

生命科学名著

〔英〕 N. H. 巴顿

〔美〕 D. E. G. 布里格斯

J. A. 艾森

D. B. 戈尔茨坦

N. H. 帕特尔

宿 兵 等 译

著



进 化

Evolution



科学出版社

www.sciencep.com

生命科学名著

进 化

Evolution

科 学 出 版 社

北 京

图字：01-2008-2170 号

内 容 简 介

本书是一部全面、系统介绍进化生物学的教科书。本书的作者均是多年从事进化生物学研究并对本领域有卓越贡献的欧美学者。本书涵盖了进化生物学的产生和发展的历史，从西方早期的自然神学到达尔文的进化论。本书介绍了进化生物学的重要科学问题和相应的研究领域，如生命的起源、物种形成与生物多样性产生的机制、体制发育的进化、突变和遗传重组、DNA 和蛋白质的变异、生命复杂性状的遗传基础、自然选择在分子水平的作用机制、进化中的冲突与合作、进化中新性状的产生以及人类起源和进化的历史等。本书的讲述深入浅出并提供了大量实际研究的例证和精美直观的图表。

本书适合于作为本科生和研究生的专业教材，同时也是从事生命科学研究的学者不可多得的参考书。

Originally published in English as *Evolution* by Nicholas H. Barton, Derek E. G. Briggs, Jonathan A. Eisen, David B. Goldstein, Nipam H. Patel © 2007 Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, USA

©2010 Science Press. Printed in Beijing.

Authorized simplified Chinese translation of the English edition ©2007 Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor Laboratory Press, the owner of all rights to publish and sell the same.

图书在版编目 (CIP) 数据

进化 (Evolution) / (英) 巴顿 (Barton, N. H.) 等著; 宿兵等译. —北京: 科学出版社, 2010

(生命科学名著)

ISBN 978-7-03-027175-4

I. 进… II. ①巴…②宿… III. ①生物-进化学说 IV. ①Q111

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 060439 号

责任编辑: 罗 静 席 慧/责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 陈 敬

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>

骏 杰 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2010 年 4 月第一次印刷 印张: 56

印数: 1—2 500 字数: 1 291 000

定价: 168.00 元 (含光盘)

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

翻译人员名单

主 译：宿 兵

参译人员：石 宏 祁学斌 张 锐 彭 忆

石 磊 卢志祥 王金凯 张雁峰

牛傲蕾 杨立新 李 明

作者简介

Nicholas H. Barton 英国爱丁堡大学进化生物研究所进化遗传学教授。他早期的研究是关于导致亚群体分化的有限区域杂交，曾研究过多个物种，如蝗虫、蝴蝶和蟾蜍。近期他的研究主要在理论方面，包括探讨选择对复杂性状的影响、建立物种形成的数学模型、了解重组和性的进化的关系以及共祖过程。

Derek E. G. Briggs 美国耶鲁大学地理与地质学资深教授，生物圈研究所所长。他的研究包括在加拿大英属哥伦比亚发现的寒武纪三叶虫等重要化石的进化意义以及化石的保存。他目前的研究主要是了解从生命到化石形成过程中化学物质的变化。

Jonathan A. Eisen 美国加州大学戴维斯分校生态与进化学系医学微生物与免疫学教授。他采用基因组测序和进化重构的方法研究微生物崭新性状的起源。他之前将系统发育基因组学方法应用于在实验室培养的极端环境微生物的研究。他目前用系统发育基因组学方法研究天然微生物，如在寄主中生活的寄生物种和在开阔海洋中的浮游物种。

David B. Goldstein 美国杜克大学群体基因组学与药物遗传学研究中心主任。他的研究兴趣包括人类遗传多样性、神经系统疾病的遗传基础、群体基因组学，以及药物遗传学。他的实验室目前研究人类的遗传变异如何影响治疗神经和代谢系统疾病药物的药效。

Nipam H. Patel 美国加州大学伯克利分校分子与细胞生物学系和整合生物学系教授，Howard Hughes 医学研究院研究员。他起初研究了几个模式和非模式物种的发育，包括奶牛、鸡、蝗虫和黑腹果蝇。他的小组研究发育的进化，重点探讨体节的进化、神经发生的进化、附肢构造的进化，以及基因调控的进化。

前 言

进化生物学是现代科学的基石之一。1859 年达尔文《物种起源》的发表，永远改变了人们对我们这个小小星球上生命的看法。150 多年来，对进化的研究本身也在不断进化之中。在过去 20 年间，分子生物学与进化生物学的交叉导致了一系列激动人心的发现，使进化的研究发生了质的飞跃。分子标记、遗传测序，以及遗传操作等强有力的研究手段的应用为理解进化提供了独特的视角。除此之外，一个令人神往的自然史新领域已经向我们敞开了大门，为我们清楚地展示了各种各样的分子适应以及一系列在整个生命世界中出奇保守的基本分子机制。



