

科学文化书系·

# 科学推理的逻辑

〔英〕J. 特拉斯特德 著

科学出版社

· 科学文化书系 ·

# 科学推理的逻辑

[英] J. 特拉斯特德 著

刘 钢 任定成 李 光 译

科学出版社

1990

2R57/20

## 内 容 简 介

本书是一本系统介绍现代自然科学推理方法的科学哲学著作。书中讨论了归纳的本质，论述了归纳与类比的相互关系、观察和实验的规则、“偶然”反常的意义，研究了推测、理论与事实的关系，讨论了因果关系与理论的真理性等问题。论述严密且又深入浅出，是国际上近年来少见的科学哲学的优秀入门书。可供自然科学工作者、自然辩证法工作者、哲学工作者及有关专业的大学师生阅读。

Jennifen Trusted

## THE LOGIC OF SCIENTIFIC INFERENCE

First Published 1979 by the Macmillan Press Ltd

· 科学文化书系 ·

### 科学推理的逻辑

〔英〕J. 特拉斯特德 著

刘 炯 任 彦 成 李 光 译

责任编辑 王玉生 童瑞祥

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年9月第一版 开本：787×1092 1/32  
1990年9月第一次印刷 印张：5 1/8  
印数：0001—3 000 字数：119 000

ISBN 7-03-001784-6/Z·96

定价：3.80元

## 译 序

本书是一部论述科学方法，特别是科学推理逻辑的著作，由著名科学家、诺贝尔奖金获得者梅达沃(P. B. Medawar)作序。此书系奥康纳(D. J. O'Conner)主编的一套颇有影响的《现代哲学导引丛书》之一，主要供科学史与科学哲学专业的学生用作教科书，兼作哲学专业的归纳逻辑教材，亦可供自然科学家们参考。

毋庸讳言，新的专业科学哲学家当中有不少是持反归纳主义态度的，而专业科学家当中在哲学上(不是在实践上)自觉不自觉地倾向归纳主义者仍为数不少。本书作者是一个归纳主义者。她在书中继承了以弗·培根和穆勒等人为代表的古典归纳主义的传统，却又不固守其先辈们的教条，特别注意吸收当代反归纳主义者(如波普尔、劳丹等人)对归纳主义的批判性意见，以克服后者的缺陷。可以说，作者在她决定撰写此书的立场时，在新的科学哲学家的态度和自然科学家的哲学倾向之间，保持了必要的张力。

作者在书中选择科学史上一些引人入胜的典型个例作了独特的分析，系统而又深入浅出地论述了科学推理逻辑的原理。结合各章内容，书末还配有一些启发思维的问题，并列出了进一步阅读的书目。正如梅达沃在原版序中所说：本书的读者比作者预期的会更为广泛。实际上，对科学方法感兴趣的自然科学工作者、人文科学工作者和社会科学工作者都可以从本书中获益。

迄今，国内翻译出版了一些优秀的科学哲学著作，但内容

系统全面且论述深入浅出的基础性科学逻辑译著尚未见到。我们期望此书的翻译出版能够弥补这方面的不足。

陶军教授生前对此书的翻译甚为关心。遗憾的是，他还未见到此书的译稿就离开了我们。值此书译完出版之际，谨向陶军教授表达我们的崇敬之情和纪念之意。

关于原序的译文，我们亦曾请教过刘祖慰教授，在此一并表示感谢。

译者

1988年5月1日于武昌

## 序

三百多年来，有关科学方法的高见一直为一位又一位思想巨匠——培根、休谟、康德、休厄耳、穆勒，甚或波普尔——的思考所左右，这些思想巨匠们的宏论震撼人心，令人折服，使众人甘愿在后亦步亦趋。特拉斯特德博士对列贤既敬重，又毫无慑服之意。我们看到，近来一些方法论的新秀们似乎一心以叛师为道。苍天有眼，在特拉斯特德博士这里却毫无那种自行其事的倾向。此书很有特色，尤其了不起的是，它的思想方法，以及它从自然科学和非自然科学中所选的例证，都令人耳目一新。特拉斯特德博士并不因持有时貌似老派的观点而不安，因此她赞同穆勒，坚持认为归纳是一种扩展性的推理过程。穆勒本人对此是坚信不疑的，在论及归纳时，他曾说：

