

△科学论译丛△

科学方法讲座

〔印〕B. N. 戈什 著

李醒民 译

陕西科学技术出版社

期 限 表

请于下列日期前将书还

1 9. 0. 5 1 2

责任编辑 何 越

科学论译丛

科学方法讲座

〔印〕B. N. 戈什 著

李耀民 译

陕西科学技术出版社出版发行

（西安北大街131号）

新华书店经销 西安青山彩印厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.75印张 13万字

1992年6月 第1版 1992年6月 第1次印刷

印数：1—2,000

ISBN 7-5369-0989-6/Z·103

定 价：3.20元

624014

应该大力弘扬科学精神

（代总序）

德国哲学家恩斯特·卡西尔在谈到科学时曾一针见血地指出：“科学是人的智力发展中的最后一步，并且可以被看成是人类文化最高最独特的成就，它是一种只有在特殊条件下才可能得到发展的非常晚而又非常精致的成果。……在我们现代世界中，再也没有第二种力量可以与科学思想的力量相匹敌。它被看成是我们全部人类活动的顶点和极致，被看成是人类历史的最后篇章和人的哲学的最重要主题。”

卡西尔从思想史和文化学的高度，充分肯定了科学精神的巨大价值。遗憾的是，这一观点在国内并未被充分理解和认识。众所周知，真正意义上的近代科学诞生于西方的文化传统之中，国人鲜于亲身经受科学革命的洗礼；而且，科学精神中的不少成分都是中国传统文化中的异质因素（这也是近代科学未能在中国诞生的重要原因之一），本来就比较难以在我们这块古老的土地上生根。加之近代的科学引进只是专注于器物 and 知识，而忽视、漠视、鄙视乃至敌视科学精神的意义和价值。且不说中国古代的封建士大夫把科学视为奇技淫巧，也不说中国近代的洋务派人物最多只不过是仰慕西方的船坚炮利，更不必提及顽固派极力反对“师事夷人”，

甚至“一闻造铁路、电报，则痛心疾首、群起阻难，至有以见洋人机器为公愤者。”即使在今天，人们依然把科学混同于技术，把科学看成一个装着精巧戏法的宝盒子，能变换出所需要的东西，这种心态无异于现代的货物崇拜 (cargo cult)。

在这里，我们并无意于贬斥科学的物质价值或功利价值。科学的功利价值不仅使科学赢得了应有的社会地位，而且科学以技术为中介所导致的巨大的生产力，也大大丰富和改善了人类的物质生活。这一点无论怎么肯定也不算过分。当代反科学 (anti-science) 思潮所掀起的对科学的新浪漫主义批判 (the neo-romantic critique of science) 固然有助于减缓和消除唯科学主义者所宣扬的科学万能论的神话以及技术的误用和恶用，但其基调则是对科学和人类社会进步的反动，它所倡导的取消科学、回到“田园诗般的”农业文明的怀旧心绪是倒行逆施的，也是不现实的。反科学思潮的理论缺陷在于：它把自然科学 (natural science) 等同于自然技术 (natural technology)，进而把自然技术被误用或恶用所产生的严重后果归咎于自然技术本身乃至自然科学，而没有看到这些后果是由于社会技术 (social technology) 或社会工程 (social engineering) 不够发达，未能有效地约束或制止误用或恶用自然技术的人所致。更重要的是，反科学思潮没有看到科学的深层涵义即科学精神，以及科学精神的巨大精神价值，这便为商品社会中极端的功利主义、实用主义、物欲主义、拜金主义的滋生提供了适宜的土壤和温床。而科学精神正是上述各种极端“主义”的有效“解毒剂”。

那么，究竟什么是科学精神呢？

尽管人们至今对科学还没有下一个十分令人满意的定义，但是科学的三个内涵则是人所公认的，这就是它是一种知识体系、研究活动和社会建制 (social institute)。科学精神恰恰也与之对应地体现在科学思想、科学方法和科学精神气质 (ethos) 这样三个方面上。

