

科学哲学融入科学教师教育刍论

肖磊

(河南大学 教育科学学院, 河南 开封 475004)

摘要:科学素养是当代公民的必备素养。当前学校教育对学生科学素养的培养存在偏差,其主要原因在于教师科学哲学观的片面性。科学哲学旨在探究科学本质,考察科学的存在论和价值论基础,对科学进行哲学反思和超越。因此,应端正教师科学哲学观,进而提升学生科学素养。科学哲学融入科学教师教育,在宏观上需要转变教师观念、优化课程设置;在微观上可采用如下教学方法:利用侦探小说诠释科学哲学核心概念,结合科学史阐明科学、技术和社会的关系,为各科教师讲授相应的学科科学哲学知识。

关键词:科学素养;科学哲学;科学教师教育

中图分类号:G65 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2016)03-0118-07

科学教育的目的在于提升学生的科学素养,而理解科学本质则是提升科学素养的核心内容之一。科学教育应培养学生正确的科学本质观。欲实现这一目的,必须要有充分理解科学本质的科学教师。科学哲学以其批判的本质以及在公众理解科学技术所包含的复杂的政治、经济、环境和道德问题时所彰显的强大力量,使其成为提升公民科学素养的有力手段。因此,在科学教师的培养中融入科学哲学尤为重要。

一、本体论层面的思考:科学哲学是什么

(一)科学哲学的内涵

在洪晓楠的《科学文化哲学研究》一书中,科学哲学被定义为以科学为研究对象的一门哲学学科,它是对科学的哲学反思。所谓“以科学为研究对象”即对有关科学的诸方面进行哲学分析。科学哲学是哲学的一个分支学科,其地位类似于法哲学、神学哲学、管理哲学等^{[1]14}。科学哲学的研究范畴包括四个方面:科学与非科学的划界、科学发现的模式、科学理论的评价以及科学发展的模式^{[1]19}。

首先,科学与非科学的划界问题是科学哲学必须澄清的问题。实证主义学派的创始人孔德认为经验知识是“实证的”科学知识,其他都属于形而上学。逻辑实证主义认为科学理论由有意义的

收稿日期:2016-03-03

作者简介:肖磊,教育学博士,河南大学教育科学学院副教授。

基金项目:河南省教师教育课程改革研究项目“高等师范教育与基础教育融合发展和协同创新研究”(2015-JSJYYB-009),项目负责人:肖磊。

命题组成,“可证实性”是判断命题是否有意义的标准。批判理性主义的波普尔针对划界问题提出“可证伪性”标准。在波普尔之后,历史主义学派在划界问题上提出不同观点,其观点体现出以下特征:(1)从静态标准向动态标准转变;(2)从一元标准向多元标准发展;(3)从有标准向无标准变化^{[1]20}。到后现代时期,在科学哲学领域,很多学者宣布划界问题的消解。

其次,所谓科学发现,是指从经验材料到提出新概念(或修正新概念),从而为新的理论奠定基础的过程^{[1]23}。科学发现的模式是指科学发现活动中规律性的东西。逻辑实证主义与批判理性主义都未深入探讨科学发现的问题。对科学发现有一定研究的是库恩、费耶阿本德、夏佩尔等历史主义者。科学哲学家对科学发现问题的研究表明,任何企图将科学发现过程单一化、纯粹理性化或非理性化都是片面的。就此而言,科学发现的模式是不存在的^{[1]25}。

再次,科学哲学还需为科学理论评价提供认识论指导。现代西方哲学关于科学理论的评价主要有两种观点:一是逻辑实证主义与批判理性主义强调的经验与逻辑标准,强调理论与证据的一致性;一是多数历史主义者,如库恩、费耶阿本德等人强调的社会学与心理学标准。

