

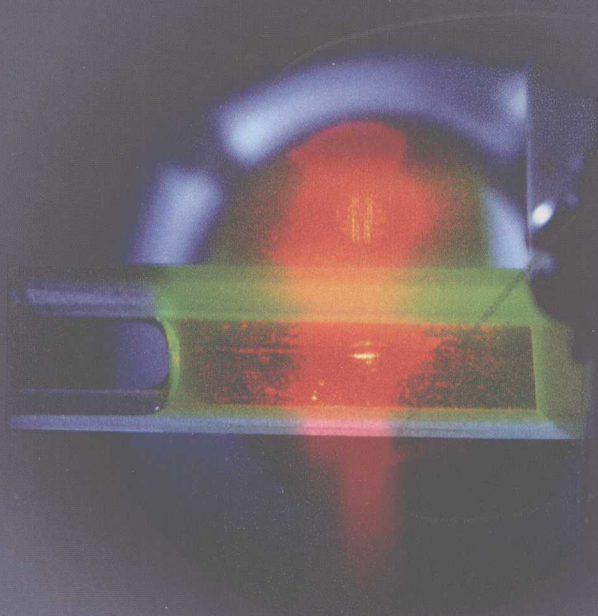
教育部人文社会科学重点研究基地
山西大学科学技术哲学研究中心

科学
技术
哲学
文库

主编 郭贵春

量子力学模态解释及其方法论

◎ 贺天平 郭贵春 / 著



科学出版社
www.sciencep.com

0413.1/78

2008

科学技术哲学文库

量子力学模态解释及其方法论

——兼议语言分析方法在量子力学中的应用

贺天平 郭贵春 著

本书受教育部 2004 年哲学社会科学研究重大课题攻关项目“当代科学哲学的发展趋势研究”(04JZD0004)、国家社会科学基金项目“测量难题的模态解释——量子力学前沿中的哲学问题”(05CZX008)和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基金资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要包括两部分。上篇“物理学诠释”先用历史主义的观点剖析“测量难题”的来龙去脉及其带来的哲学问题,再从哲学的视角阐述模态解释深层的物理学思想内核和理论框架,最后全面、整体地透视模态解释所勾勒出的新量子图景,并在此基础上提出“模态是一种物理实在,概率是对模态的定量描述”的全新思想。下篇“哲学诠释”从方法论的视角对模态解释中所渗透的语言分析方法进行系统分析。语言分析方法是模态解释备受青睐的核心与关键,本书重点分析了模态解释中使用的语义移植、隐喻介入和语境建构的本质、特征和意义,对“自然科学问题哲学解”和人文社会科学方法向自然科学渗透具有很大的启迪作用。

本书适合哲学、自然科学和社会科学的本科生、研究生学习。

图书在版编目(CIP)数据

量子力学模态解释及其方法论:兼议语言分析方法在量子力学中的应用 / 贺天平,郭贵春著. —北京:科学出版社,2008

(科学技术哲学文库)

ISBN 978-7-03-022258-9

I. 量… II. ①贺…②郭… III. 量子力学-模态-研究 IV. 0413.1
N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 081185 号

丛书策划:孔国平 / 责任编辑:孔国平 卜 新
责任校对:陈玉凤 / 责任印制:钱玉芬 / 封面设计:张 放

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 6 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2008 年 6 月第一次印刷 印张:13

印数:1—3 000 字数:246 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈长虹〉)

《科学技术哲学文库》

编 委 会

主编 郭贵春

编委 (以姓氏笔画为序)

孔富安	卢 风	邢冬梅	任定成	刘晓力
成素梅	乔瑞金	陈 凡	李 红	李伯聪
李 侠	李建会	张华夏	张培富	肖 峰
洪晓南	胡新和	殷 杰	郭贵春	高 策
蔡 仲	魏屹东			

