

生命科学名著



Essential Cell Biology (Third Edition)  
细胞生物学精要 (原书第三版)

[美] B.艾伯茨 D.布雷 K.霍普金 A.约翰逊 著  
J.刘易斯 M.拉夫 K.罗伯茨 P.沃尔特  
丁小燕 陈跃磊 等 译



科学出版社



生命科学名著

# 细胞生物学精要

(原书第三版)

## Essential Cell Biology

(Third Edition)

[美] B. 艾伯茨 D. 布雷 K. 霍普金 A. 约翰逊  
J. 刘易斯 M. 拉夫 K. 罗伯茨 P. 沃尔特 著

丁小燕 陈跃磊 等 译

科学出版社

北京

图字:01-2010-0662 号

## 内 容 简 介

本书是美国 Garland 出版集团出版、美国科学院前院长 Bruce Alberts 等八位国际著名生物学家共同编写的 *Essential Cell Biology* 第三版的中文译本,从细胞的不同结构层次和细胞间的相互关系对细胞生物学的内容作了系统阐述,既涵盖细胞生物学的基础知识,又增添当代生命科学研究的最新成果。全书共 20 章,分别叙述细胞的生长、增殖、分化、凋亡、遗传、变异、应激、运动、迁移等内容。每一章结束时附有基本概念、关键词、问题和答案,并配有 22 个图版和近千幅插图。书中还附带一张光盘,收集了诸多的分子结构和高分辨率的显微照片,作为每一章节的补充材料,以吸引读者的兴趣。与前两版不同的是,第三版的每一章中还增添了“我们如何得知”部分,讲述科学家如何通过实验研究来获得新的发现。

本书可供国内包括生物、医学、农、林、牧、渔等专业的大学生、研究生、教师和科研人员的教学研究使用,也可供对细胞生物学有兴趣的非专业人员参考阅读。

Copyright © 2010 by Bruce Alberts, Dennis Bray, Karen Hopkin, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Reff, Keith Roberts, and Peter Walter.

All Rights Reserved. Authorized translation from English language edition published by Garland Science, part of Taylor & Francis Group LLC.

### 图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学精要(原书第三版)=Essential Cell Biology, Third Edition / (美)艾伯茨(Alberts, B.)等著;丁小燕,陈跃磊等译. —北京:科学出版社,2012  
(生命科学名著)  
ISBN 978-7-03-033015-4

I. ①细… II. ①艾…②丁… III. ①细胞生物学 IV. ①Q2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 258417 号

责任编辑:罗 静 王 静 李晶晶 / 责任校对:赵桂芬 包志虹  
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:美光制版

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 3 月第一次印刷 印张:52 1/4

字数:1 194 000

定价:220.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《细胞生物学精要》(原书第三版)  
翻译人员名单

丁小燕 陈跃磊 徐 沁 石 岩 杨 科  
费 聪 徐 兰 顾婷玉 胡锐颖 周桢宁  
杨 瑾 张 钰 刘 彬 冯晓艳 孙啸宇

## 英文原版作者简介

Bruce Alberts: 哈佛大学博士, 现任加州大学旧金山分校(UCSF)生物化学和生物物理学教授。《Science》杂志主编, 曾任美国科学院院长达 12 年之久(1993~2005 年)。

Dennis Bray: 麻省理工学院博士, 现为剑桥大学荣誉退休教授。2006 年, 他获得微软欧洲科学奖(Microsoft European Science Award)。

Karen Hopkin: 在艾伯特·爱因斯坦医学院获生物化学博士, 现居马萨诸塞州萨默维尔市(Somerville), 科普作家。

Alexander Johnson: 哈佛大学博士, 现任加州大学旧金山分校(UCSF)微生物和免疫学教授, 生物化学、细胞、遗传和发育生物学研究生项目主任。

Julian Lewis: 牛津大学哲学博士, 现任英国伦敦癌症研究所首席科学家。

Martin Raff: 麦吉尔大学医学博士, 现在英国医学研究理事会(Medical Research Council)分子细胞生物学和细胞生物学实验室和伦敦大学学院生物系。

