

科学文化反思丛书

科学思维的方法

是一切创新活动的方法基础

是科学思维的艺术载体和力量所在

# 科学思维的艺术

## 科学思维方法论导论

张大松/主编



科学出版社  
www.sciencep.com



科学文化反思丛书

# 科学思维的艺术

## 科学思维方法论导论

张大松/主编

科学出版社

北京

**图书在版编目(CIP)数据**

---

科学思维的艺术：科学思维方法论导论 / 张大松主编.  
—北京：科学出版社，2008

(科学文化反思丛书)

ISBN 978-7-03-020523-0

I. 科… II. 张… III. 思维方法-研究 IV. B804

中国版本图书馆 CIP 数据 (2008) 第 001428 号

---

责任编辑：侯俊琳 郭勇斌 卜 新/责任校对：桂伟利

责任印制：钱玉芬 / 封面设计：黄华斌

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

**双青印刷厂** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008 年 3 月第 一 版 开本：B5(720 × 1000)

2008 年 3 月第一次印刷 印张：19 1/4 插页：2

印数：1—4 000 字数：331 000

**定价：35.00 元**

(如有印装质量问题，我社负责调换〈双青〉)

科学文化反思丛书

编委会

主 编 李宏伟

编 委 (以姓名拼音为序)

桂质亮 刘鹤玲 刘仁忠

杨足仪 张大松 张祖林

《科学思维的艺术》

编委会

主 编 张大松

副主编 宋 荣 平海兵 孙国江

编 委 (以姓名拼音为序)

陈燕丽 马前进 潘 沁

沈洪豪 盛显容 卫才胜

## 丛书总序

### 构架贯通“两种文化”的桥梁

1959年，英国学者C. P. 斯诺（C. P. Snow）在剑桥大学所作的有关“两种文化”的著名演讲中指出，由于科学家和人文学者在教育背景、学科训练、研究对象、研究方法等方面的差异，他们关于文化的基本理念和价值判断经常处于对立和冲突状态，而彼此的不屑和鄙视使他们之间难以有效地交流和沟通，因此就形成了科学文化和人文文化之间的隔阂、对立和冲突。

“两种文化”并非C. P. 斯诺的虚构和杜撰，而后的“索卡尔事件”将“两种文化”的矛盾、冲突以极端的方式呈现，警醒世人。1996年，美国纽约大学量子物理学家艾伦·索卡尔（Alan Sokal）向著名文化刊物《社会文本》递交了一篇诈文，作者在该文中有意捏造出很多常识性科学错误。然而，《社会文本》的五位主编都未能发现这是一篇诈文，没有能够辨识出作者有意布设的“科学”陷阱，诈文成功面世。“索卡尔事件”在全球学术界引发了一场科学家与人文学者之间的大论战，突显了科学文化与人文文化之间的矛盾、冲突以及科学家与人文学者之间的信任危机。

韦伯（Weber）区分两种合理性——形式的合理性和实质的合理性。形式的合理性意味着可算计性、效率和非人性，即合理性还原为它的形式的、工具的方面；实质的合理性即行动不只是以理性的计算为基础，它还包含人的伦理、政治及其他方面的需要。法兰克福学派把韦伯的“形式的合理性”改造为“工具（技术）理性”，而将他的“实质的合理性”改造为“批判的理性”或“客观的理性”，也即我们通

常所说的“价值理性”。“两种文化”冲突的实质在于“工具理性”与“价值理性”之间的冲突。如果说价值理性主要解决的是确立什么样的人生目标和我们“应当”做什么的问题，那么工具理性解决的主要是针对如此目标我们应当“如何”做、“怎样”做的问题。价值理性作为目标，对于工具、手段具有优先性，价值理性必须驾驭工具理性。