总 序

怎样认识、理解和分析当代科学哲学的现状,是我们把握当代科学哲学面临的主要矛盾和问题、推进它在可能发展趋势上获得进步的重大课题,有必要将其澄清。

如何理解当代科学哲学的现状,仁者见仁,智者见智。明尼苏达科学哲学研究中心于2000年出了一部书《Minnesota Studies in the Philosophy of Science》,书中有作者明确地讲:“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论争的对象。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,都被看做是一种不景气的、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地要降低。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,当今科学哲学是在总体上处于一种“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相互渗透与融合;自然科学哲学与社会科学哲学之间的彼此借鉴与交融;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,其原因就在于:第一,从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,无论是什么样的知识背景出身

^① Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume XVIII. Logical Empiricism in North America, University of Minnesota Press, 2000. 6.

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中汲取和借鉴更多的方法论的视角;但同时也存在着对分析哲学研究方法的忽略的一面,轻视了它所具有的本质的内在功能,需要对分析哲学研究方法在新的层面上进行发扬光大。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,由于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、相互融合和统一。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,并不证明科学理性的不重要,而是在科学发展的水平上,由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基础,那就会走向它关怀的反面。这种教训在中国的社会发展中是很多的,比如有人在批评马寅初人口论时,曾以“人是第一可宝贵的”为理由。在这个问题上,人本主义肯定是没错的,但缺乏科学理性的人本主义,就必然地走向它的反面。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。在某种意义上讲,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,这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性。在这里,我们千万不要把科学哲学与技术哲学混为一谈。这二者之间有着重要的区别。因为技术哲学自身本质地赋有着更多的文化特质,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,提出了存在着五个“引导性的难题”(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“引导性的难题”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

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

间的融合与相互渗透是一个由不自觉地自觉的过程。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呢?最大的“引导性难题”又是什么呢?

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,面对着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。这一点,应当是当代科学哲学发展的一个极关键的东西。同时只有在这个基础上,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。否则的话,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 世纪的五个“引导性难题”,同时也表明了当代科学哲学的发展特征就在于:一方面,科学哲学的进步越来越多元化。现在的科学哲学比之过去任何时候,都有着更多的立场、观点和方法;另一方面,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。这就是为什么当代科学哲学拥有它强大生命力的根源。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,而今走向语境论的研究趋向就是一种逻辑的必然,成为了科学哲学研究的必然取向之一。

我们山西大学的科学哲学学科,这些年来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

目 录

总序	郭贵春(i)
绪论	(1)
第一节 国内外研究现状与选题意义	(1)
第二节 基本思路与创新之处	(3)
第三节 结论与启示	(6)

上篇 物理学诠释

第一章 从量子力学到模态解释	(11)
第一节 量子力学发展史	(11)
第二节 “测量难题”的内容	(19)
第三节 “测量难题”的本质及其模态解释的定义	(27)
第二章 模态解释的数学形式体系	(35)
第一节 模态解释的思想内核	(35)
第二节 模态解释的各种变体	(42)
第三节 模态解释的最新形式	(48)
第四节 模态解释的物理结果	(55)
第三章 模态解释新图景	(59)
第一节 模态解释新图景	(59)
第二节 模态解释的不足	(62)
第三节 模态解释发展史	(67)

下篇 哲学诠释

第四章 模态解释中的语义分析	(77)
第一节 模态逻辑语义理论	(77)
第二节 模态解释与语义移植	(83)
第三节 模态解释中语义分析方法特征	(88)
第四节 模态解释中语义分析方法意义	(94)
第五章 模态解释中的隐喻分析	(100)
第一节 科学语言与科学隐喻	(100)
第二节 模态解释与隐喻介入	(108)

第三节	模态解释中隐喻分析方法特征	(114)
第四节	模态解释中隐喻分析方法意义	(119)
第六章	模态解释中的语境分析	(125)
第一节	物理理论与语境选择	(125)
第二节	模态解释与语境建构	(132)
第三节	模态解释中语境分析方法特征	(137)
第四节	模态解释中语境分析方法意义	(144)

