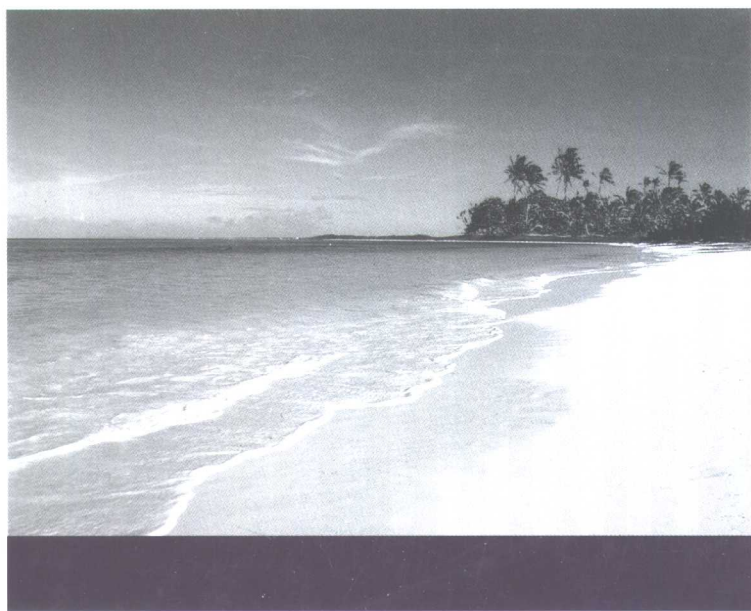


王长海 著

海洋生化工程概论



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

海洋生化工程概论

王长海 著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋生化工程概论/王长海著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 7

ISBN 7-5025-5954-X

I. 海… II. 王… III. 海洋工程-生物化学
IV. P75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 080909 号

海洋生化工程概论

王长海 著

责任编辑: 董琳 管德存

文字编辑: 李瑾

责任校对: 王素芹

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 21½ 字数 397 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5954-X/Q · 109

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

海洋是生命的发源地，是地球各种有效资源的宝库，也是人类赖以生存与发展的最后一块疆土和空间。浩瀚的海洋蕴藏着丰富的生物资源，并正在为人类提供着大量的食品、药品、化工产品、工业原料、燃料等多种材料和产品。海洋生物资源具有可再生的特点，是人类未来食物和药物的重要来源之一。随着科技水平的不断提高，人口的不可逆性增长，人类生活水平的不可逆性提高，陆地资源和可耕种面积的不可逆性减少，全球性陆地资源短缺的压力将日益增加，海洋已经成为人类缓解人口膨胀、资源短缺、环境恶化矛盾的优选领域，对海洋生物资源的开发利用正日益受到国内外政府有关部门和广大学者的关注。

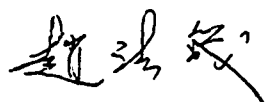
加强对海洋生物资源的有效保护以确保海洋生物资源的高效率开发利用，并保持海洋生物经济的可持续发展，已经成为当前人类所面临的一个严峻问题。因此，借鉴了陆地生物技术发展过程的成功经验和失败教训，世界各国在大力发展加快海洋生物资源的开发利用研究的同时，对进一步加强海洋生物技术的研究和建设也倍加重视。

作为一个新兴的交叉学科，海洋生化工程是将海洋生物技术实验室研究与陆地生化工程体系紧密结合，是推动海洋生物实验室研究成果走向产业化的一个桥梁。在藻类生物技术、海产养殖、近海滩涂生物资源的开发利用、污染海水的生物净化、海洋污染的生物综合治理、海洋滩涂耐盐植物的种植及其生物活性物质的分离提取、海洋微藻毒素及其他海洋生物活性物质的开发生产等方面具有很大的应用价值。

本书作者王长海博士工作勤奋、思维敏锐、善于捕捉新生事物，

1994 年以来就在微藻生物技术和海洋滩涂生物资源等研究领域从事相关的教学与研究工作。在近海滩涂生物资源的开发利用研究、光生物反应器的研制与开发、海洋微藻的大规模高密度培养技术及其活性物质的分离纯化、海洋赤潮微藻的培养及其毒素的生物合成、海洋滩涂耐盐植物和海洋生物活性物质的研究和开发等方面进行了全面而系统的研究，为海洋生化工程学科方向的开创和发展奠定了基础。

