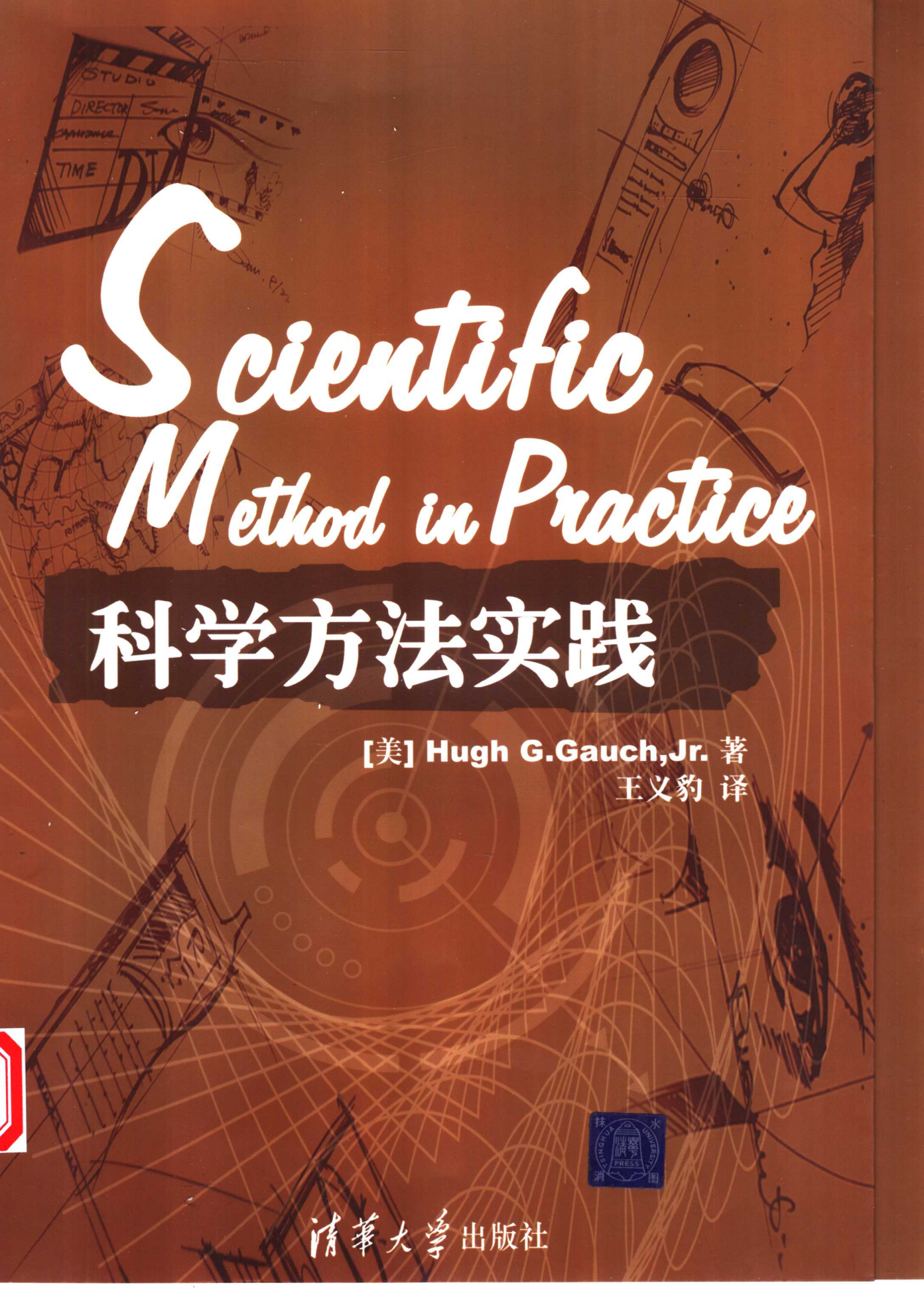




Scientific Method in Practice

科学方法实践

[美] Hugh G. Gauch, Jr. 著
王义豹 译



清华大学出版社

科学方法实践

[美] Hugh G. Gauch, Jr. 著
王义豹 译

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

任何一门学科都必须依赖证据证明、归纳逻辑、概率分析、简约处理和假说的检测, 这些就是科学方法。在本书中, 作者首次将科学方法的实践与哲学综合到一起。本书对科学方法的基础做出更深层次的理解, 掌握了这些, 就可以使科学家更为胜任愉快地从事研究。例如, 简约模型经常会增加准确程度, 因而加快进程, 增加研究投资的回报率。一旦科学能够从历史语境和哲学的深度加以理解, 科学家就能对科学方法的合理性和科学对社会的作用具有更为准确的观点和把握。