然而，在进化生物学的教学中却很少反映这些重要的研究进展。其他的教科书通常将有关分子进化和发育进化方面的最新研究进展放在次要章节中。我们的目的是将这些分子进化和发育进化以及其他的现代生物学的重大突破整合成一套完整的对进化生物学的看法，这也是本书的主题所在。

我们在整个组织水平（从单个分子到生物有机体）和生物多样性水平（从微生物到人类）上反复举例说明了有关进化的基本原理。利用对 RNA 分子的体外选择和加拉帕哥斯地雀（*Galapagos finches*）来举例说明自然选择的基本原理（第 17 章）。我们在实验室的酵母群体和自然鹿群中介绍了如何测定选择的作用（第 19 章）。我们利用粪蝇（dung fly）的交配行为和大肠杆菌的代谢流量来举例说明进化优化论，以及利用细菌毒素的产生和蜥蜴的交配行为来说明进化博弈论（第 20 章）。我们利用在转座元件及其宿主基因组以及一个蜂房中的不同蜜蜂来介绍进化冲突是如何发生的（第 21 章）。

我们采用的跨学科方法会对那些掌握整个生物有机体背景的学生非常有用（绝大多数的学生在学习进化课程），因为它将开阔他们对进化生物学领域的视野，同时为他们展示在当前研究中非常重要的一些新方法。分子生物学与进化生物学的整合同样会吸引那些主要学习分子生物学并对其感兴趣的学生，以及那些在分子生物学系开展现代进化课程教学工作的教师们。

本书结构

本书分为四个部分。在第一部分中，我们对进化与分子生物学历史以及由自然选择导致进化的证据进行了概述。在回顾历史的同时，这一部分还将简要地汇总一些能够帮助读者了解本书的当前进展。第二部分描述生命的起源和生物的多样性，其中包括了生物化学和形态学的复杂特性。我们也将全面地阐述细菌、古生菌以及真核生物的多样性特征。这一部分的章节将介绍生物学领域近年来一些激动人心的发现。例如，发现并且鉴定了在动植物发育过程中起重要作用的一些特异的基因或是遗传通路等。第三部分，我们将阐释进化中一些基本的过程：突变、随机漂变、重组、基因流以及非常重要的自然选择。由此我们将引申一些关键问题：为什么有机体会衰老？为什么有性生殖这么普遍？新的性状如何进化而来？在本书的最后两章中（第三部分），我们讨论人类本身，描述我们自身的进化历史以及探讨进化生物学对人类的意义。

本书是一本全面介绍进化生物学基本知识的参考书：从回顾进化与分子生物学的历史，到说明生命起源与生物多样性，再到解释进化中的过程及它们之间的一些互动，最后讨论人类的进化。本书的一些部分也可以作为小型课程的教材。

- 第一部分简明阐述进化这一学科。
- 第二部分可以作为生命起源和生物多样性的课程材料。尤其是第 5~8 章可用于微生物进化课程的基本用书。
- 第三部分着重讨论一般教材中均涉及的进化过程这一内容，但本书强调了分子层面上的进化。通常，这一部分内容应当在理解本书第二部分后作为课程用书讲授。
- 第 14、17、19 和 26 章是最新的数量遗传学内容，这是其他书本所不能媲美的。

网络资源

与该书配套的还有很多的网站资源（<http://www.evolution-textbook.org>），便于教师以及学有余力的学生查看。

- 许多图例表格都可以从网上获得，方便在课堂上使用。
- 在本书后面的术语表也可以从网上获得。在一个章节中，首次出现的术语将用粗体标出，这样便于读者检索。
- 每个章节都提供用于讨论的主题，这有利于引导学生总结和思考。
- 第三部分的每个章节中还有问题提出。这个环节对于学生来说是相当重要的，它将会加深学生对这一部分内容的认识。其中有些问题相对深奥，需要查看在线的部分章节（见下一说明）。
- 正文的主体部分描述了数量和群体遗传学的基本知识。网站上还包括补充的两个章

节,便于学生在掌握基础知识的同时能够多了解更多数量遗传学方面的知识。第 27 章解释了推断系统进化关系的方法;第 28 章描述了进化过程如何用模型阐释(这些章节不在检索之列,但是它们依旧可以搜索,也配有网上的注解,见下文)。