对于任何〔推理〕过程，似乎只要其结论不超过推导它所用的前提，这个过程就不属于〔归纳〕这一术语所指的范围。

我日趋相信，波普尔关于先验地“期望有条理”的观点，是方法论中最有启发性的观点之一。特拉斯特德博士对此问题的论述则既合情合理，又清晰易懂。

关于本书叙述方法之新颖，另一佐证是作者讲述的故事都有恰到好处的结局。作者相信，归纳与假说—演绎这两种思想方式是可以不相矛盾的，因为她考虑到，解释性假说的提出本身就涉及到归纳过程，尽管这也许“是心理学家而不是哲学家所要考虑的问题”。

科学哲学家通常也和哲学家一样，彼此见解从不完全一

致，我也并非赞同特拉斯特德博士的全部观点，但我赞同她的绝大部分观点，并对她在文中兼容并包的精神倍加推崇。特拉斯特德博士谦虚地希望此书的读者为哲学家、科学哲学家，也许还有一些科学家，而我却希望此书有更加广泛的读者。

我之所以希望读者面更广是有道理的。因为人们几乎普遍相信：科学家们搞了某种被认为是科学方法的东西，仿佛只要掌握了某种推理程式或用来发现的计算方法，就肯定能获得真理。

倘若这种观点充分行得通的话，科学家们恐怕立刻就会分文不值了。科学家的本职就是解决科学问题，如果真有这种科学方法，那么，科学家们对某些没有解决的科学问题又该作何辩解？某些医学家的工作就是要搞清人为什么会患风湿病，以及怎样才能治愈这种疾病。他们为什么没有成功呢？如果真有“科学方法”这种东西的话，那就只能说，不是这些医学家对此一无所知，就是他们懒得去使用它。结果可想而知，如果真有这种科学方法，几乎所有的科学家都会砸了饭碗。我的日常经验告诉我，什么是稀奇古怪和混乱不堪的玄思，什么是荒唐的幻想，也知道创立一种科学理论时误入歧途的思想创伤意味着什么。我有时竟惊叹科学果然还是前进了。

我不仅与作者一样希望科学家们能发现此书的意义，我还相信此书对科学家们将会有所帮助。

P. B. 梅达沃

1979年2月

## 自序与致谢

从不同侧面简单论述一下科学推理的问题便是本书的目的。本书主要是为那些想学哲学、科学史和科学哲学的学生编写的一部教材，但同时我还希望它对科学家们也是有意义和有幫助的。由于是教材，在书后分章提了一些测试理解程度的问题，并罗列了一些可供进一步阅读的书目。

书中所采纳的观点是归纳的，或者说是扩展推理的，因为我认为，要想从感官知觉了解到有关世界的知识，最根本的还是要靠归纳。也就是说，无论是常识性知识还是更为复杂的科学知识，都是要靠一种必须涉及到归纳法的过程才能获得，尽管获得知识的途径并不只此一种。

归纳与类比的关系之所以被考虑在本书内，是希望阐明其间的互依性。接下来讨论的是观察与实验，然后是从观察与实验中证明归纳推理的可靠性问题。作为重点，我们强调了理论与简单事实的关系以及概括与科学定律的关系。另外，还讲述了因果观以及建立经验的因果联系问题。由于在全称概括及统计概括中用到了概率，我们在最后涉及到非常浅显且非数学性质的概率问题。

本书读者无需具备逻辑学或哲学的知识，另外，尽管用了一些物理学的例子，但在理解论证方面亦无需具备专门的科学或数学知识。

承蒙奥康纳(Daniel O'Connor)教授在编写此书中所给予的帮助与鼓励，在此表示由衷的感激。许多友人的真知



灼见使我获益匪浅。而特别要感谢的有艾耶尔爵士(Sir Alfred Ayer)、皇家学会会员格雷(Peter Gray)教授以及奈特(David Knight)博士,承蒙他们提出善意的且富于建设性的批评。当然,文中的任何错误皆应由我负责。

