

基于科技馆展品的科学史教育活动设计的 理论和方法研究

——以电磁学为例

罗 蹊¹ 周 颖^{2*}

(上海科技馆, 上海 200127)¹

(北京师范大学教育学部, 北京 100875)²

[摘 要] 随着科学史、科学哲学与科学社会学主题成为科学教育的研究热点, 科学史的教育价值不断受到研究者的重视, 特别是其对个体科学本质观的影响。科技馆展品资源丰富, 便于利用科学史来提高学生的科学本质观, 但这方面的理论基础薄弱, 且缺乏有效的设计方法。本研究首先开发出基于展品的科学史教育活动设计框架, 以此为理论依据, 采用基于设计的研究方法, 开发面向小学生的电磁案例, 在第三轮实施前、后, 采用问卷调查法, 对案例的教育效果进行评价, 证明了设计框架和案例的有效性。本研究的理论、设计方法、案例对进一步设计和实施科学史教育活动具有借鉴意义, 可以推动科学史在场馆及学校教育中的应用, 有效提升个体科学本质观。

[关键词] 科学史 科技馆 教育活动 科学事业 科学本质

[中图分类号] G260 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.06.004

随着人类步入信息社会, 为了更好地适应社会发展, 体验科学与技术带来的便利, 认识科技可能带来的危害, 个体应当具备良好的科学素养, 而科学本质观是科学素养的重要组成部分, 因此个体也应当具备较高的科学本质观。科学本质观阐明科学是什么, 随着社会的发展, 科学可能会随其他知识的积累、科学研究方法的变化等发生改变, 因此, 个体的科学本质观也要随之变化, 对于科学精神的领悟也在变化。科学本质观包含

科学知识观、科学探究观、科学事业观三个方面, 各个方面有不同的内涵: 科学知识的本质是累积性、暂时性、可重复性、可预测性等; 科学探究的本质是质疑性、实证性、逻辑推论性等; 科学事业观的本质有科学与道德、科学家身份、科学家共同体、科学与社会、科学与技术等^[1]。虽然我国正规教育关注对学生科学素养的培养, 但多着眼于科学知识的传授和科学探究能力的训练, 对于科学本质观培养的重视程度不够, 较少将其显

收稿日期: 2018-04-11

基金项目: 北京市教育科学“十二五”规划 2012 年度重点课题“基于多方协作的中学生网络依赖转化实用模式研究及在北京市的选样实验”(AGA12098)。

* 通信作者: E-mail: yzh@bnu.edu.cn。

性地纳入教学计划和教学实施中^[2]。科学史能较好体现科学本质观的多个方面,国内外众多研究者开展了利用科学史进行科学本质观教育的理论探讨和实践研究^[3-5]。

国内正规教育缺乏对学生科学本质观的培养、科学精神的熏陶,非正式学习场所也未能针对此问题充分发挥其教育功能,涉及科学本质的教育活动极少。科技馆作为非正式学习环境,其展品众多,相比学校中的课程设计,教育活动的设计和实施环境受到的约束较少,因此,在科技馆中设计科学史教育活动,有可能促进学生对于科学本质的认识、提高其科学素养,从而弥补学校中科学史教育活动的不足和对科学本质观教育的忽视,并进一步促进馆校科学教育的融合。但如何设计科技馆中的科学史教育活动,以促进学生对科学本质的认识,成为实践难题。

1 国内外科学教育中科学史的应用现状

科学史体现了科学怎样产生、发生什么变化,以及这些过程中的规律^[6]。其所揭示的科学与社会间的关系,可以为学习者提供更多学术信息,从而帮助学习者更好明白科学过程,促进其在科学情境方面的理解。另外,近距离看科学家之间的联系,可发现他们像一组队员,一起献身于科学事业,被同时代的政治经济和文化所影响^[7]。因此,科学史不再是生硬僵化的史料,而是由不同时代下一个个鲜活的科学家事迹所组成,有利于激发学生了解科学的兴趣。

