

Renzhi Yu Fangfa
Renzhi Yu Fangfa

科学的难题 ——悖论

● 张建军 著

● 浙江科学技术出版社

● ZHEJIANG SCIENCE
AND TECHNOLOGY
PUBLISHING HOUSE



认知与方法丛书

科学的难题——悖论

张建军 著

江科学技术出版社



认知与方法丛书

责任编辑：曾勇新

装帧设计：孙 菁

科学的难题——悖论

张建军 著

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷二厂印刷

浙江省新华书店发行

开本：787×960 1/32 印张：9.875 插页：5 字数：158,000

1990年10月第一版

1990年10月第一次印刷

印数：1—2,950

ISBN 7-5341-0278-2/B·5

定 价：4.05 元

内 容 简 介

本书是一部关于悖论问题的史论结合的专著。作者追寻历史的线索，考察了由古而今多种悖论的来龙去脉；评述了本世纪初年以来，西方学术界为解决集合论—语型悖论和语义悖论问题提出的几种主要方案，讨论了它们所取得的成就和存在的问题；结合60至80年代悖论研究的几项新成果，研讨了悖论问题和辩证哲学的密切联系，并简要探讨了悖论对于经验科学方法论的意义。本书适合多层次的读者阅读和研究。

《认知与方法丛书》序

陶 德 麟

摆在读者面前的这套《认知与方法丛书》是国家社会科学基金项目“现代科学方法论问题”和国家教委重点科研项目“科学方法论研究”的综合研究成果，它将分批地以系列著作的形式探讨现代科学发展所提出的认识论和方法论的课题。应该说，它在建国以来国内出版的以探讨科学认识论和科学方法论为内容的著作中，是富有特色而又比较全面的一种。

我们的社会主义现代化事业离不开马克思主义哲学的指导。在纷繁复杂的建设任务面前，如果没有唯物辩证法这个伟大的认识工具的指引，如果没有全民族哲学素养的提高，是不可能不迷失方向

的。马克思主义哲学按其本性来说就是批判的、革命的，它的生命力正在于不断地从生产斗争、阶级斗争和科学探索的实践中丰富和发展自己，使自己站在人类思维的最高水平上。科学研究的成果和科学研究的过程是马克思主义哲学从中吸取营养的重要源泉之一，是坚持和发展马克思主义哲学绝对不可忽视的领域。

科学对当代人类生活和社会进步的巨大作用已成为全人类的共识。科学本身的发展规律，科学发展中提出来的认识论和方法论问题，也理所当然地成了哲学家和科学家共同关注的研究课题。富有理论建树和研究经验的科学家对他们的专业研究与认识论、方法论之间的紧密关系是有切身体会的。爱因斯坦说过：“认识论同科学的相互关系是值得注意的。它们互为依存。认识论要是不同科学接触，就会成为一个空架子。科学要是没有认识论——只要这真是可以设想的——就是原始的混乱的东西”（《爱因斯坦文集》第一卷第480页，商务印书馆1983年版）。我想，从事马克思主义哲学工作的人也应当有这样的体会，在现代条件下尤其应当这样。现代科学的迅猛发展已经大大突破了以往的眼界；科学理论的抽象程度愈来愈高，人的主观能动性和创造性的作用日益增强，研究的物质手段日益复杂多样，新兴的学科包括边缘学科、横断学科、综合学科不

断涌现，分化和综合的趋势同时加强。所有这些都正在强烈地影响着现代人类的思维方式，提出了许多亟待回答的哲学问题，特别是认识论和方法论问题。如果马克思主义哲学工作者不去注视、研究和正确地回答这些迫切的问题，就会远远落后于时代，就无法坚持和发展马克思主义哲学。

西方科学哲学对科学的性质与方法的研究有许多很有价值的成果。应当说，这是人类的共同财富，我们决不能对它们采取盲目拒斥、全盘否定的愚蠢态度。但是，我们又应当看到，现代西方科学哲学的诸流派在总体上都有偏离科学发展的实际图景的缺陷，都混杂着这样那样的偏见和迷误，都没有唯物辩证法那样广阔的视野，因此又决不能对它们抱着盲目崇拜、亦步亦趋的卑屈心态。正确的做法应该是在马克思主义世界观的指导下对它们进行研究、分析、鉴别、批判、吸收、改造。同时，还应该独立地提出问题和回答问题，经过艰苦的努力，建立和发展我们自己的以马克思主义为指导的科学哲学，这是坚持和发展整个马克思主义哲学的庞大工程的一个必不可少的部分。

