

【比较教育】

科学本质教学研究的国际进展与趋势

万东升 魏冰 张红霞

【摘要】正确理解科学本质是科学素养的重要内容,也是科学教育的重要目标。国际上科学本质教学研究方兴未艾,近年来的研究显示,科学本质教学内容侧重于那些与科学实践有关的实用性科学本质,且不同国家呈现出差异性;教学情境的设计与开发主要集中于针对科学与社会关系的议题(即社会性科学议题)、强调人类实践问题解决的科学史、科学探究性资源以及学生日常生活中常见的科学与伪科学话题;教学方法主要采用含有学生反思的明示法与情境化相结合、案例教学和角色扮演等。此外,研究发现科学本质教学受到文化和教师科学本质教学观念等多种因素的影响。未来与实践相关的科学本质教学策略研究将被重视,针对非西方国家学生的教学方法研究将得到加强。

【关键词】科学本质;科学本质教学;研究进展;趋势

【作者简介】万东升,江苏第二师范学院教育科学学院副教授,教育学博士,新加坡南洋理工大学国立教育学院访问学者(南京 210013);魏冰,澳门大学教育学院副教授,博士生导师(澳门 999078);张红霞,南京大学教育研究院教授,博士生导师(南京 210093)。

【原文出处】《外国教育研究》(长春),2016.9.71~82

【基金项目】教育部人文社会科学研究青年基金项目“学生科学素养的文化影响机制与教育路径研究”(项目编号:15YJCZH157);江苏省教育科学规划课题“学生科学素养培养模式的国际比较研究”(项目编号:D/2015/01/100)。

科学的本质即“科学是什么”,它是科学这门学科区别于其他学科的根本特征,也是区分“科学与伪科学”的标尺。在科学与技术主导的现代社会,公民只有理解了科学本质,才能理解科学作为一种人类文化所具有的价值,才可以更好地进行与科学有关的社会问题的民主决策。因此,理解科学本质是公民科学素养的重要内容。具体到教育层面,世界发达国家都将“提升学生对科学本质的理解”作为其科学教育的重要内容,我国科学教育课程标准中也提出“促进学生理解科学本质”的重要科学素养目标。为了有效地进行科学本质教学以增进学生对科学本质的理解,国际科学教育学界从20世纪中后期就开始对科学本质教学进行研究,例如,系统调查学生的科学本质观念、设计有效的教学策略以及修订科学

本质教学内容等。近年来关于科学本质教学的研究更是取得了新的进展,也出现了新的研究趋势。本文通过文献分析法,以“Nature of Science”(科学本质)、“NOS”(科学本质的缩写)、“Epistemological Belief(s)”(认识信念)与“Science”(科学)两词的组合、“Nature of Scientific Knowledge”(科学知识的本质)等关键词,对《科学与教育》(美国)、《科学教育》(美国)、《科学教学研究杂志》(美国)、《国际科学教育杂志》(英国)和《科学教育研究》(澳大利亚)等五种国际著名SSCI科学教育期刊(2010—2015年)发表的论文进行标题搜索,剔除书评类论文,共检索到90篇文献,以此文献作为分析对象,梳理出科学本质教学内容、科学本质教学情境设计与开发、科学本质教学方法、科学本质教学影响因素等四个方面的研究主题,

本文将对其进行系统阐述,并对国际上呈现的研究趋势进行分析,以期对我国科学本质教学的研究工作有所启发。

一、关于科学本质教学内容的研究

关于科学本质的定义和内容,科学哲学界一直是流派纷争且众说纷纭。因此,在科学教育中,教给学生什么样的科学本质内容一直是研究者们关注的问题。科学教育的早期,科学曾被当作知识或结论来传授给学生。但自20世纪80年代后,“科学作为探究”被国际科学教育界所认可,并被发达国家写入其科学课程政策文本中。例如,1996年美国发布的《美国国家科学教育标准》在内容标准中明确了“作为探究的科学”,让学生理解“探究”这一科学本质。且科学教育研究者就理解科学探究这一科学本质需要学生学习内容达成了一些共识,例如科学本质教学包括以下方面(特征信条):科学知识的暂时性(会改变);科学以实证为基础;科学探究的主观性(包括个人背景、偏见或基于理论偏见,以及包含人类推理和想象);科学探究的创造性;科学探究受社会和文化影响;观察与推论的区别;科学理论和定律的功能以及它们之间的关系。^[1]然而,近年来国际学术界认为科学本质教学内容应注重科学的社会实践层面内容,且需要考虑学生的社会文化背景,不能盲目追求统一性,更不应该将其看作静态不变。例如,莱德曼(Lederman)等人提出科学课程中科学本质内容需要符合学生的需要并和他们的生活息息相关,尤其是社会的需要。^[2]通过文献分析可以发现,当前国际科学本质教学内容具有两个特点:强调与科学实践有关的实用性(Practical)科学本质以及提倡不同文化传统国家科学本质教学内容应具有差异性。

