

生物遗传进化学

盧嘉錫題

赵晓明 宋秀英 著



中国林业出版社

生物遗传进化学

盧嘉錫題 

赵晓明 宋秀英著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物遗传进化学/赵晓明, 宋秀英著. — 北京: 中国林业出版社, 2003.10
ISBN 7-5038-3560-5

I. 生… II. ①赵… ②宋… III. 生物—进化学说 IV. Q111

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 087934 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话 66184477

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京昌平百善印刷厂

版次 2003 年 10 月第 1 版

印次 2003 年 10 月第 1 次

开本 889mm×1194mm 1/16

印张 50.5

字数 1389 千字

印数 1~2000 册

定价 150.00 元

作者简介

赵晓明，男，山西忻州市人。1945年出生于兰州，1968年毕业于山西农学院农学系农学专业。主要从事遗传育种及进化学研究，在植物染色体工程、遗传学基础理论及进化学基本规律方面有独创性见解。已辨识出有关蕒苡的134个甲骨文字并通过对与相应出土文物和摩崖石刻的再认识在世界上首次提出蕒苡文化的概念，强调了中华民族在世界上最早应用甲骨文记录了作物（蕒苡）栽培种和相应野生种，并进而提出生物属的概念。这是世界上最早关于栽培种和相应野生种的文字记录。早在夏代先民们就已认识到近代、现代作物产量构成公式的三要素，即株数、粒数和粒重，并用甲骨文字共约12个不同造型在理论上加以概括和总结。在生物遗传方面提出遗传和变异的相对性与绝对性概念，进化的兼容性规律、进化的波浪式规律、遗传结构与环境关系公式，人类进化的本质是大脑的特化，近交、远缘杂交和社会选择在人类进化中的作用，中国东亚是人类起源和进化的伊甸园理论，生物原子核聚变反应假说等，受到国内外学术界的重视。现任山西天然药用生物研究所所长、山西农业大学生物技术系教授、硕士生导师；本科生《遗传学》、《药用植物育种学》及《进化学》和硕士研究生《分子遗传学》及《分子生物学》主讲。专著有：《蕒苡》和《生物遗传进化学》；论文有：“遗传形态”、“遗传结构与生命”、“生物核反应”、“生物与环境关系公式”、“进化的兼容性规律”、“进化的波浪式规律”、“进化的不可逆规律”等等；成果有：利用生物工程技术培育了世界上惟一的远缘杂交蕒苡新品种、世界最大的多倍体蒲公英新品种（高81cm）和近无籽实心多倍体番茄新品种，利用甲骨文文献资料结合现代最新科技手段研制了保健食品蕒米糊、蕒龙奶处方及工艺，利用分子生物学、流行病学原理结合药用植物学和中医学、中药学原理研制了惟一可以全面迅速抑制流感病毒高效抗流行感冒的纯中药处方及工艺等。

宋秀英副教授与赵晓明教授自1968年以来相濡以沫，共同完成以上各项成果。

序

进化论是全部生物科学的基础，它既将各类生物科学的概念、事实、推论、学说以及研究结构等串连在一条线上而成为一个整体的主干，又是各类生物学科前进发展的指导思想。可以这样理解：进化论是一棵根深叶茂的大树，其他生物学科都是这颗大树滋生出来的枝叶。正如杜布赞斯基（Th. Dobzhansky）所说：“没有进化论，生物学便成为不可理解的”。

新中国成立后我国高等农林、生物等院校，都把《进化论》列为必修的基础课。但经过十年动乱，《进化论》这门基础学科惨遭摧毁以后，直到目前还没有恢复到它在生物科学中应有的地位。谈家桢先生于1989年曾语重心长地寄语生物科学教育战线上的青年同志为：“希望在近年内能拿出一本我们自己编写的《进化论》新教材来，它必须是有时代感的。”赵晓明等同志编写的《生物遗传进化学》这本书，是历经20多年的科研、教学，刻苦钻研，广泛搜集，在谈家桢先生的教导和鼓舞下，四易文稿而成的，具有我们自己特点的高等院校进化学专著，可作为研究生教材。这本书的特点是：在编写体制上，不墨守成规，重新安排2个关系：遗传和进化与生物和环境；3个环节：生命起源、物种起源和人类起源；6个层次：群落、物种、个体、细胞、分子和量子。学科进展方面作者分为3个阶段：达尔文主义、综合进化理论及中性学说。这样的编排不仅全面反映了国内外进化论研究的最新进展，而且创造性地提出并系统地阐明作者20多年来艰苦探索过程中所获得的重大科研成果。