Keith Roberts: 剑桥大学博士, 现任位于英国诺里奇市(Norwich)的约翰英纳斯中心(John Innes Centre)荣誉退休教授。

Peter Walter: 纽约洛克菲勒大学博士, 现任加州大学旧金山分校(UCSF)生物化学和生物物理系主任、教授, 同时是霍华德休斯医学研究所(Howard Hughes Medical Institute)研究员。

## 英文原版前言

在我们的世界里,没有一种物质的形式会比活细胞更让人感到惊讶:微小、脆弱、复杂得不可思议、不断地重新构建,却至今仍在其 DNA 中存储着可以追溯到三十亿年前的信息(那时我们的星球刚刚从新生的太阳系的热物质中冷却下来)。进化不断地推动它的多样化,使之极为广谱并具有适应性,同时却仍然保留着一个复杂的自我复制的化学机器核心。在每种动物、每片树叶,一片乳酪上的每个细菌乃至一桶酒中的每个酵母中,这种机制为地球表面的每个生物体所共享并被不断地重复使用。

如果没有其他原因的话,那么正是好奇心驱使我们来研究细胞生物学;不过对于细胞生物学为什么会成为每个人所受教育的一部分,这还有一些实际上的原因。我们由细胞组成,我们以细胞为食,细胞使我们的世界适于居住。我们必须了解细胞生物学来认识自己;来照顾我们的健康;来关注我们的食物供应;以及来保护我们濒于毁灭的生态系统。科学家们所面临的挑战是要深化知识,并且寻找应用的新途径。而我们所有人作为普通公民则需要了解某些学科来紧随现代社会,如从我们自身的健康事务到环境变化的公共问题、生物医药技术、农业以及流行疾病。

细胞生物学是一门大学科,它几乎与所有的其他学科分支都有关联。因此,细胞生物学的研究提供了一项巨大的科普教育。然而,过量的信息和技术上的术语容易使人们迷失在细节中而分散注意力。因此,在本书中我们专注于提供便于掌握、简单明了和引人入胜的基本概念介绍。我们设法以即便是初次涉足现代生物学的读者也能看懂的方式来阐释活细胞如何工作:揭示细胞的分子(特别是蛋白质、DNA 和 RNA 分子)如何协作来建立这个能够摄食、应激、运动、生长、分裂和自我复制的奇特系统。

当我们撰写 *Molecular Biology of the Cell (MBoC)* (现已出版第五版)一书时,我们就认识到有必要对细胞生物学的精髓作出简要而清晰的说明。*MBoC* 这本书针对生命科学或医学专业的本科生和研究生。许多只需大致了解细胞生物学的学生和非专业人士认为 *MBoC* 一书过于详尽。相反, *Essential Cell Biology (ECB)* 则试图提供细胞生物学的基本原理,很多人需要用这本书来了解那些影响人类生活的生物医药问题和更为广泛的生物学问题。

在这第三版中,我们对书中的每个章节都逐一作了更新,使新的内容涵盖染色体结构和表观遗传学、miRNA 和 RNAi、蛋白质质量控制、细胞识别、遗传变异、干细胞及其潜在的医学价值、合理的癌症治疗、基因组进化以及许多其他主题。我们改进了热力学的讨论,将细胞周期和细胞分裂并为一章,并且增添了“我们如何得知”部分。这个部分通过描述实验来阐明生物学家如何处理重要的问题,以及实验结果如何改变未来的观念。

与之前的版本一样, *ECB* 里的图表强调关键的概念而删去不必要的细节。每一章节引入的关键术语在第一次出现时都被明显标示,并汇集在书末附有解释的“术语汇编”中。我们没有开列需要进一步阅读的参考文献:读者若要更为深入地探究某个主题,可以参阅 *MBoC* (第五版)中所开列的阅读书目明细,也可以借助搜索引擎在最新的文献中查找相关的综述,例如 Pubmed(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)或 Google Scholar([scholar.google.com](http://scholar.google.com))。

