

SCHAUM'S  
ouTlines

全美经典 学习指导系列

# 生物学

(第二版)

[美] G. H. 弗里德 G. J. 黑德莫诺斯 著

田清涑 殷莹 马冽 等译 李云兰 田清涑 校

865个详细疑难解答

几百个练习题，并附有答案

涵盖所有要点，可辅助任何一本教科书

有效提高学习成绩

易于自学



科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

1030576

全美经典学习指导系列

# 生物学

(第二版)

[美]G.H.弗里德 G.J.黑德莫诺斯 著  
田清涑 殷莹 马浏等 译  
李云兰 田清涑 校

02·6·2400

科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

2002

## 内 容 简 介

本书共分7部分33章,通过疑难问题解析和实例分析对生物学的基本内容及新进展进行了简明扼要的介绍。本书表述风格独特,基本内容以客观描述为主,选择性内容通过实例分析进行探讨。它以简明而有趣的问题和丰富的背景知识来反映概念的发展与演化,由此促进并引导读者对疑难问题的思考,激发研究探索的欲望。

本书由具有丰富教学经验的教师撰写而成,在第一版基础上经过内容的调整和平衡,保证所有章节在深度上更适合读者。由北京大学田清涑教授主持翻译,译文较好地保持了原书风格,力求叙述规范贴切、语言自然流畅。

本书适合生物学专业本科师生及自学者参考。

George H. Fried, George J. Hademenos. *Shaum's Outlines of Theory and Problems of Biology*,  
Second Edition

ISBN 0-07-022405-6

Copyright © 1998 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill Companies,  
Inc. All rights reserved.

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图字:0-2001-2116

图书在版编目(CIP)数据

生物学/[美]弗里德(Fried, G. H.),黑德莫诺斯(Hademenos, G. J.)著;田清涑等译.-2  
版.北京:科学出版社,2002.1

(全美经典学习指导系列)

ISBN 7-03-009797-1

I. 生… II. ①弗…②黑…③田… III. 生物学 IV. Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 073333 号

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年1月第一版 开本:A4(890×1240)

2002年1月第一次印刷 印张:25 1/2

印数:1-4 000 字数:827 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

## 译者的话

在国内外高等院校中，生物学是一门重要的基础课，因而在美国、欧洲国家、日本和中国，生物学教材版本甚多，且每年都有新教材问世。科学出版社选择 G. H. 弗里德等编写的《生物学》(Biology, 2ed) 翻译出版是有道理的。该书除具有生物学教材共同特点外，它的特色在于作者将抽象的基本概念、复杂的基本理论以疑难问题解析的方式来解释，使读者易于掌握本章节的重点和难点，并使学生从中学习到分析问题和解答问题的思维方法，提高解决问题和分析问题的能力；作者为了使读者弄清易混淆的基本概念，在每章后附有附加题。通过对附加题的回答，可使读者准确地掌握基本概念。因此，这是一本值得向国内大专院校推荐的一本较好教材。

译者从拿到原书到交出译稿仅仅四个多月的时间。在如此短的时间内，翻译工作得以顺利完成，全赖于参加翻译工作的全体同仁的努力。他们牺牲了大量的休息时间，以极高的热情和责任心进行工作。我作为这本书的组织者和审校者，对所有译者表示深深的谢意。

在翻译过程中，我们严格地遵循原文的思想进行翻译，对原文中的学术观点或政治观点一般照译。原文中明显的错误予以纠正并标有译者注；至于一般性的小错，有的予以纠正，有的没有，请读者使用本书时注意，同时原作者使用了一些非英语专业词汇，给翻译工作带来一定的困难，部分译文可能不够准确，请读者谅解。

全书共 33 章，北京大学生命科学学院殷莹女士翻译了第 1 章到第 10 章；北京大学医学部田枫女士翻译了第 11 章、目录、词汇；赴荷兰留学生宁叶先生翻译了第 12 章到第 21 章的正文；赴美国留学生闫英女士翻译了第 12 章到第 21 章的疑难问题解析和第 22 章、第 23 章；中国科学院动物研究所马洌和贾志云先生翻译了第 24 章到第 29 章，马洌翻译了第 30 章到第 33 章；北京大学生命科学学院李云兰女士对第 1 章到第 33 章译文、插图进行了认真仔细的校对，并翻译了索引；北京海波尔生物医药研究所金洪亮、周希贵先生录入部分译稿。

虽然参加翻译工作的同仁均是多年从事生物学教学或研究工作者，但在翻译工作中难免有疏忽或错漏之处，请读者指正，不胜感激！

田清涑

于北京大学燕北园

2001 年 5 月

## 作者简介

G. H. 弗里德是布鲁克林学院生物学系教授，他在布鲁克林学院获得学士学位；在诺克斯维尔田纳西大学获硕士和博士学位。他研究的课题以比较生理的代谢和酶促因子对遗传和实验性肥胖的影响为中心。自 1983 年到 1987 年任布鲁克林学院生物系系主任。他教过普通生物学、动物生理学。在 30 年的教学经历中他发展了生物学和社会学的课程。