本书论题涉及多种多样的学科, 插图清晰明了, 案例研究丰富, 密切结合实际工作经验, 适宜于科学家和教育工作者选读, 也适合于研究生和高年级大学生阅读。

版权声明

原书名: Scientific Method in Practice

剑桥大学出版集团出版

The Pitt Building, Truemoington Street, Cambridge, United Kingdom

剑桥大学出版社 © Hugh G. Gauch, Jr. 2003

剑桥大学出版社授权清华大学出版社在全球范围内独家翻译、出版和销售该书简体中文版。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2004-1914

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

科学方法实践/(美)高奇(Gauch, H. G.)著;王义豹译. --北京:清华大学出版社, 2005.1

ISBN 7-302-09511-6

I. 科… II. ①高…②王… III. 科学方法论 IV. G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 094184 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 徐培忠

封面设计: 银 羽

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 25 字数: 618 千字

版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09511-6/G·544

印 数: 1~2500

定 价: 56.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

**本书献给聪明的哲学家和精明的科学家，
我亲爱的 Godson，
Jonathan Xavier.**

中文版序言

科学技术之所以重要，是因为它使我们理解了自己，也理解了我们周围的世界，它帮助人类改善了农业、商业、通讯、医药卫生，以及其他事业。指导着这些实践活动的是它采用的方法。科学方法是通向科学成果和技术创新的关口。

本书力图指明，有很多科学方法的普遍原理，对所有的科学家来说都很重要。它们是以加强科学的理性，促进科学研究的效率和成果率，可是过分的专门化，往往使科学家们忽略了这些根本的原理。本书的主要目的就是帮助科学家成为更好的科学家，使他们更加深入地理解科学方法。还有一个次要目的就是帮助科学家开拓视野，认清科学的理性和科学的作用。

书中，几乎每一章都要提到一些核心思想的发展史，不过，毫无例外，都是局限于过去两千年间西方的，特别是欧洲的哲学家和科学家的工作。很遗憾，我没有时间去研究东方的发展状况，特别是中国的状况，当然，我希望对此有兴趣的读者会通过其他方面满足所需。虽然最广泛地考察科学思想颇为引人入胜，可是必须强调，科学方法的普遍原理日新月异，这是超越文化的。科学家所具有的能力，来自基本的人类天赋、理性和感知，所有这些人人共享的。自然科学的研究对象是物质世界，物质世界对于那些追求真理和揭示奥秘的人们所施加的戒律和苛求，也是人人平等的。因此，所有的科学家，无论是哪个地方的科学家，都需要掌握同样的科学方法的普遍原理，包括运用演绎逻辑和归纳逻辑、概率、简约性以及假说检测。

感谢清华大学出版社出版本书的中文版，感谢剑桥大学出版社出版本书原版并同意中文版的出版。还要感谢黄振宇和陈公重将本书推荐给清华大学出版社，感谢承担翻译工作的王义豹。

修·高奇
康奈尔大学
纽约州，伊萨卡
2004年2月

Preface to the Chinese Edition

Science and technology are important because they contribute to our understanding of ourselves and the world around us and because they improve agriculture, business, communications, medicine, and other practical matters. But behind science's results are its methods. Accordingly, scientific method is the gateway to scientific results and technological innovations.

The thesis of this book is that there are general principles of scientific method, which are important for all scientists, but excessive specialization often causes scientists to neglect these essential principles, even though they undergird science's rationality and greatly influence science's efficiency and productivity. The primary purpose of this book is to help scientists become better scientists by understanding scientific method more deeply, and the secondary purpose is to help scientists gain perspective on science's rationality and role.

Most chapters include some history of the development of key ideas, limited almost exclusively to philosophers and scientists in the West, especially Europe during the past two millennia. Unfortunately, I did not have time to research developments in the East, especially China, but hopefully interested readers have other resources providing that history. Although the widest possible survey of scientific thinking would be of great interest, it must also be emphasized that the general principles of scientific method are refreshingly transcultural. The capacity to be a scientist emerges from the basic human endowments of reason and sense perception, which are shared by all persons. And the object of natural science is a physical world, which imposes the same discipline on all persons who would pursue truth and discover secrets. Accordingly, all scientists everywhere need to master the same general principles of scientific method, including effective use of deductive and inductive logic, probability, parsimony, and hypothesis testing.