# 目 录

译序 .....	( i )
序 .....	( iii )
自序与致谢 .....	( v )
一 归纳的本质 .....	( 1 )
1. 归纳是扩展推理的一种形式 .....	( 1 )
2. 归纳是获得知识和知觉的基础 .....	( 2 )
3. 科学归纳对本能归纳的矫正 .....	( 5 )
二 类比 .....	( 8 )
1. 类比推论 .....	( 8 )
2. 归纳与类比的互依性 .....	( 10 )
3. 正面类比与反面类比 .....	( 11 )
三 观察与实验 .....	( 16 )
1. 批判观察 .....	( 16 )
2. 积极实验 .....	( 21 )
3. 偶然异常促发的实验 .....	( 28 )
4. 证据 .....	( 33 )
5. 测量 .....	( 37 )
四 归纳推理的证明 .....	( 51 )
1. 经验概括与数学命题 .....	( 51 )
2. 重言式、分析命题与综合命题 .....	( 54 )
3. 休谟问题 .....	( 57 )
4. 回答休谟的尝试: (a) 康德 .....	( 59 )
5. 回答休谟的尝试: (b) 穆勒和凯恩斯 .....	( 62 )
6. 逻辑证明归纳法的无望 .....	( 65 )
7. 波普尔的抉择: 假说-演绎法 .....	( 67 )

8. 相信归纳法的理由	( 70 )
9. 对归纳法的新非难	( 72 )
五 理论与定律	( 76 )
1. 科学理论的特征	( 76 )
2. 经验概括与定律	( 79 )
3. 定律与理论的相互支持	( 81 )
4. 理论对经验概括的矫正	( 82 )
5. 理论的更替	( 84 )
6. 理论是对世界的描述	( 85 )
7. 理论是解释	( 90 )
8. 门捷列夫元素分类的解释	( 90 )
六 定律和理论的反驳	( 94 )
1. 经验概括和定律的反驳	( 94 )
2. 定义与分析命题	( 97 )
3. 理论、定律和观察陈述的逻辑关系	( 103 )
4. 理论的反驳	( 107 )
七 因果关系	( 112 )
1. 泛灵论因果观	( 112 )
2. 必要充分条件	( 114 )
3. 作为定律的因果关系	( 118 )
4. 穆勒归纳五法	( 121 )
八 概率	( 131 )
1. 两个概率问题	( 131 )
2. 概括、定律和理论的真理概率	( 134 )
3. 统计概括的真理概率	( 136 )
4. 结语	( 138 )
问题	( 141 )
阅读书目	( 144 )
主题索引	( 148 )
人名索引	( 151 )

# 一 归纳的本质

## 1. 归纳是扩展推理的一种形式

归纳是一种特殊的推理。推论,或者说推理,则是用某个公认的合理程序从某些特定前提之中引出结论。推理的经典形式是演绎推理,其过程是根据公认的逻辑规则进行的,而且,假如推理得当,即假如正确遵循逻辑规则,则只要前提为真,结论就不会错,因为结论不会含有比前提中更多的信息。让我们看一下这个例子:

凡人皆有死 (大前提)

苏格拉底是人 (小前提)

因此 苏格拉底终是有死的 (结论)

既然知道凡人皆有死而苏格拉底是人,那么苏格拉底终是有死的信息已经在前提中出现了。

并非所有的演绎推理都如此简单,而且,像几何学和数学中所做的演绎推理,在揭示并阐明前提中蕴涵的内容方面往往很有价值。对于一个思维能力极强的人来说,大部分算术定理\*与几何定理都会作为明显的结论由其前提或公理之中得出。然而,由于人类的思维能力并非如此之强,所以演绎这种冗长而又艰苦的过程,在帮助人们揭示公理的蕴义方面,还是极有价值的。可事实却告诉我们,演绎推理所能揭示的永远

---

\* 目前已知,并非所有真实的算术命题均能从任何给定的公理集合中从逻辑上演绎出来。(见本书阅读书目: Negal and Newman, Gödel's Proof.)