(一)强调与科学实践有关的实用性科学本质

传统的科学本质教学重视教给学生科学具有普遍性、暂时性和主观性等基本特征内容,并不能体现科学与技术、社会之间的联系,与实用性科学素养没有直接相关性。奥钦(Allchin)研究发现,学生能够说出科学探究这一科学本质特征的信条,但是不能很好地描述和理解科学实践活动,不能理解科学、技术

与社会的紧密联系。^[3]近年来,国际科学教育学界已经将科学作为一种实践,重视学生的调查、形成、评估及完善其概念以解释现象、解决问题,其焦点从“科学课堂是学生学习科学概念的场所”转向“科学课堂是学生探索、检验和运用科学概念、建构理论和模型来解释现象如何及为何发生的场所”。^[4]基于这一认识,美国国家研究理事会(National Research Council,简称NRC)2012年发布的《K-12科学教育框架:实践、跨学科概念与核心理念》指出,科学是社会实践和认知实践的综合,学生不仅要能理解科学探究的基本特征,更要在社会实践中应用科学技术,解决社会生活问题。^[5]艾瑞克(Irzik)和尼拉(Nola)研究认为,科学本质内容应该是开放的,它包括科学的价值、方法、实践活动和应用等内容。^[6]因此,当前的研究突出强调与科学实践相关的实用性科学本质教学内容。

(二)由重视普遍性向关注差异性转向

马修斯(Matthews)建议科学本质教学内容的选择应该考虑适应异质文化情境,特别是在一些非科学文化传统的国家,需要根据这些国家文化特点以及学生科学本质观的具体现状来选择适合他们的科学本质教学内容。^[7]基于此类建议,科学教育学界提出在科学文化不发达地区要重点关注经典科学本质内容——这些内容在过去的研究中被西方发达国家科学教育学界认定为不成熟的科学本质内容,例如万(Wan)等人对中国科学教育研究者进行了访谈调查,基于调查结果,他们认为中国没有科学理性的传统,伪科学和迷信在落后地区仍盛行,科学本质教学内容应该重视科学知识的客观性、科学探究的逻辑性等科学实证特征,以培养学生的科学理性精神。^[8]因此,科学本质教学研究结果提倡非西方国家不能直接移植西方科学本质内容,而应该考虑不同国家社会文化中学生科学本质观现状,重新修订适合本国实情的科学本质教学内容。

综上所述,科学本质教学内容正吸纳与社会、工程和技术等科学实践相关的内容,重视实用性科学素养的提升,并且考虑不同国家社会文化以及学生科学本质观现状的不同,改变过去强调所有国家学生共同的和普遍的学习内容,提倡不同文化传统国

家科学本质教学内容和目标应具有差异性。

二、科学本质教学情境的设计与开发

现代学习理论认为,学生对科学概念和科学本质的理解是一个主动建构的过程,知识必须放在一个它如何被使用的真实情境中才能被学习。^[9]因此,科学本质教学需要创造一定的教学情境以便于学生主动建构对科学本质的理解。早期的研究建议以科学史为教学情境,让学生学习科学史来间接体验科学的本质。也有研究发现通过精心设计的科学探究活动,让学生体验科学本质的认知性特点,例如实验控制、客观观察等科学以实证为基础的科学本质内容。但一些研究者认为科学本质教学情境也应该体现科学的社会实践层面内容,直面社会需求,以提高学生实用性科学素养以及帮助他们更好地参与科学主导的社会实践。^[10]因此,近年来研究者借助于真实的社会性科学议题、强调人类实践问题解决的科学史、科学探究性资源以及伪科学话题设置科学本质教学情境,以促进学生理解科学本质,尤其是作为实践的科学本质,并通过实验研究来检验其教学效果。

