更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

中华海洋本草

管华诗　王曙光　主编

上海科学技术出版社
海洋出版社

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

中华海洋本草

管华诗　王曙光　主编

第1卷　总论

宋健

上海科学技术出版社
海洋出版社

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

中国近海海洋综合调查与评价专项(908-01-ST12、908-02-05-04)成果

国家科技基础性工作专项(2007FY210500)成果
“十一五”国家重点图书出版规划项目
“上海科技专著出版资金”资助

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

内容提要

本书是在进行大规模海洋药用资源野外综合调查与评价的基础上，紧密结合中医学、本草学，运用现代生物学、医学、药学、化学、药理学、矿物学等研究方法获得大量分析数据和资料，编成的反映我国几千年来海洋本草发展史和最新研究成果的一部大型著作。记载了海洋药物613味、海洋生物1479种、海洋矿物15种，图文并茂，记述详尽，对当代海洋药物研究和海洋生物资源的可持续开发利用均具有重要参考价值。同时，全面系统地阐述了我国海洋本草的发展现状，为深入开展现代海洋药物研究、合理开发利用和保护海洋药用资源，提供了经典性文献和重要翔实的科学资料。

本书从海洋矿物药、海洋植物药和海洋动物药三方面，全面详尽地介绍海洋本草。包括药物的正名、出处、别名、释名、考证、基原、炮制、药性、功效主治、配伍应用、用法用量、使用注意、附方、药论、制剂、现代临床与应用，以及原植物(动物)的异名、别名、形态与生态特征、分布、采收与贮藏、药材鉴别、化学成分、药理毒理等项目。并对已有文献根据实际情况纠偏验证，补充完善，使之成为集海洋本草之大全。

本书读者对象为从事海洋药物、海洋水产、海水养殖、海洋保健食品等科研、开发、教学和生产经营等方面工作的人员。也可作为临床医学、药品检验、生化药理等医药工作者的参考书和工具书。

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

主　编

管华诗　王曙光

副主编(以姓氏笔画为序)

丁　健　王长云　田景振　兰克信　吴元熙

武云飞　林永成　欧阳兵　郝小江　钱树本

焦炳华　缪辉南　滕佳林

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

《中华海洋本草》顾问委员会

总顾问　周光召　宋　健

顾　问(以姓氏笔画为序)

丁　源　王永炎　毛文涛　伍汉霖　刘瑞玉　刘德培　关美君　孙志辉　杨绥华
肖培根　吴德星　张礼和　张吉德　张伯礼　张登义　陈可冀　陈连增　陈凯先
陈宜瑜　周伟斌　郑守仪　赵尔宓　胡之璧　姜凤梧　徐　洵　唐启升

《中华海洋本草》编纂委员会

主任委员　管华诗　王曙光

常务副主任委员　王长云　钱树本　武云飞　吴元熙

执行副主任委员　王长云

副主任委员(以姓氏笔画为序)

丁　健　王春波　田景振　兰克信　曲京峰　应小雄　林永成　欧阳兵　郝小江
焦炳华　缪辉南　滕佳林

委　员(以姓氏笔画为序)

丁　健　于广利　王　军　王长云　王月华　王均宁　王明伟　王春波　王振国
王梁华　王斌贵　王曙光　毛文君　仇顺海　方旭东　厉建强　石建功　叶波平
田景振　兰　东　兰克信　曲京峰　朱伟明　伍汉霖　仲伟珍　向　华　刘永宏
刘红兵　刘更生　刘德绩　池振明　孙世春　孙秀梅　杜冠华　杨静玉　李旭霞
李志勇　李国强　李越中　李锦和　李新正　肖　湘　吴元熙　吴春福　吴强明
何培民　佘志刚　应小雄　沈先荣　张　偲　张学兰　陈　波　陈兴群　陈海生
陈道海　邵长伦　武云飞　林　昱　林文翰　林永成　林桂涛　林翠梧　欧阳兵
罗晓东　周凤琴　庞冀燕　郝小江　钟惠民　耿　波　耿美玉　顾谦群　钱树本
徐凤山　郭跃伟　郭瑞华　黄小平　韩庆喜　韩彦弢　焦炳华　曾晓起　裴月湖
管华诗　漆淑华　谭仁祥　缪辉南　滕佳林　穆　军　穆　青　戴好富

《中华海洋本草》编审委员会

主任委员　吴元熙

副主任委员　王长云　焦炳华　林永成　钱树本　武云飞　王春波

委　员(以姓氏笔画为序)

马　勇　王　军　王　毓　王长云　王永良　王如才　王克行　王春波　孔晓瑜
艾庆辉　厉建强　卢太春　伍汉霖　刘　静　刘光兴　刘红兵　刘剑华　刘德绩
池振明　孙世春　李孝刚　李国强　李锦和　吴元熙　吴强明　佘志刚　汪文娟
张春光　张素萍　邵长伦　武云飞　林永成　周凤琴　庞冀燕　胡维兴　钟惠民
耿　波　夏邦美　顾谦群　钱树本　徐凤山　唐质灿　陶建生　焦炳华　曾晓起
廖玉麟

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

《中华海洋本草》各专业委员会

物种专业委员会

主 任 委 员　武云飞

副主任委员　钱树本　李新正

委　　员　(以姓氏笔画为序)

伍汉霖　孙世春　李锦和　李新正　陈兴群　陈道海　武云飞　林　昱
林文翰　周凤琴　郑晓东　钱树本　徐凤山　韩庆喜　曾晓起

药材专业委员会

主 任 委 员　钱树本

副主任委员　周凤琴

委　　员　(以姓氏笔画为序)

伍汉霖　孙雅颖　李国强　陈兴群　武云飞　林　昱　林文翰　周凤琴
钱树本　郭庆梅

化学专业委员会

主 任 委 员　郝小江

副主任委员　郭跃伟　谭仁祥

委　　员　(以姓氏笔画为序)

于广利　王长云　王斌贵　毛文君　石建功　朱伟明　刘永宏　刘红兵
李国强　沈先荣　陈海生　邵长伦　林文翰　林翠梧　罗晓东　郝小江
钟惠民　顾谦群　郭跃伟　裴月湖　漆淑华　谭仁祥　穆　青　戴好富

药理专业委员会

主 任 委 员　丁　健

副主任委员　王春波　吴春福　杜冠华

委　　员　(以姓氏笔画为序)

丁　健　王　芳　王月华　王明伟　王春波　方莲花　厉建强　仲伟珍
刘　宁　牟　茜　牟艳华　纪雪飞　杜冠华　杨秀颖　杨静玉　李　娜
吴英良　吴春福　何国荣　佟晶洁　邹莉波　初　晓　迟天燕　张　莉
张天泰　陈雪红　苑芸芸　周晓棉　耿　波　耿美玉　夏蕴秋　徐　峰
高　梅　曹颖林　董迎旭　韩志武　韩彦弢

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

炮制与制剂专业委员会

主 任 委 员　田景振

副主任委员　孙秀梅　林桂涛　张学兰

委　　员　(以姓氏笔画为序)

田景振　吕文海　孙秀梅　张　华　张学兰　林桂涛　周长征　韩春超

药性与文献专业委员会

主 任 委 员　欧阳兵

副主任委员　兰克信　滕佳林　曲京峰

委　　员　(以姓氏笔画为序)

王　欣　王　鹏　王均宁　王振国　田思胜　兰　东　兰克信　曲京峰

刘更生　孙敬昌　孙巍巍　欧阳兵　郭　忻　郭瑞华　商庆新　滕佳林

海洋药源微生物专业委员会

主 任 委 员　焦炳华

副主任委员　缪辉南　林永成　池振明　王梁华　何培民　穆　军　佘志刚　李志勇

委　　员　(以姓氏笔画为序)

王广策　王书锦　王梁华　方旭东　叶波平　田　黎　朱伟明　向　华

刘小宇　池振明　杨益平　李　翔　李志勇　李越中　肖　湘　吴梧桐

何培民　佘志刚　迟乃玉　张　偲　张学成　陈　波　林永成　郑天凌

胡江春　洪　葵　高向东　郭晓奎　黄建忠　章晓波　彭宣宪　焦炳华

蔡小玲　谭仁祥　缪辉南　潘　卫　穆　军

海洋天然产物专业委员会

主 任 委 员　林永成　王长云

副主任委员　佘志刚　庞冀燕　王　军　方旭东　缪辉南

委　　员　(以姓氏笔画为序)

王　军　王长云　王映红　仇顺海　方旭东　甘辉亮　吕传禄　刘　岚

李旭霞　吴元熙　佘志刚　张建平　张承伟　邵长伦　林永成　庞冀燕

胡谷平　蔡小玲　缪辉南

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

志 谢

在《中华海洋本草》编纂过程中，王育学、李玉林、吴大真、王凤岐、刘志礼、徐安龙、易杨华、王昌恩、张永清、周洪雷、许实波、许东辉、刘安国、周红、刘锡兴、刘会莲等专家教授提供了许多宝贵建议。果德安、屠鹏飞、林瑞超、罗国安、王小如、梁逸曾、孙素琴、陈波等教授对海洋药用生物指纹图谱研究进行了指导和热忱帮助。齐钟彦、王存信、周敬镛、李素松、王少青、李思忠、王惠民、敖纲兰、张一方、张世义、陈素芝、黄晖、邹仁林、陈清潮、孟庆闻、苏锦祥、金鑫波、倪勇、沈世杰、胡忠恒、陶锡珍、李成刚、李宝泉、兰国宝、刘文亮、韩庆喜、尹左芬、董正之、张玺、许志坚、吴宝玲、孙瑞平、杨德渐、蔡英亚、叶振江、夏邦美、刘剑华、陆保仁、杨世民、王飞久、王文卿、万鹏、郭栋、叶脉网、赵志辉，以及中国植物图像库的李敏、孔令峰、林秦文、刘冰、刘夙、马欣堂、毛礼米、石尚德、王洪、徐克学、曾念开、张代贵、张润堂、周繇等同志，还有中国科学院海洋研究所、山东长岛县环保局等单位提供了许多宝贵的图文资料。吴翠珍同志绘制了多幅彩图。在此一并致以诚挚的谢意！

国家海洋局对《中华海洋本草》的编纂工作给予了大力支持和关心，特别是有关领导和科技司的周庆海、屈强、雷波等同志给予了热情的指导，在此一并致以诚挚的谢意！

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

参加《中华海洋本草》编辑工作主要人员

出版统筹 应小雄

策划编辑 季英明 虞厚安 濮紫兰

责任编辑
第 1 卷 季英明 胡 炜 应小雄
第 2 卷 单宝枝 刘诗发 虞厚安
第 3 卷 刘诗发 单宝枝 虞厚安 陈玲玲 冯晓江
第 4 卷 曹智勇 虞厚安 刘诗发 单宝枝
第 5 卷 虞厚安 季英明 应小雄

装帧设计
美术编辑 戚永昌

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

序

中国有着悠久的海洋本草应用历史。公元前1600年的夏、商时期，《山海经》就有将海洋生物用作药物的记载。至秦、汉，《神农本草经》对海洋本草的应用有了更多的认识。经过盛唐和宋代本草学的发展，到明清时期，中国古代海洋本草得到了较大发展。历代医药典籍《黄帝内经》、《神农本草经》、《新修本草》、《本草纲目》、《本草纲目拾遗》等记载的海洋药物达百余种。海洋本草作为中国医药宝库中的重要组成部分，为中华民族的繁衍生息作出了重大贡献。

进入20世纪以来，随着生命科学及其相关学科的飞速发展，众多学科领域的研究思路、技术和方法逐步渗透到海洋药物的研究开发中。特别是由于分离纯化技术和分析检测技术的长足进步，在深度与广度上推动了人们对海洋药用生物的认识。这一时期，人们对海洋药用生物资源及其活性物质的研究和开发更为重视。新的海洋药用生物种类不断被发现，收录的海洋药用生物种类明显增加，已由原先的百余种，发展到今天的千余种。特别是大量海洋活性天然产物的发现，为癌症、心脑血管疾病、糖尿病、感染性疾病等重大疾病创新药物的研制提供了先导化合物及分子模型。由于海洋药用生物的生活环境——海洋的特殊性，决定了其体内含有陆生生物所没有的具有独特结构和特殊药理活性的天然产物，这使得海洋中药在中医药宝库中的地位不可替代。海洋中药在中医药学的发展史上起着独特而重要的作用，也更加显现出海洋本草在博大精深的本草学中的重要地位。

但是，数千年来，传统海洋本草的知识多散见于浩瀚的古籍、方志、医籍和本草专著中，至今缺乏系统的整理和研究；现代海洋药物，特别是海洋天然产物研究始于20世纪初叶，经过近一个世纪各国科学家的研究，积累了大量文献、数据和信息，这些宝贵资料也散见于国内外各类图书、学术刊物和数据库中。这一状况大大影响了海洋中药和现代海洋药物的研究、开发和应用的进程。因此，集成、梳理和整编国内外海洋药物研究的相关信息和研究成果，实为该领域科学研究与开发应用所急需。

令人欣慰的是，在国家“908”专项支持下，由国家海洋局主持，组织国内中医药和海洋药物等领域的专家学者，首次开展了我国大规模海洋药物资源系统全面的调查与评价，分析了我国海洋药物资源状况；以此为基础，结合大量历史典籍和现代科学资料，由300余名专家历时5年，经过系统整理和研究，编纂成《中华海

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

洋本草》主篇和副篇。

《中华海洋本草》主篇是在合理继承传统中医药理论精髓的基础上，对几千年浩瀚的历史典籍和文献、历次全国海洋调查成果和资料进行系统梳理，运用生物学、化学、药学等现代科学理论和研究技术，对海洋药用生物物种进行分类鉴定，加以纠偏验证，补充完善，进行科学阐释编纂而成。

副篇为《海洋药源微生物》和《海洋天然产物》。《海洋药源微生物》涉及具有巨大药用开发潜力的海洋微生物资源，介绍和展望了海洋药源微生物开发等技术，为未来海洋药物研究开发拓展了资源领域。《海洋天然产物》则是在搜集、提取、整理庞大的国内外海洋天然产物研究数据基础上编辑而成的，它汇集 20 世纪初以来国内外现代海洋天然产物研究获得的 2 万余种化合物及其生物活性研究的全部信息，可谓国内外海洋天然产物之大全。

《中华海洋本草》还将滨海湿地药用生物（包括红树林等）列入编纂内容，拓展了现代海洋药物开发的药源范围。还记录了海洋药用生物资源的养殖、采集、加工、储藏、炮制、制剂等技术，这对“蓝海经济”的发展也将具有重要的借鉴作用。

总之，《中华海洋本草》全面系统地反映了海洋药物应用、研究的历史和现状，也客观反映了海洋药用资源的现状，可为海洋中药及现代海洋药物的研究和开发提供基础性科学资料，是海洋药物领域首部具有系统性、科学性、先进性和实用性等特色的大型工具书。

《中华海洋本草》继承和发展了中国传统药学，综合集成了国内外最新科研成就，展示了海洋药物未来发展前景，它的问世，必将在海洋药物研究与开发、海洋生物资源的高值化利用、海洋环境的保护和优化等方面发挥重要的促进作用。

周光召

2009 年 5 月

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

前言

中国是世界上应用海洋药物治疗疾病最早的国家之一。历代医学本草典籍，如《神农本草经》、《新修本草》、《本草纲目》等，详细记载的海洋药物有110余种，并收载了数以千计以海洋药物为主体的方剂（含食疗方）。古本草中应用与研究海洋药物所积累的大量文献资料，为现代海洋药物研究提供了极为重要的基础信息。中国现代海洋药物的研究与开发就是在此基础上逐步发展、成熟起来的。20世纪中叶以来，随着中药研究的迅速发展，被认识和发掘的海洋药物种类显著增加。历次海洋综合调查获得了大量海洋生物资源信息资料，其中部分省市对所辖近海药用生物资源进行了药学、化学、生物学和资源学的初步研究，获得了一批可贵的信息资料。2005年国务院批准开展的“中国近海海洋综合调查与评价专项”（“908”专项）设立专题，以中国海洋大学为主要依托单位，由管华诗院士领衔的项目组对中国海洋药用生物资源进行了系统的大规模调查与评价，使人们对中国海洋药用生物资源状况有了更全面系统的了解。

在近代和现代科学技术的推动下，国际现代海洋药物研究发展迅速。20世纪初以来，作为海洋药物研究的基础工作，海洋天然产物研究取得了飞速发展。迄今，已经分离鉴定的海洋天然产物化合物总数已逾2万余种，许多具有生物活性。其中，有20余种化合物结构新颖独特，活性十分显著，已成为有效药物或先导化合物的重要来源。

数千年来，传统海洋本草的历史文献资料散见于浩瀚的古籍、方志、医书和本草专著中，缺乏全面系统整理和研究；现代海洋药物特别是海洋天然产物，经过近一个世纪各国科学家的研究，积累了大量的数据、资料和信息，这些也散见于国内外各类图书、学术刊物及数据库中。为使海洋药物研究开发领域科技人员方便、快捷、准确获取相关海洋本草、海洋药用生物资源、海洋天然产物科学数据信息，实现资源、信息共享，提高科学文献信息资料的利用效率和使用价值，急需对其庞杂的文献数据信息进行深入系统的分析、研究和整理。

《中华海洋本草》正是在上述背景下应运而生的。它是以中国近代多次海洋调查，特别是2005年开始的国家“908”专项系统调查结果为基础，结合对数千年来大量庞杂的历代典籍和科学文献资料系统的梳理和整编，加之对现代海洋药物研究，特别是最新研究成果的总结，编纂成这部大型海洋本草著作。全书由《中华海洋本草》主篇与《海洋药源微生物》、《海洋天然产物》两个副篇构成。

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

《中华海洋本草》主篇中的总论部分，对中华海洋本草发展史进行了较为系统的归纳总结，追踪溯源，阐述了海洋本草的发展脉络；并对海洋本草的基本特点、现代海洋药物的发展、海洋药用生物状况等方面进行了较为全面的总结。各论部分在广泛收集、整理古今文献资料的基础上，对海洋矿物药、海洋植物药、海洋动物药进行了系统的阐述。收录药物613味，其中植物药204味，动物药397味，矿物药12味。涉及药用生物以及具有潜在药用开发价值的物种1479种，另有矿物15种。此次编纂还对药用物种的拉丁学名进行了重新考证，对历史文献上的物种学名纠偏达200余种，并补充新药用物种600余种，同时收录了物种明确、有文献记载的化学成分和药理毒理作用研究资料。此外，首次收录了重要的海洋药用生物指纹图谱21幅。读者运用这些基础性数据资料，可进行海洋本草的来源考证、药性理论、炮制应用等方面的研究，也可开展海洋药用物种的形态与生态特征、分布、药材鉴别、化学成分、药理毒理等现代海洋药用生物资源相关研究。

《海洋药源微生物》涉及海洋微生物这一具有巨大开发潜力的资源领域。海洋微生物生存于高盐、高压、低温、低照度或无光照等特殊海洋环境中，它们产生的丰富多样的次级代谢物显示出广阔的药用前景，已成为现代海洋药物研究的热点领域。书中收录300余株海洋微生物及其次级代谢物的生物学、化学、药理学等信息，极大地拓宽了海洋本草的研究领域。

《海洋天然产物》是在搜集、提取、整理庞大的国内外海洋天然产物研究数据信息基础上整编而成。收录了20世纪初以来现代海洋天然产物研究获得的2万余种化合物的来源、结构（波谱数据）、生物活性等数据信息，具有方便、快捷的检索服务功能。为深入研究现代海洋药物、学习与借鉴国外先进科学技术提供了翔实的数据信息。

《中华海洋本草》融合了中医学、中药学等传统中医药理论和药物化学、药理学、生物学等现代科学和技术，是东西方学术思想的交汇和碰撞。全套著作集中体现了东方传统中医药理论的宏观认识，反映了辨证论治的整体观；同时也体现了现代科学理论指导下的研究思路与方法，在合理继承传统的基础上，运用现代科学技术，对传统海洋本草进行科学诠释。因此，《中华海洋本草》体现了中国传统特色，反映了国际最新科学成就，贯通古今中外，融会传统与现代，是一部总结历史，启迪后人的著作。

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

全书共分9卷。其中主篇5卷，包括总论、海洋矿物药与海洋植物药、海洋无脊椎动物药、海洋脊索动物药、索引；副篇《海洋药源微生物》1卷和《海洋天然产物》3卷（另行出版）。全书总字数约1400万字，主篇近600万字，《海洋药源微生物》约100万字，《海洋天然产物》约700万字。主篇约有彩色图片1500幅、黑白图片700余幅、化合物结构500余种，《海洋天然产物》有2万余种化合物结构。全书引用历代典籍500余部，现代期刊文献5万余条，数据库10余个。

《中华海洋本草》整个编纂工作历时5年。国内40余所高等院校和科研机构，包括中医药学、海洋生物学、微生物学、化学、药理学等领域的专家学者300余人参与编纂。并得到众多相关领域专家的热心指导。本书的编纂汇聚了众多学者的智慧、心血，是所有参与者辛勤劳动的成果。

《中华海洋本草》是国家“908”重大专项的成果结晶，编纂工作得到了国家海洋局的大力支持和资助，以及国家科技部科技基础性工作专项的资助。中国海洋大学、山东中医药大学、上海中医药大学等单位对本书编纂工作的组织、协调给予了大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意！

由于本书涉及学科众多，引用文献浩繁，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

《中华海洋本草》编纂委员会

2009年7月

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

凡例

1.《中华海洋本草》主篇分总论、药物、索引三部分。

2. 总论分9个专题，首列海洋本草发展史，次列海洋本草的基本特点、现代海洋药物的研究与开发、海洋药用生物的栖息环境、海洋药用生物和药用矿物资源、海洋药用生物的分类与鉴定、海洋药用生物的采集、加工与贮藏、海洋药用生物的养殖、海洋药用生物资源珍稀与濒危物种保护。

3. 药物分海洋矿物药、海洋植物药、海洋动物药三大类别。海洋矿物药按阳离子分类；海洋植物药、海洋动物药按生物分类系统顺序编排。每种药物分药物和物种两部分内容。

4. 药物部分，每一味药物独立成条目。凡一种植物、动物有数个入药部位且功能有差别者，均按入药部位另立条目分别叙述。药物分列别名、释名、考证、基原、炮制、药性、功效主治、配伍应用、用法用量、使用注意、附方、药论、制剂、现代临床与应用、附注等项，依次著述。资料不全者项目从略。

(1) 药物名称采用历代本草常用或现代习用者为正名；部位入药的，若无专用或习用名称者，取其主药名称加药用部位名称。药物正名后一般均列该名之原始出处。药物名采用汉语拼音标注，但不标四声注音。现代研究有药用价值的物种，如仅有化学、药理等研究报道，具有潜在研究开发价值，则将该物种按专项进行编写，将其物种名作为药物名列出，并标注星号“*”以示区别。

(2) 药物的别名为正名以外的不同名称，包括俗名、旧用名、地方名、习用名等，一般选择常用的、文献记载较多的列出。

(3) 释名系训诂药物名称，或考订其命名涵义，探求语源，并为药物名实考证提供依据。

(4) 考证主要是通过历代本草文献，结合当今药物调查，论证古今用药的延续或变迁，考订药物品种，澄清混淆；考证药物原物种，明确最早收载该药的本草文献；引述历代本草的形态描述及正误论述等。

(5) 基原，记述了药物的物种来源和入药部位等。列出药物的主要来源，选择与历代本草记载相符合或当前较为广泛使用的同功效的物种。其他具有功效相近或相似的物种则在附注中说明。同时标注出原植物(动物)的拉丁学名和矿物的英文名。

(6) 炮制，记述古今常用的炮制品及其具有代表性的炮制方法。炮制原理在炮制研究中加以阐述。

(7) 药性，以临床实践为准、参考诸家本草、综合分析、拟订主文作为结论的表述。而诸家本草所述，则以引文形式选录于后，以示源流。

(8) 功效主治，全面概述药物的主要功能及其主治病证，以临床实践为准、参考诸家本草、结合现代研究结果、综合分析、拟订主文作为结论的表述。而诸家本草所述，则以引文形式选录于后，按年代排列。

(9) 配伍应用，阐述在辨证论治原则指导下，以主治病证为纲，总结药物的临床应用和配伍原则及变化规律。

(10) 用法用量，内服用量一般是指单味药煎服的成人一日常用剂量；外用用量有较大伸缩性者，则只写“外用适量”。

(11) 使用注意，包括病证禁忌、妊娠禁忌、饮食禁忌、配伍禁忌及毒副作用等，以及中毒与防治方法。主文禁忌根据程度轻重分为“禁”与“慎”两种等级。内服药写作“禁服”或“慎服”，外治药写作“禁用”或“慎用”。

(12) 附方，选录能印证和补充药物功能主治及临床应用的代表性古今名方(或成方)、单方、验方，按治疗方和食疗方分述，以治疗方为主，食疗方为辅。

(13) 药论，按专题摘录诸家本草对中药理论的探讨、学术争鸣、独到见解和经验。现代探索研究有新认识、新理解的，阐述现代药论的内容。

(14) 制剂，记述单味药或与该药配伍成的复方制剂，并述及以该药基原为基础获得的提取物和现代

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

化学药物。

（15）现代临床与应用，主要收载该药或以该药为主进行治疗的、有一定病例数量并取得新成果的临床研究报道。

（16）附注主要记载药物部分各项需附带说明的问题，作为该药物记载的补充，以资作为进一步研究的说明和参考。

5. 物种部分，为药物之原植物或原动物，分列异名、别名、形态与生态特征、分布、采收与贮藏、药材鉴别、化学成分、药理毒理、备注等项，依次著述，资料不全者项目从略。若有功效相近或相似的物种也按上述项目附后著述。

（1）物种名先出中文名，后跟汉语拼音和拉丁学名。有毒物种则在其名称前标注有毒符号“▽”。物种名下附有拉丁学名异名和中文别名。

（2）形态与生态特征，形态特征描述矿物、植物和动物的主要特征；生态特征描述包括栖息地、生活习性、生长、繁殖及胚胎发育特点等。

（3）分布主要是指该物种分布的地理位置和海区、资源贮量和濒危等级等。

（4）采收与贮藏，记述药源生物的采收，包括采收季节、采收方法、药用部位的取得、加工及贮藏方法等。

（5）药材鉴别，包括性状鉴别、显微鉴别、理化鉴别、分子生物学鉴别等项，内容阙如者从略。并首次列出药用物种的 HPLC 参考指纹图谱。

（6）化学成分，主要收载药用物种的活性成分和结构明确的成分。成分的中文名词参照《英汉化学化工词汇》、《英汉生物化学词汇》、《英汉科技大辞库》及有关专著著录。外文名称译成中文时，后加圆括号注以英文名；常见成分（如蛋白质、氨基酸、脂肪等）只用中文名。尚无中文名者，直接使用英文名。

（7）药理毒理，记述药物的药理、药效、毒理，含物种调查的活性筛选结果，包括分子、细胞、动物个体水平的评价结果。

6. 参考文献，古代文献及古今验方的出处，随文加注。现代参考文献以每味药物为单位，集中列于药物之后。文献截止至 2009 年 6 月。

7. 本书各论部分的图、表均不加序号，随文排列，给出图题和表题。

8. 全书采用简体字排版。仅在“释名”项需解说形、音、义关系时用繁体或古文字；少数字在应用意义上可能产生混淆者，仍用繁体。

9. 计量单位，采用国际通用的剂量单位和符号。附方中药物的剂量，凡中华人民共和国成立以前的悉用旧制，原文照录；中华人民共和国成立以后的旧制单位一律换算成公制。

10. 为保护珍稀植物、动物，凡政府明令禁止采集或捕捞的物种均在文中加以说明，禁止使用。但为保持药物文献的原貌和供科研参考，仍保留药物原有内容。同时在物种描述中说明相关的物种濒危等级。

11. 编制的索引有：药物中文名索引，药用植物、动物及矿物中文名索引，药用植物、动物拉丁学名及矿物英文名索引，化学成分中文名索引，化学成分英文名索引。均注明卷号及页码，以方便读者检索。

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

总目录

第1卷　总　论

第2卷　海洋矿物药与海洋植物药

第3卷　海洋无脊椎动物药

第4卷　海洋脊索动物药

第5卷　索　引

更多精彩内容，欢迎访问中医中药论坛 http://bbs.zhong-yao.net/forum.php

1 海洋本草发展史 …… 1
1.1 秦以前的海洋本草知识(上古—公元前221年) …… 1
1.2 秦、汉、两晋、南北朝时期的海洋本草学(公元前221年—公元581年) …… 2
1.3 唐代的海洋本草学(公元618—907年) …… 3
1.4 宋代的海洋本草学(公元960—1279年) …… 5
1.5 明代的海洋本草学(1368—1644年) …… 13
1.6 清代的海洋本草学(1644—1911年) …… 21
1.7 中华人民共和国成立后的海洋本草学 …… 23
2 海洋本草的基本特点 …… 28
2.1 概述 …… 28
2.2 海洋中药的类属 …… 29
2.3 海洋中药的性状 …… 30
2.4 海洋中药的药性 …… 32
2.5 海洋中药的炮制 …… 38
2.6 海洋中药的应用 …… 40
3 现代海洋药物的研究与开发 …… 45
3.1 现代海洋药物研究的发展背景和历程 …… 45
3.2 现代海洋药物研究的进展和成就 …… 47
3.3 现代海洋药物研究的发展趋势和展望 …… 52
3.4 中国海洋药物的研究与发展 …… 55
4 海洋药用生物的栖息环境 …… 60
4.1 概论 …… 60
4.2 物理环境 …… 60
4.3 地质环境 …… 66
4.4 化学环境 …… 71
4.5 生物环境 …… 76
4.6 重要海洋药用生物的栖息环境 …… 81
5 海洋药用生物和药用矿物资源 …… 88
5.1 国际海洋药用生物资源的开发利用 …… 88
5.2 中国海洋药用生物资源的开发利用 …… 89
5.3 中国海洋药用生物资源开发利用的问题与对策 …… 94
6 海洋药用生物的分类与鉴定 …… 98
6.1 海洋药用植物的分类与鉴定 …… 100
6.2 海洋药用动物的分类与鉴定 …… 117
7 海洋药用生物的采集、加工与贮藏 …… 137
7.1 与采集有关的海洋环境 …… 138
7.2 海洋药用生物的采集与收获 …… 142
7.3 海洋药用生物的加工 …… 152
7.4 海洋药材的贮藏 …… 156
8 海洋药用生物的养殖 …… 167
8.1 海水养殖的水质 …… 169
8.2 海水养殖苗种生产和养成 …… 170
8.3 海洋药用生物的生活史 …… 175
8.4 海洋药用藻类的育苗与养成 …… 178
8.5 海洋药用贝类的育苗和养成 …… 181
8.6 海洋药用虾蟹的育苗和养成 …… 186
8.7 海洋药用棘皮动物的育苗和养殖 …… 188
8.8 海洋药用鱼类的育苗和养殖 …… 191
8.9 其他生物的育苗和养殖 …… 195
9 海洋药用生物资源珍稀与濒危物种保护 …… 197
9.1 生物多样性与物种的关系 …… 197
9.2 中国的海洋生物多样性 …… 198
9.3 中国海洋生物及海洋药物资源应用 …… 199
9.4 海洋药用生物的濒危状况 …… 200
9.5 加强海洋药用生物资源保护及其可持续利用 …… 213

1 海洋本草发展史

海洋本草是指来自海洋的在中医药理论指导下用于临床的药物。海洋本草是中国本草学的重要组成部分，它伴随着本草学由微至巨地不断丰富、完善、分化、综合与发展，有着与陆地药物的发现、认识和应用同源同步的规律。

1.1 秦以前的海洋本草知识（上古—公元前221年）

中华民族对海洋药物的认识、发现和应用，与陆地药物一样，也是开始于原始社会的采集、渔猎经济时期。

1.1.1 早在公元前约4000年的原始氏族公社时期，华夏民族就对海洋有了接触和观察

虽然华夏民族在上古时期的主要活动范围是在古称九州（冀、豫、雍、扬、兖、徐、梁、青、荆等州）的陆地上，但仍然对海洋有所接触和观察。据史料记载，早在公元前约4000年的原始氏族公社时期，被尊为人文始祖的黄帝就曾“披山通道，未尝宁居。东至于海，登丸山”（《史记·五帝本纪》）。而黄帝之孙，颛顼帝高阳氏也“南至交趾（指五岭以南，包括南海海域）……东至于蟠木（传说中的山名，位于东海）”（《史记·五帝本纪》）。可见早在原始氏族公社时期，华夏民族活动范围已扩大到东至东海、南至南海的广大临海地区，对海洋有所接触、有所观察。

1.1.2 公元前1600年—前1046年的殷商时期，华夏民族对海洋、海洋生物及其药用有了认识、发现，并开始运用海洋生物治疗疾病

在《易经》的三易之一，成书于殷商时期的《归藏易》中，就有关于海洋和鱼的经文。当时已有发达的甲骨文字，现已发现甲骨文记载的疾病名称有20余种。在用药物治疗疾病的记载中有“疜用鱼”，用之“行水”、“散瘀血”等记载。至于其所用之鱼是否包括海洋鱼类，虽未在甲骨文中有明确说明，但从记录这一时期知识的《山海经》中，有用海洋鱼类治疗疾病的记载。据此推断甲骨文中的“疜用鱼”应包括海洋鱼类。

《山海经》中有大量动物、植物、矿物、医药、海洋学和科技史等方面的资料，其成书年代一般认为约在战国初期。但其中关于医药学的记载基本是殷商时期的发现和认识，它晚于殷墟甲骨文，早于《五十二病方》和《黄帝内经》。在中医药学发展史上，《山海经》所记载的医药资料和载存的信息，对研究殷商时期海洋药物的认识水平和使用情况有独特的史料价值。

关于药物的起源，史料根据民间传说记载，认为中国医药学起源和发展经历了“医”源于“巫”，继而“巫”和“医”混合为“巫医”，再到“巫”和“医”分立三个阶段，从“巫”分立出的“医”进而发展成中国医药学。殷商时期正是巫师兴盛的时期，巫师既从事巫祝活动，又从事运用药物治疗疾病的活动。故由巫发现和掌握药物治疗疾病是必然的结果。到西周时期，“巫”和“医”已开始分立，医药已有制度，医官与巫官已划分职务，并有了关于医的记载（《周礼·天官》）。《山海经》中，只言巫、药和疾病名，却无医字，这也可以证明《山海经》所载之疾病与药物是殷商时期巫医所掌握的医药知识，其所载的海洋药物也是殷商时期所发现和使用的海洋药物。据此可断定，中国海洋药物的起源，其有文字记载的历史应上溯到公元前1600年—前1046年的殷商时期。《山海经》共记载553种物种（动物320种，植物164种，矿物及其他69种），其中医用药物125种（动物药69种，植物药51种，矿物药及其他药物5种）。

《山海经》载录了大量殷商时期及此前的海洋学资料，对海洋的认识领域已达环绕古代中国东部的太平洋边缘海域：日本海、渤海、黄海、东海和南海等，并扩大到南太平洋诸岛及其海域。所记载的海洋生物主要是鱼类，其中记载有治病作用，并能考证出其物种种属的海洋药物8种，即鲑鱼（河豚）、虎蛟（虎鲨）、文鳐鱼、鲨鱼（鲔鱼）、人鱼（儒艮）、鱵鱼、飞鱼（燕鳐鱼）、鰿鱼（青鰿鱼）。从这8种海洋药物的记载中可以发现殷商时期本草学的一些特点。

（1）所载诸药只有药名和病名，无药性和复方。虽然《山海经》也记载了某些药物的“味”，如文鳐鱼酸、甘，但仅有少数药物有药味记载，且都是酸、甘味，没有苦、辛、咸味的记载（酸、苦、甘、辛、咸五味的记载在周代后才出现）。说明殷商时期对包括海洋药物在内的药性认识还处于萌芽阶段，即有药之经验，而无医之原理。这是殷商时期包括海洋药物在内的本草学的特点之一。

（2）《山海经》记载的药物不仅专用于治病，还是巫师用于巫术或用以作为卜测自然灾害或吉凶的征兆物。如文鳐鱼不仅“食之已狂”，而且还“见之则天下大穰”。可见在殷商时期，不仅巫、医不分，合二而一，就连药物也是巫、医并用。

殷商时期发现和应用的海洋药物，在经历2000～3000年之后，又重新被后世医药学家所认识，证明了其科学价值和在海洋药物研究发展史上的独特位置。

1.1.3 春秋战国时期的海洋药物复方已出现（公元前770年—前221年）

这一时期尚未发现包括海洋药物在内的本草学著作。

但从马王堆汉墓出土的成书于战国早期的《五十二病方》，已被认定为先秦医方集本。通过该书可以了解到药物品种的增加。《五十二病方》共收载药物299种，其中有海洋药物牡蛎、盐2种，另有未注明是否是海洋物种的蟹、鲜鱼2种。与《山海经》所载药物多为单药不同，《五十二病方》多为2种以上药物共同组方治疗疾病。如治尿闭症用牡蛎一份、毒堇三份，粉碎，搅匀，醋调饮服。说明当时已有复方制剂。由单方过渡到复方，是方剂学史上的一大进步。复方的出现不仅完成了由生药到熟药、由单味药到多味药的转变，而且具有加强或提高药效、减少药物毒副反应等优点，为方剂学的形成奠定了基础。

奠定中医学理论基础的中医经典著作《黄帝内经》(以下简称《内经》)，成书年代略晚于《五十二病方》，对药物使用的组方原则作了科学的论述。如《素问·至真要大论》："帝曰：方制君臣何谓也？岐伯曰：主病之谓君，佐君之谓臣，应臣之谓使。""君一臣二，制之小也；君一臣三佐五，制之中也；君一臣三佐九，制之大也。"《内经》虽仅载有13首方剂，但其中就有用海洋药物乌贼骨组成的"四乌鲗骨一蔥茹丸"，如《素问·腹中论》云："病名血枯，此得之年少时，有所大脱血，若醉入房中，气竭肝伤，故月事衰少不来也。……以四乌鲗骨，一蔥茹，二物并合之，丸以雀卵，大如小豆，以五丸为后饭，饮以鲍鱼汁，利肠中及伤肝也。"《内经》对"四乌鲗骨一蔥茹丸"的论述，有病名、病症、病因、病理、治则、药物配伍、制法、服法。这就与《五十二病方》仅有病名、药物配伍和用法而无其他内容的简单复方不同。"四乌鲗骨一蔥茹丸"完全是按照《内经》关于医方的辨证立法、组方结构、配伍方法、用药宜忌、方制大小等原则所组成的方剂。这标志着战国时期以后，对海洋药物的使用，与其他本草药物一样，已纳入用中医学理论为指导思想的科学体系之中，即通过方剂学的组方原则，与相关药物相配伍组成方剂，提高了海洋药物的临床疗效和应用范围，有了质的飞跃。

1.2 秦、汉、两晋、南北朝时期的海洋本草学(公元前221年—公元581年)

1.2.1 秦、汉时期的海洋本草

秦、汉时期，由于受春秋战国以来"阴阳学说"、"五行学说"等学术思想的影响，形成了以《内经》为代表的中医学理论体系。加之秦、汉期间药物知识的不断充实，在中医理论体系的指导下，药学理论也随之形成。在西汉晚期开始出现"本草"一词，并产生了我国现存最早的药物学专著——《神农本草经》(以下简称《本经》)。《本经》在药物的知识和理论，以及编撰体例和内容安排方面，都有一定的科学性、系统性和开创性。书中先有"序例"，即总体简述本草学基本理论，各论以上、中、下三品分类法对药物进行分类。每药之下依次记有药名、性味、毒性、主治、别名、生长环境等项，少数药物还有炮制、质量鉴定等内容，形成了比较完整的中医本草学体系。它既对秦、汉以前的药物学知识进行了总结，又为后世本草学的发展打下了良好基础，在中国医学史上占有重要的地位。

《本经》收载了365种药物(植物药252种，动物药67种，矿物药46种)。其中，海洋药物9种(海洋植物药海藻1种，海洋动物药牡蛎、龟甲、乌贼骨、海蛤、文蛤、蟹、贝子、马刀8种)。《本经》所记载的海洋药物仅限于生活在滨海、浅海地区的海洋生物，其认识还处于起步阶段，但《本经》毕竟将海洋药物正式纳入中医本草学体系，为中国海洋药物研究奠定了基础。

值得注意的是，《本经》收载的9种海洋药物与《山海经》收载的殷商时期8种海洋药物完全不相同，即《本经》并未收载《山海经》中的海洋药物。并且《本经》以后的本草著作，如《名医别录》、《本草经集注》和唐代的官修本草《新修本草》也均未收载《山海经》中的药物。直至公元8世纪上叶，唐代的《食疗本草》和《本草拾遗》才收载了鲑鱼、虎蛟、鲨鱼、人鱼、文鳐鱼5种，到明代《本草纲目》收载了鱘鱼入药，明代姚可成的《食物本草》收载了飞鱼入药，而鼍鱼是在20世纪90年代才被《中国中药资源志要》收载入药。从《山海经》到《本草拾遗》，再到《中国中药资源志要》，这中间出现了2000～3000年的海洋本草史学上的历史断层。究其原因，一是与巫医巫术具有神秘性有关，故大多巫药秘不外传、鲜为人知。二是与医和巫之间的对立有直接关系。如前所述，《山海经》记载的包括海洋药物在内的药物具有巫、医不分的特点，而以《本经》为代表的本草属于"中医本草学"体系。这是在本草学发展史中，已证明存在的两个本草学体系。是两个从认识论到方法论有很大不同的本草学体系，导致了中医本草学体系对《山海经》所收载的药物没有收载的事实。如汉代史学家司马迁就不相信《山海经》。他在《史记·大宛列传》中说："至《禹本纪》、《山海经》所有怪物，余(不)敢言之也。"《素问·五藏别论》则有"拘于鬼神者，不可与言至德"的训示。所以中医本草学不收载《山海经》记载的药物也是基于信医不信巫的观念所致。

秦统一中国后到两汉时期，政治相对稳定，经济发展，文化科学技术进步，交通发达。"丝绸之路"的开通，带动了国内外的药学交流。通过"丝绸之路"使西域的药材，如红花、葡萄、胡桃、安石榴、胡麻、大蒜、苜蓿及其他药材不断输入中国内地，其中也包括部分海洋药物。据《后汉书·西域传》："桓帝延熹九年(公元166年)大秦王('大秦'指古罗马帝国及东罗马帝国)安敦遣使自日南(今越南)徼外献象牙、犀角、玳瑁。"其中的玳瑁就是海洋药物。

1.2.2 两晋、南北朝时期的海洋本草

继《本经》之后，两晋、南北朝时期的本草著作《名医别录》和《本草经集注》收载海洋药物19种，比《本经》新增收10种（昆布、石帆、水松、干苔、紫菜、魁蛤、石决明、秦龟、鳗鲡鱼、食盐）。《名医别录》、《本草经集注》对海洋药物的研究贡献，不仅仅是品种的增加，还表现在对《本经》原载药物增加了新的内容，如药性、功能主治、别名、生长环境、采集时间等。尤其《本草经集注》还增加了药物配伍，如“七情”（单行、相须、相使、相畏、相恶、相反、相杀）等内容，对药物的认识又上升了一个层次。

南北朝时期的《雷公炮炙论》系统总结了公元5世纪以前，包括海洋药物在内的药物鉴别、炮制经验，对保证药物临床应用的安全性及提高疗效起了重要作用。

《雷公炮炙论》对药物鉴别不仅注重产地、质量等方面，尤其注重对药物真伪的鉴别。如对“牡蛎”的鉴别：“有石牡蛎，石鱼蛎，真海牡蛎。石牡蛎者，头边背大，小甲沙石，真似牡蛎，只是圆如龟壳。”对“乌贼骨”的鉴别：“凡使，勿用沙鱼骨，缘真相似，只是上纹横，不入药中用。”对“海蛤”的鉴别：“凡使，勿用游波蕈骨，其虫骨真似海蛤，只是无面上光，其虫骨误饵之，令人狂走……只以醋解之立差。”

《雷公炮炙论》对药物的炮制经验总结甚详。其炮制方法多样，对海洋药物的炮制，主要有浸、煮、蒸、煅等，而且有时还要配以醋、酒、蜜及其他中药进行加工。如此鉴别、炮制，使海洋药物的临床应用更加安全，且又提高疗效。至南北朝时期，对海洋药物的鉴别、加工技术又前进了一步。

《雷公炮炙论》还记载了未被《本经》、《名医别录》和《本草经集注》收载的“腽肭脐”（海狗肾）、珍珠两种海洋动物药。其中海狗肾仅记载了鉴别真伪的方法，其正式被本草收载则始于唐代《本草拾遗》。而对珍珠则详细记载了其炮制和使用方法。珍珠后来被宋代《开宝本草》收载为新增药物。尽管腽肭脐和珍珠被本草著作收录较晚，但实际上是在两晋、南北朝时期被发现和使用的海洋药物。

魏晋南北朝时期，中外国际往来变得频繁，地域更加扩大。除往西通过原有的“丝绸之路”横贯亚洲之外，还往西南开辟了从云南经缅甸、印度进入阿富汗，再达伊朗的另一通道。往南以广州为主的对外港口，开辟海上通道，扩大了对南海诸国的海上联系。往东北与高丽、百济、新罗、日本等国建立了经常性联系。如此全方位的对外通道，使得中外医药学也得以顺利传播。如陶弘景在“昆布”条下记述：“今惟出高丽。绳把索之如卷麻，作黄黑色，柔韧可食。”明确指出昆布出自高丽（今朝鲜）。南北朝时期，中医药传入日本。早期主要经朝鲜间接传播，到南朝陈文帝天嘉二年（公元561年），吴人知聪曾携带医药书籍164卷到日本定居，其中也包括收载海洋药物的本草著作。其子孙亦精通医药，被日皇赐为“和药使主”。这是中医药直接东传日本的最早的文献记载。

1.3 唐代的海洋本草学（公元618—907年）

继隋代于公元581年结束南北朝百年对立而统一后，仅仅经过20余年的时间，于公元618年唐王朝取代隋代，并于628年统一了中国。自唐代初年至“安史之乱”发生前的130多年间，是中国封建社会的鼎盛时代，史称“盛唐”。盛唐时期生产发展迅速，经济空前繁荣，国势日盛，海陆交通发达，通过陆上和海上丝绸之路，中外贸易往来日益增多，唐代首都长安已成为中外客人、商贾、学者云集之都，也是中外科学文化的交流中心。由此形成中华文明的东渐和西进，外域和少数民族文化与中华中原文化的相互渗透与融合，为中医药学的发展创造了良好环境和发展条件。

此时期本草学的发展主要表现在：其一，综合本草的进一步充实和完善，出现了官修本草——《新修本草》。其二，其他本草著作异彩纷呈，且各具特色，如陈藏器的《本草拾遗》对民间单验方的收集整理，对《新修本草》遗漏的补充和已收品种错误之处的纠正；甄权的《药性论》对药性、主治、配伍、禁忌、炮制等的详细论述，成为临床医师使用的药性专著；李珣的《海药本草》专记从海外传入或从海外移植到中国南方的外国药物，并对《新修本草》、《本草拾遗》记载内容作了补充和正误。此时期已出现专门本草，如孟诜、张鼎的《食疗本草》为中国第一部比较系统、完整的食物营养与治疗学专著等。唐代海洋药物的种数已从秦、汉、两晋、南北朝时期的19种迅增至84种。有关海洋生药学知识（如产地、采收、加工、贮藏等）、海洋药物药性理论（如药物功能和配伍应用）都有进一步的认识和提高。海洋药物在唐代的发展，标志着它已进入本草史上第一个兴旺期。此时期与海洋药物密切相关的本草著作有《新修本草》、《食疗本草》和《本草拾遗》。

1.3.1 《新修本草》

《新修本草》是在公元657年，由唐代政府组织，命魏国公太尉长孙无忌领衔，由右监门府长史苏敬负责编修，并于公元659年完成的中国历史上第一部官修本草，也是世界第一部药典，比《纽伦堡药典》早9个世纪。《新修本草》是在南北朝时期陶弘景《本草经集注》一书的基础上发展起来的。盛唐时期中外文化交流频繁，此时期的包括海洋药物在内的本草学研究成果都集中体现在这部本草著作中。多种当时国外传入的新药，也被这部本草所吸收。该书问世以后，不仅普及中国国内，同时也很快流传到近邻的朝鲜、日本等国，这些国家都将其作为学习中国本草

的教科书。

《新修本草》记述了药物的性味、功用、产地、采集要点等，主要是在《本草经集注》所载的730种药物基础上修订、增补而成。全书分为玉石、草、木、兽禽、虫鱼、果、菜、米、有名未用等9类，共计850种药物，其中新增药物114种(对《本草经集注》药物分条等原因增加的7种药物未统计在内)。

《新修本草》收载海洋药物25种，比《名医别录》、《本草经集注》增收6种(珊瑚、石燕、鲛鱼皮、紫贝、甲香、珂)。虽然数量不多，但研究、认识的深度和广度，均比《名医别录》、《本草经集注》有很大提高。其一，药物的性味、功用有所扩大。如乌贼骨，《新修本草》增加了："疗牛马目中障翳，亦疗人目翳"的记述。可知发现乌贼骨可治人和牲畜目翳的功用至晚始于唐代。又如鳗鲡鱼，《本草经集注》谓其："膏，疗诸瘘疮。"而《新修本草》则曰："此膏又疗耳中虫痛者。"其二，《新修本草》重视对药物实际形态的考察以确定药物的基原。编书时，唐王朝曾下令征询全国各地药物形象，并绘成彩色图谱，并有对药物图谱作文字说明的图经。图谱和图经是生物学的物种形态学内容在本草学的体现，它对药物的基原鉴别提供了客观依据和最佳方法。图谱与《新修本草》的正文、图经组成了一个完整的本草体系，在中国本草学，以致生物物种学发展史上都具有较高的科学价值。这种文图并行的本草著作模式，为后世很多本草著作所采用，并成为历代本草学的固定模式。令人遗憾的是，《新修本草》药图部分比本草正文内容部分散失得更早，约在宋代嘉祐年间已无药图版本。所以在辑复的《新修本草》中已见不到有关海洋药物基原的图谱，但通过该书中对药物基原的文字描述，仍可推测其图谱的内容。其三，《新修本草》记载了外来药，其中就有通过海上丝绸之路传入的海洋药物，如珊瑚。珊瑚是《新修本草》的新增药物，其产地为"生南海"。但同时也注曰："又从波斯国及狮子国来。"波斯国即今之波斯湾的伊朗，狮子国即今之位于印度洋中的斯里兰卡。这是唐代海上丝绸之路回归路线的起点和中间必经之路径。另据《唐六典》记载，鲛鱼皮是由安南(今越南)所贡而进入中国。林邑(今越南中部)国王于唐开元、天宝年间来华所献的名贵药材中就有珍珠。珍珠后被宋代《开宝本草》正式收载。官府还规定《新修本草》是医学必修课之一，故它所收载的药物当即引起重视，迅速在全国传播普及。同时也在国外迅速传播，如在《新修本草》成书仅12年之后，日本在文武天皇大宝元年(公元701年)颁行的《大宝律令》中规定，《新修本草》是宫廷医生的必修课程。

1.3.2 《食疗本草》

《食疗本草》是首次记载海洋生物在食疗中作用的本草专著，体现了某些海洋生物的药用、食用功能。

在唐代以前虽已有多种记载食疗药物的相关著作，如隋代诸葛颖《淮南王食经》、《淮南王食目》，以及马琬《食经》和《朱思简食经》等，因其中记载的许多关于食物具有的药物功能、主治等内容没有独立成篇，因此尚不能称其为食疗本草专著，但已发现了"药食同源"、"药食两用"的价值。到唐代孙思邈首次对此专门总结，形成了早期的食疗本草雏形，即《千金要方》中的"食治篇"。在"序论"中论述了食疗的意义和药、食的相互功用关系，为《食疗本草》奠定了理论基础。在其各论篇中按果实、蔬菜、谷米、鸟兽(附虫鱼)四大类分述了175种药食两用食物的性能、应用和食药特点。其中，记载了海藻、昆布、鳗鲡鱼、乌贼骨、蟹壳、盐等6种海洋食疗药物，数量虽然较少，但却是首次阐述海洋生物食、药两用的价值。

《食疗本草》原为唐代孟诜(公元621—713年)所撰的《补养方》3卷，后经张鼎于公元721—739年增补后改称为《食疗本草》。它是唐代，也是中国第一部食物药治病的本草专著。该书共收载药食两用的物种达291种(其中蔬菜部84种，草木果实部114种，兽禽虫鱼部93种)，来自海洋的物种达28种，其中19种(鹿角菜、紫菜、干苔、鲨、鲈鱼、蚶、蛏、淡菜、石首鱼、鲟鱼、鲋鱼、比目鱼、鲚鱼、鳀鳊鱼、黄鱼、蚌、车螯、海月、虾)是《新修本草》未收载的。《食疗本草》对海洋药物研究的贡献是：其一，增加了海洋药物的种类，并把有些海洋药物正式纳入"药食同源"、"药食两用"的食疗本草体系。其二，对《新修本草》中收载的海洋药物增加了新的功能。如对蟹增加了"蟹脚中髓及脑，能续断筋骨。人取蟹脑髓，微熬之，令内疮中，筋即连续"。"蟹主散诸热。治胃气，理经脉，消食。以醋食之，利肢节，去五脏中烦闷气，益人"等功用。其三，对某些海洋药物物种增加了药用部位。如《新修本草》收载牡蛎的药用部位为壳，龟的药用部位为甲，鲛鱼的药用部位为皮，乌贼鱼的药用部位为骨。而《食疗本草》则增收了牡蛎肉、龟肉、龟头、鲛鱼肉、鲛鱼胆汁、乌贼鱼肉等新的药用部位。

1.3.3 《本草拾遗》

《本草拾遗》是由唐代陈藏器于《新修本草》颁行80年后编撰而成。陈藏器深入民间调查研究，并广泛收集引用史书、地志、杂记、医方等文献约116种，编撰成《本草拾遗》。新增加药物692种，是《新修本草》新增收药物种数的6倍。该书收罗广博，内容丰富，明代李时珍对此曾作出高度评价："陈藏器，四明人。其所著述，博极群书，精核物类，订绳谬误，搜罗幽隐，自本草以来，一人而已。"《本草拾遗》是总结唐代药物学成就的一部重要著作。

《本草拾遗》对海洋药物的研究具有重要意义。它收载的海洋药物已达75种，其中包括《新修本草》中收载的25种和《食疗本草》中收载的28种海洋药物。

正是由于陈藏器对民间方药的重视、挖掘和整理，才使唐代及此前散失在民间的方药得以收入本草著作中，而被保存下来流传至今。如《本草拾遗》关于用蛇婆（即海蛇）炙食或烧末服治赤白毒痢、痔疮下血、恶疮的民间验方至今仍被有效用于临床。

《本草拾遗》还专设“解纷”篇章，以审辨药物为主，来纠正此前本草著作的错误。其审辨药物对识别药物的基原至关重要。如关于海藻的基原，陶弘景在《本草经集注》中记述为：“生海岛上，黑色，如乱发而大少许。叶大都似藻叶。”而陈藏器则曰：“此物有马尾者，大而有叶者。《本经》及注，海藻功状不分。马尾藻，生浅水，如短马尾细，黑色，用之当浸去咸。大叶藻，生深海中及新罗，叶如水藻而大。”陈藏器把海藻的来源定为大叶、小叶两种及对其形态、生长环境的描述是正确的。2005 年版《中华人民共和国药典》也确定中药海藻原植物为马尾藻科植物海蒿子和羊栖菜。其中，羊栖菜被习称为小叶海藻，而海蒿子则习称大叶海藻。可见陈藏器的观察和记载与现代生物物种分类相符。所以李时珍对其审辨药物的水平给予很高评价，赞其“历代本草惟陈藏器辨物最精审，尤当信之”。然而，事实上陈藏器亦有失误，如对昆布来源的审辨上就出现了失误。尽管如此，也反映出唐代对海洋药物基原的认识水平。

1.4 宋代的海洋本草学（公元 960—1279 年）

宋代是中国封建社会中一个特殊的朝代。一方面宋太祖赵匡胤于公元 960 年结束了五代十国分裂的混乱局面，建立了高度中央集权的宋王朝。另一方面，在整个宋王朝统治时期，始终面对夷族入侵、战争不断的困难局面。虽如此，北宋时期，自与辽国签订“澶渊之盟”之后的近百年时间，有相对稳定的和平发展时期。北宋王朝利用中央集权的政权、财权、兵权防止了国内封建割据的发生，加强了文治，促进了经济、科技文化、手工业等方面的发展。而南宋王朝时期虽然丧失了半壁江山，偏安江南。但客观上由于政治、经济、文化中心的南移，则加速了南方的发展，拓展了海上交通范围，加强了对外的经济、文化交流，促进了南方经济、科技文化的发展。所以就出现北、南宋王朝虽然国力“积贫积弱”，战争不断，然而在科技文化领域却取得了令中华民族骄傲、令世界敬佩的划时代的科技成果。如在中国古代四大发明中，有三大发明是在宋代产生或完善的。其中有活字印刷术、指南针的发明和应用、火药配方的重大改进和进入实用阶段。从而使宋代的科学技术文化水平达到前所未有的高度，同时也是当时世界科技文化水平的标志。这是中国封建社会科技文化史上十分罕见的特殊现象。对此，英国科学史权威李约瑟（J. Needham）博士在《中国科学技术史》中特别强调指出：“每当人们在中国的文献中查考任何一种具体的科技史料时，往往会发现它的主焦点就在宋代。不论是在应用科学方面或在纯粹科学方面都是如此。”

宋代在医学、本草学领域所取得的成就，同样也达到了与此相应的高度。如对属于官定民间本草的《大观经史证类备急本草》，李约瑟的评价是：“要比 15 世纪和 16 世纪早期欧洲的植物学著作高明得多。”

1.4.1 促成宋代医药学领域发展的有利因素

宋代的医学、本草学之所以能达到一个新的高度，与宋代独有的发展医药科学的有利因素直接相关。

1.4.1.1 有利因素之一

在宋代的最高统治者中，有多位皇帝对医药学给予了异乎寻常的特别关注，并且其中也有自身就是医药技术的高手。他们积极主动倡导和参与医药研究，组织开展医学教育，整理、编纂医药学著作。这在历代封建王朝的最高统治者中是罕见的。

如宋代开国皇帝宋太祖赵匡胤，在开宝年间（公元 968—975 年）就下诏编纂宋代第一部官修本草《开宝新详定本草》（即《开宝本草》），该书于开宝六年（公元 973 年）编成，宋太祖亲自为该书作序。宋太祖还曾诏召诸儒编集医方，由翰林学士贾黄中等于宋太宗雍熙三年（公元 986 年）编成《神医普济方》1000 卷。

北宋第二代皇帝宋太宗赵匡义时期编纂了宋代第一部医方巨著《太平圣惠方》。全书计 100 卷，分 1670 门，载方 16800 余首，集宋以前医方之大成。

北宋第三代皇帝宋真宗赵恒，针对边远落后地区百姓不知方书药材，疾病不以药治，惟用巫师治疗至死的状况，特旨准由国家拨专款制药，并将药物与治病方书一同赐给地方官吏，用以为百姓防疫治病。

总之，在北宋王朝 167 年间的 9 个皇帝中，有 6 个皇帝亲自参与、组织领导医药学的研究，最高权力的重视客观上促进了宋代医药学的发展。

后来即使偏安江南的南宋第一个皇帝宋高宗赵构，仍继承了先辈对医药重视的传统。在其执政期间，编集成流传至今的《太平惠民和剂局方》。

1.4.1.2 有利因素之二

在宋代的士大夫和文人学者等知识精英阶层中，形成了一种“不为良相，当为良医”、“旁通医药”、“以行救人利物之心”的重视医药的社会时尚。这对宋代医药学的发展，起到重要的推动作用。

“不为良相，当为良医”，把利用医药救民利物提高到与良相治国济民同等高度的这一认识，是由以“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”高尚情怀传颂千古的北宋著名政治家、文学家范仲淹首先提出的。与范仲淹持有相同观点的，在宋代士大夫和知识精英阶层中大有人在。

北宋开国初由宋太祖诏令政府官修的宋第一部本草著作《开宝本草》就是由时任左司员外郎扈蒙、翰林学士卢多逊刊定的。卢多逊还编撰有《详定本草》、《补注本草》等本草著作。

北宋神宗时的改革变法家名相王安石自述对“《难经》、《素问》、《本经》诸小说无所不读”。

北宋神宗时的沈括，不仅是著名的政治家、外交家，还是著名的科学家、医学家，被李约瑟誉为“中国历史上最伟大的科学家之一”。他晚年所撰的《梦溪笔谈》、《补笔谈》、《续笔谈》中有专门论述药物的药议篇章，论述药物60余种，对其形态、性能、真伪、异同辨识尤精。其中，在关于对海洋药物文蛤、魁蛤、海蛤的辨识中，他明确认定陶弘景在《本草经集注》中所说的魁蛤即车螯。经现代生物学证明，沈括的结论是正确的。他的医药著作还有《别次伤寒》、《灵验方》(已佚)等。

再如，在北宋仁宗、神宗、徽宗时期曾担任学士、尚书以及几任州官的苏东坡，不仅在诗、文、词等方面有很高成就，在医药方面也有建树。苏东坡把在各地收集到的医药知识撰成《医药杂说》，被宋末人并入沈括所辑的《良方》中，合编而成传世之作《苏沈良方》。

在北宋的士大夫阶层中，以科举入仕后又进入医药领域者甚多。如宋代著名伤寒学家朱肱是宋哲宗时元祐三年(1088年)进士，曾授奉议郎、医学博士等职。他编撰的《类证活人书》被清代医药大家徐大椿誉为：“宋人之书，能发明《伤寒论》，使人有所执持而易晓，大有功于仲景者，《活人书》为第一。”

1.4.1.3 有利因素之三

宋代有一批精通医药、造诣高深的医药学家，他们致力于药物挖掘、文献收集、整理研究，编撰出多部有价值、有水平的本草著作。他们是宋代本草学研究的主力军，为宋代本草学发展作出了卓越贡献。

其中，贡献最大、成果最丰硕的应首推编撰《经史证类备急本草》的唐慎微。关于唐慎微，正史无记载，有关其生平事迹，仅在金代宇文虚中《书证类本草后》及宋代赵与时《宾退录》卷三有简略记载，其他只有零星记载。他以“为士人疗病，不取一钱，但以名方秘录为请。以此士人尤喜之。每于经史诸书中得一药名、一方论，必录以告”的观念去广集医药资料，最终编纂成集北宋以前本草之大成的《经史证类备急本草》。

又如编纂《重广补注神农本草并图经》的北宋医药学家陈承，原籍四川阆中(今四川南充市北)人，出身于“四世六公”的将相之家。编写《宝庆本草折衷》的南宋医药学家陈衍，字万卿，黄岩(今浙江黄岩)人，生活于南宋后期，是南宋时远近闻名的妇科医生陈沂的后代，《宝庆本草折衷》是南宋时期一部优秀的实用本草著作。

1.4.1.4 有利因素之四

宋代有较完善的医政制度和医学教育机构，这为医药学的发展提供了制度的保障和人才培养的平台。

由于宋代帝王对医药的高度关注和参与，国家建立了较为完善的医政制度。诚如清代蒋超伯《南漘楛语》卷六所云：“宋世极讲求医学，初犹隶于太常，后更专设提举。其制分设三科：曰方脉科、针科、疡科……每岁春试。至崇宁间，又改隶国子监。南渡后稍变其法，然讨论未尝不加详也。”宋代的医政制度规定，不仅在中央机构设置医官，而且在地方州郡亦需设有医官。

宋代对医学教育也很重视，专设培养医药人才的医学，由太医局主管。宋太祖赵匡胤在建国初就下令设置医学。宋太宗赵匡义于雍熙四年(公元987年)诏命地方诸道向中央太医署选送医术人才，以充实太医署的师资队伍。还有一个典型例证是，宋仁宗亲自诏命考试医官增加考试本草学内容。这一切对宋代医官的本草学知识水平的提高和本草学研究奠定了人才基础。

1.4.1.5 有利因素之五

宋代有进步的药政制度，医、药机构正式分立，促进了制药业和成药制剂的发展。

宋代从开国初期就已专设药事机构(《宋史·太祖本纪》)。宋代“惠民局”与“和剂局”的创立，并将其作为制度推广至全国，标志着医、药机构正式分立，它既是国家经营的面向社会的经济实体，又是政府药政管理部门，和剂局的“买务药材所”又设辨验药材一职，负责革“伪滥之弊”，这是中国早期的药检机构，它标志着中国医药历史已进入一个新的发展时期。在此形势下形成了宋代医药事业的另一个特点，即由于有了官办药厂和制药所，从而制药业发达，成药制剂盛行。这也是中国医药史上具里程碑意义的一件大事。

1.4.1.6 有利因素之六

宋代促进医药研究与发展的另一重要举措，是由官方和民间大规模系统整理编纂方书、本草等医药类书籍。

由当政者亲自组织或主持，系统整理、编纂医药书籍，这在中国医药发展史上是空前的，也是罕见的。它是宋代统治者治国理念的一个重要组成部分。如宋太祖诏令编纂《开宝本草》，以后政府又专设“校正医书局”，组织名流、专家系统地整理校正医药著作，使得大批中医药古籍得以整理提高，流传于世，形成由政府组织编纂本草著作的良好风气，有力地推动了宋代本草学的研究和发展。

从宋太祖始，就诏召诸儒、医编集医方。先后编纂成《神医普救方》、《太平圣惠方》、《圣惠选方》、《庆历善救方》、《简要济众方》、《太平惠民和剂局方》等官修大型方书巨著，此外还有若干知识精英编纂的各具特色的方书。据统计，从晋代葛洪的《肘后方》，经南北朝、隋、唐、五代十国

到宋代开国的约700年时间内，现仅知有10部医方书传存，而宋代编撰的医方书是前者总和的4倍，而且官编大型医方书宋代以前未见流传，宋代则有3部，且多为集宋以前之大成，是具有供后世学习与研究价值的传世之作。故宋代的医方成就，无论从数量上、质量上都达到了前所未有的历史新高度。方剂学研究与本草学研究存在着相辅相成的关系。宋代方剂学的发展，对本草学的发展起到了至关重要的促进作用。

1.4.1.7 有利因素之七

宋代印刷术的应用和推广，促进了书籍的编印、流传和普及。

1.4.2 宋代的代表性本草著作

唐和五代时期本草学发展迅速，已出现至少70余种本草著作。但由于唐末、五代的战火兵燹，使本就流传不易的手抄医药文献毁损严重。北宋王朝则利用国家统一、强化文治、印刷术发达等有利条件，加之帝王、士大夫和文人学士等知识精英对医药的关注和重视，完成了古医籍的校勘、医方书的编纂，实现了对古本草文献的抢救和整理；并实施了全国性的访求医书和药物普查工程，在此基础上编纂、修订本草著作。这一切使宋代的医药学，尤其是本草学的研究取得了卓越的成就，起到了承前启后的作用。

宋代本草著作可分为官修本草、官定民间本草和民间本草三个系列。

1.4.2.1 官修本草

官修本草在历史上以宋代最多，这也是宋代本草的特点。

1.《开宝本草》

《开宝本草》是北宋建国初宋太祖赵匡胤诏命政府组织刘翰、马志等9人于开宝六年(公元973年)在唐代《新修本草》基础上，参照唐代陈藏器《本草拾遗》等书编成。全书共21卷，收载药物984种，其中海洋药物29种，新增珍珠、石蟹、鳐鱼3种海洋药物。

2.《嘉祐补注神农本草》

宋仁宗嘉祐二年(1057年)，仁宗命掌禹锡等"以《开宝本草》及诸家参校。采拾遗逸，判定新旧"，补注药品功状，并添加新注而成书。并经宋仁宗赐名为《嘉祐补注神农本草》，世称《嘉祐补注本草》，简称《嘉祐本草》。

该书为综合性本草著作，共21卷，收药1083种，增药99种，其中有82种"嘉祐新补"药是辑自前人本草，有17种"新定药"是北宋时"已尝用，而诸书未见，无从辨证者，如葫芦巴、海带之类"。

该书新旧资料标记明晰，补充了大量的药物文献资料，引用文献50余种。其中本草文献16种，如《吴氏本草》、《蜀本草》、《药对》、《药性论》、《食疗本草》、《日华子本草》、《南海药谱》等。引用文献虽有所删节，但却能保留原有旨意，本草文献中大量的辨药、药性、配伍、食疗和民间用药经验通过本书的引用而传于后世，为后世研究和辑复古本草保存了宝贵资料。书中还引用了经史百家中的药物资料，为唐慎微编纂《经史证类备急本草》提供了范例。

《嘉祐本草》还首列"补注所引书传"专项，开创所引要籍解题之先河。如对所引16种本草著作扼要地介绍了其本草文献的名称、卷数、成书年代、内容特点、流传历史等内容，成为研究古本草的珍贵史料，这对了解本草发展十分重要。这一创举为尔后南宋陈衍编纂《宝庆本草折衷》和明代李时珍编纂《本草纲目》等所仿效。

3.《本草图经》

《本草图经》又称《嘉祐图经本草》、《图经本草》，是中国本草史上第一部由政府组织编绘而成的版刻药物图谱。编纂《本草图经》的目的是"使后人用药，有所依据"，因此该书在辨证药物来源、形态、用法等方面记述较详。苏颂等在编纂《本草图经》时，参考文献多达200余种，比《嘉祐本草》所引书目多3倍。全书总20卷，目录1卷，载药814种，新增100多种民间草药。其中642种附有药图，然而各药附图多寡不一，多则10幅，少则1幅，总计有933幅图。《本草图经》收载海洋药物35种，其中有图、有文者22种，图35幅。

《嘉祐本草》和《本草图经》是经校正医书局统筹规划、各有分工的姊妹篇。鉴于两书分别刊行，查找药物很不方便。故北宋医药学家陈承于宋哲宗元祐七年(1092年)将两书合刊在一起，并加以古今论证及自己的见解(称为"别说")，合刊的书名为《重广补注神农本草并图经》。

4.《绍兴校定经史证类备急本草》

《绍兴校定经史证类备急本草》简称《绍兴本草》，是宋高宗赵构南渡后，诏令政府组织医官王继先等，在《大观本草》基础上校定而成，先是于绍兴二十七年(1157年)刊行32卷本，后又于绍兴二十九年(1159年)节略成22卷刊行，是南宋时期唯一的官修本草。

由于《绍兴本草》原书已佚，仅日本尚存传抄残卷本草20多种。《绍兴本草》残卷"神谷本"存药700余条(《大观本草》载药1745种)，按矿物、植物、动物分为19卷，其药物排列顺序与《大观本草》不同，而与《本草纲目》分类相同，这是传抄人所改，非《绍兴本草》原貌。"神谷本"含《大观本草》部分药物的正文和药图，并含《绍兴本草》新增的"校定文"和"新添药"。该书对药物性味、主治、炮制、产地、药用部位均有考订。

1.4.2.2 官定民间本草

1.《经史证类备急本草》

《经史证类备急本草》简称《证类本草》，是中国本草史上很重要的一部承前启后的本草著作。由北宋著名医药学家唐慎微效法陈承，将《嘉祐本草》和《本草图经》合编为

一书，并做大量的文献增补工作编撰而成。

《证类本草》全书31卷，载药1746种。其中包括海洋药物116种，新增砗磲、石蟹、石蚕、海带、海獭、珍珠、比目鱼、鳙鱼、石首鱼、珂、鹿角菜等11种海洋药物及20余种同一物种的不同部位用药，附图933幅。这个数字是累积自汉代《神农本草经》至唐慎微编纂《证类本草》以前各时期主流本草药物数量的总和，是《新修本草》的两倍。

该书在具体药物条中，分列了该药的正名、别名、性味、功效、主治、产地、形态、采集、炮制方法，以及单验方、药论、史料、医案等内容。尤其炮制方法方面，唐慎微补入《雷公炮炙论》中炮制药物288种，炮制方法更丰富。书中还附方3000余首，方论1000余条，体现了以方证药、医药结合的特点。

《证类本草》征引资料丰富。在转录《嘉祐本草》和《图经本草》的基础上，又广泛地从诸家、本草、方书、经史、笔记、方志、诗赋、佛书、道藏等243种书籍文献中收集到众多相关药物资料，而且还收集到官家所无的许多医药典籍，保存了大量古本草资料。

《证类本草》将宋代本草的学术水平推到了新的高度，在本草史上占有重要的、承前启后的历史地位。是《本草纲目》问世前，影响金、元，直至明代中叶400多年间本草学发展的范本著作，在本草发展史上实为罕见，并外传至朝鲜、日本等国。

2.《大观经史证类备急本草》

大观二年(1108年)，医官艾晟在勘定《证类本草》时，把陈承的《重广补注神农本草并图经》中阐述个人见解的"别说"部分和"林希序"录入《证类本草》中，并在"剪草"条下增录"治痨瘵方"和其他方子。书名改为《大观经史证类备急本草》，简称《大观本草》。

《大观本草》收载海洋药物116种(其中物种药103种，部位药13种)，新增浮石、玄明粉、马牙硝、石燕、水花、郎君子、海蚕沙、蚌蛤、雀梅等。

在《证类本草》的修订本中，以《大观本草》与唐慎微《证类本草》原著最接近，所以《大观本草》也是了解和研究唐慎微原著的可靠版本。

3.《政和新修经史证类备用本草》

政和六年(1116年)，即《大观本草》刊行8年后，宋徽宗复命医官曹孝忠等对《大观本草》进行重校，就其形式体裁加以整理，并改名为《政和新修经史证类备用本草》，简称《政和本草》。由于这两部本草均以唐慎微的《证类本草》为蓝本，内容基本无多大差别，仅在编排形式和采用种类上略有差异。如《大观本草》从第三卷至第二十九卷共收药物1453种，而《政和本草》从第三卷至第二十九卷共收药物1455种。《大观本草》为31卷，《政和本草》为30卷，另有目录1卷。

4.《重修政和经史证类备用本草》

1249年，平阳人(今山西临汾)张存惠将寇宗奭的《本草衍义》随文散入《政和新修经史证类备用本草》中，更名为《重修政和经史证类备用本草》出版，后世也简称为《政和本草》。故《政和本草》有2种版本。曹孝忠的《政和本草》是在《大观本草》基础上修订的，而张存惠的《政和本草》是在曹孝忠的《政和本草》基础上，又增加了《本草衍义》而成书的。曹氏的《政和本草》已久佚，现今流行的《政和本草》即是张存惠的"晦明轩"本。

1.4.2.3 民间本草

宋代民间本草著作很多，经统计，有文献记载的本草著作有115种。其中有特色并载有海洋药物的重要本草著作主要有《本草衍义》和《宝庆本草折衷》。

1.《本草衍义》

《本草衍义》原名《本草广义》(《郡斋读书后志》)，由北宋本草学家寇宗奭于宋徽宗政和六年(1116年)编纂成书，宣和元年(1119年)由其侄寇约校勘后刊行，是一部药论性本草专著，在中国本草史上占有较重要的地位。

全书20卷，载药502种(含《嘉祐本草》467种，附录35种)。其中，海洋药物有食盐、珊瑚、石蟹、青琅玕、浮石、腽肭脐、牡蛎、海蛤、文蛤、石决明、珍珠、玳瑁、乌贼鱼、蟹、鳗鲡鱼、鲛鱼、河豚、紫贝、鲈鱼、马刀、贝子、甲香等22种。在医药理论方面多有创见。在辨证施治用药方面，寇氏提出，将"气"和"性"区分开来，这是药性理论的一大发展，并获得后世的普遍承认。寇氏对"药性的良毒"尤为重视，并有精辟的论述。

2.《宝庆本草折衷》

《宝庆本草折衷》由南宋妇科名家陈沂(人称"陈木扇")的后人、民间名医陈衍(字万卿，号丹丘隐者，人称"陈隐君"或"冰翁")撰初稿，原书名《本草精华》，成书于宋理宗宝庆三年(1227年)，历经20年定稿于淳祐八年(1248年)，定名为《宝庆本草折衷》。

《宝庆本草折衷》原书20卷，卷一至卷三有折衷发题，相当于该书的总论。卷四至卷二十为各论，共载药789味，分类与排列顺序与《证类本草》相似。各药正文也主要节取于《证类本草》，再补充南宋时期的药物资料，收录了浙江民间医生的用药经验。故《宝庆本草折衷》被后世誉为"南宋一部最优秀的临床实用本草"。

此外，南宋末王介编著的《履巉岩本草》附有彩色药图，是现存最早的彩色本草图谱。

上述代表性本草著作的出版表明，宋代的本草学研究已达到一个新的高度，为中国本草学的发展起到了承上启下的推动作用。

1.4.3 宋代海洋药物的研究与发展

以《大观本草》为例，宋代本草收载的海洋药物删除因

异名同物而重复收载者(如鲛鲩、河豚、鳀鱼)实为116种。其中物种药103种,部位药13种,比唐代本草收载的96种仅增加了20种。新增物种药也仅14种(砗磲、石蟹、石蚕、浮石、玄明粉、马牙硝、石燕、水花、郎君子、海蚕沙、蚌蛤、海带、鳐鱼、雀梅)。但在对海洋药物的研究内容与水平上,如物种来源、药材鉴别、炮制加工、药性理论、功能主治、临床方药应用范围等方面获得了较大进展。

1.4.3.1 物种来源及药材形态的鉴别研究

鉴于宋代以前的本草著作对药物来源及药材形态描述不一,品种混乱或混淆,为明确药物来源和鉴别药材形态,宋代吸取了唐代编修本草的经验。北宋嘉祐三年(1058年)由政府诏令向全国征集了150多个州及郡的药物标本及药图。这是一次全国性的药物大普查,在此次药物大普查基础上,编写了图文并茂的《本草图经》,"图以载其形色,经以释其同异",这是历史上流传下来的一部最早的药物图谱。此后的《证类本草》系列均引用了这些图谱及经文,尤其是《绍兴本草》在保留这些图谱和经文的同时,又重绘了新的图谱与其并列。而且《绍兴本草》的药图均比《本草图经》精细、准确,对药物来源的考订很有参考价值。如"青琅玕"首载于《本经》,曰其"一名石珠",后世对其来源众说纷纭,陶弘景云其为石,唐本注云是琉璃之类,《日华子本草》云其为玻璃,宋掌禹锡也引陈藏器云及引《韵集》曰:"火齐珠也。"《本草图经》虽然也引述唐代苏恭(敬)注云:"琅玕乃有数种,乃琉璃之类,火齐宝也。"在以琅玕为珠石类的同时,却又引秘书《异鱼图》:"琅玕青色,生海中,云海人于海底以网挂得之,初出水红色,久而青黑,枝柯似珊瑚而上有孔窍如虫蛀,击之有金石之声,乃与珊瑚相类,其说不同,人莫能的识"的珊瑚说。《本草图经》又云:"而今图乃云海底得之,盖珍瑰之物,山海谷俱产焉。"正是根据《本草图经》、《绍兴本草》的药图和经文,才确定青琅玕是海产珊瑚类的一种。而现代物种学据其药图及经文考证研究,青琅玕是鹿角珊瑚科动物鹿角珊瑚群体的骨骼。又如"蟹",首载于《本经》,但却未对其进行物种形态描述。由于蟹类是一个庞大的动物类群,很难确定其入药具体物种来源。陶弘景无奈地说:"蟹类甚多,蝤蛑、拥剑、蜎蝑皆是,并不入药。惟蟹最多有用……"故《图经本草》绘制了蟹、蝤蛑、拥剑三个物种的图谱,并载述了诸多蟹的物种形态鉴别特点。《绍兴本草》则重新绘制了更加精确逼真的蟹和蝤蛑图谱,并将两者分列为2个药物。从图中可看出,蟹的双螯上长有绒毛,而蝤蛑的螯则无绒毛,这是从形态特征上鉴别这两物种的要点之一。正是根据以上图谱及经文描述,才明确了所谓"蟹",即是今之方蟹科动物中华绒螯蟹,而蝤蛑则是今之梭子蟹科动物日本蚟或其近缘动物。更令人惊叹不已的是,其图谱与现代动物图谱几乎一致。如《绍兴本草》图谱中的蝤蛑,连日本蚟壳前侧缘拱起形成的每侧6个锐齿都在图中有准确的描绘。

对药物物种形态的文字描述,则更加形象生动。如经文曰:"阔壳而多黄者名蠘,生南海中,其螯更锐,断物如芟刈焉。"其阔壳、多黄、螯更锐是三疣梭子蟹的典型特征。又曰:"扁而最大,后足阔者,为蝤蛑,岭南人谓之拨棹子,以后脚形如棹也。……两螯无毛,所以异于蟹。"蝤蛑,即日本蚟,它与中华绒螯蟹的区别不仅如图,而且也诚如经文所言"两螯无毛,所以异于蟹"。另一辨别要点是日本蚟的后足(步足)前节与指节均扁平,呈桨状,所以经文称其"后足阔者","以后脚形如棹(船桨)",故"岭南人谓之拨棹子"等描述最符合日本蚟的形态特征。这类图文并茂的物种形态表达方式,为药物物种来源的确定提供了直观、形象的鉴定依据。

再如蚌蛤,首见于《本草拾遗》,由于陈藏器谓其"生江溪渠渎间",致后世认为蚌蛤是生于淡水中的蛤类,从李时珍《本草纲目》到现代本草权威著作,多采纳此说。然而《本草图经》则有绘图,并把经文并入"马刀"条下,曰"马刀,生江湖池泽及东海,今处处有之。……蚌蛤之类最多"。而《绍兴本草》除加绘新图外,并谓"海多产之"。即蚌蛤不仅仅单指生活在淡水中的蛤类,还包括生活在咸水中的蛤类。这一论断已被现代海洋药物学研究证明是正确的。

1.4.3.2 药物炮制的研究

中药炮制是中药学理论的一个重要组成部分,是为保证用药安全、提高临床疗效所采取的一系列传统的加工制药技术。宋代,由于政府对医药学十分重视,多次修订本草,并开设官药局,实行熟药官卖,推广使用成药,在制药时使用的炮制方法也有很大改进,推动了中药炮制学的发展。故在宋代本草著作中多有关于炮制的论述。如全面引载《雷公炮炙论》的有关内容,并使该书内容借此得以保存。《本草衍义》把药物的炮制、制剂列为主要论述内容之一,在宋代颁行的制剂方书《太平惠民和剂局方》中列有药材炮制专篇等。特别是在《太平惠民和剂局方》中所载的中药炮制技术,是具有政府法定性质的制药规范,类似于现代的制剂标准。在现代使用的炮制方法中,仍有许多是由该书记述的方法发展而来的,或与其多有相似之处。如对腽肭脐要求"先用酒浸,慢火反复炙令熟,方入药用"。对龟甲要求"先用醋浸三日,去裙,慢火中反复炙,令黄赤色为度,如急用,只蘸醋炙,候黄色便可用"。对牡蛎则要求"用火煅令通赤,候冷,研细如粉,方可用"。现代药理研究也表明,如此炮制的牡蛎能中和胃酸,减轻胃溃疡疼痛。又如,寇宗奭强调玳瑁宜生用,理由是:"生者入药,盖性味全也,既入汤火中,即不堪用。"这都是从临床中总结出的宝贵经验,对指导临床用药、提高疗效具有重要价值。

1.4.3.3 药物药性的研究

所谓“药性”,即药物的性能。它主要包括药物的性味、归经、升降浮沉、毒性等内容。药性对指导临床合理用药、提高疗效、减少毒副作用等具有重要意义。宋代对药性的研究较隋唐以前的本草药性研究,在继承的基础上又有所突破,同样起到承前启后的作用。其有关成就主要体现在以下几个方面。

1. 药物性味方面的研究

“性味”原称“气味”,即指药物的“寒、热、温、凉”四气和“酸、咸、甘、苦、辛”五味。寇宗奭则对“寒、热、温、凉”为四气的说法提出异议和新说,他提出:“药有酸、咸、甘、苦、辛五味,寒、热、温、凉四气。今详之:凡称气者,即是香臭之气;其寒、热、温、凉,则是药之性。”寇氏将传统的寒、热、温、凉“四气”改为“四性”,并独主“气”是香臭之气的气臭学说。南宋末的临床本草学家陈衍则在编撰《宝庆本草折衷》时,尤其注重对以前历代本草对药物性味的评定,更尤笃于药性的评定,“必以性为药之要统”。如在卷三订性味例中曰:“夫药有酸、咸、甘、苦、辛之味,又有寒、热、温、凉、有毒、无毒之性,或复有平涩混乎性味之间……如一药,甲以为甘寒无毒,乙以为苦热有毒,而丙又以为酸凉微毒,皆难依据。今其味则参缙云之所集(按:指宋代缙云《纂类本草》,作者不详,约成书于南宋孝宗乾道年间(1165—1173年),该书收载药物以‘名、体、性、用’四字而类之。凡经注所记性味,皆集而不遗,原书已佚),而其性乃验隐居之所评。然后求其与主治相合者,订为定论焉。抑尝观许洪引本草以注《局方》,言性而不言味,必以性为药之要统,此《折衷》所以尤笃于论性也。”所以,宋代对本草所收载的134种海洋药物的药性,多作了重新评定。有约5/6的药物的药性保留了宋以前本草著作的定论。如海蛤的药性,《绍兴本草》曰:“今从本经味咸、平,无毒是矣。”有约1/6的药物的药性则对以前本草著作的定论作了修改。如鲛鱼的药性,陈藏器未载,《大观本草》引《日华子本草》曰:“平,微毒。”如贝子的药性,《本经》曰其“味咸,平,有毒”,而《绍兴本草》则曰“当云味咸,有小毒是矣”。如大盐的药性,《新修本草》曰:“味甘、咸,寒,无毒”;而寇宗奭《本草衍义》则曰:“新者不苦,久则咸、苦。……海水煎成者,但味和。”如石蚕的药性,系唐慎微新增药,仅云其无毒;而掌禹锡等则引药诀云“味苦,热,有毒”。

2. 药物毒性的研究

药物毒性是药性学说的一个重要内容。它关系到临床用药的安全。用之得当,则可疗疾却病。用之不当,则可在治病的同时产生对身体损害的多种毒副反应,甚至危及生命。故历代医药学家都对此予以高度重视。如《本经》就是以有毒、无毒及是否可以长服、久服作为上、中、下三品的分类依据。而《素问·五常政大论》则曰:“大毒治病,十去其六;常毒治病,十去其七;小毒治病;十去其八。”到宋代,对药物毒性的研究倍加重视,且已具体到每种药物。寇宗奭特别强调为医者必须“达药性之良毒”。王继先在编撰《绍兴本草》时也把药物的“有毒无毒”作为重点内容之一,其曰:“若夫物性寒热补泻,有毒无毒,或理之倒置,义之相反者;辨其指归,务从至当。”而陈衍在《宝庆本草折衷》的“记草药尤加谨择”篇曰:“矧医家常用,惟草类最繁,动辄数百种,其间有形色近似,而良毒之性迥异者至众也。学者可不于平时讲贯,临用抉择也。”

宋代本草收载的116种海洋药物,基本上都记载了药物的毒性情况。其中有毒药22种;原本草记载无毒,而宋本草改为有毒的药物8种(盐、大盐、石蚕、海藻、海蛤、蚺、河豚、乌贼骨等)。另也有把有毒药物改为无毒药或有毒改为小毒、微毒等,如鳗鲡鱼、贝子等;有15种药物未注明毒性,但多为无毒药物。鉴于海洋药物多为药食两用,故对其食用的毒性、安全性也特别注意观察研究。结果发现有些海洋药物虽然本草记载为无毒,但食用却可引起毒副反应。如蚶,无毒,“令人能食,每食了以饭压之,不尔令人口干”;蛏,无毒,“天行病后不可食,切忌之”;淡菜,“多食令头闷目暗,可微利即止”;紫菜,“多食令人腹痛,发气,吐血沫,饮少热醋消之”;干苔,未云毒性,然“不可多食,令人萎黄少血色”;蝤蛑,“食之令人吐下至困”;虾,“无须及煮白色者不可食”;蟹、马刀,“食之发风、动风”等等。

宋代本草还记载了具有解药物毒性功能的有关解毒药物,如《证类本草》在卷二序例下专设解百药及金石毒例,其中有海洋药物的中毒解救方法。如马刀毒用清水解,食诸鱼中毒用橘皮、生芦苇根汁、大豆汁等解,食蟹中毒用生藕汁、煮干蒜汁、冬瓜汁、紫苏汁解等。这对现代开发海洋药物、保健食品和食疗均有重要的借鉴价值。

1.4.3.4 药物功能主治的研究

药物的功能是药物治疗、保健的综合作用和效能,也称功效、功用。它来源于该药的主治,故常把功能与主治合并为“功能主治”。药物的功能主治是临床用药的根本依据,十分重要。因此,对药物功能主治的研究集中体现了对药物的研究水平和临床应用范围。

宋代本草收载的116种海洋药物的功能主治范围较之前代本草迅速扩大,其主治的病证、症状数量也增加数倍。其原因主要有以下几点。

1. 宋代本草著作编撰时收载了大量文献资料

如《嘉祐本草》引用文献50余种;《本草图经》参考文献多达200余种;《证类本草》引用诸家、本草、经史、笔记、方志、诗赋、佛书、道藏等243种文献,还引用了方书80余种。正是从这些大量文献资料中,收集到药物的功能主治比以前的本草著作无论在范围上和数量上都有扩大和增

多。如"海藻"条,唐及以前本草载其功能主治为"主瘿瘤气,颈下核,破散结气,痈肿,癥瘕坚气,腹中上下鸣,下十二水肿,疗皮间积聚,暴癀,留气热结,利小便"等 11 项。而宋《大观本草》则在此基础上又增加了《药性论》的主僻百邪鬼魅,治气疾急满,疗疝气下坠疼痛,核肿等;孟诜的主起男子阴气;陈藏器的捣敷小儿赤白游疹,火焮热疮,去暴热,热痢,止渴;《海药本草》的主宿食不消,五膈,痰壅,脚气,贲豚气等。累计增加了 15 项功能主治,比原功能主治增加一倍多。又如"牡蛎"条,唐及以前本草收载的是牡蛎壳的功能主治,《大观本草》除了增补《药性论》的主治女子崩中,除风热,止痛,鬼交精出;《海药本草》的虚劳乏损,补肾正气,治伤热疾,能补养安神,治孩子惊痫,久服轻身等功能主治之外,还增加了牡蛎肉的功能主治。如陈藏器的"肉煮食,主虚损,妇人血气,调中,解丹毒。肉于姜、醋中生食之,主丹毒,酒后烦热,止渴"。孟诜的"去壳食之甚美,令人细肌肤,美颜色"等。

2. 注意从民间方药和临床经验中收集有关资料

寇宗奭曰:"今则考诸家之说,参之事实。"其所谓"参之事实",即从民间方药效验事实中认定药物功能主治。他在玳瑁(瑇瑁)条谓其有"治心经风热"的功能,就是"参之事实"而得,故王继先在《绍兴本草》"瑇瑁"条也肯定了这一功能,曰"但解诸毒,退风热用之颇验"。又如海蛤条,王继先在"绍兴校定"项下特意强调"然治咳嗽诸方亦间用"。也是缘于民间医生验案。再如"鳗鲡鱼"条,《本草图经》曰:"此鱼虽有毒,而能补五脏虚损,久病罢瘵。"就是苏颂根据调查资料中"世医所言"载入的。而《大观本草》记载的鳗鲡鱼脂治颈项及面上白驳(白癜风)浸淫渐长则是摘自民间方书《集验方》,寇宗奭也记载了以民间鳗鲡鱼油涂白驳的功效等。

3. 对前代本草记载的功能主治的临床效验作了评论

这是宋代临床本草学的一大特点,对指导临床实践具有重要参考价值。此一特点,尤以《绍兴本草》最为突出。该书专设"绍兴校定"一项,对药物功能主治的效验与否,评论颇多。如对腽肭脐,则评曰:"惟补助肾经诸方,用之颇验";对鳗鲡鱼则评曰:"性味、主治已载经注,及诸方亦用,但未闻的验之据";对鲛鱼皮,则评曰:"其皮本经虽具主治,但未闻入方验据";对乌贼鱼,则评曰:"性味、主治已载本经。然但治女人漏下,断血诸方颇用";对玳瑁,则评曰:"但解诸毒,退风热用之颇验";对蟹,则评曰:"本经虽具主治,唯爪古方间亦用之。其肉与壳中黄,但食之发风,动痼疾,显有验据";对蚌蛤,则评曰:"本经虽具主治,而有服饵,外用之说,皆非所宜。惟以壳粉外用涂敷疮肿者,间亦用之,余无验据";对牡蛎,则评曰:"大率固涩之性,用之取效多矣,而疗热未闻的验";对马刀,则评曰:"本经虽具性味、主治,然非起疾良药,况未闻入方用验";对珍珠,则评曰:"性与主治、出产已载经注,但破毒定志,利经络,用之颇验";对贝子,则评曰:"然利水方中多用之";对紫贝,则评曰:"本经虽云明目,去热毒,但未闻方用验据";对车螯,则评曰:"本经云治酒毒,消渴之说,显非所宜"等等。尽管这些评论是个人经验之谈,有一定局限性,但还是值得在临床应用时借鉴参考。尤其他敢于密切结合临床实际效果作出评论,实属难能可贵,确为宋代临床本草学的一大特点。

1.4.3.5 药物方剂学的研究

宋代方剂学的空前发展对海洋药物的发展起到了重要的促进作用。

把中医医理与药理紧密结合组成方剂,用于临床防治疾病是中医药学的传统优势。它体现了中医理论和中药理论的高度统一,直接而有效地为临床服务。单纯的中药学侧重于单味药物的药性与药理研究,方剂学则侧重于二味以上的药物组合成方剂后的配伍关系和临床应用及疗效的研究,如此导致了中药学与方剂学的互动发展。且组方后的药物功效已不单纯是原来单味药物的简单功效的叠加,而是相互助益、相互制约的配伍关系产生的综合新疗效,这是对原药物功能、主治范围的新扩大,也是对临床疗效的提高和临床用药安全性的新保障。

到宋代,方剂学的发展达到了空前的高度,其代表性的重要医方著作有:由宋太宗诏令王怀隐等于淳化三年(992 年)编撰刊行的《太平圣惠方》,载方 16 834 首。由宋徽宗敕编于政和年间(1111—1117 年)刊行的《圣济总录》,载方近 2 万首。属于宋代临床实践经验总结的医方书则有张锐成书于绍兴三年(1133 年)的《鸡峰普济方》,载方 3000 余首。陈言(字无择)于淳熙元年(1174 年)成书的《三因极一病证方论》,载方 1050 余首。杨倓成书于淳熙五年(1178 年)的《杨氏家藏方》,载方 1 110 首(现存 1 109 首)。王璆约于庆元二年(1196 年)成书的《是斋百一选方》(简称《百一选方》),载方 1 046 首。严用和于宝祐元年(1253 年)成书的《严氏济生方》(简称《济生方》),载方现存 240 余首。

值得特别一提的是《太平惠民和剂局方》。该书由宋代太医局编。原为太医局熟药所的中成药配方本,即政府颁布的官方成药制剂标准,这也是中药制剂史上,乃至世界制药史上的第一部由政府颁布的官方成药制剂标准。该书荟萃了宋以前历代方剂学之精华,传之于现代的临床名方甚多,如著名的紫雪丹、至宝丹、苏合香丸,众所周知的藿香正气散、逍遥散,及临床最常用的四君子汤、四物汤等基本方 30 余首,这些方剂皆为选药精良,配伍得当,切于实用而疗效显著的名方名剂。1985 年版《中华人民共和国药典》收载该书方剂 22 首,占总数 10%以上,可见其对后世影响之深远。

正是宋代方剂学的空前成就，极大地推动了海洋药物在临床上的应用。其主要表现在以下三个方面。

1. 海洋药物与临床应用相结合，向实用性方向发展

宋代以前由于海洋药物的生存环境与陆地不同，加之物种多样性不易被人们观察和了解，所以在本草著作中收载的海洋药物数量远远少于陆地药物，其使用海洋药物的方剂则更少。累计宋以前本草著作收载海洋药物 90 种，而附方仅 53 首，而且皆为该药功能主治加服法的单方。然而，这种情况到宋代已有很大改观。如《大观本草》收载海洋药物 116 种，而所收载的附方则已达 240 首，其中有复方 42 首。说明在宋代的本草著作中，海洋药物已与临床应用结合得越来越紧密，进一步向临床实用性方向发展。

2. 海洋药物方剂学研究已初步进入理性认识阶段

在宋代以前的医方书中所载的海洋药物方剂，虽然也有复方，但这些方剂除张仲景《伤寒杂病论》的方剂是以“六经辨证”和“脏腑辨证”理论为指导而创制的经方外，多属于缺乏方剂学理论指导的经验型处方。而宋代医方书所载的海洋药物方剂，尤其是复方，多是以中医理、法、方、药的辨证施治理论体系和君、臣、佐、使的组方原则等理论为指导形成的，故组方更合理，疗效更显著，治疗范围也较以前同类方剂更广泛。如《普济本事方》的海蛤散。该方为治疗“妇人伤寒血结膈，揉而痛，不可抚近”而设，组成：海蛤、滑石、甘草(炙)各一两，芒硝半两。为末，每服二钱，鸡子清调下。为什么用海蛤散治疗“血结胸膈”？《普济本事方》在方末重点阐述了“血结胸膈”的病理与治则。其曰：“小肠通利，则胸膈血散；膻中血聚，则小肠壅；小肠既壅，则膻中血不流行，宜此方。”故治疗“血结胸膈”证以通利小肠为关键，而海蛤是通利小肠的首选药物。如《新修本草》谓海蛤：“主十二经水满急痛，利膀胱，大小肠。”而《本经》则谓其：“主胸痛寒热。”故以海蛤为君药，臣以芒硝，佐以甘草，使以滑石组成海蛤散，即可止其“不可抚近”的痛症，又主要通过利小肠，散胸膈聚血，则其疾可愈。说明理、法、方、药思路清晰，君、臣、佐、使配伍得当，其方剂学的研究进入理性认识阶段。

3. 宋代海洋药物方剂，已被纳入政府制定的官方成药制剂标准《太平惠民和剂局方》之中

该标准共收载了玳瑁、腽肭脐、珍珠、牡蛎、乌贼鱼骨及肉、败龟、石决明、海藻、蛤粉、甲香、食盐等海洋药物的方剂 36 首，其中，以海洋药物为君药方剂有 6 首，如以珍珠为君药的真珠散，以牡蛎为君药的牡蛎散、白术散，以海螵蛸为君药的滋血汤，以腽肭脐为君药的腽肭脐丸，以蛤粉、牛黄为君药的牛黄膏等。又如至今仍被广泛用于高热神昏等危急重症，被誉为中医“温病三宝”之一的名贵中成药至宝丹，其中就有以生玳瑁屑为清热解毒、熄风镇静的主要原料。

《太平惠民和剂局方》收载的海洋药物方剂，都有严格的炮制，修合规范和工艺流程。如远志丸要求：远志(去心，姜汁炒)，牡蛎(煅，取粉)，白茯苓(去皮)，人参，干姜(炮)，辰砂(另研)，肉苁蓉(净洗，切片，焙干)。上为细末，炼蜜为丸，如梧桐子大。每服三十粒，煎灯心盐汤下，温酒亦可等。

综合上述，可见宋代对海洋药物的研究，无论在数量上，还是在物种来源及药材形态鉴别、炮制、药性、功能主治、方剂等方面的研究上，其成就均已达到了历史上的一个新的高度。

需要特别说明的是宋之后的金元时期。尽管该时期既未出现有代表性的大型本草著作，亦未在海洋本草研究方面取得重要进展，但该时期的药性理论发展则取得了令人瞩目的成就。主要表现在以下三个方面。

其一，升降浮沉。药性“升、降、浮、沉”理论源于《内经》“升降出入，无器不有”的认识。然而在宋代以前这种认识仅仅是停留在感性认识阶段，仅在用药实践中有所应用，没有形成系统理论。到宋代，由于理学盛极一时，对此有深入研究和阐发，其中就有“升降浮沉”在宇宙中无处不有，是“太和”之道的中涵。它与《黄帝内经》关于升降出入论点相互印证，深深影响了金元时期医药学家。并开始对药性升降理论进行系统的论述和阐发，形成了升降浮沉的药性理论体系。张元素在《医学启源》中详细论述了药物的升降浮沉作用，并创制了“气味厚薄寒热阴阳升降之图”。

其二，归经。中药归经理论形成于金元时期，对于中药学的发展具有重要意义。首先把药物归经作为药性内容加以阐述的金代医学家张元素。他在所著《珍珠囊》一书中首次将药性归经学说系统化、具体化。可惜原书已佚，但可从他所著的《医学启源》一书中窥其原内容。张元素首次确定了十二经的各经引用药，并在“药性法象”节的 109 种药物中载明了 35 种归经药(其中明确归某经络者药物 25 种，另有归某脏腑、某部位者 10 种)。而元代医家王好古在《汤液本草》收载的 242 种药物中载明了 94 种归经药(其中明确归某经络者 81 种，另有泛走经络或走某脏腑、某部位者 13 种)。

其三，法象用药。法象用药即根据药物的形、色、气、味、质、所生之地、所成之时等自然属性，以推究药物作用与机理的理论。该理论初步形成于宋代，发展并兴盛于金元。在具体理论阐述方面，主要有李东垣的《药类法象》和《用药心法》，张元素的《珍珠囊》和《医学启源》。他们在前人的基础上，结合自己的用药经验，以药物的形、色、气、味等为基础，利用气化、阴阳五行学说等理论，建立了一套法象用药模式，不仅丰富了中药药性理论的内容，而且提高

了临床运用中药的水平。

金元时期在以上药性理论方面的贡献，对海洋本草的理论阐发及临床应用均具有重要意义，对后世本草学的发展起到了承前启后的作用。

1.5 明代的海洋本草学(1368—1644 年)

朱元璋于 1368 年建立明王朝，此时已处于中国封建社会的晚期。这一时期有三个主要因素直接影响明代医药学的研究与发展。一是在政治和经济上采取了很多改革措施，如废除元代奴隶制，鼓励垦荒，扩大耕地发展农业，减轻赋税，扶持手工业与商业等措施，致使社会生产力得到迅速恢复与发展，农业、手工业和商业的繁荣程度都大大超过前代，并产生了中国资本主义的萌芽。二是随着经济的发展，科技文化也得以相应的发展。三是从 16 世纪开始，人们的思想认识的解放，开始批判宋以来“程朱理学”与“陆王心学”等唯心主义学派的空谈玄学，转向并重视“经世致用”的实学，反对空谈，推动了唯物主义的自然观和社会意识形态的发展。

以上三种因素有力地促进了明代自然科学的多领域发展。如天文学、地理学、水利学、农学、工艺学等都取得了突出的成就，涌现出一批科学家和重要科学著作。特别是在医药学领域的成就尤为突出，其中本草学的成就超过了以往任何时代，如闻名中外的医药学家李时珍及其《本草纲目》，对后世乃至现代都有着极为深远的影响。至明代中后期，本草学著作不仅在数量上猛增，而且种类丰富多样、各具特色，呈现出空前的繁荣景象。在药物品种基原、生态环境、采收栽培、药材鉴定、修治(炮制)、功用、附方应用等方面都进行了全面而系统的总结，并在药理、药性气臭学说、释名、集解等方面有新的创见。以《本草纲目》为代表，使明代的本草学登上了一个历史新高峰，展现了中华本草学的辉煌成就。

1.5.1 明代的本草著作

明代的本草学著作数量众多，据文献资料统计有 210 部(含已佚失著作)，所涉及的学术范围广泛，主题内容丰富多样，可归纳为综合性本草、临床实用本草、地方性本草、救荒和食疗类本草、药性歌赋、药性、炮制及其他等 7 大类。其中临床实用本草数量最多，约有 58 部；为便于学习、记忆和临床应用而编写的药性歌赋有 25 部，与前者同属临床实用本草，合计 83 部，约占明代全部本草著作的 40%；药性类本草 23 部，约占 11%；炮制类本草 11 部，约占 5%；地方性本草 7 部，约占 3%；救荒和食疗类本草 28 部，约占 13%；其他类本草著作 50 部，约占 24%；综合性大型本草数量较少，仅为 8 部，占 4%。综合性大型本草著作数量虽少，但却是最能体现明代本草学学术水平的重要著作，如《本草纲目》，其学术价值与学术地位，在历代本草中最具影响。

1.5.2 体现明代海洋药物学术水平的代表性本草著作

1.5.2.1 《本草品汇精要》

《本草品汇精要》又称《御制本草品汇精要》，是明孝宗于弘治十六年(1503 年)诏令太医院编纂的一部官修大型本草著作。

该书由太医院院判刘文泰、王槃，御医高廷和等同任总裁，并有御医、医士、儒士、画士、政府官员、太监等 49 人参加。自弘治十六年(1503 年)八月议纂，至弘治十八年(1505 年)三月完成编修进呈，共历时一年零七个月而成书。

《本草品汇精要》全书 43 卷，以序例、凡例、神农本经例、采用斤两制度例、雷公炮炙论序等为首卷，一至四十二卷为具体药物内容的各论。该书卷末附录有：“解百药及金石等毒例”、“服药食忌例”、“药物畏恶反忌”、“旧本地名即今当代郡邑”等内容。其内容涉及药物鉴定、炮制、药性理论、临床应用等各个方面。这种药物分项解说的方法是一大进步，条理清晰方便查阅，是该书的一大特色。

对于其中某些“若近代用之获效舆论昭然者”的药物，则通过“谨按”的方式加以简述、发挥，在一定程度上纠正了前人的讹误，补充了旧本的不足，使之有所发展，是为该书的另一特色。该书中内容蕴含丰富，不仅有药理学、植物学、动物学、临床医学、预防医学等内容，还有农学农艺、矿物冶炼、生产自救、抗灾救荒等方面的理论知识。此外还包括民俗文化、健康理念、地理环境等方面的内容。体现了本草学与其他相关学科的联系，是一部小百科性质的本草学著作，这也是该书的特色。

该书收载的药物，主药 1 821 种，其中 13 种药物在书中药物条下无具体内容，故实收主药 1 808 种，加上附药 464 种，总计收药数 2 272 种，其中包括海洋药物 89 种(2 272 种药物中，异名同物药 10 余种)。该书还附有彩图 1 371 幅，是继南宋末王介的《履巉岩本草》之后的中国历史上第二部彩色本草图谱。从中可见明代某些科技领域的工艺发展水平，是研究明代科技水平的直观参考资料，具有重要的本草文献学价值。

该书完成后，并未刊行，而是深藏于明、清两代宫廷之中。虽曾被临摹数次，仍流传不广，少为世人所知。即使是与该书成书同时代的李时珍这样博览群书、通晓古今本草著作的大家也未见到该书，所以《本草纲目》没有引用该书内容。该书没有起到官修本草应有的学术影响和历史作用。

1.5.2.2 《本草纲目》

《本草纲目》是由明代医药学家李时珍(1518—1593 年)编撰的一部巨型综合性本草著作。

自宋代《证类本草》刊行至明代中叶长达 400 余年间，

在本草学领域，是以《证类本草》为中心发展的。但在这期间，药物种类不断增加，随着在中医基础理论指导下的药学理论的日益发展和完善、用药经验的丰富、对药物认识的深入，对此前本草学术水平和成就进行必要的系统整理和全面总结，以适应中医药发展的需要，已是明代本草学发展的必然趋势。李时珍就是在这样的时代背景下编撰《本草纲目》的。历时27年，期间子孙6人参加校辑绘图，三易其稿才完成《本草纲目》。

1. “本草纲目”的含义

李时珍把该书命名为《本草纲目》，是受南宋哲学家朱熹《通鉴纲目》的“纲为提要，目以叙事”的启发，以“振纲分目”作为编撰的指导思想。这种编写方式体现出《本草纲目》体系的系统性、整体性、全面性，使其条理清晰，便于掌握。

2. 内容简介

《本草纲目》全书52卷，其内容共分四大部分。

(1) 卷首部分，载有王世贞于万历十八年(1590年)为《本草纲目》作的“本草纲目序”，江南按察司按察史张鼎思于万历三十一年(1603年)为江西中丞夏良心组织重刊《本草纲目》(即江西本)所作的“重刊《本草纲目》叙”，李时珍之子李建元于万历二十四年(1596年)的“进《本草纲目》疏”，《本草纲目》总目、凡例、附图。

(2) 卷1、卷2序例部分，包括《本草纲目》在内的41部有价值的历代诸家本草简介，引据古今医家书目及经史百家书目，采集诸家本草药品总数，以及汇集历代本草及李时珍总结的有关药物气味阴阳，五味宜忌、偏胜，标本阴阳，升降浮沉，四时用药，脏腑用药，引经报使，药物相须、相使、相畏、相恶、相反、服食疾病禁忌，用药凡例，七方，十剂及药物名称的同异等内容。

(3) 卷3、卷4主治部分，在明以前本草著作中“诸病通用药”的基础上，以各科病症为纲，辨证为目，记述了215种病症的辨证主治用药。并介绍了这些主治药的功效用法。若某病症主治药较多，则分为若干类，以便临床检索，起到用药手册的作用。

(4) 卷5至卷52的药物各论部分，构成全书主要内容。在这48卷中，李时珍将药物分为：水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人等16部为纲，每部药物又把属性相近者分别归为若干类，计为60目。

3. 收载的药物、附方、药图

关于《本草纲目》收载的药物种数，目前有关本草文献统计的数字，均是根据该书的目录，为1892种，而刘衡如校点本为1897种。1897种确是《本草纲目》收载的主药条目数。实际上在其中很多主药条目下，又分收了新的具体药物。新分收的药物有三种情况：一是虽属同一物种，但是因部位不同、功用也不同的部位药。如莲藕条，就有莲实、藕、藕密、藕节、莲薏、莲蕊须、莲花、莲房、荷叶等9种药物；二是虽属同类或类似物种的药物条目，但因不是同一物种，功效也不相同，因而分述的药物。如鸡条，就有丹雄鸡肉、白雄鸡肉、乌雄鸡肉、黑雌鸡肉、黄雌鸡肉、乌骨鸡、白毛鸡等7种不同物种药；三是在某些主药条下附录的药物。如藜芦条末附有山慈石、参果根、马肠根；摩厨子条下附有齐墩果、德庆果等。在《本草纲目》收载的1897种主药条目中，有482种主药条目分收了属于以上三种情况的药物共计1701种，另有附录药物83种。故《本草纲目》实收的药物数应为3199种。这其中包括李时珍吸收中外多民族医药成果而新增的主药374条(含录于前代文献的药物271条、当时医家习用或流传于民间的有效药物103条)，这些新增药物大部分至今仍在沿用。另有李时珍对某些动物、植物虽然暂未发现其疗效，但由于它们与某些药物形态或其他方面相类似，据此预测将来可发现其药用功效、可成为药物的物种，把它们在药物“集解”项后以附录形式作叙述，这些物种共有213条(李时珍增加的有44条)。由于当时还不作为药物，故未统计在内。

《本草纲目》收载海洋药物151种(包括物种药111种，部位药40种)。其中新增海洋物种药14种(石鳖、海蚕、石花菜、龙须菜、舵菜、龙涎、勒鱼、鱴鱼、章鱼、鲎残鱼、盐蟹汁、石劫、海镜、海燕等)。

《本草纲目》共收载药物附方11099首，其中集旧方2938首，新增方8161首。绘图1109幅(彩图17幅)。

4. 编写体例特点

《本草纲目》的药物各论，在药物条下分设释名、集解、辨疑、正误、修治、气味、主治、发明、附方、附录10个子项目加以论述。《本草纲目》的这种编写体例，突出了主题、重点和核心内容。既简明扼要，又全面系统，能够准确地反映所述药物的全貌。在《本草纲目》所设的10个子项目中，有“释名”、“集解”、“正误”、“发明”等4个项目是李时珍新创设的。

5. 药物分类特点

李时珍对药物的分类打破了本草学自《本经》以来采用的三品分类法。三品分类法将药物人为地分成上、中、下三品等级，不符合物种的自然属性及其在自然界的发展变化过程与规律。李时珍创造了“物以类从，目随纲举”的药物分类方法。根据药物天然来源与自然属性及形态、习性、用途等把相类似的药物归并成多个类群。将药物分成水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人等16部为纲。而对各部中的药物，把属性相近者归为60类为目。吸取了宋代《证类本草》的分类优点，加以发挥、升华，创造了“从微至巨，从贱至贵”的分类方法。这符合自然界的事物是从简单到复杂、从低级到高级的进化规律，是比较科学的分类方法。

6. 对药性理论的发展与应用

药性理论是中医本草学的核心内容，也是精华所在。《本草纲目》对前人的药性理论在继承的基础上进行了创新、发挥，并运用药性理论对其所载药物的功效和临床应用作了系统的阐述和总结。使得明代中期对本草的研究和临床应用水平，无论在理论上，还是在实践上都达到了空前的高度。

7. 对药物功能主治的新总结

药物的功能与主治是指导临床组方选药治疗疾病的依据，也是本草学的核心内容。因此对药物功能主治的研究、认识水平代表了本草学的发展水平，李时珍在这方面作出了卓越贡献。

经统计，《本草纲目》收载的3199种药物中，由李时珍新定或新增补功能主治的药物计有1577种，占《本草纲目》全部收载药物的49.3%。

所谓新定功能主治药物，系指在《本草纲目》以前的历代本草著作中，未收载或虽已收载但无功能主治的药物。而李时珍则根据民间用药经验及方书所载，经过观察、研究、分析后由他本人总结概括，第一次确定了它的功能主治，使得这些药物成为可供临床选用的新药。《本草纲目》中，由李时珍新定功能主治的药物计有697种，占其全部收载药物的21.8%。

所谓新增补功能主治药物，系指某些药物虽然前代本草著作已有关于其功能主治的记载，但不全面；李时珍在原有功能主治的基础上又增补了新发现的功能主治的药物。《本草纲目》中，由李时珍新增补功能主治的药物计880种，占其全部收载药物的27.5%。其中，新增补1～4种功能主治的药物597种，新增补5～9种功能主治的药物224种，新增补10种以上功能主治的药物59种。尚有少数药物新增补的功能主治超过20种以上。如药物阿胶，原有15种功能主治。李时珍新增补的有："疗吐血衄，血淋尿血，肠风下痢"等25种功能主治。对新增补药物功能主治，不单纯体现在数量增加及临床应用范围扩大等方面，更重要的是体现在临床应用和开发价值上。

8. 阐述对药物综合研究的心得、体会和发现

李时珍在《本草纲目》中专设了"发明"项，"以疏义也"。经统计，李时珍对855味药物作了"发明"疏义。其阐述的内容有：药物的辨异、正误，药性的气味、归经、药性分析，药物的功效评价、药理分析与论述，特殊药效的挖掘和发现，药物功效异同的对比分析，药物的配伍，可证明药物药效的秘验方剂或效案介绍，药物的毒副作用与使用禁忌，个人对某些药物的临床与实验研究的发现或结果等诸多方面。这是李时珍对药物综合研究的心得、体会、发现等研究成果的集中阐述，也是他的学术思想的精华，极具科学价值。

9. 对药物炮制方法的研究与创新

中药炮制是以中医、中药理论为指导，根据医疗、调剂、制剂、贮藏等不同需要，所采取的对药物加工、制作技术。它对保证用药的安全性，提高疗效，起重要作用，是在使用中药过程中不可缺少的重要环节。李时珍对药物的加工制作技术高度重视，故在《本草纲目》中载有炮制内容的药物有330味，而在药物条目中专设了"修治"项的药物共290味，其中有104味药物，在前人炮制方法基础上，又补充了新的炮制方法。另外，《本草纲目》新增补炮制方法的药物还有144味。在药物"修治"项中，内容主要为综述前人经验，介绍当时炮制经验，提出自己的看法。这三方面内容综合在一起，比在他之前的所有炮制专著或相关文献收载的内容都丰富，并有很大发展。

10. 医药化学方面的成就

李时珍在《本草纲目》中载录了大量有关医药化学的技术资料，既有作为医药化学起源的古代炼丹术资料，亦有炼丹术以外的其他方面的医药化学资料，既有无机化学，亦有有机化学；既有矿物的，亦有植物的和动物的医药化学资料；既有明代以前的历史文献资料，亦有明代的新成果资料，包括李时珍本人的调查、研究成果资料。更重要的是，《本草纲目》录载的这些极其宝贵的医药化学资料的时间是公元16世纪晚期，而这一时期在中外医药化学史的分期上，恰是西方欧洲由炼金术的"白银时代"（即炼丹术向医药转移的时代）脱胎而转成为化学，开始化学科学的大踏步前进的时期，也即炼丹术开始衰弱的时代。在这关键性的转折期，《本草纲目》保留了大量最能体现中国医药化学历史先进水平的宝贵资料，成为研究中国以及世界医药化学史的重要依据。

11. 在医学领域的某些研究成果与新见解

李时珍不仅是伟大的药学家，也是医学理论与实践造诣精深的医学家。《本草纲目》也记述了他在医学领域的某些研究成果和新见解。在中医脏腑学说方面，他在承认"心主神明"的同时，又首次在辛夷条提出"脑为元神之府"，即脑为人体的神经中枢。这是对中医心神学说的一大发展，也是在中国医学史上最早提出脑为人体神经中枢的人。在临床医学方面，李时珍对铅化合物、汞化合物、砷化合物、一氧化碳等中毒及中毒症状的观察认识已达到相当精确的程度。正是有了这些精确认识，李时珍才能够对历代社会上受方士蛊惑而滥服金石药物以追求长生不老的荒谬做法进行严厉的批判，并用大量的中毒致残、毙命的案例事实警告世人，以求刹住这种歪风。李时珍通过对牛黄的研究，对胆石病有了清楚的认识。他指出："牛之黄，牛之病也。故有黄之牛，多病而易死。诸兽皆有黄。"并据此推断"人之病黄者亦然也"。这是李时珍在医学史首次论述人的胆石症疾病。

在预防医学方面，李时珍在搜集、整理前人经验的基础上，做了大量的研究和总结工作。他在《本草纲目》总论的百病主治药“瘟疫”节中，总结出83种可预防瘟疫的有效药物，并在《本草纲目》中列举出多种预防瘟疫的方法。李时珍总结的预防传染病的方法，多具有现代药理科学根据，有的方法至今仍被采用。如用苍术烟熏消毒法至今仍被用作室内空间消毒。李时珍记述的把“初病人衣蒸过，则一家不染(瘟疫)”的方法，则是医学史上关于蒸汽消毒法的最早记载。再如：用“大蒜、生姜”口服预防传染病，已是广为人知的有效方法。

12. 纠正以前本草的谬误

李时珍在编纂《本草纲目》时，通过自身亲自调查研究、系统考证，严肃认真地纠正了以前本草中的许多谬误。统计《本草纲目》中“正误”项计有65条，另在“发明”项内关于正误内容的有25条，合计为90条。另外，在“集解”项也有部分正误内容。

《本草纲目》“正误”项的内容涉及药物物种的基原、淆乱品种、药材部位、药物名称、药物炮制、药物性味、药物功效、药物毒性、方士谬言等方面。其中，关于药物的基原和淆乱品种的纠正内容最多。

1.5.2.3 《食物本草》

《食物本草》，又名《备考食物本草纲目》。原刊于明天启元年(1621年)，全书23卷(含卷首及正文22卷)。明崇祯十六年(1643年)版题署：“元代李杲编辑，明代李时珍参订。”但经专家考定，李杲编辑、李时珍参订实为后人托名。现已基本认定是明代姚可成(号蒿菜野人，江苏吴县人。其生平，于史无考)汇辑。但也有认为尚难断定者。

明代冠以“食物本草”之名的本草著作较多，且内容亦多相近似。如薛己著《食物本草》二卷(载《本草约言》)，成书于1520—1550年。之后又有署名卢和的四卷本，后被汪颖所得，改编为七卷本，于1620年刊行。由于内容相近，故有学者认为是薛己撰本。同年，又见八旬老翁钱允治校定之《东垣食物本草》，书中辑入吴瑞《日用本草》三卷、附录一卷(食物宜忌、解毒、孙真人逐月调养事宜等)，是托名李杲之肇始。然而经近代学者龙伯坚考证，发现前卢、江、钱三书内容雷同，仅次序、文字略有改动。而后又于崇祯十一年(1638年)见吴门书林刊本，扉页题《备考食物本草纲目》，前有陈继儒序、凡例，卷首附《救荒野谱》一卷并图，没有总目。崇祯十六年(1643年)又有二十二卷本。仅在前本基础上增入李时珍序、总目、辟谷诸方，附《救荒野谱补遗》并图，以及姚可成小引，书末附《摄生诸要》、《治蛊论方》，且又增题“李时珍参订”，即今之《食物本草》。可见《食物本草》一书的完成，始于1520—1550年的薛己，终成于1643年的姚可成。历时约100年，经历薛己、卢和、汪颖、钱允治、姚可成等人辑汇而成。

全书分卷首和正文22卷两部分。卷首部分，内容为《救荒野谱》，包括王磐(号西楼)《救荒野谱》60种与姚可成《救荒野谱补遗》60种。主要介绍了可救荒的120种药物形态及辨别、烹炊方法，以备水旱凶年救饥之用。在每药之下，各配图谱，还引载了“名人叙记题咏”的相关诗词。增加了形象性、文学性、可读性，便于记颂。

卷一至卷二十一，分水、谷、菜、果、鳞、介、蛇虫、禽、兽、味、草、木、火、金、玉石、土等十六部。除火、金、玉石、土部外，每部又分为若干类。卷二十二，内容包括药食解诸食毒、药食五味与五脏的关系、食物相反、服药忌食、妊娠忌食、有毒食物、治食方法、孙真人逐月调养事宜和治蛊论方等。

全书共收载药物1680种，其中海洋药物156种(物种药100种，部位药56种)，并有18种[裙带菜、鲨鱼、银鱼、水晶鱼、鲑子鱼、鳐虎鱼、尤头鱼、瓌(瑰)鱼、君鱼、鹿子鱼、羊肝鱼、子鱼、柔鱼、鼋鼍、鼈、海蛎、吐铁、海参]是《本草纲目》没有收载的海洋物种药物。

书中每种药物，基本上沿用宋《大观本草》体例，但增加了与食疗有关的项目。记述其产地、形态、采收、加工、食用价值或食用方法、性味、功能主治、禁忌、附方等项。后用小字引载诸家注释及历代经史子集稗官野史等百家文献中的相关记载。与以往的食物性本草多侧重于调理、补养、食饵方面内容不同，该书收集了大量可供食用、救荒、治病的野菜、野草，扩大了药食两用药物的来源。

《食物本草》有三大特点：

一是突显了“是书为颐生日用之要”的宗旨。其所收载的品种，虽然并非全是食物，但却多为药食两用的药物，或服用后可以引起人体中毒的药物，借此警告世人勿乱服用。而且本书特别注意记述药物的食用价值或(和)食用方法，以及有关服用后的毒性反应、服用禁忌等内容。在味部则记述了多种酿造品、调味品、食品添加剂、茶饮料等，这些对食疗、食品保健、食品开发都具有重要的实用价值和参考价值。然而，其中亦有一些不应收入《食物本草》中的药物，多为火、金、玉石、土部药物。推测可能与作者受古代炼丹术与服食法的影响有关。

二是该书十分重视水对人的保健、医疗作用。故记述水的内容最多，水部收载了全国各地、各种来源的水共有728条之多，其中有名水37种，名泉633处。并记述了名泉的地理位置、水质特点、治疗作用、古人对某些泉的评价等。这是历史上记载我国矿泉水和温泉资源最全面、最宝贵的资料。为矿泉水和温泉资源的开发利用，以及环境保护的历史监测等提供了重要依据。

三是对海洋药物研究与发展的特殊贡献。《食物本草》收载的品种是具有药食两用功能的药物，而海洋药物恰恰是多具有药食两用功能，故也是《食物本草》收载的重

点对象。《食物本草》收载的海洋药物无论数量上，还是在药性、功能、临床应用等内容方面，都比其他类本草著作收载的数量要多、要全面。因此，它是保存海洋药物研究资料较全面的一部难得的重要本草著作，也是反映明代海洋药物研究水平的本草著作。总之，《食物本草》是一部搜罗丰富、阐述详尽的，集明及明以前食物本草之大成的食物本草专著。对后世食疗保健、治病养生及了解古代农学、植物学、动物学、水资源学、食品学等领域均有重要参考价值。

1.5.3 明代的海洋药物研究

1.5.3.1 明代本草收载的海洋药物

明代本草收载的海洋药物计有 185 种(其中物种药 129 种，部位药 56 种)。与宋代本草收载的 116 种海洋药物相比，实际增加了 69 种(系指被明代变动后的海洋药物数)，其中新增加的物种药计有 32 种。

1.5.3.2 海洋药物物种的鉴别及考证

人类对海洋及海洋生物的了解和认识水平，都迟于或低于对陆地及陆地生物的了解和认识程度。所以在古代本草著作中对海洋药用生物的描述都往往过于简单，难以概括出其真实全貌，容易造成物种来源的混乱，也限制了新的药用物种的发现。而在明代的本草著作中，海洋生物学知识明显增多。在《本草品汇精要》、《本草纲目》、《食物本草》等明代本草著作中，对海洋药物的生物学知识多有记述。

仅《本草纲目》就对 96 种海洋药物作了有关生物学知识的描述，所以在明代新增加的 69 种海洋药物中，有 32 种是新发现的海洋物种药。即使前代已发现的海洋物种药，其认识程度也较前深入和广泛。如珊瑚，珊瑚入药始载于唐代《新修本草》，《新修本草》关于珊瑚形态、产地描述过于简略，仅述曰："似玉红润，中多有孔，亦有无孔者。又从波斯国及师子国来。"宋代《本草图经》也仅补述云："今广州亦有，云生海底作枝珂状。明润如红玉，中多有孔，亦有无孔者，枝柯多者更难得，采无时。"故据此仍难以确认其物种。但在明代本草著作中，由于海洋生物知识的丰富，对珊瑚的记述则比较深入、具体，且能抓住要害。从而为考证药用珊瑚的具体品种提供了重要线索。如李时珍曰："珊瑚生海底，五七株成林，谓之珊瑚林。居水中直而软，见风日则曲而硬，变红色者为上，汉赵佗谓之火树是也。" 现代生物学研究证实，软珊瑚类珊瑚由于没有石类质的硬骨骼，在海水中生活时，水螅体伸展，挺而向上随水流摇动，出水见风日后，水螅体收缩则曲而变硬，判若两种完全不同的物体。可见珊瑚"居水中直而软，见风日则曲而硬"是当时识别珊瑚大类别的重要线索，也是软珊瑚类珊瑚的重要特征。又据李时珍"变红色者为上"的描述，现代比较一致的看法认为是红珊瑚科的红珊瑚、日本红珊瑚等多种红珊瑚是属于软珊瑚类中的珊瑚。又如《本草纲目》金陵本及人民卫生出版社校点版本的珊瑚药图，该图虽极简陋，画一带分枝直立棒状物，但在直立棒状物的中轴线有一条粗黑线的纵行槽纹。而这却是软柳珊瑚科的侧扁软柳珊瑚特征。据此可以认定，在明代的药用珊瑚中还应包括侧扁软柳珊瑚。由此可知，正是因为有了丰富的海洋生物知识，才为发现和鉴定新的药用物种提供了可靠的科学根据。

海洋生物学知识中，关于对海洋生物的形态、形态特征、生态习性的观察研究，是从直观角度识别物种种类的基本依据。在明代之前的本草著作中，对海洋药源生物的识别都偏重于生物的外部形态特征，而且往往过于简单，并没有概括出其真实面貌，因此，给后人应用带来困难。而在明代的《本草品汇精要》、《本草纲目》、《食物本草》等本草著作中，不仅对物种的外部形态有较详细的描述，而且在识别物种时已经注意到生物的生态习性和地理分布等的分类依据。如：鲛鱼(鲨鱼)，明代以前历代本草对其形态描述简而粗略。《山海经》云："鲛，沙鱼，其皮可以饰剑是也。"唐《新修本草》谓其"出南海，形似鳖无脚而有尾"。《蜀本图经》云："鲛鱼圆广尺许，尾长尺许，惟无足，背皮粗错。"宋《本草图经》则云："今南人但谓之沙鱼。然有二种：其最大而长喙如锯者，谓之胡沙，性善而肉美；小而皮粗者，曰白沙，肉强而有小毒。"从宋代以前诸本草的鲛鱼形态的描述，很难了解其具体形态，尤其是唐《新修本草》对其"形似鳖"的描述，更易引起误会。宋《本草图经》对鲛鱼形态的描述，比前本草虽稍具体，但也仅仅谓以其大、小和长喙分别胡沙、白沙。但因缺少具体形态描述和对比参照物，仍难以明确其物种形态。然而明代对鲛鱼的物种形态描述，则比较具体、清晰，可以据以识别该类物种。如《本草纲目》记载："古曰鲛，今曰沙，是一类而有数种也，东南近海诸郡皆有之。形并似鱼，青目赤颊，背上有鬣，腹下有翅，味并肥美，南人珍之。大者尾长数尺，能伤人。皮皆有沙，如真珠斑。其背有珠文如鹿而坚强者，曰鹿沙，亦曰白沙……背有斑文如虎而坚强者，曰虎沙，亦曰胡沙……"通过《本草纲目》对鲛鱼的描述，据其曰"是一类而数种也"，可知已认识到鲨鱼有多种。根据现代海洋动物分类已发现不同种类的鲨鱼有 147 种以上。如果没有准确的形态描述，则很难鉴定出古人入药用的鲨鱼到底是哪个具体物种。而根据《本草纲目》的描述，其所说的"背有珠文"之白沙，似为真鲨目皱唇鲨科之白斑星鲨；"背有斑纹如虎"之虎沙，似为虎鲨目虎鲨科之宽纹虎鲨。又如鲃虎鱼，在中国鲃虎鱼动物种类繁多，其中入药的有刺鲃虎鱼属黄鳍刺鲃虎鱼和栉鲃虎鱼属波氏鲃虎鱼，但两者药用功能差异很大，且生活习性也不相同，前者生活在沿海及沿海河流中，后者则生活在淡水中，而在明代的本草著

作中，已清楚了解到这两种鱼的不同生活习性，并据此区分为海洋药用生物和淡水药用生物。

1.5.3.3 海洋药物的保存、贮藏与加工

药物的贮藏，特别是生药的贮藏，是药材流通领域不可缺少的环节。而在贮藏过程中，必须防止质变，保证质量，才能保证安全使用。尤其是海洋药物，它生活在海洋的特殊环境之中，采捕后极易腐烂变质，更需保质加工处理。到明代，由于海洋药物的增多与应用范围的扩大，对海洋药物的保质贮藏与加工技术，也得到发展。在当时的历史条件下，主要采取干燥贮藏法或盐渍、浸漂等人工加工方法。

在干燥方法方面，采用最多的是自然干燥法。其中有日干法，如干苔；阴干法，如昆布、鹿角菜、腽纳脐；曝干法，如海带、鳗鲡鱼、鲛鱼皮等。此外还采用人工干燥法，其中有盐腌曝干法，如石首鱼；焙干法，如淡菜等。

在人工加工方法方面，主要有盐渍、浸漂等方法，这种方法还有保鲜作用。如海蛇的加工就是一个典型的例子。李时珍在《本草纲目》中记述到："人因割取之，浸以石灰，矾水，去其血汁，其色遂白。其最厚者，谓之蛇头，味更胜。生熟皆可食。加柴灰和盐水淹之良。"李时珍记述的海蛇加工方法，一直被沿用至今。再如蟹，李时珍曰："凡蟹生烹，盐藏糟收，酒浸酱汁浸，皆为佳品。但久留易沙，见灯亦沙，得椒易腊。得皂荚或蒜及韶粉可免沙腊。得白芷则黄不散。得葱及五味子同煮则色不变。"李时珍的这段记述，文字量虽然不多，但却内容丰富，他记述的贮藏方法有盐渍、糟埋、酒浸、酱汁浸等四种方法。而且还记述了用皂荚或蒜及韶粉、白芷等防止蟹腊(腐败)的保鲜方法。可见在明代对海洋生物已积累了丰富的贮藏与保鲜经验。

另外，明代还有用石花菜(琼枝)、鹿角菜制取琼脂，用鱼鳔制取鱼鳔胶的记述，均反映了明代对海洋食品与药物的加工制作知识水平。

1.5.3.4 海洋药物炮制理论与技术

进入明代，有关中药炮制技术和理论都有充实和提高，而且内容更加丰富，技术也有改进或新创。如陈嘉谟在《本草蒙筌》中对炮制方法作了较系统的概括论述，指出："凡药制造，贵在适中，不及则功效难求，太过则气味反失。"并概括出炮制方法有："火制四：有煅、有炮、有炙、有炒之不同；水制三：或渍、或泡、或洗之弗等；水火共制造者，若蒸、若煮而有二焉。余外制虽多端，总不离此二者。"重要的是陈嘉谟对炮制从理论上进行了规律性的归纳概括，他说："酒制升提，姜制发散，入盐走肾脏，仍使软坚；用醋注肝经，且资住痛；童便制，除劣性降下；米泔制，去燥性和中；乳制滋润回枯，助生阴血；蜜制甘缓难化，增益元阳；陈壁土制，窃真气骤补中焦；麦麸皮制，抑酷性勿伤上膈；乌豆汤、甘草汤渍曝，并解毒致令平和；羊酥油、猪脂油涂烧，咸渗骨容易脆断。有剜去瓤免胀，有抽去心除烦。"在《本草纲目》中，专设"修治"专项，收录前人炮制资料，以及当代炮制技术和李时珍的经验，记述了330种药物的炮制方法，其中由李时珍新增的炮制内容就有144种药物。所记述的净制法、切制法、改变药性的炮制与制剂法等近70种方法，这些方法多数仍为现代炮制生产所沿用。并且在药物炮制和药物作用关系的理论论述方面较前人更具体，并修改了前人某些有毒性的或不切实用的炮制方法。到明代末期天启二年(1622年)，由缪希雍编撰的《炮制大法》是明代最具代表性且有很高价值的药物炮制专著。该书记述了426种药物的炮制方法。包括炮制原料、操作程序、贮藏方法等内容，并简介药物炮制前后的性质改变及药物佐使畏恶等内容。书中有172种药物是引用《雷公炮炙论》的炮制内容，但对其中不切实用者则予以删除，其余254种药物记述的是当世制法，并参以个人制药经验。卷末所附"用药凡例"尚有丸、散、汤、膏制法及煎服药法等。该书把前人的炮制方法归纳、总结为"炮、燔、煿、炙、煨、炒、煅、炼、制、度、飞、伏、镑、捺、曝、曝、露"等17种方法，称为"雷公炮炙十七法"。是指导药物炮制加工的实用性著作，代表了明代的炮制理论和技术水平。

由于明代的药物炮制理论和技术有上述的充实发展和提高。在其理论指导下，使得作为明代本草重要来源之一的海洋药物的炮制技术水平也随之同步发展与提高。经统计，已有炮制方法记述的海洋药物有：食盐、海藻、昆布、牡蛎、珍珠、石决明、海蛤、文蛤、蛤蜊粉、魁蛤、贝子、紫贝、珂、车螯、淡菜、甲香、甲煎、海蛇、乌贼鱼骨、海马、石首鱼石、鲋鱼鳞、鳗鲡鱼、鲠鲠、玳瑁、龟甲、蟹、蛇婆、腽肭脐、鲨鱼尾等30种。对这些药物炮制方法的记述内容，主要分为两类。一是对前人已作记述的炮制方法，对过于繁琐，难以操作者进行简化或改进，对不实用者则予以删除。如李时珍在《本草纲目》中记述的石决明加工方法则简化为："今方家只以盐同东流水煮一伏时，研末水飞用。"此方法较《雷公炮炙论》描述要简单得多，如此炮制则既简单易操作，又省时节力。再如海藻，《雷公炮炙论》曰："凡使，先须用生乌豆，并紫贝天葵和海藻三件，同蒸一伏时，候日干用之。"因加乌豆、紫贝天葵等药后，必然使海藻的药性功效发生变化，失去原作用，故李时珍总结了近人经验，改为"近人但洗净咸味，焙干用"。又如昆布，《雷公炮炙论》曰："凡使，先弊甑箅同煮，去咸味，焙，细锉用。每修事一斤，用甑箅大小十个，同昆布细锉，二味各一处，下东流水，从巳煮至亥，水旋添，勿令少。"文中所谓甑箅，是蒸饭器具甑底的席垫子，把甑箅十个与昆布共同锉细同煮长达12小时以上，时间既长，又难服用，故此法不切实用。倪朱谟在《本草汇言》中则改为："以水煮半日，待咸味去，可晒焙用。"如此改进后的炮制法，既简单易行，又方便实用。二

是对某些需要炮制的药物而前人没有炮制方法的记述，由明代新定其炮制方法。如龟甲，在《雷公炮炙论》和《太平惠民和剂局方》等明以前本草著作中都没有关于其炮制方法的记述。而李时珍则在《本草纲目》中记述了“以龟甲锯去四边，石上磨净，灰火炮过，涂酥炙黄用。亦有酒炙、醋炙、猪脂炙、烧灰用者”等多种炮制方法。再如，明代已发明了食盐去杂质的炮制方法。李时珍在《本草纲目》中记述道：“盐品甚多，海盐取海卤煎炼而成。”“凡盐，入药需以水化，澄去脚滓，煎炼白色，乃良。”这即是被长期采用的精盐制法。

通过以上例证，可见海洋药物的炮制方法，在明代得到充实、提高，炮制理论也较成熟。

1.5.3.5 药性理论在海洋药物的应用与发展

药性理论是指运用中医基础理论来阐述药物药性的物质基础，作用机理和应用规律的理论。它是中医本草学的核心内容之一，也是最能体现中医本草学特色的精华所在。这一理论随着明代本草学的发展，也随之应用至海洋药物的阐述之中。从而把明代的海洋药物纳入了中医本草学系统的药性理论体系之中。

药性理论在海洋药物的应用主要体现在以下几个方面：

1. 对海洋药物四气、五味的研究与定性

海洋药物，由于以往数量很少，应用范围有限，前人对其四气、五味的认识较之对其他陆地药物的认识相对肤浅，故对其药性气味定性认识也相对居后。如到宋代，《大观本草》收载有功能主治记述的海洋药物计有 116 种，其中有药性气味定性的药物为 77 种，而无定性者则为 39 种，无药性气味定性的药物所占比例竟高达 33.6%。到明代，这种情况即迅速得到转变，如明代本草著作共收载的 185 种海洋药物中，有功能主治记述的计有 160 种，其中有药性气味定性的药物为 127 种，无者为 33 种，无药性气味定性药物所占比例已下降到 20.6%。

2. 气味理论的应用

(1) 对明代以前已作气味定性的海洋药物之中的 36 种药物(其中大盐被并入食盐，未统计在内)的气味重新作了改定。其改定的内容也分三种情况。第一种情况是对前代本草著作原定性的气味进行修改。如越王余筹：《大观本草》原作“味咸，平，无毒”。而《本草纲目》则改“平”为“温”，修改后为“咸，温，无毒。”第二种情况是对前本草所定气味在原有基础上进行增补。如昆布，《名医别录》原作“咸，寒，无毒”。而《本草纲目》则增补了“滑”性，增改为“寒、咸、滑，无毒”。第三种情况则是对前代本草著作原定性的气味既作修改，又进行增补或删除。如蚌壳粉，《大观本草》原作“冷，无毒”，而《本草纲目》既改其“冷”为“寒”，又增补了“咸”味，将其修改、增补为“咸，寒，无毒”。

(2) 对明代以前本草著作已有药物功能主治记述，但无气味定性的 34 种海洋药物作气味定性。对其中的晕石、石燕、海带、紫菜、马刀肉、蛤蜊粉、蚶壳、蜄蜡肉、牡蛎肉、海螺肉、蓼螺、紫贝、蠵龟筒、蠵龟血、蟛蜞、虾、鲎鱼、鲛鱼皮、海鳗鲡、文鳐鱼、鲠鲩鳔等 21 种海洋药物作了气味定性。其中的蜄蜡、勒鱼、海獭 3 种药物的气味在《本草纲目》中尚未定性，而是由《食物本草》定性的。

(3) 对由明代《本草纲目》和《食物本草》新记载的 31 种海洋药物，作气味定性。如其中的卤水、石蚕(化石)、石鳖、水松、石花菜(琼枝)、鹿角菜、龙须菜、裙带菜、海虾、勒鱼、鳜鱼、鲩鱼、鲑子鱼、鲟虎鱼、龙头鱼、瓖(瑰)鱼、君鱼、子鱼、柔鱼、章鱼、海鳐鱼肉、鱼鳔胶、龟肉、龟血、龟胆汁、鼋鼍鼊肉、海蛳、吐铁、海参等。

(4) 对明代以前本草著作已作出气味定性的海洋药物保留其原定药性气味。计有盐胆水、芒硝、马牙硝、青栏干(与石栏干合并)、珊瑚、石蛇、石蟹、卤咸、海根、海藻、海蕴、石莼、雀梅、蛇婆、鳊鱼、鲳鱼、鲟鱼、鲋鱼、鲛鱼、乌贼鱼骨、龟甲、牡蛎壳、石决明、马刀壳、珍珠、海蛤、文蛤、蛏、担罗、车螯壳、魁蛤(与蚶合并)、砗磲、贝子、珂、甲香、蛤蜊、海蚕等 37 种。

除以上四个方面已作出气味定性的海洋药物外，尚有石首鱼鲞，头中石鲊，勒鱼鳃，鳗鲡鱼膏、骨及头、血，鲟鱼鼻肉、子，牛鱼，海豚鱼肪，鲛鱼胆，河豚肝及子，乌贼鱼血、腹中墨，海鳐鱼齿、尾，虾鲊，龟板，玳瑁血，鄂龟，朱鳖，蟹爪、壳，盐蟹汁，鲨鱼尾、胆、壳，蜄蜡壳，寄居虫，郎君子等在明代未能作出气味定性。

3. 归经理论的应用

归经理论是以脏腑经络等中医基础理论为指导，阐述药物对机体各部位的选择性定向、定位作用机理形成的一种药性理论。归经理论的形成，主要来源于对药物的特性、机体的脏腑经络、临床疗效等三个方面观察研究。它需要医药学家对药物的形、色、气、味有全面准确的认识，对脏腑、经络理论的熟练掌握和对脏腑经络辨证施治的准确把握，需要对所观察药物的使用范围足够广泛，用以治愈的病例数量足以能反映出疗效规律等。故难度很大，因此能总结、概括出其归经的药物数量有限，而且不同医药学家作出的归经判断的差异也很大，特别是由于对海洋药物的使用数量和认识水平都比陆地药物低，所以对海洋药物归经的记述更少，明代以前基本上是空白。

在明代收载的有功能主治记述的海洋药物中，已对碧海水、食盐、浮石、石决明、牡蛎、珍珠、海蛤、文蛤、蛤蜊、蛤蜊粉、蚌壳粉、车螯、魁蛤(蚶)壳、淡菜、乌贼鱼骨、石首鱼鲞、头中石、蟹、龟甲、玳瑁甲、腽肭脐等药物作了归经记述。

1.5.3.6 海洋药物功能主治的研究与发展

对海洋药物的功能主治记述，在明代也有了迅速的发展，其功能主治病种多有增加，临床应用范围也有扩大，而且对其药理机制的阐述也形成了比较系统的理论体系，这是一次质的飞跃。这主要表现在以下几方面。

1. 对明代以前已有功能主治证多数作了补充

补充增加的功能与主治证少则一两种，多则十余种，主要是从明代及其以前历代本草及相关文献或临床经验中挖掘整理出来的。如对乌贼骨这个本草史上记载最早的海洋药物，《本草纲目》不仅收载了宋代以前本草记载的14组功能主治，并补充新增了“主女子血枯病伤肝唾血下血，治疟消瘿。研末，傅小儿疳疮，痘疮臭烂，丈夫阴疮，汤火伤，跌伤出血。烧存性，酒服，治妇人小户嫁痛。同鸡子黄，涂小儿重舌鹅口。同蒲黄末，傅舌肿，血出如泉。同槐花末吹鼻，止衄血。同银朱吹鼻，治喉痹。同白矾末吹鼻，治蝎螫疼痛。同麝香吹耳，治聤耳及耳聋”等16组病症，其增补量超过宋代以前记载的总和。有的是根据从民间挖掘出来的经验或秘验方药而总结出来的，如对干苔，《本草纲目》增补的“浸汤漉，傅手背肿痛”，是从在东南沿海流传的民间经验中总结出来的。

2. 对明代以前本草记载的功能主治证，结合临床观察和经验，重新进行客观评价

如车螯，《本草纲目》曰：“车螯味咸，气寒而降，阴中之阴也，入血分。故宋人用治痈疽，取恶物下，云有奇功。亦须审其气血虚实老少如何可也。今外科鲜知用者。”

3. 对缺少功能主治的药物作补充

如鲥鱼，《大观本草》仅曰：“发疥，不可多食。”《本草纲目》则记载其肉“气味甘，温，无毒”，其鲊“主治贴痔瘘”等。

4. 对明代新增物种药作了极具临床价值或开发价值的功能主治总结

明代增加的海洋物种药32种，对其中的29种新增物种药，均作了功能主治的总结。如盐蟹汁，李时珍从民间调查中发现，可治喉风肿痛（满含细咽），可谓是简、便、廉、验，在缺医少药之处值得推广。如海燕，《本草纲目》谓其：“阴雨发损痛，煮汁服，取汗即解。亦入滋阳药。”至今仍在山东沿海广为流传和应用，且疗效颇佳。如治风湿腰腿痛：用海燕2个，水煎，日三服，发汗。治阳痿：用海燕、海马各等量，共研细粉，每次服4.5 g，每日2次。再如海参，在中国历史上早被视为保健珍品，三国时期就有食用海参的记载，然而正式被本草收载，最早是在明代姚可成的《食物本草》。姚可成称其：“味甘、咸，平，无毒。主补元气，滋益五脏六腑，去三焦火热。同鸭肉烹治食之，主劳怯虚损诸疾。同（鸭）肉煮食，治肺虚咳嗽。”可谓对海参的药用、食用和保健价值给予了全面而准确的概括总结。

5. 对药物功能主治已开始从理论高度进行研究

如对乌贼骨，李时珍运用药物归经理论、脏腑功能、本病、经病等理论阐述乌贼骨功能主治的药理机制。李时珍曰：“乌鲗骨，厥阴血分药也，其味咸而走血也。故血枯血瘕，经闭崩带，下痢疳疾，厥阴本病也；寒热症疾，聋，瘿，少腹痛，阴痛，厥阴经病也；目翳流泪，厥阴窍病也。厥阴属肝，肝主血，故诸血病皆治之。按《素问》云：有病胸胁支满者，妨于食，病至，则先闻腥臊臭，出清液，先唾血，四肢清，目眩，时时前后血，病名曰血枯。得之年少时，有所大脱血；或醉入房中，气竭肝伤，故月事衰少不来。治之以四乌鲗骨，一蔥茹为末，丸以雀卵，大如小豆。每服五丸，饮以鲍鱼汁，所以利肠中及伤肝也。观此，则其入厥阴血分无疑矣。”

1.5.3.7 药食两用的海洋药物的功能特点及毒副作用

继唐代孟诜《食疗本草》之后，到明代虽冠以“食物本草”之名的著作较多，但继其大成者，当以姚可成的《食物本草》为代表。该书鉴于海洋药物多具有药食两用的功能，故收载的海洋药物数量较多，共收载156种（物种药100种，部位药56种）。对这些药食两用的海洋药物，明代加强了其对人体毒副作用或不良反应的研究及防治，以保证其食用的安全性。

《食物本草》对100种药食两用药中的大海水、盐胆水、石莼、鹿角菜、苔菜、鲍鱼、鲥鱼、鲋鱼、鲈鱼、鲶残鱼、水晶鱼、鲚子鱼、鳜虎鱼、鼍、鳗鲡鱼、鲟鱼子、河豚、比目鱼、乌贼鱼、龙头鱼、鹿子鱼、羊肝鱼、鱼虎、虾、海虾（龙虾）、鱼鲊、蟹、蟛蜞、鲨鱼肉、鲊蚶、蛏、魁蛤、淡菜等33种的正确服食方法，毒副作用或不良反应，及其预防或解治的方法都作了具体记述。这些记述都是明代本草学家在治疗、食疗、饮食保健等领域安全应用的切合实际的经验总结。促进了海洋药物在食疗、饮食保健领域的发展。如：紫菜“多食令人腹痛，发气，吐血沫，饮少热醋消之”。蟹“未被霜甚有毒，食水莨所致。人中之多死也……冬瓜汁、紫苏汁、蒜汁、豉汁、芦根汁，皆可解之……不可同柿子、荆芥食，令人霍乱，唯木香汁可解”。

1.5.3.8 海洋药物附方的发展

从《本经》成书时期的西汉到宋代末年长达约1400年的时间内，海洋药物数量少，附方亦少，经统计仅为91首。而到明代，则有较大发展，仅《本草纲目》收载的海洋药物，其附方已达275首（是宋代以前的3倍），新增附方184首。

1.5.4 中外海洋药物交流

明代由于受西方影响，加之航海交通比宋、元时期又有较大发展，促进了中外药学的进一步交流。如郑和从1405年至1433年，7次下西洋，抵达30个国家，把中国珍贵的特产药材传播到亚、非、欧多国。同时也把外国的珍

奇动物、植物和药物带回中国，其中存活者还被饲养或移植在南京狮子山下的静海寺内。李时珍为了解海外药物，还曾特地去静海寺实地观察。

据文献记载，明代的海外进口药物多来自朝鲜、日本、琉球、安南、交趾（二者为今之越南）、真腊、暹罗（泰国）、锡兰（斯里兰卡）等国。进口药物主要有三类：一是矿物药，如硫黄、玛瑙、珊瑚。二是植物药，如苏木、降真香、木香、丁香、檀香、沉香、人参等。三是动物药，如犀角、羚羊角、闷虫药、黄蜡、龙涎香、象牙、玳瑁、紫胶等。其中，珊瑚、龙涎香、玳瑁是海洋药物。

在明代，中国与朝鲜的医药交流更为密切。朝鲜不间断地派留学生学习中医药，并把大量的医药书籍带回朝鲜。朝鲜国内的医药学家对中医药专门进行深入而广泛的研究，并编撰成大型方药类书。如朝鲜著名医生金礼蒙通过对中国15世纪以前的150多种中医药典籍进行分类、归纳、整理，于1445年编成中医药类书《医方类聚》。全书计266卷，分92门，载方5万多首，约950万字，这其中包括了15世纪前中国的海洋药物和方剂。

在明代，中国与日本的医药交流也更加频繁，而且出现了赴日定居行医者。如1606年林道春把《本草纲目》带到日本，献给幕府，1637年日本即有翻印出版，1783年又以附注的日译本出版。此后《本草纲目》在日本经过数次翻刻，而得以广泛流传，并由此产生一批后续性本草著作。

