

科学技术哲学文库 | 丛书主编·郭贵春 殷杰

数学真理困境与 当代数学实在论研究

◎ 刘杰 著



科学出版社

科学技术哲学文库 | 丛书主编·郭贵春 殷杰

数学真理困境与 当代数学实在论研究

◎刘杰著

科学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

数学真理困境与当代数学实在论研究 / 刘杰著. —北京: 科学出版社, 2019.9

(科学技术哲学文库 / 郭贵春, 殷杰主编)

ISBN 978-7-03-062158-0

I. ①数… II. ①刘… III. ①数学真理性-研究 IV. ①O1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 182037 号

丛书策划: 侯俊琳 邹 聪

责任编辑: 邹 聪 李香叶 / 责任校对: 韩 杨

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 有道文化

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

本书由教育部人文社会科学重点研究基地“山西大学科学技术哲学研究中心”、山西省“1331工程”重点学科建设项目资助出版

本书系国家自然科学基金青年项目“数学真理困境与当代数学实在论研究” (项目编号: 81673002) 成果
山西省“1331工程”

本书系国家社会科学基金项目
山西省“1331工程”

本书系国家社会科学基金项目
(项目编号:)

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>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年9月第一版 开本: 720×1000 B5

2019年9月第一次印刷 印张: 15 1/2

字数: 200 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

本书以保罗·贝纳塞拉夫 (Paul Beacerraf) 的数学真理困境为出发点, 运用语境分析方法剖析当代数学实在论, 求解该困境不同诉求的必要性与合理性, 系统论证基于“科学”、“语言”、“自然”与“语境”之实在论的优势与不足, 最后以实践为基础, 提出一种基于“数学”的范畴结构主义, 为数学实在论进行辩护, 并进一步论证其扩张到科学领域的合理性与可行性, 从而为数学真理困境提供新的解答。

本书主要面向数学哲学方向的师生和研究者, 也可供其他科学哲学研究者、自然科学与社会科学理论工作者及广大哲学爱好者阅读参考。

本书由教育部人文社会科学重点研究基地“山西大学科学技术哲学研究中心”、山西省“1331工程”重点学科建设计划资助出版

本书系国家社会科学基金青年项目“数学真理困境与当代数学实在论研究”（项目批准号：11CZX022）成果

科学技术哲学文库

编 委 会

主 编 郭贵春 殷 杰

编 委 (按姓名汉语拼音排序)

陈 凡 费多益 高 策 桂起权

韩东晖 江 怡 李 红 李 侠

刘大椿 刘晓力 乔瑞金 任定成

孙 岩 魏屹东 吴 彤 肖显静

薛勇民 尤 洋 张培富 赵 斌

赵万里

总 序

认识、理解和分析当代科学哲学的现状，是我们抓住当代科学哲学面临的主要矛盾和关键问题、推进它在可能发展趋势上取得进步的重大课题，有必要对其进行深入研究并澄清。

对当代科学哲学的现状的理解，仁者见仁，智者见智。明尼苏达科学哲学研究中心在 2000 年出版的《明尼苏达科学哲学研究》(*Minnesota Studies in the Philosophy of Science*) 中明确指出：“科学哲学不是当代学术界的领导领域，甚至不是一个在成长的领域。在整体的文化范围内，科学哲学现时甚至不是最广泛地反映科学的令人尊敬的领域。其他科学研究的分支，诸如科学社会学、科学社会史及科学文化的研究等，成了作为人类实践的科学研究中更为有意义的问题、更为广泛地被人们阅读和争论的对象。那么，也许这导源于那种不景气的前景，即某些科学哲学家正在向外探求新的论题、方法、工具和技巧，并且探求那些在哲学中关爱科学的历史人物。”^① 从这里，我们可以感觉到科学哲学在某种程度上或某种视角上地位的衰落。而且关键的是，科学哲学家们无论是研究历史人物，还是探求现实的科学哲学的出路，都被看作一种不景气的、无奈的表现。尽管这是一种极端的看法。

那么，为什么会造成这种现象呢？主要的原因就在于，科

^① Hardcastle G L, Richardson A W. Logical empiricism in North America//Minnesota Studies in the Philosophy of Science. Vol XVIII Minneapolis: University of Minnesota Press, 2000: 6.

