

邱仁宗 编著

科学方法和 科学动力学

——现代科学哲学概述
(第二版)



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

科学史与科学哲学

科学方法和科学哲学

科学动力学

科学史与科学哲学

科学史与科学哲学

邱仁宗 编著

科学方法和

科学动力学

——现代科学哲学概述

(第二版)



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科学方法和科学动力学——现代科学哲学概述/邱仁宗
编著. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2006.7
ISBN 7-04-018318-8

I. 科... II. 邱... III. 科学哲学 IV. N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 068363 号

策划编辑 李海风 责任编辑 王超 封面设计 王凌波
责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京铭成印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006年7月第2版
印 张	14.75	印 次	2006年7月第1次印刷
字 数	322 000	定 价	29.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18318-00

第二版序

本书出版 20 余年后,高等教育出版社学术出版中心与我联系,表示希望再版,以便对有兴趣的同学了解科学有所帮助。我欣然同意了,并增加了一章讨论费耶阿本德以后的科学哲学。这新增添的章节主要根据 Chalmers 的新版《科学究竟是什么?》编写,同时也参考了孔宪中的两本书:《科学的本性》和《超越库恩:科学说明、理论结构、不可通约性和物理学必然性》。我保留了第一版的《序》和《跋》,虽然我也许不会再写其中一些内容,但当时有那时的社会文化条件,保留下来有历史价值。另外对正文做了一些修辞或技术性的修改。

我仍然觉得科学哲学对思维的训练是非常有用的。我虽然近年来主要精力放在比较具有紧迫性的生命伦理学工作上,但若干年科学哲学学习和研究对我思考问题,进行批判论证极为有益。但同时我也觉得,科学哲学应该更加注意它的应用。理论的深入探讨与对实践问题的关注应该而且可以是相互促进的。希望与科学哲学界的同行共勉。

邱仁宗

草桥欣园

2006 年 5 月 29 日

初版序

这是一本介绍现代科学哲学的书。为什么要向我国的读者介绍现代科学哲学呢？因为在当代的外国哲学中，科学哲学是比较有价值、最值得我们去研究的哲学分支学科之一，而且这门哲学分支学科又是与当代科学密切联系在一起的。不了解这门学科分支的基本知识，难以了解当代科学是在什么样的概念框架中发展的，难以了解当代一些伟大科学家何以对自然界、宇宙持这样或那样的看法。科学哲学有个长名，叫“科学逻辑学、科学方法论和科学哲学”。日本的学者别出心裁，缩称其为“科学基础论”。我认为这个缩称非常合适。现在数学中已经形成了数学基础这一概念，主要研究数理逻辑和数学哲学。其实，每门自然科学都有它的概念框架基础，如物理学基础、生物学基础、医学基础等。这里的“基础”一词有别于某些教科书书名（如《物理学基础》）中的“基础”一词，后者实际上是“基本原理”之意。“科学基础论”一词恰当地说明了科学哲学与科学的关系。另一方面，哲学（包括马克思主义哲学在内）要随科学的发展而改变自己的形式。而科学哲学是对于科学的发展最敏感的哲学分支学科。可以说，科学哲学是科学与哲学之间的边缘学科，是与其他边缘学科一样有前途的分支学科。

近二三十年来，科学哲学的主要成就之一是关于科学方法和科学动力学的研究。“科学”主要指自然科学，但并不排除社会科学。“方法”一词源于希腊文 *μέθοδος*，意为“遵循某一道路”，指为了实现一定的目的，必须按一定的顺序采取的步骤。“科学方法”（scientific method）本来是指获得科学知识应该遵循的程序。但是科学哲学达到的成就之一，就是认为不存在发现和发明的机械程序或万无一失的方法，正如不存在包治百病的灵丹妙药一样。因此科学方法主要是对科学成就的评价方法或选择方法，或对科学的发现或发明做出结构的分析，而把重点放在科学知识的动态发展上。这样就导致了对研究科学知识发展变化的“科学动力学”（scientific dynamics）的重视。因此本书题名为《科学方法和科学动力学》。