科学思想是科学知识体系的精髓或精华之所在，大凡科学思想都具有革命性。它能扩大人们的视野，开阔人们的胸怀，启迪人们的心智。它是愚昧的天敌，教条的对头，迷信的克星。科学思想同时也为人们提供了观察和分析问题的基点和视角——此即所谓“科学的眼力” (the perspectives of science)，使人们强烈而明确地认识到人在自然界的位置和作用，从而有助于确立正确的行动目标，设计出达到这一目标的最佳途径。这是科学思想革命性的两个相辅相成的方面——革故和鼎新。一种崭新的科学思想的精神力量是十分巨大的，它决定了凡代人乃至十几代人的思维方式，塑造了他们的世界观乃至人生观。哥白尼的日心说、牛顿的古典力学、达尔文的进化论、爱因斯坦的相对论，以及20世纪20年代诞生的量子力学，其实质性的科学思想都体现了这种革命性，后两者至今仍具有震撼人心的精神力量。科学思想的革命性还表现在它的自我批判方面。与艺术不同，科学在某种程度上总是在毁灭自己的过去。自我批判是科学的生命。自我批判不是科学没落的征兆，而是科学进步的标志之一。自我批判终止之日，就是科学发展停滞之时。

科学的统一不在于它的材料，而在于它的方法。科学精神也集中地通过科学研究活动中所运用的方法体现出来。

序 言

在印度许多大学，科学方法业已成为文科和商业大学生专设的学习课程。论述科学方法论的书籍决不是供不应求，而是实际上很难碰到任何一本能够满足我们人口中日益增长的千百万正在成长的、稚嫩的、未成熟的学生需要的书。本书试图供大学程度的学生用作科学方法的教科书。

本书是我的讲演集，这些讲演是我在 20 多年的漫长岁月里，在印度各种教育机构向学习该课程的学生所作的。它包括所有相关的论题和材料，是按照印度大学的教学大纲写成的。起初打算为德里大学文学士、哲学学士和商学士而用。不用说，它能够有效地为印度所有大学的哲学大学生使用。它本来预定作为教科书；但是它也能用作科学方法学科学生的参考书，这些学生今天正在我们许多大学的某些专业方向上接受教育。例如，该学科已在库鲁克谢特拉（Kurukshetra）大学（库鲁克谢特拉）、医学博士大学（罗塔克 [Rohtak]）、马德拉斯（Madras）大学（马德拉斯）和印度另外几所大学的文学士（经济学）中作为必修考试科目讲授。本书的内容就是按照这些大学的学生能够成功地利用它而构思的。科学方法是科学精神的基础。因此，它一开始就值得所有学科的严肃的学生和研究者阅读。

本书是以十分明晰、十分简朴的风格写成的，以便在不需要外部帮助的情况下能理解该学科。它在深度和广度上覆

盖了该学科十分广阔的领域。该书把关于该学科传统的以及现代思想和理论结合在一起。本书这种独有的特点使它可能优于该学科可以得到的其他书籍。

该书的缘起归功于我的学生，他们的要求赋予它以具体的形式。它之所以有可能在如此短的时间内出版，是因为德里斯特林出版社 (Sterling Publishers, Delhi) 的什里·S. K. 戈艾 (Shri S. K. Ghai) 坚持不懈的努力。我对他表达我的诚挚的感谢。如果本书最终对我们的学生有所帮助的话，我将认为是对我的努力的^至最大报偿。对于改进该书的任何建议将会受到衷心的感谢。

B. N. 戈什

1985年

目 录

代总序.....	(1)
序言.....	(1)
1. 科学和知识	(1)
科学的意义和本性.....	(1)
意义 (1) ; 科学的预设 (2) ; 作为模型的	
链环的科学 (3) ; 科学中的秩序 (5) ;	
科学的本性和特点 (7) ; 价值判断和科学	
(8) ; 科学的分类 (9) ; 社会科学是规	
范科学吗? (10)	
科学、技艺和哲学.....	(11)
科学和技艺 (11) ; 科学的限度 (11) ;	
关于科学的一些最新观点 (12) ; 科学和哲	
学 (14)	
人的知识.....	(14)
知识的意义和本性 (14) ; 知识和科学	
(16) ; 科学知识 (17)	
附录: 知识的源和流.....	(19)
2. 科学中的方法: 本性和类型.....	(30)
科学的本性决定方法论 (方法的作用) (30) ;	
一些科学和它们的方法 (32) ; 分析方法和	
综合方法 (34) ; 社会科学的方法 (37)	