文献追踪

读者可以将此书作为一个进化生物学文献追踪的平台,这方面是很重要的。科学的成功依赖于我们能够追踪支持每一个观点的证据和论点,使大家可以公开地讨论。在本书中,我们并没有把主体内容部分与参考文献混在一起,但我们提供了许多文献查找的路径。在每章结尾都会包括推荐进一步阅读的部分,它列举所讲内容的一些综述文献。网站上也包含了相应领域最有价值的一些期刊,并且网站还说明了如何更好地利用网上数据库资源,如 ISI Web of Knowledge 和 Google Scholar 来检索我们的文献。本书的每一节都附有网站注释,包括正文内容中一些基本的材料来源以及一些延伸的内容。因此,网站资源使得读者能根据我们在书里面的介绍去深入地探究所感兴趣的课题。

进化生物学是一个充满活力和日新月异的学科领域。虽说许多理论已经确立,但是还有很多问题有待解决,而且新的发现将会继续引发新的问题,那时将会更显此书的重要性。我们意在展示我们目前所知道的以及我们如何去回答新的问题。此书是唯一一本把分子生物学和进化生物学整合的教材——这一整合反映了近年这些学科领域的交叉汇合。

致谢

首先,我们要感谢 Jim Watson,是他构思出这本分子与进化生物学整合的教材。本书酝酿过程中也得到了 Cold Spring Harbor Laboratory Press 的鼎力相助:尤其是 John Inglis 和 Alex Gann 在导引本书作者顺利写完此书中表现出非凡的才能。在此书撰写过程中,Michael Zierler、Judy Cuddihy 和 Hans Neuhart 做了文笔润色的工作,使得全书成为一体并具有吸引力。我们也要感谢 Jan Argentine、Elizabeth Powers、Maryliz Dickerson、Carol Brown、Mary Cozza、Maria Fairchild、Nora McInerny、Denise Weiss、Susan Schaefer、Kathleen Bubbeo 在本书撰写中的帮助。也感谢 Cold Spring Harbor Laboratory 图书和档案室主任 Mila Pollock 和他的职员们,尤其是 Clare Clark、Gail Sherman、Claudia Zago 和 Rhonda Veros。

我们也收到了同行对本书初稿提出的宝贵意见,在此感激他们在纠正我们的错误以及改进我们的写作中做出的努力。我们感谢 Peter Andolfatto、Maria-Inés Benito、Brian、Deborah Charlesworth、Satoshi Chiba、Nick Colegrave、Jerry Coyne、Angus Davison、Laura Eisen、Michael Eisen、Andy Gardner、Paul Glenn、Ilkka Hanski、Amber Hartman、Bill Hill、Holly Huse、Saul Jacobson、Chris Jiggins、Mark Kirkpatrick、John Logsdon、Hanna Miedema、Erling Norrby、Josephine Pemberton、Mihai Pop、Rosie Redfield、Jay Rehm、Jeffrey Robinson、Denis Roze、Michael Turelli、Craig Venter、Peter Visscher、Naomi Ward、Stu West 和 Merry Youle。我们还要感谢在 Darwin 的图书管理员还有 University of Edinburgh 的新学院图书馆的协助。

我们还要感谢那些在本书撰写初期对本书提出意见和建议的审稿人：Tiffany M. Doan、David H. A. Fitch、Joerg Graf、Rick Grosberg、Thomas Hansen、Kevin Higgins、Trenton W. Holliday、Robert A. Krebs、David C. Lahti、Richard E. Lenski、Michael P. Lombardo、James Mallet、Jennifer B. H. Martiny、Rachel J. Waugh O'Neill、Kevin J. Peterson、Michael Petraglia、Ray Pierotti、Richard Preziosi、David Raubenheimer、Mark D. Rausher、Gary D. Schnell、Eric P. Scully、David Smith、Steve Tilley、Martin Tracey、John R. Wakeley 和 Susan Wessler。

最后，我们特别感谢我们的朋友和家人，尽管我们经常不能和他们在一起，他们却给予我们大力支持。

Nicholas H. Barton
Derek E. G. Briggs
Jonathan A. Eisen
David B. Goldstein
Nipam H. Patel

本书的目的和范围

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution”