自然科学、社会科学以及人文学科的分、对立和冲突对于古代社会来说，是不可理喻的事情。古希腊的学问是统一的大一统的，古希腊的学者也没有专业限定，亚里士多德“百科全书式”学者是其典范。苏格拉底提出“德性即知识”，他所说的知识包括事实知识、规范知识和人的内心洞见，而非仅仅指自然科学、技术知识。柏拉图学院门楣上镌刻着“不懂几何者莫入”，认为几何、数学是研习哲学的基础和前提。古希腊的“实践”也不同于我们今天所理解的，古希腊的“实践”首先是公民的政治实践、道德生活，而非我们如今狭义理解的“生产实践”。对于东方寺庙中的僧人或者西方修道院的修道士来说，日常的生活、工作从来不是为了效率，全在于一种精神的追求。即使是在新兴的资产阶级眼里，生产的扩大、效率的追求也是和上帝的证明、追求联系在一起的。只是到了现代大工业生产阶段，效率自身才成为理由、根据，不但成为工作的目的，也成为生活的目的。胡塞尔指出，在19世纪后半叶，现代人让自己的整个世界观受实证科学支配，科学的危机表现为科学丧失了生活意义。手段的东西成为了追求目的，价值理性被工具理性遮蔽、取代，真正的人生幸福、人生价值追求则被“遗忘”了。

当代西方科学哲学在20世纪下半叶经历了两次重大转变，即从逻辑主义向历史主义，然后又从历史主义向后现代主义的转变。科学哲学的“历史主义”将传统的科学逻辑分析转换为科学发展的历史合理性研究，将科学哲学与历史学、心理学和社会学相联系，大大超出了科学哲学传统的认识论和分析哲学框架。后现代主义者费耶阿本德洞穿当代西方科

学哲学的理论困境和方法的无能，他不仅“反对方法”，更要“告别理性”，宣告传统科学哲学的终结。后现代主义用人文主义视角来理解科学，模糊科学与艺术、社会、政治乃至宗教的区别，将科学融入一般社会文化。

“科学文化反思丛书”的选题、研究都是基于当今科学技术发展特别是科学技术文化与人文文化之间的矛盾、冲突，对科学技术作较为全面的哲学反思和更广泛的文化诠释，其选题从生物学、生物社会学到文化人类学、和谐社会建构，从科学的形上追问到技术的社会价值和文化批判，从科学确证的逻辑分析到科学社会学及科学思维艺术探讨。这可以从丛书选题窥见一斑，五本书分别是《现代技术的陷阱》、《所罗门王的魔戒》、《科学思维的艺术》、《西西弗斯的石头》、《科学辩护的沉思》。丛书内容不仅根基于扎实的理论探索，其中也有许多生动、有趣的意象符号，如厨师困境、绿胡须效应、所罗门王的魔戒、西西弗斯的石头……

“科学文化反思丛书”的选题应和欧美兴起的“科学的文化研究”（CSS），秉承库恩对科学作历史、社会、文化研究的“外部观点”研究传统，但反对费耶阿本德“怎么都行”、“告别理性”的无政府主义。“科学的文化研究”不能建基在松软的沙滩上，而是要深扎“科学技术哲学”的“哲学”之根，要拓展、转换逻辑实证主义哲学观，对科学技术哲学作更为全面、丰富的哲学理解，加强对科学技术哲学的文化理解和科学技术文化的哲学研究。我们的研究要立足于哲学基本问题和深刻的学理思考基础之上，不是要执著于“外部观点”对“内部观点”的批判，而是作“两种观点”、“两种文化”的沟通、交流，在对话、协商基础上达成共识、追求真理。

致力于构架贯通“两种文化”的桥梁，是“科学文化反思丛书”的美好心愿和真诚努力，愿我们的努力能够对科学与人文的当代融通有些许的贡献。最后，我们还要感谢所有

对我们工作给以批评、扶助的人们，感谢所有关注、参与到科学技术文化建设事业中的人们。

谨此为序。

李宏伟

2007年11月于武汉桂子山



# 前 言

本书力求系统探讨科学思维方法论的若干问题。我们认为，科学思维方法论是关于科学思维方法的理论，科学思维方法是它的主要研究对象，它要回答“有何方法”；科学思维方法论又是关于科学思维方法的合理性原则及要求的理论，它回答“某方法该怎样用”。因此，本书以科学问题的求解为主线，以解题思维为起点，以理论创建为目标，系统探讨发散求解思维、逻辑解析思维、哲理思辨思维以及理论建构评价思维中的各种具体思维方法及其合理性原则或要求。

