

丛书主编 李醒民 肖显静



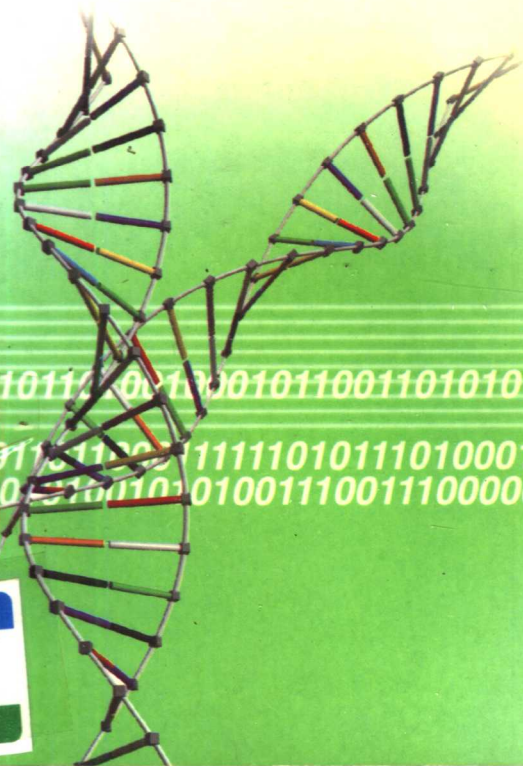
中学生科学素养丛书

- 从博物学 to 进化论
- 生理学与医学传统
- 发育与遗传学
- 分子生物学
- 社会和人文视野中的生命科学

生物

DONGXI SHENGMING DE ZHENDI

洞悉生命的真谛



颜青山 编著

陕西科学技术出版社

丛书主编 李醒民 肖显静



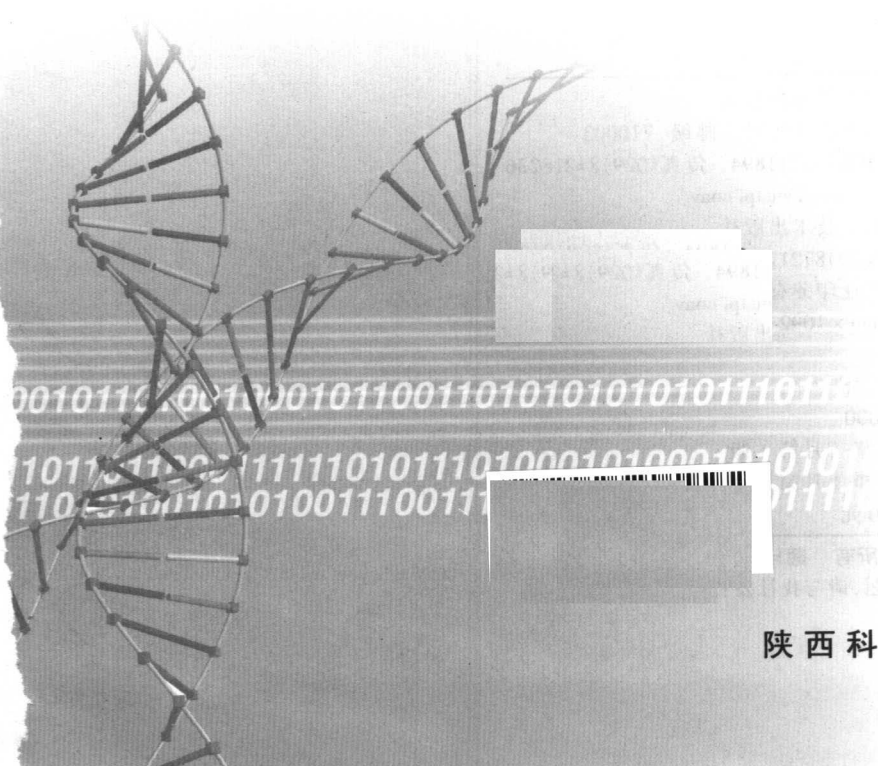
中学生科学素养丛书

生物

洞悉生命的真谛

DONGXI SHENGMING DE ZHENDI

颜青山 编著



陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物·洞悉生命的真谛/颜青山主编. —西安: 陕西科学技术出版社, 2003. 11

(中学生科学素养丛书)

ISBN 7-5369-3700-8

I. 洞... II. 颜... III. 生物课—中学—课外读物
IV. G634.913

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 089250 号

出 版 者	陕西科学技术出版社 西安北大街 131 号 邮编 710003 电话(029)87211894 传真(029)87218236 http://www.snstp.com
发 行 者	陕西科学技术出版社 电话(029)87212206 87260001
印 刷	陕西宏业印务有限责任公司
规 格	787 mm × 1092 mm 16 开本
印 张	14
字 数	230 千字
印 数	1 - 5000
版 次	2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价	22.00 元

版权所有 翻印必究

(如有印装质量问题,请与我社发行部联系调换)



敞开您的心扉:聆听科学!