我认为这套丛书是沿着这样的思路编写出来的。同时，主编和作者们还十分重视作品的启发性和深刻性，重视运用通俗易懂的语言和典型的案例来阐明科学认识论中最具普遍意义而又颇为繁难的

问题，比较适合不同文化层次的读者阅读，这也是这套丛书的特点与优点。当然，由于这是一项非常艰巨的工作，丛书的不足之处是难免的。我相信读者将给予公正的评价。

1990年于武汉大学

前 言

1900年8月，一场新的经济危机猛烈地冲击着西方世界。由于物价飞涨，原准备参加在世纪交替之际举行的第二次国际数学家代表大会的1000多名数学家，只有200多人赶到了巴黎。但是，这并没有影响会议喜气洋洋的气氛。会议主持人——法国著名数学家彭加勒（Jules Henri Poincaré, 1854~1912）自豪而郑重地宣称：

“我们是否已最终地达到了绝对的严密性了呢？在它进程的每个阶段上，我们的先驱者们都相信他们已经达到了。如果他们是受骗了，难道我们就不会象他们一样受骗吗？……在今天的分析中，如果我们小心翼翼地尽力严

密，那么只有三段论法或诉诸纯粹数学的直觉是不可能欺骗我们的，所以，现在可以说，绝对的严密是已经达到了。”^①

其兴奋之情溢于言表。彭加勒的观点，也是当时数学家们比较一致的看法。受非欧几何的相对相容性（即不矛盾性，又称“一致性”）证明的启发，数学家们经过长期努力，已经把几何、代数、分析等各大数学分支的相容性，都归结到了自然数论和集合论的相容性上来；最后，自然数论的相容性，也化归到了集合论的相容性。而康托尔（Georg Cantor, 1845～1918）创立的超限集合论因逻辑味很浓，其基础清晰、自明，看来不会有什么问题。彭加勒等人更是认为自然数已是最基本的直观概念，自然数论符合“纯粹的数学直觉”，没有集合论的支持也十分保险。因此，当时的数学界形成了一种自从非欧几何问题产生以来前所未有的充满安全感的局面，数学家们都为找到了数学大厦的坚固基础而激动不已。

彭加勒的话会使我们联想起一位物理学家在同年所作的那更为著名的断言——英国物理学家开耳芬勋爵（威廉·汤姆生），在1900年的

^① M·克莱因：《古今数学思想》（第四册），上海科学技术出版社1981年版，第97～98页。

新年献词中指出：物理学中的牛顿力学和麦克斯韦电磁方程，已经解决了物理学中的一切基本问题；此后物理学家的任务，只是把测量搞得更精密些，把理论运用到更枝节、更细微的方面，换言之，后辈物理学家只需再做些零碎的修补工作。他幽默地说：“未来的物理学真理，将不得不在小数点后第六位去寻找。”76岁高龄的开耳芬当时可谓悲喜交加：喜的是在他有生之年，能见到物理学宏伟大厦的完成；悲的是后辈物理学家不会再象幸运的前辈们那样，体验一下科学发现激动人心的狂喜和幸福了。开耳芬的看法是当时物理学界的“主流观点”。

不过，开耳芬勋爵不愧是人们所称赞的一位“说话严谨而讲求实际”的人，他没有忘记附带地提到：“可惜还有两朵乌云未能扫除干净。”这“两朵乌云”便是迈克尔逊-莫雷关于光速实验的“零结果”和黑体辐射现象，它们都不能从经典物理学理论中推论出来，并且与经典理论相矛盾。“两朵乌云”在物理学上空的扩展及其所造成的后果，在现代知识界已是众所周知的了。

在当时看来，数学家要比物理学家幸运一些，因为数学家们还有许多重要的事情可做。

就是在上述巴黎会议上，希尔伯特(David Hilbert, 1862~1943)提出了著名的二十三个问题，指明了20世纪基础数学研究的主要工作方向。但是数学家们并不将这些问题视为乌云，而认为它们只不过是在严密性的阳光照耀下的一片片“未开垦的处女地”罢了。

但是，与会的数学家们谁也没有提到（尽管他们之中许多人已经知道），当时在数学严密性的上空，也已经出现了“两朵乌云”，这就是在康托尔的集合论中出现的两个悖论——最大序数悖论和最大基数悖论。