在明代，中国与越南的药学交流也较密切。由明代著名医学家李梴和张景岳各自编撰的综合性医书《医学入门》、《景岳全书》很快传入越南。其中《医学入门》收载海洋药物48种。

1.6 清代的海洋本草学（1644—1911年）

虽然清王朝建立后的100多年间出现了经济繁荣的“康乾盛世”，但由于西方资本主义的兴起，不断向外扩张，中国已成为西方列强掠夺的重点。特别是1840年鸦片战争以后，中国沦为半殖民地半封建社会，再加之清政府的闭关锁国政策，阻碍了包括中医药在内的经济、文化、科学、技术的交流和发展。

1.6.1 清代医药研究与发展的特点

明、清时期中国资本主义思想萌芽，宋明理学受到相应的批判，在西方文化影响下，使原在封建社会占主流的空洞僵化的学风出现了向注重务实的创新思潮的转变，对明、清医药发展起到了一定的促进作用；加之一部分科举落第的文人弃儒从医，改变了医药界的人才和知识结构，活跃了医药学研究的气氛。同时，也产生了一批优秀的医药著作。

清代学者崇尚考据之学，并习以成风。尤以乾嘉学派的出现，促进了对古代医药文献的辑复和注疏工作，如此固然对恢复、了解、研究古医药文献创造有利条件，但同时也致使一些尊经复古、因循守旧的思想抬头，又给医药学，尤其是本草学的研究与发展带来消极影响。

清代本草著作虽然有近400种之多，然而在内容上却多有雷同之处，且对药物的品种、炮制、制剂等方面的研究相对薄弱，对单味药论述，多择其部分内容一再发挥，导致了清代本草学整体发展水平不平衡。但也有一批优秀的临床实用性本草著作：如张志聪的《本草崇原》，邹澍的《本经疏证》，汪昂的《本草备要》，黄宫绣的《本草求真》，严洁、施雯、洪炜合著的《得配本草》等。

在清代医学家用药经验积累中，特别是温病学家在突破伤寒学说，创立温病学说的过程中，发现大量辛凉解表，清热解毒，平肝熄风，醒神开窍，芳化湿浊，凉血化瘀等药物的新功用。清代本草学却未能对这些具有重大实用和药用价值的成就及时进行总结和增补，这是清代本草学发展的一大遗憾。

1.6.2 清代代表性本草著作

《本草纲目拾遗》，赵学敏著，成书于乾隆三十年（1765年）。赵学敏（约1719—1805年），字恕轩，号依吉，浙江钱塘人。

《本草纲目拾遗》可称为继《本草纲目》之后另一部集本草大成之作，其成书距李时珍《本草纲目》有100余年。在此期间，本草学又有了很大发展，于是作者大胆地对《本草纲目》进行补充及修改，收载《本草纲目》未载录的新品种编成此书，并取名为《本草纲目拾遗》。全书10卷，另有卷首1卷，共收载药物921种（其中正品716种，附品205种）。附品诸药皆列于正品之下，如无骨苎麻，在此药名下用小字标有“接骨草、麻衣接骨、紫接骨”等字样，表明无骨苎麻是正药，小字标明的3种药是附药。分为水、火、土、金、石、草、木、藤、花、果、谷、蔬、器用、禽、兽、鳞、介、虫等十八部，大致按《本草纲目》次第排列，将金石细分为金、石两部，增加藤、花两部，删去人部。各药阐述，不分项目，无一定格式，基本包括引述文献与个人心得两方面内容。引述文献均注明出处；个人心得则夹叙其中，或附注于后。阐述范围颇广，有药物生态、形态特征、性味、归经、毒性、功效、主治、炮制及制药法、使用经验等，常对性味功能、药物质量与药性关系进行广泛引证、讨论。全书参考、引据医药文献282种，经史书籍343种，其中不少书今已亡佚。所载药物有716种是《本草纲目》未曾收载的，其中不少药物疗效显著，直至现在仍为临床常用，如太子参、千年健、鸦胆子、雷公藤、万年青、鹧鸪菜、千里光、臭梧桐等。特别还对边远少数民族地区的药物广为收集，如云南的三七、鸡血藤、雪茶，四川的普贤线，川藏云贵地区的冬虫夏草，青藏、新疆地区的雪莲花等。同时，还收载了来自国外的药物，如西洋参、金鸡勒、胖大海等，可见其收载的范围和

地域之广泛。且对《本草纲目》已收载的某些药物，如其功用有所发展也作了相关的补充。

赵学敏还特别重视采集民间用药经验，通过采访世医、先达、渔海人以及仆役、妇妪等200余人，记载了大量简便易行的医方。还收载了利用人工变种方法促使药用植物改变药性的内容，如三生萝卜、穿肠瓜、珠参代辽参法等。本书卷首正误项下共列34条，对《本草纲目》一书中有关药物误认、混认、误分、误合，以及错论药物性味、功效、毒性等内容进行纠正。

该书是在《本草纲目》问世后对本草学的又一次系统总结，具有补《本草纲目》之遗，正李氏之讹，而起到为该书续编之作用，对丰富和发展我国药物学颇有贡献。该书是笔记体裁形式，有叙述简明、内容繁简灵活的优点，但也有体例缺乏严谨之不足。如对药材形态叙述仅靠文字，缺少药图，不利辨识实物等。受历史条件和认识水平限制，书中难免存有迷信糟粕之处。但《本草纲目拾遗》是一部最能体现清代本草学水平的代表性著作，至今仍是一部有实用价值的优秀本草学著作。

1.6.3 清代的海洋药物研究

由于清代处于半殖民地半封建社会的历史时期，国力衰微落后，清王朝又实行闭关锁国的政策，对海洋实行“禁海”政策，严重地阻碍了海洋药物的研究与发展。所以清代多数本草著作对海洋药物的记述缺乏创见或新意。惟有《本草纲目拾遗》对海洋药物的研究作出了贡献。该书共收载海洋药物33种，其中属于清代新增海洋药物22种[包括新增物种药10种：鹧鸪菜、麒麟菜、红海粉、西楞鱼、带鱼、海龙、海牛、西施舌、对虾、禾虫；新增部位或加工药12种：海狗油、鲥鱼鳞、河豚目、沙鱼翅、乌鱼蛋、白皮子(海蛇肉)、蛏壳、蚌泪、干虾、虾米、虾子、虾酱]。另外在明代《本草纲目》和姚可成《食物本草》中虽已被收载的药物，但对其主治及形态记述不详而给予补充说明的共7种(龙涎香、河豚子、海螵、吐铁、蛤蜊肉、石蜞、海参)。另对《本草纲目》记载的朴消、檀胡鱼、海月、蟛蜞等4种海洋药物的失误之处作了纠正。

《本草纲目拾遗》虽然收载的海洋药物不多，仅33种，但由于赵学敏对选录的药物极为谨慎，“其中有得之书史方志者，有得之世医先达者，必审其确验方载入，并附其名以传信。若稍涉疑义，即弃勿登”。所以，所选录的药物(包括海洋药物)，疗效显著，可信度高，有很高的临床实用及科研开发价值。其贡献主要体现在以下几个方面。

1. 物种学方面

如鹧鸪菜，从古至今都是治疗蛔虫疗效确切的药物，然而清以前本草未载，仅在福建漳浦一带沿海民间流传。正式收载鹧鸪菜始于《本草纲目拾遗》。谓“疗小儿腹中虫积，食之即下”。经现代药理研究和临床观察，其疗效与《本草纲目拾遗》记载相符。然而在其物种基原方面，日本学者考证后认为鹧鸪菜是红藻门松节藻科的海人草 *Digenea simplex* (Wulf) C. Ag.，以此作为驱虫的鹧鸪菜使用，故产生了海人草和鹧鸪菜相互混淆的现象。然而，后经曾呈奎根据《本草纲目拾遗》所引《漳州府志》“鹧鸪菜散碎花，微黑，生漳浦”的记载，在漳浦现场调查，不仅没有发现松节藻科海人草在漳浦有分布，而且漳浦本地人所使用驱蛔虫的鹧鸪菜则是红叶藻科鹧鸪菜。它的藻体呈暗紫色，干后则呈黑色，而海人草干后呈黄褐色而非微黑。故鹧鸪菜与《本草纲目拾遗》所引《漳州府志》的记载完全相符。从而认定鹧鸪菜的正品基原应为红叶藻科鹧鸪菜，结束了海人草与鹧鸪菜的混淆现象。

再如海狗油，海狗油是古称腽肭兽的油，海狗油入药始载于《本草纲目拾遗》。此前的本草著作对腽肭兽的物种形态、产地的记述多混乱不清，且多为荒诞不经之传闻，使人难辨其真伪。赵学敏在《本草纲目拾遗》中作了真实清晰的记述，谓：“海狗出辽东登州海中，即腽肭兽也。《纲目》载腽肭脐，不言及其油之用，故为补之。蓬莱李金什言：其地登州海口，出海狗皮，可作裘帽，俗美其称曰海龙，即此。其肾乃药中腽肭脐。土人取海狗，名曰打狗。此物昼夜潜海底，惟孳乳时登岛，产子稍大即相率入水，人不可得。须冬月极冻时，海崖水口结冰，天晴海狗群出，处冰上曝日，必候其卧冰时，骤入水，以木棍击其腰，方可得之。若冰裂或步履有声，非其睡时，皆不可得。然每年打狗堕水溺死者亦多，因利重，人亦不惜躯命以往。”从而确认腽肭兽即今海狮科海狗和海豹科斑海豹、点斑海豹等动物。

2. 功能主治方面

首先，赵学敏增补的海洋药物功能主治，无论是择自书史方志，还是采自于世医先达、民间经验，皆经过验证之后才载入《本草纲目拾遗》。如鲥鱼鳞，《本草纲目》和姚可成《食物本草》均未收载此药。两书仅记其鳞为妇人钿饰，不及入药功能。赵学敏则引《本经逢原》治烫火伤“用鲥鱼鳞香油熬涂，立效”等。又如海龙，是赵学敏新增收的海洋药物。海龙功能主治不仅与海马相同，而且其药效“功倍海马、益房箔。催生尤捷效，握之即产”。这些功能主治的描述一直延续至今，有很高的科学价值。

3. 纠正了此前本草的失误或未明之处

《本草纲目拾遗》对明代本草收载的4种海洋药物的失误之处作了纠正。如朴消，《本草纲目拾遗》云：“张石顽云：朴消、消石，《本经》所言后人互错。五脏积热等症，乃热邪固积，非消石所能涤除。而化七十二种石，又岂朴消所能胜？此二条向来互简，濒湖不察，亦仍其误。且于消石发明下，引《土宿本草》消石能化七十二石，以《别录》此文列于朴消下为误，何以于《本经》又仍其错简耶。”主张对

朴消与消石的功能主治作出明确区分，不应再出现古本草的混淆失误。再如檀胡鱼，《本草纲目》羊蹄条引《大明》云："羊蹄叶，杀胡夷鱼、鲑鱼、檀胡鱼毒。"并注曰："胡夷、鲑鱼皆河豚名。檀胡未详。"赵学敏则按曰："檀胡即'弹涂'二字之讹也。弹涂乃跳鱼，余姚、宁波皆有之，沿海沙涂上甚多，形如土附，有刺能螫人，闽中及宁人皆呼为弹涂，有中其毒者，羊蹄叶可解之。"于此，明确了檀胡鱼即弹涂鱼。再如海月，李时珍把本为同一物的海镜附在海月条下，致使后人误认为海镜与海月是异名异物，又认为海镜即是璅蛄。对此，赵学敏一一予以正误，指出海镜与璅蛄各不同，璅蛄非海镜也，是两个不同物种。再如蟛蜞，李时珍谓："蟛蜞大于蟛蜎，生于陂池田港中，故有毒，令人吐下。"并谓蟛蜞与沙狗"不可食"。而赵学敏根据文献和沿海民间调查，以为蟛蜞可食。故批评李时珍："濒湖仅据吕应图所言，以为不可食，未免为古人所愚耳。"

通过以上例证，说明《本草纲目拾遗》收载的海洋药物虽然很少，但其所收药物的临床应用与研究开发价值却颇高，对清代海洋药物的研究与发展有重要贡献。

如果把清代《本草纲目拾遗》实际新增加的 22 种海洋药物与明代本草已收载的 185 种海洋药物加在一起，则在整个中国封建社会历史阶段，本草收载的海洋药物已从《本经》原始收载的 9 种发展到清代的累计 207 种（包括不同的物种药和同一物种的不同部位药）。海洋本草仅从数量上已具相当规模。

1.7 中华人民共和国成立后的海洋本草学

1949 年，中华人民共和国成立。中央政府把发展中国传统医药正式写入宪法，制定了以继承、发展中医药学为核心内容的中医政策。毛泽东同志多次亲自对中医药工作作出重要指示，并强调指出："中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。"从 1965 年开始，国家科委成立中医中药组，把发展中医药事业正式纳入国家科学技术规划。特别在 20 世纪 70 年代后期，中国实行改革开放政策，对"科技是第一生产力"、"科教兴国"的认识的日益深化，像其他科技领域一样，中医药事业面临着一个千载难逢的迅速发展的良好机遇。

在此背景下，中药学取得了长足进步，获得了举世瞩目的成就。海洋本草也获得了空前的发展，尤其是在充分利用现代科学技术手段进行研究开发方面，实现了质的飞跃。它不仅在海洋药物的多学科综合研究领域取得突破性进展，而且把拥有几千年历史的中国特有的传统海洋本草资源优势与国际上最先进的科学技术紧密结合，正在形成一个独具中国特色的现代海洋本草与中药学科学体系。所以，新中国成立后，海洋本草与中药学又进入了历史上一个空前的快速发展时期。

1.7.1 全国海洋药物资源调查

自中华人民共和国成立以来，政府曾先后组织了科研、教学、生产管理等相关单位的专业人员，对包括海洋药物资源在内的中草药资源进行了 4 次大规模的综合调查。在此期间，沿海各省市及相关业务部门也先后组织了 7 次海洋药物资源区域性的专业调查。值得提出的是，由国家"908"专项支持的始于 2004 年的全国性国家海洋药用生物资源的综合调查，涉及面广，专业性强，通过此次调查，结合以前各次的调查结果，初步了解了中国海洋药用生物资源的状况，为海洋药物（包括海洋中药）的进一步研究开发奠定了良好的资源基础。

1.7.1.1 中草药资源综合调查

中草药资源的 3 次综合性调查，第一次是在 1959—1962 年，主要是对野生经济植物的普查，范围涉及四川、海南、东北地区，以及西藏、新疆、青海、河南和华东地区。第二次是在 1970—1972 年，是"全国大搞中草药运动"时期进行的全国性大规模中草药资源普查。然而，这两次普查并没有把海洋药物列为重点，相关资料和数据不多，不能反映海洋药物资源的真实情况。第三次是在 1983—1987 年，根据 1982 年国务院第 45 次常务会议关于"对全国中药资源进行系统地调查研究，制订发展规划的决定"，由中国药材公司牵头进行普查。普查以常用动植物药材的野生资源蕴藏量、生产环境、资源开发利用的现状和问题为重点。通过这次资源普查，基本上摸清了中药资源概况，并据此制定了长远发展规划，使中药资源的开发利用走上了合理开发、有效利用、科学管理、可持续发展的道路；弥补了前两次普查不重视海洋药用生物资源的不足，将海洋药物资源也列入了普查重点，共普查出海洋药用物种资源 670 种，其中海洋药用植物物种资源 94 种，海洋药用动物物种资源 570 种，海洋药用矿物资源 6 种。

1.7.1.2 全国海洋药用生物资源专项调查

从 2004 年起，国家海洋局启动"我国近海海洋综合调查与评价"专项（简称"908"专项），设立"ST12 区块海洋药用生物资源调查与研究（908－01－ST12 ）"和"海洋药用生物资源评价和《中华海洋本草》编纂（908－02－05－04）"两个专项，由中国海洋大学主持，对全国从南到北沿海的海洋药用生物资源进行历时 5 年的调查。这是中国首次开展的全国范围海洋药物资源专项调查与评价，较系统全面地调查、分析了中国海洋药物资源状况。主要调查内容包括：调查、评价中国海洋药物资源的种类组成、数量及其分布状况；筛选、评价、验证药用资源的生物活性，发现新的药用生物；分析评价药物资源的药用价值和应用前景；建立海洋药物资源标本库、样品库和数据库；为大型海洋药物专著《中华海洋本草》的编纂提供第一手资料。根据海洋药用生物资源的特点，重点在珊瑚礁、红树林、海

岛、滨海湿地等代表性海洋生态系统中进行调查。到2008年,已完成南海三省(海南、广东、广西),东海(福建、浙江),北黄海(灵山岛、青岛近海)、渤海(长山列岛、大连近海)12个航次,165个断面,309个站位的专项调查,获得各类生物样品8000余号,照片近4000幅,部分样品进行了抗肿瘤活性等筛选。此外,还进行了沿海居民社区海洋药用生物民间调访,获得100多种海洋生物的300余条药用信息。该次调查为海洋中药和现代海洋药物的研究和开发提供了宝贵的海洋药用生物资源标本和数据资料。值得指出的是,在这些药用海洋生物资源中,大多种类及其分布为中国所特有,为中国海洋中药现代化和海洋药物研究提供了独特的资源基础。

1.7.1.3 沿海各省、市海洋药用生物资源专项调查

沿海各省、市进行海洋药用生物资源专项调查共有7次。

1. 海军卫生部组织的海洋药用资源联合调查

1968—1972年,为贯彻"把医疗卫生工作的重点放到农村去"的指示,组织医疗队上山下乡,以及实行"备战、备荒、为人民"的战略方针,在全国范围掀起了一场"大搞中草药"的群众运动。参加运动的人员涉及党、政各阶层和工、农、商、学、兵等广大群众。1969年海军411医院派出医疗队赴福建沿海,在为群众看病的同时调查收集有关海洋中药单方、验方和药用海洋生物资料。此举得到海军卫生部的重视,并由卫生部组成联合调查组于1973—1976年对除台湾的沿海8省、市主要岛屿的海洋药用生物进行了多次大规模调查,采集标本2000余件,收集了大量第一手资料。

2. 山东省海洋药物研究所的调查

山东省海洋药物研究所组成调查组,于1978—1999年对山东半岛沿海药用生物进行多次系统调查,采集标本千余种,收集了大量第一手资料,经分类、鉴定、整理,编写成《山东沿海药用生物资料汇编》,收载药用海洋生物320种。

3. 南海海洋研究所的调查

中科院南海海洋研究所于1972—1973年对广东省及海南岛、西沙群岛海域药用海洋生物进行了系统调查,并于1973年11月编写了《南海海洋药用生物调查报告》,分送各有关单位征求意见和使用。

4. 上海水产学院对有毒鱼类和药用鱼类的调查

上海水产学院于20世纪60年代开始对中国沿海有毒鱼类和药用鱼类进行专项调查,同时收集关于有毒鱼类及其中毒防治方法等有关资料,于1978年编成《中国有毒鱼类和药用鱼类》一书,收载有毒鱼类和药用鱼类250种。

5. 福建省中医药研究所的调查

福建省中医药研究所组成海洋药用生物专业调查队,于1981—1982年对福建厦门、晋江、蒲田等三地沿海进行调查,采集大量海洋药用生物标本,并鉴定、整理出具有药用价值的海洋药用生物126种。1989—1990年该所又把调查范围扩大至福建全省沿海岛屿海域,再次进行海洋药用生物调查,通过两次调查,了解到福建沿海药用海洋生物239种。

6. 浙江省卫生厅的联合调查

浙江省卫生厅于1984—1987年组织省医药总公司、省水产学会、海洋学会等单位成立联合调查组,分年度按季节组织了25批次230人次对浙江杭州湾、乐清湾、象山湾等三个海湾,以及舟山海区、岱巨海区、大目洋海区、洋鞍海区、三门海区、猫头海区、大陈海区、南北麂海区等7个海区,涉及浙江全省沿海岛屿海域,进行了关于潮间带生物种类、俗名、药用价值、资源情况、民间使用的单验方等方面的调查。编写成《浙江省药用海洋生物资源调查报告》,收载药用海洋生物416种。该项调查成果获浙江省科技成果二等奖。

7. 辽宁省大连市的调查

辽宁省大连市药用海藻协作组于1987—1988年对大连、旅顺、庄河、金县、长海等沿海23个渔村和岛屿进行海藻调查,共收集海藻标本135种及相关药用资料。后经分析鉴定出可作药用的海藻71种。

1.7.2 组建专门从事海洋药物教学、科研机构

新中国成立后,海洋药物发展进入高潮期的重要标志之一,就是由国家组建了专门从事海洋药物的教学单位、科研机构,为海洋药物的研究与发展培养所必需的专业人才和建设专业性质的科研平台打下了坚实基础。

据不完全统计,国内从事海洋药物的教学、科研单位有数十家:中国海洋大学医药学院(海洋药物教育部重点实验室)、中国科学院海洋研究所、国家海洋局第一海洋研究所、山东海洋药物研究所、中国科学院上海药物研究所、第二军医大学药学院海洋药物研究中心、上海海洋大学、中山大学、中国科学院南海海洋研究所、南京大学、南京中医药大学、江苏省海洋药物研究开发中心、中国药科大学、北京大学医学部、清华大学、沈阳药科大学、解放军药物化学研究院、宁波大学、浙江大学、浙江海洋学院、国家海洋局第三海洋研究所、香港科技大学海洋生物活性物质中心、烟台大学等。此外还有其他参与海洋生物技术、海洋天然产物先导化合物、药用海洋生物基因及其医药化工原料等研发的科研单位。另有市、县级海洋药物科研及产业单位百余家。

1.7.3 举办海洋药物学术会议,创建海洋药物专业委员会,创办专业杂志

1.7.3.1 举办海洋药物学术会议

随着对海洋药物的调查了解,海洋药物教学、科研单

位的陆续组建,对海洋本草与海洋药物的研究也随之迅速发展,因而对海洋药物的研究进展进行广泛的学术交流与协作的条件日臻成熟。50 多年来,已成功举办了 10 届海洋药物学术会议,还举办了国际海洋药物学术研讨会,对海洋药物的研究与发展起到了良好的促进作用。

1979 年 7 月在国家卫生部主持下,于青岛召开了中国首次海洋药物学术座谈会。此后,在中国药学会海洋药物专业委员会主持下,先后召开全国海洋药物学术研讨会 10 次。2004 年还举办了首届国际海洋药物学术研讨会。内容涉及海洋天然产物、药理、海洋生物技术、海洋糖化学与糖生物学、海洋药物开发等方面。

1.7.3.2 创建海洋药物专业委员会

中国药学会创建于 1907 年,至今已有 100 多年的历史。它的成立对中国医药学领域的研究、教育、新药研发及产业化发展、疾病的防治等方面发挥了重大作用。至今已成立 10 余个专业委员会或分会,海洋药物专业委员会就是其中的一个专业委员会。

"中国药学会海洋药物专业委员会"的前身是于 1980 年 8 月成立的中药和天然药物学会的海洋药物学术组。1991 年经中国药学会常务理事会批准,海洋药物学术组更名为"中国药学会海洋药物专业委员会"。该学会至今已经历了五届。海洋药物专业委员会对组织、协调全国海洋药物研究开发相关专家共同攻关,推动海洋药物事业发展,起到了重要作用。

1.7.3.3 创办《中国海洋药物》杂志

1981 年经卫生部批准中国药学会委托青岛医药科学研究所试刊《海洋药物通讯》,随后正式成为《海洋药物》杂志公开发行,后更名为《中国海洋药物》。该刊是由中国科学技术协会主管、中国药学会主办的全国性科技核心期刊。办刊宗旨是致力于海洋药物的研究和开发,系统报道有关海洋药物及相关学科的研究成果和国内外最新动态,推动海洋药学事业与其他相关学科的学术交流和发展,对促进学科之间的相互交流,发挥了桥梁和纽带作用。美国海洋药物毒物学家 B. W. Halstead 说:"中国人创办了世界上唯一一份海洋药物杂志,它给了我们很大的帮助。"

1.7.4 有关海洋药物的各类本草或中药著作大量出版

新中国成立后,新的本草或中药著作大量涌现,门类齐全,内容丰富。其中海洋药物内容的收载量也大大增加,尤以大型综合性本草或中药动植物药类专著收载的海洋药物增加最多,更为重要的是,编著出版了多种海洋药物专著。这些专著中收载海洋药物的一个共同特点,除涉及传统中药名称、产地、采集、炮制、药性、主治功效等内容外,开始涉及大量现代研究成果。如物种拉丁学名、形态特征鉴别、现代临床应用、化学成分、药理作用等。

1.7.4.1 综合性本草或中药著作

1.《全国中草药汇编》

该书是在全国性大规模中草药资源普查的基础上,由《全国中草药汇编》编写组于 1975—1978 年编写,1996 年修订再版,人民卫生出版社出版。共载中草药 2 200 余种。该书收载海洋药物 65 种,其中海洋藻类药 15 种,海洋动物药 47 种,海洋矿物药 3 种。可以确定的海洋药用物种 60 种,另有 42 种药物为少用药,未注明来源物种。

2.《中药大辞典》

由江苏新医学院编纂,1977 年由上海科学技术出版社出版。全书分上册、下册和附编三册,共收载中药 5 767 味,其中植物药 4 773 味,动物药 740 味,矿物药 82 味,以及传统作为单味药使用的加工制品等 172 味。该书为中药专业工具书,以中药的正名为辞目,下分异名、基原、原植(动、矿)物、栽培(饲养)、采集、制法、药材、成分、药理、炮制、性味、归经、功用主治、用法用量、宜忌、选方、临床报道、各家论述、备考等 19 项。该书收载海洋药物 115 种,其中海洋植物药 13 种,海洋动物药 97 种,海洋矿物药 5 种。

该书第二版由南京中医药大学组织修订,2006 年由上海科学技术出版社出版。共收载药物 6 008 味。

3.《中药辞海》

该书由中国药科大学主编,1993—1998 年中国医药科技出版社出版。全书共 4 卷。为综合性的中药工具书,共收载中药条目和有关中药内容的综合条目近 4 万条。该书共收载海洋药物 240 味,涉及海洋药用物种 276 种。其中海洋植物药 67 味,药用物种 85 种;海洋动物药 164 味,药用物种 178 种;海洋矿物药 9 味,药用物种 13 种。

4.《中国中药资源志要》

为查清中国中药资源,进一步合理开发利用这些资源,1982 年国务院第 45 次常务会议决定对全国中药资源进行普查,制订长远开发规划。为此,由国家经济委员会组织国家医药管理局、卫生部、农牧渔业部、林业部、对外经济贸易部、中国科学院、国家统计局等组成全国中药资源普查领导小组,在中国药材公司设立全国中药资源普查领导小组办公室,具体领导这项工作。从 1983 年开始,在全国开展大规模的中药资源普查,各省(市、自治区)、地(市)、县共有 4 万人参加,历时 5 年,收集了大量的第一手资料,采集近 200 万份标本、药材样品及 10 多万个民间单、验方。在此基础上,由中国药材公司组织有关专家,整理、编写(绘)了《中国中药资源丛书》,1994 年由科学出版社出版。

列入该丛书的《中国中药资源志要》是在全国中药资源普查的基础上,参考各地提供的中药资源名录及国内外有关文献和部分科研成果编著而成的。收载了全国药用

植物、动物、矿物等中药资源，及部分从国外引种栽培或饲养的药用资源共计12694种，其中药用植物383科2313属11020种(含种下等级1208个)；药用动物414科879属1590种；药用矿物84种。其中，海洋药用物种670种，包括海洋植物药用物种94种，海洋动物药用物种570种，海洋矿物药6种。

5.《全国中草药名鉴》

谢宗万等编著。该书采用古今结合、中西结合的科学方法，广泛收集中草药信息数据和已有科研成果，对中草药的药源生物的科属、拉丁学名、植(动、矿)物名、药物名、文献名、地方名、功效以及同名异物等问题，进行了认真的研究、整理、审订，正本清源，力求弄清中草药的品种数目，并使之名实相符。其中不少材料是作者数十年来在全国各地亲自调查、鉴定和考证后得到的结果。1996年由人民卫生出版社出版。

该书共收录全国中草药13200余条(772科)。其中植物药11470余条(369科)(包括藻类、真菌类、地衣类、苔藓类、蕨类、裸子植物、被子植物)；动物药1630余条(403科)；矿物药160余条。该书共收载海洋药用物种约900种，其中海洋药用植物物种183种，海洋药用动物物种708种，海洋药用矿物9种。

6.《中华本草》

1984年第六届全国人大和政协二次会议期间，中医药界的部分全国人大代表和政协委员提出，由国家组织力量整理和研究本草，并提交了修订“中华新本草”的议案。1989年5月，国家中医药管理局决定组织全国中药领域的相关专家，编纂一部新时代的“官修本草”——《中华本草》，并成立《中华本草》编委会。这是我国历史上第六次大规模地对本草学的发展进行的系统总结、整理和研究。

《中华本草》编委会下设品种、栽培、药材、化学、药理、炮制、文献与临床、制剂、本草史、药性理论10个专业委员会，以及藏药、蒙药、维吾尔药、傣药4个民族药专卷委员会。编委会汇集了国内本草学各分支学科的专家500余人，参编的高等医药院校和科研院所达60余家，历时10年编纂而成。1999年由上海科学技术出版社出版。

《中华本草》是一部全面总结中华民族二千多年来传统药学成就，集中反映20世纪中药学科发展水平的综合性本草著作。全书共34卷(其中4卷为民族药专卷)，收载药物8980种，插图8534幅，引用文献1万余种。内容涉及中药品种、栽培、药材、化学成分、药理、炮制、制剂、临床应用等中药及相关学科。该书无论是中药品种数量和篇幅，还是学术内容广度和深度，均超过迄今任何一部本草著作。

该书共收载海洋药用生物623种，海洋药物261种。其中海洋药用植物108种，海洋植物药44种；海洋药用动物501种，海洋动物药209种；海洋药用矿物14种，海洋矿物药8种。

1.7.4.2 动物类本草或中药著作

虽然历史上本草以植物类药物为主，但新中国成立后加强了对动物类药物的研究，出版的动物本草或中药类专著明显增多。由于在海洋药用物种中是以海洋药用动物物种居多，所以在出版的动物本草或中药类著作中，海洋动物药也成为重点。

1.《中国药用动物志》

《中国药用动物志》协作组编著，1979年由天津科学技术出版社出版。全书收录药用动物832种，其中收载海洋药用动物260种。该书对每种动物，分别按动物形态、生态资料、地理分布、养殖、化学成分、药理作用、药材应用等项记述，附图935幅。

2.《动物本草》

杨仓良、齐英杰主编，2001年由中医古籍出版社出版。该书是一部收集动物药较全、论述较详尽、侧重于临床应用的动物本草学专著。在全面介绍动物药的同时，又有重点地吸收古代医药学家的论述，广泛收集现代药化、药理及临床研究进展，着重阐述编著者的临床应用体会及见解。该书共收载海洋药用动物物种771种，海洋动物药317种，海洋化石物种7种，海洋化石药4种。

3.《中国有毒鱼类和药用鱼类》

伍汉霖编著，1978年由上海科学技术出版社出版。该书收集了中国有毒及药用鱼类的大量资料，经过综合分析，结合国内外有关有毒鱼类和药用鱼类的研究进展和成果，论述了各种药用鱼类的药用部位、性味功效和主治。此外，还重点介绍了国内外研究较多的关于角鲨烯、鲨鱼软骨粉、鱼油(DHA、EPA)、河豚毒素等方面的药用功效和制药情况。全书共收载有毒鱼类和药用鱼类492种。其中有毒鱼类278种，海洋有毒鱼类175种，淡水有毒鱼类41种；药用鱼类214种(含功效相同附录物种)，海洋药用鱼类175种，淡水药用鱼类39种。

1.7.4.3 海洋本草或中药专著

海洋药物研究与开发蓬勃发展的重要标志之一，是大量涌现的海洋本草或中药专著的出版。

1.《中国药用海洋生物》

该书由中国人民解放军海军后勤部卫生部、上海医药工业研究院编，1977年由上海人民出版社出版。全书收载药用海洋生物147种，分海藻、腔肠动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、鱼类、爬行动物、哺乳动物和其他共9大类。

2.《南海海洋药用生物》

该书是中国科学院南海海洋研究所1972—1976年到广东沿海和西沙群岛，以及广西沿海，向渔民群众调查访

问,将所得资料加以精选编写而成。1978 年由科学出版社出版。共搜集海产药用生物 213 种,并分别对它们的拉丁名、俗名、形态习性、分布、栖息地以及用途和用法,进行了叙述,附有插图,以便鉴别,共附图 222 幅。

3.《海洋药物民间应用》

孔庆洛等编,1984 年由福建科学技术出版社出版。收录海洋药物 83 种,每种按学名、异名、科属、形态特征、生活习性、药用部分、性味功能、民间应用等项叙述。

4.《中国海洋药物辞典》

姜凤梧、张玉顺主编,1994 年由海洋出版社出版。共收入海洋药物 1600 条,其中海洋动物药 1431 条,海洋藻类药物 125 条,矿物药 6 条,具特殊药理活性的化学成分药 38 条。每条均按动物、植物、矿物的别名、形态、生态、加工、药材、化学成分、药理作用、应用、用量、附言等项记述。

5.《中国海洋湖沼药物学》

贾玉海编著,1996 年由学苑出版社出版。分总论、各论和图谱三部分。共收载海洋湖沼药物 390 种,涉及药用动物 760 种、植物 99 种、矿物 9 种。动物药和植物药图谱共 606 幅。

收载海洋药用物种 514 种,海洋药物 207 种;其中海洋药用植物物种 54 种,海洋植物药 27 种;海洋药用动物物种 455 种,海洋动物药 175 种;海洋药用矿物 5 种。

2 海洋本草的基本特点

2.1 概述

2.1.1 中药与本草

中药，是按照中医理论和方法应用的药物。中药有广义和狭义之分。广义的中药主要包括两方面的内容：一是中医学以往所称的本草，二是根据中医组方理论将本草实物（药材）加工制作成能服用的药剂；狭义的中药是指中医治病所使用的基本药物，这些基本药物是组方并加工成剂的基础。在中医学理论体系中，本草、方、剂是既有联系又有区别的三个概念。

中药古代称为“本草”。“本草”一词，首见于汉代。据《汉书·郊祀志》记载，汉成帝建始二年（公元前31年）即设有“本草待诏”的官职，颜师古注曰：“谓以方药本草而待诏者。”平帝元始五年（公元5年）曾“征天下通知逸经、古记、天文、历算、钟律、小学、史篇、方术、本草，以及五经、论语、孝经、尔雅教授者……遣诣京师”（《汉书·平帝纪》）。又《汉书·楼护传》说：“楼护，字君卿，齐人，父世医也。护少随父为医长安，出入贵戚家。护诵医经、本草、方术数十万言，长者咸爱重之。”由此可知，“本草”一词的使用已有两千多年的历史。以后，本草不仅是中医理论体系中一个学科的名称，而且相关著作也通常以“本草”命名，如《神农本草经》、《新修本草》、《本草纲目》等。而关于“本草”的含义，韩保昇在《蜀本草》中说：“药有玉、石、草、木、虫、兽，而直云本草者，为诸药中草类最众也。”

本草是中医学的重要组成部分，有着悠久的历史。据《淮南子·修务训》记载：“古者，民茹草饮水，采树木之实，食蠃蚌之肉。时多疾病毒伤害，于是神农乃教民播种五谷，相土地宜，燥湿肥垆高下，尝百草之滋味，水泉之甘苦，令民知所避就。当此之时，一日而遇七十毒。”《帝王世纪》也说：“神农氏……尝味草木，宣药疗疾，救夭伤之命。”尽管以上记载通常被视为传说，但完全能够证明我们的祖先在炎帝神农时代已经有意识地去辨别百草，取利避害，并积累了以自然药物治病的知识。所以《史记通鉴》说：“神农尝百草，始有医药。”神农不仅是中华民族的祖先，而且是发明中药治病的代表。之后，中医采用中药治病的传统一直延续至今。

近百年来，西方化学药品及其理论不断传入我国，由于两种医学体系之间有明显的差异，相应的药物体系也有明显不同，人们把中国传统药物称为“中药”，本草学也多相应地改称“中药学”。中药学与本草学，尽管二者的含义和研究范围有所不同，但都是研究药物的来源、采收、性状、炮制、药性、功能、主治以及配伍应用等的学科，其中又以药性、功能、主治及配伍应用为研究主体。随着现代科学的发展，中药学的研究又涉及药材鉴定、化学成分、药理以及制剂等多方面内容，扩大了“本草”的内涵。

药物疗法是中医治疗疾病的重要方法之一，而本草则是药物疗法的基础。中华民族的先民利用药物的自然属性调整身体的阴阳平衡而达到治疗疾病的目的，是一项极有价值的贡献，从中也深刻反映出中国历史、文化和自然资源等若干特点。本草的发明与应用，不仅具有悠久的历史、系统的理论、丰富的经验，而且经过数千年实践验证是行之有效的，在世界医学史上具有特殊的地位与强大的生命力。中华民族从古至今在发现、认识、利用中药的历史过程中所付出的各种努力，不仅对中华民族的繁衍昌盛作出了巨大贡献，而且还将为人类的健康福祉作出更大贡献。

2.1.2 传统中药理论

中药治病之所以能数千年不衰，除了具有确切的疗效外，关键在于很早就形成了与整个中医理论相一致的系统中药理论，在这些理论指导下，中药应用大大超越了经验用药的水平，形成了独具特色的中药学。

中药理论是我国历代医家在长期的医疗实践中，运用比类取象、辨证综合、直觉体悟等传统思维方法，以阴阳、五行、脏腑、经络、气血等理论为依据，根据药物的性质及其所表现出来的治疗作用总结出来的用药规律，是中医理论体系中的一个重要组成部分。

具体说，中药理论是关于药物品种、名称、产地、分类、采收、炮制、性状、性味、性能、归经、功用、配伍、主治、毒副作用、用法等方面的理论。中药理论与中医学乃至中国传统文化是一脉相承的。

药性理论是中医理论体系中不可分割的重要内容，与脏腑、经络、病因、病机、治则等基础理论和临床实践密切相关。药性是指药物与治疗、预防疾病有关的性能和属性，是对药物性能的高度概括。研究药性形成机制及其运用规律的理论称为药性理论，其基本内容包括四气五味、升降浮沉、归经、有毒无毒、配伍、禁忌等。清代医家徐大椿说：“凡药之用，或取其气，或取其味，或取其色，或取其形，或取其质，或取其性情，或取其所生之时，或取其所成之地，各以其所偏胜而资之疗疾，故能补偏救弊，调和脏腑。深求其理，可自得之。”（《神农本草经百种录》）中医学认为，疾病的发生发展过程是致病因素（邪气）作用于人

体，引起机体正邪相争，从而导致阴阳气血或盛或衰，以及脏腑经络功能活动失常的结果。因此，药物治病的基本原理主要是扶正祛邪、消除病因、协调阴阳，恢复脏腑的正常功能，使身体重新达到和谐状态。药物之所以能够针对病情发挥治病作用，是由于不同的药物具有不同的特性，或偏于寒，或偏于热，或能升，或能降，这在中医学理论中称之为药性。药物的禀性均有所偏，中医治病，实际上就是以药物的偏性来纠正疾病所造成的阴阳偏盛偏衰。清代医家唐容川说："凡物虽与人异，然莫不本天地之一气以生，特物得一气之偏，人得天地之全耳。设人身之气偏胜偏衰，则生疾病，又借药物一气之偏，以调吾身之盛衰而使之归于和平，则无病矣。"(《本草问答》)

药性理论是传统中药理论的核心，是指导中医临床用药的依据，也是认识、掌握和运用中药的纲领，离开了药性理论指导的药物不能称其为中药。正如《本草崇原》所说："知其性而用之，则用之有本，神变无方；袭其用而用之，则用之无本，窒碍难通。"由于药性受药物品种、产地、生态环境等自然因素的影响，为更好发挥药物的性能，在中药使用过程中还要讲究采集、炮制、配伍、组方、制剂等，由此也形成了相关理论，同样是传统中药理论的重要内容。

2.2 海洋中药的类属

海洋中药是中药的重要组成部分，但"海洋中药"是一个以区域划分中药的概念，在传统中药分类中并未作为一类出现。虽然有些古代本草著作以"海药"、"南海"等命名，其中也收录有海洋中药，但"海"主要指当时的"海外"，并非海洋药物之意。

海洋中药虽然均来自海洋，但品种众多，涉及动物、植物、矿物三大类别的不同种类，从传统中药分类的角度看，所包含的药物分别被按不同分类方法纳入不同的类别。

2.2.1 传统中药分类与海洋中药的类属

2.2.1.1 按上、中、下三品分类

传统中药的分类始见于《本经》，该书载药 365 种，按药物功效、毒性分为上、中、下三品。即"上药一百二十种为君，主养命以应天，无毒，多服、久服不伤人；欲轻身益气、不老延年者本上经。中药一百二十种为臣，主养性以应人，无毒有毒，斟酌其宜；欲遏病补虚者本中经。下药一百二十五种为佐使，主治病以应地，多毒，不可久服；欲除寒热邪气，破积聚愈疾者本下经"。是为中药最早的分类法，对后世具有重要影响。《本经》收录的海洋中药，除牡蛎属上品外，其余均列入中、下二品，如海藻、乌贼骨、海蛤、文蛤等为中品，龟甲、贝子、蟹等为下品。

2.2.1.2 按自然属性分类

按药物的自然属性分类是我国古代采用较多的分类方法。《周礼》中已有"五药"分类法，据后汉郑玄注，"即草、木、虫、石、谷"。梁代陶弘景撰《神农本草经集注》，将 730 种药物分为玉石、草木、虫兽、果、菜、米食及有名未用等 7 类，为中药按自然属性分类之始。此后，唐代的《新修本草》，宋代的《开宝本草》、《嘉祐本草》、《证类本草》等主要本草都沿用了这种分类方法，只是类目略有变化。至明代李时珍著《本草纲目》不仅仍采用自然属性分类法，而且有了进一步发展。他将 1892 种药物按照从低级到高级先分为 16 部(纲)，然后按药物形态、习性等分为 60 类(目)，建立了完整的分类系统，成为传统中药自然属性分类的典范。这一分类与现代按门、纲、目、科、属、种的分类基本一致。《本草纲目》收录的海洋中药主要分布于鳞部和介部，其余分布于金石部、草部、菜部、虫部、禽部、兽部等。

2.2.1.3 按功效分类

《神农本草经集注》在采用自然属性分类药物的同时，创设"诸病通用药"专项，目的在于按照药物用途进行分类。唐代陈藏器创立"十剂"，将药物功效总结为"宣、通、补、泄、轻、重、涩、滑、燥、湿"十类。明清时期则出现了一些按功效分类的著作，如明代王纶《本草集要》将药物按功效分为"气、寒、血、热、痰、湿、风、燥、疮、毒、妇人、小儿"12 门，清代黄宫绣《本草求真》将 520 种药分为"补剂、收涩、散剂、泻剂、血剂、杂剂、食物"7 类。《本草求真》收录的海洋中药主要见于补剂、收涩、泻剂、血剂、食物等 5 类。其中补剂类中有：虾(补火)、龟板、龟胶(滋水)、海狗肾(温肾)等；收涩类中有：牡蛎、蛤蜊粉(寒涩)等；泻剂类中有：海藻(泻水)、海石、青盐、食盐、鳢鱼胆、石决明、珍珠(泻热)、鳖甲(平泻)等；血剂类中有：海螵蛸(温血)、青鱼胆(凉血)、螃蟹(下血)等；食物类中载有包括海鱼在内的多种鱼类，及海蛇、蛏等。

除上述分类方法以外，历代本草中还有采用按药性、归经、脏腑等进行分类的，也有的在分类上出现一定程度的交叉。不同的分类方法能满足不同的需要，是认识、比较、应用、研究等各项工作的基础。

2.2.2 现代中药分类与海洋中药的类属

由于研究方法的改变和学科的不断分化，现代中药分类除了继承传统中药分类方式外，又有新的分类形式。

2.2.2.1 药用部位分类

按药用部位分类，主要是根据药用植物的入药部位(器官)，分为根及根茎类、茎木类、皮类、叶类、花类、果实及种子类、全草类、树脂类等。植物药以外的，通常分类较粗，如菌藻类、动物类、矿物类、其他类等。现代中药鉴定、药材学和某些中药志等著作，多采用这种分类方法。按药用部位分类既保留了传统分类的部位特点，又吸取了现代形态学、解剖学等成果，便于研究和掌握药材的形态与特征。但由于海洋中药多为动物类，故这种分类方法对于海洋药物来说还显得不够细致。

2.2.2.2 自然分类

自然分类是根据中药材原植物或原动物在自然界中的位置，采用分类学的门、纲、目、科、属、种的分类方法。这种分类系统通常把植物药分为藻类、菌类、地衣类、苔藓植物门、蕨类植物门、种子植物门，动物药分为原生动物门、海绵动物门、腔肠动物门、扁形动物门、线形动物门、环节动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门、脊索动物门。门下再分纲、目、科、属、种各阶元。这种分类方法与传统中药按自然属性分类基本一致，本书参照这种方法将海洋药物分为矿物、藻类、红树林及滨海湿地、海绵腔肠动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、鱼类、爬行动物、鸟类、哺乳动物等，以使阐述清晰易辨。

2.2.2.3 化学成分分类

化学成分分类是以生物化学成分及其合成途径的特征为依据，按中药的化学成分结构类型进行分类。如氨基酸类、生物碱类、糖和苷类、醌类化合物、黄酮类化合物、木脂素类、香豆素类、萜类化合物、挥发油类、甾体化合物、鞣质类、生物大分子类等，这种分类方法对研究中药有效成分、品种鉴定等具有重要意义。但到目前为止，中医还不能按照化学成分组方用药，因此从中药中提取的化学成分还不能归于传统中药的范畴。

2.3 海洋中药的性状

中药大多取自天然，中医对药性的认识，主要是基于对药物生长环境、颜色、质地、生长过程、形态特点等多方面的细致观察，以及利用嗅觉、味觉对药物的直观感触，通过格物致知的传统思维方法，来获取药物的性、用，并在临床实践中反复实验、总结，不断深化、发展，而逐渐形成了一套完善、系统的传统中药理论。

药物的形态、颜色、气味、滋味、质地(包括轻重、疏密、坚软、润燥等)以及相关的生长环境、生长特性、生长规律等，即为中药的性状。性状是古人认识和总结药性的重要基础，但性状与药性又是两个不同的概念。性状是通过人的感观(如嗅觉、味觉、触觉等)能够直接感知到的，而药性则是根据药物性状及机体的用药反应，通过逻辑推理，对药物特性的概括。也可以说，性状是基本药性。

辨识药物性状，古人多有论述。贾所学在《药品化义·辨药八法》中说："每药一品，须分八款，更有次序，曰体，曰色，曰气，曰味，此四者，乃天地产物生成之法象，必先辨明以备参订；曰形，曰性，曰能，曰力，此四者，藉医人格物推测之义理，而后区别以印生成……当验其体，观其色，嗅其气，嚼其味，是定法也……唯辨此四者宜先，而后推其形，察其性，原其能，定其力，则凡厚薄、清浊、缓急、躁静、平和、酷锐之性及走经、主治之义，无余蕴矣。"这说明药物的体、色、气、味等从感官察觉的性状，在对传统中药认识的过程中十分重要，然后在此基础上进一步审察其形、性，推求其能、力，以至于归经、主治等方面的义理。中药性状的内容很多，可概括为以下几个方面。

2.3.1 形态

形态，指药物的形状，也包括药用部位。形状，是最能直接感知的物体外形，但以形状作为药性理论提出较晚。如人参，《名医别录》称"如人形者有神"，《雷公炮炙论》强调"凡使要肥大，块如鸡腿，并似人形者"。《海药本草》称："出新罗国所贡，又有手脚，状如人形，长尺余，以杉木夹定，红线缠饰之。"但这只对药品鉴别和质量检验方面有一定意义。金元医家刘完素曾说："天地赋形，不离阴阳，形色自然，皆有法象。毛羽之类，生于阳而属于阴；鳞介之类，生于阴而属于阳……故触类而长之，莫不有自然之理也。"至清代，徐大椿明确提出"以形为治"的论点，将药物形态与性能功效相联系，如《神农本草经百种录》说：续断"以形为治。续断有肉有筋，如人筋在肉中之象，而色带紫黑，为肝、肾之色，故能补续筋骨"；钟乳"以形为治。以其下垂，故能下气；以其中空，故能通窍"。陈念祖《神农本草经读》称："橘皮筋膜似脉络，皮似筋肉，宗眼似毛孔。人之伤风咳嗽，不外肺经，肺主皮毛。风之伤人，先于皮毛，次入经络而渐深，治以橘皮之苦以降气，辛以发散，俾从脾胃之大络而外转于肌肉、毛孔之外，微微从汗而解也。"以形为治者，还有"虫类熄风"、"藤类祛风通络"、"以皮行皮"、"诸花皆升"、"诸子皆降"等等。

海洋中药多介类，善开合，性沉潜，素有"介类潜阳"之论，如龟甲、鳖甲、牡蛎等。介属金而能攻坚，如龟甲，《本草崇原》说："龟居水中，性能胜湿，甲属甲胄，质主坚强，故湿痹而四肢之重弱可治。"甲、介同属金类，但又有不同。如鳖甲四周有裙，以肉裹甲，是为柔中有刚，阴中有阳；牡蛎则房中有肉，是为刚中有柔，阳中有阴。海洋鱼类，性善游行走窜，多有祛风之效。如鳗鲡鱼，《本草求真》云其"力善走窜钻穴，故书谓能祛风杀虫"。

2.3.2 质地

中药以植物为主，植物花、叶质地轻盈，大多具有轻清向上的特性，所以有"诸花皆升"、"诸叶皆散"之说，叶多有上达头面诸窍、发表解肌之效。《本草蒙筌·用药法象》说，药之质地有虚、实、轻、重、平、枯、润之别，其中轻、枯、虚宜治上；重、润、实宜治下；平者宜治中。《药品化义·辨药八法》则分为燥、润、轻、重、滑、腻、干。并指出，薄轻能升，厚重能降，干燥能去湿，湿润能去燥，主补，滑润能利窍。海洋中药虽有草木之属，但因生于水中，秉水木二气，质寒润，故能清热，如昆布、海藻。海洋中药中的介类，质地沉重，多具有沉潜的特性。海洋药物长期浸渍于海水，质滑腻，性多通降。

此外，药用部位不同，则质地不同，药性也有差异。药

用部位指动物、植物的不同药用部位，从大范围讲，指不同的组织、器官；从小范围讲，指同一器官的不同部分或不同结构。动物药的不同器官、脏腑、组织，各具不同药性、不同功能；至于同一器官的不同部位或不同结构也具有不同药性，则带有相当的特殊性。《汤液本草·东垣先生用药心法》有“用法根梢身例”，“凡根之在土者，中半以上，气脉之上行也，以生苗者为根；中半以下，气脉之下行也，入土以为梢。病在中焦与上焦者用根，在下焦者用梢。根升而梢降。大凡药根有上、中、下，人身半已上，天之阳也，用头；在中焦用身；在身半已下，地之阴也，用梢。述类象形者也。”以后诸家本草都有类似论述，其中《本草蒙筌·咀片分根梢》提得更简要而明确，“根梢各治，尤勿混淆。生苗向上者为根，气脉行上；入土垂下者为梢，气脉下行；中截为身，气脉守中。上焦病者用根，中焦病者用身，下焦病者用梢。盖根升、梢降、中守不移故也”。各家说法虽有出入，但原则相同。当归的应用是根梢分治的典型，《雷公炮炙论》称：“若要破血，即使头一节硬实处；若要止痛、止血，即用尾；若一时用，不如不使，服食无效，单使妙也。”《珍珠囊》称：“头，破血；身，行血；尾，止血。”与《雷公炮炙论》基本一致。《汤液本草》另有四种说法：“尾，破血；身，和血。”“头，止血；身，和血；梢，破血。”“用头则破血；用尾则止血；若全用，一破一止，则和血也。”“头能破血，身能养血，尾能行血。用者不分，不如不使。”这几种说法虽不尽同，但都指出当归的头、身、尾作用不同。

海洋药物质滑润，性通利，如鹿角菜，《本草纲目》云：“甘，大寒，滑，无毒。”《本草分经》云：“昆布，功同海藻，性雄而滑。治瘿瘤噎膈，顽痰积聚。”又海洋药物中以鱼类居多，鱼之应用，常分取肉、骨、肝、胆、油、卵、血、胶等，因部位不同，质地不同，药性有别。如肉则色白腴润，骨则色白而燥。另外，动物类药属血肉有情之品，故多有补益作用。

2.3.3 颜色

《素问·阴阳应象大论》：“东方生风，风生木，木生酸，酸生肝……在色为苍”；“南方生热，热生火，火生苦，苦生心……在色为赤”；“中央生湿，湿生土，土生甘，甘生脾……在色为黄”；“西方生燥，燥生金，金生辛，辛生肺……在色为白”；“北方生寒，寒生水，水生咸，咸生肾……在色为黑。”《素问·金匮真言论》：“东方青色，入通于肝”；“南方赤色，入通于心”；“中央黄色，入通于脾”；“西方白色，入通于肺”；“北方黑色，入通于肾”。这是方位、五脏、五色的五行配属形式，也是本草学中由对药物色泽的观察到对性用推演归纳的理论依据。

现存本草著作中，以《蜀本草》最早讨论五色与药性的关系，并举例以说明：“空青法木，故色青而主肝；丹砂法火，故色赤而主心；云母法金，故色白而主肺；雌黄法土，故色黄而主脾；磁石法水，故色黑而主肾，余皆以此推之，例可知也。”后世亦有以五色合五脏、五行，而解释归经者，如《本草备要》：“凡药青属木，入肝；赤属火，入心；黄属土，入脾；白属金，入肺；黑属水，入肾。此五色之义也。”显然是以《素问·金匮真言论》的论点引入药性理论。虽然这些理论的规律性不具备精确性，如青色药并不都入肝，入肝经的药亦不都是青色的，但作为传统中药理论中的重要思维模式和研究方法，是有可借鉴之处的。

海洋中药的颜色多青黑，入肝肾，具有清热平逆之功。如“鳖色青入肝，故所主者，疟劳寒热，痃癖惊痫，经水痈肿阴疮，皆厥阴血分之病也”（《本草纲目》）。也有其他颜色者，如“玳瑁色赤入心，故所主者，心风惊热，狎寒狂乱，痘毒肿毒，皆少阴血分之病也”（《本草纲目》）。因药用部位不同，也有其他颜色。如乌贼骨其色白，《本草思辨录》说：“骨为肾之合，而色白则属肺，是为摄气入血，故能化血中之气。”又说：“鳖介属而卵生色青，则入肝而气沉向里。”

2.3.4 气臭

气臭，是指通过嗅觉而感知的气，即香臭之气，或称臭，或称气，或称气味。在药性的论述中，气臭常并提。药物的气臭对辨识药物、阐发药性及临床应用等均有一定作用。

气臭与人体脏腑的关系，早在《内经》中就有记载。《素问·六节藏象论》说：“天食人以五气，地食人以五味，五气入鼻，藏于心肺……五味入口，藏于肠胃。”王冰注云：“天以五气食人者，臊气凑肝，焦气凑心，香气凑脾，腥气凑肺，腐气凑肾也。”此处所指的“五气”，即臊、焦、香、腥、腐；“五臭”，乃触鼻可闻的嗅觉之气。又《素问·金匮真言论》更将五气与五行、五脏相配，论述五脏与四时、饮食气味的关系，指出：肝味酸，其类草木，其臭臊；心味苦，其类火，其臭焦；脾味甘，其类土，其臭香；肺味辛，其类金，其臭腥；肾味咸，其类水，其臭腐。后世医药学家亦有据“五臭凑五脏”的理论解释药物功效。例如《神农本草经读》曰：“臭香，得土之正气……故专主脾胃之病。”《药品化义》曰：五灵脂“气臊，入肝最捷”。此外，还有同气相应之说，认为药物气臭与人体某种物质的气臭相似而感应，使药效直达病所，起到治疗作用。例如《医学衷中参西录》曰：水蛭“为其味咸，故善入血分；为其气腐，其气味与瘀血相感召，不与新血相感召，故但破瘀血而不伤新血”。气臭有厚、有薄，其功效也就有差异，气厚（浓、浊）的，性气急躁，多猛烈酷锐；气薄（淡、清）的，性多缓静，多和缓宽柔。故药物气臭雄壮的，大多属走散逐邪之药；柔和的，大多属顺气调和之品。

海洋中药多具咸腥气味，《本草纲目》说，盐“气味咸腥，人之血亦咸腥……从其类也”。另外，古人有腥臭填下之说，下焦精血不足者，宜用血肉有情、滋厚之品，填补其亏损。这类药物大多腥臭重浊，富有脂膏，如吴瑭所言“以

腥臭脂膏补之”。

此外，海洋中药多动物，其药性还与各自习性有关。如海马，李时珍说：“海马雌雄成对，其性温暖，有交感之义，故难产及阳虚、房中方术多用之，如蛤蚧、郎君子之功也。”

2.4 海洋中药的药性

药性是按照中医理论赋予药物的性能，是中医组方用药的依据。其内容主要包括四气、五味、归经、升降浮沉、毒性等。海洋中药的药性也离不开这些内容，但又有其特点。

2.4.1 四气

2.4.1.1 基本含义

四气，又称四性，指寒、热、温、凉四种不同的药性。《本经·序例》说：“药有酸、咸、甘、苦、辛五味，又有寒、热、温、凉四气。”不仅系统概括了四气、五味理论，而且每味具体药物也标以五味、四气，对后世本草著作编写以及药性理论发展均有重要影响。后世诸家本草在论述药物的功用时，均首先标明其“气”和“味”，将气与味视为药性理论的核心内容。

寒、热、温、凉四气又可概括为寒、热两类，因为寒与凉、温与热之间仅是程度上的不同，即“凉次于寒”、“温次于热”。寒凉属阴，温热属阳，寒凉与温热是相对的两种药性。历代本草文献在论述具体药物的药性时，又有对寒、热程度的详细区别，如寒又有大寒、寒、小寒、微寒；热又有大热、热、小热、微热；温又有大温、温、微温、温微热、温热；凉又有大凉、凉、微凉。此外，四性以外还有一类平性药，是指药性平和、寒热不明显、作用缓和的一类药，如山药、党参之类。当然，平性不是绝对的，通常也略有所偏，在本草著作中又有平寒、平温、平微凉、微平等药性。所以虽称“四气”，但通常指寒、热、温、凉、平五种。李时珍在《本草纲目》中说：“五性焉，寒热温凉平。”明确指出“平”为药性之一。

2.4.1.2 治病原理

中医根据药性组方用药以治病，就是利用药性寒、热、温、凉之偏性来纠正人体阴阳之偏盛偏衰，以达到恢复阴阳相对平衡之目的。程云来在《医暇卮言》中说：“草木得气之偏，人得气之全，以彼之偏，辅我之偏，医药之繇起也。”即所谓补偏救弊。《素问·至真要大论》说：“寒者热之，热者寒之。”《本经·序例》也说：“疗寒以热药，疗热以寒药。”例如，病人表现为高热烦渴、面红目赤、咽喉肿痛、脉洪数，属于阳热证，中医用石膏、知母、栀子等寒凉药组方治疗后，上述病证则缓解或消除。反之，病人表现为四肢厥冷、面色苍白、脘腹冷痛、脉微细，属于阴寒证，中医用附子、干姜等温热药治疗后，上述病证得以缓解和消除。可见，以寒凉药治疗阳热证，以温热药治疗阴寒证，是中医必须遵循的用药原则。

2.4.1.3 四气的作用

1. 寒

寒性属阴，具有苦、燥、泻、向下等特点，主要功能为清热泻火、清热解毒、清热燥湿、清热凉血等。

(1) 清热泻火。“寒能胜热”，寒性药物具有清热泻火功能，又兼有降泄作用，用于邪热亢盛的病证。

(2) 清热解毒。具有清热解毒作用的药物，多用于热毒(火毒)所致的病证。

(3) 清热燥湿。苦能燥湿，寒能胜热。具有清热燥湿的药物，多用于湿热相兼的病证。

(4) 清热凉血。性寒而入血分的药物能清血分之热，具有凉血作用。血得凉则凝，热去而静，故对血热妄行而吐血咯血诸证，可起到止血效果。有些凉血药还兼有活血散瘀的作用。

海洋中药禀寒水之性，故属寒者最多，这也是海洋中药的一个主要特点。常用药如朴消、玄明粉、海藻、昆布等均为寒性。寒性药多苦寒，有清泄之弊，易伤脾胃，故用药时当中病即止，不宜多服久服，脾胃虚弱者慎用；易伤阳气，素体阳虚者慎用；易化燥伤阴，故阴虚者慎用。

2. 凉

凉性属阴，药性特点类似于寒而较次。具有清热、养阴除蒸等功能。

(1) 清热。凉能清利，凉药多有清热的功能。

(2) 养阴除蒸。热盛多耗伤津液，故凉药在清热的同时亦能起到保护阴津的作用；另外凉药中甘味的药物，多兼具清热与养阴的作用。

海洋中药凉性者较少，代表者如石燕、海菊蛤、蛏壳等，均有清热之功。凉性属阴，易伤阳寒中，故中寒阳虚者应慎用。

3. 热

热性属阳，具有宣通、升散、向上的特点。具有扶阳气、祛寒邪等功能。

(1) 回阳救逆。热性药能恢复阳气，助心阳可以通脉。

(2) 补火助阳。扶肾阳可以益火，补养命门，温养脏腑。

(3) 温经散寒。热则宣通，可以助阳退阴，温通血脉。

海洋中药多禀寒水之性，故热性者极少，代表者如海狗肾，温肾壮阳、填精补髓。热性药容易耗气伤血、损津劫液，故阴虚内热、气阴不足、命门火炽者慎服；血得热则行，故血热妄行之出血证也在慎服禁服之列。

4. 温

温性属阳，药性特点类似于热而较次。具有发散表寒、温胃和中、温通气血等功能。

(1) 辛温发表。辛能发散,温可祛寒。具有透发毛窍、发汗解表作用。

(2) 和胃调中。多为苦、辛味药。苦能燥湿,辛可通散,具有暖脾祛寒、燥湿行气、导滞解郁的功能。

(3) 温中祛寒。温中焦之气,祛脾胃寒邪。

(4) 温通气血。多为辛味药,具有宣通之效。气血得寒则凝,得热则行,得辛温之品则可以温通。

(5) 补气助阳。药物的补益作用与其温养之性有着密切的关系。

海洋中药属温性者如紫硇砂、海螵蛸、对虾、青鳞鱼、海龙、海马等,因多为血肉有情之品,故多具温阳之功。温性虽次于热,但也属于阳,若使用不当,亦能耗津助火,所以阴虚火旺、津液不足,或邪热内盛的病证,亦应慎用。

5. 平

药性和缓,没有明显的寒热之偏,但功用广泛,能散结、化瘀、明目、补虚等。一般益气而不温燥,养阴而不滋腻,消散而不伤正,性平力缓,常于平淡中见神奇,故配伍应用较广。如瓦楞子、紫贝,以及药食两宜的鱼类(如鲟鱼、鲥鱼、鲈鱼、比目鱼等)多为性平之品,临床应用较多。

需要说明的是:第一,寒凉药与温热药是药性相反的两类药,如果辨证不清,误用寒凉或温热,不仅不能治愈疾病,甚至会导致病情恶化或引起伤亡。故王叔和曾说:"桂枝下咽,阳盛则毙;承气入胃,阴盛则亡。"李中梓也说:"寒热温凉,一匕之谬,覆水难收。"第二,由于寒与凉、热与温之间具有程度上的差异,因此组方用药时要注意选择恰当的药物。如当用热药而用温药、当用寒药而用凉药,则病重药轻达不到治愈目的;反之,当用温药而用热药则易伤其阴,当用凉药而用寒药则易伤其阳。第三,病证有时表现为寒热错杂,如表寒里热、上热下寒、寒热中阻、阴阳格拒等,用药又当寒、热并用,或采用反佐之法。如张介宾所说:"以热治寒,而寒拒热,则反佐以寒药而入之;以寒治热,而热拒寒,则反佐以热药而入之。"这些都需要在临床实践中加以把握和灵活应用。第四,四气虽是最基本、最主要的药性,但同一性气的药物,又有五味、归经、升降浮沉等其他药性的差别。因此,对于任何一个寒证或热证,首先要做到定表里,别虚实,辨真假,综合分析,明确证候。然后在寒、热、温、凉、平不同性气的药物中,结合其五味、归经、升降浮沉等药性,有针对性地选择相应的药物,才能切中病情。

2.4.2 五味

2.4.2.1 基本含义

五味即酸、苦、甘、辛、咸,具有不同的治疗作用,是基本的药性之一。《本经·序例》说:"药有酸、咸、甘、苦、辛五味。"《内经》对五味的作用、五行属性及应用有详细而系统的论述,后经历代医家不断补充,五味理论逐步完善。

在《内经》及诸家本草中,尚有"淡"、"涩"二味,但仍称五味者,与五行学说相配属有关。又李时珍认为"淡附于甘",徐大椿认为"涩即酸之变味",对药性五味不言淡、涩分别提出了自己的见解。

2.4.2.2 五味理论

作为药性理论,五味已不只是口尝所得到的滋味,但两者仍然有密切关系,口尝之味是药性之味的重要基础。

五味的产生,首先是基于口尝,即通过人的感觉器官辨别出药物的真实滋味。然而和四气一样,五味更重要的是通过长期的临床实践观察,不同滋味的药物作用于人体后,产生的反应也不一样,治疗效果也不一样,从而总结归纳出五味的药性理论。也就是说,五味不仅是药物味道的真实反映,更重要的是对药物作用的理论概括。自从五味作为归纳药物作用的理论形成后,五味的"味"也就超出了味觉的范畴,而与药物的功效密切相关了。因此,本草著作记载的"味"常有与口尝的"味"不相符合的地方,原因也在于此。总之,五味的含义既代表了药物味道之"味",又包含了药物作用之"味",两者或同或异,是构成五味理论的主要内容。五味与四气一样,也具有阴阳五行的属性,《内经》认为,辛甘淡属阳,酸苦咸属阴。《素问·藏气法时论》指出:"辛散、酸收、甘缓、苦坚、咸软。"这是对五味作用最早和最基本的概括。

此外,《内经》还提出了大量有关味的理论,为后世五味理论的发展奠定了重要基础,至今仍是药性理论的重要组成部分。如:《素问·六节藏象论》云:"天食人以五气,地食人以五味。""五味入口,藏于肠胃。味有所藏,以养五气。气和而生,津液相成,神乃自生。"《灵枢·五味论》:"五味各走其所喜:谷味酸,先走肝;谷味苦,先走心;谷味甘,先走脾;谷味辛,先走肺;谷味咸,先走肾。"在临床应用方面,《内经》所述五味理论主要有以下几个方面:

1. 六淫病的治则

《素问·至真要大论》指出:"风淫于内,治以辛凉,佐以苦,以甘缓之,以辛散之。热淫于内,治以咸寒,佐以甘苦,以酸收之,以苦发之。湿淫于内,治以苦热,佐以酸淡,以苦燥之,以淡泄之。火淫于内,治以咸冷,佐以苦辛,以酸收之,以苦发之。燥淫于内,治以苦温,佐以甘辛,以苦下之。寒淫于内,治以甘热,佐以苦辛,以咸泻之,以辛润之,以苦坚之。"针对风、热、湿、火、燥、寒等病因,提出了以五味组方用药的原则与法度,对后世方剂学的发展具有重要意义。

2. 五脏苦欲补泻

《素问·藏气法时论》对五脏苦欲补泻及组方规律有较为详细的论述,指出:"肝苦急,急食甘以缓之","心苦缓,急食酸以收之","脾苦湿,急食苦以燥之","肺苦气上逆,急食苦以泄之","肾苦燥,急食辛以润之"。"肝欲散,

急食辛以散之，用辛补之，酸泻之”，“心欲软，急食咸以软之，用咸补之，甘泻之”，“脾欲缓，急食甘以缓之，用苦泻之，甘补之”，“肺欲收，急食酸以收之，用酸补之，辛泻之”，“肾欲坚，急食苦以坚之，用苦补之，咸泻之”。金代张元素在《医学启源》中针对五脏之所苦、所欲，分别补充了代表药物，如肝苦急，以甘草缓之；心苦缓，以五味子收之；脾苦湿，以白术燥之；肺苦气上逆，以黄芩泄之；肾苦燥，以黄柏、知母润之。这些内容被李时珍收入《本草纲目·序例》中，称为“五脏五味补泻”。这里的“苦”是指出现不利的情况，“欲”是顺其性，补泻是根据五味入五脏的理论，顺其性为补，反其性为泻。

3. 五味配伍应用

五味的组方配伍应用，大致可分为相辅相成与相反相成两个方面。如《素问·至真要大论》论五味之阴阳说：“辛甘发散为阳，酸苦涌泄为阴，咸味涌泄为阴，淡味渗泄为阳。”因此，选用阴阳属性相同的药物配伍，则属于相辅相成之例。关于相反相成的配伍，《素问·阴阳应象大论》根据五行相克规律指出：“辛胜酸”，“咸胜苦”，“酸胜甘”，“苦胜辛”，“甘胜咸”。

4. 饮食五味调养

《内经》对疾病的饮食调养也十分重视，《素问·五常政大论》：“谷肉果菜，食养尽之，无使过之，伤其正也。”说明病势已去、正气未复时，可用谷肉果菜等饮食予以调养，使病得以痊愈。《素问·藏气法时论》指出：“毒药攻邪，五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味合而服之，以补精益气。”并按照五脏苦、欲，对五脏疾病的饮食调理加以说明，如“肝色青，宜食甘，粳米、牛肉、枣、葵皆甘”，此即“肝苦急，急食甘以缓之”之意；“心色赤，宜食酸，小豆、犬肉、李、韭皆酸”，此即“心苦缓，急食酸以收之”之意。

2.4.2.3 五味的作用

从《内经》总结五味理论以来，历代医家在临床实践中不断总结并加以完善。如清代汪昂《本草备要·药性总义》归纳为：“凡药酸者能涩、能收，苦者能泻、能燥、能坚，甘者能补、能和、能缓，辛者能散、能润、能横行，咸者能下、能软坚，淡者能利窍、能渗泄。此五味之用也。”后世诸家本草解释药性五味的作用，仍按上述精神进行阐述。

1. 辛味能散、能行、能润

辛味药具有发散通利、行气行血的作用。能散，谓有散邪、散结之义；能行，谓有行气、行血、辛香走窜、开窍醒神之义；能润，谓有润燥之义，即《内经》“辛以润之”之意。辛味药多用于治疗表证及气血阻滞之证。

海洋中药单纯辛味者较少，如青琅玕味辛，祛风止痒、解毒、行瘀。其余多与他味相兼，但仍具行散之性，如玄明粉辛咸，能泻热通便、润燥软坚、消肿散结；海门冬辛苦咸，能清热解毒、软坚散结；蝤蛑咸辛，能活血化瘀、消食、通乳。

2. 甘味能补、能缓、能和、能润

甘味药具有补益、和中、调和药性、缓急止痛等作用。能补，谓有补虚之义，包括补气、补血、补阴、补阳等。能缓，谓有缓急之义，分缓和躁急、缓解挛急、缓急止痛。能和，谓有和中与和诸药之性二义，和中为调脾胃而护胃气，调药性为缓和药物偏胜之性，以免有伤正之弊。甘味药还有润燥作用，在本草方书中屡有所见。如麦门冬、玉竹、天门冬、蜂蜜等味甘之品，均有润燥的功能。甘味药多用于治疗正气不足、身体虚弱等证。

海洋中药甘味药多为动物，尤其鱼类以甘味为多。如角螺滋阴补气，蚶补气养血、温中健胃，鲟鱼益气补虚，鲥鱼健脾补肺、行水消肿，鲼鱼养阴益气，鲈鱼益脾胃、补肝肾，杜父鱼健脾益气。

3. 苦味能燥、能泄、能坚

苦味药具有清热泄火、降冲止逆、通利大便等功能。能燥，谓有燥湿之义，多为苦寒之品。能泄，谓有药性向下发挥作用之义，结合药性和应用的实际，又可进一步分为降泄、清泄、通泄。能坚，谓有坚阴之义，多指固肾阴，为苦寒归肾经之药。苦味药多用于治疗火热、咳喘、呕恶、便秘、湿证、阴虚火旺等证。

海洋中药的苦味药多为鱼胆，如金钱鱼胆、篮子鱼胆等均有清热解毒作用。

4. 酸味能收、能涩

酸味药具有收敛、固涩作用。能收，有收敛之义，即收敛耗散之正气，及收敛津液。能涩，有固涩之义，即涩精、涩肠等作用。酸味药多用于治疗体虚多汗、肺虚久咳、久泻肠滑、遗精滑精、崩带不止等病证。

海洋中药较少酸味药，具有收敛作用的多为涩味药，如海螵蛸等。

5. 咸味能软、能化、能下、能补、能潜

海洋中药长期浸渍海水之中，禀阴寒之性，其味多咸，也可以说咸味药大多出自海洋。李时珍说：“大抵海中蚌、蛤、蚶、蛎，性味咸寒，不甚相远，功能软散，小异大同。非若江湖蚌蛤，无咸水浸渍，但能清热利湿而已。”（《本草纲目》）咸味药的作用主要有以下几个方面。

(1) 软坚

咸味药具有软坚、散结、消积等功能，多用于消散瘿瘤瘰疬、癥瘕痞块、胁下硬痛、睾丸肿硬等。如海藻、牡蛎、紫菜消散瘿瘤，昆布软坚散结。成无己说：“牡蛎之咸，以消胸膈之满，以泄水气，使痞者消，硬者软也。”朱震亨曰：“凡瘿结积块之疾，宜常食紫菜，乃咸能软坚之义。”

(2) 化痰

咸味药具有化顽痰、除老痰、消痰核等作用。如浮石清肺火、化老痰，琼脂（琼胶）清热化痰。

(3) 通下

咸味药具有润下燥屎、通利脏腑之功。多用于脏腑热结,大便燥坚等证。如朴消、玄明粉泻热通便,清除实滞。

(4) 补肾

《素问·至真要大论》云:"五味入胃,各归所喜……咸先入肾。"故不少入肾经的咸味药如海狗肾、龟甲、鳖甲等具有良好的补肾作用。为了引药入肾,增加补肾作用,不少药物如知母、黄柏、杜仲、巴戟天等要用盐水炮制,也取此意。除补肾外,味甘咸的海洋中药多有补益脾肺的作用。

(5) 潜阳

咸味药性潜镇,具有平肝潜阳作用。如石决明、海决明、紫贝等具有平肝潜阳、镇惊安神的作用。

此外,《素问·宣明五气》还有"咸走血"之说,李时珍说:"咸走血而坚,故瓦垄子(瓦楞子)能消血块,散痰积。"(《本草纲目·魁蛤》)此外,肾主水,咸入肾,心属火而主血,咸走血即以水胜火之意。

6. 淡味能渗、能利

淡味药具有渗湿利小便的作用,多用于治疗水肿、脚气、小便不利等证,利水渗湿之方多用淡味药。

海洋中药属淡味者较少,一些药食两宜的鱼类或具淡味。

7. 涩味能收、能止

涩与酸味药的作用相似,具有收敛、固涩之功,多用于治疗虚汗、泄泻、尿频、遗精、出血等病证。如海螵蛸收涩止血、固精止带。"涩"为十剂之一,徐之才说:"涩可固脱,牡蛎、龙骨之属是也。"李时珍云:"脱者,气脱也,血脱也,精脱也,神脱也。脱则散而不收,故用酸涩温平之药,以敛耗散……牡蛎、龙骨、海螵蛸、五倍子……之类,皆涩药也。"

四气与五味是从不同角度来说明药性的,每味药均有气与味。明代医家缪希雍说:"物有味必有气,有气斯有性。"强调了药性是由气和味共同组成的。因此,必须把四气和五味结合起来,才能准确辨别和把握药性。王好古在《汤液本草》中说:"药之辛、甘、酸、苦、咸,味也;寒、热、温、凉,气也。味则五,气则四,五味之中,每一味各有四气,有使气者,有使味者,有气味俱使者……所用不一也。"可见,药物的气味所表示的药性作用以及气味配合的规律是比较复杂的。因此,既要熟悉四气五味的一般规律,还要掌握每一药物的具体作用及配合应用,才能在临床过程中准确把握,灵活运用。

2.4.3 归经

2.4.3.1 基本含义

归经,是以脏腑经络理论为指导,阐发药物对机体某脏腑、经络、部位具有特殊或选择性作用的一种药性理论。药物的归经不同,其治疗作用也不同。"归"有趋向、归属之意,"经"是脏腑经络的总称。故归经是药物作用范围的定位、定向概念。在历代本草文献中,对归经的用词,有归某经、入某经、走某经、行某经、通行某经等,也有径称为某经药、某经本药、某某二经药等说法。在归属定位上,有以经络命名者(明代以前较多),有以脏腑命名者(清代以后为多),也有以经络脏腑合称者,另外也有以其他部位如鼻、目、骨等来定位的。一般来说,药物归经的专属程度并不一样,有的专入一经,有的归属数经,还有通行诸经或十二经者。如大戟入十二经,黑附子通行诸经,香附通行十二经、八脉气分。

中药归经学说是中医药理论的特色之一,是中药药性理论中的核心组成部分,研究归经理论有较大的现实意义。

2.4.3.2 理论形成

中药归经理论是以脏腑经络学说为基础,以药物所治疗的具体病证为依据,经过长期临床实践总结出来的药性理论。该理论的形成可追溯到先秦时期,《周礼》以及秦汉以来的《内经》、《本经》、《名医别录》、《千金要方》等医药文献,有大量关于五味作用定向、定位等论述,可以说是归经理论的先声。《伤寒论》六经分经论治为归经理论奠定了基础。唐宋时期《食疗本草》、《本草拾遗》、《本草衍义》、《苏沈良方》等都论述过药物定向、定位的归经与作用,并与脏腑经络联系在一起,逐步出现了药物归经理论的雏形。金元时期,张元素《珍珠囊》正式把归经作为药性的主要内容加以论述,王好古《汤液本草》、徐彦纯《本草发挥》全面汇集了金元时期医家有关归经的内容,标志着归经理论已经形成。明代刘文泰《本草品汇精要》、贾所学《药品化义》均将"行某经"、"入某经"作为论述药性的固定内容。清代沈金鳌《要药分剂》正式把"归经"作为专项列于"主治"之后说明药性,并采用五脏六腑之名。其后,《松崖医径》、《务中药性》系统总结了十二经归经药,《本草分经》、《得配本草》又增订入归奇经八脉的药物,使归经学说更臻完善。

药物归经主要是论述药物作用于机体脏腑经络的定位、定向问题,是历代医家经长期医疗实践总结而成的。因此,药性的归经理论依据也不外乎药物特性、机体的脏腑经络和临床疗效三个方面。

1. 药物特性

每种药物都具有形、色、气、味、质等基本特性,这些特性是古人赖以认识和阐发药性的基础,也是确定药物归经的依据之一。如味辛、色白的药物通常入肺和大肠经,味苦、色赤者入心和小肠经等。又如磁石、代赭石重镇入肝,桑叶、菊花轻浮入肺等。早在《内经》已把药物的五色、五味、五气,通过五行学说与五脏理论相联系,用来说明药物

作用与脏腑生理、病理的关系。故药物的形、色、气、味等在归经理论形成中起了一定作用。药物形、色、气、味与经络的关系，根据《内经》有关篇章的内容可归纳如下：色青、味酸、气臊属木而入肝；色赤、味苦、气焦属火而入心；色黄、味甘、气香属土而入脾；色白、味辛、气腥属金而入肺；色黑、味咸、气腐属水而入肾。

药物的这些特性，虽然都可作为归经的理论根据，但相对来说，以五味、五色应用较多，其次是药物的形性，如《本草备要》说："其入诸经，有因形相类者，如连翘似心而入心，荔枝核似睾丸而入肾之类"；"质之轻者，上入心、肺；重者，下入肝、肾……枯燥者，入气分；润泽者，入血分。"

2. 脏腑经络

药物的定向、定位作用，首先是与脏腑相联系的。如《内经》中的"五入"、"五走"，就是说明药物或食物作用与五脏、五体之间的相互联系。又《内经》及后世医家对五脏苦欲补泻的论述，也是把药物五味的补泻作用与五脏相联系的。《本经》对部分药物的具体功效记述，也说明了药物与脏腑病理生理上的作用机理，如谓甘草"主五脏六腑寒热邪气"，柴胡"去肠胃中积气"等。李时珍据金元医家的理论归纳总结的"脏腑虚实标本用药式"，更是脏腑理论结合寒热、补泻等药性综合应用的一个典型例子。每一脏腑中又有"气"、"血"之分，显示了归经理论已向更深层次发展。

3. 临床疗效

药物性能来源于临床疗效的总结，药物归经理论尽管与药物的形、色、气、味等特性和机体脏腑、经络等有关，但它的建立仍有赖于药物疗效的总结。金元以来，对药物归经的认识，主要是以药物效用为其依据。无论是以脏腑理论或经络理论进行归经，都是建立在药物治疗作用的基础之上的。由于经络能沟通人体内外表里，所以当人体发生疾病时，体表病变可以通过经络影响到脏腑，反之，内脏疾病也能反映到体表。由于发病所在脏腑及经络循行部位不同，临床上所表现的症状也各不相同。如心经病变多见心悸失眠，肺经病变常有胸闷咳喘，肝经病变每见胁痛抽搐等证。临床上用朱砂、远志治心悸失眠，说明其归心经；用桔梗、苏子治胸闷咳喘，说明其归肺经；用白芍、钩藤治胁痛抽搐，说明其归肝经。至于一药能归数经，是指其治疗范围的扩大。如麻黄既能发汗宣肺平喘以治疗外感风寒及咳喘，又能宣肺利水以治风水水肿，故兼入肺、膀胱二经。

海洋中药禀赋阴寒水质，入五脏者多，尤以入肝肾二经者居多。

2.4.4 升降浮沉

2.4.4.1 基本含义

升降浮沉，是阐释药物不同作用趋向的药性理论。升，是指向上升举，作用趋于上；降，是指向下沉降，作用趋于下；浮，是指向外发散，作用趋于外；沉，是指向内收敛，作用趋于内。升与浮，沉与降，既有区别，又有交叉，意义常兼通，在实际应用中也常相提并论，或以升降作为升降浮沉的简称。

药物的升降浮沉理论从萌生到形成，经历了漫长的过程，虽然这一理论很早就已应用，但理论形成则是在金元时期，张元素在《医学启源》中论述了药物的升降浮沉作用，并根据《内经》创制了"气味厚薄寒热阴阳升降之图"。其后，李东垣、王好古、李时珍等又作了进一步补充，使升降浮沉理论趋于完善，逐步成为辨证组方用药的说理工具。

2.4.4.2 理论基础

药物的升降浮沉，与人体气机的升降出入以及疾病的病机趋向有密切关系。《素问·六微旨大论》说："升降出入，无器不有。"因为"非出入，则无以生长壮老已；非升降，则无以生长化收藏"。人体气机运动的基本规律就是升降出入，如气血、脏腑、经络的运动均具有这一特点，正气升降出入的循环往复是人体生命活动的基础。一旦气机运动紊乱，升降出入异常，便发生疾病，停止则生命终结，即所谓"出入废则神机化灭，升降息则气立孤危"。因此，调整、恢复气机的正常运行，则成为药物治疗的目的。与气机升降出入紊乱相对应的便是药物的升降浮沉。

作为药性理论的升降浮沉，既表明药物作用趋向之药性，也具有参与调整、调节、平衡、恢复人体气机运行的含义。气机升降出入发生障碍，机体便处于病态，产生不同的病势趋向，如病势上逆（如呕吐、呃逆、喘息）、下陷（如脱肛、遗尿、崩漏）、向外（如自汗、盗汗）、向内（如表证未解入里），或病位在表（如外感表证）、在上（如头痛、目赤）、在里（如里实便秘）、在下（如腹水、尿闭）。此时，利用药物的升降浮沉之性治疗，以达到气机运行正常，就是中药治病的原理之一。《素问·阴阳应象大论》说："其高者，因而越之；其下者，引而竭之；中满者，泻之于内；其有邪者，渍形以为汗；其在皮者，汗而发之。"这一论述说明了应根据升降出入障碍所产生疾病的病势与病位的不同，采取相应的治疗方法，为中药升降浮沉理论的产生和发展奠定了理论基础。

2.4.4.3 药性作用

药性虽然可概括为升降浮沉四种作用趋向，但其中升与浮相类，主上行和向外，具有升阳、发表、散寒、催吐等作用；沉与降相类，主下行和向内，具有潜阳、降逆、收敛、泻下等作用。

1. 升浮药性

具升浮药性的药物，其质地多为轻清空虚之品，其性多温热，味多辛甘淡，多为气厚、味薄之品，总的属性为阳，

故有“阳为升”之谓。就其作用特点而言，为上行、向外。就其具体功效而言，分别具有疏风、散寒、宣肺、透疹、升阳、通痹、催吐、开窍等作用，故解表药、祛风湿药、温里药、开窍药、补气药、补阳药等类药物，大多具有升浮性质，总为阳热气分药物。海洋中药大多禀性阴寒，性属沉降，但其中也有沉中有升者，如浮海石“既有升上之能，复有达下之力”(《本草求真》)。藻类、菜类质地轻柔，向上而生，亦略具升浮之性。

2. 沉降药性

具沉降药性的药物，其质地多为重浊坚实之品，其性主寒凉，味多酸苦咸，多为气薄、味厚之品，总的属性为阴，故有“阴为降”之谓。就其作用特点而言，主下行、向内。此类药物的具体功效，分别具有通便、泻火、利水、镇静安神、平肝潜阳、平喘、降逆、固精、涩肠、止带等作用。在泻下药、清热药、利水渗湿药、安神药、平肝熄风药、补阴药、收涩药等类药物中，大多具有沉降性质，多为阴寒血分之品。海洋药物禀赋寒水之性，其性趋下、滑利、潜镇，故大多为沉降之品。

2.4.4.4 药性依据

中药升降浮沉的作用趋向性，是药物作用于机体后所表现的不同反应。这种作用与反应的出现，与药物在自然界生成禀赋(种类、形态、质地等)密切相关，并受四气、五味、炮制、配伍的影响。历代医家主要是以药物的气味厚薄阴阳、四气五味，以及药用部位、药物质地等特性来论述药物升降浮沉之性的。

海洋药物，多属味厚气薄，或气味俱厚，其性降泄下行者多。如牡蛎，《本草经疏》云：“气薄味厚，阴也，降也。”海藻，《本草经疏》云：“气味俱厚，纯阴，沉也。”

1. 四气

药性有寒热温凉之别，是针对病性而言的。药性有升降浮沉之异，是针对病势而言的。由于温热药多升散，寒凉药多沉降，故药物的寒热温凉与升降浮沉也有密切关系。如李东垣说：“夫药有温凉寒热之气，辛甘淡酸苦咸之味，升降浮沉之相互……气象天，温热者天之阳，寒凉者天之阴；天有阴阳，风寒暑湿燥火，三阴三阳上奉之也。”这里论述四气、五味与升降浮沉等药性，与四时六气密切相关。王好古说：“夫气者天也，温热，天之阳；寒凉，天之阴。阳则升，阴则降。”李时珍说：“寒无浮，热无降。”概括而言，四气与升降浮沉的关系为：温升、热浮、凉降、寒沉。在海洋药物中，大多禀赋寒水之性，其性寒凉，其行沉降。

2. 五味

《内经》以气味厚薄来概括气味的性能，成为升降浮沉理论的依据。随着理论研究的深入，药物的不同滋味也成为升降浮沉药性的重要因素。李东垣说：“味象地，辛甘淡者地之阳，酸苦咸者地之阴；地有阴阳，金木水火土，生长化收藏下应之。”王好古进一步概括为“味者地也，辛甘淡地之阳，酸苦咸地之阴；阳则浮，阴则沉。”李时珍则用反证之法概括五味与升降浮沉的关系，他说：“酸咸无升，甘辛无降。”五味与升降浮沉的联系可概括为辛、甘、淡味主升浮；酸、苦、咸味主沉降。海洋药物味咸者多，故性多沉降。

3. 药用部位、质地与生熟

药性的升降浮沉，与药物的四气、五味、气味厚薄等有着密切关系，同时与药用部位、质地、生熟等因素也有一定关系。药用部位与升降浮沉的关系，张元素、李东垣、李时珍等都有一些论述。在药物质地方面，海洋类药物以鳞、介为多，久居水中，其体滑利，故其性主沉降者多。

药物的生熟(包括通过炮制的生、熟)也是影响药性升降浮沉的因素之一。通过炮制可以影响和改变药物升降浮沉，如有些药物酒制则升，姜炒则散，醋炒收敛，盐炒下行。

4. 配伍

药物的升降浮沉通过配伍也可以发生转化，如具有升浮之性的升麻，配以咸温润下的当归、肉苁蓉，虽有升降合用之意，然总归润下之用，即少量升浮药配以大量沉降药则随之而降。同样，少量沉降药配以大量升浮药则随之而升。

总之，药物的升降浮沉常常受多种因素的影响，所以要综合各种特性来概括。此外，升降浮沉既不是绝对的，也不是固定不变的，需要在临床上根据具体情况灵活掌握和运用。

2.4.5 毒性

2.4.5.1 基本含义

在历代本草著作中，通常在每味药物的性味之下，标明其“有毒”、“无毒”，以便在组方用药时知所避忌，趋利避害。这既是药性的重要内容，也是掌握药性必须注意的问题。

从本草的角度看，“毒”在文献中有以下几个含义：

1. 药谓之毒

古人通常把毒药看作是一切药物的总称。在上古时代，无毒者为“食”，有毒者为“药”，“毒”与“药”的含义是相通的。这在《周礼·天官·冢宰》、明代张景岳《类经》、石寿棠《医原》中都有说明与记载。从这个意义上讲，毒并非“对人体有毒害”之义。

2. 药性峻猛者谓之毒

如《素问·五常政大论》说：“大毒治病，十去其六；常毒治病，十去其七；小毒治病，十去其八；无毒治病，十去其九；谷肉果菜食养尽之，无使过之，伤其正也。”这里将药物按毒性分为大毒、常毒、小毒、无毒四类。在古代本草中，还有根据药性的峻、缓、刚、柔确定其有毒、无毒。《本经》对其所收药物，按作用功效，分为上、中、下三品，其三品分

类的依据之一，就是无毒、有毒和多毒。

综上可见，本草中所谓毒，并非完全指今人所谓的毒副作用或毒副反应，中医恰恰是在利用药物的“毒”性以治病，而且通过组方配伍，这些药物的毒性通常不会对人体形成毒害。古人认为，凡能治病的就是药，有毒也不致形成伤害；不治病，无毒之药也能为害。

2.4.5.2 毒性分级

历代本草在标明药物有毒、无毒的同时，通常也对毒性进行分级。如《素问·五常政大论》有“大毒”、“常毒”、“小毒”、“无毒”之分。《本经》则分为“有毒”、“无毒”两类。《证类本草》、《本草纲目》将毒性分为“大毒”、“有毒”、“小毒”、“微毒”四类。现《中华人民共和国药典》采用大毒、有毒、小毒三类分法，也是目前通行的中药毒性分类法。

2.4.5.3 海洋中药的毒性

海洋中药品类繁多，药用生物中有毒物种不少，有的甚至有剧毒。记载“有毒”者如石脑油、紫硇砂、鲨肉、海鳗、河豚等，记载“小毒”者如干苔、鹧鸪菜、海螵蛸、蝼蛄、海胆、海鹞鱼等。此外，《本草拾遗》列有毒之鱼：“鱼目有睫，杀人。目得开合，杀人。逆腮，杀人。脑中白连珠，杀人。无腮，杀人。二目不同，杀人。连鳞者，杀人。白鬣，杀人。腹中丹字，杀人。鱼师大者有毒，食之杀人。”还有些海洋中药虽未标明毒性，但强调不宜多食。如海藻、昆布、鳠鱼、鲋鱼等。《本草求真》说：“(海藻)至有病非实结，最不宜用，非独海藻为然，即凡海中诸药，无不如是。”《本经逢原》说：“(昆布)此物下气，久服瘦人。海岛人常食之，水土不同故耳。凡海中菜皆损人，不独昆布、海藻为然。”因此，在使用海洋中药时也应引起注意。

2.5 海洋中药的炮制

中药炮制，是根据中医理论，按照治疗、制剂、贮藏等不同要求，以及药材自身的特性，所采取的一系列加工技术。它是历代医药学家在长期用药实践中的经验积累和总结，对保证用药安全，提高治疗效果，起着重大作用，是中药在应用过程中不可缺少的重要环节。

炮制是中药加工的传统术语。古代亦称“炮炙”。《说文解字》：“炮，毛炙肉也。”“炙，炮肉也，从肉在火上。”古代谓炮炙是一种用火加工肉食的方法，但炮炙只意味着用火的加工处理，不能概括除火制以外的多种加工方法，因此以后又有修治、修事等名称。为了更确切地反映整个中药的加工技术，现统称为“炮制”。

2.5.1 沿革

马王堆汉墓出土的帛书《五十二病方》，据考证是我国现存最早的医方，其成书大约在《内经》之前。其中已载有切、削、舂、捣、浸渍、燔、炮、煅、熬、炒、炙、煮等多种炮制法，并已能应用辅料制药。

《本经·序例》指出“若有毒宜制，可用相畏相杀者”的理论，说明有毒药物，可采用与之相拮抗的药物同制，以抑制其毒性。

东汉末年，张仲景《金匮玉函经》中有炮制具有使药物纯净、去毒、减低副反应等内容。

在《伤寒论》和《金匮要略》中，使用的炮制方法已发展到20余种。对有毒药物的炮制方法，记载尤为详细。如附子炮去皮，破八片；巴豆去皮心，熬黑，研如脂等。

南北朝刘宋时代，雷敩所著《雷公炮炙论》，是我国医学史上最早的炮制专著，系统地总结了5世纪以前药物采制和炮制方法，所载炮制内容除了一般净制、切制外，主要有蒸、煮、烙、炙、炮、煅、浸、飞等法。其中应用辅料的内容更为丰富，如蒸有清蒸、酒蒸、姜汁拌蒸、蜜拌蒸、生地黄汁拌蒸等。

梁代陶弘景《本草经集注》，对某些药物的炮制方法，有较详细的记述。在该书的序例中，还列有“合药分剂料理法则”，较具体地阐述了药物在各种制剂中的炮制要求。唐代孙思邈在《千金要方》中专列“合和篇”，即仿陶弘景“合药分剂料理法则”而有所增减。这种把炮制方法结合制剂进行系统概括的形式，对后世成药制剂中合理运用炮制具有一定的影响。

宋代政府十分重视医药，多次修订本草，并开设官药局，实行熟药官卖，推广使用成药，炮制方法有很大改进。在《太平惠民和剂局方》中，列有药材炮制专篇，记述了当时185种通用药物的炮制加工技术，内容具体而切合实用。

金元时期，药物炮制逐渐上升到理论阶段。如李东垣在其《用药心法》中，阐述了药物炮制作用的原理。又如葛可久的《十药神书》首次提出“血见黑则止”的理论，主张运用炭药以止血。

中药炮制发展至明代，内容更加丰富，炮制方法和理论，都有进一步的充实和提高。如陈嘉谟所辑的《本草蒙筌》中对炮制方法作了较系统的概括，指出“凡药制造，贵在适中，不及则功效难求，太过则气味反失”。

李时珍的《本草纲目》是明代药学巨著。在药物条目中，列有“修治”专项，收录前人炮制资料、当代炮制技术及李时珍自己的经验和见解。在具有炮制内容的330味药物中，由李时珍增补的炮制内容就有140余条。所述净制、切制以及以改变药性和适应调剂、制剂为目的的各种炮制方法将近70种。在炮制与药物作用关系的论述方面，较之前人更为详细。

明代的《补遗雷公炮制便览》(1591年)绘制中药彩色插图1 133幅，其中与炮制相关的有200余幅，绘制精美，涉及各种炮制过程、工艺、人物和器具等，全面反映了中药的加工炮制过程和方法，具有很高的医学、美学、史学、民俗等价值。

缪希雍所撰《炮炙大法》，是明代较有价值的一部炮制专著，该书记述了439种药物的炮制操作技术及成品贮藏方法，并将前人的炮制方法归纳为“炮、燔、煿、炙、煨、炒、煅、炼、制、度、飞、伏、镑、搽、曝、露”等17种，称为“雷公炮炙十七法”。所载各药炮制方法，在继承的基础上有所改进和补充。

清代基本上沿用明代的炮制法，炮制专著有张睿的《修事指南》，该书收载232种药物的炮制法，内容大多录自《证类本草》和《本草纲目》。在炮制理论方面，承袭《本草蒙筌》而有所增补。

赵学敏的《本草纲目拾遗》，是清代颇有影响的本草著作，在炮制方面，除一般方法外，制炭的药物较多。尤其在其所编的《串雅内篇》、《串雅外篇》中，记载了药物制备和复制的方法，很有特色。

新中国成立后，在党的中医政策推动下，有计划地开展了对中药炮制的系统整理和研究工作。在继承方面，全国各省市都进行了炮制经验的整理，制订出版了各省市《炮制规范》。同时，《中华人民共和国药典》也收载了炮制内容，制定了“中药炮制通则”，并相继出版了一些炮制专著，编写了全国高等医药院校《中药炮制学》统一试用教材，为继承和发扬中药炮制奠定了基础。

2.5.2 炮制目的

1. 发挥药性，提高疗效

中药药性，包括寒、热、温、凉四气和酸、苦、甘、辛、咸五味。为了更好地发挥药性，需要根据药物特点分别进行炮制。通过炮制，能够更好地发挥药物对某经的作用。如牡蛎有醋炙法和盐炙法，醋炙助药入肝经，发挥平肝潜阳之功，用于治疗眩晕耳鸣、惊悸失眠等症；盐炙助药入肾经，取其补肾固涩之效，用于治疗遗精、崩漏、带下等病症。通过炮制以提高药物疗效，是炮制的基本目的。通过切制、煅、炙等方法，可以使药物在煎煮过程中易于析出有效成分。如矿物类药石燕、石蟹，炮制有煅法与醋淬法，可达到使药物酥脆的目的，以利于煎煮时发挥药效。

2. 改变药性，纠正偏弊

有些药物药性过偏，作用虽强而易生流弊，如大苦大寒药易于败胃、伤津；大辛大热之药易致耗气、助火、伤阴等。因此，使用这类药物时，除适当配伍外，每通过炮制以缓和其偏性，从而防止副反应的发生。

3. 降低毒性，保证安全

有些药物具有毒性和副反应，能影响临床用药安全，除通过配伍和控制用量外，还应采取炮制的方法以降低毒性和副反应。有的中药虽无毒性或只有轻微毒性，但服后也可能发生不良反应，经炮制后则可避免或减轻。

4. 提前加工，宜于制剂

质地坚硬的药材很难粉碎，不利于制剂和调剂，作为煎剂，在短时间内也不易使有效成分煎出，因此必须经过炮制后才能应用。如坚硬的动物药和植物药多用烫制法，矿石类药物多用煅法。使坚硬的药材变酥，易于粉碎，便于制剂，成药则内服易被吸收。如蛤壳，质地坚硬，用煅法使其酥脆；而瓦楞子，入丸散需研末。

5. 保证净度，利于贮藏

中药在采收、运输、保管过程中常混有泥沙杂质，霉败品和残留的非药用部位等。因此，必须进行严格的分离和洗刷，使其达到所规定的净度，以保证临床用药的洁净和剂量的准确。

6. 矫除异味，便于服用

有些药物具有特殊不快的气味，如乌贼骨具有腥味，常可引起患者恶心、呕吐或厌恶。因此常用酒制、蜜制、水漂、麸炒、炒黄等炮制法处理，达到矫臭、矫味的效果，以利于服用。

2.5.3 海洋药物常用的炮制方法

2.5.3.1 净制

净制即净选加工。药材在切制、炮制或制剂前，都须经过净选加工，以除去药物中的杂质、霉变品、虫蛀品、灰屑以及非药用部分，使达到药用的净度标准。主要是清除杂质及分离和清除非药用部位。

清除杂质。又包括挑选、筛选、风选、水选等方法以去除杂质。分离和清除非药用部位。包括以下方面：去根或残茎、去皮壳、去毛、去心、去芦、去核、去瓤、去枝梗、去头尾足翅、去残肉等。以海洋动物药为例，甲香是取蝾螺的厣而去除其他部分；骨螺是去肉取壳；江珧柱是去肉取闭壳肌；而东风螺肉与壳、海豚鱼的肉与油，性味、功效迥异，故炮制时分别取用。

2.5.3.2 切制

净选后将药物切成一定规格的片、丝、块、段等类型，称为饮片。

2.5.3.3 炮炙

1. 炒制

炒制是将净制或切制后的药物，置预热容器内，连续加热，不断搅拌、翻动至一定程度的炮制方法。根据治疗与组方需求，结合药物性质，可分为清炒法和加辅料炒法两大类。

(1) 清炒。将药物直接用火炒制，可根据炒制程度分为炒黄、炒焦、炒炭三种。

(2) 加辅料炒。是将药物加入固体辅料同炒的方法，常用的有麸炒、米炒、土炒以及河沙、蛤粉、滑石粉烫制等法。

2. 煅制

煅制是将药物直接放于无烟炉火中或适当的耐火容器内煅烧的一种方法。可分为明煅、闷煅两法。

(1) 明煅法。又称直火煅法。多用于矿物类和动物中贝壳类药物。

(2) 闷煅法。又称密闭煅法、扣锅煅法。是将药物置于密封的容器内,高温煅制成炭的方法。闷煅法制炭适用于炒炭易于灰化的药物。

3. 炙制

炙制是将净选或切制后的药物,加一定量的液体辅料,用文火拌炒,使辅料逐渐渗入药物组织内部的方法。根据所用辅料不同,又分为以下各种炙法。

(1) 酒炙。将药物加酒拌匀,入容器加盖闷透,然后置锅内用文火炒干。

(2) 醋炙。将药物加米醋拌匀,闷透,置锅中,用文火炒至一定程度,取出,放凉。

(3) 盐炙。将一定量的食盐加水溶化,与药物拌匀,闷透,用文火炒至一定程度,取出,放凉或干燥。

(4) 蜜炙。将一定量炼蜜,加适量开水稀释,与药物拌匀,放置闷润,使蜜逐渐渗入药物组织内,然后置锅中,用文火炒至颜色加深且不粘手时,取出摊晾,凉后及时收贮。

(5) 姜炙。取药物与一定量的姜汁拌匀,放置闷润,使姜汁逐渐渗入药物内部,然后用文火炒至一定程度,取出晾凉。

(6) 油炙。将药物与一定量的油脂共同加热处理的方法。辅料用油有植物油和动物脂肪油两类。通常有油炒法、油炸法、油脂涂烤法三种方法。

4. 煨制

煨制是将药物包裹一层吸附油质的辅料(纸浆或湿面块),埋于加热的滑石粉中煨烫或直接拌炒至所需程度时,筛去滑石粉,剥去包裹层,切片或捣碎。或取未干燥药物铺摊吸油纸上,层层隔纸,上下用平板夹住,捆扎结实,加热除去部分油质。

5. 蒸制

蒸制是将药物,置适当的容器内,隔水加热或用蒸汽加热的炮制方法。药物经加热蒸透或至规定程度时,即取出、干燥。

6. 煮制

煮制是将药物加水或液体辅料共煮的方法。一般以煮至液体完全吸尽,块根类药物切开内无白心时,取出,干燥。

7. 炖制

炖制的方法、作用和应用的范围与液体辅料蒸制基本相同,但炖制法须将药物和液体辅料放入容器内,密闭后隔水加热,使辅料不易挥发而为药物充分吸收。

8. 豆腐制

豆腐制是海洋药物珍珠的一种特殊炮制方法。《本草发挥》说:"放豆腐内煮一炷香,与灯心同研极细。"《本草述》:"用豆腐一块,入珠于腐腹,煮一炷香取出,将洗净无浆白棉布二三重包珠于石上杵烂为细末。"现行,取原药材,置布袋中,扎固,与豆腐同置锅内加适量水,煮 2 小时,取出,洗净,干燥,研成粗粉,反复水浸淘洗,除去悬浮物至水清,再水飞成极细末。每珍珠 100 kg,用豆腐 80 kg。

其他又有制霜、水飞、发芽、发酵等方法。如珊瑚,研细水飞取极细末,外用调敷或点眼。

2.6 海洋中药的应用

海洋中药的应用与其他中药一样,可大致分为两个步骤,首先是根据病情或身体状况的需要,运用中医理论,将中药组合成方;然后根据方的要求加工制作成剂并服用。从以药组方到制作成剂,通常称为方剂。换句话说,中药是以方剂的形式应用的。在整个应用过程中,以中医理论为指导进行组方至为关键,离开了中医理论指导的海洋药物,虽然也能防病治病,但很难再称为海洋中药。

2.6.1 组方与配伍

2.6.1.1 组方

组方,是在辨证立法的基础上,按照一定原则,选择恰当的药物相互配合,以达到防治疾病的目的。组方是中医辨证论治的重要步骤,是完成和体现治法的关键环节。

将药物组合成方,是中医学的重要特点之一。药物的功用各有所长,也各有所短,必须通过合理配伍,才能扬长避短,所谓"药有个性之特长,方有合群之妙用"。清代徐大椿在《医学源流论·方药离合论》中说:"草木之性,与人殊体,入人肠胃,何以能如人所欲,以致其效。圣人为之制方,以调剂之,或用以专攻,或用以兼治,或以相辅者,或以相反者,或以相用者,或以相制者。故方之既成,能使药各全其性,亦能使药各失其性。操纵之法,有大权焉,此方之妙也。"方剂在长期的发展过程中,已经形成了特有的组方基本理论,即组方原则。

选药组方,必须在辨证立法的基础上进行,但在确定方剂组成时,还必须遵循一定的组方原则。这种原则,早在《内经》中就已提出,称之为"君、臣、佐、使"。如《素问·至真要大论》曰:"主病之谓君,佐君之谓臣,应臣之谓使。"明确指出了药物在方中的主次地位与从属关系。其后,历代医家又多有阐发,如元代李东垣说:"主病之谓君……兼见何病,则以佐使药分别治之,此制方之要也。"又说:"君药分量最多,臣药次之,佐使药又次之,不可令臣过于君。君臣有序,相与宣摄,则可以御邪除病也。"(《脾胃论》)明代何瑭又进一步指出:"大抵药之治病,各有所主。主治者,君也;辅治者,臣也;与君相反而相助者,佐也;引经及治病之药至于病所者,使也。"(《医学管见》)由此可见,君、臣、佐、使,不仅体现了方剂的组方结构,而且说明了方中

药物配伍的主从关系。现将君、臣、佐、使的含义进一步分析归纳如下：

君药：是针对主病或主证起主要治疗作用的药物。是方剂组成中不可或缺的主药。

臣药：是辅助君药加强其治疗主病或主证作用的药物，或针对兼病或兼证起主要治疗作用的药物。

佐药：有三种意义。一是佐助药，指配合君、臣药以加强治疗作用，或用以治疗次要病证的药物。二是佐制药，指消除或缓解君、臣药毒性与烈性的药物。三是反佐药，指因病重邪甚，可能拒药时，或因病情需要，配伍与君药性味相反而在治疗中起相成作用的药物。

使药：有两种意义。一是引经药，即引导方中诸药达于病所的药物。二是调和药，指调和方中诸药的性能，协同诸药相互作用的药物。

综上所述，方中药物的君、臣、佐、使，主要是以药物在方中所起的作用来确定的。一般而论，君药通常具有药力较强、用量较大的特点，而且是方中必不可少的。但君药味数不宜过多，一般 1～2 味即可。臣、佐、使不一定齐全，在某些药味少的方剂中，有的君、臣药就兼佐、使药之用。如麻黄汤中麻黄既是君药，同时又可兼引经药即使药。但在一些药物组成比较庞大的方中，则不分君、臣、佐、使，而是按药物的不同作用，以主要部分和次要部分来划分。总之，方中君、臣、佐、使是否齐备，由病情和治疗的需要所决定。

海洋中药在组方过程中，也同样遵循这一原则。

2.6.1.2 配伍

在组方原则指导下，根据病情的不同需要和药物的不同特点，有目的、有选择地将不同的药物配合在一起应用，称为配伍。通过配伍不仅可以更好地发挥药物各自的作用，适应复杂的病情，而且能够增强疗效、减少毒性作用，因此，掌握中药配伍规律对于指导临床用药具有重要意义。

古人把药与药之间的配伍关系称为“七情”。“七情”的论述首见于《本经》。其“序例”云：“有单行者，有相须者，有相使者，有相畏者，有相恶者，有相反者，有相杀者。凡此七情，合和视之。”“七情”中除了单行者外，其余都是讲药物的配伍关系。

1. 单行

单行就是指用一味药组成方剂以治病。单行适应于病情比较单纯的病证，选用一味针对性较强的药物即能达到治疗目的。如古方独参汤，单用一味人参，治疗大失血所致元气虚脱的危重病证。海洋中药也多用单行者，如文蛤散，单用文蛤一味，治伤寒“病在阳，应以汗解之，反以冷水潠之，若灌之，其热被劫，不得去，弥更益烦，肉上粟起，意欲饮水，反不渴者”(《伤寒论》)。又如牡蛎散，单用牡蛎一味，或治乳痈初发(《圣济总录》)，或治不渴而小便失利，或治臁疮(《世医得效方》)等，都是行之有效的方法。

2. 相须

即性能与功效相类似的药物配合在一起应用，可以增强原有药物的疗效。如石膏配知母，能明显增强清热泻火的作用；大黄配芒硝，能明显增强攻下泻热的作用。海洋药物也是如此，如常以海藻与昆布配伍，以增强软坚散结的作用。《本草求真》说：“昆布亦同海藻、海带，俱性带滑且雄，凡瘿坚如石者，非此不除。”故多相伍为用。以同类药相须配伍，是中药配伍的主要形式之一，通常是构成方剂的核心。

3. 相使

即选用性能功效方面有某些共性，或性能功效虽有差异，但是治疗目的一致的药物配合应用，其中以一种药为主，另一种药为辅，配伍之后，辅药能提高主药疗效。如黄芪与茯苓配伍治疗脾虚水肿，利水健脾的茯苓能提高黄芪补气利水的治疗效果；又如黄连配木香治湿热泻痢，腹痛里急，黄连清热燥湿、解毒止痢，配以木香调中宣滞、行气止痛，可增强黄连治疗湿热泻痢的效果。以海洋中药为例，牡蛎配麻黄根治疗虚汗、多汗，牡蛎咸凉、清热止汗为主，麻黄根甘温、走肌表固卫气为辅，配伍应用能够增强敛汗固表之功。无论功效相近，还是功效有异，凡一主一辅，相互配合以增强疗效者，均能相使为用。

4. 相畏

即一种药物的偏性或毒性，能被另一种药物减轻、抑制或消除。如砂仁可减轻熟地滋腻碍胃之偏弊，故说熟地畏砂仁。又如生半夏、生南星的毒性能被生姜减轻或消除，所以说生半夏和生南星畏生姜。历代本草文献中较少记载海洋中药有相畏者。

5. 相杀

即一种药物能减轻或消除另一种药物的毒性。如绿豆杀巴豆毒，防风杀砒霜毒等。相畏、相杀具有相同或相近的含义，也可以说是同一配伍关系的两种提法。

6. 相恶

即两药合用后，一种药物能使另一种药物原有功效降低，甚至丧失。如人参恶莱菔子，莱菔子能削弱人参的补气作用。生姜恶黄芩，黄芩能削弱生姜温胃止呕的作用。至于相恶是否有规律可循，尚待深入研究与探讨。海洋中药相恶者载述不多，如牡蛎，徐之才云“恶麻黄、辛夷、吴茱萸”。两药在方中相恶与否，还与所治证候有关。如用人参治元气虚脱或脾肺气虚，伍以消积导滞的莱菔子，则人参补气效果降低。但对脾虚食积气滞之证，如单用人参益气，则不利于积滞胀满之证；单用莱菔子消积导滞，又会加重气虚。两者合用相制而相成，故《本草新编》说：“人参得

莱菔子，其功更神。”故相恶配伍原则上应当避免，但也有可利用的一面。

7. 相反

即两种药物合用，能产生或增强毒性反应或副作用。如“十八反”、“十九畏”中的若干药物。

上述七个方面除单行外，其变化关系可以概括为四种情况：其一，相须、相使可以起到协同作用，能增强疗效，是临床用药时要充分利用的；其二，相畏、相杀可以减轻或消除药物的偏弊，恰当运用可趋利避害，是使用偏弊较大药物应掌握和运用的方法；其三，相恶是一种药物能抵消或削弱另一种药物的功效，一般情况下不宜相配；其四，相反是药物之间相互作用，产生毒性或强烈的副作用，属于配伍禁忌，原则上应避免配用。李时珍在《本草纲目·序例》中说：“药有七情，独行者，单方不用辅也；相须者，同类不可离也……相使者，我之佐使也；相恶者，夺我之能也；相畏者，受彼之制也；相反者，两不相合也；相杀者，制彼之毒也。古方多有用相恶、相反者。盖相须、相使同用者，帝道也；相畏、相杀同用者，王道也；相恶、相反同用者，霸道也。有经有权，在用者识悟尔。”可见，配伍既有原则，也具有一定的灵活性，需要在应用时把握和变通。

除七情总结的配伍规律外，历代医家还积累了一些配伍经验，形成了一些相对固定的配伍组合，即所谓“药对”或“对药”。如桂枝配伍芍药以调和营卫，解肌发表；龙骨配伍牡蛎以平肝潜阳，收敛固涩；石决明配伍桑枝以平肝熄风，配伍菊花以凉肝潜阳。这些是对七情配伍内容的发展，有利于提高临床用药疗效，或扬长避短，取其所长，对临床组方具有重要意义。

2.6.1.3 配伍禁忌

临床上，为了确保疗效，安全用药，除了应掌握配伍规律和提高配伍技巧外，还应当掌握配伍禁忌，避免将不宜配伍的药在一起使用，即配伍禁忌，如相反、相恶等。其中，最重要的内容是“十八反”和“十九畏”。

1. 十八反

十八反指在中药中有18种药物药性相反，在一般情况下不能在一起配伍应用。十八反属于七情中“相反”的范畴，是较为严格的中药配伍禁忌。

宋元之后，相反的药物组对较为固定，并编成歌诀以便记诵。现所见最早的十八反歌载于张从正《儒门事亲》。歌曰：“本草明言十八反，半蒌贝蔹及攻乌，藻戟遂芫具战草，诸参辛芍叛藜芦。”歌中，“半”为半夏，“蒌”为瓜蒌，“蔹”为“白蔹”，“及”为“白及”，“乌”为乌头，“藻”为“海藻”，“戟”为大戟，“遂”为甘遂，“芫”为芫花，“草”为甘草，“诸参”指人参、沙参、丹参、苦参、玄参等五参，“辛”为“细辛”，“芍”为芍药。

在十八反中，属于海洋中药的有海藻一味，其与甘草相反。由于昆布、海带等与海藻同类，故有的文献中记载昆布、海带也与甘草相反。

就古人用方看，十八反也并非绝对，尤其是海藻与甘草有时还一起使用。余听鸿在《外科医案汇编·疾病》中说：“海藻甘草之反，古人立方每每有之……甘草海藻取其反者，攻其凝外之坚痰也。”

但十八反毕竟是古人用药经验的总结，而且在历版《中华人民共和国药典》中均明确规定两者不可配伍，所以在没有足够把握的情况下不宜使用，即使有一定经验，应用时也当慎重。

2. 十九畏

“十九畏”歌首见于明代刘纯《医经小学》，歌云：“硫黄原是火中精，朴硝一见便相争。水银莫与砒霜见，狼毒最怕密陀僧。巴豆性烈最为上，偏与牵牛不顺情。丁香莫与郁金见，牙硝难合京三棱。川乌草乌不顺犀，人参又忌五灵脂。官桂善能调冷气，若逢石脂便相欺。大凡修合看顺逆，炮爁炙煿要精微。”

歌中总结了19味相畏的药物，即硫黄畏朴硝，水银畏砒霜，狼毒畏密陀僧，巴豆畏牵牛，丁香畏郁金，川乌、草乌畏犀角，牙硝畏三棱，官桂畏赤石脂，人参畏五灵脂。其中朴硝属海洋中药，不宜与硫黄相伍而用。尽管十九畏涉及的海洋中药很少，而且历代关于十九畏的意见也不甚一致，但毕竟是历代医家经验的总结，临床上应采取慎重态度，若无充分把握，不宜使用，以免发生意外。

除了配伍禁忌外，还有一些特殊的用药禁忌，如每味中药各有其专长和适应范围，适宜的当很好地利用，不适宜的则当尽量避免，即所谓证候禁忌。另外，妊娠期间，通经祛瘀、辛热滑利等药物不宜用，称为妊娠禁忌。

2.6.1.4 用量

中药的用量，也称为剂量。剂量一般是指每一味药的成人一日量；也有指在方剂中药与药之间的比较分量，即相对剂量。

用量是否得当，是确保用药安全有效的重要因素之一。临床上主要依据所用药物的性质、临床应用的需要以及患者的具体情况来确定中药的具体用量。

1. 质地、性味与用量

质地：一般来说，质地较轻的花、叶、皮等，用量宜轻；质地较重的金石、贝壳类药物，用量宜重；鲜品药材一般用量也较大（一般为干品的2～4倍）。海洋中药常用的一类为贝壳，如牡蛎、石决明、海蛤壳等，用量可以稍大，一般可用至10～30 g；另一类为鱼类，多鲜用，其用量通常较前者为大，可根据具体情况掌握。其余按一般药物用量为宜。

性味：药性较弱，作用温和，药味较淡的药，用量可稍重；药性较强，作用强烈，药味较浓的药，用量则宜轻。

2. 配伍、剂型与用量

配伍：一般无毒药物单味应用时，用量可较复方大些；组方应用时，用量可减少。同一药作主药组方时，一般较之作辅药时用量大。

剂型：多数药物作汤剂时，因其有效成分多不能完全溶解，特别是一些非水溶性成分含量较高的药材，故用量一般较之作丸、散剂时的服用量为大。

3. 一般状况与用量

年龄：小儿身体发育尚未健全，老年人气血渐衰，对药物的耐受力均较弱。特别是作用峻猛，容易损伤正气的药物，用量应低于青壮年的用药量，即使是使用补益药亦应如此。小儿五岁以下通常用成人量的四分之一，五、六岁以上可按成人量减半用。

体质：体质强壮者用量宜重，体质虚弱者用量宜轻；北方人用量宜重，南方人用量宜轻。

病程：一般来说，新病患者正气损伤较小，用量可稍重，久病多虚，用量宜轻。

病势：一般来说，病势急重的急证、危证、险证用量宜大；病势轻缓者用量宜轻，如许多慢性病只能缓缓取效，不能急于求成，故用量宜轻。此外，上焦、体表疾病，用量宜轻；下焦、内脏疾病用量宜重。如吴鞠通所说："治上焦如羽，非轻不举；治中焦如衡，非平不安；治下焦如权，非重不沉。"

在确定药物剂量时，除应注意上述因素外，还应考虑到季节、气候及居处的自然环境等方面的因素，做到"因时制宜"、"因地制宜"。

2.6.2 制剂与服用

2.6.2.1 剂型

剂型是药物应用的必要形式，任何一种中药应用于临床，都要先制成一定的剂型。剂型对方的功用有一定的影响，其影响有时甚至是至关重要的。正如《本经·序例》所言："药性有宜丸者，宜散者，宜水煎者，宜酒渍者，宜膏煎者，亦有一物兼宜者，亦有不可入汤酒者，并随药性，不得违越"，"又疾有宜服丸者，宜服散者，宜服汤者，宜服酒者，宜服膏者，亦兼参用所病之源，以为其制耳。"因此，临证制方，尚须依据药物特性及患者的不同病情，正确选择适宜的剂型，这也是提高临床疗效的重要途径。

方剂剂型，历史悠久，古代医家在长期的临床实践中，创造了丰富多彩的传统剂型，如汤剂、丸剂（有蜜丸、水丸、糊丸、蜡丸、水蜜丸、微丸等不同类型）、散剂、膏剂（有内服和外用两种，外用又分软膏、硬膏）、丹剂、酒剂、茶剂、露剂、锭剂、搽剂、栓剂等。近年来，在继承传统剂型的基础上，又研制出许多新的剂型，如冲剂、片剂、胶囊剂、糖浆剂、口服液、注射剂、灸剂、熨剂、灌肠剂、气雾剂、海绵剂、油剂、霜剂、膜剂、离子透入剂等，更加便于临床应用。

2.6.2.2 煎药法

汤剂是临床最常用的剂型，煎法是否正确，对疗效有一定的影响。煎药时应根据药物性质及病情的差异采取不同的煎药方法。

1. 煎药用具

多用陶器（如瓦罐、砂锅）煎药，因陶器与药物所含的多种化学成分不发生化学反应，煎出的药液质量好，且传热均匀、缓和，有一定保温作用。古代亦有以银器和内壁镀锡的铜质煎器，现代又有铝合金、不锈钢、搪瓷、玻璃等器具。金属煎器虽然传热较快，但稳定性较陶器差。铁、铜、锡等煎器不宜使用，以免这些金属器具与药物中的某些成分起化学反应，减低或丧失药效，或产生不良反应。煎药时应加盖，以防水分蒸发过快，使药物的有效成分释放不全，并防止有效成分挥发。

2. 煎药用水

煎药用水以洁净为原则，如自来水、井水、蒸馏水等均可。用水量可视药物用量、质地及煎煮时间而定，一般以浸没药物或稍高为度。每剂药一般煎煮 2 次，每次煎得药液量 100～150 ml 即可。或按每克药加水 10 ml 计算，然后将计算的总水量的 70% 加入第一煎中，余下的 30% 留作第二煎用。

3. 煎药火候

煎药火力的强弱，与汤剂的质量有密切关系。前人有"武火"、"文火"之分，急火煎谓之"武火"，慢火煎谓之"文火"。一般先武后文，即先用武火煎至沸腾，然后用文火保持沸腾状态，使之减少水分的蒸发，以利有效成分的煎出。同时，要根据药物性味及所需时间的要求，酌定火候。急煎取其生而疏荡，久煎取其熟而停留。如将药煎煮焦枯，则应弃之不用，以防发生不良反应。

4. 煎药方法

药物在煎煮前应先用冷水浸泡 20～30 min，待泡透后再煎煮。煎药时间的长短，常据药物气味质地和疾病性质的不同而有所差别。对于解表、理气及质地疏松、气味芳香的药物，头煎以沸腾开始计算需 10 min 左右，二煎 10 min 左右。滋补及质地坚实的药物，头煎 40 min 左右，二煎 30 min 左右。

5. 特殊处理

除上述煎药方法外，有些药物还需根据其特点进行不同处理，并在处方中加以注明。

先煎：介壳与矿物类药物，质地坚实，药力难以煎出，应打碎先煎，煮沸后 20～30 min，再下其他药。海洋中药如牡蛎、海蛤壳、瓦楞子、珍珠母、石决明、紫贝齿、龟甲、鳖甲等，均宜先煎。

包煎：某些煎后药液混浊，或对咽喉有刺激作用以及易于粘锅的药物，如蛤粉等，要用纱布包好，再放入锅内与

其他药同煮。

溶化(烊化):胶质、黏性大且容易溶解的药物,如龟甲胶等,应单独溶化,趁热与煎好的药液混合均匀,顿服或分服,以免粘锅煮焦。

冲服:某些芳香或贵重药物,不宜加热煎煮的,应研为细末,用药液或温水冲服,如朴硝、玄明粉等。

2.6.2.3 服用法

服药方法是否恰当,对疗效具有一定影响。服药法包括服药时间、服用方法及药后调护。

1. 服药时间

应当根据病位高下、病情轻重、药物类型以及病证特点来决定药物服用的时间。一般而言,病在上焦,宜食后服;病在下焦,宜食前服;补益剂与泻下剂,宜空腹服;安神剂宜睡前服;对胃肠有刺激的,应食后服。急性重病则不拘时服,慢性病应按时服,截疟剂宜在发作前 2 小时服。有些方剂则严格规定服药时间,如十枣汤在平旦服,鸡鸣散在五更空腹冷服。

2. 服用方法

服用汤剂,一般每日 1 剂,煎煮 2 次,药液混合后分 2～3 次服,服后宜休息。根据病情需要,有的每日服一次,有的可以一日数服,有的又可煎汤代茶服,甚至一日连服 2 剂。另外,尚有热服、冷服。通常治疗热证可以寒药冷服,治疗寒证可以热药热服,这样可以辅助药力。但若病情严重时,又应寒药热服,热药冷服,以防邪药格拒。对于服药呕吐者,宜加入少量姜汁,或先服姜汁,然后服药,亦可采取冷服,小量频服的方法。对于昏迷或口噤的患者,吞咽困难者,可用鼻饲法给药。

使用峻烈药与毒性药时,宜从小量开始,逐渐加量,取效即止,慎勿过量,以免发生中毒和损伤正气。《本经》云:"若用毒药疗病,先起如黍粟,病去即止,不去倍之,不去十之,取去为度。"总之,应根据病情、病位、病性和药物的特点来决定不同的服用方法。

3. 药后调护

服药后的调养与护理是用法的内容之一,它不仅直接影响着药效,而且关系到病体的康复。如《伤寒论》在桂枝汤的用法中说:"啜热稀粥一升余,以助药力。温覆令一时许,遍身絷絷微似有汗者益佳,不可令如水流漓,病必不除。"十枣汤服后则"得快下利后,糜粥自养"。一般服解表剂,应补充水液以助汗源,并慎避风寒。服泻下剂后,应注意饮食,不宜进生冷难消化的食物,以免影响脾胃运化,也不宜过饱,因脾胃功能尚未完全康复。

其他尚应慎劳役,戒房事,节情志等,以防"劳复"、"食复",或影响治疗效果。

2.6.2.4 饮食禁忌

服药后的饮食禁忌有两方面。一方面是疾病对饮食的禁忌,如水肿病应少食盐,消渴病应忌糖,下利慎油腻,寒证禁生冷等;另一方面是药物对饮食的禁忌,如含地黄的方药,应忌食萝卜,有土茯苓的忌茶叶,服荆芥时应忌河豚与无鳞鱼等。而服药后,一般均不应食用生冷、油腻、辛臭刺激之品,以免妨碍药物的吸收。

关于海洋中药,历代医家多认为其特点是性滑利下气,久服损人。如《本经逢原》昆布条:"此物下气,久服瘦人。海岛人常食之,水土不同故耳。凡海中菜皆损人,不独昆布、海藻为然。"

服药过程中的饮食禁忌,也称食忌,俗称"忌口"。《本草经集注》说:"服药不可多食生胡荽,及蒜杂生菜,又不可食诸滑物果实等,又不可多食肥猪、犬肉、油腻、肥羹、鱼鲙、腥臊等物。"指出在服药期间,一般应忌食生冷、油腻及包括海产品在内的腥膻之物。此外,鱼、虾、蟹等海产品通常被视为"发物",即具有激发、引发作用,疮疡及皮肤病一般忌食。古代文献中还记载,有些中药还有特殊禁忌,如鳖甲忌苋菜,薄荷忌蟹肉,柿反蟹等,服药时也应注意。

3 现代海洋药物的研究与开发

现代海洋药物是指以来源于海洋动物、植物及微生物的活性天然产物为基础，经提取分离、分子修饰或化学合成获得的有效药物，其药效基础是具有明确作用靶标的单体化合物。中国现代海洋药物的研究与开发是在数千年来传统药物应用和实践的基础上，特别是在近现代科学技术的推动下，逐步发展起来的。20 世纪 60 年代以来，在世界范围内，人们对巨大的海洋生物资源掀起了现代意义上的海洋药物研究开发浪潮。新发现不断拓展着研究领域，新技术不断提升研究水平。经过半个世纪的发展，已取得令人瞩目的成就。凭借数千年经验和知识的积淀，以及几十年的技术和成果的积累，交汇现代高新技术和新兴学科的推动力，现代海洋药物的研究与开发正在新的起点上进一步拓展探索的广度和深度，并已展现出广阔的发展前景。

3.1 现代海洋药物研究的发展背景和历程

人类对海洋生物药用价值的认识可追溯至数千年前，中国是将海洋生物用作药物最早的国家之一。

现代海洋药物研究的发展有其严峻而紧迫的社会背景。人类正面临着人口、资源、环境三大问题的巨大挑战，寻找新的发展空间已成为各国政府和科学家面临的重大课题。鉴于陆地资源的开发利用日趋极限及陆地环境的日益恶化，海洋将成为人类赖以生存与发展的“第二疆土”。

随着世界经济与社会的发展，人类对健康的要求不断提高，严重影响人类健康的疾病谱也在不断变化，对新药的需求与日俱增，人们在热切关注植物与微生物等天然药物资源的同时，也将寻求新药的希望寄托于新的天然药物领域。特别是 20 世纪 60 年代以来，鉴于“回归大自然”的社会需求，“向海洋要药”成为国际医药界的热门话题，海洋药物逐渐成为令人瞩目的新药研究方向。

现代海洋药物研究的发展得益于迅速发展的学科背景。海洋天然产物研究是现代海洋药物研究的基础。19 世纪末至 20 世纪初，随着近代化学、生物学及医学的发展，有机化学，特别是天然有机化学得以迅速发展。天然产物的研究范围逐渐由陆地拓展至海洋。20 世纪 40 年代美国的 B. W. Halstead 对海洋有毒生物进行了广泛的调查，主编了《世界有毒和有毒腺的海洋动物》，并于 1965—1968 年出版多本专著，指出各门类的海洋生物特别是某些海洋动物中存在着大量毒性很强、但具有潜在药用价值的活性物质。此间，不少学者发表了有关海洋生物药用前景的文章与专著，这些工作引起了化学家、药理学家、生物学家的广泛兴趣，也对海洋天然产物化学、海洋药学和毒理学的发展起了巨大的推动作用。

现代海洋药物的研究和开发具有现代科学技术的支撑。从 20 世纪 60 年代开始，美国、日本等国的学者展开了对海洋生物的采集和生物活性物质筛选的工作以及化学、药理、毒理的研究。1968 年美国亚利桑那州立大学肿瘤研究所 G. R. Pettit 对南美洲、北美洲的大西洋沿岸和太平洋沿岸，以及亚洲的太平洋沿岸的海洋无脊椎和脊椎动物进行抗肿瘤物质筛选，发现所采集到的海洋生物 10% 以上含有抗癌活性成分。但由于海洋生物的采集有时十分困难，加上对海洋动植物的分类学研究不如对陆地动植物的研究深入，其化学成分的分离和鉴定比陆地植物的更为复杂，因此对海洋药物的研究进展较为缓慢。直至 20 世纪 80 年代，人们在该领域的研究已积累了一定的经验，加上新技术、新方法的应用，海洋天然产物化学的研究又出现新的高潮。在海洋天然产物研究的初期，研究的重点主要集中在新结构的发现和具有独特结构的海洋天然产物的合成方面。20 世纪 80 年代后，对海洋天然产物生物活性的研究逐渐形成一门学科——海洋生物药学。在海洋生物药学发展初期，生物活性的研究主要集中在神经系统的膜活性毒素、离子通道活性、抗病毒、抗肿瘤、抗炎等方面。20 世纪 90 年代以后，随着分子生物学和生物药理学的发展，重组 DNA 技术和基因分析技术的出现，越来越多的分子受体用于海洋天然产物药理活性的研究，在海洋天然产物中发现了大量的生物活性物质。

回顾历史，现代海洋药物的研究始于 20 世纪 40 年代，兴起于 60—70 年代，80 年代进入高速发展期，90 年代末形成第二次高潮，其间许多重要的发现和成就值得称道。

20 世纪 40—50 年代，记述从海洋生物中分离生物活性物质和评论海洋可能成为药物来源的文献逐渐增多，引起人们对海洋药用生物资源的关注。

1945 年，G. A. Emerson 等发表了《海洋药理活性物质》综述文章，首次展现了海洋天然产物的药用潜能。

20 世纪 40 年代，Halstead 对海洋有毒生物进行了广泛调查，主编了《世界有毒和有毒腺的海洋动物》。

1945 年，意大利人 G. Brotzu 从撒丁岛海洋污泥中分离到一株头孢菌 *Cephalosprium ackemonium*；1953 年，E.