最后,科学发展的模式是关于科学发展的主要特征与内在机理的完整描述。逻辑经验主义者认为科学发展没有革命,没有中断,是一种累积知识的活动,而波普尔则认为科学的发展是不断革命。历史主义者库恩将科学哲学和科学史结合,并用范式来说明科学的进化和革命。他指出:“科学革命是指科学发展中的非累积性事件,其中旧范式全部或部分地为一个与其完全不能并立的崭新范式所取代。”^{[2]85}库恩认为科学发展往往是不连续的。

以上四个方面的问题,是科学哲学自19世纪诞生以来试图探讨、解决的问题,对这些问题的每一次批判、反思,都推动了科学哲学的进步。

(二)科学哲学的发展进程

1837年,威廉·惠威尔(W. Whewell)的《归纳科学的历史》和《归纳科学哲学》两本著作出版,成为“科学史和科学哲学这两门学科产生的标志”^{[1]13},而科学哲学的繁荣发展则主要体现在20世纪。下面对20世纪科学哲学的发展作简要介绍。

20世纪科学哲学的发展主要分为三个阶段。第一个阶段是逻辑实证主义占绝对主导地位的时期。逻辑实证主义始于20世纪20年代,起源于维也纳学派,强调感觉、经验的重要性。在方法上,它注重数学演绎和观察实验;在分界问题上,它倡导“可证实性”;在科学发现问题上,它提倡归纳主义,认为科学发展是平缓、连续的累积过程。第二个阶段是波普尔批判理性主义不断发展的时期。从20世纪20年代开始,波普尔就展开了哲学探索,直至50年代进入本体论哲学研究时期。波普尔批判理性主义与逻辑经验主义同属经验主义和逻辑主义,但在很多问题上持不同见解。波普尔在分界问题上主张“可证伪性”标准,反对归纳主义,认为科学是不断革命的,而评价科学进步的标准则是“可证伪度”与“确认度”。第三个阶段是后现代主义逐渐兴起的时期。库恩的《科学革命的结构》一书于20世纪60年代出版,影响很大。到20世纪90年代,又出现了自然科学哲学。后现代主义有许多代表人物,下面简要介绍其开创者库恩的思想。在库恩看来,划界问题是不存在的,并没有明确的标准来评判科学的界限。对于科学发现,库恩进行了区分,将其分为两类。第一类发现,即“发现事实的新颖性”。这种发现始于意识到反常,直到调整范式理论使反常变成与预测相符为止。第二类发现,即“发现理论的新颖性”,指常规科学时期的范式、理论所预见的发

现^{[2]48-49}。前者引发科学革命,后者是常规科学的发现。库恩认为科学的发生和发展需要经历以下几个阶段:前科学时期、常规科学时期、科学反常和危机时期、科学革命时期、新的常规科学时期。库恩的科学发展模式将心理和社会两大因素引入科学革命,较之前的理论更加符合科学发展的历史和现状。

