

5

1982

科学与哲学

研究资料

《科学对社会的影响》中文版 一九八三年征订启事

《科学对社会的影响》(季刊)是联合国教科文组织编辑出版的有关科学与社会方面的刊物。本社受该组织委托翻译成中文版。该刊第31卷(1981年)已经出版,第32卷(1983年)预订和前两卷(1981—1982年)补定手续。

《科学对社会的影响》杂志,着重围绕当代科学技术对社会特别是发展中国家的影响,从世界范围的多个角度进行分析、比较和探索。该刊从1950年创办以来,交流和传播了大量新情况和新概念,在国际间有一定影响,可供我国从事现代化建设的各界读者研究和学习参考。

该刊每期集中研究和讨论一个主题,1983年全年四期的内容是:(1)节约利用淡水资源;(2)明年是1984年(主要谈人与机器的关系);(3)天然产物的化学;(4)增进了解人的嗜好。

1981年四期内容是:(1)来源于科学的武器——文明的陷阱;(2)视觉:眼睛是大脑的一部分吗?(3)民用航空——社会发展的一支力量;(4)模型——作为塑造实在的工具。

1982年四期的内容为:(1)大自然的暴力——科学怎样帮助制服它们;(2)微生物:朋友和敌人;(3)气候:大气层中的物理学和化学;(4)玩具、游戏和科学。

每期定价0.50元,一年四辑二元,二年八辑四元,三年十二辑六元。

信汇:北京,中国人民银行海淀办事处转本社,帐号:8901—363。

邮汇:北京友谊宾馆西北区20单元本社。请在邮汇单内写明单位全称(科、系、馆、室),详细地址、收件姓名及订购份数(如因单位地址不详,邮寄后收不到无法负责)不收邮票和现金。

中国科学院自然辩证法通讯杂志社

1982.9.

科学与哲学

(研究资料)

1982年第5辑

(总第23辑)

现代生物学史与生物学哲学专辑

目 录

编者前言.....	(1)
✓分子生物学的起源与发展.....〔美〕 G. 艾伦	(3)
分子生物学的实质.....	(5)
分子遗传学的化学和物理学背景.....	(7)
结构学派的研究.....	(8)
信息学派的由来.....	(10)
遗传生化学派的发展.....	(13)
信息学派联合研究的发展.....	(22)
✓进化论的综合.....〔美〕 G. 艾伦	(45)
走向群体遗传学的最初步骤.....	(45)
孟德尔遗传学和自然群体的研究.....	(49)
自然选择的综合理论.....	(55)
✓科学还原与整个科学本质上的不完全性〔英〕 K. 波普尔	(68)
✓战略的改变：十九、二十世纪生物学和医学 研究中还原论观点的比较...〔美〕 J. 古德菲尔德	(88)

生物学的还原论与世界观

.....〔苏〕C.P.卡尔宾斯卡娅(107)

人类的进化.....〔美〕冯平观(119)

生物学中关于前进的概念.....〔美〕F.阿亚拉(134)

类比与模型在生物发现中的作用

.....〔法〕G.坎吉姆(148)

不同的模型、技术和推论相互作用的一个

范例：现代遗传学理论的建立

.....〔美〕B.格拉斯(162)

处于生死边缘的生命.....〔美〕B.伦斯贝尔格(187)

· 书 评 ·

《动物的社会行为》...〔美〕肯特伍特, D.韦尔斯(196)

八月五日付印

编者前言

生命科学的迅速发展，不仅改变了经典生物学在整个科学中的地位，而且给技术科学和社会科学带来了巨大的冲击和影响。为了使生命科学在社会主义现代化建设的伟大事业中充分发挥作用，我们就应该努力认识它的特点和规律性，为此也就要从科学的历史、哲学和社会学的角度去考察它。

分子生物学，自1978年全国科学大会被列为一大带头学科以来，受到了人们的普遍重视。关于分子生物学的一般知识在报刊上做了很多宣传，书也出了不少，但关于分子生物学发展的历史则介绍得比较零散。针对于此，我们从G·艾伦所著《二十世纪的生命科学》(Life Science in the Twentieth Century)中选译了《分子生物学的起源与发展》这一章，供读者了解这门科学是怎样经过百川合流而终至一泻千里的历史过程。

