

谁将在生物学 世纪称雄

湖北少年儿童出版社

卢继传 著



谁将在生物学世纪称雄

卢继传 著

*

湖北少年儿童出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

武汉大学出版社印刷总厂印刷

850×1168毫米 32开本 13.5印张 2插页 320 000字

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数：1—2 590

ISBN7—5353—0823—6

N·21 定价：4.30元

内 容 简 介

本书是当前揭示生物工程这门高科技的一本比较系统、材料较新、思路开阔的著作。其结构庞大，内容丰富，信息量大，具有较强的可读性和较高的学术价值。

作者吸收了生物科学和生物工程的最新成果，结合科学技术发展趋势以及世界格局，首先以令人信服的事实，论证了近年来国际上纷纷所预测的 21 世纪将是生物学世纪。然后以翔实的材料，明快的笔调，阐述了生物工程产生的科学技术条件和社会发展的背景；生物工程的迅猛发展及其技术体系；生物工程在农业、医学、食品、化学、冶炼、能源、海洋开发环境保护等领域所取得的奇迹和深远意义，生物工程所引起的社会问题与争论；各国为在生物学世纪争得强有力地位所采取的步骤。最后，分析了中国生物工程所面临的机遇，以及应当采取的发展方针和对策。作者论断：谁在生物学世纪落后了，谁的经济就会被拉开距离，从而在国际关系格局中处于不利地位。

本书材料新颖，思路开阔，文笔简洁，适合多层的读者阅读，能给人以多方面的启迪。

前 言

生 物 学 世 纪

近年来，科学家们纷纷预言，21 世纪将是生物学世纪。现代生物学的发展为此提供了有力的证据。

自从地球上出现生命以来，生命经历了几十亿年的演化过程，从无机到有机，从低级到高级，从简单到复杂，直至人类的出现，生命在这漫长的岁月里发生了许多激动人心的变化。然而，令人困惑的是：尽管人类的脚步已踏上了外星，开始探索星际间的生命，却对自身生命的研究还很不够。如困扰人们的癌症、艾滋病、老年性痴呆症、精神障碍等的病理至今未十分明瞭。生命在人类知识范围内是最富有魅力的现象，阐述生命的本质，将使人类掌握的知识来一个重大的突破。

现在，一个不可否认的事实展现在人们的面前，这正如几年前联合国教科文组织在调查报告中所指出的那样，当代自然科学发展出现两大趋势：一是各门学科的数学化；二是生物学的飞跃发展。

生物学的飞跃发展源于物理学、化学和数学的发展，它们向这门学科渗透。因为，生命运动包含着物理、化学运动，所以生命只有用支配无生命的物质世界的法则和从无生命物质世界的表现上，才能真正地加以准确的理解，从而揭示生命的奥秘。

近代许多有远见的物理学家、化学家、数学家纷纷转向生物学课题的研究，使生物学日益进步。1953 年遗传物质脱氧核糖核酸 (DNA) “双螺旋结构模型”的问世，就是一个很有代表性的事例。这个模型是生物学家和物理学家结合的产物，即美国生物学

家沃森与英国物理学家克里克根据英国晶体衍射专家威尔金斯对DNA的X射线衍射研究的成果提出来的。它说明了DNA结构与功能的分子基础。DNA分子中特定的核苷酸排列顺序决定了生物体的特征，并通过DNA分子的复制把遗传信息传给后代，使子代表现出与亲代相同的特征。这样，生命之谜在相当程度上被揭开了，成为20世纪自然科学发展中的一项重大突破。

也就是在50年代，作为生命大分子的蛋白质结构也被揭示出来了。蛋白质执行着生命的一切活动机能（运动、消化等），它是由20种不同的氨基酸结合而成的。氨基酸与氨基酸以一定的顺序结合成链状，这就是蛋白质的肽链结构。英国科学家桑格（Frederik Sanger）花了近10年时间，于1955年搞清了胰岛素的结构，从而获得诺贝尔奖金。胰岛素具有一、二、三级结构的蛋白质。它的分子量极为庞大，由两条肽链、51个氨基酸组成（A链包含有21个氨基酸，简称21肽，B链包含31个氨基酸，简称31肽）。

