



科学家爷爷
谈科学

让生命焕发奇彩

著名科学家谈生物工程学

张树政 张树庸 孙万儒 著



广西师范大学出版社

科学家爷爷谈科学



让生命焕发奇彩

——著名科学家谈生物工程学

张树政
张树庸 著
孙万儒

广西师范大学出版社

50680/024

科学家爷爷谈科学

让生命焕发奇彩

——著名科学家谈生物工程学

张树政

张树庸 著

孙万儒

责任编辑:李敏俐

封面设计:陶雪华

责任校对:肖向阳

版式设计:林 园

广西师范大学出版社出版发行

邮政编码:541001

(广西桂林市中华路36号)

广西民族印刷厂印刷

*

开本:880×1230 1/32

印张:3.75

字数:81千字

1999年1月第1版

1999年1月第1次印刷

印数:00 001—20 000册

ISBN 7-5633-2800-9/Q·022

定价:9.00元

《科学家爷爷谈科学》丛书
编辑出版工作委员会

主任:何林夏

委员:肖启明 汤志林 陈仲芳 龙子仲 廖幸玲
沈 明 姜革文 郑纳新 梁再农 覃丽梅
唐丹宁 宋铁莎 于诗藻 李敏俐 肖向阳
李苑青 林 园 莫庆兰



编者的话



科学是什么呢？

远古的时候，人们看到世界上有许多稀奇古怪的事物，但弄不懂它们是怎么回事，就用想象来解释它们的存在。比如说，看见风在吹，就想：风不会无缘无故吹来，一定有个什么东西在风的后面吹气或扇扇子。这个在风后面的东西，古人就管他叫风神。

后来，随着生产实践的发展，人们发现了很多事物的规律，比如，风是因为空气中冷、暖气压不同造成气体流动而形成的。这种通过实践而掌握的对事物的客观认识就是一种科学认识。科学与神话的区别正在于客观性和主观性的区别上。科学观念是一种对待未知世界和已知世界的客观的态度，认为世界万物都是有联系的，因此可以在实践当中发现它的客观规律。这种规律被记录传播下来，就是科学知识；对这些知识的实际运用，就是科学技术。



科学知识可以增进和强化人们的科学观念；同样，科学观念又促使人们发现更多的科学知识。所以，我们在学科学的时候，一方面要学习科学知识，另一方面更要树立科学观念。

基于上述认识，我们组织编写了这套《科学家爷爷谈科学》丛书。作者们绝大多数都是中国科学院的院士，是名副其实的科学家。他们长期从事科学研究，具有最进步的科学思想、掌握着最新、最丰富的科学知识，并对树立和提高中华民族的科学世界观有着崇高的责任感，这就形成了这套丛书的特色：

首先是丛书所介绍的科学知识具有严谨性、尖端性和权威性。作者们长期工作在自然科学研究的前沿，对科学的发展有着精深的理解和高远的前瞻，他们所介绍的科学知识，也是最新、最好的。

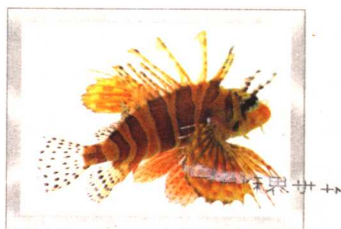
其次是丛书作者不只是单纯地介绍科学知识，还在字里行间贯穿着客观认识世界的科学智慧和科学观念。读者从中不仅可以获得科学的世界观，而且还可以获得科学的人生观以及科学认识的方法。

最后，这套丛书涉及领域很广，从自然科学到技术科学到哲学社会科学，无不涉及。丛书首批分为 28 个分册，每分册谈及一个分支学科或研究领域，以图文并茂的形式、生动活泼的语言介绍本学科或研究领域的起源、发展、研究内容、代表人物、分支流派、社会作用及发展趋势等基本内容。大科学家们的大手笔的驾御，使这些丰富深奥的内容得以简洁、通俗地表现出来。

可以确定，这是国内少见的、最具科学品位的一套科普读物。我们也相信，它的作用和影响，一定会被带到下一个世纪。



前言



“生物工程”是Biotechnology一词的译名，也有人把它译成“生物技术”。

生物工程(生物技术)是当代世界正在兴起的一个以微电子技术、新材料、新能源为核心的新技术革命浪潮的重要组成部分，这一场正在蓬勃发展的新技术革命，不仅推动着工业革命的进程，而且正以前所未有的新型技术冲击着人们的旧观念。

作为这场革命重要组成部分的生物工程(生物技术)正受到世界各国政府和社会各界的重视，形成全球性的“生物工程热”。各国政府竞相制定发展计划，投入巨额资金，实行优惠政策，促进生物工程的发展。在发达国家，以生物工程产品为开发对象的公司、企业如雨后春笋般地建立起来，一个新兴的高技术生物工程产业正