本书的一个主要特点是在每章之后提出了许多问题。这是试图激发学生去思考他们已经阅读过的内容,并鼓励他们停下来测试自己到底理解了多少。许多问题都要求学生把新获得的

信息放在一个更为广阔的生物学范围内,而且有些问题的正确答案不止一个。另一些问题则需要推理来解答。本书的最后部分附有所有问题的答案;在许多情况下,这些答案对本书的主要内容作出一个评述性的或可供选择的展望。

如果有些人需要进一步灵活掌握细胞生物学知识并且加深了解细胞生物学家如何从实验中提炼结论,我们推荐 John Wilson 和 Tim Hunt 编著的 *Molecular Biology of the Cell, Fifth Edition: A Problems Approach*。作为 MBoC 的姐妹篇,它包含各个难度层次的问题,是一个激发教师和学生思考的宝库。在 ECB 一书中,我们选用了其中的某些问题,在此我们向那本书的作者表示衷心的感谢。

新的绘图和计算机技术的蓬勃发展不断为活细胞的内部活动提供引人入胜的最新图像。我们努力捕捉这些进展的新突破,并在每本书中都附有修订版的 *Essential Cell Biology Interactive* 多媒体播放器的光盘。它包括 130 多个视频选录、分子结构和高分辨率的显微照片,所有这些都是书中每一章节的补充材料。如果没看到细胞的爬行、分裂、染色体分离以及表面排列,就不会对这些过程的分子机制有惊叹的感觉。为了对科学所揭示的掩盖在日常事务表面之下的奇迹有一个清晰的认识,在 DVD 里配上一个 DNA 复制的视频是很难的。我们希望 ECB *Interactive* 在灌输教科书的基本概念时能够激发学生的兴趣,因而使细胞生物学的学习更为简单和有益。

正如 MBoC 一样,本书的每一章节都是共同努力的结果,每个人写的初稿都经过轮流传阅。此外,我们还得到了许多人员的无私帮助,我们将其归入到致谢部分。尽管我们做了最大努力,但难免还有不妥之处。我们希望读者发现后能将其发送至 [science@garland.com](mailto:science@garland.com) 告知我们,以便再版时加以改正。

(丁小燕 陈跃磊 译)



## 致 谢

作者向所有在第三版创作过程中作出诸多贡献的世界各地的教授和学生们表示感谢。我们特别要感谢核心团队里的学生们；他们向我们提供了许多在使用这本书和多媒体过程中的非常宝贵的经验，他们的很多建议被我们在这一版中采纳。

我们还要感谢在他们各自的学校中帮助建立核心团队的教授们：西安大略大学的 Chris Brandl，犹他大学的 David L. Gard，旧金山大学的 Juliet Spencer，麻省大学波士顿分校的 Keren Witkin 和 Linda Huang。我们非常感激他们的盛情。