——《中学生科学素养丛书》总序

李醒民

亲爱的青少年朋友,您手中的这套丛书,是我们特意为您编写的。

跨入中学的大门,您在课堂上或迟或早要学习各种各样的科学知识,要理解抽象的科学概念,要记忆繁杂的数学公式。可是,您知道那些知识是怎样被创造出来的吗?您清楚那些概念和公式是如何被发明或被发现的吗?

我们猜想,您恐怕不会了解得太多。

至于科学家在与他的问题苦斗时的心路历程和精神状态,以及在“山重水复疑无路”的困惑之后,瞥见“柳暗花明又一村”美景时的惊奇和狂喜,您大概就更加不甚了了。

因此,急需一套丛书弥补这一缺憾——《中学生科学素养丛书》于是应运而生。

在这套丛书中,我们拟通过一个个小故事,力图历史地勾勒出科学家的所思所想、亦苦亦乐,并穿插少许认识论和方法论的议论,借以收到虚实相间、情理交融的效果。

我们热诚地祈望,青少年朋友从中不仅能学到一些科学知识,更重要的是能把握科学方法,领悟科学精神。您要明白,科学方法是科学的本质,科学精神是科学的灵魂。手握科学方法,遇到问题往往事半功倍;心怀科学精神,人生也会变得富有意义和情趣。

青少年朋友,您可能十分崇敬大科学家和大思想家爱因斯坦。爱因斯坦曾借他人之口,给教育下了一个极其精妙的定义:“如果一个人忘掉了他在学校里所学到的每一样东西,那么留下来的就是教育。”

这样的“教育”无疑是人们常说的“素质教育”,《中学生科学素养丛书》的立意和旨趣恰恰就在这里。



我们相信，只要您打开书卷，静静读下去，您肯定会情不自禁地徜徉其间，或流连忘返，或低回默思。

青少年朋友，敞开您的心扉吧，请聆听科学的真谛！

像春日轻柔的雨丝，
 无声地沁透您的心脾。
像夏夜徐徐的清风，
 刹那间凉彻您的肌肤。
燃起您的热情的，
 是漫山遍野醉人的红叶。
涤荡您的魂灵的，
 是一望无垠的皑皑白雪。
智慧的科学
 ——有崇实尚理的精神，
有从善如流的情怀——
 似春雨、夏风，又似秋叶和冬雪。

2003年1月16日于中国科学院研究生院



自序

如果你是一个对课程学习非常轻松并且自视颇高的学生，你就希望在学习书本之余能够作一些创造性的思考；最好，这些思考能够成为你日后进入科学研究的真正起点，以便在你能够写作自传的时候增添一点传奇色彩，就像爱因斯坦 16 岁的追光实验。

当你这么想的时候，你首先要做的可能是挑战既往的科学家，看看自己根据书本给出的现象能否得出科学家已经得出的结论。

我并想讳言，自己曾经就是这样的一位中学生。我对生物学家的挑战是从这样一个问题开始的：那些生物学家是怎样想到他们的理论和实验的？例如孟德尔是如何直接将基因对应于性状的？他仅仅凭借豌豆杂交实验怎么可能一下子就猜测到细胞中存在着基因呢？当我试图对这个问题做出回答时，我总是感到很沮丧。首先，我找不到相关的资料说明他们发现的过程。其次，我一直以为他们是按照严格的逻辑程序突然间就找到了问题的全部答案——如果是这样的话，那么我就永远成不了生物学家，因为我在思考同样的问题时总是无法得到他们得出的结论。

当我终于鼓足勇气将同样的问题向老师提出来的时候，老师的回答则更加简单：因为他们是生物学家。这是一个再好不过的回答了，只有生物学家才能得到问题的答案，而第一个得到了问题答案的人必定是生物学家；因为你仅仅是一个对生物学感兴趣的学生，而不是生物学家，所以你得不到这样的答案。然而，这个回答对于我自己问题的解答，没有给出任何有益的信息；并且，如果我接受这个答案似乎就意味着我不可能成为一位生物学家。

