

# 科学本质的三维分析框架及其显性化课程设计

何善亮

**摘要:** 科学本质教育是科学教育的应有之义。科学本质的科学知识、科学研究和科学事业的结构化理解,为科学本质教育及其显性化课程设计提供了重要的理论基础。科学本质的教育价值及科学教育的成功经验,使得科学本质显性化课程设计成为时代的选择。重视科学本质的理论研究指导,关注科学探究和科学史内容以及教材编写的话语方式,考虑学生的不同身心发展水平,有助于在科学教材建设中真正实现科学本质的显性化课程设计。

**关键词:** 科学本质;科学本质教育;课程设计;科学教材建设

中图分类号:G632.3 文献标识码:A 文章编号:1009-7228(2018)02-0001-06

DOI: 10.16826/j.cnki.1009-7228.2018.02.001

引用格式:何善亮.科学本质的三维分析框架及其显性化课程设计[J].天津师范大学学报(基础教育版)2018(2).

科学本质因其巨大的教育价值吸引了国内外科学教育研究者、实践者和政策制定者的广泛注意。科学本质教育不仅涉及人们如何理解科学本质的丰富内涵,更涉及到科学本质教育的课程及教学实现方式。为此,系统研究科学本质的丰富内涵,明确倡导科学本质的显性化课程设计,对于我国科学类教材的建设和关于科学本质的教育具有十分重要的现实意义。

## 一、科学本质的三维分析框架

“本质”是指事物本身所固有的、决定事物性质、面貌和发展的根本属性。<sup>[1] (p63)</sup> 与此相应,“科学本质”是指“科学”本身所固有的、决定科学性质、面貌和发展的根本属性。从这一层面上说,科学本质探讨的是科学本体论的问题,它要求人们回答“科学究竟是什么”的问题,以及对这一问题答案的进一步追问,这也是所有科学研究者、科学教育者及科学学习者在接触科学领域(科学学科)时首先需要面对的问题。正是对“科学究竟是什么”问题及其答案的进一步追问,例如:科学是如何产生与广泛传播的?科学家们所从事的具体工作是怎样的?这一社会群体与其他职业群体有什么不同?社会发展如何引导、促进、规范或限制科学事业的发展?科学活动和文学艺术、宗教等其他

类活动的不同是什么?科学思想和观念是被发现的还是被主观建构的?科学共同体对于某一现象和事件是如何形成共识的?科学怎样发挥作用?是什么已经或正在影响科学?知识产生的问题是什么?科学中的智力过程是什么样的?等一系列问题,使得科学本质成为一个关于各种科学的社会学研究(如科学史、科学社会学、科学哲学)和来自于认知科学研究的丰富的、整合性的平台,“科学本质”也成为更能描述科学事业本身的更具有包容性的概念。

人们对科学本质的认识深受科学哲学观的影响。科学家、科学哲学家、科学史学家及科研机构、科学组织团体就“科学究竟是什么”的科学本质问题也一直存在着激烈的争论,对科学的本质特征也有着各种不同的观点、理解和解释。例如,美国科学教育研究者李德曼教授,专门对学生和教师的科学本质概念的发展进行研究,提出了包括“科学知识是暂定性的、会改变的”等七个方面的科学本质特征<sup>[2]</sup>;另一些学者如 Moss 等人,根据相关研究文献、课程标准和文件,并结合个人经历和中学生的认知水平,从科学事业与科学知识两个方面总结了科学的本质特性<sup>[3]</sup>;美国下一代科学课标(NGSS)的开发者则将学生对科学本质

收稿日期:2018-02-01

作者简介:何善亮,南京师范大学(江苏南京210097)教育科学学院教授,教育学博士。

基金项目:江苏省教育科学“十三五”规划2016年度重点资助课题“中小学STEM教育中学生学习体验的研究”(B-a/2016/01/06)阶段性研究成果。

的基本理解分为八个方面。<sup>[4] (p97)</sup> 这些研究极大地丰富了人们对于“科学究竟是什么”问题的认识和理解。

从系统论的视角看 科学本质究竟包括哪些成分更是一个值得思考的问题 因为它不仅有助于我们加深对“科学究竟是什么”问题的理解 更有助于我们在科学教学实践中开展科学本质教育 丰富学生对于“科学究竟是什么”这个问题的理解 通过对科学本质的教育也可提升学生的科学素养。在这个问题上 美国科学促进协会在《面向全体美国人的科学》一书中 将科学本质观概括为科学世界观(实质是科学知识的