与此同时，科学家也在为人工合成蛋白质、核酸做出努力。中国科学家经过了6年又9个月的不懈探索，1965年10月在上世界上首次人工合成一种活性蛋白质——结晶牛胰岛素，后来又对它进行晶体结构测定，证明它具有天然胰岛素一样的活力和同样的物理化学性质。美国科学家首次成功合成脱氧核糖核酸。1976年8月科拉纳（H·G·Khorana）领导的研究小组成功地合成了大肠杆菌的基因，在细胞中有表达生命活力的能力，他由此获得诺贝尔奖金。接着，美国、日本和中国也宣布成功合成脱氧核糖核酸。中国科学家王睐、刘培南和梁植权等历时13年的努力攻关，于1981年11月20日使人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸获得成功。

人工合成蛋白质、核酸的成功，使人类对生命的认识与控制又大大地前进了一大步，为人工合成生命奠定了良好的基础。人工合成核酸的成功还对基因工程的崛起带来了巨大的影响。

到 50 年代末，生命科学终于在科学的百花园中崛起，开始受到人们的注视。随着数学、物理、化学以及自动化技术、信息论、控制论和计算机科学的发展，这些学科的新理论、方法和技术向生命科学渗透，使生物学开拓了各类边缘、交叉科学，诸如生物物理学、生物化学、生物数学、分子生物学、量子生物学、生物控制论、人工智能和仿生学等等。生命科学终于成熟了，成为现代生物学。它不再是描述性科学，而是成为一门像数学、物理和化学各学科那样精确的定量的学科。

今天，生物学不只是研究生物体的形态、特征和生理特性，而且还研究生命活动的物理和化学过程，以及物理和化学因素对生命的影响；研究层次在微观上已深入到分子水平、量子水平，在宏观上已扩大到生态系统、生物圈。所谓生态系统概念是 1953 年英国生态学家坦斯雷（Tansley）提出来的，他认为，生物与其生存环境结合在一起，形成一个自然系统。这也就是说，生态系统是生物群落和复杂的环境相结合所构成的自然基本单位^①。生物圈就是指地球表面全部生物与其有关的自然环境的总称，换言之，所有生态系统综合形成了生物圈。

近年来，生物学正在进一步向微观与宏观两个方面发展，从而又出现新的分支学科，如微观方面有分子细胞学、分子生物学、分子遗传学等；宏观方面有生态学。不难看出，现代生物学对人类未来以及经济社会的发展有重大的作用，诸如工农业布局、人口适度、环境保护、国土整治、资源利用与保护等等，都可能为之提供理论、方法与技术。

这里，不妨对比一下 18 世纪生物学的状况，人们就会惊奇地

① 如在一小片森林内，许多植物与动物，以及土壤中的微生物相互联系，组成了森林内的生物群落，并且和特定的自然环境条件密切相关，构成一个自然系统。

发现生物学的发展是如此之快。对 18 世纪的生物学情况，恩格斯是这样讲的：“在生物学领域内，人们主要还是从事于搜集和初步整理大量的材料，不仅是植物学和动物学的材料，而且还有解剖学和本来意义上的生理学的材料。至于各种生命形式的相互比较，它们的地理分布和它们的气候等等的生活条件的研究，则还几乎谈不到。在这里，只有植物学和动物学由于林奈而达到了一种近似的完成。”^①直到本世纪前半期，物理学还是带头学科，但是，进入 50 年代以后，生物学则与物理学并驾齐驱，共同成为带头学科。这不过经历了不到 200 年的历史而已。

迄今，生物学正面临着重大的突破，其标志是生物工程的崛起。它是生物学与技术科学相结合的产物，是通过技术手段，利用生物物质或生物过程，生产有用物质的一门技术学科。生物工程是充分利用自然力量（或资源）的决定因素，因而，它有广泛的实用价值，它已深入到工业、农业、医药学、矿业、化工、能源、环境保护和人口控制等领域，并诞生了新兴工业体系——生物工程产业。

生物工程使科学与技术、科学与生产更加密切地结合在一起。大多数的科学发现，转入生产，通常需要几十年的时间，而许多生物工程的发现往往是从实验室直接转为工业实验性生产。

自从本世纪 70 年代初在美国诞生基因工程后，生物工程发展很快，继基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程之后，生物工程又掀起了新的浪潮，这就是蛋白质工程、海洋生物工程和生物传感器以及生物计算机等新技术的出现，并不断取得重要的进展。

这门崭新的技术科学必将对科学、技术和所有的产业发生巨大的影响。众所周知，在几千年的农业社会期间，人们在农业生产中主要依靠人力和畜力，以及风力、水力，依靠农作物的自然

