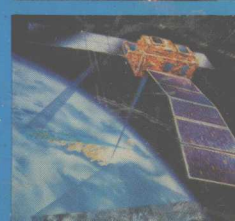


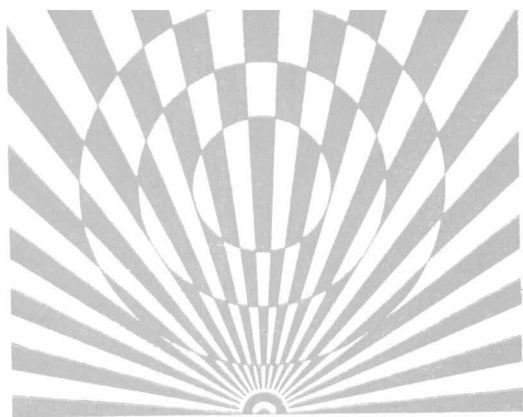


科学技术的进化

KEXUEJISHU DEJINHUA

主编 黎德扬 李怀忠





科学技术的进化

KEXUEJISHU DEJINHUA

主编 黎德扬 李怀忠

湖北教育出版社

科学技术的进化

黎德扬 李怀忠 主编

*

湖北教育出版社出版、发行 新华书店湖北发行所经销

湖北省新华印刷厂印刷

850×1168 毫米32开本 11.25印张 5 插页 276 000字

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

印数：1—1 000

ISBN 7—5351—0509—2/G·395

定价：7.30元

内 容 简 介

本书是作者根据多年教学实践经验编写的科学技术进化史。它把科学技术看作人类整体文化中的一个子系统，透过整个文化发展的大背景，叙述了科学技术从远古到当今的曲折进化历程。其中有历史的综合性的阐述，有分科性的具体介绍，也有对科学技术进化规律的揭示。

书中以科学为主，技术为辅，侧重现代，讲清近代，概述古代，除集中介绍了第一、二、三次技术革命外，还对当代一系列重大技术发展作出了评价，并展望了即将兴起的新的技术革命。

本书强调史论结合，据史而论，以论带史；做到考据严谨，义理明晰，文字简洁，可读性强。可作为理工科院校各专业的科学技术史教材，也可供希望了解科学技术进化一般过程和机制的各级领导干部、管理工作、工程技术人员和其他读者参阅。

目 录

导论 科学技术是不断进化的过程	1
生物进化论与进化观.....	1
科学技术的历史与科学技术的进化.....	5
人与自然的相互作用是科学进化的基础.....	9
科学进化是社会进步的重要驱动.....	11
科学技术进化与人类思维方式的演进.....	14
科学技术进化的一般特征和规律.....	18
一 科学技术的起源	22
人类给自然界打上的最初印记.....	22
四大文明古国的科学技术.....	26
作为近代科学先驱的希腊科学.....	34
二 科学技术在传统社会中的命运	46
中国封建时代的科学技术.....	46
基督教文化和欧洲中世纪的科学技术.....	71
三 工业文明的曙光和近代科学的兴起	81
工业文明在西方崭露头角.....	81
近代科学发轫的原动力.....	88
近代科学革命.....	92
近代科学革命的意义.....	96
四 近代科学中心的形成及其首次转移	101
近代欧洲最早的科学中心——意大利.....	101
欧洲科学界的新盟主——英国.....	110
五 近代科学前期的最高成就——牛顿力学	117
站在巨人的肩上.....	117

