

科技博物馆教育功能“进化论”

朱幼文

(中国科学技术馆, 北京 100012)

[摘要] 通过分析不同历史时期的科技、文化、经济、政治背景, 本文提出: 科技博物馆教育功能发展受到科技和产业发展、社会对科技和公众科学素质的需求、科学传播理念和科学教育思想发展以及当时社会制度与环境等的深刻影响。就如同生物为适应外界环境变化而发生的物种进化一样, 我们在科技博物馆的身上也可以发现类似的“进化”过程。从根本上说, 科技、生产力的发展及由此产生的对教育的需求, 是科技博物馆“进化”的决定性因素。

[关键词] 科技博物馆 教育功能 发展动因

[中图分类号] G26 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2014) 04-0038-07

The Evolution of the Educational Function of Science and Technology Museums

Zhu Youwen

(China Science and Technology Museum, Beijing 100012)

Abstract: Based on the analysis of culture, science & technology, economy, and political backgrounds of different historical periods, the author puts forward that the development of the museums' educational function has been deeply influenced by the industry development, science & technology motivation, the demand for the public scientific literacy of the society, the social system and the environment, and the development of the theory of the science communication and science education ideas. As the evolution of biological species to adapt to the environmental changes, we can find the similar evolution process occurs on the science and technology museums. So, the author tries to prove that the decisive factor of the development motivation for the science and technology museums is the demand for the education as the development of the productive forces and the science & technology.

Keywords: science and technology museums; educational function; development motivation

CLC Numbers: G26 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2014) 04-0038-07

从近年国际博物馆协会对博物馆定义看, 其最重要的变化是教育成为博物馆的首要功

能^[1]。其实, 教育成为科技博物馆的首要功能远比其他类型博物馆发生得更早、更显著。科

收稿日期: 2014-04-06

作者简介: 朱幼文, 中国科技馆科研规划部主任, 研究员, 研究方向为科技馆理论、展览设计、教育活动开发,
Email: zhuyouwen2020@sina.com。

技博物馆自诞生之日起,其教育功能就在不断地发展和强化,我们不应孤立地看待这种演变,而应从科技博物馆与当时科技、教育、经济、政治、社会之间的关系,分析其发展的规律和动因,进而预测今后的发展方向与趋势。

1 科技博物馆诞生的社会背景

14—18世纪,欧洲发生了几件影响深远的大事,为现代意义上博物馆的诞生准备了条件。

文化复兴——发生在14至16世纪的文艺复兴运动,实际上是新兴的资产阶级为维护和发展其政治、经济利益,在意识形态领域开展反对教会精神统治(即封建文化)的斗争,其历史意义是为资产阶级建立统治而进行的舆论准备和思想解放^[1]。

新航路的发现——15世纪初到16世纪前期,由于海外贸易、获取资源和财富、征服殖民地的需求,西欧出现了远洋航海探险的高潮。这一时期及其后,西欧的学者纷纷搜集海外的自然标本,对天文、气候、地理、环境、动植物、矿物和风土人情进行研究。

宗教改革运动——16世纪初,德意志诸侯国爆发了宗教改革运动,并迅速波及几乎整个欧洲。这是一场反对罗马天主教会的社会改革运动,在一定程度上打击了封建专制制度。

科学革命——1543年,哥白尼发表了《天体运行论》,维萨里发表了《人体的构造》,拉开了第一次科学革命的序幕。1687年,牛顿的《自然哲学的数学原理》问世,标志着第一次科学革命以一个辉煌的高潮宣告完成。在将近一个半世纪与宗教神学的抗争后,人们认识到支配宇宙间万物的不是上帝,而是其本身的自然规律。从此,严格意义上的“科学”诞生了。

资产阶级革命——1640年和1789年,英国和法国先后爆发了资产阶级革命。资产阶级革命的一个直接结果就是原处于社会下层的城市平民、农民等的地位得到了提升,“公民”意识苏醒,原由统治阶层和上层社会所独享的许多权益开始向公众开放。

