

科技场馆中的科学教育：目标、内容与方式

林 静

(北京师范大学, 北京, 100048)

摘 要 科技场馆是中小学生学习科学的重要场所之一。科技场馆应充分发挥自身科学场景与资源优势, 遵循学生认知和学习规律, 重点开展与科学、技术、工程、数学相关的科学实践活动, 从而有效培养学生科学素养、终身学习能力以及 21 世纪所需的人才技能。

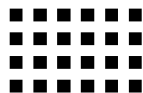
关键词 科技场馆 科学素养 科学实践 非正式学习

校外的学习活动一直以来被认为是促进学生身心健康成长的重要途径和内容 (Holland & Andre, 1987; Eder & Parker, 1987; Mahoney, 2000; Marsh & Kleitman, 2002; Eccles & Templeton, 2002; Eccles et al., 2003; Zarrett & Mahoney, 2011)。相比于学校学习环境, 被称为非正式的校外学习环境, 例如科技场馆、自然历史博物馆、动物园、水族馆、植物园, 以及社区、家庭的日常环境等, 都被研究者认为能提供学生独特的科学教育环境和学习机会, 发展学生科学学习的意识、兴趣、动机以及社交能力、实践能力等 (Falk, 2004; Falk & Dierking, 2000; Griffin, 1994; Hein, 1998; McLeod & Kilpatrick, 2001; Rennie, 1994; Stocklmayer et al., 2010), 并影响学生未来与科技相关的职业选择 (Dabney et al., 2012; Venville, Rennie, Hanbury, & Longnecker, 2013)。

近些年, 我国科协注重为中小学生创设适宜的非正式科学学习环境和机会, 在全国范围内陆续免费开放各类科技场馆, 鼓励科技教育工作者与中小学科学教师开展馆校合作的科学教育活动, 更好地提升中小学生科学素养。本文就现代科技场馆开展中小学科学教育的目标定位、内容组织以及活动方式等, 从教育的视角提出一些观点, 供大家商榷。

1 “育人为本”的目标定位

相比于早期以展示为主的科学博物馆, 20 世纪下半叶兴起的各类科技场



馆旨在公众教育。面向中小学生的科技场馆科学教育活动,其目标既有别于公众教育,也不受目前学校科学教育评价的束缚,应该自有育人为本的价值取向和目标定位。

1.1 超越学校科学素养培养目标

科学素养作为国际公认的科学教育目标已达半个世纪,对其内涵的界定一直存在两种视角:向内的,关注科学自身的过程与结果,具体包括科学概念、科学本质、科学探究、科学伦理等,被称为第一视角;向外的,关注现实情境中的科学,是从学生作为社会公民会遇到的与科学相关的情境中去理解科学的角色和作用,具体包括科学与社会、科学与人类以及科学与技术等的相互关系,被称为第二视角。^[1]

美国“2061计划”采用第一视角界定科学素养培养目标。“2061计划”提出,一个具有科学素养的人,应该:熟悉自然界,尊重自然界的统一性;懂得科学、数学和技术相互依赖的一些重要方法;理解科学的一些重要概念和原理;具有科学思维的能力;知道科学、数学和技术是人类共同的事业,既有长处也有局限性;能运用科学知识和思维方法处理个人和社会问题。^[2]

目前绝大多数国家的科学教育偏向第一视角制定科学素养培养目标(D. A. Roberts, 2007; D. A. Roberts & R. W. Bybee, 2014),包括美国《新一代科学教育标准》(D. A. Roberts & R. W. Bybee, 2014)和我国各分科与综合科学课程标准。第一视角的培养目标,实则是让学生作为一个小科学家,去体验科学、理解科学、掌握科学。有调查结果显示,这样的科学教育目前出现的困境主要是:许多学生对科学学科的兴趣非常低,甚至明确表示不喜欢;学生认为,与其他学科相比,科学学科好像就是学习一些低相关的事实,并且比其他学科更难学;学校的科学学习经历导致许多学生缺乏对科技相关职业的兴趣。^[3]

第二视角的科学素养培养目标,是从学生作为一个社会公民的角度去学习科学,更体现科学素养作为大众科学教育目标的本意。现有英国的“21世纪科学”项目是以这样的视角界定科学素养培养目标的,具体包括:能识别和理解科技对日常生活的影响;能对科学相关的事宜,例如医疗、饮食、能源利用等,作出自己有依据的决策;能阅读和理解媒体中关于科学事件报道的基本观点;能对有关科学的信息,例如这一方面的报告等,进行评价和质疑;能自信地与他人开展有关科学问题的讨论^[4]。也就是说,第二视角的科学素养是为学生作为一个公民而非科学工作者,在日常生活中可终身受用的素养。

