

上海交通大学出版社

方舟子 著

——生物学观念的发展

寻找生命的逻辑



寻找生命的逻辑

——生物学观念的发展

方舟子 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍和总结了现代生物学的历史,着重于现代生物学的三门核心学科:进化生物学、遗传学和发育生物学,围绕着现代生物学的主要观念,特别是进化、遗传和发育等观念的诞生、发展、深化和统一而展开,对生物学历史上的重要人物、事件、争议作了回顾和评价,书后介绍和展望了生物学的新进展。

图书在版编目(CIP)数据

寻找生命的逻辑:生物学观念的发展 / 方舟子著.
上海:上海交通大学出版社, 2005
(科学文化系列丛书)
ISBN 7-313-04005-9

I. 寻... II. 方... III. 生物学史—通俗读物
IV. Q-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第051284号

寻找生命的逻辑 ——生物学观念的发展 方舟子 著

上海交通大学出版社出版发行
(上海市番禺路877号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:10.25 插页:4 字数:190千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数:1—4 050

ISBN 7-313-04005-9/Q·016 定价:28.00元

版权所有 侵权必究

寻找生命的逻辑

生物学观念的发展



方舟子，本名方是民，1967年9月生于福建云霄县。1985年考入中国科技大学生物系。1990年本科毕业后赴美留学。1995年获美国密歇根州立大学生物化学博士学位。先后在罗切斯特（Rochester）大学生物系、索尔克（Salk）生物研究院做博士后研究，研究方向为分子遗传学。

为中文互联网的先驱者之一。1994年创办世界上第一份中文网络文学刊物《新语丝》，主持新语丝网站，担任新语丝社社长。2000年创办中文网上第一个学术打假网站“立此存照”，揭露了多起科学界、教育界、新闻界等领域的腐败现象。目前担任《中国青年报·冰点周刊》、《环球杂志》和《北京科技报》的专栏作者。著有《进化新解说》、《方舟在线》、《叩问生命——基因时代的争论》、《进化新篇章》、《溃瘍——直面中国学术腐败》、《长生的幻灭——人类衰老之谜》、《江山无限——方舟子历史随笔》、《餐桌上的基因》、《基因时代的恐慌与真相》等著作。

前 言

“生物学”一语由拉马克于1802年最早使用,但是当时并无真正意义上的生物学。如果我们要给生物学找一个生日的话,可以把它定在1859年11月24日。在那一天,达尔文经过20年小心谨慎的准备,出版了《物种起源》。随着达尔文进化论的诞生,对生命现象的研究与超自然因素断绝了一切关系,而成为一门真正的科学;杂乱无章的生命现象,各行其是的各个生物学科,也从此统一了起来。

几年以后,一位名叫孟德尔的奥地利修道士在孤独地从事着豌豆杂交试验,发现了基因。遗传学在一个偏僻的角落诞生,然后又被遗忘,直到1900年才被人们重新记起,给生物学带来了又一场革命。

如果说进化论是生物学大厦的基础,那么遗传学就是生物学大厦中连接着生物学其他分支的主楼。进化和遗传是生命最主要的两个特征。进化是一切生命现象的源泉,遗传的机理是一切生命现象的核心,而基因是遗传的基本单位。要完整地解释生命现象,离不开进化和基因这两个基本概念。

为了能够理解生命现象,发现生命现象的逻辑,人类已摸索了数千年。而只有在一百多年来,有了进化和基因的观念,人们才找到了打开生命之门的钥匙。伟大的生物学家杜布赞斯基有句名言:“若无进化之光,生物学毫无道理可言。”这是就生命现象的起源而言的。如果要解释生命现象的机理,则需要借助

