

“范式”理论中的“实践-感知”模式

——以科学仪器问题为入口

The “Practice-perception” Model of Interpreting Science on Paradigm: A View of the Scientific Instruments

邵艳梅 /SHAO Yanmei 吴彤 /WU Tong

(清华大学人文学院科学史系, 北京, 100084)

(Department of the History of Science, School of Humanities, Tsinghua University, Beijing, 100084)

摘要:“范式”理论中内含着科学仪器维度,延续科学仪器只是从属于理论来表征世界的传统认识论,库恩并未对其问题展开主题式研究,但是在他的科学仪器思想中却隐含着一种超前的、现象学式的“实践-感知”模式。这涉及到“柏拉图主义”预设前提的松动,也将会促使科学仪器问题的研究视角发生本质改变——从重视“概念”和“逻辑关系”的静态模式转向重视“观察”和“建构”的动态模式。

关键词:范式 科学仪器 现象学 实践 感知

Abstract:The paradigm contains the dimension of scientific instruments,Continuing the traditional epistemology that scientific instruments are merely subordinate to theories that represents the world, Kuhn do at no time make the role of scientific instruments thematic. However, there is the implicit trajectories on the perception-praxis mode toward a theory of embodied science by the phenomenological traditions in his thought of scientific instruments. At the least, this is an inversion of Platonism, Which will urges the changes of research perspective on scientific instruments from the static mode of the logic relationship of the concept to the dynamic model of the observation and construction

Key Words: Paradigm; Scientific instruments; Phenomenology; Practice; Perception

中图分类号: N0 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2019.01.008

库恩作为历史主义科学哲学家,其科学仪器论因袭传统理论优位的共同信念:科学仪器从属于理论来表征世界,它只是在工具论意义上联系主体和客体(科学理论)的中介,但库恩将“外化”于科学理论的历史的、社会的、文化的因素引入科学理论“内部”,非理性因素的渗入引发了不同层面的思考,其中也不乏对科学仪器问题的不同洞见。科学实践哲学家约瑟夫·罗斯(Joseph Rouse)指出库恩的仪器思想包含的重要意旨在于:“在一个给定的领域,新的仪器、技术和现象同样地能够导致研究方式的改变。”^[1]现象学科学技术哲学家唐·伊德(Don Ihde)则认为库恩的科学仪器思想“没有像工具现实主义者那样把焦点安置

在科学仪器的具身性上”。^[2]尽管库恩本人很少使用“感知”术语,他的仪器论思想也从属于理论研究,但是在科学仪器与“范式”的作用关系论述中我们可以寻获一种超前的、现象学式的“实践-感知”模式。这种隐含在库恩仪器论中的实践模式开创性地引发了科学仪器论的研究视角的重大转换,即重视“观察”(Seeing)、“建构”的动态模式逐渐取代重视“概念”和“逻辑关系”的静态模式。

一、科学仪器问题在“范式”理论中的定位

库恩的“范式”概念“意欲提示出某些实际

基金项目:国家社会科学基金重大项目“科学实践哲学与地方性知识研究”(项目编号:13&ZD068)。

收稿日期:2018年5月16日

作者简介:邵艳梅(1978-)女,内蒙古赤峰人,清华大学人文学院科学史系博士后,研究方向为现象学技术哲学、科学实践哲学。Email: bettyshaoyanmei@163.com

吴彤(1954-)男,内蒙古呼和浩特人,清华大学科学技术与社会研究所教授,研究方向为科学实践哲学、科技与社会。Email: wutong@tsinghua.edu.cn