尽管科学史是优秀的教育材料,但其被应用于科学教育并受到重视,则经历了较长的时间。古希腊时期,科学史还是雏形,没有理论指导和研究规范,学者一般会在开始时讨论将要探讨的问题的历史。法国哲学家孔德是最先提出将科学史融入科学教育的学者,但是没有受到教育领域的重视,科学史

在科学教育中的应用并没有得到较大发展。直到20世纪初,萨顿继承孔德的理念,提出新人文主义教育,论述科学史中人文价值的重要性,研究者才开始关注科学史。随着《科学革命的结构》出版,西方科学哲学形成“历史学派”,同时科技的负面影响逐渐显现,教育者意识到必须让公众理解到底什么是科学,于是在科学教育领域开始形成科学史、科学哲学和科学社会学研究(History, Philosophy and Sociology of Science, HPS)。随着教育者对科学本质的研究深入,部分教育者认为科学史涵盖科学本质的众多基本内涵,应该以科学史为载体进行科学教育,以促进学生对科学本质的理解,从而提高其科学素养^[8-9]。从此之后,有关科学史提升科学本质理解的研究越来越多。

结合科学史教育历程和科学史教育功能相关文献可以看出,科学史教育的多重功能中,最受肯定的是科学史对科学本质观的提升,其次是促进科学知识及概念的学习,最后是批判精神和科学人文精神的培养。目前国内外的科学史教育,主要从两大方面进行:一是利用科学史来编写教科书,二是科学教师采用各种教学策略和方法将科学史融入教学。但大部分教科书中的科学史是以十分简略的形式呈现,如绪论或附加资料,如果教师不引导学生了解,则难以发挥其作用,因此在实际教学过程中常被忽略^[10]。科学教师将科学史融入教学时,大部分是将其穿插在教学过程中,而不是与教学内容有机融合,主要作为吸引学生兴趣的引入材料,有时反而干扰学生理解的有效性^{[3][11]}。除此之外,大部分科学教师还难以找到合适的科学史材料、运用方法和指导案例^[12-13]。

科技馆比学校拥有更多实物,并且非正式学习情境下不需要严格依据国家课程标准、教材内容、课程目标来进行教学,限制条件

较少,因此有利于教育者直接利用展品设计科学史教育活动。目前国外研究者在场馆中运用科学史,主要以单个科学家科研实践的历史来设计教育活动,促进学生对科学的认识^[14-15]。国内少部分科技馆设有历史类展品,但与科学史有关的教育活动极少,且运用科学史的目的主要是用来引起参观者的兴趣^[11],尚未充分发挥出科学史的教育价值。

为了在场馆中设计能提升参观者科学本质观的科学史教育活动,在设计过程中存在较多问题需要解决,如依据何种理论设计基于科技馆展品的科学史教育活动?怎样设计?以及要达到怎样的教育效果?

2 研究设计

2.1 研究对象

当前我国学校教育重视科学知识的掌握、科学探究能力的训练,这有助于帮助学生形成科学知识观和科学探究观,但忽略了对科学本质观中科学事业观的培养^[16]。同时国内对科学本质的研究主要以中学生和教师为研究对象,对小学生的相关研究极少,但小学却是个体科学事业观初步形成的重要时期。

当今世界正处于信息社会,离不开电磁学。在日常生活中,小学生虽然能接触到大量电磁物品,但几乎不知道相关的电磁原理,常导致形成错误的前概念。科技馆中有大量涉及电磁学原理的展品,我国科技馆内小学生是参观主力,如果让学生自行参观,那么这些展品是零散的、割裂的,反而会让学生对电磁原理产生混乱感,降低展品的教育效果。而如果以电磁科学史为主线设计教育活动,将各个展品联合起来,可以使学生了解它们是在怎样的社会背景下产生、发展和应用的,从而对电磁学有比较清晰全面的认识,并通过科学事件、科学人物等科学史元素的