G. J. 黑德莫诺斯是达拉斯大学的访问副教授，他在安吉略大学获学士学位；在达拉斯得克萨斯大学获硕士和博士学位；在马萨诸塞大学医学中心和 UCLA 医学中心完成了博士后学业。他的研究兴趣包括物理学对生物学、医学尤其是对心脑血管疾病的影响，他发表多篇文章并出版两本专著。他给生物系的学生和医科预备生讲过普通物理学。

## 前 言

由于 Watson 和 Crick 在开创分子生物学新纪元中的巨大贡献，生物学自身发生了惊人的变化，自然史中许多描述性的生物学旧观念已被科学实验的新观念所取代，并得到了深入的、探索性的研究，这使得我们可以从研究 DNA、RNA 和蛋白质等生物大分子的精确性质的角度去认识生命。具有标志意义的是，我们对于生命的遗传、发育、细胞功能的控制，甚至于进化，在经历了分子生物学的发展并应用了分子生物学的研究手段之后，有了更深入的认识。

然而，要真正欣赏和体味戏剧般的生命现象、进化过程，以及它所涉及的诸多范畴，还须经过长时间洞察及对细节的理解。要尽可能地覆盖这些描述性的和历史性的方方面面又要同时从生物化学及分子生物学的角度来探讨这些问题，这对于任何一个想要言简意赅地阐述清楚现代生物学的人来说，都是一场严峻的挑战。在此，我们一直试图在这两个方面之间保持着平衡。

在版面的安排上，每章独立地概括了该章的主要内容，在每章后附有一系列疑难问题解析和附加题，通过对这些问题的分析和解答，不仅使知识面加深，而且还使那些学生不容易理解的内容得到阐明。全书的主要内容包括在 33 章中。书的全部内容是为初级水平的一年级学生学习生物学而设计的。

尽管本书是作为大学初等生物学的主要教材，但其主要目的则是作为在课堂上提高学生的理解能力和成绩的补充教材。每章后所附的问题是强调让学生们掌握本章的基本概念和基本内容的，因而它是重要的。本书所使用的问题都是从课堂上实际练习中得来的。

生物学不必要求有实用意义，我们的生存非常强调生物学规律和我们日常生活之间的密切关系。我深信本书所收集到的资料将会提高读者的理解力，并像维护公民的职责和权利那样促进对生命的尊重。

非常感谢 Elizabeth Zayatz，她起了非常重要的作用，她激励着我们，并通过她的聪明和细心的编辑，删去了我们原稿中的部分内容；还要感谢 Meg Tobin，一直在他的指导下完成书稿；同时更应感谢一届一届的学生，他们与我分担着追求知识的冒险性。

G. H. 弗里德

G. J. 黑德莫诺斯

# 目 录

<b>第 I 部分 生物学基础</b> .....	( 1 )
<b>第 1 章 科学的基本组成</b> .....	( 3 )
1.1 研究科学的方法 .....	( 3 )
1.2 生物学是一门科学 .....	( 4 )
1.3 进化的重要性 .....	( 5 )
1.4 生命的组成 .....	( 5 )
<b>第 2 章 生命的化学：无机的观点</b> .....	( 11 )
2.1 原子、分子和化学键 .....	( 11 )
2.2 化学反应和平衡的概念 .....	( 13 )
2.3 溶液的依数性 .....	( 15 )
2.4 热力学定律 .....	( 16 )
2.5 水的特殊性质 .....	( 17 )
2.6 维持生命系统中 pH 值的稳定性 .....	( 17 )
<b>第 3 章 生命的化学：有机水平</b> .....	( 25 )
3.1 引言 .....	( 25 )
3.2 碳水化合物 .....	( 25 )
3.3 蛋白质 .....	( 26 )
3.4 脂类的结构和功能 .....	( 29 )
3.5 生物系统的化学基础 .....	( 31 )
<b>第 II 部分 细胞生物学</b> .....	( 37 )
<b>第 4 章 生命的细胞组成</b> .....	( 39 )
4.1 细胞学说 .....	( 39 )
4.2 细胞组成 .....	( 39 )
4.3 细胞器 .....	( 40 )
4.4 植物和动物细胞；组织构成 .....	( 44 )
4.5 细胞的大小及限制因素 .....	( 47 )
4.6 细胞的输入和输出 .....	( 47 )
<b>第 5 章 能量转化</b> .....	( 54 )
5.1 能量和生命 .....	( 54 )
5.2 热力学 .....	( 54 )
5.3 细胞代谢 .....	( 55 )
5.4 生物能学 .....	( 60 )
<b>第 6 章 光合作用</b> .....	( 70 )
6.1 总论 .....	( 70 )
6.2 光反应 .....	( 70 )
6.3 暗反应 .....	( 71 )
6.4 光呼吸 .....	( 72 )
6.5 C <sub>4</sub> 途径 .....	( 73 )
6.6 叶绿体的结构和功能 .....	( 74 )
<b>第 III 部分 遗传学和遗传</b> .....	( 81 )