本质)、科学探究观(实质是科学研究的本质)、科学事业观(实质是科学的社会建制问题)等三个基本维度<sup>[5] (p4-11)</sup> 与我国学者李醒民老师对“科学的三维世界”理论阐述<sup>[6] (p30)</sup> 具有内在的一致性。基于上述研究及其他相关研究成果<sup>[7]</sup> 笔者就科学本质的构成要素及其分析总结如下(见表1) 将不同学者、不同科学研究机构就“科学究竟是什么”的回答纳入这个框架下来思考 以期对科学本质问题形成比较全面的结构化理解。

表 1. 科学本质的三维结构分析框架

一级指标	二级指标	具体说明	
科学本质	科学知识 (科学世界观)	可知性	世界可被认识 科学是对客观世界的说明和解释。
		相对性(暂时性)	科学知识是暂时的 不是绝对真理。
		累积性	科学知识需要长期的积累。
		可预测性	科学知识可以用来预测 或者用以假设。
		公开性	科学家公开自己研究成果 以接受检验和传播。
		局限性	对于信仰等问题科学无能为力 且科学有可能暂时不能对某些现象做出合理的解释。
		经验性	科学研究是以观察为基础的经验性过程。
		实证性	科学最讲究基于证据 以观察和实验检验其正确性。
		归纳性	观察之于科学特别重要 科学知识主要来自对观察的归纳。
		逻辑性	相信自然现象的变化都是有相应的原因的。
科学本质	科学研究 (科学探究)	批判性	科学研究的动力在于对以往科学知识的质疑。
		创造性	科学研究需要人类的推理、想象和创造力。
		观察蕴含理论	同时同地观察相同现象 不同观察者也可能得出不同结论。
		方法一致性	科学研究的基本方法是相似的。
		方法多样性	科学研究方法并不固定 随需要解决的问题而不断变化。
		可重复性	在相同条件下 科学知识可以被重复加以验证。
		非权威性	科学研究不依仗权威。
		非绝对客观	科学研究受科学家个人文化背景、信仰和看待事物方式等因素影响 非绝对客观。
		科学社会性	科学是一种社会建制 有科学家群体和不同的研究领域。
		科学与技术等	科学与技术及工程都不相同 三者相互联系并相互作用。
科学本质	科学事业 (社会建制)	科学与社会	科学发展与社会发展具有双向互动的关系。
		科学共同体	科学研究需要相互合作 研究成果必须经过共同体的确认。
		科学家身份	科学家会运用科学知识来解决公众事务问题 但在其专业范围之外并不具有专业上的可靠性。
		科学与道德	科学研究遵守一定的道德规范 并承担相应的道德后果。
	科学的利与弊	科学总体上改善了人类生活 但也间接产生了一定弊端 甚至给人类造成不可挽回的灾难。	

上述关于科学本质丰富内涵的揭示及其三维分析框架的建立 为我们深入理解科学本质和开展科学本质教育提供了重要的理论支撑 同时 也为我们思考和落实科学教材编写如何来凸显科学本质教育提供

了逻辑起点。

## 二、科学本质的显性化课程设计

科学本质说明了科学知识是何以产生、发展以及

何以在新的条件下失去合理性的,阐明了科学不单是静态的科学知识体系(科学认识活动的结果与结论),同时也是动态的、具有自我更新功能的科学认识活动(科学探究活动)。科学本质不仅关涉人与自然界的关系,也涉及人与人之间的社会互动,这就决定了科学本质教育对于学生形成科学的自然观、正确的科学观、科学的探究观、科学的发展观、科学的价值观及科学的伦理规范等都具有重要的意义。正是由于科学本质所具有的巨大的教育价值,科学本质的显性化课程设计才成为科学教育发展的一种内在要求。

当我们转向科学素养的国际评价改革视阈时不难发现,科学本质的显性化课程设计也是科学教育发展的一种历史选择。由经合组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)统筹的学生能力国际评估计划 PISA (Program for International Student Assessment, PISA) 2015 测试框架中,所考查内容更重视对科学知识建立过程(即科学本质)的认识,并将“有关科学的知识”具体化为“程序性知识”和“认知性知识”,特别强调科学理论、假设和观察等科学方法在知识建构过程中的具体作用<sup>[8]</sup>,这就破除了科学知识生产过程的神秘性。这样的划分不仅使得科学素养测试更加具有可操作性,也使科学本质的显性化课程设计成为科学教育的时代命题。