由于这个问题没有解决，由于我对生物学家挑战的“失败”，我对生物学乃至科学的惧怕感一直在持续地增长着，尽管我十分喜爱生物学。

等到我成为大学生物学系的学生时，虽然我从教科书上仍然得不到我的问题的答案，也虽然我仍然没有放弃我的提问，但我可以从图书馆借出的书中知道一些答案了。我知道，孟德尔当时并没有明确基因的概念，他使用的是“遗传



因子”概念，尽管遗传因子在很大程度上可以看做是基因，但毕竟与基因不同；在孟德尔那里，遗传因子不过是一种虚构，一种代表具体性状的遗传原因的符号——也就是说，遗传因子不过是孟德尔为了解释性状分离和组合规律的一种遗传学假设，他可能并不知道细胞里会真的存在着与之对应的基因；只有当博维里分析遗传因子与染色体的行为之后，才做出遗传因子位于染色体上的假定。而且，孟德尔的发现当时并没有引起足够的重视；如果不是其他科学家重复得到了他的结果的话，也许他的定律还要被埋没很久，或者，遗传学定律将以其他方式被重新发现。也就是说，大部分生物学家都没有想到孟德尔的结果，甚至在这个结果出来之后仍然没有意识到，所以才有孟德尔这样的不幸。

这时，我才知道，我还有机会成为生物学家，因为我还有犯错误的机会。更重要的是，似乎我天生就有犯错误的冲动，我一天可以提出好几个很有意思的错误想法——其中或许就有一个是正确的，只是我没有实验设备去检验自己的想法。当我再进一步了解生物学史的时候，我对自己还能够成为生物学家甚至有了几分坚信。

后来，我知道，我在课外所作的这些努力是在真正地了解生物学，而了解了生物学就可以消除对它的畏惧。更进一步地说，要消除对生物学的畏惧，就必须亲近生物学，而亲近生物学有两个途径：了解生物学发展的历史；走进实验室设计自己的实验。对于一个中学生来说，第一条途径可能比第二条途径更为现实和快捷。

在生物学史上，很少有一个科学概念或理论是完全凭空产生并立即得到承认的；它们要么是在前人已经痛苦地冥思了很久之后才产生（如进化的思想），要么是一个新颖的理论或发现且在相当长的时间里无人理睬（如孟德尔定律），要么是一个概念或理论经历了许多科学家的努力才渐渐地清晰（如光合作用），甚至长时间陷入混乱状态（如酵素学说），等等。本书的目的就是展示生物学概念、理论和发现的历程，展示生命科学的发展历史，尽管这种展示并不追求系统性和完备性。同时，我们也在最后一部分中展示生命科学发展中的人文和社会方面，如它的风格、它的美和它的伦理困惑。

目 录

导言 为什么不喜欢生物学
——生物学的“丑”

1

第一篇 从博物学到进化论

1 7 页纸开创的巨著
——林耐的“自然系统”及其当代挑战

5

2 进化论的产生
——从“用进废退”到“自然选择”