上列各方面涉及的领域，大部分前人未曾提及，是作者首先提出的。这是一本具有时代感的进化学专著或教科书。由于作者从事遗传学方面的教学科研较多，因而本书内容侧重于遗传进展的内容比较多，因此，书名冠以“遗传”而定名为《生物遗传进化学》。通读本书内容可以认为《生物遗传进化学》这是一门脱颖而出的新学科，这本新书的问世将以抛砖引玉之势，牵引出许多与进化论有密切关系的新学科。

本书作者赵晓明、宋秀英同志思维能力很强而治学又极严谨，在我校同辈中敢于创新，勇于探索，在艰苦条件下，精力集中于事业，受到同行的称赞。值此20多年来艰辛的成果付梓之际，我以极度喜悦的心情，实事求是地乐为之序。

李焕章

识于山西太谷

山西农业大学

1994年1月30日

前言

自 19 世纪以来理论生物学最重要最艰巨的抱负是建立遗传、发育和进化的统一学说，从而阐明生命的本质。随自然科学特别是生物学自身突飞猛进的发展，这个千百年来智慧头脑追求的伟大理想正在实现，一个新纪元正在到来。

进化论是肇源于自然史和形态分类研究，在初期它是和遗传学各自独立发展的。1900 年遗传学定律的重新发现，使生物学由简单描述性科学开始深入到生命本质，遗传学已成为生物科学的核心学科，在此基础上进而认识到发育和进化两者是紧密相联、统一过程的两个侧面。

在物理学革命的影响下生物学在指导思想和方法论上已发生分析思维到整体思维乃至系统思维的转变，在这方面起决定作用的是控制论和系统论的产生；在新兴数学分支的推动下，生物学将日益成为更加精密而定量的科学；在对量子、分子、细胞、个体、物种、群落等不同层次深入探索中新的规律不断发现；向宏观和微观、最基本的和最复杂的两极开拓，新的边缘学科不断形成；量子生物学的兴起促进分子生物学继续保持带头学科的地位；在对脑结构高度复杂性及功能系统整体性的研究是生物学下一个发展高峰，这就是解开人类之谜的钥匙；生命科学的成就将促使人们对科学社会功能的认识发生根本的改变，即从征服自然转变为社会和自然的协调发展。

理论生物学正在遗传进化学的旗帜下成为一门成熟的学科，从而和实验生物学分庭抗礼，共同建立自达尔文（Charles Robert Darwin）以来最宏伟的大厦。

从整体上看，1859 年 11 月 28 日达尔文发表《物种起源》以来，本学科 100 多年突飞猛进的辩证发展，远远超出“生物进化论”概念所包容的范畴，一门新学科建立的条件不仅已完全满足而且这门学科日益成熟，因此用《生物进化学》这一名词来概括描述我们讨论的所有理论及规律是必要和正确的，至于其定语“遗传”则说明作者研究的侧重面和核心内容。实际上只有应用现代遗传学的成果和结论才能真正理解进化的含义和本质。遗传学和进化学是密切不可分割的完整理论体系，前人叙备尽矣。

由于理论生物学的发展和达尔文主义 100 多年来的广泛传播，虽然它在最边远角落的胜利和最死硬的宗教信徒们的斗争还会持续相当的时间，但作为一种意识形态思想体系已不可能再有动摇。这就是说进化学研究的重点已不再是生物进化的证据和生物进化过程的一般性描述了，现在应主要阐明的是生物为什么会进化和怎样进化这一个带根本性质的问题。我们应在更高水平上综合整个自然科学的成果描绘生物进化更精细深层次的内含。在融会贯通人类理论思维展示认识过程时必然对历史上出现的各种学说有着不同程度的褒贬，但生物学史是距生物进化核心概念较远的范畴，也不是我们主要讨论的内容。