	牛顿力学体系的完成·····	123
	牛顿力学地位的最终确立·····	128
六	科学的体制化和产业革命的兴起·····	133
	科学活动走向体制化·····	133
	产业革命的兴起·····	136
	产业革命与工业文明·····	142
七	自然科学的全面繁荣和科学中心的频繁转移·····	148
	科学世纪的到来与当时的欧洲社会·····	148
	自然科学的全面繁荣·····	155
	科学中心的频繁转移·····	172
八	第2次技术革命及其社会影响·····	179
	拉开电力时代的序幕·····	179
	第2次技术革命与近代工业·····	184
	第2次技术革命与近代社会·····	188
九	19世纪末20世纪初的物理学革命·····	193
	经典物理学的困惑和危机·····	193
	相对论的诞生·····	199
	量子力学的建立·····	207
十	大发展、大科学、大趋势·····	217
	基础科学的大发展·····	217
	从小科学到大科学·····	227
	现代科学高度综合的大趋势·····	236
十一	系统科学的兴起与思维方式的变革·····	246
	系统科学产生的思想渊源及历史背景·····	246
	系统科学体系的形成·····	250
	系统科学理论的新发展·····	258
	系统思维方式与思维现代化·····	263
十二	改变社会面貌的电子计算机·····	270

人类提高计算能力的早期努力·····	270
电子计算机技术产生的科技条件·····	276
电子计算机的问世及社会动因·····	282
电子计算机的发展·····	285
电子计算机改变了社会面貌·····	291
十三 高技术群的崛起与社会变革·····	294
新材料技术的崛起和发展趋势·····	294
激光技术的诞生和发展前景·····	299
生物技术的出现和发展预测·····	304
空间技术的形成和发展·····	309
新能源技术的开发和利用·····	313
高技术发展的社会后果·····	317
十四 科学技术进化与社会现代化浪潮·····	323
科学化是现代化的关键·····	323
新技术革命是科学在新方位上的能量集中释放·····	335
主要参考文献·····	349
后记·····	351

导论 科学技术是不断进化的过程

生物进化论与进化观

这本小书之所以称之为科学技术的进化，是因为它的观点和方法是以文化进化论为基础，主线是辩证发展观，它的任务旨在描述科学进化的一般过程以及寻觅科学进化的机制。

人类文化进化论的思想萌芽在古代人的精英中就已萌发，中国的圣贤，古希腊的圣哲，都有进化、发展的古训和格言。科学技术的主旨是认识和把握自然界与人的相互作用关系，并从人的主体地位去调节和控制这一相互关系，改变和创造世界，完善和发展人类自身。科学技术文化始终是人类文化的基础和主要部分。真正的人类文化进化论思想和方法是与近代科学的产生发展相伴随的。

近代自然科学产生后的两个多世纪里，科学本身进步了，自然界的变化和发展在细节上明晰而具体地展示，为人类的认识和实践提供了有效的途径。然而从总体上却受着自然界存在着、但绝对不变观念的支配。这种观念认为，不管自然界本身是如何产生的，一旦存在，它始终就是这样，相同的东西总是产生相同的东西，一切都和一开始的时候一样。这是一种历史现象：科学在进化，而自然观念却在退化，即从古代人的进化观念退到否定一切进化的观念上去，甚至再次复归到神学目的论。这种畸形的自然观念又作用于科学和科学家的头脑，抑制了科学进化的思维

机制，甚至使一部分科学家跌入神学的陷阱。这种文化现象主要是哲学现象，理所当然地应当由哲学家来矫正。但事情发生在科学领域，又只有凭借科学自身的力量才能克服。

伊曼努尔·康德是18世纪最杰出的思想家，他既是一位自然科学家，又是一位哲学家。他把哥白尼的日心说体系、开普勒确定的行星运动定律、伽利略发现的物体下落定律和牛顿的万有引力定律作为他探讨宇宙理论的基础和出发点，提出了太阳系起源于弥漫的固体物质微粒的假设，以一般的形式阐述了太阳和行星的力学过程。1755年，他发表了《宇宙发展史概论或根据牛顿定理试论整个宇宙的结构及其力学起源》一书，完整地提出了关于天体起源的星云假说。时至今日，康德提出的星云说的科学思想仍然是正确的。恩格斯曾经这样评论康德宇宙演化论：“康德一开始他的科学生涯，就把牛顿的稳定的、从有名的第1次推动作出以后就永远如此的太阳系变成了历史的过程，即太阳和一切行星由旋转的星云团产生的过程。同时，他已经作出了这样的结论：太阳系的产生也预示着它将来的不可避免的灭亡。”^① 康德不仅在专门科学领域——天文学中获得了成功和荣誉，而且原则上克服了不承认进化和发展的自然观念。