结论与启示

结论 1	走向新模态实在论	(153)
第一节	模态解释的本体论意义	(153)
第二节	模态解释的本体论意义评述	(155)
结论 2	不懈的追求与开放的事业	(168)
第一节	模态解释的认识论意义	(168)
第二节	模态解释的认识论意义评述	(170)
结论 3	语义、隐喻、语境:吸纳还是排斥	(177)
第一节	模态解释的方法论意义	(177)
第二节	模态解释的方法论意义评述	(180)
参考文献		(187)
后记		(194)

绪 论

(模态解释)直接针对的是物理哲学家而不是物理学家,从这种意义上讲,模态解释是真正的哲学家对量子力学的理解。

——P. E. Vermaas

A Philosopher's Understanding of Quantum Mechanics: Possibilities and Impossibilities of Modal Interpretations of Quantum Mechanics

本书详细介绍并进一步剖析了20世纪70年代以来量子力学的一种全新的诠释理论——量子力学模态解释(Modal Interpretation of Quantum Mechanics)。在此基础上深入挖掘了该理论的方法特征,即语义移植、隐喻介入和语境建构,并认真讨论了这些语言分析方法的意义和价值。前言将本书的研究意义、基本思路及三大结论做了全面、系统的概括。

第一节 国内外研究现状与选题意义

量子力学的“测量难题”是物理学家和科学哲学家长期争论的焦点之一,也是科学哲学最热门的话题之一。“测量难题”伴随着量子力学的诞生而诞生,波包塌缩(collapse of wave packet)是该难题的核心与关键,它形象地刻画了测量前后系统状态不连续、非因果的变化,以至于“测量”成为微观世界独立、难以理解而又神秘的物理现象。

量子力学模态解释给“测量难题”的解决提供了新的视角,给量子力学的解释注入了新的活力,为物理学哲学的发展开辟了新的方向。模态解释是继隐变量理论、多世界解释之后解决“测量难题”的第三个非塌缩解释理论,也是量子力学百年发展史上最新最有影响力且最具发展前景的量子力学解释理论。

模态解释的研究仅有30多年的历史,可以分为三个阶段:

(1) 理论的提出与发展初期(20世纪70年代)。为了消除微观世界的“测量难题”,美国著名哲学家范·弗拉森于1972年开创性地将模态逻辑“可能世界”语义理论移植到量子力学,结合经验建构主义的哲学精髓,开拓了量子力学解释的新

视角,提出“量子力学模态解释”。之后,科学哲学家 Vermaas、Dissard、Kochen 等在《美国科学哲学》(*Philosophy of Science*)和《英国科学哲学》(*British Journal for the Philosophy of Science*)等权威杂志上发表了相关文章,将量子力学模态解释誉为“真正的哲学家对量子力学的理解”^①。

(2) 哲学思考凝炼到物理学理论的深度(20 世纪 80~90 年代前期)。80~90 年代前期,Krips、Healey、Clifton 等发现模态解释的方法能用来处理更多的问题,对模态解释的思考不再仅仅停留在哲学的层面上,而凝炼到了纯粹物理学理论的深度。模态解释成了哲学家和物理学家(如著名物理学家玻姆、贝尔等)共同关注的一种理论与方法,相关文章除了出现在哲学类的学术期刊上之外,在《物理学评论》(*Physics Review*)和《物理学评论快报》(*Physics Review Letter*)等权威物理学杂志上发表得越来越多。

(3) 第一个研究高潮和研究学派的形成(20 世纪 90 年代中期至今)。1996 年 6 月,荷兰国家物理学会等研究机构在乌特勒支大学(Utrecht University)组织召开首届模态解释国际会议,掀起了该理论的第一个研究高潮,以模态解释理论为核心思想的研究学派逐渐形成。自 1990 年以来,不但在物理学杂志和科学哲学杂志上发表的相关文章的数量迅速增加,而且范·弗拉森、Bacciagalappi、Dieks、Vermaas 等的数本相关专著(含编著、合著)相继出版。同时,近年来出版的介绍量子力学基础研究或量子力学解释的相关著作已开始将模态解释与正统解释、隐变量解释、多世界解释等主要量子测量解释放在一起讨论。无疑,模态解释已经被某些科学哲学家认为是“继正统解释、隐变量解释(理论)之后,最具发展前景的一种解释”^②。