(一)社会性科学议题情境

所谓社会性科学议题(Socio-Scientific Issue,简称SSI),是指由于科学、技术与社会之间错综复杂关系所引发的一些具有争议性的科学话题。在这些议题中,涉及科学、技术、政治、道德、经济和社会等各方面,例如转基因技术的应用、胚胎干细胞技术与克隆技术的应用等。这些SSI为科学本质教学提供了富有时代特征的教学情境与资源,学生可以在这种科学探究与人文交杂的情境化中学习科学本质,发展对这些议题做出科学决策的能力。这也是科学教育适应科学与技术主导的社会发展,关注学生实用性科学本质认识的必然要求。例如,莱德曼等人阐述了科学教师通过转基因食品和干细胞研究等议题教授科学本质的案例,论述了这些SSI中的科学知识和科学本质,并在研究中为教师提供典型的教学设计案例和教学情境,其中一个例子就是有关转基因食物的争议,建议教师可以设置关于这个争议的话题情境:假如你是一名科学家,你认为你会同意对

水稻进行转基因吗?理由是什么?如果另一位科学家不同意你的观点,你如何辩护?你怎么解释科学家们针对相同的研究资料会有不同的观点和结论?你认为将来关于转基因的结论和观点会变化吗?为什么?^[11]

学生通过这些话题的讨论和辩论,理解“科学以实证为基础”、“科学具有主观性”、“科学受到科学家已有观念的影响”和“科学具有暂时性”等科学本质的内容。

同时,一些研究开始通过实验的方法来验证SSI教学情境对科学本质教学产生的效果,例如,伊斯特伍德(Eastwood)等人在高中解剖与生理学课程中将学生分为SSI情境学习组和内容学习组,通过实验研究比较两组的科学本质教学效果。^[12]SSI情境学习组:教师将科学本质内容放入当代社会性科学议题情境中,诸如干细胞移植、安乐死、自来水的氟化、速食与健康等,教学活动包括讨论、辩论、角色扮演、小组活动等;内容学习组:科学本质内容是放在解剖学和生理学的研究内容情境中,按照书本内容组织教学,教学活动包括科学探究、实验活动、相关解剖学和生理学内容概念的讨论以及完成作业,控制两组其他相关变量(如两组都让学生参与科学本质的反思和讨论)。研究结果显示,两组学生科学本质观都有显著的进步,但SSI情境学习组的学生能够使用具体事例来描述社会与文化方面的科学本质特征,比内容学习组具有更高的科学本质学习迁移能力。^[13]显然,与传统的以学科内容为教学情境相比,SSI教学情境对注重学生科学实践的实用性科学本质观提升具有显著的积极影响,符合社会发展需要。学生在这样的SSI情境中学习,将来可以更好地在一个以科技主导的社会中参与政治与经济建设。

(二)强调人类实践问题解决的科学史

科学史一直是科学教学的重要情境,它旨在让学生在科学的历史情境中学习科学与理解科学概念发展和科学理论发现的过程,达到理解科学本质的目的。欧盟开展的科学史和科学哲学的教学研究(HIPST)项目,开发了大量的包含体现科学本质特征的科学历史故事,依据这些故事可以设计大量的科学本质教学情境。^[14]例如,帕斯克泊罗(Paraskevo-

poulou)等人精心挖掘密立根和埃伦哈夫关于“是否存在基本电荷”这一持续几十年的历史争论,设计了7个小时的教学单元,来提升高中二年级学生对科学的实证性、主观性以及想象力和创造性等科学本质内容的理解。^[15]近年来,研究者们也将一些科学史上典型的社会实践问题用于教学情境,让学生理解社会需求与科学发展之间的关联性,从而理解科学与社会、技术的关系等科学实践方面的本质内容。例如,坏血病在历史上曾是严重威胁人类健康的一种疾病,让学生重温詹姆斯·林德(James Lind)关于坏血病病因的流行病学实验研究以及几个世纪探寻和研究治疗该疾病药物的过程(一些药物是对少数民族药物的实验验证后获得的),从而让学生理解不同文化背景中的科学(科学通过证据获得的可靠性\基于控制变量的实验调查的价值)。^[16]

因此,今天科学史教学已经不再是简单注重激发学习兴趣的教学目标,也不是以一些科学史故事来满足学生的猎奇心理,而是聚焦于强调人类历史发展中科学实践中的问题来让学生理解科学本质。