本书是主编和其他作者根据多年相关课程的教学研究与有关课题的理论探讨所形成的成果，也是华中师范大学教材立项课题“科学思维方法论”的阶段性成果。

本书由张大松教授主编，副主编有宋荣、平海兵和孙国江。各章作者分别是：

第一章 张大松（华中师范大学）

第二章 张大松

第三章 吴汉玲（华中师范大学）、张大松

第四章 黄楚安（华中师范大学）、张大松

第五章 盛显容（湖北广播电视大学）

第六章 卢秋萍（华中师范大学）、陈燕丽（湖南商学院）

第七章 张大松、贾海龙（华中师范大学）

第八章 潘 沁（桂林电子科技大学）、马前进（江苏警官学院）

第九章 彭 菲（华中师范大学）、张大松

第十章 张 奎（上海交通大学）、张大松

第十一章 平海兵（上海共舟律师事务所）

第十二章 孙国江（中国人民解放军通信指挥学院）

第十三章 宋 荣（华中师范大学）

第十四章 余 芳（华中师范大学）、张大松

第十五章 卫才胜（武汉体育学院）

第十六章 沈洪豪（南阳师范学院）

本书的出版得到了华中师范大学的资助和科学出版社的大力支持，科学出版社的侯俊琳和郭勇斌等同志为此书的策划与编审付出了大量的辛勤劳作。此外，我们在写作中研读了大量相关的文献资料，从中受到很多启发。武汉大学的张巨青教授、桂起权教授和张掌然教授也给予了宝贵的支持。华中师范大学的赵新泉同志参与了第二章的写作工作。我们特借此书出版之机，向他们致以衷心感谢！

我们在深入研讨科学思维方法论的若干问题时，尽管力求思辨有理与实证有据，但总觉得对某些问题还需更深入的探讨，因此，我们十分期盼读者的批评和指导。

张大松

2007年10月

# 目 录

丛书总序：构架贯通“两种文化”的桥梁

前 言

第一章 绪论 / 1

- 一、思维方法与科学思维方法论 / 1
- 二、科学思维方法的演进与思维方法的科学性 / 6
- 参考文献及注释 / 16

第二章 解题思维 / 18

- 一、科学问题概述 / 18
- 二、提出科学问题的基本方法 / 23
- 三、科学问题求解的一般纲领 / 27
- 参考文献及注释 / 38

第三章 求异思维 / 40

- 一、求异思维概述 / 40
- 二、发散求异思维方法 / 44
- 三、转换求异思维方法 / 47
- 四、求异思维的应用原则与要求 / 52
- 参考文献及注释 / 56