^① 恩格斯：《自然辩证法·导言》。

生长能力；而整个工业技术则主要以化石燃料作为它的动力源泉和基础。由于农业技术的水平低，粮食生产不能适应经济社会发展的需要；由于主要使用化石燃料，发生能源危机，同时污染环境，造成世界性的生态危机。生物工程产业的出现，正在导致传统农业和传统工业的结构调整与改革。人类将可以人工操纵生命，改造原有物种，创造新的物种，为农业发展开辟一条新路，从而满足不断增长的世界人口对粮食和营养的需要；将充分开发和利用生物能源，为解决世界能源问题做出重要贡献；并将从根本上保护好人类赖以生存的环境；将开发占有70%以上地球总面积的海洋，从海洋得到能源、矿物和各种资源；还将使医学发生革命性的变化，遗传病、癌症和艾滋病等疑难病将被征服。利用生物工程技术，生产效率将会大幅度提高，也可以节省能源消耗，不受地球有限资源的限制。今后，自然科学中的其他学科的重大突破，将更多地产生于同生物学相结合的领域。生物计算机就是微电子学与生物学相结合的产物，它将突破电子计算机的局限。生物工程的发展与应用前景无比美好，它将会像原子裂变、半导体和微电子技术那样对人类社会发生重大影响，甚至将比微电子技术产生更大的影响。人们普遍认为，生物工程是改变人类生活，改变世界经济结构的重要力量。

这是神话还是现实？近几年来，生物工程在不少国家取得重大成果，不断把人类的许多梦想变成现实，在新技术革命领域中放出光芒异彩。

当前，生物工程还处于研究开发的发展时期，预计到下个世纪将充分显示它的威力，对世界经济社会发展起到重大作用。社会发展的历史告诉人们，有了工业技术之后，人类历史前进步伐才得以大大地加快。生物工程可能给人类带来新的产业技术，同时又可能成为促进新的社会经济发展的引爆剂。所以，不难断言，生物工程将会影响近代世界的整个面貌。

因此，生物工程这一门技术学科的崛起与发展，便是下个世纪是生物学世纪这个预言的依据。

1982年《大趋势》的作者约翰·奈斯比特(John Naisbitt)说：“生物对于21世纪的影响，就等于物理和化学对20世纪的影响一样大。”又说：“生物正取代物理，成为社会的主要观念。”然后，他指出：“在今后的20年当中，将是生物的时代，正如过去的20年是微电子时代一样。”^①

电子技术、新材料和生物技术是当今世界的三大高技术。1987年日本科学家认为，目前，生物技术还没有达到实用阶段，但到21世纪，它将发展到相当高的水平，甚至有人认为，21世纪将是微生物时代。^②

生物学世纪将会到来，生物工程技术必将对人类作出举足轻重的贡献。到时，它将代表一个国家的科技力量，成为一个国家发展经济社会的重要支柱。这正如苏联国家科委副主席基里尔·久马耶夫所说的：“生物工艺学的发展水平在许多方面确定着任一国家的科技实力。”

当代国际经济竞争归根于科学技术的竞争，生物工程成了国际竞争的焦点，鹿死谁手，在下个世纪终将见分晓。但是，这种竞争早已开始了。这场竞争直接影响到一个国家在世界中的竞争地位，从而影响到世界格局的变化，因而被称为“未来的战场”。

距离21世纪只有10年的时间了。中国是发展生物工程较早的国家之一，正在面临着挑战与机会，有必要了解生物学世纪，稳健地发展生物工程这门技术科学，迎头赶上去，以便有准备地、从容地步入下个世纪，进一步地把中国推向世界前列。

① 奈斯比特：《大趋势——改变我们生活的十个新方向》(1982年)，中译本，中国社会科学出版社1984年版。

② 《世界经济科技》(第27期)，1987年6月30日，41页。

目 录

前 言

生物学世纪

第一章

生物工程的崛起.....	(1)
生物工程的定义.....	(1)
生物工程是怎样产生的.....	(2)
生物工程的体系	(11)

第二章

下一个浪潮——蛋白质工程	(22)
第二代生物技术	(22)
蛋白质的空间结构研究进展	(26)
蛋白质分子设计	(29)
欧美日各公司竞相开发	(32)
诱人的前景	(37)

第三章

神话或是现实——海洋生物工程	(44)
从陆地转向海洋	(44)
海洋生产农牧化	(46)
医药的丰富源泉	(54)
海洋微生物的开发与利用	(58)