<b>第 7 章 基因的性质</b> .....	( 83 )
7.1 细胞中信息处理的概念 .....	( 83 )
7.2 遗传化学基础的探求 .....	( 83 )
7.3 信息编码——基因语言 .....	( 87 )
7.4 遗传信息加工——蛋白质合成 .....	( 88 )
7.5 遗传信息的扩增——DNA 的复制 .....	( 90 )
7.6 遗传信息的改变——突变 .....	( 90 )
7.7 遗传工程 .....	( 91 )
<b>第 8 章 细胞繁殖</b> .....	( 97 )
8.1 细胞周期与生命周期 .....	( 97 )
8.2 包装基因的染色体 .....	( 98 )
8.3 有丝分裂 .....	( 99 )
8.4 减数分裂 .....	( 100 )
8.5 染色体交换的机制 .....	( 103 )
8.6 有性繁殖和遗传变异 .....	( 103 )
<b>第 9 章 遗传机制</b> .....	( 108 )
9.1 孟德尔之前的观点 .....	( 108 )
9.2 孟德尔定律 .....	( 108 )
9.3 连锁 .....	( 112 )
9.4 染色体图谱 .....	( 113 )
9.5 性别连锁 .....	( 113 )
9.6 基因表达的变异 .....	( 114 )
9.7 染色体和基因表达 .....	( 115 )
9.8 遗传疾病的治疗 .....	( 115 )
<b>第 10 章 遗传学调控机理</b> .....	( 122 )
10.1 操纵子假说 .....	( 122 )
10.2 顺反子、重组子和突变子 .....	( 124 )
10.3 真核生物的基因调控 .....	( 124 )
10.4 作为遗传畸变的癌症 .....	( 126 )
<b>第 11 章 胚胎学</b> .....	( 132 )
11.1 动物的发育 .....	( 132 )
11.2 人的发育 .....	( 137 )
11.3 植物的发育 .....	( 137 )
11.4 分化的控制 .....	( 141 )
11.5 胚胎学领域的主要贡献 .....	( 142 )
<b>第 12 章 动物的生殖</b> .....	( 146 )
12.1 进化观 .....	( 146 )
12.2 人类男性生殖系统 .....	( 147 )
12.3 人类女性生殖系统 .....	( 149 )
12.4 人的性反应 .....	( 151 )
12.5 避孕 .....	( 151 )
12.6 性选择 .....	( 152 )
12.7 性功能障碍 .....	( 153 )
<b>第 IV 部分 植物生物学</b> .....	( 157 )



<b>第 13 章 维管植物的基本结构和功能</b> .....	( 159 )
13.1 植物的营养 .....	( 160 )
13.2 水及矿物质在木质部中的运输 .....	( 166 )
13.3 沿韧皮部营养物质的运输 .....	( 167 )
<b>第 14 章 维管植物与其环境之间的相互作用</b> .....	( 173 )
14.1 向性 .....	( 173 )
14.2 植物激素 .....	( 173 )
14.3 光周期现象 .....	( 175 )
14.4 植物疾病 .....	( 176 )
<b>第 V 部分 动物生物学</b> .....	( 181 )
<b>第 15 章 内环境稳定：生理功能的调节</b> .....	( 183 )
15.1 总论 .....	( 183 )
15.2 反馈控制 .....	( 184 )
15.3 温度调节 .....	( 185 )
15.4 血糖的调节 .....	( 186 )
<b>第 16 章 动物的营养和消化系统</b> .....	( 191 )
16.1 食物的获得 .....	( 191 )
16.2 消化和吸收 .....	( 192 )
16.3 脊椎动物的肝脏 .....	( 198 )
16.4 饮食与健康 .....	( 198 )
16.5 维生素的特例 .....	( 199 )
16.6 肥胖症与饮食不平衡 .....	( 201 )
16.7 营养缺乏病 .....	( 202 )
<b>第 17 章 排泄系统</b> .....	( 207 )
17.1 无脊椎动物的排泄 .....	( 208 )
17.2 脊椎动物肾脏的结构 .....	( 209 )
17.3 脊椎动物肾脏的功能 .....	( 210 )
17.4 人肾脏的功能 .....	( 211 )
17.5 肾脏调节内环境稳定的功能 .....	( 213 )
17.6 附属排泄器官的结构 .....	( 213 )
<b>第 18 章 循环系统</b> .....	( 217 )
18.1 脊椎动物心血管系统的比较 .....	( 217 )
18.2 人的心脏 .....	( 218 )
18.3 动脉、静脉和毛细血管 .....	( 220 )
18.4 血压的控制 .....	( 221 )
18.5 血液的组成及淋巴 .....	( 222 )
18.6 渗透调节 .....	( 224 )
<b>第 19 章 免疫学</b> .....	( 231 )
19.1 人类的免疫系统 .....	( 231 )
19.2 免疫应答 .....	( 233 )
19.3 杂交瘤 .....	( 234 )
19.4 艾滋病 .....	( 235 )
19.5 人类血型 .....	( 235 )
<b>第 20 章 呼吸系统</b> .....	( 240 )
20.1 外呼吸的机制 .....	( 240 )