本书是王长海教授领导的烟台大学海洋生化工程研究所多年来科研成果和教学工作经验的总结，其特点是既有理论又有实践，值得阅读。用有限的篇幅、有限的精力，写好这样一本书实在是一项比较艰巨的任务。为此，我很高兴写序祝贺此书出版。



2004 年 3 月 3 日于青岛中国水产科学研究院黄海研究所

前 言

丰富的海洋生物资源与人类的衣食住行有着密切的关系，有鉴于此，开发利用海洋生物资源越来越受到人们的重视。自 20 世纪 90 年代以来，随着人类对海洋生物资源开发的力度和深度的不断加大和相关配套工业的迅速发展，同时也带来了严重的海洋环境问题，导致海洋生态系统异常的脆弱和海洋生物资源呈现出日渐枯竭的趋势。因此，加强对海洋环境和海洋生物资源的有效保护以确保海洋生物资源的高效率开发利用，并保持海洋生物经济的可持续发展，已经成为当前人类所面临的一个严峻问题和巨大的挑战，发展海洋生化工程是解决上述问题的有效途径之一。

众所周知，陆地生化工程是由生物学、化学和工程学相互结合和相互渗透而成的一门新兴学科，是连接实验室研究成果（学术界）和成果的产业化（工业界）的一条重要纽带和桥梁。生化工程的兴起，已促使生物技术成为当今世界科研成果产业化速度最快的高新技术领域之一。与陆地生化工程相比，我国的海洋生化工程是一个新兴的学科方向，其发展历程也只有十余年。鉴于海洋生化工程在海洋生物制品的研发中具有的独特作用，与其相关的教学与科研也取得了一定的进展，作者撰写《海洋生化工程概论》的目的是希望能够较系统地介绍与海洋生化工程有关的原理及应用方面的知识，并起到抛砖引玉的作用，从而促进该学科的发展。

本书从生化工程的角度对微藻生物技术、海洋生物活性物质、海洋生化制备技术、近海滩涂生物资源的开发利用等相关内容进行了阐述。撰写这样一本新书，所面临的困难是可想而知的，一方面作者对海洋新知识的积累不足、了解的也不十分全面；另一方面所从事的相关科研实践也有一定的局限，然而我们还是鼓足勇气做了

这次尝试。本书在体系、结构和内容上还不够完备，存在许多不足，尤其是当今科学进展十分迅猛，日新月异，有些内容不免有疏漏之处，敬请各位专家、学者批评指正，以便在今后的修订中不断完善。

本书主要由王长海教授、孙利芹讲师、姜爱莉博士三位作者完成，王长海教授制定了总体写作计划，并负责全书的统稿、整理和修改。欧阳藩教授、邱宏伟研究员、李志军博士参加了部分章节的写作。具体撰写分工是：第1章，王长海、欧阳藩；第2章，王长海、孙利芹；第3章，孙利芹、姜爱莉、李志军、王长海；第4章，姜爱莉、孙利芹、王长海；第5章，王长海、邱宏伟、姜爱莉、欧阳藩。

特别感谢赵法箴院士在百忙之中为本书作序、我的导师欧阳藩先生为本书作跋，本书在写作过程中得到了烟台大学于维铨出版基金的资助，特此致谢。

王长海

2004年2月于烟台

内 容 提 要

本书从理论、实践两个方面对海洋生化工程所涉及的重要研究领域进行了比较系统的介绍。全书共分5章。第1章对海洋生化工程的概念和其主要研究领域或研究方向进行了阐述；第2章对微藻生物技术所涉及的相关内容做了全面的总结，并结合具体的研究成果对微藻的高密度培养理论进行了比较深入地探讨；在第3章中对海洋生物活性物质，尤其是海洋藻类和海洋无脊椎动物体内合成或积累的生物活性物质做了简明而全面的介绍；第4章对比较先进、实用的海洋生化制备技术进行了归纳，并列举了几种海洋生物制品的具体制备实例；第5章比较全面地对国内外浅海滩涂的开发利用现状和发展趋势进行了分析和总结，在此基础上主要针对国内浅海滩涂开发利用过程中存在的问题进行了客观的评价，并提出了相应的解决方法 and 对策以及我国发展浅海滩涂的总体目标。