思想启蒙运动——思想启蒙运动是18世纪欧洲资产阶级的思想文化运动。在17世纪

自然科学和哲学一系列成果的基础上,思想启蒙运动的学者们主张宗教上的无神论、哲学上的唯物主义、政治上的民主政体、经济上的自由竞争。他们认为:正如牛顿发现万有引力一样,人们也能够凭理性的力量发现有关自然、人类和社会的法则,谋取世俗的幸福。他们以理性、宗教容忍和进步的观念向旧观念发起冲击,反对一切禁锢思想和压制自由的教条与制度^[2]。

教育及教育思想的变革——中世纪欧洲的教育主要为教会和贵族所把持,培养对象主要是贵族和神职人员,教学内容渗透了浓厚的宗教神学色彩。自文艺复兴以来,西欧许多教育家、哲学家、思想家从不同角度对当时的教育发起批判和挑战,提出不分等级、男女、贫富的普及教育和义务教育主张。德意志诸侯国从16世纪中期之后陆续颁布有关国家办学和实施强制性义务教育的法令,此后普及教育和义务教育制度逐渐在欧洲推广。与此同时,代表新兴阶级的思想家、哲学家、科学家和教育家提出了一系列新的教育思想,强调自然科学知识的价值,将其视为学习的最重要内容,主张培养学习的兴趣和提高能力。

2 科技博物馆的酝酿与诞生

早在欧洲中世纪之前,各国的王公贵族就有收藏艺术品和珍奇异物的风气。中世纪的欧洲,许多达官贵人大量收藏动植物和矿物标本。但在当时等级森严的社会制度下,这些标本收藏所不具备公开对广大公众开放和教育功能,尚不是真正意义上的博物馆。

直到17世纪之前,科学及科学教育尚未直接显示其促进生产力进步的作用。17世纪初,一系列科学发现和生产工具的发明,酝酿着一场技术革命,科学技术开始悄悄地从工具与技能的背后走出来,逐步显示其改变生产、生活乃至经济、社会的作用^[3]。英国哲学家、科学家培根的名言“知识就是力量”,就包含了对于科学技术是生产力的初步认识。

培根、法国著名哲学家和数学家笛卡儿、德国数学家和微积分发明人莱布尼兹等人在

17世纪曾积极呼吁创立展示科学仪器、机械和其他科技发明的博物馆，有的甚至对博物馆的展示、教育活动内容与形式提出了具体的建议^[5]。这些关于博物馆的早期设想，都包含有教育的功能，其目的是展示科技的作用、启发公众对科技的兴趣。

从发展生产力和反对封建神权的精神统治两个方面，新兴的资产阶级迫切需要对民众进行教育。而科技博物馆同时具有展示科技力量和教化民众的作用，因此受到资产阶级的重视。法国大革命爆发后4年的1792年，公共教育委员会向法国国民议会提出的《关于普遍举办公共教育的报告及其法律草案》指出：发展包括博物馆在内的“国民教育乃国家权力的当然义务”^[6]。

然而，最先诞生的科技博物馆却是自然博物馆。

15世纪初以来新航路的发现带来了“地理大发现”和“生物学大发现”，世界各地大量珍奇生物活体或标本被带回欧洲，促进了人类对于生物物种的认识。1665年，荷兰生物学家列文虎克制造出世界上第一台显微镜，用于生物细微结构和微生物的观察。稍后，英国生物学家约翰·雷首次论述了系统植物学问题，初步形成了植物的科学分类法，并在动物研究中提出“自然的分类”。

1683年，牛津大学成立了阿什莫林博物馆，并正式启用“museum”的名称和概念。这是世界上第一座面向公众开放的博物馆，成为博物馆诞生的标志。英国贵族阿什莫林捐赠给该馆的自然史资料，成为后来牛津科学史博物馆的起源。