本书采用历史叙述的方法介绍科学哲学有关这方面的新知识。首先是介绍，在必要的时候作一些简要的评论。我认为这种方法现在仍然是必要的。我们毕竟与外界隔离太久，对他们的了解很有限。所以对前人的探索，首先作了一个简单的介绍。不过，读者也可以略过这一部分（第一、二章），径直阅读下面的内容。历史部分的介绍主要根据洛西（J. Losee）的《科学哲学历史导论》和萨普（F. Suppe）的《科学理论的结构》，主体部分主要根据原著。由于种种原因，许多想要知道现代科学哲学进展的读者不可能去阅读原著，本书就是为这些读者撰写的。由于本书不是一本论战性著

作,因此我不在这里回答目前我国一些评论中存在的问题。但是事实本身就是对这些问题的最好答复。

由于本人的知识和水平都有限,对这个领域也还只是一个涉猎者,论述上难免有倚轻倚重、缺点错误之处,望读者批评指正。

中国社会科学院哲学研究所 邱仁宗

1982年3月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第 1 章 历史的探索	(1)
1. 归纳 - 演绎法	(1)
2. 新方法的萌芽	(2)
3. “新工具”	(4)
4. 牛顿的方法	(8)
5. 归纳问题	(9)
6. 发现和辩护	(10)
7. 支流 - 江河	(12)
8. 穆勒五法	(14)
9. 约定论	(17)
第 2 章 “公认观点”的兴衰	(19)
1. 哲学危机	(19)
2. “公认观点”	(20)
3. 可证实性	(21)
4. 归纳逻辑	(21)
5. 观察与理论的区别	(23)
6. 理论的解释	(24)
7. 对应规则	(27)
8. 科学通过归并发展	(28)
9. 重建的失败	(30)
第 3 章 分界标准	(32)
1. 书斋中的探索	(32)
2. 分界	(33)
3. “可证实性”批判	(34)
4. 可否证性	(37)
5. 标准的应用	(38)
6. 否证的逻辑	(39)
7. 否证的免疫	(41)
8. 可否证程度	(43)
第 4 章 否证法和科学的成长	(45)

1. 归纳问题·····	(45)
2. 休谟的解决·····	(46)
3. 理论是猜想·····	(46)
4. 归纳不存在·····	(47)
5. 观察渗透理论·····	(48)
6. 先有 H, 还是先有 O? ·····	(49)
7. 科学始于神话·····	(49)
8. 演绎检验法·····	(50)
9. $P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$ ·····	(51)
10. 确认和确认度 ·····	(52)
11. “从阿米巴到爱因斯坦只是一步” ·····	(53)
12. 常识实在论 ·····	(54)
13. 精神水桶理论 ·····	(55)
14. 科学进步的标准 ·····	(56)
15. 真理和逼真性 ·····	(56)
第 5 章 世界 1,2,3 ·····	(59)
1. 三个世界的理论·····	(59)
2. 世界 1 ·····	(59)
3. 实在性·····	(61)
4. 世界 2 ·····	(62)
5. 世界 3 ·····	(62)
6. 突现·····	(63)
7. “太阳底下没有新东西” ·····	(63)
8. 还原·····	(65)
9. 上向和下向因果性·····	(66)
10. 拉普拉斯之妖 ·····	(67)
11. 钟和云 ·····	(68)
12. 不全决定 ·····	(69)
13. 概率 ·····	(70)
14. 相互作用 ·····	(71)
15. 世界 1 的开放性 ·····	(72)
第 6 章 世界观分析 ·····	(75)
1. 从物理学博士到科学哲学家·····	(75)
2. “世界观分析” ·····	(76)
3. 自然秩序理想·····	(76)

