

科学思想方法丛书

科技思想方法的

历史沿革

KE JI SI XIANG FANG FA
DE LI SHI YAN GE



●刘永振 著

山东教育出版社

科学思想方法丛书

科技思想方法的 历史沿革

● 刘永振 著

山东教育出版社

鲁新登字2号

科学思想方法丛书
科技思想方法的历史沿革

刘永振 著

*

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂印刷

*

850×1168毫米32开本 8.875印张 4插页 186千字

1992年12月第1版 1992年12月第1次印刷

印数1—1,000

ISBN 7—5328—1557—9/G·1339

定价 4.25 元

闡明科學思想方法
幫助提高思維技巧
以利開展科學研究
書祝

《科學思想方法叢書》成功

徐利治 1990年5月

总 序

科学思想方法是科学的灵魂。它既是人们认识自然和改造自然的结晶，又是开发智力、启迪创造和发展科学的源泉和基础。它同科学知识一样，都是极其宝贵的社会精神财富。以往，人们十分重视科学知识本身的考证、记述和整理，这是有益的，今后还应继续加强这一工作。但是，相比之下，对科学思想方法的研究却没有引起人们应有的重视，也正因为如此，又在一定程度上影响了科学知识的形成和科学人才的培养。因此，大力开展科学思想方法的研究，并以丛书的形式系统反映其成果，无疑是一项具有深远意义的工作。

本丛书，以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，力图从科学思想方法的不同形态、科学技术的不同领域、世界上的不同国家以及古今中外著名科学家等侧面，采取历史与现实相结合的方式，广泛挖掘科学思想方法成果，深刻揭示科学思想方法产生和发展的规律，全面概括科学思想方法的特征和功能，为提高科技人才素质服务。

我们相信，这套丛书的出版，将对我国科学思想方法的研究、科技队伍的建设、民族科技意识的增强与科技事业的发展，起到积极的促进作用。

《科学思想方法丛书》编委会

一九九二年一月于长春

序 言

人类的任何一项活动无不受一定的思想方法的支配。科学技术作为人类的一项特殊活动方式，也不例外。概言之，灿烂的科技思想方法之花，必然结出丰硕的具体科技之成果。

在各不相同的历史时期中，人类的科技活动无论是在内容上还是在深度与广度上，乃至在它的社会功能和作用上，都不会停留在一个水平上。它总是与各自时代的社会经济、政治、文化和认识水平等环境系统相适应的，并且环境系统对科技活动的制约作用，又总是通过科学家、发明家的创造性思维活动体现出来的，从而积淀成特定时代的具有特定形式和特定内容的科技思想方法。

鉴于此，我们把能够将特定时代的环境系统的各要素加以集约化并有创造发明能力的科技主体（个体或群体）在认识自然、改造自然、保护自然的活动中所特有的理性思维方式与方法手段之总和，称之为科技思想方法。每一时代的科技思想方法，都是一种历史的产物，因而它们在不同的时代具有非常不同的形式和内容。

科技思想方法史就是研究在不同历史时期中，人们科技活动在指导思想与方法上的时代特征，以及整个人类科技思想方法由低级向高级、由简单向复杂系统进化机制的学问。由此可见，科技思想方法史乃是一门历史的科学。

科技思想方法史的研究必须以科技史为基础。然而，科技

史主要关心的是智慧的凝聚物——现成的科技成果（死物），科技思想方法史则尤其关心智慧的流动过程（活物），或曰关心主体对具体科技成果的探索与追求。也就是说，科技思想方法史强调获取科技成果比占有科技成果更重要。

一般说来，科技史主要研究作为现成成果的科学发现、技术发明在历史上所表现出来的前后相继的规律性，而科技思想方法史则主要研究这些现成的科技成果赖以取得的理性认识活动机制及其历史沿革的规律性。换言之，科技史侧重研究科技“硬件”的历史更替，科技思想方法史则侧重研究科技“软件”的历史更替。这里的“硬件”，指科学发现的成果（科学概念、定律、原理、理论体系等）和技术发明的成果（专利、仪表、机器、装置、设备等）；“软件”指导致科技硬件问世并在社会中发挥其功能作用的理性思维活动和程序系统。

科学技术活动作为一个有机系统，既有它的硬件部分，又有它的软件部分，并且总是由主体——科学家、发明家将二者紧密地联系在一起的。由于科技活动系统的对象总是指向自然界，因此，它的“硬件”与“软件”只具有相对的意义，二者之间常常是相互转化着的。一个科学概念、定律、原理，一种理论体系，它们作为现成的认识成果，是人对客观自然事物、现象和过程的反映，是“硬件”；但对于人们进一步认识、改造、保护自然的活动来说，它们又表现为“软件”，发挥着思想方法这种“软件”的指导作用。

