

二十世纪的生命科学

〔美〕G·E·艾伦 著

谭茜

田铭

王云松 译

北京师范大学出版社

二十世纪的生命科学

[美]G. E. 艾伦 著

谭茜 田铭 王云松 译

彭奕欣 审校

北京师范大学出版社

二十世纪的生命科学

〔美〕G. E. 艾伦 著

谭茜 田铭 王云松 译

彭奕欣 审校

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京通县印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：11.75 字数：248千

1985年1月第1版 1985年8月第1次印刷

印数：1—10,500

统一书号：13243·69 定价：2.30元

译 校 者 序

十九世纪中叶，达尔文进化论问世，推动了生物学蓬勃发展。自此以后，大体上经历了进化生物学、实验生物学和分子生物学三大时期，其间原有的学科得到了充实和发展，有的学科发生了渗透和综合，同时还产生了不少的新学科。百余年来，生物科学各个领域文献浩瀚，硕果累累，但总结或概述这一阶段的生物学史的专著，在世界上仅有很少的几本，而且侧重早期工作的居多，阐述近几十年发展的极少。美国著名学者G. E. 艾伦写的这本《二十世纪的生命科学》，在一定程度上弥补了这个缺陷。由于这本书内容丰富、结构严谨、重点突出、论述简明，所以在西方学术界有一定影响，1975年在美国出版后三年，又由英国剑桥大学出版社于1978年进行重印；它目前仍是西方大学有关现代生物学史课程的一部基本教材或主要参考书。

本书概述了十九世纪末至二十世纪六十年代这段时间生物科学的发展，同时，重点讲述了胚胎发育、遗传、进化、普通生理学、生物化学和分子生物学这几个领域的历史，并着重讨论了生物学如何从十九世纪的模式(博物学上的描述和推测，生理学上的机械论)转变为二十世纪的模式(实验性和分析上的严密性和综合性)。这样，通过专业来说明科学思想的发展，可使读者在无数错综复杂的历史事件中，获得一个关于现代生物学发展趋势的明确概念。

本书除“导言”外，共分七章：第一章讲达尔文进化论对生物学各个领域的影响；第二章讲实验胚胎学的兴起；第三章讲遗传与进化；第四章讲到本世纪三十年代为止的普通生理学；第五章讲遗传学分别与胚胎学和进化论的综合；第六章讲本世纪生物化学的主要成就；第七章讲分子生物学的起源和发展；最后介绍了二百多部(篇)有关现代生物学史的文献或著作，为有志于研究现代生物学史的读者，提供了一份比较全面而丰富的文献资料目录。

本书对七十年代以后的新进展还没有概括进去，对微生物学、免疫学、生态学、古生物学、动物行为学、体质人类学、心理学、优生学以及遗传工程等等学科的内容亦未加讨论，作者希望有另外的著作来完成这个任务。

本书的“导言”及第六、七章由谭茜翻译，第一、二、四章及索引由田铭翻译；第三、五章及“文献提要”由王云松翻译。全书译稿由彭奕欣统一审阅校订。在译校第五章第Ⅱ部分及第七章时，参考过吴晓江、葛松林同志在《科学与哲学》上的译文。

为了向我国读者介绍现代生物学的发展概况和总的趋势，我们不揣谫陋，花了很大气力译校了这部著作，希望对读者——特别是青年读者了解这部分科学遗产有所帮助，并进一步引起大家研究现代生物学史的兴趣。限于我们的外文和业务水平，缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

译校者

1984年5月于北京

志 谢

许多人都为本书的出版作出了贡献:有的提出批评意见,有的则提供大量必要的实际帮助。汤姆斯·霍尔(Thomas Hall)、朱迪思·斯瓦伊泽(Judith Swayze)和罗伯特·科勒(Robert Kohler),分别阅读了各部分手稿。他们的建议和批评,对本书的最后定稿极有价值。丹·莱恩(Dan Lane)和马尔文·内托威茨(Marrin Natowicz)帮助安排本书的插图和原始资料。路易斯·奎艾尔斯(Louise Quails)熟练地为本书的几个稿子打字。我十分感谢唐娜·比斯霍普(Donna Bishop)为本书编了索引。我也要感谢马萨诸塞州伍兹霍尔海洋生物实验室图书馆的支持,本书的大部分就是用了几个夏天的时间,在这个举世闻名的实验室写成的。没有珍妮·弗西登(Jane Fessenden)的帮助和她的合作,要完成包括材料如此广泛的细审任务是不可能的。最后,我要特别感激我的妻子,她带病完成了异常繁重的校订工作。

