

From the Origin of Life to Epigenetics

250 Milestones in the History of Biology

生物学之书


The Biology Book

[美] 迈克尔·C. 杰拉尔德 格洛丽亚·E. 杰拉尔德 著

傅临春 译

从生命的起源到实验胚胎学

生物学史上的 250 个里程碑

 重庆大学出版社

生物学之书

〔美〕迈克尔·C·杰拉尔德·格洛丽亚·D·杰拉尔德 著
傅临春 译



Copyright © 2015 by Michael C. Gerald

This edition has been published by arrangement with Sterling Publishing Co., Inc., 387 Park Ave. South,
New York, NY 10016.

版贸核渝字(2015)第134号

图书在版编目(CIP)数据

生物学之书 / (美) 迈克尔·C. 杰拉尔德

(Michael C. Gerald), (美) 格洛丽亚·E. 杰拉尔德

(Gloria E. Gerald) 著; 傅临春译. —重庆: 重庆大

学出版社, 2017. 1

(里程碑书系)

书名原文: The Biology Book: From the Origin of

Life to Epigenetics 250 Milestones in the History

of Biology

ISBN 978-7-5689-0047-8

I. ①生… II. ①迈…②格…③傅… III. ①生物学

—普及读物 IV. ①Q-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第199445号

生物学之书

shengwuxue zhi shu

[美] 迈克尔·C. 杰拉尔德 格洛丽亚·E. 杰拉尔德 著

傅临春 译

策划编辑 王思楠

责任编辑 李佳熙

责任校对 邹 忌

装帧设计 鲁明静

责任印制 赵 晟

重庆大学出版社出版发行

出版人: 易树平

社址: (401331) 重庆市沙坪坝区大学城西路21号

网址: <http://www.cqup.com.cn>

印刷: 北京利丰雅高长城印刷有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18 字数: 378千字

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-0047-8 定价: 88.00元

本书如有印刷、装订等质量问题, 本社负责调换

版权所有, 请勿擅自翻印和用本书制作各类出版物及配套用书, 违者必究

前言

我们尚无文字的祖先开始清楚意识到生命与非生命物体间的差别时，无疑便是生物学历史的第一页被“写下”的时候。为竞赛及收集食物而猎杀时，他们在当地环境中遇见各种生物体，便渐渐认识到这些生物间的相同与不同之处——至少在肤浅的层面上认识到了。在用动物准备饭食的过程中，它们的内部结构被展露出来，但是我们没有什么理由认为这些动物的不同之处能激发聪明猎人们的好奇心。在先人们的生活中，超自然力量重要得多，这种力量使他们能够生存，并有好运和后代作为奖励，同时隐藏食物来源并传播疾病作为惩罚；而他们指望能通过人祭和畜祭来影响这种力量的决定。大约 12 000 年前，人类才开始种植植物以得到食物，驯养动物——尤其是狗——以得到它们的辅助和陪伴，从而更好地掌控自己的生存环境。

最早的生物学学徒是医疗者，他们被称为巫医、药师 / 女药师，又或是萨满，等等，他们是应对疾病的专家。他们的“治疗”结合了草药、对超自然力量的祝祷和祈求，以及自己长年的治疗经验——其中并不包括系统性的学习。亚里士多德（公元前 384—前 322 年）是最早且最伟大的生物学者之一，他系统性地考察动植物和它们的特征；在一丝不苟的观察、推论和解读的基础上为它们分类，并不采用超自然力的解释；他还创作了至少四本书来分享这方面的知识。

到了 17 世纪后期，列文虎克（Leeuwenhoek）发现了一个前人未知的微观世界，居住于其中的生命既不是植物也不是动物。他接受的训练是如何做一个麻布商人，却自学成为了透镜研磨的业余爱好者，而他写给各个欧洲科学学会的信件用的都是母语荷兰语。有了显微镜，施耐德（Schneider）和施万（Schwann）才能在 19 世纪 30 年代确定细胞为生物——包括动植物在内的所有生物——的结构和功能的基本单位，就如原子是化学基本单位一样。

在 19 世纪之前，对生物体的研究——之后这个专业被称为自然史——主要注重于动植物的差异与分类，以及动物的解剖和生理机能。这些自然学家更倾向于采用观察法，而

非实验研究。到了 19 世纪，这种状况戏剧性地改变了，对生物的系统研究和对有机体功能的描述爆发性地发展起来。“自然科学”被新名词“生物学”取代。在对生物有机体化学反应的研究中，克洛德·贝尔纳（Claude Bernard）等生物化学先驱运用了有机化学的发展新成果；这些研究一直延续到今天，渐趋成熟。