第四章

电子计算机的出路	(62)
----------------	------

生物计算机的设想	(62)
生物芯片的研制现状与前景	(64)
神经网络研究及神经计算机	(65)

第五章

生物信息的检测与处理——生物传感器	(70)
生物传感器的产生	(70)
电极型生物传感器	(72)
光检测型生物传感器	(80)
热检测型生物传感器	(83)
探索智能生物传感器	(83)

第六章

粮食危机可望解决——第三次农业革命	(85)
农业革命的里程	(85)
植物基因工程及其进展	(88)
细胞工程及其奇迹	(112)
育种技术的飞跃	(125)
新的农业时代即将来临	(134)

第七章

畜牧业的奇迹	(145)
动物基因移植	(145)
畜牧业研究成果	(149)
胚胎移植	(159)

第八章

医学新纪元	(165)
世界医学发展前景	(165)
医药业的重大变革	(166)
疾病诊断新招——DNA 探针诊断法	(177)
“生物导弹”——单克隆抗体	(181)

揭开癌症的奥秘·····	(189)
免疫学与免疫疗法·····	(197)
脑移植研究的突破·····	(204)
人类征服遗传病的里程·····	(212)
攻克艾滋病的曙光·····	(220)
试管婴儿方兴未艾·····	(226)

第九章

营养香味俱佳的食品 ·····	(237)
食物中的成分质量与质量要求·····	(237)
在食品开发中应用生物技术·····	(239)
单细胞蛋白·····	(245)
植物蛋白·····	(254)
食品工业的变革·····	(259)

第十章

化学工业的异军 ·····	(262)
化工新技术·····	(262)
新产品·····	(263)
化学工业的一场冲击·····	(267)

第十一章

细菌冶金技术 ·····	(270)
细菌浸矿·····	(270)
细菌采铜矿·····	(272)
从含硫岩石中提取黄金·····	(273)
探测金矿的储量·····	(274)
用微生物回收金属·····	(275)

第十二章

最洁净的能源 ·····	(277)
绿色能源·····	(277)

微生物能源.....	(283)
------------	-------

第十三章

环境保护最佳途径.....	(291)
生物净化.....	(292)
生物监测.....	(298)
综合利用工农业废弃物.....	(301)
农药的污染与虫害生物控制法.....	(305)

第十四章

经济社会发展的支柱.....	(308)
经济社会发展的冲击波.....	(308)
世界市场及产品预测.....	(314)
“生物工程谷”的兴起	(320)

第十五章

是福还是祸——生物工程面临的社会问题.....	(330)
清洁工业的背后.....	(330)
生物武器令人心惊胆战.....	(334)
农业结构的冲击.....	(338)
伦理道德的骚动.....	(339)
生物工程的管理决策.....	(347)

第十六章

谁将在“生物学世纪”称雄.....	(352)
美日争夺战.....	(352)
西欧奋起直追缩小与美日差距.....	(355)
苏联旨在增强与美日和西欧的抗衡能力.....	(357)
“亚洲小龙”跻身于竞争行列	(358)
发展中国家的动向与评估.....	(361)
走向国际合作.....	(365)

第十七章

中国面临的挑战与机会.....	(369)
历史的步伐.....	(369)
医药领域研究与开发.....	(372)
农业生物工程的成果与前景.....	(383)
轻工食品的进步与后劲.....	(409)
生物工程作为发展战略.....	(416)
审时度势，制订对策.....	(418)

第一章

生物工程的崛起

生物工程是生物科学和技术科学有机结合的产物。它既年轻又古老，它不是突然降落于大地，而有悠久的发展历史，但它的发展如此迅速却是科学史上罕见的。

生物工程的定义

生物工程译自 Biotechnology 一词，也有译为“生物技术”，或“生物工艺学”。译者不一，讲的是一个意思，即它利用生物学过程、生物因素来实现工业生产的一门科学，是生物科学与技术科学相结合的产物。日本学者松原谦一认为，生物工艺学的定义是，“把生物或它的结构组分应用于工业生产”。^① 其所应用的生物包括微生物、细菌、霉菌、酵母菌等，以及动物、植物等所有的生物类群。生物工艺学可使上述各类生物在生产上起作用。欧洲的专家为生物工程确定的定义是：“应用科学及工程原理加工生物材料提供商品和服务。”^②