二、价值论层面的思考:科学哲学对科学教师教育有何意义

科学哲学与科学教育在很长时期内相互分离。科学教育与教育学及心理学联系紧密。直至20世纪80年代,科学哲学才开始进入科学教学和科学教师教育领域^[3]。

科学哲学自正式诞生以来,就自觉地将科学本质、科学研究方法、科学与社会的关系等纳入其研究范围。而这些问题正是理想的学校科学教育期望学生掌握的。教育研究者意识到,科学教育再也不能满足于传授科学知识、科学技能,满足于学生能在草稿纸上或者在实验室里“复演”已有理论,满足于依照书本将科学探究活动“表现”出来即可。科学教育理应在更高层次上促进学生理解科学本质,掌握科学研究方法,思考科学与政治、经济、文化等各方面的关系。科学哲学与科学教育的这种契合性,给科学哲学融入科学教育留下了生存空间。学生理解了科学本质,将不会迷信权威的科学家及科学理论,敢于提出质疑;掌握了科学研究方法,就会对科学创新理解更深入,纵然难以突破现有科学理论,却可以依据科学理论进行一些科学小发明;知晓了科学、技术与社会的联系,就能更睿智地分析科学史上的事件,明白科学家是以专家和公民的双重身份参与研究活动,深知科学发展必须遵循伦理原则,从而认识到诸如克隆人这样的“科学进步”虽然是科学方法与技术上的重大突破,但被人类伦理所不容。总之,培养学生具备良好的科学素养,有助于提高其创造性地解决问题的能力、冷静地判断与思维的能力、有效地运用技术的能力、与同伴互助协作的能力以及不断学习的自觉性。诚如《美国国家科学课程标准》所述:“懂科学,你才有可能领略到你在领悟自然界的事理时油然而生的充实之感和兴奋之情。有良好的科学素养,你才有可能运用科学的原理和方法去作个人的各种决策,去参加讨论关乎全社会的种种科学问题。”^[4]在科学、技术愈显重要的今天,学生必须明确自己的科学价值取向,形成正确的科学观。

而要使学生形成正确的科学观,教师的引导作用不可忽视,其自身需要具备良好的科学哲学素养。因此,将科学哲学融入教师教育,则是题中应有之义。教师通过理解科学哲学的研究内容可以形成比较全面的科学观。然而,在当前科学教学实践中,科学教师并不具备正确的科学观。例如,有研究者于2009年对浙江省的杭州、绍兴、温州、台州、嘉兴、丽水、湖州等10个市县的231位初中科学教师的“科学本质观”进行了相关的调查。通过调查发现:“其中大部分教师所持的科学本质观仍偏向于传统,他们认为科学知识是科学家通过客观的观察所发现的真理,而且真理不容置疑;他们对于‘科学探究活动’的认识比对‘科学世界观’的认识更偏向于传统的科学本质观;他们对科学、技术和社会之间的关系认识模糊。”^[5]在教学实践中,教师对科学研究相关问题的理解存在偏差,需要借助科学哲学加以引导、纠正。

第一,科学教师对科学哲学中最基本的划界问题理解不深。在教师观念和科学教学中,逻辑实证主义的“可证实性”均居主导地位,存在着所谓的“证实偏见”(confirmation bias)。“证实偏见”是指只关注那些可证明预测的证据,对与预测不符的证据视而不见。很多理论都是在不充分、不完整

的证据基础上形成的^[6]。科学教学活动往往“千篇一律”：(1)提出问题；(2)确定调查目标；(3)列出所需材料和步骤；(4)得出结论。教师常这样提问：“从这个实验中你能得出什么结论？为什么你认为这一结论是正确的？”实验过程就如“按照菜谱做菜”一样，缺乏主动性，不能体现学生自己对科学的认知。科学教育的基本方式就是“灌输科学共同体先前艰苦获得的东西”^[7]。波普尔的“可证伪性”标准为改变这种现状提供了契机。他曾说：“每当我们提出一个问题的解法时，我们应该尽我们所能地试图去推翻我们的解法。而不是去保护它。”^[8]以“可证伪性”为分界标准，其实就是认为科学知识都是“不确定的，或推测的，或假设性的”。因此，在科学教师教育中，教师应该引导学生体会“波普尔否定主义”的思想精髓，并借此引导学生对划界问题重新进行思考，培养学生“证伪”的思维方式。

第二，科学教师未能正确理解“科学发现”的问题。在科学教学中，他们一般都是采用归纳或者规范的推理模式引导学生解决问题、得出结论，忽视了培养学生合情推理、直觉思维、想象等非理性的思维方式。学生由此认为，科学是“死板”的，科学理论是依靠逻辑思维以及采用“正统”的科学方法获得的。因此，科学教师教育应重视科学哲学的融入。将科学哲学融入科学教师教育可使教师对“科学发现”有新的认识，不再将科学看作仅仅由逻辑思维和实证方法构成的“大厦”，而是可以通过其他非理性思维方式获得的科学认知，并且将这种转变传递给学生，影响学生。