从不同类型知识的具体习得方式来看,科学本质的显性化课程设计至关重要。学生以显性知识的习得方式学习和理解科学本质,其超越了传统的隐性教学渗透与依赖个人自觉(自悟)的教学方法,这不仅使得科学本质的学习过程更为彰显和更加重视,同时也使得学生对科学本质的理解更为深刻和更富成效。毕竟,相对于隐性知识的教与学,显性知识的教与学更加容易确立学习目标和学习任务,也更容易在师生之间、生生之间进行传达和交流,有利于对学习效果的检查与评价。

科学本质的显性化课程设计,并非只是人们思维中的一种想象性存在,恰恰相反,在国际科学教育改革实践中,科学本质的显性化课程设计也得到了充分的检验。我们知道,在经合组织(OECD)统筹的国际学生评估项目 PISA 中,新加坡的学生表现十分优异,科学素养成绩多年(次)位于国际前列,反映了其先进的科学教育水平,这也说明了新加坡科学教科书的编写具有较高的水平。由名创教育(Marshall Cavendish Education)出版的《科学》(《SCIENCE MATTERS》)教科书,是目前新加坡广泛使用并适用于初中低年级学生

(Lower Secondary) 的科学教材,其中“科学研究”(“The Scientific Endeavour”)一章旨在加深学生对“科学是什么”、“科学实践如何进行”、“科学成果如何应用”等科学本质问题的理解与思考,这也凸显了新加坡以“科学本质”为明线的教材设计特色。特别是教科书在结合导言的“什么样的态度有助于科学家理解极光现象背后的科学?”及“除了极光,科学还能解释哪些现象?”等具体问题之后,提出问题让学生思考“科学是什么?我们如何从周围世界获取科学知识?科学如何影响我们的生活?科学知识的应用总是给我们带来益处吗?”<sup>[9] (p3)</sup>

为了克服部分学生认为只有在实验室才能做科学研究(做观察)的前概念,新加坡教科书《科学》第1节“科学究竟是什么?”设计了一个学生采访海洋生物学家的活动,旨在让学生逐渐形成如下基本认识:世界是可以被人们认识的,科学是人们对客观世界的解释;科学探究是以观察为基础的;科学探究要有实证性,猜想正确与否需要实验和观察的检验。

接着,教科书从科学态度的视角论述了“科学知识是如何获取的?”的问题(第2节)。教材先设计了两位同学对鸭嘴兽是不是哺乳动物的探究,随后安排了姆潘巴效应(Mpemba effect, 又名姆潘巴现象),生动形象地展现了姆潘巴在科学探究过程中所表现出的科学态度:“对科学的客观态度;对未知事物的好奇;坚持及坚韧的态度;包容、开放可接受新鲜事物;诚信求实的态度;科学严谨的态度。”<sup>[9] (p7)</sup>由于发现该现象时姆潘巴的年龄与孩子相近,其所研究的内容又是孩子喜欢的冰激凌制作问题,因而会让学习者产生很强的代入感。此外教科书还设计了科学家是如何做科学的问题,目的是能够让学习者更加理解和认同科学态度在科学知识发现中的重要作用。

科学态度在科学知识获取中固然发挥重大的作用,但仅此显然又是不够的,还需要有一定的科学方法和思维模式的指引。为此,教科书先从生活中“怎样快速有效地将桌面上的水擦干”的实例出发,向人们介绍科学探究的一般步骤与方法(第3节):“发现和提出问题、做出假设或猜想、证明假设真与伪(设计实验、搜集数据)、分析数据得出结论(包括用数学表达结论)。”<sup>[9] (p8-9)</sup>而有了这种科学方法的支撑,我们的科学探究活动就可以井然有序地进行。

在科技化、数字化迅猛发展的今天,每个人的生活都深受科学技术的影响,那么,科技对于我们的影响是“利大于弊”还是“弊大于利”呢?在这一部分课程中

(第4节)教科书先介绍了包括“超级胡萝卜”和潜水艇的科技成果和日常新闻,然后列举了一些科技利与弊的例子:“抗生素的使用可以帮助治愈疾病,但也增加了耐药性超级细菌产生的风险;汽车的使用给人带来了很大的方便,但汽车尾气的排放也会造成环境污染;科技的使用使得粮食作物抗虫抗疾病,但在繁殖过程中这些抗虫抗病的基因会转移到其他野生植物身上去,这样野生植物就会与农作物去争夺光和空间从而破坏生态平衡。”<sup>[9][p14-15]</sup>这些源自我们生活中的鲜活生动的例子更容易引起学生的共鸣,并能让学生切实体会到科技的利与弊。