I am grateful to Tsinghua University Press for producing this Chinese edition of my book on scientific method and to Cambridge University Press for publishing the original version and granting permission for this Chinese edition. I am also grateful to Zhenyu Huang and Gongzhong Chen for bringing my book to the attention of Tsinghua University Press and to YiBao Wang for doing the translation.

Hugh G. Gauch, Jr.
Cornell University
Ithaca, New York
February 2004

原版序言

我的第一个博士生，在她生物学博士学位进程到达约一半的时候，约定一个时间评审一下学业进度。我早已知道，她的研究工作和课程进度都非常良好，我信心十足如约而至，无论对研究生还是对指导教授来说，这显然是一篇精彩的报告。可是，没想到，在按照预定时间表讨论将要结束时，竟然节外生枝。

这个学生问道，什么时候？什么场合？作为一名博士生，这个全称叫做哲学博士学位，能获得更多的哲学课程或训练？难道我们学位指导委员会的委员们精心安排的进修规划中，真的没有安排一门哲学或科学史的高级课程吗？如果没有安排进正式的课程之中，我们作为指导教授和研究生，什么时候能够在基本原理这个层次上，对科学的逻辑基础和科学历程加强培训？最后这个问题，具有最大的意想不到的刺激，这无异于就是在说“我毕业了，有哪些方面让我感觉比一个技术学位更有价值？”

这突如其来的惊讶，甚至可以说有点令人不知所措，在陪伴这个学生返回的路上，我有口无心地，甚至自己也不认为理由十足，可是不能不做一些敷衍性的回答：在现代科学高度发达的今天，通过有限的教育过程，要想把学生培养成为一个文艺复兴式的大师，根本没有那么多充足的时间，很难做出保证，学生毕业后就能成为一个公众认可的研究人员，具有充分的能力，足以成功地赢得联邦的科学资金。再者说，贸然进入科学哲学领域，就不得不以难以忍受的耐心和宽容，浪费很多时间去琢磨那些完美主义者挑起的糊弄傻子似的争论。诸如，明天早晨，太阳是不是还会升起。要想成为一个成功的科学家，我认为，最好的道路莫过于找一个成功的研究专家，自己就像一个学徒似的，跟着一起干，从现实世界的经验和磨练中获得成果。我最后的结论是：无论如何，你现在的博士学位，至少已经和我的学位一样了。我的博士学位不是已经使我获得了博士后的经验，不是使我在这样以研究为主的大学里获得了令人羡慕、稳定而又安心的助理教授的职务吗？

到今天为止，我从前的那个学生也没有意识到，那一次的交谈会引起我内心多么大的不安、敬重、甚至恐惧，深感作为一个教育者肩负的责任和使命有多么重大，正是依靠这些人，要把科学的火炬传递给一代又一代的知识分子，传递给一代又一代的科学新人。虽然对于我的第一个博士生来说，为时已晚，可是，正是从那次谈话以后，我投入了巨大的努力，持续不断地寻求合适的教学材料，弥补这个科学哲学博士学位中被忽略的哲学部分。将近20年来，我一直坚持开设一门研讨班的课程，名称叫做“科学的本质与实践”。这门课程目的在于寻求激发点，让这些自然科学的研究生内心和思路活跃起来，让他们在丰富多彩、奇异多变、高效多产的科学和教育的生涯中具有充足的科学哲学、逻辑和良好实践的储备。遗憾的是，一直没有找到非常合适的教材，只是通过阅读大量分散的材料选取合适的内容，包括约翰·普拉特(John Platt)、卡尔·波普(Karl Popper)、托马斯·库恩(Thomas Kuhn)、罗纳德·盖尔(Ronald Giere)以及其他人的著作，还有大量的各大学和政府部门关于研究生科学教育的有关文件。非常遗憾，这些作者，各自都使用自己定义自己习惯的术语和词汇，造成一些含糊和混乱，为了能使它们相互衔接和首尾一贯，

教师和学生都付出了极大的努力，设法填补一些空缺，使之成为完整的统一体。再有，我们的内容只不过是概论性质的；学生和教师都希望能寻求更进一步的发展，可是，大家都不知道哪里还能获得更深入的材料，如何能够更有效的学习和研讨。