科学实践的公认范例——它们包括定律、理论、应用和仪器在一起——为特定的连贯的科学研究的模型。”^[3]英国语言哲学家玛格丽特·马斯特曼在《范式的本质》一文中进一步将库恩的21种不同含义的“范式”划分为三类：形而上学范式、社会学范式和人工范式，其中人工范式包含：“一种工具的来源”、“一个装置或仪器操作规范”以及“一个工具制造厂”。^[4]库恩本人在“对范式的再思考”中也对该分类进行回应“从‘一种具体科学成就’，到‘一组特定的信念和先入之见’，后者包括各种仪器的、理论的、形而上学等方面的承诺通通在内”。^[5]由此可知，科学仪器问题在库恩的理论视域内是范式的一个内在部分，范式中存在科学仪器的维度，甚至库恩在《科学革命的结构》的后记中直接将科学仪器作为学科基质的一种——“范例”，如斜面、圆锥摆、开普勒轨道的问题、以及像游标尺、量热器、惠斯登电桥等。（[3]，p.168）解决常规研究问题需要解决所有各种复杂仪器方面，科学仪器作为科学实践活动中具体的物质性操作，已经构成科学知识的条件。库恩的仪器论致力于解决常规科学的难题以及利用仪器消除反常上，仪器在科学观察中直接的和关键的作用并不是他的主题式研究，仪器问题从属于理论问题。

首先，理论中心主义的立场使得库恩关注理论范式的研究。库恩借助“观察渗透理论”命题推翻了经验观察的基础地位，赋予理论范式以中心地位。理论优位的持久性和制度性很难在短期内削弱，汉森、库恩等历史主义科学哲学家都明确表示过重视科学理论问题轻视科学实验的立场，实验和仪器本身是为验证理论而存在的，仪器的问题研究也只是理论研究的附带产物，是非自发的附属于理论的研究。新实验主义代表人物哈金曾评价道：“库恩认为与实验相关的讨论为佐证理论而存在，而理论将总是最重要的场所。”^[6]

其次，库恩对科学实践过程中的技术具身性（仪器、工具在使用过程中与主体的互构）并不敏感，科学仪器只是被动地扮演背景角色。不渗透理论的科学仪器是不存在的，科学仪器是预设理论的实物化。科学仪器是假想最终成为科学共同体广为认可的理论的土壤。预设理论决定仪器的内涵和职能，因而科学仪器完全是被动的。如库恩在描述科学事实的研究焦点时论述：“力求增进已知事实的准确性，扩大在实验科学与观察科学

理论文献中占有重要的比例。为此目的，复杂的特殊仪器被一次又一次地设计出来……范式理论往往直接地隐含在能够解决问题的仪器设计之中，例如，若没有牛顿《原理》，用阿特伍德机所做的测量就会毫无意义。”（[3]，p.68）

最后，库恩很少意识到一件新仪器可能作为范式转变的前奏发挥着关键作用。在通往常规科学的道路中，科学仪器使科学发现成倍增长，而新的仪器、工具本身，常常也是危机的副产品。“12年后，赫舍尔以他自制的超级望远镜第一次看到了同样的对象，结果是他已能注意到其明显的圆盘状，这至少对恒星而言是异乎寻常的……它的轨道可能是行星轨道。这个建议被接受之后，天文学家的世界里少了一颗恒星而多了一颗行星。”（[3]，p.105）超级望远镜的观测在天王星究竟是“恒星/行星”的解释转变中起到直接的和关键的作用。莱顿瓶的发现同样开启了电学理论的范式转换。而库恩只是将仪器作为是否满足“工具预期”的观测条件，即决定使用一种特定的仪器设备并以一种特定的方式使用它的时候，必定要假设只有某些特定的情况会出现。范式转换实际上通常与工具的历史有关。“科学观念的继承必须与科学工具的继承相联系，如果没有这样的数据基础，共享范式和范例的概念就无法完全充实。库恩的报告忽略了新仪器和新数据的影响。”^[7]