(三)科学探究资源情境开发

让学生经历类似于科学家科学探究的过程,一直是提高学生对科学本质认识的重要途径,所以科学探究情境的研究与开发一直备受重视。近年来,研究者们开始开发与社会实践相关的科学探究虚拟网络资源情境,用于科学本质教学。例如,关于“科学知识具有暂时性”这一科学本质内容,学生通过虚拟的网络学习资源:黑色素瘤的科学发展,按照时间维度进行网络学习,经历黑色素瘤这一虚拟科学研究发现和发展的过程,逐步认识到黑色素瘤存在于几千年木乃伊身上的证据,以及后来科学研究发现黑色素瘤与皮肤暴露于阳光有关,从而理解“科学知识是不断深入和发展的”这一科学本质内容。^[17]

另外,实验室一直是科学探究的重要场所,可以为科学本质教学提供情境,并具有两大优势:首先,实验室教学可以设计为较真实的科学研究情境;其次,实验室教学使学生投入到具体实践经历中,让复杂和抽象的科学概念更具意义。^[18]近年来,实验室教学强调训练学生通过参与“做科学”的探究并建构

自己的科学知识和反思探究的实践活动,从而让学生理解科学本质。在单纯理解科学概念为目的的科学探究实验情境中,学生在国际学业水平评价项目中科学学业成绩较好,但对科学的学习兴趣较弱以及对科学本质的理解不足。为此,尹(Yoon)等人选取韩国500名中小学生作为研究对象,让其在能够建构模型、交流、辩论和反思的科学实验的实验情境中学习,后测结果显示他们能够更好地理解科学本质。^[19]所以实验室情境的创设要突破单纯理解科学概念的目的,与科学实践建立有意义的联系,从而让学生理解科学本质。

(四)伪科学话题情境

科学作为一种认知世界的方式,具有与其他认知方式不同的特征。为此,挖掘现代医学与古代巫医术、天文学与占星术等科学与伪科学区别的话题,将其作为学生理解科学本质的教学情境也成为当前研究的一个新亮点。例如阿丰苏(Afonso)和吉尔伯特(Gilbert)在教授45名葡萄牙高校本科生和研究生科学本质的课程中,用西方国家流行的占卜杖探测水源这一伪科学现象作为教学情境,让他们讨论这一熟悉现象的科学性与非科学性,从而了解他们的信仰对理解科学本质的影响,并让他们反思伪科学现象的非科学性特征,从而理解科学本质。^[20]

除了上述科学本质教学情境的设计和开发,还有科学界、媒体界和科学教育界联合制作大量的科学纪录片和科幻电视节目等重要教育资源,被设计为科学本质教学情境。例如,里(Li)和奥提亚(Orthia)研究发现,一档2007年拍摄制作的大爆炸理论的情境电视节目,可以有效地提高学生的科学本质观念,特别是提升了他们对“科学是以实证为基础、科学受社会文化的影响”等科学本质内容的理解。^[21]

三、关于科学本质教学方法的研究

研究者们除了关注科学本质教学的内容以及创设一定的科学本质教学情境,采用什么样的教学方法来促进学生对科学本质的理解也是他们关注的重点。早期的研究发现有两种有效的科学本质教学方法:明示(Explicit)法和隐涵(Implicit)法。所谓明示法是指通过公开的课堂讨论方式直接诠释科学本质,

以达到提高学生对科学本质的理解。而隐涵法是指通过科学探究,让学生体验科学本质的特征,而非直接地讨论科学本质。且早期的研究已经证实明示法更有效。近年来,研究者们对科学本质教学方法进行了系统的研究,对上述两种教学方法进行改进,提出了下列几种方法:含有学生反思的明示法与情境化相结合、以科学内容设计案例教学以及模仿科学发现过程进行角色扮演。且相关的实验研究证实这些教学方法具有较好的效果。

(一)含有学生反思的明示法与情境化相结合

近年来,研究者在研究的基础上指出,有效的科学本质教学需要教师在一个明示的教学活动中提供给反思的科学本质讨论,而不仅仅采用简单明示法教学。^[22]包含学生反思的明示法又可以分为两类:一类是情境化(Contextualized),是指将教学活动和讨论设置在科学内容情境之中,并将科学本质与具体的科学内容情境相结合,具体结合的方式是在“具体科学概念发展”、“社会性科学议题的论证和辩论”和“发展科学过程技能”中融入科学本质内容;另一种是去情境化(Decontextualized),是指将科学本质教学作为首要的教学重点,教学活动和讨论没有具体的科学内容情境。^[23]