正在这个时刻，我作为审阅者，修·高奇《科学方法实践》一书给了我众里寻她千百度的激情和如释重负轻松之感。终于有了这样一本综合性强合乎当代需要的论述，正像很多的研究人员一样，这是一位令人信服的科学实践专家，他竟然能够把自己的实际经验所历所见所闻总结得如此全面精到，并上升为论述科学哲学和科学思维方法基础，统统写入这么一本从头到尾不过几百页的书中。这正是那天讨论需要给她的（哲学）博士学位注入的最恰当的哲学内容，这正是我的第一位研究生和我所需要的。

《科学方法实践》一书的范围和深度真的很令人惊讶。修·高奇广泛而深入地阅读、升华、和集成了地地道道的几百册书籍和大量文章，抽取了其中论述科学历史、科学哲学和科学实践方面的内容。把这么一大批的精品进行“熔炼和提纯”，用所得到的“智慧的黄金”款待读者，以一位成熟练达综合全面的学者特有的眼光加以审视，一定能够保证其深层次意义上的有效正确评价，读者必然能体会到从中产生出来一种全新的合成产物。那些紧张忙碌的科学家、那些没有机会阅读几百册科学史和科学哲学的科学家，完全有时间而且完全应该抽出时间读一读这样一本精简浓缩的精华本。

可是，这并不意味着阅读《科学方法实践》一书是一次轻松愉快潇洒舒适的快乐之旅。从古到今最伟大的思想家们的心灵一直在关注着那些常问常新的问题：作为人类能知道些什么事？我们是如何知道的？对于所知之事确切和肯定到何种程度？有效获取新知识的最好途径是什么？这些新知识能否充分可靠地指导实践活动和实际生活？当然，无需提醒读者，理解现代哲学领域和现代科学视野对这些意义深远问题的论述，要求扎实的劳作和辛勤的工作，对于像统计分析这样的学科，还需要一些专门训练的技术。不过，无论如何，读者肯定会从本书的实质性的回答中受益。

显然，修·高奇已经做出了巨大而有成效的工作，尽量使这些重要的内容更有趣味、更容易理解、更切合实际、更符合经验。本书是绝对物有所值的，你的钱不会白花，作为一个科学家，它将增加你的成果产出率，开拓你的科学视野。因此，除了从事实际科学研究工作的人员以外，这本书，必然也会对科学管理人员产生巨大的吸引力。还有，科学教育也是一直在寻求一种牢固的基础，扎根于准确地理解科学哲学和科学实践。如此看来，科学教育工作者也成了修·高奇专著受益者人群中最前沿的成员。基于这些理由，我作为从事科学教育工作人士中的一员，能够有幸发现，提倡和推荐这样一本重要的书籍，自然是一份无上的荣誉。

最后，千万不要忽略，《科学方法实践》一书有它本身对哲学的实际贡献。除了前面提到的对实际的科学专业人员的益处以外，修·高奇试图通过本书把科学从后现代主义哲学家的纠缠中解救出来，后现代主义哲学家认为科学知识的可信性被固有的逻辑弱点和程序性弱点所埋没。由于这种被削弱的前景，科学已经成为无关紧要的琐事了。我发现修·高奇对后现代主义者做出了具有说服力的反驳，由此可以相信，本书是对当前正在进行中的反科学政治运动所做的一项重要的宣言。很显然，本书作为知识分子智能劳动的主要成果，建立和捍卫了一种新的哲学立场，任何主流的科学哲学家都应当予以认真地对待。

我斗胆地预言，在科学方法的领域里，修·高奇著作的贡献将与F. 培根、K. 波普或

T. 库恩等人的工作产生类似的影响和处于类似的地位。进而言之，在刚刚进入 21 世纪的转折点上，这本著作代表着一种趋势的开始，摒弃分裂，走向科学实践与科学哲学有意义的联合。这些主要的智能学科对对方都能提供有益的支持。随着本书的出版，修·高奇已经采取了重要的步骤，促使重新形成科学哲学与科学实践之间所期望的联合与协同，对此我们不但要欢迎而且要充分利用，使其发挥更大的作用。