达尔文进化论是人们很熟悉的，然而，关于从达尔文主义到现代达尔文主义(现代综合进化论)的转变，由于某些特定的历史原因，对于我国很多科学工作者和哲学工作者来说，还是知识上的一个缺环。《进化论的综合》一文具体地分析了契特维里柯夫、费希尔、霍尔丹、赖特和杜布赞斯基等人的贡献，回顾了达尔文的自然选择学说与群体遗传学相结合而产生现代达尔文主义的历程。

四人帮倒台之前，国内曾经掀起过一个批判还原论的小小浪潮。无庸讳言，当时是出于一种政治需要。四人帮倒台后就此问题的反击，基本上是政治方面的清算。实际上，国

外关于还原论的争论已持续了很多年，而且讨论得比较深入。1972年，由F.阿亚拉和T.杜布赞斯基发起，许多国际知名的生物学家（其中包括K.波普尔这样的科学哲学家）在意大利开了一个生物学哲学问题的讨论会，其主题就是还原论问题。会议论文和发言后来被汇编成一本书：《生物学哲学研究》。前些年，有的同志本来已组织翻译，打算出版它的中译本，但因有些实际困难而未能如愿。我们从译文中选择了几篇，又另选几篇其他有关还原论的文章收入本辑，从中可以了解到关于科学家和哲学家们围绕还原论问题所阐述的各种观点。尽管分歧很多，我们还是会看到比较趋近之处，这就是——还原论作为一种方法论在科学实践中的指导意义及其在认识论上存在的陷井。

此外，本辑还收入了论述在生物学研究中运用模型方法和关于生物学中“前进”（或进步）概念的译文，后者是国内很少重视的一个重要的生物学理论问题。《处于生死边缘的生命》一文介绍了一项很偏僻但又富有哲学意义的发现，它向经典的生命定义提出了挑战，值得我们注意。

国内生物学史与生物学哲学的研究，与物理科学方面的有关情况相比，还是很薄弱和落后的。同时它也为中青年科学工作者提供了大可施展的舞台，诚望这方面的研究工作能够尽早扎扎实实地开展起来。

分子生物学的起源和发展

〔美〕G. 艾伦 (Garland Allen)

如果后世的科学家按照历史标志来认识二次世界大战后的四分之一世纪的话,那么,这段时间将被看作是“分子生物学时代”。当自然科学的许多领域以巨大的发展速度为特征时,恰恰在生物学领域,出现了最深远、最革命的发展。这些年,分子研究和生物化学研究的繁荣以及向深度和广度的结合,甚至会使本世纪最初十年间的大多数空谈理论的机械论者感到高兴。在胚胎学、遗传或进化这样一些领域,以前曾在组织、细胞或群体水平上进行过研究,逐渐表明在特定大分子的分子构成上具有共同的基础。对例如蛋白质以及稍后对核酸分子的结构和功能的研究,开辟了对生命系统的微观结构进行研究的崭新前景,并揭示了生物学广阔领域中的新关系,而过去对其共同基础仅能给以模糊的推测。

二十世纪四十年代和五十年代,当人们清楚地认识到核酸是遗传的主要物质,认识到核酸似乎负责指导蛋白质合成时,遗传研究再次成为二十世纪生物学中的一个革命的和居优势的领域。摩尔根学派的研究表明,基因可以看作染色体的实质性部分,但他们没有试图去研究基因的分子本质或关于基因的生物化学功能的任何东西。提出的问题是真实的,不过对问题的探讨是粗糙的和模糊的。这样,当合适的工具和技术能有效地用于集中研究细胞内特定分子的相互影响时,遗传学在二十世纪再次呈现出激动人心的前景也就不足为奇了。

然而，分子生物学从一开始、直到现在都超出了分子遗传学的范围。在遗传学中开了头，分子水平的探讨便扩展到其它领域，例如细胞生物学、生物膜结构和代谢途径的组合。考虑到分子生物学已经涉足许多方面，故本文主要通过遗传学这一领域追踪新生物学的起源。目的是要在内容和方法两方面探索一下分子生物学的根源。而在上述两方面，我们已在本世纪二十年代和三十年代做过考察。同时查看一下这些根源是怎样受到生物学本身固有和外部的因素影响的。