纵观新加坡《科学》教科书关于“科学研究”的整章设计,我们可以发现,教科书是围绕科学知识的本质(世界是可认识的;科学知识是相对的不断发展的)、科学研究(探究)的本质(研究过程需要科学方法做指导;科学态度也是十分重要的,它不仅是研究的动力源泉,也是研究坚持下去的力量;科学部分来源于系统的观察、实验和分析,部分来源于人类的想象和创造等)、科学事业的本质(认识到科学、技术与社会的关系;明白科学的利与弊等)这三个维度来进行编排的。这与前文对于科学本质的三维分析框架是完全一致的。

### 三、科学本质显性化课程设计的实现途径

在明确了科学本质的显性化课程设计的基本路向之后,人们不得不思考的问题是,在教科书编写过程中,我们如何实现科学本质的显性化课程设计?这不仅涉及到有关科学本质的理论研究成果,也关涉科学本质的显性化课程设计的具体内容和话语方式,以及对科学本质学习进阶过程的分析(不同年龄学生的身心发展水平)。

#### (一) 要以科学本质的相关研究成果为指导

如果说科学教育发展使科学本质的显性化课程设计成为一种历史必然和时代选择的话,那么,科学本质的研究成果则为科学本质的显性化课程设计提供了现实的可能性。事实上,前文中阐述的科学本质的三维分析框架,对于我们开展科学本质的显性化课程设计具有重要的指导作用。

从科学知识的本质维度来看,科学本质的显性化课程设计必须坚持科学是一种假说的科学观。因为从历史的眼光看,无论是逻辑实证主义者还是否证主义者、历史主义者抑或科学知识社会学派;也不管他们强调的是通过归纳累积形成可证实真理的科学发展方

式,还是认为科学是在不断修正过程中才能逐步得到完善,或者是形而上学的共同约定,或者是表现出一定偶然性、非正式性和情景性的社会建构,但科学知识的本质依然是一种猜测和假说。因为说到底,科学世界绝非自然界本身,它们是人类主观构建和社会建构的结果,而这种个体建构以及共同建构的结果自然只能是假说、共识或约定,而非真理本身。因此,我们应坚持从传统的、朴素的、真理的科学观走向假说的科学观,强调科学的创新精神和创造性。

从科学研究的本质维度来看,科学本质的显性化课程设计首先需要强调科学知识发展的三项必要条件:客观证据与理性思维基础;主观建构与个人创造色彩;社会交流与公开评判机制。正是基于这三项必要条件,才使得科学知识本身更加可信和可靠,也使得科学研究能够焕发出无限的活力,同时还使科学发展具有自我纠正、更新和自我完善的机制。其次,科学本质的显性化课程设计更需要强调基于证据的科学推理及其在科学理论建构中的关键作用。这一科学推理过程也许并不存在什么逻辑的道路,或者只能通过构造性的尝试去摸索,这也恰恰说明了科学发展更需要人的创造性贡献。

从科学事业的本质维度来看,科学本质的显性化课程设计需要从科学、技术、工程、环境、社会等要素之间相互关系的角度来进行思考,凸显科学的社会性维度、科学研究合作及研究共同体、科学家的特殊身份与社会职责、科学的利与弊、科学与道德、科学前沿与人类生活等科学事业主题,让学生逐渐体会到当代科学技术发展与社会发展和个人生活的紧密联系。

#### (二) 要以科学探究和科学史为重点关注内容

科学本质的显性化课程设计不能在科学教科书中简单地呈现科学本质的教条与要义,它必须要与具体的科学性知识有机结合起来,方能使科学本质教育更富有生命力。这里的有机结合,既可以是“科学本质”为“明线”去结合科学“内容性知识”(如本文中前述新加坡初中《科学》教科书“科学研究”一章设计示例),也可以是(或者说更应该是)以科学“内容性知识”为“明线”去结合“科学本质”的相关知识。但无论是哪种结合方式,都离不开以下三点:一是基于科学内容性知识的学生科学探究学习活动设计;二是让学生在特定的历史背景或框架中学习科学;三是科学教科书的文本话语方式的转换。

