

科学史的课程价值及其实践进路

The Curriculum Value of the History of Science and Its Practical Path

焦会银 /JIAO Huiyin 张宝歌 /ZHANG Baoge

(宁波大学教师教育学院, 浙江宁波, 315211)
(College of Teacher Education, Ningbo University, Ningbo, Zhejiang, 315211)

摘要:肇始于19世纪的新人文主义运动在科学教育领域的体现之一是科学史与科学课程的融合。二者总体呈现从高等通识教育、高等专业学科到基础教育的自上而下融合趋势。在基础教育领域,科学史融入科学课程有益于关照科学教育的人文向度,彰显科学家精神的教育性以及涵育学生的科学素养。科学教师需开发匹配育人宗旨的科学史实,通过叙事的教学方式加以呈现,基于学科间性开展跨学科主题教学。

关键词:科学课程 科学史 叙事 学科间性

Abstract: The embodiment of the new humanism movement that began in the 19th century in the field of science education is the integration of the history of science and the science curriculum. This integration process shows a top-down development trend, from higher general education and higher professional disciplines to basic education. In the field of basic education, the integration of the history of science into the science curriculum is beneficial for caring for the humanistic dimension of science education, highlighting the educational nature of the spirit of scientists, and cultivating students' scientific literacy. Science teachers need to carefully select historical scientific facts that match course objectives, present them through narrative teaching methods, and carry out interdisciplinary thematic teaching based on interdisciplinarity.

Key Words: Science courses; History of science; Narrative; Inter-disciplinarity

中图分类号: N09; G623.6 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.04.017 CSTR: 32281.14.jdn.2026.04.017

基础教育领域的科学课程是培养科技人才的重要载体。科学史作为链接科学与人文的桥梁,能够在传授科学知识、培养科学思维的同时提升人文素养,引导学生成为理解科学、愿意献身科技的科技人才。回顾科学史与科学课程的融合历程,探究科学史在基础教育领域的课程价值及其实践路径,具有重要的育人意义。

一、科学史融入科学课程历程梳理

科学史是对人类探索世界、追求真理经验的记录,揭示着科学精神乃至人类思想的启蒙历程。19世纪初,以孔德为代表的学者开始反思自然哲学教育的局限性,对一些科学理论进行形而上学与历史学分析。在孔德看来,科学

基金项目: 2024年国家社会科学基金重大项目“高质量教育体系的内涵、比较与建设路径研究”(项目编号:24&ZD177); 2025年浙江省教育规划重点课题“长三角区域STEM教育一体化发展的动力机制与实践路径研究”(项目编号:2025SB086); 2024年宁波市哲学社会科学规划课题(教育专项)“科教融合背景下宁波‘院士之乡’科学教育品牌发展路径研究”(项目编号:G24-7-JY03)。

收稿日期: 2025年2月7日

作者简介: 焦会银(1990-)女,河南驻马店人,宁波大学教师教育学院讲师,研究方向为课程与教学论。Email: racheljiao@126.com

张宝歌(1973-)男,山东济宁人,宁波大学教师教育学院教授,研究方向为教育基本理论。Email: zhangbaoge@nbu.edu.cn

史能够帮助学习者了解实证性科学知识的发展趋势,有助于改善学科教育的窄狭与局限,培育通识性人才。^[1]19世纪中叶,英国科学促进会主席提出,不仅要教给年轻人结论、方法,还要教给他们科学史。^[2]基于这种课程理念,高等教育领域中的通识教育开始补充相应的科学专科史与通史内容。这一阶段的科学史主要作为通识教育的补充性素材而存在,尚未形成专门的学科建制,也缺少专职科学史教师。例如,哈佛大学1911年开设的科学通史课程由美国科学院院士亨德森(L. Henderson)兼职授课。这种将科学史作为通识教育补充性素材的举措在一定程度上修正了由于科学知识高度分化所导致的高等教育的封闭。