不会多于公理中所蕴涵的，而公理是我们发明的，所以演绎推理只能揭示我们自己建构的系统的性质。

不过好在还有另一种推理形式——扩展推理，靠这种推理得出的结论中所含的信息多于前提中所蕴涵的。扩展推理可以由直接经验获知的前提推出未知的结论，即尚未观察到或经验过的结论。扩展推理可以从描述观察到的特殊事件开始，到预言未来(或追溯过去)的更多的特殊事件为止。然而，这种推理(特别在科学研究中)往往是从描述观察到的特殊事件开始，到概括大量的与其相似而又未观察到的特殊事件为止，这些事件可以发生在过去、现在或将来。扩展推理又可分为从已知的特殊到未知的特殊，以及从特殊到一般两种形式。前者称为**推断**(*eduction*)，后者称为**归纳**(*induction*)，它们是扩展推理的两种形式。在此我们主要讨论归纳。

## 2. 归纳是获得知识和知觉的基础

从特殊经验中进行概括的能力是天赋的、本能的。在孩提时代，我们观察到那些称为糖的白色晶体具有甜味，我们完全出自本能地进行概括：所有这样的晶体都有甜味。我们观察到许多物体从童车上掉到地上，于是我们理所当然地认为所有物体都会掉在地上。随着时光的推移，就需要对这些早年的概括加以限定，但是在童年的生活中我们本能地作出数以百计的这种类似的概括，那时我们的注意力集中在获得我们周围的**知识**上。而这周围世界就称为**经验世界**，这是我们只有通过感觉，即视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉，才能开始认识的世界。因此经验世界又叫做**感觉世界**。

当我们说，从过去的经验中获得了有关经验世界的知识时，其实是在说，由于过去的经验，我们能够做出概括，据此帮

助我们解释现在的经验并指导我们的行为。所以说，归纳是我们借以向过去的经验学习的手段，因为如果**根掘**过去的经验不能进行概括，过去的经验就会毫无用处。科学产生于关于世界的常识之中，而科学概括则产生于日常生活所做的本能概括之中。归纳是我们向经验学习的能力的基础，是我们获得科学知识以及常识的基础。

不过，归纳方法的重要性远不止此。它不仅是我们向经验学习的手段，而且还是我们获得能动经验的手段。我们已经说过，关于经验世界的经验，必然由感觉引起，但是光靠感觉还不够。感觉要给我们以知识就必须加以诠释。纯粹的感觉所能告诉我们的，最多只是有关我们自身的东西，而不是有关我们周围的经验世界的东西。感觉是基础，但也只不过是基础而已，这种基础又叫做**感官知觉**，只有通过感官知觉，赤裸的感觉才能得到辨识、比较和分类，也只有这样它们才能得到诠释。

讲到这里，马上就会出现一个问题。这种认识和分类的过程是怎样开始的？归根结底，我们所接受的第一感觉只有在我们具有某种先天的或天生的知识条件下才能认识，但是这似乎解释不通。亚里士多德曾研究过感觉是怎样被认识和分类的问题，即感官知觉何以成为可能的问题。他描述了我们是怎样在感觉的混沌之中开始分辨相似事例的，譬如在战场上所有的人都在逃命，这时有一个人却突然停住了，当这个人停住脚步之后，其余的人也就会跟着站在他身旁，于是溃逃的队伍停了下来，形成了战斗的队列。与此类似，当某特殊的感觉也像这样“停住了”，即认为应与另一人所作所为相像时，混乱而又未加分辨的感觉就可成为有条理的知觉。

迄今为止，这个问题在心理学上仍是悬案，或许将来靠动物和人的试验才能弄清。有人认为，所谓第一感觉已在我们

的大脑中留下了某类印记。动物试验表明,这是有可能的,而这类印记可能牢固地确定了动物对周围环境的反应。对人来说,这类印记(如果有的话)似乎更易变,尽管我们都知道,早期的印像对人的性格与个性有很大的影响。然而,靠什么方法首次获得有意识的经验这个问题,对哲学家已不复存在了。对哲学家来说,更为重要的是应意识到,早期的以及最简单的有意识的经验已经有条理了。在我们头脑之中以及在许多动物的头脑中,对规则的期望是先天的,只有依靠这种期望才可能对感觉加以辨识和分类。因为没有必要让他人教会我们怎样通过感觉去领悟,我们可以自发地作出概括,也就是说,归纳,只有通过归纳,感觉才能得到诠释。

这种自发的归纳过程是绝对必不可少的,它是经验的基础,就象感觉本身是必不可少的一样。也就是因为我们能够自发地归纳,所以才能获得经验;由此可见,只是由于可以进行归纳才能使我们一开始便能够获得有关经验世界的知识。日常生活中,人们在对各种现象形成简单的概念时,往往用到归纳。这一过程与科学的归纳方法相似,归纳方法可帮助我们形成由科学理论所公设的复杂的本质概念(见第二章第1节)。