牛顿和阿什莫林博物馆在同一时期诞生于英国，这并非偶然。因为英国是——

宗教改革运动的“重灾区”；
 封建政权统治的颠覆地；
 新航路和海外贸易的最大受益国；
 新的世界科学中心；
 即将到来的产业革命的发源地。

到18世纪中叶，欧美建立了一批早期的科技博物馆，其中以自然博物馆居多。这不仅

因为当时的学者和有关机构收集了大量动植物、地质标本，更与经济、政治、军事的强烈需求有直接关系。进行海外贸易、征服殖民地、获取自然资源，都迫切需要研究和了解当地的自然、资源、环境条件。

19世纪，地球科学和生命科学取得了重大突破，并为进一步打击上帝的地位和宗教神学提供了自然科学的佐证。这其中，最有杀伤力的“炮弹”来自于赖尔的地球科学和达尔文的生命科学成果，它们从政治、思想对于教育的需求和教育的内容、资源等方面，促进了自然类博物馆的发展。

英国的赫胥黎和斯宾塞等人既是进化论的有力支持者和传播者，又是教育改革的重要推动者，同时也是科技博物馆的积极鼓吹者。赫胥黎把科技博物馆当作公众科学教育的重要设施，他指出：“对于生物学某些学科的学习，没有（或可能没有）比自然史博物馆对他们的帮助更重要了。”^[7]

当时的科技博物馆在功能上以收藏为主，在收藏的基础上开展研究和陈列，教育功能还不突出。

3 科技进步、产业革命与科技博物馆

3.1 18和19世纪科技发展

1733年，英国机械师凯伊改造织布机，发明了飞梭。1765年，英国纺织工哈格里沃斯发明了珍妮纺纱机。1705年，英国工程师纽可门发明了蒸汽机，但用途基本限于矿山排水。1769年，英国工程师瓦特改进纽可门蒸汽机，后又发明了旋转式蒸汽机，使蒸汽机成为效率显著、可带动各种机械的通用“原动机”。18世纪末，蒸汽机与大规模工厂生产，共同掀起了发端于英国的第一次产业革命，继而扩展到欧洲大陆。自此，人类进入了工业文明时代。

瓦特蒸汽机诞生后的半个多世纪里，蒸汽机的热效率很低。工业和社会对动力的渴望，迫切需要由基础科学理论来指导技术创新。19世纪20—50年代，法国工程师卡诺、德国物理学家克劳修斯和赫尔姆霍兹、英国物理学家

焦耳和开尔文等人建立了以热力学第一、第二定律为核心的经典热力学理论,为蒸汽机及此后汽轮机、内燃机的发明和改进奠定了基础。蒸汽机革命推动了热力学的诞生,体现了生产→技术→科学的关系模式;而热力学对蒸汽机、内燃机的影响,又表明了科学→技术→生产的关系模式^[8]。如果说以牛顿力学为代表的第一次物理学大综合尚未直接显示其对于生产力进步的明显作用,那么以热力学为代表的第二次物理学大综合则开始显示出科学技术是生产力重要因素的作用。

1820年,丹麦物理学家奥斯特发现电流的磁效应。1831年,英国物理学家法拉第发现磁场感生电流。1855年之后,英国物理学家麦克斯韦得出了电磁场方程,建立经典电磁学理论。在电磁学理论的指导下,工程技术专家纷纷进行电力开发、传输、利用方面的研究和各种电器的发明,掀起了第二次产业革命,即电力革命。电力革命是第一次由科学引发的产业革命,科学走在了技术和生产的前面。这标志着人类开始进入科学→技术→生产的时代,从此科学技术成为第一生产力^[9]。

第一次产业革命和第二次产业革命的兴起与发展,对科技人才和劳动者的素质提出了更高的要求 and 更迫切的需求。法拉第、爱迪生等出身于贫寒家庭的著名科学家的成长经历,也显示了教育对于促进生产力发展的重要作用。