库恩的欧洲哲学家同行胡塞尔和福柯，对于科学仪器问题的洞见无出其右。从胡塞尔关于家具的例子中，我们可以看出工具的实践涉及到保持材料的轨迹过程（例如直线、光滑表面等的偏好）。胡塞尔的重点是获得纯粹的几何图形，材料作用、实践活动最多是抽象理论获得的物质条件。“测量的经验性、实践性、客观性的功能，是通过从实践兴趣到理论兴趣的转变之后，被理想化成为纯粹的几何思维方式。”^[8]福柯似乎回到了一个更为先前的偏见，他把科学仪器只是当做一种科学的应用，并且否认仪器尤其是观察仪器的重要性。“可见性的降低是现代开端时期科学实践的特征。从17世纪开始，观察是一种可感知的知识，具有一系列系统的负面条件……如同味觉和嗅觉，因为它们缺乏确定性和确实性，任何对不同元素的分析都不可能普遍接受。”^[9]显然，彼时的科学哲学家们对于仪器问题的研究只是存在着某种工具论意义的偏好，要么追求纯粹概念的抽象方

面,要么在物质(技术或工具)具身性之外的知觉方面浅尝辄止,对于仪器发生在科学范式或认识论中的甚至在某种程度上超越于理论的重要作用,他们从未擘肌分理。

二、隐含在“范式”思想中的 “实践-感知”模式

尽管库恩的科学仪器论总体上从属于理论问题研究,但是将纯粹理性计算或逻辑联系以外的诸多因素内化于科学理论之中,这一方式为后续的科学问题的探讨断鳌立极。库恩本人也曾反复强调:“从现代编史学的视域来审视过去的研究纪录,科学史家可能会惊呼范式改变,这世界本身也随之改变了。科学家由一个新范式指引,去采用新仪器,注意新领域。甚至更为重要的是,在革命过程中科学家用熟悉的仪器去注意以前注意过的地方时,他们会看到新的不同的东西。”([3], p.111)库恩将这种视角转化式的观察方式称为“格式塔转换”,它可以说明理论世界转变的基本原型。这类转变在科学训练中普遍存在,通常它是逐渐发生的,但是一旦发生无可逆转。科学现象的阐释可能具有不同的选择性,问题的关键是我们看到的事物是否与先前所见相似。常规科学传统发生变化时,科学家对环境的知觉必须重新训练,在一些熟悉的情况中他必须学习去看一种新的格式塔,历史地看,只有仪器本身发生变化时,才会发生格式塔式的转变。库恩指出天文学、电学、化学等领域都存在着这种格式塔转变中的根本不连续。“在同样的仪器面前,一个现代的观察者会看到静电排斥(而不是机械的或重力的反弹),但是历史事实是,在豪克斯比(Francis Hauksbee)的大型仪器放大了其效应之前,没有人曾看到静电排斥。”([3], p.107)静电排斥并没有被视为一种能够引起人们注意的工具预期,科学感知与仪器(技术)之间的作用关系完全被忽略掉。现象学科学技术哲学家伊德的“知觉变更(perceptual variation)”(伊德也称其为知觉的“格式塔转换”)理论也是探讨身体感知、工具与世界之间的关系,即面对同一个知觉物,“知觉-身体”位置的变化会产生出完全不同的知觉体验。^[10]这与库恩的科学感知的格式塔转换异曲同工,只不过唐·伊德追随海德格尔的实践思路和梅洛·庞蒂的具身论

来描绘主体、对象和关系之间的不同切面,而库恩的格式塔转变则是指维特根斯坦式的转变,即在转变中最重要的事项是现象选择性的改变。当亚里士多德和伽利略观察摇摆的石头时,前者看到的是受约束的坠落,后者看到的是钟摆。确实只有通过转变,钟摆才能被察觉,钟摆是由某种非常类似范式诱导的格式塔转变而产生的。([3], p.120)观念的转变根本性地改变了一个理论领域,而不是某个特定的元素,范式同时也决定了大量的经验领域。([3], p.121)只有在具有某种范式、某种结构的宏观知觉(意指文化的、社会的知觉,相对于微观知觉即单纯的感官知觉)之后,那些被认为是事实的东西才会变成事实。同样,只有格式塔存在之后,它的法则才能被确定和精炼。甚至对于科学预测而言,某种形式的整体(格式塔)存在之后才能有类似的预测理性。因此,感知是一种科学现象的前兆,这种现象可能在细节和含义上比传统的科学理论更加明确生动。格式塔转换的方法既不同于演绎逻辑,也不同于归纳逻辑或溯因推理,而是关注局部现象(作用)与全局现象(作用)之间的差异。这一过程与科学发展在一程度上存在一种平行关系,科学力图解答其工作对象产生的现象(比如电子)在不同语境中如何以不同的方式显现,以此来寻求一个统一不变的律则对其进行刻画,并由此预测它在别的可能情境中产生的效应。