——Theodosius Dobzhansky

进化生物学描述生命的进化历史以及解释现有的各种生物是如何进化而来的

地球上充满了各种各样的复杂生命形式（图 A&S 1）。细菌、藻类和植物等利用太阳光获得生存的能量，甚至地球上每一种化学能量都能被生物利用，如氢气和一氧化碳也能被某些微生物利用。从南极大陆的岩石到海底火山口，甚至地壳下几英里深的岩缝中，生命在大多数极端环境中也依然活跃。生物能感知生存环境中的细微变化，例如，细菌通过感知地球磁场的变化来指导运动方向，蛾类能根据很少量的体外性激素信息分子就可找到交配对象，猫头鹰在漆黑的晚上能从很远的地方发现猎物，有些鸟类能利用特殊工具帮助它们挖掘食物，蜜蜂能根据蜂箱的位置来协调蜂群的活动，人类可利用语言和工具来克服自身生理功能上的不足。

但是，所有这些复杂多样的生物都具有最基本的维持生命的生化系统。遗传信息都是储存在 DNA 的碱基链中，遗传信息链能转录为 RNA 链，之后 RNA 链上的遗传信息翻译成为氨基酸链，氨基酸链构建和维持生物体的生命活动。生命活动也像生命本身一样不可思议。例如，DNA 序列的复制，上十亿个碱基都很少会出现一个碱基的错误。蛋白质分子在常温下就能催化生化反应，而化学家则需要极端条件下才能实现特异性不是很精确的相似反应。完整构建复杂生命体的各种结构是依赖于 DNA 和蛋白质对基因表达的精确调控来实现的，甚至是能够完成和控制各种复杂行为的人类大脑的构建。所有复杂的生命体构建只需要很少量的信息来决定，编码人类基因的所有 DNA 序列信息比一台个人电脑的储存量还少。

我们大体上已经知道 DNA 序列信息如何被翻译成蛋白质，蛋白质是怎样影响生物代谢和基因表达，以及多细胞生物体是如何由一个单细胞发育而来的。我们也大体上了解现在生存的各种复杂的生命形式是如何形成的。所有这些生命体（也包括人类）是由生活于 30 亿年前的一种或很少几种“共同祖先”发展而来的，而这些祖先类型又是由更简单的生命体发展出来的。在最原始的简单生命体中 RNA 执行了高等生物体中 DNA 和蛋白质的功能。因此，所有现存生物多样性的生化过程、形态和行为都是由很少量的原始基因进化而来的。

组成生命体的精致构件看似为其执行功能而精心设计构造，从而被认为是“神创论”的证据。我们现在知道所有执行生物功能元件的构造和维持是自然选择的结果：遗传变异是随机发生的，有利的变异会逐步积累，因为这些有利的遗传变异有利于携带它