生物遗传进化学的主要内容是 2 个关系：遗传和进化，生物和环境；3 个环节：生命起源，物种起源，人类起源；6 个层次：群落、物种、个体、细胞、分子（基因）、量子；3 个理论阶段：达尔文主义、综合进化理论、中性学说。本书涉及作者有独创见解的研究领域为：遗传与变异的相对性和绝对性；遗传结构与环境关系的公式；生物进化的波浪式规律；生物进化的兼容性规律；人类起源的伊甸园理论；近交、远缘杂交和社会选择在人类进化中的作用；生物原子核聚变反应等。作者在前人基础上有所发挥的研究领域有：生物学发展的 8 个方向；生命起源和生命本质；减数分

裂的起源和意义;性选择的评价和消亡;进化的不可逆规律;获得性遗传的本质及进化意义;适应是生物自动调节、突变和选择共同作用的结果;恐龙灭绝的被子植物说;人类进化的生物因素和环境因素;大脑的特化是人类进化的本质;中国东亚是人类起源和进化的故乡等。

在世界的10大自然之谜中,人类起源和进化是谜中之谜。因此,我们用较大篇幅较深入地讨论了这一问题。由近交、远缘杂交和社会选择所推动的人类进化以及由此而建立的理论还期待着更多的考古学证据。但无论如何,一个新的人类起源的动力学说必将取代以前的自然选择说,性选择说和劳动创造说。这种进展应当看成遵循由恩格斯(Friedrich Engels 1876)开拓道路前进的结果。这位伟大思想家革命性地将人类的社会性看做人类起源进化基本动力的思想,第一次拨开人们认识的迷惘。虽然他提出的劳动创造说不尽合理,然而,他在这个领域中的贡献不论怎样高度评价都不过分。通过深入的历史生物地理学的研究,结合考古学的发现,现在可以信心十足地宣称:人类是起源于中国的。赤县神州物宝天华,地灵人杰;华夏文明万世之祖;中华民族源远流长;炎黄子孙名高天下。这个光荣应归功于我国学者和世界有识之士几代人锐意开拓,艰苦奋斗,综合探索的结果。这时我们更加深切缅怀那些为此贡献毕生精力先辈们的光辉业绩。

本书尽管是自1985年以来在大学讲授《生物进化学》讲义的基础上编写的,然而它并不是对当前这门学科主要理论和成就的简单介绍,其中涉及的许多概念和范畴是作者30多年来潜心研究并精心“杜撰”的,本为瓦釜之音奉献给读者而愿作黄钟之泥范成引玉之美。爱因斯坦(Albert Einstein)的教导:“追求真理比占有真理更可贵”一直是我们的座右铭。正如卡尔·R·鲍波(Karl R. Popper 1963)指出的:科学之所以为科学,恰恰在于它的“可证伪性”,然而“纯粹思维可把握实在”。相对论已经切断了从经验直接上升到理论的逻辑道路,测不准原理及其推广则进一步指出一切定律的几率性,培根(Francis Bacon)的时代已永远成为历史的回忆。重复几率最大的已知真理,丝毫不能增加真理的真理性。这一点很容易用信息论来解释:机率愈大信息量愈小,机率愈小信息量愈大。科学的彻底性和革命性呈现出主体和客体之间生动的辩证法,也呈现出科学这一人类高度创造性事业的本质。现代科学的发展促进了科学的哲学基础从逻辑实证主义的经验论向批判理性主义的唯理论的回摆。理论生物学接受康德(Immanuel Kone)关于理性先于经验的思想,只是拒绝他关于这种先验理性永恒不变的观点。任何科学理论都是一种猜测,一种待证伪的假说,一种向更好理论过渡的暂时形态。吾等闭门造车而又离经叛道,“为天下所不容”,倘能“刑天舞干戈,猛志固常在”也就够了。

作者才疏学浅又孤陋寡闻,然而由于本书对象的特殊性不得不涉猎到自然科学几乎所有重要分支,甚至“侵犯”到社会科学领域中,这种规模宏大的系统研究是我们根本无法胜任的,何况又处在知识爆炸的新时代。斗胆在各位专家和学者前班门弄斧,深感不安。恳请诸前辈同道及所有读者不惜赐教,利刃斧正,以明视听,作者深表感激之至!