生物学领域最重要的一些发现也许是出现在 1859 年至 1868 年的十年中。1859 年，查尔斯·达尔文完善了他的自然选择理论，它是进化论的基础。进化论如今已是生物学的主流观点，它被用来解释所有生物体的统一性和多样性。科学界对于达尔文的《论借助自然选择的方法的物种起源》反响热烈，但几乎没有注意到格里哥·孟德尔的成就，这位籍籍无名的捷克牧师在修道院花园中种植研究豌豆，并发表了关于其植株高度的研究成果。三十多年后，孟德尔的论文被重新发现，他的理论成为新学科遗传学的基础。它也为引起自然选择的突变现象提供了理论基础，这个解释使达尔文及其追捧者十分困扰，并挑战了后者的进化论。自远古时起，人们就相信生物都源自非生命体，即自然发生说。路易·巴斯德以一个简单却精妙的实验提供了令人信服的证据，证明生物体是源自更早期的生命形式。但是问题依然存在，生命最原始的来源是什么？

20 世纪至今最至关重要的研究包括探索个体细胞成分的作用，以及它们对细胞功能的独特贡献。詹姆斯·沃森（James Watson）和弗朗西斯·克里克（Frances Crick）于 1953 年提出的 DNA 结构引发了生物学研究领域的一场革命，并使大众对科学产生了源源不断的兴趣。后续研究注重于解释——通过 DNA 结构，基因如何担任遗传的分子基础，指导蛋白质合成，并影响我们的健康。在发展与修正药物及实用性动植物创新的领域中，DNA 操控技术与生物科技成为当代宝贵的科学工具。

不同于热衷并试图理解他那个时代所有知识的亚里士多德，19 世纪晚期的生物研究渐渐变得精细、多元化且专业化，衍生出了各种分支学科，而受过专门训练的专业人员则越来越侧重于积极的实验。普通生物学，或动 / 植物学课程与动 / 植物学科分化成了生物化学、分子与细胞生物学、解剖学和生理学、微生物学、进化生物学、遗传学以及生态学等学科。在《生物学之书》中，你能找到上述每个专业学科的里程碑事件。

我们编写《生物学之书》的目的，是想以深入浅出、令人愉悦的方式，为读者提供途径来领略生物学领域 250 个最意义重大的事件。我们希望每一章节都能让所有读者轻松地理解，并获得科学系统的新信息和新见解。我们会在一些篇章的适当位置提供基本的背景资料，以搭建入门的阶梯，使读者免于吃力地理解艰深晦涩的技术辩题与理论。简言之，这些按年代顺序陈列的事件意在合乎科学逻辑，又同时易于阅读且引人入胜，并且每一章都能独立存在，无须按顺序阅读。我们提供对照检索，使读者可以找到与某一主题相关的

不同章节，以及更详细的资料来源。某些事件的相关时间略有参差，我们相信您一定可以理解这一点：专家们对于某个日期未必会意见一致，就此而言，甚至对于哪位研究者对事件最有功劳也各执一词。

一流的大学生物教科书都超过了1 000页，我们又是如何仅仅选出250个重要事件呢？首先，每个里程碑事件都必须代表当时的一项重大科学发展，它在数百年里，甚至可能直至今今天都意义深远。其中一些事件渐次建立在早期的发现上，并延续这些发现，当代人毫无困难地接受了它们。其他事件则并非如此，尤其是那些实质上为革命性的主题——即科学哲学家托马斯·库恩（Thomas Kuhn）所描述的思考模式的根本变化——它们极不同于当时流行的“真理”，因此全都被大肆抨击，遭到暴风骤雨般的嘲笑、批评，甚至是彻底的敌视。科学家们往往认为自己是合理且客观的，然而一些学者却长久地抗拒并且排斥政治、哲学、经济或宗教理性的新颖理念，因为这样的理念与历史悠久的传统观念、与他们所拥护的崇高信念背道而驰，又或是单纯因为他们的愚昧。不管怎样，当无可辩驳的证据出现时，科学界认可了安德雷亚斯·维萨里对盖仑的纠正，后者对人体的错误描述在近1 500年中被毫不置疑地传授给了医学生。罗伯特·科赫证明了传染病的致病因素是细菌，而非超自然力量或“瘴气”，这是科学方法的另一次胜利，它颠覆了医药学。

一些最伟大的科学家——即使并非生物学家——也在生物科学领域拥有不朽的发现。《生物学之书》强调了这些科学家的特别成就，并在适当的情况下提供关于他们的有趣简介。比如奥托·勒维，他为神经元的化学传递提供了令人信服的证据，并在纳粹入侵后用他的诺贝尔奖金买通关卡，离开了奥地利。最后，我们必须坦白，有一部分重大事件被列入，主要是因为它们讲述了一个精彩的故事，我们猜所有人都喜欢好故事。

