

【科学技术思想史】

量子论对科学哲学的影响

——基于专题文献的考察

成素梅

【摘要】量子论对科学哲学的诞生与发展的影响至少从三个层面体现出来：一是提供新观念，表现为科学哲学家接受量子论的理论断言，提出新的哲学主张；二是提供新证据，表现为科学哲学家截取量子论的某段发展史作为论据来支持自己的学说；三是形成新的哲学理论，表现为科学哲学家通过剖析量子物理学家在创立与接受量子力学体系过程中的争论，或者通过揭示量子力学基本假设所蕴含的哲学前提，形成新的科学哲学问题域。

【关键词】量子论；逻辑经验主义；实在论；科学理解；专长

【作者简介】成素梅(1962-)，女，山西交城人，哲学博士，上海社会科学院哲学研究所研究员，主要研究方向：量子力学哲学、科学哲学(上海 200025)。

【原文出处】《自然辩证法研究》(京)，2023.6.11~17

【基金项目】国家社会科学基金重大项目“西方科学思想多语种经典文献编目与研究”(12DZB019)；“当代量子诠释学研究”(19ZDA038)；“量子信息科技哲学及其逻辑基础研究”(22&ZD046)。

无征不信。科学哲学是一种特别讲究理证的学问，基于专题文献的论证是最有效的论证方式之一。量子论在科学哲学的整个发展过程中产生了不同程度的影响。这种观点不是出于某个人的理论建构，更不是来自学者的随意猜测，而是具有丰富文献的支撑。不论是逻辑经验主义的诞生，批判理性主义的提出，历史主义科学哲学的建立，科学实在论与反实在论之争论，还是近年来兴起的科学哲学的域境论进路(contextual approach)^①，都或多或少与量子论的发展相关。就像量子力学的基本原理成为开发量子技术和推动其他学科发展的理论基础一样，随着量子物理学家的数量遗稿和通信等文献的公开，量子理论蕴含的哲学教益也有必要成为21世纪深化科学哲学研究有待深挖的富矿。本文试图立足于科学哲学家和量子物理学家发表的原始文献，框架式地揭示量子论对20世纪科学哲学发展产生的各种影响，

展望21世纪量子科学哲学兴起的可能性和可行性。

一、量子论对逻辑经验主义者的影响

虽然库恩在1978年出版的《黑体理论和量子不连续性》一书中通过历史考证得出结论说，首先提出现代量子概念的物理学家并不是普朗克，而是爱因斯坦，并且认为，历史夸大了或误解了普朗克对量子革命所起的作用。^[1]物理学家劳厄也曾持有相同的观点。但是，在此之前的文献中，物理学界还是普遍接受了索末菲在1919年出版的《原子构造和光谱线》一书中将普朗克正式提出能量量子化假设的1900年12月14日确定为“量子理论的诞辰日”的说法，而且，普朗克本人也多次强调，虽然“作用量子”概念的提出还没有建立起真正的量子理论，但是，这一天仍然应该被视为是奠定了量子论基础的日子。^{[2][25]}如何看待这两种说法，实际上，涉及如何理解“量子”概念的问题，然而，这一问题已经不再是纯粹的科学问

题,而是变成了涉及概念的语义变化与语用扩展的科学哲学问题。

量子力学是物理学家集体奋斗的结果,但其解释却成为争论焦点。在1927年召开的第五届索尔维会议上,以波恩对波函数的概率解释、玻尔的互补性原理和海森堡的不确定性原理为核心的哥本哈根解释得到了当时大多数物理学家的认可。尽管在今天的文献中,关于量子力学的解释仍未达成共识,但哥本哈根解释对逻辑经验主义后期发展的影响,既体现在代表人物的文献中,也体现在其他哲学家的看法中。麦克斯韦尔曾指出,量子力学的哥本哈根解释的观点极大地影响了逻辑实证主义和逻辑经验主义的发展^{[1]052};维也纳学派早期代表物理学家-哲学家弗兰克(P. Frank)也认为,量子力学为实证主义的观点提供了科学辩护^[4]。