4. 观察渗透理论·····	(77)
5. 思想优于经验·····	(79)
6. S(A)R ·····	(79)
7. 科学是知识场·····	(80)
8. 思想风格·····	(81)
9. 累积和“不断革命” ·····	(82)
第7章 范型和常态科学 ·····	(84)
1. 前科学·····	(84)
2. 范型·····	(85)
3. 专业基质·····	(86)
4. 科学共同体·····	(87)
5. 范型的认识功能·····	(88)
6. 范型的纲领功能·····	(90)
7. 常态科学·····	(91)
8. 解难题·····	(92)
第8章 科学革命 ·····	(95)
1. 科学发现始于反常·····	(95)
2. 科学发现的结构·····	(96)
3. 危机·····	(97)
4. “山雨欲来风满楼” ·····	(98)
5. 新范型的产生 ·····	(100)
6. 科学革命的性质 ·····	(101)
7. 范型的不相容性 ·····	(101)
8. 范型的不可比性 ·····	(102)
9. 革命是世界观的改变 ·····	(103)
10. 革命的解决·····	(104)
11. 通过革命而进步·····	(106)
12. 必要的张力·····	(107)
第9章 精致的否定法 ·····	(109)
1. 曲折的一生 ·····	(109)
2. 理性还是宗教? ·····	(109)
3. 科学知识的可错性 ·····	(111)
4. 发现逻辑的忽视 ·····	(112)
5. 退化的纲领 ·····	(113)
6. 从证明的逻辑到发现的逻辑 ·····	(114)

7. 归纳的意义	(116)
8. Popper 0,1,2	(117)
9. 朴素否证主义	(118)
10. 进步的和退步的问题转换	(119)
11. 精致否证主义	(121)
第 10 章 科学研究纲领方法论	(123)
1. 科学研究纲领;反面助发现法	(123)
2. 正面助发现法	(125)
3. 研究纲领的成长	(126)
4. 人可以比大自然喊得更响	(127)
5. 改造环境的纲领	(128)
6. “判决性实验”	(129)
7. 迈克尔逊-莫雷实验	(131)
第 11 章 科学哲学和科学史	(133)
1. “跛子和瞎子”	(133)
2. 内因和外因	(134)
3. 理性范围的扩大	(135)
4. 否证主义的历史否证	(136)
5. 史学研究纲领方法论	(137)
6. 哥白尼革命	(138)
7. 不可言传的“先见之明”	(139)
8. 托勒密和哥白尼纲领的演变	(140)
9. 扎哈尔的修正	(142)
10. 科学史的骨和肉	(143)
第 12 章 理论多元论	(145)
1. 科学哲学界的怪杰	(145)
2. 实在论与工具主义	(145)
3. 实在论促进科学进步	(146)
4. 哲学论证是不够的	(147)
5. 理论一元论与理论多元论	(149)
6. 理论的事实发现功能	(150)
7. 韧性原理	(151)
8. 扩散原理	(151)
第 13 章 无政府主义认识论	(154)
1. 对症良药	(154)

2. “怎么都行”	(155)
3. 反归纳：多元方法论	(156)
4. 所谓“一致性条件”	(158)
5. 克服科学沙文主义	(159)
6. 证据受“污染”	(160)
7. 塔的论据	(161)
8. 望远镜的作用	(163)
9. 非理性主义	(165)
10. 无政府主义认识论	(166)
第 14 章 科学哲学仍然有未来	(168)
1. 有没有科学方法	(168)
2. 科学假说或理论的概率是零吗?	(177)
3. 实验有没有自己的生命?	(182)
4. 为什么世界应该服从定律	(187)
5. 科学提供客观实在的知识吗?	(191)
参考书目	(199)
外国人名索引	(203)
科学哲学术语对照	(209)
初版跋	(219)

第 1 章

历史的探索

1. 归纳 - 演绎法

历史上第一个研究科学方法的是亚里士多德 (Aristotle, 公元前 384—公元前 322)。他是物理学、生物学、心理学、逻辑学等许多学科的最初奠基者。他从对自然现象的长期研究经验中概括出科学研究的两阶段程序方法。一般人的印象中亚里士多德似乎是个重演绎、轻归纳的演绎主义者,其实不然。他对归纳的重视不亚于别人。他认为科学家必须进行仔细的观察,科学研究是从观察上升到一般原理,然后再回到观察。前一阶段用归纳,后一阶段用演绎(图 1-1)。