我们也收到了使用过第二版过程中的教师们的详细评论，我们感谢他们的工作：Margarida D. Amaral(里斯本大学)；Lynne Arneson(美国大学)；Karl Aufderheide(得克萨斯 A&M 大学)；David K. Banfield(香港科技大学)；Stephen F. Baron(布里奇沃特学院)；Deborah Bielser(伊利诺伊大学香槟分校)；Barbara D. Boyan(佐治亚理工学院)；Chris Brandl(西安大略大学)；Keith Brown(布里斯托大学)；Jane Bruner(加州州立大学斯坦尼斯洛斯分校)；Patrick Bryan(米德尔塞克斯社区学院)；Sharon K. Bullock(弗吉尼亚联邦大学)；Mike Clemens(伦敦大学圣乔治医学院)；Anne Cordon(多伦多大学密西沙加校区)；Andrew Dalby(埃克塞特大学)；Dan Eshel(布鲁克林学院)；Nicolas Forraz(金斯顿大学)；David L. Gard(犹他大学)；Mark Grimes(蒙大拿大学)；Hollie Hale-Donze(路易斯安那州立大学)；Lynn Hannum(科尔比学院)；Na'il M. Hasan(伯塞特大学)；Jeannette M. Loutsch(阿肯色州立大学)；Charles Mallery(迈阿密大学)；Kathy Martin-Troy(中央康涅狄格州立大学)；Gordon T. A. McEwan(阿伯丁大学医学院)；Colin McGuckin(金斯顿大学)；Gerard McNeil(纽约城市大学约克学院)；Roger W. Melvold(北达科他大学医学健康科学学院)；Cristina Murga(马德里康普顿斯大学)；T. Page Owen, Jr.(康乃狄格学院)；Martin Rumsby(约克大学)；Esther Siegfried(匹兹堡大学约翰斯敦分校)；Roger D. Sloboda(达特茅斯学院)；Julio Soto(圣何塞州立大学)；Juliet Spencer(旧金山大学)；Paul H. Tomasek(加州州立大学北岭分校)；Gary Wessel(布朗大学)；Esther F. Wheeler(得克萨斯理工大学)；Keren Witkin(麻省大学波士顿分校)。

特别感谢 David Morgan 在重新编写细胞分裂这一章中给予的设计和审查方面的帮助。

我们还要感谢读者们能够指出上一版中的错误而使我们将其改正。

许多 Garland 公司的员工为这本书的创作作出的贡献，并且使我们的工作很愉快。首先，我们对本书编辑 Michael Morales 致以特别的感谢，他协调了整项工作。他组织了最初的审查和核心团队，与每一章的作者一起紧密工作，在我们落后的时候激励我们，并且在 *Essential Cell Biology Interactive* 的设计、组织和制作中起了主要的作用。Sigrid Masson 在制作过程和整本书的校对过程中设法使每一章都流畅，并且检查了相应的题库的编写。Kate Ghezzi 和 Monica Toledo 做了编辑上的辅助工作。Nigel Orme 带来了作者 Keith Roberts 创作的原始绘图，并且用计算机加以重新绘制，甚至有时候用技巧和天赋来手绘。感谢 Matt McClements 设计本书和 DVD 的图解。Emma Jeffcock 为筹划整本书和仔细参与我们无穷无尽的修改做了杰出的工作。Eleanor Lawrence 和 Sherry Granum 对每个章节做了进一步的编辑，修正了很多草

稿。Eleanor 不仅从头到尾阅读整本书使其内容清晰和连贯,还修订和扩充了术语汇编。Adam Sendroff 和 Lucy Brodie 收集读者反馈并把这本书推广到全世界。作为 Garland Science 的副主席,Denise Schanck 以最大努力协调了整个工作。我们向这份长长的清单上所罗列的每一个人送上我们深深的谢意。

最后也是最重要的一点,我们要再次感谢我们的家庭、我们的同事以及家庭托管员的支持和宽容。

# 教师和学生资源<sup>①</sup>

## 绘图

本书的插图有两种简便的格式:PowerPoint<sup>®</sup>和 JPEG。这些插图放在这本书附带的媒体 DVD-ROM 的文件夹里或者可以从 Classwire<sup>™</sup>网站下载。在 Classwire 网站上,每个 JPEG 图片都可以通过图片编码、图片名称或者书中图例的关键词搜索到。

## 多媒体 DVD-ROM

每本书都包括一张 DVD-ROM 光盘,以提供给学生和教师如下资源。

## 互动

该多媒体播放器包含超过 130 个视频,每章有一个自我测试,还有为研究高分辨率的显微照片提供便利的细胞浏览程序。在本书中,这些视频通过标示红色被直接索引[例如(视频 1.1)]。如果你在多媒体播放器的电影文件夹中输入书中的视频编号,就会自动出现相应的视频。这一特色是应学生要求而设,这样可以更容易地将视频融入到主动的学习过程中去。