为了全面了解明示法和情境化相结合的科学本质教学方法效果,研究者们突破了单一教学策略的案例研究、实验研究或行动研究,而采用混合的多因素实验研究设计,对多种不同教学方法进行了比较。这类研究主要涉及两个因素(都是两分变量)包括:明示法和隐涵法、情境化和非情境化。例如,贝尔(Bell)等人采用双因素(两分变量)实验设计,一个因素是科学本质教学的情境(基于社会性科学议题的情境或无情境,即情境化或非情境化),另一个因素是科学本质教学方法(明示法或隐涵法)。实验将学生分为四组,研究结果显示,明示法对提升学生科学本质观效果显著(不管有无情境),但明示法与情境化相结合对他们将科学本质迁移到其他情境方面并做出决策的能力有重要的积极的影响。^[24]总的来说,当前研究提倡将明示法和情境化进行组合,学生对科学本质的反思性元素也被纳入其中,而且研究也表明这样的组合教学效果更明显。

(二)案例教学法

近年来,研究者们以科学内容为情境,对某一与科学内容相联系的科学本质进行案例教学,选取的案例大部分是学生生活中比较熟悉的当代典型与科学相关的事件,例如非典(SARS)事件、禽流感等,也可以是科学发展史上的典型事例,例如伽利略比萨斜塔实验等。研究者通过案例教学法的实施,来检验其科学本质的教学效果。这也标志着科学本质教学方法的研究开始由定量和理论探讨向重视定性和具体案例教学方法实施的转变。例如,汪(Wong)等人以2003年SARS事件为案例,通过视频、声音(包括当时对科学家的采访的视频和录音)等展示了科学家对SARS的病因以及传播机理的研究过程,同时也展示了当时中国的香港、广东和北京等地公众对该事件的反应(包括购买板蓝根预防等行为),重现了当时科学界、政府和公众抗击SARS的完整过程。案例中重点突出了一些科学发展的历史事实,从而让学生理解相关的科学本质,比如科学家起初认为SARS是衣原体感染,最后才确认引起SARS的病原体是冠状病毒,从而让学生理解科学知识不断发展和变化即“科学知识具有暂时性”的本质;还比如广东医生刘剑伦在酒店居住过程中,其所携带的SARS病毒传播到其他旅客的事件,使得科学家通过这些传染的证据获得SARS的传播途径,从而让学生理解“科学依靠实证”这一科学本质。^[25]这类案例教学的特点不同于以往以学生理解科学知识和概念为主的教学设计,它是旨在让学生理解科学本质,而不仅仅是传递科学知识。

(三)角色扮演

近年来,相关的研究也开始重视在教学中采用角色扮演的方法促进学生理解科学本质。让学生扮演科学研究中的场景来模拟科学家当时工作的真实状况,再构科学发展过程中的历史事件和情景,从而展示出科学家当时的心理状态以及科学与社会的关系。例如,卡克兹(Cakici)和拜尔(Bayir)在2010年暑假进行了一个为期10天的科学本质教学行动研究,他们将学生分成几个小组,让不同小组学生轮换去扮演牛顿当时生活和研究的情景,角色扮演过程中让学生讨论“牛顿如何知道重力的存在”、“牛顿和其

他科学家关于‘光的本性是什么’这一问题的观点一致吗”、“牛顿采用同一种方法进行科学研究吗”、“和其他科学家采用的方法一样吗”,从而让学生理解科学知识的实证性、科学具有主观性、科学方法的多样性等科学本质内容。所有的学生进行了科学本质观的教学前、后测(16个开放式的问题)。研究发现,大部分学生在研究前具有朴素的或幼稚的(Naive)的科学本质观,但是,在10天的有关科学本质角色扮演教学后,学生在科学本质认识方面有明显的进步——科学知识的暂时性、实证性和创造性等方面的认识发生了40%~45%正向的转变,学生在科学知识的主观性和受社会文化的影响等方面的认识出现了50%~60%正向的转变,学生在科学方法的认识方面发生了72%的正向转变。^[26]显然,科学家生活和研究情景的角色扮演/剧本活动可以被作为一种有效的教学方式。

综上所述,科学本质教学方法已经突破单一性,向着多种方法综合与某一方法深入发展的阶段迈进,不再停留在科学本质方法的理论探讨层面,而是向着具体科学方法教学实施的层面迈进。

四、科学本质教学效果的影响因素研究

对影响科学本质教学效果的各种因素进行系统研究是开展科学本质教学的前提和基础。过去的研究普遍认为,教学情境、教学方法和教学管理等影响着科学本质的教学效果,但后续的一些研究发现,尽管一些国家的科学教师采取不同的科学本质教学方法和教学情境,学生对科学本质的理解却不甚理想。^[27]因此,近年来研究者开始探寻除了教学方法、教学情境和教学管理等之外的其他影响因素,研究发现,文化以及教师的科学本质教学观念是科学本质教学效果的重要潜在影响因素。