这门技术科学发展很快，其内涵及外延不断地扩充，对于它

① 松原谦一：《基因工程的现状与未来》，原载日刊《现代经济》，1984年4月。

② 转引《生物工程资料汇编》，中国科学院图书馆，1984年。

的定义要作精确概括还为时过早。名称及其定义的不同提法也是自然的。从宏观的角度，可以归结为，生物工程是应用生物科学及其某些工程原理操纵生命的一门技术科学。生物工程是一门多学科的综合技术科学，它所涉及的不仅有生物学、化学、物理学等基础学科，同时还有化学工程、计算机等技术学科。

生物工程是怎样产生的

在数千年之前，人类已懂得酿酒，即利用微生物发酵制取酒。这也就是一种古老的生物工程。但是，生物工程这个词是本世纪70年代才出现的。它是生物科学发展的必然结果。

50年代以来，遗传学和分子生物学发展很快，生命的奥秘一层一层地被揭开了。人们认识到，生物遗传的奥秘在于遗传物质，因此，才有“种瓜得瓜，种豆得豆”。科学家们花费了50年时间，才找到了负责传种接代的遗传物质——核酸。

核酸有两类：脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。绝大多数生物的遗传物质是脱氧核糖核酸；只有少数简单的病毒的遗传物质才是核糖核酸。核酸是一种生物大分子，是由4种不同的核苷酸分子连接起来的。1953年，美国科学家詹姆斯·沃森（Jame D·Watson）和英国弗朗西斯·克里克（Francis Crick）发现了脱氧核糖核酸的基本结构。1953年4月25日，英国杂志《自然》发表他们的一篇论文，宣布发现了DNA双螺旋结构。这个消息传开，不胫而走，多数生物学家很快意识到，这个发现意味着从携带遗传信息的生物大分子角度研究遗传学的时代到来了。这一天，也就是分子生物学时代的开始。

如今，人们已承认这个DNA双螺旋结构模型是准确的。DNA分子是由一个包括两条相互缠绕的多核苷酸链的双螺旋。这些核

核苷酸包括腺嘌呤 (adenine, 用字母 A 代表)、鸟嘌呤 (guanine, 用字母 G 代表)、胞嘧啶 (cytosine, 用字母 C 代表) 和胸腺嘧啶 (thymine, 用字母 T 代表)。在双螺旋结构中, 两链间通过氢键连接的核苷酸或碱基 是互补的, 即 A 对 T, C 对 G, T 对 A, G 对 C。

组成 RNA 的碱基也是两种嘌呤和两种嘧啶。但是, RNA 中没

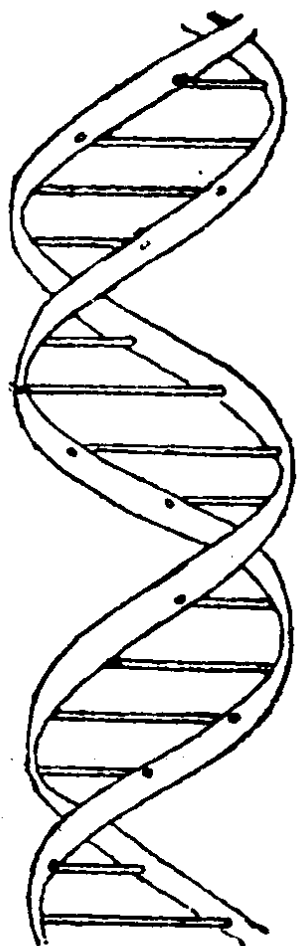


图 1 脱氧核糖核酸 (DNA)
分子的结构形式

DNA 分子是由两条长链相互盘绕而成的双螺旋结构, 链很长, 这里只是一小段, 长链是由糖和磷酸组成的, 双链之间的许多——是由碱基配对形成的, 即 A 和 T 配对, C 和 G 配对。

有胸腺嘧啶 (T), 而是尿嘧啶 (U)。 DNA 分子本身能实现自体复制, 保证了遗传信息的世代相传。DNA 分子所携带的遗传信息是通过转录来控制蛋白质合成的, 从而决定生物体的所有性状。在这里, DNA 以模板形式出现, 不直接参与蛋白质的合成, 而是通过一种中介物——核糖核酸 (RNA) 来起作用。具体地说, DNA 分子首先要通过转录, 把遗传信息记录在 RNA 分子上, 然后, 通过 RNA 的转录、转译, 去控制蛋白质的合成。