James R. Miller 博士

密歇根州立大学

密歇根州，东兰新

2002 年 3 月

前言

本书的主题，在第一章一开始就已点明，科学方法所含有的普遍原理，可以应用于所有科学的学科，虽然这些普遍原理足以加强科学的理性和强力地影响科学研究的有效性与成果产出率，可是，过分的专门化致使科学家忽略普遍原理的学习和研究。一般的方法论原理涉及演绎逻辑和归纳逻辑、概率论、简约性和对假设的检验。无论是专门的技术还是普遍原理，都不能相互替代对方的功能，最佳的处理方式，就是科学家把两方面结合在一起，都加以掌握。

本书的主要目的是借助于逐步形成对科学方法普遍原理的深层次理解，帮助科学家成为更优秀的科学家、更具有创造性、使科研成果更高产。例如，简约的模型经常能够得出更高的准确性，从而改善决策正确性、加速科研进度、增加研究投资的回报。此外，加深理解与各种不同的科研问题和技术目标相关的贝叶斯范式和频率论者范式，从而，科学家可以改善处理数据的统计分析技能。

本书的次要目的是帮助科学家赢得对科学理性和作用更为全面的认识。每一个科学结论，充分展开以后，都包含着三个组成部分：预设(P)、证实(E)和逻辑(L)。相应的，一种科学方法的解释就等于把这三个原始的组成部分加以展开和落实。还有，明晰地理解了方法能产生出符合现实的预期和合理的主张。然后，科学家就能够捍卫科学合理的主张，以一种胸有成竹的成熟和雄厚理论的信心抵御有影响力的攻击，同时也能有分寸地觉察到科学真正有效的领域和它的现实局限性，从而避免以科学的名义做出过分的主张，或者降低人文精神的作用。一个充满人文精神的科学比起冷冰冰缺乏人情味的科学更有益处、更有吸引力、更容易接近。

可以理解，某些读者会对某些课题比其他课题具有更大的兴趣。那些希望提高成果产出率的读者可以专注于第五章一直到第九章。关心哲学和历史情景的可以专注于第二章一直到第四章，还有第十章。而在第一章和第十二章，两方面的论题都牵扯到，一起予以讨论。第十一章是专门讨论科学教育的。可是，也有人说，不必过早地匆匆忙忙地就说哪些章节对哪些人更有用处更有吸引力，哪些可以忽略。为了提高成果产出率而去掌握科学方法的那些人是值得鼓励和称赞，不过，随之而来的日复一日的平常劳动是繁重的，有时，甚至是繁琐的，在单调重复甚至让你感觉无聊之余，偶尔欣赏一下本书中的哲学乐趣，并非无益之举，实乃平复无聊之补。另一方面，为了拓宽科学视野而去掌握科学方法的那些人也是值得鼓励和称赞的；反过来，通过本书，理解了科学实践中的技术细节，不亦乐乎？总之，一句话，本书的双重目的，提高效率 and 拓宽视野，相辅相成，互有补益。

本书预期的读者主要面向专业的科学家、学习科学的研究生和高年级大学生，既可以用于个人自学也可以用于课堂教学。本书也是为所有各个层次的科学教育工作者们写的。因为先有方法才会有结果，科学方法是通向所有科学思维的关口。愈来愈多的大学开出科学本质和科学实践的课程，这几乎已成了普遍现象，多半采取集体、团队或合作讲授的方

式,因为讲授者中间既要有科学家,还要有哲学家、历史学家、社会学家以及伦理学家。相应于此,某些科学哲学家还有其他人文学科的专家们非常关心这些活动,很想知道,在他们的讲授中的哪些课题,科学家们特别感兴趣并且觉得有用处。

因为存在有一些以前并不熟悉的历史性和哲学性的内容,粗粗浏览一下,或许会让人感觉阅读本书是否需要具备一些条件和资格。可是,事实上,要是把它放到科学家的书架上,它可能是技术性最少的一本书。与此相应地,虽然说它比一般的在大学讲授的科学方法和科学哲学的教材要先进得多,那些有主动学习积极性的低年级和高年级的大学生肯定会觉得还是能够掌握的。

本书面向最广大的各个领域的科学家,而不是专门针对某些特定专业的。为了能够适应他们(她们)多种多样各不相同的需要,本书所选择的论题尽量广泛和普遍,尽量避免过偏过窄。这是可以理解的,一个读者可能由于 R. 格罗斯泰斯特和阿尔伯特·玛格那斯的历史性贡献而激动和狂热,可是很可能对谓词逻辑的公理系统毫无兴趣;反过来,有的读者兴趣与热情可能恰恰与此相反。因此,鼓励读者学习和浏览时不要仅限于自己的兴之所至,特别是当个人自学本书时,最好多浏览浏览其他的所有各个章节。