3.2 关注技术与产业——新的科技博物馆

1794年,法国国民会议将原来的皇家植物园改为自然史博物馆向公众开放,同时决定建立国立工艺品和商品保存所,以作为实用艺术和科学的教育机构。1820年,又在其基础上成立了世界上第一座技术博物馆——国立技术博物馆。它收藏和展示机械、仪器和其他发明的实物与模型,供观众和发明者学习参考,教育功能比自然博物馆有明显增强。

1851年,英国举办伦敦万国博览会,展示各国的技术发明、先进机械设备和珍贵的艺术品。在此基础上,1857年创设了南肯辛顿工业艺术博物馆。1909年,以该馆的科技

展品为基础,建立了伦敦科学博物馆。这是世界上第一座科学与工业博物馆,着重反映工业革命与科学技术的关系,收藏了许多在工业革命中起过重要作用的科技文物,如瓦特的蒸汽机和斯蒂芬森的火箭号机车,因而该馆有“工业革命博物馆”之称。

在伦敦万国博览会上,某些机械设备在专业人员的操作下运转起来,开创了展览中的动态演示技术,对于观众了解科技原理起到很好的效果。这一展示方式被后来的科学与工业博物馆所继承,改变了此前博物馆仅是静态陈列的展示方式。但此时的动态展品还须由工作人员操作进行演示,与今天的参与体验型展品不可同日而语。

19世纪后期,欧美多次举办以展示科技和工业成果为主的国际博览会,这导致了捷克、奥、美、德等国科学与工业博物馆的诞生。这些科技博物馆的宗旨是“作为扩展工业教育的手段,使科学和生产工业的影响更为广泛”以及“通过技术发展成果展览启发大众”^[9],动态演示方式得到了广泛的应用和发展,显示了更强大的科学教育效果。

3.3 科技博物馆的变革——参与体验型展示方式的诞生

19世纪末、20世纪初,第二次产业革命发展到高潮,各种科学发现、科技发明层出不穷,科学家、发明家、工程师、技术工人备受世人推崇,并成为教育的培养目标。这一时期,美国哲学家、教育家杜威提出了“做中学”的教育思想,其核心是“教材心理化”,即将“间接经验”转化为“直接经验”^[10]。杜威认为,“在做事里面求学问”比“专靠听来的学问好得多”。他的一段名言是:“如果能使儿童从做中学,即从那些真正有教育意义和兴趣的活动中进行学习,那也许标志着对于儿童一生有益的一个转折。”^[10]

科技、生产力发展对教育的需求及教育理论的发展,使科技博物馆酝酿着一场“革命”。

德国电气工程师奥斯卡·冯·米勒(1855—1934)曾参与筹办两次工业博览会,并亲自操作机械设备向观众演示。由此,他决定创建一

座博物馆，以收集和展示那些具有重要意义的技术发明、科学仪器和工业机械。他从1906年开始筹建德国自然科学与工业成就博物馆（简称“德意志博物馆”）。米勒创建博物馆的首要目的就是教育，收藏与研究则是为教育服务的。在这一理念指导下，德意志博物馆进一步发展了动态演示方式，首创让观众操作机器、仪器进行运行演示，即所谓“动手型展品”，使观众有了一定的体验效果。

1911年，美国商人罗森沃尔德参观了德意志博物馆，深为赞赏。10年后，芝加哥市讨论如何处置一座政府拥有的旧展馆，罗森沃尔德力主将其改建为科技博物馆。他说：“这样一座博物馆应当被创建为公众娱乐和教育机构。在这里，让工人、学生、工程师和科学家能有机会扩大眼界，并借助与实际机器的接触，观察机器的运转，更好地理解科学技术，激发创造才能。这样的博物馆对城市中正在成长的青年人的鼓励和影响是显而易见的。”^[5]