8

3 综合进化论
——进化论和遗传学的结合

13

4 进化的中性学说
——从“分子钟”和“线粒体夏娃”说起

18

5 瞎子钟表匠与进化修补匠
——自然选择的奥秘

22

6 间断平衡假说与边缘物种理论
——大进化与小进化的争论

25

7 鸡生蛋
——生命起源的蛋白体纲领

30

8 蛋生鸡
——生命起源的基因体纲领

34

9 为什么大自然选择磷
——核酸与蛋白质的共起源

38



10 有序的烦恼

——进化论的理论困境

40

第二篇 生理学与医学传统

1 维萨留斯和塞尔维特

——第一次医学革命

45

2 从脉搏到血液循环

——哈维的心血运动论

48

3 病原学的基础

——从巴斯德到科赫

50

4 光合作用

——从“空气营养”开始

54

5 从稳态到反馈

——动物生理学的基石

57

6 “巴甫洛夫小胃”的意外收获

——条件反射理论

59

7 脑的研究

——从大脑的功能定位到裂脑人

61

8 从单克隆抗体到基因重排

——抗体多样性的细胞和分子基础

65

9 从蛋白质到核酸

——酶概念的变迁

71

第三篇 发育与遗传学：

博物学传统与生理医学传统的中介

1 最美的理论



——细胞学说的创立	75
2 否定自然发生论 ——“一切细胞来自细胞”	78
3 生物膜与细胞骨架 ——现代“细胞”概念	80
4 经典发育学 ——从描述胚胎学到实验胚胎学	83
5 尘封 35 年的发现 ——孟德尔的幸运与不幸	88
6 白眼果蝇的故事 ——摩尔根的幸福	91
7 跳跃基因 ——经典遗传学的终结	93
8 可以计数细胞的模式生物 ——线虫与细胞凋亡	97
9 果蝇的胚胎 ——发育遗传学的里程碑	100
10 多利的诞生 ——克隆及其历史	103
11 基因概念 ——遗传学的沙滩	106

第四篇 生物学家的自豪：分子生物学

1 红色面包霉与噬菌体 ——分子生物学的生化学派与信息学派	114
2 老虎机旁的灵感 ——从“波动试验”到定向突变	119





- 3 从 α 螺旋到双螺旋
——结构学派 123
- 4 遗传密码的解读
——从歪打正着的数字游戏开始 130
- 5 遗传学的“圣经”
——中心法则及其修改 135
- 6 DNA 复制
——从“半保留”到“半不连续” 140
- 7 乳糖操纵子
——基因调控研究的里程碑 144
- 8 对中心法则的又一次丰富
——断裂基因的发现 148
- 9 DNA 限制性内切酶
——从打碎的试管到基因工程 152
- 10 三流的实验, 一流的理论
——原癌基因的发现 157
- 11 基因组计划
——分子生物学的终结? 161

第五篇 社会和人文视野中的生命科学

- 1 进步与保守
——科学评价的误区 167
- 2 生物学与物理学研究风格的差异
——从双螺旋的美谈起 169
- 3 为什么生物学发现总被忽视?
——伽罗德与艾弗里的悲剧 175
- 4 现代生物学研究的“组织”



——领带俱乐部与剑桥分子生物学实验室	178
5 李森科事件	
——政治宰制科学的现代闹剧	183
6 “猴子审判案”	
——进化论与特创论的世纪之争	185
7 生命研究的伦理冲突	
——智商研究与克隆技术	188
8 生物技术的知识产权	
——PCR 技术及其专利之争	194
9 生物学中最后的伦理问题	
——人类会灭绝吗?	199
结束语 为什么喜欢生物学	
——生物学的“美”	203
参考文献	208
后记	209



导 言

为什么不喜欢生物学 ——生物学的“丑”

就生物学与物理学的关系，著名物理学家理查德·费曼曾经说过一句很有名的话：“千万不要在生物学家面前对物理学与生物学说长道短，那样只会使生物学家大为光火。”另一位更为有名的物理学家卢瑟福也说过类似的话：“除了物理学，其他科学都是集邮。”尽管他不只是针对生物学。

物理学家对生物学的傲慢常常这样溢于言表。在相当长的时期内，物理学被看做科学的典范，只有物理学才是真正的科学，只有物理学家才是真正的科学家，而生物学至多是一门技术，生物学家不过是能工巧匠。

其实，即使是在今天，即使是一般的学生，对生物学与物理学的关系也会有类似的想法。

如果你是一位性格内向、好沉思而又追求确定性的学生，你很可能更喜欢物理学，而不是生物学。物理学，尤其是理论物理学，常常涉及一些根本的问题，这些问题无疑可以满足你追思形而上的冲动；不仅如此，物理学还能够将这些幻想精确为美妙的数学公式——一旦你这些数学化的幻想得到实验的确证，你就可能名垂青史，像爱因斯坦或者任何一位你心目中的科学英雄。

也许，你的脑海中总是重复着爱因斯坦 16 岁追光的故事。然而，生物学中却缺乏这样的榜样，在伟大的生物学家中，你几乎找不到中学时代就表现出生物学天才的人。

生物学似乎天生拒绝沉思，除了那争论不休的进化生物学——然而，它的争论不休会使你失望，因为，你可能不是一个愿意为自己的理论据理力争的人，也不喜欢那种看起来靠雄辩而不是用事实取胜的辩论技巧。

也许，你还有一个难以言表的苦衷，那就是你面对实验仪器的自卑。你可能



是一个完美主义者，你甚至拒绝对实验结果作统计处理，你当然知道你可以设计出一个完美的实验，但你害怕它无法实施，因为你对仪器的自卑总是使得你将实验弄得很糟，从而得不到你想要而别人却能够得到的结果。你是“劳心者”，有时你可能这样安慰自己。