熏染形成正确的科学事业观。

因此,本文以四至五年级小学生为研究对象,以“电磁”为科学主题,以电磁科学史为主线,基于科技馆展品设计教育活动,以促进小学生科学事业观的提升。

2.2 研究方法

为了为基于展品的科学史教育活动设计提供理论指导,本研究首先合理吸纳、有机融合现有相关教育理论开发了活动设计框架,然后依据该设计框架,采用基于设计的研究方法开发活动案例,经过三轮迭代对案例实施和修改。

案例在东莞科技馆实施第一轮和第二轮,在中国科技馆实施第三轮,研究对象分别为,第一轮:15名三至五年级的学生(8名男生、7名女生);第二轮:7名四、五年级的学生(4名男生、3名女生);第三轮:16名四年级学生(7名男生、9名女生)。

在第三轮案例实施前、后,采用问卷调查法,对参与活动学生的科学事业观和科学概念的掌握进行测量,实验设计见表1,以此作为评价案例教育效果和科学史教育活动设计框架是否可行和有效的依据。第三轮共收到有效问卷13份,其中男生4份、女生9份,问卷回收率为81.25%。

表1 第三轮迭代实验设计

研究对象	前测	实验处理	后测
四、五年级学生	科学事业观问卷 电磁科学概念问卷	参加活动	科学事业观问卷 电磁科学概念问卷

2.3 研究工具

科学事业观问卷用于评价学生参加活动前、后,对科学事业的认知是否发生改变。问卷为四点李斯特量表,来自吴仲谋针对小学生设计的科学本质观量表中的科学事业观维度^[17]。问卷共11题,整体信度 $\alpha=0.707$,其中正向题为题1、2、3、4、7、9、11,负向题为题5、6、8、10,每道题目有四个选

项,依次是:非常同意、同意、不同意、非常不同意。问卷由多位科学教育者、科学哲学家审查,并经实验组和控制组共182位学生测量,具有良好的内容效度和建构效度^[17]。

电磁科学概念问卷用于评价学生参加活动前、后对于电磁科学概念的掌握情况,共22题,其中正向题为题1、3、4、7、10、11、12、13、14、18、20、21,负向题为题2、5、6、8、9、15、16、17、19、22,满分22分。由笔者自编,一位物理教师和两位科学教育者审查,根据他们的建议修改所得,具有良好内容效度。

3 研究内容

3.1 基于展品的科学史教育活动设计框架的开发

为使学生参观场馆时教育活动收益最大化,DeWitt Jennifer 和 Osborne Jonathan 从文化历史理论、内在动机理论、情境学习研究出发,提出博物馆实践框架(Framework for Museum Practice),总结出FMP原则,即场馆中优秀教育活动应具备的特点,并根据该原则设计、实施和评价案例,结果已证明了FMP原则有效^[18]。根据FMP原则,场馆中优秀教育活动应具备以下特点:教师视角、明确的主题和任务、降低新颖性和强化学习经验、鼓励合作性任务、成人与学生间讨论、激发好奇和兴趣、允许学生在一定范围内自主选择、认知参与和挑战、个人经验、支持学生对话、书写和探究等。但这两位研究者为指导教师或场馆教育者开发教育活动方面,并没有进一步说明。

考察众多教学策略发现,POE(Predict–Observe–Explain)教学策略^[19]和探究式教学^[20]能有效地与FMP原则结合。

POE即先设计某一情境,让学生“预测”将会有什么样的结果或现象发生;在学生写下自己的预测及理由之后,再实际操作

并“观察”现象;学生观察之后写下观察结果,如果与自己的预测不同,则“解释”原因或理由。这种教学策略可以在开始就引起学生的兴趣,并引发其思考各种可能,再动手操作验证,记录整个学习过程中想法的变化,最后达成有意义的学习。