库恩仪器论思想中蕴含的“实践-感知”模式确实是激进超前的,他放弃了英美传统科学哲学理论的滋养,同时也没有依赖于更为丰富成熟的现象学知觉理论(如胡塞尔,梅洛·庞蒂等),在所有与早期分析哲学相关的哲学家当中,库恩借鉴了维特根斯坦最常引用的“感知”的例子。库恩明确指出:“孩子把‘妈妈’这个词从用于称呼所有人转到称呼所有女性,然后转到称呼自己的母亲;在这过程中他不仅仅在学习‘妈妈’的含义或者他的妈妈是谁。他同时也学到了一些男性与女性间的判别以及其他女性和母亲对待他的不同方式。他的反应、期望和信念——确实大部分他所知觉的世界——也都相应地改变了。”([3], p.129)库恩晚年在对南希·卡特莱特(Nancy Cartwright)的回应中也强调发展语境的重要性:“我称其为‘势力语境(power situation)’,‘强’、‘弱’、‘掠食者’和‘被掠食者’等类似这样的术语在这

种情境中发挥作用。正是由于它们阐释了该情境的相同方面,才同时使得它们彼此相似,也使得该情境得以进入这个寓言所传达的情境之中。如果没有经历过这些情境或类似情境……人们无法体会所谓‘强’、‘弱’、‘掠食者’和‘被掠食者’等社会种类。”^[11]实际上,那些表达内在关系的命题恰恰是我们进行其他言说的基础,这一点可以延伸到语言内部诸多概念之间的相互关系上。显然,事物之间被给与的结构关系是我们感知事物的开端,在科学知觉的描述中,库恩也已经非常接近“意向性”概念。意向性是指意向活动和意向相关项之间的相互关系,它既不存在于内部主体之中,也不存在于外部客体之中,而是具体的主客体关系本身。将意向的相关项作为一种动态的、内部的关系性整体加以分析是“意向性”的本体论内容。^[12]如果“感知世界”在范式转换中发生变化,其整个领域内感知的对象或参照物就会发生变化,甚至同时会发生感知者的某种改变。在获得科学理论的宏观知觉中这也常有发生:“当范式改变时,世界本身也随之改变……范式的改变确实使科学家以不同的方式看待他们的研究世界。”([3], p.123)由此,我们发现虽然库恩本人很少使用“感知”术语,但作为一条隐含的线索,“实践-感知”的模式确实隐匿在他的理论当中,科学仪器是所有现代科学必要的物质条件,甚至作为一种科学感知的化身与理论相关联。

三、库恩的“柏拉图主义”理论预设的松动

科学仪器论从属于理论问题研究的路径源自于“柏拉图主义”的理论预设前提,柏拉图主义享有一个完美恒定的信念,即存在着先于、独立于其显现的(即实在的)事物自身的意义自身。以此为由的“理念分有”说催生各种形而上学范畴(现象/本质,感性/理性,理论/实践、身体/心灵)的对立,我们在追求事物存在论的同一性持存的过程中,心灵优先于身体,感知和具身性的体验在人类活动的尺度上永远低于“纯粹概念”,我们所做的种种努力无非是用怎样的途径来达到对“实体”或“本质”的洞见。这种对本质上对无所变化的、扁平的世界的把握也必定会引发出各个领域错失意义世界的难题,如心灵哲学领域中的表象主义,解释学领域中的狄尔泰式的历史主义,技术哲学领域中的工