《生物学之书》中的大事记印证了牛顿的理念：“如果说我看得比别人更远些，那是因为我站在巨人的肩膀上。”我们将尽力从历史角度解释这些生物领域的发现或概念的重要性，并展示这些发现对于后续研究，以及现代思想的影响。我们希望读者在掩卷之时，能在身边的生命世界里看到全新的天地。

致谢

我们想对女儿梅利莎·杰拉尔德 (Melissa Gerald) 致以衷心的感谢，她作为一名生物人类学家的建议与意见为本书的方方面面都提供了极其重要的帮助。还有我们的儿子马克·杰拉尔德 (Marc Gerald)，他协助我们与斯特林出版公司联系，并在整个项目中为我们提供鼓励和宝贵的专业支持。感谢克里斯蒂娜·杰拉尔德 (Christina Gerald) 在编写本书的过程中给我们的关爱支持，还要感谢乔恩·伊万斯 (Jon Evans) 对事件选择提出的意见。谢谢斯特林出版公司的编辑与制作人员的鼎力相助——尤其是我们的责编梅勒妮·马登 (Melanie Madden)；光速出版社的斯科特·卡拉马 (Scott Calamar) 推动了本书的出版。我们向所有人致以最深切的谢意。

目 录

前言 VI

致谢 IX

-
- | | | | |
|-----|--------------------------|-----|--------------------------|
| 001 | 约公元前 40 亿年 / 生命的起源 | 023 | 约公元前 5500 万年 / 亚马孙雨林 |
| 002 | 约公元前 39 亿年 / 最后一位共同祖先 | 024 | 约公元前 35 万年 / 尼安德特人 |
| 003 | 约公元前 39 亿年 / 原核生物 | 025 | 约公元前 20 万年 / 解剖学意义上的现代人 |
| 004 | 约公元前 25 亿年 / 藻类 | 026 | 约公元前 6 万年 / 植物源药物 |
| 005 | 约公元前 20 亿年 / 真核生物 | 027 | 约公元前 1.1 万年 / 小麦：生活必需品 |
| 006 | 约公元前 14 亿年 / 真菌 | 028 | 约公元前 1 万年 / 农业 |
| 007 | 约公元前 5.7 亿年 / 节肢动物 | 029 | 约公元前 1 万年 / 动物驯养 |
| 008 | 约公元前 5.3 亿年 / 延髓：至关重要的大脑 | 030 | 约公元前 8000 年 / 珊瑚礁 |
| 009 | 约公元前 5.3 亿年 / 鱼类 | 031 | 约公元前 7000 年 / 水稻栽培 |
| 010 | 约公元前 4.5 亿年 / 陆生植物 | 032 | 约公元前 2600 年 / 木乃伊化 |
| 011 | 约公元前 4.17 亿年 / 泥盆纪 | 033 | 约公元前 2350 年 / 动物导航 |
| 012 | 约公元前 4 亿年 / 昆虫 | 034 | 约公元前 400 年 / 四种体液 |
| 013 | 约公元前 4 亿年 / 植物对食草动物的防御 | 035 | 约公元前 330 年 / 亚里士多德的《动物史》 |
| 014 | 约公元前 3.6 亿年 / 两栖动物 | 036 | 约公元前 330 年 / 动物迁徙 |
| 015 | 约公元前 3.5 亿年 / 种子的胜利 | 037 | 约公元前 320 年 / 植物学 |
| 016 | 约公元前 3.2 亿年 / 爬行动物 | 038 | 公元 77 年 / 普林尼的《自然史》 |
| 017 | 约公元前 3 亿年 / 裸子植物 | 039 | 约公元 180 年 / 骨骼系统 |
| 018 | 约公元前 2.3 亿年 / 恐龙 | 040 | 1242 年 / 肺循环 |
| 019 | 约公元前 2 亿年 / 哺乳动物 | 041 | 1489 年 / 列奥纳多的人体解剖学 |
| 020 | 约公元前 1.5 亿年 / 鸟类 | 042 | 1521 年 / 听觉 |
| 021 | 约公元前 1.25 亿年 / 被子植物 | 043 | 1543 年 / 维萨里的《人体构造》 |
| 022 | 约公元前 6500 万年 / 灵长类 | 044 | 1611 年 / 烟草 |