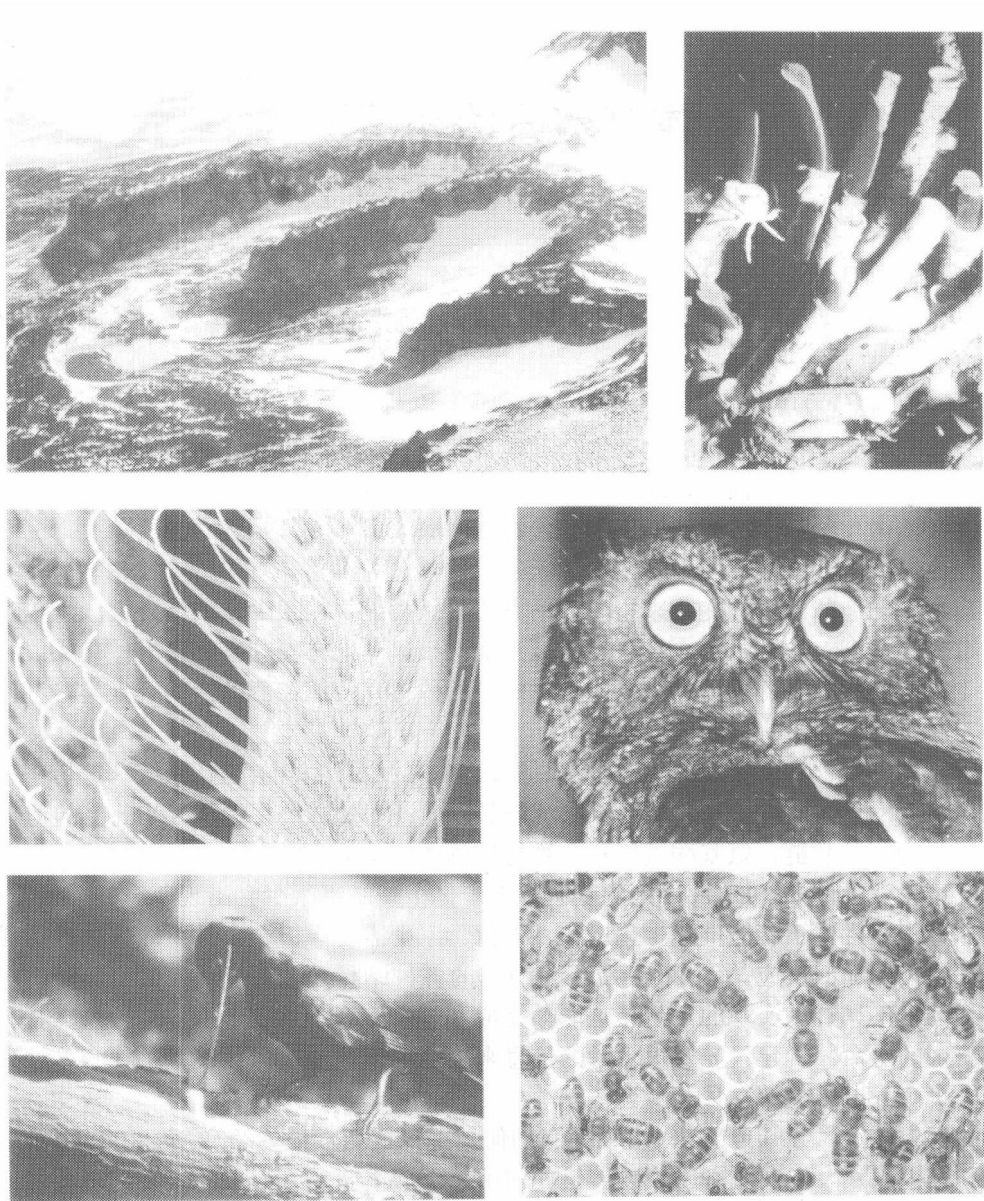


图 A&S 1 适应的多样性。(上排)在极端环境中的生物。生物可以生活在南极洲极度寒冷、干燥的峡谷中(左)或深海中地热的出口(管虫群落,右)。(中排)形态适应的多样性。飞蛾结构精细的天线(左)可以探测仅有几个分子的信息素。苍鸮(*Otus guatemalae*, 右)的大眼睛使它可以在夜间发现猎物。(下排)行为适应。新喀里多尼亚乌鸦(*Corvus moneduloides*, 左)可以为了特殊目的制作工具,图中显示它用树枝获得昆虫。蜜蜂(*Apis mellifera*, 右)在一个有秩序的“社会”中生活和工作,它们分工协作以维持蜂群。

们的生物体的生存和繁殖。进化论是达尔文自然选择学说和孟德尔遗传理论的综合体。

进化论不但阐述生命的发展和进化过程，而且还阐述它们为什么会进化成现在这样：包括生命为什么是由单细胞发育而来？遗传密码为什么要以现在的形式存在？以及为什么会出现有性生殖？

进化生物学——一件有用的工具

人们对生命历史以及生命进化机制的理解实际上已经影响到了人类社会的各个方面，从文学到医药。然而，进化生物学不仅仅是一门历史性的科学。在学习进化生物学的过程中，我们会懂得进化的知识并且对其理论进行运用，而这些也同时在地质学、计算机科学以及流行病学等各个领域都有很多实际的用途。在这里，我们举三个例子。

由于亲缘关系相近的物种通常会有相似的特征，所以将一个物种和它的近亲相比较，通过进化关系进行分类就可以帮助我们预测一个物种的生物学特征。这在微生物的研究中最为普遍。通常，微生物的研究需要把它们分离培养。然而，绝大多数的微生物目前还不能实验培养。结合运用分子生物学和进化生物学的手段，我们可以克隆不能培养的物种的基因并分析而获得信息，从而把它标记在生命之树上。这使得科学家推断出很多关于这些不能培养的微生物的信息，如它们具体的代谢过程以及它们和其他物种的相互作用。

这个方法已经应用于治疗疟疾和相关疾病新药的研发。疟疾是由传染性的寄生虫恶性疟原虫 (*Plasmodium falciparum*) 导致的。传统的通过杀死恶性疟原虫的抗疟疾的药物对人体有很大的毒性，因为它们破坏了真核细胞共有的代谢通路。20 世纪 70 年代，科学家在恶性疟原虫体内发现了一个特殊的细胞器，它含有自身的 DNA。令人吃惊的是，基于该 DNA 上的基因构出的进化树显示这种细胞器与植物的叶绿体非常相近 (图 A&S 2)。植物叶绿体是由植物的祖先和一种与现在的蓝细菌 (cyanobacteria) 相近的细菌内共生 (endosymbiosis) 起源的。进化分析显示疟原虫这一支是通过与另一个含有一个叶绿体的真核细胞 (最可能的是藻类) 共生而获得这个质粒的。尽管这种似藻类共生体的很多特征已经丢失了，但是这个质粒一直保留并且成为靶向残遗质体 (apicoplast)。尽管疟原虫不能进行光合作用，但是靶向残遗质体的代谢功能对其存活是很关