历史方法.....	(37)
意义(37)；对应用的基本要求(39)；历史学中的或然推理 (39) ； 局限性(40)；应用历史方法的步骤 (41) ； 文件的利用 (42)；结论 (42)	
比较进化方法或发生方法.....	(43)
描述方法.....	(44)
意义和重要性 (45) ； 局限性 (47)	
科学方法.....	(47)
是方法还是探讨？ (47) ；程序组分(49)；个人组分 (49)	
科学方法.....	(50)
意义 (50) ；科学方法的实质 (51) ；科学方法的本性 (52) ；形式逻辑 (53) ；科学方法的格局(53)；逻辑方法和科学方法 (53)；科学方法的价值和运用(54)；科学方法的限制因素(57)；科学方法的滥用(58)	
3. 假设.....	(61)
意义 (61) ；假设的功能 (61) ；正确的 (好的) 假设的条件(62)；假设的系统表述 (63) ；类比和假设的系统表述(64)；假设的类型(64)；假设的形式(65)；零假设 (65)；假设的证实和证明 (66)；假设的检验 (67) ；假设、理论、定律和事实 (67)；假设的用处(68)；假设和科学(68)	
4. 演绎和归纳.....	(70)

演绎 (70) ; 归纳 (71) ; 数学中的归纳 (概括) (72) ; 演绎和归纳的差别 (73) ; 演绎的长处 (74) ; 演绎的短处 (75) ; 归纳的长处 (75) ; 归纳的短处 (76) ; 演绎归纳法 (逻辑实证论) (76) ; 假设演绎法 (77)	
5. 观察和实验	(79)
观察的意义 (79) ; 观察的组成部分 (80) ; 观察的类型 (80) ; 观察的准确度和可靠性 (81) ; 观察的条件 (81) ; 观察的谬误 (82) ; 社会科学中的观察 (83) ; 实验 (84) ; 观察和实验的区别 (84) ; 观察优于实验之处 (85) ; 实验优于观察之处 (85) ; 社会科学中的实验法 (86) ; 实验法的舞台 (86) ; 实验技巧的步骤 (87) ; 实验技巧的限制因素 (87) ; 社会科学研究中的一些实验设计 (89)	
6. 推理	(91)
意义、本性和类型 (91) ; 直接推理是推理吗? (91) ; 隐含和推理 (94) ; 或然推理 (94) ; 推理的悖论 (95)	
7. 分类、定义和描述	(97)
分类 (97) ; 自然分类和人为分类 (97) ; 分类的划分 (98) ; 划分 (或分类) 规则 (98) ; 分类的性质 (99) ; 分类的意图 (99) ; 分类作为一种科学方法 (99) ; 科	

学分类中的步骤 (100) ; 科学分类的限度 (100) ; 分类的用处 (100) ; 分类和描述 (100) ; 分类和定义 (101) ; 定义——名称的和真实的定义 (101) ; 下定义的规则 (102) ; 定义的心理动机和逻辑意图 (102) ; 定义的动态性质 (104) ; 宾词理论 (105) ; 描述 (106) ; 描述和定义 (107) ; 定义的限制因素 (107)	
8. 说明和模型	(108)
意义 (108) ; 科学中的描述和说明 (109) ; 说明的类型——进化的说明, 分类, 连锁, 定律, 归纳, 目的论的说明, 理论 (111) ; 什么是模型 (114) ; 类比和模型 (115) ; 模型的意图和来源 (115) ; 模型的类型和功能 (116) ; 模型和假设 (116) ; 理论科学中的模型 (117)	
9. 类比、取样和归纳	(118)
由类比推理 (118) ; 类比和科学归纳 (119) ; 决定类比说服力的因素 (120) ; 类比的误用 (真类比和假类比) (121) ; 类比和合理取样 (122) ; 合理的样本在归纳中的作用 (124) ; 肯定的、否定的和中性的类比 (125)	
10. 原因	(126)
因果律 (126) ; 因果律和自然的一致性 (127) ; 原因的定義和特征 (127) ; 原因的結合 (綜合)	

