

An Introduction to Life Science



高等学校科学素质教育丛书

刘曼西 主编



生命科学导论



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

高等学校科学素质教育丛书

生命科学导论

An Introduction to Life Science

刘曼西 主编

中国电力出版社

出版说明

本书是高等学校科学素质教育丛书之一。全书分为八章,按照分子生物学、细胞生物学、遗传学、发育生物学、机能生物学、生态学和生物技术顺序比较全面而扼要地介绍当代生命科学各领域的重要的基本知识、杰出成就和发展趋势。

本书在选材中突出当代科学对生命和生命现象的新的认识,用生动的例证和简洁通俗的表述展示生命科学和多学科间的交叉和相互渗透,展示学科交叉对生命科学的发展的深远影响以及生命科学的发展对人类认识和利用自然的重要作用。本书具有较强的可读性,不仅可以作为高等学校非生物类学生学习生命科学的教材,也可作为干部和非生物专业教师全面了解生命科学的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

2029/26

生命科学导论/刘曼西主编. - 北京:中国电力出版社,
1999.12

(高等学校科学素质教育丛书)

ISBN 7-5083-0143-9

I. 生… II. 刘… III. 生命科学-概论 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 63744 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 2 月第一版 2000 年 2 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 11.625 印张 303 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.50 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

高等学校科学素质教育丛书

编辑委员会

主任委员：周 济

副主任委员：宋 健 黄素逸

编 委：崔 崑 张勇传 潘 恒 刘献君
张江陵 徐辉碧 陈荣秋 郑楚光
李 劲 高伟基 马家斌

序

周 济

人类即将跨入一个新的世纪，开始一个新的纪元。在即将过去的一个世纪里，以信息、新能源、新材料、生命科学等为代表，科学技术日新月异，已经极大地改变了我们生存的这个世界。“当今社会，科学技术突飞猛进，知识经济初见端倪，国力竞争日趋激烈”。国力的竞争在很大程度上是教育的竞争、人才的竞争。教育是立国之本。

面对 21 世纪和知识经济时代的要求，我们的教育目标必须是培养大批德智体全面发展的高素质创造性人才。最近，全国教育工作会议通过了《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》，《决定》中要求：“高等教育要重视培养大学生的创新能力、实践能力和创业精神，普遍提高大学生的人文素养和科学素质。”江泽民同志还特别指出：“理科的学生要加强学习人文方面的知识，文科的学生要加强学习自然科学方面的知识。”这就把人文教育与科学教育的融合提到了有史以来的一个崭新的高度。

“创新是一个民族的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力”。创新精神和创造能力的培养是面向 21 世纪的高等教育的一个主要课题。要培养创新能力，就需要人文教育和科学教育的融合。著名科学家李政道先生说得好：“艺术和科学事实上是一个硬币的两面。它们源于人类活动最高尚的部分，都追求着深刻性、普遍性、永恒和富有意义”。达·芬奇、爱因斯坦等都是人文和科学相融合的典范，众所周知，达·芬奇是著名的大画家，但很少人知道他在地质学、物理学、生物学和生理学等方面都提出了不少在

当时具有创造性的见解，在军事、水利、土木、机械工程等方面也有重要的贡献。爱因斯坦不仅是伟大的物理学家，而且精通音乐，是一位出色的小提琴手。他说，物理给我知识，艺术给我想像力，知识是有限的，想像力是无限的。正是在艺术和科学的有机结合中，爱因斯坦创立了“相对论”。

回顾人类社会发展的历程，人类的文明和科学的发展呈现出螺旋式上升的过程。农业经济时代以土地为最基本的要素，科学尚处在一种朴素的阶段，因而，教育以人文为重，对人才的要求以经验型为主；工业经济时代以资本为最基本的要素，在农业经济时代的混沌的综合化科学，被分门别类，划分为大量有着不同研究对象、任务、方法的具体的学科，因而，教育以科学为重，对人才的要求以分析型为主；知识经济时代的最主要特征是知识成为第一生产要素，科学表现为学科的高度综合化，大量的交叉学科、横断学科和边缘学科的不断出现，因此，在知识经济时代，教育表现为人文与科学的融合，对人才的要求以综合型、创新型为主。这是人类发展的一个新的要求，是人类文明的一个新的标志。