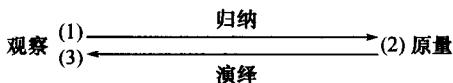


图 1-1 亚里士多德的归纳 - 演绎法

归纳有两种。一种是简单枚举法。日常生活中的经验多半用这种方法获得。例如人们经过一些日子的观察,得出“凡明天太阳从东方升起”的结论。这“一些日子”就是简单枚举,不是完全枚举,因为每个人寿命有限,不可能做到完全枚举。所以简单枚举法有如下的形式:

$$\begin{array}{l} a_1 \text{ 具有性质 } P \\ a_2 \text{ 具有性质 } P \\ a_3 \text{ 具有性质 } P \\ \hline \therefore a \text{ 具有性质 } P \end{array}$$

其中

$$a = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \cdots$$

另一种是直觉归纳法。这是指一个科学家具有某种洞察力,能够从感觉资料中看到本质。例如一个科学家注意到月球发亮的一面总是朝着太阳的,由此推论月球

的发亮是由于太阳光的反射所致。

然而,亚里士多德认为科学的目的在于解释。因此,更重要的是从一般原理推论出需要解释的现象。那么用什么方法从一般原理推论出关于现象的陈述呢?这就是亚里士多德所着力研究而做出了重大贡献所在。他认为只有用 Barbara 式的三段论进行演绎才能得出可靠的结论。所谓 Barbara 式三段论是指推理的大前提、小前提和结论均系全称的肯定命题。如:

大前提:凡生物必死

小前提:凡是人生物

结 论:凡人必死

他认为用这种演绎法建立的科学解释或科学证明是可靠的。每门科学就是用演绎法组织起来的一组陈述。但是这里有一个问题。如上式所示,“凡人必死”是普遍性程度较低的规律,“凡生物必死”是普遍性程度较高的规律,科学解释就是揭示这两个规律之间的必然联系。那么“凡生物必死”,就需要用普遍性程度更高的规律来解释。以此类推,就会形成无穷的倒退。为了防止这种情况,亚里士多德规定,每门科学的最普遍规律——第一原理是不证自明的,但必须是从观察中归纳出来的。

亚里士多德关于科学是演绎系统的理想在欧几里得(Euclid)几何学和阿基米德(Archimides)静力学中得到了实现。欧几里得几何学和阿基米德静力学是由公理、定义、定理等组织起来的系统。例如欧几里得几何学的五条公理是:①任何两点之间可以连接一条直线;②有限的直线可以连续延长;③从任何中心可以任意半径画圆周;④所有的直角均相等;⑤过直线外一点可以作一条、也只可以作一条不相交的直线。公理是不证自明的真理,定理从公理中演绎出来,并且与观察结果相吻合。

但是留基伯(Leucippus)、德谟克利特(Democritus)、伊壁鸠鲁(Epicurus)的原子论则隐含着另一种科学方法。自然界万物变化都是原子的组合和分解,因此观察到的变化应该用更低的组织层次上发生的过程来解释,宏观变化应该用微观相互作用来解释,以及把宏观层次的质变还原为原子层次的量变。

2. 新方法的萌芽

中世纪的经院哲学家歪曲亚里士多德理论的精神实质,强调演绎法是科学研究的惟一方法,坚持关于自然界的一切可靠的结论必须从宗教教义中演绎出来。然而在中世纪后期,一些异端的经院哲学家发展了亚里士多德的归纳-演绎法,成为新方法的萌芽。

邓斯·司各脱(Duns Scotus, 1265—1308)提出了求同法,即分析发生某一结果的若干事例,在这些事例中与这个结果同时存在着种种因素,如果其中有一个因素在这

些事例中都存在,那么这个因素便是该结果的原因。如下式:

事例	因素	结果
1	ABCD	e
2	ACE	e
3	ABEF	e
4	ADF	e

∴ A 是 e 的原因

例如一些人都患某种疾病,他们都是在相当的一段时间内没有新鲜水果和蔬菜吃,但是在其他方面,饮食不同,居住条件不同,种族不同……。缺乏新鲜水果和蔬菜是病人惟一共同的特点,那么,我们可以做出结论说,缺乏新鲜水果和蔬菜是这种疾病的原因。