本书由赵晓明、宋秀英共同撰文,裴成娥、吴玉香参与部分章节的写作,宋芸、乔永刚绘制全部插图,赵晓明统一行文定稿,牛西午校审。本书承蒙中国科学院前院长卢嘉锡院士题写书名,盖均镒院士、邵启全教授、许启凤教授、李懋学教授、王福均教授、周长久教授、胡正海教授、李惟基教授、刘世昌教授、李炳林教授等审阅全文并提出宝贵意见,山西农业大学前副校长李焕章教授撰写了序言,语言学家丁宏宗先生对文笔进行了润色,以及获中国林业出版社同力合作,我们在此一并表示衷心感谢!

赵晓明 宋秀英
山西农业大学
2001年6月1日

乘骐骥以驰骋兮，
来吾道夫先路！

.....

亦余心之所善兮，
虽九死其犹未悔！

.....

路漫漫其修远兮，
吾将上下而求索。

——屈原《离骚》

目 录

序

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 进化学及其研究对象	(1)
一、生物的多样性及统一性	(1)
(一) 生物的多样性	(1)
(二) 生物的统一性	(4)
二、进化的概念	(5)
三、进化学的研究对象和内容	(6)
第二节 进化学的意义和方法论	(7)
一、进化学的辩证发展	(7)
二、进化学的意义和发展方向	(9)
(一) 由形而上学走向辩证唯物主义	(9)
(二) 由概率论复归于选择论	(9)
(三) 由宏观走向量子	(14)
(四) 由定域走向场论	(17)
(五) 由绝对时空走向相对时空	(20)
(六) 由可逆走向不可逆	(20)
(七) 由确定走向不确定	(21)
(八) 由部分走向系统	(22)
三、进化学的基本方法论	(26)
(一) 进化学是一门历史性的学科	(26)
(二) 进化学是一门实验性的学科	(26)
(三) 进化学是一门综合性的学科	(26)
(四) 进化学是一门理论性的学科	(26)
(五) 进化学是一门发展中的学科	(27)
第二章 生命起源	(28)
第一节 天文进化	(28)
一、恒星的诞生和进化	(28)
二、星际物质	(31)
三、太阳系和地球的形成	(32)
第二节 化学进化	(35)
一、生物元素	(35)
二、原始地球的条件	(38)

(一) 自由能·····	(38)
(二) 原始大气·····	(39)
(三) “原始肉汤”·····	(41)
三、低分子有机化合物的形成·····	(43)
(一) 氨基酸·····	(43)
(二) 嘌呤和嘧啶·····	(44)
(三) 糖·····	(44)
(四) 烃和脂肪酸·····	(45)
(五) 卟啉·····	(45)
(六) 菸酰胺·····	(45)
四、早期生命进化中的环境控制因素·····	(45)
第三节 早期生命的化石·····	(48)
一、前寒武纪微体化石·····	(48)
(一) 概述·····	(48)
(二) 早期生物化石·····	(49)
二、前寒武纪化学化石·····	(55)
(一) 分子古生物学的诞生·····	(55)
(二) 断代法和标记物·····	(55)
(三) 化学化石·····	(57)
三、活化石·····	(59)
(一) 类病毒·····	(59)
(二) 三角形细菌·····	(59)
(三) 深海热泉孔群落·····	(60)
(四) 线粒体 RNA 质粒·····	(60)
第四节 生命起源和生命本质·····	(62)
一、什么是生命·····	(62)
二、蛋白质的模板性·····	(62)
(一) 实验证据·····	(62)
(二) 氨基酸配对模型 (AAP 原则)·····	(63)
三、核酸的模板性·····	(65)
(一) 实验证据·····	(65)
(二) 密码子配对模型 (CAC 原则)·····	(66)
四、遗传信息流的进化原理·····	(67)
(一) 逆转译·····	(67)
(二) 由 AAP 原则向 CAP 原则的转化·····	(68)
(三) 酶核酸·····	(71)
五、生命的起源和本质·····	(72)
(一) 减化超循环·····	(72)
(二) 专职遗传结构 DNA 的产生·····	(72)
六、生命物质系统·····	(78)
(一) 物种超稳定系统·····	(78)
(二) 生命——物质超稳定系统·····	(79)
(三) 结论·····	(80)