学哲学在近 30 年的发展中,失去了能够影响自己同时也能够影响相关研究领域发展的研究范式。因为,一个学科一旦缺少了范式,就缺少了纲领,而没有了范式和纲领,当然也就失去了凝聚自身学科,同时能够带动相关学科发展的能力,所以它的示范作用和地位就必然要降低。因而,努力地构建一种新的范式去发展科学哲学,在这个范式的基底上去重建科学哲学的大厦,去总结历史和重塑它的未来,就是相当重要的了。

换句话说,当今科学哲学在总体上处于一种“非突破”的时期,即没有重大的突破性的理论出现。目前,我们看到最多的是,欧洲大陆哲学与大西洋哲学之间的渗透与融合,自然科学哲学与社会科学哲学之间的借鉴与交融,常规科学的进展与一般哲学解释之间的碰撞与分析。这是科学哲学发展过程中历史地、必然地要出现的一种现象,其原因在于五个方面。第一,自 20 世纪的后历史主义出现以来,科学哲学在元理论的研究方面没有重大的突破,缺乏创造性的新视角和新方法。第二,对自然科学哲学问题的研究越来越困难,无论是拥有什么样知识背景的科学哲学家,对新的科学发现和科学理论的解释都存在着把握本质的困难,它所要求的背景训练和知识储备都愈加严苛。第三,纯分析哲学的研究方法确实有它局限的一面,需要从不同的研究领域汲取和借鉴更多的方法论的经验,但同时也存在着对分析哲学研究方法忽略的一面,轻视了它所具有的本质的内在功能,需要在新的层面上将分析哲学研究方法发扬光大。第四,试图从知识论的角度综合各种流派、各种传统去进行科学哲学的研究,或许是一个有意义的发展趋势,在某种程度上可以避免任何一种单纯思维趋势的片面性,但是这确是一条极易走向“泛文化主义”的路子,从而易于将科学哲学引向歧途。第五,科学哲学研究范式的淡化及研究纲领的游移,导致了科学哲学主题的边缘化倾向,更为重要的是,人们试图用从各种视角对科学哲学的解读来取代科学哲学自身的研究,或者说把这种解读误认为是对科学哲学的主题研究,从而造成了对科学哲学主题的消解。

然而,无论科学哲学如何发展,它的科学方法论的内核不能变。这就是:第一,科学理性不能被消解,科学哲学应永远高举科学理性的旗帜;

第二，自然科学的哲学问题不能被消解，它从来就是科学哲学赖以存在的基础；第三，语言哲学的分析方法及其语境论的基础不能被消解，因为它是统一科学哲学各种流派及其传统方法论的基底；第四，科学的主题不能被消解，不能用社会的、知识论的、心理的东西取代科学的提问方式，否则科学哲学就失去了它自身存在的前提。

在这里，我们必须强调指出的是，不弘扬科学理性就不叫“科学哲学”，既然是“科学哲学”就必须弘扬科学理性。当然，这并不排斥理性与非理性、形式与非形式、规范与非规范研究方法之间的相互渗透、融合和统一。我们所要避免的只是“泛文化主义”的暗流，而且无论是相对的还是绝对的“泛文化主义”，都不可能指向科学哲学的“正途”。这就是说，科学哲学的发展不是要不要科学理性的问题，而是如何弘扬科学理性的问题，以什么样的方式加以弘扬的问题。中国当下人文主义的盛行与泛扬，并不是证明科学理性不重要，而是在科学发展的水平上，社会发展的现实矛盾激发了人们更期望从现实的矛盾中，通过对人文主义的解读，去探求新的解释。但反过来讲，越是如此，科学理性的核心价值地位就越显得重要。人文主义的发展，如果没有科学理性作为基础，就会走向它关怀的反面。这种教训在中国社会发展中是很多的，比如，有人在批评马寅初的人口论时，曾以“人是第一可宝贵的”为理由。在这个问题上，人本主义肯定是对的，但缺乏科学理性的人本主义，就必然走向它的反面。在这里，我们需要明确的是，科学理性与人文理性是统一的、一致的，是人类认识世界的两个不同的视角，并不存在矛盾。从某种意义上讲，正是人文理性拓展和延伸了科学理性的边界。但是人文理性不等同于人文主义，正像科学理性不等同于科学主义一样。坚持科学理性反对科学主义，坚持人文理性反对人文主义，应当是当代科学哲学所要坚守的目标。

我们还需要特别注意的是，当前存在的某种科学哲学研究的多元论与20世纪后半叶历史主义的多元论有着根本的区别。历史主义是站在科学理性的立场上，去诉求科学理论进步纲领的多元性，而现今的多元论，是站