康德宇宙演化论中包含着一切科学进化的新起点。如果地球是某种逐渐生成的东西，那么它现在的地质的、地理的、气候的状况，它的植物和动物也一定是某种逐渐生成的东西，它一定不仅有在空间中互相邻近的历史，而且还有时间上前后相继的历史。但是，康德并没有始终把进化和发展的观念贯彻下去，他只是第一个打开形而上学宇宙观的缺口，其他的工作是由以后的科学家群体完成的。

真正的科学进化观念是在生物学中提出来的。康德提出天体

^① 《马克思恩格斯选集》第3卷第63页。

演化论之后,查理·赖尔(Charles Lyell, 1797—1875)在1830至1833年间出版了《地质学原理》一书,该书的副标题是《以现在起作用的原因试释地球表面上以前的变化》,这是一本包含着地质进化论思想的著作。太阳系在演化着,地球的地质条件在变化着,地球上的有机体不变的观点站不住了。赖尔地质学理论,使人们清楚地看到岩层中化石的顺序,坚信地质演化过程中必然存在一个生物的演化过程。查理·达尔文(Charles Darwin, 1809—1882)发展了赖尔的地质学说,1831年12月至1836年10月,他在随远征队乘贝格尔号军舰考察南太平洋的航程中,“已成为赖尔先生在他书中所发表的观点的一个热诚信徒了。在南美洲进行地质调查时,我总尝试把书中的部分观点比赖尔推到更大的范围中去。”^①他的主要成就在生物学方面,1859年发表了他的伟大著作:《论通过自然选择或生存斗争中保持良种的物种起源》,提出了生物物种进化的学说。他认为生物进化系列是由系谱树传递下来。进化主要是通过对许许多多连续的轻微变异进行自然选择而发生效果的;还有些辅助因素:如身体各部分的使用和不使用而通过遗传发生效果,这是个重要方式;另外则是就生物过去或现在的适应构造而言,外界条件的直接作用和由于我们的无知而认为是自发性的变异,则都是不重要的方式。尽管达尔文的学说还有许多不完备之处,甚至有错误的观点,但生物进化论经他终于完成了。

人是一种生物,人类的进化便是十分自然的。达尔文沿着这条思路贯彻下去,在1871年出版的《人类的由来》中写道:“人这样地兴起而攀登了生物阶梯的顶层,固然并不是由于他自己有意识的努力,但若他为此而感到几分自豪,也是可以理解而受到原谅的;这样地兴起,而不是一开始就现成地被安放在地面上这一

^①转引自斯蒂芬·F·梅森《自然科学史》,上海译文出版社,第389页。

事实会给他希望：他还可以提高，提向遥远未来中的一个更大的幸运。”^①人类的进化也是一个客观事实，人类学在许多方面不断地获得新的证明，人的生物学解释可以从生物进化论中获得阐明。

到此为止，科学以其自身的力量证明自然界不仅是客观存在着，而且是不断产生着和消灭着、进化着和退化着，这成为不可辩驳的事实。现在留给人们的是，人类的创造物，人类文化，包括科学、科学文化，是否是进化的？几乎在达尔文提出生物进化论的同时，赫尔伯·斯宾塞(Herbert Spencer, 1820—1903)就将自然选择的学说扩大到人类社会，把最适者生存不仅看成是生物进化的过程，而且也是人类进步的方式。他认为进化论思想既是生物学意义上的，也包括普遍意义上的进化观念。虽然他对进化机制的说明是错误的，但是是他首先把进化理论扩展为关于宇宙的普遍观念，他不仅追溯有机体发展而且追溯每一件事情的发展。他独特地把进化论扩展为描述“从均一到不均一，从简单到复杂，从无序到有序，从不定到确定的”进化或进步过程的理论。实际上，斯宾塞成了第一个社会达尔文主义者。社会达尔文主义从今天的眼光看来，显然有许多的错误，但它毕竟反映了当时人们运用进化理论去说明人类社会活动及其一切产物的热情。19世纪下半叶，进化论作为一种宇宙观和方法论，在生物进化论成功的支持下，渗透到一切需要作出说明的领域。社会进化论、文化进化论等成了思想界、知识界的主流，进化的观念以其重要性和富有成效，证明它由不得任何科学置之不理了，迫使人们以进化观念作为基调，以不同的方式去解释他们所需要解决的问题。马克思恩格斯的学说，无疑是社会科学中的伟大创造，它也凭借进化论的思想去证明，“要精确地描绘宇宙、宇宙的发展