第三，科学教师不具备正确评价科学理论的能力。逻辑实证主义追求科学理论的“确实性”，强调科学教学的现状与之吻合。教师传授给学生某种科学理论知识时，往往强调这种理论是由于其本身之正确性而被接受。事实上，科学发现的确认非常复杂，要经过科学专业团体的评议、获奖等环节才可能得到承认，并且受到社会、文化等非科学因素的影响。例如，克里斯蒂安·惠更斯(Christiaan Huygens)是荷兰物理学家、天文学家和数学家，他在17世纪晚期建议采用“秒摆”的长度作为国际自然长度标准。之后，这一长度单位广泛应用在测量海经度、准确计时以及简化商业称重和测量上。但是，在这一单位使用一个世纪后，法国的改革者却选择了“昂贵、费时的测量单位‘米’”^[9]⁴⁴。而这一选择主要是因为科学与政治、经济有不可分割的关系，而与科学知识本身无关。科学与人类文化相互作用的案例很多，如揭开了人类起源之谜的达尔文进化论、改变了我们对自身位置看法的哥白尼日心说、将天上与地下统一起来的牛顿运动定律以及万有引力定律等，如今这些都被视为人类文化的基本元素^[10]。而人类的其他文化也无时无刻不影响着科学研究，尤其是科学家所处时代的哲学观念或形而上学观念对科学的发展往往起着巨大的推动作用，如哥白尼的“太阳崇拜”促使其通过研究提出日心说，而一个基础性的、形而上学的力不灭观念则使众多科学家致力于能量守恒定律的发现^[11]。科学教育有责任让学生体会科学理论非理性的一面。这些非理性因素需要经过科学教师的理解、内化而传递给学生。因此，需要在科学教师教育中融入科学哲学，以纠正科学教师对科学理论评价的片面认识。

第四，教科书中的科学发展进程是以直线的方式呈现的，没有波折。科学教师和学生只关注被广泛接受的理论，忽视了那些虽被证明不正确但对科学发展有重要推动作用的理论。科学教学没有向学生呈现真实的科学史。A.P.弗伦奇(French)指出：“当我们不是为了历史自身的缘故用它，而只是把它作为达到某种目的的手段时，历史很容易被歪曲和篡改。”^[12]即使我们不可能在科学教学中融入完全真实的科学史，但正如日本学者藤井清久所说，“科学教育者在研究科学史时至少应

谦虚地学习一下纯粹科学史学家的方法和问题意识”^[13]。将科学哲学融入科学教师教育,引导教师对科学发展的真实图景有正确认识,有利于形成正确的科学发展观,并且落实到实际教学中,将这种科学发展观以外显或内隐的形式传递给学生。

三、方法论层面的思考:科学哲学如何融入教师教育体系

科学哲学融入教师教育体系的措施,可以从宏观和微观层面加以考虑。首先,从宏观层面看,要实现教育变革,教师必须先从观念上认同变革理念,并且应具备实现变革的基本素养(此处即指具备正确的科学哲学观这一素养);其次,从微观层面看,在科学哲学具体融入教师教育的过程中,涉及采用何种教学手段来提升教师科学素养的问题。

(一)宏观层面的建议

1. 转变科学教师的观念

首先,要让教师愿意改变观念。历来的教育改革使我们坚信:改革要获得成功,首要的便是教师愿意接受这种变革。多次教育改革证明:改变教师观念非常困难,他们会按照已有的模式去教学,一旦形成教学习惯,就很难改变。如果仅仅依靠教育研究者和改革者所作的理论阐述,依靠教育决策部门出台文件,就不能真正转变教师观念。因此,学校应引导在职科学教师在其教学经验基础上进行改变。比如,有些科学教师试图在教学中融入科学史,但存在一些疑问,如怎样选择合适的科学史教材以促进教学、如何分配科学史的教学时间等。针对这些问题,学校应在教师试图改变已有教学模式甚至有相应教学行为时助其改进、提升。