- (128); 原因和条件(129); 亚里士多德的原因观点(129); 流行的原因观点(130); 科学的原因观点(131); 关于原因的近代观点(132); 原因和函数(133); 社会科学中的函数分析(135); 原因之众多(135)
- 11. 穆勒的实验探索方法**..... (137)
- 实验方法(137); 求同法(138); 差异法(139); 求同和差异结合法(140); 共变法(141); 剩余法(141); 结论(142); 自然的一致性(142)。
- 12. 概念**..... (144)
- 意义(144); 范畴(145); 特征(146); 如何使用概念(147)
- 13. 测量**..... (150)
- 测量的目的(150); 测量的形式条件(151); 计数的性质(152); 定性资料的测量(153); 内涵的质的测量(154); 外延的质的测量(155); 通过内容分析的测量步骤(156); 编目(157); 正确性和可靠性(157); 对测量的一些要求(158); 数字定律(159)
- 14. 统计方法**..... (160)
- 需要统计方法(160); 统计方法的步骤(161); 简单枚举(162); 统计方法的应用(163); 统计学的好处和用处(164);

对统计学的怀疑和误用(164); 统计学使用 中的危险和谬误(165)	
15. 概率和概括	(168)
意义(168); 概率的本性和基础(168); 概率和归纳概括(170); 概率的解释—— 概率是信念的量和概率是相对频数(171); 概率的数学或计算(174); 凯恩斯的概率 思想(176)	
16. 一致性、概括和定律	(180)
一致性的意义(180); 归纳悖论(180); 一致性的类型(181); 概括(182); 概 括的基础(182); 科学概括的性质 (183); 概括的类型(184); 规律 (184); 规律的分类(185); 自然规律 (185); 经验概括和自然规律(186); 社会科学的定律的性质(187); 抽象 (187)	
选择题	(189)
主要参考书目	(196)
译者后记	(198)

1

科学和知识

科学的意义和本性

意 义

科学是系统的知识的主体，是一种知识系统。系统是由若干事物构成的，这些事物以特定的方式联系在一起，以便为特定的目的服务。对事实的恰当理解和说明导致科学的发展。人们具有认识和理解事实的强烈欲望，且是通过把事实关联起来完成的。事实之间的富有意义的关系是通过合理性的说明建立的。说明即成为科学的基本特征。科学的理想就是使事实达到系统的相互关联。

发现事实的相互关联，是通向科学所描述的系统知识发展的第一个有意义的步骤。在科学中，把事实联系起来是由把事实与定律相关联而实现的。对定律的探求是每一门科学的重要的、显著的特征之一。事实上，这个方面把科学与常识区别开来了。在科学中，定律是借助构造理论说明的，理论把定律联系成一个体系。

但是，系统阐述定律或构造理论，并不仅仅是一个观察

问题。它包含思考和推理。科学本质上也是自我矫正的。如果发现了新事实，提出了新推理，那么就要修正和重新阐述旧结论，借助于所提出的定律，科学着手预言某些事件的未来进程。预言能力构成了科学重要的功能之一。

广义地讲，存在着两种类型的科学：（i）形式的或演绎的科学，（ii）经验的或归纳的科学。在第一种类型中，体系是通过定义、公理和推论展开的，由此出发，结论就借助演绎推理法产生出来。纯数学是形式科学的一个范例。但是，物理学是归纳科学的一个范例，因为它建立在经验给予的事实的基础上。不存在事实的选择，事实本来就是通过归纳推理过程提出的。经验科学是以经验为基础的，经验则意味着通过观察得到的知识。物质世界的事实是由物理学研究的，有关人类生活的事实是由像经济学那样的社会科学研究，研究是建立在观察的基础上。在一切经验科学中，证实获得真理的追求中起着重要的作用，追求真理是全部科学的终极目的。