具主义,科学哲学中的极端科学实在论等等。就本文主题详而言之:绝对的自然主义者是有能力为自身的认识论做出说明的,因为科学家的意识和行为本身就可以用双峰神经元的刺激和回应或者更复杂的人与环境因果作用的信息过程等自然化的方式来解释。但他们无法解释的是,我们的各种经验的“意义”,作为一种相对自然世界的万物而言异质性的东西,如何在物质的自然因果作用下凭空而生。因而,在科学理论中重新寻回感知经验领域的自身结构和丰富性,尤其是被忽视的感知的诠释学性质和身体参与的实践性特征尤为重要。

库恩将传统上认为“外在”于科学的维度,如历史、社会文化因素引入了对科学反思的“内部”阵营。“如果继续寻找和审查历史数据,主要是为了回答从科学文本中提取的非历史刻板印象所提出的问题,新概念就不会出现了。”([3], p.139)在此科学的形象发生重要转变:它不再被视作一个封闭的概念、理论和程序运行的系统,而科学的客观性也不仅仅取决于单纯语言意义上的语境,还应包括社会、历史意义上的语境。虽然库恩对于理论问题的偏好仍然保持不变,但我们透过这一“裂缝”可以窥见理论优位发生松动的可能性。库恩之前的逻辑实证主义和逻辑经验主义者的基本观点一致,他们的认识论根基在于事物本质的规则性依赖于经验事实,科学观察到的经验现象和经验事实是科学的重要依据。他们拒斥形而上学式的思辨,也摒弃任何康德式的或胡塞尔式的为科学奠基的做法——既不将科学知识的客观有效性诉诸于某种直观判断或先天条件,也不诉诸于意识结构。在如何担保证经验证据对科学陈述或科学判断的客观有效性的方式问题上,逻辑实证主义强调现代形式逻辑对科学理论的证明作用,他们沿用亚里士多德式的形式必然性的规范性为科学知识辩护,诉诸于逻辑句法的证明。但是随着蒯因(对“经验主义的两个教条”的批判)、戴维森(对“经验主义的第三教条”的批判)到塞拉斯(其“所与的神话”主要批判经验主义的感知觉理论及其在认识中的作用方式)等人的批判理论的形成,逻辑实证主义的发展逐渐呈现出式微之势。正如霍普(Hopp. Walter)的判定:“经验在根本上不同于由信念而来的内容。”^[13]

如果说“实践-感知”模式隐匿在范式理论中,而新实验主义者的工作在某种程度上是使其逐渐地

透明化、体系化。他们开始将关注重心从科学本体论、认识论的基本问题转向对鲜活具体的实验室生活和科学实验实践,科学仪器、表征装置,科学理论和模型的特征,科学家协商决策机制的作用等等问题都被引入科学哲学视野。如哈金已经注意到:“透过”仪器观察和“用”仪器观察的不同。“我们通常情况不是透过显微镜看,而是用显微镜看……对于飞行员来说,他不仅需要看到几百英尺以下的情况,而且需要看到数英里以外的情况。视觉信息被数字化,被加以处理投射在挡风玻璃上的显示器上,这与他下机后观看的地形不是一回事。”^[14]仪器产生了新的居间调节的知觉形式,它放大或缩小观察实体的同时也扩展了主体的某项“身体活动”,这正是“透过显微镜看”的一种现象学结果。问题的关键是,通过仪器建构的世界是真实的(实在)吗?科学仪器问题思考始终都无法回避一个久悬不决的争论问题——实在论/反实在论,绝大部分反实在论者质疑经验证据是否为科学理论的真实性提供了充分的依据,甚至最极端的反实在论者——“社会建构论”者认为以往的理论,无论是实在论还是反实在论其实都建立在真理符合论的基础之上。他们拒斥这一错误观念,认为科学理论接受并非由符合论做出裁决,而是由各种社会群体的利益诉求之间的博弈决定的,具有机会主义的历史偶然性,由此他们转向强调观察陈述和理论陈述之间的截然区别。虽然持“实在论”之名,但实质上争论还是围绕着怎样对科学实在的合理性进行有效担保这一主题来进行的。所以,在枝繁叶茂的各种“新实在论”中,如结构实在论、视域实在论、工具实在论、实验实在论等,终归哲学家们会有一种寻根的执念——在科学理论或实践中找到一条不变的、稳固的、贯穿始终的规范性力量,它体现在“实在”领域无非是范围扩大或者紧缩的区别。