## 学生自我测试

该测试是这一版中新增加的,它使学生在每一章的基本阅读理解中做自我检测,可以通过互动的多媒体播放器点击访问自我测试。

## 视频库

该存档用三种简便的格式包含了互动中的所有视频:WMV、QuickTime<sup>®</sup>和 iPod<sup>®</sup>。WMV 版本支持 Windows<sup>®</sup> 用户将视频导入到 PowerPoint 中。QuickTime 版本支持 Macintosh<sup>®</sup> 用户把视频导入到 PowerPoint。而 iPod 版本已经被格式化只能用于 iPod 和 iTunes<sup>®</sup>。

## 多媒体指南

该 PDF 概述了 DVD 的内容并且包含了所有视频的画外音文字。

## 整合图片的讲课大纲

章节标题、概念标题和书中的插图已被整合到 PowerPoint 报告中。如果教师开始为他们的课程准备讲义开端,这是很便利的。与所有的 PowerPoint 报告一样,讲义大纲可以被定制。例如,报告的内容可以结合 DVD-ROM 中的视频以及本书中“题库”中的问题,这样可以创作独特的讲义以便于课堂上的互动学习。这个资源可以在 Classwire 网站上找到。

## 题库

修订和补充的题库是由麻省大学波士顿分校的 Linda Huang 和哈佛大学继续教育部门的 Cheryl D. Vaughan 编写的,其中包括一系列问题形式:多项选择、填空、对错判断、连线、短文和具有挑战性的“思考”题。每一章有 50~60 个问题,大量的多项选择题可以用个人选择系统来完成(例如,点击)。题库的创作包含着这样的原理:好的考试不止是检测学生记忆信息的能力;它更应该要求他们反映和整合这些信息并作为彻底理解的一部分。它提供的综合问题范例

<sup>①</sup> 此翻译版所附的光盘仅提供 JPEG 图片。

可以直接使用,也可以在编写他们自己的考题时作为参考。教师们可以通过电子邮件 [science@garland.com](mailto:science@garland.com) 来获得题库。

### **探寻活细胞的 DVD-视频**

这套独特的 DVD 由法国国家科学研究院的 Christian Sardet 创作、Veronique Kleiner 指导完成,它带领我们在生命的基本单位——细胞中旅行。著名的生物学家和年轻的科学家们利用最早的绘图和现代显微镜下令人兴奋的图像来描述他们的研究,分享他们的发现。我们了解细胞是如何被发现的,它们如何发挥功能,它们如何与健康 and 疾病相关,以及未来将会怎么样。

### **Classwire™**

Classwire 管理系统可以在 [www.classwire.com/garlandscience](http://www.classwire.com/garlandscience) 上找到,这使得教师们能够轻松地建立课程的网页。它也可以作为教师资源的在线存档文件。在 Classwire 注册后,你就可以下载这本书中的所有图片和 DVD 中的所有视频。Classwire 网站上还有 Garland Science 图书的其他教师资源。在访问 Classwire 系统时如有任何问题,请联系 [science@garland.com](mailto:science@garland.com)(Classwire™是 Chalkfree 公司的商标)。

# 目 录

英文原版作者简介	
英文原版前言	
致谢	
教师和学生的资源	

## 1 介绍细胞

1.1 细胞的同一性与多样性	1
1.1.1 细胞在外形与功能方面变化巨大	2
1.1.2 活细胞都有相似的基本化学组成和化学性质	3
1.1.3 一切现代细胞明显地都是由同一祖先进化而来	4
1.1.4 基因提供给细胞指令以形成细胞形态、功能和复杂的行为	5
1.2 显微镜下的细胞	5
1.2.1 光学显微镜的发明导致了细胞的发现	5
1.2.2 在显微镜下可以看到细胞、细胞器甚至分子	7
1.3 原核细胞	9
1.3.1 原核生物是最多样化的细胞	11
1.3.2 原核生物的世界被分为两类:真细菌和古细菌	11
1.4 真核细胞	12
1.4.1 细胞核是细胞的信息存储器	13
1.4.2 线粒体利用食物产生能量而赋予细胞动力	14
1.4.3 叶绿体从日光捕获能量	15
1.4.4 内膜创建功能各异的胞内区室	16
1.4.5 胞质溶胶是一种浓缩的大分子和小分子的含水凝胶	18
1.4.6 细胞骨架负责细胞运动	19
1.4.7 细胞质远远不是静态的	20
1.4.8 真核细胞可能作为捕食者而起源	21
1.5 模式生物	23
1.5.1 分子生物学家聚焦于大肠杆菌	23
1.5.2 酿酒酵母是一种简单的真核细胞	23
1.5.3 从 30 万种植物中选出拟南芥作为模式植物	24
1.5.4 动物界以果蝇、蠕虫、鼠和人为代表	24
我们如何得知:生命的共同机制	25
1.5.5 比较基因组序列将揭示生命共同的遗传密码	30
图版 1-1 显微镜	32
图版 1-2 细胞结构	34