- 045 1614年/新陈代谢
- 046 1620年/科学方法
- 047 1628年/哈维的《心血运动论》
- 048 1637年/笛卡尔的机械论哲学
- 049 1651年/胎盘
- 050 1652年/淋巴系统
- 051 1658年/血细胞
- 052 1668年/驳斥自然发生说
- 053 1669年/磷循环
- 054 1670年/麦角中毒与巫术
- 055 1674年/列文虎克的微观世界
- 056 1677年/精子
- 057 1717年/瘴气理论
- 058 1729年/昼夜节律
- 059 1733年/血压
- 060 1735年/林奈生物分类法
- 061 约1741年/脑脊液
- 062 1744年/再生
- 063 1759年/关于发育的理论
- 064 1760年/人工选择(选择育种)
- 065 1786年/动物电
- 066 1789年/气体交换
- 067 1791年/神经系统通信
- 068 1796年/古生物学
- 069 1798年/人口增长与食物供给
- 070 1809年/拉马克遗传学说
- 071 1828年/发育的胚层学说
- 072 1831年/细胞核
- 073 1831年/达尔文和贝格尔号之旅
- 074 1832年/1832年的《解剖法》
- 075 1833年/人体消化
- 076 1836年/化石记录和进化
- 077 1837年/氮循环和植物化学
- 078 1838年/细胞学说
- 079 1840年/植物营养
- 080 1842年/尿的生成
- 081 1842年/细胞凋亡(细胞程序性死亡)
- 082 1843年/毒液
- 083 1843年/同源与同功
- 084 1845年/光合作用
- 085 1848年/旋光异构体
- 086 1849年/睾酮
- 087 1850年/三色视觉
- 088 1854年/体内平衡
- 089 1856年/肝脏与葡萄糖代谢
- 090 1857年/微生物发酵
- 091 1859年/达尔文的自然选择理论
- 092 1859年/生态相互作用
- 093 1859年/入侵物种
- 094 1861年/大脑功能定位
- 095 1862年/生物拟态
- 096 1866年/孟德尔遗传
- 097 1866年/胚胎重演律
- 098 1866年/血红素和血蓝素
- 099 1869年/脱氧核糖核酸(DNA)
- 100 1871年/性选择

- 101 1873年/协同进化
- 102 1874年/先天与后天
- 103 1875年/生物圈
- 104 1876年/减数分裂
- 105 1876年/生物地理学
- 106 1877年/海洋生物学
- 107 1878年/酶
- 108 1880年/趋光性
- 109 1882年/有丝分裂
- 110 约1882年/温度感受
- 111 1882年/先天免疫
- 112 1883年/种质学说
- 113 1883年/优生学
- 114 1884年/革兰氏染色
- 115 1885年/负反馈
- 116 1890年/细菌致病论
- 117 1890年/动物色彩
- 118 1891年/神经元学说
- 119 1892年/内毒素
- 120 1896年/全球变暖
- 121 1897年/适应性免疫
- 122 1897年/联想学习
- 123 1897年/埃尔利希的侧链学说
- 124 1898年/导致疟疾的原生寄生虫
- 125 1898年/病毒
- 126 1899年/生态演替
- 127 1899年/动物的行进能力
- 128 1900年/重新发现遗传学
- 129 1900年/卵巢与雌性生殖
- 130 1901年/血型
- 131 1902年/组织培养
- 132 1902年/促胰液素：第一种激素
- 133 1904年/树木年代学
- 134 1905年/血液凝结
- 135 1907年/放射性定年法
- 136 1907年/益生菌
- 137 1907年/心脏因何跳动？
- 138 1908年/哈迪-温伯格定律
- 139 1910年/染色体上的基因
- 140 1911年/致癌病毒
- 141 1912年/大陆漂移说
- 142 1912年/维生素和脚气病
- 143 1912年/甲状腺和变态
- 144 1912年/X射线结晶学
- 145 1917年/噬菌体
- 146 1919年/生物技术
- 147 1920年/神经递质
- 148 1921年/胰岛素
- 149 1923年/先天性代谢缺陷
- 150 1924年/胚胎诱导
- 151 1924年/繁殖时间表
- 152 1925年/线粒体和细胞呼吸
- 153 1925年/“猴子审判”
- 154 1925年/种群生态学
- 155 1927年/食物网
- 156 1927年/昆虫的舞蹈语言