在文化分析的立场上，去诉求对科学发展的文化解释。这种解释虽然在一定层面上扩张了科学哲学研究的视角和范围，但它却存在着文化主义的倾向，存在着消解科学理性的倾向。在这里，我们千万不要把科学哲学与技术哲学混为一谈。这二者之间有重要的区别。因为技术哲学自身本质地赋有更多的文化特质，这些文化特质决定了它不是以单纯科学理性的要求为基底的。

在世纪之交的后历史主义的环境中，人们在不断地反思 20 世纪科学哲学的历史和历程。一方面，人们重新解读过去的各种流派和观点，以适应现实的要求；另一方面，试图通过这种重新解读，找出今后科学哲学发展的新的进路，尤其是科学哲学研究的方法论的走向。有的科学哲学家在反思 20 世纪的逻辑哲学、数学哲学及科学哲学的发展，即“广义科学哲学”的发展中提出了五个“引导性难题”（leading problems）。

第一，什么是逻辑的本质和逻辑真理的本质？

第二，什么是数学的本质？这包括：什么是数学命题的本质、数学猜想的本质和数学证明的本质？

第三，什么是形式体系的本质？什么是形式体系与希尔伯特称之为“理解活动”（the activity of understanding）的东西之间的关联？

第四，什么是语言的本质？这包括：什么是意义、指称和真理的本质？

第五，什么是理解的本质？这包括：什么是感觉、心理状态及心理过程的本质？^①

这五个“引导性难题”概括了整个 20 世纪科学哲学探索所要求解的对象及 21 世纪自然要面对的问题，有着十分重要的意义。从另一个更具体的角度来讲，在 20 世纪科学哲学的发展中，理论模型与实验测量、模型解释与案例说明、科学证明与语言分析等，它们结合在一起作为科学方法论的整体，或者说整体性的科学方法论，整体地推动了科学哲学的发展。所以，从广义的科学哲学来讲，在 20 世纪的科学哲学发展中，逻辑哲学、数学哲

^① Shauker S G. *Philosophy of Science, Logic and Mathematics in 20th Century*. London: Routledge, 1996: 7.

学、语言哲学与科学哲学是联结在一起的。同样，在 21 世纪的科学哲学进程中，这几个方面也必然会内在地联结在一起，只是各自的研究层面和角度会不同而已。所以，逻辑的方法、数学的方法、语言学的方法都是整个科学哲学研究方法中不可或缺的部分，它们在求解科学哲学的难题中是统一的和一致的。这种统一和一致恰恰是科学理性的统一和一致。必须看到，认知科学的发展正是对这种科学理性的一致性的捍卫，而不是相反。我们可以这样讲，20 世纪对这些问题的认识、理解和探索，是一个从自然到必然的过程；它们之间的融合与相互渗透是一个从不自觉到自觉的过程。而 21 世纪，则是一个“自主”的过程，一个统一的动力学的发展过程。

那么，通过对 20 世纪科学哲学的发展历程的反思，当代科学哲学面向 21 世纪的发展，近期的主要目标是什么？最大的“引导性难题”又是什么？

第一，重铸科学哲学发展的新的逻辑起点。这个起点要超越逻辑经验主义、历史主义、后历史主义的范式。我们可以肯定地说，一个没有明确逻辑起点的学科肯定是不完备的。

第二，构建科学实在论与反实在论各个流派之间相互对话、交流、渗透与融合的新平台。在这个平台上，彼此可以真正地相互交流和共同促进，从而使它成为科学哲学生长的舞台。

第三，探索各种科学方法论相互借鉴、相互补充、相互交叉的新基底。在这个基底上，获得科学哲学方法论的有效统一，从而锻造出富有生命力的创新理论与发展方向。

第四，坚持科学理性的本质，面对前所未有的消解科学理性的围剿，要持续地弘扬科学理性的精神。这应当是当代科学哲学发展的一个极关键的方面。只有在这个基础上，才能去谈科学理性与非理性的统一，去谈科学哲学与科学社会学、科学知识论、科学史学及科学文化哲学等流派或学科之间的关联。否则，一个被消解了科学理性的科学哲学还有什么资格去谈论与其他学派或学科之间的关联？