相对于传统的“授受式”的科学教学,科学体验活动是学生获得科学本质深层次理解的重要通道。因

此,以科学内容性知识为载体,为学生学习设计科学探究活动,构成了科学本质显性化课程设计必须遵循的基本原则。随着信息技术的不断发展,特别是因特网及虚拟技术极大地促进了学生对科学的学习,也在某种程度上解决了学生生活经验相对不足、科学新知识难以找到适宜的生长点和固着点的问题;但是,在微观事物放大处理、抽象事物具体展示、真实事物虚拟模拟等过程中,使用科学模型的科学教学永远都不能代替真实的探究体验,甚至有可能使学生误解科学现象和事物的本来面目。另外,在丰富学生真实探究体验的过程中,教科书的科学探究学习活动设计需要改变机械的、呆板的、线性的程式化的编排方法,以消除学生简单化理解和处理复杂探究活动的弊端,恢复科学探究过程内在拥有的问题性、计划性、灵活性、创造性与反思性等特征及批判性思维能力要求。为此,教科书在设计科学探究活动时不仅要有稳态的探究(stable inquiry)设计(亦即在一定的科学原理指导下,利用某种常规研究方法分析和研究某个科学问题或科学现象),而且要有更具开放性和创新性的动态的探究(fluid inquiry)活动<sup>[10]</sup>,从而更好地体现科学的本质。

与科学性知识的探究学习不同,要重视科学史内容的选择与合理编排,让学生在特定科学内容性知识的历史背景或框架中学习科学,这是构成科学本质的显性化课程设计必须遵循的又一个原则。科学本质贯穿在科学发展的历史进程之中,在科学教科书中融入科学史的相关内容,可以使学生在了解科学事实和科学实验、理解科学概念、科学规律(定律、定理、法则、公式等)、科学理论(科学思想、科学观念)建构与演变的基础上,以及对科学方法改进和实验技术进展把握的基础上,能够更准确地体悟科学的动态发展图景。然而,在现行使用的科学教科书中,科学史内容不仅数量少,而且大多分布在课程正文的边角上,是学生可看可不看的阅读性材料,既没有对科学本质学习的明确引导,也普遍缺少与科学本质相关的学习任务设计,因而难以实现科学史的科学本质观教育价值。因此,在科学教材编写时应该将科学史中较为典型的事件和经典的实验选择出来并放在正文中,同时还需要有选择性地采择历史上不同科学家的思考、观点、研究结果,甚至是科学家所走过的弯路及出现的错误,以及科学家之间的相互争论和彼此质疑,生动展现科学发展过程的真实图景及其社会影响,以彰显科学发展过程中所蕴含的科学本质要素。<sup>[11]</sup>在具体呈现科学史内容

时,教科书编写还必须考虑适合的话语叙述方式,并配套设计相应的学习任务,只有这样,才能有助于实现科学本质、科学内容性知识及科学态度教育共赢的科学素养发展目标。

### (三) 要基于学生的身心发展水平进行科学设计

科学本质的显性化课程设计必须考虑学生的不同身心发展水平,循序渐进地开展科学本质教育,这是科学本质概念自身的两面性(科学本质的社会层面和个人层面)和复杂性(例如科学本质的三维分析框架)所决定的。

就科学本质的认识而言,社会层面的科学本质认识体现了一种辩证发展的观点,并且处于不断的发展之中。在由科学哲学家、科学历史学家或科学社会学家等学者所组成的社会群体中,他们对科学本质的同一特征往往具有相互矛盾又相互统一的理解,也就是同时存在后现代相对主义倾向和现代现实主义倾向(传统科学本质观)的两种观点,其中有些观点出现了针锋相对的情况。例如,科学知识一方面表现出暂定性的特征,另一方面也表现出其稳定性的倾向。科学发展的革命性与连续性特征、科学认识的分歧与一致的统一,也是同样的道理。这就要求我们在理解科学知识、科学探究和科学事业等科学本质维度及具体内容时,需要秉持全面的、辩证的、发展的、动态的思维方式,灵活处理科学本质的相关问题,并以此为目标参照,有效落实科学本质教育。