由是观之，科技思想方法是一个广义的概念。凡是构成人们认识、改造、保护自然活动的“软件”系统中的各要素，都属于科技思想方法的范畴。当然，软件系统中的各要素又是分层次的，因而，科技思想方法这一概念又是在不同层次上加以使

用的。

一般说来，社会的文化背景、科学的历史传统、时代的思维定势和认知结构等，是最高层次的科技思想方法；科学家、发明家本人的自然观、科技观、科技方法以及信念、意志、品德、兴趣、好奇心等精神因素则是中间层次的科技思想方法；而科学发现、技术发明的现成成果，就是最低层次的科技思想方法。这三个层次的科技思想方法，既相互区别，又相互联系、彼此作用，其网络结构如图 0—1 所示。

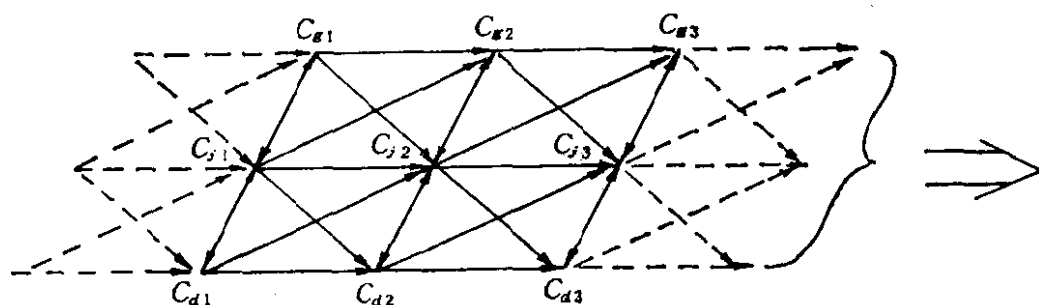


图 0—1 科技思想方法系统的层次及其关系

以 C_{j2} 为例，其中 C 表示科技思想方法， j 表示中间层次， 2 表示第 2 个历史时期。 C_{j2} 表示处于第 2 个历史时期的作为科技思想方法的科学家、发明家的精神因素，它既有先前的和当时时代的科学发现、技术发明的成果作为基础 ($C_{d1}-C_{d2}$)，又受社会的文化背景、科学的历史传统、时代的思维定势和认知结构的影响 ($C_{g1}-C_{g2}$)，还支配着进一步的科技探索活动 ($C_{d2}-C_{d3}$)，同时也为当时的和后来的最高层次科技思想方法作出贡献 ($C_{g2}-C_{g3}$)。当然，各个层次的科技思想方法也有其相对独立的自身发展序列 (如 $\cdots \rightarrow C_{j1} \rightarrow C_{j2} \rightarrow C_{j3} \rightarrow \cdots$)。三个层次的科技思想方法作为一个有机整体系统，则表征着人

类科技思想方法的系统进化史。

对于某一特定的历史时期来说，尽管不同学科领域的科学家、发明家所从事的科技活动在内容上不尽相同，但又遵循着共同的科技思想方法模式，并且代表该时代主流和走向的科技思想方法模式又有其相对稳定的形态（如 $Cd_2 \leftrightarrow Cj_2 \leftrightarrow Cg_2$ ），从而成为支配该时代人们处理人与自然关系的主导思想与方法。当然，作为特定时代的主流，代表时代走向的科技思想方法也并非是对称着的，因为它渗透着历史上科技思想方法的积淀，又存在着人们对它的歧释，还必将随历史的发展和人们探索活动实践的深入而向前发展。总之，科技思想方法是有时间箭头的，相对稳定的时代科技思想方法的对称性破缺乃是绝对不平衡的整个人类科技思想方法系统进化的动力学机制。

作为时代主流和走向的科技思想方法，它是以往时代科技思想方法的成熟阶段，然而，相对于以后时代来说，它又成为潜在阶段的科技思想方法。在整个人类科技思想方法的进化发展序列中，先前的阶段孕育和萌发着后来一切继续进步的种子和胚芽。揭示各不相同时代的科技思想方法主流的不同特征，把握其前后相继的历史链条和规律性，其目的正是为现代人从事科技创造发明活动提供借鉴和启示，以便人们能够自觉地按照当代科技思想方法的模式办事，推动包括科学技术在内的整个人类社会的进步和发展。这就是科技思想方法史研究的根本目的。

鉴于本书意在开发现代人创造发明潜力这一宗旨，因此，书中的大量笔墨花在现代内容上。本书前半篇幅的时间跨度囊括古代和近代的众多科技思想方法，其立论根据依然在于为现代人服务。全书在选材上的挂一漏万，或力戒事无巨细，避免