科学的预设

预设是为建立真理而作的假定。预设在进行研究之前是必不可少的。有如下的科学预设：（1）自然是实在的，（2）自然是有秩序的，（3）简单性原理或节约原理，（4）因果性原理，（5）自然一致性原理。

确有物理领域的存在。科学家必须相信自然或世界的实在性。没有这样一个信念，他就不能进行观察和实验。这一信仰是全部自然科学的基础。

科学总是相信自然是有秩序的这一事实的，即在自然界

中总是存在着秩序。这样一个信念有助于科学家发现不同事实之间的因果链环。于是，该信念成为假设和证实的基础。然而，所包含的特殊秩序是由科学家发现的。

简单性原理暗示，不应该使实体不必要地复杂化。它们应当尽可能简单。这被称之为**奥卡姆剃刀** (Occam's Razor)。它意味着，除对说明现象所必需者外，不必假设现象的原因。这个原理包含思维经济。

自然是一致的。这意味着在相同的和类似的情况下，将发生同样的事情。自然具有秩序，这种秩序在不断地、平稳地起作用，致使每一件事情都以有序的方式出现。不过，科学家从来也没有假定普遍的一致性。他们只是假定，在自然界存在着秩序，这是可以理解的。

因果性原理说，每一个事件都有原因，在同等的情况下，相同的原因将产生相同的结果。原因是事件发生的必要条件和充分条件。然而，精密科学已经除去了因果性概念。物理科学不再力求发现因果关联。

作为模型的链环的科学

科学研究事实之间的相互关系，知识承担着说明，而说明则是科学的一个本质特征。说明包含在形式关系的领域中以及事实材料的领域中。说明反映着所涉及的分支的不同部分或事实之间的关系。科学则借助关系力图说明事物。

事实是整体地呈现在我们面前的。但是在任何时刻，我们能够设想事实的全域，也即本质上是经验的全域及其联系。因此，在任何时刻，事实的领域似乎是双重的领域。这两个领域（形式的和经验的，或者事实的领域和关系的领

域)是自主的和独立的,但它们是互补的。如果这两个领域之间没有关系,那么形式领域就没有意义,经验领域也会隐晦不明。这两个领域分别构成了形式科学和经验科学,每一种科学都有不同的子领域。

各种经验的子领域中的事实素材并非必然地是物理实体,而是同时能够包括在众多子领域中的实体的属性。这些共同的属性具有意义深远的分析上的类似,并且形成了一群相关的事实的素材。这些共同的属性构成经验科学的论题。科学能够按照它们的论题区分开来。因为在经验领域中有两个广阔的领域,即物理领域和社会领域,与此相应,我们便有了物理科学和社会科学。同样地,科学也能够借助方法来区分。至于涉及到逻辑推理,所有经验科学基本上都是相同的。但是,由于在原理应用和推理过程中经受的难易程度不同,并考虑到科学的论题的本性,方法上的差别就变得不可避免了。除了普遍接受的原理和推理过程之外,不同的科学可以形成自己特有的分析技巧。

说明可富有意义地建立起事实之间的关系。为了发现这样的关系,我们常常不得不进入抽象层次。在抽象的高层次,形式科学和经验科学之间的区别就变得模糊不清了。在这个阶段,经验科学的演绎结构成为纯粹的假设的精制品。

为系统说明所利用的事实之间的关系称之为理论或模型。每一个模型的目的都是简化本质上错综复杂的实体。模型通过抽象隔离那些关系松散的、间接的可变因素来简化实体。

每一门科学都可以看作是独立的模型链环。它之所以是作为统一的、有机的整体的模型链环,是因为科学中的模型