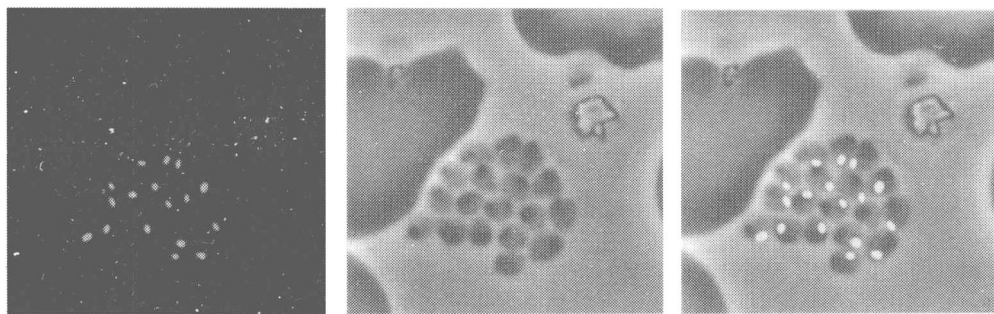


图 A&S 2 用绿色荧光蛋白可以看到靶向残遗质体 (左)；中央的圆形球为寄生的疟原虫 (中)；绿色的靶向残遗质体在寄生物之内 (右)。

键的。哺乳动物中靶向残遗质体代谢通路的缺失提示了它可以作为抗寄生虫药物的新靶点。很多以靶向残遗质体为靶点的抗生素、酶抑制剂，以及除草剂在杀死恶性疟原虫以及其他导致弓形体病（toxoplasmosis）和隐孢子虫病（cryptosporidiosis）的近缘种方面显示了很好的前途。

