

解析生命

(第2版)

樊启昶 著



解析生命

(第2版)

樊启超 著

JIEXI SHENGMING

高等教育出版社·北京

内容简介

本书从系统论的角度对生命现象进行一种整体的解析,针对生命起源、生物演化等一系列重要的生命科学问题,提出了许多独特并富有挑战性的见解。作者认为:从历史的角度看,代谢比稳定遗传对于生命更为基本;现代生命秩序来自于生命诞生过程中DNA-RNA-蛋白质动力学框架结构对原始生命动力学系统的归纳;细胞出现是生命动力学周期结构建立的必然;多细胞生物的诞生必须完成三个重要的有序构建任务,并因此催生了多细胞生物物种的大爆发现象;智能生物的出现将生命的动力学结构带到一个更高的层次;生命具有层级演化和谱系演化两种不同的演进模式,并由于它们的综合以及环境的选择作用创造了今天生物的多样性;生命演化的历史生动地体现了生命复杂系统演进的分形属性以及生命混沌过程中的吸引子现象。在对涉及生命起源和生物演化的各种现象的讨论中,作者强调了它们内在复杂系统动力学属性上的一致性和连续性,并由此提出了一些有见地的猜想和新的可能极有探索价值的生命科学课题。

为了更好地表述对生命现象的系统分析和思考,第2版对原书结构进行了适当的调整,在内容上也做了一定的扩展,以期作为传统生物学的补充,进而推进生命科学与其他学科的交流 and 生命科学工作者相互间的探讨,开阔生物专业学生的视野。

图书在版编目(CIP)数据

解析生命 / 樊启昶著. --2版. --北京:高等教育出版社, 2015.3

ISBN 978-7-04-041748-7

I. ①解… II. ①樊… III. ①生命科学-研究 IV.

① Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 026598 号

策划编辑 王 莉
责任编辑 王 莉
封面设计 王波波
责任印制 尤 静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京四季青印刷厂
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 19
字 数 240千字
插 页 2
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2005 年 6 月第 1 版
2015 年 3 月第 2 版
印 次 2015 年 3 月第 1 次印刷
定 价 39.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 41748-00

献给我的父母和老师

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



图 7-7 分形的魅力

分形几何是上世纪 70 年代发展起来的新的数学分支,它以简单的数学法则创造了无穷精美的分形图案。了解芒德勃罗集 (Mandelbrot set) 的读者知道,它反映的是决定尤利亚集具有通连图案的参数在复数平面上的分布。芒德勃罗集最惊人的特征是,当你以越来越高的倍数把这个复数平面放大时,每一次放大都展现新颖而永远使人惊叹的结构。更让人惊奇的是,左上图的饼姜人在逐级放大百万倍以后,每一个细节都完整无缺地再现出来。