20世纪中期,一些同时具备自然科学知识与哲学素养的研究者开始意识到,科学不是价值无涉的纯粹理性学科,而是价值负载的知识系统。尤其是自波普尔揭示出经验证明逻辑的缺陷之后,逻辑实证主义就不再是科学史唯一的研究范式。研究者们开始结合历史、社会、文化等领域研究科学史,科学课程也开始关注科学与社会环境、人的生存等议题之间的关系。例如,1952年哈佛大学的霍尔顿(G. Holton)教授编写了《物理科学的概念和理论导论》,该教材的特色体现在充分有效地利用科学史阐释物理的本质。

高等教育领域中科学史与科学课程的融合态势不可避免地会影响到基础教育领域。20世纪中期,美国生物学家和教育家施瓦布(J. Schwab)主持设计了“生物科学课程研究”(Biological Sciences Curriculum Study, BSCS)。在课程理念层面,施瓦布承袭了杜威的“科学即探究”观点,认为科学教学的本质是让学生在探究过程中理解科学的不确定性和不完整性;在课程实施层面,施瓦布倡导在教学中加入科学史,提高学生的批判性理解能力。^[3]1985年,美国科学促进会开启了名为“2061计划”的全国性研究,并于1989年形成了题为“面向全体美国人的科学”的报告。报告明确指出,科学史中的具体事例可以更加具体地向学生阐明科学事业的演进历程,发展对科学本质更深

层次的理解。^[4]基础教育领域的相关研究也越来越关注到科学史的课程价值。^[5]

相比西方,我国基础教育领域中科学史与科学课程的融合进程较为滞后。1991年,浙江省率先进行综合理科实验,编写了《自然科学》教材,教材中开始补充亚里士多德、钱学森等科学家的生平事迹作为拓展阅读材料;^[6]2001年,教育部印发《全日制义务教育科学(7-9年级)课程标准(实验稿)》,提出科学教育应该引导学生逐步认识科学的本质,通过科学史帮助学生了解科学与社会、科学与技术的互动关系。^[7]2022年出版的《义务教育科学课程标准》更加明确地指出,应在科学教材编写过程中合理选择科技发展史中具有深远影响的重大事件、代表性人物,以及中国古代和近现代科技成就。^[8]虽然在政策与理论研究的双重引领下基础教育领域开始逐渐重视科学史,但是对科学史的课程价值依然缺少深度挖掘。例如,将科学史简单地理解为关于科学历史知识的记诵,或将科学史视作科学课程中的一种趣味性点缀,未能很好地体现科学史在关照科学教育的人文向度、彰显科学家经验的教育性和涵育学生的科学素养等方面的课程价值。

二、科学史的课程价值重新厘清

科学史融入科学课程有助于关照科学教育的人文向度。我国现代科学的发展始于“师夷长技以制夷”的实用战略,这种历史际遇导致国人总是将科学与提高生产力、解决民生大计联系起来,并逐渐形成过度关注实用的功利主义科学教育观。深陷功利主义的科学教育所培养的“科技人才”即便能够对太阳构成、地球旋转等科学知识倒背如流,却看不到日落的光辉,无法共情“落日熔金,暮云合璧,人在何处”的幽微情愫。缺少人文精神的“科技人才”难以形成科学创新的激情与长久发展的动力,更无力回应“李约瑟难题”,因为科学创新需要人文精神所赋予的想象力、批判性思维以及对人性的深度理解。甚至,这种“科学人才”是危险的,因为缺少人文关怀的科学发明会将人置

于无边无际的技术空间、物质空间，漠视人的伦理需求与道德情感，“科学的危机”由此而来。

科学课程除了具备认知意义之外，还要兼顾与学生的生命体验紧密关联的情感意义、伦理意义。纯粹由科学知识构成的科学课程与融入科学史的科学课程相比，给学生带来生命体验是全然不同的。有人问一个天文学家在葡萄酒杯中看到了什么，这名天文学家回答道，“我看见宇宙的诞生……我看到了最初的生物细胞，植物世界的发展，在地中海国家开始人工培植葡萄树。我看到选择葡萄苗木，围绕葡萄种植而操劳的千年以上历史。我最后看到技术的发展使今天可能以电子方式控制酿酒槽里的酒精发酵温度。我在这杯酒里看到了整个宇宙和人类的历史。”^[9]这位天文学家除了专业知识之外，同时具备一种全息式的人文素养，所以他能在一杯葡萄酒中能看到“宇宙的诞生”，看到“人类的历史”。当他从事科学研究时，就会带着对人类苦难不可遏制的同情，将自己的研究与发明放置于物理、生物、历史等整体视野中加以体认。科学史是渗透文理的桥梁学科，它能够贯通理性与情感、规则与伦理，帮助学生全面理解科学。