G. E. 艾伦(G. E. Allen)

目 录

志 谢	
导 言	1
第一章 达尔文的思想对十九世纪后期生物学的影响	19
第二章 形态学的变革 I：实验胚胎学的兴起	43
第三章 形态学的变革 II：遗传与进化	66
第四章 机械唯物主义及其变形：普通生理学，1900—1930	107
第五章 学科的综合：胚胎学、遗传学和进化论，1915—1960	159
第六章 生命的化学基础：二十世纪生物化学的发展	204
第七章 分子生物学的起源和发展	252
文献提要	306
索 引	355

导 言

尽管我们给这部书起名为《二十世纪的生命科学》，但是，与其说它讲述的是整个二十世纪的生物学的历史，倒不如说它只选择地讲述了生物学这个广阔领域中的几个方面的历史。这几个领域的形成和发展，反映了广大范围的特征，此种范围已属于普通生物学的范畴了。我将把注意力集中在从1890年到1965年间生物学发展中的几个历史问题上，并将列举一些生物学分支学科的例子来回答这些问题。

显然，在十九世纪九十年代、二十世纪二十年代和六十年代，生物学家们已奠定了各种生物学的理论基础，这些不同的见解已对种种生物学现象做出了可以让人接受的解释。这些理论有什么不同？它们是如何形成的？生物学内部和外部的哪些因素影响了这些解释生物现象的标准发生改变？本书在概述二十世纪生物科学发展的同时，将对这些问题作出一些尽可能合理的回答。这些准备探讨的生物学原则，不仅引起了处在思考阶段的生物学家们的极大关注，而且已经在非科学家中产生了深远的影响。我所选择论述的几个领域是：胚胎发育（重要的是细胞和组织的分化），遗传（主要是孟德尔学说和染色体理论），进化（反达尔文主义、新达尔文主义和综合理论），普通生理学（生理的调控机制），生物化学和分子生物学。以上的选择显然忽略了一些有重要影响的领域，如免疫学、原生动物学、细菌学、生态学、古生物学、动物

行为学、心理学和体质人类学等。同样，一些重要的、对生物学有影响的或直接发端于生物学的学科如优生学、遗传工程学、环境决定论(environmentalism)和行为主义(behaviorism) (以及它们和社会科学的关系)、原子辐射问题、还有最近提出的环境危机(environmental crisis)问题，统统都被省略或仅作简短的论述。

省略这些并不意味着这些领域或研究范围不重要，也不是不如本书所选择的那些领域重要。但如果历史的意义不是停留在枯燥的记录“事实”上，而是要去探寻事件背后的原因，要描述任一时代的人与各类思想之间的复杂的内在联系，那末，这样的选择就是必要的。历史学家最重要、最有前途的任务，就是选择能代表过去年代整个结构的小部分问题加以研究。诚然，会有许多评价任何一阶段的历史和思想体系的方法，这使得历史成为一门丰富的和意义深远的学科。毫无疑问，另外一位历史学家在研究这个阶段的历史时，由于受了不同思想倾向的影响，或查阅了不同的事实资料，完全可以作出不同的选择。然而，历史是有其真实性的，而对一些事件和思想进行选择，更能忠实地描绘出这种历史的真实性。于是，我就试图提出我认为是生物学从十九世纪进入二十世纪时所面临的一些基本问题。面对这些问题，生物学从根本上改变了它的方向，生物学家们至今仍在为这个方向的改变而继续奋斗着。

假如本书有其经久不衰的价值的话，那它的价值就在于它提出的问题要比它回答的问题多得多。我并没有由此引出明确肯定的结论，而是提出一些有影响的领域以及人与各种思想之间、一种科学和另一种科学之间、或科学与哲学之间

的相互关系和相互影响的问题。没有一种科学是产生于真空的。历史学家的任务之一就是去揭示社会和历史背景对科学产生的影响，以及科学对其周围社会所产生的影响。然而，这些影响和关系常常是难以捉摸的，两个平行的领域是不能证明出因果性的联系的。假如某些读过这部书的人能被促使去更深入地研究我提出的问题和论点，那末，写这本书的目的就算达到了。历史不是静止的，事物和我们对它们的了解也在不断地变化着。所以，一部好的历史著作应力图精辟地提出自己的论点，使别人能更深入地进行研究并且超过它。