其次,教师观念的改变也发生在与同行的谈论和合作中,所以在学校建立教师学习共同体不失为有效措施。在教师学习共同体中,教师之间交流思想,尝试改变错误,观摩和学习专家教师的教学。他们有机会看到共同体成员改变后的效果,这使其愿意接受改变的几率大大增加。教师教育中的职前教师,更应该努力接受进步的科学教学理念。如果职前教师没有学习掌握相应的科学知识、科学教学法以及科学哲学知识,那么就有可能阻碍职后教师的成长。通过教师教育引导职前教师在潜移默化中接受科学哲学理念,树立科学哲学意识,对其今后走上教学岗位起着重要作用。

2. 优化科学教师教育的课程设置

到2003年为止,全国已有32所高校经审批开始招收科学教育专业本科生。一些高校按照教育学的二级学科或三级学科,开始培养科学教育学硕士研究生。北京师范大学在全国率先开始招收科学教育学专业博士研究生^[14]。但是,据一些学者的调查,在培养这些科学教育专业学生的过程中,学校很少积极开设科学史、科学哲学等相关课程。

在科学教育专业本科生的培养中,应设置科学史、科学哲学以及科学教育哲学等相关课程。学生不仅要掌握物理、化学等学科知识,也要从哲学的高度理解科学的本质、科学发展与评价等。如果学生对科学的理解不够深刻,他们在今后的教学实践中就很可能禁锢于教科书。因此,要培养和提高科学教育专业学生的科学哲学意识,就需要相应的科学史与科学哲学课程作为支撑。职前教师教育的课程不仅包括相关专业课程,还包括教育实习。在师范生实习中,指导老师要时刻提醒他们在科学教学中融入科学史与科学哲学知识,并养成用科学哲学知识反思科学教学的习惯。

(二)微观层面的建议

1. 利用侦探小说诠释科学哲学核心概念

科学哲学课程中的一些概念与侦探小说中的概念相似,科学探究活动和侦探过程也有异曲同工之妙。将侦探小说引入科学教师教育,主要是为了教给教师 20 世纪科学哲学的核心概念,如解释、推理、推断等,让教师理解逻辑、推理模式以及科学发现中推理和创造的作用。例如,可以结合阿加莎·克里斯蒂的《尼罗河上的惨案》这部小说,诠释一系列科学哲学概念。具体可分为以下两个步骤:第一,探讨小说的结构,包括分析犯罪行为、寻找破案线索、评判小说中侦探波洛解决谜题的方式等;第二,对演绎、归纳、诱导这三种主要推理模式进行讨论^{[9]43}。传统科学哲学注重演绎和归纳推理,而“诱导”这种推理模式则越来越受到科学哲学家与科学教育者的关注。

2. 结合科学史阐明科学、技术和社会的关系

科学探究是探求真知的活动,其发展会受到许多因素的影响。一个科学理论的形成会受到社会、政治、宗教、文化等因素的影响。在科学教师教育中,通过结合科学发展历程中的一些真实事件可以阐述科学、技术与社会的密切关系。例如上面提到的国际长度标准的例子。通过这些科学史故事,教师可以深刻地体会到科学与技术和社会的关系,更深刻地理解科学发展的历程。

3. 为各科教师讲授相关的科学哲学知识

除教给教师基本的科学哲学知识外,还应根据具体学科传授相关的科学哲学,如化学哲学、物理哲学等,以有助于各科教师更好地理解学科本质。例如化学哲学中的宏观与微观联系,指的是气味这种宏观性质与分子结构这种微观性质间的联系^{[15]979}。师生生活在由物质构成的宏观世界,而化学教学涉及的是物质的微观知识。学生并没意识到化学与日常生活的联系,甚至有些教师对宏观和微观关系的理解也模棱两可。为消除教师的理解障碍,在教师教育中可以通过利用模型来展示宏观和微观的联系,但又出现了新问题——教师在理解模型时可能出现偏差。因此在讲解化学学科中宏观与微观的联系时,讲解者要利用化学哲学知识来引导教师理解。于是在教学中,教师也会注重用化学哲学的知识来纠正学生的理解错误,让他们认识到模型并不能完全体现事物的本来性质^{[15]980}。某一学科的科学哲学知识对纠正教师观念偏差更具针对性,应该好好加以利用。