## 2 细胞的化学成分

2.1 化学键 .....	39
2.1.1 细胞由少数几种原子组成 .....	39
2.1.2 最外层电子决定原子间如何相互作用 .....	41
2.1.3 电子的得失形成离子键 .....	43
2.1.4 共用电子对形成共价键 .....	45
2.1.5 共价键强度的变化 .....	46
2.1.6 共价键有不同的类型 .....	47
2.1.7 静电吸引力帮助细胞内的分子结合在一起 .....	48
2.1.8 水通过氢键结合在一起 .....	48
2.1.9 一些极性分子在水溶液中形成酸和碱 .....	49
2.2 细胞内的分子 .....	50
2.2.1 细胞由碳化合物构成 .....	50
2.2.2 细胞含有四种主要的有机小分子 .....	50
2.2.3 糖是细胞的能源,也是多糖的亚基 .....	51
2.2.4 脂肪酸是细胞膜的组分 .....	53
2.2.5 氨基酸是蛋白质的基本构成单位 .....	54
2.2.6 核苷酸是 DNA 及 RNA 的亚基 .....	55
2.3 细胞内的大分子 .....	57
2.3.1 大分子的亚基排列具有特定的序列 .....	58
我们如何得知:什么是大分子? .....	59
2.3.2 非共价键确定一个大分子的精确形状 .....	61
2.3.3 非共价键使一个大分子结合另一些特定的分子 .....	61
图版 2-1 化学键和化学基团 .....	62
图版 2-2 水的化学性质 .....	64
图版 2-3 几种糖的类型概述 .....	66
图版 2-4 脂肪酸和其他脂类 .....	68
图版 2-5 蛋白质里的 20 种氨基酸 .....	70
图版 2-6 核苷酸概述 .....	72
图版 2-7 非共价键的主要类型 .....	74

## 3 能量、催化作用与生物合成

3.1 细胞中能量的利用 .....	82
3.1.1 细胞释放热能,从而有可能形成生物学有序性 .....	82
3.1.2 光合生物利用太阳光合成有机分子 .....	84
3.1.3 细胞通过有机分子的氧化作用获得能量 .....	86
3.1.4 氧化及还原反应涉及电子转移 .....	87
3.2 自由能和催化作用 .....	89
3.2.1 酶降低阻止化学反应的势垒 .....	89
3.2.2 一个反应的自由能变化决定这个反应能否进行 .....	92

3.2.3	反应物的浓度影响自由能的改变和反应的方向	92
3.2.4	标准自由能的变化使得我们能比较不同反应之间的能量	93
3.2.5	细胞生存于化学不平衡的状态下	93
3.2.6	平衡常数直接与 $\Delta G^\circ$ 成比例	94
3.2.7	在复杂反应中,平衡常数取决于所有反应物和产物的浓度	95
3.2.8	平衡常数指示分子相互作用的强度	95
3.2.9	对于系列反应,自由能的变化是额外的	96
3.2.10	酶如何找到它们的底物:快速扩散的重要性	98
3.2.11	$V_{\max}$ 和 $K_M$ 计量酶的活性	99
我们如何得知:使用动力学来模拟和操作代谢途径		100
3.3	活化的载体分子与生物合成	103
3.3.1	一个活化载体的形成与一个能量方面有利的反应相耦合	104
3.3.2	ATP 是用得最广泛的活化载体分子	104
3.3.3	储存在 ATP 中的能量常被用于两个分子的连接	106
3.3.4	NADH 及 NADPH 是重要的电子载体	106
3.3.5	细胞内有许多其他活化载体分子	109
3.3.6	生物多聚物的合成要求输入能量	111
图版 3-1	自由能与生物学反应	114