前一个悖论是康托尔本人最先于1895年发现的，但他没有公布。1897年，布拉里—弗尔蒂(Cesare Burali-Forti)发现并发表了这个悖论；后一个悖论也是由康托尔本人发现并于1899年发表的。由于这两个悖论刚刚发表，数学家们未及进行仔细分析；也由于它们涉及的概念较多，人们认为可能是某个环节在技术上出了问题，而不会是集合论基本理论的问题。然而，后来的事实表明，这两个悖论对于数学，与开耳芬的“两朵乌云”对于物理学相比，有着十分相似的作用和效应，它们经由罗素悖论而引发了数学基础理论的革命性变革。

由数学和物理学上空的这些“乌云”而带来的对经典理论的冲击，均被科学史家称为数学和物理学的“危机”。但是，这两场危机的结局却有所不同。经过物理学革命，开耳芬所说的“两朵乌云”的问题已由现代物理学给予了较为圆满的解释；而在数学中，虽然通过解决悖论的努力，引发了一些崭新的数学基础理论的产生，并推动了它们的发展，但是时至今日，悖论问题本身仍然没有学术界公认的圆满的解答，仍然是科学中的难题。

两场危机之命运的不同还在于，物理学的这场危机在科学方法论和认识论——科学哲学中，进行了较为全面而深入的研究。实际上，现代科学哲学的兴起，在很大程度上来源于对物理学危机及其解除的反思、概括和总结；并且迄今为止，也是科学哲学研究的主要资料来源，以致某些批评家认为现代科学哲学主要是“物理学哲学”。然而，对于数学的这场危机在方法论和认识论方面的研究，相对而言则非常薄弱，在很长的时期内没有引起科学哲学家们足够的重视。鉴于数学在整个科学大厦中的地位和作用，这种情况亟待改变。科学哲学研究的这种失衡状态，已经引起了一些当代科学哲学家的注意。美国著名科学哲学家，对数学哲

学非常精通的普特南(Hilary Putnam)呼吁：“哲学家们应当比现在更多地关心数学哲学。”他预言：“在不久的将来，我想数学哲学和逻辑哲学将是‘发展的领域’。物理学哲学在科学哲学中的中心地位可能会下降。”^①

或许有人责怪普特南的片面性，因为生物学、天文学等学科，也已提出了大量的哲学问题需要研究探索。的确，这些学科各具特色，有许多不同于物理学的性质；但是作为经验自然科学，它们都与物理学有着很大的共通性，而且这种共通性随着它们的发展而不断增大。数学则属于科学体系的另一极，具有与经验科学不同的特性。因此，数学哲学的研究对于科学哲学的发展，具有其特殊的意义。同样，逻辑哲学也具有相似的而又更为深层的意义。

如学术界所公认，悖论问题是数学哲学中最困难而又极为重要的问题，它对于逻辑哲学的意义也是显而易见的。同时，它又经语义悖论而涉及到语言哲学及一般意义上的思维哲学。因此，悖论问题应该作为新时期科学哲学研究的一个重要对象。普特南在强调数学哲学和逻辑哲学的重要性的同时，曾就科学哲学的

① B·麦基：《思想家》，生活·读书·新知三联书店1987年版，第363页、第365页。

发展前景进一步预言：“总的来说，我认为科学哲学领域中将持续讨论的问题，是那些我们认为几乎和科学哲学完全无关的问题，那些完全可以，甚至更加恰当地被看作是属于思维哲学或语言哲学领域的问题。”^①不论普特南的观点恰当与否，悖论研究作为与科学哲学的这种发展趋势密切相关的一个课题，是应当引起我们高度重视的。

本书并不试图给出和论证关于悖论问题的非常全面而系统的观点，而主要是力图提供有关该课题研究的比较条理而翔实的史料，供有志于此课题和对悖论问题有兴趣的广大读者参考。第一章描绘了悖论之成为一个科学难题的由古而今的历史演变，阐释了一些著名的悖论及其来龙去脉；第二章则追循历史的轨迹，介绍了世纪初年以来数学和逻辑学界为解决集合论—语型悖论和语义悖论而提出的几种主要方案，讨论了它们所取得的成就和存在的问题，也评述了与悖论研究密切相关的数学哲学三大流派的思想 and 哥德尔不完全性定理的证明。

本书写作的另一项宗旨，是揭示辩证哲学对于悖论研究的重要意义。因此，在第三章中

^① B·麦基：《思想家》，生活·读书·新知三联书店1987年版，第365页。