4. 通过各种方式将科学哲学融入科学教师教育

教给教师科学哲学理论知识,可以采用专家讲授、演讲以及教师自我反思等方式。培训者可带领教师在实验室中经历科学发现的过程,引导他们在科学调查中进行批判、反思和学习。条件允许的话,可将教师带到科研院所,倾听科学工作者讲述科研的实际感受。在学习中将教师分成学习互助小组,促进他们在组内和组间积极交流。如此,教师可对科学研究形成整体认识,并将这种认识充分融入科学教学之中。

参考文献:

- [1] 洪晓楠. 科学文化哲学研究[M]. 上海:上海文化出版社,2005.
- [2] 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.
- [3] VICENTE M, CONSTANTINO R, MARIA L B. Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers [J]. Science and Education, 2006(15):419-445.
- [4] 美国国家研究委员会理事会. 美国国家科学教育标准[M]. 北京:科学技术文献出版社,1999:16.

- [5] 吴银银. 初中科学教师科学本质观的调查研究——以浙江省初中科学教师为例[J]. 全球教育展望. 2011(3):82-87.
- [6] BENTLEY M L, GARRISON J W. The role of philosophy of science in science teacher education[J]. Science Teacher Education, 1991(2):67-71.
- [7] 刘大椿. 科学哲学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2006:14.
- [8] 夏正江. 科学哲学典型范畴与教育研究方法论[J]. 教育研究与实验,1994(2):7-12.
- [9] AGUSTIN A B, MERCE I, ANNA E. A characterisation of practical proposals to teach the philosophy of science to prospective science teachers[C]//Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe, Cyprus, 2001:37-47.
- [10] 肖磊,徐学福. 科学史融入科学课程的利与“弊”[J]. 教育理论与实践,2012(16):61-64.
- [11] 托马斯·库恩. 必要的张力[M]. 北京:北京大学出版社,2005:65-105.
- [12] 弗伦奇 A P. 把历史引进物理教学的乐趣和危险[J]. 陈秉乾,王稼军,译. 大学物理,1986(2):36-45.
- [13] 藤井清久. 科学教育与科学史——超越辉格主义[J]. 路人君,译. 世界石油科学,1991(1):106-109.
- [14] 蔡铁权,姜旭英. 我国科学教师专业发展中的科学史哲素养[J]. 全球教育展望,2008(8):77-82.
- [15] SIBEL E, AGUSTIN A B, RACHEL M N. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education[J]. Science and Education, 2007(16):975-989.

Philosophy of Science in the Science Teacher Education

XIAO Lei

(School of Educational Science, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: Scientific literacy is the necessary quality of modern citizens. The problem exists in the students' scientific literacy education. One-sided teachers' view of philosophy of science is an important reason. The philosophy of science is to explore the nature of science, the basis of the ontology and axiology of science, and to reflect and develop science philosophically. Teachers should form a correct view of philosophy of science so as to improve the students' scientific literacy. The philosophy of science should be integrated with science teacher education. So we should focus on changing the teacher educators' concept and optimizing the construction of curricula macroscopically, improving the teaching methods microcosmically in the stage of science teacher education, such as explaining the key concept of the philosophy of science through detective novels, and combined with the interpreting of the relationship between science, technology and society, delivering related knowledge of the philosophy of science to teachers of all subjects.

Key words: scientific literacy; philosophy of science; science teacher education

责任编辑 秦 俭