物理学能够满足你作为“劳心者”的愿望，因为，与实验结果相比，物理学更看重理论的预测。

即便你不是一位这样古怪的学生，你仍然可以从你中学的自然科学学习中体验到生物学的“丑”。生物学至少具有如下不能令人忍受的方面。

第一，它似乎更接近人文科学，过于强调记忆。对于一个真正喜欢科学的人来说，他们特别讨厌的就是死记硬背，而喜欢推理，最好是所有的理论都由一个需要记忆的定律推导出来。物理学非常接近这一点，生物学远非如此。

第二，生物学的名词常常是生僻的，没有物理学那样常见和易于理解，如“核酸”“脱氧核糖核酸”“氨基酸”“酶”，等等；其中有些字甚至连老师也常常念错。物理学的名词则简洁易懂，常常能够顾名思义，如“电子”“质子”“原子”“质量”等。

第三，它是一门副科，学校每周的课时也不多，就那么两次，等到老师下一次上课时，前一次的内容早就忘记了。物理学每周至少有4次课，因为有大量的计算性作业和练习，你不必担心忘记上次所学的内容。

第四，好像什么老师都可以教生物学，尤其是在生物学教师缺乏的学校，生物学课程常常由其他老师兼任，有时还是历史学或语文教师兼任。如果一门课程谁都可以教，它肯定不是一门好的科学；物理学就不会是这样。

当然，如果你对科学看法已经上升到某种哲学的高度，你就会发现，适应物理学理论的两个重要的美学原则，都不适应于生物学。那就是简单性和对称性。

生物学理论从来就不是简单的。也许你第一次接触达尔文的进化论时，你会觉得它异常简单，所有的生物都起源于一种原始类型，自然选择对物种的进化起着决定性作用。然而，如果像达尔文那样将自然选择主要地理解为优胜劣汰的话，那么，它就是一个佯谬：物种不是越来越多，而应该是越来越少；如果那共同的起源只是一个物种，汰劣机制就会在它不适应环境时，将它清理出局，最后一个物种也没有。然而，物理学中的这种注重逻辑自恰的简单性，并不适应于生物学，进化论是一个有着许多辅助假设的理论系统，积极的隔离比消极的汰劣要重要得多。正因为这种理论的特设性，进化论者之间似乎从来就没有真正



地取得过一致,或许他们只是在谈论“进化”这个词语时才是一致的。

实验生物学的其他理论也不具有这种简单性。遗传密码曾经被认为适应所有的生物,然而,它却在线粒体中出了意外;“中心法则”曾经被看做遗传学的“教义”,然而逆转录却成为重要的例外。

生物学理论也没有对称性可言,因为理论的对称性基于数学,而生物学很难数学化。孟德尔定律可能是生物学理论数学化的典范,但它并不适应于分子生物学,即使在形式遗传学中也具有太多的例外;在基因型水平上,孟德尔定律看起来是对称的(有 1 : 2 : 1 的比例),然而,它在表现型上却不是对称的(3 : 1)。

也许,生物学的对称反映在生物学的形态和功能上,然而,它也是有着太多太重要的例外的。例如,我们的身体结构是对称的,但功能却不对称,我们大多数人是右手优势,我们的内脏更是不对称得丑陋难堪;沃森和克里克的双螺旋是对称的,但它却是右手螺旋,而且,后来发现了丑陋的 Z 型 DNA;DNA 的复制是对称的,但 DNA 的转录却是不对称的。生物学在生理上的对称破缺是普遍的。

DNA 双螺旋结构的阐明者,对生物学理论有着深刻体验的克里克曾经说过:生物学中那种一眼看上去很美的理论,常常是错误的,而看上去有点丑的理论则通常是正确的。

我们不妨更多地引用他的真知灼见:“物理学中基本定律通常能够用精确的数学化公式表达出来,而且,他们很可能在宇宙中任何地方都是正确的……生物学中的‘定律’只是大致的概括,因为它描述的是自然选择经过亿万年所形成的精密的化学机制。”“生物学中没有相当于狭义相对论、广义相对论或量子电动力学那样的理论,甚至也没有像牛顿力学中能量守恒等简单的守恒定律。”

“优美性以及高度抽象性的数学形式所体现出来的简明性在物理学中是有用的指南,但在生物学中,这些智力工具可能是无益的。因此,生物学的理论必须从实验证据中(不管它们是多么的含糊不清)取得指导。”“不可能仅凭独自思索得出系列生物学问题的正确答案。”

生物学真的这么“丑”吗?我们真的应该对生物学如此失望吗?