为了积极贯彻实施《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，适应 21 世纪对高素质创造性人才的需求，加强人文教育与科学教育的融合，《高等学校科学素质教育丛书》及时地出版了，这是在深化教育改革、全面推进素质教育的大潮下应运而生的一套高级科普丛书。

《高等学校科学素质教育丛书》作为“21 世纪复合型人才”的入门读物”，其宗旨是成为“使读者终身受益的基础教材”，既着眼于对能源、环境、生命、信息、材料、管理等现代科学技术的展示，又立足于普及和宣传，其目的就是为了培养综合型、创新型的人才。而所谓综合，即是人文和科技的融合，情商与智商的结合，多学科知识的综合，素质、能力、知识的全面发展。在“信息爆炸”的今天和明天，要在浩如烟海的信息中找到知识，要在浩如烟海的知识中找到智慧，就必须具有综合的能力。

21 世纪是“大科学时代”，人类在探索真知的历程中将更多地发明、发现，开发高新技术造福于人类。艺术和科学在山脚下分手，在山顶上会合。人文和科学的终极目标都是追求真理的普遍性，这是人类活动中最高尚的部分，因而，人文与科学的融合将带给人们新世纪最美好的前景。

一九九九年七月七日

注：本序言由本丛书编委会主任、中国工程院院士、华中理工大学校长撰文。

前 言

在古往今来的神话传说、宗教、哲学、文学艺术和科学中，对生命的认识是其永恒的主题：探讨生命的起源，讴歌生命的诞生，惊叹生命的奥妙，寻求生命的意义。正是对生命的认识、探索和向往启迪着人类无穷无尽的智慧和创造力。

人类在探索生命包括探索自身的同时，逐渐学会了用科学的方法揭示生命的本质，产生了生物学。早期的生物学的主要内容是生物分类、生物形态和解剖，这是与当时的工农业生产和医学实践的需要密切相关的。它所积累的大量知识的一个最光辉的结晶就是达尔文的进化论。作为实验学科的近代生物学出现在 19 世纪初，显微镜的发明把人类对生命的关注引进细胞之中，物理和化学的发展则使人类有可能揭示生命的物质组成，由此，人类开始了从物质的存在形式、不同物质形式之间的相互作用以及物质的变化来观察生命的过程。细胞的显微结构、细胞的能量代谢、染色体和基因、蛋白质和酶、遗传物质 DNA 等，都是在这过程中被发现的。在这些重要的知识基础上，近代生物学不可避免地孕育出分子生物学——一门从分子水平探讨生命本质，解释生命现象，说明生命的起源、进化和特征的科学。分子生物学是 20 世纪生物学的最伟大成就，它的崛起和发展使生物学上升到现代科学的顶峰，它的巨大进步不仅使人类能越来越深入地了解并解释生命现象，而且开始使人类可以按照人类的需要跨越进化所造成的时空障碍，改变生命过程甚至生命形式本身。例如生物学家们已经构建出了能生产人体蛋白质的微生物，包括生产人胰岛素的细菌；能够将一种植物的基因转移到另一种植物中，从而有了可以放置几个月不变软的番茄；能够将微生物的基因转移

到植物中，从而有了抗虫的棉花；能够将动物的基因转移到植物中，从而有了能产生人抗体的烟草。仅仅在 20 年前，人类对许多先天性遗传缺陷还束手无策，而现在基因治疗，即将一种正常的动物基因转移到缺少该基因或有基因缺陷的动物体内的治疗方法，已给遗传病患者带来希望。20 年前无性繁殖哺乳动物，即克隆哺乳动物还纯粹是一个科学幻想，现在克隆羊和克隆牛已相继问世，克隆鼠也繁殖了三代。也许不久的将来，人类有可能大量复制哺乳动物的某些器官。与此同时，生物学家也在探索宇宙最复杂的物体——人脑，探索记忆、情绪和创造性思维是否由特殊的组织或细胞产生，这些组织如何在胚胎期发育发生，人类在未来有无修复它们的可能，为什么人类能够发展这种能力，为什么只有人类才能自觉认识自己和自己周围的世界。