从量子化概念的提出到量子力学诞生这一时期,也是实证主义、经验主义、约定主义以及操作主义等观点占有优势的时期。逻辑经验主义^②正是在这种背景下在维也纳和柏林发起一场哲学运动,其目标是运用更牢固地建立在逻辑和科学基础之上的哲学来变革思辨性的传统哲学。从时间上来看,如果我们把石里克在1922年担任维也纳大学归纳哲学讲座教授算起,到1929年9月15日到17日在布拉格举行的关于精确科学的认识论会议上,卡尔纳普、哈恩和纽拉特为了纪念该学派的学术领导人石里克的奠基性工作,联合发表的有影响的哲学宣言《科学的世界观:维也纳学派》标志着维也纳学派诞生的话,那么,维也纳学派的形成时期恰好与量子力学形式体系建立的时期相重合。

量子力学是在不断抛弃经典认知观念和不断深化量子化观念的进程中发展起来的,而逻辑经验主义是在不断批判思辨哲学体系和强调哲学研究的科学化趋向的过程中发展壮大的。逻辑经验主义的信条是“将哲学科学化”,支持基于经验证据的哲学陈述,崇尚逻辑分析,拒绝抽象的形而上学,或者说,哲学通过排除一切不能运用科学方法所获得的东西,来超越哲学的主观分歧和不稳定性,从而达到普遍

有效而持久的结果。^{[5]16-17}

从学术背景来看,创始人石里克在普朗克指导下完成了光学方面的博士论文,1917年出版了德文版《当代物理学中空间与时间》一书。这本书的出版使石里克成为全世界对狭义相对论的第一位哲学阐释者。维也纳学派的领军人物卡尔纳普在耶拿大学学习数学、物理学和哲学,他的第一本也是最后一本物理哲学著作是在1966年由伽德纳(M. Gardner)编辑出版的《物理学的哲学基础:科学哲学导论》。^[6]卡尔纳普在这本书中概述了科学说明问题,其中,有一部分内容专门讨论决定论与量子物理学问题。柏林学派的奠基者赖欣巴哈则对量子力学哲学有着很深入的研究,1944年出版了具有国际影响力的《量子力学的哲学基础》一书。^[7]

从学术观点上看,石里克曾根据量子力学的哥本哈根解释观点和量子力学对因果决定论的抛弃为逻辑经验主义立场进行辩护,在他看来,因果性的定律只是作出预言的一种可能性,量子物理学限制了这种可能性,而这种限制不是由于人类知识的失败或人类观察者对物理系统的干扰,而是由量子力学的不确定性原理决定的,现代物理学的发展已经呈现出高度的哲学特征,哲学与精确的经验科学联盟或哲学与科学完全相互渗透,能够使哲学研究摆脱思辨方式。^[8]卡尔纳普在接受量子力学中波函数的概率解释之基础上,提出了概率的科学说明观。他认为,在这种说明中,定律并不是决定论的,而是概率的,也就是说,这种科学说明的一般结构是:结果并不是前提的逻辑结果或后承,概率的科学说明只能决定所说明事件的确证度。^[9]赖欣巴哈同石里克一样,把挖掘现代物理学特别是量子力学所蕴含的哲学思想看成是摆脱传统哲学困境的唯一出路,提出了对量子力学的三值逻辑解释,放宽了经验证实标准等。^[10]

从学派信念的传播方式看,1930年卡尔纳普与赖欣巴哈接管了《哲学年鉴》,并以《认识》为名继续出版发行;同年9月维也纳学派与柏林经验哲学学会共同主办精神科学的认识论大会,主题为“数学与量

子力学的基本问题”；纽拉特在1934年编辑出版《统一科学》丛书；1935年组织发起召开首届“统一科学”国际会议，1936年第二届会议在哥本哈根召开，专门讨论因果性问题，并对量子物理学和生物学给予特别关注，量子物理学家玻尔出席会议并致开幕式词，之后连续召开了三届，最终，因战争的蔓延被迫中断。^{[5]11-12}纽拉特在1937年发表《统一的科学及其百科全书》一文，系统阐述了“统一科学运动”的宗旨和重要目标，并把科学语言的统一看成消除许多哲学争论的途径^[11]，他们所倡导的物理主义科学观既影响了后来的科学实在论者，也由于走向极端的科学主义而遭致各方面的批评。

