

美国的科技博物馆和科学教育

钱雪元

[摘要] 科学博物馆在 20 世纪已经历了巨大变化,其功能明显地从收藏研究转移到科学教育。美国科技博物馆的功能,特别是在教育功能方面的发展变化,给予我们许多启示:(1)要将科技博物馆当作科学教育的基础设施来建设;(2)要加强科技博物馆教育功能的开发;(3)科技博物馆中的非正规学习经验可作为科学教育改革的借鉴。

[关键词] 科学 博物馆 教育

Abstract: Science museums and science centers have undergone great change over the past century. With few exceptions, there has been a pronounced shift during this period from collections and research towards education. The development of the function, especially the educational function of the science museum in USA, which indicates: 1. Science museum should be treated as the infrastructure construction for scientific education; 2. To strengthen the development of the educational function of the science museum; 3. The informal education in the science museum can be treated as the reference for educational reform in the school.

Keyword: science; museum; education

科技博物馆在上世纪经历了巨大的变化。在这个期间,虽有少量例外,但其功能明显地已从收藏和研究转移到科学教育。科学中心的数量自从 1973 年科学技术中心协会(ASTC)成立以来已增长 10 倍以上。科学中心注重动手(hands-on)的教育方法改造了传统的科技博物馆,也使其它类型机构,包括儿童博物馆、动物园、自然历史博物馆、天文馆和植物园采用科学中心的展示理念和技术。这种普及甚至可在商业企业,例如主题公园、零售店、快餐馆和旅游船中看到。博物馆专家认为科技博物馆从它在 19 世纪诞生以来,已从传统的博物馆逐渐演变进入到第四代的所谓“建构主义”博物馆了。

一、科技博物馆范畴和分布密度

科学中心的巨大吸引力首先迫使美国博物

馆协会于 1975 年修改鉴定准则,将科学中心接纳为博物馆大家庭的成员。随着科学中心在世界的迅速发展,1989 年 9 月 5 日国际博协(ICOM)在海牙第 15 届大会上通过的章程中,将博物馆的定义修改成“为社会及其发展服务的非营利的常设机构。它为研究、教育、娱乐的目的而把人类与环境的见证物收藏、研究、传播、展示”。从而将天文馆、科学中心和非营利的动物园、植物园、水族馆等纳入了科技博物馆范畴,这些机构在美国也统称为非正规科学教育机构。

据美国因弗内斯研究会(IRA)1994 年调查估计^[1],全美这类机构至少在 1 500 个以上,而据美国非正规科学教学中心(CILS)2004 年的统计^[2],这类机构已达 2 600 家,10 年内增长 1 000 多家。现在,它们的分布密度可表述为平均每 11.5 万人有 1 家科技博物馆。

表 1 美国有关机构历年的调查分类估计量

机构类型	非正规教学中心(CILS)调查(2004)	因弗内斯研究会(IRA)调查(1994)	博物馆协会(AAM)调查(1992)
动物园、水族馆	345	151	153
植物园	525	342	318
儿童博物馆	427	134	64
自然历史博物馆(包括人类学)	438	56	252
自然中心	263	153	297
科学中心	383	309	39
天文馆	142	130(150[注 1])	184
其它[注 2]	580	81	未统计
CILS 合计	2 600	1 593	1 418

注 1: AAM 提供的天文馆仅是独立的天文馆, 而 IRA 和 CILS 所提供的天文馆可能包括在其它机构内的, 例如它是博物馆的一部分。IRA 取其与 AAM 调查结果的平均值不到一些的数据 150 作为其对天文馆的估计数。

注 2: “其它”一栏包括富含科学的综合博物馆、“名不符实”的博物馆(如植物标本馆、国家研究实验室)、混合博物馆、产业博物馆等。

二、科技博物馆教育的非正规特色

作为教育机构, 相对于正规的教育机构——学校, 它是非正规的, 科技博物馆的特色是它的资源——藏品或展品和教育方法——展览。它的教育功能主要体现在以下 3 方面。

1. 它有丰富而多样化的科学教育资源。这是指博物馆中有多方面内容和形式的展品和项目, 为广泛而多样化的观众服务。既有自然或科技历史, 又有通过临展方式反映的最新科技进展; 既有揭示科学原理的展品, 又有隐藏在科技文物背后和科学家身上的科学精神和科学思想; 既有互动的展览, 又有各种电影、图书、网上科学内容。

2. 它有自由的和社会化的学习环境。这里有几层涵义: 一是博物馆的展品和展览情景有时是模拟真实环境, 甚至是虚拟的, 特别有利于观众在体验中学习; 二是参观时, 特别是学校团体参观时或参观后可以交谈讨论, 增进理