图 8-13 动物对不同环境的发育调整

A. 北美橡树蛾 (*N. arizonaria*) 春天孵化的幼虫以橡树花为食,发育出模拟花的表皮。
B. 夏天孵化出的幼虫以橡树叶为食,发育出模拟橡树小枝的表皮。(引自 Gilbert, 1997)

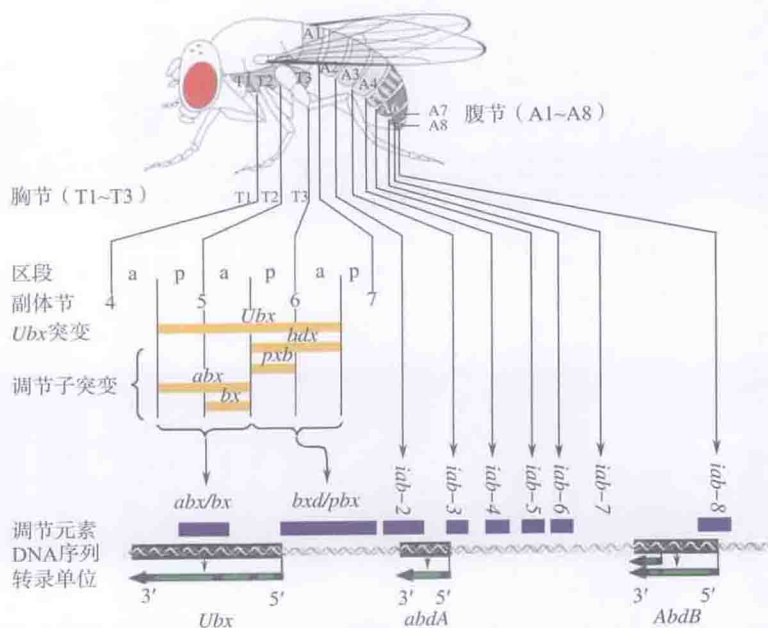


图 9-9 *Hox* 基因调控元素的结构

在果蝇 *Ubx*、*abdA*、*AbdB* 基因簇中, 不仅不同 *Hox* 基因在染色体上的排布顺序与其在体节中表达的前后顺序有对应的关系, 而且 *Hox* 基因上的调节元素的顺序与受其特异控制的副体节的顺序也相一致。注意 *Hox* 基因顺式调节区很大, 伸展大约 100 kb, 但是它的 mRNA 分子却很小(即转录单位所示区域)。(引自 Gilbert, 1997)

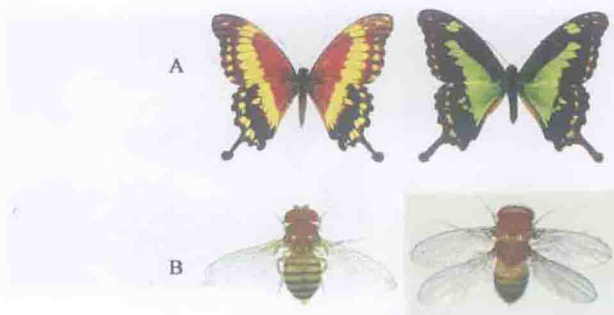


图 9-10 单一基因突变形成生物表型的综合改变

A. 两个蝴蝶仅因为一个基因的变异造成翅膀图案和颜色的截然不同。B. 由于 3 个 *Ubx* 基因顺式调控元件突变的组合, 形成双胸四翅果蝇。(引自 Lawrence, 1992)

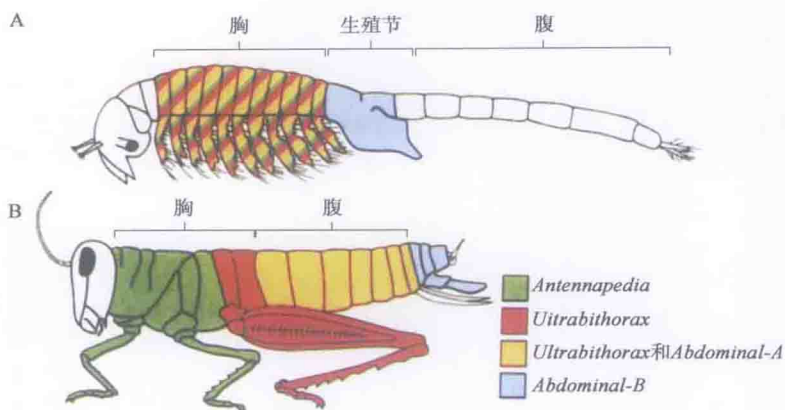


图 9-11 *Hox* 基因表达模式的不同带来生物体结构的显著差异

节肢动物蝗虫和卤虫 (*Artemia*) *Hox* 基因表达比较: 在卤虫中, 大多数胸部体节很相似, *Antennapedia*、*Ultrabithorax*、*abdominal-A* 等基因在整个胸部表达(A); 在蝗虫中, 这 3 个基因分别在前胸、后胸、腹部的体节中差异表达(B), 而 *Abdominal-B* 基因在卤虫和蝗虫的生殖节都表达。(引自 Wolpert, 2002)

目 录

第一章 导论.....	1
对生命现象的探索	1
生命科学的酝酿和奠基;现代生命科学体系的建立和发展; 探索仍在继续	
一场科学方法论的深刻革命	14
第二章 生命的孕育	21
生物分子在非生命环境中的出现	21
原始生命物质的持续积累和多样化发育	23
第三章 原始生命复杂系统的创建	29
生命系统中的两类动力学程式	29
以自建为核心的原始生命动力学程式的创立	32
第四章 DNA-RNA-蛋白质秩序对原始生命系统的归纳与 重塑.....	40
DNA-RNA-蛋白质动力学结构在原始生命系统中的孕育	40
原始生命系统中两种动力学程式间的博弈与磨合	42
RNA 与蛋白质信息专一性传递的建立	45
DNA 信息对代谢和自建程式的调控	48
代谢与自建和 DNA-RNA-蛋白质程式的向量性是 DNA 生命 信息系统建立的基础;DNA-RNA-蛋白质结构对代谢与自建程式	