国外备受青睐的理论,在国内几乎无人问津。到目前为止,我国仅仅有武汉大学的桂起权教授和华中科技大学的万小龙教授围绕范·弗拉森模态解释思想发表的几篇论文和出版的一部著作,还没人对整个模态解释进行过深入、系统、全面的挖掘。所以说,对该理论作系统研究,在国内尚属首例。

所以,该项研究首先是对国外一种全新理论的整体引进和系统整理,其次是对该理论基础的进一步解析和首次诠释,其理论意义和实际价值在于:

第一,该项研究是对“人类对微观世界最新认识和解决‘测量难题’的最新方法”的哲学分析。模态解释仅仅有 30 多年的发展历程,无论从物理学还是从哲学的角度来讲,都是一种全新的理论。它是人类对微观世界的一种最新认识和解决

① P. E. Vermaas. *A Philosopher's Understanding of Quantum Mechanics: Possibilities and Impossibilities of Modal Interpretations of Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. IX

② G. Bacciagalappi. *Modal Interpretation of Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 12

“测量难题”的一种最新方法,对模态解释进行研究毫无疑问是跟踪了量子力学最新的研究成果,积极把握了量子力学“测量难题”的全新理解,主动挖掘了模态解释解决“测量难题”的哲学精髓,具有创新性和开拓性的意义。

第二,通过该项研究说明“从哲学思维出发诠释物理学问题”的认识论意义和方法论价值。模态解释的原始提出者是哲学家,而后来越来越多的物理学家开始关注此领域;起初“模态解释”一词仅仅指范·弗拉森个人对量子力学的解释,而现在这个词已经成为指代分析量子力学结构(包括概念和数学)的大体方法;最初,相关论文多在科学哲学权威期刊发表,而如今更多的论文在物理学专业期刊上刊登。模态解释从哲学的思维出发,影射到物理学内部,进而又从物理学反过来折射到哲学,这样的例子在科学史上还很罕见。从这个意义上讲,该项研究对说明“从哲学思维出发诠释物理学问题”的认识论意义和方法论价值具有重要的作用。

第三,通过该项研究为我们寻找人文科学与自然科学的融合提供方法论的启迪。模态解释的理论源头是众所周知的量子力学的“测量难题”,该难题是哲学家和科学家共同关注并争论了许久的热门话题。解决该难题的方法大致存在两种:一种是科学问题科学解,另一种是科学问题哲学解。但是,无论采取哪种方法,所得到的结论必须是自然科学家和人文社会科学家共同满意的。这样,问题就聚焦于寻找人文科学与自然科学相融合的方法上。模态解释是哲学家解决自然科学问题的一次大胆尝试,无论成功与否,都为人文科学与自然科学的融合提供了方法论的启迪。

第四,该项研究为推动物理学哲学研究向纵深发展起到抛砖引玉的作用。从文献计量学的角度可以看出,我国物理学哲学的研究主题仍旧徘徊在20世纪70年代以前的古老问题上。而这些问题在物理学上早已有了新的突破,我们必须紧跟物理学发展的前沿,把握西方物理学哲学的发展趋势,拓展我国物理学哲学的研究领域和视野,才能推动国内物理学哲学的研究向纵深发展。这对增强学科建设具有重要的理论意义和实践价值。

第五,该项研究具有非常重要的实际应用价值。该项研究的阶段性研究成果及最终成果发表在国内外哲学期刊上,为哲学研究者提供相关课题的研究资料,使得广大哲学工作者和研究生能够了解物理学哲学最近的发展态势,努力促进国内外科学哲学的互动和对话,无论是对研究生的哲学、自然科学和社会科学的教学内容的增添,还是对他们西方科学哲学研究的知识面的拓展,都具有十分现实的使用价值。