解; 三是这里的学习不是“教师教、学生学”的传统模式, 而是观众的学习从内容到形式都可以根据自己的兴趣和需要自由选择。

3. 它是联络公众与科学家进行对话的网络中心。传统上, 博物馆常邀请科学家, 特别是著名专家与青少年会见对话, 提高青少年对科学的兴趣和职业志向, 或举办临时展览, 展示科学新发现和新发明; 如今又增加了促进科学与公众双向理解的新功能, 对新科技成就, 尤其是有争议的科学题材迅速作出反应, 主持并为各类科学辩论提供支持和服务, 吸引了社会各方面对新科学主题的关注, 从而提高公众对科学技术的理解, 特别是科学技术与社会关系的理解。面对汹涌而来的“白发”浪潮, 许多博物馆正开发专门针对老龄人群的活动和项目, 创造适合老人的学习环境。

按美国科学基金会的统计, 2001 年, 66% 受访的美国成人表示去年至少去过 1 次科技博物馆(包括动物园和水族馆等)。估计这一年全世界超过 1.5 亿人参观了被调查的 445 个科技博物馆。

所以, 美国科技中心协会(ASTC)将科技博物馆, 特别是科学中心, 视为成人教育和终身学习的资源, 成为名符其实的大众科学教育中心。

正如美国科学基金会非正规教育部主任大卫·A 尤柯博士所说的, 科技博物馆是我们知识经济中的一个重要角色, 它的教育功能的恰当定位应是“休闲学习”。21 世纪的深刻变动必将把美国变成学习型社会^[9]。

三、科技博物馆教育的历史脉络

1998 年, 美国博物馆专家海恩教授在他所著《博物馆学习》一书中^[6], 对博物馆教育提出了 4 种模式, 分别对应于科技博物馆的教育所经历的 4 个阶段: 第一代的教导解说型(Didactic, Expository), 第二代的刺激-反应型(Stimulus-Response), 第三代的发现型(Discovery) 和第四代的建构知识型(constructism)。这些阶段发展是与教育理论和博物馆的发展密切相关的。

教导解说型是与学校传统教育相同的方式。课程依学科结构分成小单位建立其原则与基础,教师依循理性、逐步的程序从简单至复杂地进行教学;此种藉由记忆及强调固定教学程序的机械式学习,仍普遍流行于学校及博物馆。例如自然历史博物馆依生物进化史年代呈现生物标本、传统科技博物馆依科技发明先后顺序和科技门类编列展览。这些传统自19世纪伦敦的自然历史博物馆和科学博物馆创建以来,相继在各国著名经典博物馆中得到了充分表现。

刺激-反应型系指学习是经过不断刺激、增强与反应形成的结果,与教导解说型同属“教师教-学生学”的传统教育思想。因此博物馆的各项展览内容,同样是按部就班,有清楚的开始及结尾,并刻意依序安排,所不同的是,刺激-反应型特别强调教育方法与训练,而教导解说型则强调教材及所学的内容。例如在博物馆展览上,参观过程要观众按按钮等方式,利用文字或在电脑屏幕上打出“您答对了”就属于此类。在20世纪初进步主义教育运动的影响下,开始出现了动态的展品。在美国,1933年开放的芝加哥科学和工业博物馆是应用这种新教育思想的里程碑。

发现型则相应于1960年代美国布鲁纳的发现学习法,认为学习是一种主动的过程,学习者在学习过程中,以自身之心智与外界信息不断交互作用及产生变化。它是一种动手做、用心学的主动教学;教学者提供适合个别学习者挑战及刺激的情境,让学习者参与、自行选择、掌握事物及解决问题等,实现希望达成的学习结果。早期科学中心的创立及其发展即是此理论的实际应用结果,当时科罗拉多大学物理学教授弗兰克·奥本海默批评了传统博物馆“被动的教育方法”,并亲自创建了旧金山探索馆,它的“动手做”标志着发现学习法应用于博物馆的历史进程的开始。

建构知识型,亦即探究型,相应于1980年代后期形成的建构主义教育理论,它比发现学习法更进一步。1990年代后期,与目前风靡世界的“动手做探究式学习”或“做中学”科学教育改革相平行,科技博物馆进入了第四代,

即所谓“建构主义时代”。建构主义教学观认为,学习不简单是知识由外到内的转移和传递,而是学习者主动地建构自己的知识经验的过程,即通过新经验与原有知识经验的反复的、双向的相互作用,来充实、丰富和改造自己的知识经验。它强调学习者的内部生成,而学习者的主动性是内部生成的核心动力。

