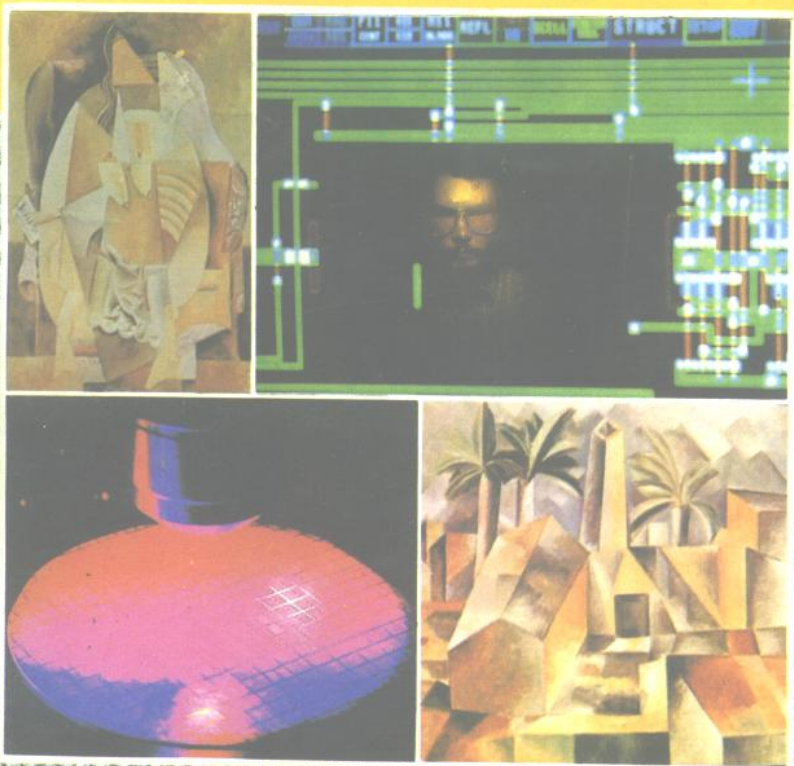


KEXUE YU WENHUA DE ZUJI

# 科学与文化的足迹

吕乃基 编著 陕西人民教育出版社



N091  
4

吕乃基

科学与文化的  
足迹

陕西人民教育出版社

(陕)新登字 004 号

科学与文化的足迹

吕乃基

陕西人民出版社 出版发行

(西安长安路南段 376 号)

陕西省新华书店经销 安康印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 开本 9.25 印张 215 千字

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—2,000

ISBN 7-5419-5739-9/G·5389

定 价: 10.50 元

## 内容提要

科学发展与其文化背景之间存在一系列难解之谜。科学萌芽于何时？什么是科学的原始形态？古希腊繁荣的科学与文化之间有何关系？尔后又怎样衰微以至纳入宗教之中？文艺复兴为科学革命创造了什么条件，而后者又怎样背离前者的初衷使蒙娜丽莎变成了机器？科学如何在全面影响文化之时走上与文化冲突对峙的道路？当代反科学思潮的实质是什么？在浪漫主义和古典主义的钟摆后面，是科学上紧了发条吗？难道文化真的反对科学，科学真的反对人？什么是科学与文化未来的走向？等等。这些问题既有理论价值，又有实际意义，发人深思。本书以翔实的资料，严密的论证和生动的文笔向读者展示了作者在这一领域十年耕耘的成果。本书既有相当的学术价值，又具有一定的可读性，可供广大科技人员、理论和文化工作者、教师，以及大学生阅读。