科学史融入科学课程有助于彰显科学家经验的教育性。科学史是科学家勇于批判、追求真理的历史。如果说科学发明是科学家智识的外在呈现——清晰而又确定，那么在这背后还潜藏着科学家勇攀高峰、敢为人先的创新精神，追求真理、严谨治学的求真精神，集智攻关、团结协作的协同精神。“科学文化的中心是人，是一代又一代极富有创造性的科学家。”^[10]创新、求真、协同等科学家精神是科学家智识品性、精神共相的高度凝练，是推动科技文化发展的强大精神动力。科学课程传授给学生的不只是科学知识，更重要的是与知识不可分割地联系在一起整个科学文化传统，其中就包括伟大的科学家精神。

科学史能够把学生青春时期的想象引导至最好的方向，是在基础教育领域弘扬科学家精神不可忽视的教育资源。诚如萨顿（G. Sarton）所言，“英雄们一砖一瓦地建造了科学大厦，

他们经受多少痛苦和斗争，表现出多大的坚韧不拔？这些事情，如果青年们知道得更多一些，不是将以更大的勇气和热忱工作么？不是将对科学有更深地尊敬么？不是会更加渴望进行某些不谋私利的工作么？”^[11]科学史对于科学家“背后故事”的补充能够引导学生关注科学家的完整人性，科学家对传统科学知识的质疑与批判，科学探索过程的曲折与挫败，等等，激发学生对科学家精神的认同与践行，从“学习科学知识”逐渐升华为“像科学家一样思考”。

科学史融入科学课程能够对学生起到创新示范作用，有助于涵育学生的科学素养。科学课程的育人宗旨不只是科学知识量的增加，科学技能的掌握，还包括科学素养的涵育。科学素养包含科学与能力、情境化的科学理解、批判性思维，等等。“中国青少年的科学教育过分注重应试、大量做题，过早地消灭了科学研究之中的乐趣，这是初等和中等教育中的普遍问题。”^[12]过分注重应试、题海战术的课程实施方式至少会导致以下两个问题：其一，学生以背诵或记忆的方式学习科学理论，片面地将“答对问题”等同于“掌握科学知识”；其二，学生难以了解科学知识产生的完整情境，可能会误认为科学知识的发现是一个常态的线性累积过程。

其实，科学演进绝非机械论图景中单向递进的真理积累，而是交织着思维颠覆与文化博弈的非线性进程，这种真实的发展过程对于后来者应当具有“通古今之变”的价值。科学史不只是科学事件的罗列，还能体现制度、文化、思想变迁的过程，借此在空间维度上联结不同文明的认知图式，在主体维度上培养“知人论世”的阐释能力。真正的科学素养培育，需在科学与科学史之间建立解释学循环，使学习者成为科学传统的“创造性转化者”而非“知识存储器”。因此，科学教师“从头到尾都应该对于科学建构的鲜活过程更加用心，而不是只会说明‘已完成的科学’”，“把重点放在活的科学形成过程中，而不是放在已经完成的科学遗骸上”。^[13]科学史是对科学知识的叙事性呈现，它以还原知识产生过程的教学思维呈现

知识,更加全面地补充科学知识的历史背景、哲学前提、社会学逻辑。科学史与科学课程的融合能引导学生更加透彻地理解科学的本质和内涵,不再仅仅把所学知识当作客观文化符号,而是积极地进行认知加工、思维建构和情感参与,实现从科学知识到科学素养的转化。