## 4 蛋白质的结构和功能

4.1	蛋白质的形状与结构	122
4.1.1	氨基酸序列确定蛋白质的形状	122
4.1.2	蛋白质折叠形成能量最低的构象	124
4.1.3	蛋白质可以形成多种复杂的形状	126
4.1.4	$\alpha$ 螺旋和 $\beta$ 折叠是常见的折叠方式	128
4.1.5	在生物结构中容易形成螺旋结构	128
4.1.6	在许多蛋白质的核心区域, $\beta$ 折叠形成坚固的结构	130
4.1.7	蛋白质具有多个层次的组织形式	132
4.1.8	在大量可能的多肽链中只有少数几个是有功能的	134
4.1.9	蛋白质可被归纳分类	134
4.1.10	大蛋白质分子通常含有一条以上的多肽链	134
4.1.11	蛋白质可以装配形成丝、片或球	136
4.1.12	一些类型的蛋白质具有伸长的纤维形状	137
4.1.13	胞外蛋白常因共价交联而得以稳定	138
4.2	蛋白质如何发挥作用	139
4.2.1	蛋白质结合其他分子	139
4.2.2	抗体结合位点极为多样化	141
4.2.3	酶是强有力且高度专一的催化剂	142
4.2.4	溶菌酶揭示了酶的工作机制	142
4.2.5	大多数的药物抑制酶的活性	145
4.2.6	紧密结合的小分子赋予蛋白质额外的功能	145

<b>4.3 蛋白质如何被调控</b> .....	146
4.3.1 酶的催化活性通常可以被其他分子调控.....	146
4.3.2 变构酶有两个相互影响的结合位点.....	147
4.3.3 磷酸化通过引发构象变化来调控蛋白质的活性.....	149
4.3.4 GTP 结合蛋白同样受到添加和去除磷酸基团的调控.....	150
4.3.5 核苷酸的水解促使细胞中的马达蛋白产生大的位移.....	151
4.3.6 蛋白质通常形成大型复合物,起蛋白质机器的作用.....	151
4.3.7 共价修饰调控蛋白质机器的定位和装配.....	153
<b>我们如何得知:探究蛋白质的结构</b> .....	154
<b>4.4 如何研究蛋白质</b> .....	156
4.4.1 细胞能够在培养皿上生长.....	157
4.4.2 纯化技术使人们从细胞匀浆中获得均质的蛋白质制品.....	158
4.4.3 通过基因工程技术能够大量生产几乎任何一种蛋白质.....	159
4.4.4 蛋白质结构和功能的自动化研究加快了发现的步伐.....	160
<b>图版 4-1 蛋白质功能的几个例子</b> .....	161
<b>图版 4-2 描述小型 SH2 蛋白结构域的四种不同方式</b> .....	162
<b>图版 4-3 抗体的制备和使用</b> .....	164
<b>图版 4-4 细胞的裂解和细胞抽提物的初步分离</b> .....	166
<b>图版 4-5 用层析法分离蛋白质</b> .....	168
<b>图版 4-6 用电泳法分离蛋白质</b> .....	169