二、量子论对逻辑经验主义批评者的影响

如果说逻辑经验主义作为一项哲学运动，其初衷并不是试图建立科学哲学学科，而是变革传统哲学的研究方式，重新定位哲学的问题域与关注点的话，那么，在其诞生之后，批判理性主义者波普尔、方法论的无政府主义者费耶阿本德、社会-历史进路的创始人库恩和代表人拉卡托斯等科学哲学家从不同视域和进路对逻辑经验主义核心观点的批判与超越，以及科学实在论的兴起等，则标志着作为一门学科的科学哲学的诞生。对逻辑经验主义观点的批判将科学哲学研究的问题域从科学辩护视域转向科学发现视域，其目标是探索科学如何运行、科学理论如何变化、科学进步何以可能以及科学为什么会成功等问题。逻辑经验主义者在两次世界大战之间主要是接受哥本哈根解释来支持和阐述新的哲学观点，而批判逻辑经验主义观点的大多数科学哲学家受量子论的影响可划分为直接和间接两个层次：一是基于对量子力学哥本哈根解释的批判，提出对量子力学的新解释；二是运用量子论发展史上的具体案例来支持自己的观点或学说。

波普尔曾深受爱因斯坦的批判精神之影响，最早是哥本哈根解释的拥护者，后来，在《开放宇宙：对非决定论的论证》和《量子论及其物理学中的分裂》^[12]两本书中，从概率的频度解释出发，提出了量子力学的倾向性解释，为量子论提供一种新的形而

上学。在波普尔看来，量子论的产生造成了物理学中的二元分裂：即非决定论与决定论、实在论与工具论、客观主义与主观主义，这是由物理学家长期信仰决定论的形而上学所造成的，量子论已经造成了决定论的危机，非决定论成为新的形而上学研究纲领。他的科学实在论思想是在批判哥本哈根解释之基础上形成的。他认为，物理世界的所有性质都是倾向性的，反实在论的论证显然是对确定性的错误追求，为此，他站在客观认识论的立场上，来论证非决定论与实在论的相容性。波普尔这种观点可能与海森堡的“倾向-特性论”^[13]观点有类似之处，值得展开比较分析。

费耶阿本德青年时期曾追求成为一名物理哲学家，发表了多篇关于量子力学哲学的文章。他在《关于最近对互补性的批评》^[14]一文中为玻尔辩护，反对波普尔对玻尔的批评，在研究量子测量问题^{[15]121-130}之基础上，形成了根本没有独立的或中性的“观察语言”或“日常语言”的观点。在遇到玻姆之后，受玻姆的影响转向支持“隐变量理论”，试图对量子力学作出实在论解释，同时意识到，波普尔对哥本哈根解释的批评是有局限性的，认为量子力学的哥本哈根解释不是解决微观物理学问题的灵丹妙药，量子论并不属于波普尔所说的猜测，而是对经验的简要的、经济而无假设的描述，所观察到实验结果本身必定会受到揭示其是否为真之观点的挑战。这种认识促使他进一步反思科学家所提供的方法论规则，由此形成了多元论的理论观和无政府主义的方法论观点，打破了经验主义的理论观并超越了波普尔的观点。但也有人批评说，费耶阿本德从对量子力学的实在论解释出发，对逻辑经验主义的批评是混乱的和难以令人信服的。^[16]无疑，澄清这些疑问对于重新把握与评价费耶阿本德的思想具有重要意义。

库恩的学术生涯始于物理学，成为科学哲学历史主义转向的奠基之作《科学革命的结构》主要基于科学史特别是物理学史完成的。从该书的内容看，量子论只是理论变迁链条上的一个重要环节，因此对库恩范式论等思想的形成产生的影响是间接的。