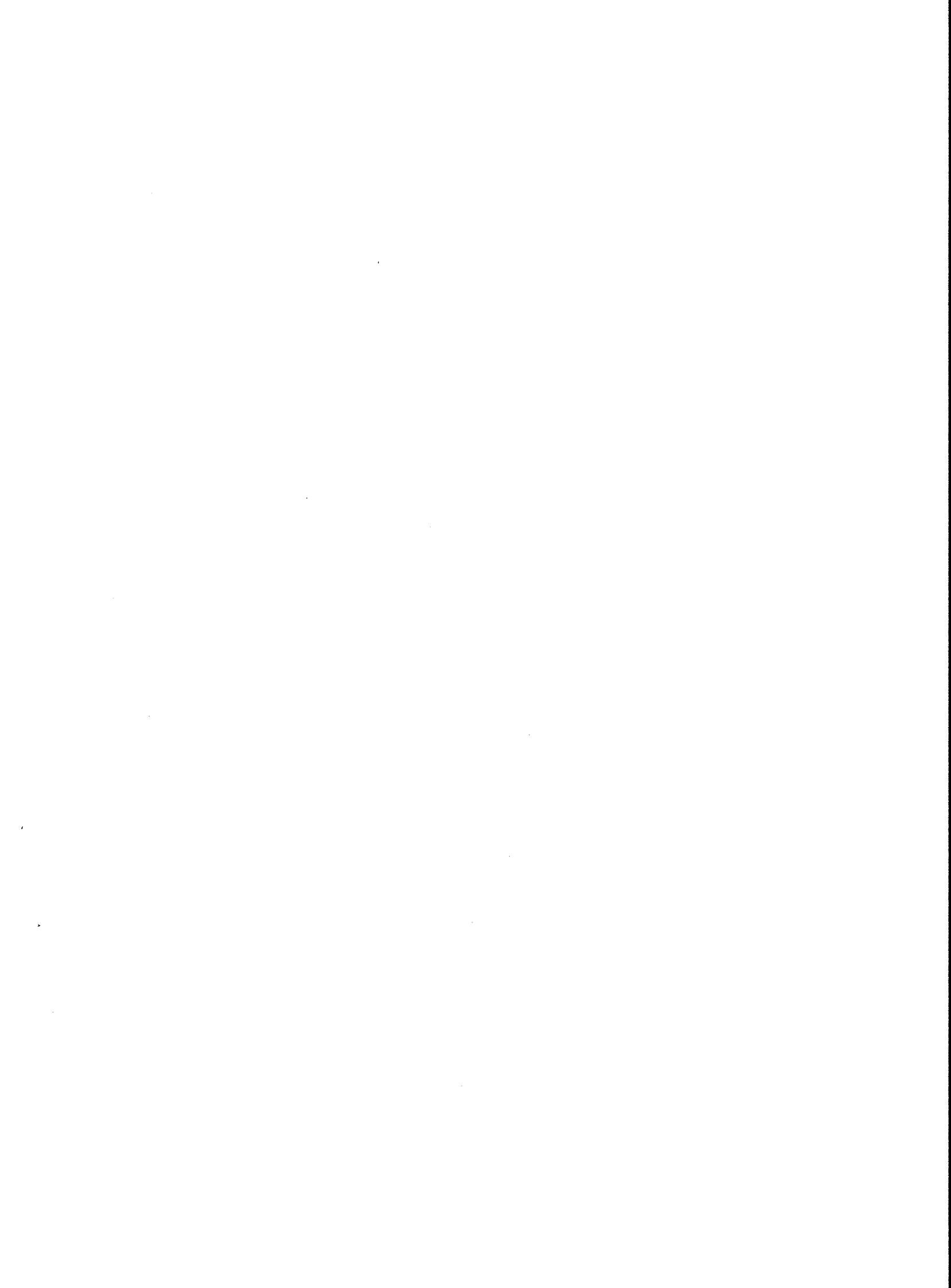
20.2	哺乳动物的呼吸 .....	( 243 )
20.3	呼吸的调节 .....	( 244 )
20.4	血液中的 O <sub>2</sub> 和 CO <sub>2</sub> 的交换 .....	( 244 )
<b>第 21 章</b>	<b>激素和内分泌系统</b> .....	( 249 )
21.1	早期的内分泌系统 .....	( 249 )
21.2	脊椎动物的内分泌系统 .....	( 250 )
21.3	激素作用的方式 .....	( 256 )
<b>第 22 章</b>	<b>神经系统</b> .....	( 263 )
22.1	概述 .....	( 263 )
22.2	神经系统的系统发育 .....	( 263 )
22.3	神经活动的功能单位——神经元 .....	( 264 )
22.4	神经冲动 .....	( 265 )
22.5	突触 .....	( 266 )
22.6	反射弧 .....	( 268 )
22.7	感受器和效应器 .....	( 268 )
22.8	特殊感觉器官 .....	( 269 )
22.9	脑与脊髓 .....	( 271 )
22.10	自主神经系统 .....	( 273 )
<b>第 23 章</b>	<b>肌肉骨骼系统：支持和运动</b> .....	( 279 )
23.1	无脊椎动物的支持系统 .....	( 279 )
23.2	脊椎动物的内骨骼 .....	( 279 )
23.3	脊椎动物肌肉解剖与生理 .....	( 281 )
<b>第 24 章</b>	<b>动物行为</b> .....	( 287 )
24.1	什么是行为？ .....	( 287 )
24.2	行为的成分 .....	( 287 )
24.3	周期性的行为模式 .....	( 289 )
24.4	性行为 .....	( 290 )
24.5	社会组织 .....	( 290 )
24.6	通讯模式 .....	( 293 )
24.7	生物决定论和行为 .....	( 293 )
<b>第 VI 部分</b>	<b>进化与生态</b> .....	( 297 )
<b>第 25 章</b>	<b>进化：过程</b> .....	( 299 )
25.1	生物体演化概念的简史 .....	( 299 )
25.2	基因库的概念：哈代-温伯格平衡 .....	( 301 )
25.3	自然选择：现代综合理论 .....	( 302 )
25.4	点断平衡说 .....	( 302 )
25.5	分子生物学和进化 .....	( 303 )
25.6	基因库的控制 .....	( 303 )
25.7	物种形成 .....	( 304 )
25.8	微进化与大进化 .....	( 305 )
<b>第 26 章</b>	<b>生态学</b> .....	( 309 )
26.1	生态系统分析 .....	( 309 )
26.2	生态系统的类型 .....	( 312 )
26.3	稳定性和生态演替 .....	( 312 )
26.4	生物量和物种的扩散 .....	( 313 )