归纳的真正意义是对生命基本属性的获取;DNA-RNA-蛋白质结构对代谢与自建程式的归纳不是简单的对原有程序的重组,而是一个在成分和程序上新秩序创建的过程	
对 DNA-RNA-蛋白质生命秩序多态发生的讨论	54
生命演化的不连续性	56
第五章 生命的周期结构	59
生命动力学周期结构建立的必然性	59
生命动力学周期结构的建立是一项艰巨的系统工程	60
由生命动力学周期结构建立引申出的值得关注的生命现象	63
第六章 生命细胞体系的确立	66
细胞的出现	66
细胞的形成是生命复杂系统周期结构的必然归宿;对细胞多起源的讨论;细胞分裂与细胞融合机制的相伴建立;病毒细胞建立给生命带来了新的系统秩序	77
性别程序的出现;物种的形成;世代交替现象的出现	
第七章 单细胞生物的演化	82
单细胞生物的演化图景	82
细胞演化现象发生的系统根源	86
周期结构赋予了细胞演化发生的基本依托;物种建立为细胞演化提供了一个重要的平台	
对单细胞生物演化机制的探讨	92
生命遗传信息的变异是实现细胞演化的基本手段;生命信息系统的收敛与发散属性对演化的引领与规范;DNA-RNA-蛋白程式与代谢程式之间的协调是对演化确认的重要依据;形态构建中对称性与极化性间的博弈是生命演化的一种重要呈现;生命系统与环境之间的互作造就了生命与环境的共进	
对单细胞生物演化呈现的系统分析	105
对单细胞生物演化特征的解读和归纳;从更宽的视角理解生命演化现象	

第八章 多细胞生命体系的建立	114
多细胞生物的形成	114
1 多细胞生物与单细胞生物动力学结构的主要区别	115
细胞间相互作用信息系统的建立;细胞增殖发育控制机制 的出现;生殖细胞(系)发生程序的设定	
2 推动多细胞生物秩序建立的驱动力来自于生物的发育属性 ...	118
3 多细胞生物形成的可能模式	121
第一种模式;第二种模式;第三种模式;三种模式的比较	
4 对多细胞生物演化历史呈现的分析和讨论	130
5 多细胞生物的多起源发生	137
多细胞生物发育程序的建立是生命复杂系统的重大进步	143
1 多细胞生物发育程序的构建	143
细胞分化;信息结构保证;发育的世代遗传	
2 多细胞生物发育程序的动力学特征	147
发育程序具有高度复杂性的超循环结构;发育的分形属性; 发育程序的方向性展示及其部分可重现性;发育程序编排上的 世代跨越现象;发育编程的策略选择现象;发育程序具有对环境 影响的容纳性;动物与植物发育程序的比较	
3 多细胞生物体系的建立给地球生物圈带来了深远的影响	163
第九章 多细胞生物的演化	165
多细胞生物演化的系统依托	165
多细胞生物演化的主要特征	167
表现出强烈的谱系结构及不同谱系的差异演化图景;生存 与适应能力的极大提高;物种间在演化上的相互推动和依存	
对多细胞生物演化机制的探讨	172
1 发育程序编制路线的选择对演化的影响和规范	173
多细胞生物发育程序的初始设定;发育编程策略的差异选 择对演化的深远影响	
2 从发育程序的角度考察多细胞生物演化的执行手段	178
发育的核心程序现象;建立对核心程序的特异控制;调控程	

序的级联与组建;区域与阶段的划分使发育程序及基因的重复利用和功能分化成为可能;新基因及蛋白质新功能的开发;发育的异时现象;发育中生长速率的调整;发育程序的插入与调整现象;环境影响对发育程序设计的介入和干预	
3 从生物信息层面探讨多细胞生物的演化机制	212
多细胞生物对生命信息容纳与简约属性的继承;对多细胞生物生命信息系统结构和演化动力学属性的猜想;多细胞生物可能存在有演化聚焦现象	
4 个体发育与系统发育的衔接	222
一个挥之不去的历史谜题;一些值得关注的生命现象;来自肿瘤现象的启示	
5 多细胞生物演化的分形法则	233
用分形理念考察多细胞生物的演化;生殖隔离;物种爆发;对演化层次现象的解读;物种绝灭	
从复杂系统的全视野理解多细胞生物的演化现象	246
第十章 智能	253
生命的智能现象	254
行为与智能;生物智能的概念	
人类智能的构成与基本性质	256
1 记忆与思维	256
记忆;思维	
2 智能的基本构成	260
3 智能的能动性	262
4 智能的个体发育和学习	263
生命的智能层次	265
1 智能发生的渊源和类型	265
2 认知智能的发展将生命系统带到了一个新的结构层次	268
智能与智能层次;从人类历史看生命智能层次的形成和发展;人工智能	