- 157 1928 年/ 抗生素
- 158 1929 年/ 孕酮
- 159 1930 年/ 淡水鱼和海水鱼的渗透调节
- 160 1931 年/ 电子显微镜
- 161 1935 年/ 印刻效应
- 162 1935 年/ 影响种群增长的因素
- 163 1936 年/ 压力
- 164 1936 年/ 异速生长
- 165 1937 年/ 进化遗传学
- 166 1938 年/ “活化石” 腔棘鱼
- 167 1939 年/ 动作电位
- 168 1941 年/ 一个基因一个酶假说
- 169 1942 年/ 生物学种概念和生殖隔离
- 170 1943 年/ 拟南芥：一种模式植物
- 171 1944 年/ 作为遗传信息载体的 DNA
- 172 1945 年/ 绿色革命
- 173 1946 年/ 细菌遗传学
- 174 1949 年/ 网状激活系统
- 175 1950 年/ 系统发育分类学
- 176 1951 年/ 永生的海拉细胞
- 177 1952 年/ 克隆（细胞核移植）
- 178 1952 年/ 胰岛素的氨基酸序列
- 179 1952 年/ 自然界中的图案形成
- 180 1952 年/ 质粒
- 181 1952 年/ 神经生长因子
- 182 1953 年/ 米勒-尤列实验
- 183 1953 年/ 双螺旋结构
- 184 1953 年/ 快速眼动睡眠
- 185 1953 年/ 获得性免疫耐受和器官移植
- 186 1954 年/ 肌肉收缩的纤丝滑动学说
- 187 1955 年/ 核糖体
- 188 1955 年/ 溶酶体
- 189 1956 年/ 产前基因检测
- 190 1956 年/ DNA 聚合酶
- 191 1956 年/ 第二信使
- 192 1957 年/ 蛋白质结构与折叠
- 193 1957 年/ 生物能学
- 194 1958 年/ 分子生物学的中心法则
- 195 1958 年/ 仿生人和电子人
- 196 1959 年/ 信息素
- 197 1960 年/ 能量平衡
- 198 1960 年/ 黑猩猩对工具的使用
- 199 1961 年/ 细胞老化
- 200 1961 年/ 破解蛋白质生物合成的遗传密码
- 201 1961 年/ 基因调控的操纵子模型
- 202 1962 年/ 节俭基因假说
- 203 1962 年/ 寂静的春天
- 204 1963 年/ 杂种与杂交地带
- 205 1964 年/ 大脑偏侧性
- 206 1964 年/ 动物利他主义
- 207 1966 年/ 最优觅食理论
- 208 1967 年/ 细菌对抗生素的耐药性
- 209 1967 年/ 内共生学说
- 210 1968 年/ 记忆的多重储存模型
- 211 1968 年/ 下丘脑-垂体轴
- 212 1968 年/ 系统生物学

- 213 1969年/细胞决定
- 214 1970年/细胞周期检验点
- 215 1972年/间断平衡
- 216 1972年/可持续发展
- 217 1972年/亲本投资和性选择
- 218 1974年/露西
- 219 1974年/胆固醇代谢
- 220 1974年/味觉
- 221 1975年/单克隆抗体
- 222 1975年/社会生物学
- 223 1976年/致癌基因
- 224 1977年/生物信息学
- 225 1978年/体外授精 (IVF)
- 226 1979年/生物放大作用
- 227 1980年/生物体能被授予专利吗?
- 228 1982年/转基因作物
- 229 1983年/HIV 和 AIDS
- 230 1983年/聚合酶链反应
- 231 1984年/DNA 指纹图谱
- 232 1986年/基因组学
- 233 1987年/线粒体夏娃
- 234 1987年/臭氧层损耗
- 235 1990年/生物域
- 236 1991年/嗅觉
- 237 1994年/瘦蛋白: 减肥激素
- 238 2000年/肤色
- 239 2003年/人类基因组计划
- 240 2005年/原生物分类
- 241 2006年/诱导多能干细胞
- 242 2009年/病毒突变与大流行病
- 243 2010年/深水地平线号 (BP) 溢油事故
- 244 2011年/转化生物医学研究
- 245 2011年/稻米中的白蛋白
- 246 2012年/人类微生物组项目
- 247 2012年/表观遗传学
- 248 2013年/美国栗树疫病
- 249 2013年/反灭绝行动
- 250 2013年/最古老的 DNA 与人类进化
-
- 注释与延伸阅读

生命的起源

路易·巴斯德 (Louis Pasteur, 1822—1895)
J. B. S. 霍尔丹 (J. B. S. Haldane, 1892—1964)
亚历山大·奥巴林 (Alexander Oparin, 1894—1980)

地球生命如何起源的问题困扰了学者与哲学家们数千年。我们的这颗行星在形成约十亿年时拥有极其特别的环境，它非常有利于原始大气中的原料合成有机小分子。



生命的起源 (约公元前 40 亿年)，原核生物 (约公元前 39 亿年)，真核生物 (约公元前 20 亿年)，达尔文的自然选择理论 (1859)，脱氧核糖核酸 (DNA, 1869)，酶 (1878)，米勒-尤列实验 (1953)