在逐步形成。

之所以这样，是由于当代人类社会面临着人口、食品、资源、环境、健康等重大的疑难问题。世界人口现已达 50 亿，2000 年将达到 60 亿，21 世纪中期将突破 100 亿大关，而耕地面积却不断减少，粮食紧缺将成为大问题；另外，人口日趋老龄化也将给社会经济造成沉重负担；而森林被砍伐、土壤被侵蚀，水源被污染又造成生态不平衡，人类赖以生存的环境正在不断恶化；在发展中国家，乙型肝炎、霍乱等恶性传染病仍在肆虐，而在发达国家中，肿瘤、艾滋病的蔓延又对人类构成新的威胁……

然而，生物工程却能利用生物资源的可再生性，在常温常压下生产珍贵产品，节约能源和资源，减少环境污染；增加粮食生产，开辟食物新来源；解决疑难病的治疗；并将对传统的旧行业进行技术改造……这一切都充分显示出生物工程的强大生命力。

自 70 年代初期始至今，以重组 DNA 技术和杂交瘤技术为特点的生物工程研究仅有 20 年的历史，然而它在世界范围内却有着蓬勃的发展，无论在医药还是农业，轻工还是食品等方面都取得了举世瞩目的成就并展示着广阔的应用前景。

为了向广大青少年及爱好科技的朋友们展示这些科研成果及宣传、介绍有关生物工程的基本知识，我们特组织编写了此书。

全书在编写上分为五部分，共 21 节。第一部分：生物工程的由来和发展（含一～四节）；第二部分：细胞工程（含五～九节）；第三部分：基因工程（含十～十四节）（以上均由张树庸撰稿）；第四部分：海洋生物技术、酶工程和发酵工程（由孙万儒、张树庸撰稿）；第五部分：糖工程（由张树政院士执笔）。



本书可供中、小学生和老师教学参考使用，亦可作中、小学生及科技爱好者的课外读物。

由于时间匆促，不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

1998 年 12 月



目 录



- 2 一、“生物工程”一词的问世
- 5 二、DNA 双螺旋结构模型的伟大发现者——
沃森、克里克
- 10 三、生物工程包括的内容
- 17 四、生物工程对人类经济社会发展的影响
- 22 五、工厂化育苗
- 27 六、小小细胞显神通
- 31 七、胚胎移植术
- 36 八、生物导弹
- 42 九、“克隆”绵羊——多莉的问世



- 48 十、能制造药品的细菌工厂
- 53 十一、基因疗法
- 57 十二、奇妙的活发酵罐
- 63 十三、人工创造新植物——抗病除虫是新招
- 67 十四、人类基因组计划
- 72 十五、海洋生物技术
- 77 十六、酶工程能做些什么
- 91 十七、开辟新能源的发酵工程
- 96 十八、输血与血型糖链的发现
- 101 十九、细胞表面的糖链是“信息分子”
- 103 二十、糖生物学研究中的一场革命
- 107 二十一、小精灵大战万物之灵



- 一、“生物工程”一词的问世
- 二、DNA 双螺旋结构模型的伟大
发现者——沃森、克里克
- 三、生物工程包括的内容
- 四、生物工程对人类经济社会发展的影响



一、“生物工程”一词的问世

“生物工程”这个词，是由英文“Biological technology”的缩写“Biotechnology”翻译而成，也有人译成“生物技术”或“生物工艺学”。

顾名思义，“生物工程”就是生物学和工程学的有机结合。它利用生物学的现象，通过工程学的方法来改造生物，加工生物材料，创造出有益于人类并服务社会的各种产品。

1982年国际经济合作和发展组织的一个专家组给生物工程(生物技术)下了一个定义：利用生物体系，应用先进的生物学和工程技术，加工或不加工底物原料，以提供所需的各种产品，或达到某种目的的一门新型的跨学科技术。

此定义中的“生物体系”除指传统发酵所利用的微生物外，还包括现在生物技术所利用的动、植物细胞或细胞中的酶；“先进的生物学和工程技术”是指基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等新技术；“底物原料”包括常用的淀粉、糖、蜜、纤维素等有机物，也包括一些无机化学物，甚至包括无机矿石；“各种产品”包括医药、食品、化工、能源、金属产品和各种动、植物的优良品种等。此外，利用生物工程(生物技术)还能解决某些环境污染问题，近些年来某些国家甚至把这一先进技术应用用于军事方面，这些应用即定义中所称的“某种目的”。

生物工程(生物技术)是怎样发展起来的呢？“生物工程”(生物技术)这个词，虽然是本世纪70年代中期才出现的，但要追溯它的历



史，得从远古时候说起。古代时人们就会利用微生物发酵法来制醋、做酱、酿酒等。例如，出土文物中曾发现过湖南豆豉，但古代人并不知道微生物的存在，更不懂得什么是发酵，他们对微生物的利用完全依靠多年的感知和摸索出来的经验。

19世纪中期，法国巴斯德发现了发酵现象，这可以说是生物工程(生物技术)的一个里程碑。20世纪初、第一次世界大战期间，人们用发酵法生产原料，制造炸药，开创了发酵工业。20世纪40年代，人们发现了青霉素，此后抗生素工业开始出现。到了60年代，日本人在制造氨基酸产品时发明了固定化酶连续使用的新技术，这项技术使酶制剂、氨基酸、核酸、有机酸发酵工业相继获得发展。