总之，这四个从宏观上提出的“引导性难题”既包容了 20 世纪五个“引导性难题”，也表明了当代科学哲学的发展特征：一是科学哲学的进步越来越多元化。现在的科学哲学比过去任何时候，都有着更多的立场、观点和方法；二是这些多元的立场、观点和方法又在一个新的层面上展开，愈加本质地相互渗透、吸收与融合。所以，多元化和整体性是当代科学哲学发展中一个问题的两个方面。它将在这两个方面的交错和叠加中寻找自己全新的出路。这就是当代科学哲学拥有强大生命力的根源。正是在这个意义上，经历了语言学转向、解释学转向和修辞学转向这“三大转向”的科学哲学，而今转向语境论的研究就是一种逻辑的必然，是科学哲学研究的必然取向之一。

这些年来，山西大学的科学哲学学科，就是围绕着这四个面向 21 世纪的“引导性难题”，试图在语境的基底上从科学哲学的元理论、数学哲学、物理哲学、社会科学哲学等各个方面，探索科学哲学发展的路径。我希望我们的研究能对中国科学哲学事业的发展有所贡献！

郭贵春

2007 年 6 月 1 日

前言

数学真理作为数学哲学的核心内容，是一个古老而又常新的话题。从毕达哥拉斯和柏拉图，到 20 世纪以来的数学哲学家，无不试图揭示何为数学真理。在众多尝试中，保罗·贝纳塞拉夫（Paul Benacerraf）独树一帜，从整体论出发探讨了各种数学真理解释理论之间的关系，指出现有的数学真理解释都不能同时满足一个恰当真理解释所必需的两个限制条件^①，从而提出了著名的“数学真理困境”（The Dilemma of Mathematical Truth）。数学真理困境提出的最初动因，主要是针对实在论的认识论挑战，即如果认为数学对象客观存在，那么人类如何能够认识这些独立于我们的知识。而另一方面，反实在论者也同样面临数学真理困境的语义学难题，即如果否认数学对象的客观存在性，如何能够说明数学的真理本质以及数学在科学领域中的可应用性。在这个意义上，数学真理困境值得所有哲学立场认真思索与谨慎对待。

在求解数学真理困境这一任务的激励下，当代数学哲学家不断反思和优化自身理论，把关于数学真理性问题的研究推向了新的高度。这些新的研究成果绘就了当代数学哲学研究的繁荣景象。可以说，贝纳塞拉夫数学真理困境为数学真理问题的

^① 这两个限制条件分别是：为数学与科学提供一致的语义学，即数学之为真与科学之为真应该满足相同的真值条件；为数学与科学提供一致的认识论，即认识数学与认识科学应该依赖于相同的可靠性证据。

研究做出了里程碑式的贡献，它开启了数学哲学研究的新篇章。四十六年来，对困境的突破始终是实在论和反实在论论争的焦点，已经成为两方维护自身、批驳对方理论的双刃剑。实在论作为探讨数学本质的特定视界，在新的土壤上复兴和成长起来一批自觉或不自觉的“新柏拉图主义”形式，如蒯因-普特南的不可或缺性论证（Quine-Putnam Indispensability Argument）、自然主义（Naturalism）、新弗雷格主义（Neo Fregean）、先物结构主义（Ante rem Structuralism）等。这些实在论的真理解释坚持数学真理的实在性和客观性，不仅能确保数学家在一个确定的、实在的基础上开展研究，而且也为科学家在科学探索活动中直接应用数学奠定了坚实的哲学基础。基于不同诉求与定位，这些实在论形式在不同路径上对数学真理困境做出的回应为“数学真理”这一传统问题的研究注入了新的活力。尽管各自又面临新的难题，但无论最终能否找到一种满意的数学真理解释，是否能突破真理困境，求解过程本身已经推进人类对数学本质和数学真理的深入认识。

本书全面考察当代数学实在论对该困境的解读、求解及各自面临的难题，剖析数学实在论突破这些难题的发展诉求，立足数学实践本身，揭示数学的本质特征，努力开拓数学实在论的全新领域。通过对范畴论作为数学基础的必要性、可行性以及向科学的外推性应用进行系统论证，最终提出范畴结构主义为数学实在论进行辩护。

全书分为绪论、六章具体性论述和结语。绪论简要阐述了数学真理观的变迁、数学真理困境的凸现和求解路向，以及数学实在论的实践选择。第一章主要剖析数学真理困境的本质与求解诉求；第二章主要分析基于“科学”的数学实在论的求解与“科学”优位的丧失；第三章阐释了以新弗雷格主义为代表的基于“语言”的数学实在论求解及其困境；第四章着重探讨了基于“自然”的数学实在论求解，分析了从基于“自然”走向基于“数学”的合理性和必然性；第五章介绍了基于“语境”的数学实在论进路及其发展桎梏；第六章系统剖析了基于“数学”的结构主义进路——范畴结