基因之光。

本书并不试图全面地介绍现代生物学的发展历程,而只是集中介绍进化和基因这两个生物学的基本观念是如何形成、发展和深化的。本书断断续续写了两年多。在写作过程中,除了阅读原始文献外,也参考了一些英文专著,附录中列的是主要的10本。尤其是现代综合进化论的奠基者之一恩斯特·迈尔(Ernst Mayr)的生物学史著作,更是任何对生物学思想的发展史感兴趣的人所必读的。本书中的一些观点,特别是关于“群体思维”的观点,也源于迈尔。在本书正文完成之时,恰好传来了迈尔以101岁高龄病逝的消息。我就把这本书作为对这位现代生物学的老祖父的一个纪念吧。

2005年6月20日

目 录

第一编 进化

第一章 达尔文之前	3
一、神创论	3
二、理念论和目的论	5
三、设计	8
四、事物大链条	10
五、系统分类	11
六、物种	13
七、地层	16
八、灾变与均变	17
九、同功与同源	19
第二章 达尔文时期	22
一、巨人出世	22
二、贝格尔号之航	26
三、共同祖先学说的威力	28
四、通向自然选择学说之路	31
五、达尔文革命的意义	34
六、对达尔文革命的挑战	37
第三章 达尔文之后	42
一、跃变论、直生论和新拉马克主义	42
二、新达尔文主义	44
三、突变论	47
四、群体遗传学	49
五、现代综合	52
六、基因选择学说	54
七、社会生物学	56

八、间断平衡	58
九、分子进化	61
十、进化发育生物学	64

第二编 基因

第一章 基因的发现	71
一、大理论的失败	71
二、孤独的创建者	76
三、追踪遗传的载体	84
四、细胞与遗传的统一	89
第二章 分子遗传学的诞生	97
一、一个基因一个酶	97
二、遗传物质	100
三、双螺旋	104
四、基因的功能	109
第三章 分子时代	116
一、二次革命	116
二、新疆域	120

第三编 生命

第一章 进化是什么	129
一、进化没有方向	129
二、自然选择	132
第二章 基因是什么	136
一、基因作为遗传单位	136
二、基因作为进化单位	139
三、基因作为理论建构和物质实体	140
第三章 生命是什么	146
一、物理主义和活力主义	146

二、还原主义和整体主义	148
三、生命的特征	151
 附录 生物学大事记	 153
 主要参考书目	 156

第一编 进化

第一章 达尔文之前

一、神创论

“我们从哪里来？”

从人类诞生之日起，就被这个问题困扰着。所有的人类文化，对世界、生物和人类的起源都有自己的解释，而在科学产生之前，这样的解释往往是超自然的、神秘的，以创世神话的形式表现出来。几乎每个民族都有自己的创世神话，有的甚至有多种版本。但这些神话的基本格式都类似，都是为了说明宇宙如何从混沌中产生，无物如何变为有物，人又是怎么出现的。

最早的创世神话为两河流域的苏美尔人所创作，在流传至今的楔形文字泥板《七表诗》中，描述了在创世之前有一对神灵，男神为淡水海洋阿斯普，女神为咸水海洋梯阿马特，二神生下了众多神灵，后来神之间发生大决战，一方以梯阿马特为首，一方以梯阿马特的曾孙、众神之王马尔都克为首。马尔都克战胜梯阿马特，将她的身体一分为二造出天地，又用梯阿马特的主要支持者金古的血液造出人，并强迫人膜拜神。

古埃及没有很明确的创世神话，众说纷纭。早期的说法也认为太初只有水和女神努恩，努恩造出男神阿图姆。在后来的版本中，阿图姆成了最早的创世神，他把精液与尘土混合（另一个版本说是用唾液），造出弟弟、空气与生命之神苏和妹妹、湿气女神特夫那特。苏和特夫那特交配生下那特和盖布。在那特在上、盖布在下相结合的时候，苏把他们分离，分别成了天和地。他们生下了下一代的神，神继续繁衍，最终产生了人类。

古希腊神话也认为太初只有水，女神尤利诺姆将天空从水中分离出来，并用北风造出一条蛇欧菲恩。尤利诺姆与欧菲恩交配，变成一只鸽子，产下一个蛋。欧菲恩将蛋孵化，从中生出了天体、大地、动物和植物。