^①达尔文：《人的由来》，商务印书馆，1986年版，第939页。

和人类的发展，以及这种发展在人们头脑中的反映，就只有用辩证的方法，只有经常注意产生和消失之间、前进的变化和后退的变化之间的普遍相互作用才能做到。”^①

科学的发展与人们进化观念的形成和发展汇合在一起，进化观念得益于科学的证实和支撑，科学又得益于进化观念的指引和启迪，这是19世纪以来科学进化的特征和性质。

科学技术的历史和科学技术的进化

19世纪进化论取得的全面胜利，使本世纪的人们都感到鼓舞，并继续深入地扩展到各个领域中去。爱因斯坦这位作出划时代贡献的物理学家，也把自己的成就看成是物理学的进化。至于人类学家、社会学家则更是以在他们的著作中引进“进化”这一词汇而感到荣耀。E. B. 泰勒提出，进化是每一个试图对他生活其中的世界或过去的历史加以理解的学者所必须牢牢掌握的伟大原理。这本书的作者们，虽然不相信可以把进化这个词作为解决所要解决的问题的现成答案，但是我们相信进化理论，认为进化是说明科学技术全部历史事实的重要理论和思维方式。

对科学的历史研究，作为学科史是和各门学科一样古老的。在每一个专业领域里，不了解前人的成果都难以为继，因而各门学科史都包容在各自的学科之中。而科学史、科学通史确是随着近代科学本身的发展而成为独立学科的，因为只有近代科学的发展才提供了对科学和技术进行综合研究的条件。本世纪20年代，科学史作为一门学科而成熟起来。在科学史的建树中，应首推哈佛大学科学史教授乔治·萨顿（George Sarton, 1884—1956）的功绩。他撰写了15本著作，8百多篇论文和札记，79篇科学家评

^① 《马克思恩格斯选集》第3卷，第62—63页。

传，发起和创办了国际科学史学术团体和杂志《Isis》，培养了一批第一流的科学技术史专家。我们特别注意到的是，他关于科学史的目的和目标的下列论述。

科学史“并不只是对发现的描述，它的目标就是解释科学精神的发展，解释人类对真理反应的历史、真理被逐步发现的历史以及人们的思想从黑暗和偏见中逐渐获得解放的历史。发现只是昙花一现，因为它不久会被更好的发现所取代。历史学家不应只是描述转瞬即逝的发现，而应在科学中发现那些永恒的内容。”^①

“科学史的目的在于，考虑到精神的全部变化和文明进步所产生的全部影响，说明科学事实和科学思想的发生和发展。从最高的意义上说，它实际上是人类文明的历史。其中科学的进步是注意的中心，而一般历史经常作为背景而存在。”^②

我们力求把萨顿的这一原则要求，贯串到我们所写的文字中去，并且认为我们称之为科学的进化，与萨顿所称的科学的生命，是完全一致的，而且只有从进化的观念出发，才能把握科学的生命。

问题在于贯彻萨顿的这些深刻思想，不仅要研究科学发展的历史，而且更为重要的是要从进化观念出发，把握科学进化的机制，达到揭示科学精神的发展，人类逐渐获得解放的实际过程，这样才真正把科学看成为人类文明的组成部分。