探究性学习活动中,学生可以体验科学探究的乐趣、学习科学家的探究方法、体验从具体到抽象和从简单到复杂的思维过程,变被动学习为主动获取知识,从而培养学生的科学探究能力,并在积极动手和主动思考中形成正确的科学本质观。学生的探究活动由于教师提供的信息不同而表现出不同的水平,如果教师提供研究的问题、方法和方案,即为难度最低的证实性探究活动,主要是让学生检验某种现象是否正确;如果教师什么也没提供,学生自己寻找感兴趣的研究问题,确定研究方法,设计研究方案,即为难度最大的开放性探究活动,见表2^[21]。本研究在整个教育活动实施的不同阶段,依据科学发展的历程,设计由低到高层次的探究主题,便于小学生从易到难适应和学习如何探究,在活动后期体验并达到比较高的探究水平。

表2 不同水平的探究活动

	证实性	结构性	引导性	开放性
教师提供的信息	研究问题 研究方法 研究方案	研究问题 研究方法	研究问题	无
探究水平	由低到高 →			

综上所述,本研究以科学史为脉络,用POE教学策略和探究式教学融合FMP原则来设计基于展品的、由易到难的科学史教育活动,其设计框架(Framework for Activity of Science History Based on Exhibits, FASHBE)见表3:参观前,以科学史情景再现作为引入,激发学生兴趣、让学生明确活动目标,让学生进行已有完整实验方案和方法的探究,从而明白科学是在怎样的历史情境下被发现

的；参观中，让学生以小组的形式与展品互动，进行证实性探究或结构性探究，得出对科学现象的解释；参观后，学生制作简易展品以加深对原理的理解，再将理解的科学原理应用于新情境，从而体验科学家探究和应用科学原理的过程，明白科学与技术、社会之间的关系。所以学生参加活动后，能够知道科学主题如何产生或被发现、怎么发展、有什么作用、这些过程中受到哪些因素影响、对社会的发展有何意义，对科学主题的知识、过程和情境都会有较全面的了解，以达到提高科学本质观目的。

表 3 基于展品的科学史教育活动设计框架（FASHBE）

活动地点	活动结构	教学材料 (科学史内容)	教学策略 POE	探究水平	FMP 原则 (优秀活动特点)
教室	参观前	视频或现场实验再现科学主题被发现的历史情境	1. 预测 2. 观察 3. 解释（个人针对科学现象做出解释）	科学现象再现：证实性	激发好奇和兴趣 个人经验 明确的主题和任务 降低展品新颖性
展厅	参观中	与科学史主题相关的展品	1. 观察 2. 解释（学生小组内讨论科学现象做出解释）	依据展品本身的可探究性，可实现证实性探究或结构性探究	自主选择 合作性任务 支持学生对话 书写(填写学习单)
教室	参观后	科学史上应用科学原理的相似实验或制作	1. 解释(不同小组交流、师生讨论科学现象做出解释)	1. 理解原理：结构性 2. 应用原理：引导性 3. 活动结尾激发学生提出想独立研究的问题：开放性	强化学习经验 成人与学生间讨论 认知参与和挑战

注：教室可以是学校教室或科技馆活动室；教育活动选题和设计体现了 FMP 原则中的“教师视角”，特别设计的不同水平探究活动对应着 FMP 原则中的“探究”原则。

3.2 电磁案例的开发与迭代

本研究中案例经过三轮迭代，最终得到的案例见表 4。开发第一轮案例时，为使案例中的科学概念与小学生的认知水平相符，首先对人教版《小学科学》三至六年级课程标准中电磁部分的课程目标进行分析，根据电

磁发展科学史确定三个主题；然后在科技馆挑选展品，确定选定的主题存在合适的展品与之对应；最后依据本研究提出的 FASHBE 框架开发案例，即表 4 中活动单元 2、3、4。