古印度神话也认为太初只有水，但是水中并无神，而是出现一个金蛋，孵出梵天大神，梵天以两半蛋壳创造天地，然后从其身体的各个部位诞生万物。

还有的神话颇为离奇，例如某个印第安人部落认为神用一只在原始海洋上游泳的鸭子的蹼足上粘着的泥土造出大地和生物，而西非某个部落则认为世界是在蚂蚁的排泄物中产生的！

这些丰富多彩的故事是一笔宝贵的文学财富，但从科学的角度看，则是毫无价值的幻想。有一部分可能较为原始的创世神话显然是从生物世界得到的灵

感,认为世界是从一颗种子、一个蛋起源,或某种强大或生殖力旺盛的生物产生的。另有一部分创世神话则更具有行而上的意味,应该是在人类有了宗教之后才出现,认为世界万物是由神创造的。这种神创论在世界各地的多种文化中都可以找到,尽管它们的细节各不相同,但也可以发现一些共同特点,例如神是全知、全能的,单独存在于世界之前,他对世界的创造是深思熟虑的,细致有序的,并且是有目的的。

在形形色色的神创论中,与生物学的历史密切相关的是基督教所继承的希伯来创世神话。它的依据是《圣经·创世记》的前面几章,特别是第一、二章。按照传统的说法,包括《创世记》在内的《圣经》首五卷,是摩西在上帝的启示下写的。细心的读者会发现摩西不可能是这五卷的作者,因为在《申命记》的最后记载了摩西之死。事实上,首五卷不是某个人的作品,而是在很长的历史时期内集体创作的产物。最开始很可能是通过口述流传,大约在公元前一千年间,才开始用莎草纸纪录下来。现代研究《圣经》的学者通过分析首五卷的语言风格以及其他文献相比较,认为它有四种文本来源。大约在公元前 450 公元前 400 年间,有人把所有这些版本做了编辑、加工,合在一起形成了和我们今天看到的差不多的版本。

在《圣经》编撰过程中,编辑者虽然做了处理,力图让内容保持一致,但矛盾之处仍然比比皆是。神创论者作为主要依据的《创世记》前两章,就讲了两个很不相同的神创故事。第一章和第二章的前三句及第四句的前半部分,被认为来自一个较晚近的文本,上帝被称为伊洛希姆(Elohim,诸神),体裁类似于颂歌,是“巴比伦囚虏”时期(在公元前 586 年,新巴比伦国王尼布甲尼撒二世攻占耶路撒冷,将几万名犹太人掳往巴比伦,直到公元前 538 年波斯攻陷巴比伦,才把他们放回。这段历史时期,在犹太历史上称为“巴比伦囚虏”)前后犹太祭司参照巴比伦神话创作的,被抽象成了一周七天内创世:

第一日,神在黑暗、浑沌和水的大地创造光、昼夜。

第二日,神创造天,将上面的水和下面的水分开。

第三日,神分离陆地和海洋,创造出种子植物。

第四日,神创造出日、月和星星。

第五日,神创造出水生动物和飞鸟。

第六日,神创造出牲畜、昆虫、野兽和男女。

第七日,神安息了。

从第二章第四句后半部分一直到这一章结束,是来自于更古老的文本,其体裁类似于民间故事。它讲了一个完全不同的神创故事。上帝首次被称为雅赫维(被基督徒错误地读成“耶和华”。在希伯来《圣经》中,上帝的名字仅记做 YH-WH。犹太教禁止口呼上帝的名字,读经读到 YHWH 时,改读成 adonay,意思

是“吾主”，有时也把 adhonay 的元音符号写在 YHWH 下面。中世纪基督教神学家误以为这是标记 YHWH 的元音，于是将 YHWH 还原成 Yehovah，即耶和華。根据近代学者的考证，正确的读法应是 Yahweh，即雅赫维），而且没有提到创造的天数。有些学者因此认为在这个故事中，所有的创造都是同时发生的。但是根据叙述的语气和上下文关系，我们可以推导出如下的创造顺序：