(一)文化的影响

尽管认识科学本质、提高科学素养是世界各国科学教育共同的目标,但是,近年来的大量研究发现,不同文化背景国家的学生对科学本质的理解存在着巨大差异,这颠覆了过去认为“科学是普遍的,不同文化中的学生对科学的理解是一样的”这一观点。例如,帕克(Park)等人研究发现,加拿大中学生

从“科学知识是如何形成”的角度理解科学,而韩国中学生从“知识如何被其他科学家承认”的角度理解科学,即韩国中学生在意其他科学家对知识的接受和认可(在乎其他人对自己的看法)。同时该研究也发现加拿大中学生侧重于从“科学对环境以及伦理问题的影响”的角度理解科学,而韩国中学生侧重于从“科学与政治和经济发展的关系”的角度理解科学。^[28]

由于不同文化中的学生对科学的看法和理解存在较大差异,一些研究者采用案例研究和人类学研究方法对一些非西方国家学生科学本质观及其文化的影响因素进行深入研究,以期找到他们科学本质观的形成机制。例如,儒比亚(Rubia)等人研究中国台湾、北高加索和非裔美国的学生科学本质观差异,在该研究的调查工具设计中,加入了调查对象熟悉的社会和文化情境的科学本质问题,被调查的学生在回答这些相关问题时可以更好地从他们自己熟悉的社会文化情境中反思和表达。研究结果显示,北高加索学生相比于其他学生更倾向于把科学作为一个过程,而后两类学生更倾向于把科学作为一个工具,显示出功利主义文化对后两类学生的影响。^[29]

随着学生理解科学本质的文化影响机制研究的不断深入,非西方国家应该在本国文化特点的基础上对科学本质课程、教学策略或方式进行改革,以期促进非西方国家学生对科学本质的理解,而不再是简单模仿西方国家科学本质课程的内容与教学方式。科学教育应该充分考虑学生所处社会文化中熟悉的社会现象、价值观念和传统习俗等因素的影响以及如何将其作为重要的课程资源。^[30]

(二)教师科学本质教学观念

一些研究发现教师成熟的科学本质观并不一定能较好地转化成科学本质教学,因此其科学本质教学效果并不明显。^[31]巴特斯(Bartos)和莱德曼(Lederman)对四位教师科学本质观和课堂实践分别进行调查和观察的结果证明了这一点。^[32]所以,除了课程资源、教学管理等方面的因素外,研究者们开始关注教师的科学本质教学观念,将教师的科学本质教学观念作为影响科学本质教学的中间变量。也就是

说,当前的研究开始从调查教师的科学本质观转向调查教师的科学本质教学观。例如,万(Wan)等人调查中国大陆科学教师教育者关于科学本质教学内容、科学本质教学价值和科学本质教学方法等方面的认识发现,他们认为在科学教育中教授科学本质的作用和价值是促进国家发展和民主改革,^[33]而这一观点在西方国家的科学教师科学本质教学观念中很少见到。教师的科学本质教学观念不同,其教学目标以及教学策略也不尽相同。因此,针对教师的科学本质教学观念开展调查研究,转变其科学本质教学观念,对改进科学本质教学的效果尤为重要。

五、未来研究趋势以及对我国的启示

综上所述,近六年以来,科学本质教学研究主要围绕着科学本质教学内容、教学情境设计、教学方法和影响因素等四个方面进行,由此可以看出,研究主题和内容已经从开始关注学生的科学本质观调查,转向学生科学本质有效教学实施的研究。研究方法和设计开始以定量为主的实证研究朝着以定性的探索性和解释性研究转变,人种志、案例研究、反思性研究开始呈逐步增多趋势。研究资料的收集开始从问卷调查转向课堂观察和访谈,尤其重视在一定情境中进行科学本质教学效果的评价。从这些研究可以看出,未来研究总体上将会呈现以下趋势:

第一,实用性科学本质内容将会得到重视。21世纪,科学技术和个人社会生活的联系越来越紧密,人们在进行科学决策过程中需要权衡社会、文化和政治等各方面的影响,学生除了能理解科学的一些基本特征以外,更需要理解科学、技术和社会的关系,理解科学在实践层面的本质,否则不利于学生在科学主导的社会中做出个人和社会决策。