三、科学史的课程价值实践路径

对基础教育领域而言,很难效仿高等教育领域开设专门的科学史课程。因为基础教育领域的课程安排已经比较紧凑,如果再增设专门的科学史课程,就需调整整个课程体系、编制科学史教材等,实施难度较大。因此,借鉴高等教育领域中科学史学科较为成熟的科研、教学经验,将科学史融入现有科学课程体系是更具实践理性的做法。

开发匹配育人宗旨的科学史实。科学史实指能够反映科学发展历程的历史资料,包括文物、信件、照片、实验器材,等等。在大众传播领域流传着一些充满奇特性、趣味性的科学家轶事,但科学教育不同于大众传播,科学、准确是其第一要务。科学教师需提高自身专业素养,避免使用哥白尼受迫害、伽利略被烧死等在大众传播领域被广泛误传的案例,选择真实、可靠的科学史实融入科学课程。例如,欧洲HIPST项目(History and Philosophy in Science Teaching)为高等教育领域的科研人员和基础教育领域的科学教师提供了一种链接,共同开发适合作为有效教学材料的科学史实。^[14]这种U-S协同模式(University-School Partnership)可以在统筹管理、学术指导、育人实践等方面优势互补,形成育人合力,是值得借鉴的科学史实开发路径。除此之外,科学教师还可挖掘具有地域特色的科学史实,增强学生的文化认同感。文化认同感的产生基于了解与认同,家乡的科学家事迹能有效拉近学生与科学家的心理距离。例如,就宁波地区而言,教师可带领学生参观位于宁波市的“屠呦呦旧居陈列馆”。学生会“呦呦鹿鸣、依依乡情”“矢志寻蒿、不辱使命”等主题展馆中看到屠呦呦

在宁波学习时的照片、期末成绩记录,还有以多媒体形式呈现的青蒿素提取过程,等等。这种身边的科学史实能让学生更加直观地感受到胸怀祖国、勇于创新、潜心研究的科学家精神,激发他们对科学家精神的认同与践行。

通过叙事的教学方式呈现科学史实。叙事是人类传授生活经验、传递社会文明的始源性教学形态。早在远古时期,先民就开始以叙事的方式进行神话、寓言创作,借此理解世界、传承文化。“伟大的叙事激发人们寻找问题,而不是上一堂问题解决的课。它与困境深深相关,与过程相关,而不是与这个过程通向的目的地相关。”^[15]同样一则科学史实,通过不同的教学方式呈现时,给学生带来的生命体验是非常悬殊的。

例如,小学科学教师在讲授“电和磁”这一知识点时,常见的授课思路是在教学导入环节讲授“奥斯特发现电流磁效应”这一科学史实。如果只是简单地将其讲解为“奥斯特无意中载流导线平行放置于磁针上方发现了变化”,很有可能导致学生将奥斯特的重要发现归因为“巧合”“偶然”。再加之实验本身比较简单,无论是教师演示还是学生练习,都只是对已知结果的重现。这样的教学方式非但难以实现科学史的课程价值,甚至有可能导致学生对科学研究过程产生片面理解。对此,可适当借鉴高等教育领域的科学史教学方式。例如,中国科学院物理所的曹则贤老师对电磁学发展历程的讲授会追溯至古代人类对静电的初步观察,到近代库仑、安培、法拉第等科学家对电磁现象的深入研究,再到麦克斯韦建立经典电磁理论的过程,完整地呈现电和磁的发展历程。这种完整的科学史叙事能够让学生了解科学观念是如何逐步演变和完善的,切身体验科学的探索和突破过程。

基于学科间性开展跨学科主题教学。科学教师首先是一名教育者,其次才是一名科学教育者。教育者的身份要求科学教师应关注学生的多元化发展需求,立足于更加宏观的学科视野制定课程实施方案,而非局限于科学学科的专业知识讲解。科学教师应以涵育学生科学