第四章 形象思维 / 57

- 一、形象思维概述 / 57
- 二、形象思维的基本方法 / 62
- 三、形象思维方法的合理性原则 / 71
- 参考文献及注释 / 74

第五章 直觉思维 / 75

- 一、直觉思维概述 / 75

- 二、直觉方法 / 79
- 三、灵感方法 / 80
- 四、顿悟方法 / 85
- 五、直觉思维的启发性原则 / 87
- 参考文献及注释 / 90

## 第六章 比较、类比与隐喻思维 / 92

- 一、比较思维 / 92
- 二、类比思维 / 98
- 三、隐喻思维方法 / 107
- 参考文献及注释 / 114

## 第七章 溯因思维 / 116

- 一、溯因思维及其特征 / 116
- 二、溯因思维的方法 / 121
- 三、溯因思维的合理性原则 / 128
- 参考文献及注释 / 129

## 第八章 归纳思维 / 131

- 一、归纳思维概述 / 131
- 二、归纳思维的方法 / 134
- 三、归纳思维的合理性原则 / 150
- 参考文献及注释 / 152

## 第九章 演绎思维 / 154

- 一、演绎思维概述 / 154
- 二、演绎思维的方法 / 161
- 三、演绎思维的合理性原则 / 171
- 参考文献及注释 / 172

## 第十章 数理思维 / 174

- 一、数理思维与数学方法 / 174
- 二、数理思维的基本方法 / 180
- 三、数理思维的合理性原则 / 188

参考文献及注释 / 190

## 第十一章 次协调思维 / 192

一、次协调与矛盾处理方法 / 192

二、次协调思维及其特征 / 195

三、次协调思维的基本方法 / 199

参考文献及注释 / 205

## 第十二章 系统思维 / 206

一、系统思维概论 / 206

二、系统思维方法类型 / 209

三、复杂性中的系统思维 / 217

参考文献及注释 / 222

## 第十三章 辩证思维 / 223

一、辩证思维概述 / 223

二、辩证思维原则 / 226

三、辩证思维的方法 / 232

参考文献及注释 / 246

## 第十四章 理论构建思维 / 247

一、理论构建思维概述 / 247

二、假说系统构建思维方法 / 253

三、理论系统化思维方法 / 258

四、理论构建思维的启发性原则 / 264

参考文献及注释 / 266

## 第十五章 理论检验思维 / 268

一、理论检验思维概述 / 268

二、确证分析思维方法 / 270

三、证伪分析与理论修正思维方法 / 273

四、理论检验思维的合理性 / 277

参考文献及注释 / 281

## 第十六章 理论评价思维 / 283

- 一、理论评价思维概述 / 283
- 二、理论评价思维的基本方法 / 285
- 三、理论评价思维的合理性原则 / 290
- 参考文献及注释 / 292



# 第一章 绪 论

一个民族要想登上科学的高峰，究竟是不能离开理论思维的。

——恩格斯

## 一、思维方法与科学思维方法论

### (一) 方法与思维方法

什么是方法？“方法”一词，在汉语言中有多种含义，如方、术、道、法、策、计、谋略、办法、路子、招数、规则等。在希腊文中，“方法”一词由“沿着”（μετα）和“道路”（οδός）合成，即“按照某种途径”之意。换句话说，方法这个术语是关于某种步骤的详细说明，这些步骤是为了达到一定的目的而必须按规定的程序进行的。因此，可以说，方法就是行为的方向法则，亦即符合一定要求的具有指向性的手段、程序或活动方式。

在人类思想史上，一些学者和思想家对方法发表了许多精辟见解。例如，德国哲学家黑格尔认为，方法不是内容而是形式，他在《逻辑学》中指出：“在探索的认识中，方法也就是工具，是主观方面的某个手段，主观方面通过这个手段和客体发生关系。”<sup>[1]</sup>《苏联大百科全书》（1974年版）中“方法”条目认为：方法即“为解决某一具体问题，从实践上或理论上掌握现实所采取的手段或方式的总和。工作时一定设备的作业系统、科研和叙述材料的方式、艺术欣赏以及从某种美学观点综合评价某一材料的方式等，都属于方法”<sup>[2]</sup>。

方法有多种多样，按其作用领域，有一般性工作方法与科学研究方法之分。前者是人们在日常工作行为中为解决某一具体问题所采取的手段或方式，诸如发音方法、跑步方法、烹饪方法、铸造方法、郑码输入法、QQ方法等；后者则是人们为实现认识客观事物的内在本质和发展规律这一基本目的而采取的手段和途径，诸如观察、实验、概括、抽象、分析、综合、归纳、演绎、模拟和假说方法等。《苏联大百科全书》中“方法”条目提到的当代科学方法，有常说的实验方法、经验材料的加工方法、建立科学

理论及对其检验的方法、叙述科学结果的方法等<sup>[3]</sup>。

对众多的科学方法，可按不同的标准做出多种划分。如果按照获得知识类型的不同，科学方法可以相对地分为两种：发现经验定律的经验方法和发现理论原理的理论思维方法。

经验定律是科学知识体系中的低层次部分。它是对经验事实的系统性描述，是对客观事物的可观察属性之间的普遍联系的认识。例如，“行星沿椭圆轨道运行”、“光的反射角等于入射角”、“任何气体当温度不变时其压强与其体积成反比”等。经验定律要通过人们的观察、实验，并对人们掌握的经验认识进行综合概括而获得。因此，经验定律的获得总是离不开观察、实验等经验方法。