Abranham分离获得头孢菌素C,奠定了头孢菌素C系列抗生素的基础,对后来海洋药物的发现起到了鼓舞作用。

1950—1956年,W. Bergmann从加勒比海海绵中发现特异海绵核苷,其后来成为重要的抗病毒药物Ara-A和抗癌药物Ara-C的结构先导化合物。与头孢菌素类化合物一起,成为现代海洋药物研究最为成功的典范。

1957年,首次从加州贻贝中分离得到石房蛤毒素(STX)。

1964年,河豚毒素(TTX)结构测定成功。又一次激发了化学界、医学界、药学界等对海洋天然产物的兴趣。

1965年D. Arigoni报道第一个海洋二倍半萜的结构,拓展了人们对海洋天然产物结构类型的认识。

1969年A. J. Weinheimer等报道,从加勒比海的柳珊瑚 *Plexaura homomalla* 中分离得到高含量的前列腺素15R-PGA_2[1],极大地激发了化学界对来自海洋生物的活性物质的兴趣,被认为是现代海洋药物发展的触发点,对海洋生物次级代谢产物的研究起到了推动作用[2, 3]。

1969年,M. H. Baslow出版的《海洋药物学》(*Marine Pharmacology*)(1977年再版)对前人的研究成果进行了总结,更重要的是预测了海洋药物的广阔前景,为后人描绘了海洋药物的美好蓝图。

1972年,Y. Kishi开始用化学合成法合成河豚毒素,研究其立体结构。河豚毒素的合成成功,不仅带动了海洋毒素的研究,实际上也对整个海洋天然产物的研究都起到了促进作用。

1977年,石房蛤毒素消旋体成功合成。在上述事件的推动下,海洋天然产物研究发展迅速。萜类、甾醇、生物碱、肽类、大环内酯及聚醚类等一系列复杂化合物相继被发现,仅1972—1976年四年间,从海洋生物中获得的甾醇的种类是过去发现的甾醇总和的2倍。

20世纪80年代以后,发达国家,特别是美国、欧盟与日本相继制定国家研究大计划,大幅度增加投入,使其在世界范围处于领先位置,形成海洋天然产物领域"三足鼎立"的局面。相应地,海洋天然产物的生物合成和化学合成研究也得以迅速发展,如沙海葵毒素的全合成被认为是20世纪80年代有机合成的顶峰。由于科学技术的巨大进步,特别是高分辨核磁共振、质谱等技术的应用,微量及复杂结构化合物的研究变得更加容易,海洋天然产物的研究进入高速发展期。

20世纪90年代,海洋天然产物研究以前所未有的速度高速发展。据国际最著名的反映天然产物研究动态的刊物《天然产物杂志》(*Journal of Natural Products*)统计,海洋生物已成为新天然产物的重要来源[4]。

到21世纪初,已发现一批重要的抗癌、抗病毒、抗艾滋病的有效的海洋天然产物,其中一些极有可能发展成为新药。

自20世纪60年代起,国际上与海洋天然产物和海洋药物相关的学术活动日益频繁。1960年召开了首次"海洋生物活性化合物的生物化学和药物学讨论会",1967年在美国罗得岛大学召开了名为"海洋药物"的学术研讨会[3]。此后,经过多年的酝酿,首届海洋天然产物国际研讨会(International Symposium on Marine Natural Products, MaNaPro)于1975年在苏格兰召开,至今已召开12届,成为海洋天然产物和海洋药物研究领域中最重要的科学论坛之一。

由于海洋环境的特殊性和海洋生物资源的特殊性,海洋药物的研究开发需要高投入。例如,美国是世界上最早开展现代意义上的海洋药物研究的国家,仅从科研经费投入便可看出其对海洋药物研究的重视:美国国家研究委员会和国立癌症研究所每年用于海洋药物开发研究的经费各为5000多万美元。巨大的投入已获得了回报,仅目前正在国立癌症研究所进行临床疗效评价的海洋抗癌药物就至少有6种,例如dolastatin 10[5], halichondrin B[6](图3-1)等。此外还有一些很有前景的海洋候选药物正在进行临床前研究。除开发治疗癌症的药物外,海洋生物在治疗其他多种疾病方面亦显示出巨大的潜力。例如,从加勒比海的一种柳珊瑚 *Pseudopterogorgia elisabethae* 中发现的活性成分pseudopterosins A[7](图3-1)因具有很强抗炎活性而被用于皮肤过敏性疾病的治疗。又如,日本海洋生物技术研究院及日本海洋科学和技术中心每年用于海洋药物研究开发的经费有1亿多美元;欧共体海洋科

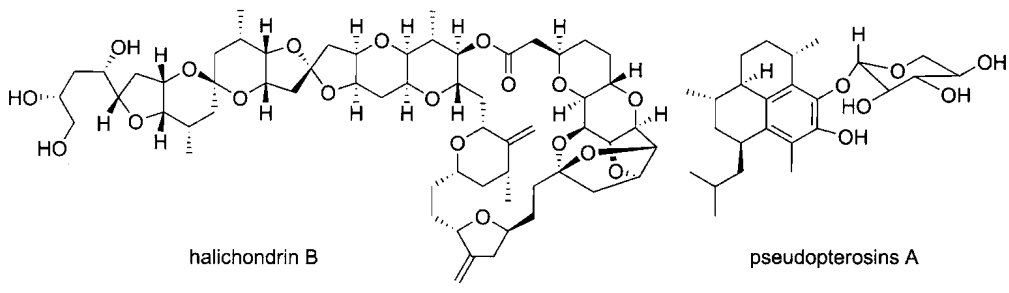


图3-1 halichondrin B和pseudopterosins A的结构

学和技术部门(Marine Science and Technology, MAST)计划每年用于海洋药物研究开发的经费也达 1 亿多美元。由此可见,海洋药物的大发展与大科技投入是分不开的。海洋药物的研究水平既是科学技术发展水平的体现,也是综合国力的体现。

3.2 现代海洋药物研究的进展和成就

3.2.1 海洋天然产物

海洋天然产物(或称海洋生物次级代谢产物)是海洋药物研究开发的物质基础。海洋是一个充满生物多样性和化合物多样性的世界,是手性底物的库源。对海洋天然产物化学和生物功能的研究始于 20 世纪 60 年代,美国、日本及欧洲一些国家学者相继开展了海洋生物化学、生物学、化学生态学等多方面的基础研究和针对人类重大疾病,如肿瘤等药物的筛选、发现研究。在近 50 年的时间里,海洋天然产物研究取得了飞速发展,成为当前国际上一个生机勃勃的热点研究领域。20 世纪 60—70 年代发现的海洋天然产物数量有限,但 80 年代后,分离获得的海洋天然产物数量急剧增加,速度越来越快。至今,每年以 700 个左右新化合物的速度增加。2000—2006 年发表的海洋天然产物相关论文 3100 余篇,报道新化合物 4700 余个。海洋天然产物研究的范围主要包括海洋植物、低等无脊椎动物和微生物三大类。迄今已从海绵、海鞘、软珊瑚、软体动物、棘皮动物、苔藓虫、海藻、微藻、细菌、真菌等各类海洋生物中分离获得各种结构类型的化合物(表 3-1)。至 2008 年 12 月,已从海洋天然产物中获得 20000 个化合物,其中许多具有各种生物活性[8]。结构新颖、具有多方面显著生物活性和重要应用前景的海洋生物分子数百种,0.1%以上的化合物已成为有效药物或先导化合物的重要来源[3, 9]。

表 3-1 已发现的海洋活性天然产物主要结构类型及其生物来源

生物活性	主要结构类型	主要生物来源
抗肿瘤	核苷类、酰胺类、聚醚类、萜类、大环内酯类、肽类	海绵、海鞘、软珊瑚、柳珊瑚、海兔、苔藓虫
抗心血管疾病	萜类、多糖类、高不饱和脂肪酸类、喹啉酮类、生物碱类、肽类、核苷类	海藻、鱼类、海绵、珊瑚
抗病毒	萜类、核苷类、生物碱类、多糖类、杂环类	海绵、珊瑚、海鞘、海藻
抗菌、抗炎	脂肪酸类、糖酯类、丙烯酸类、苯酚类、溴苯酚类、吲哚类、酮类、多糖类、多肽类、*N*-糖苷类、*β*-胡萝卜素类	细菌、真菌、海藻、珊瑚、海绵
镇痛、神经毒(海洋生物毒素)	氨基酸类、脂肪酸类、生物碱类、皂苷类、萜类、大环内酯类、聚醚类、肽类、蛋白质类	微藻、鱼类、贝类、棘皮动物

3.2.1.1 海洋天然产物的结构特点

由于生态环境的巨大差异,海洋天然产物的结构与陆地生物有很大不同。

1. 化学结构的多样性

已发现的海洋生物活性物质的化学结构类型非常丰富,其多样性远高于陆地生物,几乎可以涵盖天然有机化合物各类结构(表 3-1),如萜类、甾体、聚酮、生物碱、肽类、脂类、皂苷、聚酯、聚醚、多糖、蛋白质等。其中,萜类、甾体、聚酮、生物碱占 80%。而且还发现了一系列在合成化合物及陆生天然产物中不存在或罕见的新化学结构类型[10]。

2. 化学结构的特异性

主要表现为分子骨架的重排、迁移和高度氧化,分子结构庞大、复杂、手性原子多。目前所知的海洋天然产物的结构类型多种多样,如:萜类、甾体、生物碱、多肽、大环内酯、前列腺素类似物、聚多烯炔化合物、聚醇及聚醚等,在结构上有许多显著特点,如多卤素(氯、溴、碘及氟)取代,多含氧、氮及硫等(如含硫甲胺基的化合物,含腈基、异腈基、异硫腈基的倍半萜和二萜等);多氧、氮等结构又赋予化合物亲水性等特点。就含硫化合物来说,5%以上的海洋天然产物含有硫醚、巯基、硫酸基、磺酸基等结构[11]。这些结构为药物开发研制提供了重要依据。海洋天然产物尚有许多有待探讨的问题。如许多化合物的生物合成途径尚未探明,如以 manzamine A[12](图 3-2)为代表的大环二胺类海洋生物碱的生物合成途径至今仍不清楚。

3. 新化合物的主要源泉

随着相关分离、分析手段的提高和新生物活性筛选模型的发展,海洋生物中新化合物发现的速度和数量均超出了人们的想象。2001 年共发现 683 种新化合物,2002 年是 677 种,2003 年是 656 种,而 2004 年增至 716 种,2005 年 812 种。不断有全新骨架的海洋天然产物被报道[13]。这些研究成果极大丰富了有机化学的内容,促进了有机化学、药理学、分子生物学等相关学科的发展。

3.2.1.2 海洋天然产物的生物活性

海洋天然产物不仅结构特异、复杂多样,且生物活性也独特、显著,并普遍显示出抗菌、抗炎、抗病毒、抗肿瘤、心血管活性或对生物中酶或受体的特异性作用等。概括来讲,海洋天然产物的生物活性具有以下几方面的特点[10]。

(1) 丰富的多样性。由于海洋的特殊生态环境,海洋生物间的化学作用关系比陆地生物之间更加普遍、紧密、复杂和重要。大量海洋生物活性物质的存在是一种重要的生命现象。愈来愈多的研究结果表明,这些特殊的化学物质在海洋生物间起着复杂的行为和生态作用,包括捕

食、逃逸、拒食、克生、防附着、毒性、抗微生物等各种化学生态学作用。在进化过程中，它们可以衍生出大批具有丰富生物活性的化合物。

(2) 高生物活性。海洋生物活性物质中，有许多具有极强生物活性的化合物，例如，聚醚类的刺尾鱼毒素(MTX)、岩沙海葵毒素（PTX）的半致死剂量分别为0.05 μg/kg、0.15 μg/kg，其毒性远高于合成毒物与其他陆地生物毒素，已接近最毒的细菌毒素肉毒杆菌毒素，是目前发现的毒性最高的非肽类天然毒素。

(3) 特殊作用机制。海洋生物活性物质所表现出的复杂多样性和强生物活性，系基于对生物体内控制生命过程的关键靶位的高特异性的选择作用，其目标包括神经与细胞受体、离子通道、生物膜、酶系、免疫系统等各类靶位，而且常以不同的作用机制、作用方式与特定的亚型或亚结构受体作用，诱发某种特异生物活性。

因此，海洋药物研究意义不仅在于筛选某些海洋药用资源，更必须注意，海洋生物活性物质可以从许多重要方面为新药开发提供极有价值的科学信息。

鉴于海洋天然产物生物活性或药理活性的特点，人们展开了海洋生物活性物质的大规模筛选。根据当时的技术条件及社会需求，20世纪40—50年代以寻找抗菌化合物为主；60年代中期开始筛选抗肿瘤物质；70年代以后扩大到抗病毒、免疫抑制、强心、抗炎等物质的筛选；80年代以后以抗肿瘤、抗菌为多；目前，主要以抗肿瘤、抗心脑血管病、抗艾滋病等为主。在已发现的这些化合物中，不仅包括陆地生物中已存在的各种化学结构类型，还有很多特殊化学结构类型，它们的特异化学结构成为研制新药的基础。

需要特别说明的是，海洋生物毒素在海洋天然产物研究中占据重要地位。海洋有毒生物是威胁人类海上生活和生产的重要公害，但海洋生物毒素又是一类特殊的生物活性物质。海洋生物毒素的特点是毒性强，含量往往极微，结构又十分复杂，起初对它们的研究进展也非常缓慢。由于新的分离技术和先进的波谱分析方法的应用，海洋生物毒素的研究有了飞跃的发展，成为海洋生物活性物质中研究进展最为迅速的领域。海洋生物毒素的化学结构类型非常广泛，包括氨基酸类、脂肪酸类、生物碱类、皂苷类、萜类、大环内酯类、聚醚类、肽类及蛋白质类等，重要的海洋生物毒素有河豚毒素、石房蛤毒素、西加毒素、芋螺毒素、沙海葵毒素、鱼腥藻毒素、短裸甲藻毒素等。一些海洋毒素具有特殊的生理活性，如对神经系统或心血管系统具有高度特异性作用，因此它们又是寻找新的神经系统或心血管系统药物的重要先导化合物和线索。然而，尽管海洋生物毒素的研究工作在海洋天然产物研究方面一直处于领先和热点位置，但由于种种原因，真正将海洋生物毒素开发成为药物的目前尚很少。海洋生物毒素是海洋生物的内源性生命物质，其存在与海洋生物的生命过程、进化、发展及生态关系等有内在联系。有鉴于此，对海洋生物毒素的研究不仅涉及化学、药理学、毒理学等领域，与海洋生物毒素相关的生源学、分子生物学及生态学等方面的深层次研究也因此得以展开。

3.2.1.3 海洋天然产物的研究方法

海洋天然产物研究发展到今天，已经从天然产物化学辐射到药理学、生态学、分类学、分子生物学等诸多相关学科。各学科间的交叉越来越多，相互影响越来越大。相关学科的技术进步促进了天然产物的研究，而天然产物研究水平的提高反过来又会进一步推动相关学科的发展。

海洋天然产物化学与其他学科的关系从一开始便十分密切，并且各学科之间一直相互渗透、关联和影响。早期的海洋天然产物化学的研究沿袭和借鉴了植物化学和昆虫生态化学的研究方法和方向，主要以传统的化学手段确定化合物的结构。由于海洋天然产物分子骨架往往十分奇特、新颖而复杂，而且化合物在生物中的含量低微，分离获得的化合物产率很低，从而给结构解析、确定带来相当大的困难。目前由于样品采集、储藏、鉴定新技术，色谱分离纯化新技术，波谱结构解析新技术的出现和普遍应用，特别是各种高分辨质谱、高分辨核磁共振技术的迅猛发展，极大地推动了海洋天然产物的研究，使得原来极为复杂困难、费时耗力的结构研究工作变得相对简单。一些著名的海洋天然产物，如短裸甲藻毒素（brevetoxin B）[14]、沙海葵毒素(palytoxin)[15, 16](图3-2)和苔藓虫素1 (bryostatin 1)[17]等，都是通过化学手段结合波谱技术(包括单晶X-线衍射)成功确定结构的范例。目前，新化合物的纯化与鉴定不再是海洋天然产物研究的障碍，甚至不足1 mg的微量样品的复杂结构都能确定。分子水平的生物活性筛选模型及高通量筛选技术的建立，为海洋天然产物生物学活性的发现、跟踪提供了技术保障，从而使海洋天然产物研究的高效、精细、目标化和生态化成为可能。由此，以生物活性为先导的海洋生物化学成分的研究揭开了新的篇章。

随着其他学科和技术的发展，海洋天然产物的研究开始向更深层次发展，分析鉴定技术也不断发展。如深海采样技术、低等海洋生物和微生物的分离培养技术使研究领域不断拓宽；高效液相色谱法、灌注色谱法、径向流色谱法、亲和色谱法等层析技术结合荧光检测、免疫化学检测等可分离纯化极微量的海洋天然产物；一维和二维核磁共振、质谱、单晶X-线衍射等技术使化合物分子结构及立体结构测定更加容易；分子生物学等学科和技术拓宽了人们对海洋生物在分子水平上的认识，开辟了海洋生物基因工程药物这一新领域。方法与技术的发展，为海洋天然产物

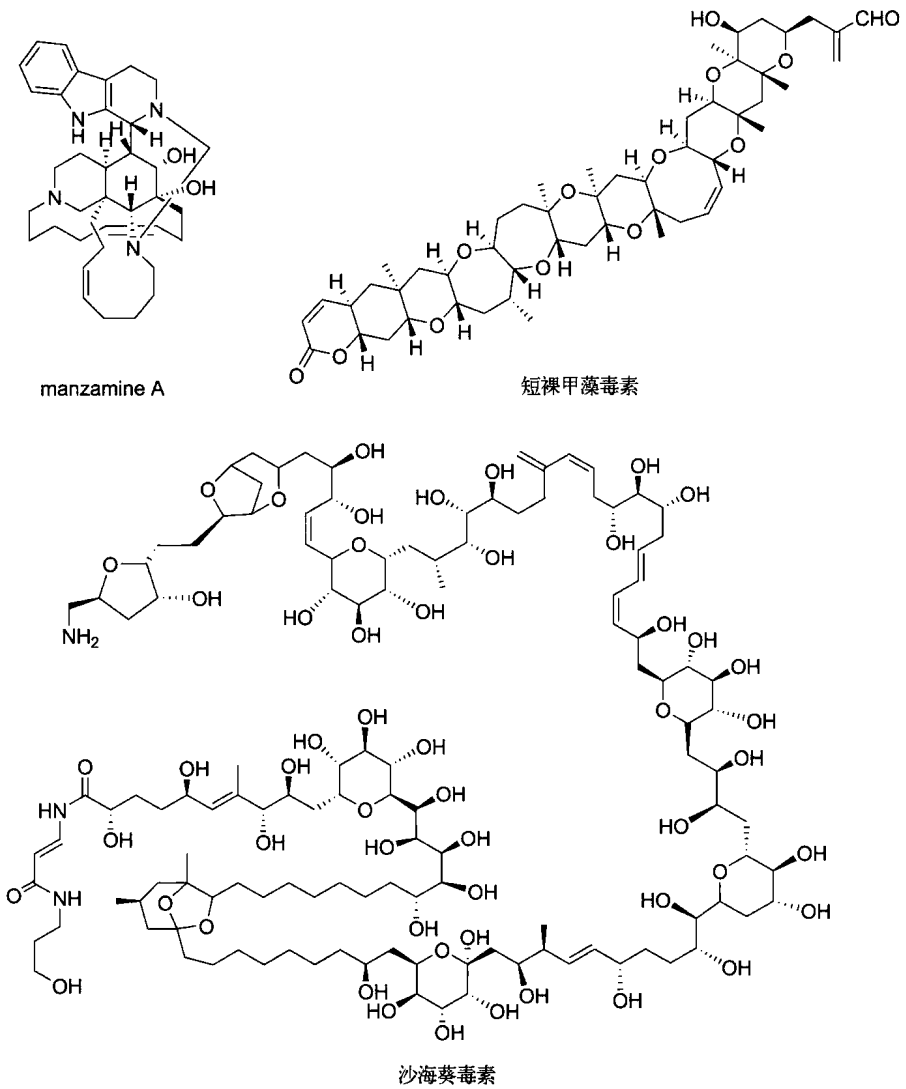


图 3-2 几种海洋生物毒素的结构

的研究提供了前提条件。海洋天然产物及海洋药物之所以能以如此快的速度发展，与化学、生物学、分子生物学及细胞生物学等基础研究的发展密切相关。

3.2.2 海洋药物与药物先导化合物

海洋天然产物本身欲发展成为药物要经过一个系统的研究过程。海洋天然产物的一些特点，增加了系统研究的难度。一般来说，影响现代海洋药物的研究和开发的因素有：① 药源问题。有些高活性的天然产物在生物样品中含量极微，不能由自然资源提供足够量的样品供临床前和临床药理研究。② 结构复杂问题。许多海洋天然产物的结构极为复杂，分子中有多个手性中心，导致化学合成不易成功或合成成本太高。③ 研究方法问题。现代海洋药物学科发展的历史较短，先进方法、技术的运用与嫁接滞后。尽管障碍重重，在海洋天然产物发展的短短几十年的历史中，仍有一些海洋天然产物进入药品市场，而更多的海洋天然产物进入了临床研究或临床前研究[2, 9, 18, 19]。

国际上公认的已投放市场的海洋药物有 3 种：源于海洋真菌的抗生素头孢菌素，源于海绵的抗肿瘤药阿糖胞苷和抗病毒药阿糖腺苷(图 3-3)。还有 20 余种海洋天然产

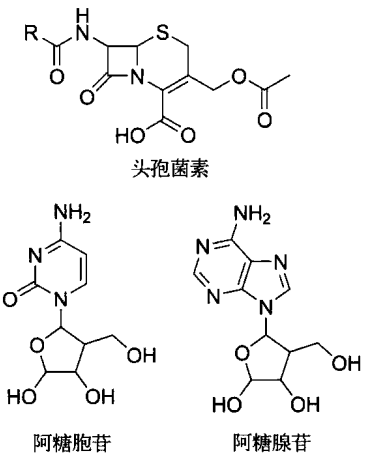


图 3-3 头孢菌素、阿糖胞苷和阿糖腺苷的结构

物(或结构类似物)作为药物先导化合物或候选药物正处于临床研究阶段(表3-2)[2, 3, 9, 20],更多的化合物则处于临床前研究阶段[2, 3, 21-24]。著名的药物先导化合物或候选药物有镇痛药物 ziconotide,抗肿瘤药物 ecteinascidin 743 (ET-743)、aplidine、KRN7000、苔藓虫素、dolastatin 类化合物,以及河豚毒素等。

表3-2 国外处于临床研究阶段的部分海洋天然产物

海洋生物	化合物	作用	临床阶段
海绵 *Agelas mauritianus*	KRN7000	抗癌	Ⅰ
海绵 *Petrosia contignata*	IPL-567	抗炎	Ⅰ
	IPL512602	抗炎/哮喘	Ⅱ
海绵 *Discodermia dissolute*	discodermolide	抗癌	Ⅰ
海绵 *Siphonochalina* sp.	HTI286	抗癌	Ⅰ
海绵 *Jaspis digonoxea*	LAF389	抗癌	Ⅰ
海蛤蜷 *Dolabella auricularia*	dolastatin 10	抗癌	Ⅱ
	LU103793	抗癌	Ⅱ
	ILX651	抗癌	Ⅰ
	cemadotin	抗癌	Ⅱ
海蛤蜷/海藻 *Elysia rufescens / Bryopsis* sp.	kahalalide F	抗癌	Ⅰ
海鞘 *Ecteinascidia turbinata*	ecteinascidin 743	抗癌	Ⅲ
海鞘 *Aplidium albicans*	aplidine	抗癌	Ⅱ
软珊瑚 *Pseudopterogorgia elisabethae*	methopterosin	抗炎/创伤	Ⅰ
	OAS1000	抗炎/创伤	Ⅰ/Ⅱ
芋螺 *Conus magnus*	ziconotide	镇痛	通过 FDA
	AM336	镇痛	Ⅰ/Ⅱ
苔藓虫 *Bugula neritina*	草苔虫内酯	抗癌	Ⅱ
纽虫 *Amphiponus lactifloreus*	GTS-21	抗阿尔茨海默病	Ⅰ/Ⅱ
鲨鱼 *Squalus acanthias*	squalamine lactate	抗癌	Ⅱ

在中国,除海洋中成药外,也已有多种现代海洋药物获国家批准上市:源于海藻的藻酸双酯钠、甘糖酯、烟酸甘露醇、海力特;源于鱼类的角鲨烯、多烯康等[25]。另有一批药物还处于临床前和临床研究阶段。

1. 头孢菌素类抗生素

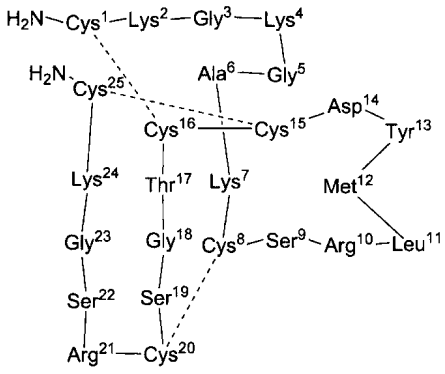
1945年,Brotzu在意大利撒丁岛发现能治伤寒病的海洋真菌头孢菌 *Cephalosprium ackemonium*。头孢菌素类药物的先导化合物就是这株海洋真菌的次级代谢产物头孢菌素C (cephalosporin C)(图3-3)。1961年,Abraham阐明其化学结构,其母核是7-氨基头孢烯酸。1962年,研制出第一个临床应用的头孢菌素——头孢噻吩,1964年上市。1966年R. B. Woodward等完成了头孢菌素C的全合成。1969—1987年,一系列头孢菌素问世,形成了庞大的头孢菌素抗生素产业。头孢菌素类抗生素是临床上常用的抗生素药物,目前在美国其使用量已超过青霉素,全世界每年的需求量有几千吨,且以4%~5%的速度增长。虽然头孢菌素类化合物和青霉素类化合物一样,同属于β-内酰胺类化合物,但其优于青霉素的地方在于不会被β-内酰胺酶破坏,亦即不会产生耐药性,可用于治疗许多青霉素无效的细菌感染。对头孢菌素类药物的研究目前仍持续不断,2001年美国食品和药品管理局(FDA)批准新一代的广谱口服头孢菌素 cefditoren pivoxil (ME1207)上市。头孢菌素类药物是海洋生物次级代谢产物开发成临床药物的最成功范例。

2. 抗癌药阿糖胞苷和抗病毒药阿糖腺苷

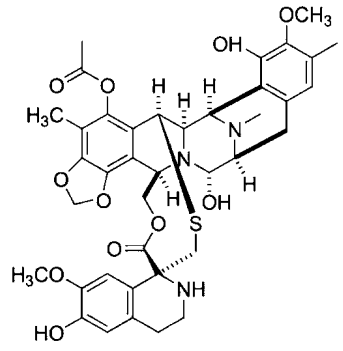
1950—1956年,Bergmann等连续在 *Journal of Organic Chemistry* 上发表3篇文章,报道从加勒比海海绵 *Cryptotethya crypta* 中分离到3种有新结构的化合物海绵尿苷、海绵胸腺嘧啶脱氧核苷和海绵核苷。这3种化合物是第一批来源于海洋生物的次级代谢产物,这不仅激起了人类探索海洋的热情,还使人类对疾病的认识产生了一个飞跃,从而在临床上开创了一类全新的抗癌抗病毒药物——干扰DNA合成的核苷类药物。海绵核苷的发现,加之当时药学界对核酸的普遍兴趣,以及发现5-氟尿嘧啶有抗癌活性等因素,促使药物化学家在实验室合成了大量的核苷类似物[26]。1960年合成阿糖腺苷(Ara-A),1961年合成阿糖胞苷(Ara-C)。20世纪80年代初,这类化合物中的第一批成员阿糖胞苷(抗癌药物)和阿糖腺苷(抗病毒药物)进入临床使用。

3. 镇痛药物 ziconotide

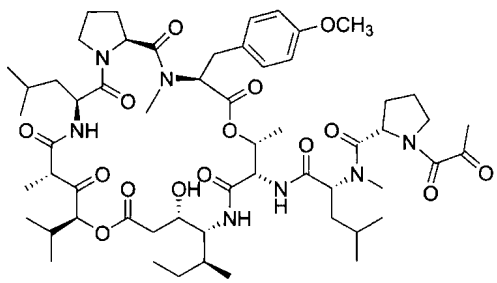
早在300年以前,荷兰学者G. E. Rumphius就注意到锥形芋螺的蜇咬会造成在海滩游泳的儿童晕迷直至死亡。250年后,大学生K. Alan对这一现象进行了研究,并于1956年合理解释了芋螺致人死亡的原因:芋螺这种危



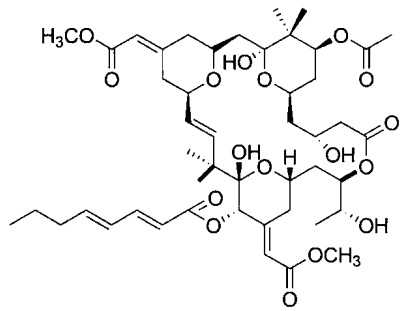
ziconotide, ω-conotoxin MVIIA (SNX-11)



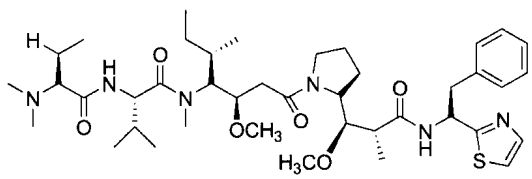
ecteinascidin 743 (ET-743)



dehydrodidemnin B (aplidine)



苔藓虫素1



dolastatin 10

图 3-4 几种药物先导化合物的结构

险的海洋软体动物是食肉类动物，以捕食活的海洋小动物为生，它们捕食动物的武器就是它们的毒液[27]。

ziconotide（ω-conotoxin MVIIA）是一个含 25 个氨基酸的小肽(图 3-4)，是至今为止发现的百余种芋螺毒素家族中的典型代表[2, 3]。该化合物是由美国 Neurex 公司花费了十几年的时间，从芋螺 *Conus magus* 的毒液中开发研制而成的新型止痛药。ziconotide 已完成Ⅲ期临床实验，进入Ⅳ期临床实验，不久将成为正式的临床药物。目前该药已被美国 FDA 批准为治疗恶性疼痛的止痛药物。作为止痛药物，ziconotide 的疗效超过现今在临床上使用的任何一种止痛药，它的止痛疗效是吗啡的 1000 倍，但是与吗啡和其他鸦片制剂不同的是，长期使用无成瘾性，也不会出现使用药剂量递增；因其用量小，对全身毒副作用小，可用于治疗多种严重疼痛性疾病[28]。

ziconotide 从一种致命的海洋生物毒素发展成为新型止痛药，见证了海洋天然产物在其研究发展过程中对其他学科的发展所产生的巨大影响和推动。

4. 抗肿瘤药物 KRN7000

1993 年，T. Natori 等从冲绳海域海绵 *Agelas mauritianus* 中发现系列抗肿瘤新鞘糖酯类化合物 agelasphins。构效关系研究发现了抗肿瘤药物先导化合物 KRN7000[29]。KRN7000 已由日本 Kirin Brewery 有限公司和琉球大学联合开发，作为新型抗癌药物及免疫激活剂，进入Ⅰ期临床研究阶段[26]。与大多数抗肿瘤药物不同，KRN7000 本身不具有细胞毒活性，而是通过激活机体的免疫系统起抗肿瘤作用，具有巨大的开发前景。

5. 抗肿瘤药物 ecteinascidin 743（ET-743）

ET-743 是从采自加勒比海被囊动物 *Ecteinascidia turbinate* 中分离得到的次级代谢产物[2]。1972 年，有学者在“来源于海洋的食物——药物”研讨会上报道了被囊动物 *E. turbinate* 的提取物在用 P388 鼠白血病动物模型进行抗肿瘤筛选时，显示出抗癌活性。1990 年，K. L. Rinehart 等首先报道用逆流层析的方法以 1×10^{-6} 的低浓度从 *E. turbinate* 的提取物中分离到 ecteinascidin 743（图 3-4）。此后，西班牙 PharmMar 公司将此化合物推入

临床研究。在Ⅱ期临床试验中，ET－743用于治疗乳腺癌、直肠癌、卵巢癌、非小细胞肺癌、子宫内膜癌、黑色素癌、骨肉瘤和间皮瘤；在Ⅲ期临床试验中，ET－743用于治疗软组织肉瘤[26]。ET－743具有极复杂的抗癌机制，对具多药物抗性的肿瘤极敏感，可用于治疗那些无药物可治疗的、各种肌肉与淋巴等组织所患的肉瘤。2007年，欧盟委员会授权作为罕见病药物用于治疗晚期的软组织肉瘤。

6. 抗肿瘤药物aplidine

1981年，K. L. Rinehart等从加勒比海海鞘 *Tridemnum solidam* 中发现了一类独特的海洋天然产物环缩肽didemnin族化合物，其特点是同族化合物分子中都含有一个共同的大环核，由六个不相同的构建单元组成，区别在于成环以后连接的侧链不同。膜海鞘素didemnin B是从被囊动物 *T. solidum* 中分离到的，是第一个进入临床实验的源于海洋的化合物。但是由于该化合物的肝毒副作用，未能通过Ⅱ期临床实验。

aplidine又被称作dehydrodidemnin B（图3－4），是从采自地中海的海鞘 *Aplidium albicans* 中分离得到，是一种独特的蛋白质合成抑制剂，作用机制独特[30, 31]。体外抗肿瘤研究表明，在不引起正常人体细胞毒性的浓度范围内对人实体瘤有抗肿瘤活性，有明显的抗增殖活性[26]。西班牙PharmMar公司于1999年将aplidine推进到临床研究阶段，作为抗癌药物目前已进入Ⅱ期临床。

7. 抗肿瘤药物草苔虫内酯

1968年，Pettit从墨西哥海湾一种海洋苔藓动物总合草苔虫（*Bugula neritana*）中提取到具有显著抗肿瘤活性的物质。苔藓虫素1是具有显著抗肿瘤活性的物质，具有苔藓吡喃环骨架（bryopyran）（图3－4），可选择性地抑制人体癌细胞，如白血病、肾癌、黑色素瘤和肺癌。苔藓虫素1具有一系列生物活性，被认为在蛋白激酶C的调节中发挥作用，在Ⅰ期临床中具有显著的抗（恶性）黑素瘤、（良性）胎记瘤活性，在Ⅱ期临床发现对多种肿瘤，如卵巢癌等都有治疗作用[26]。

8. dolastatin类化合物

早在古罗马时期自然科学家就记载了有关印度洋海兔 *Dolabella auricularia* 的生理活性。对于地中海海兔的毒性也早有文献记载。1972年，Pettit研究组从印度洋海兔 *Dolabella* 中提取到具有显著抗癌活性的化合物dolastatin 10。dolastatin 10是由4个氨基酸组成的直链肽（图3－4）。除了缬氨酸是常见的氨基酸外，其余3个氨基酸的结构十分奇特，具有细胞周期抑制和细胞毒活性[26]。该化合物1995年进入Ⅰ期临床试验。还有类似物dolastatin 15也是抗癌活性极强的化合物，目前正进行临床试验。其合成类似物LU 103793已于欧洲进行Ⅰ期临床试验，而在美国即将进入Ⅱ期临床试验。

9. 河豚毒素

河豚鱼肉是日本人喜爱的美味佳肴，但因其有河豚毒素往往引起中毒事故。1909年日本的田原氏报道从河豚卵巢中分离得到一种毒素，命名为河豚毒素（tetradotoxin, TTX）（图3－5），在河豚体内主要存在于卵巢、肝脏、血液中。20世纪80年代日本学者对TTX的起源进行研究，发现TTX系起源于一些海洋弧菌并与河豚的食物链有关。河豚毒素的毒性比氰化钾强千余倍，对人的致死量为0.3～0.5 mg/50 kg体重。TTX具有显著的镇痛作用。对神经、肌肉、关节疼痛、晚期癌症患者均有显著止痛作用。但由于其具有毒性，尚未作为镇痛药用于临床。

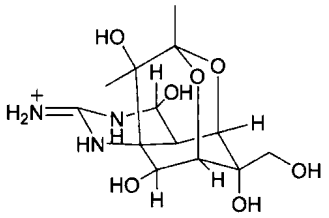


图3－5 河豚毒素的结构

现代海洋药物经过半个世纪的发展取得了辉煌的成就，在海洋药用生物资源、海洋天然产物、研究方法和技术、研究人员和数据资料等方面有了大量积累和储备，为21世纪海洋药物研究提供了宝贵经验，为海洋药物事业的大发展奠定了坚实的基础。

3.3 现代海洋药物研究的发展趋势和展望

3.3.1 现代海洋药物研究开发的药源问题

20世纪中几十年的探索，使各国科学家在海洋药物相关领域获得了宝贵经验和技术积累，成为21世纪海洋药物研究发展的巨大推动力。但反观历史、分析现状，不难看出，海洋药物的发展受到许多不利因素的限制，如样品采集困难、天然产物微量、结构复杂，致使药源难以解决。药源问题一直是海洋药物研究与开发的最重要的制约因素。虽然已从各类海洋生物中分离获得2万余种化合物，却仅有0.1%左右的海洋天然产物成为候选药物进入临床研究。海洋天然产物要发展成为能供临床使用的药物必须经过样品采集、活性成分发现、临床前研究、临床研究这四个阶段，会涉及提供足够大量的样品供临床前研究、临床研究及临床使用等问题。化学合成的样品作为药物的商业资源是首选的，但对于许多海洋天然产物来说，结构极为复杂，有多个手性中心，需多步反应才能完成合成，产率极低，成本极高，商业开发前景渺茫。某些药理活性好的化合物在天然资源中含量极微，即使不考虑生态平衡的问题，也不可能采集到足够的生物样品作药用资源。

因此，寻找可人工再生的、环境友好的、稳定的、经济的药源已成为海洋药物研究领域最紧迫的课题[9]。

针对药源问题国内外科学家探索过许多解决途径，如人工养殖药源生物、组织细胞培养、功能基因克隆表达等，但均未获得满意结果。有些海洋生物，特别是海洋无脊椎动物目前尚无法进行人工养殖，即使能养殖的，其化合物含量往往比自然资源的低，且不稳定[32]；尽管某些海洋生物细胞在实验室能培养，但进行大规模培养以获取活性化合物目前尚无成功的例子；功能基因的克隆表达给某些海洋天然产物的来源带来了曙光，但目前的技术仅限于肽及蛋白质（酶）等物质。

鉴于上述原因，海洋药物药源问题历史性地被带入21世纪。开辟新的资源领域、探索新的方法和技术将是解决药源问题的有效途径。21世纪海洋药物资源的研究开发总的趋势将是从特殊到普遍，从部分到整体，从个别到系统。

3.3.2 现代海洋药物研究的发展趋势

现代生命科学及相关学科的高速发展对药学领域的发展产生了巨大的牵引力。近些年生物学、分子生物学、化学等学科领域出现的高新技术为现代药学研究创造了技术条件[33]。综合运用这些学科领域的研究方法、技术和思路，特别是生物系统筛选技术、基因组学、蛋白质组学、代谢组学、生物组合化学、生物信息学及化学生态学等新兴学科方法和技术，必将对未来海洋天然产物和海洋药物的发展产生无法估量的推动作用。

3.3.2.1 生物系统筛选技术

新的海洋活性天然产物的发现和药物先导化合物的筛选依赖于高效的筛选系统。目前，药物学家提出药物筛选技术应由过去片面的线性研究向整体的生物系统研究转变。新近发展起来的生物系统筛选技术将对未来药物的研究开发产生深远影响，同样将对海洋药物的研究开发产生积极的推动作用[34]。

随着分子生物学、药理学和自动化技术的飞跃发展，在很短的时间内对大量的微量物质在多个药物靶点上进行生物活性筛选已成为现实。药物筛选可分为两类：一是随机筛选（普筛），即从完全未知的化合物群中寻找先导化合物；二是定向筛选，即根据已知的先导化合物定向设计新化合物，以筛选出药效更好的化合物。随着科学技术的不断发展，分析手段的不断提高，药物的活性筛选系统也由当初的整体动物模型、组织器官模型，向细胞、分子水平发展。细胞培养技术周期短、操作简单、费用低，在药物活性筛选中得到了广泛应用。由于分子生物学技术的飞速发展，许多与疾病有关的功能蛋白质，如酶、受体等被分离纯化，以酶、受体为作用靶点的高通量筛选技术在国内外兴起。高通量药物筛选的平台是由化合物库、靶体选择、靶体和化合物反映的测试方法、靶体作用物的高通量筛选和数据的信息处理系统几大部分组成。高通量筛选系统具有筛选量大、用样量少、高度自动化等优点，提高了药物发现的概率，加快了新药开发的速度。然而无论是在细胞水平上，还是在分子水平上，高通量筛选均是在某一个层面上对药物进行活性追踪，不能完全揭示药物在体内发挥作用的实质，其片面的生物学功能信息带来的缺陷已引起药物学家的极大关注。生物系统筛选技术的创建和完善则弥补了这一缺陷。生物系统筛选是将基因、蛋白质、代谢产物、细胞及信号转导通路作为一个整体进行系统研究，从而从多个层面全方位地把握、追踪化合物或药物的生物学信息。生物系统筛选技术是以蛋白质组学和代谢组学为基础，借助核磁共振、质谱、基因数据库、高精端识别等技术，全面揭示化合物或药物的生物学作用机制。海洋蕴藏着巨大的药用资源，生物系统筛选技术的发展将对21世纪海洋药物的筛选和发现发挥重大作用。

3.3.2.2 海洋化学生态学

海洋化学生态学是一门新兴的交叉学科，属海洋天然产物前沿研究领域。其研究思路和目的是将海洋生物及其环境中其他生物作为一个整体来研究，结合天然产物化学和生态学方法，探究海洋生物的化学防御机制，寻找活性天然产物（化学防御物质），追踪活性天然产物的生物源头；探讨活性天然产物的生态学作用，揭示海洋生态系统的化学本质，维护海洋生物的多样性，预防海洋生态灾难的发生等[9]。

对单个海洋生物进行研究，从中提取分离活性化合物，发现药物先导化合物，是已往海洋药物研究的主流。但是，任何一种海洋生物都不是孤立存在的，与其生存环境中的其他生物总是有着千丝万缕的联系，这种联系的物质基础正是生物体产生的各种化学信息物质。自然界的生物依赖各种化学信息的传递维系着一个庞大而复杂的生态系统，海洋生物则更加依赖这一化学防御体系。在生存竞争中，进攻与防御、猎捕与拒捕、相克与共生，以及对食物和生存空间的争夺常常以各种化学途径进行(图3-6)，即积聚或分泌对其他生物具有威慑性、攻击性，甚至毒害性的次级代谢产物，亦即生物活性天然产物[2, 9, 35-37]。海洋生物中海绵、海鞘、软体动物等通常固着生长或运动缓慢，缺乏形态学上的物理防御结构，脆弱而易受攻击，却能在充满了强大猎捕者（如鱼类等）的环境中安然生存，正是由于这些生物能产生各种生物活性天然产物，通过其化学防御策略达到目的[2]。这一防御策略引起了海洋天然产物及药物学家的注意。海洋生物化学防御的本质是生物活性天然产物的物质传递过程。特别要指出的是，海洋生物的化学防御机制及其化学生态学研究对追踪海洋活性天然产物的真正来源意义重大。海洋化学生态学的

研究目的在于揭示活性化合物在生物间的传递方式、一定范围内生物间的相互关系，以及特定生物与其生存环境中的其他生物（包括共生微生物）、海水、基质及食物链的关系。近年国外对海洋生物化学防御机制研究多集中于海绵、海鞘、软体动物和微生物[38, 39]。这些报道对某些海洋生物的化学防御物质及其生态学作用作了探讨性研究，有些研究直接导致活性化合物或其类似物生产者——微生物（包括微藻）及共生微生物的发现。

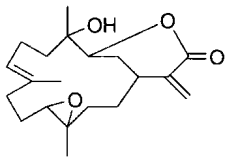


图 3-6 软珊瑚化学防御化合物 flexibilid 的结构
软珊瑚分泌的 cembrene terpene（14 元碳环结构大环二萜，西松烯），强烈抑制石珊瑚 *Arcopora formosa* 共生微藻的光合作用

鉴于上述原因，国际上少数几个研究机构开始了这方面的研究工作，并取得重要进展，正在海洋天然产物研究领域形成热点。如对热带和温带海洋生物中天然产物的化学生态学作用，尤其是对海绵等海洋无脊椎动物的拒食（拒捕）(feeding deterrence) 等化学防御物质的作用机制、分布及创伤诱导生物转化(wound-induced bioconversion) 等的研究取得了重要进展[40]；特别地，采用荧光原位杂交技术（fluorescent in situ hybridization, FISH）对海绵等海洋生物中共生微生物进行观测鉴定，并从共生微生物（如海绵共生真菌）中分离结构多样的活性天然产物，追踪其生物来源等的研究，引起了海洋天然产物及海洋药物研究领域科学家的极大关注。海洋生物的化学生态学研究有可能为某些活性天然产物的来源及某些海洋药物药源的解决找到新的有效途径。海洋生物的化学生态学研究改变了已往孤立研究某种特定海洋生物的模式，从生态学（或微生态学）的宏观角度探究生物活性物质的作用机制，为海洋天然产物的研究和海洋药物的开发提供了全新的思路。

3.3.2.3 海洋共生微生物及其宏基因组研究技术

海洋生物的共生微生物可能是某些海洋天然产物的真正生产者。近年来，大量文献阐述了海洋微生物，特别是海洋共生微生物作为新药资源的巨大潜力[2, 9, 41-50]。就海洋无脊椎动物来说，其组织的细胞内和细胞外栖息了大量微生物，包括细菌、真菌、蓝细菌等[2, 51]。这些共生或内生的微生物从宿主体内获得营养，更重要的是可能参与了天然产物的生物合成。近年，对海绵、海鞘、软体动物、苔藓虫等重要药源生物进行的研究发现，通过食物链摄入或共生的细菌、微藻等微生物，可能是某些海洋天然产物或其类似物的真正生产者[2, 52]。有证据表明，苔藓虫 *B. neritina* 中的大环内酯苔藓虫素 bryostatin 是由其非可培养的共生菌 γ-蛋白菌 *Candidatus* Endobugula sertula 通过聚酮合成酶合成产生[53, 54]；从海绵 *Theonella swinhoei* 中发现了生物活性环肽 theopalauamide 和大环内酯 swinholide A，前者存在于其共生丝状细菌中，而后者存在于其共生单细胞菌中[55]；已鉴定出该海绵中产生抗真菌肽的共生菌为一种 δ-蛋白菌[56]。

上述发现为用发酵工程等技术大量获得药物或药物先导化合物（类似物可通过半合成获得目标化合物），为从根本上解决药源问题带来了希望[57]。因此，海洋共生微生物的分离、鉴定、培养、发酵等技术对海洋天然产物的研究具有特别意义。由于海洋特殊的生态环境，有些海洋共生微生物的种群与陆地微生物的迥然不同，其培养条件以及对培养基的要求也不同。鉴于此，利用共生微生物资源、完善其分类鉴定系统、优选培养基和培养条件、建立发酵工程等技术，将是寻找活性天然产物、解决药源供给的重要途径之一[58]。

开发利用海洋共生微生物的另一条途径是建立宏基因组 DNA 的克隆与表达技术体系。由于共生微生物与其宿主之间独特的共生关系，在目前技术条件下，绝大多数不能分离培养，属“非可培养”或“未能培养”微生物。如海绵 *A. aerophoba* 生物量的 40% 为细菌和蓝细菌，而只有不到 1% 的细菌可用标准 ZoBell 培养基培养[59]。因此，“非可培养”的共生微生物很可能是寻找活性天然产物的新资源，其丰富的化学多样性亟待挖掘。目前，对非可培养微生物的研究已成为生物学和化学的科学前沿领域之一，特别是从土壤等环境样品“非可培养微生物”中发现天然产物为天然产物的研究开辟了崭新的研究领域[60]。近年来，国际上对环境样品中“非可培养微生物”开展了宏基因组克隆、宏基因组文库构建等基因工程研究，以工程菌表达、筛选活性次级代谢产物的研究处于前沿探索阶段[60-62]。这些方法和技术同样可以运用到海洋共生微生物的研究中，即将控制天然产物生物合成的基因簇（大片断 DNA）克隆、转化至可培养的微生物中表达并筛选活性次级代谢产物。可以预见，通过运用 16S rRNA 基因序列分析[62]、荧光原位杂交[59, 63-65]等技术，结合细菌人工染色体载体(BAC)文库构建，对“非可培养”海洋共生微生物基因资源的开发利用可望在近年取得突破。海洋共生微生物的基因工程和发酵工程等技术的运用有可能从根本上解决某些海洋药物药源或化合物来源问题，并将对海洋天然产物和海洋药物研究产生深远影响。

3.3.2.4 海洋生物基因工程技术

以基因组学技术为代表的生物技术在海洋生物药用基因资源中将发挥极其重要的作用。当今的生命科学研

究已由单个基因的克隆、分析时代步入生物整体基因组分析的新时代。在多种学科交叉互动的21世纪，基因组学在生命科学的各学科之间架起了一座桥梁，使人类能够在宏观模式和微观机制的不同层次上，探索生物发育、进化、生物多样性起源、衰老及疾病的防治等重大科学问题，成为新世纪生命科学最前沿的研究领域，也是高科技研究的焦点之一。近年，一些发达国家已率先启动海洋生物基因组的研究，特别是美国、日本、加拿大、澳大利亚及欧洲的国家纷纷投入巨资，展开了海洋生物的基因组研究。对海洋生物功能基因组进行的研究，将从根本上打破资源限制，为海洋天然产物和海洋药物研究与开发开辟崭新领域。通过构建cDNA文库或基因组文库，利用大规模测序技术、功能表达克隆技术、差异显示技术、蛋白质组学技术、生物信息学技术等功能基因组研究技术，可以从海洋药源生物中克隆到活性物质的相关功能基因或基因簇，进而采用基因转移、基因改造及基因表达等基因工程技术大量获得海洋生物药用活性物质[66]。在海洋生物活性物质中，能够直接进行基因工程操作的是分子量适当的直链肽，它们由单个基因编码，易于重组表达。目前通过基因工程技术克隆表达的产物几乎都是初级代谢产物，但可以预测，随着基因工程技术的发展，通过基因重组表达次级代谢产物指日可待。由于基因组学等技术的运用，海洋生物药用基因资源的研究与开发必将取得丰硕成果。

3.4 中国海洋药物的研究与发展

3.4.1 中国海洋药物研究开发背景与概况

传统海洋中药以及传统中医药理论，是中国现代海洋药物研究开发的基础和原动力。中国是世界上最早利用海洋生物作为药物的国家之一。数千年前，中国古代先民经过长期实践积累，以某些海洋生物及矿物直接用作药物。我国最早解释词义的专著《尔雅》，其有关“药食同源”的观点揭示了食物(包括海洋生物)在疗病过程中的作用；中国沿海古代居民使用了许多可供食用的海洋生物，并发现了其药用价值，开始了海洋药物的医疗实践[67, 68]。中国历代医药本草典籍，如《本经》、《本草纲目》、《本草纲目拾遗》等，收录海洋药物110余种。在数千年的临床实践基础上，自20世纪后半叶以来，随着中药研究的迅速发展，被认识和收录的海洋药物种类显著增加。特别地，在新近开展的首次全国范围的大规模海洋药用生物资源调查评价中，又有新的发现和突破，至2008年，中国已记录的海洋药物达700余种，药用生物资源物种种类已有1000余种。这些资源无疑将成为中国现代海洋药物研究(包括现代海洋中药)开发的源泉。

中国的现代海洋药物研究始于20世纪70年代，至今已有30年历史。在此期间，在国际海洋天然产物、海洋药物研究的大背景下，国内许多学者致力于现代海洋药物的研究，取得了一些鼓舞人心的成绩。值得提出的是，早期，中国学者对中国南海的珊瑚类动物进行了较系统的化学成分研究，1985年，首次从软珊瑚中分离得到2种具有双十四元环碳架的新型四萜，丰富了萜类化学的内容。90年代以后，海洋天然产物的研究获得了迅猛发展，更多的学者对中国海洋中的海绵、珊瑚、棘皮类动物、草苔虫、海藻及海洋微生物进行了广泛的研究。迄今已研究的海洋生物有500多种，获得的发明专利100余件。

有关资料显示，在中国真正成为药物广泛应用的海洋天然产物尚不多见，但以海洋生物活性物质作为分子模型或先导物，通过结构改造与修饰，或以其作为原料进行半合成来获得药用分子等领域的研究，则已取得令人鼓舞的成就[69]。至今已有10余种海洋药物获国家批准上市[25]；另有10种获“健”字号的海洋保健品[70, 71]，更有一批药物处于临床及临床前研究。

近10年来，中国在运用基因工程、细胞工程、发酵工程、蛋白质工程、生物反应器等生物技术方面取得了一定进展。特别是运用基因工程等技术研究开发海洋活性物质、诊断试剂、疫苗和药物方面取得了显著进展[66]。现已克隆到基因并进行重组表达的肽和蛋白质有：毒素（海葵毒素、芋螺毒素、海蛇毒素等）、胰岛素、降钙素、凝集素、蛏凝集素、血蓝蛋白、别藻蓝蛋白、金属硫蛋白、鲨鱼软骨血管新生抑制因子、超氧化物歧化酶、细胞色素C等。20世纪80年代以来，采用的生物表达受体已发展到从原核生物到真核生物，从微生物到大型生物，从细胞水平到整体水平，从陆地生物到海洋生物的转变。90年代以来，随着大型海藻基因工程的可操作性被证实，藻类基因工程研究与开发的潜力正被越来越多的人所认识。目前在麒麟菜、硅藻（如 *Cylotella cryptica* 和 *Navicula saprophila*）、海带、条斑紫菜和坛紫菜等的瞬间表达体系及稳定表达体系等研究方面已取得重要进展。

随着海洋药物的快速发展，中国已初步构建海洋生物制药产业的技术体系。1999年成功建设的中国唯一的国家海洋药物工程技术研究中心，目前已成为海洋药物工程化、产业化的中试基地和海洋药物研究开发的技术辐射源。此外，许多省市和重点院校均成立了相应的海洋药物研究机构和学术团体，每年召开各种类型的海洋药物学术研讨会。国家及各省市级政府逐年加大对海洋药物研究开发的资助。特别自“十五”以来，国家“863”计划将海洋药物研究列入独立专题，并启动了以新药先导化合物和创新药物为主题的海洋天然产物研究项目。在此背景下有的院校建立了海洋药物专业，有计划地培养海洋药物学科的专业人才。现已在全国逐步形成了一个集教学、科研、生产为一体的较系统的海洋药物发展体系，并在药学研究

和生物技术研究领域占有一定的地位。

3.4.2 中国海洋药物研究开发的特色与优势

中国现代海洋药物的研制，实现了利用海洋生物整体或部位的传统海洋中药向利用药源生物体内活性单体化合物的现代海洋药物的大跨越。近 30 年来，中国对药用海洋生物应用现代技术，研究开发现代海洋药物方面，取得了可喜成绩，并形成了自身特色和优势。

以传统海洋中药资源为药源，结合现代天然产物和海洋药物研究方法和技术，开发研制针对重大疑难病症的创新药物，是中国现代海洋药物研究开发的特色之一。自 20 世纪 70 年代以来，中国学者运用现代科学技术，对海洋中药从化学、药理、毒理、制剂、临床及药物资源等方面进行了较系统的研究，揭示了一些海洋中药特别是单味药的作用物质基础及其作用机制，并成功研制了现代意义上的海洋创新药物以及新的海洋中药或与其他中药配伍的中药复方。如已获准上市的藻酸双酯钠、甘糖酯、烟酸甘露醇、多烯康、角鲨烯等药物即是以海洋中药材为药源研制开发的现代药物。

针对海洋药物研究开发中的瓶颈因素——药源问题，以海洋本草中蕴藏量丰富的海洋多糖类化合物为药源，开发研制现代西药，是中国现代海洋药物研究开发的又一特色，并形成了优势。如以海带等海洋中药中的褐藻多糖为药源，开展了海洋多糖、寡糖的化学结构、生物活性、构效关系、作用机制、创新药物等一系列研究，创制了多个现代海洋药物。中国海洋大学自 1985 年成功研制出中国第一个现代海洋药物藻酸双酯钠之后，又相继开发了甘糖酯、海力特、降糖宁等 3 个海洋药物及系列海洋生物工程制品。目前，3 个国家一类新药（抗艾滋病海洋药物聚甘古酯、抗脑缺血海洋药物 *D*-聚甘酯、抗动脉粥样硬化海洋药物几丁糖酯）已顺利进入Ⅱ期临床研究；在研的国家新药——抗尿路结石海洋药物古糖酯、抗阿尔茨海默病海洋新药 HS-971 也已完成临床前研究并开始进入临床研究。这些药物都是以资源量极为丰富的药用海洋动植物多糖为基础开发研制的。可以说，中国的海洋糖类药物的研究开发已形成自身优势，在国际上占有一席之地，走出了中国海洋药物发展的特色之路，对中国乃至世界海洋药物的发展作出了应有贡献。

3.4.3 现代海洋中药的研究和开发

海洋中药是指以中医中药理论为指导，以海洋动植物、矿物为药源，经过合理配伍组方而成的具有显著疗效的单方、复方及中成药。海洋中药既可单独成药，也可与其他陆地中药配伍组方成药。海洋中药具有低毒性、多成分、多靶点、多途径协同作用的特点，在预防和治疗威胁人类生命的重大疾病方面具有显著优势。与西药以化合物为出发点不同，中药以生物体为本（但其作用基础乃是化合物或化合物的组合），其药效作用本质是多靶协同作用的“混合物”，迥然不同于现代西药的单一化合物。

海洋中药对中国特色的现代海洋药物的研究和开发起到了重要的启迪作用。海洋中药数千年宝贵的文献资料和临床实践经验，为现代海洋药物的研究开发提供了理论依据和物质基础；而现代海洋药物的研究和开发又为海洋中药的现代理解和价值体现提供了全新的视角、方法和技术。现代海洋药物的研究也需要传统海洋中药理论的支持，而传统海洋中药的出路更需要现代科学技术的推动。从海洋中药研究与应用的历史渊源来看，海洋中药在中国早期的中药发展史中已成为中药宝库不可分割的有机组成部分，其精髓有待现代理念的领悟，其奥妙亟待现代科学的诠释，其潜力急需现代技术的挖掘。作为中国中药资源宝库的重要组成部分，海洋中药的现代化是中国中医药现代化事业不可或缺的部分。

但与陆地中药相比，中国海洋中药的整体发展水平落后。人们对海洋中药这一特殊中药资源的认识尚不足，运用现代科学技术研究开发海洋中药刚刚开始，对其药性归经、配伍应用、药效物质基础、作用机制、药物代谢等基础性研究十分薄弱。就海洋中药物质基础来说，中国对海洋中药的研究，多局限在单味药的化学成分以及粗提物的分离提取和药效研究等层次，忽视了中医药理论体系的整体性和特殊性，缺少在传统中医药理论指导下的海洋中药现代化研究，而且研究的范围、深度远远不及对陆地中药的研究，许多研究领域尚为空白。要提高海洋中药研究的现代化水平，必须探索新的研究思路，解决海洋中药现代化研究的方法学问题。

中国现代海洋中药的研究要借鉴现代海洋药物（西药）的研究方法和技术，在传统中医药理论指导下，进行传统理论的现代探索和诠释，在此基础上开发研制现代海洋中药。主要着重以下几方面。

（1）以典型海洋中药为代表，阐释传统中医药理论。未来 20 年乃至更长时间，中国科学家有责任对千年的智慧结晶和实践积累——数量可观的海洋中药进行系统深入的研究。特别是运用现代先进方法和技术，进行系统分析和测定，揭示其化学本质。可通过两条思路开展研究：一是从中药药性如性味归经出发，分析研究其物质基础，利用中药活性成分信息数据库，通过信息分析和实验研究，寻找中药性味归经的科学内涵；二是在中医药理论指导下，根据中药性味归经及配伍理论，探讨海洋活性成分在中成药中的君、臣、佐、使配伍规律，扩展海洋现代中药范畴。这些探索，对古老深邃的中医药理论的阐明，对中医药文化精髓的领悟，乃至对生命本质和疾病机理的诠释，均具有深远而独特的理论意义。

（2）海洋中药现代化关键技术研究。对现代海洋中

药的研究开发，药效物质基础和质量控制技术是其核心研究内容，也是制约海洋中药现代化研究的瓶颈技术。其中，海洋中药有效成分的提取分离、结构鉴定技术，在于阐明海洋中药作用的药效物质基础；药效物质配伍、组合研究技术，在于从分子水平阐释海洋中药的组方原则，透彻认识中药组方原则、配伍规律、药效物质基础、作用机制和辨证论治的中医药整体观点；海洋中药成药的生物学评价技术，在于以现代药理药效学技术手段，阐明海洋中药的安全性、有效性；海洋中药材、中间体及制剂质量控制技术，在于解决海洋中药的质量和疗效的稳定性问题。以上关键技术的解决，无疑将会带来现代海洋中药的研制及产业化的重大突破。

(3) 在中医药理论指导下开发研制现代海洋中药。鉴于海洋中药资源的特殊性、药效物质基础的特殊性和研究开发技术的特殊性，以中医中药理论为指导，以海洋动植物、矿物为药源，按照国际通行的医药标准及规范，综合运用现代理论与技术方法，经过合理的配伍组方，研制具有显著疗效的现代海洋中药。

(4) 以传统中药为药源开发现代海洋药物。从数量可观的海洋中药资源中，提取、分离、筛选活性化合物，建立海洋现代中药信息数据库和复方数据库，采用现代海洋药物的研究方法，寻找、发现并开发现代海洋药物。

这些工作无疑将对重新审视海洋中药的价值，阐明海洋中药的本质，挖掘古老文明的精髓作出相应的贡献。

综上所述，回顾现代海洋药物研究发展的历程，列数各个历史阶段的成就，可以清楚地认识到，海洋药物研究的水平、深度和广度与当时的科学技术发展水平密切相关。海洋药物的研究与开发需要多学科的交叉、渗透与融合，需要多种方法和技术的综合运用和借鉴。由于一大批现代高新技术和新兴交叉学科的迅速发展，海洋药物研究又迎来一个空前发展的新阶段。进入 21 世纪以来，海洋药物的研究在药学乃至生命科学领域受到前所未有的高度重视，其无法估量的巨大潜力在 21 世纪将被充分发挥和挖掘。

参考文献

[1] Weinheimer A J, et al. The occurrence of two new prostaglandin derivatives (15 - epi - PGA_2 and its acetate, methyl ester) in the gorgonian *Plexaura homomalla*. Chemistry of coelenterates. XV [J]. Tetrahedron Lett, 1969, 15: 5185.

[2] Proksch P, et al. Drugs from the seas-current status and microbiological implications [J]. Appl Microb Biotechnol, 2002, 59: 125.

[3] Fusetani N. Drugs from the sea [M]. Switzerland: Karger Publishers, 2000, 1.

[4] 郭跃伟. 欧洲海洋药物的研究现状及对我国海洋药物研究的启示[J]. 中国新药杂志, 2001, 10: 81.

[5] Pettit G R, et al. The isolation and structure of a remarkable marine animal antineoplastic constituent: dolastatin 10 [J]. J Am Chem Soc, 1987, 109: 6883.

[6] Hirata Y D, et al. Halichondrins-antitumor polyether macrolides from a marine sponge [J]. Pure Appl Chem, 1986, 58: 701.

[7] Look S A, et al. The pseudopterosins: a new class of antiinflammatory and analgesic diterpene pentosides from the marine sea whip *Pseudopterogorgia elisabethae* (Octocorallia) [J]. J Org Chem, 1986, 51: 5140.

[8] Department of Chemistry, University of Canterbury. MarinLit with the ACD/labs ^{13}C and ^{1}H data files. Version September 2008 New Zealand.

[9] 王长云，等. 海洋药物研究进展与发展趋势 [J]. 中国新药杂志, 2005, 14(3): 278.

[10] 陈冀胜. 海洋药物研究开发漫谈 [J]. 中国医学科学院学报, 2001, 23: 415.

[11] Kornprobst J M, et al. Sulfated compounds from marine organisms [J]. Comp Biochem Physiol, 1998, 119B: 1.

[12] Tsuda M, et al. Maeganedin A, a new manzamine alkaloid from Amphimedon sponge [J]. Tetrahedron Lett, 1998, 39: 1207.

[13] Blunt J W, et al. Marine natural products [J]. Nat Prod Rep, 2007, 24: 31.

[14] Lin Y-Y, et al. Isolation and structure of brevetoxin B from the "red tide" dinoflagellate *Ptychodiscus brevis* (Gymnodinium breve) [J]. J Am Chem Soc, 1981, 103: 6773.

[15] Moore R E, et al. Structure of palytoxin [J]. J Am Chem Soc, 1981, 103: 2491.

[16] Moore R E, et al. Palytoxin: new marine toxin from a coelenterate [J]. Science, 1971, 172: 495.

[17] Pettit G R, et al. Isolation and structure of bryostatin 1 [J]. J Am Chem Soc, 1982, 104 (24): 6846.

[18] 易杨华，等. 现代海洋药物学 [M]. 北京：科学出版社，2006, 770.

[19] 易杨华，等. 海洋药物导论 [M]. 上海：上海科学技术出版社，2004.

[20] Haefner B. Drugs from the deep: marine natural products as drug candidates [J]. Drug Discov Today, 2003, 8(12): 536.

[21] 吴梧桐，等. 海洋活性物质研究若干进展 [J]. 药物生物技术, 2000, 7: 179.

[22] 范晓，等. 国外海洋药物研究前沿与我国的发展战略 [J]. 中国海洋药物, 1999, (2): 42.

[23] Shu Y Z. Recent natural products based drug development: A pharmaceutical industry perspective [J]. J Nat Prod, 1998, 61: 1053.

[24] Wallace R W. Drugs from the sea: Harvesting the results of aeons of chemical evolution [J]. Mol Med Today, 1997,

3: 291.
[25] 卞俊. 国内外海洋药物研究进展和展望 [J]. 海军医学杂志, 2007,28 (1): 84.
[26] 谭仁祥,等. 功能海洋生物分子——发现与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 647.
[27] Kohn A. Piscivorous gastropods of the genus conus [J]. Proc Nat Acad Sci USA, 1956,42: 168.
[28] Jain K K. An evaluation of intrathecal ziconotide for the treatment of chronic pain [J]. Expert Opin Inv Drug, 2000, 9: 2403.
[29] Masahiro M, et al. Structure-activity relationship of α - galactosylceramides against B16 - Bearing Mice [J]. J Med Chem, 1995, 38(12): 2176.
[30] Depenbrock H, et al. In vitro activity of aplidine, a new marine-derived anti-cancer compound, on freshly explanted clonogenic human tumor cells and hematopoietic precursor cells [J]. Br J Cancer, 1998, 78: 739.
[31] Rinehart K L. Antitumor compounds from tunicates [J]. Med Res Rev, 2000, 20: 1.
[32] Mendola D. Aquacultural production of bryostatin 1 and ecteinascidin 743 [M] // Fusetani N. Drugs from the sea. Switzerland: Karger Publishers, 2000,120.
[33] 丁健, 等. 中国药学科学发展战略与新药研究开发 [M]. 上海: 第二军医大学出版社,1999.
[34] 杜冠华,等. 药物筛选与海洋药物开发研究 [J]. 中国海洋药物, 1998, (4): 49.
[35] McClintock J B, et al. Marine chemical ecology [M]. London: CRC Press, 2001.
[36] Proksch P. Chemical defense in marine ecosystems [M]//Wink M. Functions of plant secondary metabolites and their exploitation in biotechnology. Sheffield: Sheffield Academic Press, 1999,134.
[37] Proksch P, et al. Ecological significance of alkaloids from marine invertebrates [M] // Roberts MF, et al. Alkaloids, biochemistry, ecology and medicinal applications. New York, London: Plenum Press, 1998, 379.
[38] 张文,等. 后鳃亚纲软体动物化学防御物质研究进展[J]. 生态学报, 2007, 27(3): 1192.
[39] 徐年军,等. 海洋微生物的化学生态学研究进展[J]. 应用生态学报, 2006, 17(12): 2436.
[40] Ebel R, et al. Wound activation of pro-toxins in the marine sponge *Aplysina aerophoba* [J]. J Chem Ecol, 1997, 23: 1451.
[41] Jensen P R, et al. Marine microorganisms and drug discovery: Current status and future potential [M]//Fusetani, N. Drugs from the sea. Switzerland: Karger Publishers, 2000, 6.
[42] Biabani M A, et al. Advances in chemical studies on low-molecular-weight metabolites of marine fungi[J]. J fwer Praktische Chemie, 1998, 340: 589.
[43] Pietra F. Secondary metabolites from marine microorganisms: Bacteria, protozoa, algae and fungi [J]. Nat Prod Rep, 1997, 14: 453.
[44] Jensen P R, et al. Marine bacterial diversity as a resource for novel microbial products [J]. J Indust Microbiol, 1996, 17: 346.
[45] Davidson B S. New dimensions in natural products research: Cultured marine microorganisms [J]. Curr Biol, 1995, 6: 284.
[46] Liberra K, et al. Marine fungi — A prolific resource of biologically active natural products? [J] Pharmazie, 1995, 50: 583.
[47] Jensen P R, et al. Strategies for the discovery of secondary metabolites from marine bacteria: Ecological perspectives [J]. Annu Rev Microbiol, 1994, 48: 559.
[48] Fenical W, et al. Marine microorganisms: a new biomedical resource [M] // Yaborsky O K, et al. Marine biotechnology, pharmaceutical and bioactive natural products. New York: Plenum Press, 1993, 1: 419.
[49] Fenical W. Chemical studies of marine bacteria [J]. Chem Rev, 1993, 93: 1673.
[50] Okami Y. The search for bioactive metabolites from marine bacteria [J]. J Mar Biotechnol. 1993, 1: 59.
[51] Wilkinson C R. Symbiotic interactions between marine sponges and algae [M] // Reisser W. Algae and symbioses. Bristol: Biopress, 1992, 112.
[52] Bewley C A, et al. Lithistid sponges: Star performers or hosts to the stars? [J]. Angewandte Chemie International Edition, 1998, 37: 2162.
[53] Davidson S K, et al. Evidence for the biosynthesis of bryostatins by the bacterial symbiont "*Candidatus* Endobugula sertula" of the bryozoan *Bugula neritina* [J]. Appl Environ Microbiol, 2001, 67: 4531.
[54] Haygood M G, et al. Small-subunit rRNA genes and in situ hybridization with oligonucleotides specific for the bacterial symbionts in the larvae of the bryozoan *Bugula neritina* and proposal of "*Candidatus* Endobugula sertula" [J]. Appl Environ Microbiol, 1997, 63: 4612.
[55] Bewley C A, et al. Two classes of metabolites from *Theonella swinhoei* are localized in distinct populations of bacterial symbionts [J]. Experientia, 1996, 52: 716.
[56] Schmidt E W, et al. Identification of the antifungal peptide-containing symbiont of the marine sponge *Theonella swinhoei* as a novel γ - proteobacterium, "*Candidatus* Entotheonella palauensis" [J]. Mar Biol, 2000, 136: 969.
[57] Haygood M G, et al. Microbial symbionts of marine invertebrates: opportunities for microbial biotechnology [J]. J Mol Microbiol Biotechnol, 1999,1(1): 33.
[58] 林永成,等. 海洋微生物及其代谢产物 [M]. 北京: 化学工业出版社,2003: 32.
[59] Friedrich A B, et al. Temporal variation of the microbial community associated with the Mediterranean sponge *Aplysina aerophoba* [J]. FEMS Microbiol Ecol, 2001, 1301: 1.
[60] Handelsman J, et al. Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: a new frontier for natural products [J]. Chem Biol, 1998, 5: R245.

[61] Cowan D, et al. Metagenomic gene discovery: Past, present and future [J]. Trends Biotech, 2005, 23: 321.

[62] Rondon M R, et al. Cloning the soil metagenome: a strategy for accessing the genetic and functional diversity of uncultured microorganisms [J]. Appl Environ Microbiol, 2000, 66: 2541.

[63] Hentschel U, et al. Isolation and phylogenetic analysis of bacteria with antimicrobial activities from the Mediterranean sponges *Aplysina aerophoba* and *Aplysina cavernicola* [J]. FEMS Microbiol Ecol, 2001, 35: 305.

[64] Webster N S, et al. Phylogenetic diversity of bacteria associated with the marine sponge *Rhopaloeides odorabile* [J]. Appl Environ Microbiol, 2001, 67: 434.

[65] Friedrich A B, et al. Microbial diversity in the marine sponge *Aplysina cavernicola* (formerly *Verongia cavernicola*) analyzed by fluorescence in situ hybridization (FISH) [J]. Mar Biol, 1999, 134: 461.

[66] 董志峰,等. 基因工程与海洋药物研究 [J]. 海洋科学, 1998, (1): 16.

[67] 谭仁祥,等. 浅谈海洋药物研究与开发战略 [J]. 中国新药杂志, 2000, 9: 435.

[68] 关美君,等. 我国海洋药物主要成分研究概况(Ⅰ) [J]. 中国海洋药物, 1999, (1): 32.

[69] 管华诗,等. 21 世纪, 中国的海洋药物 [J]. 中国海洋药物, 2000, (4): 44.

[70] 易杨华, 等. 海洋药物研究展望与对策 [J]. 第二军医大学学报, 2001, 22: 801.

[71] 关美君,等. 海洋药物——二十一世纪中国药学研究的新热点 [J]. 中国海洋药物, 2001, (1): 1.

4 海洋药用生物的栖息环境

4.1 概论

4.1.1 海洋药用生物与栖息环境

海洋蕴藏着丰富的药用生物资源，很多海洋生物为适应生存及竞争生存空间，产生的海洋次生代谢产物具有独特的结构和药理作用，对人类多种疾病具有明显的疗效。海洋生物存有大量的、具有各种生理活性的天然物，其中很多是陆生生物所没有的。海洋中对人体和其他动植物具有药效价值的生物，包括目前仅在实验中证实具有药用生理作用的生物，隶属海洋细菌、真菌、植物和动物的各个门类。海军后勤部及卫生部等单位出版的《中国药用海洋生物》收载海洋药用生物 147 种[1]，伍汉霖的《中国有毒及药用鱼类新志》收载有毒鱼 278 种和药用鱼 168 种[2]，中科院南海海洋研究所的《南海海洋药用生物》收载海洋药用生物 213 种[3]，《原色中国本草图鉴》(1983 年)的“海洋药物”分册收录海洋药用生物 200 种[4]，《中华本草》则收载海洋药用生物 623 种[5]。据不完全统计，到目前为止中国海洋药用生物已达 1000 余种。它们需要不断与其周围环境进行物质与能量的交换，因此环境条件的特点影响着生物的分布、数量、行为和生理特征，而生物的生命活动也影响和改变着环境条件。

海洋生物的环境可分为物理环境、地质环境、化学环境和生物环境。在生态学上，环境中对生物生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的环境要素称为生态因子，生态因子又分为非生物因子和生物因子。海洋环境的非生物因子包括物理因子(水温、盐度、海流)、地质因子(地形、地貌、底质)和化学因子(碳元素、营养元素、悬浮物以及一些重要的污染物)；海洋环境的生物因子是生物周围的同种和异种的其他生物，各种生物互为环境中的生物因子，它们之间的关系主要是营养关系，也就是能量的转移和物质的转化问题。此外还有各种形式的竞争、共生等关系。种内的个体间相互联系和相互影响决定着种群结构及其资源利用的方法，以及个体的生活方式和繁殖等。

各种生态因子对生物的作用是彼此联系、相互影响的，因而应从生态因子的综合作用来分析它们对生物的影响。

4.1.2 中国海洋自然环境特征

整个中国海区处在中、低纬度地带，是介于东亚大陆和西太平洋之间的最大边缘海之一。通常分为渤海、黄海、东海和南海四个海区，自北向南略呈弧形靠中国大陆分布，海岸线绵延曲折，其中仅大陆海岸线逾 18000 km，地跨温带、亚热带、热带三大气候带。自然环境和资源条件优越，生态、环境多样化，各种生态系统并存，有珊瑚礁、红树林、河口、海湾、上升流、陆架区、深海盆等，蕴藏着各种各样的环境信息，生物多样性十分丰富，海洋药用资源种类繁多。

渤海是深入中国陆地的内海，面积约 8 万 km^2，平均水深 18 m。20 m 水深以内的面积约占一半，最大水深 85 m；水文条件受气候及沿岸河流径流量影响较大；底质为细砂，中央盆地颗粒变粗。地处暖温带，具有“北进南出”的密度环流分布，以及不稳定和微弱的潮汐环流，大陆架面积 7.7 万 km^2。

黄海面积约 38 万 km^2，平均水深 40 m，最大水深 106 m。大陆架面积约 38 km^2，其水团和沿岸水相互影响。黄海环流主要由黄海暖流(及其余脉)和黄海沿岸流所组成，主要为泥质粉砂质沉积物所覆盖。苏北沿海为潮流沙脊，底质以细砂为主。

东海面积约 77 万 km^2，大部分为陆架区，平均水深 350 m。冲绳海槽最大水深 2719 m。大陆架面积 57 万 km^2，外缘转折水深 140～180 m，60～70 m 等深线西侧以软泥、泥质沙、粉沙为主。东海沿岸流和台湾暖流是东海浅水区域的两支主要海流，受黑潮分支和沿岸水影响。

南海地处热带、亚热带，属西太平洋的一个半封闭型边缘海，总面积约 350 万 km^2。南北为大陆架，中央有面积约占 30%的深海，平均水深 1212 m，最大水深 5377 m。北部湾最大水深 80 m，大陆架面积 37 万 km^2，除岛礁以珊瑚礁为主外，其他以泥、沙为主。东北部海区水文受黑潮影响为主，北部大陆架受沿岸水影响。

据统计[6]，中国海域已有记录的海洋生物 2 万余种，其中分布于南海的种类约占 70%。以后又陆续报道了一些新种、新记录。

4.2 物理环境

海洋生物资源的分布与海洋潮汐、盐度、海流和海水温度等物理环境条件紧密相关。

4.2.1 水温

4.2.1.1 中国近海水温分布

中国大陆海岸线跨越 23 个纬度。各岸段所处纬度不同，太阳辐射量不同，年平均海水温度也不同，其值在 11～27℃之间。一般随纬度的增加，海水温度逐渐降低。

水温分布的特点是：夏季南北各岸段水温相差不大。

局部地区，如大河河口，受陆地影响较大，水温较高。水温由近岸向远岸逐渐降低。冬季南北海区水温相差悬殊。水温近岸低、远岸高，等温线与岸线走向基本一致，上下层温度比较均匀。

水温的日变化取决于太阳辐射的日变化。一般日最高水温出现在午后，最低水温出现在清晨。在沿岸水域中，潮流对水温的日变化起着相当重要的作用，使得各层水温的变化趋势较为一致，并较明显地随着潮汐呈一日两高两低的变化。内波使得中层水温的日变差加大，并使其变化周期发生显著改变。水温的日较差因时因地而异，一般夏季较大，为1～2℃，河口区和近岸区达3℃以上，冬季的水温日较差较小，为1℃左右，远岸区更小。表层的水温日较差大于底层。水温的年变化主要取决于太阳辐射的年变化，多表现为一年一周期。水温年较差的量值由北向南随纬度的降低逐渐减少。月平均水温的最高值在海南岛出现在6月，广东、广西海域出现在7月，随着纬度的增高而推迟至8月出现。月平均水温的最低值一般出现在1—2月。

中国沿岸表层水温的地区差异悬殊。冬季，北方的渤海沿岸和辽南沿岸最低水温在0℃以下，常有冻冰现象；而地处亚热带的广东沿岸最低水温则在15℃以上，南海诸岛北部岛屿地区可达23℃；地处热带的南沙群岛水温更高，达27℃。夏季，除了某些受涌升流影响的沿岸区水温较低外，其余各沿岸区之间的水温差别较小[7]。海水表层温度高低与气温、海流密切相关，冬季沿岸流往南，外海流往北，夏季则均是往北。夏季水温比气温稍低、冬季则比气温稍高。

4.2.1.2 水温与海洋生物的关系

温度对海洋生物起着重要的作用，海水温度与海洋生物的分布有直接关系，温度也直接影响生物的新陈代谢，而新陈代谢是生物各种生命活动的基础。此外，温度还可通过与其他环境因子（如海水的溶解气体、黏度变化）的关系而间接影响海洋生物。

1. 海洋生物对温度的耐受限度

生物只能在一个相对狭窄的温度范围内生活，不同生物所能忍受的温度范围是不同的，而海洋生物对温度的耐受幅度比陆地或淡水生物小得多。另外，大多数海洋生物的生命最适温度接近最大耐受温度界限（温度上限），而安全因素在温度下限这一侧的耐受能力比在上限一侧大。也就是说，高温对生命的破坏作用在某些方面更甚于低温。

任何一种生物，它生命活动的每一生理生化过程都有酶系统的参与。然而，每一种酶的活性都有它的最低适应温度、最适温度、最高适应温度。高温使蛋白质凝固、酶系统失活或者代谢不平衡，如植物呼吸过程快于光合作用会导致饥饿，最终导致细胞死亡；低温将引起细胞膜系统渗透性改变、脱水、蛋白质沉淀以及其他不可逆的化学变化，例如热带鱼鲃鲹在10℃水温中，会因呼吸中枢受冷抑制而死亡。

根据海洋生物对外界温度的适应范围可将其分为广温性（eurythermic）和狭温性（stenothermic）种类。广温性种类多分布在沿岸海区，狭温性种类又分为喜冷性和喜热性两类。前者常见于寒带水域，后者多为热带种类。例如某些喜热种类珊瑚虫（腔肠动物）只能在超过20℃水温的条件下才能繁殖，因此，一般认为琉球群岛是珊瑚分布的北限。大部分被囊类的纽鳃樽 *Salpa* 和软体动物中的全部异足类（Heteropoda）和多数的翼足类（Pteropoda）也有同样的情况。许多热带鱼类以及水母类也是喜热性动物。喜冷性种类栖息于高纬度，如飞马哲水蚤、鳟、白鲑。深海鱼类、南极的企鹅和北极的海雀等也都是喜冷性动物。狭温性种类分布的区域比较小。

2. 温度与海洋生物的地理分布

海水温度对海洋生物的分布有重要影响，海洋药用生物的地理分布与海水等温线密切相关。按生物对分布区水温的适应能力，海洋上层的生物种群可以分为：

（1）暖水种（warm-water species）。一般生长、生殖适温高于20℃，自然分布区月平均水温高于15℃，包括热带种（tropical species）和亚热带种（subtropical species）。前者适温高于25℃，后者适温为20～25℃。中国南海南部、东海东部和台湾省东岸水域都是热带海区。东海西部、东北部海域和南海北部海域的近岸水域都是亚热带海区。海南岛以南水域，暖水种占主导地位。暖水种发源于赤道附近的热带海区，主要依靠暖流（如黑潮及其分支的影响）分布到中纬度海区。

（2）温水种（temperate-water species）。一般生长、生殖适温范围较广，4～20℃。自然分布区月平均水温变化幅度很大，0～25℃，包括冷温种和暖温种，前者适温4～12℃，后者适温12～20℃。中国北部的渤海和黄海海域属暖温带海区，有很多温水种。温水种发源于中纬度的温带海域，并向南北两方向分布。

（3）冷水种（cold-water species）。一般生长、生殖适温低于4℃，其自然分布区月平均水温不高于10℃，包括寒带种和亚寒带种。前者适温0℃左右，后者0～4℃。中国近海没有寒带、亚寒带和冷温带海区，但冬季受大陆气候和沿岸流的影响，渤海和黄海近岸水温很低，因而有一些冷水性种类存在。冷水种发源于极地海洋及邻近寒冷海区，主要依靠寒流侵入中纬度海区。

3. 温度与海洋生物的迁移

（1）海水温度对海洋生物的迁移有重要影响。由于全球变暖，一些热带海域的鱼类和其他海洋动物也向北迁

移,在纬度较高的海域出现它们的身影。海洋生物特别是海洋动物的迁移,如鱼类(如大黄鱼、小黄鱼)的洄游路线也与海水温度的季节变化密切相关。

(2) 生活在潮间带和近岸水域的无脊椎动物的季节性迁移也与温度有关,冬季温度降低时,它们会移向较深处。如某些虾类、蟹类和软体动物等。

(3) 海水变暖导致海洋生物减少。表层海水温度上升,阻止了富含营养物的下层冷水向上移动,导致表层海水里的浮游生物缺乏营养,数量因之减少,这也使得其他生物数量随之减少,一些物种灭绝。例如美国西海岸,由于海水升温,一些近海物种如鲍、海胆和巨藻类几乎绝迹。

4. 温度对新陈代谢和发育生长的影响

温度直接影响生物体的新陈代谢速率,在适宜温度范围内,当温度升高时,新陈代谢速率随之加快(氧的消耗也相应地增加)。

生物在不同的发育阶段往往对温度条件有不同的要求,尤其在繁殖和发育时期,对温度的要求特别严格,许多海洋动物非到一定的水温是不会产卵的。有的时候海洋动物能在某一海区生活,但由于不能满足繁殖和发育所要求的条件(包括适宜温度及持续时间),则这些动物在这一海区就不能完成繁殖和发育[8]。

4.2.2 盐度

4.2.2.1 中国近海盐度分布

盐度的分布和变化取决于外海高盐水和近岸低盐水的混合。对于海岸带来说,径流入海后的冲溢扩展对海区的盐度特性起着至关重要的作用。中国沿海地区有黄河、长江、珠江等大河分别注入渤海、东海和南海,其中长江年径流总量高达 9 240 亿 m^3。大量淡水倾泻入海造成河口区盐度的特殊分布和变化。

中国近海年平均盐度 29～34。河口区的盐度较低,具体数值随河流径流量的大小而异。南海由于高盐水直逼岸边,盐度较高,其中以海南岛沿岸最高。

盐度的分布为近岸低、远岸高。除河口区外,等盐线基本与岸线平行。河口区的盐度呈舌状分布。春季河流径流量逐渐增大,河口区的低盐水舌开始形成。夏季径流量最大,低盐水舌扩展的范围也达到最大。河口区低盐水舌的走向随时间而变化。长江口的低盐水舌在夏季向东、东北偏北和东南偏南三个方向扩展;而在冬季,低盐水舌的主轴南偏[7]。

海岸带区域的水深较浅,除河口区外,一般盐度垂向分布均匀。在河口区,夏季河流冲淡水在上层外溢,出现较大的盐度垂向梯度。盐度跃层多出现在 5～10 m 水层。

盐度的日变化主要取决于潮流的日变化,在半日潮海区,一昼夜间盐度呈现两高两低现象。最高与最低值出现的时刻,大致与高低潮时相对应。

盐度的日较差决定于盐度的水平分布和潮流的方向。沿岸海区盐度的日较差一般较小,但河口区,等沿线密集,在潮流的作用下,昼夜之间盐度的变化相当显著。黄河口区盐度最大日较差为 24.04,长江口区为 20.00,珠江口区为 28.24。

盐度的年变化主要取决于径流、沿岸流以及外海高盐水消长的年变化。一般表现为一年一个周期。河口区盐度的年较差较大,近岸比远岸大。由于河流汛期时间不同,所以河口区最低盐度值出现的时间也不相同。一般冬季的盐度较高,夏季的盐度较低。

中国沿岸海水盐度的地理分布和年变化与近海一样,总的来说受到两大水系(大陆径流所形成的低盐沿岸水和高盐外海水)所制约,两大水系之间的消长运动主要决定了沿岸水盐度的地理分布和年变化。此外,盐度还受到蒸发和降水的影响。年平均盐度以河口区最低:珠江口珠海站 10.0 左右,钱塘江口金山嘴站 12.4 左右,长江口引水船站 15.4 左右,海河口塘北站 25.0 左右。渤海和黄海沿岸年平均盐度 26.0～31.0;东海舟山群岛一带盐度较低,由西向东递增,长涂 24.3,嵊山 29.9;舟山以南至浙、闽沿岸由北向南递增,石浦至闽江口由 28.2 递增到 30.7,闽江口以南增至 32.0 以上。台湾沿岸年平均盐度最高,均为 34.0 以上。南海诸岛北部岛屿及海南岛海域在 33.5～34.0 之间;粤东及雷州半岛西侧 32.5,粤西沿岸及海口附近,年平均盐度较低,为 30.0;而北海附近最低 27.5;南沙群岛年平均盐度则在 33.0 以上[9]。

4.2.2.2 盐度与海洋生物

海洋生物种类繁多,但根据其对盐度的忍耐性和进行水盐代谢和渗透压调节的适应性来分,可分为两类:狭盐生物和广盐生物。大部分海葵、珊瑚、海羽星、腹足类、甲壳类等动物都是狭盐性生物,它们生活在离大陆、河口比较远的水域,那里水温、海水盐度非常稳定。大部分海洋哺乳动物、爬行动物都是广温广盐性生物,它们可以生活在海洋任何盐度区,甚至可以进入河口河道内。例如弹涂鱼能够生活在淡水中,也能生活在海水中,这是因为它们生活的环境中盐度变化无常,经过长期的适应,对盐度变化的适应力就大大增强。鳗鱼、梭鱼等对盐度的适应性也很强。适盐是海洋生物有别于淡水生物的生理特性之一,大部分海洋动物对上述渗透平衡具有一定调解功能。

大部分海洋无脊椎动物和某些较原始鱼类(如鲨、鳐类)的血液和体液浓度与海水的含盐量相似,而硬骨鱼类的血液盐含量仅是周围海水含盐量的 30%～50%。当环境盐度变化时,生物通过渗透压调节予以适应,调节过程中盐度低的一侧的水分子通过半透膜向高的一侧渗透转移,直至平衡。因此,由于海洋生物体内外渗透压的不同,

那些没有渗透调节功能的海洋生物就可能出现细胞膨胀或产生质壁分离，从而出现代谢失调甚至导致死亡。例如，近江牡蛎属广盐性种类，适宜盐度范围 5～25，最适盐度范围 10～20，对低盐度有较强的抗性，但对高盐度的耐受性弱，适宜栖息在河口咸淡水环境，在夏季若逢久旱无雨，处于高水温、高盐度等环境下的近江牡蛎等贝类因免疫力迅速下降，易爆发各种疾病造成大规模死亡。

大量调查资料表明，不同海区中物种的丰歉程度与盐度状况是相联系的，盐度的降低和变动通常伴随着物种数目的减少。这是因为海洋动物区系在生态学上的重要特点，是以狭盐性变渗压种类为主，尤其对无脊椎动物而言，这一点与海水盐度的稳定性有关。因此，在盐度降低的条件下，狭盐性种类会相应减少[8]。

4.2.3 海流

海流通常是指范围较大、相对稳定的水平和垂直方向的非周期性流动，是海水运动的基本形式之一。形成海流最基本的原因有二：一是受海面风的作用而产生的海流，称风海流或漂流，它是动力学因子引起的。二是由于海面受热冷却不均、蒸发降水不均所产生的温度、盐度不均，从而使密度不均所造成的海流称密度流，它是热力学因素引起的，也称热盐环流。在某种条件下，可把摩擦力忽略不计，此时的密度流又称地转流。另外，由于大量的河川径流入海，以及由于其他因素导致海面倾斜而产生的海流，又称倾斜流。由于海水的连续性，一处海水大量流失，他处的大量海水来补充，于是又形成了补偿流。补偿流发生在垂直方向上的，又称上升流或下降流。人们常按海流本身的温度高低与它所流经海区的温度作比较，若海流温度较高，这种海流又称暖流，反之则称寒流。暖流多由低纬度流向高纬度，寒流多由高纬度流向低纬度。

4.2.3.1 中国近海海流

中国沿岸有很多河流入海，这些大陆淡水在沿岸浅水区域与外海水混合形成明显的沿岸流，包括渤海沿岸流、黄海沿岸流、东海沿岸流和台湾海峡沿岸流。另外，黑潮暖流及其在大陆架上的分支也自南向北流经沿岸浅海区。此外，沿岸区还往往有一些风生或地形因素产生的上升流。由于该区水文、物理、化学、底质等要素相对来说比较复杂，因此，对生物（特别是底栖生物）的组成和分布影响很大。

中国近海海流系主要由两部分组成，一是流经巴士海峡、台湾东岸的黑潮及其分支（如台湾暖流、对马暖流）和流经巴士海峡进入南海东北部的黑潮分支，都具有高温、高盐特性；二是来自大陆的大量径流入海，其淡水与海水混合形成具有低温、低盐特征的沿岸海流系，如辽东沿岸流、黄海沿岸流、东海沿岸流（或称浙闽沿岸流）、粤东和粤西沿岸流等。这些海流系的强度、消长及其影响范围皆有明显的季节变化。

1. 黑潮及黑潮分支

黑潮是中国海陆架区毗邻的最大海洋流系，其热量和水量对中国陆架区浅海都有重大影响，对东海的影响最大。黑潮自台湾东南海域的太平洋进入东海，沿台湾东岸大陆架边缘流向东北，主干在日本九州岛的南方吐噶喇海峡流出东海进入太平洋。黑潮在流经东海途中有四个分支影响中国近海海流系。一是对马暖流，黑潮在 127°～128°E 和 28°～30°N 海域分成两支，主干拐向东仍进入太平洋，而其分支则沿九州岛西岸北上流向对马海峡，故称为对马暖流。二是黄海暖流。对马暖流又分为两支，一支偏东流经朝鲜海峡进入日本海，一支偏西在济州岛西南进入南黄海，即黄海暖流，其余脉大约沿 124°E 北上通过北黄海和老铁山水道进入渤海，成为渤海环流的主要部分。三是台湾暖流，在台湾东北（钓鱼岛）海域由黑潮分出，沿浙闽外海北上，可达长江口外（31°N 和 123°E）附近海域。四是黑潮的南海分支，在与南海水混合后一部分从台湾海峡东部沿岸北上，一部分沿南海北部陆坡向西。

2. 沿岸海流系

（1）黄海、渤海海流系。辽东沿岸流和黄渤海沿岸流与进入该海区的黄海暖流及其余脉组成黄海、渤海环流系统。在渤海辽东湾内黄海暖流余脉分支与辽东沿岸流形成一顺时针环流，而在渤海湾和莱州湾内则形成逆时针环流，黄海沿岸流沿山东半岛北岸，绕过成山角向南黄海延伸，与黄海暖流及其余脉形成两个逆时针环流。而在黄海暖流的东侧，西朝鲜沿岸流沿朝鲜西岸南下。

（2）东海海流系。浙闽沿岸流在春、秋、冬三季沿长江口以南海岸线流向西南；而在夏季随长江冲淡水流向东北。在沿岸流外侧海域台湾暖流终年流向偏北。在台湾海峡，据最近研究资料表明，黑潮支流冬季从巴士海峡进入台湾海峡南口后，沿台湾西岸北上，浙、闽沿岸流则沿福建沿岸扩展到平潭一带，而下层和中下层及海峡南部仍为南海水所控制，并向北流动。夏季整个海峡区均为东北流，海峡西部及中部均为南海来的海流，而台湾岛西岸仍为北向黑潮支流。

（3）南海海流系。在春、秋、冬三季浙闽沿岸流经台湾海峡进入南海，同广东沿岸流汇合一起流向西南，在珠江口和雷州半岛之间形成一逆时针环流。在夏季，广东沿岸流则汇合珠江冲淡水流向东北。此外，在广阔的南海中部区域存在较大的逆时针环流，主要呈 SW－NE 向，西部流速较东部强。此环流内侧有一东北向的“南海暖流”，它与两侧的环流形成相间分布的复杂流场。

4.2.3.2 海流与海洋生物

海流在流动过程中不断改变温度、盐度等性质，对海洋生物的影响很大。首先体现在海流一般能够扩大海洋

生物的分布范围，暖流可将南方喜热性生物带到较高纬度海区，而寒流则可将北方喜冷性生物带到较低纬度海区。海流也有助于某些鱼类完成“被动洄游”。

不同源地的海流，其海水理化性质和生物特征也不相同，生长着不同的浮游生物和鱼类，不少经济鱼类还随着海流而洄游移动，因此，在寒、暖流交汇之处，往往是良好的渔场，如中国的烟威渔场和舟山渔场等。

浅水区内的所有底栖动物各有其一定的生活环境。在其生活史中几乎都经过浮游性的卵和幼体的阶段。它们能被海流带到远处扩大分布范围，到达适宜栖息的地方，在变态后就定居下来。在散播过程中，也有很多幼体将被带到不适于其生存的地方而死亡。因此，它们的生物学适应表现在每一个体将生产大量的幼体，以便其中一部分幼体能被带到适宜的环境而得以生存。

海流与海洋生物的关系另一方面体现在：海流的垂向运动改变了营养物质的垂向分布。一般海洋表层的无机营养盐含量比深层的低，因此，当出现海水涌升时，底层营养物质被带到表层，浮游植物繁殖茂盛，浮游动物和其他游泳生物也将得到丰富的饵料。相反地，在海水辐聚产生下降流的海区，海洋生物生产力水平则比较低下。

4.2.4 潮汐

4.2.4.1 中国近海潮汐

中国近海潮汐主要由太平洋传入的潮波引起。潮波运动过程中，因受到地球转动偏向力和复杂的海底地形以及曲折的海岸线的影响，致使中国沿岸潮汐类型复杂，潮差差异显著。

潮汐类型可分为正规半日潮、正规日潮和混合潮。混合潮又可分为不正规半日潮和不正规日潮。由潮汐类型公式求比值，确定潮汐类型。渤海沿岸多数是不正规半日潮和正规半日潮。黄海沿岸大部分是正规半日潮，少部分为不正规半日潮。东海沿岸除舟山定海、镇海至穿山及福建南部的古雷头以南一带沿岸为不正规半日潮外，其余皆为正规半日潮。南海沿岸潮汐类型复杂，有不正规半日潮、不正规日潮和正规日潮[7]。

潮差是潮汐强弱的标志。中国沿海潮差分布的总趋势是东海最大，黄渤海次之，南海最小。此外，一般而言，海湾内的潮差从湾口向湾顶递增，海湾两岸潮差呈对称分布。中国沿海各地平均潮差分布大致如下[9]：渤海沿岸平均潮差 0.70～2.71 m，秦皇岛附近最小，营口附近最大。黄海沿岸平均潮差 0.79～3.71 m，辽东半岛东部沿岸自旅顺向鸭绿江口潮差逐渐增大；山东半岛自烟台向成山角减小；向南又逐渐增大，石臼所平均潮差 3.01 m，连云港 3.37 m，向射阳河口又减小，再向南又复增大，吕泗达 3.83 m，最大潮差 6.77 m。东海的潮差普遍较大，平均潮差 1.65～5.54 m。长江口附近潮差较小，平均潮差约 2.50 m；杭州湾最大，全湾平均潮差在 4 m 以上，湾顶澉浦平均潮差 5.54 m，最大潮差可达 8.93 m；浙江沿海以宁波附近潮差为最小，平均潮差仅 1.65 m，宁波向南，潮差逐渐增大，温州为 3.92 m；台湾海峡两岸以福建北部的三都澳潮差最大，平均潮差达 5.35 m，由此向南向北潮差逐渐减小。值得指出，浙江、福建沿海的象山港、三门湾、乐清湾、沙埕港，由于港湾潮汐谐振动作用，平均潮差都超过 4 m，最大潮差达 8 m 左右。南海的平均潮差 0.73～2.48 m。汕尾至湛江潮差由东向西增大，平均潮差 0.90～2.17 m；海南岛东部潮差较小，西部较大，西北部最大；北部湾沿岸则由南向北增大，湾顶石头埠平均潮差 2.45 m，最大潮差达 6.25 m。

潮差除地理上分布有差异外，还有季节变化，这主要是与天体运动密切相关，同时，可能与江河入海径流量及气象因子的季节变化有关。一般规律是夏季潮差大，冬季潮差小。

4.2.4.2 潮汐与海洋生物

海水在天体引潮力作用下产生的周期运动，包括海面周期性的垂直涨落和海水周期性的水平流动。通常将前者称为潮汐，后者称为潮流。潮汐对近岸海洋生物的分布有重要的作用。根据潮汐水位的变化，一般把潮间带划分为高、中、低三个潮带。不同的潮带其生境条件各不相同，同时也栖息着不同类别的生物种类。一般对外界环境剧烈变化适应能力最强的种类栖息在潮间带上部，适应能力较弱的种类则栖息在潮间带的低潮带。因此，一般在潮间带动植物的垂直分层十分明显。

潮汐对于海洋生物的生理过程和生活习性有巨大的影响。因为海水中的化学成分（如含盐量）以及压力、光线等海洋物理的条件，都与潮汐的变化有直接关系。生活在潮间带和潮下浅海中的瓣鳃类，随着一天两次的涨潮而在贝壳表面上留下了生长层。因为潮汐是受月亮影响的，因此，在海洋生物化石上留下的条纹与月亮的潮汐有直接关系。

有些河流由于受到海洋潮汐的影响，使得该河段的水位及水流每天都有较大的波动。如珠江河段由于受到南中国海北部的半日潮影响，一般高高潮时的水位与低低潮时的水位相差近 2 m；在此水位变化中，浮游植物、浮游动物以及游泳生物的种类和数量可出现很大差异。

1. 潮间带的环境特征

潮间带是海洋与陆地之间的过渡带，交替暴露于空气和淹没于水中，因而这个区域是温度变化（包括日变化和季节变化）最剧烈的区域，海水的盐度也由于蒸发、降水和大陆排水而呈现较大的变化幅度。此外，波浪、潮汐的冲刷作用很明显，底质也很复杂。沿岸潮间带有岩岸、沙滩和泥滩及其混合过渡底质。不同类型的底质栖息着与之

相适应的生物，形成各具特点的生物群落。

由于生境的复杂多变，生活在潮间带的生物种类能耐受恶劣环境条件的考验，它们不仅对温度、盐度的变化有较大的适应性，而且对干燥有很大的耐受力，这是潮间带生物的最主要特征。许多潮间带生物对干旱有特殊的适应方式，例如，很多种类有坚厚的外壳、有的能呼吸空气中的氧气。耐受干燥的能力大小是潮间带生物垂直分带的主要原因。

2. 潮间带生物群落的特点

(1) 潮汐对海洋生物最大的影响，主要看退潮后生物暴露在空气中的时间长短，及当时气温的高低，或为一天的中午或半夜。此两因素不但可决定生物是否会脱水干燥而死，也决定海洋生物可在水中摄食的时间长短。一般而言，潮汐常有规律性，故许多沿岸生物在生理、生殖行为上都会有节律性的现象。不同潮区栖息着不同的优势种类，例如，在岩岸有滨螺带(高潮区)、藤壶或贻贝带(中潮区)、海藻带(低潮区)。当然，在滨螺带和藤壶带也有大量藻类，而海藻带也有许多动物。沙质海底也可分潮上带、潮间带和潮下带，各垂直带上都有其特有的优势种类。

(2) 大洋中的水温相当稳定，而潮间带地区的水温变化十分剧烈，常超过生物的忍耐范围。有时虽不会马上就死，但会使其体质变弱，更易受到其他因子的二次伤害。

(3) 波浪影响海洋生物有两方面内容。一是机械式的冲击或冲刷力，可剥离或冲走许多固生或栖身在潮间带的生物，在沙石海岸甚至可改变地形与生物分布；其次为波浪可延伸潮间带的范围，使潮间带之生物分布到更上缘的碎波，并增加溶氧。

(4) 沉积物的稳定性和暴露时间的长短也是小型底栖生物多样性的重要控制因子。在高潮带，沉积物被淹没时间短，稳定性低，虽然具有较好的暴露程度，但相对水分含量低，温度变化剧烈；相反，在低潮带沉积物暴露时间短，稳定性相对高，水分含量高，温度变化小。因此，在水平和垂直梯度相结合而产生的复杂的空间剖面中，高潮带和低潮带在生存条件上均未达到小型底栖生物的最佳结合点，在通常情况下，只有较低的多样性。根据 Huston 动力平衡假说(Huston's dynamic equilibrium hypothesis)，小型底栖生物的最佳生存条件是在中潮带，中潮带支持着相对较高的多样性[10]。锡尔特沙滩是欧洲研究最多的沙滩之一，研究发现，在中潮带小型底栖生物多样性最高，中潮带具有小型底栖生物生存的最好条件，在有机质含量、氧含量以及水分保持上均达到了相对最佳的平衡点[11]。所以，与高、低潮带相比，中潮带支持着更高的多样性。

3. 潮间带生物的适应

潮间带生物为适应此区环，它们的身体组织也演变出一套生存之道：

(1) 抗旱可动性的动物防止离水时水分减少的最简单方法就是躲入阴暗潮湿的洞穴、缝隙或是草丛中，它们可以自行选择最适合的小环境。固生性的海藻和海草则借助身体组织的高耐旱性，等到下次潮水来时再迅速吸水复原。固生性的动物如藤壶，在低潮时紧闭壳来保住水分；海葵及水螅则会分泌黏液来防止水分散失；在泥沙地的潮间带生物则多半钻入地下的管穴中。

(2) 热平衡潮间带生物在极热和极冷的环境中也有行为和构造上的特殊适应。由于潮间带的温度变化多半接近生物的致死高温而非致死低温，所以生物体所发展的热平衡机制常是为了抗热而非抗寒。如贝壳上的凹凸皱纹可增加散热之表面积(愈靠近潮上带的贝壳，其凹凸皱纹也愈多，相反地，潮下带的贝类，其壳就愈光滑)；或壳色高纬度区者为淡，以反射光线等。

(3) 机械性冲击。为防止波浪的冲刷，藤壶、牡蛎及管虫均固生于底质上；海藻则有固定器；红胡魁蛤则以足丝固着；方蟹之平扁的身体等均为有效减低波浪冲击之策略。

(4) 呼吸潮间带的动物在退潮缺水时，为降低耗氧量，其生理活动也会趋于静止，从而降低气体交换速率。为了保护薄弱易干燥的呼吸器官——鳃，贝类会将鳃隐藏在外套腔内；鱼类(如弹涂鱼)的呼吸器官除了鳃之外，还可用微血管密布的口咽腔来呼吸，甚至皮肤也有呼吸功能。

(5) 岩礁潮间带的日行性动物多半在涨潮有水淹没时主动觅食，包括啃食性、滤食性、腐食性及掠食性动物在内；而在砂泥底质中生活的生物，因底质富含水分，在退潮后亦会觅食；夜行性动物在夜间低潮时也可活动。

(6) 潮间带海水的盐度可能会因下雨或蒸发而使盐度下降或升高，以致部分生物无法维持其体内的渗透压平衡。而大部分潮间带动物虽为广盐性，但并没有调节体液盐度的功能，它们对盐度的适应可能也只是用紧闭壳的办法来防止干燥脱水。

4.2.5 升降流

升降流是指海水在垂直方向进行的一种缓慢运动，速度一般在 $10^{-5}\sim10^{-7}$ m/s。虽然运动缓慢，但是对生物生态却有特殊作用。上升流是指海水从下层向上运动，下降流则是海水从表层向洋底运动。

4.2.5.1 中国近海的上升流

上升流在中国近海广泛出现，如渤海中部、黄海冷水团区、山东半岛近海、浙江近海、闽南沿海、台湾西南浅滩、粤东沿海、琼东南近海等都有上升流。其中，闽南近海上升流是风向西南的离岸风引起底层水向上涌升补偿而形成，属风生上升流，从福建漳浦礼士列岛至粤东甲子海域，以南澎列岛为中心，夏季出现低温、高盐，表层水溶解氧的

浓度和饱和度较低，营养盐特别高，在夏季可形成中心渔场。台湾浅滩南部几乎终年存在一个东西走向的低温、高盐、高密度的窄长带，夏季温度、盐度等值线呈向陡坡急剧上升的趋势，显示出一个明显的低 pH 中心和高营养盐、低溶解氧饱和度等底层水沿坡的涌升现象；这里的上升流是因底层海流沿着陡坡朝台湾浅滩爬升和风的作用，以及海流绕台湾浅滩的流动而诱发形成的，主要为地形上升流；因上升流终年存在，所以终年都形成台湾浅滩南部中心渔场。

4.2.5.2 升降流与海洋生物

1. 上升流与海洋生物

海水上升运动将次表层水体带至表层并被水平流带出上升区域[12]。近岸上升流是近岸环流的重要组成部分，它能把低温、高盐和富含营养盐（无机氮、硅酸盐、磷酸盐等）的深底层海水带到真光层，使表层水变得肥沃，从而提高生物的生产力。其主要特征包括：高的浮游植物生物量和初级生产力，单细胞浮游植物的粒径相对较大；浮游动物中冷水性种类和数量比例增加；群落多样性较低；食物链环节较少；游泳生物（主要是鱼类）生命周期较短。

上升流显著的海区多是著名的渔场。根据 J. H. Ryther 在 1969 年的估算，上升流海区的面积只占世界大洋面积的 0.1%，但是渔获量却占世界海洋鱼类总生产量的一半。

2. 下降流与海洋生物

和上升流相反，下降流是指海水向下运动。和上升流相比，下降流区域要分散得多。南海是众多的中尺度涡滋生之地，是各种涡旋的大观园。在反气旋涡中心是下降流区，上中层水体中温度高而盐度低，下降流最强时间在 4—9 月，跃层明显下移。夏季南海温盐跃层一般在 30 m 左右，在下降流区，跃层要向下推移到 50 m。

表层水是生物主要活动区，营养盐消耗量大，因此下降流区整个水柱中营养盐都偏低。以海南岛东部反气旋涡中磷酸盐为例，其平均含量是非下降流区的 41%[13]。因此下降流区的营养盐贫瘠，生产力与上升流区相比较为低，生物资源比上升流区缺乏。

4.3 地质环境

4.3.1 地形环境

根据中国近海不同的水深，将海洋分成几大地质生境：海岸和滨海湿地、大陆架、深海大洋区[7]。不同类型的海洋地质环境有着不同的生物群落组成。

4.3.1.1 海岸和滨海湿地及其生物资源

潮间带至大陆架边缘的浅海环境，盐度、温度和光照的变化也比外海的大。温度变化受大陆的影响，并与纬度有关。在盐度方面，海岸带及滨海湿地也在不同程度上受降水和径流的影响而呈季节性变化。总的来说，这些变化的程度从近岸向外海方向逐渐减弱。

目前的海洋中成药主要来自沿海滩涂或近海，而大量的藻类、微生物、海洋低等动物尚未开发利用。其中多数是海洋中药，包括海参、海牛、牡蛎、弹涂鱼、沙蚕等补益类中药，黄口荔枝螺、海胆、贻贝等调理气血类中药，马蹄螺等调理脏腑功能类药，海萝、石花菜、石鳖、裙带菜等软坚散结药。部分海洋生物如海藻、海参、牡蛎、贻贝等也用于制中成药。

1. 海岸

中国海岸根据形态、成因、物质组成和发育演变阶段可划分为六大类：基岩港湾海岸、沙砾质海岸、淤泥质海岸、珊瑚礁海岸、红树林海岸、河口[14]。不同海岸类型有不同的生物资源特征。

（1）基岩港湾海岸

基岩港湾海岸发育于基岩山地与海洋交界处，主要由比较坚硬的基岩组成，并同陆地上的山脉或丘陵毗连。这类海岸的特点是：地势险峻，岸线曲折，具有突出的岬角和凹入的港湾，坡陡水深，岸滩狭窄，海蚀形态较发育，类型多样，岛屿星罗棋布。基岩港湾海岸在中国分布范围很广，主要分布于辽东半岛、山东半岛、浙江（基岩港湾海岸占大陆岸线的 42%）、福建（基岩港湾海岸占大陆岸线的 20%）、广东（珠江口东西两侧）、海南（东南部）、广西（中部大风江口至珍珠港）、台湾（东部和北部，占全岛岸线的 50%）等岸段。包括台湾岛、海南岛、平潭岛在内，总长约 5000 km。基岩港湾海岸通常有丰富的海洋生物资源，港湾浅水区通常是重要的养殖水域。

岩岸潮上带常可见到海藻与真菌结合的成藻壳状的黑色地衣和蓝绿藻。动物方面主要是啃食性滨螺 *Littortina* 和较大型的等足类（如海蟑螂）。潮上带的下方滨螺常形成密集的种群。

在潮间带较上部生活的代表种类是藤壶，这种甲壳动物也可达到很大的种群数量（有时可达每平方米几千个的密度）。藤壶带下方常是牡蛎 *Ostrea* 占优势，不过在这里也可见到很多藤壶。再下方以贻贝 *Mytilus* 数量较多。

岩岸上还生活着一些能移动的动物，如帽贝 *Acmaea*、蜗牛 *Nerita*、荔枝螺 *Thais* 等，它们的分布形式较为复杂，某些种类甚至具备在一个或几个潮汐周期内穿越整个潮间带的潜在能力。

（2）沙砾质海岸

分布范围广而零散，主要分布于辽宁（占大陆岸线的 43%）、河北（大清河口以东）、山东（山东半岛）、福建（闽江口以南）、台湾（西岸）、广东（大亚湾以东，漠阳江口以西）、广西和海南岛等岸段，沙砾质海岸有自己特色的生物资源。

沙砾质海岸通常出现在水动力较强的海岸，通常由不规则的石英颗粒、贝壳类（如牡蛎）的碎壳组成，其粒度主要取决于波浪作用的程度。沙粒里还含有来源于陆地或海洋的各种碎屑。沙滩沉积物还有一个特点是沙粒在波浪作用下可以移动，沙粒之间有一定的不稳定性，不利于固着和底上种类生活。沙滩沉积物的通气性较泥滩的好，但由于微生物呼吸作用以及化学物质氧化耗氧，其含氧量也随深度增加而减少，最终出现还原层，还原层的深度取决于有机质的含量。不过，总的来说，沙滩的有机质含量比泥滩的低得多。

从外观上看，沙滩似乎是缺乏生物栖息的环境，这是因为生活于这里的很多生物个体很小，隐蔽在沙粒里，大型种类也多为穴居种类，因此不易被肉眼直接观察到。

小型动物生活于沙粒间隙，包括在沙粒间生活、移动的小型动物（meiofauna）通常称为沙间动物（interstitial fauna），它们包括很多门类的代表（如鞭毛虫、纤毛虫、线虫、有孔虫、涡虫、腹毛虫等）。

沙滩的大型动物（macrofauna）多样性较岩岸和泥滩群落的低，就生物量而言以多毛类、双壳类和甲壳类动物占优势。沙滩潮上带主要栖息一些甲壳类动物，在温带常见到端足类和等足类，它们白天穴居，夜间在沙滩上摄食海藻碎屑，热带潮上带常见到沙蟹属 *Ocypode* 的种类，白天也多隐匿在沙穴中。

（3）淤泥质海岸

主要分布于辽东湾、渤海湾、苏北、长江口、浙闽港湾和珠江口外等岸段，总长约 4 000 km。它的形成和分布与长江、黄河和珠江等大河提供极为丰富的细颗粒泥沙来源有关，并形成极为平坦宽广的滩涂资源，提供海岸围垦和滩涂养殖的重要场所。

在淤泥质滩中，软体动物的蛤类常占优势，例如斧蛤 *Donax*、樱蛤 *Tillina* 等，体型较小但通常数量很大。还有较大型的刀型蛤类，它们的壳相对较薄而细长。厚壳的种类有鸟蛤 *Cardium* 和白樱蛤 *Macoma* 等。双壳类软体动物的食性包括食悬浮物者和食沉积物者类，有的两种食性兼有。通常食沉积物的种类多在细颗粒的沙中占优势，可能与细沙粒中有机质含量比粗沙中的高有关。分布在中潮区的还有对虾、糠虾和其他一些沙岸底栖甲壳动物，包括大型底上捕食者蟹类。在低潮区，有各种类型的棘皮动物生活，包括穴居的海参和海胆，它们也是食沉积物者，此外也可见到少数海星。生活在低潮区的鱼类有的是挖穴的永久性栖居者（如沙鳗鲡），有的是暂时性栖居者（如比目鱼常在高潮时游入觅食）。

（4）珊瑚礁海岸

珊瑚礁海岸是指由热带造礁珊瑚虫的遗骸聚积而成的礁石海岸。其特点是在大潮低潮线以下的潮下浅海区，生长着一种与营光合作用的单细胞虫黄藻共生、因而能高效分泌碳酸钙骨骼的隶属腔肠动物门或刺胞动物门的造礁石珊瑚群落，以及它的原地碳酸盐骨骼堆积和各种生物碎屑充填胶结，共同形成具抗浪性能的海底隆起地貌结构。造礁石珊瑚只能生长在温暖、清澈、低营养盐和正常盐度的海水中。中国珊瑚礁有岸礁与环礁两大类。岸礁主要分布于海南岛和台湾岛，形成典型的珊瑚礁海岸。主要因为冬季低温及陆地径流和泥沙的不利影响，华南大陆沿岸从闽南东山湾（23°45′N）以南，沿海岛屿从钓鱼岛（25°45′N）以南，断续分布潮下浅水区造礁石珊瑚群落，通常尚未发育形成真正的珊瑚礁，仅在澎湖列岛、雷州半岛西南角等地局部发育有珊瑚岸礁礁坪。环礁广泛分布于南海诸岛，形成数百座通常命名为岛、沙洲、（干出）礁、暗沙、（暗）滩的珊瑚礁岛礁滩地貌体。总面积约 3 万 km^2，约占全球珊瑚礁总面积（61.7 万 km^2）的 5%[15]。珊瑚礁对维持海岸生物多样性和资源生产力有特别重要的价值。

（5）红树林海岸

所谓红树林海岸，是热带、亚热带特有的盐生木本植物——红树，这种灌木丛林与淤泥滩组合而成的海岸。以茂密、耐盐、常绿乔木或灌木为其基本特征。中国红树林自然分布北界为福建福鼎县（27°20′N），人工引种北界在浙江乐清湾（28°25′N）。向南经台湾基隆、淡水、福建泉州湾、厦门、广东珠江口、阳江、电白、徐闻、海安、乌石、流沙港；海南岛的文昌、铺前、清澜、三亚、儋县沿岸；广西铁山港至钦州湾一带，皆有断续分布。并以海南岛铺前、清澜的红树林海岸较为典型。总面积历史上曾达 250 万 km^2，20 世纪 50 年代为 50 万 km^2，由于不合理的海岸开发，至今仅存约 15 万 km^2[16]，不足全球红树林总面积 1.6 亿 km^2 的千分之一。包括 26 种仅能在潮滩环境生长的真红树植物（全球约 60 种）和 11 种可在潮滩和沿岸陆地生长的两栖性半红树植物[17]。其中海南清澜港、东寨港，广西珍珠港，广东雷州湾通明海，有 6 600 km^2 以上连片分布区。红树林对维持海岸生物多样性和资源生产力等有特别重要的价值[18]。

中国利用红树植物作为药用已有较长的历史，尤其民间用药。1978 年《全国中草药汇编》[19]就收录有老鼠簕、海芒果和黄槿，具有清热解毒、消肿散结、止咳平喘之功，主治淋巴结肿大、急慢性肝炎、哮喘等；在东南亚的民间，包括红树、白骨壤、海莲、木榄以及老鼠簕等在内的红树植物已被当地居民用于祛毒、消炎、治疗烧伤和外伤、肝炎、腹泻以及肿瘤等；在 2003 年爆发 SARS 期间，我国台湾研究人员发现海莲的提取物具有抑制 SARS 冠状病毒复制的能力。这些工作显示红树植物体内具有特殊的天然活性成分，具有开发成各种药物的潜力。世界各国对红树植物的活性物质结构及其药理研究表明，红树植物含萜类、

甾体、多糖和生物碱等化合物，具有抗艾滋病、抗肿瘤、抑菌和抗氧化等活性。至今，中国已从红树林植物中分离鉴定出具有生物活性的三萜类化合物。木果楝 *Xylocarpus grantum* 的柠檬苦素 xyloccensin O-V 是高度氧化、酯化的三萜类化合物[20]，桐花树中的桐花内酯也是三萜类化合物[21]。

(6) 河口

中国入海河口共 1 879 个，入海河流的流域面积总计达 431 万 km^2，占全国总面积的 44.9%。其中长度超过 50 km 的河流 122 条。鸭绿江、辽河、滦河、黄河、长江、钱塘江、闽江和珠江等 8 条大河的流域面积占总流域面积的 80%。入海河流每年携带的入海水量 16 000 亿 m^3，其中长江占 57%，珠江占 14%，黄河仅占 3%。入海河流每年携带的入海泥沙 17.5 亿 t，其中黄河占 61%，长江占 26.8%[14]。河口及其附近水域，由于大量的淡水和陆源物质的输入，形成了独特的河口类型生态系统。河口区营养丰富，有利于生物的繁殖和生长。从河口区生物的生态类型看，珠江口是以热带、亚热带种为主，游泳生物以暖水性种为主。长江口和黄河口则以广布种和温带种为主，游泳生物以暖温性种为主。尽管各河口区生物的生态类型不同，但由于河口区生态、环境的共性，决定了三大河口区的群落结构有其共同特点。

河口生物群落的特征之一是种类多样性较低，而某些种群的丰度却很大。这是因为河口的温度、盐度等环境条件比较严酷，所以能适应这里的生活的种类较少。例如，河口盐度低，使得很多海洋和淡水种类无法忍受这种盐度变化的压力，难以在河口生存。但是，河口又是一个生产力很高的系统，因为河流通常会带来丰富的营养盐，可为适应于这种“恶劣环境”的种类提供丰富的食物。广盐性、广温性和耐低氧性是河口生物的重要生态特征。河口区的生物组成主要来自三个方面：① 来自海洋的种类(主要部分)；② 已适应于低盐条件的半咸水中的特有种类；③ 其他广盐性淡水生物种类(少数)。

河口湾有各种各样的植物，其在整年内都能进行光合作用，它们包括浮游植物、小型底栖藻类和海草、沼泽草和海藻等大型水生植物。

河口浮游动物的特点是季节浮游动物的种类较多，而终生浮游动物的种类较少。

生活在河口区的动物多是广盐性种类，能忍受盐度较大范围的变化。很多浅海种类在洄游过程中常以河口区作为索饵育肥的过渡场所，特别是许多海洋经济动物的产卵场和幼年期(幼鱼、幼虾)的索饵肥育场都在河口附近水域，如鳗鲡、梭鱼、大黄鱼、小黄鱼等在河口区进行生殖的鱼类。由于河口区底部有大量有机碎屑，所以底栖动物中的碎屑食性和滤食性的种类较多，但也有不少捕食性动物。

2. 滨海湿地生态系统

滨海湿地生态系统位于海陆相互作用的复杂地带，生态环境复杂，生物多样性丰富，具有很高的生物生产力，是许多经济动物的繁殖和栖息地。中国滨海湿地主要分布于沿海的 11 个省区和港澳台地区。滨海湿地以杭州湾为界，分成杭州湾以北和杭州湾以南的两个部分。杭州湾以北的滨海湿地，除山东半岛、辽东半岛的部分地区为岩石性海滩外，多为沙质和淤泥质型海滩，由环渤海滨海湿地和江苏滨海湿地组成。黄河三角洲和辽河三角洲是环渤海的重要滨海湿地区域，其中辽河三角洲有集中分布的世界第二大苇田——盘锦苇田，面积约 70 万 km^2；环渤海滨海湿地还有莱州湾湿地、马棚口湿地、北大港湿地和北塘湿地，环渤海湿地总面积约 6 000 万 km^2。江苏滨海湿地主要由长江三角洲和黄河三角洲的一部分构成，仅海滩面积就达 550 万 km^2，主要有盐城地区湿地、南通地区湿地和连云港地区湿地。杭州湾以南的滨海湿地以岩石性海滩为主，其主要河口及海湾有钱塘江口—杭州湾、晋江口—泉州湾、珠江口—河口湾和北部湾等。在海湾、河口的淤泥质海滩上分布有红树林，在海南至福建北部沿海滩涂及台湾岛西海岸都有天然红树林分布区。热带珊瑚礁主要分布在南海的东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛及台湾岛、海南岛沿海，其北缘可达北回归线附近。中国潮间带生物有 1500 多种。

4.3.1.2 大陆架

1. 大陆架环境

大陆架，原系地质地理概念，指环绕大陆的浅海地带，从海岸向外延伸，平均坡度 0.1°，外缘平均水深 130 m。中国近海有宽广的大陆架。渤海全部是大陆架，平均水深为 18 m，最深处只有 70 m。黄海是中国大陆与朝鲜半岛之间的大陆架浅海，平均水深 44 m，全部属于大陆架。东海在台湾岛与五岛列岛连线的西北侧为大陆架浅海，是中国大陆向海的自然延伸部分，东海大陆架与黄海大陆架连成一片，是世界上最广阔的大陆架区之一。东海北部大陆架最宽处可达 640 km。南海以西南部的大陆架最为宽阔，大陆架宽达 900 km，北部大陆架宽约 285 km，东、西部大陆架最窄。

2. 大陆架生物群落

海洋渔业资源主要集中在沿海大陆架海域，这里阳光集中，生物光合作用强，入海河流带来丰富的营养盐类，因而浮游生物繁盛。这些浮游生物是鱼类的饵料。

尽管大陆架上覆水与大洋水是相连通的，游泳生物可以生活在这广阔的水域，浮游生物也可随海流扩散，但是大陆架海域生物组成还是有其自身的特点。

(1) 浮游生物

浮游植物的主要类别是硅藻和甲藻，硅藻在北方水域

及近岸、上升流区比较重要，而甲藻常是热带、亚热带水域的重要种类。在温带海区，甲藻经常在硅藻之后大量出现。此外，超微型的自养生物也是很重要的类群。近岸浮游植物（至少在温带地区）的数量有季节性周期变化，初级生产力比大洋区的高，平均达 300 gC/(m^2 · a)。能产生海洋毒素的主要藻类有产麻痹性贝毒的链状亚历山大藻和塔玛亚历山大藻，其生物活性物质是石房蛤毒素（saxitoxin，STX），STX 与河豚毒素一样具有胍胺基，可选择性阻碍 Na^+ 流入，具有局部麻醉作用，其作用强度比正常的麻醉剂高千倍。产神经性贝毒的藻类有短凯伦藻，其主要生理活性物质包括 BTX—B，BTX—C，GB—3，GB—5，GB—6，能与细胞离子通道有选择性地结合。

浮游动物种类繁多，其中一个重要的组分是季节性浮游动物。这是由于大多数底栖动物和很多游泳动物在幼体阶段是营浮游生活的，从而形成浮游生物的组合。如藤壶的腺介幼虫，腔肠动物的浮浪幼虫，软体动物的面盘幼虫、担轮幼虫以及鱼卵或仔鱼等。由于它们亲体的产卵季节不同，从而保证各个季节都有大量的季节性浮游动物。终生浮游动物主要是桡足类、磷虾类等甲壳动物，其他浮游动物还有原生动物的有孔虫类、放射虫类和沙壳纤毛虫，软体动物的翼足类和异足类，小型水母类和栉水母，浮游性被囊类（如纽鳃樽），浮游多毛类和毛颚类等。

（2）底栖生物

在植物方面，底栖硅藻和大型海藻是沿岸区的重要种类，后者包括绿藻类、褐藻类和红藻类等。在北温带和温带潮下带的硬质底部，常生长着繁盛的褐藻类大型海藻（称大型海藻场）。在多数潮下带软质底上，有根开花植物（海草）常形成海草床，其潮上带有沼草（温带）或红树林（热带）生长，这些大型植物有很高的产量。

底栖动物方面，几乎包括各个门类的代表。它们与底质类型关系密切，因此，在一个特定的地区，由海岸到大陆架边缘，根据底质类型，可以看到一系列底栖亚生物群落的互相替代现象。在海底垂直方向上有底上动物和底内动物的分带现象。前者包括那些营固着生活或比较不活动的动物，还有一些特化的鱼类，如鲽类和鳐类，它们的身体与沙质、淤泥的颜色混在一起。后者如多毛类、甲壳类、双壳类和其他无脊椎动物，数量也很多。在近岸较深处，生物组成常形成混杂的或镶嵌状的分布，不同的底质动物种类组成有差别。

（3）游泳动物

浅海区由于有大陆输送的营养物质，波浪和潮汐作用也可能影响到海底，不少地方还有上升流存在，有充分的营养物质供应，因而水域生产力水平高，生物资源丰富，而且平均食物链较短，所以终级产量较大洋区高得多，常形成重要的渔场。

浅海区的游泳动物包括鱼类、大型甲壳类、爬行类（龟、鳖）、哺乳类（鲸、海豹等）和海鸟组成的主动游泳者和海洋表层居住者。其中主要是各种鱼类，尤以食浮游生物的鲱科鱼类（包括鲱鱼、沙丁鱼、鳀鱼等）特别重要，世界主要渔场几乎全部位于大陆架或大陆架附近。大部分鱼类都有集群洄游的习性，虽然许多鱼类都有一定的经济价值，但组成世界渔业大部分捕获量的只有少数鱼类。中国近海主要的传统经济鱼类是大黄鱼、小黄鱼、带鱼、墨鱼（软体动物）等“四大家鱼”，以及鲱鱼、马面鲀、鲳鱼、鲐鱼等。但是，自 20 世纪 60 年代以后各海区的主要捕捞对象发生了较大变化，过度捕捞是其重要原因之一。

4.3.1.3 深海生态系统

由于阳光的能量最多只能穿透至水下约 200 m 深的海域，故 200 m 以下的区域基本没有植物光合作用存在，仅有极少数的植物种类。且随着水深的增加，压力同时增加，深海水温却降低至 0～4℃。深海生态系统主要有一些微生物和身体结构特别的动物，生物多样性较为贫乏。深海海域包罗了高压、高温（深海热液区最高温度超过 400℃）、低营养、低温、缺氧、无光照等极端生态环境。以往被人们认为生命禁区的极端环境条件下，近些年来发现了大量生物包括微生物的存在，海葵、多毛类、等足类、端足类和双壳类等动物均在万米深的海沟中有发现。

深海鱼类有角鲛鳚、宽咽鱼、深海鳗和其他多种鱼类。无脊椎动物主要是甲壳类（如等足类、端足类）、多毛类和棘皮动物等。深海动物有不少是真正“土生土长”的，如玻璃海绵纲、深海海参纲的一些种类。

深海底栖动物种类很丰富，大部分门类都有深海底栖种类。在超过 6 000 m 的超深渊也有很多种类，即使在 1 万 m 的深处，也发现有海葵、海参、多毛类、等足类、端足类、双壳类等底栖动物，可见压力和低温并不是海洋生物生存的障碍。从数量上看，那些穴居的小型多毛类在大型底栖动物中占据优势（有时可占总数量的一半以上）。甲壳类（端足类、等足类、异足类）、软体动物（蛤类为主）以及各种各样的蠕虫都是常见底栖种类。有的海域海蛇尾在大型底栖动物中占最重要地位。深海（特别是深渊和超深渊）底栖动物种类组成的另一个特点是土著种的比例很高，有的类别中 2/3 以上是深海独有种。例如，具有钙质外壳的浅水有孔虫在深水被具有蛋白质成分的沉淀颗粒组成的外壳所取代。在浅水区软体的海绵和钙质的海绵，在深水区也多半被具有硅质骨针的玻璃海绵所取代。深海底栖动物还有不少“活化石”种类，如有柄海百合、腕足动物等。

中国的深海生态系统分布在东海和南海的海槽或深海盆中。东海大陆架向外延伸形成 2 000 多米的冲绳海槽。南海位于中沙和南沙陆坡之下有广阔的深海盆或称

深海平原。以南海深海盆为例，其生态系统特点为：① 海盆深度在3600 m以上，最深处达5500 m。② 深海盆沉积物主要是球房虫与火山灰所形成的黏土质软泥，夹有锰结核沉积，有多座海底火山隆起，高度不等，没有露出海面，在海底火山裂隙喷发处有玄武岩流等物质。③ 深海盆环境独特，缺乏自然光，压力大、温度低。④ 生活于深海盆的海洋生物主要是微生物和动物，这些动物身上具发光器、眼大或消失，肌肉不发达，口大，能吞噬较其本身大的食物，附肢发达。⑤ 深海盆的生物多样性指数低，食物链短，动物以噬食下沉有机体、微型生物和动物，或肉食性动物为主。

海洋极端环境中的各种生物形成了与之相适应的，而与陆地生物、普通海洋生物完全不同的生理机能和生物活性物质，对于开发海洋新药具有十分诱人的前景。随着科学技术的发展，特别是深海采样技术设备和海洋生物工程技术的发展，使得开发海洋极端生物资源已经成为可能。日本海洋科技中心研制的“海沟号”无人驾驶潜艇，曾到达过世界最深的马里亚纳海沟。这艘潜艇配备有两个采样用的机械臂，凭借它取得的深海细菌样品已被用于新型药品的开发。

美国科学家首次探测了佛罗里达州和巴哈马群岛之间的深海珊瑚礁，它们生长在水下600～900 m，被认为含有某些化学元素，这些化学成分很有可能治愈癌症和阿尔茨海默病等人类疾病。

4.3.2 底质环境

4.3.2.1 中国近海海底表层沉积物分布

中国近海海底表层沉积物分布明显地反映出陆源物质的特点。这些陆源碎屑物是河流搬运及海岸、岛屿、海底剥蚀、水动力条件等综合作用的产物，并以河流输入为主。渤海和黄海，由于具有封闭性的特点和复杂的海区轮廓，加之大陆径流和潮流较强，沉积物大部分以粒级较细的软泥和砂质泥为主。东海的表层沉积物与渤、黄海有较大的差异，很少有软泥沉积物，而以砂质占优势。南海是一个四周被大陆、岛屿包围的半深海、深海，边围岛弧外侧有海沟，是地震、火山活动频繁的地带，在热带、亚热带气候、生物等影响下，表层沉积物不仅有陆源物质，同时还有生物的遗壳和火山碎屑物，粒级较细的沉积物广泛分布在离大陆较远的南海中央，以砂质软泥为主，同时又聚集着动物群的残余小贝壳和珊瑚等[22]。

渤海海底表层沉积物分布的总趋势是近岸沉积物粒级较细，距岸较远和海区中央沉积物粒级较粗。由于河流输沙、海岸类型、海底地形及水动力条件等影响，造成渤海三大海湾及中央区沉积物类型的差异，并呈现不规则的斑块状分布。在辽东湾，以黏土质粉砂和砂—粉砂—黏土为主，渤海湾以粉砂质黏土和黏土质粉砂占优势，莱州湾则以粉砂、黏土质粉砂沉积居多，渤海中央区以粉砂质黏土、细砂、砂—粉砂—黏土占优势。渤海的沉积物有两类：一类是残留沉积，主要分布在辽东浅滩至渤海海峡老铁山水道附近，另外在滦河口、六股河口及辽东湾中部也有少量出现；一类是现代沉积，除上述几处残留沉积区外，渤海绝大部分地区均为现代沉积物。现代沉积物是渤海海底的主要沉积物，而河流的输沙对渤海现代沉积起着重要作用[22]。

黄海的海底表层沉积物分布，有三个粗粒物质沉积区、三个细粒物质沉积区以及相间的过渡沉积区。粗粒物质沉积出现在黄海东部、渤海海峡及海州湾，细粒物质沉积位于北黄海中部、南黄海中部及老黄河水下三角洲[23]。黄海以现代沉积为主，主要分布在北黄海东部、中部、南黄海中部及老黄河口水下三角洲及沿岸地区。残留沉积区也有三处：海州湾中部区、成山角以东区和渤海海峡北部区，三处的面积之和仅3.3万 km^2，不足海区总面积的1/10，可见黄海的残留沉积是很少的[22]。

东海因其海区轮廓、地形、入海河流输送物质、水文特征及环流等与渤海、黄海不同，故东海的海底沉积物分布与渤海、黄海的有很大差异。渤海、黄海的海底沉积物分布以斑状为主，条带状为辅，东海的以条带状分布居多[23]。东海的沉积物分布大致可分为三个带[22]：一是近岸浅水区的细粒沉积带—内陆架沉积；二是内陆架外的粗粒沉积带—外陆架沉积；三是深水细粒沉积带—海槽沉积[23]。内陆架的泥质沉积和外陆架的砂质沉积分布，大体与海岸平行。冲绳海槽系半深海环境，海底水动力条件弱，主要接受泥质沉积；但因黑潮及火山活动的影响，也出现生物沉积和火山沉积物。东海的沉积仍以陆源物质为主，仅有少量的海洋自生物质、生物沉积和火山碎屑沉积。在陆源物质中，长江等河流输送物质，对东海陆架沉积的塑造起着重要作用。东海陆架区的残留沉积分布很广，分布在长江口外大沙滩区、东海外陆架区及台湾海峡区，前两区相连成片，基本呈一向右倾斜的Y字形；后者与南海粤东内陆架区相连。东海陆架区的残留沉积面积约23.9万 km^2，占东海面积的31%，是中国近海陆架残留沉积最广的海区。

南海海底表层沉积物有陆源碎屑沉积、生物沉积、火山碎屑沉积等。在大陆架上，沉积物以陆源物质为主，大陆架内侧的沉积受现代河流泥沙的影响较大，而外部沉积属陆源残留沉积。生物沉积主要分布在大陆坡与深海平原中。南海大陆坡上普遍存在珊瑚礁或珊瑚碎屑沉积，但在陆架上的局部地区也有生物沉积出现。火山沉积主要分布在深海平原上，但在大陆坡、大陆架上也有少量分布。因此，南海的海底沉积物类型比较齐全。南海海底沉积物分布具有明显的分区与环陆分布的特点，沉积物分布成带

状，与海岸线平行。沉积物分布大致由岸向海有粗—细—粗—细的变化趋势。由于南海地处低纬度，气候炎热，生物繁盛，特别是南部海区，生物碳酸盐沉积在沉积物中占较大比重。又因南海地跨纬度较大，南、北环境也有不同，其南、北沉积物也有地区差异[22]。

台湾以东海域的海底沉积物分布是：台湾东岸有砾石、砂沉积，沉积物粒级较粗；岛架 200 m 以浅的沉积，大都是细砂和中砂，并有少量的钙质介壳和介壳碎屑物。台湾东南的岛架上，介壳物质丰富。台湾以东岛坡上分布有有孔虫软泥。从大陆架外缘至深海盆地，北部的沉积为深海软泥，中部为深海钙质软泥、火山黏土。琉球海沟底部覆盖有浑浊流沉积。菲律宾海盆底质沉积为深海软泥[22]。

4.3.2.2 中国海岸带底质分布

海岸带的海底沉积物，主要来源于地表径流输沙，其次是沿岸侵蚀的泥沙，少量是外海陆架的泥沙。不同岸段因物质来源不同，其底质分布也存在着差异。总的来说是大陆海岸带底质粒径较细，以粉砂和淤泥为主；岛屿海岸带较粗，以砂质为主。平原地区的海岸带底质较细，山地、丘陵地区的海岸带底质较粗。同时，海岸带的底质在分布上还存在着粗细相间、砂质和淤泥质交替的不连续现象。

中国的鸭绿江口一带分布着细砂和中砂，辽东半岛的东海岸分布着黏土、粉砂，辽东湾、渤海湾和莱州湾沿岸以粉质黏土和黏土质软泥为主。

山东半岛北部沿岸的沉积物质主要是粉砂，成山角附近出现一小片细砂区。乳山口以南至丁字港一带的底质为黏土质软泥，青岛近岸以粉砂和细砂为主，海州湾为细砂沉积，其湾顶临洪河口两侧还有黏土质粉砂分布，苏北沿岸主要是粉砂质黏土和细砂。

长江口和杭州湾沿岸普遍分布着黏土质粉砂，浙江沿岸底质基本与长江口同类，也为黏土质粉砂，但在港湾内多属粉砂黏土。

福建沿岸，除岬角和岛屿附近有粗砂、砾石外，主要是粉砂质黏土。

广东沿岸，除琼州海峡的底质多为细砂和中砂，偶有砾石和基岩出现外，其余岸段均以细砂和粉砂质黏土为主。

北部湾沿岸河流不多，陆域来沙较少，故湾内有古海滨沙带在较浅的海底出露，在夏季偏南风作用下，古海滨物质可向北部输移，底质以粉砂和黏土为主。

近岸岛屿海岸带的底质，除本岛的风化物碎屑外，还有较多的来自附近大陆的陆源碎屑物质。例如舟山群岛某些海湾地带，沉积有来自长江的黏土质粉砂，福建的平潭岛周围落淤着闽江入海的泥沙。外围岛屿的海岸带，其底质以本岛的风化物碎屑为主，少量沉积有大洋性物质。例如台湾岛东海岸，近岸以砂质软泥和砂为主，稍远处就有深海软泥和火山灰黏土分布。南海诸岛多为砂质和珊瑚礁组成。

4.3.2.3 海洋底质环境与海洋生物的关系

海洋底质有岩石底、砾石底、砂质底、泥质底以及它们的过渡类型，而各种海洋底栖生物都对其栖息的底质类型有一定的要求，这种情况在滨海和浅海区特别明显。例如，底栖附着动物（如水螅、珊瑚、贻贝、藤壶等）和附着植物（如各种具固着器的大型藻类）都需要一个可供附着的硬相基底（如岩石），它们在泥沙中是无法生活的。近年来，对底栖动物幼虫的生态研究表明，绝大多数底栖动物的幼虫都是先附着后变态，如果缺乏适宜的附着基就会延迟变态，最后死亡。另一方面，很多底栖动物（如缢蛏、蛤仔等）则需要软质基底（泥、砂质底）才能生活，它们的浮游幼虫下沉到底部也只能在适宜的底质中才能继续变态发育。砂质底的砂粒粒度大小也会影响动物的分布，例如中国北方三种齿吻沙蚕是按底质颗粒的粗细分布的。因此，不同的底质就形成不同的底栖动植物区系。

其次，对很多底栖生物来说，适宜的底质也可为其提供营养物质。例如，位于河口区或隐蔽海湾的泥质底内含有丰富的有机物质和底栖微生物，在这种底质生活的蠕虫和软体动物等一些匍匐、管栖或埋栖的动物，可以吞食这些有机碎屑物质（包括其中的微生物）为生。M. W. Wara 对英国利物浦湾的线虫进行研究，证明这类生物依靠摄食底质中的微型生物来维持生命，因此，这类生物的分布及其数量就与底质中的有机质含量和微型生物的丰度有密切关系。在沿岸浅水区的泥沙混合基底，则依据泥和沙的比例不同而有不同的种类分布，由于食物丰富，这里的底栖动物密度也很大[8]。

鱼类通常与基底联系较少，但有一些鱼类（如比目鱼、鳐）则适应于松软的底质中生活，它们体形扁平，以底泥中的底栖生物为食。

此外，许多底栖动物的色彩和形状，由于和底质混杂而得到保护，不易被敌害生物发现，也就是说，底质对这些动物起着掩蔽所的作用。

4.4 化学环境

4.4.1 碳元素

4.4.1.1 中国近海的碳元素

整个中国海区总有机碳（TOC）含量水平不高。大致以长江口至济州岛连线为界，北部海区 TOC 含量普遍高于南部海区。

渤海和黄海北部，TOC 含量等值线基本顺岸分布，含量超过 3.0 mg/L 的区域主要有辽东湾、渤海湾西部、黄河口附近海域、莱州湾南部、鸭绿江口、大连湾和烟台近岸海域。其中辽河口和双台子河口海域含量在 5.0 mg/L 以

上，为全海区最高值区。

黄海南部海区，可按TOC含量2.0 mg/L等值线分成东西两部分，东部含量高于2.0 mg/L，西部则低于2.0 mg/L。

东海区TOC含量分布比较复杂，2.0 mg/L等值线自苏北沿岸跨长江口和杭州湾，沿岸往南一直延伸至厦门湾。其中长江口南部海域，杭州湾南北两侧，以及象山湾、三门湾、闽江口和厦门湾TOC含量均超过3.0 mg/L。东海外海有一TOC低含量区（小于1.0 mg/L）成舌状自南往北延伸，其路径与黑潮支流流向大体吻合。

南海TOC含量基本都在2.0 mg/L以下，其中东部和南部海域最低，在1.0 mg/L以下，可能与贫有机质的大洋水侵入有关。而南海近岸海域的TOC含量普遍高于2.0 mg/L，其中汕头近岸海域、珠江口海域、湛江沿岸海域以及海口沿岸海域含量超过3.0 mg/L。珠江河口湾全区溶解有机碳（DOC）的含量范围为1.68～9.84 mg/L，平均含量约3.3 mg/L。DOC浓度分布趋势是内河高，接近外海低，由河口向外海减少，西部沿岸含量比东部沿岸高。珠江河口湾海水中颗粒有机碳平均含量为1527 μg/L，范围是422～6414 μg/L，总的分布趋势是内河高，西南沿岸高，东部沿岸较低[24]。

由于黄海冷水团的存在，50 m层水体二氧化碳体系各参数与0 m和20 m层有显著差异，二氧化碳分压显著高于0 m和20 m层。南黄海西部和东北部为二氧化碳的源，中部和东南部为二氧化碳的汇。整个南黄海总体上表现为大气二氧化碳的净源，每天向大气中净排放二氧化碳的量为1.3×10^3 t碳，其中向大气释放二氧化碳的量为4.0×10^3 t碳，从大气中吸收二氧化碳的量为2.7×10^3 t碳[25]。

在枯水季节，长江口海域由低盐区大气二氧化碳的强源逐渐过渡到高盐区的弱汇，咸淡水的混合在一定程度上决定了该区域碳源汇的格局；二氧化碳源区，浮游植物的丰度低，浮游动物主要是纯河口类群和河口性海洋类群，而在二氧化碳汇区，浮游植物的丰度高，浮游动物主要是广盐性海洋类群。长江口丰水季节为大气二氧化碳净源，溶解无机碳体系基本呈现枯水季节淡水区—混合区的特征。长江口淡水和低盐水体具有很高的二氧化碳分压值，表层水盐度＜25的区域为大气二氧化碳的源。海—气间二氧化碳交换通量的变化范围为－5.8～531.5 mmol/m^2·d[26]。

4.4.1.2 碳元素与海洋生物的关系

碳是构成一切生物体的重要元素，更是生命活动能流物流中最重要的元素，几乎参与所有的生物地球化学循环过程。

由于海水具有透明性，光线可以透入一定的深度，海洋中的二氧化碳和碳酸氢盐含量也非常丰富，因此海洋真光层的浮游植物通过光合作用吸收二氧化碳，将其转化为有生命的颗粒有机碳（living POC），这些有机碳再通过食物链（网）逐级转移到大型动物。未被利用的各级产品将死亡、沉降和分解，各级动物产生的粪团、蜕皮构成大量非生命颗粒有机碳（non-living POC）向下沉降。而光合作用产物和各类生物的代谢活动也产生大量溶解有机物，这些有机物有一部分将无机化进入再循环，其余的被异养微生物利用后通过微型食物网再进入主食物网，并可能成为较大的沉降颗粒[8]。

某些海洋生物的外壳或骨骼含有碳酸钙，它是Ca^{2+}与CO_3^{2-}结合形成的不溶性物质，此过程称为钙化作用（calcification）。例如，钙板金藻的钙质板、有孔虫的钙质壳、浮游软体动物产生的霰石壳、底栖软体动物的贝壳，以及海洋鱼类和哺乳类的内骨骼都含有碳酸钙成分。如果海水里二氧化碳过多，会造成海水的酸化，进而影响海洋生物的钙化作用[8]。例如海水酸化使珊瑚钙化现象持续放慢，这意味着这些有机物的生长速度会更加缓慢，或者说它们的骨架会变得更加疏松。除了珊瑚，浮游动物外壳的生长就会受到影响，严重时外壳会出现溶解，因为浮游动物在海洋生态链中占据着举足轻重的地位，许多海洋鱼类如鳕鱼、鲑鱼和鲸都以它们为食，所以，以浮游动物和珊瑚为食物或栖息地的各种海洋鱼类都会受到海洋酸化的影响。

4.4.2 营养元素

4.4.2.1 中国近海的营养元素

1. 营养元素的含量与分布

黄海的无机氮平均值为5.53 μmol/L，南部的含量较其他海域的高，其次为中部，北部最低；各季节的平均值，由高至低，依次是秋季、冬季、春季、夏季。磷酸盐平均值为0.71 μmol/L，中部的含量较高，其次为南部，北部最低；各季节的平均值由高至低，依次是秋季、夏季、冬季、春季。硅酸盐平均值为7.36 μmol/L，南部和中部的含量较高，北部最低；各季节的平均值由高至低，依次是秋季、冬季、春季、夏季。黄海海域富营养化水平较低，水质较好，但从季节变化看，冬季为氮限制潜在性富营养，其他季节营养水平不高。

东海的无机氮平均值为6.71 μmol/L，台湾海峡因受黑潮暖流影响，含量最低；长江口、杭州湾近海含量最高，北部和中部，外海低于近海；平均值由高至低依次是秋季、冬季、春季、夏季。磷酸盐平均值为0.48 μmol/L，含量以长江口和济州岛近岸较高，台湾海峡居次，中部和外海浓度较低；平均值由高至低，依次是夏季、冬季、秋季、春季。硅酸盐平均值为6.68 μmol/L，含量以长江口、杭州湾附近最高，其次为北部，中部近海和外海相差不多，台湾海峡

最低;平均值由高至低,依次是夏季、冬季、春季、秋季。河口的营养盐丰富,对生物生长带来有利因素。值得指出的是,长江口海域无机氮的含量基本上超过一类海水标准,河口污染严重;东海其他海域营养盐含量偏低,不能满足浮游植物繁殖生长需要。

南海的无机氮平均值为 4.08 μmol/L,春季中部和西南部的含量明显高于中北部和北部,琼南、台湾浅滩和广东海域次之,北部湾浓度明显最低;平均值由高至低,依次是冬季、夏季、秋季、春季。磷酸盐平均值 0.41 μmol/L,含量分布与无机氮相似,以中部和西南部的含量较高,粤东、珠江口海域次之,北部湾最低;平均值由高至低,依次是夏季、春季、冬季、秋季。硅酸盐平均值 5.42 μmol/L,含量最高为西南部,其次为中部,中北部含量最低;平均值由高至低,依次是冬季、夏季、秋季、春季。南海海域富营养化指数 E 小于 1,处于贫营养状态;水质基本未受有机污染,质量为良好或较好。营养物质总体上不能满足浮游生物正常生长繁殖的需要[27]。

2. 近海水质富营养化状况

20 世纪 80 年代中期以来,中国近海水质营养盐污染逐年加重。2004 年,海水无机氮超过一类海水水质标准的区域面积达 11.5 万 km^2,其中二类水质区 3.7 万 km^2,三类水质区 2.7 万 km^2,四类水质区 1.4 万 km^2,劣四类水质区 3.5 万 km^2。海水磷酸盐含量超一类海水水质标准的区域面积更大,约 18 亿 km^2,其中二、三类水质区 7.0 万 km^2,四类水质区 6.5 万 km^2,劣四类水质区 4.5 万 km^2。渤海、黄海、东海、南海四个海区中,渤海营养盐超标面积占该海区总面积的比例最大,达 35%～40%。沿海省、自治区、直辖市中,上海、浙江、辽宁和江苏近海水质营养盐污染较重。近岸三分之二的重点海域受到营养盐污染,其中辽河口、大连湾、胶州湾、长江口、杭州湾、象山湾、三门湾、乐清湾、闽江口、珠江口等海域污染较重。

4.4.2.2 营养元素与海洋生物的关系

海水中氮、磷、硅等营养盐作为海洋食物链最基础的组成部分,是海洋生物生长、繁殖所必需的物质,某种营养盐的缺乏还会限制浮游植物的生长,可能成为水体中浮游生物生长的限制性因素;例如,当氮缺乏时,氨氮的吸收导致呼吸率的增加以及细胞中碳水化合物储量的下降。缺氮细胞同化数比非缺氮细胞的同化数低,同时缺氮细胞的叶绿素活性也比非缺氮细胞的叶绿素活性小。细胞的含氮量减少,细胞的叶绿素含量减少,浮游植物的光合速率降低,光合作用能力下降。当磷缺乏时,细胞的含磷量减少,造成细胞蛋白质、叶绿素 a 的含量减少,内呼吸增加,光合作用下降。当硅的含量太低,硅藻外壳不能形成,而且细胞生长的周期也不会完成的,最后导致硅藻的灭绝,而海水中的牡蛎主要以硅藻为食,所以硅藻的灭绝也导致牡蛎数量的急剧下降[28]。

但过量排入营养盐将导致海水富营养化,甚至引发赤潮,经一系列物理、化学和生物作用,最终导致水质恶化、水生生物生理受阻、水生生物群落结构改变、水生生态系统结构破坏和功能受损等一系列连锁效应,从而影响水资源的利用,危害生态平衡,破坏生物资源,损害渔业生产。富营养化能促使水中表层浮游藻类的生长繁殖,由于疯长的藻类覆盖于水体表面,使得阳光难以穿透水层,从而影响深层水体中高等水生植物的光合作用。富营养水体中,深层水体中的溶解氧不断被大量死亡藻类的分解所消耗,又由于光合作用微弱无法产生新的溶解氧作为补充,从而导致深层极低的溶解氧水平,有时甚至出现厌氧状态,生活于深层水体的水生动物,如鱼类等,由于得不到适量的氧而使呼吸作用受到抑制,无法进行正常的代谢活动,最终导致死亡。其次,富营养化水体中的一些藻类能分泌和释放毒素,引起水体中水生动物中毒死亡。研究发现,微囊藻毒素和节球藻毒素能导致肝细胞收缩分离,大量血液进入肝组织,肝充血肿大,致使动物失血休克或死亡[29]。

4.4.3 悬浮物

4.4.3.1 中国近海的悬浮物

海域悬浮物(包含无机和有机两部分,其主要成分为悬浮泥沙)的含量与生物的生长密切相关。中国沿岸含沙量分布的总趋势是以长江口—杭州湾、黄河口为最高,分别为 0.50～2.75 kg/m^3和 0.3～3.5 kg/m^3。并由这两个高值水域为中心,分别向南、北递减,构成高、低相间的基本特征。含沙量的等值线除在河口地区成弧状外凸外,其他基本上与岸平行。含沙量除辽东湾西部是近岸低、远岸高外,其他水域均由近岸向远岸递减,通常至 20～30 m 深的水域,含沙量显著降低。按海域统计,黄海、渤海沿岸年平均含沙量 0.01～0.55 kg/m^3,东海沿岸 0.1～1.8 kg/m^3,南海沿岸 0.05～0.20 kg/m^3,其中以南海最低。各海区中均存在着含沙量相对较大的高含沙量区,主要分布在河口、海湾等物质来源丰富的水域[9]。

渤海、黄海、东海悬浮物质浓度分布存在明显的季节变化,冬季由于强风作用,且悬浮作用明显,造成各海域悬浮物质量浓度普遍高于夏季。莱州湾中西部和渤海湾南部终年维持高悬浮物质量浓度,黄河悬浮物质量浓度夏季扩展范围要比冬季的大,冬季辽东湾内及山东半岛沿岸再悬浮作用明显。古黄河口一年四季再悬浮现象明显,冬季再悬浮质量浓度是夏季的两倍以上,苏北浅滩冬季再悬浮物质量浓度远远超过夏季[30]。黄海、东海春季悬浮物质量浓度高于秋季,春季悬浮物质量浓度高值区位于杭州湾,苏北浅滩为次高值区,其悬浮物在黄海沿岸流、黄海暖流及台湾暖流的共同作用下呈西北—东南舌状向深海运移。悬浮物质量浓度减少以及主要海流的改变使得秋季

悬浮物质量浓度分布格局不同于春季，悬浮物质量浓度高值区不再位于杭州湾而是出现在苏北浅滩，并以苏北浅滩高值区为中心向外海扩散。由于海底地形在一定的条件下控制了海浪作用的临界深度，使得南黄海中部深水区受海流影响较小，在春秋两季均为悬浮物质量浓度低值区[31]。

在长江口外122°E以西，悬沙浓度大于100 mg/L；向东至123°E处，悬沙浓度降至5 mg/L。而5 mg/L等值线在东南方向上可延伸至124°E以东，形成一个明显的舌状。以10 mg/L的悬沙浓度为标志，长江入海物质向南东和东扩散。由于长江口冲淡水冬夏季入海输运的转向，夏季长江口东北部悬浮物质量浓度分布范围比冬季的大，而冬季悬浮物质量浓度分布则偏东南，形成在32°N123°E附近海区伸向东、后转向南的高悬浮物质量浓度带；杭州湾高悬浮物质量浓度区域冬季分布范围较夏季的更广[30]。

珠江各河口悬浮物的平均含量，磨刀门的含量最高，为154 mg/L，崖门次之，为141 mg/L，伶仃洋含量最低，为46 mg/L。这反映各个河口湾受径流影响的程度，同时也与河口湾的水深有关，磨刀门和崖门由于水浅，水动力影响强烈，悬浮物不易沉降，相反易再悬浮。因此，海水中悬浮物浓度高。悬浮物含量分布的分散程度，随盐度的增加而降低。由于潮汐作用沉降的悬浮物再悬浮，因此，底层悬浮物含量高于表层。珠江口海区表层悬浮物含量平均值为60 mg/L，而底层可达102 mg/L[24]。

4.4.3.2 悬浮物与海洋生物的关系

海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对海洋生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，从而使以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致渔业资源量下降。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

此外，水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到300 mg/L以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以黏性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。水体中过高和细小的悬浮颗粒物会粘附于鱼卵表面，妨碍鱼卵的呼吸，不利于鱼卵成活、孵化，从而影响鱼类繁殖。使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。

潮汐河口最大混浊带是指水体中悬浮物颗粒物(SPM)含量比上游河流区和下游外海区都要高，且在一定范围内有规律地迁移的混浊水体。河口最大浑浊带的湍流混合过程增大了浮游植物细胞光合作用的机会；重力环流致使浮游植物及其光合作用所需的物质能较长时间的停留；再悬浮过程使微型底栖藻类对最大浑浊带水体中叶绿素产生明显贡献；锋面强烈的辐合聚集作用则可使浮游植物在锋面附近出现高值现象[32]。

4.4.4 重要污染化学环境

4.4.4.1 中国近海污染化学环境

1. 重金属

中国沿海汞的主要污染源有60多处，如长江、珠江、鸭绿江、五里河等。以汞的主要污染源排放入东海的量最大，其次是南海和黄海，渤海最少。但汞的平均浓度以东海最高，渤海次之，南海最低。渤海以辽东湾汞的浓度最高，均值为5×10^{-11}，渤海其他海域的汞的浓度为1×10^{-11}左右。锦州湾、辽河口等是渤海汞浓度较高的地区。北黄海、南黄海北部和南部汞浓度分别为4×10^{-11}、2×10^{-11}和1×10^{-11}，大连湾和胶州湾为2×10^{-11}。黄海以鸭绿江口汞浓度较高。东海汞浓度为$1\times10^{-11}\sim2.3\times10^{-10}$，长江口至杭州湾一带为$7\times10^{-11}$，浙南至闽东一带为$4\times10^{-11}$，南海汞浓度为$2\times10^{-11}$[33]。

中国沿海镉的主要污染源也有60多处。镉也以河流携带入为主，珠江、长江、滦河等所携带入的镉占总量的80%，镉以排放入南海的量为最大。整个中国沿海，镉的浓度范围$2\times10^{-11}\sim4.5\times10^{-10}$，平均浓度为$1.0\times10^{-10}$，以南海最高，东海最低。渤海中以辽东湾和渤海湾浓度较高，黄海以大连湾较高[33]。

中国沿海铅的主要污染源有80多处。以流入南海的排污量最大，约占总量的60%；东海和渤海次之；黄海最少。铅的入海途径主要是河流携带。中国近海表层水中铅的浓度为$5\times10^{-11}\sim5.144\times10^{-8}$，平均值$1.60\times10^{-9}$。其中，渤海铅浓度平均值为$2.95\times10^{-9}$，黄海为$1.34\times10^{-9}$，东海平均浓度低于分析方法的最低检出限度，但浙江南部曾达$1.0\times10^{-8}\sim3.0\times10^{-8}$，南海铅浓度平均为$7.68\times10^{-9}$，珠江口高达$1.50\times10^{-7}$，为中国近海铅浓度最高区[33]。

胶州湾东部表层沉积物中的镉、汞、铅含量均超过一类沉积物的国家标准，其主要污染区位于大港至李村河口一带[34]。东海陆架沉积物中的重金属含量区域分布的基本特征是高值区分布于中国台湾岛东侧和大陆近岸区域，

低值区分布于东部及北部浅海大沙滩区[35]。长江口沉积物重金属在南、北槽口至122°25′E附近最高，并由此向河口内和外海逐渐降低[36]。珠江口表层沉积物中重金属锌、铬、铜、镉的含量分布呈现由西北逐渐向东南递减的趋势，而重金属元素铅、砷、汞的含量分布无明显规律，它们的富集程度按汞、铅、铜、铬和锌、砷、镉依次递减[37]。

2. 有机污染物

(1) 石油类

近海油田主要在渤海，有辽河油田、大港油田和胜利油田，它们每年分别排放入辽河湾、渤海湾、莱州湾的油污染物为394 t、569 t、2117 t。东海和南海其他油田每年总共排放约5000 t。总之，每年排入中国近海(包括中国内海渤海、黄海、东海和南海)的油污染物达216000 t。河流载油65%入东海，油田污染主要在渤海，港口和船污染主要在南海[38]。

渤海三大油田年排放污染物12730 t，黄河和滦河等被排放入6200 t，在天津和胜利油田海区海水中的油浓度达100 μg/L。黄河胶州湾和大连港的油浓度分别为84.70 μg/L和68 μg/L。长江、钱塘江和闽江每年被排放入的油约112000 t，故油浓度高达68 μg/ L，长江口则更高达980 μg/ L。珠江口平均油浓度约70 μg/ L。北部湾海水油浓度高达200 μg/ L，是中国近海中的最高者[38]。

中国沿岸沉积物的油污染大多数小于150 mg/(kg·d)。然而长江口、闽江口等处较高，高者达472 mg/(kg·d)。中国沿海区域中污染最高者是北部湾沉积物，达757 mg/(kg·d)[39]。

中国沿海油污染面积约12万 km^2。相对而言，渤海和东海油污染比较严重，分别占石油排放入海量的34%和33%；南海占19%；黄海最少，占14%。渤海油污染面积约4万 km^2，其中：辽东湾为1.8万 km^2，油浓度为 4.9×10^{-8}；渤海湾为0.9万 km^2，油浓度为 5.0×10^{-8}；莱州湾为0.6万 km^2，油浓度 5.9×10^{-8}；渤海中部海域为0.7万 km^2，油浓度 4.1×10^{-8}。渤海湾和莱州湾的油污染比较严重，而辽东湾的污染面积最大[33]。

黄海的油污染面积为2.6万 km^2，北黄海的油浓度为 5×10^{-8}；南黄海北部油浓度为 5.2×10^{-8}；南黄海南部油浓度为 2.6×10^{-6}；大连湾和胶州湾分别为 8.5×10^{-8} 和 6.2×10^{-8}。表明北黄海污染程度较重，尤以大连湾最为突出；南黄海则以胶州湾油污染较重。东海油污染面积约3.4万 km^2，其中长江口至杭州湾一带的油浓度为 5.9×10^{-8}；浙南至闽东一带油浓度为 7.8×10^{-8}。东海油污染以浙南至闽东一带较重，而污染范围则以长江口至杭州湾一带为广[33]。

南海油污染面积约1.7万 km^2。珠江口一带的油浓度为 5.5×10^{-8}，粤西沿岸为 5.2×10^{-8}。因此，珠江口附近油污染程度略重于粤西沿岸，而粤西沿岸油污染范围较大[33]。

(2) 难降解有机物

据1980—1987年的统计，在中国沿海每年用有机氯农药约1.7万 t，但其85%由河流至海，每年约1.4万 t。有机氯农药在海水中不易溶解，易被悬浮颗粒物吸附而沉入海底，故其在海水中浓度平均为0.25 μg/L，低于海水水质标准第一类标准[38]。

中国河口主要分布在东部沿海，包括大连湾、锦州湾、渤海湾、胶州湾、长江口、黄河口、珠江口等。研究表明，中国主要河口生态系统都不同程度地遭到难降解有机物(POP)的污染。其中，长江口有机污染物共有9类234种，其中49种属于美国列出的129种优先控制污染物，24种属于中国列出的58种优先控制污染物；黄河河口区水体有机污染物共有192种，其中，挥发性有机污染物33种，半挥发性有机污染物159种，62种属于美国列出的192种优先控制的污染物，33种属于中国列出的58种优先控制的污染物。黄河河口区多环芳烃(PAH)为0.458 μg/L；珠江三角洲地区是中国另一个重要工业区，经济的飞速发展、土地的大规模开发利用等因素使得珠江三角洲主要河流、河口及南海北部海域成为POP污染的高风险区。珠江干流河口区水体中有机氯农药的含量为9.7～122.5 ng/L，其中六六六(HCH)和滴滴涕(DDT)的含量分别为5.8～99.7 ng/L和0.52～9.53 ng/L，季节变动趋势显示枯水期的含量明显低于丰水期。渤海湾近岸河口区水体中HCH、DDT和多氯联苯(PCB)含量分别为224.7 ng/L、2.6 ng/L、5.0 ng/L，位于蓟运河和永定新河汇合处河口区水体中HCH、DDT和PAH的含量分别为305.7 ng/L、3.4 ng/L和220 ng/L，远岸河口区水体HCH、DDT、PCB和PAH含量较低。这些数据表明渤海湾入海口海区的含量受海河、大沽河等河水携带的陆源污染物所控制[40]。

大连湾、辽东湾是中国海产品养殖基地之一，有关养殖区域有机氯污染调查情况显示，两个海湾表层海水有机氯浓度分别为4.52 ng/L、41.94 ng/L，均超出中国渔业水质标准[40]。莱州湾海域有机氯农药在表层水体中从未检出至32.7 ng/L，在底层水中从未检出至11.7 ng/L；PCB在底层水样中为4.5～32.7 ng/L。该海域有机氯农药和多氯联苯的分布特征是近岸高、离岸低，由近岸向湾外延伸方向依次减少[41]。

综合中国主要河口和海湾环境污染的主要研究成果，从POP在水体中的分布特征可以看出，内陆河流的径流输入是持久性有机污染物的主要来源，河口和海湾持续性有机污染物的浓度，一定程度上受海水混合、稀释和扩散过程所控制[40]。

长江口潮滩表层沉积物中含氯有机物总量在1.16～55.0 ng/g之间,平均值11.2 ng/g, PCB总含量0.19～18.95 ng/g,均值2.70 ng/g[42];珠江口悬浮颗粒物中的HCH、DDT和PCB的含量随取样位置和季节的不同而异,且悬浮颗粒物中的有机物含量比沉积物中的更高[43]。

4.4.4.2 污染化学环境与海洋生物的关系

污染物质对生物的生理、生化影响,主要是通过改变细胞的化学组成、抑制酶的活性,影响渗透压的调节和正常的代谢功能,从而影响生物体的生长、生殖和行为。例如汞等重金属毒物能与酶活性中心的巯基结合,抑制酶的活性,影响藻类、鱼类和其他海洋动物的生长和繁殖,低浓度甲基汞也能使鱼体神经系统受阻引起平衡失调。石油烃会破坏细胞膜的正常结构和透性,干扰生物体的酶系,进而影响其正常的生理、生化过程,如降低浮游植物的光合作用强度、阻碍细胞的分裂繁殖,也会使许多动物的胚胎发育异常。石油及分散剂能影响双壳软体动物的呼吸速率及龙虾的摄食特性。石油污染可导致洄游性鱼类信息系统遭受破坏,无法溯流产卵,从而影响鱼类的繁殖。

海洋受污染通常能改变生物群落的组成和结构,导致某些对污染敏感的生物种类个体数量减少,甚至消失,造成耐污生物种类的个体数量增多。如有机污染较严重的水域,小头虫*Capitellacapitata*数量明显增多,可达群落总生物量的80%～90%,从而降低了群落生物种类的多样性,使生态平衡失调。又如美国加利福尼亚近海,因一艘油轮失事流出的柴油杀死大量植食性动物海胆和鲍,致使海藻得以大量增殖,改变了生物群落原有的结构。通过控制生态系统实验,发现低浓度的铜、汞、镉和多氯联苯能改变初级生产者的种类组成,进而改变食物链的类型。许多海洋生物对重金属、有机氯农药和放射性物质具有很强的富集能力,它们可以通过直接吸收和食物链(网)的积累、转移,参与生态系统的物质循环,干扰或破坏生态系统的结构和功能,甚至危及人体健康。例如海洋底栖生物中以浮游植物为食的双壳类软体动物,以浮游动物为食的珊瑚虫和海百合等很可能因为摄食了有毒的浮游植物和浮游动物而积累毒素,导致死亡。污染严重的海区由于初级生产力下降,群落的分解作用强度超过光合作用强度,环境的理化条件(如氧化还原电位、pH值)发生改变,造成整个生态环境的退化,群落朝逆向演替的方向发展,最后可能造成生态系统的崩溃[44]。