要达成第二视角的培养目标,需要以理解科学为基础;或者说,第二视



角包含了第一视角；而第一视角触及不到第二视角（D. A. Roberts, 2007; D. A. Roberts & R. W. Bybee, 2014）。也就是说，能理解科学的人，未必就能应用科学。学校科学教育对学生科学素养的培养应从第一视角向外扩展至第二视角，故此现在各国的中小学科学教育强调增强技术与工程教育、STEM 教育，来培养学生可应用于现实世界的科学素养。但是，由于课堂时空的局限性和师资等问题，目前还缺乏优质的途径和方式。因此，科技场馆的科学教育活动不能效仿学校科学教育目标而停留于第一视角，应准确定位于第二视角，即以普通公民而非科学家的教育视角定位活动目标，培养能为学生所用的科学素养，从而也为当前的中小学科学教育提供强有力的支持和提升。

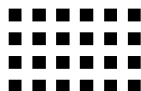
采用第二视角制定科技场馆活动目标时，可以结合不同的活动内容和场景，追求诸多的活动目标（Bell et al., 2009）。已有研究显示，一般科技场馆活动应达成下列 6 个共性目标（Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007），具体是：发展学习激情、兴趣与动机；理解和运用科学事实、科学概念以及科学模型等；能通过操作、试验、探究、预测、提问、观察等活动形成对自然界的认识；学会反思，包括对自己学习过程的反思；运用科学语言和工具，参与科学活动并与他人开展合作；认同自己作为一个科学学习者的身份。

1.2 瞄准高层次能力目标

科技场馆的科学教育活动绝不能只是为了学生掌握科学知识、提高考试成绩。科技场馆能提供的这种灵活的、可让学习者沉浸于丰富具体的科学场景中的非正式学习，犹如学徒制的学习，尤其有利于学习者快速有效地将所学内容应用于实践，即获得问题解决的高水平认知学习结果。^[5]也有研究者提出，科技场馆的科学教育的独特价值在于发展学生批判性思维、信息整合能力、联系和解决实际问题能力、创造与创新能力以及团队合作能力等 21 世纪所需的人才技能。^[6]

通过对美国科技场馆中的诸多非正式科学学习的调查研究，贝尔等人（2009）指出：科技场馆的科学学习应是一类终身学习，学生学会如何在其一生中运用科学信息；应是全方位学习，学生学会如何在各种情景中应用科学信息；应是深度学习，学生形成个人内在的价值观念来引导对科学信息的应用；由此学生形成对科学的兴趣、理解科学知识、锻炼科学推理能力、进行科学反思、经历科学实践、理解和支持科学事业。^[7]

因此，科技场馆的科学教育活动，其定位并不是作为学校课程的补充，或者是所谓的相互弥补；而是充分发挥科技场馆教育场景与资源的特点，以更综合、更开放、更高位的育人目标，培育高科学素养、高全球竞争力、能终身学习的人。

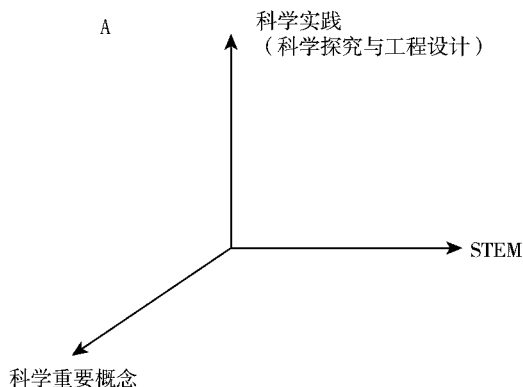


2 “人本中心”的内容组织

与课堂的教学环境不同，现代科技场馆可通过丰富的多媒体手段将教育内容通过场景的布置展示给学生，使环境成为立体的教科书，学生沉浸于环境之中发生学习。这样的环境内容不在于场面的豪华或壮丽、展品的稀有或昂贵，而在于对学生学习的“有用”。要达成这一“有用”，科技场馆的内容组织一方面要聚焦教育目标，另一方面要遵循学生认知和学习规律。

2.1 围绕学生素养提升的需求组织内容

科技场馆的科学教育活动应围绕学生科学素养提升的需求来选择内容，而非从科学本身的结构体系出发展示其发展过程与研究成果。进一步说，内容选择的出发点不是为了让学生在科技场馆中获得科学新概念、科学新知识，也不是为了让学生震撼于科学的伟大创造与神奇威力之中；而是让学生在与STEM相关的场景中应用学校所学的知识和能力，开展科学实践活动，即内容是为学生所用的，从而提升学生对科技的认识和理解，形成正确的世界观和价值观，并丰富和精致对科学概念的理解。因此，科技场馆的教育活动应从STEM的维度去选择内容，内容的组织应以科学探究或者工程设计的实践活动作为主线而展开，活动涉及的科学知识应以学校科学教育要求的重要概念为核心进行结构化（见图）。