在错综复杂的科学历史中，常常要弄清什么是“内在论者”(internalist)和“外在论者”(externalist)的观点。“内在论”的科学史更多地注意智力性的科学史，即有关某些思想的起源和如何从一位科学家或一个时代传给另一位科学家或另一个时代的问题。它的宗旨是较多地侧重从专业方面来阐明科学思想的发展〔比如，遗传的染色体理论是怎样发展的？瓦勃(Warburg)的生物化学氧化理论怎样来自他对整个细胞呼吸的研究？等等〕。“外在论”的科学史则更多地涉及到社会、政治、哲学和经济等因素之间的相互影响(科学在社会中的普遍作用)，以及科学思想产生于其中的特定的历史时期。它探寻孕育了科学思想的文化条件以及科学思想对未来文化方向的影响等。本书主要讲述“内在论”历史。就本书的篇幅来说，必须选择一个叙事的统一线索。在许多方面，“外在论”的科学史也许对一般读者更有意义，可是在象普通科学史，特别是生物学史这样年轻的领域中，“内在论”的观点在许多方面必然先于“外在论”。在提出一门学科的发展是如何受社会的影响，或这门学科是如何作用于整个社会的这个

问题之前，有必要首先具体了解一下这门学科的发展过程。

最初，这本书被设想成以介绍二十世纪生物学本身发展的一些模式的方式来写的。然而，在最近的几年里，本世纪生物学与社会的关系问题日渐成为首要的问题。遗憾的是，诸如原子辐射的诱变效果、化学战和生物战(包括除草战)、遗传工程、人口控制、“绿色革命”、社会达尔文主义和优生学(包括当前对智商(IQ)、遗传和人种的争论)，这些专题都不得不舍去。如果包括了它们，就不得不对本书的主要部分进行删节和重写。一部书不可能也没有必要最终符合所有人的意愿，那些专题将是勇敢和乐观的人所渴望的另一部著作的主题。

当代生物学：一个轮廓

1950年至1970年的二十年间，生物科学经历了巨大的突破性的变化。特别在遗传学、生物化学、细胞生物学和分子生物学中，已解决了上世纪中叶提出来的许多问题。但这样的突破性变化，并非当代生物学所独有。类似的飞跃和富有成效的发展时期，在十七世纪、十八世纪、十九世纪中叶和二十世纪的最初二十年都曾有过。在每一个这样的时期里，对某种思想、某个研究领域和某种方法论的研究尤为重要。对历史学家来说，把这些占支配地位的论题作为表示生物学发展的不同阶段的特点是重要的。

当代生物学有几个主要特征，其一就是坚信所有生物学问题最终都能在分子水平上加以研究。但这个观点并不认为在其它水平上(如细胞、器官、个体或群体水平)对有机体的研究是无价值的。事实上，一些生物学家越来越意识到，在

高级水平上研究有机体和低级水平即分子水平上研究有机体是同样重要的。那种认为把复杂的生物学现象还原为其简单的组成成分(细胞或分子)就能得到充分说明的观点,在二十世纪七十年代初期的生物学家中,已不如先前那样流行了。尽管如此,二十世纪五十年代和六十年代初期的分子生物学革命,仍然十分强调试图在更大规模、更高水平上研究生物现象的相互作用之前了解生物现象产生的分子基础的重要性。

高度重视实验是当代生物学的另一个特点。二十世纪,生物学家们在力求使他们的研究领域成为具有实验分析方法的精确的科学领域方面,作了持续不断的努力和尝试。但这并不意味着要详尽地介绍较精确的测量和描述方法(例如,电子显微镜的应用或以蛋白质结构作为鉴定物种的方法),而是要介绍一种研究方法:即以这样的方式形成假设,然后用实验来检验由假设得出的推断。尽管这种方法着重强调操作,但实验既是一种思考的方式,也是某种特定操作的行为。基于这一点,可以概括成两类假设:可实验的(以实验为条件)和不可实验的(不以实验为条件)。假定植物幼苗在生长时变绿是由于内部的需要,这就是一种不可实验的假设。它也许是对的,但没有可信的方法去证明这种假设的对与否。另一方面,假定植物幼苗变绿时需要阳光则是可以实验的,我们可以把一簇幼苗放在阳光下,另一簇放在黑暗中,如果两组幼苗都变绿,那么就证明这种假说是错的,应予否定。其它的因素也可用此种方法去检验。反之,如果暴露在阳光下的一组幼苗变绿了,而在黑暗中的一组却是苍白的,那末这种假说就是站得住脚的。实验模型思想的加强,是伴随着操作过