26.5	生态系统稳定性的破坏 .....	( 314 )
<b>第 27 章</b>	<b>生命的起源</b> .....	( 320 )
27.1	奥巴林假说 .....	( 321 )
27.2	异养和自养 .....	( 322 )
27.3	细胞的起源 .....	( 322 )
<b>第 VI 部分</b>	<b>生物多样性</b> .....	( 327 )
<b>第 28 章</b>	<b>原核生物界</b> .....	( 329 )
28.1	古细菌和真细菌 .....	( 329 )
28.2	细胞器的重要性和起源 .....	( 330 )
28.3	细菌、生物圈及人类之间的相互作用 .....	( 330 )
<b>第 29 章</b>	<b>原生生物界</b> .....	( 334 )
29.1	原生动物 .....	( 334 )
29.2	藻类原生生物 .....	( 337 )
29.3	似真菌的原生生物 .....	( 339 )
<b>第 30 章</b>	<b>真菌界</b> .....	( 343 )
30.1	真菌的基本结构 .....	( 343 )
30.2	真菌分类 .....	( 343 )
30.3	真菌的繁殖策略 .....	( 345 )
30.4	真菌对人类的利和弊 .....	( 347 )
<b>第 31 章</b>	<b>植物界</b> .....	( 350 )
31.1	苔藓植物对陆地环境的挑战 .....	( 350 )
31.2	维管植物 .....	( 351 )
31.3	种子植物 .....	( 353 )
31.4	植物的经济价值 .....	( 354 )
31.5	绿色革命 .....	( 355 )
<b>第 32 章</b>	<b>动物界</b> .....	( 359 )
32.1	侧生动物亚界：海绵 .....	( 359 )
32.2	辐射对称动物：刺胞动物门和栉水母动物门 .....	( 360 )
32.3	两侧对称动物：后口动物和原口动物 .....	( 362 )
32.4	无体腔动物 .....	( 363 )
32.5	假体腔动物：轮虫动物门和线虫动物门 .....	( 364 )
32.6	原口体腔动物 .....	( 365 )
32.7	后口体腔动物 .....	( 367 )
<b>第 33 章</b>	<b>灵长类动物</b> .....	( 375 )
33.1	灵长类动物的谱系 .....	( 375 )
33.2	灵长类动物的特征 .....	( 377 )
33.3	人类及其命运 .....	( 377 )
33.4	人类与猿类演化关系的错误概念 .....	( 378 )
	<b>词汇汇编</b> .....	( 382 )
	<b>生物学专业词条</b> .....	( 390 )