二次世界大战后，分子生物学的迅速成长，几乎完全发生在英、法、美三国。这种成就集中发生于几个国家，一方面是因为其他国家由于特殊的历史环境没有重视，也由于大多数有关国家的独断性。例如苏联不仅受到经济调整的支配，尤其是受到李森科运动的支配。李森科运动在几十年内将俄国遗传学家置于死胡同中。在西方看来，这种斗争事实上不可能使科学、技术得以迅速发展。当然，战争也确曾影响到西方资本主义国家。在为推行新殖民主义和帝国主义扩张的斗争中，失败的联盟（即所谓德、意、日轴心势力），财政和精神枯竭，才智耗尽（移民、死亡或监押），以至不能立即重新开始新的和雄心勃勃的研究规划。在西方，同盟国美、法、英获胜，较易重新连接科学发展的链条。这三个国家都享受了二十世纪三十年代中、后期中欧知识分子移民这一果实。这些移民带来了丰富的科学遗产。尤其是美国，从大战后，在财力和物力上比其它同盟国更充实。当美国力争迅速地从没落的欧洲殖民主义势力那里继承帝国主义统治的衣钵时，它的经济开始以空前的速度发展了。通过在国内外的经济扩张，财政资源能够有效地大规模地支持科学研究。而这种支持是亚细胞水平上的研究所需要的。分子生物

学是远比大多数古老的生物学领域更花钱的科学事业。只有经济充裕才能从事规模宏大的分子生物学研究。此外，美国以及稍差一点的英国，在以往近半个世纪中曾经是经典遗传学研究的中心，这一事实更有助于这两个国家继续进行遗传学的研究。

分子生物学的本质

近些年来，“分子生物学”这一术语很流行，并且被用来表达不同的含义。对有些人，它已经成为生物化学的同义语。对另一些人，它是为了赶上研究投资浪头的招牌。对其他一些人，它只不过代表亚显微结构生物学的一个分支，即研究直到分子结构水平的生物学。X射线结晶学家约翰·肯德鲁（John Kendrew）曾经指出，事实上，尽管“分子生物学”这一术语被频繁地使用，但许多分子生物学家甚至并不确切清楚他们的学科是什么。W·T·阿斯特伯里（W·T·Astbury）是“分子生物学”这一术语的创立者和宣传者之一，1950年他给分子生物学下的定义是：

“……专门涉及生物分子的形式以及这些形式向越来越高的组织结构水平上升的过程中的演化扩展和衍生物。分子生物学主要研究三维的和结构的方面；然而，这并不意味着，它仅仅是形态学的进一步精细化。它必须同时研究起源和功能”。

在同一篇文章中，阿斯特伯里对这一术语作了另一个补充：“分子生物学与其说是种技术，不如说是一种探讨途径，它用基础科学的观点，主导思想是以按相应的分子活动来探索经典生物学中的大量现象。然而，在许多方面，这个

定义是不完善的。它只是暗示了分子结构和功能之间的关系这正是当代分子生物学概念的要旨。

现今的“分子生物学”，不仅包括结构和功能因素，而且也包括信息因素。根据它们在细胞新陈代谢过程中怎样行使职责和它们怎样携带特定的生物学信息，分子生物学研究生物学上重要分子（如蛋白质和核酸）的结构。物理和结构化学的方法（例如晶体分子的X射线衍射和分子模型的建立）曾被用于研究分子结构，而生物化学方法曾被用于确认细胞内大分子如何相互作用以及大分子与小分子如何相互作用。正象我们今天知道的，历史上曾有三条路线参与分子生物学的形成。

1. **结构学的：**同生物分子的结构有关。

2. **生物化学的：**同生物分子在细胞代谢和遗传过程中怎样相互影响有关。

3. **信息学的：**同信息如何从有机体的一代传递给另一代，以及该信息怎样被翻译为特定的生物分子有关。

结构学的探讨特别与三维问题即分子的形状，以及在一定程度上形状如何确定特定的功能有关。信息学的探讨，传统上仅与一维问题即携带特定生物信息的分子各部分的直线顺序有关。生物化学的探讨似乎是处于两者之间。在当代的分子生物学中，所有这三种探讨方法被溶为一体了。因此，可以肯定地说，对任何分子现象的完整描述，必须包括结构学、生物化学和信息学三方面的资料。然而，通常在分子生物学、特别是在分子遗传学的历史上，情况并不总是这样。直到二十世纪五十年代后期，这些探讨方法仍作为三个相对独立的研究领域存在着。如我们所知，正是由于它们的融合，分子生物学才达到了二十世纪生物学的显赫地