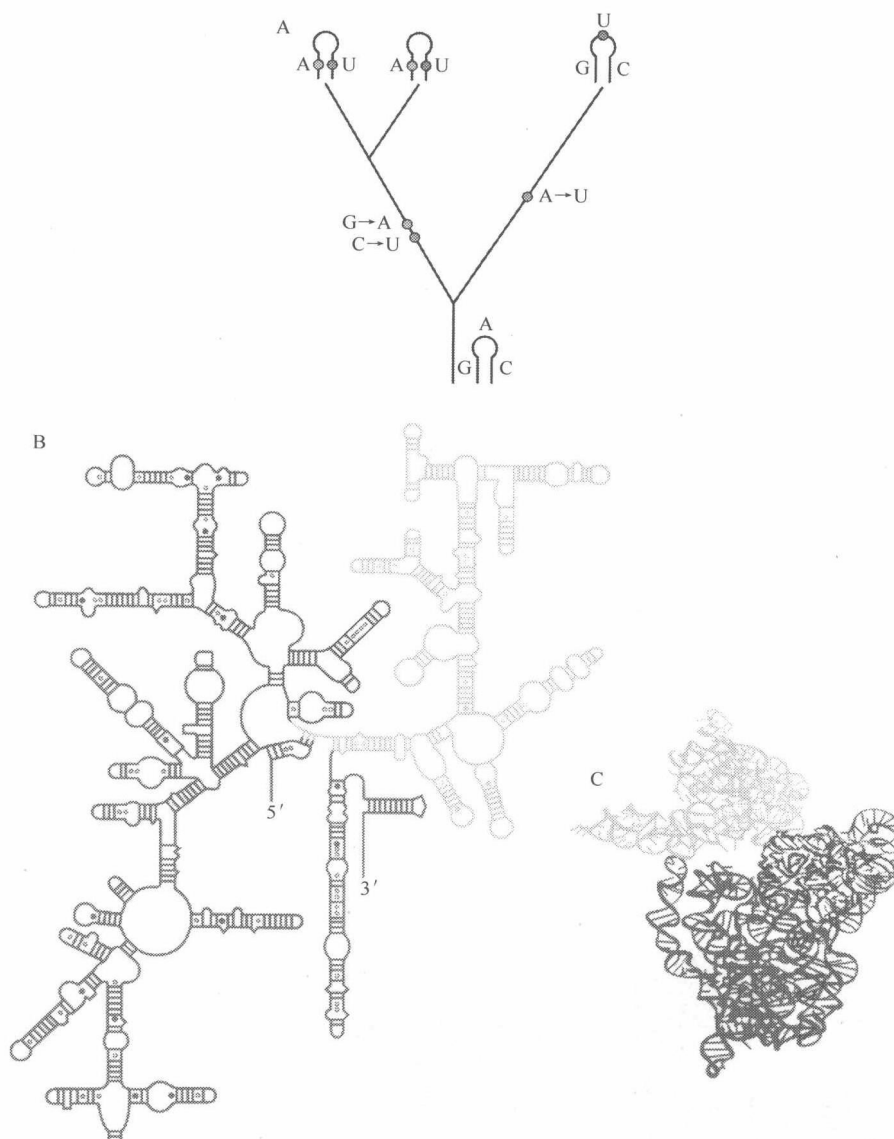


图 A&S 3 RNA 分子进化的模式可以用来推断其结构。A. 配对的 RNA 分子的两部分如果一条链发生碱基的改变，为了要维持配对，另一条链会发生相应的改变 [如 G 变为 A（红色）和 C 变为 U（蓝色）]。相反，在非配对区域，变化可以独立发生 [如单个变化由 A 变为 U（绿色）]。B. 根据 7000 种不同细菌序列的比较而推导出的 16S 核糖体 RNA 分子的二级结构。阶梯表示配对的区域。C. 在 2000 年解析的该分子的三维晶体结构证实了通过比较推导的结论。有 97% 预测的配对位点在晶体结构中得到证实。在 B 图和 C 图中的不同颜色表示分子的不同结构域。

进化生物学在帮助我们解构大分子的结构方面也非常有用。对核糖体 RNA (rRNA) 的研究可能最能说明这一点。在所有的生物中, rRNA 用来把信使 RNA 翻译成蛋白质。rRNA 分子会形成复杂结构, 碱基配对是驱动结构形成的部分原因, 这和碱基配对形成 DNA 的双螺旋结构是类似的 (图 A&S 3)。对 rRNA 的生化分析不能成功地解决 rRNA 的折叠问题, 部分是因为有太多的碱基配对组合要检验。直到最近, 对 rRNA 的结构研究仍然没能取得成功, 因为 rRNA 分子不容易形成晶体, 从而不能用 X 射线晶体衍射的方法来解析结构。然而, 通过追踪核苷酸改变的进化历史并鉴定那些在分子上不同的部分同时发生的核苷酸改变, 科学家们已经确定了 rRNA 分子内的碱基配对。通过鉴定成千的相关联的改变, 研究者已经能够确定核苷酸的配对关系。

人类的很多工作都从我们对进化的理解中受益。通过对群体遗传学原理的运用, 动植物的繁殖工程不断地发展。通过对分子育种 (molecular breeding) 的运用, 相似的方法也在生物技术中得到应用 (参考图 17.2)。一个例子就是制造有新功能或者功能增强的设计蛋白 (designer protein)。荧光蛋白 (fluorescent protein) 在生物科学研究中是非常有用的工具 (如图 A&S 2)。在合适的条件下, 可以用荧光显微镜和其他光敏设备来检测荧光蛋白发出的光。为了更好地利用荧光蛋白, 拥有能够发出不同颜色光的多种蛋白质是非常有用的。最初的绿色荧光蛋白是从一种水母 *Aequorea victoria* 中分离得到的。运用体外分子育种的方法, 科学家们已经改造了绿色荧光蛋白, 制造了发射其他波长荧光的荧光蛋白。分子育种的方法是依赖于我们对进化机制的理解而使设计的大分子得以产生 (图 A&S 4)。在自然界中, 新功能的进化, 拿蛋白质来讲, 可能会受到限制, 因为一定的基因一般只会有必要的突变组合。重组 (在分子育种中广泛应用) 把不同的突变组合在一起, 可以极大地提高体外选择的效率 (参考图 23.21)。

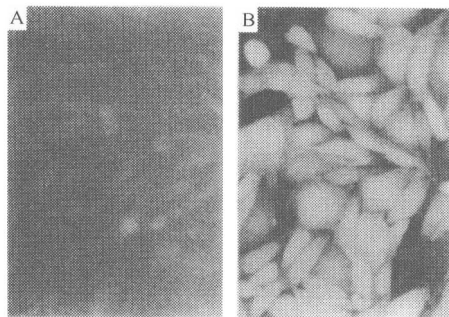


图 A&S 4 分子进化可以用来解决复杂的现实问题。这里显示的是通过选择而获得一个比天然类型 (A) 荧光更强的合成绿色荧光蛋白 (GFP) (B)。

分子生物学和进化生物学是交叉的领域

分子生物学和进化生物学都是活跃的领域。但是, 近半个世纪以来, 这两个领域在大多数时候都是独立发展的。当然, 进化生物学会使用一些分子技术, 也会像研究形态和行为差异一样研究分子层面的差异。相对地, 分子生物学会利用进化生物学的方法建立物种或基因间的相互关系, 判定功能性序列。但总的来说这两个领域目前都还保持相对的独立, 研究不同的问题。我们写这本书的目的是希望用一种分子生物学家觉得明白、有趣的方式解释进化生物学, 也希望阐述进化的方法在最近一些分子生物学进展中所发挥的作用。