1933年，芝加哥科学工业博物馆建成开放，罗森沃尔德先后捐赠了600万美元。该馆首任馆长凯伊普夫说：“博物馆今天所展示的只是它最终形态的一个雏形，这揭示了一个理念——通过操作机械装置来教授科学、工程和工业方面的基本知识。这种独特的教授方法，使学习者受到生动有趣的教育。”^[5]

1926年，爱迪生、耶鲁等美国科学家、教育家、企业家参与筹建纽约科学与工业博物馆，有关人员赴欧洲考察了德意志博物馆等科技博物馆。考察报告写道：“这些博物馆与传统博物馆的最大区别在于它们有观众可操纵的展品。这是新与旧的根本不同。‘做中学’，这是现代教育学中最重要的。这一原理被工业博物馆成功地引用了，从而使它们成为20世纪杰出的教育机构。……工业博物馆的创建主要应推广教育，而非描述历史。”^[5]

这从一个侧面说明了由德意志博物馆开启的历史性转变，并表明了杜威等人先进教育思想的深刻影响，这也是科技博物馆“动

手、动脑”展教理念的起源。但此时科技博物馆的展品，基本还保持着机械、仪器的原始形态和结构，仅仅是为了展示做少量的改动，大多数机械、仪器的科技原理犹如“黑匣子”中的奥秘，隐藏在其内部结构之中。

4 科学中心的诞生

1937年，世界上第一座科学中心巴黎发现宫建成，它的创建人是法国物理学家和化学家、1926年诺贝尔物理学奖获得者让·佩兰。

1907年，让·佩兰与他的同事（包括著名物理学家居里夫人、保罗·朗之万）一致认为，当时的法国教育存在严重问题，孩子们的天性被抑制、潜在能力难以发挥。科学家们把子女聚集起来，居里夫人教物理，郎之万教数学，让·佩兰教化学，让·佩兰夫人教文学……有关科学的课程，就在科学家的实验室里进行，孩子们亲自动手做实验。在这些孩子中，就有居里夫人的女儿、1935年诺贝尔化学奖获得者伊伦·约里奥-居里。

这一经历使让·佩兰萌发了创建一所机构、使用由科学实验仪器转化而来的展品对公众进行科学教育的念头。此前科学与工业博物馆的展品大多还是利用或改造已有的工业机械、科学仪器，发现宫中的展品则是为演示科学原理或现象而专门研制的，并且基本没有历史性收藏，它是以科学教育为任务的科技博物馆。

但科学中心真正受到广泛重视并获得蓬勃发展是在20世纪中叶以后。1960年，全世界只有大约10座科学中心。在此后20年里，各国建立了20多座科学中心。到20世纪结束时，全世界的科学中心数量达到了1500座。为什么科学中心在20世纪60年代之后形成“爆发期”？

20世纪50年代后，新技术革命逐渐兴起，智力密集型生产逐步取代劳动密集型生产成为创造社会财富的主要形式，科学技术成为影响国家经济增长和劳动生产率提高诸因素中的主要因素，而劳动者的科学素质成为其中的关键因素，这使对公众进行更有效的科学教育变得十分迫切。与此同时，以苏联的氢弹、

洲际导弹、第一颗人造地球卫星、第一艘载人宇宙飞船等为触发点，美国政府和公众产生强烈的危机感，各界发出加强科研、改革教育、普及科学、提高创新能力的呼吁。

1959年，美国国家科学委员会和国家自然科学基金会在伍兹霍尔召开会议，讨论促进中小学科学课程改革，著名心理学家和教育学家杰罗姆·S·布鲁纳担任大会主席。此次会议上，个人成长、受教育的年轻时代主要应该学习知识的传统观点，受到与会者的一致批判。作为此次会议的总结报告，布鲁纳在第二年编写出版了《教育过程》一书，该书被称为是“现代最重要、最有影响的教育著作”，引发了60年代的美国教育改革^[4]。