第十一章 对生命演化模式的思考	274
生命的层级演化与谱系演化	274
层级和谱系演化模式与达尔文进化论	278
来自生命现象的启示	281
参考书目	285
第 1 版后记	288
再版说明	290

彩插

第一章 导 论

当人们从太空俯瞰我们居住的地球时,都深深地被这颗美丽的蔚蓝色的星球所感动,一种自豪和幸运的心情油然而生。这颗默默无闻的星球飘浮在茫茫星际和浩瀚的宇宙之中,显得是那么渺小和微不足道。但是它和我们迄今已知的各种天体表现得又是如此不同,它既没有惊天动地的高能物理巨变过程,也不是被一片沉寂冷漠所笼罩,而呈现出的是一派盎然生机。山峦原野,江河沧海,众生芸芸,千姿百态,是什么赋予地球以如此神奇的景观,回答是——生命。对生命的关注,可以说从人类启蒙时代就开始了,几千年来,这一探索前赴后继、生生不息,今天已经发展成为一个庞大的生命科学体系。

对生命现象的探索

研究生命现象的学科称为生命科学,生命科学的发展走过了一条漫长、艰辛的探索之路。

生命科学的酝酿和奠基 应该说从人类文明的启蒙阶段,就有了人们对生命现象的描绘(如原始的岩画),就开始了人们对生命现象的观察和思考(如远古人类对生殖的崇拜和对死亡的敬

畏)。在远古年代,人们对生命现象的认识常常是与疾病斗争、农业禽畜生产以及宗教信仰(如中国古代有神农尝百草的传说,古代埃及木乃伊的制作)联系在一起的,由此人们积累着动物、植物和人类自身的结构、生长、发育和繁殖方面的知识。

到古希腊的年代,已开始了对生命现象的专题性研究。亚里士多德(Aristotélēs)(图 1-1)在《动物志》一书中相当细致地记述了他对动物解剖构造、生理习性、胚胎发育和生物类群现象的观察,并对此作出了许多深刻的思考。例如,他已注意到不同动物之间存在有“亲缘”关系,依此来对动物进行分类,并首次引入属(genus)、种(species)概念作为分类的标准。当然,亚里士多德对生物的认识还具有明显的主观臆断的成分,例如他认为一切生物结构的存在都是自然界一种目的性的体现,认为心脏是灵魂和智慧活动的中心,而大脑仅仅起到分泌黏液和冷却血液的作用,认为通过解剖不可能完全了解一个器官的功能,理由是一个器官的功能不可能完全从其结构中体现出来(可以想到在亚里士多德看来,器官同样是自然界某种目的性的载体)。亚里士多德的观点

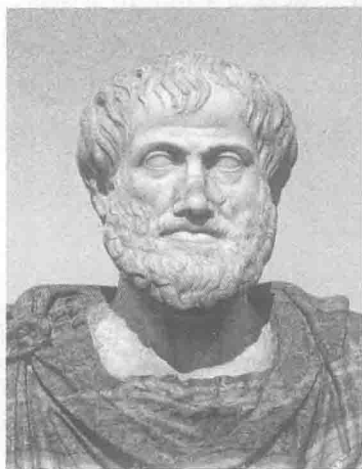


图 1-1 亚里士多德(Aristotélēs;
384—322 BCE)

古希腊哲学家、科学家。

点和方法集中地反映了那个时代的特点,观察和哲学参半、描述和思辨混合。在这一历史时期,为以后生命科学的建立作出重要贡献的还有:德奥弗拉斯特(Theophrastus, 373—286 BCE)对植物乔木、灌木、草本的分类确定;希罗费罗斯(Herophilus, 约 300 BCE)、盖仑(Galen of Pergamon, 约 130—200)对人体解剖的研究,等等。其后,西方进入了漫长的中世纪年代,科学的发展受到极大的压抑。但是即使在那个黑暗的年代,仍不断地有