# 第 I 部分

## 生物学基础





# 第 1 章

## 科学的基本组成

### 1.1 研究科学的方法

科学 (science) 是系统地研究自然世界某特定方面而形成的有组织的系统。科学的研究范围限定在可被感觉器官 (如看、触摸、听等) 所理解的事物。一般说来, 科学着重用客观方法 (objective approach) 研究发生的现象。出于本能, 科学家强调问题是怎样发生的要多于它们为什么发生。它包括利用科学的方法解决问题, 而提出问题一般是特定领域内受过专业训练的科学家。

从广义角度来说, 科学的方法主要是指科学家在好奇心引导下认识被研究对象间的规律和联系时的工作习惯。对所研究和分析的材料进行严格的判断也被称为科学的方法。严格地说来, 科学的方法是指由 Francis Bacon (1561~1626) 提出的关于科学研究的模型。此模型包括以下内容:

1. 发现问题;
2. 收集与此问题相关的资料 (通过观察、测量等);
3. 筛选相关资料, 寻找理想的联系和规律;
4. 提出假设 (一个总结), 此假设应能够解释已有的资料, 并对进一步需要研究的问题提出建议;
5. 通过收集新的资料严格验证假设;
6. 根据新发现对假设进行证实、修订或否定。

科学家也许对自然界的不同方面感兴趣, 但是他们所采用的研究方法基本相同。

首先, 科学家必须提出问题, 同时要找到这个问题的答案。这个答案一般说来是对自然界的进程或顺序进行解释。科学家主要对自然界运行的机制感兴趣。

一旦问题形成, 科学家为寻求答案要收集相关的资料。资料主要由观察、测量、计算和过去记录的总结组成, 通过对资料的审阅找到其中的规律和联系。

接下来就是假设 (hypothesis) 的形成, 通过假设使资料形成一个概念框架。

假设建立于科学的理解之上, 是对所观察事件的状态的描述进行概括。对假设进行阐述是富有创造性的科学想象的主要特点。逻辑归纳 (inductive logic) 常常被用来阐述假设。

从逻辑上说, 归纳 (induction) 通常是指由个别到一般的转变过程。如此看来, 由特例 (个别) 中归纳出假设 (一般) 组成了科学方法 (的) 推理飞跃。由于科学方法的核心部分含有推理的成分, 科学方法也被认为是归纳方法 (inductive method)。

Bacon 首先创立了科学方法 (scientific method), 他对用推理的方法推动假说的发展持怀疑态度, 这是具有重要的历史意义的。他认为只有通过收集大量资料才会发现自然界的真理, 而不是推理。

#### 例 1

一个人从事鸟类观察活动, 会有机会观察到许多不同种类鸟的配对情况。他发现配对的鸟中, 颜色暗淡的鸟孵卵。由此得出结论: 所有雄鸟的羽毛色泽艳丽, 雌鸟毛色暗淡。

一个假设必须同时具有逻辑性和可验证性。例 1 的结论虽然具有逻辑性，但是不具有可验证性，所以说其是无价值的科学假设。逻辑推理 (deductive logic) 尽管是从一般到特殊，但提出的假设是可验证的。常用的形式是“如果……，那么……”。

### 例 2

上述例子的结论可以用如下的方式表述：如果某种 (species) 鸟 (例如通过异种交配繁殖的鸟类) 的毛色不同，那么毛色鲜艳的是雄性。

当假设形成后，接下来就要通过实验、收集材料对其证实或否定。值得注意的是：应用科学的方法可以对假设进行否定，不一定总是证明假设是正确的。所以说来，今天证实为正确的假设，明天很可能会被推翻。

在收集大量客观材料的基础上，必须构建实验来验证假设。因此实验的准确性很大程度上依赖于对对照组和实验群体的选择，而年龄、遗传因素、预实验等不会影响实验结果。每个群体中必须要保证有足够的个体，如果群体过小，个体差异将被夸大。此外，实验必须具有可重复性，其他科学家可以重复实验并得到相同的结果。

### 例 3

一位科学家想知道向牛的饲料中添加骨粉是否可以促进牛的生长。根据以前向其他动物饲料中添加骨粉的实验结果，这位科学家提出向牛的饲料中添加骨粉可以促进牛的生长。(注意：由于不可能对所有的牛进行验证，所以此假说不可能被完全验证。)