以前也出版过若干本关于科学方法的书籍(Ritchie 1923; Wilson 1952; Ackoff 1962; Burks 1977; Grinnell 1987),至今仍然很有价值,不过很显然,其中绝对不会讲述最近发生的论战,也不会讲到最近的一些进步。还有一本更近的书是专门针对没有或仅有很少一些科学知识背景的大学生而写的书(Carey 1994)。它所预期的读者和它所宣布的目的都是很令人赞赏的,不过对于从事实际工作的专业科学家来说,则是毫无意义。Giere(1984)以及 Howson 和 Urbach(1993)的著作见解深刻、观点独到。另外,还有些书侧重于科学方法的历史和哲学方面(Gower 1997; Rosenberg 2000)。

鉴于最近还没有专门为专业科学家和大学科学专业写出的科学方法的书籍,本书就是为了满足这种需要而写的。看一看科学技术在当代社会中的重要性,看一看科学方法固有的美丽和魅力,这样的专题和论题竟然被忽略,就不能不令人感到惊异和大惑不解。

科学方法的文献远没有其他学科那么多,我不得不像拾荒者一样,从分布广泛和久远的各个来源中去寻找、检看和挑选,特别是科学哲学的内容更为稀缺,最终得到呈现在大家面前的这些思想。我的作用从大的方面来说就像是一个输入器官,代表我的那些科学的同行们,从大量的科学史、科学哲学和科学逻辑方面的书籍中,搜集有用的思想。不过,一旦成书,它就与其各个资料来源产生了显著的差别,因为,它既不是仅限于满足哲学家的需要,也不是仅限于满足科学家的需要。哲学家喜欢研究科学哲学是为了成为更好的哲学家,可是,科学家需要研究科学哲学是为了成为更好的科学家。这本论述科学方法的书是科学家为科学家所写的。

至此,已经讲过了这本书是干什么的,不过,还要说明一下,这本书不是干什么的;虽然它是取材于纷纭复杂盘根错节的大量文献,它不是系统的和常规的科学哲学教材。同样的,它并不是综合一切包罗万象地概括了科学本质和科学实践课程的所有论题,特别应当指出的,它不研究科学的伦理和科学中各个学科的轻重缓急的问题。然而,科学方法可以构成一个良好的核心主题,在广泛设置和安排的科学本质和科学实践的各个课程中,占据相当大的比重。很遗憾,本书并非综合性的科学方法的历史书,当然,其中少数最精彩的历史华章并不会忽略掉。哲学、伦理学、还有历史都是很重要的,可是,本书的主题是

方法，仅此一项，就足以构成巨大的挑战。

最后，在反对疾病和饥饿的斗争中，在反对贫穷和愚昧的斗争中，为科学家和技术专家提供了绝好的机遇，同样也赋予他们(她们)无可推卸的责任。与其他的自由艺术一起，对于我们世界和生活的情景，科学发挥着更大的作用，这就意味着所获取的状况应当是有效的，我们对这种情景和状况所施加的作用也应当是有效的。在此，主要的意图就是，让人们清楚地认识到这样的现实，科学方法的普遍原理可能比某些读者原先想象的更为困难，然而，更为丰富多彩美丽多姿，从而，在科学圈子内，对这个被忽略的论题激发起更多地注意。要知道，在这个论题里，对提高效率和拓宽视野，蕴藏了多么巨大的潜力啊。

我非常感激对各个章节早期手稿的有益建议，这些真知灼见来自科学家、哲学家和统计学家：有 James O. Berger, Mark A. Case, Gary W. Fick, Malcolm R. Forster, William H. Jefferys, James R. Miller, Roger E. Steele 以及 Martin T. Wells。我特别要感谢 Gregory J. Velicer，他的良好和明智的建议和意见，有力地指导、塑造和鼓励了本书的成型。当然，如果书中还有任何遗留的缺点和不足，一律由我个人负责。感谢 Millard Baublitz, Jr. 和 P. Andrew Karplus，他们为第九章写了两个出色和具有吸引力的案例研究。感谢 James R. Miller 为本书所写的序言。还要感激我的父母，他们都是科学家，他们培养了我热爱学习的习惯，崇尚科学的兴趣，和尊重真理的性格。还要感谢我的姐姐和兄弟们以及他们的家庭，对这个研究课题所表现的持续不衰的热情。康奈尔大学提供了美妙宜人的环境，特别是其优越的图书系统，不能不在此致意。

修·高奇(Hugh G. Gauch, Jr.)