科技场馆科学教育活动内容组织图

例如，大气问题已是全球性的环境问题，大气污染导致的温室效应、雾霾等现象已经深度影响着人们的日常生产生活。根据我们在北京、浙江等地开展的中小学生对访谈情况，发现中小学科学课堂教学中鲜有提及温室效应、雾霾与学生的日常生活和学习有何关联，学生该如何面对与参与解决这些问



题。直到纪录片《穹顶之下》播出（以一个生活在雾霾之中的普通公民的视角对此的描述），才引起公众的一片哗然，学生与家长才开始明白此事与自己戚戚相关。科技场馆面向中小学生的科学教育活动，就可以以雾霾或者温室效应这样的热点问题作为活动主题，从 STEM 的角度，结合中小学科学课程相关科学概念，设计科学实践活动，让学生对其成因有基本了解，对自己、家庭和人类行为与此的相关性有一定的认识，对其的防护有基本的行动能力。

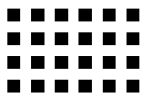
2.2 遵循学生认知和学习规律组织内容

与现实中的 STEM 相关的科技问题都是综合而复杂的。在内容组织过程中，如何以符合学生认知发展水平、遵循学生学习规律的方式来提炼和简化内容、设计活动，是内容是否有效、能否为学生所用的关键。

学生在科技场馆发生的学习活动，是基于自己对场馆情境的意义建构而达成的。在对场馆各类内容的意义解读过程中，学生会自发地以自己的已知去进行理解和解释。因此，场馆的各类内容在呈现上要“链接”学生的已知，以学生的已知作为学习的出发点，使学生不觉得“迷茫”和“距离感”，从而在新的学习环境中能建构新的学习意义。也由此，科技场馆设计的每一个活动内容，都应事先对不同年级的学生进行相关概念、认知水平的调查研究，分析整理调查结果，针对不同年级的学生选取平均水平或者略低于平均水平作为内容设计的起点。

与课堂学习不同，学生在科技场馆的学习在方式上偏向于体验学习、自主学习、行动研究、转化学习等（Marsick and Watkins, 1990; Cseh et al., 1999; Marsick et al., 2008）。因此，科技场馆的内容组织除了确定可引发学生学习的起点，还需设置各种“脚手架”，以支持和引导学生这类自主性更强、行动性更强、学习结果对个体更具影响的学习。“脚手架”设置的关键之处，一类是解决学生科学概念认知上的难点与错误概念的转化，例如学生不理解何谓温室气体，认为温室效应是人们利用能源产热而导致的，如此就需要以动态的模拟情境帮助学生分析和理解；一类是以反思促进学生对学习的自我监控与评估，例如设计电子化的过关游戏程序，让学生在观察和体验每一个场景后，以完成过关游戏的方式反思与总结学习情况，并依次闯关进入下一个场景的学习；还有一类是引导学生与他人开展学习意义的协商与知识的社会建构，可以以人一机对话的方式，或小组合作的方式，或网络主题研讨的方式，帮助学生最终将个体建构的学习意义达成科学共同体认可的意义与观点。

在科技场馆学习内容的起点和“脚手架”的设计中，尤其要注意低年龄儿童的学习需求。可以专设儿童馆，多以音像图片、简易模型的方式展示内



容,以帮助少儿的科学启蒙和培养少儿的科学兴趣。

3 “科学实践”的活动方式

要达成上文所说的科技场馆的科学教育目标,则科技场馆的活动一定是激发学生全身心投入的、动手动脑的、快乐惊喜的科学“历险”活动。要让学生对科技场馆形成这样一种强烈的、深刻的认识:科技场馆是一个探险乐园;到科技场馆去不是“看”,而是“动”;在科技场馆里不是“参观”,而是“实践”。

3.1 增强工程设计类的实践活动

对应于学校的科学教育活动,以第二视角的科学素养培养目标来设计科技场馆的科学活动,则活动的重点不应是科学概念与原理的科学探究,而应是工程设计类的实践活动,促使学生了解工程技术,了解科技带来的“人工世界”,从而促进学生科学应用与理解科学、技术、工程与社会之间的关系。^[8]

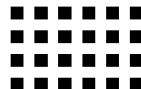
开展工程设计类活动,并不意味着需求大量的材料或资源以供学生设计制作。工程设计活动的重点在于让学生从工程师的视角,体验科学应用的方法与技术。学生在科学探究中,要像科学家一样思考问题,寻找证据,解答“为什么”之类的科学问题;而在工程设计中,学生要像工程师一样,明确实际任务需求,应用科学原理和现实资源设计产品制作方案,通过实证研究产生新的设计和样品,从而解决“怎么用”之类的实际问题。