本书的目的是从历史的角度出发,介绍和分析生物学史上一系列重要的概念、理论和实验。为了使得我们的介绍有一个明确的逻辑结构,我们需要一个生物学的学科分类框架。

“生物学”这一概念由著名的进化论者拉马克于 19 世纪初所杜撰,这也许



标志着近代生物学的开端。就像物理学可以包含许多分支学科(如力学、电磁学、热学、光学等)一样,生物学也是由许多次级学科组成的学科群。“生物学”这个概念在它产生的时候以至后来很长一段时间内,它所表示的是与医学传统和博物学传统之间的学科形态。它不包括后来从博物学中分化出去的地质学,但包括了原属于医学传统的人体生理学和后来发展起来的与医学关系密切的微生物学。现在,人们将研究生命现象有关的科学统称为生命科学,生命科学已经包含了医学——事实上,现在的医学与传统的生物学已经很难做出区分——同时,生命科学还包括原属于化学领域的生物化学,以及与物理学关系密切的生物物理学等。

生物学的次级学科有许多划分方式,如果按照研究对象的类群来划分,可以分为植物学、动物学、微生物学、真菌学等,如果按照研究的层次来划分,可以分为生理学、形态学、解剖学、分类学、细胞学、分子学等。

但是,上述分类过于琐碎,一点也不明晰。既然我们的介绍和分析是从历史出发的,我们还是依据学科的历史分化来区分。著名的进化论学者迈尔将生物学历史地划分为两个部分,即生理医学传统和博物学传统。前者主要研究生命的功能和当下原因,所以又称为近因生物学,而后者主要研究生命的历史原因(如进化论),所以又称为远因生物学。

但是,迈尔的区分是从生物学的最古老的历史开始的,尽管它很明晰,也有一定的合理性,但却无法说明生命科学今天的发展状况。事实上,19世纪以来,近因生物学和远因生物学一直在综合着,并逐渐分化出其他学科,在今天生命科学中,比较重要的分化有发育生物学(包括细胞学和胚胎学)、遗传学,它们研究生命的近因,但又与远因生物学关系密切。当然,20世纪中叶以来,分子生物学是最重要的发展。因此,我们这里根据历史和现实的发展,将我们的介绍和分析区分为四个部分:博物学传统、生理和医学传统、发育和遗传学、分子生物学,最后,我们增加一个生物学与哲学、伦理学和社会之间相互关系的部分,即“社会与人文”部分。

应该指出的是,上述区分在逻辑上并不是自恰的,分子生物学就包含了遗传学的成分,事实上,分子生物学的核心就是分子遗传学。



第一篇

从博物学到进化论

本书包含了五个部分，这里是全书的第一部分，它叙述了博物学传统的历史过程。当然，这里的进化论是广义上的，不仅包括了达尔文意义上的物种进化，也包括了生命起源的化学进化。

进化论的发展总是与相邻近因生物学的发展相关，进化论的产生得益于博物学详尽的资料收集和繁杂的分类工作，也得益于古生物学和比较胚胎学的充分发展——事实上，博物学、古生物学或地质学、胚胎学构成了科学进化论之产生的三个重要的来源。当遗传学在 20 世纪初期充分发展之后，又出现了遗传学与进化论的综合，即综合进化论，而这种综合的基础是群体遗传学，尤其是遗传平衡定律。现在，当分子生物学充分发展之后，进化论又面临着新的发展机遇，中性学说就是对分子生物学的一个尝试性的回应——诚然，进一步的探索仍然在进行中，可以说，目前还没有一个能够全面地概括分子生物学知识的好的进化理论。生命起源的探索与经典进化论的探索具有十分不同的知识背景，它主要得益于有机化学和生物化学的充分发展。

1

7页纸开创的巨著

——林耐的“自然系统”及其当代挑战

在“生物学”一词产生之前，生物学有一个漫长的史前阶段，它可以直接追溯到古希腊哲学家的思辨。与这种思辨相联系的是博物学传统。事实上，博物学的哲学基础是亚里士多德生物学与基督教教义的某种混合。亚里士多德曾经对