生命科学的发展态势已使它必然成为 21 世纪领先学科，可以预测在未来世纪它必将取得更加辉煌的成就。作为领先学科，生命科学正在向其他学科提出巨大挑战，同时也给其他学科的发展创造了机会，开辟了新的途径。因此，一切有志于学习、从事和发展科学的人们都应该了解生命科学。本书的编著旨在为在非生物学领域学习和工作的人们提供一本了解当代生命科学前沿和相关基础的教科书。在本书编写中，我们力求在形式上做到文字通俗，叙述准确，编排新颖，内容上能反映生命科学的全貌和最新进展，反映生命科学与其他学科之间的交叉和联系。

本书初稿完成后，承蒙丛书编委徐辉碧教授关心，有幸请到中国科学院水生生物研究所沈蕴芬院士为全书审稿，并有幸得到华中理工大学王君健教授对有关章节的建议和意见，在此一并表示衷心的感谢。

全书共分八章，由刘曼西（第 1、2、3、5、6、8 章）、袁明雄（第 4 章和第 6 章的第 8 节）、阎云君和王国秀（第 7 章）、肖奕（第 2 章的第 4 节）、刘勇（第 8 章的第 6 节）、李为（第 8 章的第 7、8 节）编写。李正嘉、骆清铭两位教授为本书第一章撰写了有关光学在生物学中的应用的参考资料，刘勇参加了第 5 章

的初稿编写。生命科学体系庞大、知识浩瀚，受经验和学识所限，本书在选材和编著中难免有种种不妥与谬误，敬请读者批评指正。

编者

1999年9月

序
前言**第一章 探索生命**

第一节 什么是生命	1
第二节 多姿多彩的生命	6
一、病毒	7
二、细菌	10
三、嗜极菌	13
四、真核生物	15
第三节 如何研究生命	19
一、到自然界中去	20
二、生命科学是一门实验科学	21
三、生命科学中的观念创新	30
四、多学科交叉渗透	32
附1 光学显微技术发展应用史	33
附2 激光在生命科学中的应用	34
附3 多光子激光显微镜	41

第二章 生命的物质组成

第一节 元素周期表的启示——生命	
物质的统一性和特殊性	48
一、生物的元素组成	48
二、有机分子的基本结构	51
三、生物分子类群	53
第二节 无所不能的蛋白质	54
一、蛋白质的基本概念	54
二、形形色色的蛋白质	56
第三节 遗传物质的载体——核酸	64
一、核酸的基本概念	64
二、遗传物质之争	66

三、DNA 双螺旋结构的发现和意义	71
第四节 分子生物信息学	75
一、序列分析和结构预测的生物学背景	75
二、序列分析的研究内容	77
第五节 酶和生物化学反应	81
一、酶的基本概念	82
二、酶是如何工作的	85
第六节 什么是营养	87
一、能量物质	88
二、必需氨基酸和必需脂肪酸	90
三、维生素	91

第三章 生命活动的基本单位——细胞

第一节 原核细胞和真核细胞	95
一、细胞分为原核细胞和真核细胞	95
二、真核细胞由原核细胞进化产生	100
三、细胞是独立有序的自控体系	103
第二节 细胞的大生产活动	104
一、原料的准备和制造	105
二、动力供应	106
三、生产监控	108
四、装配机器	109
五、合成	110
六、运输、加工	111
七、包装、发送	113
附 1 细胞呼吸和化学渗透	115
附 2 自然界的绿色工厂	118
第三节 奇妙的生物膜	122
一、具有流动镶嵌结构的生物膜	122
二、多功能动态屏障	124
第四节 细胞的运动	128

一、蠕动和滑行运动	128
二、游动	130
三、细胞内运动	132
第五节 细胞通信	132
一、细胞与外界的通信机构	132
二、细胞通信的基本原理	133
三、细胞内信息传递途径	137
第六节 细胞的寿命	138
一、细胞是有寿命的	139
二、衰老和凋亡	142