库恩对量子论的专门关注始于20世纪60年代,他主要做了两件有意义的事:一是对第一代量子物理学家进行口头采访,采访内容以微缩胶卷的形式保存下来,为研究量子力学史和量子物理学家的个人思想提供了宝贵的第一手材料;二是在《黑体理论和量子不连续性》^[1]一书中对1894年到1912年之间量子化概念的提出与接受过程进行详细的历史考证,并揭示出成熟的量子论和普朗克植根在经典物理学中的量子论之间的不可通约性以及量子概念在普朗克的用法与后来的用法之间发生的意义变化,来支持他在范式论中阐述的科学哲学观点。国内对库恩这方面的研究文献并不多见。

拉卡托斯虽然不像库恩那样具有深厚的物理学背景,量子论对他的思想也没有产生直接影响,但是,他在《科学研究纲领方法论》一书中通过追溯玻尔提出的定态原子模型如何反败为胜的历史过程,阐述其研究纲领中的正面启示法和反面启示法的合理性。拉卡托斯把玻尔的定态原子模型看成“一个在矛盾基础上进步的研究纲领”,认为玻尔通过对应原理将他的研究纲领嫁接到麦克斯韦的研究纲领中,但后来随着玻尔纲领力量的加强,新旧纲领的和平共处就停止了,当新旧纲领之间的共生关系转变成竞争的共存关系时,新纲领的拥护者便要尝试完全取代旧纲领。^[17]最后得出了纲领与实验检验之间的关系是多种多样的,不一定是猜测与反驳的相互交替系列等结论。

当然,逻辑经验主义观点的批评者有很多,这里只是基于文献,阐述了四位有代表性的科学哲学家对量子论的关注或所受的影响。从当代量子论的发展来看,国内学术界对这四位科学哲学家观点的把握与理解还有待进一步澄清。

三、量子论对科学实在论者的影响

自20世纪70年代以来,随着科学哲学研究历史转向的完成以及科学知识社会学的兴起,为科学理论进行实在论的辩护成为新的论题,这一论题将科学哲学的研究视域,从探讨科学进步或理论变化等问题转向如何理解理论与世界的关系等问题,掀起

了科学实在论与反实在论之争。在这场旷日持久的争论中,如何看待理论实体的本体性地位是核心问题之一,其中,量子论既是导致实在论问题的根源,也是实在论者、反实在论者和非实在论论证各自立场均离不开的背景资源。不论是夏皮尔的信息域理论,哈金的实体实在论,塞拉斯的科学映像论,斯马特的物理主义论证,普特南的内在实在论,范·弗拉森的经验建构论,法因的自然化的本体论态度,还是柯林斯的相对主义的经验纲领等,都概莫能外。限于篇幅,这里只是基于现有文献的考察,来挖掘量子论对普特南、哈金和法因三位不同形式的实在论者在形成各自立场时所产生的不同程度的影响。

普特南是在逻辑经验主义和语言哲学盛行时期走进哲学领域的,自称是赖欣巴哈的学生,博士论文是《概率概念在有限序列应用中的意义》。虽然普特南于1953年在赖欣巴哈的安排下拜访爱因斯坦时,就讨论过量子测量问题,但是,他对量子力学哲学的关注则开始于20世纪50年代末。他对数学哲学和量子力学哲学问题的研究使他放弃了早期物理主义和形而上学的实在论立场。他在《量子力学与观察者》一文中认为,我们不应该以经典的或形而上学实在论的思维方式来理解量子力学,于是,他基于对量子测量问题的剖析,把在量子测量和量子力学的概念框架内隐含的测量值对测量设置的依赖性提升到一般高度,得出了我们对实在世界的认识是在特定的语言框架中获得的普遍结论,或者说,就像量子测量现象依赖于测量环境一样,对微观对象的讨论也只有特定的理论框架内才有意义。在普特南看来,真理不是一个认识的概念,即不是理论与世界的符合,而是信念在特定语言框架内的融贯,是合理的可接受性。普特南基于这些论述提出了以多元真理论为核心的“内在实在论”的观点。^[18]从普特南在1965年和2005年分别发表了《哲学家看量子力学》^[19]和《哲学家再看量子力学》^[20]两篇专门探索量子力学解释的文章来看,普特南始终关注量子力学的新进展。然而,令人遗憾的是,在现有的文献中,对普特南哲学思想的研究普遍地忽视了这一点。