本书可作为各高等院校海洋生物技术、生物工程、生物化工等相关专业本科生和研究生教材，也可作为科研和实践应用的参考用书。

目 录

第 1 章 海洋生化工程概述	1
1.1 海洋生化工程的概念	1
1.1.1 引言	1
1.1.2 海洋生化工程的概念	4
1.2 海洋生化工程的研究范畴	5
1.2.1 海洋微藻生物技术	5
1.2.2 海洋生物活性物质	5
1.2.3 海洋生物活性物质的制备技术	6
1.2.4 近海滩涂生物资源的开发利用和海洋环境保护	6
参考文献	6
第 2 章 微藻与微藻生物技术	8
2.1 微藻生物技术概述	8
2.1.1 引言	8
2.1.2 微藻与微藻生物技术	9
2.1.3 微藻的大规模培养和生物量采收	11
2.1.4 微藻的生物量和代谢产物及其应用	12
2.2 光生物反应器	14
2.2.1 光生物反应器及其研究进展	14
2.2.2 光生物反应器的主要类型和特点	15
2.2.3 影响光生物反应器设计的主要因素及设计原则	21
2.2.4 光生物反应器的应用前景	22
2.3 海洋微藻的大规模高密度培养技术	22
2.3.1 微藻对光照的反应	23
2.3.2 微藻的营养	30
2.3.3 微藻大规模培养工艺	33
2.4 微藻的生长与生长动力学研究	40
2.4.1 微藻的生长特点	40
2.4.2 微藻的生长动力学研究进展	41
2.4.3 微藻动力学研究实例	43

2.5 常见的微藻及其应用	50
2.5.1 紫球藻	50
2.5.2 螺旋藻	53
2.5.3 其他有价值的微藻	55
2.6 海洋赤潮与赤潮微藻	57
2.6.1 赤潮的概念	57
2.6.2 赤潮的危害性	59
2.6.3 微藻毒素	60
2.6.4 我国的赤潮	61
2.6.5 赤潮的治理	62
2.7 结束语	63
参考文献	63
第3章 海洋生物活性物质	69
3.1 海洋生物多样性与化学多样性	70
3.1.1 生物多样性	70
3.1.2 化学多样性	78
3.1.3 合成或积累生物活性物质的主要海洋生物	79
3.2 海洋微藻的生物活性物质	87
3.2.1 概述	87
3.2.2 微藻的化学组成和营养价值	88
3.2.3 微藻活性物质	90
3.2.4 微藻营养价值的应用	118
3.3 大型海洋藻类合成的生物活性物质	119
3.3.1 海藻多糖	119
3.3.2 萜类	127
3.3.3 酚类	129
3.3.4 海藻凝集素	131
3.3.5 甾醇	135
3.3.6 海藻植物生长激素	135
3.3.7 大型海藻毒素	137
3.3.8 蛋白质与某些重要的酶类	138
3.3.9 氨基酸类生物活性物质	139
3.3.10 甘露醇	140
3.3.11 其他生物活性物质	141
3.4 海洋无脊椎动物的生物活性物质	141
3.4.1 主要海洋无脊椎动物简介	141