进一步说,实践是如何转化为知识的?实践指向主体行动,而知识的“客观性”的内涵中恰恰是要尽可能的消除“主体性”的因素,矛盾的双方如何自洽?从经验中提取出必然的逻辑形式,这种做法不甚可靠,我们寻得另外一条基于经验活动的规范性进路。依据存在主义现象学家海德格尔的洞见,我们能够认识“存在者”(科学理论)的方式已经以一种更为基础的方式被隐性地揭示出来,此在(人)的在世之在首先就是要理解或领悟另一种“存在者”——“用具(Zeug)”并由之筹划自己的

实践活动。在与事物打交道的过程中,事物以各种可能的方式与我们照面,我们才得以“认识到”它们,发现或揭示它们的某些本质及属性。^[15]无论是日常生活还是科学实践,我们首先且通常都是在和事物“打交道”,而不是去“认识”它们。认识由“打交道”这种更基本存在方式派生而来。在海德格尔式的逆转中我们不再是现代批判时代的“观察者”,而是一个务实的人类“行动者”。正如劳斯所言:“存在什么,这取决于与事物相交遇的有意义的互动和解释领域。这种实践(当然包括语言实践)的塑造使事物能够呈现其自身的方方面面”([1], p.108)正是在具体情境下渗透的有目的的认识理解,并与事物互动的实践过程中,事物的“实在”性得以被塑造。以这样的存在论视角来看,与其说我们发现(erschliessen)了行星、电流、夸克,还不如说它们是向科学家对存在的构成性理解,以某种存在方式展开(entdecken),科学家“让存在者照面”(begegnen lassen/entgegenwerfen)。胡塞尔、梅洛·庞蒂等知觉现象学家则关注事物在我们面前的展开史,即主体对事物意义的构造和意义的赋予过程,当然这一主体在启动认识活动之前就已经与生活世界(或者科学世界作为生活世界一部分)无可避免地纠缠在一起。知觉是人类遭遇任何事物的开端,知觉依赖的不仅仅是身体感觉而且也依赖具身性的、动态的与我所知觉的东西的相互作用。^[16]感知的“某物”总是在其他事物的中间,它总是构成场域的一部分,这也是现象学分析中永远不可能存在一个孤立的自在之物的重要原因。所有的事物都与语境相关,这种现象学的“不变异性”源自于它的知觉主义。无论是存在主义现象学还是知觉现象学作为科学仪器问题的研究理论背景,它们都分享着一个共同的理论基点:至少它们是反柏拉图主义的,如果世界是被经验科学的方法描绘而来的话,描绘者本身在描绘中的作用终不能忽视,科学理论的图景应该是具身性(使用科学仪器)的行动主体(科学家们)与表征装置、实验仪器与世界之间的互相关系本身。