19世纪初，奥地利学者孟德尔发现了豌豆的遗传规律，提出“遗传因子”概念(即现在所称的“基因”)；20世纪初，美国学者摩尔根证实了基因排列在染色体上，并发表了关于基因论的著作；20世纪40年代，人们证明了遗传物质就是核酸；1953年沃森和克里克提出了惊人的DNA(脱氧核糖核酸)双螺旋结构模型，阐明了遗传物质(基因)贮存在DNA结构之中，由此开辟了现代分子生物学的新纪元。生命乃是蛋白质存在的一种形式，而蛋白质是由基因来编码的。60年代初，尼伦伯格等一批科学家确定了遗传密码；1958年克里克等一批科学家发现了遗传信息传递的中心法则[脱氧核糖核酸(DNA)→核酸(RNA)→蛋白质]；1956年~1966年美国微生物学家莱德伯格发现了细胞质粒；1968年梅塞尔松和瑞士的阿尔伯从大肠杆菌中分离出了限制性核酸内切酶，为此70年代初基因工程技术应运而生。1975年英国开创了细胞融合的杂交瘤技术，制成了单克隆抗体。在这种情况下逐渐出现了“生物工程”(Biotechnology)



这个词，形成了现代的新生物技术。

从上面介绍的这几个发展阶段来看，人类利用生物功能的设想早已存在。如种牛痘及各种疫苗的发现和应用，便可以认为是生物技术的雏形，传统的生物技术时代。它与现代新生物技术有着根本的差别，因为它只是直接利用生物的某种功能，而今天的现代新生物技术正朝着改变、修饰、重构生物功能的方向发展，即利用基因工程、细胞融合技术来改造生命体，使其执行新的生物功能以产生地球上奇缺的物质。



二、DNA 双螺旋结构模型的伟大发现者 ——沃森、克里克

根据上文对生物工程的介绍,我们知道了它包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程,而生物工程的核心是基因工程,基因工程的出现带动了生物工程的全面发展。我们十分清楚,没有基因工程技术的出现,根本谈不上什么新生物技术(生物工程)的问世;若没有DNA双螺旋结构模型的发现,也就不会有今天的基因工程。所以,沃森、克里克的发现可以说是生命科学史上的重大贡献,这一发现宣告了分子生物学的诞生。

让我们来回顾一下这两位科学家的经历吧。沃森是美国分子生物学家。1928年4月6日生于美国芝加哥,1947年毕业于芝加哥大学,取得学士学位,然后进印第安纳大学研究生院深造,1950年获博士学位后去丹麦哥本哈根大学从事噬菌体研究,1951年~1953年在英国剑桥大学卡文迪什实验室进修,1953年~1955年在加州理工大学工作,1955年去哈佛大学执教,先后任助教和副教授,1961年升为教授。在哈佛期间,他主要从事蛋白质生物合成的研究,自1958年起,任纽约长岛冷泉港实验室主任,主要从事肿瘤方面的研究。

克里克原为物理学家,后成为著名的分子生物学家。1916年6月8日生于英国北安普敦,1937年获伦敦大学学士学位。第二次世界大战期间参加英国海军制造磁性水雷的工作。1947年~1949年在剑桥斯特兰奇韦斯实验室工作。1949年~1953年在剑桥大学卡



文迪什实验物理学实验室工作。1953年获剑桥大学博士学位。

沃森和克里克是怎样走到一起的呢?1951年,年轻的遗传学家沃森来到意大利那不勒斯小城休假。休假期间,他在一个学术报告会上看到了威尔金斯的DNA纤维X射线衍射图片。DNA(脱氧核糖核酸)能够结晶,这是沃森从来没有想过的事。于是沃森便产生了想学习X射线衍射技术的念头,同时也想见到威尔金斯,和他讨论一些问题。带着这个目的,沃森来到剑桥,到剑桥大学卡文迪什物理实验室学习。当时克里克就在剑桥大学卡文迪什物理实验室工作。他们中一位是年轻的遗传学家,一位是物理学家,这两位科学家走到一起了,开始了他们的合作研究。谁知他们这一合作,给人类科学史带来了举世闻名的伟大创举。

沃森、克里克是怎样工作的呢?为了便于理解他们的工作,我们先把遗传物质向大家作一简单介绍。上文已谈到遗传物质是核酸,核酸的组成成分是什么呢?核酸的基本单位是核苷酸,核苷酸又由碱基、糖和磷酸组成,许多核苷酸相结合组成长长的链子,这就叫做核酸。核酸可分为核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)。

RNA所含的糖是称为核糖的五碳糖,而DNA则含有由核糖脱去一个氧原子而成的脱氧核糖(脱氧就是没有氧)。RNA所含的碱基为:胞嘧啶(C)、尿嘧啶(U)、腺嘌呤(A)和鸟嘌呤(G)四种;而DNA也有四种碱基,除胸腺嘧啶(T)代替了尿嘧啶(U),其余三种碱基与RNA相同。

DNA(脱氧核糖核酸)好似一个模板,能自我复制。种瓜为什么能得瓜,就是遗传物质由亲代传给子代的结果。遗传物质为什么能