位。

分子遗传学的化学和物理学背景

对遗传有重要作用的大分子的化学和物理性质的研究已有很长的历史。在这一段历史中，传统的生物化学和物理学的方法发挥了重要作用。尽管核酸是在1869年由德国化学家F.米歇尔(Friedrich Miescher,)发现的，但是直到进入二十世纪，核酸对遗传研究的重要性才被充分认识。倒是蛋白质从十九世纪早期开始就吸引了人们的相当注意。这部分地因为蛋白质在活体组织中数量丰富(比如与核酸相比较)，并且也由于十九世纪的思想家们，例如赫胥黎(T. H. Huxley)，强调了作为生命的物理基础的“原生质”的胶体性质。蛋白质被认为对确定胶体性质负有重大责任。此外，由于蛋白质的结构在二十世纪初至二十年代已经比较清楚，这些分子似乎特别适合于携带遗传信息。其构成要素(氨基酸)能够以各种方式排列，拥有储存大量复杂信息的潜力。蛋白质看来好象是具有这种能力的唯一生物大分子。

与对蛋白质的热衷相比，人们对核酸则缺乏注意。尽管在十九世纪六十年代和七十年代米歇尔已经清楚地指出了核酸在遗传过程中的可能作用，但是他的工作被几代生物化学家和遗传学家大大忽视了。二十世纪三十年代核酸被认识到是同蛋白质一样的多聚体。它们由五种含氮碱：嘌呤(腺嘌呤，鸟嘌呤)和嘧啶(胞嘧啶，胸腺嘧啶和尿嘧啶)构成。奇怪的是，直到二十世纪四十年代，核酸的决定性生物学作用才开始受到人们猜测；直到五十年代，这些物质的结构才在某些细节上被认识。导致这一著名成就的工作是由于集中

了来自三个独立研究领域的资料。来自结构学家的资料，是他们在二十世纪四十年代后期以前为确定蛋白质的结构花费了许多时间；来自生物化学家的资料，是他们揭示了基因和参与新陈代谢的酶之间的关系；来自信息学家的资料，是他们暗示了核酸至少在几类细菌和病毒中是遗传信息的携带者。当后来研究核酸的化学时，最初同蛋白质有关而发展起来的许多确定分子结构的方法，在取得能说明独特生物学特性的核酸模型时，就变得十分重要了。

结构学派的研究

最初应用于研究蛋白质结构、而后应用于研究核酸结构的最重要的技术之一是X射线结晶学。主要在英国起源和发展的X射线结晶学技术成为结构学派的重要组成部分。1912年前后由W·H·布拉格(W·H·Bragg)和他的儿子W·L·布拉格(W·L·Bragg)提出和发展时，X射线结晶学技术在概念上是比较简单的。

采用诸如岩盐 and 金刚石等小分子结晶体，布拉格父子成功地推断了分子结构，同时发展了分析X射线衍射图像所必须的技术。之后，这些方法被推广到象毛发蛋白质这样较大的分子上。然而，甚至在X射线衍射原理开始阐明时，分析衍射板上空间分布图像的所有排列，主要缺点之一就是太单调。尽管这样，约翰·肯德鲁和马克斯·佩鲁茨(Max Perutz)在布拉格实验室(即剑桥的卡文迪什实验室)到二十世纪六十年代初成功地弄清楚了两个相关的蛋白质——血红蛋白和肌红蛋白——的大部分详细结构。佩鲁茨和肯德鲁阐释的分子结构，不仅表明了蛋白质分子的巨大复杂性，而且

更重要的是说明了有关三维结构的知识为什么能解释它的功能。例如佩鲁茨和肯德鲁能够证明，血红蛋白分子的“活性部位”即被叫作“血红素基团”（氧就结合在此处）的一圈扁平的原子环，被隐藏在为疏水侧链原子团所围绕的分子表面的叠层中。这种物理结构大大便利了氧与活性血红素基团的键合。