第二节 基本思路与创新之处

本书分两大分析部分和一个结论部分:“物理学诠释”、“哲学诠释”和“结论与启示”。基本思路(图0-1)为:首先,以“测量难题”为突破口,分析模态解释诞生的

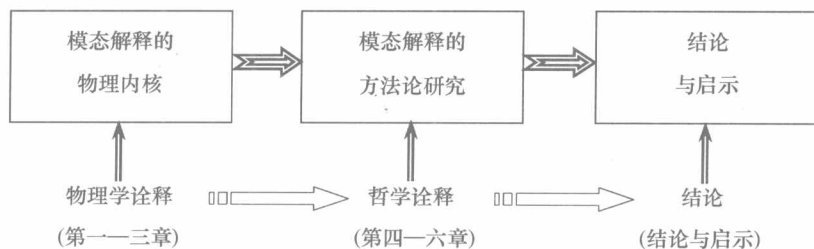


图 0-1 基本思路图

缘由和背景。其次,阐释模态解释的物理思想内核;在此基础上,绘制模态解释所勾勒的新的量子力学图景。最后,重点从方法论的视角挖掘模态解释的哲学内涵,特别是挖掘这种源于哲学思想的物理理论所蕴涵的语言分析方法,并从这些分析中得到方法论启示。

从写作方法上来讲,本书采取历史与逻辑结合、物理与哲学并重,环环相扣、层层递进、节节深入的写法,深入浅出地论述问题,将深邃的物理学内涵和高深的哲学思想与清晰的图解相结合。写作过程中注重第一手资料的收集,强调与国内外专家的交流与讨论,广泛征求各个领域专家学者的意见。

本书主要包括:

第一,从历史主义的视角剖析“测量难题”的来龙去脉以及带来的哲学问题,并解析量子力学模态解释的背景与定义(见第一章)。通过追溯量子“测量难题”的诞生、内容、本质及各种解决方案,洞悉量子“测量难题”和测量理论近百年的立体图景,从科学哲学的高度揭示模态解释的理论来源,确定模态解释的定义。

第二,从哲学的视角阐述模态解释的物理学基础及所勾勒的新的深层微观图景(见第二、三章)。包括:①解释模态解释的思想内核;②展示模态解释各种理论形式及最新形态;③挖掘模态解释的理论纲领及物理学本质,展现它的现实性和可能性。

第三,挖掘模态解释蕴涵的深层方法论意义,揭示模态解释中语义移植、隐喻介入和语境建构三种语言分析方法的内涵、特点和哲学精髓(见第四—六章)。模态解释是一股新生的力量,“直接针对的是物理哲学家而不是物理学家,在这种意义上讲,模态解释是真正的哲学家对量子力学的理解”^①。正因为如此,从物理学哲学的角度来看,该解释所采用的方法具有非常重要的意义。文中对语义分析、隐喻分析、语境分析的基本理论、在模态解释中的具体体现、方法论特征和意义做了

^① P. E. Vermaas. *A Philosopher's Understanding of Quantum Mechanics: Possibilities and Impossibilities of Modal Interpretations of Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. IX

详细阐释。模态解释能够将量子力学和逻辑学、语义学三者结合在一起,这是量子力学诠释的一次重大突破,也为“测量难题”的解决提供了一个非常重要的思路,具有重要的借鉴价值。

第四,通过以上分析评述模态解释和“测量难题”的发展与走向以及模态解释方法论给我们的启示(见“结论与启示”)。第一个结论是在模态解释本体论层面上而言的,也是针对模态解释本身而言的,从本质上讲,模态解释必然走向新的模态实在论;第二个结论是在模态解释认识论层面上而言的,也是针对量子力学测量难题而言的,本书论证并说明了对该问题的探索将成为一项开放的事业;第三个结论是在模态解释方法论层面上而言的,也是针对模态解释中的语言分析而言的,语义、隐喻和语境分析将哲学内涵和物理底蕴相统一,将自然科学方法和人文社会科学方法“真正”融合,这三种分析方法也是未来科学方法发展的很好的方向。