海洋环境的污染导致栖息在其中的生物个体的品质下降。例如,大亚湾海洋经济种类生物体的重金属含量相对较高,鱼类、蟹类、虾类和头足类生物体的重金属含量分别为:铜0.16～11.85 mg/kg、铅0.17～0.54 mg/kg、镉0.02～0.25 mg/kg和汞0.007～0.087 mg/kg。虾蟹类体中的铜、铅、镉和汞含量最高,鱼类的最低,头足类居中[45]。

大连湾牡蛎和贻贝样品中二噁英含量分别为0.05 ng/g干重、0.22 ng/g干重,PCB的含量分别为0.59 ng/g干重、0.82 ng/g干重[46];长江口软体动物(河蚬、缢蛏)和河蟹(无齿相手蟹)体内POP分布资料显示,HCH在软体动物体内的平均值为3.5 ng/L,在河蟹体内HCH含量高于软体动物平均值,为13.8 ng/L;DDT在软体动物体内的平均值为34.5 ng/L,在河蟹体内DDT含量低于软体动物平均值为5.9 ng/L;珠江河口区海域翡翠贻贝体内HCH、DDT和PCB的平均值分别为0.44 ng/L、70.9 ng/L、185.6 ng/L[40]。

4.5 生物环境

4.5.1 基础生物环境

4.5.1.1 浮游生物的重要性

浮游生物是指在水流运动的作用下,被动地漂浮在水层中的生物群。浮游生物虽然个体小,但是在海洋生态系统中占有非常重要的地位,它们的数量多,分布广,是海洋生产力的基础,也是海洋生态系统能量流动和物质循环的最主要环节,浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用。浮游动物通过捕食影响或控制初级生产力,同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。浮游生物是海洋食物链中不可缺少的环节,它是底栖动物、鱼类等的重要饵料,其质的好坏、量的多少都会直接影响该海域贝类、螺类、虾类等的数量,进而影响鱼类、鸟类的数量[8]。

4.5.1.2 中国近海的浮游生物

1. 浮游植物

(1) 种类组成特点

1997—2000年,中国水产科学研究院黄海水产研究所、东海水产研究所、南海水产研究所承担了国家海洋勘测专项"生物资源栖息环境调查与研究",参加了"浮游植物调查和研究"和"浮游动物调查和研究"两个专题。此次调查在黄海、东海、南海共鉴定浮游植物97属529种,以南海出现的种类最多,其次是东海,黄海的种类最少,呈现高纬度向低纬度递增趋势。3个海区优势种均以硅藻类为主,甲藻和蓝藻类的个别种类在某些海域成为次要优势种类,特别是甲藻类在黄海优势种类中占有一定比例。优势种的种类组成具有明显的地域差异,3个海区的共同优势种仅有细弱海链藻一种,而东海和南海优势种组成相似度相对较高,2个海区共同优势种有洛氏角毛藻、翼根管藻纤细变型和菱形海线藻等。黄海、东海、南海调查区所出现的优势种细胞数量分别占各海区总数量的85.83%、71.71%和59.84%,呈现明显的自北向南递减趋势,表明随纬度的降低,浮游植物优势种离散性越大。

调查期间黄海共发现76种(包括变型),隶属2门31属。其中硅藻种类最多,占总种数的88.2%,甲藻占11.8%。硅藻类数量占浮游植物总量的93.7%,是决定黄海浮游植物数量分布和变动的主要成分。东海共鉴定出187种、7变种和5变型,隶属3门54属。其中硅藻出现的种类最多,占总种数的75%;甲藻次之,占22%,蓝藻最少,仅占3%。硅藻类的数量占浮游植物总量的99.12%,是决定东海区浮游植物数量分布和变动的主要成分。整个海区以温带近海性种类居多,但从数量上看,热带近海种及外海广布性种,具有明显数量优势,对夏秋数量高峰的形成,起关键性的调控作用。南海共鉴定出6大门类500种(包括变种及变型),以硅藻和甲藻为主,其种类数分别占浮游植物总种数的66.4%和30.4%。南海区水域广阔,浮游植物的种类组成和群落结构相对较为复杂,既有典型的热带种如奥氏角毛藻、秘鲁角毛藻、菱软几内亚藻、密聚角毛藻和兀鹰角藻苏门答腊变种等,又有温带广布种如菱形海线藻、北方劳德藻,还有高盐性种如短刺角毛藻等,广盐性种或咸淡水种,甚至还出现一些淡水种如颤藻等。但在总体上,种类组成以热带外海种、暖水性沿岸种和暖温性广布种为主要群体[27]。

(2) 数量分布特征

整个海区浮游植物数量以南海最高,东海次之,黄海最低,呈现自北向南递增的分布趋势。浮游植物的季节变化各大海区存在一定差异,黄海和南海以夏季最高、冬季次之,春季最低;东海以秋季最高,夏季次之,春季最低。其中,黄海四季平均数量为12.15×10^7个/L,以夏季最高,冬季次之,秋季居三,春季最少;空间分布以黄海南部的平均数量最高,其次是黄海北部,黄海中部最少。春冬季均以黄海北部数量最高,中部次之,南部最低,出现自北向南递减的分布趋势;夏季以黄海南部最高,中部次之,北部最低,出现自北向南递增的分布趋势;秋季以黄海北部数量最高,中部和南部数量相近,分布较为均匀。东海浮游植物四季平均数量为68.93×10^7个/L,以秋季数量最高,夏季次之,再次为冬季,春季最低。浮游植物数量分布不均,呈明显的块状分布,各分海区浮游植物的数量高低相差悬殊。北部近海数量居首位,依次为北部外海、台湾海峡、南部近海和南部外海。平面分布大致呈现近海向外海、北部向南部递减趋势。由于南北跨度大,不同的气候条件及复杂多变的水文化学等环境因子的作用,造成各分海区季节变化不同。在高纬度的北部海区,数量高峰出现在秋季,在低纬度的南部地区,数量高峰出现在夏季,各分海区春季次高峰均无出现,整个海区似呈单峰型季节变化趋势。南海浮游植物四季平均数量为87.20×10^7个/L,以夏季为最高,冬季次之,秋季居三,春季最低。各海区数量的季节变化不同;从北到南,数量高峰期出现时间逐渐向后推移。南海6个调查海区浮游植物季节变化可归纳为3种类型:夏季高峰型,数量在夏季形成高峰,台湾浅滩、粤东和珠江口海域均属该类型;冬季高峰型,数量在冬季形成最高峰,粤西和北部湾海域均属该类型;四季稳定型,数量四季变化不明显,水温常年维持在较高水平的琼南海域即属该类型。南海浮游植物受到沿岸水和南海暖流的共同作用和影响,平面分布不均,均出现明显的团块状分布特征,基本呈现出"由东到西、由北至南数量逐渐递减"的趋势,即台湾浅滩和北部湾最高,粤东和珠江口海域次之,海南岛以南和南海中、南部最低。尤其夏季台湾浅滩有高数量密集区出现,反映该海域的上升流对其有着重要的影响和作用[27]。

2. 浮游动物

(1) 种类组成特点

根据1997—2000年调查资料,黄海、东海、南海共出现浮游动物21大类群891种,浮游幼体50种。黄海共鉴定出56种(不包括浮游幼体10种),东海591种(不包括浮游幼体40种),南海709种(不包括浮游幼体34种),呈现高纬度向低纬度递增趋势。各海区均以桡足类的种类和数量占优势。黄海浮游动物优势种种类较为单一,优势度高;东海和南海优势种多,优势度低,离散性大。各海区优势种数量占总数量的百分比随纬度的降低而降低,趋势明显。

黄海四季均以中华哲水蚤、强壮箭虫和太平洋磷虾为优势种,优势种类组成比例比较简单,6～7个优势种类的丰度百分比之和高达93%以上。不同季节的优势种类组成及其丰度百分比略有差异,秋、冬两季的优势种组成较春、夏季复杂,这主要与秋、冬两季在黄海南部出现诸如精致唇角水蚤和肥胖箭虫等暖水性种类有关。从空间分布看,黄海中部的优势种类组成相对复杂,黄海南部次之,黄海北部最为简单。黄海中部和南部优势度大于0.01的种类分别为16种和13种;黄海北部优势度大于0.01的种类有10种。

东海区浮游动物优势种共有19种(含两类浮游幼体),其中各季优势种均以桡足类占绝对优势(11种,占57.9%);毛颚动物次之,为3种,占15.8%;有尾类2种;水母类和樱虾类各1种及两类浮游幼体。东海不同季节出现的优势种类不尽相同,存在一定的季节更替现象。各季优势种类依次为秋季(11种)＞冬季(8种)＞夏季(6种)＞春季(5种)。春季,北部海域以中华哲水蚤、五角水母、短棒真浮蚤和真刺水蚤幼体为主;南部海域优势种类多于北部,出现较多数量上占优势的被囊动物,如软拟海樽、小齿海樽和东方双尾纽鳃樽;台湾海峡数量占优势的桡足类明显多于其他分海区。夏季,受黑潮暖流及其分支流的影响,各分海区优势种类增多,外海海域热带性的优

势种类多于近海海域。秋季，一些近岸低盐性、广温广盐性和高温广盐性种种类数量上升，成为全海区的优势种，而一些热带外海高温高盐性优势种如达氏波水蚤分布区域向外移动，仅在外海数量占有一定优势。冬季，真刺水蚤幼体在数量上占很大优势，外海高温高盐性优势种类急剧减少。

南海浮游动物优势种共有 9 种，即异尾宽水蚤、普通波水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、压强真哲水蚤、精致真刺水蚤、肥胖箭虫、中型莹虾和住囊虫，其中桡足类占 6 种，4 类幼体包括桡足类幼体、长尾类幼体、莹虾类幼体和箭虫幼体。优势种类具有明显的季节演替和空间分布变化特征，桡足类幼体在四季均为第一大优势类群，优势度范围为 0.17～0.35，丰度占浮游动物总丰度的 17.0%～35.0%；微刺哲水蚤和肥胖箭虫亦四季均为优势种；普通波水蚤在春、夏、秋季丰度较高，为主要优势种群之一，而在冬季丰度降低，失去优势种地位；异尾宽水蚤则仅在春、夏季成为优势种，而在秋、冬季处于非优势地位[27]。

(2) 数量分布特征

海区的浮游动物饵料生物量以东海居首位(40.90 μg/L)，其次为黄海(38.52 μg/L)，南海最少(22.05 μg/L)。各海区由于纬度差异，气候条件各异，另外受江河径流、海洋诸水系年际变化的影响，生物量的季节变化存在明显差异。黄海以夏季最高，春季次之，冬季最低；东海以秋季最高，夏季次之，春季最低；南海以冬季最高，夏季次之，春季最低。从生物量平面分布看，各海区浮游动物高生物量区呈斑块状分布，通常都形成于营养盐含量丰富的河口附近、不同海流的交汇区及出现上升流的海区。而在生物量低值的季节，生物量的分布相对较均匀。

黄海地处亚热带和温带区系的过渡交替海区，其浮游动物生物量与渤海比较，由于大陆径流少，近岸性浮游动物的分布量也较低，总生物量也没有渤海高，也比低纬度陆架海域低，饵料生物量低，周年月平均只有 38.52 μg/L。其中，夏季最高，平均为 43.65 μg/L；冬季最低，平均仅 27.55 μg/L；春、秋两季的均值则分别为 39.32 μg/L 和 37.92 μg/L。可见，黄海大型浮游生物量的季节变化幅度不大，各季平均值与四季月平均值的差异不足 10.0，最高的夏季与最低的冬季相差幅度只有 63%。

东海区浮游动物生物量平均值为 65.32 μg/L，四季均值范围 50.33～86.18 μg/L，远低于历史水平，大部分海域总生物量仅在 25～50 μg/L 范围变化。平面分布不均匀、呈斑块状，各季节无明显的相同规律。季节变化以秋季最高，夏季次之，冬季最低。调查区浮游动物饵料生物量四季均值范围为 29.82～56.84 μg/L，平均为 40.9 μg/L，约占总生物量的 60%，明显低于历史水平。大部分调查海域在 25～50 μg/L。平面分布趋势与总生物量基本一致，无明显规律，呈斑块状分布。季节变化不明显，以春季最低；随着水温的升高，夏季生物量上升至全年次高峰；秋季随着精致真刺水蚤、普通波水蚤、百陶箭虫和肥胖箭虫等的增加，饵料生物量平均值达到最高峰，其后生物量大幅度下降；冬季饵料生物量平均值高于春季。

南海饵料浮游动物生物量年均值的季节变化以冬季为高，夏季次之，春、秋季基本接近。但不同海域显示一定差异。综合比较分析，可将南海北部各海域季节变化分为两种类型。第一种类型是单峰型，全年出现一个明显的数量高峰，珠江口、粤西、琼南和北部湾海域即属该类型分布，均以冬季数量最高，或春季出现次高峰；第二种类型为双峰型，全年出现两个数量高峰，台湾浅滩和粤东海域为该变化类型，出现夏季高峰，冬季次高峰(如台湾浅滩)或冬季高峰，夏季次高峰(如粤东海域)。南海北部饵料浮游动物的空间分布年均值和夏、秋季均以台湾浅滩海域最高，粤东、粤西和北部湾基本接近，琼南海域数量最低，呈现明显的东西两边高、中间低，北部近海高、南部外海低的分布趋势；冬季空间分布与夏、秋季显示一定差异，除北部湾海域数量略低外，其他海域数量基本接近，分布较为均匀；春季呈现低纬度的南部海域高于高纬度的北部海域，西部海域高于东部海域趋势，最高生物量分布在南海西南部海域[27]。

4.5.2 重要关联生物环境

中国海域除了物种多样性极高之外，还拥有多种海洋生态系统，例如，海草床生态系统、红树林生态系统、珊瑚礁生态系统和大型海藻场生态系统等，这些生态系统孕育着重要的海洋药用生物资源。特定的生态系统往往有其特殊的生物资源，其中不少是海洋新药生物活性物质提取的重要来源，有很高的资源潜力价值。中国以海草及其附生藻类、软珊瑚等生物为对象的海洋药物研究正在进行中。

4.5.2.1 海草床生态系统

海草是一种开花的草本高等植物，在中国的热带、亚热带和温带近海海域广泛分布。海草多生长于海岸沙泥上，由于有根也有茎，可固定泥土，减弱海浪冲击力，巩固及防治海岸沙土流失。海草也为不同类型的生物提供庇护及觅食场所，如海葵、细小的贝类、藻类，都喜欢生长在海草上，它们更是鱼、虾及蟹的养育场所，对沿海的捕鱼业有重大的影响。另一方面，海草能为不同的海洋生物提供食物。直接食用海草的生物包括海鱼、海胆、儒艮、马蹄蟹、绿海龟、海马等。另外，海马会躲在海草上栖息，海草上的浮游动物，更是它们的主要食物。海草的枯叶可能漂浮至数千米外，提供食物给各类生物，如多毛虫。海草亦能改变水流，并留住漂流的生物、养分及食物。

4.5.2.2 红树林生态系统

1. 红树林的分布及其环境特性

中国红树林主要分布于广东、广西、福建、海南、台湾、香港和澳门等地。红树林是高生产力生态系统，是热带和亚热带河口海湾生态系第一性生产量的重要贡献者。它不断地进行光合作用，把太阳能转化为化学能，把简单的无机物制造成为碳水化合物，以凋落物有机碎屑的形式输出有机物，为消费者和分解者提供物质来源，支持着众多类型的鸟类、鱼类、蟹类、昆虫和浮游植物等，独一无二的红树林生态环境为它们提供了食物、繁殖场所和栖息地。中国红树林湿地区生物多样性丰富，包括潮滩湿地生境专有的 26 种真红树乔、灌木，11 种非专有的半红树乔、灌木和 19 种常见伴生植物[17]，以及 55 种大型藻类，96 种浮游植物，26 种浮游动物，300 种底栖动物，142 种昆虫，180 种鸟，10 种哺乳动物，7 种爬行动物等[47]，其中包括不少珍稀濒危或国家保护的动植物种类。目前砍伐红树林的速度已影响到近岸海域生物资源繁育和渔业生产的发展，导致生物栖息地的严重退化。

全世界红树林的生长环境，综合起来看，有以下几个方面。

(1) 潮区

红树林多分布于隐蔽避风的淤泥质滩地上，受潮汐的影响较大，红树林海岸成带分布的特点恰与海滩潮汐的成带特点相一致。潮间带从朝海向朝陆顺序可分为 3 个潮滩：低潮滩、中潮滩、高潮滩，红树林大多数分布于潮间带的中潮滩上，少数延伸到低潮滩和高潮滩上，每个潮滩里分布着特定的红树种类和群落演替阶段。

低潮泥滩带：位于中潮线以下，中低潮之间。低潮泥滩带海洋生物较多，是红树林先锋植物种类分布的地带。这里在高潮时有些树种几乎没顶或仅树冠露出水面；退潮时，有些树根部仍浸没在水中。低潮泥滩带常出现的种类有白骨壤、桐花树、海桑、秋茄等。

中潮红树林区海滩带：位于中潮线以上，中高潮线以下的中间地带。这里淤泥比较深厚，是红树林生长茂盛的地带。中潮滩地退潮时地面露出，多种红树植物的根系显露出来；高潮时大多数红树植物的树干部分或一半以上被海水淹没。这一地带主要分布有红树科植物，如红树、红海榄、海莲以及秋茄和桐花树等。

高潮滩带：这里处于中高潮与特高潮的高潮滩上。这个地带淤泥由于经常外露，表面比较坚实，有的仅在特大高潮时才可被海水淹没，形成干实的土壤，所以是红树林带向陆地过渡的地带。在这一地带分布的大多数是水陆两栖的半红树种类，如水椰、海漆、银叶树等。

(2) 土壤

红树林生长地的土壤一般是较初生的土壤，在沉积下来之前被河水分选过，通常多数是精细的颗粒，半流体，不坚固，含有丰富的腐殖质，pH 在 3.5～7.52，但多数在 5 以下。

由于红树林生长的潮间带受到周期性潮水的淹没，因此红树林土壤含有高水分、高盐分、大量硫化氢、石灰物质，缺乏氧气，其中的植物残体多处于半分解状态。

一般在中外滩地区，白骨壤属、红树属等植物生长的地区土壤呈碱性(pH ＞7)，在中内滩地区，如木榄、水椰、木果楝等生长的地区土壤呈酸性，pH 在 4～5。土壤盐度在 4～28 之间。红树植物特别是红树科植物都要求富含有机质的淤泥，而且淤泥的深浅常影响其茂密的程度。潮水从海里带来的石灰物质和生活在红树林中的软体动物的碎壳，形成了红树林下淤泥土壤的一部分，这些钙的存在有利于红树植物的生存。因为在高盐度地区，如果土壤里缺乏钙，则生境中大量钠离子将对红树植物体造成危害。

(3) 气候

红树林分布的区域均属热带季风海洋性气候，气温高，年降雨量大。从中国红树林分布的几个区域来看，年均气温一般都在 21～25℃，最冷月均气温一般在 12～21℃，极低温度在 0～6℃，年均雨量在 1 200～2 200 mm，日照充足，相对湿度大。

(4) 海水

红树林生长的区域是海水周期浸没的区域，因此海水的温度、盐度对红树林的生长均有影响。中国红树林分布区域海水表层一般年均温度为 21～25℃，海水表层年均盐度在 16～32。潮汐和洋流对红树林的分布也有影响，潮汐可以将红树植物的幼苗带到很远的地方，洋流可以改变海水的温度。例如，在日本，秋茄树可分布到九州，就是墨西哥暖流和黑潮暖流的作用。

2. 红树林的生物资源特性

红树林落叶和残屑在潮间带滩面上分解，淤泥中也富含这些有机质残余，红树林区有很多藻类，如浒苔、颤藻、石莼以及底栖硅藻等。因此，红树林沼泽为多种海洋生物提供栖息地和食物来源。

红树林沼泽潮下带的底质除了富含有机质的细颗粒沉积物外，也出现一些斑块状的沙质沉积物。那里的红树林根系为附着生物(如海藻、海绵、海葵、水螅和苔藓虫)提供栖息空间，同时这些附着生物之间也为占领基底空间进行激烈的竞争。有些海域的海草占优势，起着稳定底泥的作用。

在红树基部，藤壶和牡蛎附着在树干下部或多种类型的根部，形成重要的生物量。泥滩表面和内部生活的底栖种类较多，如多毛类、端足类、蟹类、虾类等，很多种类在软基质上挖掘洞穴。蟹类中常见的有招潮蟹、相手蟹和大眼蟹等，它们以淤泥中的碎屑为生。蝼蛄虾 *Upogebia* 和海

蛄虾 *Thalassina* 也是挖穴种类。蟹类和虾类的洞穴既能作为逃避敌害的避难所，又能作为繁殖和捕食的场所；同时可使氧气深入底层，改善那里的缺氧状况。在红树林软相潮间带中生活的多毛类密度和生物量也是可观的。在中国深圳河口红树林海岸泥滩，多毛类密度约4300个/m^2，生物量为67 g/m^2左右，成为河口泥滩潮间带的重要类群。另外，有不少鱼类及虾类是随着潮汐的涨落而出现在红树林区。

从总体上看，红树林生物群落由于生境较为严酷，生物多样性程度并不很高，但有的种类数量和生物量却很丰富。

4.5.2.3 珊瑚礁生态系统

1. 珊瑚礁的分布及其环境特性

珊瑚礁在中国的南海和东海都有分布，其中规模较大的珊瑚礁主要分布在南沙、西沙、海南岛、广东西部和台湾岛等海域[15]。

虽然在世界各海区(热带、温带和极区)都有腔肠动物珊瑚生存，但是只有在热带(和部分亚热带)近岸才能形成珊瑚礁，所以分别称为造礁珊瑚(hermatypic coral)和非造礁珊瑚(ahermatypic coral)。造礁珊瑚在其组织内有共生虫黄藻，在受到胁迫的环境条件下(例如过高的水温)，共生藻类从珊瑚虫中被排除。由于珊瑚虫的色彩多半是由虫黄藻产生的，所以这一排除行为被称为“漂白”。非造礁珊瑚没有共生虫黄藻，它们的营养和生长不需要光，因而可以生活在真光层下方。

能分泌石灰质的造礁珊瑚对生长环境有严格要求。

(1) 温度。要求温度在20℃以上，适宜温度为年平均水温25℃左右，因此，造礁珊瑚只能生长在热带海区。在中美和南美西岸以及非洲西岸广大海区，尽管是处于赤道附近水域，但却没有造礁珊瑚的分布，其原因就是这些海域有强大的下层冷水上升，沿岸浅水区水温低于造礁珊瑚要求的温度条件。相反地，中国台湾、广东沿岸虽纬度较高，但由于有强大暖流经过，因此也有少量造礁珊瑚。

(2) 光照。光照条件是珊瑚生长的又一重要的限制因子，因为只有充足的光线才能使共生藻类顺利进行光合作用以及促使碳酸钙沉淀。由于珊瑚虫生长要求有足够的光，其适合的生存深度是25 m以内，水深超过50～70 m就停止造礁。这说明为什么珊瑚礁生物群落只限于大陆或岛屿的边缘。

(3) 盐度。造礁珊瑚是真正的海洋种类，难以忍受海水盐度偏离正常值(32～35)太多，因此，被河水冲淡的海边是不长珊瑚的。

(4) 水质。绝大多数造礁珊瑚要求水质清洁和水流畅通的环境，因为污浊的淤泥能使珊瑚虫窒息而死，而且混浊的水也影响珊瑚虫共生藻类的光合作用。河口区不适于珊瑚生活的原因除有淡水冲稀外，水体混浊也是原因之一。海岸带向海一侧由于波浪作用，水中溶解氧供应充足，又不易沉积淤泥，浮游生物(作为珊瑚的一种食料来源)供应较充足，珊瑚一般来说较向陆侧的更为繁盛。

(5) 要求附着在岩石的基底上。

2. 珊瑚礁的生物资源特性

珊瑚礁生物群落是海洋环境中物种最丰富，多样性程度最高的生物群落。

珊瑚虫是构成珊瑚礁基本结构的主要生物。根据现有资料，印度—太平洋区系共有造礁珊瑚500种以上(其中大堡礁就有350种左右)。大西洋珊瑚礁种类较少，大约仅75种。这种差异可能与海洋的年龄以及珊瑚礁演化所经历的地质年代不同有关(印度—太平洋及其珊瑚礁比较古老)。除造礁的石珊瑚外，还有不少非造礁珊瑚，包括火珊瑚、管珊瑚和软珊瑚也是珊瑚礁的成员。

在珊瑚礁生活的生物种类繁多，几乎所有海洋生物的门类都有代表生活在礁中各种复杂的栖息空间。礁栖脊椎动物主要是五彩缤纷的各种鱼类，它们的体型多侧扁，以适应在珊瑚丛中穿梭游泳生活。此外还有棘皮动物的海星、海胆和海参，甲壳动物的刺龙虾和各种小虾，多毛类、蠕虫以及海绵等也是常见类别。礁栖无脊椎动物有各种各样的生活方式，这与珊瑚礁生境多样化有关。例如，有营固着生活的(海绵类、水螅虫类、海葵类、苔藓虫类、蔓足类以及双壳类的珍珠贝、牡蛎等)，有营穴居生活的(砗磲、石蛏、长海胆和石笔海胆等)，有隐居在珊瑚丛中、缝隙和礁石之下的(各种海参、宝贝、某些蟹类和龙虾等)，还有营爬行生活(寄居蟹、部分蟹类等)、潜沙生活(笋螺)和游泳生活(如虾蛄、各种小虾)的种类。

许多珊瑚礁生物是海洋新药生物活性物质提取的重要来源。珊瑚礁生态系统中的物种具有极高的多样性和稀有性，其中许多低等无脊椎动物虽然不能食用，但由于其生物多样性特别高，生存竞争压力特别大，化学防卫能力特别强，是海洋新药生物活性物质提取的重要来源，有很高的资源潜力价值。中国以软珊瑚、海绵等珊瑚礁生物为对象的海洋药物研究正引起人们越来越大的兴趣。

4.5.2.4 海藻场生态系统

海藻场是由在冷温带大陆架区的硬质底上生长的大型褐藻类与其他海洋生物群落共同构成的一种近岸海洋生态系统。形成海藻场的大型藻类主要来自马尾藻属、巨藻属、昆布属、裙带菜属、海带属和鹿角藻属。海藻场主要的支撑部分由不同种类的海藻群落构成，例如红藻群落构成了红藻森林的支撑系统，黑紫菜、黑菜群落构成了“海中林”的支撑系统，海带群落构成了海带场的支撑系统，巨藻群落构成了巨藻场的支撑系统，马尾藻群落构成了马尾藻场或花纹藻类森林的支撑系统等。

(1) 底质。这些大型海藻要求硬质底部以提供藻体的固着基。

(2) 光线。底部要有光线透入以便藻类的幼苗期能进行光合作用。在清澈的海区,藻场可延伸至 20～30 m 深处;如果海底坡度小,藻场可延伸至离岸几千米。

(3) 温度。由于形成藻场的主导植物适应的温度较低,所以藻场仅分布在冷水区。在南、北美太平洋沿岸有冷水涌升的海域也有分布,暖温带和热带海区则不出现大型藻场。中国北方海区也有藻场分布。

大型海藻提供藻场群落的"框架",其巨大的叶片表面,为很多附着植物和动物提供生活空间,包括硅藻、微型生物和群体的苔藓和水螅。不少海绵动物、腔肠动物、甲壳动物和鱼类等也在藻场生活。滤食性动物还有海鞘、荔枝海绵等,食腐动物如巢沙蚕、寄居蟹等,捕食性动物以及一些定居性藻体。大型藻的生产量被生物群落中的各种消费者消费,包括海胆、螺类、鲍等捕食者和各种滤食者以及食沉积物的底栖动物。植物渗出的和分解产生的溶解有机物被细菌利用。主要的食肉动物岩虾大量捕食贻贝,但也摄食其他无脊椎动物,而它本身又被角鲨、海豹、章鱼所捕食[8]。

海藻场生态系统的浮游植物具有多样性低、优势种明显和生物量较大的特点。对于海藻场生态系统内部的浮游动物而言,主要有两种观点:① 海藻场生态系统的浮游动物多样性大、生物量高、稀有种较多;② 其多样性与生物量在某些时期与对照海域没有明显区别,甚至稍低于对照海域。此外,海藻场生态系统中稚仔鱼的生物量明显高于对照海区海藻场生态系统中的游泳动物,后者主要是一些经济鱼类,主要包括鲶科鱼类、狗鱼类、鹦嘴鱼类、刺尾鱼类等[48]。

4.6 重要海洋药用生物的栖息环境

4.6.1 主要海洋药用植物的栖息环境

海洋药用植物现知有 100 多种,主要分布在蓝藻门(Cyanophyta)、绿藻门(Chlorophyta)、褐藻门(Phaeophyta)、金藻门(Chrysophyta)、甲藻门(Pyrrophyta)和红藻门(Rhodophyta)。《神农本草经》记载海藻(指羊栖菜 *Hizikia fusiforme*)"味苦寒,主瘿瘤气,颈下核,破散结气,痈肿癥瘕坚气"等。紫菜 *Porphyra* 可以防治甲状腺肿大、淋巴结核,近年来发现它能去除血管壁上积累的胆固醇,有软化血管、降低血压、预防动脉硬化的效用。海带 *Laminaria japonica* 的提取物和制剂有缓解心绞痛、镇咳、平喘的功效,可治高胆固醇、高血压、动脉硬化症。表 4-1 给出了中国主要药用藻类的生长时段盛期及其栖息环境特点。

表 4-1 中国主要药用藻类的生长时段盛期及其栖息环境特点

藻类	栖息环境特点	生长时段盛期	备注
苔垢菜 *Calothrix crustacea* Thuret.	生长在高、中潮带岩石上		
软丝藻 *Ulothrix flacca* Dillwyn. Thuret.	生长在中、高潮带岩石上	12—3 月	
礁膜 *Monostroma nitidum* Wittr.	生长在中潮带岩石上	4—5 月	
石莼 *Ulva lactuca* L.	生长在海湾内、中潮带及低潮带的岩石上或石沼中。分布浙江至广东、海南岛沿岸;黄海、渤海沿岸稀少	2—6 月	
蛎菜 *U. conglobata* Kjellm.	生长在高、中潮带岩石上或小石沼中	5—6 月	
孔石莼 *U. pertusa* Kjellm.	生长在中潮带及低潮带和大干潮线附近的岩石上。分布于辽宁、河北、山东和江苏等地沿海,长江以南的东海和南海沿岸也有生长,但由北向南逐渐稀少	4—6 月	
条浒苔 *Enteromorpha clathrata* Roth. Grev.	生长在中潮带海涂上	3—6 月	
肠浒苔 *E. intestinalis* L. Link.	生长在中、低潮带岩石、沙砾上、滩涂石砾上	2—5 月	
扁浒苔 *E. compressa* L. Grev.	生长在中、低潮带岩石、沙砾或滩涂上	3—7 月	
浒苔 *E. prolifera* Muell. J. Ag.	生长在中潮带海涂上或岩石上	12—翌年 3 月	
管浒苔 *E. tubulosa* Kutz.	生长在中、低潮带岩石、滩涂上	5—7 月	
刺海松 *Codium fragile* Sur. Hariot.	生长在中、低潮带岩石上或石沼中	7—9 月	
叶状铁钉菜 *Ishige foliacea* Okam.	生长在中潮带岩石上	4—6 月	
铁钉菜 *I. okamurai* Yendo.	生长在中潮带岩石上	6—8 月	
萱藻 *Scytosiphon lomentarius* Lyngb. J. Ag.	生长在中、低潮带岩石上或石沼中	4—6 月	
鹅肠菜 *Endarachne binghamiae* J. Ag.	生长在中潮带岩石上	4—6 月	
海带 *Laminaria japonica* Aresch.			养殖种
鹅掌菜 *Ecklonia kurome* Okam.	生长在流急浪大的大干潮线以下 1～5 m 深的岩石上	6—9 月	

（续表）

藻　　类	栖息环境特点	生长时段盛期	备　注
裙带菜 *Undaria pinnatifida* Harv. Suringer.	生长在风浪较大的低潮线及以下 1～2 m 的岩石上，或低潮带石沼中		
铜　藻 *Sargassum horneri* Turn. Ag.	生长在风浪较大的干潮线以下至 3 m 处的岩石上或低潮带岩石的石沼中	3—5 月	
裂叶马尾藻 *S. siliquastrum* Turn. Ag.	生长在潮流通畅的干潮线以下 1～2 m 的岩石上	4—8 月	
半叶马尾藻中国变种 *S. hemiphyllum* (Turn.) var. chinense J. Agradh	生长在外海岛屿干潮线以下岩礁上		
鼠尾藻 *S. thunbergii* Mert. O. Kuntze.	生长在中潮带岩石上或石沼中		
羊栖菜 *Hizikia fusiforme* (Harv.) Okamura.	中国沿海北起辽东半岛，南至雷州半岛均有分布，其中浙江沿海最多。多年生、暖海性藻类，喜密集丛生，分布狭窄。适于生长在流急浪大，水流畅通，盐度较高(31 以上)的低潮带岩石上	4—7 月	
海黍子 *Sargassum kjellmanianum* Yendo.	生长在低潮带附近岩石上或石沼中		
皱紫菜 *Porphyra crispata* Kjellm.	生长在中、高潮带岩礁上	11—翌年 3 月	
长紫菜 *P. dentata* Kjellm.	生长在中、高潮带岩礁上		
坛紫菜 *P. haitanensis* T. J. Chang et B. F. Zheng	生长在中、高潮带岩礁上		养殖种
圆紫菜 *P. suborbiculata* Kjellm.	生长在中、高潮带岩礁上		养殖种
条斑紫菜 *P. yezoensis* Ueda	生长在中潮带岩石上		
石花菜 *Gelidium amansii* (Lamx.) Lamx.	生长在外海低潮线附近岩礁上		
拟鸡毛菜 *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Santelices et Hommersand	生长在低潮带附近岩石上或石沼中		
珊瑚藻 *Corallina officinalis* L.	生长在低潮带附近岩石上		
海　萝 *Gloiopeltis furcata* Post. et Rupr. J. Ag.	生长在中、高潮带岩石上	5—6 月	
鹿角海萝 *G. tenax* Turn. J. Ag.	生长在中潮带以上岩石上	3—6 月	
海　膜 *Halymenia sinensis* Tseng et C. F. Chang	生长在低潮带岩石上	5—6 月	
脆江蓠 *Gracilaria bursa-pastoris* (Gmel.) Silva.	生长在中低潮带岩石或石砾上	6—8 月	
江　蓠 *G. verrucosa* (Huds.) Papenf.	生长在风平浪静的港湾或内湾	5—6 月	
沙　菜 *Hypnea cervicornis* J. Ag.	生长在低潮带岩石上或石沼中		
长枝沙菜 *H. charoides* Lamx.	生长在低潮线附近岩石上		
叉枝藻 *Gymnogongrus flabelliformis* Harv.	生长在中潮带岩石上或石沼中	6—8 月	
角叉菜 *Chondrus ocellatus* Holmes.	生长在中潮带岩石上		
三叉仙菜 *Ceramium kondoi* Yendo.	生长在低潮带岩石上或其他藻体上	5—6 月	
波登仙菜 *C. boydenii* Gepp.	生长在低潮带岩石上	5—6 月	
钩凝菜 *Campylaephora hypnaeoides* J. Ag.	生长在低潮带岩石上		
美舌藻 *Caloglossa leprieurii* (Mont.) J. Ag.	生长在河口附近的中、高潮带岩石或堤岸上		

4.6.2　典型海洋药用动物的栖息环境

海洋药用动物在动物各门类几乎都有，现知有 1 000 种以上，研究较多的为多孔动物、腔肠动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、鱼类、爬行动物和哺乳动物的一些种类[49]。

4.6.2.1　药用多孔动物

海绵体内的毒素可以用来制药，治疗肿瘤、心血管和呼吸系统等疾病。目前，海绵是至今被发现生物活性物质最丰富的海洋生物，已成为海洋药物开发的重要资源。

大多数海绵都附着在其他物体上，如岩石面或泥沙中的坚实物体上，固着在其他生物上时，有时会使这些生物（如藤壶）死亡。有时海绵与所固着的生物是互利关系，如寄居蟹壳上的皮海绵 *Suberites domuncula* 被寄居蟹带着移动，而海绵的气味使鱼和其他动物退避。除少数种类喜淡水外，绝大多数海绵一直生活在海底。从浅海到 8000 m 深的深海都有海绵存在。由于所处环境不同、条件不同、附着基质类型各异、水流强弱不一，因此形成海绵多姿多彩的形态，多数海绵生活在坚硬岩石的底质上。海流强的水域，海绵高度普遍不到 2.5 cm，海绵的表面形成有许多流线型纹路，这种进化可以避免被海浪和海流折断。有的海绵喜欢穴居，它们在鲍和牡蛎的壳上到处钻洞，然后在它们的壳上寄居下来。海绵的体型多种多样，

体重小的不过几克，大的却有 45 kg。海绵动物总是形单影只地独处一隅，凡是海绵动物栖居的地方就很少有其他动物居住。这种现象形成的原因首先是海绵动物对其他动物没有任何吸引力，它浑身的骨针和纤维使其他动物难以下咽，因此海绵动物的天敌不多。其次，海绵动物大多栖息在有海流流动的海底，而很多动物都难以在那样的环境中生活。因为在那里，它们的幼虫或被水流冲走，或被海绵动物滤食。此外，海绵动物身上通常都有一种难闻的恶臭，这可能也是其他动物不愿与之为伍的原因之一。

4.6.2.2 药用腔肠动物

药用腔肠动物有数十种，分布在水螅虫纲、钵水母纲和珊瑚虫纲中。如《本草纲目拾遗》中指出：白皮子（指海蜇 *Rhopilema esculenta*）“味咸涩，性温，消痰行积，止带祛风”，用于妇女劳损、积血带下和小儿风疾、丹毒等。柳珊瑚 *Plexaura homomalla* 的前列腺素衍生物，可用于节育、分娩、人工流产、月经病、胃溃疡和气喘，还有调节血压和代谢的作用。

海蜇水母体在海洋中营浮游生活，栖息于近岸水域，尤其喜居河口附近，分布区水深较浅。中国沿海北起鸭绿江口，南至北部湾的广阔海域都有海蜇分布。海蜇对水温的适应范围 15～32℃，适宜水温 20～24℃；对盐度的适应范围为 8～32，适宜盐度 18～26。山东半岛莱州湾全年海水盐度处在海蜇及其幼体的适宜范围内，河口附近尤其适宜。海蜇水母体在静水的游泳速度约 4～5 m/min，比游泳动物缓慢，因此风向、风力、海流和潮汐等因素对海蜇的水平分布有明显影响。

海月水母隶属于钵水母纲旗口水母目。在中国山东烟台沿岸，于 7—8 月间可发现成群的海月水母，它的最适温度 22～26℃，上限 30℃、下限 15℃。最适盐度范围 28～32，下限 25，上限 38。耐氨氮、亚硝氮，上限 2 mg/L，水质越好活力越强。

影响珊瑚生长的环境因子有温度、光度、海流。温度是影响造礁珊瑚生长的限制性因素，海水的年平均温度只有不低于 20℃，珊瑚虫才能造礁，其最适宜的温度是 22～28℃，所以珊瑚礁、珊瑚岛都分布在热带及亚热带海域，中国的西沙群岛、南沙群岛、中沙群岛均为珊瑚所形成的岛屿。造礁珊瑚要求一定的海域深度，它们主要生活在浅海区，因为在浅海区日光可以很好地穿透、射入海底，有利于珊瑚体内共生藻类的光合作用；风浪、海水的震荡为珊瑚提供了丰富的食物源及充足的氧气，并易于移走代谢产物。另外造礁珊瑚要求生活在较清洁的海水中，如果过多的陆源物质污染海水，便会抑制珊瑚取食、呼吸等正常生理作用的进行。所以珊瑚礁一定是在热带、亚热带海域，在阳光充足、水质清澈的浅海区形成。柳珊瑚大多数种类为扇形、鞭形或枝形，常生长在海流较为强劲处，海扇类群体的扇面会与海流方向成垂直，可以让珊瑚虫获得较大的取食机会。

4.6.2.3 药用软体动物

药用软体动物有数百种，中国已知有 130 多种，分属多板纲、双壳纲、腹足纲和头足纲。如《黄帝内经》中记载有以乌（即乌贼）骨作丸、饮以鲍鱼汁治疗血枯。《神农本草经》记载了近江牡蛎 *Ostrea rivularis* 等 6 种海洋药用软体动物。贻贝 *Mytilus edulis*，俗名淡菜，能养肾清补、降低血压、抗心律失常。珍珠能抑制老人脂褐素增多，促使细胞增强活力，延缓细胞老化，起到抗衰老的功效。

乌贼生活在热带和温带沿岸浅水中，冬季常迁至较深海。因此从近岸到远海，表层到 4 500 m 以下深处都有分布。盐度较低的水中罕见。曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* 曾是中国渔场的四大鱼类之一，对温度的适应性较强，在中国沿海分布很广。其幼体存活和生长最适温度 22～28℃，温度高于 32 ℃和低于 12 ℃时幼体死亡。

牡蛎是中国沿海最为常见的一种贝类，俗称蚝（广东、福建）、蛎黄（浙江、江苏）、海蛎子（山东以北沿海）。国内主要养殖种类有：近江牡蛎、褶牡蛎、密鳞牡蛎、大连湾牡蛎、太平洋牡蛎（长牡蛎）。牡蛎自附着开始终生营固着生活，不能脱离固着物而自行移动，仅有启闭壳运动。长牡蛎为广温性贝类，在 0～32℃水温中能生活，最适生长水温 15～25℃，对盐度的适应范围也很广，在盐度 10～40 范围内均有分布，近江牡蛎和长牡蛎是低盐度种类，主要分布在盐度 10～30 的河口和内湾。密鳞牡蛎所处的盐度环境范围比较窄，为 27～34。褶牡蛎分布在环境多变的潮间带，对盐度的适应能力倾向于近江牡蛎。大连湾牡蛎一般生活在低潮线以下，对盐度要求倾向于密鳞牡蛎。牡蛎主要摄食单细胞浮游生物和有机碎屑。摄食无特殊的规律性，水温在 10～25℃时摄食旺盛，但在繁殖期，摄食强度相对减弱。

贻贝隶属瓣鳃纲翼形亚纲贻贝目贻贝科，在中国养殖的主要种类有紫贻贝、翡翠贻贝和厚壳贻贝。贻贝系冷水种，在中国分布于黄海、渤海，南移后也可适应东海、南海的部分海区。垂直分布自低潮线下至水深 2 m 处。翡翠贻贝是暖水种，在中国仅分布于东海南部和南海。垂直分布于低潮线下 1.5～8.0 m 的水层。厚壳贻贝水平分布于中国的黄海、渤海、东海和台湾等海域。垂直分布自低潮线下至水深 20 m 处。稚贝一般附着在丝状物或丝状藻体上，幼贝和成贝多附在较硬的固体表面，如低潮线以下的岩礁或石砾等。贻贝的生存温度 2～28℃，生长适温 5～23℃，最适 10～20℃。贻贝系广盐种，生长适盐范围 18～32。抗污力强，在富营养化的海湾、油浸污物较多的地方也可较好地生长。

石决明为常用中药，在《名医别录》中被列为上品。药

用市场上分为光底海决、毛底海决和大海决三种。光底海决的原动物为九孔鲍，毛底海决的原动物为盘大鲍，大海决的原动物为羊鲍。九孔鲍栖息在潮间带及低潮线附近，以腹足吸附在岩石下或岩石缝间。分布于暖海地区，如福建的平潭、厦门，广东的捷胜、平海、宝安、上川岛、卤洲岛、涠洲岛以及海南的崖县(三亚)、保平港等地。盘大鲍栖息在十至数十米深的海水中，以足部附在海藻繁茂与海洋潮流畅通的岩礁上。分布于北方，如辽宁的海洋岛、旅大，山东的长山八岛、青岛。羊鲍主产于广东、海南岛、台湾等地。总之，鲍喜欢水流畅通、水质优良、海藻资源丰富、海水盐度比较稳定且为中盐度的环境，鲍生存水温 1～28℃，生长最适水温 14～22℃，要求海水盐度能稳定于 29～31，最低不低于 27，最高不超过 36。鲍喜栖的海区 pH 8.0～8.4，溶解氧不低于 4 mg/L。

瓦楞子为蚶科动物魁蚶、泥蚶及毛蚶的总称。魁蚶生活于潮下带 5～30 m 深的软泥或泥沙质海底，在中国沿海均有分布，以辽宁、山东居多。泥蚶生活于浅海软泥滩中，分布于中国沿海地区，山东、浙江、福建、广东等地皆有养殖，生活于浅海泥沙底，尤其喜在有淡水流入的河口附近。毛蚶分布于中国沿海地区，以山东半岛的羊角沟，河北的塘沽，辽宁的辽河口等处为多，毛蚶雌雄异体，自然水温 25℃左右开始产卵，27℃时为繁殖盛期。三种软体动物均为海边常见种类，喜栖息于风浪较小的潮流畅通、有淡水注入的内湾及河上附近的软泥滩涂上，以藻类为食，对自然海区的盐度和温度适应力较强。

西施舌俗称海蚌、红蛋、沙蛤，是一种双壳类经济软体动物，形似海蛤，贝壳略呈三角形，壳表光滑，呈紫红色，喜欢生活于低潮线附近至浅海 10 m 左右水深的细沙质或泥沙质海中，通常喜埋栖生活，栖息深度可达 6～7 cm。其适宜水温 8～30℃，最适水温 17～27℃；适宜盐度为 17～25，最适盐度为 20～28。西施舌在中国山东、江苏、浙江、福建、广东、海南等省均有分布，福建、广东有较多资源，广东的主要分布区有饶平、潮阳、惠来、陆丰、阳江、电白等地的沿海区，其中粤东有的地方已开展人工增养殖。

文蛤是埋栖型贝类，多分布在较平坦的河口附近的沿岸内湾的潮间带，以及浅海区域的细沙，泥沙滩中，斧足有钻掘作用，有潜沙习性。栖息深度随水温和个体大小而异，冬季时 2～3 cm 长文蛤潜居深度为 6～8 cm，而 4～6 cm的文蛤潜居深度则为 12 cm 左右。夏季高水温期，栖息在不到 1 cm深的滩涂表层，冬季水温低，其栖息深度可达 10～20 cm。文蛤为广温性半咸水贝类，对低盐度海水有一定的适应性，其幼苗对低相对密度海水的适应性更强些。适宜生活水温 10～30℃。文蛤耐干燥能力较强，耐干强弱程度与温度和个体大小有关，大个体比小个体文蛤耐阴干能力强。

4.6.2.4 药用节肢动物

药用节肢动物研究较多的是软甲纲十足目(Decapoda)的种类，主要包括虾类、寄居蟹(或寄居虾)类和蟹类，以及肢口纲中的鲎类。如寄居蟹有清热散血、滋阴补肾、壮阳健胃、除湿热、利小便、破瘀解毒、消积止痛、抑制胆固醇、治心血管病等功效，而且含有抑瘤成分。中国有寄居蟹类 93 种。对虾 *Penaeus* 有补肾壮阳功能，可治神经衰弱、手足搐搦、乳疮、头疮、全身瘙痒、皮肤溃疡、疥癣等疾病。中国鲎 *Tachypleus tridentatus* 的血液制成的鲎试剂，能检测细菌内的毒素和热原，已广泛用于医学临床和制药工业。

鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出，大部分时间营底栖潜居生活，通常小个体生活在岸边沙滩中，随着年龄的增长，个体大的逐渐移向浅海。鲎不作长距离洄游，每年 11 月随水温下降由浅海游向较深水域越冬，翌年 4—5 月又从深水区游向浅海，繁衍后代，繁殖期 5—8 月。福建省的鲎产量居全国第一，平潭、厦门等沿海为主产区。

寄居蟹多产于黄海及南方海域的海岸边，多数为暖水种，黄海有少数冷水种。寄居蟹密度最高的地区常在珊瑚礁的潮间带上部，翻开积水处的石块，常能发现很多光掌硬壳寄居蟹和细螯寄居蟹，它们行动迅速，会快速逃逸躲藏。由于潮池里面的生态条件比较温和，不会受到波浪的冲击，低潮时也能保有水分，多数寄居蟹会聚集在潮池的边缘，或是池里的石块下方。兰屿珊瑚礁高潮线的潮池由于日照暴晒，温度很高，盐度变化也大，但有塞氏硬壳寄居蟹和光掌硬壳寄居蟹栖息。以垂直分布来看，陆寄居蟹仅栖息于海滨湿地上，细螯寄居蟹仅栖息于高潮间带，硬壳寄居蟹分布于整个潮间带和浅亚潮带，真寄居蟹则广布于潮间带、浅亚潮带、浅海域。以台湾研究较仔细的硬壳寄居蟹为例，此属寄居蟹广泛分布于热带和亚热带的潮间带和亚潮带，特别是珊瑚礁和岩礁平台，它们是大多数硬质海岸上的优势种类，在台湾海边也很容易发现。不同的硬壳寄居蟹的栖息范围并不相同，有些种类只出现在潮间带，例如光掌硬壳寄居蟹和塞氏硬壳寄居蟹；有些则常出现在浅亚潮带，例如盖氏硬壳寄居蟹、关岛硬壳寄居蟹、微小硬壳寄居蟹；然而有些种类则在潮间带和亚潮带都能发现，例如隐伏硬壳寄居蟹；另外的罕见种类则是出现在浅亚潮带以下的海底，例如线足硬壳寄居蟹和优美硬壳寄居蟹。大多数硬壳寄居蟹的行为并不活跃，常会倒吊于岩石下或停留在陡峭的斜坡上，在浅亚潮带则多聚集在珊瑚丛枝顶端，当硬壳寄居蟹感受到有干扰时，会立即缩入壳内，使自己掉落到丛枝深处，让敌人很难捉到它，是一个很有效的避敌行为。

4.6.2.5 药用棘皮动物

药用棘皮动物现知数十种，主要分布在海参纲、海胆

纲和海星纲中。如刺参 *Apostichopus japonicus* 有补肾壮阳、益气补阴、通肠润燥、止血消炎等功能，用于肾虚、阳痿、肠燥便秘、肺结核、再生障碍性贫血、糖尿病、癫病、十二指肠溃疡、小儿麻疹等。紫海胆 *Anthocidaris crassispina* 有制酸止痛、清热消炎的功效，用于胃及十二指肠溃疡、甲沟炎等。由陶氏太阳海星 *Solaster dawsoni* 和罗氏海盘车 *Asterias rollestoni* 制成的海星胶代血浆，效用很好。

紫海胆，俗称刺锅子。广泛分布于北起浙江、南至海南岛的中国东南沿海，是中国南方主要的经济海胆种类。大连是中国的紫海胆主产地，产量占全国同类产量的95%以上。其体呈球形，直径一般6～8 cm，高3～5 cm。大棘坚硬端尖，棘黑紫色，生活于低潮区岩石、海藻丛生或石缝中。一般认为，海胆在浮游幼虫阶段对水温变化的适应能力最弱，而随着其个体的生长，对水温的适应能力也逐渐增强，其栖息海域的水温一般不高于30℃。

刺参是一种适合生长在寒温带水域的海参品种，其生存的水温适宜范围1.5～30℃，当水温低于3℃时，刺参摄食量减少，处于半休眠状态；10～15℃时，刺参摄食量最大；水温达到17～19℃时，刺参摄食量又大大下降；水温超过20℃时，即迁移到海水较深、较安静的岩石间潜伏不食不动，这种现象称为夏眠；水温超过28℃时，刺参生命活动便不正常。喜栖水流缓稳、海藻丰富的细沙海底和岩礁底。刺参在黄海、渤海等均有分布。刺参一般栖息在3～15 m的浅海中，喜欢生活在水流平静、海藻茂盛的岩礁海底或大叶藻丛生、较硬的泥沙海底。刺参属于狭盐性动物，不耐低盐，最适宜的盐度28～38。

4.6.2.6 药用鱼类

药用鱼类现知数百种，圆口纲、软骨鱼纲和硬骨鱼纲均有。中国有200多种。海洋鱼类普遍含有廿碳五烯酸(eicosapentaenoic acid)，现已证实它具有防治心血管疾病的功能。鲨鱼中的角鲨烯(squalene)有抗癌功能。海马、海龙具有补肾壮阳、散结消肿、舒筋活络、止血止咳等功能，主治神经衰弱、妇女难产、乳腺癌、跌打损伤、哮喘、气管炎、阳痿、疔疮肿毒、创伤流血等。鲻 *mugil cephalus* 和棱 *Liza carinatus* 有健脾益气、消食导滞的效能，用于消化不良、小儿疳积、贫血等。

自然海域中海马通常喜欢生活在珊瑚礁的缓流中，因为它们不善于游水，故经常用尾部紧紧勾住珊瑚的枝节、海藻的叶片上，将身体固定，以使不被激流冲走。而大多数种类的海龙生长在河口与海的交界处，它们能适应不同浓度的海水区域，甚至淡水。主要分布于广东的阳江、雷东、海康、惠阳、宝安、湛江、海丰，福建的平潭、漳浦、莆田、东山、晋江、南安、福清，海南的海口，台湾，澎湖列岛等沿海一带。

海龙喜栖息于沿海藻类繁茂之外，其习性及繁殖情况与海马相似。主产于广东阳江、惠阳、宝安、海丰，辽宁旅大、庄河等地，此外，山东、福建、台湾、澎湖列岛等沿海地带亦有产。

大部分鲨鱼生活在开放性水域里。大青鲨分布于温带海域里，从浅海至深海均有分布。在热带海域大青鲨则分布在较深的水域里，因为水上层的温度过高。灰鲭鲨、鼠鲨和太平洋鼠鲨则是海岸的“居民”，它们经常捕食一些洄游的鱼群，灰鲭鲨还经常捕食金枪鱼。真鲨则以一些小鱼和章鱼、乌贼等头足类为食。

4.6.2.7 药用爬行动物

药用爬行动物现知数十种，包括海蛇类和海龟类。如玳瑁 *Eretmochelys imbricata* 为名贵中药。海龟胶有滋阴、潜阳、柔肝的功效。海蛇类均有药用价值，海蛇肉能滋补强壮，海蛇胆有行气化痰、清肝明目等效能，海蛇血能补气血、壮筋骨，海蛇油用于治疗冻伤、烫伤、皮肤皲裂，海蛇酒有祛风活血、止痛等作用。

海龟广泛分布于太平洋、印度洋及大西洋温水水域。中国北起山东沿海、南至北部湾均有发现。绿海龟在中国江苏、浙江、福建、台湾、广东等地的沿海地带都有分布，尤以南海为多，但产卵场所只存在于福建西部和广东东部的沿岸和岛屿。绿海龟还分布于东南亚海域和印度洋，循洄游路线在沿岸近海的上层活动，它以鱼、甲壳动物、软体动物以及海藻等为食。

海蛇栖息于沿岸近海，特别是半咸水河口一带，在水深超过100 m的开阔海域很少见。它们有的喜欢待在沙底或泥底的混水中，有些却喜欢在珊瑚礁周围的清水里活动，以鱼类为食。除极少数种类海蛇产卵外，其余均产仔，为卵胎生。中国有海蛇19种，广泛分布于广东、广西、福建、台湾、浙江、山东、辽宁等省的沿岸近海。常见的有青环海蛇、平颏海蛇和长吻海蛇。海蛇可供药用，具有祛风止痛、活血通络、滋补强身的功效[50]。

4.6.2.8 药用哺乳动物

药用哺乳动物主要分布在鲸目、鳍脚目。中国现知有十多种。如真海豚 *Delphinus delphis* 的脂肪、肝、脑垂体、胰、卵巢等均可药用，能提制抗贫血剂、胰岛素，以及催产素和促肾上腺皮质激素等多种激素。斑海豹 *Phoca Largha Pallas* 雄性的阴茎和睾丸(即海狗肾)入药，有补肾壮阳、益精补髓的功效，用于虚损劳伤、阳痿精衰、腰膝痿弱等；脂肪(即海狗油)入药有润滑肌肤、解毒的效用，用于治皮肤皲裂、冻伤等；肝和胆可治肋膜炎等。

真海豚在中国见于渤海和黄海的各渔场，东海的舟山等渔场，南海的北部湾、北海、海南岛海域，以及台湾海域等。

斑海豹生活在寒温带海洋中，除产仔、休息和换毛季

节需到冰上、沙滩或岩礁上之外，其余时间都在海中游泳、取食或嬉戏。斑海豹属于冷水性喜冰型鳍脚类，有迁徙性。西太平洋斑海豹是在温带、寒温带的沿海和海岸生活的哺乳动物，分布区主要在北太平洋的海域及其沿岸和岛屿，如楚科奇海、白令海、鄂霍茨克海、日本海和朝鲜海等。它在中国主要分布于渤海和黄海，偶见于南海。西太平洋斑海豹是唯一能在中国海域进行繁殖的海兽，其活动海域也是其分布区的最南端，因而受到国内外学者的普遍重视。西太平洋斑海豹一生的大部分时间在海水中度过，仅在生殖、哺乳、休息和换毛时才爬到岸上或者冰块上。中国辽宁的渤海辽东湾结冰区，是西太平洋斑海豹8个繁殖区中最南端的一个，资源量曾经十分丰富，但是由于长期过度猎捕，特别是对幼仔的猎捕，资源遭到了严重的破坏，数量急剧下降。1992年9月，大连市在渤海沿岸建立了中国唯一的以保护西太平洋斑海豹为主的自然保护区，1996年经国务院批准成为国家级自然保护区。保护区地处辽东半岛南端的大连市西部沿岸海域以及周围70多个岛屿，总面积为909万 km^2，栖息在该地区的西太平洋斑海豹大约有1000只。

参考文献

[1] 中国人民解放军海军后勤部卫生部，等. 中国药用海洋生物[M]. 上海：上海人民出版社，1977.

[2] 伍汉霖. 中国有毒及药用鱼类新志[M]. 北京：中国农业出版社，2002.

[3] 中国科学院南海海洋研究所海洋生物研究室. 南海海洋药用生物[M]. 北京：科学出版社，1978.

[4] 原色中国本草图鉴编纂委员会. 原色中国本草图鉴[M]. 北京：人民卫生出版社，1983.

[5] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999.

[6] 黄宗国，等. 中国海洋生物种类与分布[M]. 增订版. 北京：海洋出版社，2008.

[7] 孙湘平，等. 中国沿岸海洋水文气象概况[M]. 北京：科学出版社，1981.

[8] 沈国英，等. 海洋生态学[M]. 北京：科学出版社，2002.

[9] 中国海岸带水文编写组. 中国海岸带水文[M]. 北京：海洋出版社，1995.

[10] Huston M. A general hypothesis of species diversity[J]. Am Nat，1979，113：81.

[11] Armonies W，Reise K. Faunal diversity across a sandy shore[J]. MEPS，2000，196：49.

[12] 吴日升，等. 南海上升流研究概述[J]. 台湾海峡，2003，22(2)：269.

[13] 侍茂崇. 物理海洋学[M]. 山东：山东教育出版社，2004.

[14] 陈吉余. 中国海岸带地貌[M]. 北京：海洋出版社，1996.

[15] 赵焕庭，等. 华南海岸和南海诸岛的地貌与环境[M]. 北京：科学出版社，1999.

[16] 国家海洋局. 中国海洋21世纪议程[M]. 北京：海洋出版社，1996.

[17] 林鹏，等. 中国红树林环境生态及经济利用[M]. 北京：高等教育出版社，1995.

[18] 张乔民，等. 中国红树林湿地资源及其保护[J]. 自然资源学报，2001，16(1)：28.

[19] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编[M]. 北京：人民卫生出版社，1978.

[20] Wu J，et al. Xyloccensins Q-V，Six New 8，9，30-Phragmalin Ortho Ester Atifeedants from the Chinese mangrove *Xylocarpus granatum*[J]. Tetrahedron，2005，61：8382.

[21] Zhang D J，et al. Oleanane triterpenes from *Aegiceras corniculatum*[J]. Fitoterapia，2005，76：131.

[22] 王颖. 中国海洋地理[M]. 北京：科学出版社，1996.

[23] 许东禹. 中国近海地质[M]. 北京：地质出版社，1997.

[24] 韩舞鹰，等. 粤东沿岸上升流的研究[J]. 海洋学报，1998，10(1)：52.

[25] Li X G，et al. Dissolved inorganic carbon and fluxes across Jiaozhou Bay air-water interface[J]. Acta Oceanol Sin，2004，23(2)：279.

[26] Gao X L，et al. Geochemical characteristics of dissolved inorganic carbon in the Changjiang Estuary waters[J]. Proc Chin Chin Asso Sci Technol，2004，1(1)：594.

[27] 王云龙，等. 中国大陆架及邻近海域浮游生物[M]. 上海：上海科学技术出版社，2005.

[28] 杨东方，等. 光照、水温和营养盐对浮游植物生长重要影响大小的顺序[J]. 海洋环境科学，2007，26(3)：201.

[29] 黄萌. 富营养化对水生生态系统的污染生态效应[J]. 科技情报开发与经济，2006，16(20)：137.

[30] 王勇胜，等. 渤、黄、东海悬浮物质量浓度冬、夏季变化的数值模拟[J]. 海洋科学进展，2007，25(1)：28.

[31] 刘芳，等. 春秋季黄东海海域悬浮体平面分布特征及海流对其分布的影响[J]. 海洋环境科学，2006，30(1)：68.

[32] 黄小平，等. 河口最大混浊带悬浮物植物生态动力过程研究进展[J]. 生态学报，2002，22(9)：1527.

[33] 李耀臻. 我国海洋环境污染的现状[EB/OL]. 2006-9-27[2007-12-12]. http://ocean.dlfu.edu.cn/youqi/ShowArticle.asp?ArticleID=787&Page=1.

[34] 徐晓达，等. 胶州湾的重金属污染研究[J]. 海洋环境科学，2005，29(1)：48.

[35] 栗俊，等. 东海陆架沉积物中重金属地球化学研究[J]. 海洋环境科学，2007，26(1)：63.

[36] 陈沈良，等. 长江口主要重金属元素的分布和迁移[J]. 广州环境科学，2001，16(1)：9.

[37] 刘芳文，等. 珠江口沉积物中重金属及其相态分布特征[J]. 热带海洋学报，2003，22(5)：16.

[38] 张正斌，等. 海洋化学原理和应用——中国近海的海洋化学[M]. 北京：海洋出版社，2004.

[39] Zhou J Y. Sources transport and environmental impact of contaminants in the coastal and estuarine areas of China[M]. Beijing：China Ocean Press，1997.

[40] 胡国成，等. 我国河口湿地生态系统持久性有机污染物生态效

应研究进展[J]. 中国水产, 2007, 5: 77.

[41] 谭培功, 等. 莱州湾海域水体中有机氯农药和多氯联苯的浓度水平和分布特征[J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(3): 439.

[42] 杨毅,等. 海岸带水环境中多环芳烃的归宿研究[J]. 海洋环境科学, 2003,22(1): 69.

[43] 陈伟琪,等. 珠江口表层沉积物和悬浮颗粒物中的持久有机氯污染物[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2004,43(B08): 230.

[44] Cole H A. The assessment of sublethal effects of pollutants in the sea[M]. London: The Royal Society,1979.

[45] 杨美兰,等. 大亚湾海洋生物体重金属含量与变化趋势分析[J]. 海洋环境科学, 2004,23(1): 41.

[46] 杨志军,等. 牡蛎和贻贝中二噁英及多氯联苯同类物的分布[J]. 生态环境,2004,13(4): 512.

[47] 林鹏. 中国红树林生态系[M]. 北京: 科学出版社, 1997.

[48] 章守宇,等. 海藻场生态系统及其工程学研究进展[J]. 应用生态学报,2007,18(7): 1647.

[49] Baslow M H. Marine pharmacology[M]. Huntington: Roberte Krieger Publication,1977.

[50] 张黎明, 等. 海蛇的药用价值[J]. 中医药学报, 2002, 30(5): 25.

5 海洋药用生物和药用矿物资源

海洋药物资源包括海洋药用生物资源和海洋药用矿物资源。海洋药用生物资源包括海洋药用植物、海洋药用动物和海洋药用微生物。随着现代海洋药物研究的不断深入，海洋药用生物资源的范畴也在不断扩展。因此，广义的海洋药用生物资源还应包括具有药用研究和药用开发潜力的生物资源。

5.1 国际海洋药用生物资源的开发利用

5.1.1 研究开发状况

海洋是一个巨大的药物资源宝库。地球上80%的物种生活在海洋中。海洋生物物种的丰度远高于陆地生物，某些海洋生态系，如珊瑚礁生态系，其生物多样性可超过陆地热带雨林。据估计，有50余万种动物和1.3余万种植物栖息于海洋环境中[1]。这其中除了鱼、虾、贝外，仅海藻、海绵、珊瑚、软体动物、棘皮动物等低等物种就有20万种[2](表5-1)。

表5-1 部分低等海洋生物的物种数

类 别	物种数量(种)
海 藻	30000
海 绵	10000
腔肠动物	10000
珊 瑚	4000
八放珊瑚	1000
水 螅	2000
海 葵	800～1000
纽型动物	900
苔藓虫	5000
海 鞘	2000
软体动物	75000
棘皮动物	6000
蛇尾纲	2000
海胆与海参	1400

由于海洋生态环境具有高盐、高压、缺氧、缺少光照等特点，使得海洋生物次级代谢产物的生物合成途径和酶反应系统与陆地生物相比有着巨大的差异，致使海洋生物产生一些化学结构新颖、生物活性多样而显著的天然产物，这为药物先导化合物和新药研究与开发提供了大量的模式结构和药物前体[3]。研究成果表明，海洋生物的多样性及其生物活性物质化学结构的多样性远远超过陆地生物，这一重要的生物资源有良好的开发前景[2]。

人类最初对海洋生物的利用是将其作为食物，但对有毒及药用生物的了解和利用也有悠久历史[4]，国际上对海洋生物药用价值的认识可追溯到数千年前。例如，在埃及和古罗马医学书中就记载着各种海洋药物和有毒的海洋生物。20世纪60年代以来，随着人们对化学药品毒副作用的逐渐认识，特别是鉴于陆生资源的日益匮乏，世界各国的药物学家把目光转向了海洋，以欧美国家为先锋，在全球范围内掀起了“向大海要药”的热潮，展开了大量的生物、化学、药理和毒理研究，进行了广泛的生物活性物质筛选[5-7]。

近50年来，世界各国对海洋药用生物资源的研究开发已获得不少突破性成果，新发现层出不穷。20世纪中期以来，世界各国对海洋药用生物资源进行了大规模筛选和开发利用工作，研究的海洋药用生物涉及大多数已知海洋生物种类，特别是世界各大洋和海区的浅海、近海和岛礁附近的海洋生物资源，如海绵动物、被囊动物、软体动物、棘皮动物、苔藓虫、海藻、微藻、微生物等。热带和温带因其具有高度的生物多样性，一直以来就是研究重点[5,7]。至今大多数新发现的活性物质来自营固着生活的无脊椎动物和尾索动物所产生的次级代谢产物(图5-1)[8]。据统计，世界各国以药用为研究目的涉及的海洋生物物种已达22门1800余属3000余种。其中，热带海洋无脊椎动物鉴于其丰富的生物多样性和化合物多样性，被研究得最为充分。随着研究的不断深入，涉及的海洋生物其分布已逐渐向远海、深海、极地、高温、高寒、高压等极端环境方面扩展。特别是近年来，深海采样技术、微生物分离培养技术、基因工程技术等的发展，使海洋药用生物资源研究领域得以不断拓宽[5]。

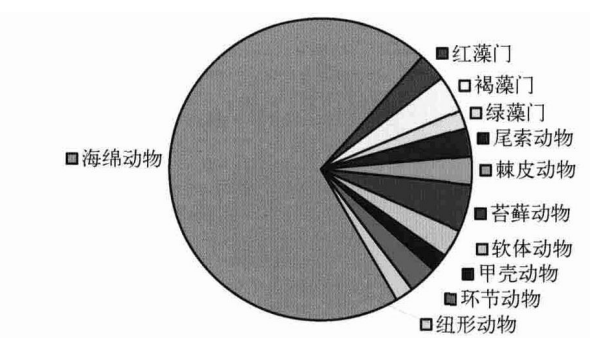


图5-1 海洋活性天然产物的生物来源

在被研究的海洋生物中，海洋有毒生物具有突出的地位。由于有毒生物会引起食物中毒或对人类有害，因此，对海洋有毒生物的研究较早，海洋生物毒素研究也是海洋

生物活性物质中研究进展最为迅速的领域。已发现的海洋有毒生物含有一些毒性很强的天然生物毒素，且具有独特的化学结构(表 5-2)。海洋毒素研究的重要进展对于天然产物化学、分子毒理学、分子生物学等许多基础学科的发展起了重大的推动作用[2]。

表 5-2 重要的天然海洋生物毒素

毒 素	来 源	结构类型	毒性 LD_{50}(μg/kg)(小鼠腹腔注射)
石房蛤毒素	海菊蛤等	胍胺	8
河豚毒素	东方鲀等	胍胺	10
膝沟藻毒素	蛤、膝沟藻	胍胺	10
鱼腥藻毒素	鱼腥藻	杂环生物碱	200
海参毒素	海参	甾体皂苷	10 000
冠柳珊瑚	冠柳珊瑚	大环二萜类脂	8 000
大田软海绵酸	软珊瑚	聚醚	192
海兔毒素	海兔、颤藻	聚醚	200
短裸甲藻毒素	短裸甲藻	聚醚	对鱼剧毒
岩沙海葵毒素	岩沙海葵	聚醚	0.15(点滴)
西加毒素	西加鱼类、岗比甲藻	聚醚	0.45
刺尾鱼毒素	西加鱼类	未知	0.17
扇贝毒素	贝类	聚醚	泻痢
轮状鳍藻毒素	贝类、鳍藻	聚醚	泻痢

5.1.2 研究开发的问题与发展趋势

海洋生物资源是可再生资源，但其再生能力有限；有些海洋生物的自然资源本身就很少，且海洋活性天然产物的含量又很低，对其的开发利用受到极大的限制。尽管如此，近半个世纪以来，人类从海绵、海藻、海鞘、珊瑚、软体动物、棘皮动物、苔藓虫以及海洋微生物等海洋生物中分离鉴定了近 20000 种新型化合物，其中许多具有各种生物活性[5,9-11]。现代的药理研究已证明，来自海洋动物特别是海洋低等无脊椎动物的天然产物，如大环内酯类、生物碱类、萜类、聚醚类、环肽类以及多肽和蛋白类等成分具有多种生理活性，是药物筛选的最主要的先导化合物来源。相对于已发现的天然活性成分而言，具有产业化前景的海洋天然活性成分很少，其原因主要与这些活性成分的含量极低、自然环境生物资源储量少有关。如何利用现代生物技术开展活性成分的大规模生产，是当前海洋药用生物资源研究领域面临的最重要的问题[12]。

当前国际海洋药物开发的热点，除对已知海洋药用生物进行研究开发外，对海洋药用生物资源的调查和筛选仍是该领域的主要方向。对海洋药用生物资源的筛选、发现、调查和研究，其需要的条件远比对陆地生物进行的工作困难得多，需要更多的财力支持。因此，对海洋生物资源的大规模药物筛选研究大部分集中在一些发达国家，最主要的国家是美国、日本、欧盟各国和俄罗斯。美国国家研究委员会和国立癌症研究所，每年用于海洋新药开发的经费各为 5000 多万美元。日本海洋生物技术研究院及日本海洋科学和技术中心，每年用于海洋药物开发研究的经费达 1 亿多美元。欧盟制订了海洋科学与技术计划，每年投入 1 亿美元用于海洋药物的研究开发。这些投入的相当部分用于海洋药用生物资源的调查、筛选和发现。

5.2 中国海洋药用生物资源的开发利用

5.2.1 中国海域海洋生物资源状况

中国是一个海洋大国，有漫长的海岸线，横跨热带、亚热带和温带三个气候带，拥有世界上最复杂的动植物种群，海洋生物资源非常丰富，更重要的是拥有丰富而独特的海洋药用生物资源。中国特殊的海域、复杂的地理环境，赋予了海洋生物丰富的生物多样性。生物多样性包括生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性三个层次。

5.2.1.1 海洋生态系统多样性

中国海域生态系统从类型上分，主要有滨海湿地生态系统、珊瑚礁生态系统、上升流生态系统和深海生态系统。

滨海湿地生态系统主要包括盐沼生态系、河口生态系和红树林生态系。海岸盐沼位于海陆相互作用的地带，生态环境复杂，生物多样性丰富，也是进行海水养殖的主要区域。盐沼生态系主要由芦苇等多种盐生草本植物以及大量的潮间带底栖生物组成，为众多的候鸟提供了食物和栖息地，中国海岸线是东亚候鸟最重要的迁徙路线之一。中国有近 1500 条大小河流注入大海，众多的河口生态系拥有丰富的生物多样性，同时具备了若干淡水类型、海洋类型及河口区特有的物种，如白鲟 *Psephurus gladius*、中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis* 等，还是许多溯河物种的主要洄游通道或短暂停留地，很多重要经济动物将河口区作为产卵繁育地。红树林分布在中国南部海岸。红树林生态系中生物多样性丰富，具有很高的生物生产力，是许多经济动物的繁殖和栖息地，同时具有重要的海岸防护作用。

珊瑚礁生态系统分布于中国南海，珊瑚礁以造礁石珊瑚为主，其生物多样性极为丰富，各种海绵动物、腔肠动物、软体动物、甲壳动物及棘皮动物共同组成一个复杂而脆弱的生态系统[13]。

海洋上升流生态系统主要位于中国东南海域，有地形、风漂流或水团边界等多种成因，由于底层营养物质上升，导致其初级生产力较高，常常形成主要渔场区，其生物多样性指数高于邻近海域。

深海生态系统分布在中国东海和南海的海槽或深海盆中，主要由一些构造特别、适应于深水生活的动物所组成，生物多样性较为贫乏。

5.2.1.2 海洋生物物种多样性

物种多样性是生物多样性中最为显著的层次。据有

关资料统计，中国海域已记录物种22561种[14,15]，隶属于44门，其中鱼类约占世界总数的14%，蔓足类约占24%，昆虫约占20%，红树植物约占43%，海鸟约占23%，头足类约占14%，造礁珊瑚物种约占印度—西太平洋区总数的1/3。中国海洋生物中有许多是中国特有种或世界珍稀种，如国家一级保护动物中华鲟 *Acipenser sinensis*、大砗磲 *Tridacna gigas*，以及鹦鹉螺 *Nautilus pompiplius*、绿海龟 *Chelonia mydas* 等。

中国海洋生物多样性具有以下特点：物种数由北向南递增；中国海域是西北太平洋某些温水种分布的南界，也是许多暖水种分布的北界；黑潮暖流使得许多暖水种分布的界限北移；已记录海洋物种总数虽然比陆地上少，但是门类却比陆地多，有12门为海洋生物所特有[16]。

5.2.1.3 海洋生物遗传多样性

中国海洋生物，特别是南海海域生物具有较高的遗传多样性。就基因多样性而言，由于海洋生物栖息环境和生活习性独特，其基因表达物包括各种特殊的生物活性物质，它们具有重要的药物、保健、食品及工业利用价值[17]。

5.2.2 海洋药用生物资源开发利用状况

海洋药物是传统中医药的重要组成部分。1984—1994年的调查显示，中国药用动植物种类达12807种，居世界之首。其中，药用植物11146种，药用动物1581种，此外尚有药用矿物80种，而海洋药物资源种类又占据了重要地位[18]。中国是将海洋生物用作药物最早的国家之一[19,20]。在几千年的临床实践基础上，自20世纪后半叶以来，随着中药及现代海洋药物研究的迅速发展，被认识和收录的海洋药物种类显著增加。

在新近开展的“中国近海海洋综合调查与评价”专项（“908”专项）中，又有新的发现和突破。至2008年，依据该次调查和文献资料的最新统计，中国已记录的海洋药物达727味，其中植物药205味，动物药510味，矿物药12味，涉及海洋药物资源及潜在药物资源物种种类达1494种，其中，植物269种，动物1225种。这些药用生物资源分布于全国四个海区，有些种是某海区的特有种，有些为广布种，种数呈由北向南递增的趋势（表5-3）。

表5-3 中国近海已有记载的海洋药用生物分布

物种分布海域	物种数量（种）
黄海、渤海特有种	82
东海特有种	22
南海特有种	480
黄海、渤海、东海分布种	71
东海、南海分布种	251
广布种	249
其他	544
合计	1699

但是，中国近海药用生物资源的大部分尚未开发，且多为具有潜在开发价值的资源。如，目前中国以海洋生物制成的单方药物仅有20多种，以海洋生物配伍其他药物制成的复方中成药近200种，而现代海洋西药有多种，另有10余种新药在临床研究阶段。可以预见，这些潜在资源将随着调查研究的深入而不断被发现和挖掘，从而成为包括现代海洋中药在内的现代海洋药物研究开发的源泉。

5.2.3 海洋药用资源的研究与发现

随着生命科学及其相关学科的飞速发展，众多学科领域的研究思路、先进技术和方法将逐步渗透到海洋药物的研究开发中，特别是20世纪六七十年代以来，化学化工技术、生物技术、分离纯化技术及分析检测技术的长足发展与进步，在深度与广度上推动了人类对海洋药用生物的认识、研究及综合开发利用，亦使得海洋药物的研究开发步入飞速发展的新阶段。这些集中体现在以下几方面。

（1）新的海洋药用生物种类、新的海洋活性天然产物不断被发现。近30年来，随着世界各国对海洋药物的开发利用，中国在中医中药理论的指导下，海洋药用生物资源及其活性物质的研究和开拓得以长足发展，被认识和收录的海洋药用生物种类明显增加，由原先的百余种发展成1600余种，并发现了千余种海洋天然产物。值得注意的是，20世纪80年代开始，中国从南海珊瑚、海绵、软体动物及红树植物中分离到数以百计的新化合物，已发现具有抗心脑血管病、抗肿瘤、免疫调节作用的化合物喹啉酮系列、柳珊瑚酸及其衍生物、内酯三萜系列、短肽及环肽类、甾醇类、神经酰胺等，具有开发前景[18]。

（2）海洋药用生物的研究水平不断提高。随着海洋生物基因组学、蛋白质组学、生物组合化学等学科方法和技术的发展，海洋天然产物的分离纯化和结构分析鉴定技术亦随之不断发展，从而使得对海洋药用生物的深入研究成为现实。

（3）对海洋药用生物的认识水平不断提高。研究证实，海洋药用生物特殊的生存环境决定了其体内含有陆地生物所没有的具有独特结构和特殊药理活性的天然产物，这使得海洋中药材在中医药宝库中具有不可替代的位置。因此，海洋中药的每一步发展在中医药学的辉煌业绩中都起着独特而重要的作用。

从生物类型上分，海洋药用生物资源可分为海洋药用植物、海洋药用动物和海洋药用微生物。

5.2.3.1 海洋药用植物

《尔雅》中就已提到海藻的药用价值。《神农本草经》中更是将海藻列为药物中的中品，其中的“海藻疗瘿”是世界上最早的关于海藻疗效的医疗记载。欧洲也有利用海藻治疗烧伤和皮疹、利用紫菜预防坏血病以及利用角叉菜治疗人体机能紊乱的记载。《中国经济海藻志》中记载的

具有药用价值的海藻有120余种，其中的海带（昆布）、马尾藻、羊栖菜和海松子等已被《中华人民共和国药典》收载。其他如海人草、石花菜、螺旋藻、鼠尾藻、海蒿子等也都是重要的药用海藻。

研究表明，海藻中存在的多糖类化合物（如海藻多糖、岩藻多糖、红藻多糖等）、不饱和脂肪酸、生物碱类、聚酮类、环肽类、内缩醛肽、噻唑衍生物、类固醇、硫代糖脂以及藻毒素类化合物具有多种生理活性，是筛选抗病毒、抗感染、抗肿瘤和防治心血管疾病药物的重要先导化合物。

红树林生态系统是重要的海洋生态系统之一。红树植物长期受海水浸泡，形成了独特的生存方式和繁殖能力。中国的红树林自然分布区介于海南的榆林港（18°9′N）至福建的福鼎（27°20′N），现有面积15万 km^2[21,22]。中国红树植物共有21科25属37种，包括12科15属26种真红树植物和9科10属11种半红树植物。据统计，中国近一半的红树植物对多种疾病具有治疗作用。据对民间红树植物的药用考证，中国民间具有长期的使用药用红树植物的历史，如在中国南方和东南亚地区，民间常将红树、白骨壤、海莲、木榄以及老鼠簕等红树植物用于祛毒、消炎、治疗烧伤和外伤、肝炎、腹泻以及肿瘤；真红树是治疗肾结核、尿路结石等的特效药；红茄冬用于治疗血尿病；木榄果治疗糖尿病；老鼠簕根具有抗白血病和抗乙肝活性，海莲树皮提取物具有抑制肉瘤S180和Lewis肺癌活性。1978年的《全国中草药汇编》中记载了3种红树植物（老鼠簕、海芒果和黄槿）及其药用功效[3]。研究表明，红树植物内某些具有特殊功能的天然活性成分，具有开发成药物的潜力[12]。

5.2.3.2 海洋药用动物

海洋药用动物是传统海洋中药的主要部分，是现代海洋天然产物和海洋药物研究中最主要的研究对象。早在《黄帝内经》中就有以乌贼骨和鲍鱼汁治疗“血枯”的记载。《神农本草经》中收载的9种海洋药物中有8种是海洋动物。据统计，海洋来源的药用动物约1 500种，大量的鱼类、贝类等动物都可作为药用。主要包括：软体动物，如牡蛎、珍珠（贝）、章鱼、鲍（石决明）、蛤蜊等；节肢动物，如龙虾、对虾、寄居蟹等；棘皮动物，如海参、海胆、海星、海燕等；腔肠动物，如珊瑚、海蜇、海浮石等；海绵动物；脊索动物，如海马、海龙、海鳗、带鱼、鲀鱼、鲨等。随着现代海洋药物研究的不断深入，原不为人所知的许多动物种类，已开始被发现有药用价值，特别是热带海洋生物，如海绵、软珊瑚、软体动物、棘皮动物等。此外，海洋有毒生物也是重要的药用资源。中国海洋有毒生物资源非常丰富，已记录的海洋有毒生物达600多种，多数为有毒动物（表5-4）[2]。这些生物绝大多数尚未开发成为药物，但其所含的具有特异化学结构和独特生物活性的化合物则显示出广阔的开发应用前景。

表5-4 中国近海有毒海洋生物

种 类	有毒种数量	代表物种
海藻	100	*Gonyaulax polyrora* *Gymnodinium breve* *Prymnesium parvum*
海绵	10	*Petrosia* sp.
腔肠动物	50	*Pysalia physalia* *Anemone sulcuta* *Clavalaria* sp.
软体动物	100	*Ballacta exarata* *Aplysia dactylomala* *Nassarius sueinctua* *Conus* sp.
棘皮动物	20	*Toxopneuster* sp. *Holothurin vagabunda*
环节动物	10	*Nereis japonicaps*
鱼类	300	*Fugu* sp. *Lutjanas bahor* *Dasyatis akajei*
爬行动物	20	*Hydrophis cyanocinctus* *Dermochelys corincea*
哺乳动物	10	*Delptinus delphis* *Phoca vitulina*

5.2.3.3 海洋药用微生物

现代海洋天然产物和海洋药物研究越来越重视海洋微生物资源。海洋微生物是海洋生态环境中一个极其重要的组成部分，其种类繁多。据估计，海洋中大约有200万到2亿种微生物。然而，由于人们对海洋微生物的生理和代谢了解较少，到目前为止已分离、鉴定和培养的海洋微生物种类并不多。海洋微生物在海洋天然产物研究方面的重要性已得到广泛关注，特别是原先一些被认为是来自海洋动物的重要海洋天然活性物质，现已证明为其共附生微生物的代谢产物，这在很大程度上推动了海洋微生物的研究工作。中国学者从海洋环境和大型海洋生物中分离获得了数百株细菌、真菌和放线菌，从其发酵产物中分离鉴定了数量可观的化合物，显示出海洋微生物具有广阔的药用研究和开发价值。由于海洋微生物可通过大规模发酵方式大量获得活性化合物，所以可从根本上解决药物来源问题。

5.2.3.4 海洋药用矿物

药用矿物是中国医药宝库中的瑰宝，它在中医药的应用上不仅历史悠久，而且占有重要的地位。《神农本草经》记载各类药365种，其中药用矿物41种；明代《本草纲目》记载1897种药物，其中药用矿物222种；清代《本草纲目拾遗》载药近2000种，其中药用矿物达413种。新中国成立以后，初期编纂的《中药大辞典》载药5767种，其中药用

矿物仅有100种。1977年版的《中华人民共和国药典》记载药用矿物仅33种。可见，药用矿物已到了大家必须十分关注的境地。因此，必须重视和加强药用矿物的研究。

大多数矿物药来源于陆地，有关海洋药用矿物的研究报道甚少。至今所知海洋矿物药仅有食盐、咸秋石、石燕、石蟹、浮石、朴硝、芒硝、玄明粉等10余种。事实上，初期的地壳运动使得地球表面发生了变化，原先的陆地变成了海洋，原先的海洋变成陆地，形成目前的状态。在海洋复杂的环境系统作用下，造就了各种矿物种类。1960年以来，运用综合地质地球物理方法在中国海域内先后发现渤海、南黄海、东海陆架、珠江口、北部湾和莺歌海等6个大型新生代沉积盆地。在中国海岸带两侧有广泛的滨海砂矿资源[23]，其中包括英石、钛铁矿、锡石、褐铁矿、铌钽矿、独居石、金红石、磷钇矿、铬铁矿、磁铁矿、重晶石和石英砂等。近年来还发现金刚石、金以及砷铂矿。这些矿藏大多分布在广东和海南岛沿岸，其次是台湾、福建以及山东半岛和辽东半岛，而且具有规模大、矿种多、易于开采等特点。深海大洋底有广泛的多金属结核分布，所含铁、锰、钴、镍大多超过陆地的工业品质；海底山也有多金属结核分布，而洋底裂谷（海沟、海槽、断裂带等）中，则有高温热液硫化矿床[24]。中国已探明的海底矿物资源比较丰富，如海滨砂矿储量约16.25亿t，其中金属矿0.25亿t、非金属矿16亿t[25]，另外，庞大的海水水体本身就是含有80余种化学元素的液态矿藏，这些都是海洋矿物药物研究开发的巨大资源。

5.2.4 海洋药用生物资源的调查与评价

20世纪60年代以来，中国在继承和发展海洋药物方面做了大量基础性工作，在资源普查、药用生物养殖、老药材新药用部位和新适用范围，以及海洋药用生物新资源开拓等方面都取得了一系列重要成果。

1962年曾呈奎等编写的《中国经济海藻志》记载了中国沿海产的鹧鸪菜和海人草有驱虫作用，海洋生物的药用作用引起人们广泛注意。此后沿海各省市和解放军海军部队医药科技人员，对沿海药用生物资源进行了多次规模较大的调查，许多海洋药用生物得以发现，海洋中药各种资源得以发掘。

1969年海军411医院福建沿海医疗队，在当地收集有关海洋中药单方、验方和药用海洋生物资料。此后，由海军后勤部卫生部组成联合调查组，于1973—1976年对除台湾省外8省市沿海主要岛屿的药用生物进行了多次调查，采集标本2000余件，收集了大量的第一手资料，整理编写成《海洋中药手册》，随后在查阅国内外有关资料基础上，编写成《中国药用海洋生物》（1977年），收载药用海洋生物147种，同科属可作药用的128种，共计275种，单验方450个。

山东省海洋药物研究所调查组，于1978—1990年对山东半岛沿海药用生物进行多次有系统的调查，采集标本千余种，收集大量第一手资料，经过分类、鉴定整理编写成《山东沿海药用生物资料汇编》，收载药用海洋生物320种。

广东省科技局和中科院南海海洋研究所，于1972—1976年对广东省及海南岛和西沙群岛药用生物进行了系统调查。经过资料分类整理，编写成《南海海洋药用生物》（1978年），收载药用海洋生物213种。南海海洋研究所还于1960—1985年对广东、广西、海南岛沿海、西沙群岛和南沙群岛沿海珊瑚资源进行调查，编写了《海洋珊瑚及其药用》[26]。该书涉及珊瑚的分类、化学成分及其抗癌和心血管疾病防治作用。

20世纪60年代，上海水产大学对有毒鱼类和药用鱼类进行了调查，收集中国沿海有毒鱼类和中毒防治方法等有关资料，编写成《中国有毒鱼类和药用鱼类》[27]，收载有毒鱼类和药用鱼类250种。80年代以来继续收集全国各地有毒鱼类和药用鱼类标本、民间验方和各医院防治毒鱼中毒案例资料，增补编成《中国有毒及药用鱼类新志》[28]，收载鱼类392种，其中药用鱼类168种。

福建省中医药研究所组成调查队，先后于1981—1982年和1989—1990年对福建沿海及岛屿进行了调查，采集了大量标本，经资料分析和鉴定，整理出有药用价值的海洋生物239种。

浙江省卫生厅和省医药总公司、省水产学会和海洋学会组成联合调查组，于1984—1987年按年度按季节，对浙江沿海及岛屿进行了全面的海洋资源调查，主要收集近海及潮间带生物种类、资源、药用价值及单方验方，编写成《浙江省药用海洋生物资料调查报告》，收载可作药用的海洋生物416种。

辽宁省大连药用海藻协作组，于1987—1988年，对大连、旅顺、长海沿海及岛屿进行了调查，收集海藻标本135种和药用资料，经分析鉴定整理出可作药用的海藻71种。

中国海洋大学对中国海洋生物种群、分类及生态分布曾进行过多次调查研究。至今已筛选收藏微藻、大型藻、微生物等药用海洋生物的样品和标本，建立了中国北方第一个“海洋药源生物资源信息库”，在此基础上初步建成了国家海洋药源生物信息中心。“海洋药源生物资源信息库”包括标本库312种；种质库337种，其中近海微生物88种（397株）、极端环境下微生物65种（359株）、藻类165种、原生动物和鱼类细胞19种；基因库45种，其中动物基因11种、近海微生物基因12种、极端环境下微生物基因16种、藻类基因6种。生物标本库、种质库和基因库的质量和分类符合国际标准，有关信息全面详细[29]。海洋药源生物资源及基因库的初步构建为中国海洋中药现代化

的深入研究提供了重要的物质基础。特别是从 2004 年起，在国家“908”专项支持下，对全国从南到北沿海药用海洋生物进行系统、全面的调查，历时 5 年。主要目的是调查、分析中国海洋药物资源的种类组成、数量及其分布状况；筛选、评价、验证药用资源的生物活性，发现新的药用生物；分析评价药物资源的药用价值和应用前景；建立海洋药物资源标本库、样品库和数据库；为大型海洋药物辞书《中华海洋本草》的编纂提供第一手资料。根据海洋药用生物资源的特点，重点在珊瑚礁、红树林、海岛、滨海湿地等典型性海洋生态系中进行调查。至 2008 年，已完成南海三省（海南、广东、广西），东海（福建、浙江），南黄海（灵山岛、青岛近海）、北黄海（大连近海）、北黄海与渤海分界处（长山列岛）12 个航次，165 个断面，309 个站位的专项调查，获得各类生物样品 8000 余号，照片近 5000 幅，鉴定物种约 1000 种，其中部分样品进行了抗肿瘤等活性筛选。此外，还进行了沿海居民社区海洋药用生物的民间调访，获得 100 多种海洋生物的 300 余条药用信息。

这些相关调查研究为海洋中药和现代海洋药物的研究和开发，提供了宝贵的海洋药用生物资源标本和数据资料。值得指出的是，在这些药用海洋生物资源中，大多数种类及其分布为中国所特有，这为中国海洋中药现代化和海洋药物研究提供了独特的资源基础。

5.2.5 海洋药用生物资源的调查与评价方法

以“908”专项海洋药用生物资源调查为例，说明海洋药用生物资源的调查与评价方法[30]。

1. 技术要求

采样、分类、计数等技术要求按照《海洋调查规范：第 6 部分　海洋生物调查》(GB/T 12763.6—2004)和本技术规程要求执行；生物样品的活性筛选按照国家新药筛选中心高通量筛选技术要求执行；具有生物活性的样品中化学成分指纹图谱按照液质联用仪(HPLC－MS)技术要求分析；具有重要药用价值的海洋生物中化合物结构按照规范技术要求测定。

2. 调查要素

调查中国海洋药用生物资源的种类、数量及其分布。

调查类别：① 近海海洋药用生物基础调查；② 重点海域海洋药用生物调查；③ 海洋药用生物专项调查。

主要调查以下生物类群中的海洋药用生物：① 浮游生物；② 底栖生物；③ 游泳动物；④ 潮间带生物；⑤ 污损生物等。

民间海洋中药方剂调访，采用民间走访等方式进行沿海民间海洋药物验方、秘方和偏方等的调查和收集。

3. 采样设备

采水器、盐度计、温度计、网口流量计、各种网具及附件、底质采样器、漩涡分选装置、SCUBA 潜水设备、水下照相与摄影设备等仪器设备。调查船上实验室适用于浮游生物、底栖生物和游泳动物等样品处理和分析，具有样品贮藏及冷藏的空间。

4. 采样要求

生物样品采集按照 GB/T 12763.6 要求进行；用于种类鉴定、数量统计等的生物样品采集数量按照 GB/T 12763.6 要求处理。用于生物活性筛选、指纹图谱分析、化合物分离鉴定的生物样品，在条件允许的情况下，采集的数量尽可能多。其中，① 近海海洋药用生物基础调查和重点海域海洋药用生物调查中的生物样品主要用于生物活性筛选及指纹图谱分析，对微小生物每样不少于 20 g（沥干鲜重，乙醇浸泡），对大型生物每样不少于 100 g(沥干鲜重，乙醇浸泡)。大型动物分部位采样，如大型鱼类等动物，按鱼肉、内脏等分别采样。② 海洋药用生物专项调查中用于生物活性筛选及指纹图谱分析的生物样品采样量要求同近海海洋药用生物基础调查和重点海域海洋药用生物调查；用于化合物分离鉴定的重要药用生物和高活性生物样品，微小生物每样不少于 100 g(沥干鲜重)，大型生物每样不少于 1000 g(沥干鲜重)。大型动物分部位采样，如大型鱼类等动物，按鱼肉、内脏等分别采样。

5. 样品处理

用于种类鉴定、数量统计等的生物样品按照 GB/T 12763.6 处理。用于生物活性筛选、药用价值评价、活性成分分析等的样品，按以下方法处理：① AR 级乙醇浸泡，生物样品与乙醇的质量体积比为 1∶10；② －20℃以下鲜冻保存。

6. 样品分析的主要仪器设备

匀浆机、液氮罐、冰箱、低温冰柜、台秤、电子天平、数码照相机、数码录像机、显微镜、倒置显微镜、解剖镜、高效液相色谱仪、液质联用仪、核磁共振仪、离心机等。

7. 种类鉴定、数量分析

种类鉴定、数量分析等，按照《海洋调查规范：第 1 部分 总则》(GB/T 12763.1—2004)、《海洋调查规范：第 6 部分　海洋生物调查》(GB/T 12763.6—2004)和《海洋调查规范：第 7 部分　海洋调查资料交换》(GB/T 12763.7—2004)执行。

8. 生物提取物制备

海洋生物样品经组织捣碎，乙醇提取（生物样本与乙醇的质量体积比为 1∶10）；5000 r/min 离心，上清液经真空浓缩仪浓缩至干；用甲醇复溶，5000 r/min 离心，除去不溶盐、多糖、蛋白质等杂质；上清液经真空浓缩仪浓缩至干。称重，得生物样品粗提物（图 5－2）。

9. 活性筛选

生物样品粗提物 200 mg，用 DMSO 溶解，参照国家新药筛选中心的抗肿瘤、抗病毒感染、抗心脑血管疾病、抗老

年痴呆等药物筛选模型，对所获得的生物样品粗提物进行活性筛选。实验方法和要求参照国家新药筛选中心药物筛选的要求进行。

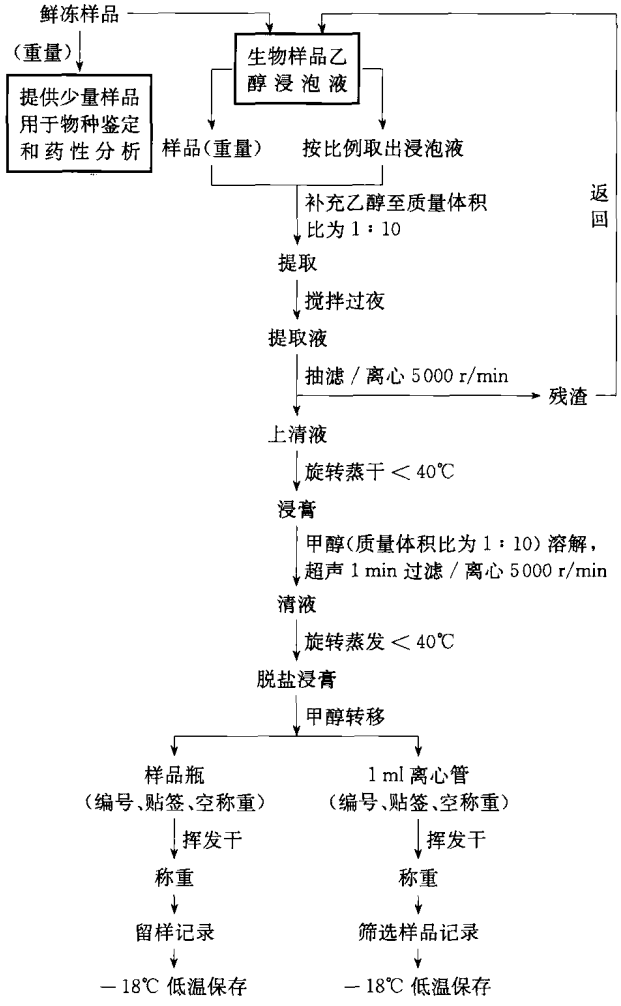


图 5－2 海洋生物活性筛选样品处理步骤

10. 指纹图谱分析

对具有生物活性的样品粗提物进行指纹图谱分析。用液质联用仪(HPLC－MS)分析样品中化学成分的指纹图谱。操作步骤和条件如下：

称取生物样品粗提物 2 mg，用 500 μl 色谱纯甲醇溶解，取 5 μl，液质联用仪(HPLC－MS)分析。

层析柱：C18 柱，5 μl，4.6 mm×250 mm。

流动相：甲醇-水系统梯度洗脱。

程序梯度曲线设置：0 min，5%甲醇；10 min，5%甲醇；40 min，100%甲醇；45 min，100%甲醇；50 min，5%甲醇；60 min，5%甲醇。

离子源：ESI 离子源。

检测器：二极管阵列 DAD 检测器。

样品指纹图谱：样品总 HPLC 色谱图，质谱总离子流图，各组分 UV 谱、MS 谱等信息。

指纹图谱分析：检索文献和化合物数据库，分析、比较样品的 HPLC－MS 数据，提供生物样品化学成分的基本信息。

11. 化合物分离鉴定

对具有生物活性的样品按照海洋药物天然产物化学研究方法进行化合物的分离和鉴定。海洋生物样品经匀浆，乙醇提取(生物样本与乙醇的质量体积比为 1∶10)；5000 r/min离心，上清液经旋转蒸发仪减压浓缩至干；用甲醇复溶，5000 r/min 离心，除去不溶盐、多糖、蛋白质等杂质；上清液经旋转蒸发仪减压浓缩至干。称重，得生物样品粗提物。用正相、反相硅胶柱色谱，Sephadex LH－20 凝胶柱色谱，高压液相色谱等方法分离、纯化化合物，得化合物单体。经 NMR，MS，IR，UV，CD，X 射线等分析测定手段解析化合物结构，提供化合物结构数据信息。

12. 标本制作

根据标本的类型不同，使用不同的工艺方法：① 瓶装类：瓶体采用有机玻璃材料，内浸泡液采用特殊保色液(甘油与其他材料组成)。② 剥制类：原形干制标本。经皮革、鞣皮、防腐、防蚀处理，长期保存。使用优质内模材料，轻便、牢固、不变形。③ 塑化类：采用原形干制、硅胶工艺。④ 封埋类：采用树脂工艺，标本被封存在无氧环境中。

13. 分析样品保存

乙醇浸泡的生物样品、活性部位、乙醇粗提物、活性组分、化合物等样品，低温(－20℃)避光保存；鲜冻生物样品－20℃下保存。

14. 调查资料汇编

调查所获得的海上采集记录、航次记录、生物样品的种类鉴定、计数及测定等的有关数据按 GB/T 12763.1，GB/T 12763.6 和本部分的有关规定，并参考 GB/T 12763.7 的有关要求，填写编制。根据调查和室内分析的结果，确定药用生物物种，进行物种生物特征、药用价值、资源量及分布数据的整理、总结。

15. 图件编绘

图表、各类报表等按 GB/T 12763.1，GB/T 12763.6 和该部分的有关规定，并参考 GB/T 12763.7 的有关要求，填写编制。

16. 报告编写

在资料分析的基础上，按 GB/T 12763.1，GB/T 12763.6 和该部分各项目的调查结果编写航次报告和调查成果报告。

5.3 中国海洋药用生物资源开发利用的问题与对策

5.3.1 海洋药用生物资源的利用问题

当前，中国海洋药用生物资源开发利用存在着许多问

题，突出的有以下几方面。

1. 开发利用的海洋药用生物资源种类十分有限

在目前已记录的1600多种药用生物资源中，大部分属于具有潜在开发利用的资源种类，尚未开发成药物。目前用于临床的近200种海洋药物中的80%来自沿海或近海，而且主要是海洋动植物，对于当前国际上极为关注、具有重要药用价值的海洋微生物等资源的研究开发偏少，非生物药物资源更是鲜见。

2. 某些海洋药用生物资源的药用价值没有准确掌握

现在使用的许多传统海洋药物资源中，有的原有药效定性不准，甚至有误，某些海洋药物原有药效由于生存环境变迁已经发生变化，但未进行跟踪研究，这都影响海洋药物在重大疾病治疗方面作用的发挥。

3. 对重要海洋药用生物资源的现存资源量及其分布缺少正确的评估

相对于陆生药用生物资源学来说，海洋药用生物资源学研究尚在起步阶段。国内曾进行过不同海域范围、不同时间跨度的海洋生物调查，有些涉及海洋药用生物调查，但调查数据资料不完整。最近20年也是中国沿海地区海洋经济高速发展的阶段，许多海洋药物资源的开发利用规模不断扩大，从而造成目前我们对海洋药物资源的评估不能真实反映客观情况。“908”专项是首次全国范围的对中国近海药用生物资源进行的全面、系统的调查。

4. 部分重要海洋药用生物资源趋于衰退或面临灭绝

过度的海洋开发利用行为不仅直接破坏了近海生物链，造成包括许多传统重要海洋药用生物（如海马、中华鲎）在内的海洋药用生物资源濒临枯竭，而且由于人类活动的强烈干扰，造成部分海域生态系统和生态环境严重破坏，一些重要海洋生物栖息地严重丧失，海洋生物栖息地以及产卵场，特别是珊瑚礁、海草床、红树林等重要海洋生态功能区严重退化，加上海水养殖、渔业捕捞的大规模实施，进一步加剧了海洋生物特别是具有重要药用价值的海洋珍稀濒危物种的衰退和灭绝。《中国物种红色名录》收录的海洋生物濒危物种数目已多达556种，其中许多种类是重要的药用种类。

5. 海洋药用生物资源保护、种质保存与研究薄弱

以往，海洋药用生物的开发主要是通过采集海洋生物直接应用或进行活性成分提取纯化。但这种直接从自然环境采收药用生物的方法，已受到资源和环境的限制。由于早期对海洋药用资源的重视程度不足，海洋生物资源的保护与人工繁育工作仅限于高价值的海洋食用经济生物。在已知的1000多种具有开发价值的海洋药用生物中，当前可供大规模开发利用的仅60余种，其中已建立较为成熟的人工培育和培养技术的种类仅10余种（海带、紫菜、牡蛎、珍珠、海参、海马、羊栖菜等），绝大多数药用生物资源仍受到多样性降低和种群灭绝的威胁，如鹧鸪菜、克氏海马、海狗、斑海豹等重要传统药用生物已极为罕见。海洋药用生物资源是海洋药物研究的基础和源头。鉴于上述情况，急需对中国近海药用生物资源进行系统调查、抢救性保护与研究工作。今后应对这些生物种群的基因组进行研究，构建这些生物的基因库，同时构建种质库，挽救并永久保存这些生物的基因和种质，为后续开发提供长远的资源保障。

6. 海洋药用矿物资源研究缺乏

由于历史和人类活动的局限性，对海洋矿物资源的药用功能所知较少，对其药用价值研究也不多。随着海洋矿藏研究开发的深入，特别是海底矿物资源的发现和挖掘，人们认识的海洋矿物种类也不断增加。对海洋矿物资源的药用价值调查、评价和发现，也将是未来海洋药物研究开发的重要内容之一。

5.3.2 海洋药用生物资源的开发与新资源开拓

克服当前海洋药物资源开发中存在的问题，促进海洋药物资源合理利用，当务之急是尽快开展海洋药物资源调查、保存和筛选工作，摸清家底和资源耗损情况，对其药用价值进行分析鉴定，评价海洋药物资源利用前景，建立海洋药物资源数据库，进而为科学合理地制定海洋药物资源保护与开发利用政策、措施提供依据。

此外，中国在海洋药用生物资源学领域的相关基础研究十分薄弱。为深入、系统了解海洋药用生物资源与生态环境的发生、发展、演变及其相互关系规律，从而科学指导生物资源及其环境的保护与利用，开展海洋药用生物资源学研究十分必要，也十分迫切。

鉴于海洋生物资源的特殊性，海洋药用生物资源学主要研究内容包括以下三方面：① 海洋生物间生态与化学的关系研究。结合生态学、生物化学和海洋天然产物化学等方法，探讨海洋生物间生态与化学的关系（捕食关系、食物链关系、共生关系、克生关系、防止附着等），海洋生态环境中活性化学物质在生物间的信息传递方式，海洋生物化学防御机制及其生态学作用，从宏观角度探讨海洋生物的共轭生态化学规律。② 海洋药用生物资源与环境因子耦合关系研究。借助海洋化学生态学、环境生态学等研究手段，探讨海洋、大气、陆地等物理化学环境变化对海洋生物的影响，生物与其生存环境的物质信息交流，生物个体、种群、群落和生态系统适应环境或生物间相互适应的化学机制，从而阐释生物与环境因子的耦合关系，为环境、资源及生物资源保护提供理论基础。③ 海洋生态系统动力学研究。从药用生物资源学、环境生态学角度出发，调查、监测、评价海洋药用生物资源物种多样性、资源量、分布特征、时空变迁及环境生态状况；以物理过程和生物过程相互作用和相互耦合为核心，探讨海洋生态系统的结构、功

能及其时空演变规律，定量物理、化学、生物过程对海洋生态系统的影响及生态系统的响应和反馈机制，生物资源补充机制，并预测其动态变化趋势，为海洋药用生物资源可持续利用提供理论依据[10,31,32]。

至今，人类触及的海洋生物几乎涉及所有海洋生物种类，但由于传统上易于采集和处理的海洋生物多已被研究或利用，再从中发现新的食物、药物、生物制品及其他应用价值的资源，已日趋困难。因此，开拓新的海洋生物资源领域，对21世纪海洋药用生物资源研究和开发具有重要的战略意义。可以预见，人们尚未触及、尚未充分研究，或尚未有条件和相应技术进行研究和开发的海洋生物资源将成为未来研究开发的热点[5]。海洋生物在长期的进化过程中获得了不同于陆地动植物的生存能力，如耐盐性、耐寒性、耐高压及高渗透性、光合成、固氮、发光、吸磁性等等；在水深6000 m以下的海底，也发现具有特殊生理功能的大型海洋蠕虫，在水温90℃的海水中仍有细菌存活。对这些生物的研究将成为一个新的方向。海洋生物技术为揭示这些独特生存能力的奥秘提供了新的工具，也为探索发现极端条件下具有特殊能力的、有价值的、新的海洋药用生物资源提供了有力的技术支撑。

海洋微生物是具有巨大开发潜力的资源领域。例如，陆地微生物早已成为抗生素、酶抑制剂等生物活性物质的重要来源，成就了辉煌的抗生素时代。随着陆地微生物新种发现难度的增大，从中获得新的生物活性物质的概率大幅度降低。而高盐、高压、低温、光照特征等海洋特殊环境造就了海洋微生物的多样性。海洋微生物资源包括海水、海泥、沉积物等一般环境微生物，高压、高盐、高温、低温(极地)等极端环境微生物(嗜高压微生物、嗜热微生物、嗜低温微生物、嗜盐微生物等)和海洋生物附生、内生和共生微生物等。特别需要强调的是，海洋微生物在海洋天然产物研究中的重要性已得到广泛的关注，特别是原先一些被认为是来自海洋动物的重要的海洋天然活性物质，如：swinholide A、theopeauamide、andrimid、河豚毒素以及石房蛤毒素等，已先后被证明为海洋微生物的代谢产物，更是在很大程度上推动了海洋微生物的研究工作[12]。海洋微生物的种类和总数量比陆地微生物多得多，其次级代谢产物的多样性也是陆地微生物无法比拟的。但能被人工分离培养的海洋微生物只有几千种，还不到微生物种类的1%。由于微生物可经发酵工程大量获得发酵产物(如各种次级代谢产物、酶、胞外多聚物等)，对其研究和开发意义重大。

特殊的海洋环境也造就了海洋生物基因的多样性，其特殊的药用基因资源与活性天然产物一样也是寻找药物的宝贵资源。海洋生物活性代谢产物是由单个基因(如直链肽等)或基因簇(绝大多数次级代谢产物)编码、调控和表达的，获得这些基因即预示着可获得这些化合物。近10年来，综合运用基因工程、细胞工程、发酵工程、蛋白质工程、生物反应器等技术研究海洋活性物质、诊断试剂、疫苗和药物取得了显著进展。近年，已成功克隆、重组、表达了某些海洋生物功能基因，但仅限于相对分子质量适中、易于重组表达的直链肽、酶等蛋白质类物质(初级代谢产物)，如海葵毒素、芋螺毒素、海蛇毒素、凝集素、别藻蓝蛋白、鲨鱼软骨血管新生抑制因子等，而大量的次级代谢产物尚难通过基因重组表达。但应当看到，以基因组学技术为代表的生物技术在海洋药用基因资源开发中将发挥重要作用。通过构建cDNA文库或基因组文库，利用大规模测序技术、功能表达克隆技术、差异显示技术、蛋白质组学技术、生物信息学技术等功能基因组研究技术，可从海洋药源生物中克隆活性物质的相关功能基因或基因簇，进而采用基因转移、基因改造及基因表达等技术大量获取活性物质。可以预测，这些技术的运用将从根本上打破资源限制，开辟海洋药物研究新领域。

海水养殖与海水增殖也是海洋生物技术研究发展的重要领域，是海洋农牧化的主要技术支撑，也是提高海洋药用生物资源质量和产量的重要途径。利用生物技术手段可获得优良的抗逆品种和及时快捷的监控、防治，包括养殖品种病害治理、转基因(转移生长激素基因、抗冻基因、抗盐基因等)鱼类培育、改变鱼类习性(细胞融合技术)、性别控制、单倍体及多倍体细胞工程育种、病原体快速诊断等。

海洋生物已经是并将继续是海洋药物研究开发的资源宝库。虽然海洋天然产物的数量增长很快，但只占到陆地生物中发现的化合物数量的10%。从已研究的生物资源数量上来看，已研究过的海洋生物只有几千种，还不到总数的1%，由此可见海洋生物的开发与研究具有巨大的潜力和发展空间。海洋药用生物资源的研究和开发是一个系统工程，利用各种现代生物技术的组装和集成对海洋药用生物资源进行合理利用以实现可持续发展已成为国际社会的共识。现代生物技术例如微生物工程、功能基因组学与基因工程、细胞工程、代谢工程、蛋白质组学等将在药用海洋生物资源的保护与高效利用方面发挥重要作用。

海洋生物的物种多样性是寻找活性海洋天然产物、发现药物先导化合物、开发海洋药物的资源基础。海洋生态环境的脆弱性和海洋生态系统的整体性警示我们，人类不适当行为易造成生态环境恶化、生态系统破坏、物种多样性降低、生物资源衰退；作为食物网最高环节的人类，必须注意研究、保护海洋生态环境，才有可能持续利

用海洋生物资源，也才能可持续地开发利用海洋药用生物资源。

参考文献

[1] 王淑民，等. 海洋药物的研究进展[J]. 中国海洋药物杂志，2006，25(6)：56.

[2] 陈冀胜. 海洋生物活性物质研究概况及展望[J]. 中国海洋药物杂志，1993，1：18.

[3] 林文翰. 我国海洋生物的药学研究思考[J]. 中国天然药物，2006，4(1)：10.

[4] 陈冀胜. 海洋药物研究开发漫谈[J]. 中国医学科学院学报，2001，23：415.

[5] 王长云，等. 海洋药物研究进展与发展趋势[J]. 中国新药杂志，2005，14(3)：278.

[6] Haefner B. Drugs from the deep：marine natural products as drug candidates[J]. Drug Discov Today，2003，8：536.

[7] Proksch P，et al. Drugs from the seas-current status and microbiological implications [J]. Appl Microb Biotechnol，2002，59：125.

[8] Hunt B，et al. 海洋药物生物发现的规模和可持续性[J]. AMBIO~人类环境杂志，2006，2：57.

[9] Department of Chemistry，University of Canterbury. Marinlit with the ACD/labs ^{13}C and ^{1}H data files. Version September 2008. New Zealand.

[10] 傅秀梅，等. 海洋生物资源与可持续利用对策研究[J]. 中国生物工程杂志，2006，26(7)：105.

[11] 郭跃伟. 欧洲海洋药物的研究现状及对我国海洋药物研究的启示[J]. 中国新药杂志，2001，10：81.

[12] 叶波平，等. 现代生物技术在海洋药用生物资源开发中的应用[J]. 中国天然药物，2006，4(1)：5.

[13] 于登攀，等. 造礁石珊瑚群落结构研究的概况：问题和前景[J]. 生物多样性，1995，3(1)：26.

[14] 黄宗国. 中国海洋生物种类与分布[M]. 北京：海洋出版社，1994.

[15] 黄宗国. 中国海洋生物种类与分布[M]. 增订版. 北京：海洋出版社，2008.

[16] 黄宗国. 中国海物种的一般特点[J]. 生物多样性，1994，2(2)：63.

[17] 马程琳，等. 我国的海洋生物多样性及其保护[J]. 海洋湖沼通报，2003，2：41.

[18] 王晨，等. 我国药用生物资源开发利用的调查[J]. 中国科学院院刊，1996，11(6)：423.

[19] 关美君，等. 我国海洋药物主要成分研究概况(Ⅰ)[J]. 中国海洋药物，1999，(1)：32.

[20] 谭仁祥，等. 浅谈海洋药物研究与开发战略[J]. 中国新药杂志，2000，9：435.

[21] 张忠华，等. 我国红树林的分布现状、保护及生态价值[J]. 生物学通报，2006，41(4)：9.

[22] 林鹏. 中国红树林研究进展[J]. 厦门大学学报：自然科学版. 2001，40(2)：592.

[23] 郝艳萍，等. 海洋资源可持续利用与海洋经济可持续发展[J]. 海洋开发与管理，2005，3：50.

[24] 刘光鼎. 海洋国土与海洋矿产资源[J]. 国土资源，2001，1：22.

[25] 李振福. 我国海洋资源开发的绿色GDP策略[J]. 科技与经济，2007，20(115)：59.

[26] 邹仁林，等. 珊瑚及其药用[M]. 北京：科学出版社，1989.

[27] 伍汉霖，等. 中国有毒鱼类和药用鱼类[M]. 上海：上海科学技术出版社，1978.

[28] 伍汉霖. 中国有毒及药用鱼类新志[M]. 北京：中国农业出版社，2002.

[29] 徐洵，等. 海洋药源生物资源及基因库的构建. NAST成果库，2003. http：//www. nast. org. cn.

[30] 梁玉波，等. 海洋生物生态调查技术规程[M]. 北京：海洋出版社，2006.

[31] 唐启升，等. 海洋生态系统动力学研究与海洋生物资源可持续利用[J]. 地球科学进展，2001，16(1)：5.

[32] 唐启升. 海洋生物资源可持续开发利用的基础研究[J]. 中国科学基金，2000，14(4)：233.

6 海洋药用生物的分类与鉴定

在科学发展的初期，植物学和动物学实质上是为医学服务的。在植物中，首先注意到了草药的药用价值，以往的植物园其实就是栽培草药的苗圃。动物学的出现是与人体解剖学和生理学相联系的。经 17 和 18 世纪世界性的研究，欧洲的博物学家认识了来自世界各地，包括来自热带的数万个动植物新种，导致动物学和植物学研究分离开来，成为各自独立的学科。最初的关注在于给自然界的多样性确立秩序，即进行分类学研究。无论是植物学，还是动物学，在当时都与分类学分不开[1]。生物世界的突出特点就是它的多样性。没有两个绝对相同的个体，没有两个完全同一的物种，它们各自有独一无二的特征。例如羊提供羊毛，牛提供牛奶，棉株产生棉花，猪可做成熏肉，霉菌产生青霉素等。这是分类学家研究物种之间的差别、发现亲缘种和较远缘种之间的类似和差别的根据。在生理学、生态学、行为学和其他实验生物学领域中，由于实验者不能正确鉴定他们用以工作的物种，曾发生过无数次代价昂贵的错误。如果存在成百万物种的生物世界不被分类学家分为不同的分类单元(物种及其以上类群)的话，任何人也不能在这繁杂、迷茫的世界中进行正常的研究工作。良好的分类工作具有两种重要功能：它既可形成科学理论，又可因作为获取情报的系统而起作用。

分类具有科学理论的全部特点。首先它有说明的价值，可为划分分类单元的分界和类目等级，提供有利于分开或联合的分类单元特征的论证。同时，将一些具有最接近亲缘关系的物种，即那些具有最大部分的祖先基因型的物种并在一起。第二个特性是高度的预见能力。对自然分类单元成员来说具有特征的一般遗传项目，以高度概然性保证这一分类单元的所有成员具有若干共同的特征。要是发现一新种或较高等级的分类单元，只要对这一分类单元加以“分类”，即确定它在系统中的地位，就可以具体确定其相当大部分的特征。与任何科学理论相似，分类具有强烈的启发性。以可能有的起源为基础的分类，可以辨别同源结构，并阐明各种不同形态特征的一致性或不一致性。分类的预见能力依赖于类群的遗传同质性，在有争议的分类“群”中这种预见能力是很低的。这说明寻求“自然”分类，即与可能起源的资料一致的分类是正当的。

作为获得情报的系统分类，分类同样可以完成实践功能。它应该便于记载其后找到的与所研究的分类单元有关的任何资料。给予一个分类单元的名称，就像是打开写字台各个不同抽屉的钥匙。在海马属 *Hippocampus* 下可以找到涉及海马不同种的所有资料。这一原理反过来同样起作用，因为现有的检索表使我们得以确定指定标本的种的名称，从而使之与系统相联系。基于这两个理由——理论的和实践的——分类学的部分任务就是建立分类和检索表。这只有专业工作者能够做到。既然分类和检索表成为可资利用的，它们就大大便利了其他搜集情报的生物学家的工作。

以前许多生物学家并不重视分类学家作出的伟大贡献，但是分类学家的成就是极其巨大的，即使采取最狭义的分类学概念也是如此。他们描述包括约 100 万个动物种和 50 万个植物种，同时把它们排列成系统(分类)。任何形态学家、生态学家、生理学家和偏爱系统发育学的分子生物学家的工作，如果没有可资利用的可靠的分类，都将是毫无意义的。

分类学家为生物学、医学等其他领域的工作者做了许多有益的事。他们提供最必需的服务，以鉴定各学科有关的物种或分类单元。疟疾在欧洲曾是一种颇费猜测的疾病，甚至在已确定五斑按蚊 *Anopeles maculipennis* 是疟原虫 *Plasmodium* 的携带者之后也是如此。在一些地区，疟蚊与咸水有关，而在另一些地区则与淡水沼泽有关；在一些地区，疟蚊似乎与家畜有关，在另一些地区则否；过冬的蚊子在一些地区似乎有过，而在另一些地区则未发现。这一难解的谜最后由分类学家解开，这种所谓的疟蚊至少是由 6 个独立的种所组成的集合体，其中只有 2 种是人类疟疾的危险的媒介者。类似的情况存在于非洲的舌蝇中，经指明，舌蝇属 *Glossina* 集合了许多蝇种，其中只有几种是昏睡病的媒介者，其余的仅寄食于有蹄动物，并不使人致病。以上事实充分说明，正确的分类鉴定所确定的某些动物类群的医学意义，可以在人类知识的发展中引起真正的跃进[1]。

分类学能精确了解各个种的特征及其地理分布，这在应用生物学中常常具有决定性意义。例如在 19 世纪，当仙人掌 *Opuntia* 被仙人掌爱好者带进澳大利亚时，它迅速传播并侵占了 20 万 km^2 有价值的牧羊场。只是在仔细研究了北美和南美摄食仙人掌的 145 种昆虫之后，挑选了乌拉圭的一种较少为人注意的螟引入澳大利亚，这种螟在澳大利亚的气候下生长良好，它的幼虫迅速消灭了仙人掌并恢复了牧羊场的原有价值。

良好的分类学知识在应用生物学和医学的各个领域都是十分必需的，不仅在研究疾病和寄生物的媒介者方

面，而且也在查明栽培植物和家养动物的亲缘关系，以及在研究动植物病害及其生物防治方面有重要作用。自然保护的巨大工作，动、植物界资源的保护和恢复活动，其有效性依赖于动、植物区系分类研究的优异质量，分类学家编写的手册和教科书，在任何生物学分支都是不可缺少的[1]。

论及分类学家，首先必须介绍的是杰出的博物学家林奈(1707—1778)。林奈在1758年出版的《自然系统》一书中，首先创立分类阶元的体系，他将动物界划分为纲(classis)、目(ordo)、属(genus)、种(species)和变种(varietas)5个阶元，又把动物分为蠕虫、昆虫、鱼、两栖、鸟和哺乳6个纲。他第一次自始至终用双名制命名动物，使动物分类学走上科学的轨道。林奈的分类系统不仅采纳了亚里士多德的一些观点，也受益于已故同窗学友阿斯蒂德(P. Arstid)提出的“新种、属的分类方法”。阿斯蒂德在他自己的《鱼类学》手稿中提出这一方法，被后人誉为“鱼类学之父”。林奈的方法虽非完全独创，但由于他个人的崇高威望和对学生的影响，被尊崇为分类学始祖。林奈卓越而实用的分类系统很快就被采用、扩充，并得到进一步改善。随着动物学的发展和新发现动物种数的增加，作更精细的区分就显得非常必要。于是首先增加了“科(familia)(介于属与目之间)”和“门(phylum)(介于界与纲之间)”两个分类阶元。至于林奈所用的变种则成为一个任意引用的阶元，它包括不同类型的变异(包括地理的和个体的)。后来又在原有阶元的基础上更加细分，构成许多新阶元。这些新阶元是在原有阶元名称之前加上前缀词“总(super-)”或“亚(sub-)”而构成的。于是又出现总纲(superclassis)、总目(superorder)、总科(superfamilia)、亚纲(subclassis)、亚目(subordo)和亚科(subfamilia)等名称，另外还有亚属(subgenus)、亚种(subspecies)等[1]。

物种命名的双名制即是指物种名称由“属名＋种本名”构成，“种本名”即是属中各个种所独有的，“属名”是该属各个种共同的名字。为对所定的种名负责，随后记上定名人的名字。如鲤鱼的学名记为：*Cyprinus carpio* Linnaeus，其中 *Cyprinus* 是属名，*carpio* 是种本名，Linnaeus(林奈)是定名人。如果一个种包括几个亚种，对亚种的指定应是三名格式，亚种名跟在种本名之后。如国产的文昌鱼，1937年前只知道厦门出产，后来张玺和顾光中在青岛也采到。由于两者形态和地理分布的差异，被指定为新亚种，故写作 *Branchiostoma belcheri tsingtauensis* Tchang et Koo。其中 *tsingtauensis* 是亚种名。有时会看到一个物种定名人的名字被打上圆括号，如文昌鱼 *Branchiostoma belcheri*(Gray)，这表明括号内原来的定名人将物种的属名定错了，开始文昌鱼被归在 *Amphioxus* 属中，叫做 *Amphioxus belcheri* Gray，1847。后来发现归错了属，应该是 *Branchiostoma* 属。这个过程只是显示了科学认识的进步，而物种本身仍是原先的物种。这种将物种由一属转为另一属的做法，分类学上称之为新组合。

在全部动物命名法规里最难获得一致见解的问题就是，一个物种当存在两个或两个以上不同的名称，而必须选用一个时，名称发生变更的问题。名称变更的原因有两种：一是由于科学的进步而必须进行名称变更，包括错定属的物种，以及由于所隶属的分割或合并而导致的物种学名的改变。二是由于受命名法规则的约束而发生的变更，包括发生在对文献或模式标本的搜寻中，发现早期的同物异名、异物同名、不适用的模式标本，或所选择的模式种已被归入其他属内，或被选为其他属的模式种等情况。分类学界普遍认为最好的解决办法就是恢复名称的客观性，以发表早、有优先权的学名代替常用而熟知的通用名字。但是这些新修订名称的出现，却引起已习惯旧名的动物学、医学、农学、兽医学及其他应用者的反对，从而给种名混乱的澄清造成阻力。特别是改革开放以来，由于国际学术交流的积极开展，分类文献大量引进和模式标本的相互核对，很多种动物、植物名称得以订正。只有分类学与各应用学科进行广泛交流，才能早日解决这个矛盾。本书的编写也是这种交流的一种尝试。

中国背靠欧亚大陆，濒临西太平洋，是世界上最大的沿海国家之一。海洋国土面积辽阔，疆域北起渤海北端的大凌河口(41°N)南至南沙群岛(3°30′N)。南北延伸近4170 km，纬度跨越37.5°。覆盖温带、亚热带和热带三大气候带。分渤海、黄海、东海、台湾以东近太平洋区和南海五个组成部分，总面积达473.5万 km²[2]1。大陆岸线北起中国与朝鲜的界河鸭绿江口，南至中国和越南的界河北仑河口，全长18400 km，若将南沙等岛屿岸线一并计入，则总长为34000 km[2]12。岸线曲折，岬屿相间，沿岸有黄河、长江、珠江等大河径流入海。海域大部分都是200 m以浅的大陆架海，海域东侧受西太平洋水系、“黑潮”的直接影响。

中国海域不仅辽阔，而且十分肥沃，丰富的自然环境多样性孕育了丰富的海洋生物物种多样性，为海洋药用生物的开发和利用提供了坚实的基础。据记载，中国海域的海洋生物有2万余种[3]。

现代医药书籍，如《中国海洋药物辞典》[4]、《中华本草》[5]、《中国药用海洋生物》[6]、《中国有毒及药用鱼类新志》[7]、《南海海洋药用生物》[8]、《海洋生物制药》[9]、《中国中药资源志要》[10]……都收录有不同数量的药用海洋生物。迄今，中国海域内已记载成为“药”基原的物种有1500多种。

本书除收录以上确系中国海域内已发现的海洋药源生物外，还收录了一些目前虽未成药，但经研究发现具有

药用(能防治肿瘤、心血管病症的)活性物质的物种。希望通过进一步的研究、开发利用,生产更多更好的新海洋药物造福于民。

本书记录的药用海洋生物(包含具有药用活性物质的海洋生物)共有1 479种(包括变种、生态型),其中动物1210种,植物269种。

6.1 海洋药用植物的分类与鉴定

6.1.1 海洋植物的组成

植物界包含菌类(细菌、黏菌、真菌)、藻类、地衣、苔藓植物、蕨类植物、裸子植物、被子植物。海洋植物主要由菌类、藻类、蕨类和种子植物组成。

海洋植物与陆地植物的群落结构有显著区别,藻类是其主要组成部分,受到诸如海洋的深度、海流、海浪、潮汐的冲击、海水盐度等环境条件的限制,绝大多数具有根、茎、叶等组织高度分化的高等植物不能遍布于海洋中生活,真正能在海水中生活的高等植物屈指可数,且局限于河口、海湾、潮间带、浅海等海域。如分布相对较广的大米草 *Spartina anglica* Hubb、大叶藻 *Zostera marina* L.,以及只能在暖温带、热带海域潮间带、浅海、河口生长的红树木榄 *Bruguiera gymnorrhiza* (L.),秋茄 *Kandelia candel* (L.) Druce,伴随红树林生长的喜盐草 *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook. f. 等,更多的所谓海洋高等植物大多生活在潮上带的滨海沙地、盐碱、湿地、海岸滩地等区域。

"藻类"是一类具有叶绿素、能进行光合作用,营自养生活的无维管束、无胚的叶状体植物,是最古老的、结构最简单的低等植物,但包含的物种繁多,分布的地域极广,从热带到地球两极,凡潮湿的地区,都可找到它们的足迹。

生活在海洋中的藻类,即便长度可达60 m的梨形巨藻 *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag.,其藻体仍然是柔软的,可抵御海流、海浪、潮汐的冲击,随水流而摆动;海藻藻体表层细胞都具有光合色素,都有通过光合作用生产有机物的能力;海藻藻体表层细胞都有吸收营养物质、适应海水盐度的机制及功能;海藻的生命周期短,但能以简单的繁殖方式产生大量的孢子来繁衍后代;不同门的海藻具有不同的色素,生存在不同光强、光质的水层中。正因为这些特点,海藻成为海洋植物的主要类群。

根据其生活习性不同,海藻可分为两大类:附着、固定生活的物种只能分布在潮间带、浅海内,这类海藻以个体大型的、多细胞体物种为主(目前是海洋药用植物的主要成分),还有微小的单细胞体物种,通称底栖海藻;在海水中营漂浮生活的个体都是非常微小的(除马尾藻海中的马尾藻 *Sargassum malans* 外),只有在显微镜下,乃至电子显微镜下才能看清(目前作为药源物种的较少),通称浮游海藻。无论是附着、固定生活的海藻,还是营漂浮生活的海藻都只能分布在日光能透射到的水深200 m以内的水层中,而在黑暗环境中它们是无法生活的。

6.1.2 藻类分类及分类的主要依据

迄今为止,藻类学家尚未获得足以证明藻类系统发育过程中能够确认藻类进化的各关键阶段的物种,因此藻类的进化和系统发育问题至今仍然不清楚,对于各门藻类是独立发生的、还是从若干公共祖先世系发生的问题,回答仍然是推测性的。因此,对藻类分门以及门内各分类阶元的界定尚无完全一致的共识。

早在1836年W. H. 哈维根据藻类植物的体色,将其分为褐藻、红藻、绿藻和硅藻四类。此后,藻类学家提出了不同的藻类分类系统。但褐藻门、红藻门和绿藻门已得到近代大多数学者的认可,硅藻类也是被认可的,但在分类阶元的界定上,是定门还是定纲,则有所不同。而其他藻类分类阶元的界定则各有见解。

虽然哈维早期的分类是根据藻类植物体色这一宏观的分类特征,但已被后人证明这是基本合乎自然系统的。因为藻类植物的体色是其所含色素的体现,而所含色素又与光合作用密切相关,是基本的特征。

中国藻类学者认为,藻类所含色素是不同藻类的最基本的特征,不同藻类所含有的不同色素及与色素相关的光合作用的产物,都象征着藻类进化的不同方向。并以此作为藻类分门的重要依据之一,把藻类分为12个门:蓝藻门Cyanophyta、红藻门Rhodophyta、隐藻门Cryptophyta、黄藻门Xanthophyta、金藻门Chrysophyta、甲藻门Pyrrophyta、硅藻门Bacillariophyta、褐藻门Phaeophyta、原绿藻门Chloroxybacteriaphyta、裸藻门Euglenophyta、绿藻门Chlorophyta和轮藻门Charophyta。

这12门藻类在生物系统进化过程中都有独自的发展过程,至今没有发现它们之间有明确的亲缘关系。

海藻分别隶属于除只能在淡水中生活的轮藻门以外的11个门。海藻各门内的分类阶元与陆生植物的一样。以海蒿子 *Sargassum confusum* (Turn.) C. Ag. 为例,其分类地位表示如下:

门 褐藻门 Phaeophyta
纲 圆子纲 Cyclosporeae
目 鹿角菜目 Fucales
科 马尾藻科 Sargassaceae
属 马尾藻属 *Sargassum* C. Ag.
种 海蒿子 *Sargassum confusum* C. Agardh
变种
生态型

"海藻"物种的含义与生物"种"是一致的,是生物进化

链索上的基本环节，它处于不断变异与发展之中，但同时也是相对稳定的，是发展的连续性与间断性统一的基本形式。物种有统一的繁殖群体，占有一定空间、具有实际或潜在繁殖能力的种群体现。而种群间在生殖上隔离，在种的重要特征上与它们的后代是一致的。

"变种"是通过一个或多个个别的特征与原种相区别的生态群。

"生态型"往往是由于生活在不同地域或一年中不同季节里出现个别特征与原种有别的生态群。

按照国际命名法规规定，"门"是生物最高级的分类单位，是单元起源的一个自然生物类群，这个"群"以一定的形态学和生理学为特征，以一致的物质代谢特征为依据。

藻类"门"以下的各级分类，主要依据藻体的形态、结构、生殖方式、生活史类型等性状特征。因为不同的海藻物种所持有的这些性状特征都是遗传基因所决定的，代代相传，相当稳定，作为分类依据是可靠的。如褐藻门根据本门物种有无无性繁殖，以及无性繁殖所产生的孢子是游孢子还是不动孢子而分成 3 纲 11 目；金藻门根据藻体结构不同，分为 5 目；硅藻门根据物种细胞壳面上花纹排列对称性不同，分为 2 纲等。但由于迄今对藻类系统进化过程还没有完全了解清楚，因此，在个别的门、纲、目、科、属的分类价元上仍有不同的观点。

在鉴定属内物种时，除依据藻体形态、结构、生殖方式、生活史类型等性状特征外，物种的体色、个体大小、生殖"器官"的形态结构、生活习性等都是重要依据。

6.1.3 海洋药用藻类与物种鉴定

迄今为止，根据已有的记载，已成为"药"的基原物种分别隶属于蓝藻门、红藻门、金藻门、甲藻门、硅藻门、褐藻门和绿藻门。

6.1.3.1 蓝藻门中的药源生物

蓝藻门包含非常古老、细胞结构又很特殊的物种，与其他藻类门中的物种有明显区别，更区别于高等植物。蓝藻细胞没有完整的细胞核结构，没有核膜、核仁，仅有核质集结在细胞的中央区，是原核生物；没有色素体这样的细胞器结构，所含色素分散在"核区"以外的原生质内，光合色素成分有叶绿素 a、α-胡萝卜素、β-胡萝卜素、束丝藻黄素、束丝藻叶素、金黄素、蓝藻黄素、玉米黄素、c-蓝藻蛋白、c-红藻蛋白等；贮藏物质为蓝藻淀粉和肝糖类物质；藻体结构简单，生活史中无有性繁殖和具鞭毛的生殖细胞，以细胞直接分裂或产生不同类型孢子的方式繁衍后代。绝大多数物种的个体微小，须借助显微镜才能看清。海洋中的蓝藻有的在潮间带营底栖生活，有的可在水体中漂浮生活。

全世界已知蓝藻约 2500 种(包括淡水种)[2]345。中国海域有 130 多种[3]8。根据藻体形态结构，尤其是繁殖类型，蓝藻分别隶属于色球藻目 Chroococcales 色球藻科 Chroococaceae、石囊藻科 Entophysalidaceae、原丝藻科 Tubiellaceae；管胞藻目 Chamaesiphonales 皮果藻科 Dermocarpaceae；宽球藻目 Pleurocapsales 宽球藻科 Pleurocapsaceae、蓝枝藻科 Hyellaceae；颤藻目 Oscillatoriales 颤藻科 Oscillatoriaceae；念珠藻目 Nostocales 念珠藻科 Nostocaceae、胶须藻科 Rivulariaceae、双歧藻科 Scytonemataceae、微毛藻科 Microchaetaceae；真枝藻目 Stigonematales 拟珠藻科 Nostochopaidaceae、膜基藻科 Parenchymorphataceae[3]8。

迄今，蓝藻门只有颤藻科 Osciilatoriaceae、拟珠藻科 Nonstochopaidaceae 和胶须藻科 Rivulariaceae 有药用物种。

1. 颤藻科

本科的螺旋藻属 *Spirulina*、鞘丝藻属 *Lyngbya*、束毛藻属 *Trichodesmium* 已发现有药用物种。

(1) 螺旋藻属 *Spirulina*(3 种)。中国海域约有 6 种[3]9。其中纯顶螺旋藻 *S. platensis* (Notdst.) Geitl.、盐泽螺旋藻 *S. subsalsa* Oest.、巨型螺旋藻 *S. magor* Kuetz. 已为药用，药名统称"螺旋藻"。具有减轻癌症放疗、化疗的毒副反应、提高免疫力、降低血脂等功效[5]437,438。《中国中药资源志要》也收录巨型螺旋藻为药用[10]3。

《中华本草》还记载了极大螺旋藻 *S. maxima* Kuetzing[5]438。但据《中国海洋生物种类与分布》记载，迄今国内还没有关于该种的分类及生态学的报道[3]9。

(2) 鞘丝藻属 *Lyngbya*(5 种)。中国海域约有 12 种[3]10。其中河口鞘丝藻 *L. aestuarii* Liebm.、附生鞘丝藻 *L. epiphytica Hieron*、巨大鞘丝藻 *L. majuscula* Harvey 和半丰满鞘丝藻 *L. semiplena* (C. Ag.) J. Ag. 入药，共同的药名"鞘丝藻"；贴附鞘丝藻 *L. adherens* Setchell et Gardner 单独成药，药名"贴附大鞘丝藻"。都有解毒、消炎，利水、杀虫之功效[4]34,103,174,210[11]1332。

(3) 束毛藻属 *Trichodesmium*(2 种)。中国海域发现有 4 种[3]9。其中红海束毛藻 *T. erythraeum* Ehrenb.、汉氏束毛藻 *T. hildebrandtii* (Gom.) J. De Toni 已收录为药用，药名"束毛藻"，都有清热解毒、消肿止痛之功效[4]78,140。

2. 拟珠藻科

本科只有 1 属 1 种被收录为药用。

短毛藻属(海雹菜属)*Brachytrichia*(1 种)。中国海域有 2 种[3]9[12]77。其中的扩氏短毛藻(海雹菜)*B. quoyi* (C. Ag.) Bornet et Flahault 已收录为药用，药名"海雹菜"，有清热解毒、利水消肿之功效[4]275[5]440。

3. 胶须藻科

本科只有 1 属 2 种被收录为药用。

眉藻属 *Calothrix*(2 种)。中国海域约有 10 种[3]11。其中只有苔垢菜 *C. crustacea* Thuyet 入药,药名"苔垢菜",有利水消肿功效[5]441;寄生眉藻(又称苔垢菜[4]198) *C. parasitica* (Chauv.)Thuret 入药,药名也称"苔垢菜",有清热解毒之功效[4]198。

6.1.3.2 红藻门中的药源生物

红藻门物种的共同特征是:物种通常呈现出特殊的红色,是因为色素体所含色素不仅有叶绿素 a、叶绿素 d、叶黄素、胡萝卜素、还含有辅助色素藻红素(phycoerythrin)和藻蓝素(r-phycocyanin)。由于不同物种所含辅助色素的比例不同,因此,藻体的颜色从鲜红色到深红色不等;无论是有性生殖还是无性生殖,都不产生具有鞭毛、能运动的生殖细胞。无性生殖产生的孢子没有鞭毛,不能游动;有性生殖方式为卵式生殖,过程非常复杂,雄性繁殖器为精子囊,1 个精子囊产生 1～2 个无鞭毛的不动精子,雌性繁殖器为具有受精丝的瓶形果胞,果胞基部含 1 卵核。受精后的合子不离开母体,发育成果孢子体(囊果),由此产生果孢子。红藻的有性生殖方式在藻类中是非常特殊的,也是藻类植物高级进化的表现。

几乎所有物种都是海生的,而且都在近岸、浅海营底栖生活。

世界上已知红藻约 4000 种[2]346。中国海域有 570 余种(包括变种、生态型。以下相同)[3]213,230。根据藻体形态结构、繁殖类型、果胞系结构及其不同的发育体系、果孢子体的发生等特征,红藻主要分属于以下目、科。

紫球藻目 Porphyridiales 紫球藻科 Porphyridiaceae;角毛藻目 Goniotrichales 角毛藻科 Goniotrichaceae;红盾藻目 Erythropeltidales 红质藻科 Erythropeltidaceae;红毛菜目 Bangiales 红毛菜科 Bangiaceae;顶丝藻目 Acrochaetiales 顶丝藻科 Acrochaetiaceae;掌形藻目 Palmariales 掌藻科 Palmariaceae;海索面目 Nemaliales 皮丝藻科 Dermonemataceae、乳节藻科 Galaxauraceae、粉枝藻科 Liagoraceae、海索面科 Nemaliaceae;珊瑚藻目 Corallinales 珊瑚藻科 Corallinaceae;石花菜目 Gelidiales 石花菜科 Gelidiaceae;胭脂藻目 Hildenbrandiles 胭脂藻科 Hildenbrandiaceae;柏桉藻目 Bonnemaisoniales 柏桉藻科 Bonnemaisoniaceae;杉藻目 Gigartinales 茎刺藻科 Caulacanthaceae、重丝藻科 Dicranemaceae、胶黏藻科 Dumontiaceae、内枝藻科 Endocladiaceae、杉藻科 Gigartinaceae、黏管藻科 Gloiosiphoniaceae、海膜科 Halymeniaceae、沙菜科 Hypneaceae、楮膜藻科 Kallymeniaceae、滑线藻科 Nemastomataceae、耳壳藻科 Peyssonneliaceae、育叶藻科 Phyllophoraceae、海头红科 Plocamiaceae、根叶藻科 Rhizophyllidaceae、海木耳科 Sarcodiaceae、裂膜藻科 Schizymeniaceae、红翎菜科 Solieriaceae;江蓠目 Gracilariales 江蓠科 Gracilariaceae;伊谷藻目 Ahnfeltiales 伊谷藻科 Ahnfeltiaceae;红皮藻目 Rhodymaniales 环节藻科 Champiaceae、红皮藻科 Rhodymeniaceae;仙菜目 Ceramiales 仙菜科 Ceramiaceae、绒线藻科 Dasyaceae、红叶藻科 Delesseriaceae、松节藻科 Rhodomelaceae[13]。

红藻门中已有记载的药源物种和经研究发现具有药用活性物质的物种分别隶属于以下科。

1. 红毛菜科

本科的红毛菜属 *Bangia* 和紫菜属 *Porphyra* 已记载有药用物种。

(1) 红毛菜属 *Bangia*(1 种)。中国海域有 5 种[3]213。其中只有红毛菜 *B. fusco-purpurea* (Dillw.) Lyngb. 入药,药名"红毛菜",有补血降压、滋阴去火和防治心血管疾病之功效[14]40。

(2) 紫菜属 *Porphyra*(10 种 1 变种)。中国海域有 19 种(包含 1 变种)[3]213,214。其中列为药用的有:边紫菜 *P. marginata* Tseng et T. J. Chang、坛紫菜 *P. haitanensis* T. J. Chang et B. F. Zheng、绞紫菜 *P. crispata* Kjillm.、圆紫菜 *P. suborbiculata* Kjiellm.、长紫菜 *P. dentate* Kjellm.、甘紫菜 *P. tenera* Kjellm.、条斑紫菜 *P. yezoensis* Ueda、少精紫菜 *P. oligospermatangia* Tseng et B. F. Zheng、越南紫菜 *P. vietnamensis* Tanaka et P. H. Ho、广东紫菜 *P. quangdongensis* Tseng et T. J. Chang、华北紫菜半叶变种 *P. katadai* Miura var. *hemiphylla* Tseng et T. J. Chang 等 10 种 1 变种。

《中华本草》记载了坛紫菜、条斑紫菜、圆紫菜、甘紫菜、长紫菜等 5 种,药名通称"紫菜",有化痰软坚,利咽,止咳、养心除烦、利水除湿之功效。还记载华北紫菜半叶变种、少精紫菜、绞紫菜、广东紫菜、越南紫菜和边紫菜等均有相似的用途[5]469。

《中国海洋药物辞典》同样记载了以上 10 种 1 变种紫菜,都有软坚散结、利水消肿的功效。绞紫菜还有清热化痰[4]290;长紫菜、边紫菜、少精紫菜、甘紫菜等有清热解毒[4]55,71,80,89;圆紫菜、条斑紫菜有清热泄热[4]162,281;甘紫菜有活血化瘀[4]80;条斑紫菜有补肾[4]162;边紫菜有降压[4]89;坛紫菜有补肾养心[4]175等功效。

《中国药用孢子植物》记载 7 种药用紫菜:长紫菜有清热消肿、软坚补肾之功效[15]60;甘紫菜有化痰清热泄热、清热利尿之功效[15]78;边紫菜有清热软坚、利尿消肿、降压之功效[15]106;坛紫菜有清热化痰、利尿消肿、利尿之功效[15]155;条斑紫菜有清热泄热、利尿消肿、补肾之功效[15]163;甘紫菜有清热泄热、软坚利水之功效[15]252;绞紫菜有化痰软坚、清热利尿之功效[15]262。

2. 皮丝藻科

本科有 4 属，其中皮丝藻属 *Dermonema* 个别种有药用价值。

皮丝藻属 *Dermonema*（1 种）。中国海域有 2 种[16]48。其中垫形皮丝藻 *D. pulvinatum*（Geunow et Holmes）Fan 已入药[17]6，药名“叉枝海索面”。

《全国中草药名鉴》收录的为叉枝海索面 *Nemalion pulvinatum* Grun，下列其同物异名为 *Dermonema pulvinatum*（Geunow et Holmes）Fan[17]6。《中国海藻志》记载，中国海域海索面属 *Nemalion* 只有海索面 *Nemalion vermiculare* Suringar，所列同物异名实际上是“垫形皮丝藻”[16]50。叉枝海索面应是前者的同物异名。

3. 海索面科

中国海域只有 3 属[16]137。其中只有海索面属 *Nemalion* 有药用物种。

海索面属 *Nemalion*（1 种）。中国海域内只有海索面 *N. vermiculare* Suringar[16]138，药名“海索面”，具有抑菌、降低血压之功效[17]50。*N. helminthoides* var. *vermiculare*（Sue.）Tseng[17]50应列为前者的同物异名。

4. 柏按藻科

中国海域有 3 属[16]148。只有海门冬属 *Asparagopsis* 有药用物种。

海门冬属 *Asparagopsis*（1 种）。中国海域仅有紫杉状海门冬 *A. taxiformis*（Delile）Collins et Herv.[16]148，已入药，药名“海门冬”，有清热解毒、软坚散结、消炎止痛之功效[4]273[5]470。

《中国海藻志》[16]148和《藻类名词及名称》[12]69记载的 *A. taxiformis*（Delile）Collins et Herv. 的中文名均为“紫杉状海门冬”，原中文名“海门冬”应为前者的别名。

5. 石花菜科

石花菜科包含 3 属，凝花菜属 *Gelidiella*、石花菜属 *Gelidium* 和拟鸡毛菜属 *Pterocladiella*[19]1。各属都有物种入药：

（1）凝花菜属 *Gelidiella*（1 种）。全世界已发现 23 种，中国海域只有 2 种，凝花菜 *G. acerosa*（Forsskal）Feldmann et Hamel 和小凝花菜 *G. bornetii*（Weber et Bosse）Feldmann et Hamel[19]2。凝花菜被收录为药用海藻，药名“石花菜”，有清热解毒、润肠之功效[4]151。

（2）石花菜属 *Gelidium*（6 种 3 变种）。中国海域有 12 种 3 变种[19]7。其中石花菜 *G. amansii*（Lamx.）Lamx.、细毛石花菜 *G. crinale*（Turn.）Lamx.、小石花菜 *G. divaricatum* Martens、中肋石花菜 *G. japonicum*（Harv.）Okam.、匍匐石花菜 *G. pusillum*（Stackhouse）Le Jolis、异形石花菜 *G. vagum* Okamura 等已入药。

小石花菜单列药名为“小石花菜”，有清热化瘀、缓下通便功效；石花菜、细毛石花菜的药名统称“石花菜”[5]470。有清热解毒、化瘀散结、缓下、驱虫之功效；中肋石花菜、匍匐石花菜和异形石花菜也供药用[5]470,471[15]52,88,207。

据《中国海藻志》，大石花菜 *G. pacificum* Okam.[4]8[5]470,471[15]14已列为石花菜 *G. amansii*（Lamx）Lamx. 的同物异名[19]7；根据在中国不同海域内生长的匍匐石花菜的形态变异，又分 3 个变种：① 匍匐石花菜壳状变种 *G. pusillum*（Stack）Le Jolis var. *conchicola* Picoone et Grunow；② 匍匐石花菜圆柱变种 *G. pusillum*（Stack）Le Jolis var. *cylindricum* Taylor；③ 匍匐石花菜扁平变种 *G. pusillum*（Stack）Le Jolis var. *pacificum* Taylor[19]22-27。

《全国中草药名鉴》收录的软骨石花菜 *G. cartilagineum* Gaill.[17]6、扁平石花菜 *G. subcostatum* Okam.[19]7；《中国中药资源志要》收录的优美石花菜 *G. pulchellum* Kutz.[10]14；《药用植物辞典》收录的角石花菜 *G. corneum*（Huds.）Lamouroux[20]349、须石花菜 *G. linoides* Kuetzing 等 5 种在《中国海藻志》石花菜属 *Gelidium* 中无记载[19]7。

（3）拟鸡毛菜属 *Pterocladiella*（1 种）。中国海域有 3 种[19]32：拟鸡毛菜 *P. capillacea*（Gmelin）Santelices et Hommersand、莺歌海拟鸡毛菜 *P. yinggehaiensis* Xia et Tseng、蓝色拟鸡毛菜 *P. caerulescens*（Kuetzing）Santelices[19]32-36。其中拟鸡毛菜为药用，药名“鸡毛菜”，有化痰软坚、清凉泻火之功效[5]471[15]171，还有润肠通便之功效[4]172。

据《中国海藻志》，原鸡毛菜属 *Pterocladia* 应正名为拟鸡毛菜属 *Pterocladiella*；鸡毛菜 *Pterocladia tenuis* Okamura 应正名为拟鸡毛菜 *Pterocladiella capillacea*（Gmelin）Santelices et Hommersand[19]33。