理论原理是科学知识体系中的高层次部分。它是对客观事物的本质、现象间因果联系的洞察与推测，以及解释经验事实的系统性理论。例如，解释万有引力现象的牛顿古典力学理论，解释大陆和海洋形成的大陆漂移说，解释天体红移现象的宇宙膨胀理论等。理论原理具有抽象性与间接性，不具有可直接观察性。因此，发现理论原理需要比较、分析、综合、推理等各种抽象的理论思维方法。

科学方法按其作用范围或层次，可分为基本方法、一般科学方法、特殊科学方法与个别性科学方法等几个层次。基本方法是世界观意义上的最一般方法，即哲学方法；一般科学方法是应用于各个研究领域的一般方法，即一般的科学方法，如比较、分析、综合、推理等；特殊科学方法是应用于某个研究领域的特殊方法，如自然科学或社会科学的特殊研究方法；个别性科学方法是仅应用于某一门学科的个别方法等，如医学中的临床诊断法等。

那么，什么是思维方法？可以简单地说，相对于人的体力活动方法而言，思维方法是人的智力活动方法，或者说是人脑的信息加工方法。也就是说，思维方法是人脑借助信息符号，对感性认识材料进行加工处理的方式、途径，如形成概念的方法、做出判断的方法、进行推理的方法等，因此又称之为理性认识方法。可见，思维方法既不同于科学研究方法，也不同于研究思维形式及其规律性的逻辑方法，但它包括逻辑方法，而且与科学研究方法交叉。

思维方法有多种类型。这里仅根据几种不同标准，做几点说明。

按思维的进程方向，思维方法可分为横向思维与纵向思维，发散思维与收敛思维。

按思维的工具或方式，思维方法可分为逻辑思维与非逻辑思维。其中，

逻辑思维包括演绎思维、归纳思维、类比思维与溯因思维等，非逻辑思维包括直觉思维、灵感与顿悟思维等。

按思维的抽象性程度之差异，思维方法可分为形象思维（含经验思维）与抽象思维（或称理论思维）。其中，抽象思维又可分为悟性思维（或称知性思维）与理性思维（又称辩证思维或哲理思维）。

如果不考虑划分标准的唯一性，那么这些类型的思维方法是相互交叉的，例如，演绎思维与归纳思维既属于悟性思维，也属于纵向思维，它们可用于发散思维或收敛思维。

如果从思维方法的功能着眼，那么这些类型的思维方法既可用于创新思维中（故有人称为创新性思维方法），也可用于批判性的评价或论证思维中（故有人称为批判性思维方法）。

如果从思维方法的形成与应用领域来看，有科学思维方法与日常思维方法之分。所谓科学思维方法，是指形成并运用于科学认识活动的、人脑借助信息符号对感性认识材料进行加工处理的方式与途径。一般来说，科学思维方法比日常思维方法更具有严谨性与科学性。

## （二）科学思维方法论的研究内容

首先，科学思维方法论是关于科学思维方法的理论，科学思维方法是它的主要研究对象，它回答“是何方法”。

科学思维方法如同科学研究方法一样，也极为复杂多样。为此，我们可以从不同的角度对科学思维方法进行不同的分类，进而形成不同的科学思维方法系统。

如果着眼于科学思维方法的作用领域或层次，那么科学思维方法系统由以下层次构成：其一，最一般意义上的思维方法即哲学思维方法，如辩证思维方法等；其二，应用于各个研究领域的一般方法即一般的科学思维方法，如求异思维方法、系统思维方法等；其三，应用于某个领域的特殊思维方法，如自然科学领域或社会科学领域的思维方法；其四，应用于某一门科学的个别具体思维方法，如平面几何解析法等。这些方法由于分别处在科学研究的不同领域、不同阶段或不同过程，各自发挥其功能与作用，而科学研究活动过程的内在逻辑和结构又使它们形成一个完整的思维方法系统。

如果着眼于科学思维方法的具体手段及其科学求解功能，那么科学思维方法可分为发散求解思维方法、逻辑解析思维方法、哲理思辨思维方法、理论建构与评价思维方法等类型。