与社会层面的科学本质认识不同,个人层面的科学本质认识与个体年龄及其身心发展水平紧密相关。例如,年龄较小的学生仅凭个体生活经验描述自己所观察到的结果,而年龄较大的学生则更注重应用假设和实证思维,强调通过实验验证自己的猜想和假设,他们更关注事实及证据的使用,或者是探索科学理论。因此,从发展的视角看,科学本质教学不应该也不可能一蹴而就,而是需要采用循序渐进的思路进行课程设计。例如,对于小学生来说不应该讲授科学的相对真理性问题,因为儿童很难理解,而对于初中生则让其有些初步的了解。<sup>[12]</sup>随着学生经验的不断积累和对科学探究体验的不断深入,他们对一些抽象概念、科学方法和科学事业的理解也会逐渐丰富而具体,并逐步认识到科学发展的本质内涵、辩证性、局限性以及与社会发展的互动关系等问题。

正是基于上述原因与考虑,美国的《科学素养的基准》、《科学素养的导航图》、《下一代科学教育标准》(NGSS),以及反映国际科学教育改革实践和研究新经

验的《以大概理念进行科学教育》<sup>[13] (p34-35)</sup> 等相关文献,对学生理解科学本质的要求都是采用分层进阶的思路。例如,在《下一代科学教育标准》(NGSS)中,对于“科学探究运用多种方法”这个科学认识原则,对在 K-2、3-5、初中、高中等不同学段结束时有着不同的水平要求:2 年级结束时期望学生明确“科学探究从问题开始;科学家使用多种方法认识自然界”;而 5 年级结束时则期望学生明确“问题决定研究方法;科学探究使用各种各样的方法,工具和技术”等。<sup>[4] (p98)</sup> 所有这些都意味着科学本质的显性化课程设计需要考虑不同学生的身心发展水平。

需要说明的是,科学本质显性化课程设计理念依然需要日常的科学教学来贯彻与落实,需要科学本质的显性化教学实践来实施,因而对科学教师的专业素养特别是科学教师有关科学本质的系统理解提出了新的挑战,这就需要通过不断学习来战胜困难、迎接挑战。

#### 参考文献:

- [1] 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典(第 7 版) [M]. 北京:商务印书馆, 2016.
- [2] 王晶莹. 科学本质观与科学探究的意义及实践——美国李德曼教授访谈录 [J]. 全球教育展望, 2008(2).
- [3] Moss D M, Abrams E D, Robb J. Examining Student Conceptions of the Nature of Science [J]. International Journal Science

Education, 2001, 23(8).

- [4] National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States( Volume 2) [M]. Washington, DC: The National Academies Press. 2013.
- [5] 美国科学促进协会. 面向全体美国人的科学 [M]. 中国科学技术协会译. 北京: 科学普及出版社, 2001.
- [6] 李醒民. 科学论: 科学的三维世界 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
- [7] 袁维新. 科学本质理论: 基本观点与范畴 [J]. 科学学研究, 2010(6).
- [8] OECD. “PISA 2015 Science Framework”, in PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematical and Financial Literacy [EB/OL]. (2016-04-19) [2017-12-22]. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-3-en>.
- [9] Joan Fong, Lam Peng Kwan, Eric Lam, Christine Lee, Loo Poh Lim. SCIENCE MATTERS( Volume A) (second edition) [M]. Singapore: Marshall Cavendish Education 2013.
- [10] 李华. 探究式科学教学的本质特征及问题探讨 [J]. 课程·教材·教法, 2003(4).
- [11] 毕华林, 刘冰. 基于科学本质教育的化学教科书设计——以元素周期律的发现和为例 [J]. 化学教育, 2007(5).
- [12] 刘健智. 学生对科学本质认识的年龄阶段性对科学教育的启示 [J]. 中国教育学刊, 2008(8).
- [13] [英]温·哈伦. 以大概理念进行科学教育 [M]. 韦钰, 译. 北京: 科学普及出版社, 2016.

[责任编辑: 况琳]

## The Nature of Science of Three – dimensional Framework and Its Explicit Curriculum Design

HE Shanliang

**Abstract:** The education of the nature of science should be covered in science education. The structured understanding of the nature of science, scientific knowledge and research provides an important theoretical foundation for the education of the nature of science and its explicit curriculum design. The educational values of the nature of science and the successful experience of scientific education make it possible the explicit curriculum design as an epoch choice based on the scientific nature. It will be helpful for the explicit curriculum design if great importance is attached to the theoretical guidance of the nature of science; attention is paid to the contents of scientific inquiry and history, the discourse of the textbook contents and teaching materials; and consideration is taken into the different levels of the students' physical and mental development.

**Key Words:** the nature of science, education of the nature of science; curriculum design; development of science teaching materials