繁烦考证；在不同章节中所选图 0—1 中的哪一层次或兼顾哪些方面来写，又并非顿齐划一，所有这一切的出发点都是力图体现本书写作的宗旨。

毋庸置疑，本书的篇章结构也是力图体现逻辑的与历史的相统一的原则。它既力图突出质地厚实的历史感，又力图保持内容叙述上的逻辑性。本书内容按古代、近代和现代的历史链条排序，逻辑上则遵循认识主体如何思维着、反映着自然客体的存在方式和演化规律，怎样着意将思维的花朵——科学和物化的产物——技术转化成现实的社会生产力这种认识与实践的辩证关系。本书从自然哲学开始，以科学哲学结束，既反映了历史，又体现了逻辑。换言之，从自然哲学向科学哲学的升华，是人类科技思想方法在历史上与逻辑上的统一。

具体说来，本书所体现的科技思想方法史研究的内容是：第一，关于人们对世界本源的思想与思维方法；第二，关于科学发现、技术发明本身所体现出来的科学思想与科学方法；第三，关于导致科学发现、技术发明、科学革命、技术革命得以发生的思想上与方法上的机制；第四，关于各不相同的科技思想方法层次间的交叉渗透和彼此协调的机制；第五，关于人们对科学本身加以反思即科学哲学的思想方法。

本书从内容上又可以划分为科学思想、科学方法和技术思想方法三大类，这就是原子结构论思想、宇宙和谐论思想、机械决定论思想、统计决定论思想、过程集合论思想、时空相对论思想、微观量子论思想、历史进化论思想、软科学思想、高技术思想、潜科学思想等十一大科学思想；公理化方法、实验科学方法、理性思维方法、思想实验方法、直觉方法、系统科学方法、交叉科学方法、悖论思维方法等八大科学方法；以及

材料技术思想方法、能源技术思想方法和信息技术思想方法等三大技术思想方法。当然，上述三大类内容在本书的篇章结构中又是按历史顺序彼此交替出现的，且所用笔墨的多少又不尽相同。由于某一时代的科学思想或方法也有它的历史渊源和后来的进一步发展，因此，本书在阐述特定时代作为主流的科学思想或方法时，常常要把它的历史渊源和现代发展一并纳入特定章节中加以系统阐述，以体现其系统进化的有序性。

本书写作的难点在于：科技思想方法史的研究既要以科学技术史为基础，又要突出科技主体的理性活动特征；既要揭示群体主体思想方法的共性，又要兼顾个体主体思想方法的特殊性和创造性；既要揭示科学发现、技术发明中所具有的科技思想方法的功能，又要阐述科学思想与科学方法辩证转化的关系，如此等等，处理好这些关系又决非易事。本书从宏观整体上将科技思想与科技方法融为一体来写它的历史，亦即从人们的指导思想方法的角度去考察科技成果获取的历史，这一工作又无现成的经验可资借鉴。所有这一切，都为本书的尝试性探索带来不小的困难。好在本书的写作始终得到解恩泽教授的鼓励与指导，在此深表感谢。本书写作的不成功之处乃至具体内容的欠缺、错误，诚望读者不吝赐教，将不胜感激。

本书是笔者在为自然辩证法专业硕士生开设“科技思想方法史”课程的教学实践基础上写成的，它不仅可作为本门课程的教材，亦可供理工科大学学生、研究生，广大科技工作者，科技史、科学思想史、科技方法论、科学哲学、自然辩证法和哲学专业工作者阅读参考。

笔者对所参考过书目的作者表示诚挚的谢意，对出版社的同志和一切为本书问世付出辛勤劳动的同志表示崇高敬意。赵

树智副教授为本书的问世也竭尽全力，在此一并深表谢意。

作 者

1992年6月于大连

目 录

第一章	古代科技思想方法.....	1
第一节	古希腊的科学思想方法.....	1
第二节	古代中国的科技思想方法.....	7
第三节	欧洲中世纪的科技思想方法.....	12
第二章	近代前期的科技思想方法.....	18
第一节	实验科学的思想方法.....	18
第二节	唯理论的思想方法.....	22
第三节	机械论的思想方法.....	25
第三章	近代后期的科技思想方法.....	32
第一节	统计决定论的思想方法.....	32
第二节	进化历史观的思想方法.....	39
第三节	理论科学的研究方法.....	45
第四章	近代技术革命的思想方法.....	52
第一节	蒸汽力革命的思想方法.....	52
第二节	电力革命的思想方法.....	64
第五章	现代初期的科技思想方法之一.....	81
	——现代物理学革命的思想方法	
第一节	经典物理学的危机与现代物理学革命的序幕.....	81
第二节	相对论与爱因斯坦的科学思想方法.....	90
第三节	量子力学的思想方法.....	99
第六章	现代初期的科技思想方法之二.....	106