为了验证此假说，这位学者建立了两组可比较的群体。一组作为实验组 (experimental group)，在满足生长所必需的其他条件的基础上向饲料中添加骨粉；另一组，作为对照组 (control group)，除饲料中不添加骨粉外，其余条件与第一组相同。在一设计合理的实验中，对照组与实验组之间的差异必须是由所要验证的单一因子所引起的。在此实验中，两组之间的差别仅仅是食物中添加骨粉与否，所以两组在生长上表现出的差异应该归结于骨粉。如果实验组生长状况好于对照组，结果将会支持假设。实验组的生长状况如果没有对照组好，此假设将会被推翻。如果实验组的生长情况比对照组差，这个假设不仅被否定，而且说明骨粉可能会抑制牛的生长，此结果又会引出新的假设。

从例 3 可以看出，实验完成后，必须认真分析结果，证实、修改或否定假说。

需要提出的是，科学家们很少墨守成规。假设的产生很可能先于材料的收集，或者收集材料、分析材料和假说的发展同时进行，而不是按照一个固定的过程。此外，尽管科学家具有极强的求知欲和创造性，但是他们的思想可能会受到传统理论的限制，根本否定传统观点是很少的。

## 1.2 生物学是一门科学

生物学家利用科学的方法去理解活的生物体 (living organism)。在生物学领域内，把生命看作是一个可用物理和化学方法进行分析的复杂体系是很有帮助的。尽管在生物体系内有许多现象不能用此机械方法进行分析，但是生物学家已经通过这些方法包括物质和能量的转换对生命进行了成功的解释。活的生物体可被定义为物理化学物质的复杂单位，它能够自我调控、代谢和繁殖。此外，活的生物体具有与周围的环境相互作用、生长、移动和适应的能力。

生物学家在自己有限的生命中不可能对所有的生命进行研究。所以，他们把巨大的生物界划分成许多不同的生物体，并研究某一特定的生物体，换言之，他们研究不同生物体的某一方面和它们与其他种类生物体的相互作用。

### 例 4

昆虫学家 (entomologists) 研究昆虫，致力于理解昆虫的不同方面，但是他们不涉及其他种类的生物体。另外，发育生物学家 (developmental biologists) 主要研究许多不同种类生

物体胚胎发育的情况而很少从事其他领域。

经过对区分这些不同研究领域界限的调查为生物学提供了它自身特有的规律，但是这些界限处于动态平衡。

### 1.3 进化的重要性

在探求生物界的过程中，生物学家要遵循各种使多样的生物界有序化的理论。从科学的角度来说，理论 (theory) 实际上是一个经受长时间不断测试的假说 (相对于未经证明的猜测和空想而言)。使生物学不同分支联系起来的惟一的重要主题便是进化 (evolution)，此理论的主要内容是生物体是由古代祖先经过长期的不断的进化而来的。进化传达了变化与发展的概念。变化的方式反映在生物学各个领域的研究趋势上。

用进化理论来解释现在生物的多样性是最近才被接受的。许多令人尊敬的 19 世纪和 20 世纪初的生物学家坚信物种是固定不变的。即便是达尔文也不愿接受进化理论来解释生物多样性。现在的创造性 (creationist) 的运动便是过去这种长期固定的物种形成理论物种形成 (分化成新种) 长期固定不变的解释的历史便是现代的特创论 (creationist) 运动。

尽管进化理论直到现在才被广泛接受，但是进化的概念并不是新的；然而理解进化中的变化不过是近一个多世纪的事情。1801 年，拉马克 (Lamarck) 首次对进化的机制 (mechanism) 进行了完整的解释。拉马克认为一个成熟的生物体为了生存的需要必须具备一些新的特征，然后再把这些新的性状遗传给后代。现在我们已经知道生物的遗传性是由基因控制的，这些后天获得的性状是不可能遗传给后代的。现在，进化的主要理论是自然选择 (natural selection)，自然选择是达尔文在 1859 年出版的《物种起源》 (*On the Origin of Species by Means of Natural Selection*) 中提出的。在此书中，达尔文用一系列令人信服的论据证明进化在生物的形成中起着主导作用。

达尔文不仅受到他作为博物学家 (生物学家) 曾乘船航行 5 年经历的影响，而且受到当时社会的地理学家、经济学家甚至是农民的研究成果的影响。科学的普遍性在达尔文思想的形成过程中得到了适宜的体现。

自然选择有利于对周围环境具有良好适应能力个体的生存。所有物种的后代会发生小的变异，使它们与父母不同。如果变异不利于生存，那么具有这些性状的个体要么死亡，不能产生后代，要么能够成活但仅产生很少的后代。结果，不利性状最终会从种群中消失。相反，如果变异能够利于个体在特定环境下的生存，具有此性状的个体成功繁殖后代的可能性更大，所以它们把这种变异遗传给后代。随着时间的推移，有利于生存的变异会成为群体的一部分。