第一轮实施时学生直接开始参与电学漫长研究中多位科学家的研究事迹，导致学生

表 4 电磁案例内容

活动单元	活动结构	对应的科学史	活动过程	教学材料	展品		展品的科学原理	用时	备注
					东莞科技馆	中国科技馆			
1. 溯源：电家族的漫长发展	参观前	格里凯发明摩擦起电机	四个证实性探究： 1) 制造静电 2) 制作简易指南针	塑料袋、剪刀、回形针、磁铁、棉线、铝箔纸、塑料杯、金属勺	无	无	无	0.5h	在第三轮迭代时加入
		人类发现电和磁的相似性							
		马森布罗克、克莱斯特分别发明莱顿瓶						0.5h	
		富兰克林探究闪电是否和静电一样							
		伏打和伽伐尼争论促使发明伏打电池	4) 制作人体电池					0.5h	
	戴维发明弧光灯，人类开始主动用电能								

续表 4

活动单元	活动结构	对应的科学史	活动过程	教学材料	展品		展品的科学原理	用时	备注
					东莞科技馆	中国科技馆			
2. 缘起: 奥斯特偶然发现电生磁	参观前	奥斯特如何发现“电生磁”的现象	奥斯特之前科学家们的电磁漫长研究	电学纪录片片段、回形针、5号电池、指南针、漆包线、冰棒棍、胶水、磁铁	电磁秋千 电磁炮	伸缩的线圈	电流磁效应	0.5h	“奥斯特之前科学家们的电磁漫长研究”在第二轮迭代时改为以讲漫画的形式进行
	参观中	科学家研究如何产生“电生磁”	观察现象, 做出解释					0.5h	
	参观后	科学家研究“电生磁”的性质	制作电磁秋千: 结构性探究 电磁秋千摆速的影响因素: 引导性探究					1h	
3. 追梦: 法拉第意外发明电动机	参观前	法拉第为何发明电动机	初识电动机: 证实性探究	电学纪录片片段、5号电池、磁铁、漆包线	电动机	电流旋转器 跳跃的导线	通电导线在磁场中受到力的作用	0.5h	无
	参观中	法拉第研究如何“磁和电产生力” 法拉第应用“磁和电产生力”原理	观察现象, 做出解释					0.5h	
	参观后	电动机对于当时生活的影响	制作电动机: 结构性探究 电动机转速的影响因素: 引导性探究					1h	
4. 成真: 法拉第十年终得发电机	参观前	法拉第为何发明发电机	初识发电机: 证实性探究	电学纪录片片段、漆包线、LED灯珠、磁铁、冰棒棍、小纸盒	发电机发电比赛发电模型	磁棒过线圈发电铜盘 电磁感应摆电从何处来	电磁感应定律; 发电机和电动机原理的综合应用; 电磁感应定律在发电厂中的应用	0.5h	无
	参观中	法拉第研究如何“磁生电”, 发明发电机 发电厂的产生	观察现象, 做出解释					0.5h	
	参观后	奥斯特、法拉第成就对社会的影响	制作发电机: 结构性探究 发电量的影响因素: 引导性探究 电磁对社会发展的影响: 开放性探究					1h	

不理解他们对于奥斯特和法拉第的帮助。所以第二轮案例用漫画的形式设计正、负电荷两个角色, 以介绍电家族历史为由, 让学生参与科学家们的探究。但在奥斯特之前的科学家部分, 学生主要是听、想、问, 易失去积极性。因此第三轮案例在这部分加入学生进行的四个证实性探究, 成为单元 1。

4 研究结果和讨论

4.1 科学事业观问卷调查

对问卷数据进行描述性统计和差异性检

测, 结果见表 5。从表 5 可以看出, 科学事业观总分后测均值比前测高 2.77, 说明学生参加活动后对科学事业的认识程度从整体上得到提高。题 1、2、5、6、8、10、11 均值后测高于前测, 题 4、7 前后测均值较高 (>3), 说明学生在涉及科学与道德 (题 1 和 2)、科学与社会 (题 6 和 7)、科学家共同体 (题 10 和 11) 方面的认识得到提高, 且题 2、5、10, 其 Sig 值依次为 0.047、0.04、0.01, 均 <0.05, 存在显著性差异。