大地没有草木，也无人耕种。

雅赫维用地上的尘土造出第一个人亚当。

雅赫维建造伊甸园，创造出植物。

雅赫维为了不使亚当感到孤独，用土创造走兽和飞鸟。

雅赫维用亚当的肋骨造出第一个女人夏娃。

在这个版本中，没有提到创造光、水、天、陆地、日月星辰，暗示着它们已预先存在。然后，男人首先被创造出来，之后是植物、动物和女人。而在前一个版本中，生物被创造的顺序却是植物、水生动物和飞鸟，最后是其他动物和男女。

早期基督教神学家已意识到这个矛盾，并试图使之调和。当时大多数神学家将七天创世采用为神创故事，而其他神学家则采用另一版本。后来，神学家们同意，既然《圣经》是上帝的话语，两个版本都必须被无条件地接受：我们必须同时相信上帝在六天之内和同一时间内创造世界万物。根据古罗马神学家奥古斯丁（Saint Augustine, 354-430）的看法，《圣经》的权威大于人类的智力，我们觉得两个创世故事相互矛盾是因为我们智力有限。这实际上拒绝了任何理性探讨的企图。

总之，神创论认为世界万物是依靠超自然的力量形成的，创造只有一次，其结果是一个没有变化的静止的世界，而且历史非常短暂。这些观念是和进化论格格不入的，成了进化论诞生和传播的最大障碍。

二、理念论和目的论

与神创论相反，科学是一种自然主义的世界观，试图用自然力量解释自然现象，而不借助于任何超自然的力量。科学也是一种方法论，以实证为依据，以逻辑为工具，力图在观察或实验的基础上，对发现的自然现象提出合乎逻辑的自然解释。自然主义、理性和实证方法，是科学思想的三大不可分离的特征。这种思想，是几位古希腊自然哲学家的发明，其中最重要的有三位：第一位西方哲学家、几何学的创始人泰勒斯（Thales，约公元前 625 公元前 547）也是第一个尝试完全用自然因素解释自然现象的人，奠定了科学的自然观，世界万物都被视为自然因素相互作用的结果，跟神无关。毕达哥拉斯（Pythagoras，约公元前 570-500）坚信自然界并非杂乱无章，而是有完美的规律可循，从而奠定了科学的规律观。德谟克利特（Democritus，约公元前 460 公元前 370）将原子论创建成了一个精

致而完备的体系,试图根据少数基本观念解释整个世界,并且以数学为工具,加以定量的研究,因此奠定了科学的还原观,还原分析成了科学最重要的方法。

但是这些所谓前苏格拉底哲学家对西方思想的影响都比不上苏格拉底的学生柏拉图(Plato, 公元前 427/347)和柏拉图的学生亚里士多德(Aristotle, 公元前 384/322)。柏拉图哲学思想的核心是理念论(也称做形式论),他把世界分成了精神世界和物质世界两部分,认为我们在物质世界中所观察和感觉到的一切事物,都不过是对精神世界中潜在的“理念”或“形式”的虚幻的反映,是理念的摹本。理念是完善而永恒的,而事物则是不完善的、变化着的。例如,“马”是一种理念,它并不指特定的任何一种有形的马,不存在于空间和时间中,因此是永恒不变的。而存在于感官世界中的特定的马,却是会变化、死亡和腐烂的。

所谓理念实际上是我们对经验进行归纳,抽象而得的概念。我们从形形色色的马的个体归纳出“马”的概念,让我们能够抽象地思考马,而不是某匹特定的马。这种归纳使我们能够使用抽象的概念进行交流,同时也使我们在日常生活中可以区分马和牛,而不至于“风马牛”。但是,并不是所有的马或牛都是一样的,归纳的结果总是简单化的,而我们的经验也会影响到归纳的准确性,因此归纳并非总是可靠的。