## 目 录

|                     |      |
|---------------------|------|
| 前言                  | (1)  |
| 第一章 萌芽于混沌之中         | (4)  |
| 第一节 科学的萌芽           | (4)  |
| 第二节 原始科学的三种形态       | (6)  |
| 一、火和弓箭              | (7)  |
| 二、乘法表和历法            | (8)  |
| 三、蛙鸣和雨              | (9)  |
| 四、原始科学三种形态间的关系      | (11) |
| 第二章 逻辑的起点           | (14) |
| 第一节 古希腊的科学          | (14) |
| 一、以物理学为主干的自然哲学      | (15) |
| 二、物理学成为分枝的自然哲学      | (18) |
| 三、自然哲学与原始宗教、实证科学的关系 | (21) |
| 第二节 希腊化时期和罗马的科学     | (24) |
| 一、希腊理性与古老经验的结合      | (24) |
| 二、条条道路通罗马           | (27) |
| 三、希腊化时期与罗马时期科学之异同   | (30) |
| 第三节 古典文明兴亡          | (32) |
| 一、新星升起之谜            | (32) |
| 二、知识分化之肇端           | (34) |
| 三、希腊化的社会文化背景        | (36) |
| 四、走向黑暗的罗马           | (38) |
| 第三章 中断、停滞与复苏        | (42) |
| 第一节 中世纪的科学技术        | (42) |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 一、阿拉伯人的继承与创新 .....           | (42) |
| 二、由黑暗到黎明——中世纪西欧的科学技术 .....   | (45) |
| 三、中世纪科学技术的地位 .....           | (48) |
| 第二节 中世纪科学沉浮的社会文化背景 .....     | (49) |
| 一、伊斯兰教和阿拉伯的盛衰 .....          | (49) |
| 二、西欧：破坏与重铸 .....             | (50) |
| 三、10 世纪后西欧社会的复苏 .....        | (52) |
| 近代引论：否定环节 .....              | (58) |
| 第四章 回顾与前瞻——文艺复兴运动与近代科学萌芽 ... | (59) |
| 第一节 苏醒与回顾 .....              | (60) |
| 一、14、15 世纪意大利与古希腊之相似 .....   | (60) |
| 二、人与自然的发现 .....              | (62) |
| 三、古代自然观复兴 .....              | (65) |
| 第二节 觉醒与前瞻 .....              | (69) |
| 一、15、16 世纪意大利与古希腊之不同 .....   | (70) |
| 二、新的社会文化思潮 .....             | (73) |
| 第三节 近代科学精神萌芽 .....           | (76) |
| 一、指导思想的变化 .....              | (76) |
| 二、新的科学方法 .....               | (79) |
| 三、由古代自然观到机械自然观 .....         | (82) |
| 四、近代科学精神萌芽对文化的影响 .....       | (87) |
| 五、过渡特征 .....                 | (89) |
| 六、科学革命的意义 .....              | (91) |
| 第四节 艺术与宗教的影响 .....           | (93) |
| 一、艺术与科学的联姻 .....             | (93) |
| 二、“否定性放大”与“同路人” .....        | (96) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <b>第五章 近代科学兴起</b>        | (103) |
| <b>第一节 “古典科学”改造</b>      | (103) |
| 一、近代科学精神在天文学中的生长         | (103) |
| 二、力学的重构                  | (107) |
| 三、古典科学的改造                | (109) |
| <b>第二节 “培根科学”萌芽</b>      | (111) |
| 一、由三要素到元素                | (112) |
| 二、解剖学：血液循环理论             | (115) |
| 三、两组科学比较                 | (118) |
| <b>第三节 牛顿的综合</b>         | (119) |
| 一、17 世纪欧洲文化概貌            | (120) |
| 二、牛顿的综合                  | (123) |
| <b>第六章 18 世纪——分离的世纪</b>  | (128) |
| <b>第一节 分离运动</b>          | (128) |
| 一、分离运动的旗手——物理学           | (128) |
| 二、化学革命：由燃素说到氧化学说         | (132) |
| 三、步履维艰的生物学               | (133) |
| <b>第二节 蒸汽时代——第一次工业革命</b> | (138) |
| <b>第三节 启蒙运动与机械力学</b>     | (140) |
| 一、启蒙运动与近代科学              | (141) |
| 二、反科学思潮滥觞                | (145) |
| <b>第七章 近代科学的收获季节</b>     | (148) |
| <b>第一节 编织自然现象之网</b>      | (148) |
| 一、物理学                    | (149) |
| 二、化学                     | (152) |
| 三、生物学：细胞学说               | (155) |
| <b>第二节 追溯自然史</b>         | (157) |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 一、在机械论推架内追溯自然史·····       | (157)     |
| 二、地质学的英雄时代·····           | (158)     |
| 三、生物学：进化论·····            | (161)     |
| 四、进化思潮中的退化理论：热力学第二定律····· | (166)     |
| 第三节 电气时代——第二次工业革命·····    | (167)     |
| 一、概况及社会意义·····            | (167)     |
| 二、有机合成工业·····             | (168)     |
| 三、电气时代，科学时代·····          | (169)     |
| 第四节 19 世纪社会文化思潮及其主角·····  | (170)     |
| 一、浪漫主义的搏动、冲动与反动·····      | (170)     |
| 二、自然哲学的潮汐·····            | (173)     |
| 三、科学的旋律·····              | (177)     |
| <br>现代引论：复归与超越·····       | <br>(182) |
| 第八章 辩证的复归——科学的新纪元·····    | (183)     |
| 第一节 物理学革命 进展与统一·····      | (184)     |
| 一、继承与突破·····              | (184)     |
| 二、狂飙突进时期·····             | (186)     |
| 三、物理学革命的蔓延与深入·····        | (190)     |
| 四、统一物理学的努力·····           | (195)     |
| 第二节 化学的深入与扩展·····         | (198)     |
| 一、化学理论的深入·····            | (199)     |
| 二、化学研究领域的扩展与延伸·····       | (203)     |
| 第三节 由生物学到生命科学·····        | (206)     |
| 一、孟德尔的重新发现·····           | (206)     |
| 二、DNA——生物学之所趋·····        | (208)     |
| 三、DNA——生物学之所由·····        | (210)     |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 四、由生物学到生命科学·····             | (212)        |
| 第四节 地质学 生态学·····             | (215)        |
| 一、地质学沿革·····                 | (215)        |
| 二、生态学的 2000 年与 40 年·····     | (216)        |
| 第五节 辩证的复归·····               | (217)        |
| 一、20 世纪基础科学的研究特点 ·····       | (218)        |
| 二、辩证的复归·····                 | (222)        |
| 三、基础科学的发展规律·····             | (224)        |
| 第六节 20 世纪技术的发展 ·····         | (226)        |
| 一、由科学革命到技术革命·····            | (226)        |
| 二、人工智能研究的发展·····             | (227)        |
| 三、科学与技术关系的新特点·····           | (229)        |
| <b>第九章 冲突与和谐·····</b>        | <b>(233)</b> |
| 第一节 不谐和音——必要的张力·····         | (234)        |
| 一、回顾与现状·····                 | (234)        |
| 二、不谐和音·····                  | (236)        |
| 三、必要的张力·····                 | (242)        |
| 第二节 和谐及和谐之中的冲突·····          | (245)        |
| 一、20 世纪科学思想 ·····            | (246)        |
| 二、20 世纪科学思想与当代学术思潮的一致性 ····· | (249)        |
| 三、和谐之中的冲突·····               | (254)        |
| 第三节 冲突与和谐·····               | (256)        |
| 一、批判、肯定与前瞻·····              | (256)        |
| 二、又一次钟摆? ·····               | (258)        |
| <b>第十章 走向新的以人为中心的科学·····</b> | <b>(263)</b> |
| 第一节 自然科学与人的科学的联系·····        | (265)        |
| 一、自然史与科学史的启示·····            | (265)        |