——分子生物学的思想方法

第一节	达尔文思想方法的局限性与新思想方法的兴起.....	106
第二节	遗传思想的沉浮与发展.....	109
第三节	构建DNA双螺旋结构模型的思想方法.....	113
第四节	分子生物学的思想影响.....	118
第七章	现代中期的科技思想方法之一.....	126

——系统科学的思想方法

第一节	系统科学各学科的思想方法.....	126
第二节	系统科学对科学思想方法的变革.....	135
第三节	系统科学思想方法的一般原理.....	141
第八章	现代中期的科技思想方法之二.....	156

——软科学的思想方法

第一节	软科学兴起的时代背景.....	156
第二节	“软科学”思想的由来.....	165
第三节	软科学的地位、结构与功能.....	171
第四节	软科学的决策原则与思维程序.....	177
第九章	现代中期的科技思想方法之三.....	182

——高技术的思想方法

第一节	“高技术”思想的由来.....	182
第二节	高技术：人类的理想与实践.....	187
第三节	高技术与系统思维方式.....	194
第四节	高技术产业化的思想方法机制.....	200
第五节	高技术对国际政治与军事的影响.....	206
第十章	悖论：当代科学思维方法之一.....	211
第一节	历史上的悖论与悖论研究的历史.....	211
第二节	数学发展史上的悖论思维.....	214

第三节	科学发现中的悖论思想与方法.....	218
第四节	科学悖论的方法论意义.....	221
第五节	技术悖论研究的思想方法与意义.....	224
第六节	系统思维悖论的思想方法.....	229
第十一章	潜科学：当代科学哲学思想方法之一.....	238
第一节	“潜科学”思想的由来.....	238
第二节	与西方科学哲学思想方法的比较.....	241
第三节	科学发现的“潜科学”模式.....	245
第四节	潜科学关于科学进步的不可逆性思想及其历史依据.....	252
第五节	潜科学模式的研究法意义.....	255
主要参考书目		261

第一章 古代科技思想方法

如果科学技术想要追溯自己今天的一般思想方法原理发生和发展的历史，它就不得不回到古代人那里去。在古代，古希腊的科学技术成就与古代中国的科学技术成就，就是古代历史时期中相互辉映的两朵鲜艳奇葩，从中可以找到以后各种科技思想方法的胚胎和萌芽。

第一节 古希腊的科学思想方法

古希腊早期的科学是与哲学融合在一起的，即所谓“自然哲学”。古希腊早期的学者们集哲学家与科学家于一身。古希腊早期的科学思想方法的特征，就在于他们对科学知识作“理性的哲学考察”，既探索科学知识的本体论问题，又研究建构科学知识的方法论问题。这种探索和研究，对近现代科技思想方法的发生和发展产生了深远的影响。

一、朴素唯物主义的科学思想

古希腊自然哲学的中心议题之一，是寻找世界的本源，致力于阐明整个宇宙的本性。泰勒斯（Thales，约公元前624—547）是第一个探究世界的本体即万物的本源的人，他提出了“万物的始基是水”这一朴素唯物主义的论断。

泰勒斯关于万物始于水的科学思想，其意义在于：第一，

它用自然事物来解释自然界，驱逐了超自然的鬼神观念，标志着人类自然观的一次巨大进步；第二，它关于万物始源于水又复归于水的变化循环观念，提供了一个能激发人们观察与思考问题的模式；第三，它开创了唯物主义精神的理性追求之先河，奠定了人类理论科学发展的基础。

继泰勒斯之后，古希腊的其他自然哲学家也走上了从自然本身寻找合理解释的轨道。阿那克西曼德(Anaximander, 约公元前610—545)认为万物都出于一种简单的始基——一种混沌状态的具体物质——“无限”；阿那克西米尼(Anaximenes, 约公元前585—528)则说万物的始基是一种无定形的气；赫拉克利特(Heraclitus, 约公元前540—480)则相信火是万物的始基；恩培多克勒(Empedocles, 约公元前500—430)则主张土、水、气、火四种元素是组成万物的始基。当然，把世界的本原归之于某一种或某几种具体的物质形态未免幼稚，但这毕竟是当时条件下的一种朴素唯物主义见解。

二、原子论的科学思想

在古希腊的自然哲学中，有一种关于自然界结构层次的科学思想，这就是德谟克利特(Democritus, 公元前470—360)提出的原子论。作为一种科学思想，它为人们提供了一个对事物结构进行理性思考的原则，对近现代科学的几乎所有领域都产生了极其深刻的影响。正如德国物理学家海森伯(W. Heisenberg, 1901—1976)所指出：“德谟克利特的原子观念……它决定了物理学家的思想方法，甚至决定了那些不愿与哲学打交道的物理学家的思想方法。”^①

^①W·海森伯：《物理学和哲学》，商务印书馆1981年版，第196页。