3.4.2 海洋无脊椎动物的生物活性物质	144
3.5 海洋生物活性物质的开发利用	162
3.5.1 海洋生物活性物质的特点	162
3.5.2 海洋生物活性物质的筛选与海洋药物的开发	162
参考文献	171
第4章 海洋生物活性物质制备技术	176
4.1 海洋生化制备技术的特点及基本原理	176
4.1.1 海洋生化制备的特点	176
4.1.2 海洋生化制备方法的基本原理	177
4.1.3 海洋生化分离制备方案的设计及技术方法的选择	179
4.1.4 海洋生物活性物质研究的基本程序	182
4.2 海洋生物原料预处理及固液分离技术	183
4.2.1 海洋生物原料的预处理	183
4.2.2 离心分离	184
4.2.3 膜分离技术	186
4.2.4 沉淀分离法	194
4.3 海洋生物活性物质的提取技术	198
4.3.1 概述	198
4.3.2 常用提取方法	201
4.3.3 双水相萃取	203
4.3.4 反胶束提取技术	205
4.3.5 超临界流体萃取技术	208
4.3.6 其他萃取方法	213
4.3.7 界面力分离技术	214
4.3.8 色谱分离技术	220
4.3.9 浓缩与干燥	233
4.4 海洋生物活性物质的制备实例	240
4.4.1 海鞘生物活性物质的分离提取	240
4.4.2 褐藻生物活性物质的分离提取	246
参考文献	255
第5章 近海滩涂生物资源的开发利用	259
5.1 浅海滩涂资源开发的意义	259
5.1.1 浅海滩涂资源开发是实现人类可持续发展的重要保证	259
5.1.2 浅海滩涂资源开发是改善我国居民食物结构和保障食物安全的 需要	260
5.1.3 浅海滩涂资源开发是我国农村经济跨世纪发展的必然战略选择	261

5.2 国内外浅海滩涂资源现状和开发模式	261
5.2.1 浅海滩涂的资源分布与类型	261
5.2.2 我国浅海滩涂资源的总体情况	262
5.2.3 我国浅海滩涂开发利用的现状和主要模式	263
5.2.4 国外浅海滩涂开发利用的现状和主要模式	264
5.3 国内外浅海滩涂技术研究的现状和发展趋势	270
5.3.1 海水养殖优质抗逆品种培育与苗种繁育技术	270
5.3.2 浅海规模化养殖和增殖技术	272
5.3.3 耐盐植物筛选和种植技术	277
5.3.4 海洋生物修复技术	282
5.4 我国浅海滩涂开发中存在的问题和对策	321
5.4.1 存在的主要问题	321
5.4.2 主要对策	323
5.5 我国浅海滩涂技术开发的指导思想、原则和目标	325
5.5.1 浅海滩涂技术开发的指导思想	325
5.5.2 浅海滩涂技术开发的原则	325
5.5.3 浅海滩涂技术开发的目标	325
5.6 浅海滩涂开发的重点领域和关键技术	326
5.6.1 浅海滩涂开发的重点领域	326
5.6.2 浅海滩涂开发的关键技术	327
5.7 结束语	329
参考文献	329
跋	333

第 1 章 海洋生化工程概述

1.1 海洋生化工程的概念

1.1.1 引言

海洋是生命的发源地，海洋是地球各种有效资源的宝库，是未来人类营养食品的来源和社会物质生产力的原料基地，是全球生命支持系统的一个重要组成部分，也是人类赖以生存和发展的最后一块疆土和空间。浩瀚的海洋蕴藏着丰富的生物资源、矿物资源和动力资源，大洋的环流、海洋的暖流、河水的径流、海水的蒸发等自然运动，造就了海洋生态平衡，也使海洋的生物丰富多彩，并正在为人类提供着大量的食品、药品、化工产品、工业原料、燃料等多种材料和产品。其中，海洋生物资源具有可再生的特点，是人类食物和药物的重要来源之一，据权威机构的统计数据表明，地球陆地资源仅能养活 100 亿人口，海洋资源则可以养活 200 亿人口，但由于技术的局限性，到目前为止人类仅仅利用了不到 5% 的海洋资源。随着科技水平的不断提高，人口的不可逆性增长，人类生活水平的不可逆性提高，陆地资源和可耕种面积的不可逆性减少，全球性陆地资源短缺的压力将日益增加，海洋已经成为人类缓解人口膨胀、资源短缺、环境恶化等矛盾的优选领域，对海洋生物资源的开发利用正日益受到国内外政府有关部门和广大学者的广泛关注和重视。研究和开发利用海洋资源已成为当今世界一股强劲潮流。有人据此认为，21 世纪将是海洋的世纪。