第三章 生物界的历史发展	(81)
第一节 地质年代	(81)
一、概述	(81)
二、相对地质年代的分期	(83)
(一) 太古代	(83)
(二) 元古代	(83)
(三) 古生代	(83)
(四) 中生代	(83)
(五) 新生代	(84)
第二节 细胞的起源	(85)
一、概述	(85)
二、原核细胞的起源	(86)
(一) 高分子聚集体	(86)
(二) 团聚体	(91)
(三) 微球体	(93)
(四) 脂质体	(95)
(五) 从病毒到衣原体及立克次氏体	(97)
(六) 支原体	(101)
三、真核细胞的起源	(103)
(一) 细胞核的起源——渐进说(经典说)	(103)
(二) 细胞器的起源——内共生说(捕获说)	(110)
第三节 动植物的进化	(122)
一、无丝分裂到减数分裂的发展	(122)
(一) 无丝分裂	(122)
(二) 有丝分裂	(124)
(三) 减数分裂	(133)
二、植物进化的主要阶段	(155)
(一) 起源	(155)
(二) 原核菌藻阶段	(155)
(三) 真核藻类阶段	(155)
(四) 蕨类植物阶段	(155)
(五) 裸子植物阶段	(155)
(六) 被子植物阶段	(156)
三、动物进化的主要阶段	(156)
(一) 起源	(156)
(二) 无脊椎动物阶段	(157)
(三) 脊椎动物阶段	(158)
第四节 生物系统	(167)
一、生物系统的研究历史	(167)
二、生物分类的方法论	(169)
(一) 传统分类学	(169)
(二) 数值分类学	(169)
(三) 分支系统学	(170)

(四) 进化系统学	(171)
三、生物的分界	(172)
(一) 两界说	(172)
(二) 三界说	(172)
(三) 四界说	(172)
(四) 五界说	(173)
第四章 生物的进化规律	(174)
第一节 生物进化方向的规律	(174)
一、适应方向的进化规律	(174)
(一) 复化式进化	(174)
(二) 分化式进化	(175)
(三) 特化式进化	(186)
(四) 简化式进化(退化)	(186)
二、营养方向的进化规律	(189)
(一) 代谢机制	(189)
(二) 光合作用	(190)
(三) 趋避机制	(193)
三、繁殖方向的进化规律	(195)
(一) 起源	(195)
(二) 无性生殖	(195)
(三) 有性生殖	(195)
(四) 动物的生殖	(196)
(五) 植物的生殖	(197)
第二节 生物进化历程的规律	(203)
一、进化的波浪式规律	(203)
二、进化的不可逆规律	(214)
三、进化的兼容性规律	(219)
第三节 生物进化速度的规律	(242)
一、进化的加速度规律	(242)
二、进化的不平衡规律	(245)
(一) 进化速度极端的种群	(245)
(二) 进化速度不同的各种情况	(246)
(三) 进化速度的理论	(247)
第五章 生物进化的因素	(250)
第一节 遗传是生物进化的起点	(250)
一、遗传的定义	(250)
二、遗传的相对性和绝对性	(250)
三、变异的定义	(252)
四、变异的绝对性和相对性	(252)
五、遗传和变异的关系	(252)
六、遗传是生物进化的起点	(253)
第二节 变异为生物进化提供原料	(256)
一、变异的分类	(256)

二、重组	(257)
三、突变	(259)
(一) 突变的定义和分类	(259)
(二) 突变产生的原因	(259)
(三) 突变的遗传——进化效应	(262)
(四) 突变产生的变异范围	(278)
第三节 获得性遗传的进化意义	(279)
一、引言	(279)
二、定义	(279)
三、获得性遗传的实验依据	(280)
(一) 定向突变	(280)
(二) 整体突变	(282)
(三) 环境的遗传化	(282)
(四) 基因组胎教	(287)
(五) 转座效应	(288)
(六) 兼容效应	(292)
四、获得性遗传的本质	(293)
(一) 生物的非平衡热力学与信息论本质	(293)
(二) 遗传进化的振荡和涨落特征	(294)
(三) 遗传信息增量	(305)
五、获得性遗传在进化中的地位	(312)
第四节 选择决定生物进化的方向	(315)
一、自然选择概述	(315)
(一) 自然选择的概念	(315)
(二) 自然选择的特点	(315)
(三) 性选择	(316)
二、自然选择的普遍性	(320)
三、自然选择的类型	(320)
(一) 稳定性选择	(320)
(二) 前进性选择	(320)
四、选择在进化中的意义	(321)
(一) 甄别作用	(321)
(二) 定向作用	(321)
五、自然选择的创造作用	(321)
(一) 适应的概念	(321)
(二) 适应的普遍性	(321)
(三) 适应的主动性和被动性	(321)
(四) 适应的相对性	(322)
(五) 适应在进化中的作用	(323)
(六) 适应的起源	(323)
第五节 遗传结构与环境	(333)
一、公式的推导	(333)
二、公式的内含	(334)