哈金对普特南把“对象”理解为依赖于概念框架而存在的“内在实在论”观点,以及从教科书里提供的成熟科学的理论成果或事例为依据为科学实在论辩护的视域提出了尖锐的批评。哈金认为,在当代科学哲学中,自然科学史几乎总是被写成了理论史,科学哲学家在很大程度上变成了理论哲学家,摒弃了在理论之前就存在的观察和实验,这是不正常的,实验有自己的生命力。^[21]这同库恩的观点相一致。库恩曾认为,在真正的科学研究过程中,科学家很少使用教科书中的理论,实验科学家所依靠的是实验成就的价值和重要性。^[22]哈金认为,理论是试图说出世界的真相,实验和技术则是改变世界。为此,他把科学实在论划分为两类:理论实在论和实体实在论,这里的实体是指光子、电子等由理论所描绘出的对象。哈金明确说,他在斯坦福大学的实验室里亲眼看到电子和正电子的发射实验之后,形成了划分出这两种实在论的想法。

哈金认为,观察是“看”,不是“说”,富有经验的实验者知道实验数据的意义所在。把实验理解为事实性陈述、观察报告和实验结果,会忽略实验科学中发生的事情,实验并不等同于观察陈述或报告,而是动手操作。实验科学哲学不可能允许理论统治的哲学使得观察概念成为不可信的。量子论所指称的光子、电子等理论实体是虚构的,是关于世界推理的智力工具,只有科学家在实验过程中实际“操作”过的理论实体才是真实存在的,尽管描述这些实体的理论未必正确或者说是可错的。这种从理论实在论到实体实在论的论证,使得对实在论的论证变成一个依赖于实验进展的开放问题。哈金明确承认,他是关于电子的实在论者,但却是关于黑洞的反实在论者。^[23]这提出了如何超越理论与经验二分的思维方式来阐述科学哲学命题的重要性。

法因(A. Fine)在《不确定的游戏:爱因斯坦的实在论与量子论》一书中,立足于爱因斯坦档案馆里的文献资料,特别是未公开的通信及大量遗稿(如爱因斯坦与薛定谔之间的通信),通过剖析爱因斯坦对量子论的批判、EPR论文的起源及其意义以及爱因斯

坦的统计解释和贝尔定理的内涵等历史进展,揭示爱因斯坦的实在论立场。法因认为,爱因斯坦对量子论的质疑极其重要,因为过去的科学实践,形成了因果决定论的实在论纲领,并没有确定未来科学特征的固有规则,而量子论的产生使科学成为不确定的游戏,致使传统的实在论纲领处于危险境地。如果我们接受爱因斯坦的实在论,那么,从量子论的发展来看,这种实在论已经失去生命,或者说,已经被废弃。这种毁灭是由意识到能够接受所有科学成果的新实证主义者,包括“科学动物园”里所有成员在内,所宣告的,这些人还声明,由实在论的存在断言所提出的问题完全是伪问题,关于量子论的解释之争加速了这种毁灭的进程。

法因认为,在爱因斯坦和玻尔的世纪之争中,玻尔的非实在论哲学战胜了爱因斯坦所衷情的实在论,因为最近的两代物理学家已经放弃了爱因斯坦的实在论,并设法在没有这种实在论之前提下从事科学研究。从近期的哲学文献来看,支持传统实在论的哲学论证从科学事业的成功转向有必要对科学实践作出实在论的说明,这似乎挣脱了传统实在论幽灵般的外壳,赋予实在论新的生命。但是,普特南等人立足于嵌入在科学实践中的方法,对实在论进行的方法论论证策略,同样具有无法克服的问题。法因从范·弗拉森的建构经验论出发认为,在科学实践中,即使是最好的说明推理方法,也不能获得确实为真的原理,存在的实体也不是可依赖的。法因举例说,海森堡正是拒绝参照不可观察量 and 不再为量子论提供实在论基础的观念,才提出了不确定性原理。法因认为,科学的剧本会被科学家不断地撰写下去,理解和解释已经蕴含在科学剧情中,科学史和科学实践会自然而然地形成科学的目标。实在论者和反实在论者都把科学看成需要解释的实践,如果把科学真理的可接受性称为“核心立场”,那么,他们都认为自己提供了正确的解释。实在论者在理论与世界之间增加了额外的关系,反实在论者则把对真理概念的特殊分析增加到“核心立场”中,比如,实用主义以及各种形式的经验主义等真理观。这两种做