海洋约占地球表面的 71%，总面积为 3.61 亿平方千米。海洋的平均深度为 4km，最深的海沟达 10km 以上，远远超过海平面以上最高山峰的高度。海洋里生存着种类繁多数量巨大的海洋生物。据估计，海洋生物有 49 个门类，至少 16 万种以上，而且许多种类为海洋所独有，如脊索动物、棘皮动物、鳃足动物和栉水母等。此外，海洋是一个平均压力为 80atm[●] 的高压世界，底栖的海洋生物一定具有独特的耐压机制。新近人们还从海洋中发现许多耐高温生

● 1atm=101325Pa，下同。

物。丰富多彩的海洋生物是人类研究和开发利用海洋生物资源的重要库源。随着陆地资源开发利用日趋达到极限，世界各沿海国家都把注意力集中到海洋生物资源的研究与开发利用上来。

我国是世界上人口最多的沿海国家，进入 21 世纪后，实现国民经济与社会的可持续发展将会更强烈地依赖海洋资源，海洋资源的开发和利用已成为必然的发展趋势。同时，我国也是世界上海岸线最长的国家之一，北起鸭绿江口，南至北仑河口，横跨 11 个省区，呈现一个由北向南和由西向东南突出的弧状形，大陆海岸线长约 18000km（不包括我国台湾、海南等岛屿岸线），浅海滩涂面积大、分布广、地理条件优越、生物资源丰富、开发潜力巨大。发展海洋生物经济，把海洋生物资源开发作为跨世纪的国民经济发展战略，向海洋索取日益需求增多的能源、食物、水资源和其他资源，特别是加强浅海滩涂资源的开发利用，对开拓新的生存和发展空间，丰富食物来源，对保证我国国民经济与社会的健康发展具有深远的历史影响和重要的现实意义。为抢占技术上的制高点，很多国家争先开展海洋科技方面的研究，积极探索向海洋索取资源的新途径。根据我国目前的人力、物力和技术条件，率先搞好海洋生物资源的开发研究，是进一步开发利用海洋资源的基础，对我国沿海地区经济的可持续发展具有重要意义。

到目前为止，国外的科学工作者在下列几个海洋生物制品和海洋药物研究领域取得了重要的进展。①海洋生物抗癌活性物质：从大量的海洋生物抗癌活性物质中，已筛选出 10 余种，投入或即将投入临床试验。如从群体海葵中提取的 didemnin，从截尾海兔中提取的 dolastatin 10，从多室草苣虫中提取的 bryostatin 1 和 bryostatin 4，从海洋细菌中获得的 marinactin 等。其中从海绵中提取的 manoalide 已成功地实现了人工全合成，并被美国 FDA 批准为抗癌新药。②海洋生物抗菌活性物质：如从海洋细菌中提取得到广谱低毒的抗生素——伊他霉素，并进行人工修饰与合成。③海洋生物抗心血管疾病活性物质：如从海洋生物中提取得到的喹啉酮类化合物具有增强心肌收缩力和抗心律失常的作用，日本、法国等已进行了人工合成。④海洋生物抗放射性活性物质及酶类：如从海藻中提取超氧化物歧化酶（SOD），年销售额达 7 亿美元。⑤海洋前列腺素：如从珊瑚中发现并提取了前列腺素等。⑥海洋保健品：如螺旋藻、盐藻养殖成功并用作保健品，EPA（二十碳五烯酸）和 DHA（二十碳五烯酸，二十二碳六烯酸）系列保健品的应用等。⑦海洋医用生物材料：如鳖试剂、河豚毒素试剂、甲壳素、珊瑚骨科材料等。

我国也把发展海洋生物制品和海洋药物作为主攻方向。为了要建立起具有中国特色的，有海洋、水产、医药、生物、化学等多学科协同合作的海洋生物制品和海洋药物研究开发体系，充分发挥我国传统医药学的优势和海域辽阔、