6. 胶黏藻科

本科胶黏藻 *Dumontia* 和柔毛藻属 *Dudresnaya* 有药用物种。

（1）胶黏藻 *Dumontia*（1 种）。中国海域仅发现单条胶黏藻 *D. simplex* Cotton[3]218，其全藻提取物有抗病毒及抑制肿瘤细胞之功效[18]50。

（2）柔毛藻属 *Dudresnaya*（1 种）。日本柔毛藻 *D. japonica* Okamura，药名“红菜”，具有“驱蛔”之功效[17]7。

《全国中草药名鉴》记载的药名“红菜”下，还有一种药用植物红菜 *Dilsea edulis* Stackh.，但在《藻类名词及名称》和《中国海洋生物种类与分布》都无本种记录。

7. 内枝藻科

本科只有海萝属 *Gloiopeltis*。

海萝属 *Gloiopeltis*（2 种）。中国海域有 3 种[19]50：小海萝 *G. complanata*（Harvey）Yamada、海萝 *G. furcata*

(Post. et Rupr.) J. Agardh 和鹿角海萝 *G. tenax* (Turner) Decaisne。后2种为药用,药名"海萝"。海萝有软坚化痰、祛风除湿、清热消食之功效[4]269[5]473[15]268;鹿角海萝有解毒消炎、杀虫之功效[4]295。

据《中国海藻志》,Endocladiaceae 科的中文名为内枝藻科[19]47,海萝科应为内枝藻科的别名[5]472。

8. 耳壳藻科

本科有2属,其中耳壳藻属 *Peyssonnelia* 有药用物种。

耳壳藻属 *Peyssonnelia*(1种)。中国海域有5种[19]167。其中的耳壳藻 *P. squamaria* (Gmelin) Decaisne 具有药用价值。耳壳藻(±)内酯-1能够阻滞细胞周期的进程,启动细胞自身的调控蛋白的表达,诱导细胞凋亡,从而达到抗肿瘤的作用[21]。

据《中国海藻志》,耳壳藻的拉丁学名为 *P. squamaria* (Gmelin) Decaisne, *P. caulifera* Okamura[21]应为前者的同物异名[19]174。

9. 海膜科

本科有7属,只有蜈蚣藻属 *Grateloupia* 和海柏属 *Polyopes* 有药用物种。

(1) 蜈蚣藻属 *Grateloupia*(6种)。中国海域有31种[19]81。已入药的有:蜈蚣藻 *G. filicina* Wulf. C. Ag.,舌状蜈蚣藻 *G. livida* (Harv.) Yamada,长枝蜈蚣藻 *G. prolongata* J. Agardh 和带形蜈蚣藻 *G. turuturu* Yamada 等4种,药名统称"蜈蚣藻"[5]473,都有清热解毒、驱虫之功效[4]128[5]473[15]131,345[22]12。

椭圆蜈蚣藻 *G. elliptica* Holmes,药名"厚膜藻",有化痰软坚、消肿散结、利水消肿、止带之功效[5]474。

叉开蜈蚣藻 *G. divaricata* Okamura 的药名"叉开蜈蚣藻"[17]7。

《全国中草药名鉴》收录的厚膜藻 *Pachymenia carnosa* J. Ag.、拟厚膜藻 *Pachymeniopsis elliptica* (Holm.) Yamada 和掌状蜈蚣藻 *Grateloupia elliptica* Holm.[17]7,8都应是椭圆蜈蚣藻 *Grateloupia elliptica* Holmes 的同物异名[19]102。

《中国海洋药物辞典》[4]262记载的扇形蜈蚣藻 *Grateloupia flabellata* Holm. 在《中国海藻志》蜈蚣藻属内没有记载,亦不属于其他种的同物异名[19]139。

(2) 海柏属 *Polyopes*(1种)。中国海域只有海柏 *P. polyideoides* Okamura 列为药用海藻,药名"海柏",有清热解毒、养心安神[4]268、缓下通便之功效[5]474。

据《中国海藻志》,蜈蚣藻属 *Grateloupia* 和海柏属 *Polyopes* 都隶属于海膜科 Halymeniaceae[19]59。以往把蜈蚣藻属隶属于蜈蚣藻科 Grateloupiaceae[15]265[23]128或把蜈蚣藻属、海柏属都隶属于隐丝藻科 Ceyptonemiaceae[5]473[23]94。

10. 海头红科

中国海域只有海头红属 *Plocamium*[24]102。只包含海头红 *P. telfairiae* Harv.[24]103,海头红的脂溶性提取物对α-葡萄糖苷酶的抑制活性比较显著[25]8。

11. 沙菜科

中国海域只有沙菜属 *Hypnea*。

沙菜属 *Hypnea*(3种)。中国海域有8种[24]78。入药的有鹿角沙菜 *H. cervicornis* J. Agardh、冻沙菜 *H. japonica* Tanaka 和长枝沙菜 *H. charoides* Lamouroux,药名"沙菜",都有顺肠通便之功效[4]58,143,168。

《全国中草药名鉴》和《中国海洋药物辞典》收录的钩沙菜 *H. musciformis* (Wulf.) C. Ag. 为冻沙菜 *H. japonica* Tanaka 的同物异名[4]8[17]8[23]86。

12. 红翎菜科

本科的麒麟菜属 *Eucheuma*、卡帕藻属 *Kappaphycus*、琼枝属 *Betaphycus* 和鸡冠菜属 *Meristheca* 有药用物种。

(1) 麒麟菜属 *Eucheuma*(1种)。中国海域有5种[24]118。药用的只有麒麟菜 *E. denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey,药名"麒麟菜",有清热消痰、清热祛痰、软坚散结之功效[4]420[5]478[15]368。

据《中国海藻志》,麒麟菜的学名为 *Eucheuma denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey[24]120,《中华本草》等应用的学名 *Eucheuma muricatum* (Gmel.) Web. V. Bos.[5]478[15]368为前者的同物异名[24]120;《中国中药资源志要》记载了食用麒麟菜 *Eucheuma edule* Kutz.[10]16;《中国海藻志》无此种记载[24]118-124;《中国海洋生物种类与分布》也无记录[3]233。

(2) 卡帕藻属 *Kappaphycus*(2种)。中国海域有3种[24]125。其中耳突卡帕藻 *K. cottonii* (Weber-van Bosse) Doty 已入药,药名"麒麟菜",有清热、消痰、润肺、软坚之功效[5]478[15]210;另一种异枝卡帕藻 *K. striatum* Schmitz 含有大量硫酸多糖,有很好的抗病毒(抗HIV)活性,还具有抗肿瘤、提高免疫力、治疗胃溃疡、增加骨骼对钙的吸收等功效[26]10。

据《中国海藻志》,原属于麒麟菜属的珍珠麒麟菜 *Eucheuma okamurai* Yamada[5]478和异枝麒麟菜 *Eucheuma striatum* Schmitz[26]10现归属于卡帕藻属,分别称其为耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* (Weber-van Bosse) Doty[24]127和异枝卡帕藻 *Kappaphycus striatum* Schmitz[24]129。

(3) 琼枝属 *Betaphycus*(1种)。中国海域只有琼枝 *B. gelatinae* (Esp.) Doty[24]130入药,药名"琼枝",有清肺化痰、软坚散结、解毒之功效[4]343[5]477[15]311。

据《中国海藻志》,琼枝 *Eucheuma gelatinae* (Esp.) J. Ag. 已从麒麟菜属 *Eucheuma* 中分出,另立琼枝属

Betaphycus，琼枝现在的学名为 *Betaphycus gelatinae* (Esp.) Doty[24]131。

(4) 鸡冠菜属 *Meristotheca* (1种)。中国海域只有鸡冠菜 *M. papulosa* (Mont.) J. Ag.[24]132。《中华本草》[5]478和《中国中药资源要》[10]16都收录本种为药用海藻，药名“鸡冠菜”，有清热润肺、化痰、软坚之功效[4]171[5]478。

13. 育叶藻科 Phyllophoraceae

中国海域只有拟伊藻属 *Ahnfeltiopsis*，中国海域有6种[24]92。只有扇形拟伊藻 *A. flabelliformis* (Harv.) Masuda 入药，药名“叉枝藻[5]476，又称扁形叉枝藻[4]262”，有顺肠通便[4]262、缓泻[5]477之功效。

据《中国海藻志》，原属于叉枝藻科 Phyllophoraceae、叉枝藻属 *Gymnogongrus* 的叉枝藻(又称扁形叉枝藻[4]262)*G. flabelliformis* Harv[5]476[22]154应是育叶藻科 Phyllophoraceae 拟伊藻属 *Ahnfeltiopsis* 中的扇形拟伊藻 *A. flabelliformis* (Harv.) Masuda 的同物异名[24]92。

14. 杉藻科 Gigartinaceae

本科有角叉菜属 *Chondrus* 和软刺藻属 *Chondracanthus* 2属，都有药用物种。

(1) 角叉菜属 *Chondrus*(1种)。《中国中药资源志要》[10]15和《中华本草》[5]475都收录了角叉菜 *Chondrus ocellatus* Holmes.，药名“角叉菜”，有清热、和胃、通便之功效[5]475。

据《中国海藻志》记，角叉菜属只有日本角叉菜 *C. nipponicus* Yendo 1种。角叉菜 *Chondrus ocellatus* Holmes 是否属于本属的物种，有待进一步考证[24]15；《中国海洋生物种类与分布》也只记载日本角叉菜1种。

《全国中草药名鉴》[17]9收录皱波角叉菜 *C. crispus* (Lyngb.) Stackhouse 入药，其甲醇提取物有抗肿瘤活性的作用，对A-549的抑制率高达94.3%[27]3；中国角叉菜 *C. sinensis* 的脂溶性提取物对葡萄糖苷酶活性有较高的抑制率[25]10。

(2) 软刺藻属 *Chondracanthus*(1种)。中国海域有2种[24]12。只有中间软刺藻 *C. intermedius* (Suringar) Hommersand 为药用，药名“小杉藻”，有清热、和胃、通便之功效[5]476；还有和血消肿、止痛生肌等功效[4]16；可作轻泻剂，用于治疗慢性便秘[15]25。

据《中国海藻志》，杉藻科 Gigartinaceae 内只包含角叉菜属 *Chondrus* 和软刺藻属 *Chondracanthus*[24]12。以往归于杉藻属 *Gigartina* 的小杉藻 *Gigartina intermedia* Sur. 应是中间软刺藻 *C. intermedius* (Suringar) Hommersand 的同物异名[24]12。

15. 黏管藻科 Gloiosiphoniaceae

本科只在黏管藻属 *Gloiosiphonia* 发现1种具有药用开发价值的物种，黏管藻 *G. capillaris* (Huds.) Carm.，其甲醇提取物(浓度250 mg/L)对人肺腺癌(A-549)和白血病细胞(HL-60)有抑制作用。抗(A-549)和(HL-60)肿瘤细胞的活性(抑制率)分别为91.3%和35.8%[27]3。

16. 江蓠科 Gracilariaceae

江蓠科中只有江蓠属 *Gracilaria* 有药用物种。

江蓠属 *Gracilaria*(14种)。中国海域有34种(包括变种)[24]23。已为药用的有：真江蓠 *G. asiatica* Zhang et Xia、脆江蓠 *G. chouae* Zhang et Xia、芋根江蓠 *G. blodgettii* Harv.、风尾菜 *G. eucheumoides* Harv.、龙须菜 *G. lemaneiformis* (Bory) Weber-van Bosse、细基江蓠 *G. tenuistipitata* C. f. Chang et B. M. Xia (*G. tsengiana*)、扁江蓠 *G. textorii* (Suring.) De Toni (*G. foliifera*)等7种，统一药名“龙须菜”，又名“江蓠”，都具有清热、化痰软坚、利水之功效。此外，具有药效成分的5种江蓠是：节江蓠 *G. articulata* Chang et Xia、粗江蓠 *G. gigas* Harv. (*G. foliifera* f. *textorii*)、海南江蓠 *G. hainanensis* Chang et Xia 和溢江蓠 *G. salicornia* (C. Ag.) Dawson(厚江蓠 *G. crassa* Harv.)[5]479,480；另有3种江蓠已供药用：弓江蓠 *G. arcuata* Zan.，有软坚散结、清热解毒、化痰、利水、润便之功效[4]14；硬江蓠 *G. firma* C. F. Chang et B. M. Xia，有清热解毒、软坚散结、利水消肿之功效[4]338；红江蓠 *G. rubia* C. F. Chang et B. M. Xia，也有清热、化痰、软坚、利水之功效[4]139。

据《中国海藻志》，江蓠 *G. verrucosa* (Huds.) Papenf. 为真江蓠 *G. asiatica* Zhang et Xia 的同物异名[24]29；脆江蓠的学名 *G. bursa-pastoris* (Gmel.) Silva[4]288[5]479应是脆江蓠 *G. chouae* Zhang et Xia 的同物异名[24]42；《中华本草》收录的厚江蓠 *G. crassa* Harv.[5]480应是溢江蓠 *G. salicornia* (C. Ag.) Dawson 的同物异名[24]67。

17. 伊谷藻科 Ahnfeltiaceae

据《现代海洋药物学》，伊谷草属 *Ahnfeltia* 只有叉枝伊谷草 *Ahnfeltia furcellata* Okam 入药，具有顺肠、通便之功效[11]1340。

据 *Common Seaweeds of China*，叉枝伊谷草 *Ahnfeltia furcellata* Okam 属于育叶藻科 Phyllophoraceae[28]116；《藻类名词及名称》中，伊谷草属 *Ahnfeltia* 应归属于伊谷藻科，但无本种的记录[12]61。

18. 红皮藻科 Rhodymeniaceae

本科只有金膜藻属 *Chrysymenia* 的个别种有药用活性物质。

金膜藻属 *Chrysymenia*(1种)。本属金膜藻 *C. wrightii* (Harv.) Yamada 的甲醇提取物(浓度250 mg/L)

对人肺腺癌(A-549)和白血病细胞(HL-60)有抑制作用。抗(A-549)和(HL-60)肿瘤细胞的活性(抑制率)分别为90.5%和52.7%[27]3。

19. 仙菜科 Ceramiaceae

本科凝菜属 *Campylaephora*、仙菜属 *Ceramium* 和篮子藻属 *Spyridia* 已报道有药用物种:

(1) 凝菜属 *Campylaephora*(1种)。中国海域有2种[29]22。其中钩凝菜 *C. hypnaeiodes* (J. Ag.) Okam. 已药用,药名"钩凝菜",有清热、通便的功效[4]240[5]480;可作轻泻剂,用于治疗慢性便秘[4]229。

(2) 仙菜属 *Ceramium*(4种)。中国海域有18种[29]29。其中三叉仙菜 *C. kondoi* Yendo,波登仙菜(轮枝仙菜[5]180) *C. boydenii* Gepp. 已入药,药名统称"糕菜"[5]481,都有化痰、软坚、缓泻通便的功效[5]481;可作轻泻剂,用于治疗慢性便秘[15]181;有润肠通便之功效[4]212。柔质仙菜 *C. tenerrimum* (Martens) Okamura 有清热解毒的功效[22]12;日本仙菜 *C. japonicum* Okamura 具有抗A-549和HL-60肿瘤细胞及抗菌活性[27]4。

《药用植物辞典》收录的药用海藻细角仙菜 *C. tenuicorne*[20]161在《中国海藻志》[29]29和《中国海洋生物种类与分布》[3]223内都无此种记载,也不属同物异名。

(3) 篮子藻属 *Spyridia*(1种)。世界范围内约有15种,中国海域只有1种。篮子藻 *S. filamentosa* (Wulfen.) Harvey[29]85为药用海藻,药名"篮子藻",有清热、软坚、化痰、利水、润便之功效[4]411。

20. 红叶藻科 Delesseriaceae

本科只有鹧鸪菜属 *Caloglossa* 有药用物种。

鹧鸪菜属 *Caloglossa*(1种)。中国海域有3种[29]113。只有鹧鸪菜 *C. leprieurii* (Mont.) J. Ag. 1种被列入药用海藻,药名"鹧鸪菜"(又名"美舌藻"[15]239),有驱蛔功能,主治蛔虫病[5]482;另有化痰、消食之功效[4]408[15]239。

21. 松节藻科 Rhodomelaceae

本科海人草属 *Digenea*、软骨藻属 *Chondria*、鱼栖苔属 *Acanthophora*、凹顶藻属 *Laurencia*、多管藻属 *Polysiphonia*、松节藻属 *Rhodomela*、鸭毛藻属 *Symphyocladia* 都有药用物种。

(1) 海人草属 *Digenea*(1种)。中国海域只有海人草 *D. simplex* (Wulf.) C. Ag. 入药[3]228,药名"海人草",有驱蛔功能,主治蛔虫病[5]484;另有杀虫之功效[4]273[15]270。

(2) 软骨藻属 *Chondria*(4种)。中国海域有10种[3]228。已为药用的有:树枝软骨藻 *C. armata* (Kütz.) Okam.,有驱虫之功效[4]227[5]483[15]215;粗枝软骨藻 *C. crassicaulis* Harv.,有驱虫之功效[4]302;匍匐软骨藻 *C. repens* Boerg.,有除湿驱虫之功效[4]242;细枝软骨藻 *C. tenuissima*(Good et Wood.) C. Ag.,有除湿杀虫之功效[4]217,另有驱虫之功效[5]483。药名统称"软骨藻"。

《中华本草》把树枝软骨藻和粗枝软骨藻的药名统称"软骨藻"[5]482;匍匐软骨藻和细枝软骨藻的药名分别为各自的物种名。

《中国海洋药物辞典》记载的匍匐软骨藻学名为 *C. hapteroclata*[4]242,字尾-*ta* 应为-*da*[12]99;《中国海洋生物种类与分布》把 *C. hapteroclada* Tseng 作为匍匐软骨藻 *C. repens* Boerg. 的同物异名[3]228;《藻类名词及名称》以不同的物种记载了 *C. hapteroclada* Tseng 和 *C. repens* Boergesen,而中文名都称其为匍匐软骨藻[12]99,这显然不符合物种命名法则。这两物种之间正如《中国海洋生物种类与分布》记载的,一种为另一种的同物异名。

(3) 鱼栖苔属 *Acanthophora*(2种)。中国海域有2种[3]228。藓状鱼栖苔 *A. muscoides* (L.) Bory 入药,药名即物种名"藓状鱼栖苔",有解毒、消炎之功效;刺枝鱼栖苔 *A. spicifera* (Vahl) Boergesen 的药名"穗状鱼栖苔",有清热解毒、利水杀虫之功效[4]416。

据《藻类名词及名称》,*A. spicifera* (Vahl) Boergesen 的中文名应为刺枝鱼栖苔[12]56。

(4) 凹顶藻属 *Laurencia*(6种)。中国海域有31种(包含变种)[3]228。《中国海洋药物辞典》记录的旋转凹顶藻 *L. jejuna* Tseng、长枝凹顶藻 *L. longicaulis* Tseng、略(巨)大凹顶藻 *L. majuscula* (Harv.) Lucas、钝形凹顶藻 *L. obtusa* Lamx. 为药用海藻。除其中的旋转凹顶藻的药效功能有活血散瘀、滋阴补肾、壮阳、健胃、除湿热、利尿外[4]298,其他3种都有解毒消炎的功能[4]34,62,241。此外,冈村凹顶藻 *L. okamurai* Yamada (Hudson) Lamx. 具有清热、软坚散结、化瘀去痰、攻邪之功效[22]13;三列凹顶藻 *L. tristicha* Tseng, Chang et Xia 具有抑瘤活性及免疫作用[30]6-9。

《中国海洋药物辞典》收录的旋转凹顶藻 *L. jejuna* Tseng[4]298、钝形凹顶藻 *L. obtusa* Lamx.[4]241在《中国海洋生物种类与分布》中都有记载[3]228;在 *Common Seaweeds of China* 中也有这两个物种[28]152。

(5) 多管藻属 *Polysiphonia*(2种)。中国海域有23种(包含变种)[3]214。其中只有《全国中草药名鉴》收录了丛托多管藻(内枝多管藻) *P. morrowii* Harvey 一种,入药,药名"驱虫苔"[17]10。多管藻 *P. urceolata* (Lightf.) Grev. 的脂溶性提取物具有对α-葡萄糖苷酶活性的抑制作用[25]10。

据《藻类名词及名称》,*P. morrowii* Harvey 的中文名应为丛托多管藻[12]238。

(6) 松节藻属 *Rhodomela*(1种)。中国海域只有松节藻 *R. subfusco* (Woodward) C. Agrdh 1种[3]230,药名"驱虫苔"。

松节藻作为药用海藻由《全国中草药名鉴》收录[17]10，该藻的脂溶性提取物具有对α-葡萄糖苷酶活性的抑制作用[24]10。

《全国中草药名鉴》收录的松节藻 *Rhodomela larix* (Turn.) C. Ag.，其同物异名为 *Rhodomela confervoides* (Huds.) Silva[17]10；据《中国海洋生物种类与分布》，松节藻的学名为 *Rhodomela confervoides* (Huds.) Silva，同时列出的同物异名为 *Rhodomela subfusca*[3]230；*Common seaweeds of China* 记载的松节藻拉丁学名为 *Rhodomela confervoides* (Huds.) Silva[28]158；《藻类名词及名称》中松节藻的拉丁学名为 *Rhodomela subfusca* (Woodward) C. Agrdh[12]248。

本种学名应以《藻类名词及名称》记载的为准。

(7) 鸭毛藻属 *Symphyocladia* (1种)。中国海域有3种[3]215。迄今只研究过鸭毛藻 *S. latiuscula* (Harv.) Yam.，其脂溶性提取物具有对α-葡萄糖苷酶活性的抑制作用[25]10。

22. 珊瑚藻科 Corallinaceae

本科石枝藻属 *Lithothamnium*、石叶藻属 *Lithophyllum*、珊瑚藻属 *Coyallina*、叉珊藻属 *Jania* 有药用物种。

(1) 石枝藻属 *Lithothamnium* (2种)。中国海域有5种[3]219。其中太平洋石枝藻 *L. pacificum* (Fosl.) Fosl.、中间石枝藻 *L. intermedium* Kjellm 已入药，药名统称“海藻石”(在山东和东北少数地区称“海浮石”)，具有清肺止咳、化痰软坚、利水通淋之功效[5]475。

《中国海洋药物词典》收录的石枝藻 *L. lenormandii* (Aresch.) Foslie 有清肺化痰、软坚散结的功效[5]82。但在 *Common Seaweeds of China*、《中国海洋生物种类与分布》、《藻类名词及名称》中都没有石枝藻的记载。

(2) 石叶藻属 *Lithophyllum* (1种)。中国海域有3种[3]219。其中冈村石叶藻(又名“海浮石”) *L. okamurai* Foslie 已入药，药名“海藻石”。有与太平洋石枝藻相同之功效[5]475。

《中华本草》把本种和太平洋石枝藻统称“海藻石”[5]475。

(3) 珊瑚藻属 *Corallina* (2种)。中国海域有3种2变种[3]218。其中2种入药：珊瑚藻 *C. officinalis* Lamouroux 入药，药名“珊瑚藻”有驱蛔功效[5]475；小珊瑚藻 *C. pilulifera* Postels et Ruprecht 同样有驱蛔功效，主治肠道蛔虫症[4]22。

(4) 叉珊藻属 *Jania* (1种)。宽角叉珊藻 *J. adhaerens* Lamx. 由《全国中草药名鉴》收录为药用[17]7。

据《中国海洋生物种类与分布》记载，交叉窝柄藻 *Jania decussato-dichotoma* (Yendo) Yendo[17]7 是宽角叉珊藻 *J. adhaerens* Lamx. 的同物异名[3]219。

6.1.3.3 金藻门中的药源生物

迄今，只有《中国中药资源志要》收录膝沟藻 *Gnoyaulax cattenella* Whedon et Kofoid 为药源物种[10]12。但在《中国海洋生物种类与分布》[3]63和《藻类名词及名称》[12]152都没有本种的记载。

6.1.3.4 甲藻门中的药源生物

迄今，只有《中国中药资源志要》收录赫氏球石藻 *Coccolithus huxleyi* (Lohm.) Kamptner 为药源物种[10]11。但在《中国海洋生物种类与分布》[3]63和《藻类名词及名称》[12]55内都没有本种的记载。*Coccolithus* 在《藻类名词及名称》内称钙板金藻属。

6.1.3.5 硅藻门中的药源生物

硅藻门包含数目极多的单细胞及群体性物种。藻体微小，只能借助显微镜观察才能看清其面目。藻体细胞结构与其他藻有明显区别：一是细胞壁似由一个培养皿的上、下两半个相对套合而成，二是细胞壁的成分高度硅质化，并形成具物种特征性状的结构。硅藻细胞内有1到数个色素体，其中含有叶绿素a、叶绿素 c_1、胡萝卜素、δ-胡萝卜素、ε-胡萝卜素、硅甲藻素、硅黄藻素和岩藻黄素。同化产物(贮藏物)为金藻昆布糖、油和异染小粒(volutin)。硅藻繁殖最普遍的方式是细胞分裂，也可通过产生小孢子、休眠孢子和复大孢子(有性繁殖)等方式来繁殖。

根据生活习性硅藻可分为浮游和底栖两大类：前者在水体中漂浮，后者则附着于水底岩石、沙、泥或其他物体或生物体体表。

硅藻的细胞形态、细胞壁的硅质花结构(如壳面上不同的硅质结构、花纹结构和排列形式、纵沟的有无及纵沟的类型等)、有性繁殖的类型和复大孢子的形态等性状特征，都是硅藻门内各级分类的主要依据。

中国海域有1 395种以上[2]342。分别隶属于中心纲 Centricae 盘状硅藻亚目 Discoidales 直链藻科 Melosiraceae、圆筛藻科 Coscinodiscaceae、海链藻科 Thalassiosiraceae、骨条藻科 Skeletonemaceae、细柱藻科 Leptocylindraceae；管状硅藻亚目 Solenoideae 根管藻科 Rhizosoleniaceae；盒形藻亚目 Biddulphineae 辐杆藻科 Bacteriastraceae、角毛藻科 Chaetoceraceae、盒形藻科 Biddulphiaceae、真弯藻科 Eucamplaceae；舟辐硅藻亚目舟辐硅藻科 Rutilariaceae[31]312-404；羽纹硅藻纲 Pennatae 无壳缝硅藻目 Araphidinales 脆杆藻科 Fragilariaceae、海线藻科 Thalassionemaceae；有壳缝硅藻目 Raphidinales 单壳缝硅藻亚目 Monoraphidineae 穹杆藻科 Achnanthaceae、褐指藻科 Phaeodactylaceae；双壳缝硅藻亚目 Biraphidineae 舟形藻科 Naviculaceae；菱形硅藻亚目 Nitzachioideae 棍形藻科 Bacillariaceae；双菱硅藻亚目 Surirellodeae 双菱藻科

Surirellaceae[32]384-404。

迄今,硅藻门中作为药源的物种并不多,且都隶属于羽纹纲 Pennatae 脆杆藻科 Fragilariaceae、菱形藻科 Nitzschiaceae、棍形藻科 Bacillariaceae。

1. 脆杆藻科 Fragilariaceae

本科的星杆藻属 *Asterionella* 和楔形藻属 *Licmophora* 有药用物种。

(1) 星杆藻属 *Asterionella* (4 种)。中国海域内有 5 种[3]42,4 种入药。其中冰河拟星杆藻 *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round 有解毒消炎之功效[4]39;标志布莱克里亚藻 *Bleakeleya notata* (Grun.) Grunow、加拉星平藻 *Asteroplamus karianus* (Grunow) Gardner et Crawford 都有清热解毒、消肿止痛的功效[4]86[4]227。

日本星杆藻 *Asterionella japonica* Cleve[4]39 更名为冰河拟星杆藻 *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round[33]273,标志星杆藻 *Asterionella notata* (Grun.) Grunow[4]227 更名为标志布莱克里亚藻 *Bleakeleya notata* (Grun.) Grunow[33]273,加拉(加里亚)星杆藻 *Asterionella kaeiana* Grun 更名为加拉星平藻 *Asteroplamus karianus* (Grunow) Gardner et Crawford[33]273。

《藻类名词及名称》和《中国海洋生物种类与分布》仍然沿用日本星杆藻、标志星杆藻和加拉(加里亚)星杆藻旧名[3]42[12]69。

《中国海洋药物辞典》收录的勃氏星杆藻 *Asterionella bleakerleyi* Smith 在《中国海洋生物种类与分布》[3]42 和《藻类名词及名称》[12]69 内都无记载。

(2) 楔形藻属 *Licmophora*(1 种)。中国海域有 7 种 2 变种[3]45。其中只有短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata* Agardh 入药,具有解毒消炎之功效[4]370。

《中国海洋药物辞典》记载的林氏楔形藻 *Licmophora lyngbyei* (Kutz.) Grun. H. H. Gran 是短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata* Agardh 的同物异名,林氏楔形藻引用的物种图与短纹楔形藻图完全相同;《中国海洋生物种类与分布》[3]45 和《藻类名词及名称》[12]173 中都无林氏楔形藻的记录。

2. 棍形藻科 Bacillariaceae(菱形藻科 Nitzschiaceae)

本科只有菱形藻属 *Nitzschia* 和筒柱藻属 *Cylindrotheca* 有药用物种。

(1) 菱形藻属 *Nitzschia*(3 种)。中国海域有 39 种 11 变种[3]48。其中只有长菱形藻 *N. longissima* (Bréb) Ralfs、尖刺伪菱形藻 *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex P. T. Cleve) Hasle 和寒冷(带)菱形藻 *Nitzschia frigida* Grunow 入药,都有解毒消炎之功效[4]59,332。

(2) 筒柱藻属 *Cylindrotheca*(1 种)。中国海域内有 2 种 1 变种[3]48。其中新月筒柱藻 *C. closterium* (Ehrenberg) Lewin & Reimann 入药,有解毒消炎之功效[4]332。新月筒柱藻由新月菱形藻 *Nitzschia closterium* W. Smith 脱离菱形藻属 *Nitzschia* 转入筒柱藻属 *Cylindrotheca* 而得名[3]48。

6.1.3.6 褐藻门中的药源生物

褐藻门中没有单细胞藻体或群体结构的物种,藻体都较大,最大的可长达 100 m 以上(巨藻 *Macrocystis* sp.),藻体结构相对其他藻类复杂。细胞内色素体含有叶绿素 a、叶绿素 c、叶黄素、β-胡萝卜素、褐藻素[如墨角藻黄素(fucoxanthin)、新墨角藻黄素 A (neo fucoxanthin A)、新墨角藻黄素 B (neo fucoxanthin B)、堇黄素(violaxanthin)、叶黄氧茂素(flavoxanthin)、新叶黄素(neoxanthin)]等色素,藻体呈现褐绿色、棕褐色或褐色。藻体颜色变化较大,是由于不同物种所含各种色素的比例不同。同化产物(贮藏物)主要是可溶性碳水化合物、褐藻淀粉、甘露醇和油。褐藻大多数的属都有有性生殖(同配、异配和卵配),无性生殖借助孢子的作用。无论配子还是孢子,其外形都是梨形或梭形,并侧生 2 根不等长的鞭毛。大多数属的物种的生活史都有世代交替。

海生褐藻都营固着生活,只有极个别物种营飘浮生活,如马尾藻海内的马尾藻,这些马尾藻原本也是在近岸、浅海中固着生活,由于藻体折断,被大西洋环流传送汇聚在一起而改营飘浮生活,马尾藻海也由此得名。

褐藻门约有 1500 种。中国海域有 200 余种[2]350。根据藻体形态、构造、生长、繁殖类型和生活史等特征,褐藻分别隶属于褐藻纲 Phaeophyceae 的以下目、科。

水云目 Ectocarpales 水云科 Ectocarpaceae;褐壳藻目 Ralfsiales 褐壳藻科 Ralfsiaceae;黑顶藻目 Sphacelariales 黑顶藻科 Sphacelariaceae;网地藻目 Dictyotales 网地藻科 Dictyotaceae;索藻目 Chordariales 顶毛藻科 Acrotrichaceae、索藻科 Chordariaceae、短毛藻科 Elachistaceae、黏膜藻科 Leathesiaceae、狭果藻科 Spermatochnaceae;网管藻目 Dictyosiphonales 网管藻科 Dictyosphonaceae、粗粒藻科 Asperococcaceae、点叶藻科 Punctariaceae、环囊藻科 Stririaceae;萱藻目 Scytosiphonales 萱藻科 Scytosiphonaceae、毛孢藻科 Chnoosporaceae;毛头藻目 Sporochhales 毛头藻科 Sporochnaceae;酸藻目 Desmarestiales 酸藻科 Desmarestiaceae;绳藻目 Cnordariales 铁钉菜科 Ishigeaceae、翅藻科 Alariaceae、绳藻科 Chordaceae、海带科 Laminariaceae;墨角藻目 Fucales 墨角藻科 Fucaceae、马尾藻科 Sargassaceae[13]。

褐藻门的药源物种分布在以下各科。

1. 水云科

本科内仅对个别属的物种的药用活性物质进行过

研究。

水云属 *Ectocarpus*(1 种)。中国海域有 12 种[3]231。其中水云 *Ectocarpus arctus* Kuetz. 由《全国中草药名鉴》收录,药名"水云"[17]3。水云的提取物作为抗肿瘤活性前体的来源,值得深入研究;对白血病(HL-60)肿瘤细胞的抑制率 56.9%;对人肺腺癌(A-549)肿瘤细胞的抑制率 89.1%[27]3。

《中国海洋生物种类与分布》记载有水云 *Ectocarpus arctus* Kuetz.(同物异名为 *Ectocarpus confervoides* (Roth) Le Jolis.)[3]231;*Common Seaweeds of China* 记载有 *Ectocarpus confervoides* (Roth) Le Jolis.[28]168;《药用植物辞典》还收录了短节水云 *Ectocarpus breviarticulatus* J. Ag. 为药源物种[20]285。但在《中国海洋生物种类与分布》和《藻类名词及名称》中都无本种的记录。

2. 网地藻科

本科的网翼藻属 *Dictyopteris*、网地藻属 *Dictyota* 和团扇藻属 *Padina* 有药源物种。

(1) 网翼藻属 *Dictyopteris*(2 种)。中国海域有 5 种[3]233。其中叉开网翼藻 *D. divaricata* (Okam.)Okam. 和匍匐网翼藻 *D. repens* (Okam.) Boerg 分别由《全国中草药名鉴》[17]2和《现代海洋药物学》[11]1340收录为药用海藻,药名统称"网翼藻"。后者具有抗肿瘤、抗真菌之功效[11]1340。

(2) 网地藻属 *Dictyota*(5 种)。中国海域有 9 种[3]233。其中鹿角网地藻 *D. cervicornis* Kuetz. 有祛风除湿之功效[4]295;网地藻 *D. dichotoma* (Huds.) Lamx. 和叉开网地藻 *D. divaricata* Lamx. 都有解毒消炎、杀虫之功效[4]25,125,药名统称"网地藻"。

《药用植物辞典》还收录了脆弱网地藻 *D. friabilis* Setchell 和线状网地藻 *D. linearis* (C. Ag.) Grev. 为药用[20]263。

《药用植物辞典》记载的 3 种药用网地藻:巴氏网地藻 *D. bartayresii*、长毛网地藻 *Dictyota crenulata* J. Ag. 和扇形网地藻 *D. flabellata*[20]263在《中国海洋生物与分布》内无记录。

(3) 团扇藻属 *Padina*(1 种)。中国海域有 8 种[3]234。只有大团扇藻 *P. crassa* Yamada 从其 CH_2Cl_2 提取物中分离得到一种对人早幼粒白血病细胞(HL-60)具有明显分化诱导活性的化合物[34]。

3. 黏膜藻科

本科内仅有对个别属的物种的药用活性物质进行过研究。

黏膜藻属 *Leathesia*(1 种)。中国海域内已发现有 3 种[3]232。其中小黏膜藻 *L. nana* Setchell et Gardner 的提取物作为抗肿瘤活性前体的来源,值得深入研究;对白血病(HL-60)肿瘤细胞的抑制率 84.3%;对人肺腺癌(A-549)肿瘤细胞的抑制率 96.1%[27]3。

4. 狭果藻科(海蕴科[23]55)

中国海域只发现海蕴属 *Nemacystus*[3]232。中国海域只有海蕴 *N. decipiens* (Sur.) Kuckuck[3]232被列入药源物种,药名"海蕴",有软坚散结、消痰利水之功效[5]450。

5. 点叶藻科

本科内仅对个别属的物种的药用活性物质进行过研究。

点叶藻属 *Punctaria*(1 种)。中国海域有 2 种[3]233。其中点叶藻 *P. latifolia* Grev. 的提取物作为抗肿瘤活性前体的来源,值得深入研究;对白血病(HL-60)肿瘤细胞的抑制率 7.8%;对人肺腺癌(A-549)肿瘤细胞的抑制率 96.3%[27]3。

6. 萱藻科

本科的萱藻属 *Scytosiphon*、鹅肠菜属 *Endarachne*、网胰藻属 *Hydroclathrus* 都有药源物种。

(1) 萱藻属 *Scytosiphon*(1 种)。中国海域有 2 种[3]233。只有萱藻 *S. lomemtarius* (Lyngb.) J. Ag. 入药,药名"萱藻",有软坚散结、清热化痰之功效[5]453;有清热解毒、软坚、化痰的功效[4]351。

(2) 鹅肠菜属 *Endarachne*(1 种)。中国海域只有鹅肠菜 *E. binghamiae* J. Ag.[3]233已入药,药名"鹅肠菜",有软坚散结、清热化痰之功效[4]373[5]452。

(3) 网胰藻属 *Hydroclathrus*(2 种)。中国海域有 2 种[3]233,网胰藻 *H. clathratus* Howe 和纤细网胰藻 *H. tenuis* Tseng et Lu。后者的化学成分中,分离所得到的 3 个单体化合物对艾氏腹水癌细胞有很好的抗癌活性[35]6,薄叶网胰藻为前者的别名[12]146。

7. 酸藻科

酸藻属 *Desmarestia*(1 种)。中国海域只有酸藻 *D. viridis* (Muller) Lamx.[3]235,其提取物作为抗肿瘤活性前体的来源,值得深入研究;对白血病(HL-60)肿瘤细胞的抑制率 6.9%,对人肺腺癌(A-549)肿瘤细胞的抑制率 93.6%[27]3。

8. 铁钉菜科

本科只有铁钉菜属 *Ishige*。中国海域有 2 种:铁钉菜 *I. okamurae* Yendo 和叶状铁丁菜 *I. sinicola* (Sectchell et Gardner) Chihara[3]232,都为药源种,药名"铁钉菜",有软坚散结、解毒、驱虫之功效[5]451。

扁铁钉菜 *I. foliacea*[9]14 是叶状铁丁菜的同物异名[3]232。

9. 绳藻科

中国海域有 2 属,海带属 *Laminaria* 和绳藻属 *Chorda*[3]235,都已入药。

海带属 *Laminaria*(1 种)。本属约有 30 种,中国海域只有海带 *L. japonica* Aresch[3]235,作为药用海藻已列入《中华人民共和国药典》,药名"昆布",有软坚散结、消痰、利水的功效[36]146。可治甲状腺肿、颈淋巴结肿、慢性气管炎、哮喘、高血压[9]14。

绳藻属 *Chorda*(1 种)。中国海域只有绳藻 *C. filum* (L.) Lamx.[2]235,作为药用海藻被收录,药名"绳藻"。有软坚、祛痰、利尿、降压之功效[5]453。

10. 翅藻科

中国海域有 2 属,均已入药。

(1) 昆布属 *Ecklonia*(1 种)。中国海域只有昆布 *E. kurome* Okam.[3]235,作为药用海藻列代本草都有记载,已列入《中华人民共和国药典》,药名"昆布",有软坚散结、消痰、利水之功效[36]146。可治甲状腺肿、支气管炎、肺结核、老年白内障[9]15。

中国汕头地区把绿藻门石莼科的石莼 *Ulva lactuca* L.、孔石莼 *U. pertusa* Kjellm. 和蛎菜 *U. conglobata* Kjellm. 等作为"昆布"使用,同样都具有清热、软坚散结之功效,还有降血脂作用[37]。

(2) 裙带菜属 *Undaria*(1 种)。中国海域只有裙带菜 *U. pinnatifida* (Harv.) Sur.[3]235,作为药用海藻,药名"昆布",有消痰软坚、利水退肿之功效[5]454。可治甲状腺肿、颈淋巴结肿、肝脾肿大、水肿[9]15。

《中华人民共和国药典》记载的"昆布"包含海带 *Laminaria japonica* Aresch. 和昆布 *Ecklonia kurome* Okam. 2 种[36]146,《中华本草》又增加 1 种,裙带菜 *Undaria pinnatifida* (Harv.)Sur.[5]455。

11. 巨藻科

巨藻属 *Macrocystis*(1 种)。引进物种之一为梨形巨藻 *M. pyrifera* (L.) C. Ag.,作为药用海藻,药名亦称"巨藻"。能缓解心绞痛[5]459。

迄今,中国大陆沿海未发现有本科自然生长的属和物种。1978 年,由黄海水产研究所(青岛)从墨西哥引进巨藻属的物种,在辽宁大连、山东长山列岛海域养殖。

12. 墨角藻科

本科只有 1 属,鹿角菜属 *Pelvetia*。中国海域只有鹿角菜 *P. siliquosa* Tseng et C. F. Chang[28]208[38]20,作为药用海藻,药名"鹿角菜",有软坚散结、清热化痰之功效[4]294[5]460。可治甲状腺肿、颈淋巴结肿、支气管炎、咳嗽、肺结核[9]15。

13. 马尾藻科

本科羊栖菜属 *Hizikia*、马尾藻属 *Sargassum* 和喇叭藻属 *Turbinaria* 有若干物种为药用种。

(1) 羊栖菜属 *Hizikia*(1 种)。中国海域内,羊栖菜 *H. fusiforme* (Harv.) Okamura 作为药用海藻,历代本草都有记载,被称为"小叶海藻",药名"海藻"。《中华人民共和国药典》以药名"海藻"收录,有软坚散结、消痰、利水之功效[36]208。可治颈淋巴结核、甲状腺肿大[9]14。

(2) 马尾藻属 *Sargassum*(15 种)。中国海域有 130 种(包括变种)[38]33-199。其中仅有海蒿子 *S. confusum* C. Ag.、无肋马尾藻 *S. fulvellum* (Turn.) C. Ag.、半叶马尾藻中国变种 *S. hemiphyllum* (Turn.) var. chinense J. Agardh、亨氏马尾藻 *S. henslowianum* C. Ag.、铜藻 *S. horneri* (Turn.) C. Ag.、海黍子 *S. muticum* (Yendo) Fensholt、匍枝马尾藻 *S. ploycystum* C. Ag.、裂叶马尾藻 *siliquastrum* (Turn.) Ag.、鼠尾藻 *S. thunbergii* (Mert. ex Roth) O. Kuetz. 和瓦氏马尾藻 *S. vachellianum* Grev. 等 10 种作为药用海藻[4]460[5]460-466[15]408。

在中国的不同地区曾把几种马尾藻如裂叶马尾藻(广东、广西、辽宁、天津等地区)、海黍子(内蒙古、山东、江西、贵州地区)、半叶马尾藻中国变种(广东、广西、甘肃地区)、鼠尾藻(甘肃、辽宁沈阳、锦州)、亨氏马尾藻(广东、福建厦门)、匍枝马尾藻(广东、辽宁沈阳)、瓦氏马尾藻(安徽、辽宁地区)、铜藻(福建)、无肋马尾藻(辽宁)作为海藻使用[5]466;另在汕头南澳岛和潮阳海门等地区的中药海藻的原植物,主要为马尾藻属的半叶马尾藻中国变种 *S. hemiphyllum* (Turn.) var. *chinense* J. Agardh、亨氏马尾藻 *S. henslowianum* C. Ag. 和瓦氏马尾藻 *S. vachellianum* Grev.,它们都同样具有散结、消痰、利水之功效[37]26[39]495。

另有无肋马尾藻、亨氏马尾藻、鼠尾藻和铜藻等 4 种入药,药名统称"海茜",有软坚散结、清热化痰、利水之功能[5]460-462;此外,草叶马尾藻 *S. graminifollium* (Turner) J. Agardh 具有软坚散结、清热解毒之功效[22]14;多孢马尾藻 *S. polyporum* Montagne、灰叶马尾藻 *S. cinereum* J. Agardh、重缘叶马尾藻 *S. duplicatum* Bory 等的脂肪酸含量丰富,富含 $C_{18:3}$和 $C_{20:5}$,具有开发价值[40]23;果叶马尾藻 *S. carpophyllum* J. Agardh 在民间用于治疗气管炎、甲状腺肿大,有抑制肿瘤活性之功效[41]5-9[42]28-30。

据《现代海洋药物学》记载,凹顶马尾藻 *S. emarginatum* Tseng et Lu 和叶囊马尾藻 *S. phyllocystum* Tseng et Lu 都有软坚散结、清热解毒之功效,后者还有利尿之功效[11]1335;《全国中草药汇鉴》还收录了锯齿马尾藻 *S. serratifolium* (C. Agardh) C. Agardh 为药用[17]5。

《中华人民共和国药典》记载药名"海藻"的基原为海蒿子(大叶海藻)*S. pallidum* (Turn.) C. Ag. 和羊栖菜(小叶海藻)*S. fusiforme* (Harv.) Setchell[36]208。但据《中国海藻志》,海蒿子 *S. pallidum* (Turn.) C. Ag. 应正名为 *S. confusum* C. Ag.[38]52;原隶属于马尾藻属的羊

栖菜 *S. fusiforme* (Harv.) Setchell,已另立羊栖菜属 *Hizikia*,学名改为 *Hizikia fusiforme* (Harv.) Okamura[38]32;中国海域未发现半叶马尾藻原种,原名半叶马尾藻 *S. hemiphyllum* (Turn.) C. Ag. 应改为半叶马尾藻中国变种 *S. hemiphyllum* (Turn.) var. *chinense* J. Agardh[38]50。

(3) 喇叭藻属 *Turbinaria*(2 种)。中国海域有 7 种 1 变型[38]25。《现代海洋药物学》记载拟小叶喇叭藻 *T. conoides* (J. Agardh) Kuetzing 有 A、B、O 型血凝集的药用功能[11]1340;喇叭藻 *T. ornata* (Turner) J. Agardh 的药用功能为细胞毒性(含甾醇类物质)[11]1339。

《现代海洋药物学》记载的拟小叶喇叭藻 *T. ornata* 学名与喇叭藻 *T. ornata* 的完全相同,药用功能也完全相同,两者应是同一个物种[11]1339;记载的 *Turbibaria conoides* (小喇叭藻)应是拟小叶喇叭藻的学名,小叶喇叭藻的学名是 *T. parvifolia* Tseng et Lu[38]25。

《药用植物辞典》收录的锥形喇叭藻 *T. turbinata* Tseng et Lu(有与拟小叶喇叭藻 *T. ornata* 相同之功效)在《中国海藻志》马尾藻科喇叭藻属中没有记载[38]25。

6.1.3.7 绿藻门中的药源生物

绿藻门在整个藻类中有其特殊的地位,所有物种通常呈现草绿色。藻体细胞壁含有纤维素;色素体含有的色素为叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素及胡萝卜素;色素体内含有淀粉核,光合作用的产物为淀粉。绿藻门物种的这些细胞学特征都与高等维管束植物相似,因此,与其他门藻类相比,它们被认为与高等维管束植物的亲缘关系更接近。

绿藻门的物种有多种形态和藻体结构:有能游动的或非游动的单细胞体或群体、丝状体、膜(叶)状体、异丝体和管状多核体等。不同的藻体形态反映出植物由运动到附着、固定,由单细胞体到群体、单列丝体、分枝丝体,直到异丝体的进化过程,管状多核体的形态结构显然是进化过程中的盲枝。

绿藻门物种普遍存在有性繁殖。游动细胞,包括生殖细胞都有 2 根或 4 根等长的鞭毛。

生活在海洋中的绿藻多数在潮间带附着营固定生活的。

绿藻门根据物种的形态结构、生殖方式和生殖细胞形态结构的不同,分为两个纲:

(1) 接合藻纲 Conjugatophyceae。本纲物种的共同特征是:营养细胞或生殖细胞无鞭毛,不能游动,有性繁殖方式为接合生殖。营淡水生活。

(2) 绿藻纲 Chlorphyceae。本纲物种的共同特征是:藻体细胞或生殖细胞有鞭毛,能够游动,有性繁殖方式为非接合生殖。营海水或淡水生活。

海产绿藻约 900 种[2]351,中国海域超过 194 种[3]222,分别隶属于绿藻纲 Chlorphyceae 的以下目、科。

团藻目 Volvocales 多鞭藻科 Polyblepharidaceae;四孢藻目 Tetrasporales 四孢藻科 Tetrasporaceae;绿球藻目 Chlorococcales 内球藻科 Endosphaeraceae;丝藻目 Ulotrichales 科氏藻科 Collinsiellaceae、丝藻科 Ulotrichaceae;胶毛藻目 Chaetophorales 胶毛藻科 Chaetophoraceae;褐友藻目 Phaeophilales 褐友藻科 Phaeophilaceae;石莼目 Ulvales 科恩氏藻科 Kornmanniaceae、礁膜科 Monostromataceae、石莼科 Ulvaceae;刚毛藻目 Cladophorales 肋叶藻科 Anadyomenaceae、刚毛藻科 Cladophoraceae;顶管藻目 Acrosiphoniales 顶管藻科 Acrosiphoniaceae;管枝藻目 Siphonocladales 棉絮藻科 Boodleaceae、管枝藻科 Siphonocladaceae、发囊藻科 Valoniaceae;蕨藻目 Caulerpales 蕨藻科 Caulerpaceae、钙扇藻科 Udoteaceae;松藻目 Codiales 松藻科 Codiaceae;羽藻目 Bryopsidales 羽藻科 Bryopsidaceae、德氏藻科 Derbesiaceae;绒枝藻目 Dasycladales 绒枝藻科 Dasycladaceae、多叶藻科 Polyphysaceae[13]。

绿藻门的海洋药源物种主要分布在绿藻纲以下各科。

1. 多鞭藻科

本科中只有盐藻属 *Dunaliella* 的盐生杜氏藻 *D. salina* (Dunal) Teodoresco 有药用价值,盐生杜氏藻有扶助正气之功效。

2. 丝藻科

丝藻科内只包含丝藻属 *Ulothrix*,有个别物种入药。

丝藻属 *Ulothrix*(1 种)。本属包含软丝藻 *U. flacca* (Dillw.) Thur.、缠绕丝藻 *U. implexa* Kuetz.[3]240。前者已入药,药名"软丝藻",有清热利水、化痰止咳之功效[5]441,442;另有软坚散结、利水消肿之功效[4]185。

3. 礁膜科

中国海域只有礁膜属 *Monostroma*。已发现有 6 种[3]240。其中,礁膜 *M. nitidum* Wittr.、小礁膜 *M. zostericola* Tilden 入药,药名"礁膜";北极礁膜 *M. arcticum* Wittr.、厚礁膜 *M. crassifolia* Tseng et C. F. Chang 入药,药名"厚礁膜"。

《中华本草》收录了礁膜和北极礁膜,药名统称"礁膜",有清热利水、化痰止咳之功效[5]442;《中国海洋药物辞典》也收录了礁膜和北极礁膜[4]331,417;小礁膜和厚礁膜分别由《中国中药资源志要》[10]5和《全国中草药名鉴》[17]1收录,都有相同的功效。

M. angicava Kjillm 的中文名为囊礁膜[23]35,又称袋礁膜[4]331,被归属于北极礁膜的同物异名[28]250。袋礁膜 *M. arcticum* Wittr. [5]442的中文名有误,应称其为北极

礁膜[12]188。

4. 石莼科

本科的浒苔属 *Enteromorpha*、石莼属 *Ulva* 都有药用物种。

(1) 浒苔属 *Enteromorpha*(6 种)。中国海域有 15 种(包含变种)[2]240,241。其中,浒苔 *E. prolifera* (Muell.) J. Ag.、条浒苔 *E. clathrata* (Roth) Grev.、扁浒苔 *E. compressa* (L.)Grev.、缘管浒苔 *E. linza* (L.) L. Ag.、曲浒苔 *E. flexuosa* (Wulf.) L. Ag.、肠浒苔 *E. intestinalis* (L.) Link 和管浒苔 *E. tubulosa* Kuetz 等 7 种已入药,统称"干苔",都具有软坚散结、化痰消积、解毒消肿之功效[4]123,162,174,248,256,375,397[5]443,444;扁浒苔和管浒苔有止血的功效[4]256,375。

(2) 石莼属 *Ulva*(4 种)。中国海域有 7 种[3]241。其中 4 种已入药:蛎菜 *U. conglobata* Kjellm.、石莼 *U. lactuca* L.、孔石莼 *U. pertusa* Kjellm.、裂片石莼 *U. fasciata* Delile。除蛎菜单列药名为"蛎菜",有清热解毒、利尿的功效外[4]319[5]445,其他 3 种的药名统称"石莼",都具有利水消肿、软坚化痰、清热解毒之功效[5]446;孔石莼还有降低血压之功效[4]75。

长石莼 *U. linza* L.[4]375 应是缘管浒苔 *Entermorpha linza* (L.) L. Ag. 的同物异名[28]254。

5. 刚毛藻科

本科只有刚毛藻属 *Cladophora* 的个别物种有药用价值。

刚毛藻属 *Cladophora*(1 种)。中国海域有 25 种。仅发现束生刚毛藻 *C. fascicularis* (Mert.) Kuetzing 有抗肿瘤、抗病毒,治疗心血管疾病及肺炎、脑膜炎之功效[18]53。

6. 蕨藻科

中国海域只有蕨藻属 *Caulerpa*,有 10 种 4 变种[3]244。

蕨藻属 *Caulerpa*(4 种)。钱币状蕨藻 *C. mummularia* Harv. Ex J. Ag.、冈村蕨藻 *C. okamurae* W. -v. Bosse、盾叶蕨藻 *C. peltata* Lamx. var. *typica* W. -v. Bosse、总状蕨藻棒状变种 *C. racemosa* (Forssk.) W. -v. Bosse v. *clavifera* (Turn.) W. -v. Bos. 已收录为药用,都有镇惊安神之功效[4]64,233,252,285,药名统称"蕨藻"。

中国海域无总状蕨藻的原种,只发现 2 变种:总状蕨藻棒状变种 *C. racemosa* (Forssk.) W. -v. Bosse v. *clavifera* (Turn.) W. -v. Bos. 和总状蕨藻西方变种 *C. racemosa* (Forrsk.) J. Ag. v. occidentalis (J. Ag.) Boerg.[3]226。《中国海洋药物辞典》[4]252 和《中国中药资源志要》[10]7 收录的总状蕨藻 *C. racemosa* (Forssk.) W. -v. Bosse 可能是总状蕨藻棒状变种。

7. 松藻科

本科只有松藻属 *Codium* 有药用物种。

松藻属 *Codium*(2 种)。中国海域有 12 种[3]245。只有刺松藻 *C. fragile* (Sur.) Heriot 和长松藻 *C. cylindricum* Holm. 收录为药用,统一药名"水松",有清暑解毒、利水消肿、驱虫的作用[5]447。

6.1.4 海洋药用高等植物与物种鉴定

海洋高等植物与陆生高等植物在外形上都有根、茎、叶的区分;内部结构都有相同的组织分化。不同的是,海洋高等植物具有能适应于海水或在盐碱环境条件下生活的排盐组织结构。它们的分类依据与陆生高等植物一致,分类系统也归属于高等植物进化分类系统。

据《中国海洋生物种类与分布》记载,中国海洋维管植物 Tracheophyta 有 414 种[3]251-264。其中,蕨类植物门 Pteridophyta 有 11 种,分别隶属于海金沙科 Lygodiaceae、莎草蕨科 Schizaeaceae、鳞始蕨科 Lindsaeaceae、裸子蕨科 Hemionitidaceae、金星蕨科 Thelypteridaceae、乌毛蕨科 Blechnaceae、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae、卤蕨科 Acrostichaceae;裸子植物门 Gymnospermae 有 3 种,隶属于松科 Pinaceae;被子植物门 Angiospermae 有 400 种,分别隶属于双子叶植物纲 Dicotyledoneae 和单子叶植物纲 Monocotyledoneae。

双子叶植物纲 Dicotyledoneae 有 262 种,隶属于木麻黄科 Casuarinaceae、桑科 Moraceae、铁青树科 Olacaceae、蓼科 Polygonaceae、藜科 Chenopodiaceae、苋科 Amaranthaceae、紫茉莉科 Nyctaginaceae、番杏科 Aizoaceae、马齿苋科 Portulacaceae、石竹科 Caryophyllaceae、防己科 Menispermaceae、樟科 Lauraceae、莲叶桐科 Hernandiaceae、十字花科 Brassicaceae、猪笼草科 Nepenthaceae、茅膏菜科 Droseraceae、景天科 Crassulaceae、海桐花科 Pittosporaceae、蔷薇科 Rosaceae、豆科 Leguminosae、酢浆草科 Oxalidaceae、牻牛儿苗科 Geraniaceae、蒺藜科 Zygophyllaceae、芸香科 Rutaceae、苦木科 Simaroubaceae、楝科 Meliaceae、大戟科 Euphorbiaceae、漆树科 Anacardiaceae、卫矛科 Celastraceae、刺茉莉科 Salvadoraceae、无患子科 Sapindaceae、鼠李科 Rhamnaceae、椴树科 Tiliaceae、锦葵科 Malvaceae、梧桐科 Sterculiaceae、五桠果科 Dilleniaceae、山茶科 Theaceae、藤黄科 Guttiferae、龙脑香科 Dipterocarpaceae、沟繁缕科 Elatinaceae、柽柳科 Tamaricaceae、大风子科 Flacourtiaceae、仙人掌科 Cactaceae、瑞香科 Thymelaeaceae、胡颓子科 Elaeagnaceae、千屈菜科 Lythraceae、海桑科 Sonneratiaceae、玉蕊科 Lecythidaceae、红树科 Rhizophoraceae、使君子科 Combretaceae、桃金娘

科 Myrtaceae、柳叶菜科 Onagraceae、伞形科 Umbelliferae、紫金牛科 Myrsinaceae、报春花科 Primulaceae、白花丹科 Plumbaginaceae、夹竹桃科 Apocynaceae、萝摩科 Asclepiadaceae、旋花科 Convolvulaceae、紫草科 Boraginaceae、马鞭草科 Verbenaceae、唇形科 Labiatae、茄科 Solanaceae、玄参科 Scrophulariaceae、紫葳科 Bignoniaceae、爵床科 Acanthaceae、苦槛蓝科 Myoporaceae、茜草科 Rubiaceae、草海桐科 Goodeniaceae、菊科 Compositae 等。

单子叶植物纲 Monocotyledoneae 有 138 种，隶属于香蒲科 Typhaceae、露兜树科 Pandanaceae、眼子菜科 Potamogetonaceae、水麦冬科 Juncaginaceae、水鳖科 Hydrocharitaceae、禾本科 Gramineae、莎草科 Cyperaceae、棕榈科 Palmae、须叶藤科 Flagellariaceae、帚灯草科 Restionaceae、刺鳞草科 Centrolepidaceae、黄眼草科 Xyridaceae、谷精草科 Eriocaulaceae、鸭跖草科 Commelinaceae、田葱科 Philydraceae、灯心草科 Juncaceae、百合科 Liliaceae、石蒜科 Amaryllidaceae、鸢尾科 Iridaceae、姜科 Zingiberaceae 等。

《中国海洋生物种类与分布》记载的 414 种海洋维管植物中，真正的海洋维管植物仅有 40 种红树和半红树，以及 13 种海草[43]38。相当数量的物种是在海岸带范围内的海滩盐碱植物和滨海陆生植物。如果把其中的如裸子植物门中的马尾松 *Pinus massoniana* Lamb. 和黑松 *P. thunbergii* Parl. 等单列，称之为海洋生物，通常是很难被认可的。

本书收录的海洋药源维管植物除直接生活在海水中的红树和海草以外，还包含部分盐沼植物[43]119和滩涂植物物种，即海岸带上与海水有不同程度接触的海湾湿地维管植物。

6.1.4.1 蕨类植物门中的药源生物

蕨类植物门中的药源生物只有 1 科 1 属 1 种，即鳞毛蕨科贯众属 *Cyrtomium* 的全缘贯众 *C. falcatum* (L. f.) Presl，药名“小贯众”。《中华本草》记载“小贯众”的原植物为贯众 *C. fortunei* J. Sm. (*Aspidium falcatum* Sweet var. *fortunei* (J. Sm. Bak. ex Makino)[44]190，但在附注中提到全缘贯众 *C. falcatum* (L. f.) Presl 的根茎及叶柄基部亦可作本品入药[44]191。“小贯众”有清热解毒、凉血祛瘀、驱虫之功效[44]190。

6.1.4.2 被子植物门双子叶植物纲中的药源生物

1. 木麻黄科

本科木麻黄属 *Casuarina* 有 1 种入药。本属的木麻黄 *C. equisetifolia* Linn.，药名“木麻黄”，有宣肺止咳、行气止痛、温中止泻、利湿之功效[44]365；种子入药，药名“木麻黄种子”，有涩肠止泻之功效。

2. 蓼科

本科蓼属 *Polygonum* 和酸模属 *Rumex* 各有 1 种入药。

(1) 蓼属 *Polygonum* (1 种)。本属的西伯利亚蓼 *P. sibiricum* Laxm. 入药，药名“西伯利亚蓼”，有清热解毒、祛风除湿之功效[10]229。

(2) 酸模属 *Rumex* (1 种)。本属的羊蹄 *R. japonicus* Houtt. 入药，药名“羊蹄”。叶入药，药名“羊蹄叶”，有清热解毒、凉血止血、通便、消肿、杀虫止痒之功效；果实入药，药名“羊蹄实”，有凉血止血、通便之功效[44]729。

3. 藜科

本科的滨藜属 *Atriplex*、藜属 *Chenopodium*、盐角草属 *Salicornia* 和碱蓬属 *Suaeda* 都有药用物种。

(1) 滨藜属 *Atriplex* (4 种)。本属的中亚滨藜 *A. centralasiatica* Iljin、西伯利亚滨藜 *A. sibirica* L.、海滨藜 *A. maximowicziana* Makino 和匍匐滨藜 *A. repens* Roth 都入药。中亚滨藜和西伯利亚滨藜的药名统称“软蒺藜”，已收入山东省地方标准。具有清肝明目、祛风活血、消肿之功效[10]252；海滨藜的药名“海芙蓉”，具有利湿、消肿之功效[10]252；匍匐滨藜药名同物种名，具有祛风除湿、活血通经、解毒消肿之功效[44]806。

(2) 藜属 *Chenopodium* (1 种)。本属只有灰绿藜 *C. glaucum* L. 入药，幼苗期全草的药名“藜”，有疏风清热、解毒利湿、清肠治痢、杀虫止痒之功效；果实与种子入药，药名“藜实”，有清热祛湿、利水通淋、杀虫止痒之功效。

(3) 盐角草属 *Salicornia* (1 种)。本属只有盐角草 *S. europaea* L. 入药，药名“海蓬子”。具有平肝、利尿、降压之功效[44]822。

(4) 碱蓬属 *Suaeda* (2 种)。本属有碱蓬(灰绿碱蓬、碱蒿[3]254)*S. glauca* (Bunge) Bunge 入药，药名即为物种名，具有清热、消积之功效[10]257；盐地碱蓬 *S. salsa* (L.) Pall. 种子油适于高血压、冠心病患者食用，具有降血脂、抗氧化之功效。

4. 番杏科

本科的番杏属 *Tetragonia* 有 1 种入药。本属的番杏 *T. tetragonioides* (Pall.) Kuntze 入药，药名“番杏”，有疏风清热、解毒消肿之功效[44]752。

5. 马齿苋科

本科的马齿苋属 *Portulaca* 有 1 种入药。本属的毛马齿苋 *P. pilosa* L. 入药，药名“日中花”，有清热利湿、解毒之功效[44]758。

6. 茅膏菜科

本科茅膏菜属 *Drosera* 有 1 种入药。本属的长叶茅膏菜 *D. indica* L. 入药，药名“捕蝇草”，全草外用于跌打损伤、中耳炎、隐疹[10]425、风湿关节炎、痈疮初起[17]247。

7. 豆科

本科只有水黄皮属 *Pongamia* 中的 1 种入药，即水黄皮 *P. pinnata* (Linn.) Pierre，药名“水流豆”，有祛风除湿、解毒杀虫之功效[45]602；有毒。用治疥癞、脓疮、风湿关节痛[10]596。

8. 蒺藜科

本科只有白刺属 *Nitraria* 中的 1 种入药，即小果白刺 *N. sibirica* Pall.，药名“卡密”，具有健脾胃、益气血、调月经之功效[45]734；种子调经活血、消食健脾[10]615。

9. 楝科

本科只有木果楝属 *Xylocarpus* 中的 1 种入药，即木果楝 *X. granatum* Koenig，药名“木果楝”，树皮、种子有止泻、止痢之功效[20]863。

10. 大戟科

本科只有海漆属 *Excoecaria* 中的 1 种入药，即海漆 *E. agallocha* Linn.。全株入药，药名“海漆”，具有湿下、攻毒之功效[45]815；树汁（有毒，切不可误入眼睛、触及皮肤）、木材作泻剂，种子用治腹泻[47]。

11. 锦葵科

本科木槿属 *Hibiscus* 和桐棉属 *Thespesia* 有药用物种。

(1) 木槿属 *Hibiscus*(1 种)。中国海域有 2 种[3]241。其中之一的黄槿 *H. tiliaceus* Linn. 的树皮、叶和花都入药，药名“黄槿”，有清肺止咳、解毒消肿之功效[46]359；树叶混水磨汁，可作祛痰剂和利尿剂[47]50，有清热解毒、散瘀消肿之功效[10]742。

(2) 桐棉属 *Thespesia* (1 种)。即桐棉 *T. populnea* (Linn.) Soland. ex Corr.（又称杨叶肖槿[46]372）入药，药名“桐棉”，有清热解毒、消肿止痛之功效[46]372。果实制药膏去虱，叶熬汁可治头痛和疥藓[20]50。

12. 梧桐科

本科银叶树属 *Heritiera* 有 1 种入药，即银叶树 *H. littoralis* Dryand.，其种子入药，药名“银叶树”，有涩肠止泻之功效[46]387；树皮熬汁可治血尿症[10]749[47]。

13. 柽柳科

本科柽柳属 *Tamarix* 有 2 种入药，即柽柳 *T. chinensis* Lour. 和多枝柽柳 *T. ramosissima*。《中华人民共和国药典》称柽柳的药名为“西河柳”，具有散风、解表、透疹功效[36]87；《中华本草》以“柽柳”为药名，具有疏风、解表、透疹、解毒的功效[10]776[46]485，还提到多枝柽柳 *T. ramosissima* Ledeb. 也可作西河柳使用[46]486，多枝柽柳常混生于沿海滩涂的柽柳林中。

柽柳的花入药，称“柽柳花”，具有清热毒、透疹之功效；树脂入药，称“柽乳”，主治金疮。

但多枝柽柳 *T. ramosissima* Ledeb. 在《中国海洋生物种类与分布》内未见记录[3]260。

14. 海桑科

本科海桑属 *Sonneratia* 有 2 种入药。中国海域有 4 种[3]143。其中杯萼海桑 *S. alba* Smith 的果实（发酵果汁）药用，有止血作用，药名“伽果”；果汁用治脑溢血[10]806；海桑 *S. caseolaris* (Linn.) Engl. 的果实也可药用，药名“海桑”，有活血消肿之功效[46]658,659，用治扭伤[10]806。

15. 玉蕊科

本科玉蕊属 *Barringtonia* 有 2 种入药。中国海域有 2 种[3]260，均入药。其中玉蕊 *B. racemosa* (Linn.) Spreng. 的根、叶、果实和种子都可入药。根的药名“水茄苳”，具有清热功能；叶的药名“水茄苳叶”，具有祛湿止痒功能；果实的药名“水茄苳果”，具有止咳平喘、止泻功能；种子的药名“水茄苳子”，具有清热利湿、退黄、止痛功能[46]666[47]。滨玉蕊 *B. asiatica* (Linn.) Kurz. 的果实可毒鱼[17]340。

16. 爵床科

本科老鼠簕属 *Acanthus* 有 2 种入药。中国海域有 3 种[3]246,247。其中小花老鼠簕 *A. ebracteatus* Vahl 的果实入药，药名“小花老鼠簕果”，有解毒消肿之功效；老鼠簕 *A. ilicifolius* Linn. 的根或枝叶都能入药，药名“老鼠簕”，有清热解毒、散瘀止痛、化痰利湿之功效[46]433。

17. 红树科

本科木榄属 *Bruguiera*、角果木属 *Ceriops*、红树属 *Rhizophora* 和秋茄树属 *Kandelia* 都有药用物种。

(1) 木榄属 *Bruguiera* (3 种)。中国海域有 3 种 1 变种[3]260,261。其中，柱果木榄 *B. cylindrica* (Linn.) Bl. 的叶、果实和胚轴都入药。叶的药名“柱果木榄叶”，具有解毒截疟之功效；果实和胚轴的药名“柱果木榄果”，具有收敛止泻之功效[46]698,699。木榄 *B. gymnorrhiza* (Linn.) Savigny 的树皮、根皮的药名“红树皮”，有清热解毒、止泻止血之功效；叶的药名“红树叶”，有解毒截疟之功效；果实和胚轴的药名“红树果”，有收敛止泻之功效[46]699。海莲 *B. sexangula* (Lour.) Poir. 叶的药名“海莲叶”，具有解毒截疟之功效；果实和胚轴的药名“海莲果”，有收敛止泻之功效[46]700；树皮的药名“海莲皮”，有清热解毒、止泻、止血之功效。

(2) 角果木属 *Ceriops*(1 种)。中国海域只有 1 种，即角果木 *C. tagal* (Perr.) C. B. Rob. 的树皮入药，药名“角果木”，有解毒敛疮、止血之功效：树叶入药，药名“角果木叶”，有解毒截疟之功效；种子榨油，药名“角果木油”，有杀虫止血之功效[46]701,702。角果木（树皮捣碎）可以止血、收敛、通便和治疗恶疮；角果木叶（叶煎汁）可代替奎宁治疟疾；角果木油可止痒、治疥癣和冻疮[47]。

(3) 红树属 *Rhizophora* (2 种)。中国海域有 3 种[3]261。其中红茄苳 *R. mucronata* Poir. 的树皮和根入

药，药名“红茄苳”，有解毒利咽，清热利湿，凉血止血之功效[46]702，树皮熬汁可治血尿症[47]；红树 *R. apiculata* Bl. 和红茄苳的植物蛋白以及多糖能有效抑制 HIV 的表达与复制[49]29，树皮用作收敛剂，药名“红茄苳”。

(4) 秋茄树属 *Kandelia* (1 种)。中国海域只有秋茄树 *K. candel* (Linn.) Druce，其根能治疗风湿性关节炎[49]，药名“秋茄”。

18. 使君子科

本科榄李属 *Lumnitzera* 和诃子属 *Terminalia* 有药用物种。

(1) 榄李属 *Lumnitzera* (1 种)。本属有 2 种[3]244。其中榄李 *L. racemosa* Willd. 的树汁入药，药名“榄李树汁”，具有解毒、燥湿、止痒之功效[46]615；还可用治鹅口疮、雪口疮[10]817[47]。

(2) 诃子属 *Terminalia* (1 种)。本属榄仁树 *T. catappa* Linn. 种子入药，药名“榄仁树子”，有清热解毒之功效；树皮入药，药名“榄仁树皮”，有解毒止痢、化痰止咳之功效；树叶入药，药名“榄仁树叶”，有祛风清热、止咳止痛、解毒杀虫之功效[46]620。

19. 伞形科

本科前胡属 *Peucedanum* 和珊瑚菜属 *Glehnia* 有药用物种。

(1) 前胡属 *Peucedanum* (1 种)。本属滨海前胡 *P. japonicum* Thunb. 根入药，药名“滨海前胡”，有清热止咳、利尿解毒之功效[46]1007；根辛，寒。有毒。有消热利湿、坚骨益髓、消肿散结之功效[10]871。

(2) 珊瑚菜属 *Glehnia* (1 种)。本属珊瑚菜 *G. littoralis* Fr. Schmidt ex Miq. 入药，药名“北沙参”，有养阴清肺、益胃生津之功效[36]66。

20. 紫金牛科

本科蜡烛果属 *Aegiceras* 有 1 种入药。本属的蜡烛果 *A. corniculatum* (Linn.) Blanco(又名桐花树[3]261)入药，药名“蜡烛果”。蜡烛果(桐花树)的化学成分中，茴香酸对羟苯乙酯对Ⅱ型糖尿病的蛋白酪氨酸脂酶 IB(PTPIB)显示出较好的抑制活性[50]。

21. 白花丹科

本科补血草属 *Limonium* 有 2 种入药。其中二色补血草 *L. bicolor* (Bunge) Kuntze 的药名“二色补血草”，有益气血、散瘀止血之功效[51]129，另有补血、调经、益脾、健胃之功效[10]924；补血草 *L. sinense* (Girard) Kuntze 的药名“补血草”，有清热、利湿、止血、解毒之功效[51]131，另有补血之功效[10]924。

22. 夹竹桃科

本科只有海杧果属 *Cerbera* 的物种入药。本属的海杧果 *C. manghas* Linn. 入药，药名“海杧果”。果实有剧毒，以核仁最毒，含有氢氰酸和海杧果苷，误食足以致死。叶、树皮和乳汁入药，有催吐、下泻之功效，用量须慎重[47]；树液有催吐、下泻、堕胎之功效[10]963。

23. 旋花科

本科番薯属 *Ipomoea* 和打碗花属 *Calystegia* 有 2 个别种入药。

(1) 番薯属 *Ipomoea* (1 种)。本属的厚藤 *I. pes-caprae* (Linn.) Sweet 入药，药名“马鞍藤”，有祛风除湿、消痈散结之功效[51]514；另有拔毒消肿之功效[10]1028。

(2) 打碗花属 *Calystegia* (1 种)。本属的肾叶打碗花 *C. soldanella* (Linn.) R. Br. 入药，药名“孝扇草根”，有祛风湿、利水、化痰止咳之功效[51]498。

24. 紫草科

本科砂引草属 *Messerschmidia* 有 1 种入药。本属的细叶砂引草 *M. sibirica* L. var. *angustior* (DC.) W. T. Wang 入药，药名“细叶砂引草”，有排脓敛疮之功效[10]1037。

25. 马鞭草科

本科的海榄雌属 *Avicennia*、大青属 *Clerodendrum*、牡荆属 *Vitex* 有药用物种。

(1) 海榄雌属 *Avicennia* (1 种)。海榄雌 *A. marina* (Forsk.) Vierh. 入药，药名“白骨壤”。其树皮胶有避孕之功效，叶捣碎可治脓肿[47]，果实用于痢疾[10]1040。

(2) 大青属 *Clerodendrum* (1 种)。其中的苦郎树 *C. inerme* (Linn.) Gaertn 入药。茎、叶的药名“水胡满”，有祛瘀止血、燥湿杀虫之功效[51]570；根的药名“水胡满根”，有清热燥湿、活血消肿之功效[51]571。

(3) 牡荆属 *Vitex* (1 种)。其中的单叶蔓荆 *Vitex trifolia* Linn. var. *simplicifolia* Cham. 入药。成熟的果实药名“蔓荆子”，有疏散风热、清利头目之功效[36]253；叶入药，药名“蔓荆子叶”。根、叶苦，寒，有毒。有清热解毒、散瘀除湿、舒筋活络之功效[10]1048。

26. 苦槛蓝科

本科苦槛蓝属 *Myoporum* 有 1 种入药。本属的苦槛蓝 *M. bontioides* (Sieb. et Zucc.) A. Gray 入药，药名“苦槛蓝”。根可用治肺痨[10]1197。

27. 茜草科

本科海岸桐属 *Guettarda* 和巴戟天属 *Morinda* 有药用物种。

(1) 海岸桐属 *Guettarda* (1 种)。海岸桐 *G. speciosa* Linn. 入药，药名“海岸桐”。树皮用治溃疡、脓肿[20]369。

(2) 巴戟天属 *Morinda* (1 种)。海滨木巴戟 *M. citrifolia* L. 入药，药名“海巴戟”。有清热解毒之功效[51]448。

28. 菊科

本科紫菀属 *Aster*、苦荬菜属 *Ixeris* 和阔苞菊属

Pluchea 有药用物种。

(1) 紫菀属 *Aster*(1 种)。钻叶紫菀 *A. subulatus* Michx. 入药,药名"钻形紫菀"。苦、酸,凉。有清热解毒之功效[10]1262。

(2) 苦荬菜属 *Ixeris*(1 种)。剪刀股 *I. japonica* (Burm. f.) Nakai 入药,药名"剪刀股"。甘、苦,凉。有解热毒、消痈肿、凉血、利尿之功效[10]1307。

《中国植物志》记载剪刀股植物拉丁学名为 *Ixeris japonica*(Burm. f.)Nakai,《中国高等植物图鉴》、《安徽植物志》等记载拉丁学名为 *Ixeris debilis* (Thunb.) A. Gary,《广州植物志》记载拉丁学名为 *Lactuca debilis* (Thunb.)Benth. ex Maxim.。根据《中国植物志》和国内资料收载情况,本书以 *Ixeris japonica* (Burm. f.)Nakai 为剪刀股的拉丁学名,以后两者为剪刀股的拉丁学名异名。

(3) 阔苞菊属 *Pluchea*(1 种)。有阔苞菊 *P. indica* (L.) Less. 入药,药名"栾樨",有暖胃消积之功效[10]1324。

6.1.4.3 被子植物门单子叶植物纲中的药源生物

1. 香蒲科

本科香蒲属 *Typha* 有 1 种入药。本属的水烛 *T. angustifolia* Linn. 的花粉入药,药名"蒲黄"。有凉血止血、活血祛瘀、消肿止痛、利尿通淋等功效[10]1485[36]245[52]542;幼苗及幼嫩的根状茎入药,药名"蒲蒻",具有清热凉血、利水消肿之功效;筛"蒲黄"时剩下的花药、花丝等入药,药名"蒲黄滓",有涩肠止泻、止泻血和血痢之功效;果穗入药,药名"蒲棒",有消炎止血之功效。

据《海洋高等植物生态学》记载,水烛 *T. angustifolia* Linn. 隶属于海洋盐沼生物[43]125。

2. 露兜树科

本科露兜树属 *Pandanus* 有 1 种入药。本属的露兜树 *P. tectorius* Sol. 入药,其根及根茎的药名"露兜笀蒻",具有发汗解表、清热利湿、行气止痛之功效[6]536;嫩叶的药名"露兜笀心",有清热、凉血、解毒之功效[52]537;花的药名"露兜笀花",有清热、利湿之功效[52]537;核果的药名"橹罟子",有补脾益血、行气止痛、化痰利湿、明目之功效[52]537。

3. 眼子菜科

本科大叶藻属 *Zostera* 有 1 种入药。本属的大叶藻 *Z. marina* Linn.(又名海带草[10]1363)入药,药名"大叶藻"。全草咸,寒。有软坚化痰、利水泄热之功效[10]1363。

4. 水麦冬科

本科水麦冬属 *Triglochin* 有 1 种入药。本属的海韭菜 *T. maritimum* Linn. 入药,药名"海韭菜"。全草:甘,平。清热养阴、生津止渴;果实:淡,温。有滋补、止泻镇静之功效[10]1361;种子入药,药名"海韭菜子",有健脾止泻、滋补之功效[52]16。

5. 禾本科

本科獐毛属 *Aeluropus*、拂子茅属 *Calamagrostis*、狗牙根属 *Cynodon*、芦苇属 *Phragmites* 和白茅属 *Imperata* 都有药用物种。

(1) 獐毛属 *Aeluropus*(1 种)。本属的獐毛 *A. sinensis* (Debeaux) Tzvel. 入药,药名"马绊草"。全草甘、淡,平。有清热利尿、退黄之功效[10]1434。

(2) 拂子茅属 *Calamagrostis*(1 种)。本属的拂子茅 *C. epigeios* (Linn.) Roth. 入药,药名"拂子茅"。全草:催产助生[20]129。

(3) 狗牙根属 *Cynodon* (1 种)。本属的狗牙根 *C. dactylon* (L.) Pers. 全草入药,药名"狗牙根"。微甘,平。有祛风、活络、止血、生肌之功效[10]1441。

(4) 芦苇属 *Phragmites*(1 种)。本属的芦苇 *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud. 的根茎入药,药名"芦根",有清热生津、除烦、止呕、利尿之功效[36]113;嫩茎入药,药名"芦茎",有清肺止咳、解毒排脓之功效;嫩苗入药,药名"芦笋",有清热生津、利水通淋、解毒之功效[52]394;花入药,药名"芦花",有止泻、止血、解毒之功效;箨叶入药,药名"芦竹箨",有止血、生肌敛疮之功效;叶入药,药名"芦叶",有清热辟秽、解毒之功效[52]395。

《中国植物志》记载芦苇拉丁学名为 *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.;《中国高等植物图鉴》、《中国药典》等著作记载芦苇拉丁学名为 *Phragmites communis* Trin.。根据《中国植物志》和国内资料收载情况,本书以 *Phragmites australis* (Cav.)Trin. ex Steud. 为芦苇拉丁学名,后者为芦苇拉丁学名异名。

(5) 白茅属 *Imperata*(1 种)。本属的大白茅 *I. cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees.) C. E. Hubb. 根茎入药,药名"白茅根",有凉血止血、清热生津、利尿通淋之功效[52]358;花序入药,药名"白茅花",有止血、定痛之功效;初生未开放花序入药,药名"白茅针",有止血、解毒之功效;叶入药,药名"茅草叶",有祛风除湿之功效[52]361。

中药白茅根在《中华人民共和国药典》及各药物学专著中,原植物中文名称一直沿用"白茅",但拉丁学名则使用《中国植物志》中收载的丝茅 *Imperata koenigii* (Retz.) Beauv. 的异名,即 *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb.。《中国植物志》第 10 卷 2 分册 32 页(1997 年)收载了白茅 *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. 和丝茅 *Imperata koenigii* (Retz.) Beauv. 两个种,丝茅种下的异名就是目前各药物学专著中收载的"白茅"的拉丁学名。《中国植物志》英文版认为,植物白茅与丝茅的区别仅在于"花序"与"小穗"的长度略有差异,因而将丝茅合并于白茅中,以 *Imperata cylindrica* (L.)

Beauv. 作为植物白茅的拉丁学名，而把丝茅作为白茅的变种即“大白茅”放在白茅种下，即“大白茅” *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb.。为了防止白茅根原植物名以及拉丁学名的混乱，本书采纳《中国植物志》英文版的分类，以白茅的变种大白茅 *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. 作为白茅根的来源。

6. 莎草科

本科莎草属 *Cyperus*、飘拂草属 *Fimbristylis*、海滨莎属 *Remirea*、藨草属 *Scirpus* 有药用物种。

(1) 莎草属 *Cyperus*(3 种)。本属有 3 种入药：茳芏 *C. malaccensis* Lam.，药名“茳芏”，带根茎全草可用于小便不利、闭经、急惊风[20]240；短叶茳芏 *C. malaccensis* Lam. var. *brevifolius* Böcklr.，药名“簟草(席草)”，带根茎全草有清热利尿、顺气调经、解痉之功效[10]1491；粗根茎莎草 *C. stoloniferus* Retz.，药名“粗根茎莎草”，在广东、广西以其根茎充代香附[17]1053。

(2) 飘拂草属 *Fimbristylis*(2 种)。本属有 2 种入药：少穗飘拂草 *F. schoenoides* (Retz.) Vahl，药名“少穗飘拂草”，全草，有清肝明目、祛风平肝之功效[10]1494；双穗飘拂草 *F. subbispicata* Nees et Meyen，药名“双穗飘拂草”，全草祛痰定喘、止血消肿[20]330。

(3) 海滨莎属 *Remirea* (1 种)。本属海滨莎 *R. maritima* Aubl. 入药，药名“海滨莎”，用于发汗、利尿[20]675。

(4) 藨草属 *Scirpus*(3 种)。本属有 3 种入药：水葱 *S. validus* Vahl 入药，药名“水葱”，地上部分淡、平。有渗湿利尿[10]1497、利水消肿之功效[52]578；扁秆藨草 *S. planiculmis* Fr. Schmidt 入药，药名“扁秆藨草”，有祛瘀通经、行气消积之功效[52]579；藨草 *Scirpus triqueter* Linn. 入药，药名“藨草”，全草甘、涩、平。有和胃理气[10]1497、开胃消食、清热利湿之功效[52]579。

据《中国植物志》记载，水葱拉丁学名为 *Scirpus validus* Vahl[53]19，《中华本草》和《中国中药资源志要》分别记载为 *Schoenoplectus tabernaemontani* (C. C. Gmel.) Palla 和 *Scirpus tabernaemontani* C. C. Gmel.，都是前者的同物异名[53]18；藨草的学名为 *Scirpus tirqueter* Linn.[53]18，《中国中药资源志要》记载的学名 *Schoenoplectus triqueter* (L.) Palla 为前者的同物异名。

7. 黄眼草科

本科黄眼草属 *Xyris* 有 1 种入药。本属葱草 *X. pauciflora* Willd. 入药，药名“葱草”。全草外用治癣疥[10]1432。

8. 田葱科

本科田葱属 *Philydrum* 有 1 种入药。本属田葱 *P. lanuginosum* Gaertn. 入药，药名“田葱”。全株有清热利湿之功效[10]1423。

9. 灯心草科

本科灯心草属 *Juncus* 有 2 种入药。灯心草 *J. effusus* Linn. 的茎髓或全草入药，药名“灯心草”，具有清心火、利小便之功效[36]100，有清热、利尿、安神之功效[10]1425；根入药，药名“灯心草根”，有利水通淋、清心安神之功效。扁茎灯心草 *J. gracillimus* (Buchen.) V. I. Krecz. et Gontsch. 入药，药名“细灯心草”，全草有清热、通淋、利水祛湿之功效[10]1425。

10. 百合科

本科天门冬属 *Asparagus* 有 1 种入药。本属有攀援天门冬 *A. brachyphyllus* Turcz. 入药，药名“抓地龙”。块根苦、辛，平。有祛风除湿、清热解毒、润肺止咳之功效[10]1369。

11. 鸢尾科

本科马蔺属 *Iris* 有 1 种入药。本属马蔺 *I. lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Koidz. 全草入药，药名“马蔺”，有清热解毒、利尿通淋、活血消肿之功效[52]272；根入药，药名“马蔺根”，有清热解毒、利湿、活血、止血之功效；花入药，药名“马蔺花”，有清热解毒、凉血止血、利尿通淋之功效[52]275；种子入药，药名“马蔺子”，有清热利湿、解毒杀虫、止血定痛之功效[52]273。

6.2 海洋药用动物的分类与鉴定

6.2.1 海洋动物的组成

根据魏泰克(R. H. Whittaker)的五界分类系统，动物界的共同特征都是由多细胞动物组成，单细胞的原生动物被纳入原生生物界。海洋动物究竟有多少门，目前尚未统一，现仅据较全面系统的资料[1,3,54-57]，列出有代表性的海洋无脊椎动物 31 门，以及半索动物门、尾索动物门、头索动物门和脊椎动物门，共计 35 门[56]。其中后三个动物门曾长期被作为脊索动物门下的三个亚门[54,57]。但是通过特征分析研究，认为三者各自具有明显的独立特征，因此将它们作为脊索动物的“亚门”，不如分别独立成“门”更为合适。

6.2.1.1 多孔动物门 Porifera

4 纲 25 目 5500 余种，少数淡水，多数海生。

6.2.1.2 扁盘动物门 Placozoa

1971 年建立的新门，最早被认定的知丝盘虫 *Trichoplax adhaerens* 为该门的唯一物种。

6.2.1.3 中生动物门 Mesozoa

2 纲 3 目 90 余种，全部海生。

6.2.1.4 腔肠动物门 Coelenterata

2 亚门 4 纲约 10000 种，淡水种类很少。

6.2.1.5 栉水母门 Ctenophora

2纲7目约110种,多数海生,少数半咸水,个别寄生。

6.2.1.6 扁形动物门 Platyhelminthes

4纲34目20000余种,部分淡水生或寄生,多数海生。

6.2.1.7 颚咽动物门 Gnathostomulida

1969年建立的新门,包括2目80余种,生活于海洋底质中。

6.2.1.8 纽形动物门 Nemertea

2纲4目约1100种,多数海生底栖,少数淡水陆生。

6.2.1.9 腹毛动物门 Gastrotricha

1纲2目约450种,多栖息海水、淡水底质的间隙。

6.2.1.10 线虫动物门 Nematoda

2纲20目约25000种,海水、淡水、寄生皆有。

6.2.1.11 线形动物门 Nematomorpha

2纲约320种,多数生活于淡水和陆地,少数生活于海水。

6.2.1.12 轮虫动物门 Rotifera

3纲5目1800种,多生活于淡水和沿岸浅海区,大洋种类稀少。

6.2.1.13 棘头动物门 Acanthocephala

3纲8目约1150种,为寄生动物,寄生于各种水生和陆生的脊椎动物消化道中。

6.2.1.14 动吻动物门 Kinorhyncha

1纲2目约150种,广泛分布于海洋中,从南极到北极,从潮间带到数千米深海都有它们的踪迹,少数侵入河口区。

6.2.1.15 铠甲动物门 Loricifera

1983年建立的新门,1目10种,海生。

6.2.1.16 曳鳃动物门 Priapula

2纲3科16种,穴居浅海和深海泥沙中。

6.2.1.17 环节动物门 Annelida

3纲16500余种。多毛纲有10000多种,多为海生;寡毛纲6000余种,多为淡水陆生;蛭纲近500种,多寄生于淡水动物类群,部分海生或陆栖。

6.2.1.18 须腕动物门 Pogonophora

2纲3目100余种,多为深海热泉动物[58]。

6.2.1.19 星虫动物门 Sipuncula

2纲6科300余种,全部海生底栖。

6.2.1.20 螠虫动物门 Echiura

1纲3目约140种,多见于海洋浅海区,但万米海沟处也可见。

6.2.1.21 软体动物门 Mollusca

7纲约5万种,见于海洋、淡水和陆地。

6.2.1.22 节肢动物门 Arthropoda

动物界最大的门,有百余万种。下分4亚门:三叶虫亚门 Trilobita、甲壳亚门 Crustacea、有螯亚门 Chlicerata 和单肢亚门 Uniramia。甲壳亚门67000余种,绝大多数海生,13%为淡水生,3%为陆生。有螯亚门有3纲14目7万余种,下分肢口纲、蛛形纲和海蛛纲,其中蛛形纲多为陆生,其他两纲为海生。单肢亚门一般为陆生昆虫和多足纲动物,有75万~100万种,海洋种类少。

6.2.1.23 缓步动物门 Tardigrada

3纲约800种,多为淡水生或半水生,其中海洋种类约有65种,栖息于海洋沙隙间或藻类上。

6.2.1.24 五口动物门 Pentastomida

1纲2目约95种,多为爬行动物呼吸系统的寄生虫。

6.2.1.25 苔藓动物门 Bryozoa

3纲5目约5000种,多见于海洋少数河口或淡水。

6.2.1.26 内肛动物门 Entoprocta

4科约150种,除个别外皆为海生。

6.2.1.27 微轮动物门 Cycliophora

最新建立的一门,仅知潘尔拉共生虫 *Symbion pandora* 营固着于螯虾口器上生活。

6.2.1.28 帚虫动物门 Phoronida

仅有2属约20种,全部海生,常见于潮间带和潮下带有泥沙沉积的沿岸。

6.2.1.29 腕足动物门 Brachiopoda

2纲5目近350种,全部海生,底栖于潮间带至深海。

6.2.1.30 毛颚动物门 Chaetognatha

1纲2目约120种,除少数种外皆为典型的海洋浮游动物。

6.2.1.31 棘皮动物门 Echinodermata

2亚门6纲:海百合纲、海星纲、蛇尾纲、同心纲(海菊花纲)、海胆纲和海参纲。现存约7000种,海生,分布广,多底栖。

6.2.1.32 半索动物门 Hemichordata

分肠鳃纲 Enteropneusta、羽鳃纲 Pterobranchia、游球纲 Planctosphaeroidea 3纲,约100种。海生底栖穴居或管居。半索动物口腔背面的口索长期以来被视为"脊索",但近年的研究认为它是一种内分泌器官,加之其又有许多无脊椎动物的特征,故将其独立出来作为一门。

6.2.1.33 尾索动物门 Urochorodata

分海鞘纲 Ascidiacea、海樽纲 Thaliacea 和尾海鞘纲 Appendicularia 3纲约1600种。该门动物具有脊索动物的三大特征,但有的纲的动物的脊索在成体中退化或残留。均为海产,分布在世界各地沿海潮间带至深海大洋的底部,营附着生活。中国海产全部3纲16科44属116种及8亚种1型。

6.2.1.34 头索动物门 Cephalochordata

仅有头索动物纲 Cephalochordata 1纲,鳃口科

Branchiostomidae 和偏文昌鱼科 Asymmetrontidae 2 科，下有 3 属 20 余种[59]。头索动物均为海栖的鱼形动物，脊索动物的三大特征明显，且终身保留，是动物学研究的重要实验动物。分布于热带、亚热带浅海的沙泥中。

6.2.1.35 脊椎动物门 Vertebrata

具有脊索动物的全部特征，但多在胚胎期出现这些特征。与其他各门动物不同的是，有了明显的头部，因此又被称为有头类。低等的脊椎动物终生保留咽鳃裂，陆栖的成体开始用肺呼吸；背神经管在脊椎动物中越来越发达，分为五部脑和脊髓，同时感官集中而形成头部；脊索已被脊柱代替，脊柱是只属于脊椎动物的特征。脊椎动物种类繁多，分布于世界各地，约 50 000 种，分成圆口纲、鱼总纲（包括软骨鱼纲和硬骨鱼纲）、两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲。

1. 圆口纲 Cyclostomata

为有头动物中无上下颌的类群，分 2 目：七鳃鳗目 Petromyzoniformes，约 35 种，分布于淡水和海洋，营半寄生生活；盲鳗目 Myxiniformes，约 20 种，全为海产，营全寄生生活，钻入鱼体内吃其血肉和内脏。

2. 鱼总纲 Pisces

为脊椎动物中有上下颌的类群，终生用鳃呼吸，有偶鳍，以鳍运动游泳，一般是具有盾鳞、硬鳞和骨鳞或真皮鳞的水生动物。有 24 600 余种。分为软骨鱼纲 Chondrichthyes 和硬骨鱼纲 Osteeichthyes。软骨鱼纲的形态特征是歪尾、体内具软骨、体表被盾鳞或光滑无鳞，鳃裂外无盖或仅有皮膜覆盖，雄性有鳍脚。下分板鳃亚纲和全头亚纲，前者有 13 目 838 种，几乎全是海洋性鱼类，个别为半咸水或淡水产。全头亚纲全为海洋性鱼类，种数不多。硬骨鱼纲的主要特征是尾多为正尾、体内骨骼是硬骨，体被硬鳞或骨鳞，有膜骨性鳃盖，鳃间隔退化，低等雄性有鳍脚等。下分内鼻孔亚纲和辐鳍亚纲，有 11 总目 39 目约 23 700 种，以海洋性鱼类为主，有 15 000 多种。

3. 两栖纲 Amphibia

是由水生转变为水陆两栖的脊椎动物，幼体以鳃呼吸，成体改用肺呼吸。分 3 目约 4 200 种。目前尚未发现海洋两栖动物，中国海南文昌俗称的海蛙 *Euphlyctis cancrivora* (Gravenhorst)，只是一种栖息于南海近海地区红树林或河口区的半咸水蛙，以蟹类和昆虫为食。

4. 爬行纲 Reptilia

是体被鳞甲或盾板、四肢有爪或退化、陆地繁殖胚胎、具有羊膜的脊椎动物。现存的爬行动物种类不多，仅有龟鳖目 Testudinata 200 余种，喙头蜥目 Rhynchocephalia 1 种，蜥蜴目 Lacertilia 3 000 种，蛇目 Serpentes 2 500 种，鳄目 25 种，合计约 6 000 种。多数为陆生动物，海洋动物仅有龟鳖目的海龟科 Cheloniidae 和棱皮龟科 Dermochelidae、蛇目的海蛇科 Hydrophiidae 等少数种类。

5. 鸟纲 Aves

是体被羽毛、恒温、卵生并能飞翔的高等脊椎动物。有 9 021 种，分古鸟亚纲 Archaeornithes 和今鸟亚纲 Neornithes。今鸟亚纲下分 3 个总目，其中平胸总目 Ratitae 皆为陆生鸟类，企鹅总目 Impennes 有 1 科 6 属 18 种，全部是游泳和潜水的海洋鸟类。主要分布于南半球的高寒地区南极洲及其邻近岛屿和大陆沿岸。突胸总目 Carinatae 包括绝大多数现存鸟类，其特征为胸骨具发达的龙骨突起，分 22 目，其中的鹱形目、鹈形目和鸥形目等游禽为海洋鸟类。这些游禽脚趾间常具蹼，善于游泳、潜水或飞翔，全球共有 250～260 种，中国有 62 种。鸣禽雨燕目 Apodiformes 的金丝燕和白腰雨燕，以及鹤形目和鸻形目中也有个别的在海边摄食的鸟。

6. 哺乳纲 Mammalia

是全身被毛、运动敏捷、恒温、胎生、哺乳的脊椎动物，是脊椎动物中躯体结构、功能和行为最复杂的高等动物类群，包括各种陆生和水生兽类。约有 3 900 余种，分原兽亚纲 Prototheria、后兽亚纲 Metatheria 和真兽亚纲 Eutheria 3 类，只有真兽亚纲有海洋性兽类。真兽亚纲分 25 目，中国有 13 目约 440 种，其中海洋性动物在鲸目 Cetacea 中有 35 种，鳍脚目 Pinnipedia 中 5 种，海牛目 Sirenia 中 1 种。

6.2.2 海洋药用无脊椎动物与物种鉴定

海洋动物虽然有 30 余门无脊椎动物，但有药用记载的海洋无脊椎动物仅有多孔、腔肠、环节、软体、节肢、棘皮和苔藓等门类。

6.2.2.1 多孔动物门中的药源生物

多孔动物门也称海绵动物门。《中华人民共和国药典》尚无本门动物的记载。仅有习称“紫梢花”的淡水海绵常用，它是脆针海绵 *Spongilla frgilis* 的海绵干燥群体[60]。海产海绵尚未问世。但近 30 年来世界各国都加大了对海洋调查研究和开发的力度，对海绵的研究非常活跃，已从中分离出萜类、甾类、环肽类、聚醚、胆碱、类胡萝卜素等数百种结构新颖的化合物，这些活性物质具有广谱的抗菌、抗病毒、抗肿瘤、抗血凝、降血压等生理活性。目前中国也正在加强这方面的研究，并取得了可喜成果，发现海绵含多种固醇类、类胡萝卜素、5′-环腺苷酸及脂肪酸等。

6.2.2.2 腔肠动物门中的药源生物

《中华人民共和国药典》尚无本门动物的记述。有药用价值的腔肠动物涉及 10 科 25～27 种，典型的有石帆、珊瑚、海葵、海蜇等。研究发现，它们具有多种前列腺素、萜类、类固醇类、哌啶类、喹啉类以及神经酰胺类等活性物质，不仅与生物生长、发育、繁殖等有密切关系，而且有抗

肿瘤、增强机体免疫力和缓解心机缺血、加大心脏收缩力等功效。

1. 石帆

俗名海团扇。系软柳珊瑚科动物网状软柳珊瑚 *Subergorgia reticulata* (Ellis et Solander)。形态呈近似平面状的扁团扇形,分支颇多,群体基部附着有一柄。活体时,分支间具无数小水螅体,各水螅体有 8 个触手。全体棕红色或金黄色,中轴淡黄色,皮层薄,皮层内骨针浅黄和灰红色。采取后,洗净、晾干。有活血、通淋之效。

2. 珊瑚

俗名红珊、火树、红珊瑚、大红珊瑚。系红珊瑚科动物红珊瑚 *C. rubrum* (Linnaeus)、日本红珊瑚 *C. japonicum* Kishinouye、巧红珊瑚 *C. secundum* Dama 、皮滑红珊瑚 *C. konojoi* Kishinouye 、瘦长红珊瑚 *C. elatius* Ridley 等动物体的骨骼。珊瑚磨成细粉,可用来点眼,治疗眼障翳。粉末吹入鼻孔,可止鼻衄。粉末调糊口服可治吐血,治惊痫。中药鹅管石实际是盔形珊瑚。常用来治疗肺结核、咳嗽等症。盔形珊瑚磨粉冲服,可治痢疾;加醋磨粉,外涂患处,常被民间用来治淋巴结核等[60]。

(1) 红珊瑚 *C. orallium rubrum* (Linnaeus)。群体灌木状分枝,分枝不在一个平面,各面分枝上有多数水螅体,即珊瑚虫,其珊瑚萼呈半球形,疣状,有羽状触手 8 条,触手中央有口,虫体分泌的石灰质形成骨骼,构成体中轴和表皮,均为殷红色。中轴硬,皮层薄,其皮层骨针呈对称辐射状,多瘤突、绞盘形等为其鉴别特征。本种主要分布在地中海,自古由海外进口来中国。

(2) 日本红珊瑚 *C. japonicum* Kishinouye。群体分枝扩展如扇,皮层有 6 -,7 -,8 -辐射突和十字形骨针,为鉴定特征。生长于太平洋海区、日本四国南、九州西岸和小笠原群岛。

(3) 巧红珊瑚 *C. secundum* Dama。群体分枝扩展在一个平面上,高达 75 cm。水螅体疣突均匀分布,不呈丛状,皮上乳突密。皮层有双茄形 8 -辐射突骨针。分布于夏威夷。

(4) 皮滑红珊瑚 *C. konojoi* Kishinouye 群体分枝扩展在一个面上,水螅体疣成丛。皮光滑。皮层无 8 辐射突骨针。小枝末端厚。生境分布与日本珊瑚相似。

(5) 瘦长红珊瑚 *C. elatius* Ridley 群体分枝扩展在一个面上,水螅体疣均匀分布,不成群。皮上有乳突。皮层无 8 辐射突骨针。小枝末端瘦长。生境分布与日本珊瑚相似。

3. 青琅玕

俗名青珠、石珠、石栏干。系鹿角珊瑚科动物群体的骨骼及其肉体软组织。此科动物常见的有佳丽鹿角珊瑚 *Acropora* pulchra (Brook)。

4. 海白石

俗名鹅管石。系枇杷珊瑚科盔形珊瑚属多种珊瑚离散的石灰质骨骼。主要是粗糙盔形珊瑚 *Galaxea aspera* Quelch。海白石通常作为矿物药用。

5. 海铁树

俗名铁树。系黑角珊瑚科动物二叉黑角珊瑚 *Antipathes dichotoma* Pallas 的群体分枝。黑角珊瑚科黑角珊瑚属另有一种日本黑角珊瑚 *Antipathes japonica* Brook,其功效与海铁树的不同,被《南海海洋药用生物》称为海柳。

6. 海底柏

俗名红珊瑚。为扇柳珊瑚科扇柳珊瑚属两个物种的群体。其一为红扇柳珊瑚 *Melitodes ochraea* (Linnaeus),其二为鳞扇柳珊瑚 *Melitodes squamata* Nutting。

7. 越王余箄

俗名越王竹、白珊瑚。系鞭柳珊瑚科灯芯柳珊瑚属动物的群体。药效类似的主要包括 2 种:灯芯柳珊瑚 *Junceella juncea* (Pallas),鳞灯芯柳珊瑚 *Junceella squamata* Toeplitz。

8. 仙人掌海鳃

俗名刺棒。系仙人掌海鳃科仙人掌海鳃属的哈氏仙人掌海鳃 *Caverunlaria habereri* Moroff,有延缓衰老的功效。

9. 海葵

俗名海菊花、海腚根、沙茼。系海葵科黄海葵 *Anthopleura xanthogrammica* (Berly)和银冠海葵科纵条肌海葵 *Haliplanella luciae* (Verrill)的全体。海葵可药用但毒性大,一般都外用。海葵散冰片少许,化水涂肛门可治痔疮、脱肛。海葵捣烂、外敷,可治体癣;煮熟内服,可治疗子宫脱垂。有关海葵毒素对血管或心脏有很强的收缩作用,还在研究中。不同海葵的提取物,药理作用不同,有的可抗白血病,有的能抑制腹水瘤等。

(1) 黄海葵 *Anthopleura xanthogrammica* (Berly)。体态多边,伸展时呈圆筒形,体顶端为口盘,其上有放射条纹和环纹构成的图案。口位于口盘中央,周围有浅粉红色的口唇。口盘边缘环生数圈触手,触手细长可伸缩,按 12 的倍数排列,总数为 96 根,浅褐或粉红色,为鉴别特征。是中国沿海潮间带滩涂的常见种类。

(2) 纵条肌海葵 *Haliplanella luciae* (Verrill)。体长筒形,伸展时躯干部呈柱状,上部喇叭形。口盘绿色间有黄色的辐射纹,口唇淡粉红色,触手纤细,呈 12、16、24、48 分排 4 列。生活于潮间带海区,中国沿海均有分布。

10. 海蜇

俗名海蜇头、石镜、水母。海蜇 *Rhopilema esculenta* Kishinouye 属于根口水母科。鉴别特征为:体为淡蓝色,

分为伞部和口腕两部分。伞部厚呈半球形，表面光滑，伞缘有 8 个缺刻，内各有感觉器一个。口腕 8 个，翼状，每个口腕上有 150～180 条丝状物和 30～35 条棒状物，腕翼边缘的皱褶上有许多吸口。8—9 月常成群浮游于海面上，有时也搁浅于滩涂上，中国沿海常见。古代文献《医林纂要探源》中记载，海蜇可“补心益肺，滋阴化痰，祛结核，行湿邪，止咳除烦”。《归砚录》中记载，“海蛇，妙药也。宣气化瘀消炎行食而不伤正气”。《本草拾遗》记载，海蜇的功能是“消炎行积，止带祛风”，主治“妇人劳损，积血带下，小儿风疾丹毒，烫火伤”[61]。有人用海蜇 1 份、荸荠 3 份，加水煎熬，治疗原发性高血压有明显疗效，没有副作用，可长期服用。将冰糖、蜂蜜和海蜇皮拌匀，上锅蒸熟，可用于清热化痰、润肺止咳。

6.2.2.3 环节动物门中的药源生物

《中华人民共和国药典》尚未载录本门动物，而海洋环节动物中可药用的动物也不多。仅知《中华本草》收录 5 种，其他收录 4 种，共计 9 种。常见药物是海蚯蚓和禾虫。

1. 海蚯蚓

俗名沙蝎。为沙蝎科鸡冠沙蝎 *Arenicola cristata* Stimpsin 的干燥全体。含多种氨基酸，以牛磺酸含量较高。内脏含胍基衍生物、硫胍基衍生物。皮肤含水溶性黄色、绿色荧光物质，为黑素（melanin）、羟高铁血红素（hematin）、海蚯蚓素（arenicochrome）等的混合物，以及肌肉副球蛋白（paramyosin）、腺嘌呤核苷酸、磷酸眯基牛磺酸（phosphotaurocyamine）等。脂肪酸有 C_{10}～C_{18}、C_{29} 饱和脂肪酸，C_{11}～C_{26} 不饱和脂肪酸。固醇有 C_{26}、C_{28}、C_{29} 固醇，其中 50%～80%为胆固醇。有清热解毒之功效，常用于痈疮肿毒等症。

2. 禾虫

俗名沙虫、沙蚕、海蚯蚓。系沙蚕科疣吻沙蚕 *Tylorrhychus heterochaetus*（Quatrefages）的全体。《本草纲目》记：“李珣（唐朝人，曾著《海药本草》）曰：按南州记云，海蚕生南海山石间，状如蚕，大如拇指。其沙甚白，如粉状。每有节。”《本草纲目拾遗》记沙蚕：“闽、广、浙沿海滨多有之，性如蚯蚓，闽人以蒸蛋或作膏食，饷客为馓，云食之补脾健胃……生血、利湿、行小便。”[61]现代医学认为，本种有补脾胃益气血利水消肿功效，主治脾胃虚弱、泄泻、贫血、水肿。

6.2.2.4 软体动物门中的药源生物

软体动物门是海洋药物中被列入《中华人民共和国药典》最多的一个门类，其中被记载的有“珍珠”、“珍珠母”、“瓦楞子”、“石决明”、“海螵蛸”、“蛤壳”和“牡蛎”等，约占药典中海洋药物总数的一半以上。近 30 年来，又发现了软体动物的多种毒素，如石房蛤毒素（saxitoxin，STX）、海兔毒素（aplysiatoxin）、去溴海兔毒素（debromoaplysiatoxin）、芋螺毒素（conotoxins）、双斑蛸毒素（maculotoxin）等多种胍胺类、肽类化合物和脂溶性酚类，以及对心血管有明显降压作用的药物。

1. 珍珠

系珠母贝科马氏珍珠贝 *Pteria martensii*（Dunker）、蚌科三角帆蚌 *Hyriopsis cumingii*（Lea）或褶纹冠蚌 *Cristaria plicata*（Leach）等受刺激形成的珍珠。许多贝类都能产生珍珠，诸如大珠母贝、珠母贝、马氏珍珠贝和企鹅珍珠贝等，而以马氏珍珠贝生产的为最好。珍珠是名贵中药材，有安神定惊、平肝明目、清热解毒、收敛生肌的功能，可用于治疗多种疾病。20 世纪 80 年代中国医药学研究人员发现马氏珍珠贝的生殖腺富含牛磺酸，具有解热、镇痛、镇静、保护肝细胞等多种功能，并研制提取制成“珍珠精母注射液”为妇科止血用药。具有较强的收缩子宫平滑肌、全身止血和镇静作用。

2. 珍珠母

系蚌科三角帆蚌 *Hyriopsis cumingii*（Lea）或褶纹冠蚌 *Cristaria plicata*（Leach）或珠母贝科马氏珍珠贝 *Pteria martensii*（Dunker）的贝壳。珍珠和珍珠母两种药只是来自相同动物的不同部分。

3. 瓦楞子

是蚶科毛蚶 *Scapharca kagoshimensis*（Tokunaga）（同物异名 *Arca subcrenata* Lischke）、泥蚶 *Tigillarca granosa*（Linnaeus）（同物异名 *Arca granosa* Linnaeus）或魁蚶 *Scapharca broughtonii*（Schrenck）［同物异名 *Tigillarca subcrenata*（Lischke）］的贝壳。是传统中药，具有和胃制酸、化痰、散瘀消积的功效。《本草逢源》：“蚶壳治积年胃脘淤血疼痛。”现在仍用瓦楞子煅末，治疗胃及十二指肠溃疡胃炎及佝偻病等。中国古代医药文献中对蚶肉的强身作用多有记述，认为它有补血、温中、健胃的作用。《本草经疏》载：“蚶，味甘，气温，无毒，经曰：里不足者，补之以甘；有曰：形不足者温之以气。甘温能以气补中则五脏安，胃气健，心腹腰脊风冷俱疗矣，胃健则食自消，脏暖则阳自起，气充则血自华矣。”现在沿海一带仍沿用以蚶肉治疗血虚、胃痛、消化不良、痢疾等症。

4. 石决明

中国传统中药材，鲍壳为其正品，主要包括鲍科的杂色鲍 *Haliotis diversicolor* Reeve、皱纹盘鲍 *H. discus hannai* Ino、羊鲍 *H. ovina* Gmelin、澳洲鲍 *H. rubber*（Leach）、耳鲍 *H. asinina* Linnaeus 或白鲍 *H. laevigata*（Donovan）的贝壳。贻贝壳粉碎后可代用。《海药本草》记载，石决明“疗肝肺风热，青盲内障”，《医林纂要探源》载“补心暖肝，滋阴明目，故治骨蒸劳热，疗痈疽通五淋治黄疸。”《医学衷中参西录》：“石决明味微咸性微凉，为凉肝，镇肝之要药。肝开窍于目，是以性善明目……”等等。现代中

医用鲍壳和野菊花、甘草一起煎服，可治疗眼赤、羞明怕日。壳配生地等中药可治疗高血压。将壳煅后研末敷治外伤出血，还可治头晕目眩。鲍肉可补肝肾，益精明目，开胃营养，已带浊崩淋，愈骨蒸劳极。常吃鲍可治月经不调和大便干结。鲍肉药名"鳆鱼"，在《中华本草》中单列，主治劳热骨蒸、咳嗽、小便频数、大便燥结；而"石决明"主治"头痛昏眩，目赤翳障"，两者功能不同。

5. 海螵蛸

为乌贼科无针乌贼 *Sepiella maindroni* Rochebrune 或金乌贼 *Sepia esculenta* Hoyle 的干燥内壳。传统中药把乌贼壳叫作海螵蛸或乌贼骨。中国产的有金乌贼、针乌贼、虎斑乌贼、白斑乌贼、拟目乌贼及曼氏无针乌贼等多种，曼氏无针乌贼产量最高。《本草纲目》记载："乌贼骨，厥阴血分药也……诸血病皆可治之。"如利用乌贼骨粉末可治疗胃出血、外伤出血、胃炎、胃痛、胃溃疡及十二指肠溃疡等。若配合中药可治疗功能性子宫出血、肺结核咯血、气管炎等多种疾病。乌贼骨粉与淀粉等发泡制成胶性海绵，可用于手术中止血。此外，乌贼墨也能止血。

6. 蛤壳

为帘蛤科文蛤 *Meretrix meretrix* Linnaeus 或青蛤 *Cyclina sinensis* Gmelin 的贝壳。它们的壳和肉都是传统的中药材。《本草纲目》记载，蛤蜊壳"清热利湿化痰饮，定喘嗽，解结气，消瘿瘤，散肿毒治妇人血病"。《神农本草经》："文蛤主恶疮，蚀，五痔。"《汤液本草》："文蛤能利水治及疳，蚀口鼻，坠痰，软坚，止渴，收涩固济。主治咳嗽，胸癖，疠，痰咳，崩漏，痔瘘。"在现代中药的处方中，蛤蜊粉常用来治疗水肿、哮喘、慢性气管炎、淋巴结核、甲状腺肿大、胃痛等症。外用可治疗局部溃疡、火烫伤及外阴炎等。

7. 牡蛎

为牡蛎科长牡蛎 *Crossostrea gigas* (Thunberg)(同物异名大连湾牡蛎 *Ostrea talienwhanensis* Crosse)、近江牡蛎 *Crossostrea ariakensis* (Wakiya)(同物异名 *Ostrea rivularis* Gould)的贝壳。中国古代医学对牡蛎壳作为药材评价很高，《汤液本草》记载："牡蛎入足少阴，咸为软坚之剂，以柴胡引之，能去胁下之硬；以茶引之能消结核；以大黄引之能除股间肿，地黄之为使，能益精收涩，止小便，本肾经之药也。"《海药本草》："主男子遗精，虚痨乏损，补肾正气，止盗汗，去烦热治伤寒热痰，补养安神，治小儿癫痫。"《本草纲目》："化痰软坚，清热除湿，止心脾气痛，痢下，赤白浊，消疝，积块，瘿积结核。"《神农本草经》："牡蛎味咸平，主伤寒寒热，女子带下赤白，久服强筋骨，杀邪气。"牡蛎肉味道美、营养丰富，素有"能养血滋阴功效"之美名，常吃牡蛎可以治病强身。吃牡蛎可使皮肤润泽光滑，《本草纲目》载有："炙食甚美，令人细润肌肤，美颜色。"中国学者利用牡蛎等海味，经水解加工制成口服液，具有清肺补心、滋阴养血、补肾益精、镇静安神、调节内分泌、降低高血压等功效[60]。

8. 丁蛎

为钳蛤科丁蛎 *Malleus malleus* (Linnaeus)的贝壳。

9. 紫贝

又称贝齿[60]。为宝贝科阿文绶贝 *Mauritia arabica* (Linnaeus)、山猫宝贝 *Cypraea lynx* (Linnaeus)、虎斑宝贝 *Cypraea tigris* Linnaeus 等的贝壳。此外尚有绶贝 *Mauritia mauritiana* (Linnaeus)、眼球贝 *Erosaria erosa* (Linnaeus)、蛇首眼球贝 *Erosaria caputserpentis* (Linnaeus)、枣红眼球贝 *Erosaria helvola* (Linnaeus)、秀丽拟枣贝 *Erronea pulchella* (Swainson)、拟枣贝 *Erronea errones* (Linnaeus)、日本细焦掌贝 *Palmadusta gracilis japonica* Schilder。

10. 海螺

俗名红螺、菠螺。为骨螺科红螺属动物，有脉红螺 *Rapana venosa* (Valenciennes)、皱红螺 *Rapana bezoar* (Linnaeus)等种类。主治目痛、心腹热痛。有清热明目之功效。同种的壳和屎都可入药，壳有化痰散结之功效，屎有清热解毒的作用。

11. 海粉

俗名红海粉、海粉丝、海挂面。为海兔科蓝斑背肛海兔 *Notarchus leachii cirosus* Stimpson 的卵群带。每条卵带可达 5～9 m，一次产出卵带数十条至百余条不等。《本经逢原》记载，海粉可"伞瘿瘤，解热毒"。《本草纲目拾遗》中则记"治赤痢，风痰"。《医学入门》记海粉可"治肺热、郁胀、咳喘，热痰能降，湿痰能燥，块氮能软，顽痰能消"。实践证明，海粉是一种消炎退热的好食品。

12. 海牛

为海牛科石磺海牛属日本石磺海牛 *Homoiodoris japonica* Bergh、枝鳃海牛属黑枝鳃海牛 *Dendrodoris nigra* (Stimpson)、瘤背海牛属西沙瘤背海牛 *Halgerda xishaensis* Lin、叶海牛属叶海牛 *Phyllidia varicosa* Lamarck、扁海牛属薄片扁海牛 *Argus laminea* (Risbec)、卡海牛属日本卡海牛 *Cadlina japonica* Baba、加海牛属喀林加海牛 *Kalinga ornata* Alder et Hancock、片海牛属被球片海牛 *Trippa intecta* (Kelaart)和叉棘海牛属草莓叉棘海牛 *Rostanga arbutus* (Angas)的全体。

13. 海石鳖

俗名石鳖。系隐板石鳖科红条毛肤石鳖 *Acanthochiton rubrolineatus* (Lischke)、锉石鳖科函馆锉石鳖 *Ischnochiton hakodadensis* Pilsbry、棘侧石鳖科日本花棘石鳖 *Liolophura japonica* (Lischke)及其他数种石鳖的干燥全体。

14. 海决明

俗名马蹄螺。来源马蹄螺科黑凹螺 *Cholrostoma nigerrima* (Gmelin)、锈凹螺 *C. rusticum*(Gmelin)及银口凹螺 *C. argyrostoma* (Gmelin)的干燥贝壳。有益肝补阳作用,用于高血压、慢性肝炎等。

15. 嫁蛾

通称帽贝。系帽贝科嫁蛾 *Cellana toreuma* (Reeve)的壳。有镇静功能,用于小儿惊风等症。

16. 甲香

俗名水云母、催生子,系蝾螺科蝾螺及其近缘动物的厣。具有清湿热、去痰火、解疮毒之功效,主治腹痛痢疾、淋病、高血压、痔漏、疥疮。主要有以下几种:蝾螺 *Turbo cornutus* Solander、夜光蝾螺 *T. marmoratus* Linnaeus,节蝾螺 *T. articulatus* Reeve、金口蝾螺 *T. chryostomus* Linnaeus、带蝾螺 *T. petholatus* Linnaeus、银口蝾螺 *T. argyrostomus* Linnaeus。

6.2.2.5 节肢动物门中的药源生物

《中华人民共和国药典》尚未载录本门动物药,仅《中华本草》收录海洋节肢动物 51 种,其他书籍收录 17 种。节肢动物作为药用古代文献早有记载。《神农本草》就载有"蟹"。到《本草纲目》已增加有"蝤蛑"、"蝤蛑"、"蚧"等 7 种。将收集的虾皮、蟹壳先后用酸和碱处理,去除脂肪、蛋白质、碳酸钙和磷酸钙,可得到甲壳质,甲壳质在食品和医药上用途很广。

1. 龟足

俗名石蜞、龟脚、紫劫、观音掌、佛手蛆,系铠茗荷科石蜞 *Capitulum mitella* (Linnaeus)的肉。

2. 藤壶

俗名石疥、大石疥。为藤壶科白脊管藤壶 *Fistulobalanus albicostatus* Pilsbry 的肉或壳。

3. 海蟑螂

俗名海岸水虱、海蛆。为海蟑螂科海蟑螂 *Ligia exotica* (Roux)的全体。

4. 对虾

俗名大虾、海虾。为对虾科中国明对虾属 *Fenneropenaeus* 中国明对虾 *F. chinensis* (Osbeck)、长毛明对虾 *F. penicillatus* Alcock、墨吉明对虾 *F. merguiensis* (de Man);对虾属 *Penaeus* 斑节对虾 *P. monodon* Fabricius;囊对虾属 *Marsupenaeus* 日本囊对虾 *M. japonicus* (Bate);新对虾属 *Metapenaeus* 周氏新对虾 *M. joyneri* (Miers);仿对虾属 *Parapanaeopsis* 哈氏仿对虾 *P. hardwickii*(Miers)、长臂虾属 *Palaemon* 太平洋长臂虾 *P. pacificus* (Stimpson);毛虾属 *Acetes* 中国毛虾 *A. chinensis* Hansen;褐虾属 *Crangon* 褐虾 *C. crangon* Linnaeus;白虾属 *Exopalaemon* 脊尾白虾 *E. carinicauda* Holthuis、安氏白虾 *E. annandalei* (Kemp)和鼓虾属 *Alpheus* 鲜明鼓虾 *A. destinguendus* de Man 等各种对虾的肉或全体。《本草纲目拾遗》记有:"对虾,补肾兴阳治痰火后半身不遂,筋骨疼痛。"民间用鲜虾浸酒炒食治阳痿;鲜虾肉与牡蛎一起捣烂治皮肤溃疡;虾肉配伍其他中药,可治神经衰弱、手足抽缩、全身瘙痒等症。现代中医学认为它具有补肾兴阳、滋阴熄风的功能。主治肾虚阳痿、中风半身不遂等。

5. 中国龙虾

俗名大红虾、海虾、红虾。系龙虾科龙虾属 *Panulirus* 中国龙虾、锦绣龙虾等多种龙虾的全体。龙虾常被民间认为具有补肾、壮阳、滋阴、健胃、安神之功效,主治阳痿、筋骨疼痛、神经衰弱等。有时用虾壳磨粉配药治疗神经痛、风湿、小儿麻痹、癫痫、胃病及妇女疾病等。龙虾科药用动物常见种类有:中国龙虾 *P. stimpsoni* Holthuis、锦绣龙虾 *P. ornatus* (Fabriciius)、杂色龙虾 *P. versicolor*(Latreille)、日本龙虾 *P. japonicus*(Von Siebold)。

6. 梭子蟹

俗名海蟹、枪蟹。梭子蟹科三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus* (Miers)的全体。有滋阴养血、解毒疗伤之功效,主治血枯经闭、漆疮、关节扭伤等。

7. 方海

古代药学文献经常见到中华绒螯蟹、厚蟹、方蟹等蟹类,称为方海。因为这些蟹类在淡水生长洄游近海河口处产卵。在《神农本草经》中记有清热散血续断伤的功效。《本经逢原》记载:"蟹性专破血,故能续断骨。"现代仍沿用之。《本草纲目》记载的"蝤蛑",原生物为"无齿相手蟹",也是方蟹科的一种。

8. 青蟹

俗名朝蟹、青蚌、红蚌。为梭子蟹科锯缘青蟹的全体。有化瘀止痛、利水消肿、滋补强壮之功效,主治产后腹痛、乳汁不足、体虚水肿等。

9. 蝤蛑

俗名蚌、海蚌、赤甲红,为梭子蟹科日本蚌 *Charybdis japonica*(A. Milne-Edwards)及其近缘动物锈斑蚌 *C. feriatus*(Linnaeus)的全体。有活血化淤、消食通乳等功能,主治血淤经闭、消化不良、乳汁不足等。

10. 蚧肉

俗名蚧鱼肉,为蚧科中国蚧属 *Tachypleus* 中国蚧 *T. tridentatus* (Leach)、南方蚧 *T. gigas* (Muller)及蝎蚧属 *Carcinoscopius* 圆尾蝎蚧 *C. rotundicauda* (Latreille)的肉。具有化痰止咳、散瘀解毒之功效,主治咳嗽气急、喉中痰鸣、跌打损伤、丹毒等。宋代《嘉右本草》记载:"蚧肉主治痔、杀虫;胆主治大风癞疾杀虫;积年呷嗽;尾烧焦主治肠风泻血、崩中带下及产后痢。"在《本草纲目》和《本草拾

遗》中也有类似记载。现在民间仍流传多种验方。如用鲎肉与猪肝煮吃，可治疗白内障；壳或尾焙干研末冲服，治疗胃炎、腰扭伤、肺结核咯血；壳煅，研细末，调茶油或麻油外敷，可治烫火伤、疮疖；如创伤性出血，可用细末直接外敷。鲎血还可制成鲎试剂，用来检验食品、药物等是否被革兰阴性细菌感染。

11. 鲎尾

为鲎科中国鲎属 *Tachypleus* 中国鲎 *T. tridentatus* (Leach)的尾。有止血、止痢功效，可治咯血、胃出血、外伤出血等。

12. 鲎壳

为鲎科中国鲎属 *Tachypleus* 中国鲎 *T. tridentatus* (Leach)的甲壳。形似瓢，由头胸甲、腹甲及尾剑三部分组成。含有溴、铁、锌、铜等多种元素，味咸性平，有化痰止咳、散瘀解毒之功效，主治咳等。

13. 鲎血

为鲎科中国鲎属 *Tachypleus* 中国鲎 *T. tridentatus* (Leach)的血。鲎血为蓝色液体。鲎血可被极微量的革兰阴性细菌的内毒素激活，从而使鲎血变形细胞凝集成凝胶状。因此鲎试剂主要用于革兰阴性细菌脑膜炎的快速诊断、内毒素血症的诊断、尿或血中内毒素的检测等。鲎血可食用，但含铜量较高，过食会引起中毒。鲎的胃肠有毒不能食用。

6.2.2.6 棘皮动物门中的药源生物

《中华人民共和国药典》尚未载录本门动物药，《中华本草》收录海洋棘皮动物 34 种，其他书籍收录海洋棘皮动物药 55 种。

1. 海参

俗名辽参。为刺参科刺参属 *Stichopus* 的刺参 *S. japonicus* Selenka、绿刺参 *S. chloronotus* Brandt 和花刺参 *S. variegates* Semper 去内脏的全体。有补肾益精、养血润燥和止血之功效，主治精血亏损、阳痿、梦遗、肠燥便秘、便血等症。《随息居饮食谱》记有“滋阴、补血、健阳、滑燥、调经、养胎、利产等”功用，列为补益品。《本草从新》载有：“甘、咸、温，补肾益精，壮阳疗痿。”《本草纲目拾遗》谓：“补肾经、益精髓、消痰涎、摄小便、壮阳生百脉血，治溃疡生蛆。”

2. 海参内脏

俗名海参肠。为刺参科刺参属 *Stichopus* 的刺参 *S. japonicus* Selenka、绿刺参 *S. chloronotus* Brandt 和花刺参 *S. variegates* Semper 的内脏。有镇惊、和胃、解毒透疹，生机止血之功效，主治癫痫、小儿消化不良、十二指肠溃疡、麻疹、疥疮等症。

3. 梅花参

俗名凤梨参。为刺参科梅花参属 *Thelenota* 梅花参 *T. ananas* (Jaeger)去内脏的全体。有补肾、益精、养血之功效，主治身体虚弱、神经衰弱、阳痿、水肿等症。

4. 白尼参

俗名蛇目参、虎参、豹参。白尼参属 *Bohadschia* 蛇目白尼参 *B. argus* Jaeger 和图纹白尼参 *B. marmorata* Jaeger 去内脏的全体。有补肾之功效，主治水肿。

5. 黑海参

俗名黑狗参。为海参科海参属 *Holothuria* 黑海参 *H. atra* Jaeger、黑赤星海参 *H. cinerascens* (Brandt)、米氏海参 *H. moebi* Ludwig 等去内脏的全体。有养血、催奶之功效，主治妇女产后乳少。

6. 荡皮参

俗名乌参。为海参科海参属 *Holothuria* 玉足海参 *H. leucospilota* (Brandt)去内脏的全体。具有补肾养血、催乳、止血之功能，主治虚弱劳祛、产后乳少、外伤出血等症。

7. 乌尼参

俗名黑乳参、乌圆参。为海参科海参属 *Holothuria* 黑乳海参 *H. nobilis* (Selenka)去内脏的全体。有补肾、滋阴、通乳之功能，主治身体虚弱、水肿、产后乳少等症。

8. 海星

俗名五角星。为槭海星科镶边海星 *Craspidaster hesperus* (Muller et Troschel)、骑士章海星 *Stellaster equestris* (Retzius)、中华五角海星 *Anthenea chinensis* (Gray)、蔷薇海星 *Rosaster symbolicus* (Sladen)的全体。能解毒散结、和胃止痛。主治甲状腺肿大、瘰疬、胃痛泛酸、十二指肠溃疡及胃病等症。性成熟期生殖腺发达，可食用。

9. 太阳海星

俗名太阳鱼。为太阳海星科陶氏太阳海星 *Solaster dawsone* Verrill 和林氏海星 *Asterina limboonkengi* Smith 的全体。有和胃、止痛之功效，主治十二指肠溃疡及胃病等症。

10. 海燕

俗名五角星。系海燕科海燕 *Asterina pectinifera* (Müller et Troschel)的全体。有补肾、祛风湿、止酸、止痛之功效，主治阳痿、风湿腰腿痛、胃痛泛酸等症。《本草纲目》记载海燕有：“阴雨发损痛煮汁服，取汗即解，亦入滋阴药。”民间也用等量的海燕、海马共研末口服，可治阳痿等症。

11. 海盘车

俗名海星、五角星。为海盘车科罗氏海盘车 *Asterias rollestoni* Bell 和多棘海盘车 *A. amurensis* Lutken 的全体。有平肝镇惊、和胃制酸、清热解毒之功效，主治癫痫、胃痛吐酸、甲状腺肿大、中耳炎等症。

12. 阳遂足

俗名蛇尾、海蛇尾。为阳遂足科阳遂足属 *Amphiura* 滩栖阳遂足 *A. vadicola* Matsumoto 的全体。有祛风湿、杀虫止痒之功效，主治风湿疼痛、顽癣等症。

13. 海胆

俗名刺海螺。为球海胆科马粪海胆 *Hemicentrotus pulcherrimus* (A. Agassiz) 和光棘球海胆 *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz)，长海胆科紫海胆 *Anthocidaris crassispina* (A. Agassiz) 以及刻肋海胆科细雕刻肋海胆 *Temnopleurus toreumaticus* (Leske) 和北方刻肋海胆 *Temnopleurus hardwickii* (Gray) 的石灰质骨壳。具有化痰软坚、散结制酸、止痛之功能，主治瘰疬、痰咳、哮喘、胸肋胀痛、胃痛等症。

14. 石笔海胆

俗名烟嘴海胆。为长海胆科石笔海胆 *Heterocentrotus mammillatus* (Linnaeus) 的棘。具有清热解毒之功效，主治中耳炎。

6.2.2.7 苔藓动物门中的药源生物

《中华人民共和国药典》尚未载录本门动物药，《中华本草》引自《本草衍义》收录的药材“石花”即为苔藓动物。其根据是“石花，海生，白色，圆如覆大马勺，上有百十枝，每枝各槎牙分歧和(呈)鹿角(状)，上有细纹。以指撩之发出铮铮声。其体甚脆不禁触及”。显然与海滨礁石上附着的本门胞孔科动物之脊突苔虫及瘤分胞苔虫等动物相似，特别像这些虫体死后，残留灰白色或灰黄色的珊瑚状骨骼。本门现只列有脊突苔虫 *Costazia aculeata* Canu et Bassler 和瘤分胞苔虫 *Cellporina costazii* (Audouin)。

6.2.3 海洋药用尾索动物与物种鉴定

《中华人民共和国药典》尚未载录本门动物药，《海洋药物研究与开发》报道膜海鞘科膜海鞘 *Tridemnum soltidum* 提取的膜海鞘素(didemnins)具有抗肿瘤活性。也报道红树海鞘 *Ecteinascidia turbinata* 的水/醇提取物有显著的抗肿瘤活性。

6.2.4 海洋药用头索动物与物种鉴定

头索动物均为海栖的鱼形动物，分布于热带、亚热带浅海沙泥中，中国最早发现于福建厦门，后又见于山东青岛、烟台、日照及广东、广西等沿海一带。《中华人民共和国药典》及主要药物用书中尚未见记载。

6.2.5 海洋药用脊椎动物与物种鉴定

《中华人民共和国药典》中记载的海洋脊椎动物药甚少，仅有海马、海龙和龟甲等。通过近 4 年的调查和民间走访，已知海洋药用脊椎动物被药书载录的有 426 种，尚未载录的约百余种。《中华本草》收录海洋脊椎动物药 274 种，包括海洋鱼类药 230 种、海洋爬行动物药 18 种、海洋鸟类药 7 种，海洋哺乳动物药 19 种。其他书籍另收录海洋脊椎动物药 151 种，包括鱼类药 140 种，爬行动物药 1 种，哺乳动物药 10 种。

6.2.5.1 圆口纲

本纲《中华人民共和国药典》中无记载，仅见《中华本草》和《中国有毒及药用鱼类新志》记载有七鳃鳗科七鳃鳗属 *Lampetra* 日本七鳃鳗 *L. japonica* (Martens) 有滋补强壮、通经活络明目之功效，主治口眼歪斜、夜盲及角膜干燥等症。而《中国海洋药物词典》和《中国有毒及药用鱼类新志》又记载有营海洋寄生生活的黏盲鳗科蒲氏黏盲鳗 *Eptaretus burgeri* (Girard) 具有显著刺激心脏起搏点兴奋的作用，并对心肌供血及收缩频率有稳定作用。

6.2.5.2 鱼总纲

《中华人民共和国药典》中记载的海马和海龙是仅有的海洋鱼类药。但近 60 年来世界各国都加大了对海洋鱼类药的研究和临床试验，发现鱼类富含不饱和脂肪酸和酸性多黏糖活性物质等，对人体有滋补强壮、通经活络、降低血糖、血压和血脂等功效，在抗肿瘤、抗病毒实验和治疗中也取得了一系列令人瞩目的成果。中国常见海洋鱼类药用动物有 115 科约 371 种，其中《中华本草》记载 230 种，其他书籍还载录有 140 种。

1. 鲨鱼肝

俗名鲨肝。来自六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron) 肝脏提炼的油，另有 4 科 5 属鲨鱼。如：姥鲨科姥鲨 *Cetorhinus maximus* (Gunner)；皱唇鲨科皱唇鲨属 *Triakis* 的皱唇鲨 *T. seyllium* Müller et Henle 和星鲨属 *Mustelus* 的白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker、灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann；双髻鲨科锤头双髻鲨 *Sphyrna zygaena* (Linnaeus)；扁鲨科日本扁鲨 *Squatina japonica* Bleeker 等科属的海洋鲨鱼的肝脏也可用于提炼肝油药用。具有养肝明目之功效，主治夜盲症。

2. 鲨鱼油

来自六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron) 脂肪提炼的油。有清热解毒、止痛之功效，主治烧、烫伤。

3. 鲨鱼胎

来自六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron) 或皱唇鲨科星鲨属 (Mustelus) 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker 等雌性鲨鱼的胎。有补虚养血、调经止泻之功效，主治久病体虚、咳嗽、痛经，小儿腹泻等症。

4. 鲨鱼肉

俗名鲛鱼肉。系皱唇鲨科皱唇鲨属 *Triakis* 皱唇鲨 *T. scyllium* Müller et Henle 和星鲨属 *Mustelus* 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker、灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann，真鲨科阔口真鲨 *Carcharhinus latistomus* Fang et Wang、乌翅真鲨 *C. melanopterus* (Quoy et Gaimard)，须鲨科条纹

斑竹鲨 *Chiloscyllium plagiosum* (Bennett)，姥鲨科姥鲨 *Cetorhinus maximus* (Gunner)，双髻鲨科锤头双髻鲨 *Sphyrna zygaena* (Linnaeus)以及角鲨科白斑角鲨 *Squalus acanthias* Linnaeus 和扁鲨科日本扁鲨 *Squatina japonica* Bleeker 的肉。中国古代对鲨鱼肉的保健和药用作用早有评价，《新修本草》记载鲨鱼"肉，甘平无毒，补五脏；皮，甘咸平无毒，主治心气蛀虫毒吐血；胆，主治喉痹"。《医林纂要》记："消肿去瘀。"《纲目拾遗》记载赤魟的"肉赶咸平无毒，主治男子白浊淋，玉茎涩痛"。有补虚健脾、利水祛瘀消肿之功效，主治久病体虚、脾虚浮肿、创口久不愈合等症。

5. 鲨鱼皮

俗名鲛鱼皮。系皱唇鲨科皱唇鲨属 *Triakis* 皱唇鲨 *T. seyllium* Müller et Henle 和星鲨属 *Mustelus* 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker、灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann，以及角鲨科白斑角鲨 *Squalus acanthias* Linnaeus 的皮。有解鱼毒、消积食、杀痨虫之功效，主治食物中毒、食鱼成积不消、肺痨等症。

6. 鲨鱼翅

俗名鲛鱼翅。系皱唇鲨科星鲨属 *Mustelus* 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker 以及真鲨科阔口真鲨 *Carcharhinus latistomus* Fang et Wang 和六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron)的肉。有益气、补虚、开胃之功效，主治虚痨、胃虚、腹泻等症。

7. 鲨鱼胆

俗名鲛鱼胆。系皱唇鲨科星鲨属 *Mustelus* 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker、灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann 和皱唇鲨属 *Triakis* 皱唇鲨 *Triakis scyllium* Müller et Henle 或其他鲨的胆。有清热解毒之功效，主治喉痹、疮痈等症。

8. 鲛鲨白

俗名鲨鱼白。系皱唇鲨科皱唇鲨属 *Triakis* 皱唇鲨 *T. scyllium* Müller et Henle 和星鲨属 *Mustelus* 白斑星鲨 *M. manazo* Bleeker、灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann，真鲨科阔口真鲨 *Carcharhinus latistomus* Fang et Wang、乌翅真鲨 *C. melanopterus* (Quoy et Gaimard)，须鲨科条纹斑竹鲨 *Chiloscyllium plagiosum* (Bennett)，姥鲨科姥鲨 *Cetorhinus maximus* (Gunner)，双髻鲨科锤头双髻鲨 *Sphyrna sygaena* (Linnaeus)以及角鲨科白斑角鲨 *Squalus acanthias* Linnaeus 和扁鲨科日本扁鲨 *Squatina japonica* Bleeker 的雄性精巢。有益精固气、补心益肺之功效，主治精气不固、遗精滑泻、肺虚痨嗽等症。

9. 鲨鱼心

系真鲨科阔口真鲨 *Carcharhinus latistomus* Fang et Wang、六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron)、皱唇鲨科灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann、真鲨科黑印真鲨 *Carcharhinus menisorrah* (Müller et Henle)、乌翅真鲨 *C. melanopterus* (Quoy et Gaimard)等的心脏。可健脾益胃、主治脾胃虚弱。

10. 鲨鱼骨

系真鲨科阔口真鲨 *Carcharhinus latistomus* Fang et Wang、鲸鲨科鲸鲨 *Rhincodon typus* (Smitg)、六鳃鲨科扁头哈那鲨 *Notorhynchus cepedianus* (Peron)、皱唇鲨科灰星鲨 *M. griseus* Pietschmann，以及真鲨科乌翅真鲨 *C. melanopterus* (Quoy et Gaimard)等的骨骼。有祛风湿、止痛、止泻之功效，主治风湿性关节炎、头痛、腹泻等症。

11. 锯鲨胆

系锯鳐科尖齿锯鳐 *Pristis cuspidatus* Latham 及其近缘种小齿锯鳐 *P. microdon* Latham 和日本锯鳐 *P. japonicus* Günther 的胆。有祛风湿、散淤血、解毒敛疮之功效，主治风湿性关节炎、胆囊炎、跌打损伤、皮肤溃疡等症。

12. 锯鲨肝

系锯鳐科尖齿锯鳐 *Pristis cuspidatus* Latham 及其近缘种小齿锯鳐 *P. microdon* Latham 和日本锯鳐 *P. japonicus* Günther 的肝。有祛风湿、散淤血、解毒敛疮、补虚之功效，主治风湿性关节炎、胆囊炎、跌打损伤、皮肤溃疡、肺痨等症。

13. 锯鲨卵

系锯鳐科尖齿锯鳐 *Pristis cuspidatus* Latham 及其近缘种小齿锯鳐 *P. microdon* Latham 和日本锯鳐 *P. japonicus* Günther 的卵。有健脾止痢之功效，主治脾虚久痢等症。

14. 锯鲨翅

系锯鳐科 Pristidae 尖齿锯鳐 *Pristinus cuspidatus* Latham 及其近缘种小齿锯鳐 *P. microdon* Latham 和日本锯鳐 *P. japonicus* Günther 的鳍。有益肾、补肺之功效，主治虚痨症。

15. 鳐鱼胆

系鳐科 Rajidae 孔鳐 *Raja porosa* Güether、何氏鳐 *R. hollandi* Jordan et Richardson 及近缘种斑鳐 *R. kenojei* Müller et Henle、美鳐 *R. pulchra* Liu 等的胆。有散淤止痛、解毒敛疮之功效，主治风湿性关节炎、跌打损伤、疮疖、溃疡等症。

16. 海鳐鱼

系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei* (Müller et Henle)、花点魟 *D. narnak* (Forskol)及其近缘种黄魟 *D. bennetti* (Müller et Henle)、黄点魟 *D. gerrardi* (Gray)、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei* (Müller et Henle)、古氏魟 *D. kuhii* (Müller et Henle)、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae* (Steindachner)、中国

魟 *D. sinensis*（Steindachner）、黑斑条尾魟 *Taeniura melanospilos* Bleeker 和扁魟科褐黄扁魟 *Urolophus aurantiacus* Müller et Henle 等的肉。有益肾通淋之功效，主治男子白浊膏淋、阴茎涩痛等症。

17. 海鳐鱼齿

系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei*（Müller et Henle）、花点魟 *D. narnak*（Forskol）及其近缘种黄魟 *D. bennetti*（Müller et Henle）、黄点魟 *D. gerrardi*（Gray）、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei*（Müller et Henle）、古氏魟 *D. kuhii*（Müller et Henle）、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae*（Steindachner）、中国魟 *D. sinensis*（Steindachner）、黑斑条尾魟 *Taeniura melanospilos* Bleeker 和扁魟科褐黄扁魟 Urolophus aurantiacus Müller et Henle 等的齿。有截疟之功效，主治瘴疟症。

18. 海鳐鱼肝

系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei*（Müller et Henle）、花点魟 *D. narnak*（Forskol）及其近缘种黄魟 *D. bennetti*（Müller et Henle）、黄点魟 *D. gerrardi*（Gray）、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei*（Müller et Henle）、古氏魟 *D. kuhii*（Müller et Henle）、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae*（Steindachner）、中国魟 *D. sinensis*（Steindachner）、黑斑条尾魟 *Taeniura melanospilos* Bleeker 和扁魟科褐黄扁魟 *Urolophus aurantiacus* Müller et Henle 等的肝。有养肝明目之功效，主治夜盲症。

19. 海鳐鱼胆

系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei*（Müller et Henle）、花点魟 *D. narnak*（Forskol）及其近缘种黄魟 *D. bennetti*（Müller et Henle）、黄点魟 *D. gerrardi*（Gray）、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei*（Müller et Henle）、古氏魟 *D. kuhii*（Müller et Henle）、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae*（Steindachner）、中国魟 *D. sinensis*（Steindachner）、黑斑条尾魟 *Taeniura melanospilos* Bleeker 和扁魟科褐黄扁魟 *Urolophus aurantiacus* Müller et Henle 等的胆。有健胃散瘀之功效，主治胃痛、跌打损伤、湿热黄疸等症。

20. 海鳐鱼尾刺

系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei*（Müller et Henle）、花点魟 *D. narnak*（Forskol）及其近缘种黄魟 *D. bennetti*（Müller et Henle）、黄点魟 *D. gerrardi*（Gray）、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei*（Müller et Henle）、古氏魟 *D. kuhii*（Müller et Henle）、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae*（Steindachner）、中国魟 *D. sinensis*（Steindachner）、黑斑条尾魟 *Taeniura melanospilos* Bleeker 和扁魟科褐黄扁魟 *Urolophus aurantiacus* Müller et Henle 等的尾刺。古书对魟类、蝠鲼的尾刺也有“尾有毒，主治齿痛”的记载。尾刺可直接刺入化脓的恶疮、毒疖；用尾刺焙干研末，用黄酒或米醋冲服，可治疗乳腺炎、咽喉炎、疟疾等；每次服 10 g 左右，服 1～2 次就有效果。有清热解毒、散结软坚之功效，主治咽喉肿痛、疮痈肿毒、牙痛、癌症等。

21. 鱼油

俗名鱼脂。系魟科赤魟 *Dasyatis akaijei*（Müller et Henle）、花点魟 *D. narnak*（Forskol）、黄魟 *D. bennetti*（Müller et Henle）、黄点魟 *D. gerrardi*（Gray）、小眼魟 *D. microphthalmus* Chen、尖嘴魟 *D. zugei*（Müller et Henle）、古氏魟 *D. kuhii*（Müller et Henle）、光魟 *D. laevigatus* Chu、奈氏魟 *D. navarrae*（Steindachner）、中国魟 *D. sinensis*（Steindachner）等，以及鳐科孔鳐 *Raja porosa* Güther、何氏鳐 *R. hollandi* Jordanet et Richardson、斑鳐 *R. kenojei* Müller et Henle、美鳐 *R. pulchra* Liu 等可食用鱼中提取的脂肪油。有活血降脂之功效，主治高血脂症，也适于高血压、冠心病、脑血栓症的防治。

22. 鲼鱼鳃

俗名蝠鲼鱼鳃。系蝠鲼科双吻前口蝠鲼 *Manta birostris*（Walbaum）、日本蝠鲼 *Mobula japonica*（Müller et Henle）和无刺蝠鲼 *Mobula diabolus*（Shaw）的鳃。用来治疗小儿麻疹有好的效果。用水煎服蝠鲼的鳃还有治疗疥疮的作用。

23. 鲼鱼脑

系蝠鲼科双吻前口蝠鲼 *Manta birostris*（Walbaum）、日本蝠鲼 *M. japonica*（Müller et Henle）和无刺蝠鲼 *M. diabolus*（Shaw）的脑。有化瘀通络之功能，主治跌打损伤。

24. 银鲛

俗名银鲛鱼、兔子鱼。系银鲛科黑线银鲛 *Chimaera phantasma* Jordan et Snyder 和曾氏兔银鲛 *Hydrolagus tsengi*（Fang et Wang）的肉和鳍。有补虚健胃之功效，主治虚痨痰嗽、食少羸瘦、腰膝无力。

25. 鲟鱼

俗名鲔、鮥、叔鲔。系匙吻白鲟科白鲟 *Psephurus gladius*（Martens）及鲟科中华鲟 *Acipenser sinensis* Gray 的肉。有益气补虚、活血通淋之功能，主治久病体虚痨、贫血、血淋、前列腺炎等症。

26. 鲱鱼

俗名鳊、青条鱼。系鲱科太平洋鲱 *Clupea pallasii* Valenciennes 的肉。有补虚利尿之功效，主治肺结核、浮肿、小便不利。

27. 鲱鱼籽

系鲱科太平洋鲱 *Clupea pallasii* Valenciennes 的卵。有补虚、平喘之功能，主治喘息、脚气病。

28. 青鳞鱼

俗名柳叶鱼，青皮。系鲱科青鳞鱼 *Sardinella zunasi* Bleeker 的肉。有解毒之功效，主治海蛇咬、缠腰火丹。

29. 勒鱼

俗名鳓、鲞鱼、鲚鱼。系鲱科勒鱼 *Ilisha elongata* (Bennett)的肉。《本草纲目》记载勒鱼肉"主治开胃暖中，作鲞(剖开晾干之意)尤良"。有健脾开胃、养心安神之功效，主治脾虚泄泻、消化不良、心悸怔忡等症。

30. 鲥鱼

俗名鲥、当鲚、瘟鱼。系鲱科鲥鱼 *Macrura reevesii* (Richardson)的肉或全体。有健脾补肺、行水消肿之功效，主治虚痨、久咳、水肿等症。

31. 鲥鱼鳞

系鲱科鲥鱼 *Tenualosa reevesii* (Richardson)的鳞。有敛疮、拔疔之功效，主治疔疮、烫火伤、腿疮、下疳等症。

32. 鲚鱼

俗名鳓、鳡鱼、鲨鱼。系鳀科刀鲚 *Coilia nasus* Temminck et schlegel、风鲚 *C. mystus*(Linnaeus)和七丝鲚 *C. grayii* Richardson 等的全体。有健脾补气、泻火解毒之功效，主治慢性胃肠功能紊乱、消化不良、疮疖痈疽等症。

33. 水晶鱼

俗名鱴鱼、银鱼。系银鱼科间银鱼属前颌间银鱼 *Hemisalanx prognathus* Regan、尖头银鱼 *Salanx acuticeps* Regan、长鳍银鱼 *Salanx longianalis* (Regan)和大银鱼 *Protosalanx hyalocranius* (Abbott)等的全体。有健脾补虚、润肺止咳之功效，主治营养不良、脾虚泄泻、消化不良、小儿疳积等症。

34. 蛇鲻

俗名狗棍、丁鱼。为狗母鱼科多齿蛇鲻 *Saurida tumbil* (Bloch)、长蛇鲻 *S. elongata* (Temminck et Schlegel)、花斑蛇鲻 *S. undosquamis*(Richardson)和长条蛇鲻 *Saurida filamentosa* Ogilby 等的肉。有健脾补肾、缩尿之功效，主治小儿麻痹后遗症、遗尿、夜尿多等症。