佩鲁茨和肯德鲁关于蛋白质的研究对于后来核酸研究的发展具有高度的重要性。他们的结论强调了研究三维结构是理解分子功能的关键。这些发现激励了那些试图研究核酸中相似问题的人。也许更重要的是，关于蛋白质的研究产生了许多新的、简化和精确的X射线衍射分析技术。当佩鲁茨和肯德鲁正在剑桥研究蛋白质时，另一个小组，主要由莫里斯·威尔金斯（Maurice Wilkins）和罗莎琳·弗兰克林（Rosalind Franklin）组成，也正在应用X射线结晶学在伦敦王家学院研究核酸。两个小组有大量接触，共同交流问题和发现，特别是关于技术方面的进展。

尽管他们不是没有注意到研究蛋白质或核酸的生物学含意，但是最初的兴趣和动机似乎只是分子的构型。他们并不打算作太多的推理或想象。沿着有理智的和合理的途径，他们抓住事实，并几经推敲、小心翼翼地作出了分子的一般模型。相反，信息论者于二十世纪三十年代中后期开始的工作，则看来显得有些轻率和大胆。信息学家们的目标被其成员之一庄重地总结为“探索生命的奥秘”。他们的探讨在于解决遗传过程中信息传递的方法——这一目标一方面是雄心勃勃的和浪漫的，另一方面是空想的、甚至有生机论之嫌。

信息学派的由来

信息论者对遗传的探讨是在以量子论为背景的思潮中开始的。事实上，这种影响是直接的和显然可见的，最初来自物理学家尼尔斯·玻尔（Niels Bohr），他是量子论的先驱，又是有关生物学问题的敏锐思想家。1932年在题为《生命和光》的讲演中，玻尔指出，企图用把有机体简单地还原为化学的相互作用来回答“生命是什么”这个问题，就如同企图通过绘制每一电子的位置而描述原子一样困难。他论证说，存在着一种生物学上的不确定性，因此，为保持某个机体活力所必要的条件，妨碍着把它分解为其组成部分的化学系统。要做到这一点，就要使有机体不再有活力；而这样，它就成了另一个不同的系统。

玻尔继续论证说，他的观点并不是把合理的生物学置诸窗外而给新生机论敞开大门。他说，如果对量子物理学假定的不合理性进行检验，那么很明显，它根本不是不合理的，而是它的合理性达到了一个新的层次，在这里，统计概率代替了一对一的因果关系。他认为，在生物学中也同样如此。承认生命作为一个给定的基本的事实而存在着，这并不是什么信奉神秘主义和生机论，因为按简单的机械论也完全可以得到满意的解释。他感到，生物学象物理学一样，当它使用新的概念和方法的时候，可以上升到更高的认识水平。这种概念和方法并不认为对生命现象能唯一给出满意说明的是机械论和还原论。

玻尔的思想在他的学生 马克斯·德尔布吕克（Max Delbrück）的头脑里找到了肥沃的土壤。德尔布吕克出

生于柏林，本世纪二十年代后期在哥廷根研究原子物理，在哥本哈根玻尔实验室的两年期间，是洛克菲勒基金会的物理学研究员。本世纪三十年代中期，他与加利福尼亚理工学院的生物学小组一起工作。在加州理工学院，德尔布吕克开始同摩尔根等一批遗传学家进行密切接触。摩尔根和他的学生们确信，经典物理学和化学方法，最终将能说明某些过程的原因，基因就是通过这些过程实现它们的代谢作用。但是从一开始，德尔布吕克就看到，对于推动经典遗传学脱离原始的染色体阶段，其他一些方法也许比老式的机械论更有必要。但是经典物理学和化学，即摩尔根和他的同事们采纳的物理学观点，不可能为基因如何行使其功能提供一个完整、充分的描述。