第六章 物种和物种形成	(341)
第一节 物种和群落	(341)
一、物种的概念	(341)
二、物种的标准	(342)
(一) 物种	(342)
(二) 变种	(343)
(三) 亚种	(343)
三、物种的结构	(343)
(一) 个体	(343)
(二) 居群	(344)
(三) 亚种(略)	(346)
(四) 物种结构	(346)
四、生物群落	(346)
(一) 概念	(346)
(二) 种间斗争的关系	(346)
(三) 种间互助的关系	(346)
第二节 性状水平的物种形成机制	(348)
一、达尔文论物种的形成	(348)
(一) 概述	(348)
(二) 性状分歧	(348)
(三) 中间类型的绝灭	(349)
二、现代达尔文主义论物种的形成	(349)
(一) 概述	(349)
(二) 隔离是物种起源的条件	(349)
(三) 隔离是物种形成的标志	(349)
(四) 隔离在物种形成中的作用	(350)
第三节 遗传结构水平的物种形成机制	(358)
一、哈德—魏伯格(Hardy-Weinberg)定律	(358)
(一) 群体的基因型频率与基因频率	(358)
(二) 哈德—魏伯格平衡法则	(360)
二、种群基因库的变迁	(363)
(一) 遗传漂移	(363)
(二) 突变	(365)
(三) 选择	(365)
(四) 迁移	(371)
(五) 非随机交配	(371)
(六) 总结	(373)
三、生殖隔离的遗传机制	(373)
(一) 生殖隔离的多基因起源假说	(373)
(二) 生殖隔离的染色体理论	(374)
(三) 生殖隔离的细胞学机制	(374)
(四) 生殖隔离的建立速度	(375)
四、染色体水平的进化模式	(376)

(一) 染色体组式进化模式	(376)
(二) 染色体组型式进化模式	(378)
第四节 物种形成的方式	(382)
一、物种形成方式的分类	(382)
(一) 概述	(382)
(二) 渐变式物种形成	(382)
(三) 爆发式物种形成	(384)
二、物种形成在生物进化中的意义	(387)
(一) 物种形成是生物谱系进化的起点	(387)
(二) 物种的形成为生物进化的不可逆性奠定了基础	(387)
(三) 物种形成强调了生物与环境的相互关系	(387)
(四) 物种的形成为生物之间的相互关系创造了条件	(387)
第七章 分子水平的进化	(388)
第一节 DNA 的进化变异	(388)
一、DNA 的含量变化	(388)
二、DNA 含量增长的进化机制	(390)
三、基因进化	(391)
(一) 生命形式的多样化与内在的同源性	(391)
(二) 基因结构的进化	(391)
(三) 基因调控的进化	(396)
(四) 基因进化过程	(397)
四、重复 DNA	(398)
五、无功能 DNA	(399)
六、DNA 中的核苷酸替换	(400)
(一) 自发突变率	(400)
(二) DNA 杂交	(401)
第二节 蛋白质的进化变异	(403)
一、氨基酸替换率	(403)
二、特定蛋白质氨基酸替换率的恒定性	(405)
三、蛋白质进化	(407)
第三节 系统树	(411)
一、血清免疫学的的数据	(411)
二、同源蛋白质的数据	(414)
三、DNA 杂交的数据	(415)
四、密码子或核苷酸替换的数据	(417)
第四节 非达尔文主义进化	(419)
一、概述	(419)
二、中性突变	(419)
(一) 中性突变的定义	(419)
(二) 中性突变的产生	(419)
(三) 中性突变的类型	(420)
三、遗传漂变	(420)
四、进化的一种相——多态现象	(421)