#### 例 5

长臂猿是长期生活在树最高处的猿类的一种。它们几乎不到地面活动。它们主要分布于亚洲东南部和印度东部，以树顶部的树叶和果实为食。长臂猿的手长而细，拇指非常细、短，这种解剖学结构使其非常容易抓树枝和在树枝之间来回摇荡，也使它们采集果实和芽更为方便。然而，它们不能轻易地从平面 (例如：地面) 上捡起物体，手相对于大猩猩和黑猩猩而言很笨拙。长臂猿的生活环境不需要它们为了生存具有后述特性。

所有的猿类来源于同一祖先，长臂猿的手的解剖学特征随机产生，然后经其生活的环境——树进行自然选择，在树上它们会有相对少的觅食压力和相对少的食肉动物。

### 1.4 生命的组成

研究进化对于生物体的分类非常有用，它可以解释生物体在染色体和形态 (组成和结构) 上的相互联系。生物的分类被定义为分类学 (taxonomy)。分类学家利用生物进化的关



系对生物进行归类。分类尽管是必要的，但在某种程度上又过于专断，它们与今天的“进化树”很接近。

所有的生物属于五个界。界(kingdom)是分类学中的最大范畴。五个界分别是原核生物界(Monera)、原生生物界(Protista)、真菌界(Fungi)、植物界(Plantae)、动物界(Animalia)。原核生物界由单细胞生物组成，这些生物没有细胞核膜，没有细胞器。这些生物也被叫做原核生物界，主要由细菌组成<sup>1)</sup>。其他四个界主要由真核生物(eukaryotic, eu=真)组成，特征是具有完整的细胞核和细胞器。单细胞的真核生物归于原生生物界，包括原生动物、植物、类真菌的原生生物。能够自主营养的多细胞生物归于植物界，如有花植物、苔藓和树。能够从周围环境中吸收养分的类植物单细胞或多细胞生物归于真菌界，包括酵母和霉菌。捕获食物，在内部进行消化的多细胞生物归于动物界，如蛇和人。

## 疑难问题解析

### 1.1 所有的假说总是对事物客观状态的真实猜测吗？

假说并不总是正确的。在形成一个假说时，科学家的目标是运作的事实，事实起到解释资料的作用，也可能被新发现的资料所替代。一个假说必须与所有收集的资料相一致，同时对这些资料提供合理的解释。然而，许多假说确实与普遍认同的事实矛盾。例如：光呈现出波的性质。以后，发现光也呈现出离散的粒子特性。哪个是正确的？量子理论(quantum theory)主张光既是波又是粒子。尽管这与我们平常的感觉违背，甚至对我们构建模型解释这种相矛盾现象的能力提出挑战，量子理论与这些资料一致，对现象解释合理，易被物理学家接受。

### 1.2 一个好的假说的特征是什么？

1. 一个好的假说必须与已经获得的资料相一致，能够对其进行合理解释。
2. 一个好的假说必须能够通过其预测结果证明假说的真伪，也就是说，获得的结果能够清楚地证实假说是否错误。

### 1.3 假说被提出之后会面临什么命运？

假说在被提出后将经过严格的检验，也可被它假设的实验条件证实。重复的证实将其由假说提升至理论高度。通常，假说的大部分原则被证明，但在一些新的事实出现之后将做一些修改。当假说经长时间被多次验证之后，它们将被命名为法则，虽然有一些科学哲学家并不同意“科学法则”这一术语。当假说与新的发现相矛盾时，它们将被新的假说所取代。

### 1.4 什么因素导致了提出的假说不能支持进一步发现的事实？

假说被提出是用于解释已发现的事实。新的发现使得人们可以从更宽的视野审视现实，从而暴露了早期提出的假设的不足。更经常地，观察者发现的一组事实并不能真正地代表全部，而假说却是以这小部分或不具代表性的样品为基础提出的。这种取样的误差(sampling error)可通过统计技术减小到最低。然而，当科学理所当然地称赞自己的客观性和没有预先判断时，在收集数据或形成假说时可能会引入主观误差(subjective bias)，从而导致观察者忽视那些不能支持预先设想的事实。人们倾向于接受权威人士的已广为接受的想法也会引入误差。

### 1.5 什么是生物体？

生物体是由物理化学物质组成并表现出高度复杂性，可以自我调控，具有代谢并随时间可延续自己。对生物学家来说，对正在生长的复杂的有机体，生命是一种模棱两可的状态，在生命世界和非生命世界之间无明显差别。

活的生物体是由大分子物质，如蛋白质、脂类、核酸、多糖和更小的有机分子及无机分子，经高度精

1) 应由细菌和蓝细菌组成。——译者注