婴孩在能够认识母亲后,就会让人们知道,他已经有了对自己母亲的概念。的确,假如认为具有某个概念便具有某种能力的话,我们便可以说,具有某个简单的概念恰恰就是认识的能力。

一旦婴孩形成对自己母亲的概念,他就已经开始概括了。依靠概括,婴孩就呈现出期望,例如,母亲是什么样子的,从而他便能预测未来,换言之,他能预测出母亲将要对他的所作所为。由于具有某种期望,所以婴孩的某些感觉也是在期望之中的而且是最易识别的。那些未在期望之中的感觉往往不

容易识别,而且很容易被忽视,除非这些感觉很强烈。但是,在这种情况下,往往是厌恶甚或是恐惧的感觉。换言之,由于期望的不同,我们头脑对来自经验世界的所有刺激并非都是同等接受的。我们的头脑并非一张白纸,随时都可以往上写点什么,也不是一块柔软的蜡,随时都可以刻上相等的痕迹。我们的头脑对感觉积极地进行着挑选和分类,就好象是探照灯,光线直射并照亮那些我们头脑最感兴趣的部分。

### 3. 科学归纳对本能归纳的矫正

必须承认,在最简单的水平上,我们对感觉是可以进行选择 and 分类的,并能够在适当的刺激中对其加以辨别,这一点与许多动物稍有不同。这种能力尽管很原始,但却是认识世界的出发点。我们之所以不同于动物,就在于可以自觉地运用归纳的方法,从而去矫正原始的本能的归纳。

狗善识其主,而婴孩则认其母。狗同婴孩一样,知道某种东西好吃,所以它的行动好像是说,它曾做过指导其行为的概括。婴孩也是如此。然而,成年人却可以矫正其早期的概括结果,其原因在于成年人获得的知识远远超过了婴孩和其他动物。之所以如此,并非成年人的感觉更敏锐了(在许多情况下,往往是更为迟钝),而是因为他们可以有意识地使本能归纳的自然过程精细化。

本书旨在研究如何运用这些更复杂的归纳,并指出其局限性,也就是说,来看一看,它们如何帮助我们获得知识,以及如何批判所获得的知识。诚然,有关经验世界的概括不能做硬性分类,但实际上还是有以下三种类型。

- (1) 本能的归纳;
- (2) 由对常识的思考所获得的归纳;
- (3) 通过批判性科学研究获得的归纳。



对简单物体诸如桌子和椅子,对物质如水、盐和糖,以及对人物如父母等的认识,都是本能归纳的结果,这种能力是人与动物共有的。通常称之为获得简单概念的能力。认识空中火球般的太阳以及预料它明天还会出来,料到冬天会冷,夏天会热;这些均是通过常识获得的归纳。它不像前一种那样原始,其中需要些思考,或许大多数动物都能做到这一点,因为这并不需要动更多的脑筋。最后则是科学归纳,可以靠它预测诸如日亏月缺和飓风等自然现象,还可以靠它描述化学元素和化合物的性质。各大中学校中教授的各种抽象概念和定律,都是经过精心设计的实验或直接观察所验证了的,这些都离不开科学归纳。科学归纳既可以概括直接观察到的现象,还可以概括不能直接观察到的理论实体。例如,“恒温下某种气体的压力与其体积成反比”便是一种科学归纳,“某一特定元素的原子具有相同的电子结构”这一抽象概念也是一种科学归纳。

如上所述,许多本能的归纳可以根据更复杂的思维得到修正和补充。通过常识所获得的归纳可以受到修正甚至被推翻,这也是常见的。例如,太阳绕地球运转,地球是平的等等,都是常识的归纳。经过更加细致的推敲后,它们都被推翻了。

尽管归纳对获得有关经验世界的知识十分重要,但是那种原始的归纳,并非**一定**能让我们获得最可靠的知识。经验增长了,思维成熟了,都会促使我们修正以前认为是没有问题的概括。纠正太阳绕地球运转这一常识性的概念,就是其中一例。这里面有一种相对的运动,但是应看成是地球绕太阳运转的结果。爱因斯坦的相对论便是一种对传统概念的修正。以前有关空间性质的概括不得不加以修正,从而空间不再是欧氏几何所阐述的那样了。