构主义对数学实在论的辩护。结语通过论证范畴结构主义向科学实在论的方法论扩张，将数学与科学统一于范畴结构这一共同本质，尝试为数学真理困境提供解答。

从初涉数学真理困境问题到本书完稿已近十五载，写作过程艰辛却充实。本书的完成离不开恩师郭贵春教授的倾力指导，尤其是基于“语境”的数学实在论，无不渗透着他敏锐的洞察与深刻的思索；特别感谢科林·麦克拉蒂（Colin McLarty）教授关于范畴结构主义理论基础的讨论、指导与合作；感谢赵丹博士在探讨范畴结构主义的科学实在论辩护时提供的独特视角；感谢玛丽·兰（Mary Leng）博士、叶峰教授对文中部分章节提出的修改建议；感谢山西大学科学技术哲学研究中心给予我写作的良好环境与基金资助；感谢科学出版社和邹聪女士为本书顺利出版的辛勤付出。

本书以数学真理困境为起点，根据不同的求解路向把当代数学实在论进路划分为基于“科学”、基于“语言”、基于“自然”、基于“语境”以及基于“数学”的数学实在论，在元理论层面对当代数学实在论进行系统研究。鉴于笔者水平所限，书中疏漏之处在所难免，恳请各位专家和读者批评指正。

刘杰

2018年7月

第二章 基于“科学”的数学实在论 / 31

第一节 基于“科学”之不可或缺性论证 / 32

第二节 基于“科学”之不可或缺性论证的批判 / 45

第三节 基于“科学”之反实在论的提出与困境 / 50

第四节 “科学”地位的丧失 / 64

第三章 基于“语言”的数学实在论 / 67

第一节 新弗雷格主义的理论基础 / 68

第二节 新弗雷格主义对数学真理困境的求解 / 72



- 跋涉的理性
当代科学意向论
当代科学哲学问题研究
广义语境中的科学
规范场论的哲学探究
技术解释学
技术解释研究
技术哲学教程
科技政策、伦理与关怀
科学大战与后现代主义科学观
科学的合理性
科学活动中的利益冲突及其控制
科学社会学新论
科学思想史：一种基于语境论编史学的探讨
科学修辞学研究
科学修辞战略研究
科学哲学的新进展
科学哲学的新趋势
科学哲学问题研究（第一辑）
科学哲学问题研究（第二辑）
科学哲学问题研究（第三辑）
科学哲学问题研究（第四辑）
科学哲学问题研究（第五辑）
科学哲学问题研究（第六辑）
理论与实在
量子力学模态解释及其方法论
逻辑的哲学探讨
美英应对科学利益冲突的制度与经验
民生科技发展的广义语境路径研究——基于STS视域
认知、模型与表征：一种基于认知哲学的探讨
认知科学哲学问题研究
实践的科学性与客观性回归
数学哲学中的自然主义
- 数学真理困境与当代数学实在论研究**
- 孙中山的科学技术思想
现代西方语用哲学研究
选择与建构
易学科学思想——宋代易学六十四卦自然观
易学与科学——丁超五科学易学思想研究
隐喻修辞与科学解释
语境论的数学哲学：一种对数学本质和实在性研究的新范式
语境实在论：一种新科学哲学范式
语言、意向与存在
语义分析方法与当代科学哲学的发展
整体论视域中的科学模型观
自我、心灵与世界——当代心灵哲学的自我理论研究

目 录

绪论	数学真理困境与数学实在论的实践选择	/	1
第一节	数学真理观的变迁	/	2
第二节	数学真理困境的凸现	/	4
第三节	数学真理困境的求解路向	/	5
第四节	数学实在论的实践选择	/	8
第一章	数学真理困境的本质与求解诉求	/	11
第一节	数学真理的两个限制条件	/	12
第二节	数学真理困境的提出	/	16
第三节	数学真理困境的根源分析	/	19
第四节	数学真理困境的求解诉求	/	28
第二章	基于“科学”的数学实在论	/	31
第一节	基于“科学”之不可或缺性论证	/	32
第二节	基于“科学”之不可或缺性论证的批判	/	45
第三节	基于“科学”之反实在论的提出与困境	/	50
第四节	“科学”优位的丧失	/	64
第三章	基于“语言”的数学实在论	/	67
第一节	新弗雷格主义的理论基础	/	68
第二节	新弗雷格主义对数学真理困境的求解	/	72