威廉·奥卡姆(William Ockam, 1280—1347)提出了差异法,即分析发生某一结果的两个或更多的事例,如果某一因素存在时出现这个结果,而该因素不存在时该结果不出现,那么该因素便是该结果的原因。如下式:

事例	因素	结果
1	ABC	e
2	AB	-

∴ C 是 e 的原因

例如两块完全一样的铁块,在炭炉中加热,并以同样方法锤打成形,惟一不同在于一块铁在最后加热后浸入水中,另一块铁则否,结果前者比后者更硬,那么把热铁浸在水中,是超量硬度的原因。

但是,不管是求同法,还是差异法,归纳出来的只是可能的因果联系,不具必然的性质。“腐肉生蛆”之类的说法就是不成功地应用差异法的产物。

格罗斯代斯德(Grosseteste, 1168—1253)则提出了否定法。否定法是演绎法的一种形式。即如果某个结论可以从许多组前提中演绎出来,也就是有许多种解释,那么就要设法排除其他,只留下一一种解释。这相当于医学中的鉴别诊断。医生根据病人的症状和体征推断疾病有几种可能,就要排除其他留下一一种可能。用什么方法排除?否定法。一个假说(解释、可能)必蕴涵某种结果,如果证明这种结果是假的,那么这个假说也必定证明为假。即:

如果 H, 则 C
非 C
∴ 非 H

这种演绎论证称为否定后件推理。这种否定法在实践上早已为人使用。欧几里得曾用这个方法证明不存在最大的素数。先假定存在最大的素数,以 N 表示,设 $N' = (2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11 \times \dots \times N) + 1$,那么就可以形成如下的论证:

如果 N 是最大的素数,则 N' 就不是素数

但是 N' 是一个素数(因为 N' 被任何素数除都余 1)

所以, N 不是最大的素数

但是否定结果,不一定能否证结果从中推断出来的假说。这个问题后面要多次讨论到。

罗杰·培根(Roger Bacon, 1214—1292)提出了实验法。他认为归纳法的应用取决于所获得的事实知识是否精确和广泛。而实验可以增加事实知识的精确性和广泛性。尤其是他认为亚里士多德的归纳—演绎两阶段是不够的,应该补以第三阶段,即归纳出来的原理要接受经验的检验,也就是要求用实验检验通过归纳获得的原理。14 世纪初,一位叫做狄奥多里克(Theodoric)的人应用了这个方法。他从虹的观察中得出了日光被雨滴折射和反射而引起虹的结论。他为了用实验检验这个假说,用中空的水晶球注满水,作为雨滴的模型,结果复制出了两条虹。

3. “新工具”

中世纪的经院哲学家阉割亚里士多德关于从感觉经验中归纳出原理的论点,片面地强调他的第一原理,以维护《圣经》的权威,严重阻碍了科学的发展。由此导致 17 世纪的科学革命必然包含着科学方法的革新。

意大利物理学家和天文学家、17 世纪科学革命先驱之一伽利略(Galilei, 1564—1642)首先指出,像亚里士多德那样用目的论来解释机械运动(如固体由于其本性趋向地球中心运动等)不是真正的科学解释,应该从科学中剔除出去。这样他就提出了科学解释与非科学解释的分界标准问题。而且在科学解释内部还要分清可接受的解释和不可接受的解释,因此还需要有个可接受性标准(图 1-2)。但伽利略并没有解决标准问题,他在实践中和辩论中常常采用灵活的标准。

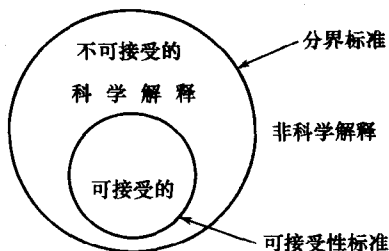


图 1-2 伽利略的分界问题