微生物化石上的遗迹表明，生命可能早在 40 亿~42 亿年前就在地球上出现了。但是生命是如何发源的呢？“自然发生说”的理念可追溯至古希腊时期，这一理念认为，生命可能来自无生命物质。直到 1859 年，路易·巴斯德操作的一系列实验才明确反驳了这个观念。不过到了 20 世纪 20 年代中期，自然发生说再次复苏，如今它被重新命名为“无生源说”。俄国生物化学家亚历山大·奥巴林和英国进化生物学家 J. B. S. 霍尔丹各自独立提出：如今，无机原材料合成有机分子的化学反应实验仍然受到某些人推崇，然而原始地球环境与这些化学反应截然不同。科学文献中充斥着各种假定生命起源如何发生的理论，但没有哪个理论获得了一致的认可，而且，其中大多数理论的根据都是不同版本的奥巴林-霍尔丹假说。

自我复制的非生物 (无生命) 简单有机分子通过自然发生 (或生命自生)，形成生命，这个过程分为以下几个步骤：大气中的二氧化碳和氮合成诸如氨基酸和氮基化合物之类的有机小分子，其所需能量来自强烈的日照或紫外 (UV) 辐射；这些有机小分子继续联合，形成大分子，比如蛋白质和核酸；大分子被聚拢到原始细胞中，这些原始小囊是活细胞的前身，外面包裹着一层可调控细胞内在化学成分的膜，在这样的条件下，复制、产能和用能的化学反应得以发生；最后，产生了能够自我复制的核糖核酸 (RNA)，它是蛋白质合成所需的物质，并且能执行 RNA 复制所需的酶催化功能。独特的化学反应模式令这些新 RNA 分子成为自我复制的佼佼者，且可以将优异的特性传递给 RNA 子代。这一过程可能是自然选择的最早期范例。■

最后一位共同祖先

查尔斯·达尔文 (Charles Darwin, 1809—1882)

生命之树暗示了我们的共同起源，这个隐喻被用于世界各地的宗教和神话中。这幅生命之树的画作来自沙基汗宫（约 1797 年），现在它被展示在阿塞拜疆国家艺术博物馆中。



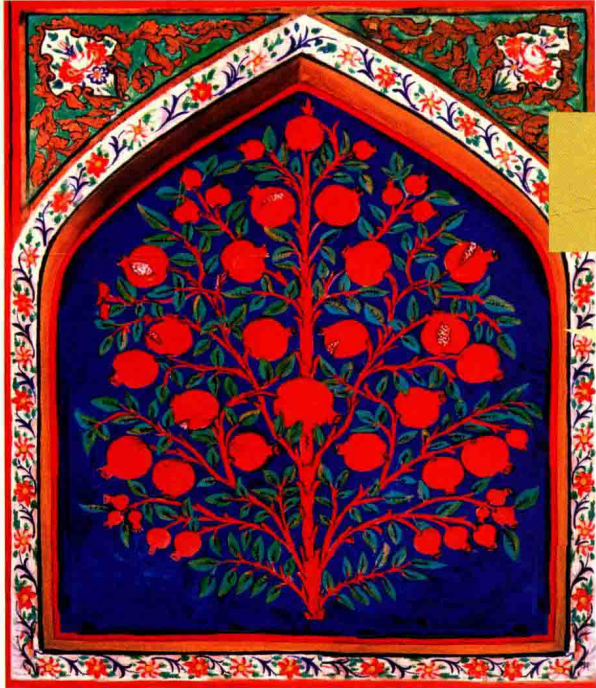
生命的起源（约公元前 40 亿年），原核生物（约公元前 39 亿年），真核生物（约公元前 20 亿年），达尔文的自然选择理论（1859），脱氧核糖核酸（DNA，1869），酶（1878），米勒-尤列实验（1953）

查尔斯·达尔文的进化论假定地球上的所有生命都源自同一位祖先。在《物种起源》一书中，达尔文写道：“因此我通过类比推断，地球上生活过的所有有机体都源自同一个原始形态，最先拥有生命的便是这个原始形态。”这最后一位共同祖先（LUCA）也被称为最近公共祖先（LCA），它其实未必是最初的生命体。它是时间点上最晚的祖先，所有其他现存生命在约 39 亿年前都从它开始分支进化，它们现在都还共享着它的遗传特征。生物体有三个主要分支：一是真核生物，包括植物、动物、原生动物，以及其他拥有细胞核的生物；另外两个没有细胞核的分支则是细菌和古细菌。

对遗传特性的这一探索结果使我们得知，LUCA 的形态显然难以确定，并且极有争议。当探索开始时，人们假定 LUCA 是一种原始简单的聚合物，但现在我们确信这种假想过于简单化了。2010 年进行了一次正式测试，以评估 LUCA 应该有哪些共同特征。

LUCA 是一个单细胞有机体，它的细胞外包裹着类脂膜。其他一些特征属于遗传学、生物化学、能源和复制的综合领域。在所有的生命形态中，遗传信息被编码纳入脱氧核糖核酸（DNA），根据基因编码，DNA 被转录用于酶和其他蛋白质的合成。从细菌到人类的所有生物，都拥有几乎完全一致的基因编码。遗传信息的转录过程支持了 LUCA 的概念，生命显然不太可能起源于多个祖先。