历史和进化这两个概念长期以来存在着混乱。在进化论产生以前，进化一般被误认为就是历史，而进化论产生以后，历史常常被错误地当成进化。这都将妨碍对历史和进化的深入研究。历史一般是对仅仅与时间和空间相联系的事件的叙述，而进化是旨在描述运动过程的方向性的概念。在这一意义上，进化和进步的含义是相同的，而区别于一般的变化，和退化或退步相反。事物

①② 乔治·萨顿：《科学的生命》，商务印书馆，1987年版，第18、29页。

变化、运动的过程，从时序性上说，就是该事物的历史。因此，进化便不是历史的全部，而是方向朝上朝前的那一部分。生物在物种选择中，一部分被淘汰了、灭绝了，一部分则优化了，因而保存和发展了、进化了。科学技术也是如此，在社会实际的选择中，一部分科学发明、发现被淘汰了，在人类的知识总汇中消失了，一部分则丰富了、完善了、更新了，因而进化了。对进化过程无疑可以进行历史的叙述，任何进化都不是超时空的。但是，进化是某一系统、某一形态向另一系统、另一形态演化中在功能上的联系。对某一事件或系统的考察，历史学家主要地是探明事件或系统之间的时空联系；而进化论者要求在时空联系准确的情况下，着力于揭示系统与系统、形态与形态之间的功能联系及其演化的过程和机制。从托马斯·哈定等合著的《文化与进化》及其附录，足以看出近半个世纪来，关于文化进化上的纷争在何种程度上涉及进化与历史两个概念，但对于本书只要作出上述区分，也就足以使我们区别科学史和科学进化论了。

就本书的指导思想和编写方法而言，我们强调科学的进化，是出于下述几方面的原因。

（1）本书主要地不是介绍科学技术本身。要在这么短的篇幅中，对古今科学技术作出全面的叙述是不可能的。我们企求的是在保持科学技术的历史线索的情况下，对科学技术的进化过程作一般性讨论，以便能从科学技术这个中心点上对人类文化和文明作出一些我们能作出的阐明。因而本书在结构和体例上，侧重于科学技术形态上的过渡，试图说明它们之间功能上的联系，以贯彻科学精神的发展。

（2）在探述科学技术进化中，我们始终把科学技术文化看成是人类文化的一部分，科学技术进化是人类文化进化中的“亚物种进化”，或者称科学技术文化是人类文化系统中的子系统。因而，考察科学技术文化的进化，必须考察它与经济、政治、民

族、宗教等文化之间的关系，没有这种背景，科学技术进化及其机制是无法探明的和无法理解的。在这方面，我们承认经济和科学技术之间的相互作用，及其在诸多其他关系中的重要地位，但我们并不将经济决定论作为唯一的说明方式，而采取了辩证的综合方式。马克思、恩格斯对科学技术进步进行了历史的、社会的、哲学的考察，这对我们有很大的启迪。因此，本书已经涉及到科学社会学的某些范围，但是这些涉及的目的在于阐明科学技术进化的原因，而不是替代这门学科的内容。

(3) 要考察科学技术进化，自然要或者主要考察科学技术的结构和功能。本书中涉及到科学技术各门类之间的关系，以及它们之间立体交叉作用对科学技术进化的意义。实证主义的始祖孔德是科学史的创始人。他建立了一个科学之间的固定结构，但不久就崩溃了，其原因就在于他不理解科学一开始在各方面就存在着相互作用和相互依赖。逻辑经验主义认为科学有稳定的元结构，试图建立元逻辑模型，现在看来也把人们带进了失望的境地。看来从静态上去建构一种科学发展模式的道路是行不通的，无论是科学对象和科学认识都处在动态之中。历史主义的科学哲学，从动态上考察科学结构取得了他们能取得的成绩，体现了科学进步和进化的精神，但至今也尚未建立起令人满意的科学发展模式。本书不是科学哲学著作，也不准备陷入科学哲学的具体纷争中去。因此，我们只对某一个具体学科或某一个科学时期的情况，谈到了科学技术体系中相互作用对科学技术进化的意义。