35. 狗母鱼

为狗母鱼科大头狗母鱼 *Trachinocephalus myops* (Forster)的尾部。有清热解毒之功效，主治扁桃体炎症。

36. 鳗鲡鱼

俗名鳗鲡、鳂鲡。为鳗鲡科鳗鲡 *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel、花鳗鲡 *A. marmorata* Quoy et Gamard 和中华鳗鲡 *A. sinensis* McClelland 等的全体。有健脾补肺、益肾固冲、祛风除湿、解毒杀虫之功效，主治五脏虚损、消化不良、小儿疳积、肺痨咳嗽、阳痿痢疾、脚气水肿、蹦漏带下、风湿骨痛等症。《食疗本草》记载：鳗鱼肉"疗湿，脚气，腰肾间湿，风痹。水洗净后，以五味煮食，甚补益。患诸疮瘘疬肠风人，宜常食之"。

37. 鳗鲡鱼血

为鳗鲡科鳗鲡 *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel、花鳗鲡 *A. marmorata* Quoy et Gamard 和中华鳗鲡 *A. sinensis* McClelland 等的血。有明目退翳之功效，主治疮疹入眼生翳。

38. 鳗鲡鱼骨

俗名蛇鱼骨。为鳗鲡科鳗鲡 *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel、花鳗鲡 *A. marmorata* Quoy et Gamard 和中华鳗鲡 *A. sinensis* McClelland 等的骨。有杀虫敛疮之功效，主治疳痢、肠风、崩带、恶疮、痔漏等症。

39. 鳗鲡鱼膏

为鳗鲡科鳗鲡 *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel、花鳗鲡 *A. marmorata* Quoy et Gamard 和中华鳗鲡 A. sinensis McClelland 等的脂肪油。有解毒消肿之功效，主治恶疮、痔漏、耳内肿痛等症。

40. 海鳝

俗名海黄鳝。为海鳝科波纹裸胸鳝 *Gymnothorax undulatus* (Lacepède)、网纹裸胸鳝 *G. reticularis* (Bloch)和斑点裸胸鳝 *G. meleagris* (Shaw)等的血、全体。有解毒消肿、止血止痛之功效，主治恶疮、痔漏、无名肿痛、外伤出血等症。

41. 海鳗

俗名海鳗鲡、即勾、狼牙鳝。为海鳗科海鳗 *Muraenesox cinereus* (Forsskål)的全体。有补虚损、润肺、祛风通络、解毒之功效，主治病后或产后体虚、遗精、贫血、神经衰弱、骨节疼痛、疖疮等症。

42. 海鳗头

为海鳗科海鳗 *Muraenesox cinereus* (Forsskål)的头。有散风止痛、生肌敛疮之功效，主治妇女产后头风、头晕、中风头痛、外阴溃疡久不收口。

43. 海鳗鳔

为海鳗科海鳗 *Muraenesox cinereus* (Forsskål)的鳔。有养血止血、补肾固精、解毒之功效，主治再生障碍性贫血、肾虚遗精、气管炎、痈肿、疖疮、无名肿毒。

44. 海鳗胆

为海鳗科海鳗 *Muraenesox cinereus* (Forsskål)的胆囊。有清热解毒、止咳之功效，主治急性结膜炎、百日咳。

45. 海鳗卵

为海鳗科海鳗 *Muraenesox cinereus* (Forsskål)的卵。有滋补强壮之功效，主治体虚羸弱、肝硬化、脂肪肝、神经衰弱、贫血。

46. 短体鳗

俗名油鲇、土龙、鳗鱼。为蛇鳗科锷形短体鳗 *Brachysomophis crocodilinus* (Bennett)、中华须鳗 *Currhimuraena chinensis* Kaup、尖吻蛇鳗 *Ophichthus aptcalis* (Bennett)、食蟹豆齿鳗 *Pisoodonophis cancrivorus* (Richardson)等的全体。有滋补强壮、活血通络之功效,主治病后虚弱、腰背酸痛、跌打损伤、骨折、风湿痹痛等症。中国东南沿海居民炖食或配合中草药炖食海鳗为妇女补品,可治妇女产后头风、风湿关节肿痛。

47. 鳐鱼

俗名箴鱼、姜公鱼。为鳐鱼科鳐鱼 *Hyporhamphus sajori* (Temminck et Schlegel)、瓜氏鳐鱼 *H. quoyi* (Valenciennes)、斑鳐 *H. far* (Forsskål)的肉。有养阴益气、解毒之功效,主治阴虚烦热、盗汗、自汗、疮疖溃疡等症。

48. 文鳐鱼

俗名飞鱼、燕鳐。为飞鱼科真燕鳐鱼属 *Prognichthys* 真燕鳐 *P. agoo* (Temminck et Schlegel)及须唇飞鱼属 *Cypselurus* 弓头须唇飞鱼 *C.* arcticeps(Günther)、少鳞须唇飞鱼 *C. oligolep* (Bleeker)以及尖头文鳐鱼 *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker)等的肉。有催产、止痛、解毒消肿之功效,主治难产、胃痛、血痢腹痛、疝痛、乳疮、痔疮等症。

49. 鳕鱼

俗名大头鱼、大头星。为鳕科鳕鱼 *Gadus macrocephalus* Tilesius 的肉。有活血止痛、通便之功效,主治跌打骨折、外伤出血、便秘等症。

50. 鳕鱼骨

为鳕科鳕鱼 *Gadus macrocephalus* Tilesius 的骨。主治脚气。

51. 鳕鱼鳔

为鳕科鳕鱼 *Gadus macrocephalus* Tilesius 的鳔。有止血功能,主治咯血。

52. 鲹鱼

俗名烟管鱼、火筒。为烟管鱼科鳞烟管鱼 *Fistularia petimba* Lacépède、毛烟管鱼 *F. villosa* Klunzinger 的全体。清热利尿、抗癌,主治肾炎、食道癌等症。

53. 海马

俗名水马、蝦姑、马头鱼、龙落子鱼。为硬骨鱼纲海龙科海马属 *Hippocampus* 动物。约有 35 种,中国 6 种,分别为大海马 *H. kelloggi*、斑海马 *H. trimaculatus*、管海马 *H. kuda*、刺海马 *H. histrix*、日本海马 *H. japonicus*、冠海马 *H. coronatus*,全体入药。海马性味甘温,归肝、肾经,具有温肾壮阳、消肿散结、妇人催生等功效,能医治性功能障碍、失眠、呼吸系统失调、咽喉肿痛、体乏、皮肤病以及难产等疾症。《本草纲目》记:"暖水藏、壮阳道、消瘕块、治疔疮肿毒。"现代医学研究认为,海马含有溶血磷脂酰胆碱、神经鞘磷脂、磷脂酰乙醇胺等多种磷脂类成分及 10 多种脂肪酸。临床用于阳痿遗精、遗尿虚喘、癥瘕积聚、类风湿性关节炎、老年性疾病、乳腺癌及神经系统疾病等病症都有良好疗效。海马中成药主要有海马补肾丸、海马舒活膏、海马三肾丸、回春胶囊、精制海马追风膏等。中国已在海南、广东等地进行人工养殖海马[61]。

54. 海龙

俗名杨枝鱼、钱串子、鞋底索、海钻、小海龙。为海龙科海龙属 *Syngnathus* 尖海龙 *S. acus* Linnaeus、蓝点多环海龙 *S. cynaopilus* Bleeker、低海龙 *S. djarong* Bleeker 和舒海龙 *S. schlegeli* Kaup;拟海龙属 *Syngnathoides* 拟海龙 *S. biaculeatus* (Bloch);刁海龙属 *Solegnathus* 刁海龙 *S. hardwickii* (Gray);粗吻海龙属 *Trachyrhamphus* 粗吻海龙 *T. serratus* (Temminck et Schlegel);冠海龙属 *Corythoichthys* 冠海龙 *C.* fasciatus (Gray)、刺冠海龙 *C. crenulatus* (Weber)和海蹿鱼属 *Halicampus* 海蹿鱼 *H. koilomatodon* (Bleeker)等的全体。海龙性味甘温,归肝、肾经,具有温肾壮阳,消肿散结等功效。主治阳痿、遗精、不育、肾虚作喘、癥瘕积聚、瘰疬瘿瘤、跌打损伤等症。已进行海龙人工养殖[61]。

55. 鲻鱼

俗名梭鱼、子鱼、白眼、乌鲻。为鲻科鲻属 *Mugil* 鲻 *M. cephaius* Linneaus,骨鲻属 *Osteomugil* 硬头骨鲻 *O. stronylocephalus* (Richardson),鲛属 *Liza* 鲛鱼 *L. haematacheila* (Temminck et Schlegel)、棱鲛 *L. carinatus* (Valenciennes),黄鲻属 *Ellochelon* 黄鲻 *E. vaigiensis* (Quoy et Gaimard)等的肉。有益气健脾、开胃消食、散瘀止痛之功效,主治脾胃虚弱、消化不良、小儿疳积、产后淤血、跌打损伤等症。

56. 四指马鲅

为马鲅科四指马鲅属 *Eleutheronema* 四指马鲅 *E. rhadinum* (Jordan et Evermann)的肉。消食化滞,主治饮食积滞。

57. 石斑鱼

为鲈科石斑鱼亚科石斑鱼属 *Epinephelus* 鲑点石斑鱼 *E. fario* (Thunberg)、青石斑鱼 *E. awoara*(Temminck et Schlegel)、镶点石斑鱼 *E. amblycephalus*(Bleeker)、点带石斑鱼 *E. malabaricus*(Bloch et Schneider)、玳瑁石斑鱼 *E. quoyanus*(Valenciennes)等的肉。有养血安神之功效,主治血虚头晕、心悸、健忘、失眠、神志不安等症。

58. 鲈鱼

俗名花寨、寨花、花鲈。为鲈科常鲈亚科花鲈属 *Lateolabrax* 鲈 *L. maculatus*(McClelland)的肉。有益脾

胃、补肝肾之功效，主治脾虚泻痢、消化不良、疳积、水肿、筋骨萎弱、胎动不安、疮疡久不愈合等症。

59. 蓝圆鲹

俗名鲳鲹、鲹鲔。为鲹科鲹亚科鲹属 *Decapterus* 蓝圆鲹 *D. maruadsi* (Temminck et Schlegel)的肉。有健脾益气、消化积食之功效，主治脾虚乏力、食欲不振、久痢、咯血等症。

60. 黄唇鱼鳃

为石首鱼科黄唇鱼亚科黄唇鱼属 *Bahaba* 黄唇鱼 *B. taipingensis* (Herre)的鳃。有滋补肝肾、活血调经之功效，主治肾虚腰痛、崩漏等症。

61. 黄唇鱼鳞

为石首鱼科黄唇鱼亚科黄唇鱼属 *Bahaba* 黄唇鱼 *B. taipingensis* (Herre)的鳞。有补虚之功效，主治伤口溃烂。

62. 黄唇鱼心

为石首鱼科黄唇鱼亚科黄唇鱼属 *Bahaba* 黄唇鱼 *B. taipingensis* (Herre)的心。主治胸痛。

63. 黄唇鱼肝

为石首鱼科黄唇鱼亚科黄唇鱼属 *Bahaba* 黄唇鱼 *B. taipingensis* (Herre)的肝。有补虚之功效，主治神经衰弱、视力减弱、肺结核等症。

64. 梅童鱼

俗名梅子鱼、梅子。为石首鱼科黄鱼亚科 *Pseudosciaeninae* 梅童鱼属 *Collochthys* 棘头梅童鱼 *C. lucidus* (Richardson)、黑鳃梅童鱼 *C. nivcatus* Jordan et Starks 的肉。有健脾益气、养血补肾之功效，主治病后体虚、消化不良、贫血、小儿发育不良、遗尿等症。

65. 叫姑鱼

俗名沙鲩、气昆鱼。为石首鱼科叫姑鱼亚科叫姑鱼属 *Johnius* 叫姑鱼 *J. belengerii* (Cuvier)的肉。有消食、利水、散瘀之功效，主治消化不良、水肿、肌肉挫伤等症。

66. 鲩鱼

俗名鲩。为石首鱼科黄鱼亚科鲩鱼属 *Miichthys* 鲩鱼 *M. miiuy* (Basilewsky)的肉。有补中益气、健脾利湿之功效，主治脾胃虚弱所致的消化不良、腹胀、泄泻等症。

67. 黄姑鱼

俗名黄姑子。为石首鱼科白姑鱼亚科黄姑鱼属 *Nibea* 黄姑鱼 *N. albiflora* (Richardson)的肉。有补肾利水、活血止痛之功效，主治肾虚遗精、肾炎浮肿、产后腹痛等症。

68. 石首鱼

俗名黄花鱼。为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* (Bleeker)的肉。有健脾益气、补肾、明目、止痢之功效，主治病后或产后体虚、乳汁不足、肾虚腰痛、水肿、视物昏花、头痛、胃痛、泻痢等症。

69. 石首鱼鲞

俗名白鲞、鲞鱼。为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* (Bleeker)的干制品。有健脾补虚、开胃消食、解毒止痢之功效，主治病后或产后体虚、食欲不振、食积腹胀、泄泻痢疾等症。

70. 石首鱼头

为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* (Bleeker)的头。主治头晕、腰痛。

71. 鱼脑石

俗名石首鱼头石。为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* (Bleeker)脑颅中的耳石。“鱼脑石”古代医学多有记载：“研末或烧水服，主淋漓小便不通。”有利尿通淋、清热解毒之功效，主治石淋、小便淋漓不畅等症。现代中医仍然用作清热通淋的药材。配干草水冲服，可治肾结石、膀胱结石、胆结石、输尿管结石。煅耳石可治中耳炎、鼻炎等症。

72. 石首鱼胆

为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* Bleeker 的胆囊。有清热止咳、降血脂之效，主治支气管炎、哮喘、高血脂等症。

73. 鱼鳔

俗名鳔。为石首鱼科黄鱼亚科黄鱼属 *Larimichthys* 大黄鱼 *L. crocea* (Richardson)和小黄鱼 *L. polyactis* Bleeker，鲩鱼属 *Miichthys* 鲩鱼 *M. miiuy* (Basilewsky)，白姑鱼亚科黄姑鱼属 *Nibea* 黄姑鱼 *N. albiflora* (Richardson)，鲟科中华鲟 *Acipenser sinensis* Gray 的鱼鳔。《本草纲目》中记载：“鳔，止折伤血不止；鳔胶烧存性，治妇女难产，产后风戳搐，破伤风痉；止呕血，散瘀血，消肿毒。”《海药本草》：“主月蚀疮、阴疮、痔疮，并用灰烧。”《本草求原》载：“鳔可养筋脉，定手战，固精。”有补肝肾、养血止血、散瘀消肿之效，主治肾虚遗精、腰膝无力、腰痛、眩昏耳鸣、白带、习惯性流产、血虚痉挛、产后风痉、破伤风、癫痫、再生障碍性贫血、吐血、咯血、尿血、崩漏、外伤出血、阴疽、瘘管、慢性溃疡、皲裂、痛风、痔疮等症。

74. 鳊鱼

俗名花鳊。为鳊科鳊属 *Leiognathus* 黄斑鳊 *L. bindus* (Valenciennes)、鹿斑鳊 *L. ruconius* (Hammilton)、长棘鳊 *L. fasciatus* Lacepede、长鳊 *L. elongatus* (Günther)和静鳊 *L. insidiatus* (Bloch)等的肉。健脾益气，主治小儿消化

不良、黄疸性肝炎恢复期。

75. 真鲷

俗名加吉鱼。为鲷科真鲷属 *Pagrus* 真鲷 *P. major* Schlegel 及棘鲷属 *Acantho* 黑鲷 *A. schlegeli* (Bleeker)和黄鳍鲷 *A. latus* Houttuyn 等的肉。有健脾补肾、益气活血之功效,主治久病体虚、食欲不振、盗汗、腰痛、水肿、产后瘀血。

76. 海猴鳔

为石鲈科髭鲷属 *Hapalogenys* 横带髭鲷 *H. mucronatus* (Eydoux et Souleyet)、斜带髭鲷 *H. nitens* Richardson、黑带髭鲷 *H. nigripinnis* (Temminck et Schlegel)和纵带髭鲷 *H. kishinouyei* Smith et Pope 等的鳔。有补气养血、消肿解毒之功效,主治久病体虚、贫血、腮腺炎等症。

77. 金钱鱼胆

俗名金鼓。为金钱鱼科金钱鱼属 *Scatophagus* 金钱鱼 *S. argus*(Linnaeus)的胆。有平肝息风、清热解毒之功效,主治小儿惊风、高热、痢疾等症。

78. 篮子鱼胆

俗名黎猛。为篮子鱼科篮子鱼属 *Siganus* 长鳍篮子鱼 *S. canaliculatus* (Park)、褐篮子鱼 *S. fuscescens* (Houtuyn)、蓝带篮子鱼 *S. virgatus* (Valenciennes)、蠕纹篮子鱼 *S. javus* (Linnaeus)、星篮子鱼 *S. guttatus* (Bloch)等的胆。有清热解毒之功效,主治中耳炎。

79. 带鱼

俗名鞭鱼、刀鱼、海刀鱼。为带鱼科带鱼属 *Trichiurus* 带鱼 *T. japonicus* Temminck et schlegel,小带鱼属 *Eupleurogrammus* 小带鱼 *E. muticus* (Gray)和沙带鱼属 *Lepturacanthus* 沙带鱼 *L. savala* (Cuvier)等的肉、鳞、油。有补虚、解毒、止血之功效,主治病后体虚、产后乳汁不足、疮疖痈肿、外伤出血等症。古代文献记载带鱼"和中开胃"、"甘、温,补五脏"。《随息居饮食谱》:带鱼"暖胃、补虚、泽肤。"带鱼鳞含有大量鸟嘌呤,可制取咖啡因。

80. 鲐鱼

俗名鲐、鲭。为鲭科鲭(鲐)属 *Scomber* 日本鲭 *S. japonicus* (Houttuyn)和澳洲鲭 *S. australasicus* (Cuvier)的肉。有滋补强壮之功效,主治脾胃虚弱、消化不良、肺痨、神经衰弱等症。现代医学研究证明,鲐鱼肉有降血脂、减少动脉硬化及防止血栓形成等作用。

81. 马鲛鱼

俗名鲅、鰆、马鲅鱼。为鲅科马鲛属 *Scomberomorus* 蓝点马鲛 *S. niphonius* (Cuvier)、康氏马鲛 *S. commersom* (Lacépède)、朝鲜马鲛 *S. koreana*(Kishinouye)、斑点马鲛 *S. gu ttatus*(Bloch et Schneider)和中华马鲛 *S. sinensis* (Lacépède)的肉。有滋补强壮之功效,主治病后、产后体虚、早衰、神经衰弱等症。

82. 马鲛鱼鳃

为鲅科马鲛属 *Scomberomorus* 蓝点马鲛 *S. niphonius* (Cuvier)、康氏马鲛 *S. commersom* (Lacépède)、朝鲜马鲛 *S. koreana*(Kishinouye)、斑点马鲛 *S. gu ttatus*(Bloch et Schneider)和中华马鲛 *S. sinensis*(Lacépède)等的鳃。有补气平喘之功效,主治体虚咳喘。

83. 鲳鱼

俗名鲂、鲳鳊。为鲳科鲳属 *Pampus* 银鲳 *P. argenteus* (Euphrasen)、中华鲳 *P. chinensis*(Euphrasen)、燕尾鲳 *P. cinereus*(Bloch)和刺鲳属 *Psenopsis* 的刺鲳 *P. anomala*(Temminck et Schlegel)的肉。有益气养血,揉筋利骨之功效,主治消化不良、血虚、病后体虚、筋骨酸痛、筋骨麻木等症。

84. 鳃虎鱼

俗名鲇、鲨。为鳃虎鱼科鳃虎鱼亚科刺鳃虎鱼属 *Acanthogobius* 黄鳍刺鳃虎鱼 *A. flavimanus*(Temminck et Schlegel)和矛尾鳃虎鱼属 *Chaeturichthys* 矛尾鳃虎鱼 *C. stigmatias* Richardson 以及鳗鳃虎鱼科鳗鳃虎鱼亚科狼牙鳃虎鱼属 *Odontamblyopus* 红狼牙鳃虎鱼 *O. lacepedii* (Temminck et Schlegel)和孔鳃虎鱼亚科孔鳃虎鱼属 *Trypauchen* 孔鳃虎鱼 *T. vagina* (Bloch et Schneider)的肉。有温中益气、补肾壮阳之功效,主治虚寒腹痛、胃痛、消化不良、阳痿、遗精、早泄、小便淋漓等症。

85. 弹涂鱼

为弹涂鱼科弹涂鱼属 *Periophthalmus* 弹涂鱼 *P. modestus* Cantor 和大弹涂鱼属 *Boleophthalmus* 的大弹涂鱼 *B. pectinirosris* (Linnaeus)以及青弹涂鱼属 *Scartelaos* 青弹涂鱼 *S. viridis*(Hamilton)和大青弹涂鱼 *S. gigas* Chu et Wu 的肉。有补肾壮阳之功效,主治肾虚阳痿、腰痛、腰酸、耳鸣、耳聋、眩晕、小儿遗尿等症。

86. 鱼虎

俗名老虎鱼、土奴鱼。为毒鲉科鬼鲉属 *Inimicus* 鬼鲉 *I. japonicus* Cuvier、长吻鬼鲉 *I. cuvieri* (Gray)和虎鲉属 *Minous* 虎鲉 *M. monodactylus*(Bloch et Schneider)以及鲉科 Scoorpaenidae 的无鳔鲉 *Helicolenus hilgendorfi* (Steindachner et Döderlein)、关岛小鲉 *Scorpaenodes guamensis* (Quoy et Gaimard)、虹鲉 *Erispher potti* (Steindachner)等 30 余种鱼的肉。有滋养肝肾、清热解毒之功效,主治腰腿酸软疼痛、肝炎、疖肿、脓疡不敛、湿疹等症。

87. 绿鳍鱼

俗名绿翅、红祥、鲂鲆。为鲂鲆科绿鳍鱼属 *Chelidonichthys* 小眼绿鳍鱼 *C. spinosus*(McClelland)等的肉。有益气醒脾、祛风湿之功效,主治病后体虚、食欲不

振、神经衰弱、风湿疼痛等症。

88. 鲆鱼

俗名摆甲、牛尾鱼。为鲆科鲆属 *Platycephalus* 鲆 *P. indicus* (Linnaeus)和大眼鲆属 *Suggrundus* 大眼鲆 *S. meedervoorti* (Bleeker)的肉。有利水消肿、软坚散结之功效,主治慢性水肿、肝硬化腹水、风湿性关节炎、小儿哮喘等症。

89. 杜父鱼

俗名四鳃鱼、渡父鱼。为杜父鱼科松江鲈属 *Trachidermus* 松江鲈 *T. fasciatus* Heckel 的肉。有健脾益气之功效,主治脾虚食少、胃脘疼痛、形瘦乏力、大便溏泄、小儿疳积等症。

90. 比目鱼

俗名鲽、鲆、鳎。为鲽科鲽亚科木叶鲽属 *Pleuronichthys* 木叶鲽 *P. cornutus* (Temminck et Schlegel),高眼鲽属 *Cleisthenes* 高眼鲽 *C. herzensteini* (Schmidt),星鲽属 *Verasper* 圆斑星鲽 *V. variegatus* (Temminck et Schlege),虫鲽属 *Eopsetta* 虫鲽 *E. grigorjewi*(Hezenstein),牙鲆科牙鲆属 *Paralichthys* 牙鲆 *P. olivaceus* (Temminck et Schlegel),斑鲆属 *Pseudorhombus* 马来斑鲆 *P. malayanus* Bleeker、少牙斑鲆 *P. oligodon*(Bleeker)、五点斑鲆 *P. quinquocellatus* Weber et Beaufort、大牙斑鲆 *P. arsius*(Hamilton)、五眼斑鲆 *P. pentophthalmus* Günther、南海斑鲆 *P. neglectus* Bleeker,鳎科连鳍鳎亚科条鳎属 *Zebrias* 带纹条鳎 *Z. zebra*(Bloch),舌鳎科舌鳎亚科舌鳎属 *Cynoglossus* 宽体舌鳎 *C. rabustus* Günther、短吻红舌鳎 *C. joymeri* Günther 黑尾舌鳎 *C. melampetalus* (Richardson)斑头舌鳎 *C. puncticeps* (Richardson)、断线舌鳎 *C. interruptus* Günther、半滑舌鳎 *C. semilaevis* Günther、窄体舌鳎 *C. gracilis* Günther、褐斑三线舌鳎 *C. trigrammus* Günther、单孔舌鳎 *C. itinus*(Snyder)等的肉。《中华本草》记载这些鱼有健脾益气、解毒之功效,主治脾胃虚弱、消化不良、急性胃炎、食鲀鱼中毒等症。

91. 三刺鲀

俗名海儿鱼、炮台架、三脚迪。为三刺鲀科三刺鲀属 *Triacanthus* 双斑三刺鲀 *T. biaculeatus* (Bloch)的肉。有益胃养血、消肿散结之功效,主治胃病吐血、乳腺炎、颈淋巴结核等症。

92. 三刺鲀皮

俗名刺鲀皮。为三刺鲀科三刺鲀属 *Triacanthus* 双斑三刺鲀 *T. biaculeatus* (Bloch)的皮。有解毒、消肿止痛之功效,主治皮下脓肿、中耳炎等症。

93. 马面鲀

俗名剥皮郎、橡皮鱼、面包鱼。为革鲀科马面鲀属 *Thamnaconu* 绿鳍马面鲀 *T. septentrionalis* (Günther)的肉。有健胃消食、止血解毒之功效,主治消化道出血、外伤出血、乳腺炎、胃炎等症。

94. 河豚

俗名气鼓鱼、气包鱼。为鲀科东方鲀属 *Takefugu* 弓斑东方鲀 *T. ocellatus* (Linneaus)、红鳍东方鲀 *T. rubripes* (Temminck et Schlegel)、假睛东方鲀 *T. pseudommus* (Chu)、紫色东方鲀 *T. porphyreus* (Temminck et Schlegel)、黄鳍东方鲀 *T. xanthopterus* (Temminck et Schlegel)、星点东方鲀 *T. niphobles* (Jordon et Snyder)、虫纹东方鲀 *T. vermicularis* (Temminck et Schlegel)、豹纹东方鲀 *T. pardalis* (Temminck et Schlegel)、密点东方鲀 *T. stictonotus* (Temminck et Schlegel)、铅点东方鲀 *T. alboplumbeus* (Richardson)、菊黄东方鲀 *T. flavidus* (Li, Wang et Wang)、暗纹东方鲀 *T. fasciatus*(McClelland)、横纹东方鲀 *T. oblongus* (Bloch)、双斑东方鲀 *T. bimaculatus* (Richardson)、网纹东方鲀 *T. reticularis* (Tien, Chen et Wang)、墨绿东方鲀 *T. basilevskianus* (Basilewsky)等同属鱼的肉。有滋补肝肾、祛湿止痛之功效,主治阳痿、遗尿、眩晕、腰膝酸软、风湿痹痛、皮肤瘙痒等症。

95. 河豚目

为鲀科东方鲀属 *Takefugu* 弓斑东方鲀 *T. ocellatus* (Linneaus)、虫纹东方鲀 *T. vermicularis* (Temminck et Schlegel)、暗纹东方鲀 *T. obscurus*(Abe)等同属多种鱼的眼球。主治鸡眼。

96. 河豚鱼肝油

为鲀科东方鲀属 *Takefugu* 弓斑东方鲀 *T. ocellatus* (Linneaus)、虫纹东方鲀 *T. vermicularis* (Temminck et Schlegel)、暗纹东方鲀 *T. fasciatus*(McClelland)等同属多种鱼的肝熬出的油。有消肿解毒、散结镇痛、杀虫之功效,主治瘰疬、疮疖、无名肿毒、皮肤慢性溃疡等症。

97. 河豚子

为鲀科东方鲀属 *Takefugu* 弓斑东方鲀 *T. ocellatus* (Linneaus)、虫纹东方鲀 *T. vermicularis* (Temminck et Schlegel)、暗纹东方鲀 *T. fasciatus*(McClelland)等同属多种鱼的卵。有消肿解毒、镇痛之功效,主治乳癌、疮疖、疥癣等症。

98. 河豚卵巢

为鲀科东方鲀属 *Takefugu* 弓斑东方鲀 *T. ocellatus* (Linneaus)、虫纹东方鲀 *T. vermicularis* (Temminck et Schlegel)、暗纹东方鲀 *T. fasciatus*(McClelland)等同属多种鱼的卵巢。有消肿解毒、散结镇痛之功效,主治瘰疬、疮疖、无名肿毒等症。

99. 刺鲀皮

俗名龟鱼皮。为刺鲀科短刺鲀属 *Chilomycterus* 瘤短刺鲀 *C. affinis*（Güther）、刺鲀属 *Diodon* 的六斑刺鲀 *D. holacanthus* Linnaeus 和九斑刺鲀 *D. novemaculatus* Bleeker 等多种鱼的皮。有补肾益肺、养肝之功能，主治老年寒咳、哮喘、遗精、遗尿、尿血、浮肿、神经衰弱等症。

100. 翻车鲀

俗名翻车鱼。为翻车鲀科翻车鲀属 *Mola* 翻车鲀 *M. mola*（Linnaeus）的肝炼出的油。活血生肌，主治跌打损伤、烧烫伤。

101. 海蛾

俗名海麻雀、海蜻蜓、海燕。为海蛾鱼科海蛾鱼属 *Pegasus* 海蛾 *P. laternarius* Cuvier、飞海蛾鱼 *P. volitans* Linnaeus 和龙海蛾鱼 *Eurypegasus draconis*（Linnaeus）的全体。有化痰止咳、消瘿散结、止泻之功效，主治小儿气管炎、咳嗽、甲状腺肿、麻疹、麻疹后腹泻等症。

102. 黄鲛鳚

俗名老头鱼、蛤蟆鱼。为鲛鳚科鲛鳚属 *Lophius* 黄鲛鳚 *L. lilulon*（Jordan）和黑鲛鳚 *Lophiomus setigerus*（Vahl）的头骨。有解毒消肿之功效，主治疮疖、牙龈肿痛。

103. 红甲鱼

为蝙蝠鱼科牙棘茄鱼属 *Halicmetus* 牙棘茄鱼 *H. reticulates* Smith et Kadeliffe 和棘茄鱼属 *Halieutaea* 棘茄鱼 *H. stellata*（Vavil）的肉。有补肾缩尿之功效，主治小儿遗尿。

6.2.5.3 爬行纲

《中华人民共和国药典》仅记载本纲龟甲和龟胶之药名，而《中华本草》记载本纲 18 种药名。其有主要功效的海洋爬行动物药分述如下。

1. 蠵龟肉

俗名大龟。系海龟科蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）的肉。有祛风清热、止咳、平喘之功效，主治气管炎、干咳等症。

2. 蠵龟血

系海龟科蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）的血。有润肺平喘、解毒疗伤之功效，主治哮喘、箭伤等症。

3. 蠵龟筒

俗名蠵蠵壳。系海龟科蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）的板及掌。有滋阴潜阳、清热解毒之功效，主治气管炎、肝硬化、风湿痹痛、目赤肿痛等症。

4. 蠵龟胆

系海龟科蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）的胆。有清肺止咳之功效，主治咳嗽、气喘等症。

5. 蠵龟油

系海龟科蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）的脂肪油。解毒清热，主治水火烫伤。

6. 海龟

俗名绿海龟。系海龟科海龟属 *Chelonia* 海龟 *C. mydas*（Linnaeus）的全体。有滋阴补肾、润肺止咳之功效，主治慢性气管炎、肝硬化、哮喘、关节痛、目赤肿痛、痢疾、便血、水火烫伤等症。

7. 海龟胶

为海龟科海龟属 *Chelonia* 海龟 *C. mydas*（Linnaeus）和蠵龟属 *Caretta* 蠵龟 *C. caretta*（Linnaeus）等海产龟的全体。有滋阴潜阳、养血止血之功效，主治久病体虚、形瘦乏力、盗汗自汗、吐血衄血、崩漏、白细胞减少等症。

8. 海龟胆

系海龟科海龟属 *Chelonia* 海龟 *C. mydas*（Linnaeus）的胆。有清热泻火、明目、止咳之功效，主治气管炎、哮喘、目赤肿痛等症。

9. 玳瑁

系海龟科玳瑁属 *Eretmocholtz* 玳瑁 *E. imbricata*（Linnaeus）的全体。《本草纲目》中记载："玳瑁甲有解毒清热之功，同于犀角。"玳瑁有平肝定惊、清热解毒之功效，主治热病高热、神昏谵语、抽搐、小儿惊痫、眩晕、心烦失眠、痈肿疮毒等症。

10. 玳瑁肉

系海龟科玳瑁属 *Eretmocholtz* 玳瑁 *E. imbricata*（Linnaeus）的肉。有祛风除痰，行气活血之功效，主治咳嗽痰多、月经不调等症。

11. 蛇婆

系海蛇科海蛇亚科海蛇属 *Hydrophis* 青环海蛇 *H. cyanocinctus*（Daudin）、青灰海蛇 *H. caerlescens*（Shaw）、环纹海蛇 *H. fasciatus*（Schneider）、黑头海蛇 *H. melanocephalus*（Gray）、淡灰海蛇 *H. curtus*（Shaw），平颏海蛇属 *Lapemis* 平颏海蛇 *L. hardwickii*（Gray），小头海蛇属 *Hydrophis* 小头海蛇 *H. gracilis*（Shaw），长吻海蛇属 *Pelamis* 长吻海蛇 *P. platurus*（linnaeus），棘鳞海蛇属 *Astrotia* 棘鳞海蛇 *A. stokesi*（Gray），龟头海蛇属 *Emydocephalus* 龟头海蛇 *E. ijimae* Stejneger，及扁尾蛇亚科扁尾蛇属 *Laticauda* 半环扁尾海蛇 *L. semifasciata*（Reinwardt）、蓝灰扁尾蛇 *L. colubrina*（Schneider）、扁尾海蛇 *L. laticauda*（Linnaeus）等海蛇的全体。《本草拾遗》中载海蛇："主赤白毒痢，五野鸡病，恶疮……"近代海洋药物文献也收录海蛇，有祛风湿、通络止痛、解毒之功效，主治风湿痹痛、肌肤麻木、疥癣、皮肤湿痒、疔疮等症。海蛇毒液可制"抗毒血清"，用来治疗毒蛇咬伤，医坐骨神经痛、风湿病及减缓癌症痛疼等。

12. 海蛰

俗名海蛇、黑尾海蛇。系海蛇科海蛇亚科海蛰属 *Praescutata* 海蛰 *P. viperims* (Schmidt)除去内脏的全体。有祛风、清湿热之功效,主治皮肤湿疹、疮疖。

6.2.5.4 鸟纲

《中华人民共和国药典》尚无海洋鸟类的药名记载,《中华本草》也仅记载与药有关的海洋鸟类十余种,真正的海洋鸟类是鹱形目鸟,有 4 科 100 种:信天翁科 13 种、鹱科 62 种、海燕科 21 种、潜鹱科 4 种。按前苏联的鸟类学家别洛波利斯基和舒恩托夫的《海洋鸟类》,海洋鸟类还应包括企鹅目、鹈形目、鸻形目和雁形目中的一些种类,总计 250～260 种。本书收录的海洋药用鸟类有鹈鹕、鸬鹚、鸥、燕鸥、金丝燕、秋沙鸭、岩鹭等。有些鸟类,如大白鹭、中白鹭、白鹭,天鹅、苍鹭、灰雁和鹬等,因多在秋冬季越冬迁徙到沿海地区,且以潮间带滩涂底栖生物或小鱼虾为食,也常被认作海洋鸟类,它们具有一定药用价值。还有些鸟类,虽然在沿海可见,并被药用,但并非真正的海洋鸟类,它们是白腰雨燕、小白腰雨燕、东方白鹳、草鹭、绿鹭、牛背鹭、池鹭和粟苇鸭。

1. 鹬鸵膏

为鹬鸵科鹬鸵属 *Podiceps* 小鹬鸵 *P. ruficolis* (Pallas)的脂肪。主治耳聋。

2. 鹈鹕嘴

为鹈鹕科鹈鹕属 *Pelecanus* 斑嘴鹈鹕 *P. philippensis* Gmelin 的嘴。有涩肠之功效,主治赤百久痢。

3. 鹈鹕舌

为鹈鹕科鹈鹕属 *Pelecanus* 斑嘴鹈鹕 *P. philippensis* Gmelin 的舌。解毒,主治疔疮肿痛。

4. 鹈鹕脂油

俗名淘鹅油。为鹈鹕科鹈鹕属 *Pelecanus* 斑嘴鹈鹕 *P. philippensis* Gmelin 的脂肪油。有拔毒、通络之功效,主治痈肿、行痹、耳聋。

5. 鸬鹚肉

俗名鹚。为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的肉。有利水消肿之功效,主治水肿腹大。

6. 鸬鹚骨

为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的骨骼。有化骨鲠、去面斑之功效,主治鱼骨鲠喉、面部雀斑。

7. 鸬鹚头

为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的头。化骨鲠、下气,主治鱼骨鲠喉、噎膈。

8. 鸬鹚涎

为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的唾涎。化痰镇咳,主治百日咳。

9. 鸬鹚翅羽

为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的翼上的羽毛。可化骨鲠,主治鱼骨鲠喉。

10. 鸬鹚嗉

为鸬鹚科鸬鹚属 *Phalacrocorax* 鸬鹚 *P. carbo* (Linnaeus)的嗉囊。主治鱼骨鲠喉、麦芒鲠咽。

11. 鸥

俗名海鸥。为鸥科鸥属 *Larus* 红嘴鸥 *L. ridibundus* Linnaeus、银鸥 *L. argentatus* Pontoppidan 及燕鸥属 *Sterna* 普通燕鸥 *S. hirundo* Linnaeus 等近缘种、属的肉。有养阴润燥、止咳除烦之功效。主治病后阴液损伤、余热未清、咽干口渴、虚烦不眠、大便干结等症。

12. 燕窝

俗名燕窝菜。为雨燕科金丝燕属 *Aerodramus* 金丝燕 *A. esculenta* Linnaeus、短嘴金丝燕 *A. brevirostris* (Meelelland)和爪哇金丝燕 *A. fuciphage* (Thunberg)等近缘种用其唾液与绒羽混合凝结筑成的巢窝。有养阴润燥、益气补中、化痰止咳之功效。主治久病虚损、肺痨咯嗽、咯血吐血、久痢久疟、噫膈反胃、体弱遗精、小便频数。

6.2.5.5 哺乳纲

《中华人民共和国药典》尚无海洋哺乳动物的药名记载,《中华本草》记载了 19 种药名,其他药书另收集 10 种药名。

1. 龙涎香

俗名龙涎、鲸涎香。为抹香鲸科抹香鲸属 *Physeter* 抹香鲸 *P. catodon* Linnaeus 的肠内异物刺激肠道而形成的分泌物。《本草纲目拾遗》记龙涎香有"活血、益精髓、助阳道、通利血脉"的作用。中医认为它有化痰平喘、气行散结、利水通淋之功效,主治喘咳气逆、胸闷气结、癥瘕积聚、心腹痛疼、神昏淋证等症。

2. 海豚鱼

俗名海猪。系海豚鱼科真海豚属 *Delphinus* 短喙真海豚 *D. delphis* Linnaeus。有解毒、生肌、镇痛之效,主治癞痢头、疖疮、痔瘘、水火烫伤、瘴疟、蛊毒等症。

3. 鲸肉

系须鲸科须鲸属 *Balaenoptera* 小须鲸 *B. acutorostrata* Lacépède、长须鲸 *B. physalus*(Linnaeus)、塞鲸(鳁鲸)*B. borealis* Lesson、小布氏须鲸 *B. edeni* Anderson、蓝鲸 *B. musculus* (Linnaeus)和大翅鲸属 *Megaptera* 大翅鲸 *M. novaeangtiae* (Borowski),以及露脊鲸科露脊鲸属 *Eubalaena* 北太平洋露脊鲸 *E. japonica* (Lacepède),灰鲸科灰鲸属 *Eschruchtius* 灰鲸 *E. robustus*(Lilljenborg)和海豚科虎鲸(逆戟鲸)属 *Orcinus* 虎鲸(逆戟鲸)*O. orca* (Linnaeus)及同科伪虎鲸属 *Pseudorca* 伪虎鲸 *P.*

crassidens (Owen)等鲸的肉。有益气健脾、利水消肿之功效，主治久病体虚、水肿等症。

4. 鲸骨

药材系各鲸类的骨骼。有祛风除湿之功效，主治风湿性关节炎、类风湿性关节炎等症。

5. 鲸油

药材系各鲸类的脂肪油。有活血化瘀之功效，主治冠心病。

6. 鲸肝

药材系各鲸类的肝。有滋阴补血、养肝明目之功效，主治贫血、夜盲症、干燥性眼炎、佝偻病等症。

7. 海狗肾

俗名腽肭脐。系海狮科海狗属 *Callorhinus* 北海狗 *C. ursinus* Linnaeus 和海豹科斑海豹属 *Phoca* 斑海豹 *P. largha* Pallas、环斑海豹 *P. hispida* Schreber 及髯海豹属 *Erignathus* 髯海豹 *E. barbatus* Erxlehen 等的阴茎和睾丸。有温肾壮阳、填精补髓之功效。主治阳虚祛寒、阳痿遗精、早泄、腰膝痿软、心腹痛疼等症。

8. 海狗油

俗名腽肭脂、海狗油。系海狮科海狗属 *Callorhinus* 北海狗 *C. ursinus* Linnaeus 和海豹科海豹属 *Phoca* 斑海豹 *P. largha* Pallas、环斑小头海豹 *P. hispida* Schreber 及髯海豹属 *Erignathus* 髯海豹 *E. barbatus* Erxlehen 等多种海豹的脂肪油。《本草纲目拾遗》载海狗油："善消肿，治三焦灼逆之气、能清水脏积寒、停饮、涂皲。"正是有温阳、蠲饮、降浊、滋肌肤之功效。主治痰饮、肠鸣、泄泻、冻疮、皲裂等症。

9. 牛鱼

俗名海牛、人鱼。为儒艮科儒艮属 *Dugong* 儒艮 *D. dugan* (Muller)的脂肪油。有滋补壮阳之功效。主治肺病和体质虚弱者。

参考文献

[1] Mayr E. 动物分类学的原理与方法[M]. 郑作新译. 北京：科学出版社，1965.

[2] 中国海洋志编纂委员会. 中国海洋志[M]. 郑州：大象出版社，2003.

[3] 黄宗国，等. 中国海洋生物种类与分布[M]. 增订版. 北京：海洋出版社，2008.

[4] 姜凤吾，等. 中国海洋药物辞典[M]. 北京：海洋出版社，1993.

[5] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第1册[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999.

[6] 中国人民解放军后勤部卫生部，等. 中国药用海洋生物[M]. 上海：上海人民出版社，1977.

[7] 伍汉霖，等. 中国有毒及药用鱼类新志[M]. 北京：中国农业出版社，2002.

[8] 中国科学院南海海洋研究所海洋生物研究室. 南海海洋药用生物[M]. 北京：科学出版社，1978.

[9] 许实波，等. 海洋生物制药[M]. 北京：化学工业出版社，2002.

[10] 中国药材公司. 中国中药资源志要[M]. 北京：科学出版社，1994.

[11] 易杨华，等. 现代海洋药物学[M]. 北京：科学出版社，2006.

[12] 中国海洋湖沼学会藻类学分会. 藻类名词及名称[M]. 第2版. 北京：科学出版社，2005.

[13] 吉田 忠生(Yoshida). 新日本海藻志[M]. 内填老鹤圃，1998.

[14] 马家海，等. 红毛菜的氨基酸和脂肪酸分析[J]. 中国海洋药物，2002，(5)：40.

[15] 丁恒山. 中国药用孢子植物[M]. 上海：上海科学技术出版社，1981.

[16] 曾呈奎，等. 中国海藻志：第2卷，第2册[M]. 北京：科学出版社，2005.

[17] 谢宗万，等. 全国中草药名鉴[M]. 北京：人民卫生出版社，1996.

[18] 李熙宜，等. 中国辽东半岛40种药用海藻资源简介[J]. 中国海洋药物，1994.

[19] 夏邦美，等. 中国海藻志：第2卷，第3册[M]. 北京：科学出版社，2004.

[20] 江纪武. 药用植物辞典[M]. 天津：天津科学技术出版社，2005.

[21] 张擎，等. 耳壳藻内脂对肿瘤细胞的凋亡作用及其机制的研究[J]. 中国海洋药物，2003：13

[22] 李德英，等. 浙江省药用海洋生物资源调查报告[J]. 中国海洋药物，1989，(4)：12.

[23] 曾呈奎，等. 中国经济海藻志[M]. 北京：科学出版社，1962.

[24] 夏邦美，等. 中国海藻志：第2卷，第5册[M]. 北京：科学出版社，1999.

[25] 李宪璀，等. 海藻提取物中α-葡萄糖苷酶抑制剂的初步筛选[J]. 中国海洋药物，2002，(2)：8.

[26] 马夏军，等. 超声波辅助过氧化氢氧化降解制备相对低分子质量异枝麒麟菜硫酸多糖[J]. 中国海洋药物，2005，(4)：10.

[27] 牛荣丽，等. 海藻抗A-549和HL-60肿瘤细胞及抗菌活性研究[J]. 中国海洋药物，2003，(4)：1.

[28] Tseng C. K. Common Seaweeds of China[M]. Beijing: Science Press, 1983.

[29] 郑柏林，等. 中国海藻志：第2卷，第6册[M]. 北京：科学出版社，2001.

[30] 梁惠，等. 凹顶藻萜类化合物抑瘤活性及其对免疫作用的研究[J]. 中国海洋药物，2005，(1)：6.

[31] 郭玉洁，等. 中国海藻志：第5卷，第1册[M]. 北京：科学出版社，2003.

[32] 钱树本，等. 海藻学[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2005.

[33] 孙军，等. 中国海区常见浮游植物种名更改初步意见[J]. 海洋与湖沼，2002，(3)：73.

[34] 潭锐，等. 团扇藻中一种新型的分化诱导剂7-羟基岩藻甾醇[J]. 中国海洋药物，1992，(3)：4.

[35] 何冬红，等. 薄叶网胰藻 *Hydroclathrus tenuis* 的化学成分研究[J]. 中国海洋药物，2005，(2)：6.

[36] 中华人民共和国药典委员会. 中华人民共和国药典：一部

[M]. 北京：化学工业出版社，2005.
[37] 肖树雄，等. 汕头海洋植物药物概述[J]. 汕头科技，2000，(3)：62.
[38] 曾呈奎，等. 中国海藻志：第3卷，第2册[M]. 北京：科学出版社，2000：58.
[39] 崔征，等. 中药海藻商品药材的调查及原植物鉴定本[J]. 中国药学杂志，1995，30(8)：459.
[40] 蔡春，等. 24种海藻中脂肪酸含量的研究[J]. 中国海洋药物，1996，15(1)：22.
[41] 汤海峰，等. 褐藻叶托马尾藻中的甘油酯类成分[J]. 中国海洋药物，2002，21(5)：5.
[42] 汤海峰，等. 果叶马尾藻中一个新甾体成分[J]. 中国海洋药物，2003，22(2)：28.
[43] 林鹏. 海洋高等植物生态学[M]. 北京：科学出版社，2006.
[44] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第2册[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999.
[45] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第4册[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999.
[46] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第5册[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999.
[47] 林鹏. 我国药用的红树植物[J]. 中国海洋药物，1984，3(4)：48.
[48] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第7册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2000.
[49] 王友绍，等. 药用红树植物的化学成分及其药理研究进展[J]. 中国海洋药物，2004，23(2)：29.
[50] 王继栋，等. 红树林植物桐花树的化学成产[J]. 中国天然产物，2006，4(4)：275.
[51] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第6册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2000.
[52] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第8册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2000.
[53] 钱崇澍，等. 中国植物志：第11卷[M]. 北京：科学出版社，1961.
[54] 武云飞，等. 水生脊椎动物学[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2004：1.
[55] 武云飞. 系统生物学[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2004：86.
[56] 杨德渐，等. 海洋无脊椎动物学[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2006：70.
[57] 刘凌云，等. 普通动物学[M]. 北京：高等教育出版社，1999：1.
[58] 相建海，等. 海洋生物学[M]. 北京：科学出版社，2003：93.
[59] 王义权，等. 文昌鱼分类学研究及展望[J]. 动物学研究，2005，26(6)：666.
[60] 张朝辉，等. 海洋药物研究与开发[M]. 北京：人民卫生出版社，2003：17.
[61] 谢宗墉. 海洋水产品营养与保健[M]. 青岛：青岛海洋大学出版社，1991：1.
[62] 汪松，等. 中国物种红色名录：第3卷[M]. 北京：高等教育出版社，2005：887.

7 海洋药用生物的采集、加工与贮藏

海洋药材的采集、加工与贮藏在中国已有数千年的历史，与中草药的历史同样悠久。中国沿海各地的“贝丘”遗址和山东胶州三里河新石器时代大汶口文化遗址中出土的大量鳓鱼、梭鱼、黑鲷和蓝点马鲛(鲅鱼)等鱼骨，以及甲骨文中有关“鱼”、“贝”的记载[1]，都说明中国远古时代的先民，很早就对海洋生物的利用有了一定的认识。有海洋药物文献记载的首推《尔雅》，早在公元前就有海藻的记载。汉代朱仲著的《相贝经》专门对海贝进行了分类研究。约成书于东汉时期的《本经》记载药物365味，其中海洋药物9种，还有用海藻治疗甲状腺肿大和其他疾病的方法。直到李时珍的《本草纲目》问世，表明中国古代中医药典籍才得以完成。这是一部全面总结中国中医药学的巨著，从释名、集解、正误、修治、气味、主治、发明、附方、附录等项叙述，内容极为翔实，对国内外医药学研究与发展有极其广泛而深远的影响。此后历经清朝、民国之后的300余年间，虽在与西方医药学的交流方面有些发展(诸如陈克恢对麻黄进行药理实验，成功分离出麻黄碱等，曾引起国内外学者对中药化学和药理研究的重视)，但其发展仍受到多方面限制。只有在中华人民共和国成立之后，中药学才真正走上现代科技发展的康庄大道。1999年出版的《中华本草》是新中国成立以来的中药学典籍的重要代表作之一，它在全国中药资源普查的基础上，通过认真总结、吸取精华、剔除糟粕、不断创新发展而成。其在中药资源、品种、鉴定、炮制、制剂、化学成分、药理、临床应用等方面，可以说是硕果累累，举世瞩目。其收载的8980味中药，有海洋药物261种，远远超过《本草纲目》[2]。

我们在国家“908”专项“中国近海海洋综合调查与评价专项”的基础上，对沿海各海域药物资源、药方、药效等进行全面考察、搜集，并结合对《中华本草》、《中国海洋药物辞典》、《中国药用动物志》、《中国药用孢子植物》、《中国有毒及药用鱼类新志》等著作记载的海洋药物所进行的整理，已知现有药用海洋生物有1000余种。

关于中药材采集的记载，较早而又全面的是北宋钱塘(今浙江杭州)人沈括(1031—1095年)，他在中国古代自然科学的很多领域都有卓越的贡献。《梦溪笔谈》就是一部杰出的科学著作，其中“药议”一章就专门论述了“中草药的采集”。他强调在采集中草药时，应区分药用部分根、叶、花、芽、果实的不同，根据植物的本性、地理气候和栽培条件，以及生物体自身生长发育情况的差异，来确定不同药用部分的最优采集时间和采集方法，不可墨守错误的陈规旧习。他认为：“古法采药多用二月、八月，此殊未当。但二月草已芽，八月苗未枯，采掇者易辨识耳，在药则未为良时。大率用根者，若有宿根，须取无茎叶时采，则津泽皆归其根。欲验之，单取芦菔(萝卜)、地黄辈观，无苗时采，则实而沉；有苗时采，则虚而浮。其无宿根者，即候苗成而未有花时采，则根生已足而又未衰。如今之紫草，未花时采，则根色鲜泽；花过而采，则根色黯恶，此其效也。用叶者取叶初长足时，用芽者自从本说，用花者取花初敷时，用实者成实时采，皆不可限以时月。”又进一步论证气候和地理环境的差异对各类植物的影响，以订正古法采药之说：“缘土气有早晚，天时有愆伏，如平地三月花者，深山中则四月花。白乐天游大林寺诗云：‘人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开。’盖常理也。此地势高下之不同也。如笙竹笋，有二月生者，有三四月生者，有五月方生者谓之晚笙。稻有七月熟者，有八九月熟者，有十月熟者谓之晚稻。一物同一畦之间，自有早晚。此物性之不同也。岭峤微草，凌冬不雕；并、汾乔木，望秋先陨；诸越则桃李冬实；朔漠则桃李夏荣。此地气之不同也。一亩之稼，则粪溉者先芽；一丘之禾，则后种者晚实。此人力之不同也。岂可一切拘以定月哉！”显然这是论述采药的一篇很有科学价值的古代论文。再如《附子记》不仅记述当地附子的生产、经营情况，而且记录了附子的采收加工方法：“采撷以秋终九月止……七月采者，谓之早水，蜷缩而小，盖附子之未成者。”“其酿法用醯醅(醯醅即捣烂发酵形成酒水之意)安密室，淹覆弥月，乃发，以时暴晾久干定。”

以上事例足以说明，祖国医学在中草药的采集、加工与贮藏方面积累了丰富的经验。中医药学是中华民族文化遗产中的伟大宝藏，而海洋药材是与中草药同时发展起来的重要组成部分。相比之下，长期以来海洋药材的发展比陆地生物药缓慢，但根据渔猎时期的历史记载，从诸如青岛等滨海地区的大汶口和龙山文化遗迹看，海洋生物的利用并不见得比陆地生物晚。除了历史因素外，主要是因为人们长期生活在陆地上，对海洋环境的认识不如陆地环境熟悉，海洋环境的风险又比陆地大得多。在科学技术落后的时代里，广泛的海洋药材的采集很难发展。因为海上采集活动需要有比陆地更高的科学技术条件、装备条件和采集人技能条件及健康条件。例如采野生海参和鲍鱼，如果没有潜水设备，没有技术和经验，以及好的身体，就很难收到好效果。因此，影响海洋药材发展的主要因素是海洋的复杂环境和科学技术长期落后的限制。

随着全世界工农业生产的发展和人口数量的急速增长，陆地资源过度开发及环境污染等原因，人们逐渐把目光转向了海洋，把海洋作为索取各种工业原料、食物和药物以及能量的来源。由于许多海洋生物具有陆地生物没有的特殊物质，对提高机体免疫力、防治各种疾病、恢复器官功能等有明显效益。由此“向海洋要药”的积极行动及对海洋药物的研究、开发和利用就开展起来。

早在20世纪50年代末，就开始了以海带为代表的水产品综合利用的研究；直到1978年后，海洋药物的开发与研究随全国改革开放的大好形势迅猛发展，至今已成为中国医药工业的生力军。海洋里许多动植物引起了中医中药学界的极大注意。如石花菜、蜈蚣藻、海带、文蛤、珍珠、海鳗、玳瑁、鲨尾、鲨血、鲨鱼胆等有清热解毒效用；锯鱼、海鳗、海燕、海蛇、海蛾鱼、鲨鱼骨、鲸鱼、蛤蜊肉等能祛风湿；而海狗、海豹、海参、海马可作温热药；海浮石、海蛤壳、毛蚶壳（瓦楞子）、海带等有止咳化痰，软坚散结润肠之功效；海蜇、海胆、鹧鸪菜等能止咳平喘。还有许多动植物有补益、开窍、理血、舒气、安神、平肝、消化、驱虫等功能。其中特别是褐藻酸丙酯硫酸酯钠（PSS）对缺血性心、脑血管疾病及高黏度综合征的防治，以及改善微循环等有特殊功效；海参有滋阴、壮阳、补血、养胎等药用价值；鲨鱼骨与海绵动物提取物有抗癌作用；海星皂苷有抗霉菌作用；鱼油中的多烯脂肪酸能促进细胞增殖。这都充分说明海洋药物的医疗用途十分广泛，尤其是在抗肿瘤、抗放射、抗衰老方面，海洋中药都有重要的作用和新的发现。21世纪是“海洋的世纪”，由于科学技术的进步，中国现代海洋药物进入了高速发展的新时期，海洋中药必将为医药保健事业作出更大的贡献。为达此目的，做好海洋药材的采集、加工与贮藏是其关键之一。但是海洋药用生物生长的海洋环境与陆地药用生物的环境不同，因此采集方法与加工也有不同。

7.1 与采集有关的海洋环境

中国海域北起渤海，纵跨黄海、东海，直至南海的曾母暗沙，南北纵向跨越温带、亚热带及热带三个气候带，海域面积470多万km^2。根据1982年新签订的《联合国海洋法公约》，按照大陆架制度和专属经济区原则，属于中国大陆架和专属经济区的面积约300万km^2，海岸线长18400 km，有6500多个海岛，入海河流（流域面积100 km^2以上的）1500多条[3]。海底地貌由西北向东北倾斜，气候由北至南逐渐呈现温暖带向亚热带再向热带过度的特征。分布在海域中的水系有大陆江河径流汇集形成的沿岸水系和若干不同性质水团形成的外海水系（主要为黑潮暖流），各海区的位置、大小，环境底质，海流与潮汐变化的大小和方向等对海洋生物的生存与发展有很大影响，海洋药用生物资源的分布和数量，与这些复杂的海洋环境及其生态条件的变化，有着极其密切的关系。因此，各海区及其各种海洋药用生物的采集方法与手段，也需因地制宜。

7.1.1 海洋环境的划分

特定的海洋环境是海洋生物生存繁殖的基础，它决定了生物群落的结构与种群数量。简单地说，海洋环境可以分为海底区和水层区。海底区又分沿岸区和深海区，而水层区则分为浅海区和大洋区。海底区接近陆地，植物多为营固着生活的大型藻类，如红藻、绿藻、褐藻及底栖硅藻等。动物多为营底栖生活的底栖动物等。水层区的植物多为小型浮游藻类，如甲藻、金藻和部分蓝藻、绿藻及硅藻等；动物则有浮游动物（如某些腔肠动物、甲壳动物、毛颚类和被囊类等）和游泳动物（某些头足类、鱼类及大型虾类等）两大类。此处只重点介绍海底区的环境[4]60。

7.1.1.1 沿岸区

由海滨陆地至200 m深度的海底区域就是沿岸区（又称大陆棚）。沿岸区面积占海洋总面积的8%，中国渤海、黄海、东海大部分及南海近海部分均在其内。沿岸区底质以泥沙为主要沉积物，并有由江河带下的营养物质与沙泥堆积成的泥线，由潮汐与海流带来的外洋浮游生物及营养物质，这些都使沿岸区地带海水中的营养成分更加丰富。此外，因风和潮流运动的影响，沿岸区海水上下混合，增加了氧气的溶解量。这些因素的综合作用构成了该区域最优越的自然条件，成为海洋动物、植物繁殖最多的地区，也使沿岸区的某些区域成为近海渔场与海产养殖的基地。沿岸带又分为潮上带、潮间带和潮下带。

1. 潮上带

高潮线以上的滨海陆地为潮上带。这是海水一般淹不到的地带，即朔望大潮期间（一般为农历初一至初四、十五到十八）的最高潮线（即大满潮线）以上，仅仅是高潮、风暴或大浪卷起的浪花能达到。这里生活的有盐沼动物，植物有红树、大叶藻属、异叶藻属、喜盐藻属、海黾草属、海菖蒲属和眼子菜科等属种。

2. 潮间带

自高潮线至最低潮线之间、露出的泥沙或石底称为潮间带或潮面。这里分布的海洋动植物很多，藻类包括绿藻、褐藻和红藻等，由光线决定其可生存的最大水深；动物有各种海洋无脊椎动物和鱼类。生活在这个区域的动物也必须能抵御波浪的冲击，许多动物在海底钻洞藏身抗浪，同时这也避免低潮时暴露在大气中受到伤害。该区域由于潮汐的周期性而形成的多种环境条件，使海藻的垂直分布受到一定的限制。例如，在空气中暴露时间长的地方所生长的海藻，必须能相应地忍受比海水温度更高的（夏季）或更低的（冬季）温度，以及由于藻体失水而引起的干燥，所以藻类生长的潮间带区域同它的适应能力密

切相关。因此,潮间带的划分是每个采集者应熟悉和掌握的知识。潮间带一般可划分为高潮间带、中潮间带、低潮间带。

(1) 高潮间带。上下弦时小潮期间(一般为农历初七至初九、二十三至二十五)的高潮线(即小满潮线)与大满潮线之间的地带。

(2) 中潮间带。上下弦时小潮期间的低潮线(即小干潮线)与小满潮线之间的地带。

(3) 低潮间带。朔望大潮期间的最低潮线(即大干潮线)与小干潮线之间的地带。

3. 潮下带

从最大干潮线(一般水深约 50 m)以下至 200 m 深处的海底区域。在大干潮线以下的区域即使在最大的低潮时,海水退不出来,不会暴露在空气中。这一区域的海洋植物较少而动物种类较多,其外缘与大陆棚的边缘一致,是渔业利用的海区。

7.1.1.2 深海区

深海区是指 200 m 深处以下的海底区域。一般将本区分为倾斜带和深海带两部分,两区以水深 2400 m 为界。也有将本区分作深海带(200～2000 m)、深渊带(2000～6000 m)和超深渊带(深于 6000 m)三部分。

1. 倾斜带

倾斜带是水深在 200～2400 m 的深海范围。该区海底坡度很大,地形极为陡峭,是海洋与陆地的真正交界处,其面积占海洋总面积的 12%。底质以泥为多,沙次之。

2. 深海带

深海带是水深 2400 m 以下至海底的区域。除个别海沟外,倾斜度极小,是一个面积广大的海底平原地带。面积占海洋总面积的 77%。底质完全为大洋性软泥。深海带海底特点是水温低(0～5℃),平均 2℃,海底柔软,环境稳定,缺乏阳光,无季节性变化。没有藻类生长,仅有底栖动物,食物是从表层沉入到深海的有机物。深海动物只是小的食腐动物[4]2。

7.1.1.3 海洋底质环境

海洋底质环境对海洋生物十分重要,它是海洋生物生长发育、摄食、栖息或产卵繁殖所依附的主要基质。与采集有关的主要是沿海地区的底质环境和深海的底质环境,而对深海底质环境的了解刚刚开始。

1. 沿海地区底质环境

中国沿海地区的地形环境和人工设施大致可分为岩礁、沙滩和泥沙滩、泥滩、珊瑚礁、红树林滩、海港码头及其他人工设施等。

(1) 岩礁。在岩礁栖息的海洋动植物很多,适合采集的地方一般在海湾内,岩石不甚高大,坡度不大,礁石杂乱,海藻繁茂的地方(图 7-1)。但是陡峭的岩岸,光滑的岩石,大浪直接冲击的地方,一般藻类少,动物也少。

图 7-1 沿海的岩礁

(2) 沙滩和泥沙滩。一般靠近内湾,波流静稳、滩平,涸潮时水退出较远的地方,海洋动植物是丰富的(图 7-2)。否则,动物一定是贫乏的。

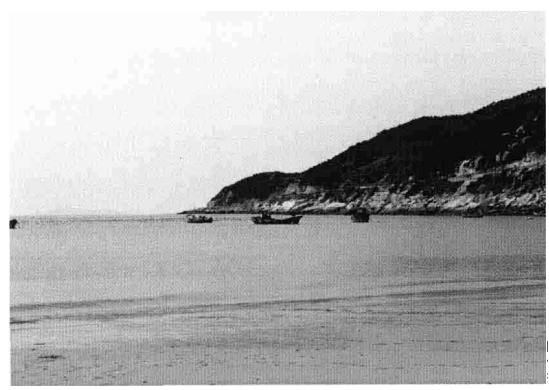


图 7-2 沿海的沙滩

(3) 泥滩。这里所指的泥滩是沙质很少的软泥海滩,分布的动物种类较岩礁和泥沙滩少,但这样的泥滩特别适合人工养殖某些贝类(图 7-3)。

图 7-3 沿海的泥滩

(4) 珊瑚礁。生长在热带和亚热带的海洋中。中国福建、台湾和海南岛及南沙、西沙群岛一带适于珊瑚繁殖。珊瑚礁的形成是珊瑚虫死后,其骨架不断堆积的结果。在有珊瑚礁的地方,当海水在低潮线附近时,可以看到各种各样的珊瑚,颜色有红、绿、黄、紫、白、粉红等,尤其还有成千上万的鱼类和无脊椎动物生活在其间,陪衬着藻类,五光十色,美不胜收(图 7-4)。

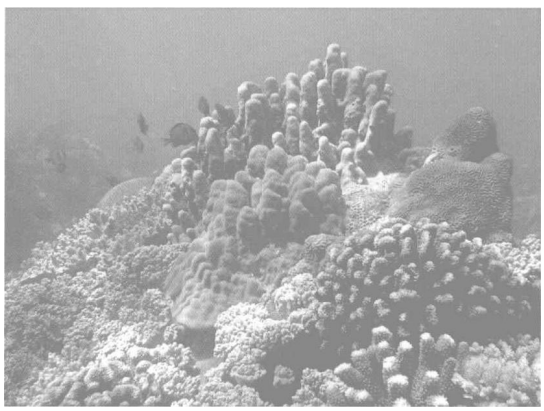


图 7-4 珊瑚礁

(5) 红树林滩。红树群落是在潮间带自然发生的以红树属植物为主的植物群落,它们植根在松软的沉积层上,蕴涵丰富的海洋潮间带动物,对海岸生境和生物多样性具有极其重要的影响。中国红树林主要分布在福建、台湾、广东、广西和海南岛部分海岸。红树林的支撑根下通常有丰富的无脊椎动物和海藻群落,如许多蟹虾类和其他甲壳类,一些牡蛎则附着在红树根部。每种红树林都有不同的优势种类以及相关的植物群和动物群。原始红树林也是潮间带生境,里面分布有大量的食草昆虫、猴和蝙蝠(图 7-5)。

图 7-5 红树林

(6) 海港码头及其他人工设施。也是某些海洋动植物附着生活的好地方(图 7-6),虽说没有岩礁、沙滩和珊瑚礁中的动植物种类多,但其中有的种类是别处不多见的。在海港的堤坝,码头的石墩、桥柱、船底、浮筒、缆绳上,都有许多动植物附着生活。诸如海绵、薮枝螅、苔藓虫、海蜘蛛、牡蛎、蛇尾、海星、海鞘、船蛆等。

图 7-6 海港码头

2. 滨海湿地

中国有 25 万多 km^2 的湿地,包括 11 万 km^2 沼泽,12 万 km^2 湖泊和 2.1 万 km^2 滩涂、盐沼地。按照《拉姆萨湿地公约》定义,海洋湿地应包括整个潮间带和潮下带 6 m 以浅的地带。也即高潮带、中潮带、低潮带和潮下带 6 m 以浅的地带[5]。它又可分为浅海水域、海草床、珊瑚礁、岩石海岸、沙滩和砾石与卵石滩、河口水域、滩涂、盐沼、红树林沼泽、咸水和咸水湿湖、海滨岸溶洞穴水系等。其中河口水域(包括河口水域和河口三角洲水域)、盐沼(包括滨海盐沼和盐化草甸)、红树林沼泽(包括海岸咸水、淡水森林沼泽)、咸水和咸水湿湖(只有通道与海水相连的咸水或咸水湿湖),以及海滨岸溶洞穴水系属于我们所指的滨海湿地范畴。

滨海湿地药用生物的采集除需要进行种类鉴别之外,还应注意与陆地生物的区分。区分原则主要依据物种生物学特性或居群优势确定。一般说,海滨湿地含盐成分与内陆湿地盐分不同,适应的种类也有不同。海盐主要成分为氯化钠,约占 98%以上,而内陆湖盐氯化钠仅占 68%,其他为硫酸镁等其他成分。比如梭鱼可长期生活在用海盐配制的咸淡水中,但不能很好地适应内陆盐配制的同浓度水中。但是海滨湿地也见有许多陆地生物,此时就应根据上述区分原则进行判断和选择。例如选择的药用植物必须是原始海滨湿地的优势种群或历史上有此特点的植物;药用动物必须是该湿地的摄食种群,或该湿地是其繁殖栖息地或越冬场所。有些药用动植物是广食性或广生性,可以是一般药材,也可以是海洋药材。如鸬鹚以鱼为生,常见于沿海峭壁、海洋岛屿上,也见于内陆各大湖泊的岛屿上。

3. 深海地区底质环境

深海海底的特点是水温低(介于 0～5℃),缺乏阳光,环境稳定,没有季节性变化,基本没有动植物生存。但自 1977 年"阿尔文"(Alvin)号深潜器对东太平洋加拉帕戈斯

裂谷进行海底地热调查后，发现在深达 2 500 m 的海底热液喷口周围竟然有以管状蠕虫、蛤类、贻贝类为主的特殊生物群落存在。随后又在东太平洋海隆北纬 9°～13°和 21°处，瓜伊马斯海盆，东北太平洋的胡安德富卡洋脊区，玛利亚纳弧后扩张中心区，北斐济海盆，劳海盆，马努斯海盆和冲绳海槽等地区均分布有较大的海底热液喷口生物群。这些特殊的生物群落，仅动物就达到 10 门 490 种，其中有一新门(被套动物门)，至少 25 个新科或新亚科，90 多个新属及 300 多新种[6]。

7.1.2 潮汐

潮汐是月球和太阳对地球互相吸引而产生的结果。它作用于海洋而使海水每天都在不停地发生着有规律的、周期性的涨落现象，这种有规律的涨落现象，叫作潮汐。中国沿海各地多是每昼夜发生两次海水涨落，但也有少数地区，因地理关系，一昼夜只发生一次潮水涨落，例如秦皇岛北戴河，广东、广西的北部湾和海南岛西部的沿岸各地。潮水涨落的大小随着太阳、月球和地球三者的相对位置不同而不同。太阳、月球、地球处在同一条线上时(朔望)，涨潮最高，落潮也最低。而月球、太阳的位置互相垂直时(上弦或下弦)，对地球的吸力抵消许多，潮水最小。潮水在一年的不同季节、月份有差异。中国在冬至前后的潮汐较夏至前后的大，主要是受地球与太阳的距离和季风的影响。所以冬季潮水退得最大，更便于采集[4]60。

7.1.3 海流

除潮汐外，海流是引起海水运动的重要因素。海水运动对海洋生物的分布影响十分重要，海藻的繁殖细胞主要靠海流传布。海水的运动不仅能把植物生长所需要的营养物质从深水带到表层海水中，使植物得以利用。还可以把动物的幼体、卵、排泄物或成体扩散到其他地方。

7.1.3.1 暖流

暖流流过的海区，热带或亚热带性的海藻生长。中国的暖流主要是黑潮暖流及其支流，由于暖流的影响，中国台湾有许多纯热带性的海藻和动物，如钙扇藻、仙掌菜、麒麟菜、龙虾、蝴蝶鱼、鹦嘴鱼等。而与台湾相邻的福建和粤东大陆沿岸，因无此暖流经过而无这些热带种类。再如中国的大连，虽表面水温较低，因有暖流的影响，就生长着鹅掌菜、波状网异藻等南方种类。

7.1.3.2 寒流

中国有来自东北部的西朝鲜流及里门寒流。寒流流过的海区生长着偏冷水性的海藻等海洋生物。中国黄海与东海本身有底层冷水团存在，并与寒流终年连成一体，从而呈现着较为显著的季节性变化，与海洋鱼群的洄游路线有直接关系。而南海与寒流联系少，其季节性变化不明显。

7.1.4 海水的物理和化学性质

海水是重要的溶剂，它为海洋生物提供生存所必需的气体和矿物质。它又是一种缓冲剂，有较稳定的酸碱度，pH 在 7.5～8.4 之间，其碱性状态可以使生物体分泌碳酸钙质的物质。不同区域的海水温度变化范围在 −2～40℃，盐度可从河口、沿岸接近零变化到红海的 4%。海洋深度可超过 10 000 m，压力可达 1 000 多标准大气压(1 标准大气压=1.013×10^5 Pa)。海水透明度一般可达 20 m 深，50 m 以下光线已十分微弱。海水透光性随海域或天气不同而有所变化，日光很少透过 1 000 m 水深。海水自身有很大的热容量，因此海水温度能保持相对较小的变化幅度，这对海洋生物的生存是有利的。海水中若干元素含量之比与大多数海洋生物体液中的比例有惊人的相似，而与陆地动植物的体液差别较大。海洋动物的体液与外界环境相似，渗透压很低，这样就不需要较多能量来维持渗透压的平衡。

海水中的营养物质和营养盐与海洋动植物之间存在着食物链的关系：海洋动物，大白鲸和鲨类，小至浮游动物，其营养都是从海洋植物中摄取；而海洋植物所需要的养分又依赖于溶解于海水中的各种营养物质。海洋植物被吞食后经动物的消化吸收而维持了动物的生命，而动物排泄出的残渣经分解重新释放出各种元素。动物死亡后同样被分解，释放出各种元素。这些元素参与了生物体生命活动的整个过程，它们的存在形态与分布受到生物体的制约，也同时受到化学、地质和水文因素的影响，它们在海洋中的含量和分布，既不均匀也不恒定，有明显的季节性和区域性变化。

影响海洋生物的各种理化因素虽然很多，但就局部的海域来说，这些因素的变化状态还是比较均匀的。多数海洋生物只在变化很小的环境中生活，可是它们在不同的生长发育阶段却可能生活在不同的环境中。研究海水的物理、化学性质及其变化规律，对了解海洋生物的分布与数量十分重要。海洋植物以海藻为主[7,8]，大型藻类包括红藻、褐藻和绿藻等，小型藻类有甲藻、金藻、硅藻、蓝藻等。这些藻类不开花、不结实，只具有简单的生殖构造，是依靠孢子繁殖的低等植物。海洋中仅有少数的维管束植物，具有一般高等植物的结构特征，诸如有根、茎、叶的分化，能开花结果，以及适宜于海水环境下生活的特殊结构等。海洋维管束植物种类不多，但可分为三类：① 海草：约有 12 属 50 种，隶属沼生目水鳖科 Hydrocharitacea 和眼子菜科 Potamogetonaceae，主要有大叶藻属 *Zostera*、虾形藻属 *Phyllospadix*、聚伞藻属 *Posidonia* 等。② 盐沼植物：主要生长在温带和暖温带海区的沼泽地带。如单子叶植物灯芯草属 *Juncus*、米草属 *Spartina* 和双子叶植物海马齿属 *Sesuvium* 等。③ 红树林：生长在热带和亚热带海区的

潮间带上部至潮下带的浅水沼泽泥沙质地带，包括单子叶或双子叶植物的乔木和灌木。红树林是一种适应长期盐、淡水交汇环境的植物群落。全世界约有 80 种，东南亚沿海分布约 60 种，其他分布在加勒比海沿岸。其中红树科 17 属 70 多种，代表种为红树 *Rhizophora mangle* Linnaeus。

海洋动物与陆生动物的差异就更为明显。海洋特有而陆地没有的 15 门动物是：扁盘动物门、栉水母动物门、中生动物门、颚咽动物门、动吻动物门、兜甲动物门、帚虫动物门、腕足动物门、曳鳃动物门、星虫动物门、螠虫动物门、须腕动物门、棘皮动物门、毛颚动物门、半索动物门[6,9]。海洋中 95% 的动物来自海绵动物门、腔肠动物门、纽形动物门、内肛动物门、苔藓动物门。其他 12 门动物为海陆共有。海底热液口新发现的动物隶属被套动物门，约有 100 多新种。由此可见海洋生物的特殊性，采集海洋的生物的方法必然与陆地生物不同。

7.2 海洋药用生物的采集与收获

采集药用生物，不论是中草药还是海洋药材，都必须注意掌握药材采集的季节、气候和方法，并且还要有适当的工具。而海洋生物的采集还要特别注意对海洋野生药物资源的保护，懂水性并能掌握海洋特有的潮汐、海流等规律。采集之前，应对目的地的潮汐情况、地形和海洋生物繁殖生长情况有概括地了解，以便安排日程。为此，最好先根据海图对拟采集地区的岩礁、滩涂和特殊海岸，如珊瑚礁、红树林等的分布情况作大致了解，找到适宜地点，然后对这一地点的东、西、南、北各个方向，内湾、外海，突出的岬及小岛等情况给予必要的考虑，选出具有代表性的采集点。在无海图的情况下，应在初步选好采集点后，访问当地水产单位或经常在海边“赶海”的群众，向他们了解海况及海洋动植物的繁殖生长和分布情况，结合初步选定的地点加以校正，作出最后决定。选点工作的恰当与否，直接关系到药物采集的数量和质量，因此必须给予充分的重视。海洋生物采集中应注意的事项和采集工具有较多的共同性，在此一并叙述[4]60。

7.2.1 采集工具

1. 采集桶、箱、筐、袋和瓶

为携带方便，采集桶、箱、筐最好用塑料制品。平常用的塑料桶直径 21 cm、高 27 cm，其他的箱、筐可以自便。采集时必须携带一些大小不等的封口袋或标本瓶、管，以便分装个体大小不同及稀有和易烂的标本。标本瓶最好用有螺旋盖的，标本管则以缩口的为宜，可使瓶盖或软木塞盖紧，不致使海水或保存液流出。为药材运输方便和不被压坏，也可用木箱或铁箱。

2. 锯和细钢钩

锯多用来采集陆生植物或红树的花、果、枝、茎、叶等。细钢钩常用来采取或驱赶石缝中的动物。

3. 铁铲和手铲

滩涂或岩礁采集时，一般铲草或采药的手铲都可用，军用铁铲也可。以钢板做成的最适宜，不然容易生锈。有些海藻和帽贝、牡蛎等固着在岩石上，比较坚固，用手拔取很容易把固着器拔断，为获得完整标本，便于种类鉴定，应使用铁铲或手铲从岩石上把标本连同固着器一起铲下。

4. 镊子

一般用长约 24 cm 的钢制镊子。有些绒毡状、硬毛状的海藻生长在石沼或水沟中时，用刀子铲取则很容易被水流冲失，镊子是较适合的工具。

5. 凿子和铁锤

这类工具不需太大，用于凿取牢固附着在岩石上的种类，如红斑藻、石叶藻、牡蛎、石鳖等。

6. 采集耙

适用于低潮线下或海浪冲击的地方，趁海水下退时迅速把海藻耙上。也适用于沙滩采集蛤蜊等。耙柄由 2～4 节中空的铝质管子组成，每节长短可根据具体需要定，在 1～1.5 m，便于携带，节处有按扣，借以互相连接，不用时可拆卸，在耙柄上画出标尺，用来测量藻类生长的深度。另外有锌铁皮或硬塑料制成的簸箕形“千孔采蛤器”，专门用于乘船时在浅海沙滩采集蛤蜊等底栖贝类。

7. 网具

将采集耙顶端部拆下，换装一线织的小网即可组成简便捞网，用以捞取漂浮的海藻。捕捞海洋游泳动物常用的是拖网、围网以及各种定制网具和延绳钓等。

8. 海水温度计

温度记录是研究海藻区系的重要资料之一。表面海水温度的测量最好用具有盛水装置的温度计，以保证测量后从水中取出温度计后不致受气温影响而发生变化。

9. 扩大镜

随身携带 10～20 倍扩大镜是必要的，便于在野外采集时检查个体较小的标本和观察大型藻类的生殖器官。

10. 记录板

由长 30 cm、宽 22 cm 的木板制成的夹板，夹上纸即可随时记录。

11. 潜水船和潜水员

这是进行潮下带采集需要一定的设备和技术。沿海比较常用的潜水船俗称“大头船”，可乘船员 5～6 人，其中潜水员 1 人，牵绳（潜水员与船上传递信号）1 人，打气（供给潜水员呼吸所需的空气）2 人，动力控制 1～2 人。这种船适于水深 5～10 m 的海底采集，但在海藻采集中并不一定都用这种船。

12. 轻型潜水装备

利用特殊的助潜设备，只需一个人就可以进行浅海海

底采集，因此，这是近年来世界上广为使用的潜水采集方法。潜水采集者足着蹼形鞋，面带潜水面罩，背部带有氧气或空气筒以供应所需要的氧气。这种潜水设备简单，行动灵活，学习也比较容易，一般具有一定潜水技术的工作者可以潜水数米至 10 m 以下，技术精通者可以到达 40 m 左右深处。这样方便在深水处所采集或观察海洋生物的活动。

7.2.2 采集注意事项

7.2.2.1 注意海洋药用生物的生活习性

海洋药用生物的生态观测是非常重要的，因为不同的海洋药用生物对不同的环境条件有不同的适应方式。所以，在某些情况下，了解生活习性对种类的鉴定也有一定帮助。喜浪的海洋生物专门生长在外海和浪大的地方，如海索面、石莼、帽贝、石鳖、苔藓虫、石劫(龟足)等；而怕浪的，专门生长在平静的海湾中，如江蓠等。喜光或耐光且能经受干旱的海洋生物多生长于显露地方的高潮带或中潮带的岩石上，如海萝、浒苔、牡蛎、海蟑螂、藤壶等；而畏光的种类一般生在隐蔽的地方，甚至中高潮的洞穴里，如卷顶藻、卡帕藻(当地人称麒麟菜)、蛤蜊、沙蚕、弹涂鱼等。海藻生长繁茂的地方，动物也多。此外，对各种海洋生物的生长基质也应有较详细的了解：海藻和某些贝类的生长基质有岩礁、石块、石子、贝壳、泥沙等，有的种类甚至能寄生在其他海藻藻体上或附生在动物体上。要注意寄生和共生的动物以及产卵的状态，并把它们同时采集，不要与其他种类混淆。正产卵的则要把卵和动物一齐采集下来。在登记时必须注明两者的关系。例如在很多双壳类外套腔内常遇到与它共生的隐蟹；紫海胆壳上有共生的虾和小螺等等，必须把它与其共生或寄生其上的种类一齐采集下来。对于海洋生物的颜色、形状、生长、繁殖环境也应有简明扼要的记录。

7.2.2.2 标本的选择和采集

对于不熟悉的海洋生物，需要特别注意采集完整的个体和具有生殖器官的藻体，否则会给鉴定工作带来困难。生殖器官，有如红藻类的四分孢子囊、囊果、精子囊、马尾藻类的生殖托等，都是这些藻类的重要分类依据，缺少这些器官很难确定其分类地位。对于漂浮的藻类也应给予必要的重视并进行打捞，因为这些藻类多生长在潮下带较深处，有些甚至是不易采集的种类，这对区系的研究工作和药材的收集都很重要。作为药用的藻类，应对不同藻体作不同的处理。有的海藻个体大，耐干性强，不易腐烂，如叉枝藻、铁钉菜和多数马尾藻类，这些标本一般可以直接放入采集桶内。有的海藻容易腐烂，采集不久，如未及制作即会腐烂，如海门冬、软骨藻等；有的甚至因为体内含有硫化物，如酸藻，死后硫酸游离出来，不但使藻体腐烂，而且还会导致与其放在一起的其他海藻死亡。一般应分别放在塑料筐或竹篮内，避免太阳直接照晒。动物采集要细心、耐心，因为动物本身大多有保护色，很容易被视而不见。例如海蜘蛛、麦秆虫等都隐藏在海藻中，海绵、毛壶则隐藏在岩石下。有些动物有毒，采集时应特别小心，如刺海胆、大海蜇、鬼鲉等，它们的棘、刺细胞和刺都有毒，甚至可以致命。南海有一种鸡心螺(芋螺)，具有美丽的外壳，也有毒。都不能直接用手取，应用镊子或带皮手套拿。

7.2.2.3 采集时间

采集海藻和滩涂动物的时间，一般根据当地的潮汐情况决定。通常选择每月两次的最大低潮期间，在农历初一到初四、十五到十八，或这一期间的前后一两天。各地低潮时间不一致，可根据当地的潮汐表，在最大低潮日的最大低潮时间前 2 小时开始采集，一直采到涨潮后约 1 小时为止。

7.2.2.4 采集的详细记录

在野外进行采集工作的时候，应仔细观察海洋生物生长的环境及生活习性，详细将其记录下来。一般的记录项目如下：

(1) 产地。详细注明采集地所属的省、市(县)、岛及岛上的具体地点。如：山东烟台市崆峒岛附近，马岛的西北角。

(2) 水温和气温。测海水表层温度时，温度计应放在深度 0.5 m 以下海水流动的地方，而不能放在水面或石沼中，因石沼水浅且不流动，受阳光影响很大，使测得的温度不能代表表层海水的实际温度。

(3) 种名。物种的拉丁学名和已采用的中文名。不知名称的可用代号记清楚。

(4) 俗名。当地人常用的名称，市场上的名称，特别是药铺中的药用名称。

(5) 体质。藻体的质地，如软骨质、石灰质、革质、角质、膜质等。

(6) 色泽。记录下海洋生物生活时的颜色。因为干制后特别是浸制后的标本或多或少地会发生颜色的变化或褪色。

(7) 习性。关于潮带方面，有潮上带、高潮带、中潮带、低潮带和潮下带，潮下带需记清大干潮线下的大约深度，如生长在石沼中，应特别注明。关于产地性质，应记清所采海洋生物生长在显露、隐蔽或半隐蔽的地点，潮水激荡或细水长流处等。关于生长基质，有岩石、石块、沙砾、石子、泥沙、贝壳、珊瑚、其他动物或海藻藻体等。关于生长环境，有泥沙滩、石子滩、乱石滩、陡岩石和生长在一起的海藻及主要动物种类等。关于生长习性，包括孤生、丛生、密毛状、绒毡状、硬毛状等。

(8) 冲击度。潮间带藻体受波浪冲击的强度共分五级。第一级的地点面向浪，受冲击最猛烈；第二级的也面

向浪，但其附近有使波浪力量减弱的水下高地或暗礁；第三级代表背浪的地区；第四级也是背浪的地区，但其附近有隐蔽物；第五级地点最隐蔽，不易受浪冲击。

(9) 产量。从当地人和水产部门了解生物的产量。

(10) 用途。当地人对生物的利用情况。

7.2.2.5 海洋野生药物资源的保护

中国中草药的采集，自古就重视保护药源，老药农决不会只顾一时，滥加采伐。他们非常注意合理采用、留根保种、计划安排，甚至会引种繁殖，适当种植，建立“百草园”，以便随用随采。在当今特别强调保护环境、拯救野生物种资源的时代，人类的“保护海洋濒危物种……回归大自然”和“中药热”的浪潮，正在猛烈冲击海洋野生药物资源的利用和开发事业。因此，当前海洋野生物种的采集不仅要解决开发、利用医疗用药的问题，更要注意海洋野生药材的保护和持续发展的问题。因此，要继承并发扬中国自古以来保护药材资源的优良传统，制止毁灭性的滥采、滥挖，制订合理的采集和增殖方案，使濒危物种资源逐步得以恢复和发展，并通过引种繁殖，进行正常栽培或养殖，杜绝海洋药用物种出现濒危现象。

7.2.3 海洋植物药材的采集

海洋植物药材一般包括海洋药用维管束植物和天然或养殖药用藻类。

7.2.3.1 药用维管束植物的采集

类似于一般中草药的采集，不同药用部分，如根、茎、叶、花、种子都有它一定的生长成熟期，如果采集不当，就会影响药效和产量。采集工具一般有刀、剪、铁锹、镐头、手锯、箩筐、大小布袋或麻袋等。

(1) 全植物类。通常在开花期间采集。多年生的草本常割取地上部分，少数必须带根用的应连根拔起。但也有只采取嫩苗的。

(2) 根及根茎类。一般在秋后春前，即植物地上枝叶开始枯萎到发芽前采集。此时植物的养分多储藏在根或根茎部，药力较足，质量较好。

(3) 树皮类。以春季或初夏 4—5 月份采集较好。此时植物液体充足、皮内水分较多、容易剥离。

(4) 叶类。通常在花将开放或盛开时采集，但也有在秋天落叶时采集。

(5) 花类。通常是在花朵开放时采集。花期一般很短，应及时采集。如果完全开放，花瓣容易散开或变色，影响质量。有些应该在含苞未放时采收。采花最好在晴天，以便迅速晾晒干燥。

(6) 果实类。一般应在果实成熟时采集，也有根据需要未成熟就采收的。

(7) 种子类。在种子完全成熟时采集。有些种子成熟时容易散落，需在种子未开裂时采收。

7.2.3.2 药用海藻的采集

天然海藻俗称海藻，一般指大型藻类，如红藻、褐藻、绿藻等。而海洋藻类中尚有原核的蓝藻及小型藻类，如金藻、甲藻、硅藻等。小型浮游藻类一般用浮游植物网采集，藻体须用显微镜才能观察。

1. 绿藻

(1) 石莼(*Ulva*)。俗称海白菜。多分布于黄海、东海和南海的海湾、中潮带及低潮带的岩石上或石沼中，北起辽宁，南至广东、海南岛沿海。《本草拾遗》的“石莼”即本种。周年生长，5—6 月为繁殖盛季。

(2) 浒苔(*Enteromorpha*)。包括的种类很多，藻体多呈管状，中空，由一层细胞构成，单条或分支。多产于中国浙江、福建、台湾、广东、海南岛沿岸，有些种类也分布在黄海、渤海一带。黄海每年 6—7 月繁盛。南海 4 月繁盛。

(3) 松藻(*Codium*)。系《本草纲目》等古代药物文献中的“水松”，青岛人称“海松”。包括多种，但皆具绿色藻体，海绵质，以多分枝的管状多核细胞体构成其主要形态特征。常见于中潮带及低潮带的岩石上或石沼中。中国黄海、渤海常见种类为刺松藻，浙江、福建也有少量分布。每年 8—12 月繁盛。

2. 褐藻

(1) 海带。藻体为橄榄褐色，明显区分为固着器(假根)、柄部、叶片三大部分。叶片扁长，可高达 3～4 m。适于生长在中国北方水温较低的海域，辽宁、山东沿海多产，天然海带喜低潮带水较深的岩礁多石区生长，发育适温 10～15℃，生长适温在 20℃以下。野生海带一般在 5—6 月份潜水采集。

养殖海带采收：海带收割必须适时，如过早收割，海带薄嫩、含水量大，晒干后分量轻，质量差。过迟收割，往往造成海带在海中大量腐烂或叶片上附着其他生物，同样质量下降。正常收割时间，北方为 5 月中下旬至 6 月底前完成。南方稍早些，还要根据自然条件确定收割期，如内

图 7-7 采收的海带集中上船

湾或近岸多肥区，水流缓，水温回升快，应早收。水质清、水流畅、季节风影响不大的海区可晚些收。筏式养殖的海带，通常是把苗绳自吊绳上解下，用小船装好，运到岸上进行晾晒和加工(图 7－7、图 7－8、图 7－9)。

图 7－8 海带至码头装车

图 7－9 海带运到晒干场

(2) 裙带菜。藻体褐色，分为固着器(假根)、柄部、叶片三部分。叶片两侧为羽状裂片。柄部中间略隆起，藻体成熟时柄部两侧生有木耳状的重叠皱褶。中国产于辽宁、山东、浙江等沿海。适于低潮带水较深的岩礁多石区生活，青岛的裙带菜在水深 3 m 处生长最旺。5 月藻体超过 1 m，此间采收较适宜。东海嵊泗群岛的裙带菜的发生期较晚，一般 6—7 月成熟。

养殖裙带菜的采收：一般以裙带菜柄部两侧生长出一定大小的孢子叶为宜。约在 2 月中旬前后即行采收，4 月中旬以前采收结束。采收时应注意清洗裙带菜叶片上的浮泥、杂物等。对色泽不好的裙带菜，可提前几天将平养的裙带菜改为垂养，改变其受光照强度即可预防。

(3) 昆布。《本草纲目》记载的昆布，也是在福建俗称“鹅掌菜”的海藻。藻体深褐色，分为固着器(假根)、柄部、叶片三部分。固着器由粗壮的树枝状、二分叉式分枝的假根组成。叶片中央部分稍厚，自其两侧羽状分枝或复羽状分枝，叶缘有粗锯齿，表面略皱。成熟时，游孢子囊在中央部分的叶片和侧生的分支叶片的表面形成。中国浙江、福建沿海产，生于水流较急、水质较肥的海域，自大干潮线附近至 7～8 m 深处的岩石上。多在春季采集。

(4) 羊栖菜。马尾藻的一种，多年生藻类。《本经》和《本草纲目》中都记载有其食疗药用方法。藻体黄褐色，肥厚多汁，高 15 cm～2 m 不等。固着器为圆柱形的假根，叶的变异大、形状多、长短不一、线形或匙形。匙形叶的两侧缘有锯齿或波状边缘。多气囊，形状大小不一。生长在低潮带和大干潮线下的岩石上，经常为浪水冲击的处所。中国辽宁、山东、浙江、福建、广东等省沿海常见。东海每年 4—6 月繁盛，南海 2—4 月繁盛。

(5) 海蒿子。马尾藻的一种，多年生藻类。中药常作为“海藻”药用。生长于潮间带和大干潮线下 1～4 m 深处的岩石上。藻体褐色，高 30～60 cm，甚至可达 1 m。固着器盘状，上生圆柱状的主干。主干单生，偶有双生或三生者。藻叶形状变异很大，初生叶为披针形或倒卵形；次生叶除上两种外还有线形、倒披针形、倒卵形、狭匙形或羽状分裂形叶。多气囊，囊生在末枝上。海蒿子常因生活环境的不同，叶和气囊会发生很多变化。盛产于中国渤海和黄海沿岸各地，东海、浙江等沿海也有分布。常在每年冬季采收。

3. 红藻

(1) 紫菜。有多种，一般藻体薄膜状，椭圆形，紫红色，营养部分由单层细胞组成。藻体多生于中潮带上部的岩礁上。为广温性海藻。以圆紫菜为例，黄海一般开始出现于 10 月，12 月生果孢子，一直生长到次年 4 月。东海生长季节较短，10 月出现，生长到次年 3 月。广东沿海盛产期是 12 月至次年 2 月。野生紫菜一般在冬季潜水采集。

养殖紫菜的采收：采收的时间随紫菜生长和气候条件而定。条斑紫菜 3 月份为生长旺季，每 10 d 可采收一次，在 1 月份水温下降到 3℃以下时，紫菜生长很慢，20 d 才可收一次。坛紫菜 12 月份为生长旺季，一周可收一次。采收还要根据网帘上成体的数量和生长情况灵活掌握。当网帘上紫菜密度大时，可重收，密度较稀时可轻收。生长盛期收得重些。大潮汛时采收潮位低的网帘，小潮汛时采收潮位高的网帘。过去中国主要依靠手工采收紫菜，现在使用泵式采收紫菜机，主要由剪刀具、水泵、汽油机、分离器四部分组成。由汽油机带动水泵，水泵产生的力吸入海水和紫菜，经旋转的刀具切断紫菜，紫菜和海水再经塑料管进入分离器，海水被排入大海，紫菜进入装紫菜的箩筐。这套机器安装在小船上，网帘浮于水面时采收，2 人操作，一台机器一天可采收菜 15～20 亩(1 亩＝667 m^2)。

(2) 石花菜。藻体紫红色。直立丛生，顶端生长，具有圆柱形至压扁的两侧羽状分枝的主干。生长于自大干

潮线附近至水深 6～10 m 间的海底岩石上。是中国黄海、渤海、东海的常见种类。一般秋冬季采收。

养殖石花菜的采收：采收最好的时间多在每年 6—7 月间，多用潜水的方法采收。石花菜的采收期恰好是其繁殖期，因此要留足种菜，才能使海底的石花菜来年繁盛。

(3) 真江蓠。始见于《本草纲目》，一直沿用至今。藻体直立、丛生，高 10～50 cm，可达 1 m。紫褐色，有时略带绿紫色。体质软骨质，藻体直立，单生或丛生，线形，圆柱状，基部具一圆盘状固着器。一般具有一个及顶的主干，径 1～2 mm，分枝 1～2 次。枝多伸长，一般不分叉。生长基质以岩礁、石砾、贝壳、木料、竹材为主。垂直分布从高潮带至潮下带。适于在 5～30℃水温的海域生长。中国沿海各地皆产，北起辽东半岛，南至广东、海南岛，西至广西的防城港沿海。广东多在每年 3—4 月采收。

养殖真江蓠的采收：真江蓠在南海水域经过 3 个月的养成后即可收获。广东、海南岛一般 3 月份开始收获，最迟不超过 5 月中旬。福建要比广东推迟一个月，而在北方沿海 7 月份开始采收。目前收获主要用手工操作：潮间带养殖的，可利用退潮直接用手采摘；插签养殖的，可以将竹签、瓦签一起拔起，采下真江蓠；筏式养殖的，可以将苗绳解下，带到岸上处理。

(4) 卡帕藻。俗称麒麟菜[10]，藻体长 12～30 cm，宽 3～5 mm。紫红色，软骨质，不规则分枝，分枝圆柱形，腋角广开，近于水平伸出，互生、对生、偏生或叉状，顶端往往尖细，四周具有疣状突起。为印度-太平洋热带海藻。分布于中国台湾、海南岛沿海。海南岛东部文昌等县、区已人工养殖。每年 3—4 月采收(图 7-10)。

图 7-10 采收卡帕藻

7.2.4 海洋药用无脊椎动物的采集

常见药用种类有软体动物的贝类和头足类、甲壳动物的虾蟹和棘皮动物的海参海胆等，此外尚有正在大力研发的腔肠动物的海蜇、海葵和珊瑚以及海绵动物的有关物种等。

7.2.4.1 海绵动物

海绵动物是多细胞而营附着生活的种类，分布自潮线的海滨到深海都有。常见的有毛指海绵、长柄海绵、毛壶等，它们多生活在货船的船侧和底部以及航道海滨的石块下。青岛、烟台都可采到。

1. 矶海绵

多繁殖在海滨潮线的岩礁上，为山形群体，可用小刀从其周围剥取之，辽宁、河北、山东沿海都有。

2. 海南瓜

体呈球状，色黄，多固着在岩礁上，表面常长出小芽。福建、广东、海南岛可以采到。

3. 皮海绵(寄居蟹海绵)

常附着寄居蟹的螺壳上，因生长很快，常把螺壳完全包围，壁很厚表面光滑，呈灰褐色，质柔韧像木栓。在浅海拖网或沿岸都可采到。山东沿海有产。

4. 真海绵和马海绵

适应水温不低于 15.5℃。中国福建、广东和海南岛有产，福建厦门、广东汕头、硇洲，广西涠洲岛可采到，而海南岛最多。

矶海绵、海南瓜和马海绵也常见于海南岛的珊瑚礁内。

7.2.4.2 腔肠动物

1. 薮枝螅

营固着生活，多附着在岩石或海藻的叶上以及其他物体上，为近海常见种类。退潮水洼中可采到，海带、海带架及绳索上都有。

2. 耳喇叭水母

常附着在马尾藻上生活，另可附着在中国喇叭水母、十字左氏水母和青岛左氏水母上。

3. 海葵

在中国海滨的高、低潮线间，岩石缝内或岩石上，泥沙、珊瑚礁中和海藻上都可发现，颜色有绿、赤、褐等颜色，常见的有红海葵和绿海葵。岩石缝内的个体不易采，须用凿子将其下端固着部分的岩石一起采下(图 7-11)。

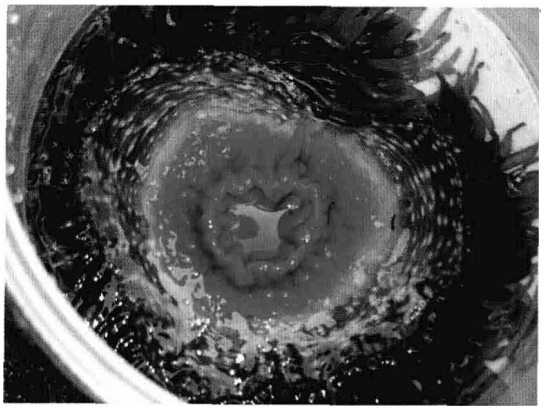


图 7-11 大海葵

4. 角海葵

身体黑褐色，栖息泥沙中。采集时最好不让动物察觉，用铁铲掘之可获。

5. 浮漂海葵

体壁黄褐色，触手淡灰绿色。产于海南岛沿海。生活在潮间带的海藻上，有时也见成群的个体漂浮在海面上。

6. 沙箸(海笔)

体呈棍棒状，有坚硬的中轴，全体为暗黄色。栖息沙内，满潮时部分露出，沽潮时缩入沙内，但尚有尖端露在外面，像一根草，呈淡黄色，手触之即下缩。海南岛沿海滩涂多产。

7. 海仙人掌

体棒状，橙色或黄色。在沙内栖息。满潮时，身体完全展开，很像植物仙人掌。沽潮时，身体大部分缩入沙内，顶部常常露在外面，易采。生命力强，不易死。中国沿海滩涂都有分布。

8. 海鳃

与海仙人掌一样也用柄插在沙内。广东、海南岛多产，除在退潮时采集外，拖网也常常可拖到。

9. 柳珊瑚

状如树枝，有坚韧的中轴。基部固着在岩石上，轴外包围着一层黄白色的共肉。泥沙滩上也有，多固着在石块或贝壳上。山东青岛和浙江沿海都有分布。

10. 石芝珊瑚

营独立生活，形如菌伞状。海南岛三亚、陵水沿海常见。

11. 脑珊瑚

群体固着在珊瑚石上，死壳表面像人大脑表面的皱襞。一般用凿子凿取。

12. 菊花珊瑚(菊花石)

固着生活，呈圆形的块状。生活时绿色或绿褐色。死壳表面有菊花状窝纹。常见于海南岛和涠洲岛。

13. 鹿角石(石蚕)

群体形状有许多分枝，像鹿角。生活时绿色或黄褐色，它的分枝很脆，极易折断，采集时须注意。海南岛三亚、陵水沿海皆可采到。

14. 海月水母和海蜇

这类浮游腔肠动物，一般采用手柄网或拖网捕获，中国沿海各地常见。夏季为多。海蜇在中国已开始人工育苗和放流养殖，并形成较完善的配套技术。利用对虾池混养海蜇也已获成功。即在每年6月放入伞径约100 mm重70～80 g的幼蜇，在通常的养虾管理条件下(不对其专门投饵)，至8月下旬海蜇便可达到商品规格(7～8 kg)。

7.2.4.3 环形动物

1. 多鳞沙蚕(片节虫)

中国沿海岩礁带常见动物。多生活在乱石下，翻开石块就可采到。辽宁、山东沿海常见。

2. 龙介

常栖息在弯曲的石灰质管中，石灰管常互相缠绕在一起，固着在岩石、港湾浮木的暗处和贝壳上。中国沿海可见。

3. 垫龙介

栖息在以沙砾及破碎贝壳等形成的管中。退潮时可采到。渤海、黄海多见。

4. 磷沙蚕(海龙)

终生的管栖类。栖息在沙滩或泥沙滩上，造“U”形胶质管而生活于其中。通过发现其外露的管头而采集，管口乳白色。采时先用沙将管口周围围好，然后用铁锹挖掘。也可先撕开管口一端，在另一端吹气，动物即由另一端出来。渤海、黄海多产。

5. 沙蝎(海蚯蚓)

栖息于沙中。其巢穴有两个口，尾部穴口堆积有许多圆形泥沙条的排泄物，状似蚯蚓粪；尾部穴口周围约十余厘米处有一漏斗状凹陷，即头部穴口。采时要动作迅速，否则动物会缩入深处，不易采。

6. 鳃蚕

生活在沙内，栖息于胶质管中，管红褐色，长30～50 cm，径宽1 cm，管口露出地面约数厘米。动物体长10～20 cm，呈黄褐色，前端有冠状的鳃丝，间有黄白色花纹。铲沙采集。为中国沿海习见种类。

7. 笔管虫

栖息于沙中，以细纱造管而居，管壁薄、易破碎，管两端开口。体形圆锥形，环节不多。管子与地面平，向下退缩能力很小，易采。渤海、黄海的沿岸滩涂常见。

8. 沙蚕

多毛类最常见种。体背腹略扁平，长约10 cm，后部渐细，体多环节(70节以上)。生活于干满潮线间的沙或泥沙中，尤喜栖息于有淡水流入的泥沙中。退潮后在沙面留有小洞口，用铁锹可采之。

9. 矶沙蚕

一种生活于珊瑚礁中的大型沙蚕，体长约1 m。活体呈黑褐色，发出金属光泽。多栖息于藻类繁茂的珊瑚礁的洞穴中，以藻类为食。退潮后会伸出部分身体觅食，此时用大镊子迅速夹住它的身体，紧紧缠绕一二圈，拉住不动，待其无力收缩后，再逐渐向外拉，时拉时停数次，就可获得完整个体。海南岛有产。

10. 海毛虫

常栖息在浅海泥沙质海底的多毛类动物。体呈纺锤

形，体侧多刚毛，体长约 10 cm。用底拖网或定置网具可捕捞。中国各地沿海常见。

7.2.4.4 蠕虫动物

1. 单环刺蠕

俗称海肠子。体呈长圆筒形，后端具一圈(9～12 个)有金光的针状棘，体长约 20 cm。栖息沙中作“U”字形管自居。活体灰白色，死后变红。青岛、烟台海滩的低潮线附近多见。

2. 绿蠕

形似甘薯，长约 10 cm，灰绿色，表面多乳突及纵走肌肉。以横卧式栖息于深 15～20 cm 的泥沙中，两端开口距离 18～30 cm。尾部穴口旁堆积有颗粒状的泥沙排泄物，易辨认。渤海、黄海各地皆有产。

3. 蠕

身体纺锤形，柔软，具纵走肌肉和淡黄色长吻。身体呈黄褐色，体内有红色液体。栖息于沿岸乱碎石块下的泥沙中。为热带和亚热带种类，中国台湾、海南岛和涠洲岛有分布。

4. 光星虫(沙虫)

广东、海南岛和广西沿海多产。体呈长筒形，肛门不在体末端而在身体前方，又有前肛动物之称。体灰红色或黄白色，一般长 16 cm。多在沙内横卧，穴口稍微倾斜向下凹陷。洞口有粒状排泄物堆积，一发现就须迅速挖掘，即可采到。

5. 革囊虫

多见于有淡水流入的泥滩。体呈圆筒形，上端较细，长约 10 cm。体色淡红褐色，稍透明，可见其纵走肌肉。体两端具黑褐色乳头状突起。广东、海南岛常见。另有一种常潜伏于有泥沙的岩石裂缝内、牡蛎壳背面或泥中生活的革囊虫，长约 4～5 cm，身体黄褐色、多黑褐色斑点，分布于中国沿海各地。

7.2.4.5 软体动物

1. 石鳖

常见于高盐度滨海岩石上。体背腹扁，呈长卵圆形，背部有 8 块覆瓦状排列的石灰质壳片，外包一圈生石灰质鳞或棘的环带。分布于渤海至南海，高潮的海滨至 20 m 水深有岩石的地方都可采到。石鳖用足吸附在岩石上生活，固着力很强，采集时须乘其不备，一次取下才可。毛服石鳖、锉石鳖分布于中国沿海各地。锦石鳖产于东海和南海，黄海、渤海未见(图 7－12)。

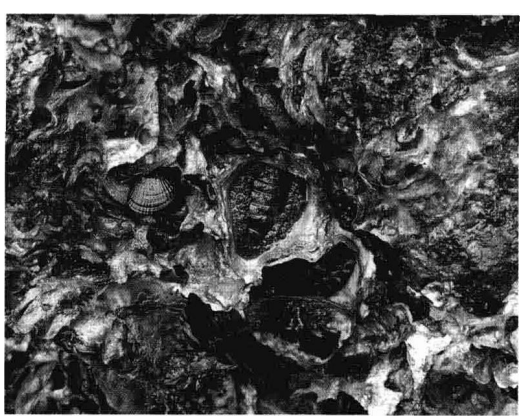


图 7－12 产于南海岩石上的石鳖

2. 帽贝(笠贝、蜸者)

具有完整而呈斗笠状的贝壳。也是用腹足吸附在岩石上生活。采集方法同石鳖。分布于中国沿海各地。

3. 鲍

单壳类动物，壳扁平，耳状，侧缘多孔。入药称“石决明”。其肉入药称“鳆鱼”。喜栖于潮水流畅、海藻繁茂、水深 1～50 m 的岩礁间，多夜出觅食，主食褐藻。可在低潮线下的岩石下潜水采集，采时应出其不意取下，否则不易再取下。北起辽宁，南达广东、海南岛沿海各地，皆有分布。辽宁、山东、福建沿海各地已有皱纹盘鲍和杂色鲍的养殖。

4. 宝贝

大多呈卵圆形，表面光滑，发瓷光，外观美丽。栖息在暖海的岩礁或珊瑚礁间。分布在福建、广东、广西和海南岛沿海。常见种类有绶贝、货贝、环纹宝贝和虎斑宝贝等多种。除虎斑宝贝栖息深水外，其他种多生活于干满潮线间，退潮后即隐蔽在岩石下或石缝间，可搬动石块或用铁钩采集，也须潜水采集，采时须防海胆或鬼鲉刺手。

5. 滨螺

海滨岩石下或岩石缝隙间生活着很多螺类，如滨螺、蜒螺、马蹄螺、夜光螺、蝾螺、荔枝螺、骨螺、核螺、笔螺等多种。它们行动迟缓，附着力弱，极易采集。除蜒螺只产在浙江以南沿海，其他在中国沿海都有。红螺在辽宁鸭绿江口和山东烟台已有笼养。

6. 芋螺

种类很多，壳形似鸡心，又名鸡心螺。如织锦芋螺，贝壳平滑而有光泽，表面黄褐色，散布有许多大小不等的乳白色斑点，全壳被以波纹状褐色条纹，退潮后多隐藏在石块下。有时能壳顶朝下钻入沙中，只留出水管。易采。采到后应立即放入桶内，以防手被其分泌毒液的牙齿咬伤。分布于广东、广西和海南岛沿海。

7. 玉螺

生活在沙质海底，退潮后在沙滩上可见其留下很宽的印记，且入沙处稍隆起。常见的有斑玉螺、福氏玉螺、扁玉螺和乳头玉螺等。易采。仅乳头玉螺产于南海。

8. 笋螺

贝壳螺旋部极长，栖息于沙滩，爬行或钻沙生活，肉食性。一般用铁铲挖掘即可得。泥螺在国内尤以江苏、浙江沿海滩涂养殖最多。

9. 章鱼(八带蛸)

有一对发达的眼,遇敌害时能逃脱。中国沿海常见短腕蛸和长腕蛸两种。虽是游泳动物,但退潮时也会钻入泥滩隐藏。洞穴 30～60 cm 深,穴口周围有腕足伸缩痕迹可被辨认。用铁锹或带木柄的二齿钩可取得。在较深海中,渔民多用红螺空壳诱捕,将螺壳用绳子系成一串,扔入海底,隔一段相当长时间再拉上来。因章鱼喜在螺壳内产卵,因此而被捕获。

10. 海牛

有多种。如舌状海牛,无贝壳,身体舌状,中国北方沿海常见。退潮时常在沙滩上爬行,有时钻入沙中,易发现。

11. 牡蛎(蠔、蛎黄、蛎房)

它们都是终生用贝壳固着在岩石或泥滩上,及其他物体上生活的双壳贝类。中国沿海有 10 多种牡蛎,最常见的是近江牡蛎、长牡蛎、僧帽牡蛎等。一般用凿子凿下即可。中国沿海有 10 多种牡蛎,辽宁、河北、山东沿海一带已养殖的有近江牡蛎、长牡蛎、褶牡蛎等。通常采用筏式养殖、投石养殖、插竹养殖和立石养殖等多种方式,收获颇丰(图 7－13)。

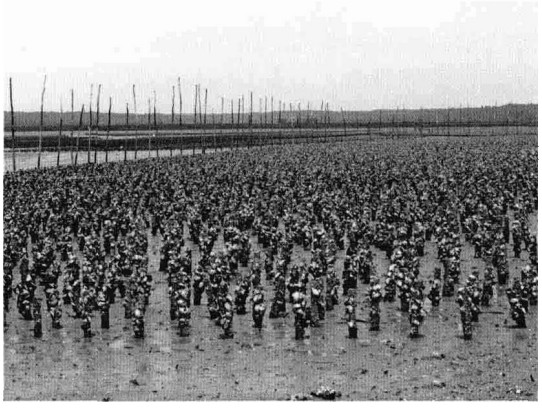


图 7－13 待收获的牡蛎

12. 砗磲

在暖海珊瑚礁的缝隙间营固着生活的双壳软体动物。贝壳厚、个体大、有足丝。发现后先将足丝割断即可取下。海南岛、东沙群岛、西沙群岛和南沙群岛有分布。

13. 贻贝

双壳贝,用两壳中间露出的足丝固着于岩石上。贻贝种类很多,分布于中国沿海各地。中国贻贝养殖开始于 1958 年,主要养殖种类有贻贝、翡翠贻贝和厚壳贻贝等,常采用筏式养殖。浙江沿海各岛出产一种壳很厚的石生贝,长达 10～15 cm。

14. 石蛏

贻贝科动物,贝壳薄,近纺锤形,表面紫褐色。凿穴而居,在珊瑚礁或岩石中生活。除海南岛多产外,山东、浙江、福建、广东也有分布。

15. 偏顶蛤

贻贝科动物。生活于泥沙质海底,常潜入沙中,有时露出贝壳边缘,分布广,数量少,北自辽宁、南至海南岛皆有。

16. 江珧

栖息在泥沙海底,由潮面至 27 m 水深处都有,分布于沿海的泥沙滩,但以南海最多。浙江及其南部沿海有在大潮期间采苗后利用旧蚶塘进行养殖的做法。

17. 珍珠贝

贝壳扇状,壳顶平,两侧具不等大小的耳。由壳顶前方、耳下方露出足丝,固着于岩石上。除用拖网采集外,在沿岸或珊瑚的低潮线附近及岩石下或石隙内也可采到。广东、广西和海南都有分布。中国有 4000 年的育珠历史。1949 年以来,广东、广西、海南岛已先后建立多个珍珠养殖场,插核育珠和加工技术等都有了很大的改进。主要养殖合蒲珠母贝、大珠母贝、珠母贝、企鹅珠母贝和长耳珠母贝等。收获采珠的方法有两种:一是取出软体部放入碎肉机中,加入同量海水,利用碎肉机的竹刀将贝肉切碎,分离出珠。一是人工逐个采珠,贝肉加工成副产品。用足丝在岩石上或石隙间固着的贝壳种类还有金蛤 *Anomia*、海菊蛤 *Spondylus*、猿头蛤 *Chama*、燕蛤 *Pteria*、扇贝 *Chlamys*、蚶 *Arca* 等属的种类。在乱石块下和石隙间的泥沙中,尚栖息着杂色蛤(*Venerupis*)等。搬开石块用铁锹掘之可得。以上种类除海菊蛤、猿头蛤和燕蛤产自东海、南海外,其他种类中国沿海各地都有。

18. 文蛤

贝壳坚厚,表面光滑,被有光泽如漆的红褐色或黄灰色壳皮,W 形、V 形字纹或有或无。生活在浅海,栖息在深约数厘米的细沙内,在沙滩表面留有漏斗形的凹陷可被辨认。以前在中国分布很广,现在少见。

19. 西施舌

贝壳大而薄,壳顶淡紫色。栖息处如文蛤,分布广,产量少。

20. 青蛤

贝壳较薄,近圆形。多生活在近高潮的附近泥沙中,且喜在淡水流入的沙滩栖息。常在受惊后发生水管收缩,而喷射出水。中国沿海都有分布,现已有养殖。

21. 竹蛏

种类很多,贝壳都呈竹筒状。栖息于泥沙内,穴居深浅因种类而异。发现穴口后可用长 40～50 cm 的铁丝钩钓。最好用铁锹深掘或铲去表面沙层数厘米,然后撒食盐少许,竹蛏因盐度增高而出洞外。

22. 鞍海月

具有近圆盘形双壳,壳中间多隆起,表面灰白色或带淡紫色。生活于浅海沙质海底,最低潮线下可采到。雷州

半岛和海南岛有产。

23. 海笋

种类很多，有的凿石而居，有的凿木而居，也有在泥沙滩上凿穴生活的。找到后须用凿子将岩石、木桩或珊瑚礁凿开取出。中国沿海都有分布。

7.2.4.6 节肢动物

1. 藤壶(马牙)

蔓足目动物。海滨岩石上最常见的种类，也经常固着在其他物体上。由高潮线至最低潮线以下都有分布，中国沿海各地都能采到。

2. 石劫(龟足或佛手)

蔓足目动物。在高潮线附近、岩石缝内呈群簇生活。采集时需凿去周围岩石后取下。分布于浙江、福建、台湾、广东、广西、海南岛等沿海海域。

3. 海岸水虱(海蟑螂)

等足目动物。常在高潮线附近成群生活，爬行很快。退潮后常隐蔽在石隙间和岩石下。可用小手网捕捞。分布于沿海岩石带。

4. 麦秆虫(竹节虫)

端足目动物。多附着于海藻生活，中国渤海、黄海常见。

5. 藻虾

种类多，附着于藻类生活，体色可随藻色而变。采集时可将藻一起取出，抖动藻体虾体就落下。中国沿海皆可采到。

6. 鼓虾

第一对螯一大一小。退潮后多隐藏在水坑、石块下，并发出“叭叭”声。用小手网捞取。中国沿海都有分布。

7. 龙虾

大型虾类。栖息珊瑚礁或藻类繁盛的暖海岩礁海底。白天潜伏，夜晚觅食，天将明或将黑时最活跃。渔民多趁沽潮水浅时，乘船用叉或网捕或下诱笼捕、潜水捕等方法。福建、广东、广西和海南岛等沿海都有分布。

8. 蟹类

沽潮后蟹类大多隐藏在石缝内或石块下，沙滩、泥滩也都有。在沿岸习见的有近方蟹、折扇蟹、方蟹、斜纹蟹等。在海藻中有矶蟹。在沙滩和泥沙滩有关公蟹、拳蟹、黎明蟹、沙包蟹、大眼蟹等。这些蟹类沿海各地常见，多在高潮线的沙内穴居。用铁锹挖掘可采到。在南海，各珊瑚礁内有扇蟹、豆蟹、鼓虾、长臂虾和虾蛄等，退潮后都隐藏在珊瑚石内。凿开珊瑚石，用小网即可捕到。在珊瑚礁中采集要带好手套，使用工具。

9. 跳钩虾

常隐藏在高潮线的沙内、动物的尸体或漂来的马尾藻的下面。

10. 虾蛄(琵琶虾)

多在低潮线的泥沙中凿穴栖息，巢穴两端水平开口。采集时可用脚踏穴的一端，向前推进，动物则从另一穴口出来。中国沿海各地皆有。

11. 蝼蛄虾

在干满潮线间的泥沙中造穴栖息。中国沿海都有分布。用铁锹挖掘即可采到。渔民通常铲去洞穴上一层沙泥，露出穴口，然后用苇秸插入穴口，苇秸动摇即指示有虾，随后提出苇秸插入毛笔，动物见到笔毛即夹住不放，随即就可提出毛笔捉到虾。

12. 鲎

生活在沙质的海底，有时钻入沙中仅露其尾。在低潮线的沙滩、泥滩或红树林滩，常可采到幼体，多在捕鱼同时采到。浙江、福建、广东、广西和海南岛沿海可见。

7.2.4.7 棘皮动物

1. 海盘车、海燕、马氏刺蛇尾

落潮时常暴露在外面或岩石块下，以及海藻间，易采。分布广，渤海、黄海最常见。

2. 海胆

哈氏刻肋海胆、马粪海胆、紫海胆、刺冠海胆多生活在石块下或石缝内，落潮后在低潮线的附近，翻转石块就可采到。紫海胆和刺冠海胆可用铁钩采之，以免被刺。刺冠海胆的棘有毒。海胆的人工养殖发展迅速，主要养殖种类有马粪海胆、紫海胆和光棘球海胆。

3. 海参

种类很多。沿岸常见两种。

(1) 刺参。多栖息于藻类繁茂的岩礁间和生有大叶藻的沙质海底。是优良的食用参。辽宁、山东半岛沿海多产。一般每年分2次采捕，春季(4—5月)采捕的称“春参”，体壁肥厚，质量好。秋季(10—12月)采捕的称“秋参”，体壁较薄，质量稍差。采捕一般潜水作业，也有用海参网或海参耙采捕的。海参养殖业在辽宁、山东沿海各地已有蓬勃发展。

(2) 荡皮参 *Holothuria vagabunda* Selenka。又名黑狗，喜栖息于岩石或石缝间，用管足附着石上。体紫黑色。退潮时可采到。福建、广东和海南岛沿海多产。

4. 海百合

种类很多，可分海羊齿类和长柄类。前者营自由生活，也可暂时用卷枝附着在岩石或其他物体上，生活在沿岸浅海，可用网捕捞。退潮的低潮线附近也可采到。青岛、厦门、广东、海南岛都有分布。后者营固着生活。

5. 飞白枫海星

常栖息于浅海沙质的海底，落潮后能缩到沙内，但上沙表面多出现五角星的凹痕，很易辨认捕捉。中国沿海各

地有分布。

6. 滩栖阳遂足

常栖息在深约 20 cm 的泥沙内，干潮时潮面留有小穴孔。发现这种孔即可用铁锹掘取。渤海、黄海常见。

7. 细雕刻肋海胆

生活在泥沙质海底，退潮后在海滩也可拾到。用拖网易拖到。中国沿海各地有产。

8. 心形海胆

生活在泥沙质海底，退潮后在海滩上偶尔可采到。多栖居深 10～20 cm 的沙内，穴面留有不规则的沙迹。有时拖网可捕到。大连、北戴河、烟台、青岛都能采到。

9. 扁平蛛网海胆

生活在近海沙质海底，退潮后匍匐在海滩上，可钻入沙内，沙表面呈圆形高起的沙堆，可辨认追寻。福建、广东、广西和海南岛有分布。

10. 海老鼠(海棒槌)

潜居沙内生活，体斜卧，在尾部附近留有穴口，口周外围堆有泥沙，沙堆开始凹陷处下面方是头部。采集时需动作敏捷，否则动物退缩深处不易采到。另一方法是在海水未完全退出，水深 40 cm 时采集，动物常在穴的上层，用手即可挖出。中国沿海各地皆有，黄海、渤海最常见。

11. 棘刺锚海参

皮肤半透明，内有锚形骨片。多栖息在干满潮线间的泥沙中，深约 15 cm，体横卧穴中，穴两端开口。口漏斗形，直径约 4 cm。采到后放在海水中以防自断。中国沿海各地皆有，分布很广。

7.2.4.8 半索动物

只在沙滩和泥沙滩习见的有柱头虫。生活在较细的沙中，深 15～30 cm。巢穴似“U”字形，穴两端开口，动物体横卧其中。穴口漏斗形，尾部穴口有排泄物。采集时用刀或铲铲去上层的细沙，如发现倾斜有水而光滑的穴孔，并嗅有碘味时，即是柱头虫栖息的穴孔。再顺孔挖掘，一旦发现动物，即在孔旁掘一坑，然后用水冲洗穴孔，被冲洗的泥沙即流入掘出的坑内，直至动物出来。也可手握虫体，轻轻将其拖出。辽宁、山东、江苏、广西和海南岛都有发现。

7.2.4.9 尾索动物

在海滨岩岸习见的有营固着生活的冰海鞘和群体固着生活的菊海鞘，可从动物固着部分周围轻轻采下，以免弄破。柄海鞘在海滨的岩礁、沙滩、泥沙滩及海港码头、船只、石块、木桩、竹架和缆绳等处都可着生，其被囊厚，易采集。遍布中国沿海。玻璃海鞘常见于沿海石壁、港口码头、船坞及船底。辽宁、山东沿海皆有。

7.2.4.10 头索动物

文昌鱼多潜入沙质海底的沙内生活。在 4～40 m 深的细沙海底可用拖网采集，退潮后的沙内也可采到。用铁锹将沙铲开即可看到上下跳跃的文昌鱼。烟台、青岛、日照、厦门、广东硇洲岛、广西和海南岛都有发现。

7.2.4.11 鱼类

1. 海滨岩礁或沙滩习见的鱼类

退潮后在滩涂岩礁处只能采到小型的虾虎鱼类、鳗鱼、海鳝等。常见的有竿虾虎鱼和吻虾虎鱼等，它们多留在岩石隙的水洼内，用“放水”或“下挂网”捕捉即可捕捉(图 7－14)。有时需用铁钩采鳗或鳝鱼。中国沿海常见。

图 7－14 海滨岩礁挂网采鱼

2. 沿海泥滩习见的鱼类

退潮时常见有弹涂鱼、大弹涂鱼及孔虾虎鱼等。它们在滩涂或浅水处活动。通常见到它们钻洞，就可立即用锹挖出；或在其生活区内预先放许多小竹笼或蟹笼，其中放些诱饵，涨潮时鱼会钻入，退潮后取笼或定时用船取笼，即可得。

3. 珊瑚礁中的鱼类

在海滨潮间带采集时将丝挂网放到岩礁间隙中常可捕到篮子鱼、碧胸鱼、蝴蝶鱼等。

4. 中上水层和快速游泳鱼类

鲱鱼、青鳞鱼、鲹鱼、鲐鱼、带鱼、鲅鱼、鲈、鲳和多种鲷类等中上水层鱼类，多用围网捕捞。鲨鱼或金枪鱼等大型高速游泳鱼类，多用延绳钓捕捉(图 7－15)。

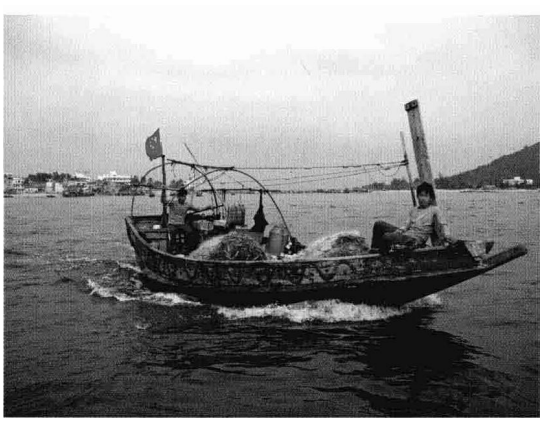


图 7－15 适用捕捞中上层鱼的捕鱼船

5. 底栖鱼类

鲨鳐类、海鳗、海鳝、蛇鲻、石首鱼类、鲆鲽舌鳎类、鬼鲉、鲬、鲛鳐、绿鳍鱼、杜父鱼等底栖鱼类，多用拖网采集。

6. 海水养殖鱼类

海马在广东、海南已人工养殖，主要品种有大海马、斑海马和管海马。真鲷、黑鲷、牙鲆、东方鲀、各种石斑鱼、鲈鱼、大黄鱼、黑鲪、海马、大菱鲆、鲻、梭鱼等20余种鱼也已经人工养殖。

7.2.4.12 海洋爬行动物、鸟类和哺乳动物

多数是保护动物，禁止猎捕。诸如海龟、蠵龟、玳瑁、棱皮龟、各种鸟类(包括鸿鹄、鹈鹕、鹭、鸥、金丝燕等)以及各种海兽(包括鲸鱼、海狗、海豹、海牛和儒艮)等珍稀动物。除个别水族馆、公园或大型娱乐场所有被圈养的动物外，很少见到。能得到的少数个体多是偶然致死或在海滨搁浅致死的。采捕鸟类一般使用网、枪、绳套、夹子等。捕捉海龟一般是利用其上岸产卵的时机将其翻倒。海蛇一般用钓钩捕捉。

7.3 海洋药用生物的加工

用生物采集到后，必须考虑先要做好药材的加工[1]88[8,11]。对于未知名的海洋生物需要留出少量样品进行鉴定，应在活体时拍照并记录其原初形态特征。

7.3.1 加工注意事项

将采来的海洋生物洗去身上的泥沙和杂质。一般先用海水洗去泥沙，再用淡水冲干净。对不知名的种类，留出标本，按制作标本的需要(酒精或甲醛保存，活体保存等)分别保存，并逐条分类编号、详细登记，置放好标签，切勿混乱。采集来的海洋生物，不论是鲜用、干用或贮藏，都要经过不同程度的加工处理，检验后才可供药用。加工处理的目的主要是：

(1) 使药物清洁纯净：如洗净泥沙，拣去杂质和非药用部分等。

(2) 便于贮藏保管：如药物经切制后，还需充分干燥，以防在贮藏中霉蛀变质。

(3) 消除或降低毒性：如海蜇的腌制过程即为降低其毒性。

(4) 适当改变药性：如南海产的汤皮参(又名黑狗)，鲜食麻口刺激咽喉，药用前必须充分浸泡，再经蒸煮，适当改变并减轻其中的刺激成分，从而使其滋补功效得以更好地发挥。

(5) 便于配方和煎汁：经切片或打碎后便于配方称量及药汁的煎出。

7.3.2 海洋药用植物的加工

7.3.2.1 药用维管束植物的加工

1. 整理

一般草药都要除去泥沙、杂质和非药用部分，或将不同作用的药用部分分开。根和根茎类药物应用剪、切、削等方法，除去毛须或茎苗部分；根皮类或树皮类药物应刮去外表的粗皮；用叶作药的应除去叶表面的附着物或绒毛等。

2. 洗净

除花类及某些特殊药物不应浸洗外，一般都应洗净药物表面的泥沙杂质。浸洗的时间，应根据药物质地的松软、硬度和污浊程度而定。

3. 切片

药物经整理、洗净后，按不同形态，切成不同厚薄、大小、长短的片、段或丝。粗壮的根、根茎及藤木类切片，皮类和树叶切丝，全草类切段，有些可打碎，根据不同要求灵活掌握。

4. 干燥

用于贮藏的药物都可用晒干的方法。有些多叶肉的药物，须用沸水撩过后再晒，以缩短干燥时间。有的须蒸透后晒干。芳香味强的药物可放在通风处阴干。遇阴天、下雨可烘干，但火力要适当，以防枯焦变色，影响质量。

此外，中草药的加工还有腌、烂、漂、炒、煅、烫、蒸、煮等方法。

7.3.2.2 药用海藻的加工

天然药用海藻一般是随采随加工，洗净后就地装入麻袋或其他网袋中，用力压干，然后摊放在竹帘或草席上，晾干晒透。为争取当日晒干，摊放得不要太厚，并时常翻动。晒干后装入食品袋保存。这里主要介绍几种人工养殖药用海藻的加工。

1. 紫菜加工

采收好的紫菜要迅速上岸加工，不能及时加工的，应立即冷藏保存。气温较高时，运紫菜的容器中必须加冰保鲜，或用冷藏车运输，否则紫菜会变质而降低产品质量。冷藏保存时，必须先离心脱水(即把紫菜装入大眼袋中，每袋约10 kg，放入大型离心机中脱水)，直到手握后不湿手的程度，然后摊放在木箱内风干1 h，再把木箱用塑料袋密封，送入冷库，在－20℃下速冻保存，可保存两个月味道不变。冷冻紫菜加工前应先放入清洁的海水解冻。中国紫菜加工已实现机械化，有成熟的初加工和深加工的成套设备和技术。

2. 真江蓠、石花菜和卡帕藻的加工

这三种红藻虽已人工养殖，但采集仍是手工操作，采收后应立即加工。一般洗除污泥杂藻，再晒干即可收藏。如有冷冻设备的加工厂，一年四季均可生产，无冷冻设备的工厂只能在冬季12月中旬开始至翌年2月中旬加工。这些藻类一般可用作食品、饲料、药用，或用于提取琼胶或卡拉胶(图7-16)。

图 7-16 卡帕藻的加工

3. 海带加工

海带收割上来后通常加工成干品。主要依靠太阳晒干，受天气影响很大。由于海带藻体长、大，且有一定厚度，置放、烘干都有一定难度，至今还没有类似加工紫菜那样的设备条件。晒海带分淡干法和盐腌法两种。药用的海带一般用淡干法：海带晒场选多岩石、砾石滩的海边，或草坪上就地铺晒。海带须单棵摆放，不可折叠，因为梢部薄，干得快，此时可把梢部压在基部下，避免梢部干裂破碎。每日割上岸的海带，必须早铺早晒，铺晒 3～4 h 翻一次。在晴朗天气，铺晒 5～6 h，可达八成干。此时，可将海带收起，次日再摊开，经短时间通风干燥，即可整理包装。海带粘有一些沙砾杂物，在包装前要清除干净，根据等级标准选好打包。盐腌法：用盐腌后再晒干，其优点是便于保存。特别是在阴雨天海带不能晒干时要进行腌渍。近年多采用大垛一次腌渍法。首先选择离岸近、地势高、不积水的垛底，一层海带一层盐相间铺开，用盐量 20%，阴雨天可增加到 25%左右。然后用帆布盖好，周围挖好排水沟，一周至半月后就可进行晒干。晒海带时先把湿海带散开，当天晒到六七成干，收拢上垛盖好。第二天清除杂质、盐硝等后再晒，晒好后再入垛盖好，使藻体相互吸收水分，

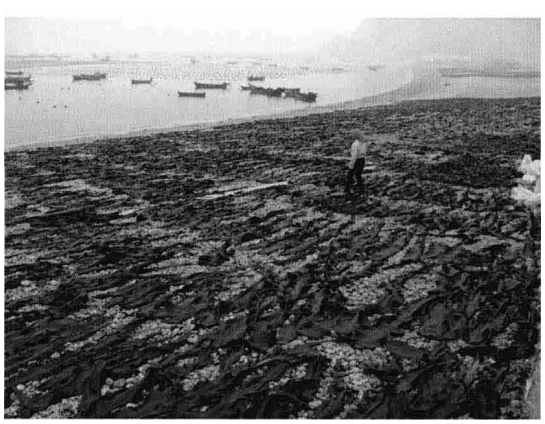


图 7-17 晒海带

干湿均匀，待含水量不超过 30%时即可打包。打包前仍要清除一遍杂物沙粒等，然后分等级，用压力机压实包装(图 7-17、图 7-18、图 7-19)。

图 7-18 翻晒海带

图 7-19 海带加工

4. 裙带菜加工

有多种方法，诸如淡干法、冷冻法、盐干法、盐渍法、热水拔法、细丝法、揉裙带法、盐揉法和涂灰法等。药用裙带菜通常用淡干法、热水拔法和细丝法加工，很少用盐干等其他方法。

(1) 淡干法。裙带菜收割上岸时，不要放在泥沙地上，要用条筐等工具抬上岸，把苗绳或单棵吊挂在事先准备好的、搭架的铁丝上，再将藻体和绳分开。用小刀将支撑叶片的中央棱即中肋纵割一刀或两刀，长约为中肋的 1/3～1/2。然后从柄部下端去根，留下孢子叶，单棵挂晒。选择好天气让太阳暴晒、快干，可保证菜体的色泽良好。晒到六七成干时，摘下来铺在席子上进行翻晒，第 2 次继续挂晒。入库存放时干菜与未干菜要分开放。未干菜要继续晒，干菜要打包。

(2) 热水拔法。将裙带菜洗净后，割开中肋，放入沸水中搅动，待藻体变绿后，取出放入冷水中，再从冷水捞出挂晒直到晒干为止。

(3) 细丝法。将裙带菜用淡水洗数次后,挂在绳上晒,晒至半干,沿藻柄两侧用小刀纵向割成数条充分干晒。晒干后铺在席子上浇水,给予充分的湿气,然后在上面盖上席子轻轻加压,闷压 3～7 h,等全部变柔软后,用手拧干再挂到绳子上晒,等接近干时再浇水给予湿气、闷热、风干,待叶表面出现白露,再充分干燥,即可打包。

7.3.3 海洋药用动物的加工

7.3.3.1 海洋野生药用动物的加工

一般是随采随加工。但海参和海蜇等少数种类的加工方法与其他养殖种类的加工方法一致。[1]88[11]

1. 有壳贝类的加工

贝类肉入药的一般采用下列方法,先洗去外表泥沙,然后放在海水中充气暂养数小时,待其将体内泥沙或废物排干净后,捞出再洗净,下锅煮熟使其皮肉分离。然后将肉摊放在竹帘或草席上,晾干晒透。为争取当日晒干,摊放得不要太厚,并时常翻动。晒干后装入食品袋保存。

2. 原质、原色贝壳的加工

贝类壳入药一般采用下列方法,即将活的螺类埋在细的干沙内,使其腐烂。经数日后,用淡水将腐肉冲洗干净。这样处理的贝壳,上面的光泽不会减退,如宝贝、鸡心螺、榧螺等。注意不要在淡水中浸泡时间过久或在锅内煮熟,因为这样处理会失去贝壳上的光泽。

3. 野生药用鱼类的加工

海洋鱼类药经常是鲜用,但也有不少是干用的。清除内脏,洗净,然后将鱼从背部剖开,用麻绳捆住鱼的尾巴,挂架晾晒。挂鱼的支架要用木桩和铁丝牢固搭起,成排成行地安置在海滩或空旷地上。挂鱼架安置要方便操作,通风良好。一般 1 kg 重的鱼两天就可晒干,须及时装入食品袋保存。

7.3.3.2 海洋养殖药用动物的加工

1. 海马加工

1 龄以上的成年海马,干鲜比率较高,晒干率达 30% 以上。因此,多在每年秋末收获 1 龄以上的大体。将其浸泡于淡水中。洗净皮膜,清除内脏或直接晒成半干。然后整理外形,使其呈自然状态,卷起尾部,继续晒干,或放在岩石或石板上烙干。然后将干海马装入食品袋保存。也有将海马烙干后,再缠扎成对,入器封藏。

2. 刺参加工

捕获的刺参应立即用刀沿背部从肛门向前剖开,取出内脏。尽量保持肠管完整,以便参肠的加工、利用。取脏后,用海水洗净,此时的参称"生皮参"。将生皮参放入锅内加水用旺火烧煮 40 min,并用木铲不断翻动,使之受热均匀,以免贴锅化皮。煮好的参应及时捞出放入缸内,趁热加入 40% 左右的食盐搅拌,冷却后加水使汤浸过参,然后加盖置阴凉处腌渍。夏季需 7～10 d,春秋季为 20～30 d。将腌渍后的参再放入锅内加入食盐,使其成为饱和盐水。用旺火加热煮沸约 30 min,待捞出的参体表干固,并有白霜似的盐结晶时,即可出锅沥干。随后将其倒入木槽中,趁热拌灰,最好用柞木炭粉拌,其保藏性和色泽好。一般 100 kg 参拌 5 kg 炭粉。也可用草木灰拌。此时的参称"灰参"。最后将灰参置于草席上晾晒至参体和肉刺硬直,灰不脱落为止。至此已成商品参。加工后的干参要密闭保存,避免受潮、霉变或鼠咬、虫蛀。

3. 鲍加工

鲍为名贵海珍品之一,其足部肌肉发达,细嫩可口,含有丰富的蛋白质、肝糖、脂肪、维生素及其他微量元素。贝壳和肉都可入药。鲍壳的药名"石决明",鲍肉的药名"鳆鱼"。鲜鲍洗净后,用煮沸开水漂烫 1～2 min 或在水开后上蒸笼用旺火蒸 5～10 min 即可分离壳、足和内脏。壳和足晾干后,即可分别打包、装袋、入药。内脏留作他用。

4. 牡蛎加工

牡蛎壳和肉都可入药。牡蛎壳药名"牡蛎",将牡蛎壳洗净除去杂物后,干燥、碾碎即可入药。也可进一步炮制成牡蛎粉、煅牡蛎、醋牡蛎、盐牡蛎及其他饮片。也可作饲料或工业用。牡蛎肉的加工除了冷冻和鲜食外,药用多为干制品,有鲜干和熟干两种。直接把鲜牡蛎肉晒干而成的为鲜干品,又叫干蚝豉。熟干是将牡蛎肉快火加热煮熟,然后加入 1.5%～2.0% 的食盐拌匀,滤去水分,晒干即成。此外,牡蛎肉还可深加工成牡蛎粉和牡蛎奶粉,还可盐渍成食品,制罐头、酱油等。

5. 扇贝加工

扇贝入药主要是利用其闭壳肌,将其制成干贝。干贝加工过程简单,左手执扇贝,使其右壳在上,右手执刀从足丝孔插入割断闭壳肌与右壳的连接部,即可取下闭壳肌,然后将其用海水洗净,放入煮沸的海水中,待海水又煮沸时取出,晒干后装袋贮藏备用。壳、外套膜及内脏可分别利用。

6. 珍珠加工

药用珍珠加工较为简单,从冬季收获的珍珠贝中采的珠,质量较好。取珠方法有两种:一是取出贝的软体部放入碎肉机中,加入同量的海水或石灰水,利用碎肉机内部的竹刀将贝肉切碎,然后将肉珠混合液倒入沉淀槽中,取出游离珍珠。二是像对野生珠母贝一样,利用人工方法逐个取出珠,并将珍珠置于饱和盐水中浸泡 5～10 min,洗去黏液,最后用清水洗净擦干。贝壳则为中药的珍珠母。

7. 贻贝加工

贻贝入药部分是贻贝肉。一般春季采收,剥取其肉,

采用鲜肉，或者煮熟后晒干或烘干制成的干制品，通称“淡菜”。鲜肉干制品也叫“蝴蝶干”。两种都可入药。除干制品外，还有冷冻品和贻贝罐头等食疗产品。

8. 江珧加工

江珧的后闭壳肌和壳都可入药。江珧加工后的后闭壳肌即是中药“江珧柱”。剥离闭壳肌和壳的方法与鲍鱼的相同。除去内脏、肉和壳，留下后闭壳肌鲜用或干用皆可。为便于贮藏，多将闭壳肌晒干或烘干，分包装袋。

9. 文蛤、西施舌和蛤蜊的加工

文蛤的壳和肉皆可入药，壳入药药名“蛤壳”，肉入药药名“文蛤肉”。蛤壳的加工可用埋沙腐烂法，也可用漂烫法同时取得肉和壳。但是文蛤生活于细沙滩中，其外套腔和消化道内含有细沙，采捕后需要经过“吐沙”处理。须将文蛤盛于网笼中，垂挂在浅海浮筏架下或养殖鱼、虾的网箱中，经数小时或半天后，它即可将沙吐净。西施舌的加工与文蛤相似，也可在采捕后入沸水烫过、剥肉，鲜用或晒干都可入药。蛤蜊以肉入药，洗净、吐沙，用沸水烫过，剥肉取用或晒干即可。贝壳烘干磨成粉可入药，药名“蛤蜊粉”。

10. 蛤仔加工

养殖的蛤仔通常有三种收获方式：锄洗、荡洗和挖捡。锄洗法适用于泥质埕地。将埕地分块，在其周围筑堤，用锄将泥沙和蛤翻起，然后进水搅拌成泥浆，待蛤仔浮到表层后捞起；荡洗法适用于沙质埕地，用荡具或耙网把蛤和沙一齐拖耙入网，然后倒入篮中，在水中荡洗，去杂物留蛤仔，洗净即可；挖捡法则由收成人员横列并排翻土挖起蛤仔逐个捡起。入药的蛤仔肉加工是将鲜蛤洗净煮熟，去壳后晒干即可，随用随取。壳也可随手入药。对个体小的蛤仔，也可以肉壳不分一齐研磨入药。

11. 缢蛏加工

捕捞方法与蛤仔类似。加工时，先用清水洗净缢蛏，除去杂质，倒入锅内煮到两壳张开，内脏块稍硬便可捞起，然后去壳，分离肉和内脏。肉在淡水中洗净，暴晒 2～3 d 后，达到肉干可折断的程度，即可做“缢蛏肉”，入药分袋包装或销售。壳可作“蛏壳”入药或其他用途。

12. 海螵蛸加工

乌贼科的无针乌贼、金乌贼、针乌贼、白斑乌贼、壶斑乌贼和泥目乌贼等的内壳均可入药，药名“海螵蛸”。海螵蛸一般是人们利用过（或吃过）乌贼后，留下壳而被收集，也有乌贼自然死亡后其壳被冲到海滩上收集的。海螵蛸晒干后常被用于刀枪伤或收敛止血之用。

13. 虾和蟹的加工

对虾一般春季（4 月）或秋季（10 月）捕捞。海洋捕捞常使用拖网、养虾池则用挂网、陷网或干池法采捕。洗净、去壳取肉，鲜用或煮熟晒干。肉或全体皆可入药。蟹的捕捞常使用蟹笼。也有蟹肉、壳或蟹黄单独入药的，洗净后，沸水烫过，分别剥离晾干即可单独入药。

14. 海蜇

海蜇的药用部分是其口腕部，俗称海蜇头。海蜇头的加工方法与海蜇皮类似，其主要不同之处是蜇皮与蜇头分离后，蜇皮应立即进行初矾处理；而蜇头必须放置一段时间，待血污渗出后，即棒状和丝状附器等烂掉后，才可进行初矾处理。放置时间的长短，应视气温高低而定。气温 25～30℃，需 10 h；气温 10～15℃，需 20 h。加工步骤是：① 初矾。将已渗出血污的蜇头用海水冲洗后，入池矾渍，100 kg 鲜蜇头撒矾粉 0.5 kg，并加海水搅拌，加入海水量以淹没蜇头为宜，24 h 后进行二矾。② 二矾。将初矾蜇头取出，沥卤 0.5 h，再按每 100 kg 初矾蜇头加 14.4 kg 盐和 0.6 kg 矾，与蜇头相间撒盖，每层蜇头厚度约 15 cm。最上一层用盐均匀封顶，以不露蜇头为度。经 5～7 d，卤度达 12～14 波美度即为二矾品。③ 三矾。将二矾蜇头取出，沥卤 0.5 h，再按二矾用量和操作程序进行。食盐封顶后经 7 d，卤度达 22 波美度以上，即为三矾品。④ 提干。将三矾蜇头用原卤水洗净，取出，放在苇箔竹帘之上，沥卤 1 周并翻转 2～3 次即为提成干品。随之分袋、装箱、贮藏。海蜇皮三矾过程相似，提干时要擦去红斑，在原卤水中洗净，然后用方木或竹板垫底，取出洗净的蜇皮，层层垛起，堆 70 cm 高，沥卤 7 d，并自上而下的翻 3 次即可。

7.3.4 待鉴定种类的加工及保存

对于未知名的药用动物需要留出少数样品进行鉴定，应在活体时拍照，并记录其原初的形态特征。为此须将新鲜样品立即处理。

7.3.4.1 待鉴定样品的处理

将采来的各种小型鱼类、海鞘、文昌鱼、柱头虫、海参类、海百合类、蛇尾类、海星类、膝壶、瓣鳃纲、后鳃类、双神经纲、星虫、苔藓虫、纽形动物、扁形动物、拧水母、海仙人掌、柳珊瑚、石珊瑚、薮枝螅、水母类、海葵等放在大小适当的瓶、管、玻璃皿或磁盘中，换以新鲜海水，稍振荡一下使它得到空气，然后置于不受振动的空间或光线稍暗的地方，等它们的身体、鳍条、棘刺、水管、触手完全伸展以后，即开始麻醉，在水的表面放一些薄荷脑或在水中注入泻盐水溶液，但一次不可放得太多，否则动物会因受刺激而将触手收缩。以后每半小时或 1 小时加一些麻醉剂（泻盐和薄荷脑可同时并用），使动物在不知不觉中进入麻醉状态。麻醉时应经常观察，直到用针触动触手不收缩时，即向容器中注入适量的 40％福尔马林液（使瓶子中混合液达到 5％）或 70％的酒精。经麻醉、固定好的标本，最好不急于置换容器以免变形。海参、海绵、珊瑚、拧水母、苔藓虫、海豆芽、节肢动物的浸泡标本不论作陈列用或研究用，都必须用酒精固定和保存。因海参类体内有微小的石灰质骨

片，骨片在分类学上是主要特征之一，如用福尔马林液保存，骨片即被腐蚀而不能鉴别。麻醉时间的长短与动物大小和药品用量都有关系。

7.3.4.2 厣的处理

在前鳃类中，大多有一个角质或石灰质的厣，它是动物的一种保护结构，动物受惊时，肉体缩回壳内，厣恰好可将壳口堵住。厣也是前鳃类的分类特征之一。因此，干制前鳃类标本时务必将厣与贝壳同时保存（可将空壳用棉花塞满，将厣粘在壳口处）。

7.3.4.3 瓣鳃纲动物干制标本

将采来的双壳类动物置于空气中，等它的壳自行张开后，将其肉体取出洗净。趁壳未干时将两壳合在一起，用线缠好阴干，再拆去线。

7.3.4.4 鱼类标本

用净水将鱼的口腔内、鳃耙上的泥沙和身上的黏液洗净，然后在采集簿上登记，按采集簿上的编号，将写有编号的小竹签，拴在鱼的下颌或尾柄处。采集簿上须注明站位、采集日期、当地名称、经济价值、产量等情况。然后可将标本浸入5%～10%福尔马林液中或70%酒精中，如个体稍大（超过500 g），须在鱼腹内注入纯酒精或10%福尔马林液，以防腐烂。

7.3.4.5 生物标本的包装和保管

正常情况下，一个标本瓶所装的标本不应超过瓶子容量的2/3。如果标本已固定好，外出采集瓶子不够多，可以多装些，但需按标本性质差异（如软、硬、大、小等）分装。

较大的标本需要装在铁箱内，但不能散放，必须在登记好后，将标本用纱布包好，连同写好的竹签，放入铁箱，避免标本互相碰撞而损坏。

外出采集回来后，所有标本都必须重新整理，更换保存液和标本签。标本整理好后，应放在光线较暗的地方（最好放在标本柜内）。盛动物标本的瓶口应密封。植物标本室要保持一定的温度和干湿度。整理好的标本按分类的系统排列，便于寻找。浸制标本，每年应按时检查一两次，添换保存液。干制动植物标本需存放在纸盒或木盒内，置于干燥处。有些标本盒内还需放些樟脑，以免生虫。

7.4 海洋药材的贮藏

海洋药材与通常的中药材一样，除常年可采用的种类以外，多数种类因受生长条件的限制，季节性很强。如果错过了采集季节，就要相隔较长时间才能再采。因此贮藏一定数量的海洋药材，对防治疾病和救灾备荒都是十分必要的。此外，海洋药材的贮藏也是中药商品在流通领域中不可缺少的环节[2]。海洋药材种类繁多，性质各异，成分复杂，容易发生质变。因此探讨防止药材质变，保证药材质量的技术是药物贮藏的首要任务。