然而,柏拉图的理念论却认为只有理念才是真实可靠的,才是实在,除此之外一切都是实在的幻象。在《理想国》一书中,他曾讲述了这么个著名的寓言:没有哲学的人们被比喻成是囚禁在洞穴中的囚犯,他们面对墙壁,观察壁上变幻的、歪曲的影子,这些影子是身后的物体所投下的,但是他们被锁链锁住,无法回头直接看这些物体。因此他们只能把观察到的那些歪曲的影子当作真实,而实际上只有背后那些物体才是“形式”或“本质”。因此,在柏拉图看来,通过感官所得对事物的认识只是“意见”,是对现实有缺陷的、不真实的反映,只有对理念的认识才是真正的知识。柏拉图并进而认为,人出世前灵魂就已具有了对理念的认识,但是灵魂投生肉体以后,被肉体玷污而暂时忘却了,人们只有摆脱肉体的干扰,才能唤起自己的灵魂对理念的回忆,从而获得真正的知识。因此柏拉图认为,物质世界是不值得研究的,从中不能产生真正的知识。这种理念论实际上是一种蔑视经验的唯心论,是与现代科学格格不入的。

柏拉图的理念论同时也是一种本质论,认为事物有一个永恒的、真实的本质。这更是与现代生物学的观念格格不入的。不错,不同的马可以说是“马”这个概念的不完善的“摹本”,但是这种多元化并非是“实在”的不完善的反映,它们本身就是实在,也只有在这些实在的基础上,才能进行归纳:没有马的个体,也就没有“马”的概念。另一方面,“马”这个概念只是对马的不同个体所表现出来的一些共同特征的归纳,反映的是由不同的马组成的群体特征。既要注意到马的共同特征(所谓“本质”),也不可忽视马的个体差异,后者并非不重要,在一定条

件下是更重要的,它们有可能改变马的本质,马的本质并不是不可改变的。达尔文和孟德尔都不同程度地意识到了这一点,因此都特别重视生物个体的变异。柏拉图的哲学思想对后来的西方思想有深远的影响,但是对现代生物学观念的产生和被接受却起到了重大的阻碍作用,以致有人说柏拉图的著作对生物学是一场大灾难。

亚里士多德在一定程度上继承了柏拉图的哲学思想。他相信理念论,也相信物质与精神的二元论。但是与柏拉图不同,亚里士多德并不把物质世界和精神世界截然分开,相反地,他认为形式和物质是结合在一起成为一个整体的。因此,在物质世界中的每一种物体,都同时由形式和物质组成,他将这个观点称为“形式质料说”。因此,与柏拉图不同,亚里士多德认为物质世界是值得研究的,从中是能够产生有价值的真正知识的。既然物质世界是不断变化的,又如何解释这些变化呢?亚里士多德认为所有的变化,都可以用四种因素——“因”——中的一种来解释,他称之为物质因、形式因、作用因和目的因。物质因解释物体是由什么物质组成的,形式因解释物质采取的形式,作用因解释该物体是如何开始的,而目的因解释该物体的结局或目的。这四种因中,对以后生物学观念的发展影响最大的是形式因和目的因。形式因的说法源自柏拉图的形式论,任何物体的形式因变化都是因为其中具有柏拉图的形式,在生物中,这个形式等同于灵魂,植物有最低级的营养和生殖灵魂,动物除此之外还有感觉灵魂,而只有人具有能够推理的理性灵魂。亚里士多德在研究生物体的发育时,认为发育的最后阶段(成体)解释了在早期阶段发生的形态变化。在他看来,一个胚胎之所以能够发育成人,是因为它蕴涵着人这种形式(形式因),其目的是要发育成完整的人(目的因)。亚里士多德还区分了潜在性和实际性,认为所有的变化都涉及从一个潜在状态到实际状态的变化,因此,在亚里士多德看来,胚胎是潜在的人,而婴儿则是实际的人。