康奈尔大学

纽约州，伊萨卡

2002 年 3 月

目 录

第一章 导论	1
一个引起争议的想法	2
美国科学促进会的科学观	4
主要的益处和次要的益处	5
突破基本论题的局限	8
一个不能延误的机遇	10
个人的经验	12
小结	16
第二章 科学视界	17
科学作为一种自由的艺术	17
四项勇敢的主张	22
真理简史	33
小结	57
第三章 科学大战	58
审计员和态度	58
四个致命的劫难	61
科学家的反应	70
参与活动的两条规则	83
小结	87
第四章 科学预设	89
关于预设的历史概述	90
完全展开的 PEL 模型	98
什么是预设?	103
预设的揭示与展开	105
切实可行的问题	112
科学的可信度与受众	116
科学的现实主义和信仰	119
反思性回顾	121
小结	122

第五章 演绎逻辑	123
演绎与归纳	124
演绎法历史概述	126
基本命题逻辑	130
形式化命题逻辑	134
谓词逻辑	136
算术	138
常见的谬误	140
实体逻辑	147
小结	149
第六章 概率	151
概率的概念	151
两项基本要求	155
八条普遍规则	156
概率的公理与规则	157
概率定理	160
贝叶斯定理	163
排列与组合	165
常见错误	166
小结	170
第七章 归纳逻辑和统计学	171
庄重的责任	171
归纳法和演绎法	172
归纳法历史概述	173
归纳法的预设	177
贝叶斯示例	178
贝叶斯推理	183
贝叶斯决策	190
频率论者范式	194
范式和问题	204
归纳法所失	210
归纳法所得	212
小结	213
第八章 简约和效率	214
关于简约性的历史概述	215
预习基本原理	220

例 1: 孟德尔的豌豆	229
例 2: 三次方程	231
例 3: 当量导电率	235
例 4: 农作物产量	241
准确度增益的解释	248
效率与经济	252
简约性的哲学审视	253
小结	259
第九章 案例研究	261
直观物理学	261
简约性和物理学	266
分子形状和药物设计	274
电子产品测试	280
医学中的统计学	282
讨论	290
第十章 科学的威力和局限性	292
明显的局限	292
科学和它的前提	293
科学和世界观	295
个人从科学得到的奖赏	297
小结	300
第十一章 科学教育	301
六大益处	302
好处、坏处和丑陋之处	309
构成论在第三世界的状况	317
朴素的实验	319
未来的前景	321
小结	324
第十二章 结论	326
译见——全新意义的“百科”	329
参考文献	337
索引(英汉对照)	368
索引(汉英对照)	375

第一章 导 论

本书研究科学方法的普遍原理，这些原理遍及科学的所有各个学科和领域，侧重于它的实践方面。与普遍原理形成隐含对比的，是那些仅仅适用于某些学科、专门用于研究的技术。这里所关注的科学方法论的结构，如图 1.1 所示，其中表示出一些单独的学科，诸如天文学和化学，从方法论角度讲，它们有相似之处，也有不同之处。它们所共同享有的部分就构成了科学方法普遍原理的核心。这个通用的核心包括诸如假说的形成和检测、演绎逻辑和归纳逻辑、简约性以及科学的预设、科学的有效作用范围和科学的局限性。除了一些这样的方法论主题以外，还有一些实际问题也是跨越各个科学学科所共同具有的，诸如科学精神的人文因素，以及如何有效地实施科学教育等。

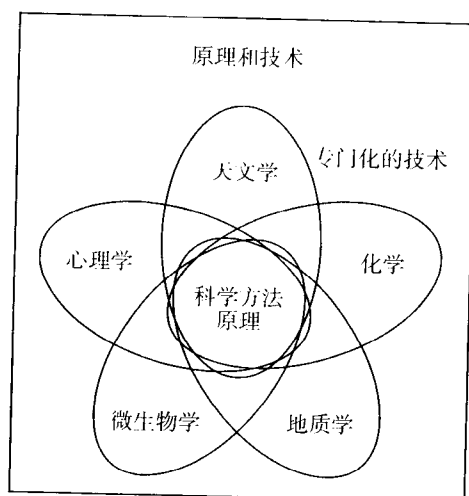


图 1.1 利用五个具有代表性的学科来图解科学的方法论，各个学科有部分的相似，又有部分的不同。相应地，科学方法论具有两个构成的成分。科学方法的普遍原理遍布于整个科学事业，专门的技术仅限于特定的学科和分支学科。