法都放大了真理概念的内涵。为此,法因提出了对待科学的一种中性态度,他称之为“自然的本体论态度”(Natural Ontological Attitude,简称NOA),来超越关于量子力学的实在论与反实在论之争。法因把这种可行的非实在论立场看成适合后实在论时代的哲学。^[23]事实上,法因的观点提供了一种弱实在论的版本。

四、基于量子论重新设定哲学目标

自20世纪下半叶以来,随着单电子双缝、幽灵成像、量子擦除等实验的技术实现,随着量子计算、量子通信和量子精密测量三大类技术在金融、交通、物流、制药、化工、汽车、航空、气象、食品加工等领域内极其广泛的应用,曾经作为质疑量子力学把柄的态叠加原理及其蕴含的量子纠缠等量子特性,如今成为可供可发的技术资源。在这种情况下,当代科学哲学家不再追求要么接受哥本哈根解释提出新的科学哲学观点,要么为量子论提供新的解释,而是重新回到第一代量子物理学家的原始文献中,揭示量子力学的基本假设所蕴含的哲学前提,将量子论发展史和科学哲学研究富有成效地融合起来,重新设定哲学的目标和问题域,其中,比较有代表性观点是由斯查哥尔(R. H. Schagel)提出的“域境实在论”和德雷格特(H. W. de Regt)提出的“域境论的科学理解观”。

斯查哥尔在1986年出版的《域境实在论:现代科学的一种形而上学框架》^[24]一书中认为,在哲学史上,最核心和最关键的问题是知识的本性、基础和限度的问题,哲学家之所以不断地追问这个问题,是因为世界本身并不是自明的。自伽利略以来,科学探索的结果极大地影响了人们关于世界的信念。在17世纪和18世纪,洛克、莱布尼兹、贝克莱、休谟以及康德等哲学家都基于对牛顿力学哲学意蕴的剖析形成自己的理论。同样,达尔文提出进化论之后,尼采、斯宾诺莎、柏格森和杜威等哲学家集中探索关于人类起源和人类本性的新理论的哲学意义。相对论和量子力学产生之后,许多科学哲学家将科学发展作为他们探讨的兴趣点,揭示新科学对在经典框架内形成的假设和概念的挑战,问题在于,当20世纪

的物理学家不得不卷入澄清和解释量子力学概念的意义问题时,哲学家则需要从新科学发展中提炼出新的世界观和知识观。

为此,斯查哥尔在考察神经科学和量子论等学科发展之基础上认为,根据量子力学提供的认识论启迪,物理实在并不是预先决定好的,而是不确定的,这就决定性地降低了人们先前相信能够获得绝对或最终知识的可能性。物理实在的不确定性使得神经科学家和哲学家追求将意识经验还原为神经过程的认识陷入僵局,基本粒子的创生与湮灭特征使得为物理实在寻找“基本要素”或“建筑块”的企图遭致失败。量子力学表明,科学知识的获得以研究方法和研究域境为条件,他把这种形而上学的观点称之为“域境实在论”,意指20世纪的科学发展表明,物理实在是依赖于域境的。这是一个值得深入探讨的新论题。