本书第一部分追溯两个领域的发展历史，并概述其主要进展和关键概念。同时也阐述了支持进化理论和自然选择是进化理论的核心内容的令人信服的证据。第二部分描述了生命的多样性，从开篇叙述生命起源于 35 亿年以前，到物种的三界系统——真细菌、古细菌和真核生物的分化历程。这一部分也从化石证据和最近对发育生物学方面的研究证据两方面描述了多细胞生物的进化历史。第三部分以第二部分为基础，解释遗传变异的本质，进化的机制和后果。几乎所有的群体都包含大量的变异，这些变异主要通过 DNA 的突变和重组产生。我们可以在 DNA 和蛋白质水平观测到这些变异，也可以从个体形态和行为学的特征中观察到差异，因为这些特征是由大量基因的相互作用决定的。自然选择作用在这些变异上，使得各个物种具有很强的适应性。这一部分也描述了各种进化机制是如何相互作用，从而产生适应性进化，分化出大量物种，形成目前的遗传系统。第四部分主要探讨了人类自身的进化，以及进化和进化生物学对人类了解自身的探索方面所起的作用。

这本教科书有对应的网站，给学生和老师提供了大量有用的资源。网站上包括书上的大多数图片、表格和术语。网站上附有每章节对应的思考题，用于帮助学生复习所学概念，加深对所学章节的认识。第 12~24 章还附有练习题（附带答案）。网站也包括章节注释，注释中提供对应章节的所有参考文献，对某些论点的扩展，以及其他有用的网站链接。通过网站资料和本书每章节末尾提供的延伸阅读资料的结合，可以指导学生深入学习进化生物学方面的文献，也为老师提供了有用的背景资料。网站上还包括两个书上没有介绍的章节（第 27 章和第 28 章），主要介绍用于研究进化理论的数学方法。第 27 章介绍了系统发生树的推导及其在揭示物种关系中的作用。第 28 章是对进化建模理论的具体介绍。

我们希望本书不仅能提供一个对生物进化的清晰解释，也有助于分子生物学和进化生物学的结合。近一个世纪以来，分子生物学和进化生物学领域都有了长足的发展，希望在下一个十年，这两个领域能更加地活跃。

延伸阅读

- Meagher T.R. and Futuyma D. 2001. Evolution, science, and society. *Am. Nat.* 158: 1–46.
讨论进化生物学的多种多样的应用的例子，见网页 <http://evonet.sdsc.edu.evoscisociety/>.
- Working Group on Teaching Evolution, National Academy of Sciences. 1998. *Teaching about evolution and the nature of science*. National Academies Press, Washington, D.C.

网页

- <http://evonet.org> is a Web site that provides a good overview of evolutionary biology.
- AAAS Press Room—Evolution on the Front Line: http://www.aaas.org/new/press_room/evolution/
- National Center for Science Education: <http://www.natcensci.org/>
- Understanding Evolution: <http://evolution.berkeley.edu/>

目 录

作者简介
前言
本书的目的和范围



第一部分 进化生物学概论

- 第1章 进化生物学的历史：进化论与遗传学 3
- 第2章 分子生物学的出现 33
- 第3章 进化的证据 67



第二部分 生命的起源和分化

- 第4章 生命的起源 89
- 第5章 生命的最近共同祖先与生命之树 111
- 第6章 真细菌和古细菌的多样化 I：系统发育与生物学 142
- 第7章 细菌和古细菌的多样性 II：遗传和基因组学 176
- 第8章 真核生物的起源和多样化 203
- 第9章 多细胞生物与发育 233
- 第10章 植物和动物的多样化 258
- 第11章 发育程序的进化 293



第三部分 进化的历程

- 第12章 突变和重组导致遗传变异 333
- 第13章 DNA 与蛋白质的变异 362
- 第14章 复杂遗传性状的变异 392
- 第15章 随机遗传漂变 430
- 第16章 群体结构 460
- 第17章 对变异的选择 479
- 第18章 选择与其他因素的相互作用 514
- 第19章 选择的度量 545
- 第20章 表型的进化 578