第二,跨文化研究受到关注。在全球化的今天,科学已经深入到世界各国和各领域,科学作为一种认知方式,在与其他文化的相互交融过程中,各种文化对科学的进步和发展都有所贡献。促进各种文化中学生对科学本质的理解以提升他们的科学素养需要考虑如何处理西方科学文化和非西方文化的关系以及不同文化对科学本质教学的影响,这将成为科学本质教学的重要研究领域。

第三,科学本质教学方法的灵活性与多样化受到重视。未来的研究不再是探寻一个放之四海而皆准的、确定有效的科学本质教学方法,而是考虑不同国家的社会文化特点,针对不同群体的学生,研究采取什么样的具体教学策略和方法,所以科学本质教学方法将会呈现多样化和灵活性。与此同时,科学本质教学方法研究将不会仅仅停留在理论探讨层面,而注重从科学本质教学实践中改进某一方法和综合多种方法。

第四,科学本质教学更关注教师与社会文化等影响因素。教师的教学行为不仅受其科学本质观现状的影响,更受其科学本质教学观念的影响。因此,科学本质教学效果的影响因素研究将更注重教师教学观念的影响。相关的中国国内研究也发现,尽管教师具有成熟的科学本质观,但是教学行为过程中仍表现出“不科学”的现象,例如高潇怡、胡巧2012年对北京市小学科学教师进行问卷调查和教学行为观察后发现,尽管教师在问卷调查中认同科学知识的相对性,但是他们仍然在教学过程中向学生强调教科书知识的唯一准确性,把实验仅当作验证科学概念的方法去教学生,教师表现出“言行不一”的现状。^[34]同时,不同国家社会文化有差异,科学本质教学内容、目标、方法和措施等必然不同,从社会、文化、政治和经济的视角去研究和探讨各国科学本质教学,将成为全球化和国际化时代科学本质教学研究的一个新趋势。

中国是一个具有东方文明的文明古国,为世界科学的进步和发展曾经做出过巨大贡献。但是中西方社会和文化多有相异之处,科学文化一直没有在中国生根,一些落后的地区迷信和伪科学仍盛行。一些研究也显示,中国在校学生对科学本质的认识程度较低且有其自身的特点。例如一项调查中国学生的科学本质观的研究发现,中国学生对科学的客观性、科学方法、科学实验思想等方面的认识严重不足,且呈现出用中国传统的思维来解释科学本质,显示出与西方国家学生不一样的科学本质观类型。^[35]因此,如何提升中国学生的科学本质观,需要考虑中国学生的社会文化背景,以进行有针对性的科学本质教学研究,进而界定出中国科学本质

教学的具体内容和目标,设计出适合中国学生社会文化情境的具体教学策略和方法。国际上针对非西方国家学生的科学本质教学研究方法和范式值得中国借鉴。例如,研究如何采用当地社会文化情境作为科学本质教学资源,将中国落后地区的伪科学现象融入到科学课堂中让学习者参与讨论;中国古代描述自然世界的文学作品可以被设计为科学本质教学情境的资源。总之,中国科学本质教学研究一方面需要借鉴国际研究成果和研究范式,另一方面也要充分考虑我国不同于西方国家的社会文化特点。

参考文献:

- [1][27][31]Lederman, N. G.. Nature of science: Past, present, and future[M]/S. K. Abell & N. G. Lederman(Eds.). Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2007: 833.
- [2][11]Lederman, N. G., Antink, A. & Bartos, S.. Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry [J]. Science & Education, 2014, 23(2): 285-302.
- [3][10]Allchin, D.. Evaluating knowledge of the nature of (whole)science[J]. Science Education, 2011, 95(3): 518-542.
- [4][5]NRC. A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas[M]. Washington, D C: The National Academies Press, 2012: 44-45, 30.
- [6]Irzik, G. & Nola, R.. A family resemblance approach to the nature of science for science education[J]. Science & Education, 2011, 20(7): 591-607.
- [7]Matthews, M. R.. Changing the focus: From nature of science(NOS)to features of science(FOS) [M]/Myint Swe Khine (Ed.). Advance in nature of science research: Concept and methodologies. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Netnerlands, 2012: 3-26.
- [8]Wan, Z. H., Wong, S. L. Wei B. & Zhan, Y.. Focusing on the classical or contemporary? Chinese science teacher educators' conceptions of nature of science content to be taught to pre-service science teachers[J]. Research in Science Education, 2013, 43(6): 2541-2566.
- [9]Orgill, M.. Situated cognition[M]/G. M. Bodner & M. Orwill(Eds.). Theoretical frameworks for research in chemistry/science education. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007: 187-203.
- [12][13]Eastwood, J. L., et al.. Contextualizing nature of science instruction in socio-scientific issues[J]. International Journal of Science Education, 2012, 34(15): 2289-2315.
- [14]Höttecke. HIPST: history and philosophy in science teaching: A european project[J]. Science & Education, 2012, 21(9): 1229-1232.
- [15]Paraskevopoulou, E. & Koliopoulos, D.. Teaching the nature of science through the millikan-ehrenhaft dispute[J]. Science & Education, 2011, 20(10): 943-960.
- [16]Allchin, D.. The minnesota case study collection: New historical inquiry case studies for nature of science education[J]. Science & Education, 2012, 21(9): 1263-1281.
- [17]Heap, R. & France, B.. Realising the potential of an authentic context to understand the characteristics of NOS and NOT: You, me and UV[J]. International Journal of Science Education, 2013, 35(2): 335-355.
- [18]Yacoubian, H. A. & BouJaoude, S.. The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2010, 47(10): 1229-1252.
- [19]Yoon, S. Y., Suh, J. K. & Park, S.. Korean students' perceptions of scientific practices and understanding of nature of science[J]. International Journal of Science Education, 2014, 36(16): 2666-2693.
- [20]Afonso, A. S. & Gilbert, J. K.. Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science[J]. International Journal of Science Education, 2010, 32(3): 329-348.
- [21]Li, R. & Orthia, L. A.. Communicating the nature of science through the big bang theory: Evidence from a focus group study[J]. International Journal of Science Education, 2016, 6(2): 115-136.
- [22]Abd-El-Khalick, F.. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains[J]. Science & Education, 2013, 22(9): 2087-2107.
- [23][24]Bell, R. L., Matkins, J. J. & Gansneder, B. M.. Impacts of contextual and explicit instruction on pre-service

elementary teachers' understandings of the nature of science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2011, 48(4): 414-436.

[25]Allchin, D., Andersen, H. M. & Nielsen, Keld. Complementary approaches to teaching nature of science[J]. Science Education, 2014, 98(3): 461-486.

[26]Cakici, Y. & Bayir, E.. Developing children's views of the nature of science through role play[J]. International Journal of Science Education, 2012, 34(7): 1075-1091.

[28]Park, H., Nielsen, W. & Woodruff, E.. Students' conceptions of the nature of science: Perspectives from Canadian and Korean middle school students[J]. Science & Education, 2014, 23(5): 1169-1196.

[29]Rubia, L. S. A., Lin, T-J. & Tsai, C-C.. Cross-cultural comparisons of undergraduate student views of the nature of science[J]. International Journal of Science Education, 2014, 36(10): 1685-1709.

[30]Billingsley, B., Taber, K., Riga, F. & Newdick, H.. Secondary school students' epistemic insight into the relationships between science and religion: A preliminary enquiry[J]. Research in Science Education, 2013, 43(4): 1715-1732.

[32]Bartos, S. A. & Lederman, N. G.. Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2014, 51(9): 1150-1184.

[33]Wan, Z. H., Wong, S. L. & Yung, B. H. W.. Common interest, common visions? Chinese science teacher educators' views about the values of teaching nature of science to prospective science teachers[J]. Science Education, 2011, 95(6): 1101-1123.

[34]高潇怡, 胡巧. 小学科学教师科学本质观的现状调查与思考[J]. 教师教育研究, 2012, (4): 78-84.

[35]万东升. 理科师范生幼稚科学本质观形成机制的文化根源探讨[D]. 南京: 南京大学, 2014.

The International Progress and Trends of Research on the Teaching of NOS

Wan Dongsheng Wei Bing Zhan Hongxia

Abstract: Understanding on the nature of science(NOS) is often considered as a significant component of their scientific literacy, which is the major goal of science education across the world. Studies of the teaching of NOS always are emphasized. In the recent years, the teaching contents of NOS focus practical views of NOS with relation of science practices. The designing and developing about the teaching contexts of NOS mainly concentrate on socio-scientific issue, history of science, science inquiring, and pseudoscience. The teaching methods of NOS mainly adopt explicit and reflective methods, case teaching and role-play. What is more, studies discovered the teaching of NOS is affected by culture and teachers' views of teaching NOS. The trends of future researches will attach importance to practical NOS and the methods of teaching aiming at non-western students.

Key words: the nature of science; the teaching of NOS; research progress; research trends