## 目 录

---

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| 二、人与自然关系的必然发展·····     | (266)        |
| 三、自然科学与人的完善·····       | (270)        |
| 四、在钟摆的背后·····          | (274)        |
| 第二节 由自然科学到人的科学·····    | (277)        |
| 一、自然史与科学史的启示·····      | (278)        |
| 二、人性的超越与广义天人合一·····    | (279)        |
| 三、科学与文化未来的走向·····      | (282)        |
| <b>结束语：从混沌到混沌·····</b> | <b>(284)</b> |
| <b>后记·····</b>         | <b>(285)</b> |

“……科学史的目的是，考虑到精神的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。”

“我们必须使科学人文主义化，最好是说明科学与人类其它活动的多种多样关系——科学与我们人类本性的关系。”

——乔治·萨顿《科学的生命》

## 前 言

近年来，科学与文化的关系备受关注，学术界展开一系列讨论。如近代科学为何源于西方，中国近代科学技术落后的原因何在，以及当代科学与文化的分裂和前景等。对于这些典型事例的研究，以及对于科学与文化关系的预测等，都需要从历史的角度探索科学与文化关系的由来和演变，由此才能对上述一系列问题作出正确答复。此外，研究科学发展及文化背景的相互关系，也为研究科学史和文化史各自提供了一个新的参照系，一个新的视角。

本书的基本内容是阐述、分析现代科学技术在西方文化中产生、发展的过程。可大致区分为以下两方面内容：分析各个时期科技与特定文化背景的关系。主要有古代自然哲学，希腊化和罗马时期的科学技术与这一时期文明盛衰的关系；中世纪社会动荡中科学技术的停滞；文艺复兴、宗教改革对近代科学革命的影响；牛顿的综合与启蒙运动；第一次工业革命；19世纪科学与浪漫主义；进化论对社会思潮的影响；20世纪科学革命和背景；辩证自