人在危险的条件下默默地探索着,例如,莱茵河畔的希尔德加德(Hildegard)修女写的《医学》一书(1150),继承和发扬了古希腊的创新精神,大胆地记录了她对动物、植物的观察和用来当作药物的使用方法。在中国,宋代贾思勰的《齐民要术》、明代李时珍的《本草纲目》,以及历代刊印的花、竹、茶栽培和桑蚕技术书籍,记录了大量对动物、植物的观察和分类研究。

回顾这一阶段人们对生命现象的认知,还没有形成真正的科学体系,只能看作是生命科学建立的准备和奠基。

现代生命科学体系的建立和发展 目前,普遍认为现代生命科学的创建起始于16世纪,它的基本特征是人们对生命现象的研究开始植根于观察和实验的基础上,并且不同生物分支学科相继建立,逐渐形成一个庞大的生命科学体系。

现代生命科学可以说首先是从形态学创立开始的。1543年,比利时医生维萨里(Andreas Vesalius, 1514—1564)的名著《人体的结构》发表。《人体的结构》一书共有7卷,分别讲述了骨骼、肌肉、循环、神经、腹部内脏和生殖、胸部内脏、脑及脑垂体和眼睛的解剖结构,仅从它的章节安排中我们就可以看出它的科学系统性。令人感叹的是,就像是西方历史经历了中世纪整整1400年的凝固一样,《人体的结构》一书有如是公元2世纪盖伦解剖研究的直接传承。维萨里的《人体的结构》一书的发表不仅标志着解剖学的建立,并推动了以血液循环研究为先导的生理分支学科的形成,其标志是1628年,英国医生哈维(William Harvey, 1578—1657)发表了其名著《心血循环论》。解剖学和生理学的建立为人们对生命现象的系统研究奠定了基础。这里我们怀着尊敬的心情还要讲述这样一个故事。医学和解剖学的知识促使意大利医生桑克托留斯(Sanctorius, 1561—1639)思考到生物新陈代谢现象的存在。为了研究这一问题,他每天称量吃进食物和排出物质的重量,测试自己的体温和脉搏,以及睡眠、休息、活动和患病对体重的影响,在长达30年的实验生涯中,他大部分的时间是坐在

吊在一杆秤下的椅子上度过的。但是遗憾的是桑克托留斯过早地企图用生理学的方法解决生物化学的问题,他的努力并没有留下有价值的结果。

18世纪以后,随着自然科学全面蓬勃的发展,生命科学也进入它的辉煌发展阶段,许多生命科学的重要分支学科相继建立,构成了现代生命科学的基石。从细胞的发现到细胞学建立经过了近200年的时间。生物细胞结构的发现是和显微镜的发明密切联系在一起的。1665年,胡克(Robert Hooke, 1636—1702)在他的《显微图谱》一书中第一次使用了“细胞”(cell)一词,这是他对软木显微观察看到的细小蜂室结构的描述,他在显微镜下还观察到了植物的活体细胞。以后的研究发现,这样的结构在生物体中不仅普遍存在,而且它在功能上也是生命活动的基础。现在一般认为细胞学创立于1830年代,是由施莱登(Matthias Jacob Schleiden, 1804—1881)、施旺(Theodor Schwann, 1810—1882),以及稍后的数位生物学家共同完成的。他们奠定了细胞是生命的单位、新细胞只能通过老细胞分裂繁殖产生、一切生物都是由细胞组成的细胞学说基本内容。细胞的发现和细胞学建立的意义在于:从此人们认识到,形形色色的生物大千世界,不论是单细胞生物还是多细胞生物,不论是植物还是动物,所有生物有着共同的结构基础;各种生物学现象,无论是发育的、生理的,还是生化的,从此获得了对其分析的依托和相互联络的纽带。细胞学的建立把人类对生命现象的认识带到了一个崭新的阶段。

在这一时期,由于迫切需要对长期受宗教影响造成的对生物描述的混乱现象进行一次大清理(如澄清许多并不存在的古怪神奇物种),并受到物理学家发现世界按自然规律有秩序地组织起来的启发,人们开始寻找一种系统的生物分类方法。林奈(Carl Linnaeus, 1707—1778)以他对现代生物分类系统建立的卓越贡献成为有史以来最伟大的生物分类学家。千姿百态的生物物种被科学地归纳在界、门、纲、目、科、属、种的秩序里。