7.4.1 海洋药材贮藏技术的起源与发展

7.4.1.1 史前海洋药材贮藏技术的萌芽和积累

远在旧石器时代的元谋人、蓝田人、北京人就已经用火，并以粗制的木棒从事渔猎。他们先是在河边、海滩拾取贝类，徒手抓鱼，逐渐学会用石器和木棒打鱼。到1.8万年前的“山顶洞人”，即“北京猿人”时期，已利用木棒绑上石矛捕鱼。中国古籍中有许多关于旧石器时代的传说。如《淮南子·鸿烈解》云：“民茹草饮水，采树木之果，食螺蚌之肉”；《韩非子·五蠹》云：“民食果蓏蚌蛤，腥臊恶臭而伤民腹胃，民多疾病。有圣人作，钻燧取火以化腥臊。”因此，沈同芳1911年著的《中国渔业历史》[1]说“渔业在中国开化最早”是有道理的。我们的祖先借助于火，由单纯采食植物藻类和贝类，发展到捕捉鱼、虾。新石器时代，由于弓箭的发明，渔猎得到进一步发展。特别是渔业，比旧石器时代有了长足进步。骨鱼叉、骨鱼钩、骨鱼鳔和大量石网坠的出土，证明当时已有网鱼、叉鱼、射鱼、钓鱼、梭镖投鱼等多种捕鱼方式。距今七八千年前，中国黄河流域和长江中下游及山东沿海一带，已有了相当发达的原始种植业和畜养业，但渔猎在经济生活中仍占有相当大的比重。古代传说庖羲氏“结绳而为网罟，以佃以渔”反映了当时的生产情况。由于火和斧的利用，制造船舟已有可能。杭州湾河姆渡遗址出土的木桨、石制和陶制的网坠、竹鱼篓等，说明人们已可乘船从事捕鱼活动。至今在中国沿海地带，北起辽宁，南至海南岛，有许多贝丘遗存，说明古代沿海的先民们曾长期采集贝类作为食物。山东大汶口文化遗址和青岛胶州的三里河文化遗址，距今四五千年历史，有大量海产鱼骨和鱼鳞的堆积。经鉴定有鳓鱼、黑鲷、梭鱼和蓝点马鲛鱼（鲅鱼）4种。这些鱼类既有近海河口鱼类，也有外海洄游鱼类。当时能捕到快速游泳的鲅鱼，说明山东沿海在原始氏族社会时期，海洋捕捞活动已十分普及，捕捞技术也有相当高的水平。

我们的祖先在采集和取用食物的过程中，不仅认识到贮藏食物的重要性，同时又发现食物经干燥后能贮藏较长时间，而且便于相互交换。这种干燥、贮藏的办法也同样适用于药物，所以我们相信中药贮藏起源于食物贮藏。最初医和药是结合为一体的，随着社会的发展，医疗事业的需要，形成了医和药的分工，并且在产品交换中产生了药材的商品贮藏。药材贮藏方法也随着历史的发展而不断改进和完善，在经过无数代人的实践、研究、总结的基础上，积累形成了一套传统的海洋药材贮藏技术。

7.4.1.2 海洋药材贮藏传统技术的发展

海洋药材与一般中药的贮藏方法类似，以下引证的典籍也适合海洋药材。有关中药贮藏的最早的文字记载是春秋战国时代的《周礼·天官·冢宰》。其中谈到两千年前，已有专职掌管收藏药物以供医用的医师。医师的职责

是:“医师掌医之政令,聚毒药以供医事。……”“聚”是收集,也包含贮藏之意。《本经·序例》记载:“阴干暴干,采造时月,生熟土地所出,真伪陈新,并各有法。”可见汉代医药家已初步认识到药物采收季节、加工干燥以及鉴别药物真伪陈新的重要性和方法。其中,陈药就是经过贮藏的药物。

北魏贾思勰的《齐民要术》记载:“收枣不蛀,以一层粟草,一层米,相间之。”是预防中药材虫蛀的最早记载。

唐代,对药物的贮藏已有较多的文字记载。例如,唐代孙思邈的《千金要方》卷一有:“凡药皆不欲数数晒暴,多见风日,气力即薄歇,宜熟知之。诸药未即用者,候天大晴时,于烈日中暴之,令大干,以新瓦器贮之,泥头密封。须用开取,即急封之,勿令中风湿之气,虽经年亦如新也。其丸散以瓷器贮,密蜡封之,勿令泄气,则三十年不坏。……瓦器贮之,则鼠不能得之也。”说明唐代对药材的贮藏已有相当丰富的经验,掌握了密封防潮、防霉、防鼠的方法,特别是指出药材不宜经常暴晒和长期暴露在空间,不然会使药效逐渐减弱。

明代药材贮藏技术有了进一步发展,而且研究出对抗贮藏的方法。据陈嘉谟《奉草蒙筌》总论“藏留防耗坏”一文论述:“凡药藏贮,宜常提防。倘阴干、暴干、烘干未尽去湿,则蛀蚀、霉垢、朽烂不免为殃。当春夏多雨水浸淫,临夜晚或鼠虫吃耗,心力弗惮,岁月堪延。见雨久,着火频烘。遇晴朗,向日旋暴。粗糙悬架上,细腻贮坛中。”文中还记载了一些中药的特殊贮藏法,如“人参须和细辛,冰片必同灯草,麝香宜蛇皮裹,硼砂共绿豆收”等。这正是现代所说的对抗贮藏法。

以后药材贮藏在不断实践中又形成了密封吸潮、硫黄熏蒸,防止早期质变等处理方法,从而形成了独具特色的药材贮藏传统技术。

7.4.1.3 海洋药材贮藏新技术的研究与发展

中华人民共和国成立后,在正确的中医政策指引下,1955年各地相继成立了药材公司,1956年又实现了对私营中药工商业的社会主义改造,形成国家对药材的统一经营。同时,中西医结合的大力倡导和人民卫生保健事业的不断发展,药物需用量也在不断增加,加之中药材、中成药生产的扩大,药材贮藏量不断增长。传统的贮藏方法已不能适应形势发展的需要,必须采用新的贮藏养护方法。

20世纪50年代后期,大中城市的中药贮藏包括海洋药材,开始引进硫化氢、氯化钴、溴甲烷等化学药剂用于杀虫,并在60年代前期向全国迅速推广。加上传统的硫黄熏蒸法,这一阶段的药材贮藏主要采用化学药剂养护。但是,化学药剂养护的弊端也很快暴露出来,它给海洋药材带来化学药剂的残毒、污染,害虫也产生了抗药性。各地从70年代开始,又进行了许多新的探索,将气调、冷藏、辐射、空调、远红外线干燥、机械吸潮、真空密封等新技术、新设备和新材料用于药材贮藏,使药材贮藏进入现代新技术养护时期。其间在气调养护药材技术发展过程中,1973年天津试用了充二氧化碳来杀虫;长沙、成都、重庆、太原、贵阳等地相继进行了自然降氧的研究,于1981年通过国家鉴定,并向全国大中城市推广应用。现在气调养护已成为药材贮藏的有效方法之一。上海、武汉、重庆等地,应用冷藏技术来克服夏季高温引起某些药材的质变,为药材贮藏技术的发展积累了有益的经验[2]。

海洋药材储藏保管应特别注意以下几点。

(1) 保持干燥。这是防止药物霉蛀、走油等变质情况发生的基本条件。药物贮藏最好选择、干燥空气流通的地方。有些药材应放入密闭容器内,农村中可用缸、瓮、甏、桶等容器,用稻草扎成盖,盖紧。一般草药还可用篾篓、麻袋等装贮,或悬挂在干燥通风处。海洋动物的肉和皮等,多数易霉蛀变质,特别是在梅雨季节更容易发生,应放入石灰缸内贮藏。一个能容纳100 kg蛤仔肉的容器,约需放成块的石灰10 kg,石灰上面放一层麻布或蒲包,以免石灰吸湿后沾污药材,然后放入用纸包好的干燥药材,尽量放满,并加盖盖紧,这样可以延长保存时间。石灰每年换两次,一次在5月份梅雨季节前,一次在7—8月。贮藏时最好将动物不同部位的药材及藻类药分别装入不同容器内,以便检查和使用。

(2) 勤检查、勤翻晒。贮藏的海洋药材虽经干燥,但由于贮藏环境、温度、湿度的变化,仍有虫蛀发霉的可能。一般在5月份梅雨季节前,应将贮藏药材全面检查一次,已受潮的要翻晒,个别的要烘干,以杀灭虫卵和霉菌。梅季需特别注意勤检查,切实做好防霉保质工作。

(3) 标写品名。经切断干燥的海洋药材稍不注意容易搞错,为避免药材在加工或贮藏时造成混乱,每件都要标写品名。

7.4.2 海洋药材贮藏的仓库、容器及贮藏技术

海洋药材的贮藏,除海洋药材收购站、海洋药材加工厂和药厂有专设的仓库外,一般存放海洋药材的库房都不是专用的。诸如各城市港口码头的库房都可供海洋药材暂时存放,其他中草药也是如此。海洋药材使用的仓库、容器及贮藏技术与一般中药仓库、容器以及贮藏技术方法类似,可以互相借鉴。

7.4.2.1 海洋药材仓库

海洋药材是中药材的组成部分,仓库通常与陆生药材不分彼此地相互通用。此处只为编写方便,而冠以海洋药材仓库之名。仓库是用以贮藏和存放各类加工药材的设施,是保证各类药材质量、防止质变的重要基础条件。

1. 海洋药材仓库的类型

海洋药材仓库的类型，按其职能和承担的任务可分为收购仓库、加工仓库、储存仓库、批发仓库、零售仓库和转运仓库。供基层收购集海洋药材的仓库叫收购仓库。供加工处理不符合品质规格或变质药材的仓库叫加工仓库。用于长、短期贮备调入、购进药材及产地药材，并行使待销任务的仓库叫贮存仓库。与批发部门合为一体、兼营批发业务的仓库叫批发仓库。供零售企业贮备药材、饮片和成药的仓库叫零售仓库。供中转分运、转换运输工具和存放待销商品的仓库叫转运仓库。

此外，还有按商品属性分为普通药材仓库、细贵药材仓库、毒性药材仓库、易燃药材仓库；按贮藏对象分为药材仓库、饮片仓库和中成药仓库；按建筑结构分为正规仓库、简易仓库、露天货场和地下仓库；按贮藏性能分为一般储存仓库和特种仓库，如密封库、气调库、冷藏库等。

2. 海洋药材仓库建筑的基本要求

海洋药材仓库建筑与一般中药仓库一样，除应符合一般仓库的建筑技术要求以外，还应具备符合海洋药材贮藏特点的技术要求[2]。

(1) 对贮藏性能的要求

任何药材仓库建筑，无论承担何种任务，都必须具备符合药材贮藏特点的技术要求：① 防潮。吸潮与药材的各种质变都有关系，而仓潮主要来源于库房地面(仓坪)、仓墙和库外湿空气的侵入。② 隔热。高温条件下，库内药材易发生融化粘结、发酵酸败、泛油、泛糖等变化。仓外热量传入途径主要是房顶、仓墙和门窗缝隙。③ 避光。光线可引起药材所含的某些物质发生化学变化，如氧化加快、药材变色、老化。因此，库内要避免阳光直射。④ 通风。仓库必须通风，才能在库内温度高、湿度大，而库外温度低、湿度小时进行通风调节。⑤ 密闭。库房密闭才能使防潮、隔热、隔气、避光等性能得到发挥，又能防止污染物侵入，保持贮药的正常含水量，增强化学药剂养护的效果等。⑥ 抗虫、鼠害。仓库建筑材料要选用能抗虫蛀、鼠咬的材料。⑦ 重视经济效益。仓库的建设要有利于降低贮藏损耗和节约保管费用。因此，仓库应设在地势向阳、干燥、空旷、交通方便的地方。库内外的设施都要有利于装卸、运输、传递、堆码、倒垛等作业。

(2) 对建筑的技术要求

中药仓库的设计尚无统一标准，实际情况是旧建筑改建的仓库还不少。无论是新建或改建，除要达到坚固、适用，具备良好的贮藏性能外，面积和造价要适中。仓坪(库房的地面)要平坦、具有相当的荷重能力和较好的防潮性能；仓墙厚度要求普通仓库为17～35 cm，密闭库、保温库应在35 cm以上。墙壁最好用氯丁胶乳加沥青配制的新型涂料加以处理，以增加防潮、隔热的性能。屋顶要用传热性低、经济耐用、防火、防漏的材料，并加设隔热层。库门大小适于药材搬运。窗户高位，且侧面采光，免阳光直射。房柱不宜过多，一般小于15 m宽的库房不必有柱子。库房内应有足够的光线，且通风。

7.4.2.2 海洋药材贮藏容器

量少的药材或细贵的药品常用容器贮藏。容器要求具有较好的隔湿、隔气和避光等性能，温度稳定，利于防止虫害、发霉等[2]。

1. 贮藏容器的种类

传统中药材贮藏容器，海洋药材都适用。如陶器、瓷器、玻璃、木器、铁器等，其中陶器有全上釉、部分上釉和未上釉的，制品有罐、坛和缸。瓷器系全上釉，有瓶、罐、坛、缸。木器有箱、桶、柜等。塑料制品容器则有袋、盒、桶、箱等。

2. 贮藏容器的选择

选择容器要根据药物的形状、性质、数量，以及贮藏时间和方法而定，同时对容器类型、形状、大小、质量和口径等进行综合考虑。容器形状、大小要基本一致，便于陈列或堆码。陶器和瓷器，除有防质变的作用外，还能防鼠。特别是瓷器防质变的性能强于陶器，适合贮藏易挥发、升华的药材。玻璃容器密闭性能好，但有透光的缺点，不宜贮藏见光易变色的药材；铝制容器对热有反辐射性能，宜贮藏遇高温易质变的药材；铁制容器不宜贮藏含鞣质多的药材，可避免引起变色；木质容器虽经过隔热、防潮、密封等处理，贮藏性能仍较差，一般用于贮藏量不太大，偏贵重，易质变的药材，采取密封、对抗、吸潮等方法贮藏；塑料容器密封性能好，但其中透明的、半透明的、无色的都不避光，不宜贮藏易变色的药材。不可用聚氯乙烯作容器，以免污染中药。

3. 容器的密封

采用吸潮、对抗、密封等方法进行容器贮藏，都应密封才能发挥容器防质变的作用。容器类型和贮药的性质不同，密封方法也不同。

(1) 大口径容器的密封。大口径容器指箱、桶、坛、缸等。一般采用封盖法封口，或者再采用一些辅助措施，使之密封得更严密。如在封盖下面垫软质纸，箱、桶盖上钉钉，或者再贴纸条将缝隙密封。对于贮藏时间久和细贵药材的贮藏，不宜用封盖法，因为此法密封不严。

(2) 小口径容器的密封。小口径容器如瓷瓶、玻璃瓶、陶罐、瓷罐等。一般用软木塞、胶塞、纸塞等将容器口塞实密封。瓶装贮藏易挥发、升华的药材，用塞塞实瓶口后，再将熔化的白蜡、蜂蜡或石蜡浇注瓶塞。

(3) 泥头密封。适合较大的陶瓷器。先取细软黏泥土封口，上面再用泥土密封，泥成头状，保持它不开裂，即能达到密封效果。

(4) 塑料容器的密封。塑料薄膜袋宜采用热合密封。其他塑料容器封盖后,用涤纶胶带、胶布条贴封盖的缝隙。

7.4.2.3 药材贮藏技术

药材贮藏技术,对预防和治理药材质变,提高仓储的经济效益和加强管理,都有较大的作用。仓储作业的主要内容有如下几个方面[2]。

1. 药材入库前的检查、加工、整理

进入仓库的药材大多是分散零星收购而来,必然会有一些药材不符合品质规格,在包装贮藏或发售前,必须对它们进行检查、加工、整理。

(1) 清选。主要是分清优劣和等级,清除杂质。个体大、支条长的药材可以手工挑选、分级。颗粒小的药材,采用孔径适宜的药筛进行清选。

(2) 干燥。凡是未达干燥标准或贮藏中容易吸潮的药材,应根据其不同的性质,分别采取晾晒、烘炕、阴干。

(3) 捆扎。凡未经捆扎或捆扎不符合要求,以及加工处理时拆散的药材,在包装前应按要求重新捆扎。

2. 药材包装

(1) 药材包装的作用。主要有:① 容纳和保存数量。② 保护质量。③ 方便装、卸、搬运,少占运输"吨位",节省费用。④ 有利于贮存中计量、堆码、发货、倒垛、盘点等。⑤ 规格化、标准化,可以节省仓容,降低药材损耗,节约保管费用。此外,药材包装还有美化商品,引导消费,取得购销信誉,提高经营效果等方面的作用。

(2) 药材包装的性能。药材包装必须具备牢固、防碰撞、防潮、避光、隔热、防鼠以及防污染等性能。其中牢固性指要求包装的药材,在多环节运销和较长时期贮藏中不发生漏损;防碰撞要求在装卸、堆码、倒垛等作业中,能抵御碰撞、重压而保持药材的完好;防污染则要求保持药材的清洁,防止霉变和虫害。

(3) 药材包装的种类。由于药材来源广、种类多,包装也甚为复杂。随着药材生产和购销业务的扩大,药材包装的种类将越来越多。主要有三种:① 按流通范围分,有销售包装和运输包装。② 按质地分,有硬质包装(如木箱)、半硬质包装(如纸箱)、软质包装(如麻袋等)。③ 按制作材料分,有纸制品、木制品、竹制品、藤制品、金属制品、草制品、塑料制品、纺织品、苇席等包装。

在选择包装时,应本着材料来源有保证,性能利于保持药材品质,成本合理、适用等原则。例如,渤海、黄海产海洋药材多用柳条筐包装;东海、南海产药材,多用竹筐、篾包、篾席等包装。颗粒细小的宜用细密麻袋、布袋包装。易吸潮、泛糖、泛油的应选用具有密闭、隔潮性能的包装。质重的矿物和贝类药材,包装必须牢固。液体类药材宜用木桶或铁桶包装。对于药材包装,国家标准局于 1986 年 4 月 18 日作了标准化的规定,将复杂的中药运输包装简化为编织袋、压缩打包和瓦楞纸箱三种。

3. 药材货垛的堆码

在药材商品入库时,将包装成件的药材堆码于垛垫上,并且有规则地组成货垛,再加上覆盖,这就是货垛堆码。无论采取何种贮藏方法,大批量贮藏药材都必须货垛堆码。它是有效利用仓容,防治中药质变,便于管理,提高仓储作业效率的重要环节。

(1) 货垛的安排

药材商品入库时,应根据库房条件、贮药的性质与特点,以及包装种类的形式等情况,本着安全、节约、方便的原则,合理安排货垛。

根据库房条件来安排货垛。首先要注意仓坪,不能超过它们的负重能力,以免仓坪塌陷。二要掌握仓容,货垛堆码的面积约占库房面积的 60%。非堆码面积主要是作业道、货垛与库墙之间、货垛与货垛之间的通道。货垛高度应比库墙低 0.5～1 m,才利于作业。货垛厚度不宜超过 4 m,否则会影响货垛中水分、热、气等的交换,也不利于防治质变和检查。

根据贮药的性质特点安排货垛。易虫蛀、生霉、变色与不易虫蛀、生霉、变色的中药货垛,厚度和宽度应有区别。含水分较多的药材,货垛宜窄薄矮小;含水量适宜的中药,货垛宜宽厚高大。贮藏时间长和数量大的药材,货垛宜大;贮藏时间短和数量小的,货垛宜小。

根据包装的性能安排货垛。一般包装质量好的,货垛可宽厚高大;反之货垛则宜窄薄矮小。如木箱的货垛一般可高大些;纸箱不耐压,货垛不宜高大;麻袋包装在仓坪负重定额内,货垛尽量高;蒲席包装货垛则不宜高,过高易倒塌。

本着先进先出的原则安排货垛。一般是按进仓先后,分批次堆码货垛。其他方法较费工,只用于仓容不足的情况。

(2) 铺放垛垫

垛垫又叫码垫、码脚。铺放垛垫是药材贮藏的传统方法,它让货垛下面通风,又能排湿、散热,且有利于货垛内的气体交换,避免从仓坪吸潮,从而稳定药材贮藏质量。除少数矿物、贝壳类药材,不会因吸潮引起质变,以及外用板条框或木箱包装的中成药外,一般都应铺放垛垫堆码货垛。

垛垫由垫脚、垫木、垫板和垫席组成。垫脚可用水泥墩、石墩做成。上置垫木,为 2～3 m 长的木枋。其上铺设垫板,厚 3～40 cm、长 2～3 m 的木板。最上层的垫席可用苇席、篾席、草席、帆篷布、油毡、塑料薄膜等。仓坪防潮性能强的,可以只用垫木或垫板加垫席作垛垫。

(3) 货垛的堆码方法

药材货垛的堆码应本着稳固、整齐、安全、方便、节约

的原则进行。在堆码时要保持件件靠实，层层平整向上，货垛之间整齐。已质变和未质变的药材不能同垛，堆码不错不乱，无阻塞、死垛；墙距、垛距、垛垫、货垛宽厚高度等均符合要求，以保证商品的安全。药材货垛常用的堆码方法有几种：① 重叠堆码法。一件一件地排成一层，向上逐层堆码，形成纵横成行的货垛。② 等数交叉堆码法。根据包装的长宽比例或厚与长的比例，采取交叉堆码成小货垛，再由若干小货垛组成大货垛。有横一竖二、横二竖三、横三竖四等形式。此法货垛稳固、整齐，操作、清点方便，节省仓容。③ 塔式堆码法。每堆码一层或数层，将货垛四方向内收缩半个包装位置，形成四周有若干阶梯、整体形似塔状。此法适宜于货垛堆码较高、包装易滑动的药材。但仓容利用率较低。④ 井式堆码法。堆码时在货垛中心留一个井字空隙，以利药材散热、散潮，防止发热引起质变。此法适用于含水分较多的药材，并且垛垫要高，才利于湿气的散失。

(4) 货垛的苫盖

货垛须加苫盖的主要是露天货场、临时货垛和性能较差的库房。前者是为了避免直晒、雨淋、吸潮及霜雪、露水等侵害。后两者是为了防尘、防潮、防光化等侵害。密闭库和性能好的库房，包装质量好的成药或药材，以及贮藏时间短的货垛，则不必要加苫盖。苫盖的材料有帆布篷、帐篷、油布、塑料薄膜、苇席、篾席、草席、油毡等。使用时应根据药材性质和季节气候的差异等具体情况，选用适当的苫盖。如防光化应选不透光的苫盖，防淋防潮应选不透水、隔潮的材料，冬季防冻宜用保暖材料，夏季宜选防雨、隔热材料。为加强苫盖的作用，有时可用一种或两种材料覆盖多层。

(5) 种类多而数量小的海洋药材贮藏

基层批发部、中药房等销售单位的库房小，但贮藏的种类多、数量少，一般采用陈列方式贮藏。传统方法是选用规格一致的木箱梯级排列。陈列方式可按药材分区分类陈列，以便操作和管理。品种的位置要固定，不宜常变，即使一时缺货，也应暂时空着。易混淆的、药性相反的品种，不宜相邻陈列。

7.4.3 贮藏海洋药材的质量变化

贮藏的药材由于受外界和自身因素的影响，质量会不断地趋向低劣，有效成分损失，失去药用价值，甚至会产生副作用[2]。

7.4.3.1 贮藏药材质量变化的特征

根据药材在贮藏过程中发生质量变化的特征，可分为虫蛀、霉腐、泛油与泛糖、色泽变化、药味变化、质地变化、形态变化等。

1. 虫蛀

虫蛀是仓虫为害药材的主要特征。中药被虫蛀后，即使是轻微的，对质量也会有影响；严重的会被蛀空而成粉末，使形态结构完全被破坏而无药用。仓虫的排泄物、分泌物、发育残体和尸体会污染药材，为微生物繁殖创造条件，从而使药材质变程度加深。如干贝和干鱼等被虫蛀后泛油和泛糖。

2. 霉腐

霉腐是药材生霉、腐败、腐烂等现象的统称。生霉表现为真菌在中药上寄生。腐败和腐烂是寄生或腐生微生物在药材上大量繁殖，并分解和同化其营养物质的表现。这两类霉腐互相作用，造成相关连的质变，其危害程度更甚于虫蛀。霉变时可见白色、绿色或黄色菌丝或霉斑，严重时可闻到腐臭气味，同时变色。会发生霉腐的药材很多，除矿物类及贝壳药外，几乎都能发生。

3. 泛油和泛糖

动植物药材所含油分溢出表面，呈油浸润状态，质变软，色泽变深暗，味变哈喇的现象，称“泛油”。常泛油的药材有鱼肉、鱼鳔等。藻类药材的糖分、可溶性物质及易分解成分，溢出或溶解于表面，呈油渍状或发黏，质变软，色泽变深暗，味变酸败的现象，称“泛糖”。常泛糖的药材有海带、卡帕藻、鹿角菜等。药材当其泛油或泛糖时，不仅是质量变坏、成分损失、疗效降低，而且是性质的改变，且难以抑制。

4. 色泽变化

色泽包含颜色和光泽，绝大多数药材具有色泽特征。药材颜色有表里之分，由色素及其他有色物质组成。光泽是指表面光亮状况。色泽是表面的颜色和光泽成为一体的特征，它是衡量药材质量的重要标志。色泽的变化，就是药材、饮片固有色泽由淡变深，或由深变淡，或由鲜艳变污暗等，它标志着药材内在质量在发生变化。药材的颜色，无论是表面的或里面的颜色，都在一定程度上反映其质量、成分和疗效状况。它们不仅是质量的表现，而且是有效成分状况的显示。因为色素及有色素物质大多是药材的有效成分，所以颜色发生变化，就标志着成分也发生变化。一些有珐琅质的药材，具有光泽的外表，一般发生颜色变化的同时，外表也会失去光泽。色泽易发生变化的药材常见的有海带、石莼、裙带菜、昆布、鱼肉等。

5. 药味变化

药材的味，包括口味和气味。口味，又叫滋味，由口感产生。气味由嗅觉来辨别。口味和气味都与药材成分有关，当口味或气味发生变化时，表明中药质量发生了变化。药味的变化主要表现是变味、串味以及气味的减弱和散失。变味就是原口味变成另一种口味，如甜变酸、变苦；或者是原口味程度发生变化，如变淡等。串味是一种中药的挥发成分扩散，而被另一种药材吸收，导致发生气味变化。气味的减弱或散失是药材所含的挥发成分不断扩散，甚至

消失。特别是芳香性药材，常温下过久暴露在空气中，会明显表现出气味的变化，以至失去芳香。如干贝、虾肉、蟹肉、鱼肉等各有独特的鲜味。

6. 质地变化

药材的质地主要指硬度、个重、紧实程度、韧性等。它们受物理、化学、生物等因素的影响，会发生变硬、变软、变轻、变糠、变朽等变化。变硬是药材的正常含水量减少，变成干硬状态。变软一般是受潮、吸水后，由硬变软。变轻是个体重量减轻，多为物质成分被挥发、分解、溶解等消耗所致。严重的干燥失水可致枯朽或受潮吸水而呈腐朽。质地变化不仅使药材质量下降，还会诱发其他质变。变糠、变朽严重的，则完全失效，不能入药。

7. 形态变化

药材的固有形态被破坏，使用价值随之降低，这就是形态变化，它是外力作用与水分失调等因素造成的质变。一是表现在变形，即高温或机械压力发生的外形变化。二是表现在萎缩，即水分较多的鲜活药材失水后发生变化，常见于鱼、虾、蟹等药材。三是龟裂，即正常含水量较高、个体较大的药材或饮片，失水后组织收缩，产生裂痕。四是脆性的药材或饮片，在外力作用下破碎或断折。五是潮解与风化，潮解是药材在空气潮湿的情况下，表面湿润，随水分增多，干体逐渐软化，进而消融腐烂的现象，如保存不善的海参、虾等会出现此种变化。而风化与潮解相反，在空气干燥的条件下，药材表面出现粉末状物质或碎片，再由表及里地发展直至全体粉碎。存放的干海龙可见此种风干现象。

7.4.3.2 影响药材质量变化的因素

药材贮藏期间影响质变的主要原因是外界因素。因而控制外界因素是贮藏期防止药材质变的主要手段。外界因素包括环境因素、时间因素和生物因素[2]。

1. 环境因素

主要包括空气、日光、温度、湿度及环境污染。

(1) 空气。药材在贮藏过程中，总是与空气接触，这对药材质量影响很大。其中氧是引起药材质变的重要环境因素，如泛油、泛糖、变色、气味散失、浑浊发黏等都是氧化引起的质变。因此，贮藏中造成缺氧环境，是防止药材质变的有效措施。

(2) 日光。在日光直接照射下，药材会发生氧化、分解、聚合等光化反应，如油脂酸败、苷类及维生素等成分的分解。日光对一些药材的色素有破坏作用，使之变色，而且日光的大量热能使贮藏物的水分蒸发和升温，从而引起药材变质。

(3) 温度。许多药材质变的发生和发展，几乎都与温度有关。一般药材的成分在常温(15～20℃)条件下是比较稳定的。温度升高时会加速物质分子运动，促使药材水分蒸发、以致干燥失润；同时氧化、水解加速，药材成分迅速变质。含脂肪多的药材就会发生油脂分解，引起泛油；含挥发油的药材受热后挥发加快，甚至气味散失；胶类和部分树脂类药材受热后变软、粘连成块或融化。反之，在低温条件下，药材不易发生质变，但是温度过低如在0℃以下，对某些新鲜药材会导致冻结的危害，使颜色改变、品质变劣。

(4) 湿度。许多药材质变的发生和发展，都与湿度有密切关系。贮藏容器内药材的水分状况往往取决于湿度。由于湿度大，贮药吸水增多，更促使泛油、泛糖、发酵、酸败、变味等质变的发生或加重。

(5) 环境污染。环境污染有自然、生物和人为等三方面因素造成。自然污染是从自然环境中侵入的不洁成分引起药材颜色的变化。生物污染是微生物、害虫、仓鼠等分泌异物、排泄粪便、残体腐败都会带入病菌污染贮药。人为污染一般是由于施用化学药剂养护药物时使药材颜色发生变化或留有残毒，其次是贮藏器具、包装等不洁而带来病菌、害虫、污物，使药材受污染而引起质变。

2. 时间因素

贮藏药材因时间过长，出现品质降低、成分减少，甚至失效，这是一种“陈化变异”。陈化变异按其性质可分为生理陈化变异、化学陈化变异和物理陈化变异三种。贮藏时间不容忽视，贮藏药材的时间不宜过久。

3. 生物因素

生物引起药材质变是多方面的，这类生物主要是微生物、害虫和仓鼠。微生物能引起药材生霉、腐烂、泛油、泛糖、发酵、酸败、变味、变色等质变，一旦蔓延就危害不浅。霉腐作用主要由真菌、细菌和酵母菌引起，少数放线菌也有致腐作用。霉腐微生物能在成分较单纯的糖类、淀粉、蛋白质、油脂等物质中繁殖，以上成分及有机酸、纤维素、水分、矿物质等含量越多的药材，造成霉腐的程度越重。仓库害虫主要是昆虫，它们蛀蚀药材并引起泛油、泛糖、发酵、酸败、变味、变色等质变。害虫食性很广，以富含淀粉、糖、蛋白质、脂肪、纤维素、挥发油的药材最易被蛀蚀。仓鼠的危害主要是盗走或咬食药材，破坏药材品质；排泄粪便和筑巢而污染药材、传染疾病，尤其死鼠更为严重；破坏建筑和包装等，使其失去原有效用。

7.4.4 海洋药材的贮藏养护

药材的贮藏养护，就是在贮藏过程中，以保证药材质量为目的，对药材进行科学保养、加工、整理和维护工作[2]。它是药材贮藏工作中不可缺少的环节。

7.4.4.1 干燥处理贮藏

药材吸潮或原来干燥不适当，水分含量不在安全范围内，采取干燥处理使水分含量减少到安全范围内，再送回库房或容器内贮藏。常用干燥处理方法有4种。

1. 晾晒处理

水分含量超过安全范围的药材，应选晴天出库，摊放在晒场上或晒具内晾晒，使其水分达到安全范围，再送回库房或容器贮藏。一般在上午10时到下午18时晾晒，晒至午后应翻2～3次，使之干燥均匀。晾晒一次未达到目的，可连续晾晒2～3次，使之干燥均匀，但是夜间应收回库房。已有虫、霉的，在翻动和回收时，要除去虫、霉，使药材洁净。回收贮藏前应散热冷却，不宜热收热藏。个体较大、较厚，质地紧实，害虫已蛀入药材的，要选伏天或夏季连晴高温天气进行暴晒，才能迫使蛀虫退出、被高温晒死。晾晒处理方法简便、经济、不耗能、适用范围广。但晾晒方法也有其局限性，受季节、天气的限制，不适应于大量中药的干燥，含挥发成分的药材也不宜采用此法。

2. 烘炕处理

烘炕处理是利用烘炕人工加温，使药材中超过安全范围的水分蒸发，达到防止虫蛀、霉变和泛糖的目的。烘和炕，在传统方法中因其设备、操作、温度范围不同而有所区别，而现代技术的发展，使烘与炕已无严格界限，烘炕处理一般用于不能暴晒的药材或者是在阴雨连绵、无法暴晒的情况时采用。现代的烘炕处理技术，一种是电热烘干，如烘干机、电热风干燥箱、电烘箱、真空干燥箱等；另一种是蒸汽烘干，如蒸汽排管干燥室等。仓储也可采用，但不能直接用蒸汽杀虫、灭菌。只能利用蒸汽通过排管辐射热能，使药材受热蒸发水分，达到干燥目的。

3. 远红外线干燥处理

远红外线是比红外线波长更长的电磁波，其辐射能量被物体急剧吸收后，物体的分子、原子运动加强，温度增高，从而达到迅速干燥的目的。远红外线干燥的设备操作简便、安全，药材干燥后质量好，不污染环境。由于药材种类多，形状差异大，某些药材不易吸收远红外线。

4. 微波干燥处理

微波是一种高频电磁波。微波干燥实际上是一种感应加热和介质加热，药材中的水分和脂肪等能不同程度地吸收微波能量，并将其转变为热量，达到迅速升温干燥的目的。微波干燥具有干燥速度快、时间短、加热均匀、产品质量高、热效率高、杀虫、灭菌的作用。

7.4.4.2 密封贮藏

密封贮藏能隔湿、避光、隔气，温度较稳定，能防止多种质变，是防止质变的较全面的贮藏方法。密封贮藏适用于水分含量合乎要求的药材。依其设备可分为容器密封、罩帐密封和库房密封。

1. 容器密封贮藏

容器密封贮藏适用于量少、细贵、易质变的药材。首先注意容器的密封性能，要严密无孔，不漏气、不渗湿，而且清洁、干燥，才能盛药。其次根据贮藏药材的性质，选择适宜的容器，如高温条件下易引起质变的药材，可用铝制容器，易变色的药材不宜用透明玻璃或塑料容器。然后根据容器的性能，贮药的性质，以适当的方法密封。一旦发现贮药吸潮，应干燥处理后再予密封。

2. 罩帐密封贮藏

罩帐密封贮藏就是用塑料薄膜作成罩帐密封货垛，也称软质仓密封。适用大宗药材的贮藏。水分含量在安全范围内的新药材，需贮藏较长时间的，也适宜采用此法。

3. 库房密封贮藏

从传统的容器密封贮藏到现代库房密封贮藏，是药材贮藏史上的一大进步。库房密封贮藏就是将整个库房全部加以密封，只留一个大门进出，门上安装厚门帘，减少库外温度、湿度的影响。

7.4.4.3 吸潮养护

就是在密封条件下，用吸潮剂或吸潮机械吸潮，它是防治药材质变的传统有效方法之一。吸潮养护的密封方法与密封贮藏相同，但它是用于超过安全范围水分的贮药。

1. 吸潮剂吸潮养护

凡能吸取密封空间或贮药一定水分的物质，称为吸潮剂。药材贮藏常用的吸潮剂有生石灰、氯化钙、硅胶、钙镁吸潮剂等。传统的吸潮剂，如木炭、草木灰、炭灰、稻糠、干沙等，使用得法，吸潮效果也较好。吸潮剂的使用方法：一是将生石灰、氯化钙、干木炭等盛于容器中，放于库房各处和货垛旁边及下方。二是将生石灰、硅胶、钙胶、钙镁吸湿剂或木炭等，放入密封容器底层，将药材放在吸潮剂上面。三是将盛有硅胶、钙镁吸潮剂、木炭或生石灰等的布袋或纸袋，插入密封的货垛中。

2. 机械吸潮养护法

机械吸潮养护法适用于具有相当密封性能的库房，不适用于容器和罩帐。库房密闭性能差，湿空气会不断侵入，机械吸潮作用就会被抵消或降低。药材库房的机械吸潮设备一般采用空气去湿机。吸潮机接上电源即可工作，库内水分不断被凝结成水滴而排出；干燥空气经加热后送入库房，当库房相对湿度下降至符合要求时，即可停机。

7.4.4.4 对抗贮藏

对抗贮藏就是利用不同种类贮药所含的成分或物理性能之间的差异，将两种以上药材贮藏在一起，产生相互对抗，达到互不生虫、不发霉、不泛油、不变色的目的，这是中药传统的特殊贮藏方法，早在明代《本草蒙筌》中就有记载。由于具有简便、成本低等优点，至今仍是很宝贵的经验。对抗贮藏在具体实施时，多凭经验掌握，对抗双方的用量比例尚缺乏规律性数据资料，有待进一步探索。

7.4.4.5 化学药剂养护

中药贮藏使用化学药剂养护，在传统方法中只有硫磺

一种。应用现代化学药剂养护中药的历史很短，在20世纪50年代后期，从粮食部门引入氯化苦、磷化氢等农药防治仓虫开始，由于杀虫效果好、速度快、省时省力，因而在药材贮藏养护中很快被推广使用。

随着对环境保护、生态平衡、致癌物质等研究的深入，人们逐渐认识到化学药剂的种种弊病，如不同程度的留存残毒、污染环境、损害保管人员的健康和害虫产生抗药性等。中药贮藏除硫磺外，其他农药已停止使用。另一方面，也在探索化学药剂养护的新办法，如低氧低药量养护是在密封条件下降氧，或者增大二氧化碳含量，使虫、霉的生存条件恶化，同时放入低剂量磷化铝片，当它吸收空气中水分后，就会产生杀虫效力极高的磷化氢气体，使窄小的空间里药剂的有效浓度大大增加，药材的呼吸受抑制，害虫死亡，微生物不能繁殖，达到药材养护的目的。

7.4.4.6 气调养护

气调是“空气组成的调整管理”的简称。就是人为地将空气中的氧气、二氧化碳、氮气等调节到适宜的比例。这种养护方法叫作“气调养护”，也叫“气调储藏”，国外简称“CA储藏”。

现代气调技术在20世纪70年代初开始用于中药贮藏，80年代正式在中药材部门推广应用。气调养护通过将中药材置于密闭的容积内，对影响药材质变的空气成分加以控制，从而人为造成低氧或高二氧化碳状态，使害虫不能再侵入和产生，原有害虫死亡。微生物和药材的呼吸受到抑制；加之密闭阻隔了湿气，更防止了氧化、受潮、生霉、虫蛀等质变的发生，保证了药材的品质稳定。这种养护方法就其作用机理来看，就是改变与控制局部的生态条件，因而气调养护又属于生态学养护方法的范围。主要有自然降氧、机械降氧和充二氧化碳三种方法。

1. 自然降氧

在密封条件下，利用药材自身、微生物、仓虫等的呼吸作用，使容积内的含氧量逐渐下降，二氧化碳相应上升，造成不利于微生物、仓虫生存的缺氧环境，达到安全贮藏目的。方法简便、投资少，不需特殊设备。实施方法是先将货垛用塑料罩帐密闭，利用吹尘器的反向作用或真空泵抽出帐内气体，抽至薄膜紧贴货垛为止。然后让其自然降氧，达到防虫、杀虫指标。

2. 机械降氧法

利用机械抽出密闭容积内的气体，另再充入氮气，或换入燃烧耗去氧的气体，以降低含氧量，达到安全贮藏的目的。

3. 充二氧化碳法

二氧化碳无色、无臭，比空气重。二氧化碳在空气中的含量达40%～50%时，真菌受抑制而难以生长，害虫也很快死亡，药材呼吸也显著降低。因而对药材防霉、杀虫，防止泛油、变色和变味等都能起到良好的作用，是中药贮藏中较为理想的气调养护方法之一。

7.4.4.7 鲜活药材的养护

鲜活药材是中医配方需要的药物，由于要保持它们的鲜活状态，所以需要特殊的方法贮藏和养护，才能达到医疗用药的要求。常用的鲜活药材需要到生产地去购买。鲜活药材的贮藏主要是保证非产区中医配方的需要，一般贮藏量不多，但又不容易贮藏。因为鲜活药材受气候、土壤环境及其自身的生长规律的影响很大，所以贮藏养护要根据药材的性质，结合具体情况加强养护。

7.4.5 贮藏药材质变的综合防治技术措施

药材质变的综合防治，是本着预防为主，防、治结合的方针，从药材贮藏与质变因素两者关系的整体观念出发，运用符合系统管理原理的技术措施和贮藏养护方法，以控制药材质变的发生与发展，达到安全贮藏目的。在综合防治中，预防是主动的，是主要手段。预防要早、好、全面，防在质变发生之前。治在一定程度上是属于被动的，是突击手段。已发生质变，要早治、综合治、彻底治，防止蔓延，把质变控制在最初阶段。下面简述综合防治的技术措施[2]。

7.4.5.1 检疫

海洋药材主要是动、植物产品。由于危险性的带病鱼、虾、贝藻易随药材及其包装、运输器具传入国内或带出国外，危及药材贮藏安全，也会使水产生产、药材生产受到破坏。因此，进出口的海洋药材，国内不同区域海洋药材的运输，都应进行动物、植物检疫。

7.4.5.2 清洁与消毒

海洋药材中的有害物和微生物的来源及其繁殖条件之一，就是不洁的环境污染。在海洋药材贮藏中搞好各环节的清洁卫生工作，能消除和减少病、虫、鼠所造成的危害。并在搞好清洁卫生的基础上，进一步采取消毒措施，才能取得更好的防治效果。

1. 海洋药材本身的清洁与消毒

海洋药材的产地加工要严格按品质规格进行加工、干燥。干燥后应及时包装、减少暴露，免受污染。除清洁的包装外，已生虫而尚能使用的旧包装，应进行清洗、晒、烘、消毒后才可使用。

2. 环境与器具消毒

库房、加工场地及设备、器具除定期进行全面彻底的清洁、消毒外，凡进出仓、倒垛，或者库房和垛位腾空后，都要及时清扫、消毒。加工、包装场地、机具，在使用前后，也应做好清扫、消毒工作。库房周围环境常是仓虫、微生物及鼠类的来源地。因此，库房外的缓冲间、走道、排水沟、地坎、空旷场地等，都必须经常清扫。夏季、秋季还应使用药剂消毒，以防害虫、微生物孳生。

7.4.5.3 贮药水分的控制

水分是药材成分中最不稳定的成分。贮药含水量的高低是影响中药质变的主要因素。含水量过高，会引起虫蛀、霉腐、酸败、泛油、泛糖等质变。而过分失水，又会形成干硬、龟裂、不易崩解等质变。因此，控制贮药的水分含量，使之保持在正常范围内，是防止质变、保持品质的基本措施。对贮药水分的控制，一方面是控制吸水，另一方面是控制失水，而以前者为主。控制药材吸水的关键是做到密封，其次是温度不宜过高，有条件的可采用地下室密封贮藏，这更有利于保持贮药的品质。在大批量、多品种的药材或饮片的密封贮藏中，正常含水量很高与很低的品种不能长久地同时贮藏在一起，以免前者的水分向后者转移，导致质变。

7.4.5.4 仓库温度和湿度的调控

仓库内的温度和湿度受库外温度和湿度的影响，调节和控制库内温度和湿度，是综合防治中药质变的重要措施。

1. 库内温度和湿度的变化

一日之中，库内温度较气温的变化要晚 1～2 小时。最高温度较库外低，最低温度则较库外高。夏季库内上层温度高，下层温度低；冬季则相反，这是库内温度的周期性变化规律。库墙厚、库顶隔热性和密闭性能好的库房，夏季库内温度较库外低。如果库房贮藏性能差，夏季温度高，库内与库外的温度就差不多了。

库内湿度指库内空气的相对湿度，主要来自大气湿度。库内贮药、地坪、库墙等所含水分对库内湿度也有一定影响，库内湿度的年变化与空气湿度一样，并与气温一致，即 1—2 月气温低，湿度也低；7—8 月气温高，湿度也高。当库内空气较干燥时(相对湿度 60%以下)，贮药、地坪、库墙蒸发的水分多于吸收的水分，就会使贮药失水。库内湿度较大时(相对湿度 75%以上)，贮药从空气中吸收的水分多于蒸发的水分，就形成吸潮。

2. 温度和湿度的调控

搞好库房温度和湿度的调控，必须根据贮药的不同性质，库房的不同结构、设备条件，结合当地气候的变化，采取适宜的技术措施，才能有效防止质变。根据各地多年的实践经验，库内温度和湿度的调控措施主要是通风、密封、吸潮。其他尚有自动调控温度和湿度、加冰密封、制冷降温、隔热处理、双层屋顶等措施。

通风就是利用空气自然流动或机械振动产生风，使库内外空气交换，达到调节库内温度和湿度的目的。通风时，打开库房的专用通风口或门窗，使空气产生对流，换出库内不利于安全贮藏的空气，待库内外温度和湿度达到平衡后，即将通风口或门窗关闭。通风要经常进行，效果才好，否则作用不大。夏季炎热，通风降温的效果好。绵雨季节，库内空气湿度大，应进行通风排潮。通风排潮的时间宜选择持续晴天的 14～17 时。药材自身含水分较多，应通风散热排潮。用机械通风，夏季晴天 18～22 时进行，则散热、排湿均能兼顾。库温过低的冬季，可选晴天午后库外温度高于库内温度时，打开门窗、通风口，透入阳光和暖空气，以提高库温。南方冬暖，不采用此法。

7.4.5.5 虫害防治措施

1. 药材仓虫的防治

防治药材仓虫的措施，只要使用得法，效果就好，也不会带来残毒和污染。

(1) 黑光灯诱杀。利用鳞翅目仓虫的成虫有趋光习性。于 5—9 月在库内或临近地方装置黑光灯，晚上开灯诱杀。

(2) 毒饵诱杀。将麸、糠或油饼等炒香，加入除虫菊酯或敌百虫水溶液，制成毒饵，撒在废旧麻袋上，上面再覆盖废旧麻袋，放在多虫的货垛下面，或将撒毒饵的麻袋卷起，塞放货垛上方或四侧空隙中。3～5 d 取出除虫一次，并视情况补充毒饵。

(3) 除虫菊毒杀。除虫菊的花为杀虫剂。杀虫效果快，操作安全，无残毒污染，但效力不持久，以喷药后密封的效果较好。将除虫菊研成细粉，混入中性皂水溶液中，搅拌均匀后喷洒在药材粗包装上。

(4) 高温防治。于晴天空气湿度低的条件下，将药材暴晒于阳光下，利用太阳光的高热和紫外线的效能，将害虫杀死。夏季太阳直射温度可达 45～50℃，可致死害虫。利用烘箱、烘房或烘干机，将药材置于其中，使温度升至 50～60℃，经过 30～60 min，即可将害虫杀死。

新的防治虫害的措施在不断发展，如高频介质电热杀虫、以虫治虫、以菌治虫等都是值得探索的途径。

2. 白蚁的防治

白蚁常直接危害药材及木质容器，中国江南地区受害特别严重。受害药材主要是一些含木质较多或木本药材，如红树类。特别是白蚁会蛀蚀木质的仓库建筑、货架、垛垫，以及塑料、橡胶、木质包装等，严重时可造成库房、货垛倒塌。白蚁种类繁多，常见的有家白蚁、黄胸散白蚁等，也是中药仓库更应注意防治的种类。

防治方法：① 新建仓库时，发现蚁巢应彻底消除；建筑物不要用白杨、松、桃、柳等木料。② 利用白蚁的生活习性，在邻近蚁巢附近挖坑，坑中放松木，或放木箱，箱中放潮湿的松木板，将大量白蚁诱来，一星期后集中喷药，待药白蚁回巢自舐、互舐传染，可使之大量中毒死亡。③ 选闷热夜晚，开黑光灯诱杀长翅生殖蚁；将灭蚁药剂喷在蚁路上，使它们通过时粘附上药剂，再互相传染引起白蚁大量死亡。常用的灭蚁药剂系由亚砒酸、升汞或氯化汞、水杨铁等配制而成。

3. 仓螨的防治

仓螨是蛛形纲蜱螨目的小动物。它生存于一些药材上，尤其是动物药材更易受害。由于它大量传播真菌，食害贮药，分泌排泄物，因而会造成贮药变质、变味和变色。特别是它会引起人体皮肤发生炎症、脓疮等多种疾病，严重影响人体健康。

防治方法：仓螨的抗逆性较强，预防措施与防仓虫的相同，但比防治仓虫的更严格：仓螨喜湿厌干，可采取适当的干燥方法杀螨；仓螨在42～45℃时即逐渐死亡，烘炕、暴晒等高温杀螨是较好的办法；采取气调充氮降氧，含氧量降至0.4%，密闭3 d即能杀死仓螨。

7.4.5.6 鼠害防治措施

鼠害历来是药材贮藏防治的对象之一，鼠的种类多、数量大、分布广，危害程度更是惊人。除来自库房环境外，它们还会从田野进入库内。常见的有褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠、黑线姬鼠等。

防治方法：对鼠害要积极预防，全面堵塞，大力捕杀。要保持库房、容器和包装结构的严密，以防侵入为主；发现库房、容器有孔道、漏洞，应及时堵塞；保持库房及环境清洁，则不利其潜藏。除传统的灭鼠方法外，已有不少新的灭鼠方法，如电捕鼠器（俗称电猫）捕杀；粘鼠胶上放毒饵诱捕；柴油、机油、黄油拌和成毒剂涂鼠洞毒杀；生石灰粉或水泥拌炒熟的面粉或玉米粉，加少许香油诱杀。

7.4.5.7 贮药质变的处理

药材贮藏中，对开始发生质变的药材应立即采取措施，制止质变发展，恢复原状后，仍可供药用。质变的处理方法主要是洗、烫、熏、喷、揩、刷、蒸、炒、撞等。

1. 洗

轻度生霉和泛糖的药材，可用清水洗去真菌和泛糖表面不洁之物，再干燥复原。生霉和泛糖较严重，个体厚大或较长，表面凹凸不平的根及根茎类药材，除用水洗外，可再用毛刷刷清污垢。水洗方法不宜用于生虫、泛油、严重泛糖和质轻浮、易粘结成团、变色的药材。无论是淘洗、刷洗，要求操作迅速，以免时间长、吸水过多（伤水），不利于干燥。

2. 烫

就是用沸水处理生霉、生虫的药材。沸水温度近100℃，除能杀虫、灭菌外，还能抑制泛油。处理方法：将药材盛于竹筐中，用沸水浇淋，迅速透过药材，水渗漏出筐时也洗去了污垢，然后散开干燥。此法适用于加工中经过蒸煮、淀粉粒已糊化的药材的早期质变。

3. 熏

对生霉不宜水洗、干燥又去不掉霉的药材，可用硫磺熏，达到去霉目的。

4. 喷

对不能沾水的生霉药材，常采用喷醋或喷酒除苗、杀菌。喷醋，先将药材搓散，按用醋量5%～6%喷于药材上，拌匀后盛容器内，覆盖麻袋闷润1～2 h，然后摊开晾干或烘干。喷酒的方法与喷醋基本相同，但用酒量为2%～3%，不宜过量。此法多用于色鲜或浅淡的动物药材。如生霉较重，喷醋堆闷后，也可再用隔水加热处理，杀菌更佳。但是喷酒处理过的，不宜再隔水加热，以免抵消酒的杀菌作用。

5. 揩

质地坚硬，霉较多的，则用温水浸湿纱布，拧干后揩擦去霉。光泽油润的药材生霉，可将纱布微沾食用植物油，揩擦去霉，即会重现油润状态。揩擦方法仅适用于含水不多，吸潮也很有限的药材。

6. 刷

药材个体长大，仅局部生霉或生霉较轻，又不宜水洗、加热，可用毛刷将霉刷去，以阻其质变加快。

7. 蒸

蒸是隔水加热，现在也用蒸汽热蒸。隔水加热以保持沸腾，蒸汽上顶，使药蒸透为度。干燥后要及时贮藏，以防再度质变。热蒸主要作用是消毒，能杀死虫体和真菌，适用于在加工、炮制时经过蒸煮的药材以及易虫蛀的动物药。

8. 炒

灶内烧猛火将铁锅加热，置药材于锅内快速炒烫，炒干水汽，杀死害虫，冷却后除去虫体和杂质。此法用于消毒、杀虫、防止泛油等质变，适用于含脂肪油多的药材。

9. 撞

经干燥加热处理的粒状、块状药材，真菌虽死，但不洁净。可将药材盛入撞笼、麻袋或滚筒机等进行来回振动，使霉脱落。恢复药材的光洁。

上述方法主要是通过洁净、消毒和干燥等手段，以达到制止药材质变，恢复药材原貌，使其仍可药用的目的。质变严重者，如变糠、变朽、蛀空、有哈喇气等，则不宜采用，只能作报废处理。

参考文献

[1] 顾端. 渔史文集[M]. 增订本. 台北：淑馨出版社，2006.
[2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会.《中华本草》：第1册[M]. 上海：上海科学技术出版社，1999：74.
[3] 中国科学院，国家计划委员会自然资源综合考察委员会. 中国自然资源手册[M]. 北京：科学出版社，1990：721.
[4] 马肃同. 海滨动物的采集和处理[M]. 北京：科学出版社，1957.
[5] 黄宗国，等. 海洋河口湿地生物多样性[M]. 北京：海洋出版社，2004：15.
[6] 相建海，等. 海洋生物学[M]. 北京：科学出版社，2003.
[7] 曾呈奎，等. 中国经济海藻志[M]. 北京：科学出版社，1962：173.

[8] 赵焕登. 海藻养殖生物学[M]. 青岛：青岛海洋大学出版社，1993.
[9] 杨德渐，孙世春，等. 海洋无脊椎动物学[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2006.
[10] 夏邦美，等. 中国海藻志：第2卷，第5册[M]. 北京：科学出版社，1999：126.
[11] 王如才，等. 海水养殖技术手册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2001.

8 海洋药用生物的养殖

目前，中国海洋生物养殖的主要种类约有 112 种，其中海洋药用生物养殖的主要种类约 92 种(表 8-1)，约占全部海洋生物养殖种类的 82.14%。养殖的海洋药用生物大致可分为藻类、贝类、虾蟹类、棘皮动物类、鱼类等。海水养殖主要问题是了解养殖品种的生活史、解决其优良苗种来源和营养，以及精养技术。这些问题既涉及养殖种类自身，又关系到营养饲料以及场地选择、设备等。海水养殖中水是关键，饵料是基础，管理靠科学，从水、种、饵、密、混、轮、防、管不同角度推动海洋药用生物养殖业的稳定、健康发展。

表 8-1 已养殖的海洋药用生物

类 别	中 文 名	拉 丁 学 名
藻类	海带	*Laminaria japonica* Aresch.
	裙带菜	*Undaria pinnatifida* (Harv.) Suringar
	条斑紫菜	*Porphyra yezoensis* Ueda
	坛紫菜	*P. haitanensis* T. J. Chang et B. F. Zheng
	粗江蓠	*Gracilaria gigas* Harv.
	脆江蓠	*G. bursa-pastoris* (Gmel.) Silva
	龙须菜	*G. sjoestedtii* Kylin
	细基江蓠	*G. tenuistipitata* C. F. Chang et B. M. Xia
	芋根江蓠	*G. blodgettii* Harv.
	凤尾菜	*G. eucheumoides* Harv.
	真江蓠	*G. asiatica* Zhang et Xia
	海萝	*Gloiopeltis furcata* (Post. et Rupr.) J. Ag.
贝类	皱纹盘鲍	*Haliotis discus hannai* Ino
	杂色鲍	*H. diversicolor* Reeve
	脉红螺	*Rapana venosa* (Valenciennes)
	台湾东风螺	*Babylonia formosae* (Sowerby)
	泥螺	*Bullacta exarata* (Philippi)
	蓝斑背肛海兔	*Notarchus leachii cirrosus* Stimpson
	泥蚶	*Tegillarca granosa* (Linnaeus)
	毛蚶	*Scapharca subcrenata* (Lischke)
	魁蚶	*S. broughtonii* (Schrenck)
	贻贝	*Mytilus edulis* Linnaeus
	翡翠贻贝	*Perna viridis* (Linnaeus)
	厚壳贻贝	*Mytilus coruscus* Gould
	凸壳肌蛤	*Musculus senhousei* (Benson)
	合浦珠母贝	*Pinctada martensii* (Dunker)
	长耳珠母贝	*P. chemnitzi* (Philippi)
	大珠母贝	*P. maxima* (Jameson)
	珠母贝	*P. margaritifera* (Linnaeus)
	企鹅珍珠贝	*Pteria penguin* (Röding)
	栉江珧	*Pinna pectinata* Linnaeus
	栉孔扇贝	*Chlamys farreri* (Jones et Preston)
	华贵栉孔扇贝	*C. nobilis* (Reeve)
	海湾扇贝(引进养殖)	*Argopecten irradians* Lamarck
	近江牡蛎	*Crassostrea rivularis* Gould
	褶牡蛎	*C. plicatula* (Gmelin)
	大连湾牡蛎	*C. talienwhanensis* Crosse
	长牡蛎	*C. gigas* (Thunberg)
	菲律宾蛤仔	*Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve)
	杂色蛤仔	*R. variegata* (Sowerby)
	文蛤	*Meretrix meretrix* (Linnaeus)

（续表）

类 别	中 文 名	拉 丁 学 名
	青蛤	*Cyclina sinensis* (Gmelin)
	紫石房蛤	*Saxidomus purpuratus* (Sowerby)
	硬壳蛤	*Mercenaria mercenaria* (Linnaeus)
	西施舌	*Mactra antiquata* Spengler
	四角蛤蜊	*M. veneriformis* Reeve
	彩虹明樱蛤	*Moerella iridescens* (Benson)
	缢蛏	*Sinonovacula constricta* (Lamarck)
	长竹蛏	*Solen gouldii* Conrad
	日本无针乌贼	*Sepiella japonica* Sasaki
	金乌贼	*Sepia esculenta* Hoyle
	真蛸	*Octopus vulgaris* Cuvier
	短蛸	*O. ocellatus* Gray
虾蟹类	中国明对虾	*Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck)
	长毛明对虾	*F. penicillatus* (Alcock)
	墨吉明对虾	*F. merguiensis* (de Man)
	斑节对虾	*Penaeus monodon* Fabricus
	日本囊对虾	*Marsupenaeus japonicus* (Bate)
	锯缘青蟹	*Scylla serrata* (Forskål)
	三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus* (Miers)
	远海梭子蟹	*P. pelagicus* (Linnaeus)
	红星梭子蟹	*P. sanguinolentus* (Herbst)
棘皮动物	刺参	*Apostichopus japonicus* (Selenka)
	马粪海胆	*Hemicentrotus pulcherrimus* (A. Agassiz)
	紫海胆	*Anthocidaris crassispina* (A. Agassiz)
	光棘球海胆	*Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz)
鱼类	真鲷	*Pagrosomus major* (Temminck et Schlegel)
	黑鲷	*Sparus macrocephalus* (Basilewsky)
	银鲳	*Pampus argenteus* (Euphrasen)
	牙鲆	*Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)
	红鳍东方鲀	*Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel)
	三线舌鳎	*Cynoglossus trigrammus* Günther
	青石斑鱼	*Epinephelus awoara* (Temminck et Schlegel)
	镶点石斑鱼	*E. amblycephalus* (Bleeker)
	云纹石斑鱼	*E. moara* (Temminck et Schlegel)
	网纹石斑鱼	*E. chlorostigma* (Valenciennes)
	鲈鱼	*Lateolabrax japonicus* (Cuvier)
	大黄鱼	*Pseudosciaena crocea* (Richardson)
	小黄花鱼	*P. polyactis* Bleeker
	大海马	*Hippocampus kelloggi* Jordan et Snyder
	三斑海马	*H. trimaculatus* Leach
	刺海马	*H. histrix* Kaup
	管海马	*H. kuda* Bleeker
	冠海马	*H. coronatus* Temminck et Schlegel
	日本海马	*H. japonicus* Kaup
	舒海龙	*Syngnathus schlegeli* Kaup
	鲻鱼	*Mugil cephalus* Linnaeus
	梭鱼	*Liza haematocheila* (Temminck et Schlegel)
	香鱼	*Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel
其他	海蜇	*Rhopilema esculentum* Kishinouye
	日本刺沙蚕	*Neanthes japonica* (Izuka)
	双齿围沙蚕	*Perinereis aibuhitensis* Grube

8.1 海水养殖的水质

海水养殖不论是育苗，还是养成，水最关键。水质不洁或处理不当均可造成海洋生物育苗或养成的失败。建设海水人工育苗场或养成场时，首先应按国家海水标准选择养殖用的达标海水(表 8-2)[1]。

8.1.1 传统海水养殖

中国海水鱼、虾、贝、藻的养殖历史久远。千百年来养殖用水是不经处理的，仅是依靠潮水涨落的海湾、港塭养殖或是泵吸海水入池塘养殖，这种传统的生产活动，对海水养殖本身来说，虽然可获得一定的生产效益，但这种水质并不能使养殖生物处于最佳状态。

8.1.2 海水处理

在工厂化育苗和养殖中，除了按照海水水质标准控制水质外，还要对海水进行必要的处理。若不经处理或处理不当，都会导致工厂化育苗和养殖的失败。常用海水处理方法有物理法、化学法和生物法三种。

表 8-2 养殖用海水水质标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	漂浮物质	海面不得出现油膜、浮沫和其他漂浮物质			海面无明显油膜、浮沫和其他漂浮物质
2	色、臭、味	海水不得有异色、异臭、异味			海水不得有令人厌恶和感到不快的色、臭、味
3	悬浮物质	人为增加的量≤10 mg/L		人为增加的量≤100 mg/L	人为增加的量≤150 mg/L
4	大肠菌群数	≤10000 个/L 供生食的贝类养殖水体≤700 个/L			—
5	粪大肠菌群数	≤2000 个/L 供生食的贝类养殖水体≤140 个/L			—
6	病原体	供生食的贝类养殖水体不得含有病原体			
7	水温(℃)	人为造成的海水温升夏季不超过当地 1℃，其他季节不超过 2℃			人为造成的海水温升不超过当地 4℃
8	pH	7.8～8.5，同时不超出该海域正常变动范围的 0.2			6.8～8.8，同时不超出该海域正常变动范围的 0.5
9	溶解氧(mg/L)	>6	>5	>4	>3
10	化学需氧量(COD)(mg/L)	≤2	≤3	≤4	≤5
11	生化需氧量(BOD_5)(mg/L)	≤1	≤3	≤4	≤5
12	无机氮(以氮计)(mg/L)	$\leqslant 2.0\times10^{-1}$	$\leqslant 3.0\times10^{-1}$	$\leqslant 4.0\times10^{-1}$	$\leqslant 5.0\times10^{-1}$
13	非离子氨(以氮计)(mg/L)	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$			
14	活性磷酸盐(以磷计)(mg/L)	$\leqslant 1.5\times10^{-2}$	$\leqslant 3.0\times10^{-2}$		$\leqslant 4.5\times10^{-2}$
15	汞(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-5}$	$\leqslant 2\times10^{-4}$		$\leqslant 5\times10^{-4}$
16	镉(mg/L)	$\leqslant 1\times10^{-3}$	$\leqslant 5\times10^{-3}$		$\leqslant 1\times10^{-2}$
17	铅(mg/L)	$\leqslant 1\times10^{-3}$	$\leqslant 5\times10^{-3}$	$\leqslant 1.0\times10^{-2}$	$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
18	六价铬(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-3}$	$\leqslant 1.0\times10^{-2}$	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$	$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
19	总铬(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-2}$	$\leqslant 1.0\times10^{-1}$	$\leqslant 2.0\times10^{-1}$	$\leqslant 5.0\times10^{-1}$
20	砷(mg/L)	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$	$\leqslant 3.0\times10^{-2}$		$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
21	铜(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-3}$	$\leqslant 1.0\times10^{-2}$		$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
22	锌(mg/L)	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$	$\leqslant 5.0\times10^{-2}$	$\leqslant 1.0\times10^{-1}$	$\leqslant 5.0\times10^{-1}$
23	硒(mg/L)	$\leqslant 1.0\times10^{-2}$	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$		$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
24	镍(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-3}$	$\leqslant 1.0\times10^{-2}$	$\leqslant 2.0\times10^{-2}$	$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
25	氰化物(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-3}$		$\leqslant 1.0\times10^{-1}$	$\leqslant 2.0\times10^{-1}$
26	硫化物(以硫计)(mg/L)	$\leqslant 2\times10^{-2}$	$\leqslant 5\times10^{-2}$	$\leqslant 1.0\times10^{-1}$	$\leqslant 2.5\times10^{-1}$
27	挥发性酚(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-3}$		$\leqslant 1.0\times10^{-2}$	$\leqslant 5.0\times10^{-2}$
28	石油类(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-2}$		$\leqslant 3.0\times10^{-1}$	$\leqslant 5.0\times10^{-1}$
29	六六六(mg/L)	$\leqslant 1\times10^{-3}$	$\leqslant 2\times10^{-3}$	$\leqslant 3\times10^{-3}$	$\leqslant 5\times10^{-3}$
30	滴滴涕(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-5}$			$\leqslant 1\times10^{-4}$
31	马拉硫磷(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-4}$			$\leqslant 1\times10^{-3}$
32	甲基对硫磷(mg/L)	$\leqslant 5\times10^{-4}$			$\leqslant 1\times10^{-3}$
33	苯并(a)芘(μg/L)	$\leqslant 2.5\times10^{-3}$			
34	阴离子表面活性剂(以 LAS 计)	$\leqslant 3\times10^{-2}$			$\leqslant 1\times10^{-1}$

（续表）

序号	项 目	第一类	第二类	第三类	第 四 类
35	放射性核素(Bq/L)	$^{60}Co \leqslant 3\times10^{-2}$ $^{90}Sr \leqslant 4$ $^{106}Rn \leqslant 2\times10^{-1}$ $^{134}Cs \leqslant 6\times10^{-1}$ $^{137}Cs \leqslant 7\times10^{-1}$			

注：第一类适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区；第二类适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区；第三类适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区；第四类适用于海洋港口水域、海洋开发作业区。

8.1.2.1 物理方法

包括砂滤、控温、活性炭吸附、泡沫分选、紫外线照射、超声波处理水、磁化水等。砂滤是工厂化育苗和养殖处理水主要的和基本的方法，大致分为砂滤池、砂滤缸、砂滤井和陶瓷过滤等方法；控温分为加温和降温，其中加温可分电热、汽喷式、盘管式和水体直接升温四种方法，降温一般采用氨冷冻机降温；活性炭是一种吸附能力很强的物质，可以清除海水中的有机物；泡沫分选可有效分离水中溶解的有机物和胶体物质(颗粒大小 0.001～0.1 μm)；利用紫外线处理海水，可以抑制微生物的繁殖，一般使用的紫外线波长在 400 μm 以下，有效波长 240～280 μm；超声波对微生物、原生动物和其他小型敌害生物的细胞起破坏作用，可用于消毒和杀菌；磁化水可改变水质，增加溶解氧，增加单细胞藻对光和营养盐的吸收，提高海洋动物的孵化率和成活率等。

8.1.2.2 化学方法

包括充气增氧、臭氧处理、高分子吸附剂、硫酸铝钾处理、三氯化铁处理、乙二胺四乙酸二钠(EDTA 钠盐)处理和漂白液处理等方法。充气增氧采用鼓风机和空气压缩机将空气压缩并使空气与水混合，增加水中含氧量；臭氧处理是通过臭氧发生器产生臭氧，净化育苗和养殖水质；高分子吸附剂是由聚苯乙烯基球表面键合对重金属离子选择性作用的基团，以消除重金属离子对海洋生物的毒性；硫酸铝钾水解后可产生氢氧化铝乳白色沉淀，可以螯合水体中的胶体颗粒，从而提高海水的透明度，一般硫酸铝钾使用浓度为 5×10^{-7}～1×10^{-6}；三氯化铁在水中也可产生氢氧化铁沉淀，也可吸附水体中的胶体物质使其沉淀，一般三氯化铁使用浓度为 1×10^{-6}～3×10^{-6}；乙二胺四乙酸二钠可螯合水中重金属离子，使之成为络合物，消除重金属离子，一般在沉淀池中加 2×10^{-6}～3×10^{-6} 乙二胺四乙酸二钠便可螯合水中重金属离子；漂白液处理主要用在单细胞藻饵料的培养上，可将水中细菌、杂藻和原生动物杀死，然后用硫代硫酸钠中和。

8.1.2.3 生物处理方法

包括微生物处理法和藻类处理法。微生物处理法有简易微生物净化(一般砂滤方法)、生物转盘、生物网笼和生物桶、流化床生物过滤器、滴流式生物过滤池或浸没式生物过滤池等，也可投放光合细菌以清池和改良环境条件。

8.2 海水养殖苗种生产和养成

海洋药用生物的育苗与养成的关系极为密切，苗种的丰歉与质量的高低均直接影响海洋药用生物养殖的规模和产量。只有充足、高质量的苗种来源和完美的养殖技术的结合，才能保证海洋药用生物养殖业的稳定发展。

8.2.1 海洋药用生物的苗种生产方法

中国海洋药用生物的苗种生产，归纳起来，可以分为室内工厂化人工育苗、自然海区半人工采苗、室外土池半人工育苗和采捕野生苗等四种方法。

8.2.1.1 室内工厂化育苗

海洋生物室内工厂化育苗是指从亲体的选择、蓄养、诱导亲体排放精卵、受精、幼体及苗种培育，全过程均在室内而且是在人工控制下进行的。工厂化人工育苗需要有一定的基本设施，如供水系统、育苗室、饵料室、供氧系统、制冷设备、供热设施、供电系统等(图 8-1)。

图 8-1 工厂化人工育苗饵料池

水是人工育苗的关键，育苗用水必须符合国家规定的海水水质标准。此外，对所选择的海域海水还必须进行物理的、化学的和生物的方法进行处理，才能用作工厂化人工育苗。

饵料是工厂化人工育苗的基础。藻类人工育苗中必需适时、适量投放营养盐，贝类和棘皮动物育苗中，必须投放金藻、硅藻和绿藻类等饵料，鱼类、虾、蟹类则需投放轮虫、卤虫、桡足类以及小型鱼虾作为饵料。在海洋药用动物的工厂化人工育苗中，为保证有足够浮游植物和浮游动物性饵料的供应，需有相应的培育池进行饵料培育，以保证在工厂化人工育苗中，保质保量地供应饵料。工厂化人工育苗管理要科学，在人工育苗生产中，经常会出现一些异常和死亡现象，要正确运用辩证法进行科学分析，抓住主要矛盾加以解决。否则主要矛盾没有抓住，次要矛盾抓得再多也是无用的。

人工育苗具有许多优点：可以引进新种；可提早采苗，延长生长期；可以防除敌害，提高成活率；苗种纯，质量高，规格基本一致；可以通过选种和杂交，以及多倍体育种，培育优良新品种。工厂化养殖是 20 世纪 90 年代发展起来的先进生产形式，鱼虾贝藻的育苗和养成生产几乎都采用。

8.2.1.2 自然海区半人工采苗

自然海区半人工采苗就是根据海洋生物的生活史和生活习性，在繁殖季节里用人工方法向自然区投放适宜的采苗器或改良海区环境条件，使幼虫附着变态、发育生长，从而获得养殖所需苗种的方法(图 8-2)。此种方法简便、成本低、产量大、效率高，是大众化的苗种生产方法。

图 8-2 海区半人工采苗和养殖浮筏设置

1. 筏式采苗

(1) 附着型贝类。此种类型的筏式采苗方法不同于其他生活型贝类，即使是同一生活型，种类不同，具体方法也不一样。

贻贝的筏式采苗常用的采苗器有红棕绳、稻草绳、岩草绳、废旧浮绠等，其中以多毛的红棕绳为好。贻贝后期幼虫开始分泌足丝进行附着时，总是喜欢附着在红藻中多管藻类的丝状藻体上，所以进行贻贝采苗时，应早投采苗器(一般提早 1～2 个月)，先让丝状藻类附着，再让贻贝附着。也有的认为早投采苗器可形成一层黏质膜。黏质膜对幼虫附着有利。亲贝是否充足，是建立采苗海区的首要条件。有的自然海区亲贝资源丰富，因此形成一个良好的半人工采苗区，有的海区无自然生长的贻贝，但由于人工养殖的发展也可形成新的采苗区。

栉孔扇贝或珠母贝的筏式采苗则需特制的采苗袋(笼)。采苗袋是由塑料窗纱制成，袋内装废旧网片，网片由聚乙烯、尼龙线结成，在采苗季节里，将其投挂于浮筏下进行采苗。该种采苗器具有减缓水流，有利于幼虫附着和防除敌害等优点。

(2) 固着型贝类。牡蛎的筏式采苗一般以牡蛎壳、扇贝壳等做采苗器，在贝壳中央钻一小孔，以绳串联，贝壳之间也可用 2～3 cm 的小竹管隔开，每串长 2～3 m，垂挂于浮绠上。每串贝壳间距离为 0.4～0.5 m。一般每壳上固着 10～20 个蛎苗即可。也可利用橡胶胎采苗。

(3) 刺参的筏式采苗。首先要调查清楚该海区是否有刺参幼体的聚集和幼体出现时间，当确认其有大量耳状幼体出现时即可投放采苗器，采苗器可采用养殖扇贝的网笼，笼内放旧网衣、牡蛎壳或棕绳帘子等作为附着基，采苗器投放的水层一般为 2～4 m。

(4) 坛紫菜筏式采苗。其方法是将丝状体贝壳袋装入“种子箱”或“种子袋”，然后在采壳孢子的适当时期，将它们拴在养殖区筏架上，依靠自然海水的运动刺激而促使壳孢子放散，并附着在预先挂在筏架上的网帘上，从而达到采壳孢子的目的。也有的将经过自然海水运动刺激的丝状体贝壳再次装入船舱，加入海水使其放散壳孢子，然后将孢子水泼洒在预先挂在筏架上的网帘上使其附着，从而达到采壳孢子的目的。这种方法虽比较原始，壳孢子的使用量也大，但由于自然海水适合对坛紫采丝状体的刺激，而使其大量放散壳孢子，因此，至今半人工法仍是采坛紫菜壳孢子的一种主要方法。

2. 栅式采苗

又称简易垂下式采苗。在低潮线附近，干潮时水深 2～4 m，风浪较平静的海区，树立木桩、水泥柱或石柱等，上面用竹、木、水泥柱纵横地架设成棚，将成串的贝壳采苗器悬于棚架上进行牡蛎的采苗。

3. 整畦附苗

整畦附苗是缢蛏和泥蚶等埋栖型贝类的半人工采苗的主要方法。该种贝类虽然成体营埋栖生活，但在幼虫结束浮游生活进入底栖生活时，同样也首先利用足丝附着，然后再潜钻营埋栖生活。在自然界里，埋栖型贝类在由浮游生活转到埋栖生活中间需要附着在沙粒上，天然苗种场大多数在半泥半沙的潮区。因此，在有埋栖贝类幼虫分布的海区，进行半人工采苗时，必须将潮区滩涂耙松，整畦(整滩)采苗，软泥底质松软也有利于稚贝及幼贝钻穴埋栖。在附苗的季节，应严密封滩，避免践踏。缢蛏的采苗

过程中，如果发现底质已疏松，用手指挖泥出现裂痕，并有足丝可见、带有红痕和土面有淡白色油质，一般预告采苗成功。对分散在底质中贝苗的收集方法，大体可采用浮选和筛选两种。

4. 投石采苗

以石块作牡蛎采苗器，每只重 2～4 kg 为宜，若用蛎壳代替石块作采苗器，要捡大弃小。采苗器排列方式有两种，一是将蛎石堆列成长条状；二是将数块蛎石为一簇堆在一起；利用贝壳作采苗器时，可将贝壳均匀地插在潮间带上。一般采苗器投放量是：石块的需 10～20 m^3/亩，贝壳的需 10～15 m^3/亩。

5. 插竹采苗

用直径 1～5 cm 长 1～1.2 m 的竹子做牡蛎采苗器，处理好的蛎竹 3～5 根为 1 束，以 60°～70°的角度斜插在滩面上，构成锥形。竹子插入滩涂的深度约 30 cm，50～80 束为一排，与潮流方向平行，排间距 100～130 cm。一般每亩可插蛎竹 10000～14000 支。

6. 桥石采苗

以石条、水泥条、水泥板作为牡蛎采苗器，一般石条或水泥条的规格为 100 cm×20 cm×10 cm，水泥板规格为 80 cm×10 cm×5 cm。采苗时在中潮区将石条紧密排成人字形，十几块至几十块石条为一组，与潮水方向平行排列，尽力增加阴面。石条与滩面呈 60°角。

7. 立石采苗

采苗器为长方形柱状石条，长约 120 cm，宽和厚均约 20 cm。将石柱竖立在中潮线附近，位置很少移动，石柱埋入泥砂中 30～40 cm。每年采苗前清除石条上的附着生物，即有蛎苗固着。若蛎苗固着过密，应稀疏；若藤壶等其他固着生物固着过多，则需清刷固着器另行采苗。也可利用水泥制件插堆排列进行牡蛎半人工采苗(图 8-3)。

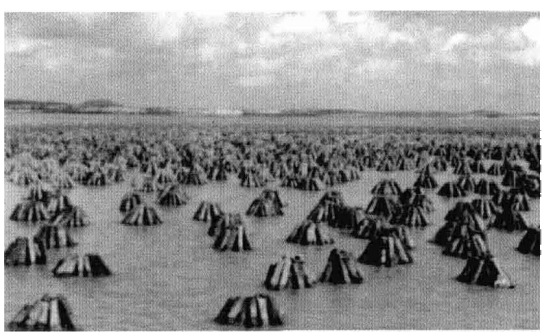


图 8-3 水泥制件采苗器采苗

8.2.1.3 室外土池半人工育苗

在露天下进行，面积大清除敌害工作比较困难，人工控制程度差，但其设备简单，成本低，介于人工育苗和半人工采苗中间类型，又称半人工育苗。主要用在双壳贝类和泥螺的苗种生产上。

1. 土池的建造

在高潮区或高、中潮区交界的地方，人工筑堤、建池，池塘面积数千至数万平方米。

2. 育苗前准备工作

(1) 清池和消毒。清除淤泥拣去石块及其他杂物，排除浒苔等附着物，翻耕耙平池底，消毒，氧化，改良底质，有利于埋栖型贝类钻土底栖。在亲贝入池前 2 个月要纳水浸泡，并换水 2～3 次，浸泡水要达 1 m 以上，直到 pH 稳定在 7.6～8.5。旧池在育苗前 2 个月应把水排干，让太阳暴晒 10～15 d，水沟用浓度 500～600 mg/L 的漂白粉消毒或茶籽饼(5～7 kg/亩)杀除敌害生物。消毒后用尼龙筛绢网闸过滤海水，网闸目径 90～15 μm，过滤海水进土池浸泡 2～3 d 后排干，再进水浸泡，反复 2～3 次便可。

(2) 清池消毒后，应在育苗前 7～10 d，用尼龙筛绢网闸滤进海水 30～50 cm，施尿素 0.5～1 mg/L，过磷酸钙 0.25～0.5 mg/L，硅酸盐 0.1 mg/L 来繁殖天然饵料。有条件最好投入人工培养的叉鞭金藻、等鞭金藻、牟氏角毛藻、小硅藻、扁藻等藻种，加快饵料生物的繁殖。

3. 亲贝暂养与诱导排放精卵

亲贝放置在催产架上或者采用网笼进行筏式暂养，利用阴干和闸门进排水等方法诱导亲贝产卵。种类不同，气温高低不一，或成熟程度不同，阴干时间与流水刺激时间不一。利用涨潮水位差进行流水诱导产卵，流速可控制在 35 cm/s 以上，诱导持续 2～3 h 即可。如果经阴干处理或流水诱导后亲贝仍不产卵，则证明亲贝性腺成熟不好，要继续暂养促熟。

亲贝产卵后，利用闸门进水，水泵抽水，利用增氧机搅动池水或人工搅动，使精卵混合受精，分布均匀。亲贝产卵后，如果遇到风浪，则有利于精卵混合和受精。有条件的话，也可利用全人工育苗的方法，培育至浮游幼虫时，再滤选或浮选幼虫放入土池中进行培育。

泥螺可在池内将成熟泥螺放养在池塘内交配、产卵、孵化，并进行幼虫和稚贝培育，也可在泥螺养殖海区采集卵群，于池内孵化、发育。也可以利用全人工育苗的方法，培育至浮游幼虫时，再滤选或浮选幼虫放入土池中进行培育。

4. 幼虫培育

(1) 密度。一般 3～4 个/ml 为宜。

(2) 加水。每日涨潮时将海水通过筛绢闸过滤进水 10～20 cm 深，以保持水质新鲜，增加饵料生物，有利于浮游幼虫发育生长，有利于稳定池内水温与盐度。随着幼虫发育生长，逐渐增加进水量。

(3) 施肥。饵料生物不足是当前大面积土池育苗普遍存在的问题。池中饵料生长密度要求在1～2 万个/ml。若水色清，说明饵料不足，应通过施肥方法增加饵料生物，

确保浮游幼虫顺利发育生长。每隔1～2 d向池内施尿素0.5～1 mg/L,过磷酸钙0.5 mg/L等营养盐,同时接种单胞藻,加快饵料生物繁殖。

(4) 每日要观测水质,检查幼虫生长、发育、摄食情况,检查饵料生物量和敌害生物等情况。

(5) 投附着基。当幼虫发育至出现眼点时,即将进入附着变态阶段。对于埋栖型贝类,原池底已经得到了改良,具有幼虫附着变态的客观条件,此时也可增投少量碎贝壳或砂粒于池底或置入人工制作的40～60目网箱内吊挂于池中,网箱一般规格为30 cm×30 cm×3 cm,网箱内装洁净的碎贝壳或砂粒,作为良好的附着基。

对于固着型贝类,可投放胶皮带、贝壳、棕帘、网衣、采苗袋等作为附着基,也可投放类似上述埋栖型贝类使用的网箱。由于网箱内附着基是碎贝壳或砂粒只能用在牡蛎上,大多数能形成单体牡蛎。

5. 稚贝培育

(1) 加大换水量。随着稚贝的不断生长,加大换水量,使饵料丰富,加快稚贝生长速度。当泥螺幼螺在涂面上爬行时,应注重水位的控制,适当晒滩,以培养底栖藻类。

(2) 适量施肥。稚贝生长阶段浮游藻类以3～4万个/ml为宜。一般大潮期间通过加大换水量保证饵料生物的供给,小潮期间要施0.5～1 mg/L尿素。

(3) 越冬保苗。在北方,12—2月,水温下降,常达零度左右,对体小抵抗力低的稚贝威胁很大。因此,冬季必须提高水位,保温越冬。

(4) 敌害防除。浒苔大量繁殖时与饵料生物争营养盐。使水质消瘦,且覆盖池底,能闷死贝苗,使pH变化大,影响贝苗生活。浒苔死亡后败坏水质,影响贝苗存活。

浒苔的防治:池子加砂时粒径要适宜,避免过粗,以减少浒苔的附着基。浒苔大量繁殖时,可用漂白粉杀除。漂白粉浓度随有效氯的含量与水温的不同而异:含有效氯28%～30%,水温10～15℃时,浓度为1000～1500 mg/L;水温15～20℃时,浓度为600～1000 mg/L;水温20～25℃时,浓度为100～600 mg/L。喷药后2～4 h,浒苔便死亡。捞出死亡浒苔,6～10 h后立即进水冲稀,然后把水排干,以2～3个潮水反复冲洗,贝苗即可正常生活和生长。其他生物敌害的防治可利用密网滤水,以减少鱼蟹类的危害。

6. 移苗放养

池中稚贝栖息密度过大,会使其生长速度放缓,为促进稚贝生长,增加产量,提高成活率,待稚贝生长到2～3 mm后,特别是2—3月份严冬季节已过,池内浒苔大量繁殖,此时应将稚贝移植放养。当幼螺长至1～2万粒/kg时,即可进行养殖,时间约在翌年2—3月份。

移苗放养的海区应选择风浪较小、潮流畅通、敌害较少的地方。埋栖型贝类要选择砂泥底或泥砂底质的中潮区。固着型、附着型等贝类可将其移植到浅海区进行筏式暂养。

8.2.1.4 采捕野生苗

由于每年水文、气象等环境条件的不同,贝苗出现的早晚及场所略有变化。所以采捕之前必须进行探苗,找出有价值的苗种密集区,以便组织人力采捕。埋栖型贝类的探苗是在所属海区的不同地点和潮区的滩涂上,各刮取100 cm^2的表层泥土(深0.5～1 cm),装入纱布袋中,在水中淘洗去细泥,从砂中仔细挑出贝苗,计算出单位面积内的贝苗数量。比较各点贝苗密度,确定采苗地点及范围。采捕野生贝苗时,利用刮板和刮苗网作为采苗工具。落潮后,在选定的海滩上顺次刮起滩面约0.5 cm厚的泥层,并经常甩动网袋,使细泥由网眼漏出。刮到1/3袋时,拿到预先挖好的水坑或水渠内洗涤,将袋内的砂及贝苗倒在筛内筛去粗砂、碎壳及蟹、螺等敌害生物,经取样计数后即可播苗放养。也有在半潮时用推苗网推苗,满潮时用船带着拖苗网拖苗,以延长采苗时间,提高采苗效率。

牡蛎、贻贝等固着与附着生活型贝类,可以直接利用铲具采捕岩礁和堤坝等处的贝苗进行放养。值得注意的是,海带养殖事业普遍开展,海带筏上浮绠就是很好的附苗器材,上面往往附着大量的野生贻贝苗种。在收海带时秋苗已长大,而大量春苗刚刚附着不久,肉眼难以辨认。因此,要充分利用这些苗种就必须在收割海带时,留下浮绠上和苗绳上的贻贝苗继续暂养。

采捕野生泥螺苗,一般采用类似采捕蛏、蚶的淌苗袋,在泥螺苗密集区,小心轻轻刮取,边刮边淌,并用海水洗净,去除杂质。

江苏等省大多采捕较大的文蛤苗直接放养,不经过苗种养成阶段。采苗工作在潮水刚退出滩面时进行。采苗时按预先选定的地方,数人或十余人平列一排,双脚不断地在滩面上踩踏,边踩边后退,贝苗受到踩压后露出滩面即可拾取。也有用锄头插入滩面一定深度后逐渐向后拖,贝苗被翻出后,用三齿钩挑进网袋内即可。采苗时应避免贝壳及韧带损伤,并防止烈日暴晒,采集好的贝苗应及时投放到养成场。采苗季节一般在3—5月以及10—12月,此时气温、水温对贝苗运输和放养后的潜居都较适宜。较远距离运输苗种最好选择在气温15℃以下时进行,以避免或减少运输途中的死亡。苗种运输时通常用草包或麻袋包装,也可直接倒在车上或船上或船舱内。一般用干运法运输。

港养鱼虾,也是直接采捕野生鱼、虾苗直接放养的方法。这种依靠潮水涨落开闸纳苗的港塭养殖,以前在河北、广东常见,现在多被其他先进生产方法所取代。

8.2.2 海洋药用生物养成的方法

由于养殖环境的不同,海洋药用生物的养殖方法大致可分为浅海养殖、滩涂养殖、池塘养殖和室内工厂化养殖等四种。

8.2.2.1 浅海养殖

是在低潮线下至数十米深的海区进行养殖。该处海水理化性质相对稳定,水质也较肥沃,适合海洋生物繁殖和生长。但这种类型的养殖投资大、成本高、技术要求也较高。由于具体养殖方法不同,可分为筏式养殖、网箱养殖、围堰养殖、沉箱养殖和垒式蒙网养殖等。

1. 筏式养殖

筏式养殖的养殖筏设置在浅海区并维持在一定的浮筏上。养殖筏基本上分为单式筏和双式筏两大类。有的地区又因地制宜改进为方框架和长方框架等。其中单式筏是中国目前筏式养殖的主要方式。

单式筏由1条浮绠、2条橛缆、2个橛子(或石砣)和若干个浮子组成。浮绠和橛缆系采用直径1.5～2 cm的聚乙烯和聚丙烯绳。浮子一般使用塑料浮子,呈圆球形,还设有2个耳孔,以备穿绳索绑在浮绠上。橛子有木橛和竹橛两种,其长度约100 cm,粗约15 cm;在不能打橛的海区,采用下石砣的办法来固定筏身,石砣一般不能小于1000 kg,其高度为长度的1/5～1/3。其中包括筏式绳养海带,筏式绳养贻贝、牡蛎,筏式笼养扇贝、牡蛎,筏式筒养鲍鱼等。

2. 网箱养殖

网箱结构包括网架、浮桶、网衣和固定装置(图8-4)。网箱的设置各地因地制宜,网箱大小也不一样。鱼类多用3 m×3 m×3 m、5 m×5 m×5 m、10 m×10 m×8 m等规格。网箱形状有圆形、长方形、正方形、六边形不等,一般多用正方形。网箱架多用木板也有用毛竹、钢管的。浮桶多用塑料桶、泡沫块。网衣大多使用尼龙网、聚乙烯胶丝网,也有的用金属网,网衣有单层的,也有双层的,网目大小视鱼种大小而定,一般为1～6 cm。为保护近岸海水养殖生态环境,网箱养殖尽量向远离近岸的深海区发展。

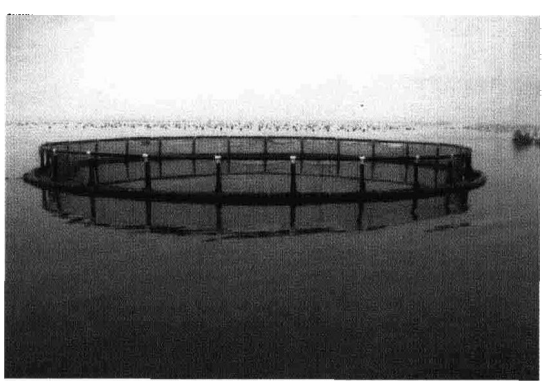


图8-4 圆形网箱

3. 围堰养殖

在有刺参自然分布的浅海区或者底质为多岩礁的沿海、内湾或小岛屿,一般低潮时水也不易退出,底栖藻类比较丰富,可以利用人工方法投石拦坝,坝上可修建成人工道路,坝下部的水可以通过乱石坝的孔隙自由纳进和排出,这样可保持良好的水质。在大潮低潮时,坝内仍可保持一定的水深。将人工培育或采集的参苗以5～10头/m^2的密度投入围堰内进行养殖。养殖期间,可以利用天然饵料或人工投喂鼠尾藻及其他杂藻类粉碎液喂养。

4. 浅海网围养殖

选择海区的基本条件与围堰养殖类似,也是在底质为多岩礁的海底,藻类资源比较丰富,水较深,一般大潮时水也退不干的楔形和囊形内湾或适宜的海区,除投石围堰养殖外,还可采用围网的方式,将海区划分出来,实行网围养殖。网围底绠要固定,上层网绠利用浮球漂于水面,网片两端要固定。网片下部的网目宜小,防止刺参苗外溢,上部的网目略大些,防止阻力太大。放养密度为5～10头/m^2。养殖期间可投喂人工饵料。

8.2.2.2 滩涂养殖

在潮间带进行的养殖,环境变化大,每日都有一定时间的干露,海洋生物生长比较缓慢。这种类型的养殖投资小、成本低、人工控制容易,所以是中国发展最早最普通的养殖方法。属于滩涂养殖类型的贝类主要是埋栖型和固着型贝类,此外,少数匍匐型贝类也可采取滩涂养殖。由于具体养殖技术不同,又可分为埕田养殖、滩涂播养、投石养殖、插竹养殖、桥式养殖、立石养殖和网围养殖等方法。

8.2.2.3 池塘养殖

在潮间带上区围堤筑池或拦截小的海湾、港汊进行的海洋生物养殖。利用闸门纳水进行养殖或者涨潮时,潮水可以漫堤,退潮后,池内仍可保留一定数量的海水。此种养殖类型能充分利用高潮区,对于滩涂贝类来说可以延长贝类摄食时间,有利于贝类的生长(图8-5)。一般虾、蟹

图8-5 养殖池塘

类、鱼类、海参以及埋栖型、固着型、附着型和匍匐型贝类均可池塘养殖，还可进行单养和混养、轮养。

8.2.2.4 室内工厂化养殖

在陆地建厂房和水池，利用工业手段调控水温、水质称为工厂化养殖。有工厂化养鲍、养虾、养鱼等。

21世纪以来，有部分水产科学人士极力倡导水产养殖产业的现代化，为避免养殖污染和水资源及能源的浪费，提出水产养殖必须走封闭式系统养殖之路。为达这一目标，除要优化苗种、养成施肥、生物饵料、配合饲料以及其他生物技术与工艺外，更重要的是，要把工厂化养殖发展为封闭式养殖系统。

8.3 海洋药用生物的生活史

养殖历史经验告诉我们，只有充分掌握生物的生活史，才能顺利地进行生物养殖。在任何物种的养殖过程中，如果没有满足其生活史任何阶段的必要条件，养殖就不会成功。已经养殖的海洋药用生物大致有藻类、贝类、虾蟹类、棘皮动物、鱼类和其他种类。

8.3.1 褐藻类

主要有海带和裙带菜两种[1,2]。

8.3.1.1 海带

海带是具有明显世代交替的植物，在其生活史中有两种大小、形态和繁殖方式完全不同的植物体，分别称孢子体世代和配子体世代。孢子体世代是从合子到成熟的海带，这个阶段是海带的双倍体阶段，只产生无性生殖的游孢子，因此又称无性世代；配子体世代是从游孢子形成到精子和卵子的排出，这是海带的单倍体阶段，这个阶段进行精卵结合的有性生殖，因此又叫做有性世代。在海带的世代交替中，配子体生活的时间很短，在适宜的条件下，两周就可以成熟，而孢子体则可生活一年或接近两年的时间。在人工干预下，可将雌雄配子体分离培养，也可以进行孤雌生殖或无配子生殖。

8.3.1.2 裙带菜

裙带菜是一年生藻类，其生活史与海带目的种类相同，大型孢子体在每年春夏开始发育，在茎部形成孢子叶，产生孢子囊，孢子囊成熟后放出游孢子。孢子附着后萌发形成配子体。配子体经不规则的细胞分裂成为多细胞的丝状体。进入夏季后，配子体停止生长以休眠状态度过夏天。秋季水温下降后，雌雄配子体逐渐发育成熟，雌配子体形成卵囊并排出卵，雄配子体形成精子囊并放出精子，卵受精后萌发为幼孢子体。幼孢子体经过约1个月的生长成为裙带菜幼苗，幼苗经过4～5个月的生长成为1 m以上的裙带菜成体并在茎部形成孢子叶，孢子叶成熟后放出游孢子，藻体衰老死亡。

8.3.2 红藻类

主要有条斑紫菜、真江蓠及石花菜[1,2]。

8.3.2.1 条斑紫菜

紫菜生活史可分为两个阶段，即叶状体阶段（紫菜）和生长在贝壳里的丝状体阶段，叶状体成熟后形成雌雄生殖细胞，雌的叫果胞，雄的叫精子，两性细胞结合形成受精卵。受精卵分裂形成果孢子囊，产生果孢子，随水漂流，然后遇到贝壳或其他含碳酸钙的物质时，就附着萌发，形成丝状体。丝状体进一步发育成膨大藻丝。成熟的膨大藻丝可产生壳孢子囊，条件适宜，壳孢子从壳孢子囊中释放出来，附着、萌发并生长成为常见的叶状体——紫菜。

8.3.2.2 真江蓠和石花菜 *Gelidium amansii* Lamx.

真江蓠和石花菜的生活史是典型同形世代交替，通常可划分为三个不同世代，即孢子体、配子体和果孢子体。孢子体成熟后产生四分孢子，四分孢子萌发形成雌雄配子体，雌配子体成熟时形成果胞，雄配子体产生精子，果胞受精后形成囊果，附生在雌配子体上，又称果孢子体。囊果成熟后放出的果孢子又萌发为孢子体。真江蓠和石花菜的孢子体和配子体在非繁殖季节外观上没有多大区别，只有在繁殖季节才能够分开来。真江蓠与石花菜生活史的区别在于真江蓠的四分孢子和果孢子萌发后形成盘状体，在盘状体上产生直立枝生长成为新的藻体，在生活史中具有一个盘状阶段。而石花菜的生活史中没有盘状体阶段。

8.3.3 贝类

8.3.3.1 腹足类

以皱纹盘鲍为代表。皱纹盘鲍的生活史可划分为胚胎期、幼虫期、稚鲍期、幼鲍期和成鲍期[1,2]。

1. 胚胎期

是指卵的受精开始，经过分割发育到孵化后的担轮幼虫为止的阶段，此期以卵黄物质为营养。影响这一时期发育的主要外界环境条件是水温和盐度等。

2. 幼虫期

该期包括面盘幼虫和匍匐幼虫。影响此期发育的主要外界环境条件是水温和饵料。

(1) 面盘幼虫。已具有一个薄而透明的贝壳。该期初期不摄饵，后期开始取食。该期由于贝壳的出现，降低了在水中浮游的能力。

(2) 匍匐幼虫。面盘开始退化，足开始发达，由浮游生活转入匍匐生活。

3. 稚鲍期

形成第一呼吸孔时为稚鲍期。

4. 幼鲍期

完全具备了成鲍的形态，呼吸孔数量与成鲍相等，只是性腺还未发育成熟。

5. 成鲍期

第一次性成熟以后的时期均属此期。

8.3.3.2 双壳类

1. 胚胎期

这一期基本上同腹足类，是受精卵孵化后至担轮幼虫形成前的时期。

2. 幼虫期

该期从担轮幼虫开始到稚贝附着为止，包括担轮幼虫、面盘幼虫和匍匐幼虫三个不同阶段。各期幼虫形态差别如下。

(1) 担轮幼虫。体外生有纤毛轮，顶端有的生有1～2根或数根较长的鞭毛束，因此幼虫开始经纤毛摆动在水中作旋转的运动。它经常游于水表层。此期消化系统还未形成，仍以卵黄物质作为营养。影响此期发育的主要外界环境条件除了水温、盐度外，还有光线，光线可使幼虫高度聚集。

(2) 面盘幼虫。具有面盘，面盘是其运动器官。根据发育时间及其形态不同又可分为：① D形幼虫。又称面盘幼虫初期或直线铰合幼虫。此期由壳腺分泌的贝壳包裹了全身，形成两片侧面观像“D”字形的壳。面盘是它的主要运动器官。消化道形成，口位于面盘后方，食道紧接于口的后方，成一狭管，内壁遍布纤毛，胃包埋在消化盲囊中。卵黄耗尽，因此能够而且也需要从外界索取饵料进行营养。影响该期发育的主要外界环境条件有水温与饵料。② 壳顶幼虫。D形幼虫经过一段时间的发育，形成壳顶幼虫初期(又称隆起壳顶期幼虫)，铰合线开始向背部隆起，改变了原来直线状态。壳顶幼虫后期，壳顶突出明显，足开始长出，呈棒状，尚欠伸缩活动能力。鳃开始出现，但尚未有纤毛摆动，面盘仍很发达。足丝腺、足神经节和眼点逐渐形成，但此时足丝腺尚不具有分泌足丝的机能。③ 匍匐幼虫。该期幼虫较前一期大，一对黑褐色“眼点”显而易见，鳃增加至数对，足发达，能伸缩作匍匐运动。初期面盘仍然存在，幼虫时而浮游，时而匍匐，若发现有该期幼虫，正是投放采苗器进行半人工采苗的好时机。本期面盘逐渐退化，至后期则只能匍匐生活，足丝腺开始具有分泌足丝的机能。

3. 稚贝期

幼虫经过一段时间的浮游和匍匐生活后，便附着变态为稚贝。此时，外套膜分泌钙质的贝壳，并分泌足丝营附着生活。幼虫变态为稚贝时，它的外部形态、内部构造、生理机能和生态习性等方面，都要发生相当大的变化。变态标志之一是形成含有钙质的贝壳，壳形改变。变态标志之二是面盘萎缩退化，开始用鳃呼吸与取食。变态标志之三是生态习性的改变，变态前，营浮游、匍匐生活，变态后，以足丝腺分泌足丝营附着生活。该期是幼虫向成体生活过渡的阶段。

4. 幼贝期

此期在形态上除了性腺尚未成熟外，其他形态、器官和生活方式均已和成体一样。附着型贝类进一步发展了用足丝附着的生活方式。固着型贝类，如牡蛎已用贝壳固着，营终生的固着生活。埋栖型贝类此期已进入埋栖生活，所以要求有较细软的泥底或泥砂底中生活，又因个体小而弱，对外界环境抵抗力差，所以在养殖中必须精心培育，这就是养殖生产的苗种培育工作和养成期工作的开始。

5. 成贝期

自第一次性成熟后均属此期。该期就埋栖型贝类而言，因它埋栖在滩涂中，所以要求生活于有较深软泥的环境。该期也即是贝类养殖的养成与肥育期。

8.3.4 虾蟹类

8.3.4.1 虾类

以中国明对虾为代表[1]。对虾类的生活史可分为胚胎期、幼体期、仔虾期、幼虾期和成虾期。

1. 胚胎期

此期指从卵的受精开始到无节幼体时期。该期均靠体内卵黄营养。无节幼体身体不分节，具3对附肢，身体前端正中处有一个中眼，末端有成对的尾棘，无完整的口器和消化器官。

2. 幼体期

该期包括溞状幼体和糠虾幼体。此期摄食浮游生物。

(1) 溞状幼体。身体分节，具头胸甲，出现完整的口器和消化器官。

(2) 糠虾幼体。溞状幼体进一步发育成糠虾幼体。头胸部与腹部分节明显，各部附肢俱全，尾扇形成，初具虾形。

3. 仔虾期

出现平衡器官和交接器，体形与成虾相似，但尾节呈长方形，与成虾不同。此期食性由以浮游生物为主逐渐转为以底栖动、植物为主。

4. 幼虾期

体形与成虾完全相同，唯有性腺尚未发育成熟。

5. 成虾期

性腺发育成熟时期称之为成虾期。

8.3.4.2 蟹类

以锯缘青蟹为代表。蟹类生活史可分为胚胎期、幼体期、幼蟹期和成蟹期。

1. 胚胎期

是指卵的受精开始经过分裂发育直至孵化为溞状幼体。此期以卵黄为营养。

2. 幼体期

包括溞状幼体和大眼幼体。

(1) 溞状幼体。身体呈三角形,分为头胸部和腹部。头胸部具额棘、背棘各一根,侧棘一对较短。腹部各节多少具刺。口器及消化道出现,开始摄食。营浮游生活,具有强的趋光性。

(2) 大眼幼体。头胸甲长大于宽。身体背腹较扁,外形开始近似成体,唯其腹部尚未弯贴在头胸甲下面。具5对发达的游泳附肢。背棘和侧棘退化,额棘尖锐。眼柄伸长。

3. 幼蟹期

头胸甲宽大于长。体形与成体相似,腹部弯贴在头胸甲的腹面。营底栖生活。该期性腺还未成熟。

4. 成蟹期

性腺第一次成熟后的时期均属于成蟹期。

8.3.5 棘皮动物

8.3.5.1 海参类

以刺参为代表[3]。

1. 胚胎期

卵子受精后,经过卵裂、囊胚期和原肠期,直到发育至耳状幼体之前,均为胚胎期。

2. 幼体期

此期从耳状幼体发育到稚参为止,包括耳状幼体、樽形幼体和五触手幼体不同阶段。

(1) 耳状幼体。由原肠胚继续发育,从幼体侧面看,很像人的耳朵,故称之为耳状幼体。该期又可分为三期:① 初耳状幼体。结构简单,幼体臂刚长出,明显的只有口前臂与口后臂,消化道已明显分为口、食道、胃、肠、肛门,在胃与食道交界处的左侧有体腔囊。由于消化道开通,幼体开始从外界摄取食物。② 中耳状幼体。有6对粗壮明显的幼体臂,水体腔呈扁囊状且拉长。③ 大耳状幼体。有6对幼体臂,额区背部上方出现5对年轮状球状体,水体腔进一步发育长出5个囊状初级口触手原基和交互排列的辐水管原基,后侧壁的下端一侧出现一个石灰质的幼体骨片。

(2) 樽形幼体。幼体的背腹逐渐变为圆桶形,形状非常像海樽。此时幼体体长急剧地收缩变小,几乎为耳状幼体的一半。此时幼体靠5条纤毛带的摆动在水中营浮游生活。

(3) 五触手幼体。随着樽形幼体的发育,纤毛环的纤毛逐渐消失,额区缩小,口几乎移到前端,五条触手伸出前庭能自由的伸缩。

3. 稚参

形态基本上构成参的雏形,体形开始拉长,并在体表形成一些外形似蜂窝状的钙质骨片,同时,在身体腹面的后端、肛门的下方,生出第一管足。随着个体的成长,次级触手及管足的数目也不断增加。稚参由浮游生活转变为匍匐生活。

4. 幼参期

形态构造完全同成体海参,只是性腺未发育成熟。

5. 成参期

第一次性腺成熟后的时期均属成参期。

8.3.5.2 海胆类

以马粪海胆为代表[3]。

1. 胚胎期

海胆的卵在海水中受精,经过分割胚、囊胚期、原肠胚之后,至发育到棱柱幼体前的时期。

2. 幼体期

(1) 棱柱幼体。原肠胚后在胚胎的前端口面又出现了一个平面,致使此期的幼体呈一棱柱体,故得名为棱柱幼体。

(2) 四腕长腕幼体。棱柱幼体后,在幼体的前端口面生出两对向前突出的腕(一对口后腕和一对前侧腕)。腕的中间具有1粗壮的骨针。

(3) 六腕长腕幼体。在前侧腕和口后腕之间又生出1对后背腕。至此幼体已具备有明显的3对腕。故称六腕长腕幼体。

(4) 八腕长腕幼体。在前侧腕的内侧又生出1对较短的口前腕,于是幼体具有了4对腕。故称八腕长腕幼体。

(5) 幼体的变态。八腕长腕幼体后期,在幼体的左侧口后腕与后背腕之间首先出现一个星形的平面,然后经过一系列复杂的变化产生成体海胆各类器官的原基,该部位称为前庭复合体。前庭复合体逐渐发育长大,会挤压原来的幼体胃,最后前庭复合体几乎占据了原幼体胃体积的1/2左右。前庭复合体的出现是幼体开始变态的主要标志。在变态过程中,部分幼体器官消失,而成体器官则由前庭复合体经一系列复杂的演变而产生。在外形上变化最大的是原有的4对腕全部消失,幼体的棘由体表出生。并逐渐增多,同时初级管足冲破前庭腔壁生出体外,幼体借管足顶端的吸盘可吸附于底质上。

3. 稚海胆

变态结束后,原幼体的形态已逐渐消失,但成体的形态仍未完全具备。此时在反口面有已清晰可见的棘钳、5块生殖板和眼板。体表长有众多的棘,它分为较短的顶端分叉的幼体棘和较长的顶端不分叉的成体棘两种。

4. 幼海胆

具备了成体海胆的形态,但性腺发育尚未成熟。

5. 成体海胆

第一次成熟后的海胆,均为成体海胆。

8.3.6 鱼类

鱼类种类繁多,据不完全统计,全世界近3万种。生活史也各有不同[1,2]。

8.3.6.1 鱼类生活史

可分为胚胎期、仔鱼期、稚鱼期、性不成熟期(青年期)、成鱼期和衰老期。

1. 胚胎期

从卵受精开始到转向外界营养时结束。胚胎在整个时期吸取来自母体的自己卵黄(内生性营养)。胚胎期包括在卵膜内进行发育的鱼卵期和在卵膜外发育的自由胚胎期。

2. 仔鱼期

从转向独立的外界营养时开始(外生性营养)到外貌和内部结构还未与成体生物相似的时期。

3. 稚鱼期

从仔鱼器官(奇鳍褶等)消失时开始进入稚鱼期。此时期出现了一些成鱼所特有的器官和机能(例如腹鳍和典型的经过口的鳃呼吸),但是其他器官可能还未生成(如鳞和侧腺管等)。

4. 性未成熟期(青年期)

从具有成体鱼类的全部基本结构特点开始,但是生殖器官尚未成熟,即尚不能生殖的时期。第二性特征完全没有或发育很弱。

5. 成鱼期

从性达到成熟,当鱼类能进行生殖时开始。第二性征发育良好。

6. 衰老期

从性机能停止时开始,鱼类的长度生长极缓慢或完全停止。

8.3.6.2 海马生活史

海马的特殊不止于外形,更在于其独特的产卵行为表现。海马的交配实际上是"受卵",即由雄体接受雌体的卵子于其尾部的孵卵囊内进行孵育。其生活史与一般鱼类不同。体长 12 cm 以上的三斑海马和管海马便可成熟,繁殖水温在 20℃以上,适宜水温 20～30℃,最适水温 25～28℃。因此,广东、广西沿海的海马繁殖期为 3—11 月,盛期为 5—9 月。繁殖季节中,通常于凌晨出现雄海马追逐雌海马或异性侧身相伴嬉游、互衷求偶发情;此时的体色转变为淡黄色的"婚妆"。待发情高潮时,雌、雄海马以体腹相贴,雄海马适时张开育儿囊口,雌海马及时将生殖乳突插进并立即将成熟卵产入对方育儿囊内,同时,雄海马迅速排精。精、卵于囊内受精。整个交配受精活动约延续 60 s,受精卵在雄海马的育儿囊内发育、孵化至仔海马。当水温 25～28℃时,胚胎发育全程需 12～14 d。通常黎明前,雄海马开始分娩,即雄海马全身抽搐、痉挛、囊肌节律性收缩,使仔海马陆续跃出囊口,跌入水中营自由生活。海马是多次产卵类型的鱼类,每年产百至千余尾仔海马不等,但初次产仔数较少,以后逐渐增多。以 1～2 龄亲海马产仔数较多。

8.3.7 其他生物

8.3.7.1 海蜇

生活史中包括营浮游生活的有性世代水母型和营固着生活的无性世代水螅型。海蜇雌雄异体。精卵分批成熟和排放。精卵在海水中受精,受精卵径 95～120 μm,受精后 30 min 开始卵裂,经 6～8 h 即发育为浮浪幼虫。

1. 浮浪幼虫

呈长圆形,两端钝,前端比后端稍宽,长 95～150 μm,宽 60～90 μm,体表布满纤毛。经 1～4 d 便可变态为 4 触手螅状幼体。

2. 螅状幼体

4 触手螅状幼体,体长 200～300 μm,此时开始捕食小型浮游动物,以后陆续发育为 8 触手螅状幼体,体长 500～800 μm。进一步发育成具有 16 触手的螅状幼体,体长 1～3 mm。螅状幼体营固着生活的时间约 8 个月。

3. 碟状幼体

当自然水温上升至 13℃以上时,螅状幼体便以横裂生殖(无性生殖)方式产生出有性世代的碟状幼体。初生碟状幼体直径 2～4 mm 营浮游生活,在自然海域经约 3 个月时间长成为水母成体。

4. 水母体阶段

一般存活不过 6 个月。饵料种类较多,主要为桡足类、枝角类、介形类、涟虫类、端足类、纤毛虫类、贝类幼体和其他浮游动物幼体。

8.3.7.2 沙蚕

多数沙蚕精卵成熟时经肾外孔或体壁的临时裂口排出体外,在海水中进行体外受精。受精卵经过胚胎发育而形成担轮幼虫。沙蚕的担轮幼虫不典型,仍在卵膜内。孵化时已是具有浮游能力、有分节迹象的纤毛带和刚毛囊的后期担轮幼虫期,其后是进一步发育为具纤毛、刚毛和分节的游毛幼虫(疣足幼虫)。疣足幼虫还具触手、触角、1 对触须和肛须的雏形,在水中游动和爬行。当第 1 刚节的疣足前伸形成第 2 触须构成围口节的一部分且新体节也在尾节前生长带不断分裂长出时,此变态后的幼体称刚节幼体,下沉到海底成长为底栖生活的成虫。

8.4 海洋药用藻类的育苗与养成

藻类在苗种培育前一般需对种藻进行处理,然后采孢子并使孢子附着于育苗器上,用以培育出幼苗,最后养成。

8.4.1 海带

8.4.1.1 种海带的培育

自然海区的种海带一般在采孢子前还要处理一次,要将种海带上的浮泥、杂藻处理掉,然后剪去边缘、梢部和没有孢子囊群的叶片部分,剪去丛生的假根,再重新单夹于

棕绳上(株距约 10 cm)。夹好的种海带要放到水深流大的海区,促使其伤口愈合和孢子囊的成熟,这期间要精心管理和观察,经常洗刷浮泥和杂藻。种海带的选择要根据育苗任务和种海带的成熟情况而定,一般 1 个育苗帘准备 1 棵种海带。

8.4.1.2 育苗器的制备

海带育苗器的基质有细棕绳、维尼纶绳和竹筷三种。细棕绳育苗器是用直径 0.5 cm 左右制成 1 m×0.5 m 和 1.25 m×0.45 m 的苗帘;维尼纶绳是按一定距离缠绕在木框上而成;竹筷单根长 35 cm、宽 0.9 cm、厚 0.5 cm 的扁形筷,常用竹筷集合育苗器规格为 60 cm×30 cm×35 cm。育苗器在使用前必须进行妥善处理,以彻底清除有害物质。

8.4.1.3 采孢子(采苗)

采孢子就是把种海带所放散出的游孢子,使其附着在人工制作的育苗器(细棕绳、维尼纶绳和竹筷等)上,用以培育出海带幼苗,习惯上称为采苗。

1. 采孢子时间

采孢子的时间取决于自然水温,在水温上升到 23℃前要完成采孢子工作。在北方为 7 月中下旬。

2. 种海带的处理

取种海带时,可在海上洗刷 1 遍,运回育苗室后,再用清洁海水刷 2 遍,洗刷时可用泡沫塑料、棉花或纱布擦洗藻体。此时即可对种海带阴干刺激:在自然条件下,成熟的海带是陆续不断地放散孢子。在生产上为了获得大量集中放散的孢子,应将种海带进行阴干刺激,经阴干 2～4 h后将种海带投入海水中,则藻体大量吸水,孢子囊膨胀破裂,孢子便大量放散出来。

3. 孢子水的制作

种海带经过阴干刺激后,即可进行孢子的放散。为使游孢子附着量适中,分布均匀,提高采孢子的质量,用稀释孢子水直接进行采孢子比较好。将大部分育苗池提前放好育苗帘,另外一小部分育苗池作放散池用,放入冷却好的采孢子水(10℃左右),种海带在放散池中放散,取得浓孢子水,再将浓孢子水按需要的浓度稀释分散到各个育苗池进行附着。放散时每立方米海水放 100 棵左右的种海带。种海带要全部淹没在海水中,并且经常翻动种海带以帮助游孢子的放散,使孢子水均匀。

4. 孢子附着

附着之前,应做好一切准备,育苗帘事先集中放在育苗池内,根据孢子水浓度先放入 2/3 的低温海水(10～12℃),然后把已清除黏液的浓孢子水按需要的浓度放入已铺好育苗帘的池内进行附着。稀释后的孢子水浓度,要求在 100 倍显微镜下视野中有 10 个以上的游孢子。水中的孢子分布要均匀,这样才能使孢子在育苗帘上附着均匀,不致出现空白,同时要使孢子水全部淹没育苗帘。孢子附着量的多少,与将来孢子体发育、抑制杂藻生长和出苗率有密切的关系,因此必须控制好附苗量。生产上,在 100 倍镜下视野中有 20～30 个附着孢子即可。附着时间 8 h 左右就附着牢固,即可冲水,冲掉死孢子和不附着的孢子。

8.4.1.4 培养管理

孢子附着达到要求后,可将育苗帘分散到各育苗池中进行培育。

1. 水温的控制

海带幼苗在不同的生长阶段需要不同的温度;初期(配子体时期)水温为 8～10℃,时间大约在 7 月底前;中期(小孢子体时期)水温为 7～10℃,时间大约在 8 月底前;后期(幼苗时期)水温为 8～10℃,时间大约在 9 月底前。在接近出库时水温可提到 12℃左右。中国南北方海水水温差异很大,因此培育幼苗的时间长短也不一样。

2. 光的控制

利用太阳光作光源培育夏苗,每天的光照时间已足够。光强以 1000～4000 lx 为宜,在这个范围内,按照各时期幼苗大小给予不同的光照强度。前期(配子体时期)为 1000～1500 lx,一般在 7 月底前;中期(小孢子体时期)为 1500～2500 lx,在 8 月底前;后期(幼苗时期)为 2500～4000 lx,在 9 月底前。在出库之前还可适当提高光强,以适应下海后的自然光强。

3. 营养盐的供给

在幼苗培养各个阶段,苗的大小及换水量不同,施肥量也不同。初期(配子体时期)水体中硝酸盐为 1～1.5 g/m^3、磷酸盐为 0.1～0.15 g/m^3;中期(小孢子体时期)水体中硝酸盐为 2～2.5 g/m^3、磷酸盐为 0.2～0.25 g/m^3;末期(幼孢子体时期)硝酸盐为 3～4 g/m^3,磷酸盐为 0.3～0.4 g/m^3。

4. 水流的调节

当发育到小孢子体以后,必须给予较大的水流,才能满足其生长的需要。不论水流量、流速的大小如何,关键问题是需要新鲜的水质。

5. 育苗器的洗刷

育苗海水虽经过净化,所有器材也经过了处理,但仍有一部分杂藻孢子被带进育苗池。它们不仅侵占了幼苗生长的空间,而且附着在藻体上与幼苗争夺营养盐和光照,严重时会造成腐烂,对幼苗威胁很大,所以在育苗管理过程中,要不断清除杂藻和浮泥,洗刷育苗帘和育苗池。

6. 水质的监测

育苗水质的监测化验就是要了解在整个育苗过程中,各种因子的具体情况,检查这些因子是否适合海带幼苗生长,并根据实际情况进行调整。

8.4.1.5 海带养成

筏式绳养海带中海带养成绳系采用直径约 1.3 cm 的红棕绳或聚乙烯化学纤维或聚乙烯纤维与棕绳混纺使用，有效长度一般 1.5～2 m。夹苗方法有两种，即单夹法和簇夹法。单夹法株距 3～5 cm，簇夹法簇株距 6～8 cm，每簇一般 3 棵。

1. 养成形式

有垂养、平养、斜平养殖“一条龙”养殖和套养。

(1) 垂养。将养成绳垂直地悬挂在浮筏下面，是立体利用水体的一种形式。

(2) 平养。将养成绳平挂在两筏之间。

(3) 斜平养殖。这种培育方式是垂挂和平挂的结合。通常是在初期垂挂，以后用空白绳将两根相对应的绳连接起来，使它成为斜平形式。

(4) “一条龙”养殖。横流设筏，将苗绳平挂在浮绠下，一根吊绳同时吊挂两根苗绳的一端，使一台筏子的所有苗绳连接成一根与浮绠平行的长苗绳。这种培育形式必须横流设筏。

(5) 套养。贻贝、扇贝和海带套养。间是指一排海带、一排贻贝或扇贝，套是指同一条浮绠上，2 绳海带之间套养 2 绳贻贝或扇贝。这种形式能疏通海流，促进动物、植物间相互利用，但在风浪大的海区，贻贝、扇贝和海带容易缠绕，增加了海上管理负担和海带的损失，可以用一排海带、一排贻贝或扇贝的间养形式。

2. 栽培密度

北方地区一般用 2 m 长的绳，绳夹苗数 25～30 株，每亩水体挂 400 绳，放苗量 10000～12000 株，对多数海区这样的密度是合适。

3. 养殖管理

养殖过程中要调节水层，进行倒置，倒置是调节均匀受光的有效措施；经常检查筏架及筏缆是否牢固；洗刷浮泥，在混水区或内湾水流不畅海区往往有浮泥沉积在海带叶片上，必须勤洗刷；施肥，在海区含氮量较低海区，必须施氮肥；防冰，北方冬季结冰海区在温度下降到－2℃时，可在筏架上绑石，使筏架下沉，温度上升后，去掉石头，使筏架上升。此外裙带和江蓠的养殖也可采用筏式绳养。

8.4.2 条斑紫菜和坛紫菜

8.4.2.1 采果孢子

1. 时间

在福建坛紫菜采果孢子的适宜时间为 2—3 月，浙江为 4 月上旬；北方条斑紫菜采果孢子的适宜时间为 5 月上中旬。

2. 种菜的选择与处理

必须按照养殖品种特征严格挑选种菜。标准是：特征明显、色泽鲜艳、个体大而健康的藻体。种菜用量按 1 m^2 培养面积用 1 g 成熟阴干后的种菜计算。为促进果孢子的大量放散，种菜要进行阴干刺激，一般阴干 1 夜即可达到预期效果。如果不能按预期时间采果孢子，可将阴干好的种菜装入塑料袋内放入－16℃的低温冰箱内保存，待需用时取出经解冻后使用。

3. 果孢子的放散

将阴干后的种菜，按 500 g 种菜加 50 kg 海水的比例进行放散。一般 1 h 左右即可达到要求，然后将种菜捞出，再用 4～6 层纱布将孢子水过滤，并计算出 1 ml 海水中的果孢子数。

4. 果孢子的吸附

采用垂挂形式进行果孢子附着时，应按每池所需要的果孢子量，取果孢子液加水稀释 10 倍，先取 80%的孢子水，均匀喷洒于培养池中，并在空隙中间进行搅拌，使果孢子分布均匀，然后按挂竿间距离排好，再将 20%的孢子水均匀地喷洒在培养池中，以补充池内海水上层的孢子量。采用平养进行果孢子附着时，应先计算出每个培养池所需孢子水的量，然后用喷壶均匀喷洒在已排好贝壳(文蛤壳)的培养池中即可。

8.4.2.2 丝状体培养管理

1. 洗刷和换水

果孢子附着 1 周后，应进行第一次洗刷，并同时换水，以后每 2 周洗刷换水 1 次即可。可用软毛刷、泡沫塑料等洗刷，以免损坏壳面，破坏丝状体。坛紫菜的丝状体在培养后期，由于丝状体长出贝壳表面而呈绒毛状，这时就不能洗刷了。梅雨季节到来前要换水，并储存好清洁海水备用。夏季因温度高，水易蒸发，在换水前可以先按池中蒸发掉的水量加入淡水或海水。另外，在日常管理中，也可以每日向培养池中添加少量的清洁海水，以调整海水的浓度。

2. 控制温度

坛紫菜采果孢子时，气温和水温均较低，为促使果孢子的萌发生长，要注意保温。夏季室内温度升高较快，要开窗通风。培养条斑紫菜丝状体的水温控制在 28℃以下；培养坛紫菜丝状体的水温要控制在 29℃以下。

3. 调节光照

培养紫菜丝状体的适宜光照是：果孢子萌发期、初期生长阶段控制在 1500 lx 左右；6 月上中旬丝状体即长满贝壳，将光照减弱到 1000 lx 左右；7 月下旬进一步将光照减弱至 500 lx 左右。膨大藻丝形成时，光照时间以 8～10 h 为宜，后期壳孢子形成期减速至 8 h 以下。

4. 搅动池水

在室内静止培养丝状体的条件下，搅动池水可以增加海水中营养盐及气体交换，在夏季可起到调节池内上下层水温的作用，有利于丝状体的生长发育，因此，应每天搅动

池水数次。

5. 施肥

培养丝状体一般都要施肥。要选择含肥量高、易溶于水、来源方便、价格便宜的肥料。主要施氮肥和磷肥,再施一些微量元素(如铁、硫、钴、锰等)和适量的二氧化碳。果孢子附着、萌发阶段,一般不要施肥。第一次洗刷换水后开始施氮肥为 5 g/m³、磷肥为 1～2 g/m³。营养藻丝生长后期施氮肥 10～15 g/m³、磷肥为 2～5 g/m³。膨大藻丝前期施氮肥为 5 g/m³,而施磷肥则增加至 10～15 g/m³;后期施磷肥量增加到 15～20 g/m³,氮肥减至 2 g/m³,这有利于壳孢子的形成。

8.4.2.3 紫菜养殖

紫菜养殖包括自然采苗养殖、半人工采苗养殖和全人工采苗养殖三种方法。此外尚有半浮动式养殖法。

1. 自然采苗养殖法

各地自然采苗的方式方法不同,有菜坛(即养紫菜的岩礁)养殖和网帘养殖等。菜坛养殖法在福建很早被采用,至今证明效果良好,它适合各种不同紫菜养殖。首先选择好岩礁,要求大块,岩面稍有粗糙、坡度小。使用前清除杂物贝藻等,以便保证紫菜附苗。附苗后要科学管理、施肥、除害。紫菜长到 10～20 cm 即可采收。

2. 半人工采苗养殖法

选择水质好,潮流通畅,风浪平静的内湾。使用网帘或竹帘制成的采苗器,固定或浮动于海水中采苗养殖。浮动式适合于深水养殖,固定式常用于浅水养殖。然后将成熟的丝状体贝壳装入"种子袋"或"种子槽"内 ,随即挂在网帘或竹帘附近。当壳孢子成熟放出,随水流动而附着到网帘或竹帘上萌芽生长。附苗后的管理要特别注意及时调节采苗器的水层,防止露出水面。及时洗刷防止泥土覆盖采苗器等。

3. 全人工采苗养殖法

除丝状体在人工控制的条件下培养外,再用人工方法将成熟的丝状体贝壳放散的壳孢子采到一定的数量后,然后放养于水中养殖。紫菜附苗后的管理同前两种方法。

4. 半浮动式养殖法

此法的筏架结构有支柱式和全自动式的特点,整个筏架在涨潮时可以像全浮动筏那样浮在水表面,当潮水退到筏架露出水表面时,它又可以用短支腿像支柱式那样平稳地立在滩上。紫菜网帘也是按水平方式张挂。由于网帘在低潮时能够干露,因而硅藻等杂藻不易附生在紫菜藻状体上。

8.4.3 江蓠

江蓠的潮间带撒苗整畦养殖法也属于滩涂养殖,当江蓠苗长到 5～6 cm 后,将收集来的江蓠苗连同生长基一起整齐地撒在浅滩上进行养成。

江蓠也可进行鱼塭撒苗养殖,一般在春季将苗种撒入鱼塭中,每亩约放 300 kg 苗种,在鱼塭中,插入一些小竹竿,使江蓠不会被风吹向一边。要保持水深在 30 cm 以上,定期施肥,每亩每周施尿素 200 g 或适量投入有机肥。鱼塭每隔几天换水 1 次并及时清除杂藻。有的在鱼塭中进行江蓠和虾、蟹混养,效果更好。

8.5 海洋药用贝类的育苗和养成

贝类种类繁多,育苗和养成的方法随类别不同有较大的差异。如匍匐型贝类鲍鱼、固着型贝类牡蛎、附着型贝类、埋栖型贝类以及游泳型乌贼等,需要用不同的育苗、养成方法和设施养殖,才能获得最好效益。

8.5.1 皱纹盘鲍

8.5.1.1 皱纹盘鲍的育苗

1. 亲鲍的促熟培养

(1) 亲鲍的选择。取壳长 7～10 cm,体质健壮,无创伤的亲鲍,雌雄比例为 4∶1。

(2) 设备要求。选用适于保温和控制光线的育苗池作为升温蓄养亲鲍池。

(3) 蓄养促熟。需在采苗前 3 个月开始,蓄养密度为 20～25 个/m³,采用笼养。每天移笼换池 1 次,每天傍晚投饵 1 次,每次投饵量为亲鲍总量的 20%～30%。

2. 底栖硅藻的培养

(1) 饵料板。即采苗板,一般选用无毒、透明或白色的高压聚乙烯波纹板(42 cm×33 cm×0.2 cm)。

(2) 藻种的选择。一般可选小型的舟形藻、卵形藻、菱形藻及新月藻等底栖硅藻做饵料。

(3) 藻种的培养。在采苗前 1.5～2 个月将采苗板置于框架内,接种藻种。藻种培育期间,每周换水 1 次,并加营养盐(N∶P∶Si∶Fe=10∶1∶1∶0.1),光照保持在 1500～2500 lx。

3. 采卵

通常采用紫外线照射海水法。照射剂量采用 300～500 mv/(h·L)。亲鲍在经过阴干后,雌雄分开放入升温(应高于饲育水温 2～3℃)的紫外线照射海水中,可诱导精、卵排放。采卵时间一般应在夜间进行。产卵排精后应在 1 h 内完成人工授精。受精后 30～50 min,当卵子全部下沉,即可将中、上层的清水换出,加入新鲜海水。一般洗卵 8 次以上,每 40～50 min 1 次(采卵、孵化用水需经活性炭过滤)。此外,流水刺激、过氧化氢和活性炭处理海水也能诱导精、卵排放。

4. 浮游幼虫的管理

在水温 18～20℃条件下,受精卵经 13 h 左右,发育至担轮幼虫,此时密度以 15～20 个/ml 为宜。每隔 2 h 用

200目筛绢过滤器换水，换水量为1/2或2/3，或者采用流水培育。从担轮幼虫到面盘幼虫需经多次选优。水温18～20℃条件下，经3～4 d可从受精卵发育至面盘幼虫后期，进入附着匍匐阶段。

5. 采苗和稚鲍的前期培育

(1) 采苗。采苗板亦叫饵料板。采苗前将采苗板冲洗干净，除去污泥和桡足类，最好能用一定浓度的抗生素浸泡，以除去有害菌落。每平方米采苗水面放4个框架(有附着面积20～30 m^2)。采苗池和培育池可共用，通常为长方形池，池底有一定的坡度，长7～8 m，宽0.9 m，深0.6 m。采苗密度0.1个/cm^2。如按55%采苗率计算，则每架采苗板可投1万个后期面盘幼虫。为使采苗板上的幼虫附着均匀，应适当减弱光线，采苗水温应在18℃以上，也可向池内按0.206 g/m^3的浓度施加GABA(γ-氨基丁酸)诱导鲍的幼虫快速同步附着。

(2) 采苗后的培育管理。采苗后1周即可进行流水培育，日换水量为全池的1/2到全部。水温保持在18～25℃，盐度保持在27以上。鲍育苗池中的敌害生物主要是桡足类，可用浓度2 mg/m^3的敌百虫毒杀。采苗后半个月需要向育苗池中适当加营养盐(N∶P∶Si∶Fe=5∶0.1∶0.1∶0.02)使底栖硅藻连续生长，若饵料不足可采用新的饵料板，或投喂扁藻和鼠尾藻液等作为补充饵料。

6. 稚鲍的后期培育

后期培育采用网箱流水平面饲育法。当稚鲍长到4～6 mm以后，底栖硅藻已难以满足其营养需要，这时应将稚鲍从采苗板上剥离下来，移到置有黑色或灰色带有孔洞(直径1～1.5 cm)波纹板的网箱内，进行平面流水高密度集约式养殖。稚鲍的剥离方法有五种：① 将附有稚鲍的采苗板放入1%的氨基甲酸己酯海水溶液中浸泡2～5 min，当稚鲍受到刺激，举起贝壳原地转动时，抖动饵料板使稚鲍脱落。② 用2%～3%的酒精麻醉，操作同上。③ 利用FQ-420麻醉剥离，5 mm的稚鲍使用浓度为200 g/m^3；1～3 mm的稚鲍以150 g/m^3为宜。④ 附于池壁和池底的稚鲍可用水冲击剥离，可以用水泵(流量22 L/min)冲刷池底上的稚鲍，在排水口处放置网箱，收集稚鲍。⑤ 电剥离。运用这一高新技术，0.5 min便可达到99%以上的稚鲍直接剥离下来，稚鲍基本不受机械损伤，成活率达95%以上，育苗总体成活率提高20%～40%。

稚鲍培育期间，每天水交换量为饲育水体的5～8倍(水温为20℃)。饲育密度以4 000～5 000个/m^3为宜，并随个体长大而逐渐稀疏。后期饲育一般采用人工配合饵料，亦可辅以天然饵料。饵料投喂量为体重的4%～5%，并应在傍晚投喂，每天清晨用虹吸法消除附着板上、网箱底部和池底的残饵及排泄物等。每周倒池2～3次，彻底清理池底杂物。定期更换、盐酸浸泡和暴晒网箱。人工配合饵料对生长效果与天然饵料相差不大，生长速度每天67～121 μm(水温为20℃)。

7. 稚鲍下海或越冬

北方一般在11月中下旬，水温降至10℃左右，如果稚鲍壳长已达1.2 cm以上，可下海挂养。对于较小的个体，需及时转入室内升温越冬。此时可利用水温差剥离稚鲍。剥离时，可用比原水温高或低10℃左右的海水，浸泡稚鲍0.5 min，然后再放回原水温海水中，这时稚鲍活动较频繁，可用手轻轻抹下。室内越冬可采用电升温或其他热能，用封闭循环海水系统培育。一般水温可控制在10～20℃，封闭循环海水系统净化海水方法很多，除了砂滤外，还有如活性炭、珊瑚砂、紫外线照射、人造水藻、生物膜及沸石等处理方法。

8.5.1.2 鲍鱼的养成

1. 筏式筒养鲍鱼

养殖中采用硬质塑料圆筒，长60 cm、直径25 cm的硬质塑料圆筒，1～1.5 cm的幼鲍放养180～200个，3～5 cm的幼鲍可放养80个，每6个圆筒为一组，两筏之间平养，共12个圆筒，中间用坠石固定，台挂60～80串。为了增加水的交换和减少淤泥沉积，可将塑料筒的下半部钻上3～4排直径0.8～1 cm的圆孔。经科学管理可直达收获期。

2. 沉箱养殖

沉箱是由钢筋做成的框架、框架大小一般为(1～2)m×(1～2)m×0.8 m，外围上网片，内装石块或水泥制件供鲍匍匐栖息。沉箱中央留有50 cm^2的投饵场，以利鲍摄食，便于人工投饵和清除残饵。箱内投放鲍1 000只左右。沉箱置于低潮线以下岩礁处，一般大潮退潮后可保持水深60 cm以上。每次大潮后投饵一次。投饵种类有海带、裙带芽、刺松藻等种类，投饵量为鲍体重10%～30%左右。利用此法还可适量混养海参。

3. 垒石蒙网养殖

在低潮线以下浅海，大潮退潮后可保持水深60～70 cm以上，利用岩礁区垒起一垛垛石头，外面用聚乙烯网包起来，垄横断面呈梯形，其底宽3～6 m、顶宽2～3 m、长10～20 m、高1～2 m，垄间距5 m左右。其长轴应与潮流方向平行。石垛外围布有两层网衣，内衣主要作用是保护外层网衣，防止被石块磨损。网衣网目大小以不漏掉鲍为原则。在垒石蒙网上部有2处投饵袖，以备低潮时，向蒙网内投放饵料。养殖密度一般为500只/m^3石块，投饵料量一般为鲍体重的20%～30%。此养殖法也可投放少量海参(50～100只/m^3)，进行鲍参混养。

4. 池塘养殖

选择适合鲍生长的近岸岩礁海区，安闸建池。自然岩礁池大小因地而异，满潮时水深2 m，干潮时水深1.5 m。

另外，也可在陆地建池蓄养，但鲍的蓄养量要合理。池塘养鲍，要特别注意防止夏温过高，防止高温引起死亡。因此，要考虑池水流动量并准备冷却装置，保持水温在 20～23℃以下。此外，养鲍池尽量建在潮区较低的海区，养殖中要注意及时清除残饵和粪便。

5. 工厂化养殖

养殖池长 8～9 m、宽 0.8～0.9 m、深 0.40～0.50 m，有效面积 7～9 m^2。一端设进水管，另一端设溢水管。养殖池系水泥或玻璃钢制成。

(1) 饲养网箱。长 70～80 cm、宽 80～90 cm、高 28 cm，有效面积 0.6～0.7 m^2。中间育成箱是 14 目聚丙烯纱网，工厂化养成箱是 1 cm 网孔的聚乙烯挤塑网做成。

(2) 波纹板。为黑色玻璃钢制成，规格有两种。中间育成的小波纹板和养成的大波纹板，每箱各放 2 块板。

(3) 养殖方法。工厂化养鲍和中间育成均采用网箱平流饲养法，每池放网箱 10 只。壳长 1.4～2.7 cm 鲍的越冬育成，密度大体以 600 只/箱为宜；壳长 2.5～4 cm 的，以 200～250 只/箱为宜；壳长 4～6 cm，150 只/箱。

(4) 养殖管理。供水量主要根据水温高低、鲍的大小和放养密度进行调整。日供水量范围在升温越冬期为 8～12 倍，在常温期则为 10～16 倍。饵料种类分为鲜藻和人工配合饵料两种，两种饵料可混合使用。2 cm 以下的幼鲍全部投喂配合饵料，2 cm 以上幼鲍 12 月至翌年 8 月以投海带和裙带菜等为主。投喂配合饵料时 9—11 月海藻衰退期以配合饵料为主，壳长 1.5～7 cm 的鲍，日投饵量占鲍体重的 2%～5%。在越冬低温期，2 d 投一次，清一次残饵；18℃以上 1 日投 1 次，清 1 次；投饵时间一般在下午 4～6 点，早晨 7～8 点清残饵。鲜海藻的日投饵量按实际摄食量的两倍计算，以保证鲍有较多的摄食机会。投喂时将海带、裙带菜去根洗净，大菜切成段。水温在 20℃以下，4 日投一次，上午清残饵，下午投新饵。20℃以上的高温期，2 日投一次，禁投烂菜，清理残饵要彻底。

8.5.2 双壳贝类

8.5.2.1 育苗

1. 采卵

可以采用自然排放或者通过物理(变温、流水、阴干、改变比重或紫外线照射)方法、化学方法(改变 pH、氨海水活化)及生物方法(异性产物或激素)诱导亲贝产卵、排精。

2. 受精

一般看到一个卵周围有 2～3 个或 3～4 个精子便可。只要看到卵子出现极体，就表示卵受精了。通过视野法求出受精率，然后根据总卵数和受精率求出受精卵数。卵子的受精能力主要取决于卵子本身的成熟度，此外，还与产出时间长短有关系。

3. 受精卵处理

(1) 筛洗受精卵。卵受精后，静置 30～40 min，卵都沉底后便可将中上层海水轻轻放出，留下底部卵子加入过滤海水。洗卵的目的在于除去海水中多余的精液。并进行充气和搅动。如果卵周围的精子不多可不必洗卵，有的雌雄个体难分或雌雄同体的种类，卵子又小，很难洗卵，受精时要控制精子密度。受精后，加氯霉素 1～2 mg/L，抑制细菌繁殖，不断搅动或充气，用抄网捞取杂质、污物，待胚胎发育到 D 形幼虫后，立即进行浮选(拖网)或滤选，移入另池进行幼虫培育。

(2) 受精卵发育。根据种类不同，密度不一。受精卵密度低者 50～60 个/ml，多者约 100 个/ml。

(3) 胚胎发育。受精卵经过一段时间发育便可孵化。通过视野法求出孵化率。胚胎经过 1～2 d 便可发育到 D 形幼虫，用浮选法将 D 形幼虫移入育苗池培育。在胚胎发育过程中，不换水，采用加水和充气方法改良水质。

4. 幼虫培育

就是指从面盘幼虫初期开始到双壳类稚贝附着时为止的阶段。本阶段对养殖成败非常关键，因此应特别注意以下几点。

(1) 密度。D 形幼虫密度一般为 10～15 个/ml。

(2) 换水。可采用大换水或流水培育法进行水的更新，流水培育或大换水均需用换水器(过滤鼓、过滤棒或网箱)过滤。使用时，要检查网目大小是否合适，筛绢有无磨损之处。换水温差不要超过 2℃，流水培育或大换水以每日能换出全部陈水为宜。一般流水培育比大换水好，但是流水培育饵料损失较多，是其不足之处。

(3) 投饵。D 形幼虫时开始投饵。饵料种类要求：个体小(长 20 μm 以下，直径 10 μm 以下)；饵料要浮游于水中，易被摄食，容易消化，营养价值高；代谢产物对幼虫无害；繁殖快，容易培养。使用的饵料要新鲜，禁止使用污染和老化的饵料。投饵密度：扁藻 3000～8000 个/ml，小硅藻 10 000～20 000 个/ml，金藻 30 000～50 000 个/ml。为防止过多藻液入池增加池中氨态氮的浓度，可以利用离心浓缩方法，制成藻膏投喂。混合饵料，优于单一饵料，个体小的饵料优于个体大的。

(4) 除害。常见敌害有海生残沟虫、游仆虫和猛水蚤等。这些敌害争夺饵料，吞食幼虫，败坏水质。防除方法主要是坚持“以防为主”的方针，过滤水要干净，容器要消毒，避免投喂污染的饵料入池，一旦发现敌害可以采用大换水的方法机械过滤后移入他池培育。

(5) 选优。浮选法：贝类幼虫有上浮习性，并有趋光性，因此可以将上层幼虫选入另外池子进行培育，整个育苗过程中可以浮选 2～3 次。滤选法：为选优或适时投放采苗器，应用较大的筛绢将好的或个体较大的幼虫筛选出

来进行培育。

(6) 倒池与清池。由于残饵及死饵,代谢产物的积累,死亡的幼虫,敌害和细菌大量繁殖,氨态氮大量贮存,严重影响水的新鲜和幼虫发育,因此在育苗过程中要倒池或清底。倒池方法采用拖网或过滤方法。清底采用清底器吸取,清底前,需旋转搅动池水,使污物集中到池底中央,然后虹吸出去。大型育苗池可以不倒池,但必须每隔2～3 d加1～2 mg/L抗生素。

(7) 充气与搅动。在幼虫培育过程中均可充气,它可以增加水中氧气,使饵料和幼虫分布均匀,有利于代谢物质的氧化。无充气条件的2 h搅动1次,一般充气加搅拌为好。投放采苗器后,小型育苗池可以不充气,采用流水培育或加大换水量和搅动方法增加水中氧含量。利用对虾育苗池大水体育苗,在投放采苗器后,仍可照样充气培养,但散气石要避开采苗器。

(8) 抗生素的利用。利用0.5～1 mg/L的呋喃西林或1～2 mg/L四环素、金霉素、红霉素、氯霉素或土霉素、穿心莲,有抗菌和提高育苗成活率的作用。

(9) 幼苗培育和观测。饵料密度:利用血球计数板统计,以每毫升细胞数代表饵料的密度。幼虫定量:均匀搅拌池水,以每毫升幼虫数代表幼虫密度。幼虫的生长可利用目微尺测量壳长和壳高来判断其生长速度。每日检测水温、溶解氧、酸碱度、氨氮和有机物耗氧等。

(10) 幼虫的附着行为及采苗。在一定条件下,各种贝类幼虫变态时其大小一般比较固定,如贻贝壳长达到210 μm即可附着,褶牡蛎壳长达到350～400 μm,扇贝一般183 μm即可附着。如果条件较差或恶化,可以延长变态和变态规格,甚至不变态不附着。有的双壳贝类自由浮游幼虫在结束浮游生活进入即将附着生活前,可以看到在鳃的原基的背部形成一对球形的由黑色素聚集起来的感觉器官,称为眼点。眼点是接近幼虫附着的特有器官,也是即将进行附着生活的一个显而易见的特征,可以作为投入附着器的标志。

(11) 附着基的选择。由于贝类生活型不同,幼虫附着所需的附着基也不相同。附着基的选择以附苗性能好,容易收苗,价格低廉,操作方便,又不影响水质为原则。固着型的种类如牡蛎,可以使用扇贝壳、牡蛎壳作为采苗器。近年采用涂有水泥砂子的聚氯乙烯网、扁条带或涂有水泥砂的塑料板、树脂板等。这样苗种育成后易于剥离。附着型的种类中,贻贝和扇贝可以采用直径0.3～0.5 cm红棕绳编成的帘子,也可采用废旧网片、塑料单丝绳和无毒塑料软片等。投放附着基(采苗器)时应注意下列问题:① 用贝壳、塑料板、网片等作为采苗器,均应事先刷干净方可使用。其中瓦片采苗器,在投放前20多天,就要用海水浸泡,并换水几次然后用过滤海水冲洗干净,经太阳暴晒3 d,再用过滤海水冲洗一遍,方可使用。② 用红棕绳作为采苗器,必须经过捶打、烧棕毛、浸泡、煮沸、再浸泡、洗刷,用藻液或抗生素(青霉素5 mg/L)泡一下等处理后才能使用。③ 投放前要加大换水量,将池内幼虫浓缩,并搅动池水,冲洗池壁,使得幼虫分布均匀便可投放。投放时应先铺底层,再挂池周围,最后挂中间。或者一次全部挂好。采苗器要留有适当空间使水流通。投放采苗器的数量要适当,网笼的网衣为10～13片/m^3。若用0.3 mm的细棕绳采苗帘投挂数量为800～1 000 m/m^3。④ 投放采苗器时,还要考虑到幼虫的背光习性,尽力保持池内光线均匀,以免幼苗附着不匀,抑制其生长。采苗器投放后,还要继续观察其变化,坚持做好日常管理工作。埋栖种类的泥蚶在接近附着期时,将幼虫移入具有泥砂的水池内,泥砂系用20号筛过滤,其厚度约1 cm,或将泥砂直接筛洗在盛有幼虫的水池内。1991年丹东水产研究采用了无底质培育稚贝的技术,利用波纹板采文蛤苗,取得了显著成绩。

5. 稚贝培育

幼虫附着变态后进入稚贝培育阶段,为防止因环境突变引起死亡,幼虫附着后,仍可在原水池中饲养一个时期。特别是附着生活的扇贝、贻贝更是如此。如果早下海,它们会切断足丝逃逸。过大流速对幼虫附着虽起不良作用,但适宜流速不仅对幼虫附着有利,而且可以带来充足氧气和食物,从而有利于稚贝迅速生长,所以在附着后的稚贝池中应该增加换水次数和换水量。稚贝期的投饵量也相应增加。培养中要使水池内的水温、盐度等逐渐接近海中的条件。

6. 稚贝下海育成苗种

双壳贝类稚贝在室内经过一个阶段培育后,就要移到海上培养成可供养殖的苗种。这是人工育苗的第二阶段。固着型和埋栖型贝类幼苗下海一般较附着型容易。它无需采取别的措施加以保护。然而附着型贝类由于小稚贝和幼贝很不稳定,容易切断足丝。附着型贝类下海后保苗率均很低。为提高保苗率,可培养较大规格的稚贝(600～800 μm)下海,利用网笼或双层网袋(内袋20目,外袋40或60目)下海保苗,或利用对虾养成池进行稚贝过渡。中间培育中要及时分苗,疏散密度,助苗快长。此外,还可通过自然海区半人工采苗、土地人工育苗和采捕野生贝苗方法采捕贝苗进行养殖。

8.5.2.2 养成

1. 贻贝养殖

筏式绳养是贻贝的主要养殖方式,可采用包苗、缠绳分苗或拼绳分苗等方法进行分苗。包苗是用网片将贝苗包裹在养成器材上,待贝苗附着牢固后,再拆掉网衣。包苗方法可准确控制密度使附着均匀。缠绳分苗有细苗绳

分苗和粗苗绳分苗。细苗绳分苗是截取一定长度的苗绳缠在养成绳上并控制养成绳密度;如果细苗绳附苗密度不大可直接缠扎到养成绳上,粗苗绳分苗是将养成绳缠到采苗绳上,再拆绳分养。如果苗绳的附苗量太大,可多次缠绳。拼绳分苗亦称并绳分苗,根据贝苗移动性强的习性,平均计数采苗绳上苗种数量,按每绳放养量拼养成绳1～4根,上、中、下扎好,2～3 d后拆绳分养。此外,还可进行夹苗分苗、间苗分苗和流水分苗等方法,进行筏式养殖。夹苗分苗是利用贝苗短距离移动活泼的习性,把成块的贝苗夹在养成绳的绞股间;间苗分苗是将粗采苗绳间下一部分小苗,苗绳上留下的便是养殖用苗;流水分苗是将贝苗放在池中,一层贝苗一层养成绳铺好,流水2～6 h,待苗附着后再将养成绳挂养。

2. 牡蛎养殖

(1) 筏式绳养。其养成方式有两种,一是将固着蛎苗的贝壳用绳索串联成串,中间以10 cm左右的竹管隔开,吊养于筏架上;二是将固着有蛎苗的贝壳夹在直径3～3.5 cm的聚乙烯绳的拧缝中,每隔10 cm左右夹1个壳,垂挂于浮筏上。一般每绳长2～3 m,也可用胶胎夹苗吊养。

(2) 筏式笼养。利用扇贝网笼养殖。将无固着基的蛎苗(或单体牡蛎)或固在贝壳上的蛎苗一起装入扇贝网笼中挂在浮绠上养殖。筏养式牡蛎一般10万粒/亩左右。

(3) 栅式养殖。这种方法是在水深2～4 m风平浪静、饵料丰富的内湾设置固定的栅架,架子的设置同栅式采苗,在风平浪静的海区,树立木桩、水泥柱或石柱等,上面用竹、木、水泥柱纵横架设成棚,将成串的附有蛎苗的养成器悬挂于棚架上。蛎苗多以串联的贝壳、水泥瓦等为固着基,成串地挂在栅架上养成。每串长1～1.5 m,串间距0.5～1 m。养殖密度不宜过大。防触底,以免某些底栖敌害生物的侵袭。

(4) 滩涂播养。滩涂播养应选择风浪小、潮流畅通的内湾,底质以砂泥滩或泥砂滩为宜。潮区应选择在中潮区下部和低潮区附近。一般在3月中旬至4月中旬播苗较为适宜。生产上最迟可在5月中旬播苗。播苗方法有干潮播苗和带水播苗两种。干潮播苗就是在退潮后播苗。播苗前应将滩面整平,播苗时可用木簸箕或铁簸箕盛苗,平缓拖动,使蛎苗均匀播下。有条件的可筑成畦形基地再播苗。干潮播苗应尽量掌握播苗后即开始涨潮,以缩短蛎苗露空时间,避免中午日光暴晒时播苗。带水播苗就是涨潮后乘船播苗。播苗前将滩面划成条状,插上竹、木杆等作为标志,待涨潮后在船上用锹将蛎苗撒下。带水播苗由于不能直接观察到蛎苗的分布,往往造成播苗不均匀。

播苗密度根据滩质好坏、水质肥瘦而定。优等滩涂可播苗4000～5000 kg/亩,中等的3000 kg/亩左右,差的1500 kg/亩左右。

(5) 投石养殖。采苗场或适宜牡蛎生长的其他海区,一般皆可作为牡蛎的养成场。用作牡蛎采苗器的石块,此时成为牡蛎的养成器材。生长期较短的褶牡蛎可在采苗场就地分散养成;生长期较长的近江牡蛎要移到养成场养成。

养成方式主要有满天星式、梅花式和行列式三种:满天星式为蛎石杂乱无章地放置。梅花式一般为5～6块蛎石为一组。行列式的排宽0.5～1.0 m、排间距0.6～1.5 m。深水养殖可在投石采苗后不加任何管理,直至收获。

(6) 插竹养殖。利用插竹采苗的方法,将采到的蛎苗就地稀疏养殖。养成时,蛎竹的排列方式有直插和斜插两种:直插是以150～179支蛎竹直插成排,排长3～5 m;或者以100～120支蛎竹插成排,排中间留有空挡,以畅通水流。斜插是以23～26支蛎竹插成一堆,堆底宽45～60 cm,顶宽33～36 cm。堆与堆之间相距20～25 cm,由5～6堆组成一排,排间距2.5 m左右。每亩可插8000～10000支蛎竹。