然观的形成、扩展及其与当代学术思潮的关系；新技术革命的影响；“两种文化”的冲突与前景等。

上述各个时期的种种关系绝非互不相干。本书第二方面内容就是理出历史脉络。有三条主线：科学自身的发展规律；文化进化的逻辑，以及科学与文化关系的演变，重点在后者。如近代科学如何在文艺复兴运动中萌芽，在尔后的发展中在其理论的陈述方面如何剔除各种社会意识形态，成为“纯客观”的知识；在研究的动机上，如何从为了上帝，为了行善，到只是为了实用，为了满足好奇心。科学技术一开始依赖于文化背景，在发展中逐步独立进而占据主导地位。另一方面，在近代科学萌芽的同时也孕育了反科学思潮，直至今日的非理性主义。人与自然，文化与科学既相互依存，同时也处于尖锐的对立之中。随着新技术革命日益在各个领域扩大影响，随着新自然观和世界观的逐步形成，以及随着人们对科学技术和文化的反思，对人类自身认识的深入，新型科学与新型文化正在铸造之中。

此处还须说明三个问题。首先，本书并不是在历史的每一个阶段都均衡地探讨科学与其文化背景的关系。在近代科学诞生之前，科学作为整体尚未从文化背景中分离出来，因而相对而言文化背景部分占有较大篇幅。自 16、17 世纪到 19 世纪，近代科学中各门学科渐次从其文化“母腹”中脱胎而出，作者给予科学及其文化背景以同等的重视。现代科学走上相对独立发展的道路，书中有专门章节进行深入讨论。这是因为现代科学正在向古代自然哲学作辩证的复归，20 世纪科学是讨论科学自身发展规律极其重要的一环；而科学发展的规律——读者将会看到——与文化的进化密切相关，或者更确切地说，前者构成后者中基础的部分。

其次，考虑到本书侧重点是科学发展与其文化背景的关系，以及考虑到使之具有更多的现实意义，因而本书的重点将放在近现

代部分。

最后，还必须界定本书中科学与文化这两个用语的含义。“科学”即指通常理解的科学技术，包括概念体系，认识方法、活动过程、操作程序以及仪器设备等。一般所称的文化，实际上包含了科学技术。为了方便讨论，本书所称“文化”与此有所不同，即：在文化的“硬件”中排除与技术有关的部分，在“软件”中排除科学概念、理论、认识活动，排除人的自然观。关于体制与科学技术的关系多见于科学社会学的研究领域，故本书中的文化概念也不涉及体制问题。

鉴于文化的外延几近无所不包，内涵又极其丰富，具有多重层次，因而与科学的关系也极为复杂；要从历史的角度探讨这种关系就更加困难。本书只是就文化中的一部分与科学关系的历史演变作了初步探讨。

## 第一章 萌芽于混沌之中

我们沿着长江、黄河溯流而上，追寻它们的源头，越往前行，越是发现它们成为潺潺溪水，涓涓细流，以至于滴滴水珠。捷克作曲家斯美塔那著名的《伏尔塔瓦》，在一开始仅用简单的音符来描绘大河的起源。同样，我们若追溯艺术史、宗教史，或者语言史、文学史，就会发现，对历史的追溯越是久远，所审视的对象就越是模糊，渐次消失于时间的长河之中。科学与文化史的足迹同步，萌芽于人类文明混沌初开之时。

### 第一节 科学的萌芽

关于科学的萌芽历来有种种不同意见。一种观点认为科学萌芽于 18、19 世纪。理由是：科学要反映事物的规律和本质，要有条理，有完整的理论。只是到了 18 世纪以后，人类的自然知识才上升到这一高度而成为科学。在这之前只是搜集材料，积累经验，关于自然的知识是零散的甚至是杂乱的，并未得到整理，未揭示内部联系与必然性。例如，正是在这一时期化学建立了原子论，麦克斯韦统一了电学和磁学，并联系到光学，热力学因第一、第二定律而得到确立，此外还可举出细胞学说、进化论，以及地质理论等。然而反驳者可以指出，与 20 世纪科学所取得的成就相比，

上面所举到的这些就不能认为是对事物本质和规律的反映。另一方面，哥白尼的日心说、哈维的血液循环理论、牛顿的力学，难道没有条理、没有完整的理论吗？在当时的认识水平，不就是对事物本质规律的反映吗？