尽管学生能正确认识科学家社会成员的

身份（题4和5），但题3前后测均值都为 $1.69 < 2$ ，表明活动前后学生均没认识到科学家作为科研人员从事科研时，应当追求科学的客观性，不应该被人际关系所影响，这可能与学校家庭的教育、社会风气有关，因为人际关系的和谐是现今社会倡导的精神之一。

题9后测均值比前测均值略低，可能的原因是本次活动主题未涉及电话网络的发明史，所以虽然学生正确认识到科学资讯流通有助于科学的发展（题8），但未意识到传播媒体是科学资讯流通的工具之一，干扰学生对于科学与技术的认识。

表5 对科学事业观的描述性统计及差异性检测结果

题目	前测(N=13)		后测(N=13)		t
	均值	标准差	均值	标准差	
1. 我认为科学家本身的道德观念（如环保、公德心等）会影响他的科学研究方向	3.23	0.44	3.46	0.66	-1.39
2. 我相信社会上的一些看法和现象一定会影响到科学的发展	2.69	0.75	3.23	0.44	-2.21*
3. 我认为科学家在从事科学研究时，不必考虑人与人的关系	1.69	0.86	1.69	0.75	0.00
4. 我觉得科学家在社会中，也会运用他的专业知识来解决公众事物的问题	3.15	0.90	3.15	0.80	0.00
5. 科学家只能从事与科学有关的事，不适合做其他领域如政治、文化等的事	2.46	0.66	3.00	0.82	-2.94*
6. 我觉得科学知识不会受到文化和社会环境的影响	2.54	1.05	2.85	0.69	-1.00
7. 我觉得科学家在观察的时候，会和他的生活经验和知识所影响	3.31	0.75	3.31	0.63	0.00
8. 科学资讯的流通对科学发展没有帮助	2.92	1.04	3.31	0.86	-1.24
9. 我觉得传播媒体（如电视、电脑等）迅速传播科学信息，是促进科学进步的重要因素	2.85	0.90	2.77	0.83	0.29
10. 我觉得科学家的研究成果，不需要经过该知识领域的科学家们的确认	3.00	1.00	3.62	0.51	-2.31*
11. 科学知识必须经过该知识领域的科学家们的确认	2.92	0.49	3.15	0.90	-0.82
总分	30.77	3.09	33.54	2.70	-1.98

注：*， $p < 0.05$ 。

4.2 电磁科学概念问卷

对学生活动前后填写的电磁科学概念问卷实验数据进行描述性统计及差异性检测，结果见表6。后测均值比前测均值高7.23，其Sig值为 $0.000 < 0.001$ ，这说明学生通过参加活动，掌握电磁科学概念的程度得到很大提高，且前后存在显著性差异。因此，即使电磁学涉及的科学概念比较抽象、复杂、难以理解，小学生通过参加基于展品的科学史教育活动，也能较好掌握小学课标要求的科学概念，为他们未来电磁学的学习做好准备。

表6 电磁科学概念问卷的描述性统计及差异性检测结果

	测试	样本数	均值	标准差	t
科学概念	前测	13	8.31	3.50	5.56***
	后测	13	15.54	2.47	

注：***， $p < 0.001$ 。

5 研究结论与展望

参加活动后，就整体而言，学生科学本质观中的科学事业观得到了提升，特别是在科学与道德、科学与社会、科学家共同体方

面；即使他们是小学生，参加活动后也能较好掌握抽象的电磁科学概念。因此，电磁活动促进了学生对科学事业的认识、科学概念的掌握，激发他们对科学的探究兴趣。案例教育效果证明，即使科学主题复杂抽象，通过参加基于展品的科学史教育活动，学生也能从知识、方法、精神等方面对这一科学主题有更深入的认识。同时证明了本研究提出的FASHBE框架具有可行性和有效性，为未来更多案例的开发提供理论指导和实践经验，解决科学教育者难以找到科学史材料、应用方法和指导案例的难题，促进馆校科学教育的进一步融合。