LUCA 的识别过程中最复杂的状况之一与基因交换相关。事实表明，基因能在微生物之间迁徙，这就使我们很难判定我们所观察到的特征究竟是生物共有的，还是交换所得的。■



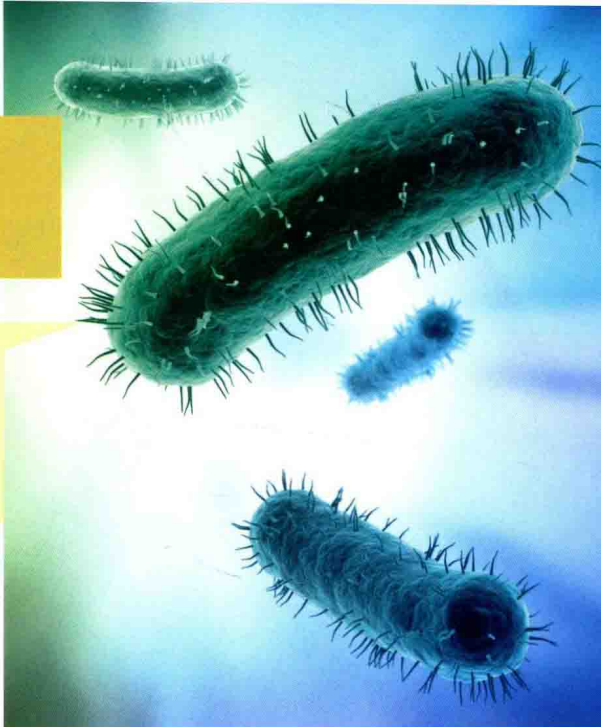
原核生物

卡尔·乌斯 (Carl Woese, 1928—2012)
乔治·E·福克斯 (George E. Fox, 1945—)

原核生物是数量最庞大、同时也是最早出现的生命体。细菌代表着三域生物之一，并且是最常见的原核生物，它们有细胞核，并被假定有四种主要形状：棒状（如图）、球状、弧形和逗号状。



生命的起源（约公元前 40 亿年），真核生物（约公元前 20 亿年），列文虎克的微观世界（1674），细胞学说（1838），达尔文的自然选择理论（1859），脱氧核糖核酸（DNA，1869），革兰氏染色（1884），细菌致病论（1890），益生菌（1907），抗生素（1928），核糖体（1955），生物域（1990）



约 40 亿年前，地球上开始出现生命，那时这颗行星刚刚形成 6 亿年。原核生物是最原始且最多样的生命形态，它们的成功存活要归因于若干因素：大多数原核生物有细胞壁，它能保护细胞并维持其形状；许多原核生物表现出了趋向性，它们本能地趋向营养物质和氧气，避开有害刺激物；最重要的是，原核生物能通过二分裂生殖（分裂成两半）迅速无性繁殖，并快速适应不利的环境条件。

根据乌斯和福克斯的“生物域分类”，三域中的两大类——古细菌和细菌——都是原核生物，它们的细胞核和细胞器外没有细胞膜包裹，细胞器是胞内执行特殊功能的结构（比如核糖体和线粒体）。原核生物的细胞内呈胶状流体，称细胞液，其中悬浮着胞内物质。脱氧核糖核酸（DNA）则位于细胞液中的拟核区域。

古细菌拥有在极端环境中适应、生存并大量繁殖的非凡能力，少有其他生命形态能够在这类环境中存活。古细菌又被称为极端微生物，其中一些生活在火山热泉中，另一些则生活在美国犹他州的大盐湖中，后者的盐浓度比海水高十倍。

到目前为止，多数原核生物都是细菌，其中一些和动物形成了共生或互惠共生（互惠互利）的关系。不过细菌更广为人知的是其致病性，人类所患的疾病中估摸有一半种类都是细菌引起的。细菌在显微镜下呈现多种形状，最常见的是球状、棒状、弧形或逗号状。根据细胞壁的化学成分及其染色反应（革兰氏染色），细胞被分为革兰氏阳性或革兰氏阴性，这一点对使用抗生素临床诊断及治疗传染性疾病有重要意义。■

藻类

所有的生命都依赖于藻类的光合作用。这个过程中形成的有机分子是海洋生命赖以生存的基础。氧气也是光合作用的副产品，而它是陆生动物的生存要素。



原核生物（约公元前 39 亿年），真核生物（约公元前 20 亿年），真菌（约公元前 14 亿年），陆生植物（约公元前 4.5 亿年），细胞核（1831），光合作用（1845），食物网（1927）