第二种观点提出，科学萌芽于 15、16 世纪，因为正是在这一时期，科学作为宗教的对立物而独立。独立宣言就是 1543 年哥白尼的《天体运行论》，在这一年还有塞尔维特的《人体的结构》。同时，科学所特有的实践方式——实验开始得到广泛的应用。到 17 世纪，牛顿以其《自然哲学的数学原理》作了综合。“……真正的自然科学只是从 15 世纪下半叶才开始，从这时起，它就获得了日益迅速的发展。”<sup>①</sup>这一观点从科学与宗教的关系来讨论科学的萌芽。可以从以下方面对此提出异议：首先，从逻辑上说，这是用与它者的关系来确定此者，也就是未从科学本身考察其萌芽。于是，也可以从与艺术的关系，与哲学的关系如此等等来谈科学的萌芽，由此可得出不同的结论。其次，实验方法从古即有，如在阿基米德的力学研究中即使用实验方法。第三，“真正的”这一修饰词使这一观点失去普遍性，只是就某种严格定义的科学而言。

又一种观点主张科学萌芽于古希腊或更早些时期，这是因为在奴隶社会由于生产力的前进，方有从事科学活动的脑力劳动者，有了文字。恩格斯指出：“精确的自然科学只是在亚历山大里亚时期的希腊人才开始，……”又说，“在整个古代，本来意义上的科学研究只限于这三个部门。”即天文学、力学和数学。无疑在古代，天文学、力学和数学较之其它学科具有明显的优势。然而在这里，同样给自然科学加上限定词：“精确的”或“本来意义的。”

任何概念的界定在认识的一定阶段都是必要的，然而真实事

---

① 《马克思恩格斯选集》第二卷，第 418 页

物并无泾渭分明的界线，而且随着研究的深入，必须打破人为的限定。各种起源问题的一再前推即是明证，科学的起源亦如此。反过来，科学的历史越是前推，也就越能把握具有普遍意义的科学的含义。

科学是人类认识自然的活动，是对自然界客观规律如实正确的反映。古代人类要获取食物，在恶劣的自然环境中求得生存繁衍，必须要去认识自然。他们的日常生产活动水平虽然极其低下，但毕竟缓慢地取得了进步，因而必然逐步积累了关于自然的正确认识。我们认为从人类开始从事有意识的生产活动的那一刻起，科学也同时开始萌芽。生产始，则科学始<sup>①</sup>，科学与人类的历史一样久远。科学从人类文明的源头走来，萌芽于混沌之中。

## 第二节 原始科学的三种形态

原始文明萌芽于尼罗河、两河、印度河、黄河等诸大河流。虽然各地因地理，气候的不同而在文化习俗上有所差异，但由于生产力极其低下这一点起主导作用，因而原始科学形态大同小异。这样，我们对原始科学的讨论将合理地忽略地区不同所带来的差异。但是，对于原始宗教中的科学则要作具体分析。

原始科学大致可分为三种形态：一是凝聚于工具、发明中的对自然的认识，二是从生产实践中提炼出来的对自然的正确认识，三是在原始宗教中对自然的正确认识的部分。

---

<sup>①</sup> 陈昌曙：《自然科学的发展与认识论》第5—7页，人民出版社，1983。

## 一、火和弓箭

火和弓箭代表了潜在的、凝聚于工具、发明、技艺中的对自然的正确认识。

这类事件往往在一开始都起因于偶然发现，尔后便注意到它们的反复发生，从而形成某种潜意识，即主动使之重现，并加以改善，因而其中凝聚有对于自然的正确认识。古人开始使用石器并在以后的年代加以发展的过程即充分说明这一点。生活于距今400万至100万年间的南方古猿使用的主要是自然工具，如稍加修饰的树干，信手捡来的好用的石块等。在这之后到距今20万年间，直立人已经能够制造粗糙的石器。经由尼安德特人阶段，在距今5万年后期是晚期智人阶段。石器制作不仅技术上更精巧，而且种类也大为丰富。在这一过程中，注意石块的形状、质地，讲究与手的配合等等，潜在的科学知识便逐步积累起来。从这一例子还可看到科学的起源如何融入人类的起源之中。

原始科学的这一形态还可由其它事例加以说明。古人看到自然界中有“死灰复燃”的现象，于是便在暂不用时以灰压火。在支配古人这一举动的潜意识中，显然隐含着对燃烧现象的正确认识。弓箭的发明也可以说明这一点。尖利之物易于戳穿动物的皮，弯曲的树杆会弹起击人或物等等。青铜的冶炼，“与其说是由于手工艺，倒不如说是由于污染（即原料中杂有其它元素），古代冶炼的人才找到了较硬也较好的青铜<sup>①</sup>。”但毕竟其中包含有对若干金属的正确认识。采集者们对农业知识毫无所知，但他们确实知道在何时、何处能找到所需之植物，以及某种植物在什么条件下生长

---

① 韦尔斯：《世界史纲》，吴文藻等译，第111页，第73页，人民出版社，1982。