布鲁纳是建构主义教育理论的代表人物之一，提出了“发现教学法”。他主张：学生依靠自己的力量去取得知识、寻求解决问题的方法，这实际上是一个“发现”的过程，教学的任务就是帮助学生掌握“发现”的能力。布鲁纳指出：“发现是教育儿童的主要手段。我们教一门课程，并不是希望学生成为该科目的一个小型图书馆，而是要他们参与获得知识的过程。学习是一种过程，而不是结果。”^[10]

几乎同时，美国生物学家和教育学家J·J·施瓦布提出了“探究学习法”，主张儿童通过自主地参与获得知识的过程，掌握研究自然所必需的探究能力，同时形成认识自然的基础——科学概念，进而培养探索未知世界的积极态度^[4]。

在这一背景之下，美国物理学家弗兰克·奥本海默于1969年创建了旧金山探索馆。奥本海默强调：每个展品都要围绕学习者来进行设计，以帮助学习者自主地进行发现与探索。

以教育为目的的“动手”型展品并非探索馆首创，探索馆之所以40多年来一直是众多科技博物馆效仿的榜样，是因为奥本海默不仅通过精心研制的参与体验型和动态演示型展品使“探究式学习”和“直接经验”得以实现，并且上升为以“体验科学、探索科学”为核心的展教理念，贯彻到教育活动之中。这引起了一场科技博物馆教育理念和展品设计的革命。

5 20世纪80年代以来的科技博物馆发展

进入20世纪80年代以后，科技界、公众、政府对于科技与社会、人与自然的关系越来越关注，提出了科学、技术与社会（STS）和可持续发展的概念。1985年，美国发布了《2061计划》，掀起了新一轮科学教育改革的浪潮，并于1999年公布了《国家科学教育标准》，推行以探究为核心的科学教育。这期间，科技博物馆界发生了几个令人关注的动向：

一是展示教育的关注点已由展品及其所承载的科技知识，转为更为深刻的科学文化内涵。如揭示科技与社会、人与自然之间的相互关系，用全球性眼光看待本地自然、科技发展的历史与现状，以本地的自然、文化、历史为案例揭示科技的全球性特征。20世纪80年代提出的“主题展览”，世纪之交国际博物馆协会大会提出的“思维全球化、行为本地化”新世纪博物馆行动方针，均是上述关注点转移的体现^[11]。

二是教育的形式更为多样。除了传统的馆内展示之外，流动展览、科普报告、科学实验、科技制作、科学表演、野外考察、冬/夏令营等教育活动已十分普遍，有的还定期举办科学家、科技官员与公众进行交流对话的科技沙龙。

三是信息化展示传播手段的广泛应用。20世纪90年代初，多媒体、虚拟现实等信息化展示技术手段开始在欧美科技博物馆中应用。90年代中期，美国、日本等国科技博物馆率先举办科普网站和网上“虚拟博物馆”。今天，在许多科技博物馆中，互联网将博物馆教育延伸至观众参观前和参观后，并为观众提供个性化的参观学习方案^[12]。

四是传统科技博物馆与现代科学中心的相互融合。1979年，法国筹建国家科学工业博物馆（又称“维莱特科学中心”），咨询委员会在研究报告中提出：筹建中的既不是像德意志博物馆、法国国立工艺学院技术博物馆那样的传统科技博物馆，也不是像巴黎发现宫那样的科学中心，“两种不同的博物馆概念通过维莱特以一种创新方式被结合在一起”^[13]。1984

年,加拿大学者 Orchiston 和 Bhathal 提出了“Center”+“Museum”复合产生的新概念“Science Centrum”。在这类科技博物馆中,既有现代科技的展示,也有年代久远的科技历史文物和自然标本的收藏;在展示方法上,也是参与体验型、动态演示型展示与静态陈列相结合;在教育方式上,更是展览与科教影像放映、科普讲座、科学实验等多种教育方式的结合^[4]。今天在许多科技博物馆、科学中心身上均可看到“Science Centrum”的影子。如芝加哥科学工业博物馆、伦敦科学博物馆、日本国立科学博物馆等著名科技博物馆引进了科学中心的展示方式;加拿大安大略科学中心近年来增加了许多岩石、生物标本甚至是活体的展示;而建成于1997年的台湾高雄“国立科学工艺博物馆”在筹建时就引进了“Science Centrum”的概念。