(7) 桥式养殖。利用桥式采苗方法采苗后,将石条重新整理,疏散密度,进行养成。一般6～7块石条为一组,组与组之间用石条相连成一列。组间距50～60 cm,列间距1～2 m(图8-6)。养成期间应将石条的阴面与阳面互换,使两面牡蛎生长均匀。

图8-6 桥式养殖的垂平式养殖

3. 缢蛏、蛤仔或泥蚶养殖

(1) 埕田养殖法。根据地势和底质的不同,埕田建筑不同。软泥和泥砂底质的滩涂一般风浪较小,建筑简单,在埕田的四周筑成农田田埂式即可,堤高35 cm。风浪较大的地方,堤可适当增高,在堤的内侧开沟排水。为方便生产操作,可把整片埕田再分为小畦,畦的宽度3～7 m,畦与畦间开小沟排水或用作人行道;有些地方不分畦,仅在中间开有小沟。河口地带砂质埕地,因易受洪水和风浪冲击而引起泥砂覆盖,可用芒草筑堤,以减少潮流、风浪对堤

的冲击。

在放苗前要整埕。整埕包括翻土、耙土和平埕。翻、耙、平的次数依底质软硬程度而定，硬底质需增加整埕的次数。翻土是用锄头把埕地底层泥土翻起 20～30 cm；耙土是用四齿耙将翻出的土捣碎；平埕是用木板压平埕面，由埕面两边往中央压成公路形，确保埕面不积水。

播苗量依埕地土质软硬程度、贝苗大小和潮区高低而定。砂底埕播苗量比软泥埕多 50%，低潮区比高潮区适当增加播苗量。播苗后，经常检查埕田，定期疏通水沟，及时补苗。注意防止自然灾害。

(2) 池塘养殖。蚶塘是建在内湾高中潮区的一种半蓄水式池塘，即涨潮时潮水漫池，退潮后池内仍保留一定数量的海水。这种方法的优点是能充分利用海滩，并因泥蚶在高潮区而得到更好的保护，成活率高，摄食时间长，生长速度快。西施舌的池养是在中潮区建池，池内侧用石砌直坡，池底铺细砂 30～40 cm，水深保持 1 m 左右。设置独立的进、出水闸，进水闸应装有 1～2 mm 网目的过滤网。每亩放养 1 龄西施舌 400～500 kg 或 2～3 龄西施舌 700～1000 kg。大潮期间每天更换池水 1～2 次。缢蛏、蛤仔、青蛤、鲍、牡蛎以及海湾扇贝等多种贝类均可池养，并可与鱼虾类混养。

4. 扇贝和珍珠贝养殖

(1) 筏式绳养。也可以采用串耳养殖，即选 3 cm 左右的扇贝在其前耳钻 2 mm 的孔，用直径 0.7～0.8 mm 的尼龙线系于直径 2～3 cm 的棕绳或直径 0.6～1 cm 的聚乙烯主干绳上垂养。

(2) 筏式笼养。扇贝筏式笼养是利用乙烯网衣及粗铁丝圈或塑料盘制成的数层(一般 5～10 层，每层直径 30 cm左右)圆柱网笼，层间距为 20～25 cm，每层放扇贝或海湾扇贝苗 30 个左右，虾夷扇苗每层放养 5～20 个。网衣网目以不漏扇贝为原则，每亩可放养扇贝 10 万个左右。

海洋生物的筏式养殖，可根据生物的生活习性和食性不同，实行贝藻混养(如海带与贻贝混养、海带与扇贝混养)。筏式绳养可进行单养，也可根据各种生物食性和习性不同进行轮养。

5. 文蛤与西施舌养殖

文蛤有随潮流移动的习性，应在养成场潮位低的一边设置拦网进行网围养殖。拦网有两种，一种是采用双层网拦阻，内网主要防止文蛤逃逸，网目较小，约 1.5 cm，下缘埋入砂中，拦网高出砂面 0.7 m。外层主要防止敌害侵入，其高度在满潮线以上，网目较大，约 5 cm，拦网一般用竹桩固定；另一种只设一层拦网，拦网高度 65～100 cm，网目 2～2.5 cm，将拦网一部分埋入砂中，另一部分露出滩面，并用竹竿或木桩撑起。

播种密度因苗种大小而定，2～3 cm 的蛤苗一般按 600～1500 kg/亩播。壳长 1 cm 的贝苗，每亩可放养 10～20 kg，壳长 1.5 cm 的贝苗，每亩可放养 100～150 kg。采用湿播方法，即在涨潮时播苗。养成期间的管理工作主要是修整网具防止跑流、疏散密度、防治灾害等。

西施舌也可用网围养殖法进行养殖。

8.6 海洋药用虾蟹的育苗和养成

8.6.1 虾类的育苗和养成

8.6.1.1 中国明对虾育苗[1,4]

1. 产卵与孵化

(1) 人工越冬的亲虾，一般可产卵 4～5 次，卵子质量以前几次产的较好，孵化率也高，人工育苗应采用前 3 次产的卵子。

(2) 个别亲虾的产卵，是群体即将产卵的标志。因此，应经常用筛网在池中捞取卵子，发现池水中有卵子，即应准备产卵孵化池，安排生产。

(3) 对虾多在夜间产卵。一般说来，繁殖初期产卵时间早，末期产卵时间晚。如日本囊对虾春季在晚上 9 点至午夜之间产卵，以后逐渐推迟，10 月份多在凌晨 4—5 点产卵。

(4) 人工产卵的方法，因育苗条件而不同。一般有孵化网箱产卵、专用产卵池或在培育池内直接产卵等方法。

(5) 孵化期间，应根据不同虾类卵子发育的要求，保持适当的盐度和温度。水泥池孵化时，除充气外，还应经常地增加人工搅动，防止各充气石之间的死角处沉积卵子。卵子孵化期间的通气量要少一些，轻微气泡即可，以免海水翻腾损伤卵膜和影响胚体的发育。

(6) 孵化的时间与水温呈密切关系，在适温范围内，水温越高孵化的时间越短。中国明对虾的产卵水温一般为 16～17℃，孵化水温必须以此为起点，数小时内缓慢升温至 19～20℃。卵子孵化的适宜盐度为 20～35，盐度过低或过高都会导致孵化率降低。

2. 幼体培育

(1) 无节幼体期。受精卵孵化后，即为无节幼体，不摄食，靠卵黄提供能量，营浮游生活。

(2) 溞状幼体期。无节幼体经蜕皮 6 次，发育为溞状幼体，开始摄食，营浮游生活。饵料以单胞藻为主，可摄食轮虫，也可摄食蛋黄、豆浆、虾粉、微粒饵料等各种代用饵料。每天换水 20%～30%，可以吸污，水温以 22～24℃为宜。溞状幼体有拖粪便的习性。

(3) 糠虾幼体期。饵料以轮虫、卤虫无节幼体为好，可摄食蛋羹、虾粉、蛋黄、微粒饵料等人工代用饵料，每天换水 30%～50%，池底很脏时，可以倒池。水温控制在 24～25℃。

(4) 仔虾期。仔虾又称后期幼体，其外部形态与幼虾

相近。仔虾初期仅呈倒立状生活于水层中，第 2 天后可水平游动，第 5 天后由浮游生活转为底栖生活，食性由摄食浮游生物转为摄食底栖生物。仔虾 2～3 d 蜕皮 1 次，共分 14～22 期，生产上多以日龄表示，如第 3 天的仔虾，记为 P_3。以豆浆、卤虫幼体为主要饵料的大水体育苗，无节幼体的放养密度为 20 万尾/m^3，条件更好时可放 30 万～50 万尾/m^3。

3. 水质控制

保护和改善育苗池水质的方法是换水、排污和充气。每天换出 30%～50%的海水。经常将沉积物和沉于池底不健康的幼体吸出，或进行倒池，确保水质清净。

4. 饵料

无节幼体不摄食，靠卵黄维持身体的发育，溞状幼体开始摄食。国内常用饵料生物有小硅藻、三角褐指藻、牟氏角毛藻、扁藻、轮虫、贝类幼体、卤虫无节幼体等。植物性饵料以牟氏角毛藻效果最好，甚至可以直接培育至仔虾。动物性饵料以轮虫效果最好，并且溞状幼体的早期阶段就能摄食。国内许多育苗场利用野生轮虫培育虾苗，均取得较好效果。

人工饵料有豆浆、豆腐、豆饼颗粒、酱油粕、鸡蛋黄、蛋羹、虾粉配合饵料等。

8.6.1.2 中国明对虾养成

1. 网箱养虾

在风浪较少的海湾内，用钢架或竹架浮于海面，扎上网箱，养殖对虾。养殖过程中要随着虾苗的成长，更换数次网箱以减少附着物影响。可产虾 1 kg/m^3。为提高虾池生产率，可实行虾与鱼、贝、藻混养或轮养。

2. 池塘养虾

池塘应建筑在一般潮水能涨到的潮区，潮区低了，受风浪冲刷时间多，堤坝不易保牢，潮区过高进水机会小，一般应建在高潮区下部为宜。近年发展起的高位池养虾，池塘均是建在潮上带，靠水泵提水。池塘的底质应选择不渗水的泥质海区，以防池子漏水。池塘的结构包括堤坝、中央沟、水闸及塘面。高位养虾池还设有中央排水口及地下排污管，池内设有水车式增氧机或射流式增氧机。

(1) 池塘面积。一般在数亩或百亩左右，水深可保持在 1～2 m。池塘设有进、排水闸，以便于充分交换海水。增设充气设备或增氧机。池塘精养可分为池塘单养和池塘混养两种方式，前者是指池塘中仅放养对虾，后者是指除在池塘中放养对虾外还放养各种鱼类、蟹类、贝类、海参等。

(2) 放养密度。中低产池塘每亩放养虾苗 0.8 万～1 万尾，精养池塘放养 3 万～10 万尾不等。

(3) 对虾的饲喂。仔虾以浮游动、植物和底栖动、植物为食，幼虾则以底栖动物为主要食物，摄食猛水蚤、涟虫类、端足类等。随其成长，能摄食多毛类、蛇尾类、幼贝及小型贝类等。养殖对虾可投喂以下饵料：软体动物中的蓝蛤、寻氏肌蛤、鸭嘴蛤、四角蛤蜊、菲律宾蛤仔、贻贝、绿螂、河蚬(黄蚬)、泥螺、蝠螺、拟沼螺、螺蛳、褐云玛瑙螺等；甲壳动物中的糠虾、毛虾、细螯虾等杂虾蟹等；各种鲜杂鱼、冷冻鱼、干杂鱼、鱼粉等；植物性饵料，如花生饼、豆饼、面筋、麸皮、米糠等。当前养殖对虾主要是使用配合饲料。

(4) 水质调控。水质调控是对虾养成期间的重要管理工作。经常观测池塘水环境条件及对虾生长、健康情况，为对虾养殖提供良好保证。为保证良好的水质条件，传统的养虾方式是通过大换水来改善水质，而封闭式养虾必须通过在池塘中安装增氧设备等措施来改善和维持良好水质环境。

3. 工厂化养虾

在陆地上的圆形或长条形水泥池中进行。每个水泥池面积 1 000～2 000 m^2，双层池底，海水由池顶斜向冲入池面，推动池水旋转、流动，多余海水由池底排出，并可定时由池中心的排污孔排出沉淀的污物。此种方式，每亩可产虾 1 000 kg 以上。

8.6.2 蟹类的育苗和养成

8.6.2.1 青蟹育苗[1,4]

1. 亲蟹的选择与培育

(1) 亲蟹的选择。选择抱卵或卵巢充分饱满的雌蟹作亲蟹，每只体重 330 g 以上，身体健壮、活动能力强，附肢完整、无伤残，蟹体、附肢、鳃无寄生物或卵子上无寄生虫的雌蟹。腹节刚毛要齐全，便于粘附卵子。

(2) 亲蟹的培育。宜在大的水泥池培育，也可利用对虾育苗池进行培育。饵料最好用贝类、虾等活饵料，多种交替使用。培育期间光照不宜过强，否则，在蟹体上会附着许多生物。培育时应特别注意两点：① 亲蟹产卵宜保持安静环境，健壮的雌蟹多数在夜间产卵。白天或傍晚产卵的亲蟹，是异常的，卵子无法粘附在腹节刚毛上，或者附着量很少，没有培育价值。产卵后的亲蟹体质弱，饲养时要注意饵料、水质、密度，不然会容易引起残废、死亡。② 亲蟹群体的卵巢发育不同步，不能同时大批产卵(抱卵)或孵化。因此，在抱卵蟹培育中，要经常用显微镜检查胚胎发育的情况，以便及时挑出要孵化的亲蟹。当胚胎内的幼体心脏跳动次数达 100 次/min 以上时，要移入孵化池，使其自然孵化出幼体。正常情况，几乎都是早晨 5—8 点孵化，尤其是 6—7 点孵化更为常见。

2. 幼体培育

(1) 饵料的培养。幼体放入前，首先要培育一定密度的单细胞藻类(如骨条藻、菱形藻等)，在幼体入池前加入一定密度的轮虫，以便第一期溞状幼体有良好的开口饵料。水中亦应维持一定数量的绿藻(如小球藻)，以便调节

水质。

(2) 饵料投喂。第一期溞状幼体以轮虫为主,可辅助投喂一定数量的鲜酵母、光合细菌等。从第二期溞状幼体开始应在满足轮虫的基础上及时添加卤虫无节幼体,使幼体尽早摄食卤虫无节幼体。第三期溞状幼体应以卤虫无节幼体为主,另搭配轮虫、蛋黄等。第四至五期溞状幼体主要投喂卤虫无节幼体,第五期溞状幼体后期应适量搭配小型卤虫成体,大眼幼体期间以鲜活卤虫成体为主,可加喂适量的鲜鱼肉、虾粉等。在变态至大眼幼体的过程中,应投足饵料,以免幼体变态不齐,导致相互残杀。饵料投喂以少量多次为原则,及时观察调整具体投喂量。

(3) 环境因子控制。育苗期间,一般水温控制在25～28℃,pH 8.2～8.5,盐度25～28。前期光照相对应暗一些,后期光线稍强,出池前应将水环境调节至与外界环境一致。

(4) 育苗管理。第一期溞状幼体不换水,第二期溞状幼体以后开始换水,换水量一般为1/3左右,换水时保持前后条件一致,定期吸污,以防底质恶化,幼体培育密度一般为第一期状幼体20万尾/m^3,后期幼体根据存活情况及时调整密度,第五期溞状幼体后期密度控制在5万～10万尾/m^3。

(5) 青蟹育苗期的病害防治。青蟹的溞状幼体、大眼幼体和幼蟹,可发现弧菌病、丝状细菌病、霉菌病和聚缩虫病等,除了按照蟹类疾病防治要求治疗外,还应该在育苗中重视管理,保持良好水质,提供良好的优质饵料,注意池子和工具的消毒,从育苗技术上确保幼体和幼蟹生长发育的优越环境,减少疾病的发生。

(6) 出池。大眼幼体5～6 d可移入室外土池中进行培育,也可利用室内水泥池培育,但应将大眼幼体放入新池,以提高幼体变态率。

(7) 幼蟹培育。利用室内水泥池培育幼蟹时,可在池内悬挂一些附着物,如网片、棕绳等,池底应搭设一些蔽物。利用室外土池进行培育时,池塘面积一般为1～2亩,不应太大,池底及四周平整规则,放入大眼幼体前应在池内繁殖基础饵料,如小型桡足类及底栖动物,以保证幼蟹的摄食。室内放大眼幼体1万～2万尾/m^3,室外每亩水体放2.5 kg左右大眼幼体。室内水泥池培育幼体,饵料投喂种类为卤虫、虾、鱼、贝碎肉等,要合理投喂,以防底质变坏,应每天换水、吸污,保持水质清新,同时应适量充气,以保证氧气的需求。室外池塘培育除靠天然饵料外,也应补充上述饵料。

8.6.2.2 青蟹养成

1. 青蟹的池塘养殖

(1) 养成池。池塘面积一般1 000～6 000 m^2,也可利用现有对虾养殖池养殖。底质泥砂或砂底,池底平坦,水深1～1.5 m。

(2) 种苗的选择与放养密度。① 种苗应选择体质健壮、无伤残的蟹苗。质量好的蟹苗甲壳呈青绿色,体质健壮,生活力强,不易捕抓,躯体完整,步足齐全,无损伤。② 幼蟹的放养时间,南方一般在6—7月份放养,北方生长适温期短,应提早放养,一般5月20日至6月初放养。放养的规格每只以10～30 g为宜,经3～4个月饲养后达到商品规格。③ 面积为2 000～3 333 m^2 的塘,每亩放养2 000～2 500只;面积10亩以上的池塘,每亩放养1 000尾;如与对虾混养,每亩可放养300只;北方地区当地培育的苗种,由于规格偏小,可适当提高放养密度,每亩可放养1 000只。

(3) 管理。青蟹以肉食性为主,不同生长阶段觅食对象各异。幼蟹偏于杂食性,个体愈大愈趋向肉食性,蜕壳生长期间尤喜贝类。青蟹多在夜间觅食,水温13℃以上摄食量增加;水温25℃时摄食量达到高峰;水温超过30℃摄食量降低;水温降至14℃以下时大大减少。在蜕壳和交配时不摄食。青蟹饵料以新鲜贝类为最佳,寻氏肌蛤、小毛蚶、篮蛤、鸭嘴蛤、椎螺等都是青蟹较好的饵料。还可搭配投喂一些新鲜小蟹、小虾、小杂鱼及配合饵料等,而鱼类较差。投喂贝类一般投喂量为蟹体重的25%～35%,投喂杂鱼其投喂量为蟹体重的6%～12%,在前期一般投喂蟹体重的12%～8%,在后期投喂量为8%～5%。养蟹池日常换水以量少多次为宜,日换水量为池水的1/5～1/3,高温季节可增至1/2～2/3。换水时间最好在早晚,排水时间尽量短而快。但池水不宜排干,应保留20～30 cm深的水位,高温季节为40～50 cm。进水时流速不宜太急,流量不宜太大。日常水位应保持1～1.5 m深,以保证池内温度恒定。当池内海水相对密度过高或过低时,要及时换水调节相对密度。

8.7 海洋药用棘皮动物的育苗和养殖

8.7.1 刺参的育苗和养成[1,3]

8.7.1.1 刺参育苗

1. 亲参的蓄养

在亲参入蓄养池前应对亲参进行一次挑选,将已排脏的及皮肤破损、受伤的个体剔除,以免在蓄养中继续溃烂并传染其他个体。

(1) 蓄养密度。在水温为10～20℃的静水蓄养条件下,放养密度为70头左右/m^3,但如水温超过20℃时,则应适当降低蓄养密度,一般可降为50头左右/m^3。同时在亲参个体较大时,也应适当降低蓄养的密度。

(2) 蓄养期间的管理。为保持蓄养水的洁净和所需的溶氧量,每天早、晚各换水1次,每次换水量为1/3～1/2;及时清除蓄养池底的污物及粪便;随时注意观察亲参

的活动情况，当发现亲参有产卵、排精的预兆时（傍晚在池壁上活动频繁，部分亲参抬头左右摇摆）应及时做好产卵前的准备工作。

2. 亲参的人工促熟

在亲参采捕不便的地区或为了提早育苗，提高参苗的规格，延长当年的生长期，多数采用亲参室内升温促熟的技术，使亲参能提前 1 个月左右成熟、产卵。

（1）升温。在亲参入池后的前 3 d 不宜立即升温，待其生活稳定后开始升温。日升温 0.5～1℃，当水温升至 13～15℃时应恒温培育，不再继续升温，直至预定采卵前 7～10 d，使水温升至 16～18℃。

（2）充气。在亲参促熟过程中应连续充气，以利于增加溶氧量，提高亲参的活力。

（3）换水。每天上午全量换水 1 次，换水时的温差应严格控制在 1℃以内，每次换水时应彻底清除粪便及残饵，发现溃烂个体应及时清除。

（4）投饵。一般投喂人工配合饵料。比较合适的配合饵料有下列两种。一种为活性海泥 59%，杂蟹 7.14%，滨螺 7.14%，玉米淀粉 2.38%，大叶藻 23.8%，为颗粒饵料。这种配合饵料，刺参的日摄食量为 4～8 g/个，每头亲参平均增重约 26.8 g，生殖腺指数达 18%左右。而此时在海上捕获的亲参其生殖腺指数仅为 5.9%。另一种配合饵料为鼠尾藻（粉碎）80%，鱼粉 15%，甘薯粉 5%，此外，取一部分海泥（用 NX－79 筛绢滤出，每毫升含底栖硅藻 4000 个左右），充分搅拌，每日按体重的 10%投喂（每天 2 次，上午投 30%，傍晚投 70%）。

3. 诱导亲参产卵的方法及受精

自然排放精、卵一般在傍晚开始至 20—21 点，可持续至夜间（22 点左右），一般是雄的先排精。为了有计划安排人工育苗，在雌亲参性腺充分成熟的条件下，可通过多种方法来诱导亲参产卵。具体的方法有：

（1）升温诱导法。用人工的方法提高海水的温度，使水温较原水温升高 3～5℃，亲参在温度的刺激下即可排精、产卵。

（2）阴干流水刺激法。将蓄养池水排干，使亲参阴干 0.5～1 h，再用流水缓慢冲流 40～50 min，然后注入新鲜海水，经流水刺激后 1.5～2 h，亲参即开始沿池壁向上移动，活动频繁，不久即可排精、产卵。

4. 受精卵的孵化与幼体选育

（1）孵化。亲参产卵、受精后，在洗卵时要注意洗卵水的水温应与原水温保持基本一致。洗卵后加入新鲜海水，并进行取卵计数。一般情况下受精卵孵化的密度为 10 粒/ml，如果密度过大，应分池孵化，孵化一般采用静水孵化，但是为了防止受精卵沉入池底相互挤压而影响胚胎的正常发育，应每隔 0.5 h 搅池 1 次。孵化时的水温一般为 20℃左右，在此水温下经 24～26 h，原肠胚即可从卵膜内孵出，并浮游于水体的上层。为了防止刚孵出的幼体相互粘聚成团，应每隔 0.5 h 搅池 1 次。

（2）幼体选育。胚体孵出后，健壮的幼体多集中在水的中上层，此时应将浮于中上层的幼体（小耳状幼体）选入培育池中进行培育。

5. 幼体的培育

（1）培育密度。幼体的培育密度，一般应控制在 0.4～1 个/ml。

（2）换水与管理。为了保持培育水体的水质洁净、新鲜，应及时有效地进行换水。在幼体刚选育后的 1～2 d，可以采用添加部分新鲜海水的方法，每天加水 10～15 cm（可分上、下午两次添加），待水加满池后即需换水。每天换水 2～3 次，一般情况下当水温在 20℃以下时每天换水两次即可；水温在 20℃以上时每天应换水 3 次，每次换水量为池水的 1/3～1/2。当幼体发育至大耳状幼体后期时应清底 1 次。

（3）饵料。适宜刺参耳状幼虫的饵料种类有盐藻、湛江叉鞭金藻、三角褐指藻、牟氏角毛藻、小新月菱形藻等，而扁藻、异胶藻、小球藻、塔胞藻等单胞藻对刺参幼体并不适宜，从投喂效果看，以硅藻类和金藻类混合投喂的效果最好。此外，在耳状幼体培育过程中也可采用某些代用饵料，如鼠尾藻的磨碎液、海带草的发酵液及食用酵母等投喂。上述代用饵料也能培育至樽形幼体，直至稚参，但成活率低，一般在 10%以下。

单细胞藻类的投喂量，以硅藻或金藻为例，每次的投喂量为：小耳状幼体为 1 万个细胞/ml，中耳状幼体为 1.5 万个细胞/ml，大耳状幼体为 2 万个细胞/ml，每天投喂 2 次。代用饵料的投喂量根据种类不同有较大差别，如鼠尾藻磨碎液每天投喂量为 10～20 g/m³，海带草发酵液每天投喂量为 10～14 g/m³，食用酵母为 6～8 g/m³，上述饵料每天分 2～4 次投喂，由于代用饵料较易败坏水质，因此，应增加换水量和清底的次数。

（4）对海水理化因子的要求。① 水温：刺参幼体生长发育的适温范围为 17～26℃，最适水温为 18～22℃，在此范围内温度越高，幼体生长发育越快。② 盐度：刺参幼体对盐度适应的范围为 26.2～32.7。③ 溶氧量：育苗期间溶氧量应保持在 5 mg/L 以上较安全。④ 酸碱度：刺参幼体适宜的 pH 在 8.10～8.30。⑤ 光照：在育苗期间应避免直射光的照射，适宜的光照强度为 1 200～1 600 lx。⑥ 氨氮：在正常情况下，幼体培育池中的非离子氨含量标准≤0.02 mg/L。

（5）附着基及其投放方法。当水体中出现大量樽形幼体时应及时投放附着基（器），以供幼体附着。附着基种类大致有三种：一是采用聚乙烯塑料薄膜，制成一定大

小的片状附着片，每 8～10 片组装为一架，投放密度 40 片/m^3。二是采用聚乙烯波纹板制成的附着片，然后用折叠式框架组成架（与养鲍的附着片类似），60～80 片/m^3。三是采用瓦片、石板、石块等。这类附着基一般放置于池底作为一种辅助的附着器材。

6. 稚参的培育

五触手幼体沉落于附着器上不久即生出第一个管足，于是刺参的发育进入了稚参阶段。此阶段所需时间较长，是刺参人工育苗中的重要环节。

（1）饵料。2 mm 以下的稚参以摄食附着基上的底栖硅藻为主，并可适当添加少量的浮游单细胞藻，如三角褐指藻、小新月菱形藻、骨条藻、盐藻等。采用投喂鼠尾藻磨碎液，效果良好，其投喂量稚参初期为 10～25 g/m^3；体长 2～5 mm 的稚参日投喂 2 次，每次投喂量 40～60 g/m^3。

采用人工配合饵料投喂稚参的效果也很好，因为人工配合饵料中营养比较全面，一般含有鱼粉、藻粉、贻贝肉和海泥等成分，配合饵料一般 3～4 d 投喂 1 次，每次投喂量为 0.02～0.04 g/头。

（2）充气。稚参附着后必须不断充气，但充气量不宜过大，一般控制在 30～40 L/(h · m^3)。

（3）换水与管理。在早期每天换水 2 次，每次换水量约 1/3。

（4）敌害防治。桡足类的防治：在稚参的培育过程中池内经常出现众多的桡足类与稚参争夺饵料，甚至咬伤稚参的体表，使骨片脱落而逐渐死亡。因此，应注意及时杀灭桡足类。其方法是采用浓度 1～2 mg/m^3 的敌百虫，一般在 2 h 即可全部杀死桡足类，而对稚参不产生毒害。但使用敌百虫后，要进行一次大换水。

在稚参培育过程中，某些致病的微生物在附着板上繁殖极快，一是采用抗生素药物杀菌。使用的抗生素种类及浓度为：青霉素 3～6 g/m^3；氯霉素 3～5 g/m^3；土霉素 2～5 g/m^3；呋喃西林 2～5 g/m^3。3～5 d 施药 1 次，可防止细菌的蔓延。二是及时清底与倒池。

8.7.1.2 刺参养成

池塘养参法始于利用对虾养殖池中试养刺参获得初步成功的基础上而提出，但目前尚有许多技术参数有待进一步的研究。在利用虾池进行养殖时，首先必须在池底建立人工海参礁，以便海参栖息，其材料可利用瓦片、空心砖、石块等。

（1）养殖密度。放养参苗应在 1 cm 以上，播苗量 10～20 头/m^2。若放养 5 cm 以上的幼参，则密度控制在 3～5 头/m^2。

（2）投饵。可投喂人工配合饵料，主要成分是杂鱼、虾粉、藻粉、豆饼粉、麸皮等。另外，也可适当投喂一些富含底栖硅藻的海泥等。投喂切勿过量，以免败坏池底，造成刺参发病。因此，近年多采用经常换水带进天然饵料。

（3）换水。应视池水水质的情况进行换水，保持水中的溶氧量、pH、氨氮等符合水质的标准要求。刺参在池塘中养殖生长最快的水温为 10～16℃（即在春秋季节），在夏季因夏眠、冬季因水温过低而生长缓慢，此时一般不再人工投饵。由于刺参可吞食底质中的残饵、对虾的排泄物及尸体等，因此，也可与对虾混养。

8.7.2 马粪海胆的育苗和养成[3]

8.7.2.1 马粪海胆育苗

1. 亲海胆的采捕与暂养

（1）亲海胆的采捕时间与规格。根据种类的不同有差异，采捕时间在 3—4 月，一般在 4 月上旬较宜，此时水温 13℃左右，采捕规格应在壳径 3～4 cm 以上。

（2）亲海胆的暂养促熟。马粪海胆的暂养密度为 100 个/m^3 左右。暂养期间投喂海带、石莼等海藻，暂养过程可采用自然水温。有条件的也可适当升温至 15～16℃进行促熟，这样可比自然海区的海胆提前约 8 d 产卵。暂养期间要及时换水。一般早、晚换水各 1 次，换水时要将水排尽，并将粪便与残饵冲刷干净。

光棘球海胆的产卵期正值夏季高温季节，因此应采用流水法暂养促熟，以免水质恶化，致使海胆死亡。一般对光棘球海胆的暂养时间不宜过长。

2. 产卵、受精与孵化

（1）自然产卵。性腺成熟后的海胆，采捕后在暂养池中可自然排放精卵，一般在晚上 7—9 点常可见有海胆爬至池壁上，雄海胆从生殖孔排出白色烟雾状精液，而雌海胆从生殖孔处排出的卵子呈橘黄色绒线状，散开后逐渐沉入池底。雌海胆产卵可持续 15～30 min，若所产的卵呈块状下沉而不散开者，可能是未成熟的卵。

（2）人工诱导产卵。为了有计划地安排人工育苗。目前多数采用人工诱导产卵的方法，具体方法为：① 氯化钾注射法。取成熟个体用 0.5 mol/L 氯化钾溶液从围口膜处插入针头进行体腔注射，一般为 1～2 ml，注射后不久即可排放精、卵。② 摘除口器法：将成熟海胆冲洗干净，剪去棘再冲洗，然后剪破口膜，用镊子摘出口器，不要伤及生殖腺。用过滤海水轻轻冲洗内部，洗去因肠道断裂而散溢的食物残渣，然后，以反口面朝下，置于盛有过滤海水的烧杯口缘上，使生殖孔浸入水中，即可见成熟的个体排放精子、卵子。

（3）人工授精。在暂养池中自然排放精子、卵子的，在池中即自行受精，一般在人工授精后 0.5～1 min 即可举起受精膜。人工授精成功后要及时洗卵子，以除去多余的精子，然后入孵化池孵化。

（4）孵化。马粪海胆孵化的密度在 50 粒/ml 左右，而光棘球海胆一般在 20～30 粒/ml。孵化的适宜盐度为 30

左右，马粪海胆在水温 14～17℃下，经 22 h 囊胚从卵膜中孵化出膜；而光棘球海胆在水温 23～24℃下，则经 10 h 即可孵化出膜。

3. 幼体的培育

(1) 幼体的选育与培育密度。幼体的选育应在胚胎发育至棱柱幼体时开始进行。此时，健壮的幼体均浮游在水的表层。用虹吸的方法将幼体定量选育至培育池中培养。马粪海胆的培育密度应控制在 2～3 个/ml 左右。

(2) 换水。每天换水 2～3 次，每次换水量为 1/3～1/2，采用网箱换水。在四腕长腕幼体前采用 260 目网箱，六腕幼体采用 200 目或 150 目网箱，八腕幼体采用 120 目网箱。

(3) 充气。培育过程中一般采用微量充气的办法，2 h 1 次，每次充气 10～15 mim。也可采用静水培育的方法，0.5～1 h 用搅水耙搅动池水，搅动时动作一定要轻。

(4) 光照。海胆幼体的趋光性较强，因此，培育环境的光线，不宜过强，一般光强应控制在 300 lx 以内。

(5) 水温和盐度。按照育苗季节当时的海水温度与盐度，控制在适宜范围之内。

(6) 饵料。在海胆幼体阶段较适宜的饵料种类有小新月菱形藻、等鞭藻、叉鞭藻、角毛藻等，其中以角毛藻的投喂效果最好。开始日投饵量由 0.5 万个细胞/ml 至八腕长腕幼体逐渐增加，可投 6 万个细胞/ml。特别应注意的是在变态前要加大投饵量。

4. 附着基的投放和稚海胆的培育

附着基的种类与刺参育苗时所用的相似。如聚乙烯波纹板、聚乙烯薄膜等，并预先接种上底栖硅藻。附着基投放的数量一般为池底面积的 10 倍左右，已出现前庭复合体的幼体投放密度 60 万～80 万个/m^3。当变态为稚海胆后应投喂鼠尾藻磨碎液和适量的单细胞藻(如角毛藻、金藻等)，变态后期当底栖硅藻不足时，可采集一些大型海藻，搓洗出附着于藻体上的底栖硅藻，用筛绢过滤后投喂，当变态成稚海胆后应改为流水培育。

当稚海胆在波纹板上长至 2～5 mm 时，波纹板上底栖硅藻基本已被摄食干净，此时应将稚海胆用软毛刷剥离。剥离后的稚海胆置于网箱中培育，网箱的规格一般为 60 cm×50 cm×30 cm，网箱内放入黑色波纹板以便稚海胆的附着，稚海胆的密度应控制在 1 万～2 万个/箱(小于 5 mm)和 0.2 万～0.6 万个/箱(5～10 mm)。在此期间可投喂褐藻、红藻及绿藻的幼苗，从饵料效果看以褐藻类为最好。随着海胆的生长发育，日换(流)水量也应增加。

稚海胆的壳径在 0.5～1.5 cm 时即可下海养殖，壳径 1.5～2.5 cm 时则可直接底播增殖。

8.7.2.2 马粪海胆养成

马粪海胆的养成方式主要是海上筏式笼养。所采用的器材有塑料养殖筒(直径 30 cm，长 70 cm)、扇贝养殖笼(直径 33 cm，12～15 层)、塑料筐(15 cm×36 cm×18 cm)和鲍养殖笼(直径 60 cm，12 层)。

养殖密度：扇贝笼内放 1 cm 的苗种每层 40 个，3.5 cm 以上的苗种为 5～10 个；塑料筐内放 1～3 cm 以下的每筐放 120～300 个，3 cm 以上的每筐 60 个。饵料为大型藻类，如海带、裙带菜、巨藻、石莼等，3～5 d 投饵一次。养殖水层一般在 4～12 m，夏季水温高，应适当下降养殖水层。

此外，也可以采用陆上水槽养成，其方法与养鲍相似。

8.8 海洋药用鱼类的育苗和养殖

8.8.1 真鲷的育苗与养成

8.8.1.1 真鲷育苗[1,2,4]

1. 亲鱼培育

(1) 亲鱼选择。应挑选身体健康、无任何疾病的鱼作亲鱼。体重 1～2.5 kg，鱼龄以 3～9 龄为好。

(2) 亲鱼培育。亲鱼培育池应用漂白粉或高锰酸钾消毒，刷洗干净，然后放入干净水，用漂白粉消毒的池子一定要放入清水浸泡 2 d，然后重新换入清水。

(3) 亲鱼放养密度要适当。0.5～1 kg/m^3 较合适。密度不宜太大，否则容易引起缺氧死亡。真鲷的耗氧量较高，因此，在进行真鲷亲鱼培育时应特别注意水质清新，每天换水至少 2 次。每次换水量不少于池水总量的 1/2。

(4) 真鲷对饵料新鲜度要求较高，不新鲜的饵料不摄食。即使吞到口里也会吐出来。

(5) 亲鱼达到性成熟时，将其移入产卵池中产卵。产卵后的亲鱼再移回原网箱或水泥池中饲养。

2. 人工催产与人工授精

真鲷能在人工养殖条件下自然成熟和产卵，也可进行人工催产及人工授精。人工催产前可先用采卵器采卵镜检。若卵子直径超过 600 μm，说明卵母细胞已发育到 IV 期，便可注射催产药物。催产药物有鲤鱼脑垂体(APG)、绒毛膜促性腺激素(HCG)、促黄体激素释放激素类似物(LRH－A)等。用量为 LRH－A 50～100 μg、HCG 2500 国际单位、维生素 B_1 2 ml，进行一次全量注射。效应时间 24～72 h。

3. 产卵和孵化

(1) 产卵。亲鱼产完卵，便会自动潜入水底休息，经 1 h 便可以捞卵，不必将亲鱼移出；捞卵网用 60 目或 80 目筛绢做成，呈袋状，绑在一个圆形铁环上，网直径约 40 cm，网袋长 60 cm。此外，也可使用溢出法，即在池子的一边注入清水，在池子的另一边设立收获卵箱，受精卵可随水流流入网箱中。

产卵初期，产卵时间多在黄昏以后，到产卵盛期，在下

午2点产卵，甚至提前到1点产卵。起初亲鱼结群作逆时针方向游泳，雄性亲鱼尾随雌性亲鱼，以后追逐行动愈演愈烈。最后雌鱼停留在水面下，产出卵来，同时雄鱼施放精液，霎时间，水层中现云雾状物，即是精子和卵。

(2) 孵化。捞的卵应立即放入网箱中孵化，孵化缸是约0.3 m^3 的玻璃钢桶，最好使用圆桶，孵化桶中卵的密度为3万～5万个/m^3，孵化桶中放一充气石，进行微弱充气，最初每天换水1次，换水量为1/4，以后每天换水2次，换水量增加到1/2。

受精卵孵化的时间随水温变化而变化，水温21～24℃时，26 h可孵化；水温20～23℃时，需31 h孵化；水温17～22℃时，需36 h孵化；水温13.5～18℃时，需60 h孵化。

4. 仔、稚鱼和幼鱼培育

初孵化的仔鱼饲育水温16～20℃，pH 7.6～8.6，溶氧量5～6 mg/L，氨氮0.02 mg/L。初孵化的仔鱼放养密度以3万尾/m^3 较适宜，以后随鱼苗的成长逐渐降低。初孵化的仔鱼可静水培育，微弱充氧，4～5 m^2 放1个充气石。

(1) 开口期仔鱼。孵化后第四天的仔鱼，卵黄囊吸收完毕，消化道打通，仔鱼开始摄食，由内源性营养变为外源性营养。此时，应开始投喂。开口饵料是仔鱼期培育的关键，也是整个人工育苗成败的关键。真鲷的开口饵料是牡蛎幼体，也可用轮虫。真鲷的饵料系列是牡蛎幼体—轮虫—卤虫无节幼体或海洋桡足类—鱼肉糜。轮虫密度以10个/ml最为合适，按此密度培育仔鱼，成活率可达到70%以上。

(2) 仔鱼-稚鱼期。仔鱼经过20 d至1个月的培育后，可投喂一部分卤虫无节幼体，但由于个体大小有差异，还可投喂轮虫。

(3) 稚鱼期。鱼苗达到稚鱼标准后，个体大小差异逐渐加大，互残现象开始出现。有些大的个体由于残食同类，成长非常快，个体大小差异可达好几倍。此时，应该按个体大小分池培养，尽量减少损失。

(4) 稚鱼-幼鱼期。饲育40～50 d的稚鱼，全长大部分已达1.5 cm，便可停止投喂轮虫，并逐渐加大鱼肉糜的投喂量。投喂鱼肉糜后，稚鱼生长加快，饲育50 d左右的幼鱼全长可达2.5 cm；饲育60 d后，体长大部分达到3 cm以上，成为商品苗。

投喂轮虫期间，应始终注意轮虫的营养价值。如果投喂以面包酵母培育的轮虫，则在投喂鱼12 h前先用小球藻培育，以免轮虫因缺乏不饱和脂肪酸而大量死亡，此为轮虫二次培育。如果这一问题解决不好，可能造成鱼苗大量死亡，或鱼体出现畸形，大大降低幼鱼成活率。

8.8.1.2 真鲷养成

网箱养殖是多种鱼类养殖的主要方式。真鲷苗种培育至3～10 cm，便可放到网箱中养成。

1. 网箱的设置

真鲷网箱养殖的网箱规格3 m×3 m×3 m，5 m×5 m×4 m。浮网箱的设置海区应选择海流为5～15 cm/s、水温不会骤升骤降、水温年变化应在10～29℃之间的海区，真鲷最适生长水温10～20℃。真鲷对盐度变化适应力较强，但在那些因受河水影响、盐度低于16的海区不宜设置网箱。设置网箱的海区水深应为网箱高度的2倍以上，交通方便，没有污染。

2. 放养规格与密度

真鲷苗种培育至3～10 cm，便可放到网箱中养成。网箱养殖真鲷的放养密度为25 g的鱼种150尾/m^3，100 g的鱼种45尾/m^3，200 g的鱼种25尾/m^3，400 g的鱼种14尾/m^3；1000 g的鱼种6～7尾/m^3。

3. 养殖管理

真鲷苗种入网箱后12 h即可摄食，因此应及时饵投。饵料为价格低廉的碎鱼肉，如日本鳀鱼、玉筋鱼和鲐鱼等。除此之外，可以投喂一部分配合饵料，配合饵料可单独投饵，也可与碎鱼肉一起投喂，因真鲷的摄食量大，每次投饵时间需长些。一般投喂的时间应在0.5 h以上。管理中应特别注意以下两点。

(1) 在第一个冬天，真鲷受伤严重。所以网箱中真鲷放养密度应减少到4 kg/m^3，以后，放养密度可增加到15～20 kg/m^3，夏天往往水中溶氧量不足，放养密度应减少到10 kg/m^3。

(2) 在养殖过程中，网箱的网片易污染。16～45 d应更换一次。夏天，有机物质增多时，网片更换应更勤一些，10 d便要更换一次；冬天因鱼摄食少，活动量也少，网片的更换次数可适当减少。为防止疾病发生，放养密度不宜过高，保持优良的养殖环境，不投喂腐败变质饵料。

8.8.2 牙鲆的育苗和养殖[1,2,4]

8.8.2.1 牙鲆人工育苗

1. 亲鱼

牙鲆天然雌亲鱼规格是4～7龄，体长40～80 cm，体重6～7 kg以上；雄鱼3～6龄，体长30 cm以上，体重0.6 kg以上；人工亲鱼雌鱼全长30～68 cm，体重0.9～5.1 kg，雄鱼3龄以上，人工培育亲鱼比天然亲鱼可提前1 y使用。亲鱼培养应注意：

(1) 牙鲆雄鱼成熟早，精子排放结束也早。因此，雄鱼数量应比雌鱼多，一般雌雄比为1∶(1.5～2)。

(2) 亲鱼培育一般用砂滤海水。应保持池内整洁，及时将残饵及污物清除，水温应保持14～16℃，遮光，盐度为28～35，pH 7.7～8.6，溶氧量6 mg/L，并中量充氧。

(3) 培育亲鱼的鲜鱼有玉筋鱼、黄鲫、沙丁鱼等，每天投饵2次，投饵量为其体重的1%～3%，具体应根据亲鱼

的摄食情况决定投喂量的大小。

(4) 亲鱼越冬水温不能低于 5℃，适宜水温为 14～15℃，夏天水温低于 25℃。

2. 采卵

(1) 自然产卵与人工授精。自然产卵条件是水温达到 10.5～11℃，产卵盛期的水温 14～16℃，自然产卵的时间为 0～3 h 最活泼，其次是 3～6 h，再次为 12～16 h。

牙鲆为分批成熟、分批产卵的类型。在一年的繁殖季节里，一尾雌鱼可产数次卵，一次的产卵量为 4 万～45 万粒，平均每尾鱼每次产卵量约 15 万粒。

人工授精多用干法授精，有时也可用湿法授精。如果不购买亲鱼，也可在亲鱼捕捞现场用人工授精方法获得受精卵。用人工授精的受精率一般在 50%左右，但有时也可达到 90%以上。

(2) 受精卵的采集。牙鲆鱼卵为分离浮性卵，采集受精卵较为容易。有两种方法：一是在产卵池的出水处安放一个接卵网箱，由入水管处放水，产出的卵便可随水流通过出水口进入卵箱内；另一是用 80 目或 120 目筛绢制成一个捞子，人手持捞子在池边走动，便可将卵捞起，每次捞卵只用 0.5 h 就可捞完。

3. 孵化

牙鲆受精卵的孵化，可用容积为 1 m^3 的孵化网箱或孵化水槽，也可放入 10～30 m^3 的孵化池内直接孵化，孵化网箱的放卵密度 10 万～60 万粒/m^3，孵化池的放卵密度为 1.5 万～4 万粒/m^3。

受精卵在孵化过程中应加强管理，使用砂滤海水、微流水或静水均可，微弱充氧。孵化中发现死亡的卵应及时去除。正常孵化水温 10～24℃，但适宜水温为 14～16℃。

盐度对孵化有较大影响，在水温 16℃情况下，盐度 28～33，在此范围内孵化则随盐度增高而降低。

孵化时 pH 7.7～8.6，溶氧量为 6～9 mg/L，弱光照，孵化容器要防止太阳直射。每天换水 1 次，要求用同温新海水。如果水温为 15℃，60 h 可使孵出仔鱼。

4. 仔鱼、稚鱼培育

(1) 仔鱼期培育。

牙鲆鱼苗具有变态过程，即有由浮游生活阶段向底栖生活阶段转化的过程，这两个阶段的培育方法不同，称为前期培育阶段和后期培育阶段。① 前期培育阶段是指从最初孵化出仔鱼到变态沉底(全长 2.3～15 mm)期间的培育阶段。在前期培育阶段牙鲆苗要经过仔鱼期和稚鱼期培育。仔鱼期培育又分前期仔鱼和后期仔鱼。从孵出至卵黄囊吸收完毕的阶段称前期仔鱼，约 4 d，全长 2.3～4.5 mm，肌节 36～41 对，仔鱼以腹部朝上或倾斜悬于水表层，或作短距离游泳后恢复腹部朝上姿态，第 4 天消化道前后打通，第 5 天可见仔鱼摄食。② 从卵黄囊消失至冠状幼鳍形成、右眼开始上升脊索末端上翘为止，为后期仔鱼。孵化后 6～20 d，全长达到 4.5～10 mm，开始出现冠状幼鳍；全长 10 mm 时，冠状幼鳍出现鳍条，右眼开始上升，脊索末端上翘，尾下叶形成，口部发达，上、下颌骨化。肠管加粗。腹鳍原基出现。鳃耙形成，腹鳍原基上有棕褐色色素和黄色素，消化道背部、体躯背腹各有 1 对棕褐色色素细胞。身体加宽，腹鳍渐大，开始水平游泳。性较活泼，开口饵料以贝类幼体或卵为好，以后几天逐渐转食轮虫。

(2) 稚鱼期培育。

从右眼上升头顶至右眼完全移到左侧。孵化后 20～30 d，全长达到 10～16 mm，背、尾、臀鳍鳍条已形成。此时身体呈扁平叶片状，披有大量黄色素细胞，另有点状黑色素细胞分布于背、腹缘。稚鱼多在水表层水平游动，偶尔下沉水底，但很快又会上升水表面。体长 16 mm 左右的稚鱼冠状幼鳍显著缩短，已超过背鳍前缘之高度，侧线明显，体具咖啡色或深咖啡色色素细胞，相间排列，并杂有大量黄色素细胞。体色与培养池颜色有关，差别较大。光线较强的池子稚鱼的体色较深，不透明，光线较弱处培养的稚鱼体透明，色素形状清晰可辨。此时的稚鱼体已接近成鱼，但尾鳍基部的原始鳍尚存，稚鱼逐渐进入底栖生活，完全摄食卤虫无节幼体。① 在前期培育阶段，鱼苗呈浮游生活状态，可以使用玻璃钢制成的水桶。这种桶以圆形为好，也可用方形的，水深 0.8～2 m，容积 1～8 m^3。也可使用水泥池，面积 20～40 m^2，如果是大规模种苗生产还是使用水泥池育苗较好，环境稳定，成活率高。开始微弱充气，充气石 0.5～2 个/m^2，随鱼苗的成长充气量逐渐加大。培苗池光照需要 500～2000 lx，光照过高或过低对鱼苗的生长均不利，如果光照低于 20 lx，牙鲆苗不摄食，虽然尚能变态，但变态后不久便全部死亡；如果光照过强又容易引起气泡病。水温一般应保持在 13～22℃，最适水温 15～22℃，育苗海水盐度为 27～35，使用自然海水培育即可，pH 7.7～8.6，最适 pH 7.8～8.2，溶氧量 6～9 mg/L。牙鲆鱼苗培育的饵料系列为轮虫—卤虫无节幼体—鱼肉糜，前期培育主要使用轮虫。仔鱼孵化后第 3 天开始投喂贝类的幼体或卵，1～2 d 后投喂轮虫，一直投喂到第 20～25 天，每天投喂 2～3 次，轮虫密度不低于 10 个/ml，为确保培育池中轮虫的营养条件，应在池中适当添加小球藻，以改良水质，提高成活率，同时还可防止鱼苗发生体色异常。小球藻浓度为 20 万个细胞/ml。卤虫无节幼体的投喂时间为孵化后 15～40 d，投喂密度 0.4～2 个/ml，如果轮虫和卤虫并用，则应先投轮虫后投卤虫，因为鱼苗喜食卤虫无节幼体，但如果是长期单独投喂卤虫，鱼苗会体弱多病，甚至造成大批死亡。在水温为 18～20℃、饵料质量好又比较充足的情况下，从初孵仔鱼培育至变态结束，一

般30 d,此时全长可达13～15 mm。② 牙鲆后期培育一般是指潜底后到全长30～50 mm。这一阶段鱼苗已进入幼鱼期,鳞已形成,鳍已发育完全,形态与生活习性也与成鱼很相似。孵化30～45 d后,全长达16～30 mm,营底栖生活,先摄食卤虫无节幼体及成体,后期可摄食肉糜。后期培育有直接培育和网箱培育两种形式。国内多用直接培育,即是将牙鲆仔鱼直接在池内培育到变态潜底生活,此法不必要换洗网箱,也可避免仔稚鱼移入网箱时使鱼体受伤,其缺点是残饵沉积,水质易败坏,鱼苗易患病,出苗时费工时。网箱培育是将潜底前后的稚鱼移到育苗池的网箱中培育。网目一般为2～5 mm,随着鱼苗体长变化而改变网箱中网片网目大小,在大量投喂鱼肉糜时,一般7 d左右换一次网箱;投喂肉块时,20 d左右换一次网箱。此法单位面积产量高,成活率高,易消除池底污物,出池方便,此时培育池一般为20～50 m^2,水深1 m左右。网箱放苗密度在鱼苗全长达到15 mm的潜底期仔鱼时为1万尾/m^2,全长30 mm时1 000～2 000尾/m^2。牙鲆后期培育的饵料主要是卤虫无节幼体、桡足类、糠虾和鱼肉糜,以鱼肉糜为主,也可使用部分配合饵料,为顺利地实现由活饵料向冷冻饵料的转换,要在相当长时间内持续投喂卤虫等鲜活饵料。鲜活饵料、冰冻饵料和人工配合饵料一起投喂比较好。牙鲆是抢食性鱼类,其摄食方式特殊,两眼先瞄准对象,而后迅速扑向食物,抢食后又回到池底,沉到水底的饵料不再被摄食。

8.8.2.2 牙鲆养成

牙鲆养成有池塘养殖和网箱养殖两种。

1. 池塘养殖

容积一般为30～100 m^3 水体,池壁应比水面高出30～50 cm。一般放养密度为体重100～200 g的鱼种5～15 kg/m^2,体重600～800 g的鱼种20～30 kg/m^2。高温季节(水温25℃以上)2 h换水一次,每次换水量应为总水体的1/2。水温高,换水量较大;水温不高,换水量少一些。

饵料是鲜活小杂鱼或冷冻小杂鱼、小虾。投饵量一般为养殖鱼总体重的1%～3%。

2. 网箱养殖

网箱规格为4 m×4 m×3 m,5 m×3 m×8 m,8 m×8 m×3 m。放养密度为体重50～100 g的鱼种50尾/m^2。一般养殖1年可达800～1 000 g,一般只越冬1次。

8.8.3 鲈鱼的池塘养殖

池塘形状不限,一般多用长方形,一端设排水闸门,另一端设泵房,向里抽水。池底为泥砂质,面积为(3～5)×667 m^2,池水深1～2 m。每亩可放鱼种1 500尾。日投喂小杂鱼虾为鱼体重8%～20%。此外黑鲷、牙鲆、海马、鲻、梭鱼等均可以进行池塘养殖,鲻、梭鱼池塘里,也可以混养对虾。

8.8.4 黑鲷的工厂化养殖

黑鲷是温水性鱼类,在中国北方冬季在室外难以越冬,一般必须在室内越冬,进行室内工厂化养殖。每立方米水体放10～40 g的当年鱼种100～120尾,以锅炉供暖,使水温稳定在13℃±1℃的范围内,每天排污1次。换水时注意温差不得超过2℃。隔7～10 d必须清池1次,以便给黑鲷造成一个良好生活环境。室内养殖投饵量一般为2%～3%投喂,饵料一般为冷冻小杂鱼、小虾和配合饵料。投饵定时、定量。

8.8.5 海马(*Hippocampus* spp.)的人工育苗和养成

8.8.5.1 海马人工育苗

1. 亲海马选择

亲海马选择1～2龄、体形好、个体大、无病害的健康个体。雌海马以腹部较膨大、泄殖腔区稍扩、生殖乳突明显为佳;雄海马以育儿囊完整无损,囊袋长而大为好;雌、雄性比(1～2)∶1。

2. 亲海马饲养

一般采取雌、雄分池疏养,放养密度为20尾/m^3,每天投喂3～4次足量的优质鲜活饵料。

3. 亲海马产卵

当水温稳定在20℃以上时,可将性成熟的雌、雄海马按1∶1搭养在同一池内,让其自行发情、交配、产卵、受精等。待雄海马育儿囊内盛足受精卵时,应及时将雄海马移到孵育池中,让其安静地担负起护孵、护育后代的任务。

4. 孵育

凡供孵育用的池水,始终都要保持盐度和温度的相对稳定、水质清新、溶氧充足的环境。孵育期长、短随水温而异。当水温为20～22℃、25℃和28～30℃时,分别需16～18 d、14 d和10～12 d孵育出仔海马。20～30℃是孵育仔海马的适宜水温。

雄海马的育儿囊颜色由黄褐色或灰褐色转为黑褐色、囊质由坚实转为松软、囊袋由小变大等特征是临产的标志。一般黎明前后雄海马开始分娩。产仔前夕,雄海马显得十分兴奋、急速游动;然后,张开圆形育儿囊口,依靠身体反复的伸屈,囊肌的收缩,陆续将仔海马孵出囊外,跌入水中自由生活。每胎分娩历时10 min左右结束。若遇难产时,可用手轻抚育儿囊,进行人工助产。一般以产仔集中的苗质较好,产仔分散的苗质差。体长8～9 mm的初生仔海马,已能觅食轮虫和桡足类无节幼体。另外,为防止亲海马吞食仔海马和便于喂养管理,应及时将分娩后的亲海马捞出,移池精养。

8.8.5.2 海马养成

1. 仔、稚海马培育

是指在仔海马池内将初生仔海马培育至体长6 cm以内的稚海马阶段。初生仔海马的放养密度为500～1 000

尾/m³。刚产的仔海马，以管状的细口吮吸食物，主食是经100目筛绢过滤后的轮虫、桡足类无节幼体。随着仔海马的生长，需相应地投喂小枝角类、小桡足类、幼糠虾、小虾苗、小端足类等活饵。同时，适当添加扁藻、豆浆。饵料须保质保量，日投3～4次，以提高成活率。必须加强日常管理，水温要求稳定在20℃以上，池面需要适当遮阳。一般偏高温季节较易培育，偏低温季节较难培育。

2. 幼海马培育

是指在幼海马池内，将体长6 cm左右的稚海马培育至10 cm以下的幼海马阶段。稚海马的放养密度为300尾/m³。这阶段自体长5～6 cm的稚海马开始，应转投以枝角类、桡足类、糠虾或小虾等食物为主。投饵比例随海马的增长而递减，日投喂2～3次。

3. 成海马饲养

是指在成海马池内，将体长小于10 cm的幼海马，饲养为商品海马或性成熟的亲海马阶段。养成池内的幼海马放密度为80～100尾/m³。主食桡足类、端足类、糠虾、毛虾、钩虾或兼食新鲜鱼肉，也可用鲜饵或冻饵驯喂，投饵量以食完为度。日投喂2～3次，上午投喂稍多，下午适当少投，以少食多餐为好。切忌饥饿或暴食。养成期间，要经常清除池中残饵粪便，保持池水清洁，透明度控制在35 cm左右；还要避免强光照，防止浮游藻类大量繁殖；水温不宜过高，以免引起病害；养殖用水一定要用紫外线消毒；池水需常充氧或充气，要定期更换池水，一般夏季每隔1～2 d需全部换水1次；通常采用“全换水法”即先准备好一池的新鲜水，待两池水温差小于2℃时，再将原来培育池中的海马全部捞入新鲜水池内，继续培育。海马转池时，操作要轻快。原培育池底和池壁彻底清扫及消毒。

4. 越冬

海马耐低温能力较差。当水温降到13℃时，即应尽快地将海马转入越冬室进行越冬，南方利用太阳自然光照，便可提高塑料大棚池水的温度；北方则需用不同热源来升高池水的温度，进行海马越冬，都很有效。越冬水温需控制在16～18℃较适宜，且要适当喂食，以利提高越冬成活率。但必须及时清理残饵和吸除污物，保持水质清新。越冬密度为100尾/m³。

8.9 其他生物的育苗和养殖

8.9.1 海蜇的育苗和养成[1]

8.9.1.1 海蜇育苗

1. 亲蜇的选择与暂养

中国沿海海蜇繁殖期为8月中旬至9月上旬。亲蜇要选择性腺成熟度较好，且伞径在30 cm以上的个体。

亲蜇按雌雄比3∶1移入室内育苗池，暂养密度为0.5个/m³。若采捕的同批亲蜇数量较多，在一周内采苗完毕，可不必投饵，否则要投饵，每天上、下午各投饵1次，以卤虫无节幼体或小型浮游动物为饵。

2. 产卵与孵化

性腺成熟的亲蜇翌日晨便可产卵。水温20～24℃下，受精卵经0.5 h后开始卵裂。发育至囊胚期时，便自池底逐渐上浮，故应在产卵后3 h左右，将亲蜇从孵化池中捞出。受精卵经6～8 h发育为浮浪幼虫。

3. 浮浪幼虫的管理

浮浪幼虫浮游能力差，多在池底活动，几小时后浮游能力增强，为有利于幼虫分布，可微弱充气培养。浮浪幼虫变为螅状幼体的时间快者2 h，多数为3～4 d，应及时投放附苗器。

4. 螅状幼体的培育与管理

浮浪幼虫附苗1 d后发育为4触手的螅状幼体，一般每天上午投饵1次，饵料最好是本种的浮浪幼虫，其次是贝类的担轮幼虫。4触手的螅状幼体经6～7 d陆续发育为8触手，可开始投喂卤虫无节幼体，每天上、下午各投喂1次，再经10 d左右可发育为16触手。秋末螅状幼体基本都为16触手，以后天气变冷水温下降至10～5℃，投饵量减半，且每周投饵和换水各一次。水温5～0℃，可不必投饵，或3～4周投饵和换水一次。水温降至0℃以下需适当加温。

海蜇螅状幼体在横裂前、横裂繁殖中和横裂后均具有一种特殊的无性生殖方式——足囊生殖，但横裂前产生的足囊较多，一般可产生5～10个，多者可达30多个。足囊形成2 d后，自颈部萌发出4条触手，即新的螅状幼体，具有其他螅状幼体的一切生理功能。

5. 螅状幼体的横裂生殖和碟状幼体的培育

由受精卵发育而成的螅状幼体或由无性生殖产生的螅状幼体，在春末水温升至13℃左右开始横裂，即螅状幼体在触手下方托上出现自上而下横溢而形成横裂体。随着温度的上升，其间螅状幼体自上而下相继脱离亲体，产生自由游泳的碟状幼体。此阶段饵料为卤虫无节幼体及其他水中浮游动物。

6. 碟状幼体的培育

初生碟状幼体，无色，半透明游泳能力较弱，多数沉于水底，故可适当充气培养，以助其浮。一般每天投饵2～3次。碟状幼体培育密度达5万～10万个/m³。碟状幼体再经3～5天培育，可以生长成伞径5 mm以上幼水母。

8.9.1.2 海蜇养成

一般利用对虾养殖池塘进行海蜇养殖，或者利用池塘单养海蜇或与其他贝类混养。人工培育的海蜇苗或者纳水纳入的海蜇苗，在池塘中养殖不需对其专门投饵，经2个月左右的养殖便可达到商品规格。

8.9.2 双齿围沙蚕的育苗和养成

双齿围沙蚕的育苗和养成应切实注意以下五点。

(1) 雌雄搭配。雌雄比为 3 ∶ 1。雌体放养密度 20 条/m^3,水温 25℃左右,连续微量充气。采孵密度达 50 万～100 万粒/m^3时,立即捞出亲蚕。产卵时间可持续 12～15 h。

(2) 洗卵时,使用 90 目筛绢的换水网箱或过滤鼓洗卵 2～3 次。水温 20～29℃,盐度 27～29,pH 7.5～8.6。密度 50 万～100 万粒/m^3。孵化时间约 48 h。

(3) 幼体培育密度。浮游阶段 15 万尾/m^3,底栖阶段 8 万尾/m^3。浮游阶段间断充气,底栖阶段不充气。浮游阶段每天换水一次,换水量 50%;底栖阶段早晚各换水一次。

(4) 投放附着基,利用细砂作附着基。使用前用 1000 ml/m^3的福尔马林浸泡,然后洗干净。当幼体发育到五刚毛疣足幼虫时,转入底栖生活。此时向池内均匀撒布消毒过的细砂,厚度约 1 cm。

(5) 当沙蚕幼体发育至四刚毛节时开始摄食,此时应及时投饵。饵料种类有亚心形扁藻、小球藻、湛江等鞭金藻、螺旋藻、小新月菱形藻、牟氏角毛藻和三角褐指藻等。日投喂量 3 万个细胞/ml 和 0.3 g 酵母左右。采卵后 30 d 左右,幼蚕体长平均达到 1.5 cm。

参考文献

[1] 王如才,等. 海水养殖技术手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社,2001.

[2] 刘焕亮,等. 水产养殖学概论[M]. 青岛: 青岛出版社,2000.

[3] 田传远. 水产特种经济动物增养殖学[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社,2002.

[4] 阎斌伦,等. 海水鱼虾蟹贝健康养殖技术[M]. 北京: 海洋出版社,2006.

9 海洋药用生物资源珍稀与濒危物种保护

保护生物多样性就是保护人类本身。海洋药用生物资源珍稀与濒危物种保护，是生物资源与物种保护的一部分，它们与生物多样性保护息息相关。国际社会在保护生物多样性或对任何濒危动植物物种及其资源保护时，都要遵照《生物多样性公约》的原则[1,2]。海洋药用生物资源与濒危物种保护也要依据该公约。该公约指出："生物多样性是指所有来源的活的生物体中的变异性，这些来源是由陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体，包括物种内、物种间和生态系统的多样性。生物多样性可从三个水平表述：生态系统多样性、物种多样性、遗传多样性（即包括不同基因或基因组的频率和多样性）。生物资源是指对人类有实际或潜在用途或价值的遗传资源、生物体或其部分、生物种群或生态系统中任何其他生物组成部分。"这一论述显然表达出生物资源与生物多样性"形影"不离的密切关系，正如该公约所指出的"生物资源可以看作是生物多样性的源泉"。自 1992 年 6 月中国在巴西召开的联合国环境与发展大会上，与来自 153 个国家和地区的元首和政府首脑共同签署了《生物多样性公约》以来，处理任何生物多样性问题，都以公约作为依据[1]。《生物多样性公约》被一致公认为国际环境与发展领域中的里程碑，是全球生物多样性保护得以正常实施的法律性文件。公约作为国际法规和准则，在全世界首次提出了地球生物多样性的保护和生物资源的可持续利用原则。从此，也明确了生物多样性是人类赖以生存和发展的物质基础，只有全人类的共同保护，才能实现生存和发展。

生物多样性对人类到底有多大价值？据中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组的报告，全球经济的 40%以上和全世界 80%的贫穷人口的生活需要都来源于生物多样性。1997 年的估算结果表明，生物多样性的产品总和，每年为人类创造的价值约 33 万亿美元。而中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组估计，仅中国的生物多样性就可带来每年 4000 亿美元的价值。中国的生物多样性极其丰富，其自然生物资源名列世界第三位，北半球的第一位[1]。如果我们认识不到其价值，不去抚育和保护生物多样性，我们将被迫承受巨大的损失并随之消亡。

9.1 生物多样性与物种的关系

9.1.1 生物多样性

生物多样性是生物与其环境形成的生态复合体，以及与此相关的各种生态过程的总和，包括动物、植物、微生物和它们所拥有的基因，以及与其生存环境形成的复杂生态系统，它是生命系统的基本特征。生命系统包括多个层次或水平——基因、细胞、组织、器官、个体、种群、群落、生态系统、景观。每一个层次都存在着多样性。但在理论与实践上较重要、研究较多的主要有基因多样性（遗传多样性）、物种多样性和生态系统多样性。

9.1.2 物种

物种是生物进化的单元，是生物进化链条上的基本环节。尽管不同学科对物种概念的认识不尽一致，但普遍认为物种是相对稳定的，是发展连续性与间断性统一的基本形式。恰如陈世骧所述的，"物种是由居群所组成的生殖单元（与其他单元在生殖上隔离），在自然界占有一定的生境，在宗谱线上代表一定的分支"。此概念包括四个标准，即居群组成、生殖隔离、生境地位和宗谱分支。物种是客观存在的实体，是遗传多样性的载体和生态系统多样性的组成部分。因此，在生物多样性中，物种多样性占据了核心和主体的地位。物种多样性的测度一般用丰富度指数表示。物种丰富度指数表现出从两极向热带增加的规律。物种多样性还受当地地貌气候和环境的影响，同时也打上地质历史变迁的烙印。一般来说，热带雨林、珊瑚礁、大型热带湖泊（甚至包括深海）是物种多样性最丰富的生境。

9.1.3 生物多样性与物种的关系

由于遗传多样性和生态系统多样性并不像物种多样性那样直观和易于度量，因此生物多样性的丰富程度还常以物种数量表达。物种、特有物种、稀有物种及其分布形式均被用来作为表示某一地区生物多样性的重要指标，该地区的生物多样性是否亟待保护也取决于其中物种的生存状况和受威胁的程度。因此，人们认识生物多样性首先是从物种多样性开始的。在地球上，物种无处不在，并与人们的衣、食、住、行有着极为密切的联系。正是人类活动的干扰使物种灭绝的速率加快这一事实，唤起了人类对保护地球生物多样性的重视。

物种是一分类单元，它代表一群形态上、生理上、生化上与其他生物有明显区别的生物。如果说遗传多样性的损失肉眼看不见，但物种的绝灭是可察觉的。据 1998 年的统计资料[3]，全球生物种类约 141.29 万种，其中无脊椎动物与昆虫 98.7 万种，脊椎动物 4.5 万种，藻类 2.69 万种，真核单细胞有机体 3.08 万种，高等植物 24.84 万种，真菌 6.9 万种，细菌 0.48 万种，病毒 0.1 万种。在已被

描述的生物类群中，人类了解最多的是脊椎动物和高等植物，但对许多无脊椎动物、低等藻类了解得还很少，微生物物种多样性的知识更为贫乏。至今人们还不能对世界上究竟有多少种生物作出较准确的估计，由此可见人类对全球物种多样性的认识是十分有限的。只有先从物种着手，才能了解生物多样性的真实情况。

9.2 中国的海洋生物多样性

9.2.1 概述

中国海域北迄渤海，纵跨黄海、东海，直至南海的曾母暗沙，南北纵向跨越37纬度，有辽阔的海域面积、绵延万里的海岸线及众多的海岛和河流。分布在海域中的有大陆江河径流汇集形成的沿岸水系和若干不同性质水团形成的外海水系(主要为黑潮暖流)[4]。

中国海域自然条件优越，近海海底是大陆的自然延伸，倾斜平缓，是世界上最宽的大陆架之一；整个海域地处温带、暖温带、亚热带、热带四大气候带；既有陆缘海，又有深海，海水温度适中，盐度较高；沿岸地区水质肥沃、海岸曲折，适于各种鱼、虾、贝、藻类生长繁殖。中国是世界上海水化学物质、海洋生物、海底矿产、海洋能资源最丰富的国家之一。

9.2.2 海洋生物多样性

中国海域广阔，岛礁棋布，滩涂交错，众多的河流入海泥沙中含有大量有机质，还有由珊瑚礁组成的南海诸岛等，使得海洋生物资源丰富，区系复杂，种类繁多。拥有鱼类4600多种，其中主要经济鱼类百余种。大黄鱼、小黄鱼、带鱼、乌贼曾是中国著名的四大海产，而当前产量最高的四大海洋经济鱼类则是带鱼、鳀、蓝圆鲹和日本鲭(鲐)；还有虾、蟹、贝、藻类和海洋维管束植物等万余种。中国是世界上鱼种最多的国家之一。但是，高纬度海域的鲱、鳕、鲑、鳟等高产种类很少。中国鱼类年产量在30万t以上者就有9种之多，其他在10万t以内的亦不在少数。此外，中国海域中的中下层鱼类受大陆架的限制，多是浅海性鱼种，栖息在100 m等深线以内的海区。其中又以40～80 m的沟洼和海滩附近最为集中，易于进行海上捕捞。

除游泳动物的鱼类以外，头足类软体动物，如黄海的金乌贼、东海的曼氏无针乌贼和中国枪乌贼等是最重要的类群，共有30多种，数量可观，在海洋渔业中占有重要地位。还有鲸鲸、长须鲸、海豚等大型游泳动物20多种，以及鳍足类、海龟类和海蛇类等。

浮游生物的种类多、分布广、数量大，一般个体都很小，大都是经济鱼类和其他海洋动物的天然饵料。如毛虾、海蜇可供食用，是渔业捕捞之对象；有的可作为探索水团和海流的生物性标志；有的具有富集放射性物质的特点，可作为监测海洋污染的材料；夜光虫、蓝藻、双鞭藻大量繁殖时，可形成“赤潮”，造成水质变坏、鱼类死亡、危及生产等。

海底底栖动物最多，超过浮游生物和游泳动物，居于首位，分布范围极广，能够在滨海潮间带到10 000 m以下的超深渊处生存，但大多集聚在大陆架海域。许多种类具有经济价值，如毛蚶、泥蚶、文蛤、缢蛏、牡蛎、扇贝、江珧、珍珠贝、对虾、梭子蟹、泥足隆背蟹、棘利锚参等，共数百种。不少软体动物、甲壳类、棘皮动物，如贻贝、鲍鱼、螺、龙虾、海参等可作为食品、药用原料；有些能把大量有机碎屑和小型生物转化为鱼饵和食品；有些生物因为与温度、盐度、海流关系密切，可作为判别这些因子的生物学指示物；而有些如钻孔的船蛆和附着生物，能危害木制船舶和港口设施，不利于海上运输。

海底底栖植物，特别是浅海植物资源很多，有各种经济价值的藻类就达50属100多种，其中包括紫菜、海人草、海带、马尾藻、石花菜、江蓠等大型藻类，以及红树等药用海洋生物700多种。

虽然我们的祖先在几千年前就开始认识物种，并将其记录在《尔雅》、《本草纲目》等书中，但真正有科学意义的物种多样性研究始于20世纪30年代。在新中国成立之前，生物多样性研究十分落后，系统调查和研究物种多样性是在新中国建立后的20世纪50年代，中国科学院曾组织了几次大规模的综合考察，直至90年代，在基本摸清物种多样性家底的基础上，对中国动植物区系的成分、特点、起源、演化进行了深入的研究，为中国的物种多样性保护、开发和利用奠定了基础。在海洋生物方面，中国海区已经记录了海洋生物2万余种[4]，分隶于5界44门，显示出丰富的物种多样性。

9.2.2.1 原核生物界

已记录234种，包括细菌、放线菌、蓝藻和原绿藻。

9.2.2.2 原生生物界

已记录5474种，包括硅藻门(1351种)和5个单胞藻门(共287种)，黏体门47种、纤毛虫门317种和肉鞭毛虫门3472种。

9.2.2.3 真菌界

已记录281种，包括真菌、地衣。

9.2.2.4 植物界

已记录1443种，包括海藻1029种(红藻576种、绿藻193种、褐藻260种)，维管束植物414种。

9.2.2.5 动物界

已记录15128种，隶属24门。海绵动物门106种，腔肠动物门(刺胞动物门)1304种，栉水母门9种，扁形动物门765种，纽形动物门52种，动吻动物门10种，线虫动物门143种，棘头虫动物门32种，轮虫动物门17种，曳鳃动物门2种，环节动物门972种，星虫动物门43种，益虫动

物门 9 种，软体动物门 2902 种，节肢动物门 3809 种，苔藓动物门 526 种，内肛动物门 9 种，腕足动物门 9 种，帚虫动物门 4 种，毛颚动物门 37 种，棘皮动物门 624 种，半索动物门 6 种，尾索动物门 125 种，头索动物门仅有 4 种，脊椎动物门 3617 种，包括：圆口纲 9 种，软骨鱼纲 237 种，硬骨鱼纲 2780 种，两栖纲 1 种，爬行纲 24 种，鸟纲 524 种，哺乳纲 42 种。

9.2.3 海洋生物多样性有待进一步调查

《生物多样性公约》指出“生物多样性在全球的分布是不均匀的。发达国家生物资源贫乏，生物多样性储备在过去已消耗殆尽，而这一储备仍可见于生物资源丰富的发展中国家”。但是，至今我们对海洋生物资源的了解很少，有关海洋生物的记载多是 20 多年以前的。例如 1987 年的《中国鱼类系统检索》[5]记录全国淡海水鱼类 2831 种，而 1993 年的《台湾鱼类志》[6]收入鱼类 2028 种。1999 年的《拉汉世界鱼类名典》[7]收入世界鱼类有效种 26600 种，其中中国鱼类 4621 种，占世界鱼类 27977 种的 16.5%。另外，中国海域周边水域也有待深入调查。由于以往许多海域调查较为粗糙，或因军事管制而不能充分调查等条件限制，与海洋生物调查相应的海洋药物记载更是不完全，许多创新性海洋药物尚待继续调查发现，已记载的海洋药物的功效也有待进一步验证。在条件容许的情况下，我们应首先抓紧海洋深水域的海洋生物调查采集，特别是抓紧海洋特有生物（有 10 门）的调查采集，充分了解药源生物的栖息地、地理分布、生活习性及资源情况。在查清药效的前提下积极开展海洋药用生物的养殖实验。充分发挥细菌、真菌、藻类和食肉类等海洋生物在海洋生态系中的作用，充分了解各类海洋生物的食物链效应，大范围控制赤潮和病害发生，改善海洋生态环境。依据各种药用原生物的生理特性、生态系结构、科学合理地进行海洋药物的培植、养育生产，这是中国海洋药物可持续利用和发展的重要保证。

9.3 中国海洋生物及海洋药物资源应用

9.3.1 古代对海洋资源的开发与利用

中国劳动人民开发利用海洋资源已有悠久历史，是世界上最早使用海洋药物的国家[8]。远在旧石器时代，山顶洞人就已经开始利用海洋资源。从三千多年前的西周起，就已会利用潮流、洋流航海，先后到达台湾及其他沿海岛屿。在西汉时期，海船已由近海驶向远洋，东至朝鲜、日本，南到南洋群岛，西抵印度半岛南部。中国杰出的航海家郑和，于 1405—1433 年曾率领庞大的远洋船队，7 次往返于太平洋与印度洋之间，航程 10 万余里，先后到达 30 多个国家，成为中国航海史的一个里程碑。为充分利用海涂资源，所修建的海塘工程，是与万里长城、南北大运河一样著名的“三大工程”。为防止海岸崩塌和保护沿海滩地，宋代开始围垦海滨滩地。到清代，进行挑溜，改变水流条件，以求有利于利用海洋资源。

9.3.2 古代对海洋鱼类和药用资源的利用

早在春秋以前，我们的先民就利用海潮捕捞鱼类。春秋时期，渔业已成为“富国之本”的重要资源。战国时期的齐国，曾号称渔业之乡。在一千年前的晋（后晋）代，就有中国渔民在南海诸岛捕鱼的记载。水产养殖业也出现得很早，海湾养鱼已有两千年的历史[8]。如江浙一带就曾养殖松江鲈鱼。宋代开始人工繁育牡蛎，而滩涂养殖蚶、蛏、对虾也由来已久，经验丰富。早在几百年前，福建一带就采用清理岩礁、洒石灰水等办法，促进海萝、紫菜的生长，并取得了一定效益。人们还利用海洋生物防治疾病。《内经》中就有用乌贼骨治病的记述。其后的《本经》又有用海藻治疗甲状腺肿大和其他疾病的方法。其后的历代本草著述中，如《新修本草》、《海药本草》、《本草纲目》等著作，对海洋药物均有记载。

自明代中叶以后，由于海洋的特殊条件和海洋科学发展的滞后等多种原因，致使中国的海洋开发利用处于落后状态。

9.3.3 海洋资源开发利用的新时代

自古以来水产资源就是人类从自然界获取生活、生产资料的重要来源之一。随着社会、经济和科学技术的不断发展，渔业科学与技术也空前地得到提升和发展，同时渔业资源的可持续利用和渔业的发展，也日益引起人们的关注与期待。具有悠久历史的中国渔业，无论是养殖、捕捞或是水产品加工，还是内陆水域渔业、海洋渔业都有其传统特色，并为世界作出过重大贡献。从改革开放以来，随着生产力的发展和科学技术的进步，开发利用海洋资源的规模有所扩大。不仅传统的海运、围垦、捕鱼、制盐有了较大发展，而且海水综合利用，海底石油与矿藏的开采，利用潮汐发电等开始出现。海洋资源的开发利用进入了新时期，水产生产总产量从 1990 年起至今始终鳌占世界首位，成为渔业大国。

中国的海洋渔场广阔、渔业资源丰富，是世界上的重要渔场之一。其中，水深在 200 m 以浅的大陆架渔场就有 135.7 万 km^2，占世界已开拓的大陆架渔场面积的 23.7%，为世界最优良的海底拖网渔场的一部分。渤海渔场、黄海渔场、舟山渔场、南海沿岸渔场、北部湾渔场为中国五大渔场。

2000 年中国水产品总产量 4270 万 t，至 2006 年已高达 5290.40 万 t，继续居世界之首；其中养殖产量 3593.95 万 t，占总产量的 68%，捕捞产量 1696.45 万 t。全国水产品人均占有量 40.46 kg。

2006 年全国海洋捕捞主要鱼类产量：年产量 7 万～

10万t以上的种类有带鱼142万t,鳀97.45万t,蓝圆鲹62.74万t,日本鲭(鲐)47.56万t,海鳗39.72万t,鲳39.56万t,马鲛39.32万t,小黄鱼34.78万t,金线鱼30.48万t,梅童鱼23.91万t,马面鲀21.81万t,远东拟沙丁鱼21.52万t,玉筋鱼19.17万t,金枪鱼17.25万t,鲷类16.83万t,竹荚鱼15.94万t,梭鱼15.36万t,白姑鱼13.44万t,鳓10.86万t,黄姑鱼10.17万t,大黄鱼7.85万t。

2006年全国海洋捕捞主要甲壳类年产量10万t以上种类有:毛虾72.12万t,鹰爪虾38.73万t,虾蛄33.32万t,对虾12.30万t,梭子蟹40.67万t。

2006年全国海洋捕捞贝类90.38万t,腔肠类海蜇23.16万t。

头足类共有30余种,主要是鱿鱼、乌贼(包括无针乌贼、金乌贼、中国枪乌贼和日本乌贼)和章鱼,三者的年产量约为头足类总产量的80%。2006年全国海洋捕捞头足类主要种类鱿鱼60.67万t、乌贼19.39万t、章鱼14.21万t。

中国的海水养殖业发展迅速,养殖品种有鲈、大黄鱼、鲆、鲷、石斑鱼、军曹鱼、梭鱼、南美白对虾、斑节对虾、牡蛎、扇贝、蛤、贻贝、鲍鱼、蛏、海参、海带、紫菜等几十种。

2006年全国海水养殖鱼类产量71.52万t,养殖面积873 km^2。各养殖种类产量有鲈9.46万t,大黄鱼6.98万t,鲆6.34万t,鲷5.28万t,美国红鱼4.82万t,石斑鱼4.80万t,军曹鱼2.24万t。

养殖甲壳类产量93.75万t,养殖面积3302 km^2。养殖种类有南美白对虾51.20万t,斑节对虾7.92万t。

养殖贝类产量1113.59万t,养殖面积1.13万 km^2。种类有牡蛎389.20万t,扇贝114.87万t,蛤301.88万t,贻贝74.60万t。

中国海洋资源的开发虽已取得显著成绩,但同一些先进海洋国家相比,中国海洋资源的开发还存在着不小的差距。海洋资源开发在全国经济总量中所占的比重仍非常有限。由于自然条件、地理位置、人口分布和历史原因,中国的经济重心趋向沿海。随着国家对外开放政策的继续深入,对海洋经济的社会需求将不断扩大,加上西太平洋地区在世界经济全局中的重要性迅速提高,中国海洋资源的进一步开发前景良好。

9.3.4 积极开展现代海洋中医药及现代海洋药物的研究

自1978年全国科学大会提出"向海洋要药"之后,中国现代海洋药物的发展就进入了快速发展的新时期。海洋医药工业迅猛发展,已成为中国医药工业新崛起的生力军。海洋里许多动植物引起了中医中药学界的极大注意:如石花菜、蜈蚣藻、文蛤、珍珠贝、鲨(尾、胆)、灰星鲨(胆)、网纹裸胸鳝、海鳗(鳔)、玳瑁等有清热解毒效用;台湾枪乌贼、海燕、尖齿锯鳐及锯鲨(胆)、海鳗、海蛇、鲸鱼、蛤蜊肉等能祛风湿;而海狗、海豹、海参、海马可作温热药;海浮石、海蛤壳、毛蚶壳(瓦楞子)、海带、海蛾鱼等有止咳化痰、软坚散结润肠之功效;蠵龟和双吻前口蝠鲼、日本蝠鲼的鳃耙(膨鱼鳃)则是著名的解表药;海蜇、海胆、鹧鸪菜等能止咳平喘。还有许多动植物有补益、开窍、理血、舒气、安神、平肝、消化、驱虫等功能;海参有滋阴、壮阳、补血、养胎等药用价值。这都充分证明海洋中药的医疗用途十分广泛,尤其是在抗肿瘤、抗放射、抗衰老等方面,其作用更加突出。海洋中药必将为人类的医药保健事业作出更大的贡献。

在现代海洋药物研究方面,从海洋生物中开发抗病毒、抗肿瘤、抗呼吸道感染和心血管疾病等药物已成为国际药物研发的趋势。在近几十年的研发过程中,已从各种海洋生物资源中,发现1000余种结构新颖的化合物,开发成功5个上市的海洋药物,另有20余个先导化合物进入临床前或临床研究的过程。这些都充分展现了中国海洋药物生物资源的潜在开发价值。

9.4 海洋药用生物的濒危状况

尽管中国政府在自然资源与环境保护方面做出了巨大的努力,制订了自然保护政策,并积极采取保护行动,但中国的环境及生物多样性仍面临严重威胁,海洋生物资源及药用资源也受到严重影响。由于对海洋生物资源需求的大量增加,滥捕、广采、围垦填海,不合理的海水养殖或建筑工程频频出现,致使许多海洋生物群落大片大片减少,海洋物种多样性日趋下降,有的种类甚至已经绝灭或处于濒危状态。海洋药用生物资源随着海洋不合理的开发和自然环境的破坏也处于濒危和受威胁状态。因此,有必要综合分析这些问题,评价药用动物资源丧失对中国经济和医药发展的重大影响,以唤起国家与公众对保护海洋药用生物资源的关注。

9.4.1 海洋药用植物的濒危现状

海洋生物药中,有关海洋维管束植物与藻类的濒危物种研究的报道很少,《国家重点保护野生药材物种名录》、《濒危野生动植物种国际贸易公约》、《中国植物红皮书》及《中华人民共和国药典》(1995年版)都没有记载。只有《中国物种红色名录》[2]记载6种海洋维管束植物:① 海南海桑 *Sonneratia hainanensis*,极危(CR);② 拟海桑 *Sonneratia paracaselaris*,濒危(EN);③ 杯萼海桑 *Sonneratia alba*,易危(VU);④ 海桑 *Sonneratia cadeolaris*,濒危(EN);⑤ 红树 *Rhizophora apiculata*,易危(VU);⑥ 鱼藤 *Derris trifoliata*,濒危(EN)。同时,每一物种又分别列出《IUCN红色名录》(2004年版)的濒危等

级,对这6种海洋维管束植物相应的记载是:① 极危(CR);② 濒危(EN);③ 未列入;④—⑥ 未列入。但是在以上6种濒危海洋维管束植物中,①、②、⑥为陆生植物。

9.4.2 海洋药用动物的濒危现状

根据《中国物种红色名录》、《IUCN红色名录》(2004年版)记录的物种濒危等级、《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)、《中华人民共和国野生动物保护法》及《中国濒危动物红皮书》(包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和兽类4卷)列举的物种保护级别等文件,将现有海洋药用动物的濒危状况和保护级别列入表9-1。

表9-1 海洋药用濒危及保护动物名录

类别或种名	拉丁学名	《中国物种红色名录》	《IUCN红色名录》	《濒危野生动植物种国际贸易公约》	《中华人民共和国野生动物保护法》	《中国濒危动物红皮书》
刺胞动物门珊瑚纲						
美丽鹿角珊瑚	*Acropora formosa*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
佳丽鹿角珊瑚	*A. pulchra*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
鹿角珊瑚	*A.* spp.	易危(VU)/濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
丛生盔形珊瑚	*Galaxea fascicularis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
红珊瑚	*Corallium* spp.	未列入	未列入	未列入	Ⅰ级	未立项
二叉黑角珊瑚	*Antipathes dichotoma*	未列入	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
日本黑角珊瑚	*A. japonica*	未列入	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
多枝黑角珊瑚	*A. virgata*	未列入	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
软体动物门						
耳鲍	*Haliotis asinine*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
羊鲍	*H. ovinas*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
多变鲍	*H. varia*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
虎斑宝贝	*Cypraea tigris*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	未立项
冠螺	*Cassis cornuta*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	未立项
红口榧螺	*Oliva miniacea*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
彩饰榧螺	*O. lignaria*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
大珠母贝	*Pinctada maxima*	未列入	未列入	未列入	Ⅱ级	未立项
旗江珧	*Atrina vexillum*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
多棘裂江珧	*Pinna muricata*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
砗[石豪]	*Hippopus hippopus*	濒危(EN)	无危(LC)	附录Ⅱ	未列入	未立项
长砗磲	*Tridacna maxima*	濒危(EN)	无危(LC)	附录Ⅱ	未列入	未立项
鳞砗磲	*T. squamosa*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
大砗磲	*T. gigas*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
番红砗磲	*T. crocea*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	未列入	未立项
库氏砗磲	*T. cookiana*	未列入	未列入	附录Ⅱ	Ⅰ级	未立项
西施舌	*Mactra antiquata*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
节肢动物门						
中国明对虾	*Fenneropenaeus chinensis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
墨吉明对虾	*F. merguiensis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
长毛明对虾	*F. penicillatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
周氏新对虾	*Metapenacus joyneri*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
沙栖新对虾	*M. moyebi*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未立项
大蝼蛄虾	*Upogebia major*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
日本龙虾	*Panulirus japonicus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
中国龙虾	*P. stimpsoni*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
中国鲎	*Tachypleus tridentatus*	濒危(EN)	数据缺乏	未列入	未列入	未立项
南方鲎	*T. gigas*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
棘皮动物门						
棘辐肛参	*Actinopyga echinites*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
子安辐肛参	*A. lecanora*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项

（续表）

类别或种名	拉丁学名	《中国物种红色名录》	《IUCN红色名录》	《濒危野生动植物种国际贸易公约》	《中华人民共和国野生动物保护法》	《中国濒危动物红皮书》
白底辐肛参	*Actinopyga mauritiana*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
乌皱辐肛参	*A. miliaris*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
蛇目白尼参	*Bohadschia argus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
图纹白尼参	*B. marmorata*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
黑海参	*Holothuria atra*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
红腹海参	*H. edulis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
豹斑海参	*H. pardalis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
棕环海参	*H. fuscocinerea*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
玉足海参	*H. leucospilota*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
虎纹海参	*H. pervicax*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
糙海参	*H. scabra*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
马氏海参	*H. martensi*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
黑乳海参	*H. nobilis*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
尖塔海参	*H. spinifera*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
绿刺参	*Stichopus chloronotus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
糙刺参	*S. horrens*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
花刺参	*S. variegatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
梅花参	*Thelenota ananas*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
二色桌片参	*Mensamaria intercedens*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
非洲异瓜参	*Afrocucumis africana*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
海地瓜	*Acaudina molpadioides*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
马粪海胆	*Hemicentrotus pulcherrimus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
紫海胆	*Anthocidaris crassispina*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未立项
头索动物门狭心纲						
白氏文昌鱼	*Branchiostoma belcheri*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	未列入
脊椎动物门圆口纲						
日本七鳃鳗	*Lampetra japonica*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	易危(VU)
蒲氏粘盲鳗	*Eptatretus burgeri*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
脊椎动物门软骨鱼纲						
曾氏兔银鲛	*Hydrolagus tsengi*	濒危 (EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
狭纹虎鲨	*Heterodontus zebra*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
宽纹虎鲨	*H. japonicus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
鲸鲨	*Rhincodon typus*	濒危(EN)	易危(VU)	附录Ⅱ	未列入	未列入
姥鲨	*Cetorhinus maximus*	濒危(EN)	易危(VU)	附录Ⅱ	未列入	未列入
丁字双髻鲨	*Eusphyrna blochii*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
笠鳞棘鲨	*Echinorhinus cookie*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
台湾刺鲨	*Centyrophorus niaukang*	濒危(EN)	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入
叶鳞刺鲨	*C. squamosus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
欧氏荆鲨	*Centroscymnus owstoni*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
蒲氏霞鲨	*Centroscyllium kamoharai*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
异鳞鲨	*Scymnodon squamulosus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
田氏鲨	*Deania calcea*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
白斑角鲨	*Squalus acanthias*	濒危(EN)	无危(LC)	未列入	未列入	未列入
小眼真鲨	*Carcharhinus microphthalmus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
乌翅真鲨	*C. melanopterus*	易危(VU)	无危(LC)	未列入	未列入	未列入
梅花鲨	*Halaelurus hurgeri*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
伊氏锯尾鲨	*Galeus eastmani*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
日本锯鲨	*Pristiophorus japonicus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
日本扁鲨	*Squatina japonica*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入

（续表）

类别或种名	拉丁学名	《中国物种红色名录》	《IUCN红色名录》	《濒危野生动植物种国际贸易公约》	《中华人民共和国野生动物保护法》	《中国濒危动物红皮书》
尖齿锯鳐	*Pristis cuspidatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
小齿锯鳐	*P. microdon*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
赤魟	*Dasyatis akajei*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
小眼魟	*D. microphthalmus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
光魟	*D. laevigatus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
双吻前口蝠鳐	*Manta birostris*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
日本蝠鲼	*Mobula japonica*	濒危(EN)	近危(NT)	未列入	未列入	未列入
无刺蝠鲼	*M. diabolus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
脊椎动物门硬骨鱼纲						
白鲟	*Psephurus gladius*	极危(CR)	极危(CR)	附录Ⅱ	Ⅰ级	濒危
中华鲟	*Acipenser sinensis*	濒危(EN)	濒危(EN)	附录Ⅱ	Ⅰ级	易危(VU)
太平洋鲱	*Clupea pallasi*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
鲥鱼	*Macrura reevesii*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	濒危(EN)
长条蛇鲻	*Saurida filamentosa*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
香鱼	*Plecoglossus alitivelis*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	易危(VU)
花鳗鲡	*Anguilla marmorata*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	濒危(EN)
波纹裸胸鳝	*Gymnothorax undulates*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
斑点裸胸鳝	*G. meleagris*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
豆点裸胸鳝	*G. favagineus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
白斑裸胸鳝	*G. leucostigma*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
黄边裸胸鳝	*G. favagineus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
真燕鳐	*Prognichthys agoo*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
尖头燕鳐鱼	*Cypselurus oxycephalus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
飞鱼	*Exocoetus volitans*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
鳕鱼	*Gadus macrocephalus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
冠海马	*Hippocampus coronatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
刺海马	*H. histrix*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
大海马	*H. kelloggi*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	未列入
管海马	*H. kuda*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
斑海马	*H. trimaculatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
小海马	*H. japonicus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
恒河鱼海龙	*Ichthyocampus carce*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
刁海龙	*Solrgnathus hardwichii*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
拟海龙	*Syngnathoides biaculeatus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
粗吻海龙	*Trachyrhamphus serratus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
红鳍冠海龙	*Corythoichthys haematopterus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
葛氏海蹿鱼	*Halicampus grayi*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
黄唇鱼	*Bahaba taipingensis*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	未列入
棘头梅童鱼	*Collichthys lucidus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
黑鳃梅童鱼	*C. niveatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
大黄鱼	*Larimichthys crocea*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
小黄鱼	*L. polyactis*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
眼带篮子鱼	*Siganus puellus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
白斑笛鲷	*Lutianus bohar*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
金焰笛鲷	*L. fulviflamma*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
中华马鲛	*Scomoberomorus inensis*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
大青弹涂鱼	*Scartelaos gigas*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
白短鲫	*Remora albescens*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入

（续表）

类别或种名	拉丁学名	《中国物种红色名录》	《IUCN红色名录》	《濒危野生动植物种国际贸易公约》	《中华人民共和国野生动物保护法》	《中国濒危动物红皮书》
日本鬼鮋	*Inimicus japonicus*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
玫瑰毒鮋	*Synanceia verrucosa*	濒危(EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
松江鲈	*Trachidermus fasciatus*	濒危(EN)	未列入	未列入	Ⅱ级	濒危(EN)
褐毛鲿	*Megalonibea fusca*	濒危 (EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
菊黄东方鲀	*Takifugu flavidus*	濒危 (EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
红鳍东方鲀	*T. rubripes*	濒危 (EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
网纹东方鲀	*T. reticularis*	濒危 (EN)	未列入	未列入	未列入	未列入
牙棘茄鱼	*Halicmetus reticulates*	珍稀种类	未列入	未列入	未列入	未列入
脊椎动物门爬行纲						
蠵龟	*Caretta caretta*	极危(CR)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅱ级	濒危(EN)
海龟	*Chelonia mydas*	极危(CR)	极危(CR)	附录Ⅰ	Ⅱ级	极危(CR)
玳瑁	*Eretmochelys imbricata*	极危(CR)	极危(CR)	附录Ⅰ	Ⅱ级	极危(CR)
棱皮龟	*Dermochelys coriacea*	极危(CR)	极危(CR)	附录Ⅰ	Ⅱ级	极危(CR)
青环海蛇	*Hydrophiscy anocinctus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
青灰海蛇	*H. caerulescens*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
环纹海蛇	*H. fasciatus*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
扁尾海蛇	*Laticauda laticau*da	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
小头海蛇	*Microcephalophis gracilis*	易危(VU)	未列入	未列入	未列入	未列入
脊椎动物门鸟纲						
斑嘴鹈鹕	*Pelecanus philippensis*	易危(VU)	易危(VU)	未列入	Ⅱ级	未列入
白鹳	*Ciconia ciconia*	未予评估	未列入	附录Ⅰ	Ⅰ级	濒危(EN)
花脸鸭	*Anas formosa*	易危(VU)	易危(VU)	未列入	Ⅱ级	未列入
鸿雁	*Anser cygnoides*	易危(VU)	濒危(EN)	未列入	Ⅱ级	未列入
大天鹅	*Cygnus cygnus*	近危(NT)	未列入	未列入	Ⅱ级	易危(VU)
疣鼻天鹅	*C. olor*	近危(NT)	未列入	未列入	Ⅱ级	易危(VU)
中华秋沙鸭	*Mergus squamatus*	易危(VU)	濒危(EN)	未列入	Ⅱ级	未列入
丹顶鹤	*Grus japonensis*	濒危(EN)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅰ级	濒危(EN)
灰鹤	*G. grus*	濒危(EN)	易危(VU)	未列入	Ⅱ级	未列入
大杓鹬	*Numenius madagascariensis*	近危(NT)	无危(LC)	未列入	未列入	未列入
脊椎动物门哺乳纲						
北太平洋露脊鲸	*Eubalaena japonica*	极危(CR)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
塞鲸	*Balaenoptera borealis*	濒危(EN)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
小布氏鲸	*B. edeni*	濒危(EN)	数据缺乏	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
蓝鲸	*B. musculus*	极危(CR)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
长须鲸	*B. physalus*	濒危(EN)	濒危(EN)	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
大翅鲸	*Megaptera novaeangliae*	极危(CR)	易危(VU)	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
抹香鲸	*Physeter catodon*	濒危(EN)	易危(VU)	附录Ⅰ	Ⅱ级	Ⅰ级
灰鲸	*Eschrichtius gibbosus*	未列入	?	附录Ⅰ	Ⅱ级	未列入
虎鲸	*Orcinus orca*	无危(LC)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
伪虎鲸	*Pseudorca crassidens*	无危(LC)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
短肢领航鲸	*Globicephala macrorhynchus*	数据缺乏	无危(LC)	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
短喙真海豚	*Delphinus delphis*	近危(NT)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
瓶鼻海豚	*Tursiops truncatus*	近危(NT)	数据缺乏	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
弗氏海豚	*Lagenodelphis hosei*	易危(VU)	数据缺乏	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
太平洋斑纹海豚	*Lagenorbynchus obliguidens*	无危(LC)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
中华白海豚	*Sousa chinensis*	濒危(EN)	数据缺乏	附录Ⅰ	Ⅰ级	未列入
热带点斑原海豚	*Stenella attenuata*	易危(VU)	无危(LC)	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
条纹原海豚	*S. coeruleoalbus*	易危(VU)	无危(LC)	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入

（续表）

类别或种名	拉丁学名	《中国物种红色名录》	《IUCN红色名录》	《濒危野生动植物种国际贸易公约》	《中华人民共和国野生动物保护法》	《中国濒危动物红皮书》
飞旋原海豚	*S. longirostris*	数据缺乏	无危(LC)	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
江豚	*Neophocaena ocaenoides*	濒危(EN)	数据缺乏	附录Ⅰ	Ⅱ级	濒危(EN)
海狗	*Callorhinus ursinus*	易危(VU)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
斑海豹	*Phoca largha*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	易危
点斑海豹	*P. vitulina*	未列入	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
环斑海豹	*P. hispida*	濒危(EN)	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
髯海豹	*Erignathus barbatus*	未予评估	未列入	附录Ⅱ	Ⅱ级	未列入
儒艮	*Dugong dugon*	极危(CR)	易危(VU)	附录Ⅰ	Ⅰ级	濒危

表 9-2 是《中国物种红色名录》中海洋药用生物的濒危等级情况统计。

表 9-2 海洋药用生物濒危等级状况

种类	总种数	各濒危等级的种数			濒危种数占总种数比例(%)
		极危(CR)	濒危(EN)	易危(VU)	
海洋维管束	81	1	3	2	5
海洋藻类	188	无	无	无	—
海绵腔肠	67	无	3	1	5
环节动物	12	无	无	无	—
软体动物	437	无	15	无	3
节肢动物	106	无	9	1	8
棘皮动物	84	无	25	无	25
鱼类	432	1	42	34	16
爬行动物	19	4	无	5	47
鸟类	45	无	2	4	22
哺乳动物	26	4	8	4	57
合计	1497	10	107	51	10

表 9-2 中可以看出海洋药用动物资源日益枯竭的趋势：以哺乳动物最甚，濒危物种已超过半数之上；爬行动物次之，濒危物种已接近 1/2；棘皮动物药用濒危物种也达到 1/4。因此，有效保护海洋生物资源，对促进人类医药学和社会经济的可持续发展具有重要意义。

9.4.3 有关动植物保护法规、条文、公约、红皮书和红色名录

9.4.3.1 《IUCN红色名录》

IUCN是世界自然保护联盟(International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)的英文全称缩写。这是一个世界自然资源保护的民间组织，自1948年在法国枫丹白露成立以来，世界自然保护运动逐渐发展壮大，今天的IUCN已拥有900多个会员组织，其中包括国家、政府机构、非政府组织及研究机构。20世纪80年代中国开放改革以来，已有个人自由参加该组织。“中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组”即由中国IUCN会员组成。由IUCN出版的《IUCN红色名录》是IUCN与世界许多科学家和重要研究机构多年来合作的成果，是全球动植物物种保护现状最全面的名录。

9.4.3.2 《国家重点保护野生植物名录》

1994年，国家林业局和农业部组织专家制定了《国家重点保护野生植物名录》，共收入13大类约1000多种，并于1999年8月公布了第一批《国家重点保护野生植物名录》。为掌握中国重点保护野生植物的资源状况，保护管理和合理利用野生植物资源提供科学依据，1996—2003年，国家林业局组织开展了全国重点保护野生植物资源调查，从中国野生植物保护急切需要出发，确定生态作用关键、经济需求量大、国际较为关注、科研价值高且资源消耗严重的189种重点保护野生植物作为本次的调查对象，其中有148种列入第一批名录，另有41种列入第二批名录。

9.4.3.3 《珍稀濒危植物名录》

国务院环境保护委员会1984年10月公布了第一批《珍稀濒危植物名录》，共354种，其中一级重点保护8种，二级保护143种，三级保护203种。国务院1987年公布的《野生药材资源保护条例》，规定对其一级保护的物种严禁采猎；对列入二、三级保护的物种，必须经县以上医药管理部门会同同级野生植物管理部门提出计划、报上一级医药管理部门批准，并取得采药证后才能采药。

国家医药管理局还制定出第一批《国家重点保护野生药材物种名录》共76种，其中植物58种，动物18种。但是所有文件都没有记载海洋药用生物。

9.4.3.4 《中国植物红皮书》

《中国植物红皮书》有两卷。卷一第一批保护物种389种国家已正式公布。卷二第二批保护物种640种国家尚未正式公布。

9.4.3.5 《中国濒危动物红皮书》

共分四卷(鱼类，两栖类、爬行类，鸟类和兽类)，论述了中国1998年以前所掌握的动物濒危状况、致危因素、保护措施等，旨在使政府部门、科学界和公众较为清楚地了解中国的动物物种现状，提高政府官员及公众对中国濒危物种的保护意识，并针对现状制定和实施相应的保护措

施，为中国物种的保护和持续利用提供科学依据。各卷分别对鱼类，两栖类、爬行类，鸟类和兽类的濒危物种的分类地位、濒危等级、种群现状、致危因素、现有保护措施、饲养繁殖状况、建议保护措施等作出论述。收录了兽类133种、鸟类183种、爬行类96种、两栖类29种、鱼类92种，共计533种。

9.4.3.6 《中国物种红色名录》

共分六卷，第一卷有9 000多个动植物种，包括物种名称(学名、中文名、英文名)、中国分布占全球的比例、评估的濒危等级及所依据的标准和理由、IUCN全球评估等级等。后五卷分别为脊椎动物卷、无脊椎动物卷和植物卷(三册)，内容为中国分布的6 000种左右受威胁物种的评估资料。每个物种收集了迄今为止最新的信息，包括分类信息(学名、中文名、英文名、重要的同物异名和分类信息备注)、现有濒危信息(《IUCN红色名录》、中国红皮书、CITES附录、国家重点保护级别)、中国种群占全球种群的比例，本次评估的濒危等级及所依据的标准和理由、生境、生物学、国内外分布、种群状况、致危因素、保护措施等，并附有外形图及分布图。

9.4.3.7 《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)

《濒危野生动植物种国际贸易公约》(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)简称CITES，是控制和管理着那些受保护物种的贸易活动的一项国际共同协议。考虑到野生动植物贸易活动对野生生物资源保护的影响，在IUCN建议下制定一个控制贸易的公约。该公约是1973年3月3日在美国华盛顿通过，于1975年7月1日正式生效。自生效以来，已有160个成员国，并且规模还在扩大。它能够对珍稀或受威胁的野生物种的进出口、转口、毛皮和纪念品贸易实行控制和管理。它的实施，比较成功地限制了国际贸易对濒危物种造成的威胁。在它的保护下，一些濒危物种的数量有所增加。CITES由瑞士日内瓦的公约秘书处管理，它在执行工作中起着协调、咨询和服务作用。成员国对执行该公约起指导作用，并设立一个代表国家的公约管理机构负责管理公约的执行。中国的公约管理机构是中华人民共和国濒危物种科学委员会。

CITES的三个附录是该公约的核心，它收录了受公约保护的物种名单。附录的制定和历次修订，在很大程度上依据IUCN红皮书及红色名录的濒危等级。该公约的濒危物种等级标准是根据生物学现状和贸易现状两方面制定的。根据生物学现状制定的物种濒危的标准(如附录Ⅰ)与《IUCN红色名录等级和标准》中的濒危等级的标准是一致的；列在附录Ⅱ的物种的标准与《IUCN红色名录等级和标准》中的易危等级的标准相似。关于附录等级标准的论述根据CITES和公约第九届成员国大会通过的有关决议内容汇总。在标准的实际应用中，当对某些指标(如物种现状或贸易对物种保护的影响)不能充分确定其影响时，应坚持“预防原则”，即本着最有利于物种保护的原则作出选择。

附录Ⅰ列出了受到威胁而濒于灭绝的物种，禁止商业性贸易。但对人工繁殖的个体、圈养或特殊个人因素可能有例外或特殊规定。

附录Ⅱ收录了受到威胁、尚未濒于灭绝的物种，但如果不严格管理和监控，其中一些物种也会面临绝境。列入附录Ⅱ的物种占了CITES整个名录的大部分，它也帮助确保这些物种贸易具有可持续性。在贸易得到出口国管理机构的同意以前，科学机构必须确定贸易是否会对该物种的生存有害。

附录Ⅲ收录了一些国家希望保护的本国物种，他们寻求CITES成员国的协助，帮助他们监督有关贸易。

9.4.3.8 《中华人民共和国野生动物保护法》

《中华人民共和国野生动物保护法》为保护、拯救珍贵、濒危野生动物，保护、发展和合理利用野生动物资源，维护生态平衡制定的大法[10]，于1988年11月8日通过，1989年3月1日起执行。该法内含“国家重点保护野生动物名录”部分，动物种类55目99科255种及其同类群。其中兽纲11目24科82种及其同类群(如包含海豹的鳍足目所有种，灵长目懒猴科蜂猴属所有种，猴科叶猴、金丝猴属所有种，食肉目鼬科水獭属所有种等)；鸟纲19目34科109种及其同类群(如鹈形目鹈鹕科鹈鹕属所有种，鲣鸟科鲣鸟属所有种，鸨形目所有种，隼形目隼科所有种，鸡形目雉科的雪鸡、虹雉，锦鸡属所有种等)；爬行纲4目10科17种；两栖纲2目3科7种；鱼纲6目9科15种；文昌鱼纲、珊瑚纲、头足纲均为1目1科1种；腹足纲1目2科2种；瓣鳃纲2目3科3种；昆虫纲6目9科15种；肠鳃纲1目2科2种。又根据动物珍贵稀有程度分为Ⅰ级和Ⅱ级。Ⅰ级保护动物96个种和类(此处的“类”指种上分类单元)，Ⅱ级保护动物约161种及类。其中与海洋药物有关的动物Ⅰ级有7种，Ⅱ级有35种。

9.4.4 濒危等级[2]

对物种进行濒危等级的划分必须具有科学和实用两方面的意义。从科学角度来说，划分濒危等级能对物种的濒危现状和生存前景给予一个客观的评估，并提供一个相互比较的基础。在一定程度上既是以往调查和研究结果的一个汇总，又提出了需要深入和补充研究的内容。从实用的角度来说，能将物种按其受威胁的严重程度和灭绝的危险程度分等级归类，简单明了地显示物种的濒危状态，提供开展物种保护及制定保护优先方案的依据。

9.4.4.1 濒危等级划分的标准

濒危等级划分的标准兼具科学性和实用性。科学性

要求这类标准客观、准确和精细，尽可能地使用定量依据，要求数据尽可能地全面、充足和精确。实用性则强调标准的简单、实用，要满足不同水平操作和各个类群的实际需要，且具一定的灵活性。因两方面的要求有时是相互矛盾的，所以标准的制定常处于一种两难的境地。为达到科学严谨和实用方便两者之间的平衡，对 IUCN 物种濒危等级进行了反复的修正。在早期主要使用了容易操作的定性指标，为了克服定性指标的主观性和随意性，现在多引入更客观的定量指标。由此，确定物种濒危等级的主要定性指标包括：种群数，种群大小、特性，分布范围，分布格局（有无破碎化或岛屿化现象等），栖息地类型、面积、质量，致危因素，灭绝危险。主要的定量指标：种群个体总数（特别指成熟个体），亚种数，各亚种的个体数，分布面积或占有面积，分布地点数，栖息地面积，以及在一段时间内（年或代）以上各指标的上升或下降的比率和物种或种群绝灭的概率。

9.4.4.2 《IUCN 物种红色名录等级和标准》(3.1 版)

濒危等级红皮书概念始于 21 世纪 60 年代，根据物种受威胁程度和估计灭绝的危险性将物种列入不同的濒危等级。IUCN 根据所收集到的可用信息编制全球范围的红皮书，但不久这种概念被一些国家所采用，用于编制国家或地区级的红皮书。红皮书内容逐年增加，最后不得不用仅含有 IUCN 批准的濒危物种名录的《IUCN 红色名录》来取代它。需要指出的是《IUCN 红色名录》规定的等级适用于全球范围的物种，而一些仅针对本国范围内物种的国家红色名录规定的等级仅适用于特定的国家，两者有所区别。自 2000 年起 IUCN 濒危物种等级系统各级定义如下：

1. 绝灭(Extinct, EX)

如果没有理由怀疑一分类单元的最后一个个体已经死亡，即认为该分类单元已绝灭。于适当时间（年、季、月、日），对已知和可能的栖息地进行彻底调查，如果没有发现任何一个个体，即认为该分类单元为绝灭。但必须根据该分类单元的生活史和生活形式选择适当的调查时间。

2. 野外绝灭(Extinct in the Wild, EW)

如果已知一分类单元只生活在栽培、圈养条件下或者只作为自然种群（或种群）生活在远离其过去的栖息地时，即认为该分类单元属于野外绝灭。于适当时间（年、季、月、日），对已知的和可能的栖息地进行彻底调查，如果没有发现一个个体，即认为该分类单元为野外绝灭。但必须根据该分类单元的生活史和生活形式选择适当的调查时间。

3. 极危(Critically Endangered, CR)

当一分类单元的野生种群即将灭绝的概率非常高，即符合极危标准中的任何一条标准（A—E）时，该分类单元即列为极危。

4. 濒危(Endangered, EN)

当一分类单元未达到极危标准，但是其野生种群在不久的将来绝灭的概率很高，即符合濒危标准中的任何一条标准（A—E）时，该分类单元即可列为濒危。

5. 易危(Vulnerable, VU)

当一分类单元未达到极危或濒危标准，但是在未来的一段时间后，其野生种群绝灭的概率较高，即符合易危标准中的任何一条标准（A—E）时，该分类单元即列为易危。

6. 近危(Near Threatened, NT)

当一分类单元未达到极危、濒危或者易危标准，但是在未来一段时间后，接近符合或可能符合受威胁等级，该分类单元即可列为近危。

7. 无危(Least Concern, LC)

当一分类单元被评估未达到极危、濒危、易危或者近危标准，该分类单元即可列为无危。广泛分布和种类丰富的分类单元都属于该等级。

8. 数据缺乏(Data Deficient, DD)

如果没有足够的资料来直接或者间接地根据一分类单元的分布或种群状况评估其绝灭的危险程度时，即认为该分类单元属于数据缺乏。属于该等级的分类单元也可能已作过大量研究，有关生物学资料比较丰富，但有关其丰富度和（或）分布的资料却很缺乏。因此，数据缺乏不属于受威胁等级。列在该等级的分类单元需要更多的信息资料，而且通过进一步的研究，可以将其划分到适当的等级中。重要的是能够正确使用可使用的所有数据资料。多数情况下，确定一分类单元属于数据缺乏还是受威胁状态时应当十分谨慎。如果推测一分类单元的生活范围相对受到限制，或者对一分类单元的最后一次记录发生在很长时间以前，即可认为该分类单元处于受威胁状态。

9. 未予评估(Not Evaluated, NE)

如果一分类单元未经应用本标准评估，则可将该分类单元列为未予评估。

9.4.4.3 IUCN 极危、濒危及易危的标准

2003 年 IUCN 理事会第 51 次会议通过和公布的 IUCN 濒危等级标准如表 9-3[2]。

9.4.5 海洋药物物种资源保护的优先原则[10]

海洋药物物种多样性保护的一个主要原则就是要设法利用有限的资源（人力、经费及土地或水域），保护尽可能多的海洋药物物种多样性。为此需要考虑下列问题：① 如何测度某一区域的海洋药物物种多样性；② 哪些海洋药物物种比其他物种更值得保护；③ 怎样利用保护区海洋药物物种多样性的互补性，使数量有限的保护区尽可

能多地保护海洋药物物种多样性；④ 如何选择、设计保护区，以利用最少数量的保护区覆盖某一海洋药物类群的全部物种，最后达到用有限数目的区域来保护最多的海洋药物物种多样性或全部物种多样性的目的。

20世纪90年代P. H. Williams等结合现代系统生物学的支序分析理论和成果，提出了可反映物种多样性差异的计算方法，并在此基础上提出一套完善的保护优先区域的分析方法，即分类多样性测度法。

表9-3 IUCN红色名录极危、濒危、易危等级标准

标准代码	极危(CR)	濒危(EN)	易危(VU)
A. 种群数以如下任何一种形式减少			
A1	根据(和特别由于)以下任何一方面资料，观察、估计、推断或者猜测过去10年或者3个世代内(取长的时间)，其减少原因明显可逆、可理解而且已经终止，种群数至少减少90%	根据(和特别由于)以下任何一方面资料，观察、估计、推断或者猜测，过去10年或者3个世代内(取长的时间)，其减少原因明显可逆、可被认识、并已终止，种群数至少减少70%	根据(和特别由于)以下任何一方面资料，观察、估计、推断或者猜测，过去10年或者3个世代内(取长的时间)，其减少原因明显可逆、可被认识、并已终止，种群数至少减少50%
	(a) 直接观察；(b) 适合该分类单元的丰富度指数；(c) 占有面积、分布区的缩小和(或)栖息地质量的衰退；(d) 实际或者潜在的开发水平；(e) 由于引进的外来生物、杂交、疾病、污染、竞争者或者寄生生物带来的不利影响		
A2	根据(和特别由于)A1中(a)—(e)任何一方面的资料。显现出、估计、推测或猜测在过去10年或者3个世代内(取长的时间)，其减少或减少因素可能还没停止或被理解或可逆，该分类单元将至少减少80%	根据(和特别由于)A1中(a)—(c)任何一方面的资料，观察、估计、推断或者猜测，过去10年或者3个世代内(取长的时间)，其减少原因可能还未终止或被认识或可逆，种群数至少减少50%	根据(和特别由于)A1中(a)—(e)任何一方面的资料，观察、估计、推断或者猜测，过去10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，其减少原因可能还未终止或被认识或可逆，种群数至少减少30%
A3	根据(和特别由于)A1中(b)—(e)任何一方面的资料，设想或猜测在今后10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，该分类单元将至少减少80%	根据(和特别由于)A1中(b)—(e)任何一方面的资料，推断或者猜测，今后10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，种群数至少减少50%	根据(和特别由于)A1中(b)—(e)任何一方面的资料，推断或者猜测，今后10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，其减少原因可能还未终止或被认识或可逆，种群数至少减少30%
A4	根据(和特别由于)A1中(a)—(c)任何一方面的资料，显现出、估计、推测或猜测在任何10年(包括过去和将来)或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，其减少或减少因素还没停止，该分类单元将至少减少80%	根据(和特别由于)A1中(a)—(c)任何一方面的资料，观察、估计、推断或者猜测，包括过去和将来的任何10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，其减少原因可能还未终止，种群数量至少减少50%	根据(和特别由于)A1中(a)—(e)任何一方面的资料，观察、估计、推断或者猜测，包括过去和将来任何10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，其减少原因可能还未终止，种群数至少减少30%
B. 符合B1(分布区)、D2(占有面积)之一或同时符合两者的地理范围			
B1	估计一分类单元的分布区少于100 km²，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有一个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数	估计一分类单元的分布区少于5000 km²，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有5个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数	估计一分类单元的分布区少于20000 km²，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有10个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数

（续表）

标准代码	极危(CR)	濒危(EN)	易危(VU)
B2	估计一分类单元的占有面积少于10 km^2，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有一个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数	估计一分类单元的占有面积少于500 km^2，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有5个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数	估计一分类单元的占有面积少于2000 km^2，并且符合以下(a)—(c)中的任何两条 (a) 严重分割或者已知只有10个地点 (b) 观察、推断或者设想以下任何一方面持续衰退 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 栖息地的面积、范围和(或)质量 Ⅳ. 地点或亚种群的数目 Ⅴ. 成熟个体数 (c) 以下任何一方面发生极度波动 Ⅰ. 分布区 Ⅱ. 占有面积 Ⅲ. 地点或亚种群的数目 Ⅳ. 成熟个体数
C	估计种群的成熟个体数少于250，并且符合以下任何一条标准	推断种群的成熟个体数少于2 500，并且符合以下任何一条标准	推断种群的成熟个体数少于10 000，并且符合以下任何一条标准
C1	预计今后3年或者1个世代内(取长的时间，最大值为100年)，成熟个体数将持续至少减少25%	预计5年或者2个世代内(取长的时间，最大值为100年)，成熟个体数将持续至少减少20%	预计今后10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，成熟个体数将持续至少减少10%
C2	观察、设想或者推断成熟个体数和种群结构以以下(a)—(b)中任何一种形式持续衰退 (a) 种群结构符合以下任何一条 Ⅰ. 估计不存在成熟个体数超过50的亚种群 Ⅱ. 至少90%的成熟个体存在于一个亚种群中 (b) 成熟个体数极度波动	观察、设想或者推断成熟个体数和种群结构以以下(a)—(b)中至少一种形式持续衰退 (a) 种群结构符合以下任何一条 Ⅰ. 推测不存在成熟个体数超过250的亚种群 Ⅱ. 至少有95%的个体都存在于一个亚种群中 (b) 成熟个体数极度波动	观察、设想或者推断成熟个体数和种群结构以以下(a)—(b)中至少一种形式持续衰退 (a) 种群结构符合以下任一条 Ⅰ. 估计不存在成熟个体数超过1000的亚种群 Ⅱ. 所有个体都存在于一个亚种群中 (b) 成熟个体数极度波动
D	推断种群的成熟个体数少于50	推断种群的成熟个体数少于250	种群非常小，或者受到以下任何一种情况的限制 (a) 推断种群的成熟个体数少于1000 (b) 种群的占有面积(典型的是小于20 km^2)或者地点数目(典型的是少于5个)有限，易受到人类活动(或者由于人类活动造成影响力增加的随机事件)的影响，在未知的将来，可能在极短时间内成为极危分类单元，甚至绝灭
E	定量分析表明今后10年或者3个世代内(取长的时间，最大值为100年)，野外绝灭的概率至少达到50%	定量分析表明今后20年或者5个世代内(取长的时间，最大值为100年)，野外绝灭的概率至少达到20%	定量分析表明今后100年内，野外绝灭的概率至少达到10%

1. 分类多样性测度法

首先，根据各物种(分类单元)的不同分类地位，按分类系统即系统发育地位的差异排列成序，其关系以系统发育图表达出来(图9-1)。

第二，设I值表示各单元能归属的组群数目，如A和B均可归属4个组群(即AB，ABC，ABCD，ABCDE)，C可归属3个组群(即ABC，ABCD，ABCDE)，D可归属2个组群(ABCD，ABCDE)，E只能归属1个组群，即(ABCDE)。I值为分类信息的基本测度，其他数值都从I推算而得，可用图9-2表示。

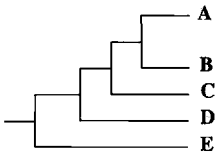
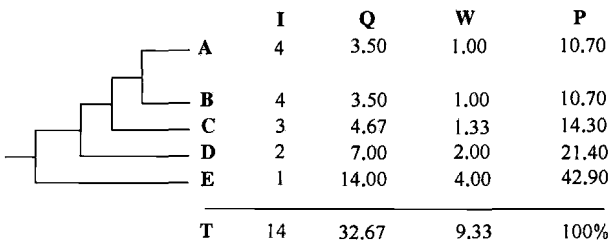


图 9-1 示5个种或类群的系统发育关系，A、B、C、D、E分别表示不同的分类单元



	I	Q	W	P
A	4	3.50	1.00	10.70
B	4	3.50	1.00	10.70
C	3	4.67	1.33	14.30
D	2	7.00	2.00	21.40
E	1	14.00	4.00	42.90
T	14	32.67	9.33	100%

图 9-2 各单元归属的组群数，T为I、Q、W和P各项数值各自的总和

第三，设Q值为群组总数 T=14(=4+4+3+2+1)被各分类单元的I值分别所除得到的商值(对于A，14/4=3.50；其余类推)，Q值给予根单元较大的权限。

第四，设W值为标准分类权限值，用最低Q值(3.50)与分类单元的Q值分别相除所得(如D为7.00/3.50=2.00)。

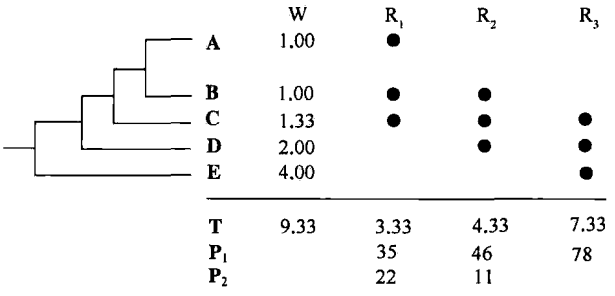
第五，设P值是将W值换算为百分比(如A为1/9.33=10.70%；E为4/9.33=42.90%，其余类推)，以代表各分类单元对总多样性的贡献。此时说明分类单元E的根权值指数最大，为42.90%，而A和B的值最小，皆为10.70%。

2. 保护优先区域分析

优先区域分析是以分类多样性的测度和互补性原理为基础的保护区优先序分析方法。其分析步骤如下。

首先，根据分类多样性的指数值累加计算出各地区生物区系的多样性积分，选出最高区域(图9-3中的R_3)作为第一优先保护区。

第二，第二个保护区要选能对第一优先区多样性积分增补最大的区域(图9-3中的R_1)。其余保护区依次类推选出，得到保护区优先序列。图9-3是利用分类多样性的测度结果进行保护区优先区域分析的举例。



	W	R_1	R_2	R_3
A	1.00	●		
B	1.00	●	●	
C	1.33	●	●	●
D	2.00		●	●
E	4.00			●
T	9.33	3.33	4.33	7.33
P_1		35	46	78
P_2		22	11	

图 9-3 保护优先区域分析理论示意图

图9-3是包含5个分类单元的系统发育关系图，右侧3列黑圆点构成的矩阵代表各分类单元在各地区R_1、R_2、R_3的分布情况，每个地区都只有3个分类单元。若仅根据分类单元丰富度则无法在这3个地区之间作出选择。根据特有性则无法在R_1和R_3之间作出选择(R_1和R_3各有一特有分类单元，R_2无特有分类单元)。利用各地区总多样性根权值的比值可选出R_3为首选保护区。W值为各分类单元的分类权值，与图9-2的W值对应。T值为5个分类单元权值的总和(9.33)及3个地区权值各自的总和(R_1=1.00+1.00+1.33=3.33；R_2=4.33；R_3=7.33)。P_1为各地区权值总和占5个分类单元权值总和的百分比(R_1=3.33/9.33=35%；R_2=4.33/9.33=46%；R_3=7.33/9.33=78%)，相当各地区的多样性积分百分比，表明R_3为最高优选区域。P_2为R_1和R_2对R_3分类单元互补性带来的补充多样性积分百分比。当已选定R_3作为第一保护区后(可保护三个分类单元C、D、E)，若再选R_1，可增加保护A和B，A和B的权值和为2(=1+1)，对R_3的补充多样性积分百分比为22%(=2/9.3=22%)；若选R_2，只增加保护B单元，B的权值为1，对R_3的互补多样性积分百分比为11%(=1/9.3=11%)。因此，第二保护区应选R_1，而不选R_2。在图3中R_3和R_1的互补多样性积分已达100%。

3. 特有性及关键区系分析

物种除了系统发育关系上的差异之外，在地区分布上也不同，一些物种为广布种，另一些物种分布在很狭窄的区域，为地区特有种。分类单元的分布或生物地理差异构成了动植物区系组成和特有性方面的差异。不同类群的特有性分布格局往往并不重合，因而，特有性在自然保护中具有重要的意义，常被用来确定保护的“热点”和一些特有性中心，常被作为保护区的优先选择对象。

关键区系分析是由P. R. Ackery和R. I. Vane-Wright首先提出的，该方法依据区系成分互补性原理，分析步骤首先根据已获得的某一类群全部物种的分布资料，将所有分布地区区系按特有性的高低排序，选定特有性最高的区系作为第一优先保护区。第二保护区的确定原则是能对第一保护区补充种类最多的区系区域，第三个保护区的确定原则是能对前两个保护区共同保护物种补充种类最多的区系区域，依次类推，不再赘述。根据此法P. R. Ackery和R. I. Vane-Wright从斑蝶分布的350个国家、地区或岛屿中选出31个区系区域作为斑蝶的最低保护区组合，包括了已知的全世界全部157种斑蝶。N. M. Collins和M. G. Morris利用该方法对各国的凤蝶进行了分析，发现保护5个凤蝶特有性最高的国家，即可保护凤蝶全部已知种类的57%，再加上另外5个国家所保护的种

类可达68%，依次按5递进至共20个国家时，保护的全部种类可达90%以上。因此，关键区系分析方法，可被有效地用来确定保护具有最重要生物多样性的国家或地区。在此推荐以上原则与方法，以使我们及时建立最优保护区，拯救濒危海洋药物物种。

9.4.6 中国的海洋自然保护区

中国已建海洋自然保护区84个(未含台湾省)，用于保护河口湿地、海岸滩涂、珊瑚和红树林生态系统及候鸟、水禽；保护儒艮、中华白海豚、海豹、海龟等特殊物种；保护古森林和古贝壳堤等海洋自然遗迹(表9-4)[4]。最新的中国物种红色名录评估工作研究[2]发现，中国的物种受威胁的程度远大于通常的估计。中国的生物多样性面临更多的威胁。建立自然保护区和加强保护区管理是保护生物多样性及其生态功能的最好方法。

表9-4 中国海洋自然保护区

序号	名 称	区 域	类型	面积(hm^2)	保护对象	级别	建立时间
	辽宁						
1	鸭绿江口滨海湿地	东港市	A1	108657	滩涂湿地生态系统及水禽	国家	1979-12-08
2	长海海洋珍稀生物	长海县	D1	220	刺参及对虾的繁殖海域	市	1965-04-01
3	海王龙岛	大连市	A3	2143	海岛生态系统	市	2000-08-01
4	三山岛海珍品	大连市	D2	1103	栉孔扇贝等经济生物	市	1986-12-01
5	老偏岛—玉皇顶	大连市	D2	1580	海珍品及海洋生态系统	市	2000-08-01
6	蛇岛-老铁山岛屿	大连市	B1	17073	蛇岛蝮蛇及其生境、候鸟	国家	1980-08-06
7	大连斑海豹	大连市	B3	909000	斑海豹及其生境	国家	1992-09-01
8	双台河口	盘锦市	A1	80000	白天鹅、天鹅、丹顶鹤	国家	1988
9	辽河口	营口市	A1	65800	滨海湿地	市	2001-07-01
	河北						
10	北戴河鸟类	秦皇岛市	B2	6415	候鸟	县	1990-01-01
11	黄金海岸	昌黎县	A2	30000	海滩及近海生态系	国家	1990-09-30
	天津						
12	古海岸与湿地	天津市	A2	99000	贝壳堤、牡蛎滩、古海岸及湿地	国家	1992-10-27
	山东						
13	黄河三角洲湿地	东营市	A1	153000	原生湿地生态系及珍禽	国家	1992-10-27
14	庙岛群岛斑海豹	长岛县	B3	5700	斑海豹及其生境	国家	2001-06-01
15	荣成天鹅	荣成市	B2	10500	大天鹅等珍禽及生境	省	2000-03-01
16	桑沟湾	荣成市	D1	13333	海珍品	县	1989-05-01
17	即墨海洋生物	即墨市	D1	915	海洋经济生物	县	1994-04-01
18	前三岛	日照市	D1	51700	海洋生物	市	1994-12-28
	江苏						
19	盐城湿地	盐城市	A2	453000	丹顶鹤等珍禽及湿地	国家	1992-10-27
20	兴隆沙候鸟	启东市	B2	1000	丹顶鹤、天鹅及生境	县	1989-01-01
	上海						
21	九段沙湿地	上海市	A1	52800	河口新生湿地生态系	市	2000-03-01
22	东滩鸟类	上海市	B2	3600	鸟类及其生境	市	1998-11-01
	浙江						
23	南麂列岛生态	平阳县	A3	19600	海洋贝藻类及生态系	国家	1990-03-30
	福建						
24	台山列岛	福鼎县	B2	7300	水禽及其生态系	市	1997-03-01
25	环三都澳红树林	宁德市	A4	39980	红树林、水禽	市	1997-03-01
26	官井洋大黄鱼	宁德市	D2	31464	大黄鱼	省	1985-01-01
27	平潭中国鲎	平潭县	D2	9000	中国鲎	县	2000-01-01
28	长乐海蚌	长乐县	D2	13000	西施舌(贝)	省	1992-12-01
29	洛阳江候鸟	惠安县	B2	100	候鸟	县	1986-12-01
30	泉州河口湿地	泉州县	A1	12818	河口湿地及生物多样性	省	2003-05-27
31	深沪海底古森林	晋江市	C	3100	海底古森林油杉	国家	1992-11-27
32	厦门海洋珍稀物种	厦门市	B3	33088	中华白海豚、黄嘴白鹭、文昌鱼	国家	2000-04-01
33	龙海红树林	龙海市	A4	267	红树林	省	1988-02-01

（续表）

序号	名 称	区 域	类型	面积(hm²)	保 护 对 象	级别	建立时间
34	漳江口红树林	云霄县	A4	1300	红树林	国家	2003-04-10
35	东山造礁石珊瑚	东山县	A5	11070	造礁石珊瑚及生境	省	1997-01-01
	广东						
36	南澳鸟类	南澳县	B2	256	海岛候岛及其栖息环境	省	1990-01-01
37	大埕湾西施舌等	饶平县	D2	2750	西施舌、文蛤等珍稀海洋生物	县	1999-08-01
38	南万红树林	陆丰县	A4	2486	红树林	省	2001-01-01
39	惠东红树林	惠东县	A4	533	沿海滩涂红树林、候鸟	市	1999-01-01
40	惠东港口海龟	惠东县	B3	400	海龟及产卵繁殖地	国家	1992-10-27
41	大亚湾水产资源	惠州市	D1	60000	珍贵贝类,经济鱼、虾、藻类	省	1983-04-01
42	内伶仃-福田	深圳市	A4	815	猕猴、鸟类、红树林	国家	1988-05-09
43	珠江口中华白海豚	珠海市	B3	41000	中华白海豚	省	1999-01-01
44	担杆岛猕猴	珠海市	B1	2588	猕猴及其生境	省	1989-11-01
45	淇澳红树林	珠海市	A4	1000	红树林湿地	市	2000-04-01
46	上川岛猕猴	台山市	B1	2232	猕猴及其生境	省	1991-06-01
47	乌猪岛	台山市	D1	8000	海洋水产资源	县	1997-12-01
48	镇海湾红树林	台山市	A4	111	红树林生态系统	县	1999-09-01
49	程村豪光红树林	阳西县	A4	1000	红树林	县	2000-06-01
50	电白红树林	电白县	A4	1950	红树林、候鸟	市	1999-12-01
51	湛江红树林	湛江市	A4	20279	红树林生态系统	国家	1997-12-08
52	北部湾白蝶贝	湛江市	D2	47339	白蝶贝及其生境	省	1983-01-01
53	硇洲岛沿海资源	湛江市	D1	1300	鲍、龙虾、江瑶等	市	1984-01-01
54	石马角珊瑚	徐闻县	A5	675	珊瑚礁及其生态系	县	1999-08-01
55	灯楼角珊瑚	徐闻县	A5	776	珊瑚礁及其生态系	县	1999-08-01
56	大黄鱼幼鱼资源	徐闻县	D2	1965128	大黄鱼幼鱼	县	1900-03-01
57	外罗海湾鲨	徐闻县	D2	1726	鲨	县	2001-08-01
58	鸟石灯图角珊瑚	雷州市	A5	667	珊瑚及其生态系	县	1999-01-01
	广西						
59	合浦儒艮	合浦县	B3	35000	儒艮及生态系	国家	1992-10-27
60	山口红树林	合浦县	A4	8000	红树林	国家	1990-09-30
61	涠洲岛鸟类	北海市	B2	2600	候鸟、旅鸟	省	1982-06-01
62	北仑河口海洋	防城市	A1	11900	红树林及海洋生态系	国家	2000-04-04
	海南						
63	东寨港红树林	琼山市	A4	3337	红树林	国家	1986-07-09
64	永昌鸟类	琼山市	B2	1000	鸟类	县	1988-01-01
65	清澜红树林	文昌市	A4	2948	红树林	省	1981-01-01
66	文昌麒麟菜	文昌市	D2	6500	麒麟菜、珊瑚等	省	1983-01-01
67	铜鼓岭	文昌市	A5	4400	猕猴及其生境、珊瑚礁	省	1988-08-24
68	琼海麒麟菜	琼海市	D2	2500	麒麟菜、江芳、拟石花菜	省	1983-01-01
69	大洲岛	万宁市	B1	7000	金丝燕及海域生态系统	国家	1990-09-01
70	三亚珊瑚礁	三亚市	A5	4000	珊瑚礁及生态系	国家	1990-09-30
71	大东海珊瑚礁	三亚市	A5	14	珊瑚礁	市	1989-01-01
72	三亚鲍	三亚市	D2	67	鲍	市	1983-01-01
73	牙龙湾青梅港	三亚市	A4	156	红树林	市	1989-01-01
74	三亚河红树林	三亚市	A4	476	红树林	市	1992-02-01
75	儋州白蝶贝	儋州市	D2	30900	白蝶贝及其生境	省	1983-01-01
76	磷枪石岛珊瑚礁	儋州市	A5	131	珊瑚礁	省	1992-01-01
77	东场红树林	儋州市	A4	696	红树林	省	1992-01-01
78	新英红树林	儋州市	A4	115	红树林	县	1993-01-01

（续表）

序号	名　称	区　域	类型	面积(hm²)	保护对象	级别	建立时间
79	临高白蝶贝	临高县	D2	34300	白蝶贝	省	1983-01-01
80	临高珊瑚礁	临高县	A5	32400	珊瑚礁及白蝶贝	县	1986-01-01
81	临高角珊瑚礁	临高县	A5	3467	珊瑚礁	县	1986-01-01
82	彩桥红树林	临高县	A4	350	红树林	县	1986-01-01
83	西沙东岛白鲣鸟	海南省	B1	180	白鲣鸟	省	1980-01-01
84	西沙、中沙、南沙群岛	海南省	D2	2400000	海龟、玳瑁等水产品	省	1983-01-01

注：中国海洋自然保护区的类型分四大类：A. 生态系统自然保护区(A1. 河口湿地；A2. 海岸滩涂；A3. 小海岛海域；A4. 红树林；A5. 珊瑚)；B. 物种自然保护区(B1. 小海岛特殊物种；B2. 候鸟；B3. 濒危水生物种)；C. 自然遗迹自然保护区；D. 水产资源和海珍品自然保护区(D1. 水产资源；D2. 海珍品)。

9.5 加强海洋药用生物资源保护及其可持续利用

药用生物是一种可再生资源，利用得当可持续造福人类。面对海洋动物药材难以满足需求的局面，有计划地开展人工栽培、养育、繁殖，已成为减轻对野生药用种群的压力和满足药用需求的重要手段。与此同时，要采取相应措施改善海洋生态环境，抓紧拯救濒危海洋动物的保护工作，使海洋药物资源得到可持续地利用与发展。海洋药用生物资源保护至少应注意四方面：海域规划或海岸和海区的开发建设，濒危生物挽救，医药市场，海洋药材物种的栽培与养殖。

9.5.1 海岸和海区的开发建设

中国大部分人口集中在沿海地区，人们在高度依赖海洋和海岸资源的同时，也给这些可再生资源，如渔业、红树林、珊瑚礁和野生动植物等造成很大的压力。海岸和海区的一个重要特点是缺乏天然屏障，陆地生态系统的排放物、洋流带来的污染物包括有机体都容易污染该地带。另一特点是多功能性，如交通路线、渔业、自然保护、海岸线保护、娱乐、旅游、海洋生物养殖和处理废弃物等都在这里汇集。因此，必须要有良好的规章制度和发展计划来管理海岸和海区。

9.5.1.1 保护红树林和沿海植被

沿海植被对稳定泥泞多沙的地层起着重要作用。红树林和各类的沙丘植被不仅促进新农田的开垦，还保护着沿海地区不受海水侵蚀、台风和移动沙丘的影响，还是野生动植物的庇护所。红树林是鱼虾的繁殖地，而且能够固着沉积物和防止附近珊瑚礁被遮盖。必须防止不必要地清除沿海植被。如果植被已遭破坏，应鼓励恢复。

9.5.1.2 限制潮间带的开发，避免在沿岸和潮汐海域进行不必要的开垦

一般来说，沿岸和潮汐海域不应被填起来或者用其他方式进行开垦。被填起来的潮汐海域往往会受到洪水的侵袭，也可能导致侵蚀问题。而且，填塞的结果会改变水和沉积物的流动，破坏野生动植物的栖息地和高产的浅水区。一旦这些情况已经发生，必须建造人工暗礁或栖息地来弥补对生物多样性和其他功能的损失。

潮间带非常富饶，是重要的净化区、鱼虾繁殖地和大量食用甲壳类的栖息地，也是娱乐休闲场所和重要生物多样性来源地。同时它也很脆弱，污染、土壤流失或潮汐运动都会毁坏该地带。要严格限制在潮间带内或可能影响该地带的区域开发。

9.5.1.3 保护珊瑚礁

珊瑚礁是高生产力的生态系统，有很高的生态功能，如养殖的育苗地、水资源净化、海岸保护等。很多珊瑚礁生态系统的生物，已成为关注的药源。必须保护珊瑚礁，禁止开采珊瑚礁、排放污染物等。

9.5.1.4 建立综合的海洋地区发展计划

由于不同部门在海洋和沿海地区的利益有很大的交叉，因此有必要建立综合的发展计划，确保由某个部门发起的开发不会危及其他部门的需要和利益。

9.5.1.5 为海洋哺乳动物提供特殊保护

海豹、鲸和儒艮等珍稀海洋哺乳动物的觅食和繁殖栖息地极易遭到污染、人为干扰和非法猎捕等。开发计划必须保证不会给海洋动物种群带来更多的威胁。

9.5.1.6 防止赤潮和其他污染

海洋经常被当作巨大的垃圾场，这些污染物会对海洋生态系统造成严重的破坏：珊瑚会在淤泥中窒息，被重金属污染的鱼类、贝类和虾类对人类的健康构成威胁；废弃的化学物质会导致有毒藻类的大爆发，这些藻类对食物链中的鱼类和软体动物释放出大量的神经毒素，威胁人类健康。必须对河流和沿岸的污染源头进行净化处理，减少污染扩散。

9.5.1.7 消除防水墙，尽量少填方

建设开发应远离海岸线，以免沿着被冲蚀的海岸线形成防水墙。在无法避免形成防水墙的地方，可在防水墙和海水之间保留由天然植被组成的缓冲带，这将有助于保护野生动植物的栖息地，提高生物生产力。

9.5.1.8 注意风景质量

沿海地区发展规划应注意保护景观。可通过建立缓冲带或规划好建筑物的规模和地点，减少建筑物对景观的视觉破坏，保护沿河口和沿海地区的景观是风景质量的

保证。

9.5.1.9 保护天然排水模式

保护沿岸地区的天然排放模式。开凿运河和改变沿海水流的流向会改变或转移沼泽、潮汐带和其他浅水区的水流方向，导致增加污染、改变盐度、减少河口的生物活动。

9.5.1.10 避免沿沙质海岸的开发

沙质海岸的建设要十分小心。这些地区的生态十分脆弱，如果失去天然植被的覆盖，很容易被风暴侵蚀而破坏。过度使用会增加侵蚀的严重程度，洪水、坍塌、水供应和废物排放等问题随之而来。开发应该在远离海岸的更坚实的地表进行。

9.5.2 医药发展与市场

9.5.2.1 积极应用现代科学技术发展海洋药物

中医已有几千年的历史，那时的药材用量仅占生物资源的很小部分，不会危及物种的生存。所以长期以来，药农采药、药厂收购、医生开处方，都不需要考虑对药用资源的保护。但时至今日，人口大量增长，资源明显减少，有些物种已面临灭绝，政府和国际组织对保护野生生物制定了一系列的保护法规和政策，这是从整个民族和全人类的利益出发，为子孙后代考虑的利民措施，因此，在应用高技术研发海洋药物时，也应有保护资源的意识。

9.5.2.2 抓住和解决海洋药用物种濒危的主要矛盾

现代工农业的发展、沿海海洋生态环境改变或海洋生物栖息环境遭到严重破坏，生物多样性迅速降低，是造成野生动植物濒危的主要原因。除少数物种本身的一些特殊原因之外，主要是人为因素。一是人们对环境资源的需求越来越大，必然导致有经济价值的野生动植物资源大量减少，甚至濒临灭绝。二是在资源开发中，没有处理好保护与利用的关系。在经济利益的驱动下，野生中药材资源滥采滥猎状况严重，严重破坏了资源再生性，致使一些物种出现衰退甚至濒临灭绝。三是在沿岸和潮汐海域进行不必要的开垦、建设，破坏了海洋生态环境和资源分布，导致海洋生态环境失衡，使野生动植物的分布区发生重大改变，原来连续的分布区域已被分隔成孤立的“岛屿”，从而威胁到药用动植物的生存环境和繁殖。四是全民药用资源保护意识和法制观念薄弱。对野生动植物资源的保护往往是先破坏再保护，从而导致有经济价值的药用资源短缺，有的甚至濒临灭绝。

9.5.2.3 海洋医药的发展和海洋野生动物保护相辅相成

随着生命科学的发展和全球经济一体化进程加快，海洋药用生物资源和医药产业越来越受到人们的关注。海洋药用资源能否实现可持续利用，是21世纪海洋医药产业生存与发展的前提。国际市场上大量的药用植物提取物的贸易和人类的工业化活动加速，已诱发过度采挖和利用野生动植物资源，造成大量动、植物种类濒临灭绝。严重制约了海洋药物产业的发展。因此，采取积极的对策和措施，实施药用濒危资源可持续利用战略，保护濒危野生资源，对促进中医药产业的可持续发展具有重要意义。

9.5.2.4 加强对中药市场的监控，对盗猎国家保护野生动物者严惩不贷

改善自然保护区内濒危动物的生存环境；建立濒危野生药用动物基因库，保护其种质资源；严格对濒危物种开发和新药审批的限制，调整保护野生动物名录等都是当前迫切需要跟上的工作。

9.5.3 加强海洋药物的栽培与养殖

中国海洋生物养殖的主要种类约112种，其中海洋药用生物养殖的种类92种，约占全部养殖种类的82.14%。藻类有海带、裙带菜、紫菜、江蓠、龙须菜、凤尾菜等12种，贝类有各种鲍鱼、脉红螺、泥螺、蚶类、贻贝、珍珠、江珧、牡蛎、文蛤等40余种，虾、蟹类9种，棘皮动物4种，鱼类有大黄鱼、小黄鱼、真鲷、多种海马、河豚等20余种，其他有海蜇、沙蚕等数种。这些养殖种类不仅为国民经济带来巨大效益，也基本满足了国内市场的需要，特别是医药、食品和饲料等方面的需求。

9.5.4 加强海洋药用生物资源的保护，维护海洋药用生物资源的可持续利用与发展

1. 划定自然保护区，改善濒危野生药用动物赖以生存的生态环境

国内现有自然保护区对保护濒危野生药用动物、提高种群数量起到了重要作用，今后还应加强。中国已有80多个海洋性自然保护区[11]，其中52个是保护海洋生物，包括红树和珊瑚。但现有海洋保护地体系并不能完全代表中国海洋生物多样性和海洋生态功能特征，其中还存在很多空缺，如从山东南部、江苏到浙江沿海地区，没有一个专门保护生活在海洋中的野生动植物的保护区。保护生物多样性最有效的方法之一，是最大限度地保持当地生态系统中的当地物种。通过长期维持自然栖息地的可自我维持的种群，就可能以更少的花费来有效地阻止物种的灭绝。生物多样性得到保护是维持生态系统正常功能的根本，这些生态功能包括：防止水土流失、改善气候和水资源、防止沙漠化、控制污染、减少温室气体、防范生物灾害等。

2. 加强海洋生物生理生态研究，防止野生海洋动植物资源减少

依据各种海洋药用动植物的生理、生态特性和原生物栖息地环境保护的原则，加大投入，科学合理地进行海洋药物的研究、培植、养育和生产，以减轻对野生海洋药用资源的压力，这是防止野生海洋药用动植物资源减少的一个重要措施。对于不可缺的源于濒危野生海洋

动植物的中药，应该大力发展人工栽培或人工养殖。如海龙、海马、褐毛鲿、红鳍东方鲀等濒危物种已可人工养殖。

3. 积极寻找代用品，扩大药源

中医药也应该和其他学科一样，不断在实践中创新、发展，要重视探索和研究哪些药可以不用或代用。其依据主要是药理、临床效果。如用马鲛鱼鳃耙代替前口蝠鲼和日本蝠鲼的鳃耙(膨鱼鳃)，治疗小儿麻疹，取得一定疗效。

4. 引进新技术，发现新药、扩大药源

海洋动植物药大多数是以该动植物的某一部分或全体或腺体分泌物入药，能否利用其活细胞进行组织培养、细胞培养，从而用其培养细胞、中间代谢产物或培养液，从中诱生或分离具有生理活性的物质，以发现新药，扩大药源。

5. 建立濒危野生海洋药用动物基因库，保护种质资源

海洋野生药用动物在海洋生态系统中的生态幅度较小，在不合理开发及过度捕捞中最容易受到损害。一些生态型的失去，会使该物种的遗传变异性和适应性大大降低，当生态系统的破坏超过生态平衡的阈限，外界干扰超过生态系统的自我修复能力时，海洋药用动物首先出现退化以至灭绝。至今，中国已有数十种海洋药用动物灭绝或濒危，珍贵海洋药用动物的分布区已显著缩小，种群数量骤减。因此建立濒危海洋野生药用动物的基因库，对保护其种质资源具有十分重要的意义。

6. 禁止或限制使用国家重点保护的濒危野生海洋动植物

各级医药管理部门和新药审批部门应该熟悉国内外有关野生海洋动植物保护法规和条例，不得批准含有国家重点保护野生海洋动植物的产品和药品生产。对已有人工栽培或饲养，并能保证原料供应的物种，应该提供栽培、饲养证据，并经核查准许后方可用于制药。建议禁止使用有儒艮、中华白海豚、中华鲟、白鲟等野生海洋动物入药。对继续利用国家二级保护动物入药的，应根据相关法规进行评估，采取相应措施，保证正当途径来源和销售渠道。

7. 重视有关药用生物利用的国际公约和法律法规

有关部门应对涉及药用生物、特别是关于“药用生物利用”的国内法律法规及国际公约的实施给予高度重视，确保各项法规和国际公约，特别是《濒危野生动植物种国际贸易公约》的实施。积极考虑加强对野生生物贸易管理和执法人的培训。

8. 国家重点保护生物名录应适时调整

调整应以将国际标准与中国实情相结合的原则进行。就传统医药而言，某些大量入药的野生种群并受到严重威胁的物种，如海蛇类，应列入保护名单。

9. 积极开展全国性海洋药物调查

创造条件积极开展全国性海洋药物调查，多渠道进行海洋药物调查，广泛收集并认真鉴别民间验方、偏方和秘方；科学评估已知海洋药物的功效，用现代科学技术分析、测定海洋药物的化学成分、药理特性等；为中国海洋药物多样性保护和可持续发展奠定良好基础。

10. 加强科普宣传和执法力度，提高全体公民的动植物保护意识

20世纪中期以来，由于人口剧增和近代工业的快速发展，天然药物资源的消耗急剧增长，人们在开发利用资源时忽视对资源的保护和管理，从而导致一些重要海洋药用物种资源的衰竭、灭绝和生态平衡的失调，资源的需求与供给间的矛盾日益加剧，作为天然药物资源中的海洋动物药更是如此。应大力宣传，不断提高人们对保护野生动物资源重要性的认识，使珍惜资源、保护资源成为每个公民的自觉行动。

参考文献

[1] 中国环境与发展国际合作委员会. 国际环境合作与可持续发展——保护中国的生物多样性[M]. 北京：中国环境科学出版社，1997：67.

[2] 汪松，等. 中国物种红色名录：第1卷[M]. 北京：高等教育出版社，2004.

[3] 宋延龄，等. 物种多样性研究与保护——概论[M]. 杭州：浙江科学技术出版社，1998.

[4] 黄宗国. 中国海洋生物种类与分布[M]. 北京：海洋出版社，2008.

[5] 成庆泰，等. 中国鱼类系统检索[M]. 北京：科学出版社，1987.

[6] 沈世杰，等. 台湾鱼类志[M]. 台北：台湾大学动物学系，1994.

[7] 伍汉霖，等. 拉汉世界鱼类名典[M]. 基隆：水产出版社，1999.

[8] 顾端. 中国古代渔业史概述[J]. 农业考古，1992(1)：1.

[9] 中华人民共和国. 野生动物保护法[M]. 北京：中国林业出版社，1989.

[10] 蒋志刚，等. 保护生物学[M]. 杭州：浙江科学技术出版社，1997.

[11] 解焱，等. 中国的保护地[M]. 北京：清华大学出版社，2004：207.