海洋生物资源丰富特点,加大科技投入,力争研制与开发出更多具有自主知识产权的海洋生物制品和海洋药物,我国已经在以下几个方面开展了相关的工作,其具体目标如下。

① 海洋生物活性物质的研究。国家“九五”期间以海藻、海绵、珊瑚、红树林、腔肠动物、软体动物和海洋微生物为重点,进行抗病毒、抗菌、抗肿瘤、抗艾滋病和防治心脑血管疾病等活性物质的筛选。要跟踪国际海洋生物活性物质的筛选成果,对科学证实具有较强活性的化学物质,如多肽类化合物、萜类化合物、大环内酯类化合物、聚醚类化合物等要给予足够重视,并开展相应的海洋生物活性物质的化学修饰和半合成研究工作,寻找活性强、毒副作用小的药用活性物质。

② 开发新的海洋中成药和新剂型,开发新型海洋医用生物材料。重点开发品种有以下几类:甲壳质、甲壳胺及其衍生物系列医用产品,如创可贴、手术缝合线等;海洋生物多糖类产品,如药用微囊制剂辅料等;医用酶产品,如超氧化物歧化酶(SOD)、海螺酶等;医用生化试剂,如海葵毒素、海洋微藻毒素等;临床诊断试剂,如藻胆蛋白荧光探针等。

③ 发展海洋生化工程。借鉴陆地动物、植物、微生物等生物制品与药物研究与开发中所取得的成果与成功经验,建立健全海洋生化工程研究与开发体系,为海洋生物制品和海洋药物的开发与应用提供良好的技术平台;以基因重组、细胞融合和生物反应器等为基础的现代生物技术发展很快,而以海洋生化工程为主导的海洋生物技术则是现代生物技术与海洋生物科学相结合的产物,它的发展将能从根本上解决海洋生物制品和海洋药物的开发和工业化生产问题。

自20世纪90年代以来随着人类对海洋生物资源开发的力度和深度的不断加大和相关配套工业的迅速发展,同时也带来了严重的海洋环境问题。尤其是使近海区域的海洋生态遭到了很大的破坏,特别是沿海城市的港湾区、污染河口径流区和过度养殖的近海滩涂区,海洋环境污染日趋严重、环境质量急剧恶化。其结果是,一方面致使海洋生态系统异常的脆弱,使海洋生物资源呈现出日渐枯竭的趋势;另一方面导致大面积海洋赤潮的频繁发生,有的海区甚至出现一年内发生多次赤潮的现象,给国民经济造成了巨大的损失。由此可见,加强对海洋环境和海洋生物资源的有效保护以确保海洋生物资源的高效率开发利用,并保持海洋生物经济的可持续发展,已经成为当前人类所面临的一个严峻问题和巨大的挑战。人类只有保持海洋的良性生态环境、合理开发利用海洋资源,才能获得良好的经济效益和长远的社会效益,而发展海洋生化工程则是解决上述问题的有效途径之一。

近几年以来,以藻类生物技术为主导的海洋生化工程发展迅猛,并且在近

海滩涂生物资源的开发利用、城市工业和生活污水处理、污染海水的生物净化、海洋污染的生物综合治理、海洋赤潮的监测和控制、海洋微藻毒素及其他海洋生物制品的开发生产等方面正日益发挥其巨大的作用。为争夺技术上的制高点,美国、德国和日本等发达国家把海洋生物技术列为重点发展方向,尤其是将海洋微藻的大规模培养及其天然活性物质的分离提取等技术放在首位,并将之列为主关键性的战略技术加以发展。因此,借鉴了陆地生物技术发展过程的成功经验和失败教训,世界各国在大力发展海洋生物技术、加快海洋生物资源的开发利用研究的同时,对进一步加强海洋生化工程这一新兴学科的研究和建设也倍加重视。

1.1.2 海洋生化工程的概念

众所周知,生化工程(biochemical engineering)是由生物学、化学和工程学相互结合和相互渗透而成的一门新兴学科,是连接实验室研究成果(学术界)和成果的产业化(工业界)的一条重要纽带和桥梁。生化工程的兴起,已促使生物技术成为当今世界科研成果产业化速度最快的高技术领域之一。仅美国1993年的生物技术产品销售额就达到了70亿美元,2000年全世界生物技术产品的销售额超过1000亿美元。