程而加强的；正是这种加强，赋予了生物学过程研究的精确性。这就使区分两种不同的设想成为可能。

强调实验和生化分析，常被认为是现代生物学家已经否定了那些在过去十分流行的观察和描述的方法，认为那是博物学的范畴。不过，这些年来，生物学家在接踵而至的分子水平研究成功的热潮中，也常屈尊地谈起“单纯观察”或“旧式的描述方法”。这些方法对任何生物学的(或科学的)研究依然是必要的基础。每一种研究都始于一个或另一个观察，无论是研究野外条件下的生物体，还是研究试管中酶的特性，都是如此。在进行实验的时候，现在的观察家对细节或异常现象的敏锐，比起先前谨小慎微的显微镜学家或野外博物学家来，是毫不逊色的。确实，现代生物学家要求的不仅是观察和描述生物体及其活动过程，而且是远远超出了这个水平范围的研究。这些要求是要用实验分析的方法和力图在不同的水平上研究种种生物过程，其中主要的是研究分子水平的相互作用。

二十世纪生物学所呈现的各种因素

本书的主要目的是向人们介绍生物学如何从它十九世纪的模式(博物学上的描述和臆测；生理学上的机械论)转变成为二十世纪的模式(实验性和分析上的严谨性和综合性)。促使二十世纪生物学在方法上和内容上具有上述特征的，是上世纪后半叶和本世纪前半叶物质科学(如物理学和化学)发展的影响。十九世纪八十年代和二十世纪二十年代的生物学家，一直期待着采用物理学家和化学家进行科学研究时所实施的方法。生物学家感到，从事物理科学的人经常把真理精确性

的矛头指向他们，说他们的领域是不科学的——因为他们不能精确地证明他们的结论，他们的许多证据的线索是不完整的和无说服力的。最重要的是，他们承认，生物学中的普遍规律（从达尔文的自然选择学说生物发生律及融合遗传的概念）很少有能用实验来加以验证的，而在实验这个“堡垒”上，十九世纪的物理学和化学却树起了胜利的旗帜。十九世纪的最后四十年，所有这些问题，在围绕着达尔文工作的热潮中，均已明显地暴露出来了。达尔文及他的追随者与反对者之间的争论，产生了众多的分歧观点；然而，没有一个是可用明确的实验来检验的。诚然，在生物学的一个领域——生理学中，一直应用着实验的方法。不过，在大多数其他领域中，除了十九世纪后期的细菌学和生物化学以外，并不存在实验的应用，或者充其量也不过是偶尔才使用的。1890年以前，在细胞学、胚胎学、进化论、人口学及野外生物学等领域中，均无实验的传统。甚至通过杂交实验来研究遗传，与其说它是一门精确的实验科学，还不如说它是一种艺术——特别是有实践经验的育种家手中掌握的一种艺术。直到二十世纪，实验方法才在整个生物学领域推广开来。

十九世纪，首先出现的具有明确实验性的领域是生理学。1847年，在柏林有一个叫做“医学唯物主义者”（medical materialists）的团体（主要成员有路德维希·冯·赫尔姆霍兹（Ludwig von Helmholtz, 1821—1894）、恩斯特·布鲁克（Ernst Brück, 1819—1896）等）曾发表宣言，呼吁把物理-化学方法重新引入生物学。他们指的主要就是实验的分析方法。他们把器官从身体上分离下来做灌注实验（就是把已知成分的溶液经过动脉和静脉输送到器官中去），他们用电流刺激肌

肉和神经，记录神经冲动沿着神经束传导的情形；以及测量离体晶状体、视网膜和脊椎动物眼睛其他部分的视觉特性。作为机械论者，他们把生物体看成是一架复杂的机器，认为人们可以用物理和化学的工具来揭示它的运动方式。他们的方法是还原论的方法，试图把生物体肢解开来，孤立地研究它的每一部分，把整体简化成它的组成成分来加以研究。他们的研究具有物理-化学的特点，所使用的测量和分析的方法，则直接取自于物理和化学实验室。他们的研究是实验性的，试图用生命系统来检验他们的假说，每次仅研究这个生命系统中的一个可变因素。十九世纪后期，由于弗朗西斯·麦金达尔(Francois Magendie, 1783—1855)、克劳德·贝尔纳(Claude Bernard, 1813—1878)、约翰·斯科特·霍尔丹(John Scott Haldane, 1860—1936)和其他人的工作，使实验的传统得以持续下来，并在生理学上得到了进一步加强。为了抵制柏林学派的过于简单化的机械论，他们寻求研究动物生理学中较大问题(包括许多器官和系统功能的整合问题)的方法。特别是贝尔纳的工作，强调了全部生理过程在保持身体整个内部环境稳定性上所起的重要作用。他看到了研究生理学的正确方向，主要是研究体液的化学组成是否发生了变化，而研究从整体分离出来的器官则是次要的。贝尔纳和他的追随者们的工作指出，既保证研究的实验性和精确性，又不单纯地落入机械主义的俗套是可能的。