德雷格特于2017年出版的《理解科学理解》^[25]一书曾荣获了2019年拉卡托斯科学哲学奖,他在本书中,通过考察玻尔、海森堡、泡利和薛定谔等物理学家围绕量子力学的可理解性及其是否能够被理解等相关问题展开的激烈争论,论证了“域境论的科学理解观”。德雷格特提出,薛定谔在探讨理论的可理解性问题时认为,在自然界是能够被理解的情况下,必须探讨“能理解意味着什么”“科学在什么意义上给出说明”等问题。然而,从休谟到马赫再到逻辑经验主义者都没有给出肯定回答。薛定谔对这些问题的思考,成为对待科学说明的哲学态度的转折点,使理解和可理解性概念成为物理学家的争论焦点。薛定谔把“形象化”看成科学理论的可理解性的必要条件,波动力学是形象化的,因而是可理解的,而矩阵力学则是无法被形象化的,因而是不可理解的,因此,波动力学比矩阵力学更有优势。而泡利等人则认为,一个新的概念体系一旦被确定下来,随着时间的推移,被科学家熟悉之后,自然就会成为可理解的。后来两种力学体系的统一表明,在理解的可理解性和形象化之间不存在先验的联系,科学家在讨论问题时所运用的关于可理解性的标准并不完全统一。

这表明根本不存在普遍而永恒的科学理解标准。

德雷格特认为,关于如何理解科学理论和科学可理解性问题的讨论,把科学哲学研究的目标与逻辑经验主义传统联系起来。亨普尔的科学说明理论认为,理解与对科学的哲学分析无关,属于心理学和主观层面。这种科学说明观忽视了两方面问题:一是科学家对如何获得说明性理解的观点是变化不定的;二是忽视了在具体的科学实践中关于如何理解理论所展开的争论。然而,对量子力学史的研究表明,关于说明性理解的哲学问题在传统科学说明观中是看不到的,还表明科学家获得对理论的理解是科学认识的核心目标。科学理论的可理解性虽具有实用价值,但并不降低科学说明和科学理解的客观性。科学理解具有多元论性和域境性,与科学史、科学家的直觉、认知技能与判断等相关。

德雷格特的工作开创了关于科学理解的哲学研究的新视域,复兴了由库恩开创后来衰落的科学史与科学哲学相融合的传统,将科学哲学研究的目标重新拉回到基于科学史的考察来加强关于科学的哲学断言或形成新的哲学断言的视域中,使科学哲学的问题域从实在论与反实在论之争转向了关注科学家对科学理论的理解以及他们做出科学判断所需要的直觉与专长等问题域中。

五、结语

综上所述,量子论作为导致第二次科学革命的核心理论,在科学哲学的发展中一直在场,并从不同方面产生不同程度的影响,最终,将科学哲学的问题域从早期强调理论维度或强调实验维度来论证问题,延伸到有必要关注科学家的认知技能、科学直觉以及科学判断如何形成的过程维度,这使得专长哲学(philosophy of expertise)的兴起成为可能。在ChatGPT为标志的当代人工智能技术迅猛发展的情况下,关于专长哲学的研究将会显得更加重要。

注释:

①这里把“contextual”译为“域境”而不是“语境”是考虑到,科学哲学家不是在语言学家所指的上下文的意义上来使

用这个术语,而是在科学理论产生的历史、社会、测量等情境中来使用这个术语。

②关于用逻辑实证主义还是逻辑经验主义来指称维也纳学派的问题参见:Parrini P, Salmon W C. Introduction[C]//Parrini P, Salmon W C, Salmon M H.(eds.)*Logical Empiricism: Historical and Contemporary Perspectives*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2003: 1.

参考文献:

- [1]Kuhn T S. *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity*, 1894-1912[M]. Oxford: Oxford University Press, 1978.
- [2][德]弗里德里希·赫尔内克. 原子时代的先驱者:世界著名物理学家传记[M]. 徐新民, 贡光禹, 郑慕琦, 译. 北京: 科学技术文献出版社, 1981.
- [3]Maxwell G. The Ontological Status of Theoretical Entities [C]//Curd M, Cover J A.(eds.)*Philosophy of Science: The Central Issues*. New York/ London: W. W. Norton & Company, 1988.
- [4]Howard D. Who Invented the "Copenhagen Interpretation"? A Study in Mythology[J]. *Philosophy of Science*, 2004, 71(5): 669-682.
- [5][奥]克拉夫特. 维也纳学派[M]. 李步楼, 陈维杭, 译. 北京: 商务印书馆, 1998.
- [6]Carnap R. *Philosophical Foundations of Physics: An Introduction to the Philosophy of Science*[M]. New York / London: Basic Books, 1966.
- [7]Reichenbach H. *Philosophical Foundations of Quantum Mechanics*[M]. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1944. 中文版:[德]H. 赖欣巴哈. 量子力学的哲学基础[M]. 侯德彭, 译. 北京: 商务印书馆, 2018.
- [8]Schlick M. Epistemology & Modern Physics[EB/OL].2023-03-10. <https://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/ge/schlick.htm>.
- [9]Murzi M, Rudolf Carnap.[EB/OL].2023-03-10. <https://iep.utm.edu/rudolf-carnap/#H7>.
- [10]Murzi M, Hans Reichenbach[EB/OL].2023-03-10. <https://iep.utm.edu/reichenb/>.
- [11]Neurath O. Unified Science and Its Encyclopedia[J]. *Philosophy of Science*, 1937, 4(2): 165-277.
- [12]Popper K. *The Open Universe: An Argument for Indeterminism*[M]. London: Hutchinson, 1982; Popper K. *Quantum Theory*

and the Schism in Physics[M]. New York: Routledge, 1982.

[13]成素梅. 在宏观与微观之间:量子测量的解释语境与实在论[M]. 广州:中山大学出版社,2006.

[14]Feyerabend P K. On a Recent Critique of Complementarity: Part I[J]. *Philosophy of Science*, 1968, 35(4): 309-331.

[15]Feyerabend P K. On the Quantum-Theory of Measurement[C]//Körner S, Pryce M H.(eds.)*Observation and Interpretation: A Symposium of Philosophers and Physicists, Proceedings of the Ninth Symposium of the Colton Research Society*. London and New York: Butterworths Scientific Pub., 1957.

[16]Harre R. Discussions: Notes on P. K. Feyerabend's Criticism of Positivism[J]. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1959, 10(37): 43-48.

[17][英]伊姆雷·拉卡托斯. 科学研究纲领方法论[M]. 兰征,译. 上海:上海译文出版社,2005:66-67.

[18]Putnam H. Quantum Mechanics and the Observer[J]. *Erkenntnis*, 1981, 16(2): 193-219.

[19]Putnam H. A Philosopher Looks at Quantum Mechanics [C]//Colodny R G.(eds.)*Beyond the Edge of Certainty: Essays in Contemporary Science and Philosophy*. Englewood Cliffs, N. J.:

Prentice-Hall, 1965:75-101; Putnam H. *Philosophical Papers: Volume 1, Mathematics, Matter and Method*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1979: 130-158.

[20]Putnam H. A Philosopher Looks at Quantum Mechanics (Again)[J]. *British Journal for the Philosophy of Science*, 2005, 56 (4): 615-634.

[21]Hacking I. *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983/1987.

[22]Klee R. *Introduction to the Philosophy of Science: Cutting Nature at Its Seams*[M]. New York: Oxford University Press, 1997: 218.

[23]Fine A, Brown H R. *The Shaky Game: Einstein, Realism and the Quantum Theory*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1986.

[24]Schlagel R. H. *Contextual Realism a Meta-Physical Framework for Modern Science*[M]. New York: Paragon House Publishers, 1986.

[25]De Regt H W. *Understanding Scientific Understanding* [M]. Oxford: Oxford University Press, 2017.

The Influence of Quantum Theory on Philosophy of Science: Literature-based Investigation

Cheng Sumei

Abstract: The influence of Quantum Theory on the birth and development of philosophy of science embodies three aspects at least. Firstly, philosophers of science accept the claims of quantum theory and provide some new ideas. Secondly, philosophers of science use an episode of the quantum theory as evidence to support their own ideas personally. Finally, philosophers of science open new problem domain for philosophy of science based on analyzing the debates during quantum physicists when they created and accepted the system of quantum mechanics or revealed the philosophical premises embedded the basic hypothesis of quantum mechanics.

Key words: theory of quantum; logical empiricism; realism; scientific understanding; expertise