四、余 论

“中介”、“表征”的描述并不能有效地解释科学仪器所蕴含的历史性、情境性和社会性等动态因素。“实践-知觉”模式为科学仪器本体论和新

的认识论打开一道裂隙,科学仪器的实在性在于它建构了世界得以“呈现”的样态,这种“建构”在科学家、仪器、世界的调节与统合作用中完成。范·弗拉森(B.van Fraassen)曾用形象的比喻,相对于宏观、低速对象科学仪器(甚至一些理论工具)在观察中起到的作用主要是辅助性的“‘表征’或‘模仿’,是‘不可见世界的窗户’,而对于微观、高速对象可见科学仪器则能‘制造现象’是‘创造的引擎’”。^[17]新实验主义、社会建构论、工具实在论均以此为基点展开仪器“实在论”或“建构论”的讨论。科学仪器的使用是否满足客观性条件?新的科学实体是否具有本体论地位(是自然世界中实存的吗)?在实在论者看来,本体论预设构成了一个理解科学家经验和理论活动的先决条件,离开了这种实在性的本体论,科学家的活动将失去意义,哈金曾经论证科学家采取了什么样的表征和表征装置(科学仪器)构成了“实在性”的变化,认为我们不能轻易地、简单地区分自然和(表征的)习俗。他从库恩等人那里得到结论,“随着知识的增长,我们可能因为科学革命而居住在不同的世界。新理论是新的表征。它们的表征方式不同,因此有新的实在。这正是由我们把实在当做表征属性而推论出来的。”([14], p.139)在单一的科学仪器和相对简单的理论背景下,人们相信并且也很难反驳科学工作对象的实在性,但是当现时环境变得复杂时,实体实在性就遭受到了质疑。例如在不同规格和材料的显微镜下所观察到的不同“图像”是否共同指向了同一种以前肉眼不可见的实体?社会建构论者甚至认为一些不可观察的微观粒子及其发现是由精心且细致控制的实验所建构出来的“实体”或“事实”,^[18]科学家所看见的仅仅是他们想要看见或需要看见的东西。“实践-感知”的模式尝试着找回“实践的世界”和具身性主体的“知觉观念”,科学在本质上不是通过科学观察与理论的相符来“实证”的,而是一种以科学仪器为媒介进行的具身性地“体证”的,希冀这一模式能够为科学实在的客观性证明提供一种方法论的承诺。

[参考文献]

- [1] 约瑟夫·劳斯. 知识与权力——走向科学的政治哲学[M]. 盛晓明、邱慧、孟强译,北京:北京大学出版社,2004, 180.
- [2] Ihde, D. *Instrumental Realism: the Interface Between Philosophy of Science and Philosophy of Technology* [M]. Bloomington: Indiana University Press, 1991, 24.
- [3] 托马斯·库恩. 科学革命的结构[M]. 金吾伦、胡新和译,北京:北京大学出版社,2003,48-139.
- [4] 伊雷姆·拉卡托斯、艾兰·马斯格雷夫. 批判与知识的增长[M]. 周寄中译,北京:北京华夏出版社,1987,77-78.
- [5] 托马斯·库恩. 必要的张力[M]. 范岱年译,北京:北京大学出版社,2004,128.
- [6] Hacking, I. 'Experimentation and scientific Realism'[J], *Philosophical Topics*, 1983, 13(1): 71-87.
- [7] Robert Ackermann. *Data, Instruments, and Theory: A Dialectical Approach to Understanding Science*[M], New Jersey: Princeton University Press, 2014, 84.
- [8] 埃德蒙德·胡塞尔. 欧洲科学的危机和超验现象学[M]. 张庆熊译,上海:上海译文出版社,2005,58.
- [9] Foucault, M. *The Order of Things* [M], London: Routledge, 2002, 152.
- [10] 唐·伊德. 让事物“说话”——后现象学与技术科学[M]. 韩连庆译,北京:北京大学出版社,2008,69.
- [11] 托马斯·库恩. 结构之后的路[M]. 邱慧译,北京:北京大学出版社,2012,247.
- [12] 埃德蒙德·胡塞尔. 现象学的方法[M]. 倪梁康译,上海:上海译文出版社,2005,107-108.
- [13] Hopp, W. *Perception and Knowledge: a phenomenological Account*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2011, 16.
- [14] Hacking I. *Representing and intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983, 139-207.
- [15] 马丁·海德格尔. 存在与时间[M]. 陈嘉映、王庆节译,北京:商务印书馆,2015,145.
- [16] Ponty, M. *Phenomenology of Perception*[M]. London: Routledge, 1962, 112-115.
- [17] Van Fraassen, B. *Scientific Representation*[M]. New York: Oxford University Press, 2008, 96.
- [18] Latour, B., Woolgar, S. *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*[M]. New Jersey: Princeton University Press, 1979, 29.

[责任编辑 王巍 徐竹]