## 5 DNA 和染色体

<b>5.1 DNA 的结构和功能</b> .....	174
5.1.1 一个 DNA 分子是由两条互补的核苷酸链组成的.....	175
<b>我们如何得知:基因由 DNA 组成</b> .....	176
5.1.2 DNA 的结构提供了一种遗传机制.....	180
<b>5.2 真核生物染色体的结构</b> .....	181
5.2.1 真核生物的 DNA 包装在多个染色体中.....	181
5.2.2 染色体含有一长串基因.....	183
5.2.3 细胞周期中染色体以不同状态存在.....	184
5.2.4 间期染色体是在细胞核内形成的.....	185
5.2.5 染色体 DNA 是高度浓缩的.....	186
5.2.6 核小体是染色质结构的基本单位.....	187
5.2.7 染色体包装有多重层次.....	189
<b>5.3 染色体结构的调节</b> .....	191
5.3.1 染色体结构的改变使蛋白质可以接触 DNA.....	191
5.3.2 间期染色体同时含有浓缩的和伸展的染色质形态.....	192
5.3.3 染色质结构的改变是可以遗传的.....	194

## 6 DNA 复制、修复和重组

<b>6.1 DNA 复制</b> .....	201
6.1.1 碱基配对使 DNA 得以复制.....	201



6.1.2	DNA 合成从复制起始位点开始 .....	202
<b>我们如何得知:复制的性质</b> .....		203
6.1.3	新的 DNA 在复制叉上进行合成 .....	206
6.1.4	复制叉是不对称的 .....	207
6.1.5	DNA 聚合酶能自我校正 .....	208
6.1.6	短的 RNA 充当 DNA 合成的引物 .....	210
6.1.7	在复制叉处的蛋白质相互协调,形成复制机器 .....	212
6.1.8	端粒酶复制真核生物染色体末端 .....	213
<b>6.2</b>	<b>DNA 修复</b> .....	214
6.2.1	突变能对一个细胞或生物体产生严重的后果 .....	214
6.2.2	DNA 错配修复系统清除被复制机器忽略了的复制差错 .....	215
6.2.3	DNA 在细胞内持续不断地受到损伤 .....	217
6.2.4	基因的稳定性取决于 DNA 修复 .....	218
6.2.5	双链断裂可以被快速但并不完美地修复 .....	220
6.2.6	DNA 复制和修复的保真度的记录保存在基因组序列中 .....	220
<b>6.3</b>	<b>同源重组</b> .....	221
6.3.1	同源重组需要有相似序列的大范围区域 .....	221
6.3.2	同源重组可以完美地修复 DNA 双链的断裂 .....	221
6.3.3	同源重组在减数分裂期间交换遗传信息 .....	222
<b>6.4</b>	<b>可移动的遗传因子和病毒</b> .....	224
6.4.1	可移动的遗传因子编码其移动所需的组件 .....	224
6.4.2	人基因组由两个主要的转座序列家族组成 .....	225
6.4.3	病毒是能离开细胞的高度可移动的遗传因子 .....	226
6.4.4	逆转录病毒逆转正常的遗传信息流 .....	228

## 7 从 DNA 到蛋白质:细胞如何阅读基因组

<b>7.1</b>	<b>从 DNA 到 RNA</b> .....	234
7.1.1	部分 DNA 序列转录成 RNA .....	234
7.1.2	转录产生与一条 DNA 链互补的 RNA .....	235
7.1.3	细胞内产生几种类型 RNA .....	238
7.1.4	DNA 上的信号指示 RNA 聚合酶在何处起始和结束 .....	238
7.1.5	真核生物基因转录的起始是一个复杂的过程 .....	240
7.1.6	真核 RNA 聚合酶需要通用转录因子 .....	241
7.1.7	真核 RNA 在核内同时被转录和加工 .....	242
7.1.8	真核基因被非编码序列所间隔 .....	245
7.1.9	内含子由 RNA 剪接而被去除 .....	245
7.1.10	成熟的真核细胞 mRNA 从细胞核内输出是具有选择性的 .....	247
7.1.11	mRNA 分子最终被细胞降解 .....	247
7.1.12	最早期的细胞基因内可能已有内含子 .....	248
<b>7.2</b>	<b>从 RNA 到蛋白质</b> .....	249
7.2.1	mRNA 以三核苷酸组的形式被解译 .....	249