本书的创新在于三个层次:

一是物理学层次,即全面、系统地整理和阐释模态解释对“测量难题”的全新理解,并在此基础上“主张将模态逻辑语义理论全面移植到量子力学”,提出“新模态实在论”的构想。“测量难题”近百年的发展席卷了无数的科学家和哲学家,先后出现的解释理论有正统理论、隐变量理论、系综解释、相对态解释、多世界解释、多心灵解释、曲率解释等,加上著名物理学家个人的观点足足有一二十种。这些解释要么没有物理内涵,要么经不起考验,真正能够在物理学界和哲学界共同受到重视,又产生了深远影响的,不外乎正统解释、隐变量理论和模态解释三种。比较而言,模态解释是对物理学本身做的一次理论创新。全面、系统地模态解释进行阐释在国内尚属首例;我们在此基础上更进一步,力求将模态逻辑语义理论全面移植到量子力学,促进模态解释向更加纵深的方向发展;最后,我们超越范·弗拉森等反对模态实在论的观点,认为“模态是一种物理实在”,提出模态解释必然走向新模态实在论的构想。

二是哲学层次,即深入挖掘模态解释蕴涵的本体论、认识论和方法论的全新思想,提出自然科学与人文科学相融合的思路。模态解释是对微观世界的全新透视和解决“测量难题”的全新理论,彻底改变了传统量子力学勾勒的微观图景。模态解释中,物理学本质和哲学内涵相一致,这种一致性是多年来科学家和哲学家共同追求的东西;而且,它的理论框架消解了决定论与非决定论的对立,是任何一种解释理论不曾完成的事情。模态解释中语义移植、隐喻介入、语境建构都是未来科学哲学发展的三个很好的方向。模态解释在30多年的发展中,将哲学和物理学融为一体,将物理方法和哲学思维合为一统。这种融合也是未来科学发展的一个方向。

三是写作方法层次,即写作上采取物理学底蕴和哲学高度并重的方法。本书写作上时刻注意模态解释的物理学底蕴与哲学高度并重,既要体现出浓厚的科学韵味又要展示出高深的哲学蕴涵,既要避免脱离科学空洞地论述哲学又要避免脱

离哲学乏味地推演科学。真正的科学哲学就要将两者摆于同等重要的位置一起考虑,做到“对科学做哲学提升,对哲学做科学凝炼”。

第三节 结论与启示

完成本书的难点在于需要广博的知识面、扎实的物理学功底和深厚的哲学素养,需要全面和深入地掌握量子力学、“测量难题”、模态逻辑、“可能世界”语义理论及语言分析方法的基本内容。可以说,系统了解它们的纵向发展和全面掌握它们的横向扩张都是本书向纵深研究的基础和前提。本书研究的重点是要在模态解释物理学体系的基础之上从哲学的视角分析其中的本体论内涵、认识论意义和方法论价值,能够将物理学和哲学做到真正融为一体,将自然科学方法和人文社会科学方法真正合为一统。

本书经过两大分析部分得出以下结论和启示:

第一,本体论层面。模态解释在国外备受青睐,得到绝大多数科学家的赞美和支持。①模态解释维护了正统解释的本体论观念。模态解释是对哥本哈根解释的修正和补充,并没有改变正统解释的本体论基础。②模态解释消解了正统解释中对“态”的“无知解释”。模态解释认为理论态和事件态是共同存在的,具有同样的“实在性”,没有哪一个“态”会比其他“态”更“真实”。③“模态是一种物理量,概率是对模态的定量描述”。模态解释中的态在传统量子图景之中,但是给态分配概率是超出传统量子理论的。本书进一步认为模态是一种物理实在,概率是对模态的定量描述。