五、分子进化机制	(421)
六、分子进化与形态变异	(423)
七、进化学的三个阶段和三个水平	(424)
第八章 人类起源	(426)
第一节 人类的起源过程	(426)
一、引论	(426)
二、人类在自然界中的位置	(428)
三、人科起源的进化系统	(429)
(一) 人科起源的历程	(429)
(二) 人科起源进化系统概述	(432)
第二节 人类的进化过程	(434)
一、人类进化的主要阶段	(434)
(一) 腊玛古猿	(434)
(二) 南方古猿	(436)
(三) 早期猿人(能人)	(438)
(四) 晚期猿人(直立人)	(440)
(五) 早期智人(古人)	(442)
(六) 晚期智人(新人)	(442)
(七) 现代人	(444)
二、现代人种的产生和分化	(445)
(一) 定义和分类	(445)
(二) 人种的起源进化理论	(445)
(三) 现代人种的形成和发展	(447)
三、人类的未来	(447)
第三节 人类产生的原因	(451)
一、人类产生的历史生物地理学原理	(451)
(一) 人类起源和进化的环境因素	(451)
(二) 人类起源和进化的生物因素	(462)
(三) 人类的伊甸园	(499)
二、人类进化的本质——大脑的特化	(599)
(一) 大脑特化的表现形式	(599)
(二) 人类性状的兼容性发展	(625)
三、人类产生的种群社会性	(635)
(一) 原始群	(635)
(二) 母系社会	(702)
(三) 父系社会	(738)
第九章 生物核反应	(759)
第一节 难以解释的实验数据	(759)
第二节 生物核反应假说	(762)
第三节 生物核反应的进化和人类的发展	(770)
参考文献	(777)
后 记	(787)

一切科学上的进展都是以先前的知识为基础的。发现者是为大厦的拱门提供冠石的人，他们把主要由别人建造的完整结构揭示于世界。

W. I. B. 贝弗里奇,《科学研究的艺术》

第一章

绪 论

第一节 进化学及其研究对象

一、生物的多样性及统一性

(一) 生物的多样性

无论我们漫游于江河湖海及峻岭高原，或者从卫星俯视自己蓝色的故乡，还是从电子显微镜窥测微观世界的奥秘，使我们吃惊的是，物质的存在是如此复杂：基本粒子已发现 300 多种；元素已发现 107 种；无机化合物已发现的竟达 50 000 余种，可惜这些数字不足生物种类数的零头。已发现的植物约 50 多万种，动物约为 150 多万种，微生物约为 20 多万种，合计约为 220 余万种。当然有机化合物早已超过 300 多万种，不过，从另一角度看时，生物还是处于领先地位。首先，生物实际存在的种类远比已发现的要多的多，据美国学者 P·汉德勒 (P.Handler) 等人估计，现在生存在地球上的生物约有 500 万~1 000 万种，为已知种类的 5 倍，而非生物物质不会存在这样大比率的未知种类。其次，我们的统计并没有包括曾经在地球上存在过的而又绝灭的生物种类。据格兰特 (Grant) 估计现存生物还不到已存在过生物种类的 0.1%，也就是说生物曾有过 16 亿~160 亿个种类，这在非生命世界显然是望尘莫及了。第三，也就是最重要的不同之处在于生物的物种并不等同于物质的种类。简单来说，同一种类的无机或有机物质，它的每个分子之间不能存在结构上的差异，而物种是生物类群的一个基本单位，不仅在它以下还有其他单位，就是组成物种的元素——个体之间也不是个个相同的，即使同一棵树上的叶子也不完全相同。如果我们以个体作为单位和非生命世界的种类相比较则兆、京这些数量级都已不够用了。根据¹⁴C 透入法测定和计算，生物仅一年就制造 1 000 多亿 kg 有机物质，生物的多样性和复杂程度已达到无限的地步。

具体地举几个例子可以看到，在生物界多样性与统一性这两个方面就其重要性与迷人程度来说，足以竞相媲美。口蹄疫病毒是一种直径 8~12nm 的球体，蓝鲸则长达 30.48m，重