海洋生化工程(marine biochemical engineering)可以被理解为是以海洋生物学为基础,利用陆地生化工程体系和工程原理,将海洋生物技术实验室研究成果推向产业化的一门新兴的极富生命力的综合性学科。因此,在本质上海洋生化工程与陆地生化工程相似,即运用了工程的原理和方法,对实验室研究成果进行开发、放大和工程化,进而为人类提供更丰富的商品和社会服务。

我国的海洋生化工程的发展也经历了一个从无到有、从小到大的发展历程。20世纪90年代初期,我国著名的生化工程学家、中国生化工程研究领域的开创人之一欧阳藩先生以其敏锐的战略眼光提出:陆地生化工程技术与海洋生物技术的紧密结合和相互渗透将是加快中国海洋生物技术产业化进程的主要捷径,并首次提出了“海洋生化工程”这个新概念。自1994年起,欧阳藩教授与中国科学院海洋研究所合作联合培养博士研究生,在生化工程与海洋生物学的相互结合方面进行了有益的探索。在他的支持和领导下,1995年我国第一个专门的海洋生化工程研究机构——烟台大学海洋生化工程研究所宣告成立,在王长海博士的领导下,该研究所在光生物反应器的研制、海洋微藻高密度培养技术、微藻生物活性物质的分离纯化、海洋赤潮微藻的高密度大规模培养及其毒素研究、海洋滩涂生物资源的开发、海洋生物多样性及海洋生态研究和海洋无脊椎动物合成的海洋药物研究等方面进行了比较系统的研究,为国内海洋生化工程的开创和发展奠定了良好的基础。

值得注意的是海洋生化工程已吸引了国内有关单位的极大兴趣,1997年

以来,华东理工大学成立了海洋生化工程研究室,清华大学也组建了海洋生物技术研究中心,其他单位如中国科学院过程工程研究所、大连理工大学、天津大学、青岛海洋大学、北京化工大学等也加强了该研究领域研究力量,以加大海洋生化工程的研究力度。为实现海上山东这个宏伟计划,山东省政府对海洋生物资源的开发给予了特别的重视,并于1998年9月成立了山东省海洋工程研究院。尤其是在周百成、欧阳藩等一批科学家的建议下,“九五”期间国家在“九五”重点科技攻关计划和首次被正式纳入国家高科技发展计划“863”的海洋生物技术研究领域中加大了对海洋生化工程相关研究课题的支持力度,对海洋生化工程的发展起到巨大的推动作用;“九五”末他们又受国家科技部的委托起草了国家“十五-863”海洋生物技术规划,并获得了国家的批准。随着国家“十五”重点科技攻关计划和国家“十五-863”计划的顺利开展,广大科技工作者更加清晰地认识到海洋生化工程在我国海洋生物技术产业化进程中的地位和作用,同时也对该学科的发展给予了更多的关注。

1.2 海洋生化工程的研究范畴

根据国内外陆地生化工程研究领域的特点,海洋生物技术研究动态以及海洋生化工程所固有的技术特点,一般认为海洋生化工程研究领域有以下几个方向。

1.2.1 海洋微藻生物技术

该研究方向主要包括以下研究内容。

- ① 微藻藻种的筛选、微藻种子库的建立及微藻生物活性物质的筛选。
- ② 转基因微藻的开发及转基因产品的应用研究。
- ③ 光生物反应器的开发研制。
- ④ 微藻高密度大规模培养技术及微藻生物量的应用研究。
- ⑤ 微藻生物活性物质的分离纯化工艺和相关生物制品的研制与开发研究。
- ⑥ 海洋赤潮的监控和赤潮微藻毒素的开发利用。
- ⑦ 藻类在海洋污染综合治理方面的应用研究。
- ⑧ 其他有价值海洋浮游生物的高密度大规模培养及应用研究。

1.2.2 海洋生物活性物质

海洋生物活性物质的研究和开发主要有以下几个方面。

- ① 海洋微藻合成的生物活性物质的筛选及其分子结构研究。
- ② 大型海洋藻类及其合成的生物活性物质研究。
- ③ 海洋微生物合成的生物活性物质研究。
- ④ 海洋无脊椎动物合成的生物活性物质筛选、鉴定及其活性研究。