虽然模态问题在很早就被亚里士多德讨论过,但是他们认为模态不属于物理现象。20世纪,“这个问题变得更加尖锐了,因为新的模态即程度不同的可能性在自然科学中占据了中心位置:这就是概率”^①。随着自然科学的发展,刘易斯的模态实在论得到了量子力学多世界解释和模态解释的支持,本书以“可能世界”实在性和“模态”实在性为两大支撑点,对刘易斯模态实在论进行了修正和发展,提出“新模态实在论”的观点。前瞻性地来看,模态解释必然走向“新模态实在论”。

第二,认识论层面。模态解释在新的思想和方法的启迪下,对量子世界有了新的看法:扬弃了传统决定性与非决定性互相对立的逻辑思路,是决定论与非决定论的统一;扬弃了“本征值—本征态”的等价关系,只接受充分性而否定必要性;扬弃了冯·诺伊曼的波包塌缩,消解“测量难题”。所以说,①模态解释是“解决‘测量难题’的最新方法”;②模态解释是“人类对微观世界的最新认识”;③模态解释是“真正的哲学家对量子力学的理解”。

① [美]范·弗拉森. 科学的形象. 郑祥福译. 上海:上海译文出版社,2002. 198

模态解释是在物理学本身和哲学高度上的一次理论创新。如果人们勉强接受物理理论是一个严格的工具主义的方法,那么标准体系就足够了,而考虑到实在论的时候,标准体系仅仅是个开端;如果人们仅仅站在实在论的角度考虑,那么正统解释就足够了,而在科学理论的完备性面前,正统解释又只能算作一个开始;如果人们只是处于对微观世界的完备性描述的考虑,那么模态解释就足够了,可是在科学理论的完美性面前,模态解释依旧不够令人满意。就“测量难题”的解决而言,俯瞰从标准体系到模态解释的发展历程,我们可以得到这样的启示:科学发展没有尽头,对“测量难题”不懈地追求使得求解难题的工作成为一项开放的事业。

第三,方法论层面。模态解释作为百年史上最新诞生的一种诠释并能在短短30年左右的时间里如此迅速地发展并从影响力上超越其他大多数理论,关键在于它所采用的全新方法:摆脱纯数学形式体系的束缚,推崇从语言体系予以思考;摆脱数学逻辑的桎梏,推崇语言逻辑的推理;摆脱传统观念的思维封锁,推崇推陈出新。所以说,①模态解释是从语言形式体系(相对于数学形式体系而言)对量子力学所做的一种新诠释;②模态解释是用新的逻辑方法解决量子力学的大胆尝试;③模态解释给我们寻找不同学科的融合提供了方法论的启迪。

但是许多人认为模态解释中拥有的语义移植、隐喻介入、语境建构的方法论表现为说明性、模糊性和关联性特征,这些特征是与科学研究目的的实在性、精确性和独立性相违背的。事实上,本书分析表明,对语义移植、隐喻介入、语境建构的方法论特征的传统看法是错误的。首先,当代科学发展的特征充分表现出了理论符号需要诠释、测量结果随机偶然、考察对象紧密关联的特征,这是与三种语言分析方法的方法论特征相吻合的;其次,语义移植、隐喻介入、语境建构表面体现出的是说明性、模糊性和关联性特征,而在这个表面特征背后却体现着高度的实在性、精确性和独立性。通过本书分析说明,我们不但不必担心人文社会科学的方法向自然科学渗透,而且还要主动引入这种方法到自然科学中来。语义移植、隐喻介入、语境建构是解决“测量难题”的关键,是科学与人文融合的纽带。

总而言之,本书认为模态解释的研究者采取了一种保守的态度,他们的工作本来可以做得更加深入。所以,本书:

超越范·弗拉森等建构的经验论思想,主张新的模态实在论;

超越“概率是一种模态”的思想,主张“概率是对物理量——模态的定量描述”;

超越模态逻辑的语义移植,主张将模态逻辑语义理论全面移植到量子力学;

超越语言分析方法移植到自然科学的危险性思想,主张大胆尝试不同学科间的交融。

这些“超越”和“主张”有待我们继续去深入思考和研究,将模态解释向更深层次推进。