目的因的说法在后来被发展成了目的论。亚里士多德的“目的因”只是表明生物体一种内在的属性,但是“目的”也暗示了有意识的创造,因此生物体及其器官似乎是为了某种特殊的目的而被设计出来的(眼睛是为了看、耳朵是为了听而设计的),而每一个物种也都是为了实现某个目的而创造出来的(猫是为了抓老鼠、猪是为了让人吃而创造的)。罗马帝国的老普林尼(Gaius Plinius Secundus, 公元 2379)即声称所有物种都是为了人的需要而创造的。但是这个目的是由谁来设定的,又是由谁来创造的呢?在基督教统治欧洲之后,目的论就与基督教的神创论结合起来。上帝不仅创造万物,而且为万物设定了目的,如中世纪神学家阿奎那(Thomas Aquinas, 1224-1274)所言:“因此有某个智能存在指导着所有的自然事物达到其结局,而这个存在我们称为上帝。”

三、设计

我们所处的世界，特别是生物世界，似乎是既复杂又和谐有序，就像是被有目的地智能设计出来的。从柏拉图、亚里士多德开始，这种设计现象就被用于证明造物主——上帝——的存在。古罗马演说家西塞罗（Marcus Tullius Cicero，公元前 106 公元前 43 年）用一个著名的例子说明了这一点：“当你看到一个日晷或一个水钟，你看得出它是通过设计而不是偶然来报时的。那么，既然宇宙拥有一切东西，包括这些制造物本身及其制造者，你怎么能够想像宇宙作为一个整体是没有目的和智能的呢？”阿奎那在《神学大全》（Summa Theologiae）中列举了用于证明上帝存在的五条论证，其中第五条就是“来自设计的论证”。不过，在中世纪，神学家们通过研究上帝的“话语”——《圣经》——以及自己的神秘体验来领悟上帝的旨意。这被称为神启宗教。但是人人都可以自称灵机一动或在梦中获得上帝的启示，可以对《圣经》做出独特的解释，又该听谁的呢？罗马教会一度掌握了对《圣经》的解释权，但是在宗教改革运动之后，有众多的信徒不再接受这个权威了。

到 17 世纪，随着现代科学的兴起，出现了一个用客观的科学标准证明上帝的存在的思潮。一些信徒们试图通过研究上帝的“作品”——大自然——来领悟上帝的旨意，有的甚至认为这比研究《圣经》还要可靠。《圣经》在传抄过程中会出现错误（研究《圣经》的学者们也早已发现《圣经》中的种种自相矛盾之处，为了自圆其说而伤透脑筋），但是上帝的作品却无法篡改，是真理的体现。这个流派被称为自然神学。这个流派在英国特别流行，牧师兼博物学家约翰·瑞（John Ray，1627-1705）在 1691 年出版的《体现在创造作品中的上帝的智慧》（The Wisdom of God as Manifested in the Works of Creation）是它的经典著作。一个多世纪后，尽管遭遇启蒙运动的挑战，自然神学仍然生机勃勃，另一名英国牧师威廉·佩利（William Paley，1743-1805）在 1802 年出版的《自然神学》（Natural Theology）一书描述了许多生物体复杂结构以及它们对环境的巧妙适应的例子，对年轻的达尔文有很大的影响。在 19 世纪 30 年代，这个运动达到了顶峰：布里吉瓦特伯爵（Earl of Bridgewater）留下一大笔遗产供编撰、出版系列论文集论述“上帝在创造作品中的威力、智慧和仁慈”。这个多达八卷的论文集由众多著名科学家撰写，涵盖天文学、物理学、气象学、化学、矿物学、地质学和生物学，列举大量的科学事实证明上帝的存在。

自然神学的基础是“来自设计的论证”：世界——特别是生物体的构造——是如此复杂而有序，它们不可能是随机自然形成的，而只能是由一个智能设计者有目的地创造出来的。佩利在其著作中生动地论述了西塞罗已经想到过的“手表类比”，给读者留下深刻的印象，以后经常被作为佩利的发明提及：设想你走过