从生物学的解释看，进化的实质是基因的变化。科学技术的“基因”是什么？这是一个尚需探索的问题。如果从结构方式和功能显示考虑，不难发现科学技术方法的变更，常常是科学技术进化的重要原因。这只要从物理学中的量子化方法向化学、生物学移植所带来的革命性后果就可证明。本书在讨论科学技术进化时，较多地注意到这一问题。

正是基于上述 3 方面的原因，不论我们这种对科学技术进化的探求能在何种程度上实现，用科学技术进化表达我们的愿望，比称它为科学技术史要更为实际些。

人与自然的相互作用是科学进化的基础

人从自然中分化出来，以其独有的主体能动性作用于自然，成为自然界的对立面。但是无论这种作用如何巨大，也还是依存于自然，始终是自然界的一部分。人与自然界之间不断地进行着物质、能量和信息的交换，从而构造着人类社会，推动社会和人自身不断进化和完善。人与自然的关系是人类生活中最基本的关系，人类社会生活中的一切联系都是以此为基础的。马克思的唯物史观正确阐明人首先要解决吃穿住的问题，没有物质生活条件、物质资料的生产，人便不能生存，人类社会也就不能维系。

人类物质资料的生产，就是人类为了满足某种需要，运用一定的物质手段对自然界施加一种作用，改变自然界的物质和能量形态，为人类的生存和发展服务。从物质交换过程看，科学则是在人与自然的相互作用中，人获取、加工、处理和贮存自然信息的过程。信息是系统活动的灵魂，没有科学，人的活动也就是盲目的。科学是以人与自然相互作用为基础的，并且是这一过程的产物。离开人与自然这一基本关系，科学和科学的进化便无法作出解释。技术则是根据科学而作用于自然界的方式、方法和手段。

当今科学技术比历史上任何时期都发展迅速，科学成果雪崩式地增长，科学进入了“自我意识”阶段。关于科学的定义和本质，半个世纪来，进行了广泛而深入的讨论，作出了众多的解释。但事情正如斯蒂芬·F·梅森所说，“如果我们要说明科学的过去情形和科学在历史上的成就，我们就会发现很难找到一种

能简洁表示的适用于一切时间和地点的科学定义。”^①科学学创始人之一，著名科学家贝尔纳(J.D.Bernal, 1901—1971)则提出，科学“不能用定义来诠释，”“必须用广泛的阐明性的叙述来作为唯一的表达方法。”^②科学，在不同场合有不同的意义，只能在科学发展的一般图景的联系中把它们联系起来。科学是一个不断进化的过程，我们在寻求一个统一的规范时遇到的困难，正是科学发展和进化的标示。在这种困难或者迷惑之中，我们应当反思给出一个不变的科学定义的合理性问题。我们认为，这个问题实质上是静态的思维方式和动态的科学活动之间的冲突和矛盾。正因为这样，提出一种超具体时间和空间的科学定义，是形而上学的思辨，而真正的科学定义和科学本质的把握，只存在于科学活动之中。指出这点，比给出一个科学的定义更有意义，可以防止把科学夸大为宗教的先天性。

我们把科学理解为一种活动，即美国科学学专家小李克特(M.N. Richter, Jr)所说的：科学是“一种社会组织起来探求自然规律的活动。”^③对于这一点说得更为明白和具体的是苏联的阿列克谢耶夫，他说：“科学，是人类活动的一个范畴，它的职能是总结关于客观世界的知识，并使之系统化；科学是一种社会意识形态。在历史发展过程中，科学可转化为社会生产力和最重要的社会体制。‘科学’这个概念本身不仅包括获得新知识的活动，而且还包括这个活动的结果，即当时所得到的、综合构成世界的科学图景的科学知识的总合。‘科学’这个术语还被用来表示科学知识的各个领域。”

①斯蒂芬·F·梅森：《自然科学技术史》，第526页。

②贝尔纳：《历史上的科学》，科学出版社，1981年版，第6页。

③小李克特：《科学的自主性——一个历史的和比较的分析》，详见见《科学技术发展政策译丛》（3），第19页。