例如,在温室效应的主题活动中,可以从能源利用、节能等角度设置工程设计活动,让学生通过计算机设计一个节能型家庭或社区模型,以降低温室气体的排放。或者在雾霾的主题活动中,让学生设计低排污汽车尾气净化器。这种从现实需求出发、解决实际需求的工程设计活动,能更好地激发学生将科学学习与自己的实际生活相联系,提升对科技的兴趣,提高知识应用和问题解决能力,同时也能有效地培养学生对自己作为有科学素养的一员、有科技兴趣的一员的自信和身份认同。面向少年儿童,可以以简单的设计任务让他们手脑并用地操作,体验科技的实际应用,启蒙他们工程设计的意识和兴趣。

3.2 以角色扮演来经历科学实践

让学生积极融入到科技场馆的科学场景之中、积极投入到科学实践活动之中的一个有效策略是让学生在活动中进行角色扮演。

有研究者对“洞穴探险”这一科技场馆仿真情境中的参观者学习行为以



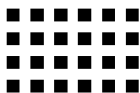
及学习结果进行研究,研究数据通过对参观者的行为观察、参观过程中参观者的言语录音以及参观后的访谈这三种方式进行收集。研究结果显示,当参观者被告知要进行“甲壳虫”的角色扮演经历洞穴探险时,其情感体验和学习结果均优于没有进行角色扮演的体验和收获,并能更好地形成洞穴动物结构与功能相适应、生活习性与生活环境相适应等观点。^[9]

角色扮演不仅能激发学生对活动的兴趣、提升学生的想象力、锻炼学生的交流表达能力,还能培养学生从他人的角度换位思考,从而更好地理解人与自然、人与其他物种之间的相关性,更好地理解科学、技术、工程与社会之间的关系,也更好地形成对自然、对科技的良好情感、态度和价值观。例如,在雾霾主题的实践活动中,可以让学生分别扮演环保局工作者、交通局工作者、石油化工业工作者、科学家、煤矿老板、运输业个体户、医生、普通百姓等不同角色,一起探讨雾霾的防治问题,形成一些防治方案与行动决议。在温室效应的实践活动中,可以让学生召开联合国模拟大会,以各小组为单位,分别扮演世界各国领导者出席模拟大会共议二氧化碳的排放控制问题,形成会议决议。

另外,可在中小学科学教师的帮助下,多让学生以小组合作的方式参与科技场馆的科学实践活动,并组织学生将活动收获以视频、文本报告、手抄报、图画等多种方式在学校和科技场馆中展示、评比,进一步激励学生在校内外的科学学习。

参考文献

- [1] Douglas A. Roberts. Scientific Literacy/Science Literacy [A] // in Sandar K. Abell, Norman G. Lederman (Edited) . Handbook of Research on Science Education [M]. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2007: 729 - 730.
- [2] AAAS. Science for All Americans [M]. New York: Oxford University Press, 1989: 4.
- [3] Douglas A. Roberts and Rodger W. Bybee. Scientific Literacy, Science Literacy, and Science Education [A] // in Norman G. Lederman, Sandra K. Abell (Edited) . Handbook of Research on Science Education [M]. New York: Routledge, 2014: 554.
- [4] Nuffield Foundation. Twenty First Century Science [DB/OL]. <http://www.nuffieldfoundation.org/twenty-first-century-science>, 2013-02-09.
- [5] Dale, M. and Bell, J. Informal Learning in the Workplace [R]. DfEE Research Report No.134, 1999, Department for Education and Employment, London. <http://www.dfes.gov.uk/research/data/uploads/files/RB134.doc>.
- [6] Scott Kratz, Elizabeth Merritt. Museums and the future of education [J]. On The Horizon, 2011, 19 (3): 188 - 195.
- [7] Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, and Michael A. Feder (Eds.). Learn-



- ing Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits [M]. Washington, D. C. : The National Academies Press, 2009.
- [8] 人工世界, 相对于自然世界而言, 指人类运用技术所创造的、非自然存在的, 而人存活于其中的环境。可进一步参见 Thomas P. Hughes. Human - Built World: How to think about technology and culture [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 2004.
- [9] Marianne Foss Mortensen. Analysis of the Educational Potential of a Science Museum Learning Environment: Visitors' experience with and understanding of an immersion exhibit [J]. International Journal of Science Education, 2011, 33 (4): 517 - 545.

作者简介

林 静, 北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心教师, 教育学博士, 教育心理学博士后, 研究方向为科学教育、教师教育。E - mail: lin-jing@bnu. edu. cn。