第四章 遗传与变异

第一节 遗传学基本概念	145
第二节 遗传的基本规律	146
一、分离定律	147
二、自由组合定律	148
三、连锁与互换定律	152
第三节 遗传信息的传递	156
一、DNA 复制	156
二、RNA 转录和遗传密码的发现	158
三、中心法则	160
四、基因概念的发展	161
第四节 遗传工程	163
一、遗传工程的基本操作	163
二、遗传工程的应用	167
第五节 遗传病与基因治疗	169
一、遗传因素在疾病发生中的作用	169
二、遗传病	171
三、优生学	171
四、基因治疗	172
五、人类基因组计划	174

第五章 生殖和发育

第一节 受精和胚胎发育	178
一、受精	178
二、胚胎的早期发育	183
第二节 从试管动物到试管婴儿	189
一、体外受精和体内受精	189
二、试管婴儿技术	191
第三节 发育探奇	193
第四节 癌	198
一、癌是失去分裂控制的细胞	198
二、癌基因和抑癌基因	198

第六章 个体机能与行为

第一节 呼吸	201
一、从鳃到肺——动物呼吸器官对陆地生活的适应	201
二、呼吸运动	203
三、植物与环境的气体交换	204
第二节 吸收和排泄	205
一、植物对矿物质的吸收	205
二、动物对营养物质的消化和吸收	206
三、生物处理代谢废物的策略	207
四、陆生哺乳动物如何排浓尿	208
第三节 物质运输	211
一、有生命的水柱	211
二、血液循环	214
第四节 应激	219
一、趋性	219
二、感受器、效应器和神经系统	220
三、神经元如何传递信息	226
四、激素的作用	229

第五节 视觉	230
一、眼睛的构造	231
二、视觉信息的传递与加工	232
第六节 适应	237
一、动物对环境温度的适应——体温调节	238
二、脊椎动物对环境供能的适应——血糖调节	239
三、奖赏效应与成瘾	240
四、生物的模拟行为	242
第七节 生物节律和生物钟	247
一、什么是生物钟	248
二、生物钟是怎样控制的	249
第八节 疾病和免疫	251
一、什么是免疫	252
二、机体怎样免疫	252

第七章 生命与地球

第一节 生命起源	257
一、生命产生的基本条件	257
二、得天独厚的地球	258
三、地球生命来自非生命	258
第二节 物种多样性和物种形成	260
一、地球上有多少物种	260
二、怎样度量物种多样性	261
三、如何对生物分类和命名	265
四、物种形成	270
第三节 生命足迹——生物进化和化石	274
一、系统树	274
二、生物进化的证据	275
三、生物进化的原因	283
四、化石	285
第四节 生态系统	286

一、生态系统基本概念	287
二、人与生物圈	291
三、生物资源	293
第五节 环境和环境保护	297
一、人与地球	298
二、环境问题	299
三、环境保护	302
四、绿色食品	303
五、生物防治	304

第八章 发展中的生物技术

第一节 生物技术概况	309
一、现代生物技术的核心是遗传工程	309
二、生物技术门类	310
第二节 酶制剂和酶工程	311
一、酶制剂	312
二、酶工程	313
第三节 细胞工程	315
一、细胞融合	315
二、单克隆抗体技术	317
三、疫苗	318
第四节 转基因动物和克隆动物	319
一、动物转基因操作	320
二、克隆动物技术	320
第五节 转基因植物	324
一、新一轮绿色革命	326
二、灵丹妙药	329
三、奇花异草	330
四、清污能手	331
五、抗虫棉	332
六、种地不用除草	333
七、让植物产石油	333

第六节 植物的无性繁殖技术和试管植物	333
一、常规无性繁殖技术	334
二、试管苗技术	335
第七节 发酵工程	338
一、现代发酵工程的形成和生产流程	338
二、发酵工程产品	340
三、发酵工业与能源	343
四、细菌冶金	347
五、白色农业与环境工程	347
六、发酵工程展望及应用前景	349
第八节 生物分离技术	349
一、生物分离技术的发展概况	349
二、生物产品分离精制的程序	350
三、生物分离技术的发展趋向	354