本书主题所指的普遍原理，更详细地表示在图 1.2。这些原理有三类：第一类，某些相对来说与众不同的科学原理，比如，奥卡姆山的理念，在关于简约性的第八章将会加以讨论，它就具有一些突出的科学特点。如果碰巧，有的律师或者历史学家偶尔运用了这些思想，也没有什么值得大惊小怪，没有必要对他们说三道四，甚至横加指责。当然，其实是很显然的，这些理念主要是由科学家和技术专家加以运用的。第二类，还有一些广泛共享的原理，这就是各种合乎理性的质询、追问和探索的方式方法。例如，演绎逻辑就是科学家圈子内名正言顺的一种方法，这类方法将在第五章加以讨论。同样重要的还有归纳逻辑，几乎遍及所有的学科和事业。第三类，此外还有一些原理，最为原始，最为基础，它们是普通感知能力的源泉和根源，无逻辑矛盾原则。还有科学的预设，这些将在第四章讨

论，它们都是植根于普通感知能力。很自然，这三类的原理之间的界限多少有点模糊，为此，在图中就以点划线加以表示。尽管如此，这三者之间更为广泛的区分还是大体分明的，而且，有了这样的划分，还是便于讲解和运用的。

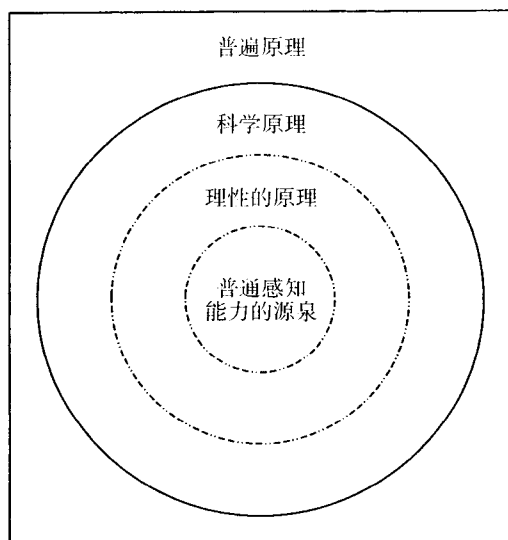


图 1.2 普遍原理的详细区分，三类原理：某些相对来说与众不同的原理，更广泛一些的推理原理，以及基础的原理，就是普通感知能力的源泉。

在专门技术和普遍原理之间有一个突出的区别，就是看它们是如何施教和如何学习。准确地说，由于专门技术是专门化的，因而，每一个科学专业都有它自己一套或多或少的与众不同的特定技术。由于存在有成百上千的专业和分支专业，要想在全行业内交流这些技术就必须要有几百万套指导性的课程、书籍和文章。准确地说，普遍原理是普遍适用的，所以整个的科学社群只需要一套大家共享的原理就可以了，因而在一门单独的课程或者一本单独的书籍之中就可以把这些原理的主要信息集成，这种方式的集中和传播是完全可行的。一方面，当一个科学家或者一个技术专家从一个课题或工程项目转移到一个新的项目时，必须要学习新的技术；而另一方面，普遍适用的那些原理，一次学习掌握到手就可以了。类似的情况，专门的技术和专门的知识更新得愈是快速，其生命的半衰期变得愈来愈短，只要科学和技术，以它那前所未有的加速度变化，这种状况就不会改变。相对而言，普遍原理更新的速率则要缓慢和持久得多，长寿得多。

本书的中心论题就是科学方法论具有两个组成部分，科学方法的普遍原理和特定专业的专门技术，可是一个科学家成功地将两者结合到一起，就在两方面都得到增强。基本原理和研究技术不能相互替代。两者成功地结合既可以增加成果产出效率，又可以扩大眼界和视野。

一个引起争议的想法

是不是存在有，比如说科学方法的普遍原理，这件事本身就是大有争议的。反对的意