对十九世纪生物学实验方法的发展有特别重要影响的，是十九世纪七十年代和八十年代在德国维尔茨堡(Würzburg)由朱利斯·萨克斯(Julius Sachs, 1832—1897)领导的植物生理学派。萨克斯运用化学分析的方法研究离子性质对植

物细胞的影响，以及叶绿素对光合作用的功能。他还进行了一系列精确的蒸腾作用的实验(水是通过叶片散失的)。萨克斯满脑子都是“柏林医学唯物主义者”的论点；他在现代物理化学方面也有很深的造诣；他是瑞典化学家、电离理论的创始人——斯万特·阿伦尼乌斯(Svante Arrhenius, 1859—1927)的密友。萨克斯的影响，通过他的教学工作〔他教过的学生当中有雅克·洛伊布(Jacques Loeb)和雨果·德弗里斯(Hugo de Vries)〕以及一本权威性的教科书(《植物学教科书》，1868)而流传开来。

十九世纪八十年代，实验方法从生理学传到了先前描述性较多的学科领域，首当其冲的是胚胎学，紧接着便是威廉·卢克斯(Wilhelm Roux, 1850—1924)的“发育机械学”(developmental mechanics)的兴起。卢克斯和他的拥护者们所创立的实验主义(experimentalism)是直接来自生理学的。不过，他们一直把物理学和化学作为科学努力的楷模，让生物学家们极力仿效。实验的研究从胚胎学扩展到细胞学和遗传学，最后又扩展到进化论。上述的每一例，都经历了从提出某些问题，到运用某些方法去解答这些问题这样一个转变过程，即先是描述和臆测，然后才是实验和定量的分析。到了二十世纪三十年代，大概除了古生物学和分类学(系统学)，大多数的生物学领域都因应用了实验分析以及物理的和化学的方法而取得了许多新进展。生物学家们(也许是反对者太多)总是提醒读者(他们把自己也设想为读者)，只有通过运用物理化学的还原论或精确的实验法，生物学才能取得坚实的进展。一些在诸如遗传学这样已经取得了巨大进展领域里的生物学家们，声称现在已到了“超脱”的境地，即生物学已

是和物理学及化学一样的学科了。

二十世纪初，大多数生物学家对物理科学的赞许，总有一定的距离，无论在概念上和时间内都是如此。事实上，大多数生物学家对物理学或化学知之甚少，他们所掌握的有关物理学和化学方面的知识，也往往是二、三十年前在学校里所学过的那些内容。因此，在实验室里应用的物理和化学知识与那些生物学家要用以革新他们的学科的物理学和化学之间总有差距。只是到了三十年代和四十年代，受过物理学方面训练并有成就的人步入生物学领域(特别是分子遗传学领域)之后，才使生物学取得了重大的成果。那些精通物理学并进行改革的生物学家们，只希望尽快地以间接的方式加以仿效。然而，要对生物学最重要的领域进行改革，使它运用实验的和物理-化学方法，光是仿效物理学是远远不够的。物理学本身不是一门静止的科学，相反，在生物学家们借用物理学方法的时候，物理学正经历着一场内部的、具有深远意义的革命。1890至1920年，由于X射线的发现和量子论及相对论的建立，引起了一场哲学上的大论战，它动摇了经典的关于物质及其实在性理论的基础。原子不再被看成是机械的物体——即坚实的、不可穿透的牛顿或道尔顿单位——而是具磁性、和亚原子粒子(subatomic particles)的电的中心。空间上的电子不能位于特定位置，而必须用概率领域的术语来加以描述。在化学方面也愈来愈清楚地知道，从所有亚原子结构和一种元素的性质，不能预测出它所参与组成的任一化合物的性质。再也不能简单地回答诸如什么是真正的物质，或什么是物质本性的问题了。事实上，有些东西似乎是无实体的，科学渐渐地被认为不过是人们施于宇宙之上的一种概