素养为宗旨统整课程资源,与其他学科之间建构一种“学科间性”。复杂性理论将学科间性(inter-disciplinarity)阐释为“不同的学科坐在同一张桌子旁边”“既开放又封闭”。^[9]“开放”可以理解为打破学科边界,将不同学科的知识、方法和思维模式融会贯通;“封闭”则可以理解为凸显学科品性,坚守学科自身的研究对象、理论体系、价值取向等。HPS教育(History, Philosophy of Science and Science Teaching)、STS教育(Science, Technology and Society)、SSI-L教育(Socio-scientific Issues-Based Learning)在科学与历史、哲学、技术之间进行了能够彰显学科间性的有益尝试,是科学史融入科学课程过程中值得借鉴的宝贵经验。例如,在讲解“地球系统”相关知识时,可借鉴HPS教育、STS教育的融合理念,建立“跟着徐霞客去旅行”主题学科群。引导学生阅读《徐霞客游记》,通过文本追溯徐霞客的游历足迹,并结合历史、气候等综合因素分析典型地理事象的形成原因。还可因地制宜,通过研学旅行的方式带领学生重走徐霞客走过的山川、街巷。这种基于学科间性开展的跨学科主题教学能够培养学生运用多学科思维解决现实问题的科学素养。

余 论

科学史的课程价值重厘与实践探索对当代科学课程的开展具有范式重构的深远意义。在基础教育领域,通常将科学史视作科学课程的趣味性点缀,未能充分认识到科学史作为科学知识生产的元叙事所具有的建构性功能。科学发展从来都不是一帆风顺,而是充满曲折,让学生从真实的历史发展过程中理解和学习科学,是真实科学教育(而不仅仅是纸面上的科学知识)必不可少的组成部分。科学史能够对科学知识的生成网络进行历时性重构,帮助学生切身体会科学发展进程中的困境与突破,深入理解科学知识的来龙去脉。这样,学生获得的不仅是确定性的公式和定理,还有更为重要

的科学思维方式。因此,科学史绝非科学课程中的静态知识背景板抑或趣味性点缀,而是构成科学认知脚手架、涵育学生科学素养的核心组件。科学史能够引导学生学融合人类文明进程的科学,过兼具科学与人文的生活。

[参考文献]

- [1] 李艳平. 科学史法兰西风格的形成[J]. 自然辩证法研究, 2017, (4): 68-72.
- [2] Matthews, M. R. *Science Teaching—The Role of History and Philosophy of Science*[M]. New York: Routledge Press, 2015, 106.
- [3] Schwab, J. *The Biology Teacher's Handbook 4th Edition*[M]. New York: NSTA Press, 2009, 42-50.
- [4] 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, 123.
- [5] McComas, W. F. 'The Long History of Using History of Science to Enliven and Inform Teaching and Learning in Biology'[J]. *The American Biology Teacher*, 2024, (9): 547-551.
- [6] 余自强、严行新、俞善根. 义务教育初级中学课本(试用)·自然科学(第一册)[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 1991.
- [7] 中华人民共和国教育部. 科学(7-9年级)课程标准(实验稿)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [8] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [9] 埃德加·莫兰. 复杂性理论与教育问题[M]. 陈一壮译, 北京: 北京大学出版社, 2004, 123; 205-206.
- [10] 孟建伟. 科学与人文新论[M]. 北京: 科学出版社, 2017, 364.
- [11] 乔治·萨顿. 科学的生命——文明史论集[M]. 刘珺珺译, 北京: 商务印书馆, 1987, 45.
- [12] 吴国盛. 科学史笔记[M]. 广州: 广东人民出版社, 2019, 151.
- [13] 杰罗姆·布鲁纳. 布鲁纳教育文化观[M]. 宋文里、董小鹏译, 北京: 首都师范大学出版社, 2011, 263.
- [14] Rutt, A., Mumba, F. 'Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science—Integrated Science Instruction'[J]. *Science & Education*, 2019, (28): 1153-1179.
- [15] 杰罗姆·布鲁纳. 故事的形成: 法律、文学、生活[M]. 孙玫瑰译, 北京: 教育科学出版社, 2006, 16.

[责任编辑 王大明 柯遵科]