上述动向均体现了科技博物馆教育功能的加强。而这种变化是与同期世界上发生的全球化、信息化、知识经济、可持续发展、公众理解科学、科学教育改革等重大趋势相呼应的。

6 结论:科技博物馆“进化”的决定性因素

综上所述,科技博物馆教育功能的发展,始终与社会的科技、教育、经济、政治发展相呼应,受到科技和产业发展(技术与物质基础)、社会对科技和公众科学素质的需求(拉动作用)、科学传播理念和科学教育思想发展(推动作用)以及当时社会的制度与氛围(环境因素)等的深刻影响。生物为适应外界环境变化而发生物种进化,我们在科技博物馆身上也可发现类似的“进化”过程。正如同进化论的核心观点“环境对于物种进化的选择性作用”一样,今天科技博物馆的各项教育功能,均是受到社会需求和社会条件的选择而逐渐发展起来的。

基于唯物论和辩证法的政治经济学观点认为:一切社会变动的终极原因,都应从生产方式的变革中去寻找;生产力和生产关系的矛盾是导致生产方式变革的基本原因;生产力和生产关系相互依存、相互作用,在这一对矛盾

体中,生产力是主导因素,生产力决定生产关系,但同时生产关系又反作用于生产力。

运用这一观点来分析科技博物馆的发展,则可看出:不论是博物馆还是教育,均属于上层建筑,是一定生产关系的体现,因此,它们均要受生产力的主导,同时又可以反作用于生产力。我们在科技博物馆的孕育、诞生和发展的不同阶段,都可以看到这种互相之间的主导作用与反作用。因此,从根本上说,导致科技博物馆“进化”的决定性因素是科技、生产力的发展及由此产生的对科学教育的需求;反过来,科技博物馆教育功能的“进化”又促进了科技和生产力的发展。

参考文献

- [1] 宋向光. 国际博协“博物馆”定义调整的解读[N]. 中国文物报, 2009-03-20.
- [2] 周一良, 吴于廑. 世界通史·中古部分[M]. 北京: 人民出版社, 1962.
- [3] 靳文翰, 郭圣铭, 孙道天. 世界历史辞典[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1985.
- [4] 科技博物馆展教思想研究课题组. 科技博物馆展教思想研究报告[M]// 科学技术馆报告(1999—2005). 北京: 中国科学技术出版社, 2007.
- [5] 维克多·丹尼洛夫. 科学与技术中心[M]. 商素珍, 钱海莉, 王恒, 等, 译. 北京: 学苑出版社, 1989.
- [6] 伊藤寿朗, 森田恒之. 博物馆概论[M]. 吉林省博物馆学会, 译. 长春: 吉林教育出版社, 1986.
- [7] 崔希栋. 赫胥黎的公众科学教育思想[M]// 科技馆研究文选(1998—2003). 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- [8] 董光壁. 五百年来科学技术发展的回顾与展望[M]// 科技发展的历史借鉴与成功启示. 北京: 科学出版社, 1998.
- [9] 吴式颖. 外国教育史教程[M]. 北京: 人民教育出版社, 1999.
- [10] 刘新科. 国外教育发展史纲[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2002.
- [11] 中国科技馆理念研究课题组. 中国科学技术馆理念研究报告[R]. 中国科学技术馆, 2007.
- [12] 朱幼文. 新媒体时代科技馆教育的生存之道与发展之路[J]. 上海科技馆, 2014(1): 6-11.
- [13] Maurice LEVY. 拉维莱特国家科学工业博物馆研究报告[R]. 1979.
- [14] 王恒, 朱幼文. 关于科技馆的功能与展示内容[J]. 科技馆, 1997(3): 13-17.

(编辑 张南茜)