在德尔布吕克看来，基因并不是按传统物理学家和化学家认识分子那样的方式被当作分子的。他指出，化学家把化学反应看作始终如一的过程，在该过程中，各组成部分依照化学动力学原理随机地互助碰撞。相反，细胞中的化学反应是高度特异的，并且彼此常常保持着独立，尽管反应是在靠得很近的情况下发生的；其情形总的来说并不象大多数化学家所研究的反应系统呈现的情形那样。在细胞内，基因存在于仅仅一个或两个副本中，然而每一个副本在整个时间的进程中进行着大量的反应。此外，作为分子的基因在热力学意义上是高度稳定的，在大小和复杂性方面以高度不寻常的方式抵御降解。在德尔布吕克看来，如果一个人以物理学家或化学家的简单方式看待基因的话，所有这些要点，似乎是反常的。因此，尽管基因毫无疑问是一个分子，或许就象化学家描述某一大的聚合物那样被描述，但这种描述将不会对基因如何得以表现它的特定性质给予任何暗示。

玻尔和德尔布吕克认为研究生物学现象可能在物理学和化学中得出新定律，这种思想使人们尤其是物理学家引伸出了极不寻常的看法。这一思想在1945年、即二次大战刚刚结束之后出版的物理学家E·薛定谔(Erwin Schrödinger,)的题为《生命是什么？》这本有影响的书中被具体化了。薛定谔论证说，经典物理学和化学解释生命现象的无能为力，并不意味着这些科学在解决生物学问题中将永不能提供任何帮助。事实上，恰好相反，对生命的研究可能揭开自然界的全新景象，而这些景象在物理学家埋头研究无机现象时是看不到的。过去，经典物理学曾不得不修正其释意准则以说明量子现象，今天它又不得不进一步修订其准则以说明生物学现象。薛定谔知道，他的意见可能含有这样的意义，即生命遵循了一个不合理的而类似于旧的生机论的模式。于是他特别指出，生物学或物理学的主要问题并不在于有机体是否通过各种途径蔑视热力学定律；十分明显，它们并不是这样的。真正的问题是信息传递问题：信息如何被编码？在从一代细胞到另一代细胞的大量传递期间，信息是如何保持稳定的？偶然的变异又是怎样引进的？在物理学家或化学家的无机世界中，无论何处都不存在与这些现象相对应的东西。

德尔布吕克曾认为，基因在代代相传中维持其结构不变，是因为染色体是象非周期性晶体一样建造的。薛定谔进一步修改了德尔布吕克的这种旧想法，他认为，基因是由无数较小的、异构（形式上相似）的单位组成的，这些单位的确切性质和连续性决定着遗传密码。这些晶体，由于它的晶格结构，具有相当大的稳定性；由于结构相似但并不完全相同的组成部分排列的特定性质，就可能含有遗传信息。薛定

薛定谔得出结论说：“有生命的物质在不违背到现在为止已确定的物理学定律的同时，很有可能包含迄今尚不了解的‘物理学的其他定律’，这些定律一旦被揭示出来，不管怎样，都将跟以前的定律一样，成为这门科学〔物理学〕的一个组成部分。”新的物理学已经从生物科学研究中形成，正象它过去从量子现象研究中形成一样。

薛定谔的生物学观点在二十世纪四十年代和五十年代产生了极大的影响，特别是对年轻一代的物理学家。二次世界大战结束时，物理学家正患着一种普遍的“职业不适症”。原子战争的可怕幽灵和物理学可能导致的破坏作用，使许多物理学家反省了他们的工作与能（否）给人类幸福带来好处两者之间的关系。此外，由于纳粹运动和战争本身的影响，中欧（特别是德国）的许多物理研究中心被解散。许多德国物理学家是犹太人，因而被迫逃离纳粹统治，一些人永久移居到英国，一些人永久移居到美国。德国，曾经是量子物理学的中心，而在希特勒统治时期和战后最初的年代里，成了一片科学废墟。许多物理学家预感到量子理论的大发展已经过去，于是滋长了背弃传统学科的情绪。剩下可做的工作即使是必要的，通常也不过是确定理论的含意或清理其细节之类较少鼓舞人心的任务。最后，当然有薛定谔本人的影响，作为量子理论的创立者之一，他的兴趣转向生物学，意义是重大的，并引起了许多物理学家的注意。由于有发现“其他物理学定理”的可能性的诱惑，薛定谔的探讨将一些物理学家引向了似乎是科学研究新领域的研究课题上来。

遗传生化派的发展

在孟德尔定律重新发现之后不久，最经常遇到的问题之