作为食物链的基础，从单一的细胞至数百万细胞组合，藻类的结构复杂程度千变万化。从大小上说，它们跨越了七个量级——有微小的微单胞菌属（直径 1 微米），还有巨大的巨藻（约 60 米长）。通过光合作用，藻类将二氧化碳和水合成为有机食物分子，这便是食物链的基础所在，所有海洋生物的生存都依赖于此。氧是光合作用的副产物，所有陆生动物呼吸都需要氧气，而全球的氧气有 30% ~ 50% 是藻类产生的。原油和天然气则是远古藻类的光合产物。

藻类的异构性挑战了如今得到广泛认可的一种生物分类法。有些藻类拥有与原生动物和真菌一样的特征，然后两种生物早在 10 亿多年前便和藻类分道扬镳了。作为一个类别，各种藻类并不密切相关，它们也并非来自同一条进化链。在大约公元前 23 亿年时，大气中的氧气含量曾有一次巨大的提升，人们认为这是蓝藻细菌光合作用的结果，这个事件表明，藻类的进化史从 25 亿年前就开始了。10 亿多年前，红藻和绿藻由一个共同的古老祖先进化而来，最古老的红藻化石可追溯至大约 15 亿年前。形成绿藻的进化链同时也产生了陆生植物，有些生物学家建议将绿藻纳入植物界体系。

有些藻类分类法根据它们是拥有细胞核（真核），还是没有细胞核（原核）来分类；又或是从生态学上依它们的栖息地分类。自 19 世纪 30 年代起，藻类就被武断地根据它们的颜色来分成几大类：红藻、绿藻、褐藻。它们的色彩来自光合作用的辅助色素，其掩盖了叶绿素的绿色。已知的红藻大约有 6 000 种，它们的形状因海水深度而各不相同。在热带海域温暖的沿海水域中，红藻最为繁盛。大多数红藻都是多细胞生物，最大型的被称为“海藻”。属于叶绿素生物的绿藻超过了 7 000 种，大多数生活在淡水中。■

约公元前 25 亿年

真核生物

005

真核生物包括多细胞植物、动物和真菌，也包括单细胞原生生物。自然界中约有 600 种伞形毒菌，95% 致命毒蕈中毒事件的罪魁祸首都是它们。



生命的起源 (约公元前 40 亿年)，最后一位共同祖先 (约公元前 39 亿年)，藻类 (约公元前 25 亿年)，真菌 (约公元前 14 亿年)，列文虎克的微观世界 (1674)，细胞核 (1831)，细胞学说 (1838)，达尔文的自然选择理论 (1859)，减数分裂 (1876)，有丝分裂 (1882)，革兰氏染色 (1884)，细菌致病论 (1890)，内共生学说 (1967)，生物域 (1990)，原生生物分类 (2005)



所有的高级生命形态都有真核细胞。在大约 16 亿~ 21 亿年前，拥有真核细胞的有机生物体出现了，通常认为它们是由一个原核祖先通过内共生过程进化而来的。真核细胞比原核细胞大十倍，而且结构更加复杂。从阿米巴变形虫到鲸鱼，从红藻（属于最初的真核生物）到恐龙，真核生物在形状和大小上展现出了令人惊异的多样性。

真核细胞和原核细胞有一个最显要的区别：真核细胞的细胞核以及其他细胞器外都包裹着一层膜。这些小小的隔离区域使细胞器以远为高效的方式执行它们自己的特殊功能——比如能量转换、消化代谢和蛋白质合成，而这些功能不会受到细胞内同时进行的其他进程干扰。

最大的细胞器是细胞核，它包含携带遗传信息的染色体，DNA 就存在于染色体中。真核细胞的复制包括两种形式：有丝分裂，在这个过程中，一个细胞分裂生成两个基因完全相同的子细胞；减数分裂，在这个过程中，成对的染色体分成两半，每个子细胞中的染色体数目都是母细胞所含的一半。

真核生物是生命形态的三大类别之一，包括动物、植物和真菌——这些生物全都是多细胞的；还包括真核原生生物——绝大多数都是单细胞生物。原生生物是目前为止形态最多样、数量最庞大的真核生物。区别不同生物界的方法之一，是看它们如何满足自己的营养需求。植物通过光合作用生产自己的食物，真菌从生长环境中吸收分解的营养（腐烂的有机体、无生命的废物），动物则进食并消化其他有机体。至于原生生物以及它们获得养分的方式，则难以概括：从获得养分的方式看，藻类和植物很像，黏液菌和真菌很像，而阿米巴原虫则更像动物。近些年，原生物的分类法及进化史梗概得到了修正，遗传分析显示，有些原生生物与别的原生生物差别甚大，反而与动物和真菌更相近。■

约公元前 20 亿年