本研究中案例虽未在学校课堂正式实施，但案例参考课程标准设计，适合学生的认知水平，且教室中教学活动可迁移至场馆实施，并且改变场馆也不影响活动教育效果。因此后续将在学校或其他场馆实施案例，进一步对案例和设计框架的效果进行评价。

另外，还可以其他年龄段参观者为研究

对象或以其他科学史为主题设计新科学史教育活动案例。例如,以中学生为研究对象,修改和实施电磁科学史教育活动方案,再评价活动对于更高年龄层次受众的影响;或者依据 FASHBE 框架,设计电磁波史、化学史

等主题的教育活动。用不同受众或不同科学史主题的案例,来深度评价和完善 FASHBE 框架,最后使科学教育者能应用此框架,从而在开发科学史课程或活动时降低设计难度和节约精力。

参考文献

- [1] 袁维新.科学本质理论:基本观点与范畴[J].科学学研究,2010(6):809-815.
- [2] 梁永平.对我国《科学课程标准》中科学本质教育目标的反思与建议[J].教育理论与实践,2006(12):31-33.
- [3] 项红专.美国科学史教育特色——理解科学本质[J].外国中小学教育,2006(8):38-41,45.
- [4] Monk M, Osborne J. Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum[J]. Science Education: Science, Education, and the Formal Curriculum, 2006(1): 109.
- [5] 侯新杰,栗素姣,安淑盈,王婷婷.中美高中物理教材科学史内容分析与比较[J].比较教育研究,2013,35(9):45-50.
- [6] 林长春.美国科学史教育的演进及其启示[J].外国教育研究,2004(6):32-35.
- [7] Wang H A, Marsh D D. Science Instruction with a Humanistic Twist: Teachers' Perception and Practice in Using the History of Science in Their Classrooms[J]. Science & Education, 2002, 11(2): 169-189.
- [8] Van Driel J H, De Vos W, Verloop N. Relating Students' Reasoning to the History of Science: The Case of Chemical Equilibrium[J]. Research in Science Education, 1998(2): 187-198.
- [9] 丁邦平.HPS教育与科学课程改革[J].比较教育研究,2000(6):6-12.
- [10] 袁维新.国外科学史融入科学课程的研究综述[J].比较教育研究,2005(10):62-67.
- [11] 刘荣发.高中化学科学本质教育现状及教学对策研究[J].化学教育,2014,35(19):56-57.
- [12] 田春风,郭玉英.高中物理教学中科学本质教育的现状与建议——基于对一线教师的调查研究[J].课程·教材·教法,2010(3):45-49.
- [13] Henke A, Höttecke D. Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching[J]. Science & Education, 2015, 24(4): 349-385.
- [14] Faria C, Pereira G, Chagas I D. Carlos de Bragança, a Pioneer of Experimental Marine Oceanography: Filling the Gap between Formal and Informal Science Education[J]. Science & Education, 2012, 21(6): 813-826.
- [15] Faria C, Guilherme E, Gaspar R, et al. History of Science and Science Museums: An Enriching Partnership for Elementary School Science[J]. Science & Education, 2015, 24(7-8): 983-1000.
- [16] 于峰.发挥科学史在科技馆科普展教中的作用[J].科技导报,2014(18):87.
- [17] 吴仲谋.科学本质教学模组对学童自然科学学习影响之研究——以气象故事为例[D].台湾屏东师范学院数理教育研究所,2002.
- [18] DeWitt J, Osborne J. Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an Integrated Framework of Theory and Practice[J]. International Journal of Science Education, 2007, 29(6): 685-710.
- [19] Hsu C Y, Tsai C C, Liang J C. Facilitating Preschoolers' Scientific Knowledge Construction Via Computer Games Regarding Light and Shadow: The Effect of the Prediction-Observation-Explanation (POE) Strategy[J]. Journal of Science Education and Technology, 2011, 20(5): 482-493.
- [20] Lotter C, Harwood W S, Bonner J J. The Influence of Core Teaching Conceptions on Teachers' Use of Inquiry Teaching Practices[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2007, 44(9): 1318-1347.
- [21] Bell R L, Smetana L, Binns I. Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities[J]. The Science Teacher, 2005, 72(7): 30-33.

(编辑 张南茜)

discourse system and guarantee the supply of value for “green public discourse space”.

Keywords: green discourse; green public discourse space; Green WeChat Official Account; 100 000+

CLC Numbers: G206 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.06.002

A Research on Industrial Competitiveness Affecting Elements of Science Museum Based on “Porter Diamond Model” Analysis: Take Different Types of Science Museum in Shanghai as Samples

Feng Yu Gu Qingsheng Zhao Jialong Zhu Haifei

(Shanghai Science and Technology Museum, Shanghai 200127)

Abstract: The research analyzes Shanghai Science & Technology Museum, Changfeng Ocean World, Children’s Museum, Insect Museum, Aviation Science Museum, Wind power Science Museum by using the six elements (Factor Conditions, Demand Conditions, Related and Supporting Industries, Strategy, Structure and Rivalry, Chance, Government) of Porter Diamond Model. The main advantages and disadvantages in the development of Science Popularization Industry are explored. Based on that, the research puts forward the main suggestions to improve the industry competition ability about Domestic Science Museum: Firstly, make the national support be in tandem with the science museum industry; Secondly, promote the supply side of the industry development of Science Museum; Thirdly, stimulate the demand side of public popular science consumption; Fourthly, build the PPP (Public Private Partnership) Model of Science Museum and Social Cooperation. Through the above-mentioned four suggestions, these are hoped that the ability of the Industry Development of Science Museum could be excavated to the maximum extent so as to promote the great development and prosperity of Popular Science Culture Industry in China.

Keywords: Porter Diamond Model; science museum; industrial competitiveness; influencing elements; PPP Mode

CLC Numbers: G26 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.06.003

The Theory and Method of the Activity Design of Science History Based on Exhibits in Science Museum: In the Case of Electromagnetic

Luo Luo¹ Zhou Ying²

(Shanghai Science & Technology Museum, Shanghai 200127) ¹

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875) ²

Abstract: With the development of science education, History, Philosophy and Sociology of Science (HPS) have become the focus of science education research, the educational value of history of

science has captured more and more attention from science education researchers, especially its impact on the nature of science. Science museum is suitable for using the history of science to improve students' nature of science because of its rich resources, but the issue is lacking theoretical achievements. Firstly, the papers put forward the Framework for Activity of Science History Based on Exhibits (FASHBE), which may provide a guide for designing activity of history of science. Secondly, the case of electromagnetic was designed under the guide of the framework for primary school students. The Design-Based Research was applied to implement the case of electromagnetic three iterations so that we can revise it. We also used the questionnaires before and after case at the third implementation to measure and evaluate the educational effect of the case and the framework. The theory, the designing method, and the case are instructive for the design and implementation of the activity of history of science. It is helpful for history of science application in the school and science museum to improve individual's understanding of the nature of science.

Keywords: history of science; science museum; activity; scientific cause; nature of science

CLC Numbers: G260 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.06.004

A Review of Research on Science Popularization Industry

Ren Fujun

(National Academy of Innovation Strategy, Beijing 100863)

Abstract: By using the method of literature analysis, this paper systematically reviewed the relevant research literature of science popularization industry at home and abroad. According to different themes, the main viewpoints are classified into the definition of science popularization industry, the relationship between science popularization industry and science popularization, the classification and main forms of science popularization industry, the drivers and demands for the development of science popularization industry, the situation and existing problems facing science popularization industry development, as well as countermeasures and policy suggestions for promoting the development of science popularization industry. On this basis, the future research topics and prospects are put forward, and hoping to be helpful to the follow-up research.

Keywords: science popularization industry; science culture industry; literature review

CLC Numbers: G114 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2018.06.005

Public Attitudes towards and Understanding of Science and Technology in China: Based on the Results of Civic Scientific Literacy Survey 2018

He Wei Zhang Chao Ren Lei Huang Yuele

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)