建构主义的学习观特别适合于科技博物馆,因为在科技博物馆内,学习有以下特点。

1. 以学习者为中心,主动学习。

2. 合作学习、社会化学习。在参观过程中,学习者可以通过相互沟通和交流,相互争辩和讨论,合作完成一定的任务,共同解决问题,从而形成更丰富、更灵活的理解。

3. 情境化学习。许多活动模拟真实的场景,有利于把学习者和实践世界联系起来。

以上博物馆教学模式中,教导解说型与刺激-反应型,发现型与建构知识型,大体延续了联结论(association theory)与认知论(cognitive theory)两大派学习理论,教导解说型与刺激-反应型属于联结论,发现型与建构知识型属于认知论。

事实上,在博物馆教育的发展过程中,后来发展的模式并没有完全替代前者,而是对前者的发展和补充。在实际教学上,此4种教学模式常常是相互重叠、交替运用,此因教与学的过程,即是许多变项交互作用、影响、综合的结果。教导解说型重视教材的结构,不但能结合刺激-反应型,如撷取其中编序教学的训练方法,把复杂的教学内容分析为最简单的元素和细目,再加以审慎选择和安排,使学生有计划地学习教材后,一步一步导向教学目标;亦能让教导解说教材成为学习者主动发现与学习的一部分,并且通过触摸、思考、比较、操作等过程,将自己发现的新资料纳入其原有的认知结构,再加以组合及转化,进一步产生新的认知结构及学习成果,成为自己建构的知识。

由于博物馆服务的对象,无论年龄、性别、兴趣、专长、职业、教育程度等等均不相同,所呈现的教学方式更应该是多元的,更需要教导解说型、刺激-反应型、发现型、建构知识型四者充分运用,以发挥博物馆的最大教育功能。

四、为学校服务

参观博物馆是最基本和普遍的教育活动。在参观的群众中,学生团体一直是团体观众中最主要的一群。

据美国科学基金会(NSF)估计,每年有3 900万中小学生参观科技博物馆。其中大部分是学校团体参观,也有家长带着孩子的“亲子活动”。但是一般学校团体的参观往往漫无目的,或是“放羊式”,所以学校常需要预作准备,采取主题式或配合学校课程补充科学教学。博物馆除配合学校作出安排外,更有多种教育项目推出为学校服务。

(一) 为学校服务的规模

据非正规科学教学中心(CILS) 2004年的调查,在美国,除一般参观外,有1 825个非正规科学教育机构(ISI)有K-12(相当我国从幼儿园到高中毕业的教育)科学教育项目,约占全部非正规科学教育机构的3/4,其中科学中心比例最高(98%),紧随其后的是自然历史博物馆(97%)。比例最低的植物园和天文馆也分别有58%和63%。

ISI服务的学校数达73 000所,占美国全部学校数的62%,直接或间接影响到9 000个学区、200万教师和3 600万学生。几乎每50个中小学校和1 000个小学教师就有1个。

每年,大约有15万教师参加非正规科学教育机构所开展的教师教育活动,其中小学教师占全国的近10%。有10万教师参加97个科学中心举办的专题研习会。

支持K-12科学教育的经费已超过每年10亿美元。在过去5年中已增长4倍。平均起来,每个非正规科学教育机构每年向这些项目投入3万美元(或全部预算的5%)。他们的运行费用多少不一样,从天文馆和小型博物馆的预算5 000美元到大型水族馆、动物园和科学中心的超过1 200万美元。用于支持学校的项目,其预算的多少和所占比例也是多种多样的。教育投入和项目最多的是科学中心(10%)。

(二) 学校项目的优先度

除了一般的参观外,所有的科技博物馆都

为教师和学校和/或地区提供许多教育服务。他们认为这种支持学校的项目应是高度优先的。

优先服务于教师和学校项目以及比较优先的机构占全部机构的95%,其中85%的科学中心支持学校项目高度优先。支持学校项目的优先度不高的是植物园。支持学校项目的优先度“低的”少数机构通常是那些与公众项目有关的医药或科学的活动,但并非许多学校的核心项目。

有不少科学中心是以教育项目闻名的,例如加利福尼亚大学伯克利分校的一个科学中心——劳伦斯科学厅。它建于1968年,学校科学教育是它的优先项目,它成功开发了众多联邦、州和私人资助的项目,所开发的12门课程已被全国20%的K-12学生所使用,包括提供丰富选择的科学教育体系(POSS项目)、EQUALS和家庭数学项目、公众理解科学项目(SEPUP)以及科学和数学大探索(GEMS)等,这些项目广泛使用于美国各州和国际上。它有4个项目部:课程和研发部(重点在教材开发),公众项目部(开展展览、博物馆项目和公众活动),学生和家庭项目部,教师和领导者项目部(协调若干大型拨款资助的活动以及定型的职业发展项目)。另外,劳伦斯科学厅还建立了3个中心:

表2 支持学校科学教育项目的优先度

支持学校项目的优先度	机构百分比
高	72%
中	23%
低	5%

表3 美国非正规科学教育机构及其有关教育投入的分类

机构类别	估计数	帮助学校的比例%	教育经费比例
水族馆和动物园	345	88%	<1%
植物园	525	58%	2%
儿童博物馆	427	70%	3%
自然历史博物馆	438	97%	12%
自然中心	263	81%	3%
天文馆	142	63%	9%
科学中心	383	98%	10%
其它	580	56%	2%
合计	2 600	平均75%	

学校改革中心、课程创新中心和公众科学中心，来协调这 4 个部，使其项目的影响最大化。

帮助学校项目的优先度与博物馆大小（亦即运行费用预算）无关，但与教育预算有关。那些帮助学校的项目优先度低的机构，其教育预算的中数约 8 000 美元左右；而那些帮助学校的项目优先度高的机构，其教育预算的中数约 40 000 美元左右。

(三) 为学校服务的标准化趋势

自 1995 年美国政府颁布国家科学教育标准以来，各科技博物馆的教育项目开始了向标准靠拢的趋势，各种活动尽可能结合国家科学教育标准。例如，旧金山探索馆是国家科学教育标准在科技博物馆的试点，它帮助数百名教师将标准转化为意义重大的学生学习体验。标准为探索馆的项目提供了方向、重点、根据和杠杆，使之超越“教师在一时一地”的作用并有可能跨越制度的、地理的、政治的和等级界线进行推广。1997 年 11 月，探索馆在旧金山主办了一个讨论会，讨论国家科学教育标准对于博物馆工作的价值。可以说旧金山探索馆在科技博物馆的标准运动中起到先锋和示范作用。

美国国家科学教育标准有两个支柱。一是探究性学习，要鼓励和引导孩子们主动学习，通过探究的方式学习科学方法和精神，而不是接受现

成的结论。这是标准的深度，即标准的创新性。二是“所有美国人的科学”，指的是标准要惠及每个学生，不仅是成绩优秀的学生，而且更是成绩不好、失去学习科学兴趣和信心的学生，特别是那些因残疾或其它如民族或语言等原因的弱势学生，即美国教育“不让一个孩子掉队”。这是标准的广度，即标准的公平性。例如，针对一般认为女学生的科学和数学能力较差，在 1992 年时，科学博物馆和女童子军建立了全国性科学伙伴关系(NSP)，大部分经费来自国家科学基金会。这项目由美国女童子军和富兰克林学院科学博物馆领导，将当地的女童子军委员会和科学中心、博物馆配对，某些情况下跟大学或学院配对，向女童子军提供培训，使她们熟悉科学概念和信息。已有 75 家地方女童子军委员会、科学博物馆、大学等科学机构参加，6 年中，有 14 万名女孩参加了该计划组织的科技活动，有 1.2 万名女童子军领袖得到科普活动培训。

为促使所有的学生都具有符合标准的科学素养，美国政府将此列为最优先的政策，迫使科学中心为学校服务时都要主动配合学校正在进行的科学教育改革。以致有些学校的领导甚至说：“如果不能证明它们是如何有助于符合国家标准，我们不再允许安排参观博物馆或将项目带到学校来。”

表 4 被非正规科学教育机构服务的学校类别的分布

机构类别	所服务学校的弱势学生，其百分比是			密集地服务于弱势学生的%
	低的	中等的	高的	
水族馆和动物园	29%	31%	41%	29%
植物园	27%	34%	39%	25%
儿童博物馆	30%	31%	39%	33%
自然历史博物馆	41%	39%	19%	7%
自然中心	32%	35%	33%	28%
天文馆	30%	26%	44%	40%
科学中心	26%	40%	34%	26%
其它	35%	32%	33%	29%
综合	31%	34%	35%	27%

五、提供教育活动的类型

虽然几乎所有科学中心的活动都是教育性的,但“教育项目”一般特指那些为教育目的而组织的专门活动,这包括为学校团体提供的科学展示、巡回讲座、各种课程、实验室、研讨会、网络、影视、书刊、科学器材、与学校合作的项目、野外旅行、教师职业发展活动、自然考察以及夏令营等。其中国家级的科学教育项目有38个,如MESA项目、Jason项目、挑战者中心(见附注)等。这些教育项目通常可分为场馆教育(field trip)、到校服务(outreach)、博物馆学校(museum school)及教师职业发展等4类。

(一) 场馆教育

这里指的是学校团体到科技博物馆进行参观教学,是最常见的、最频繁的博物馆与学校互动。除去科技博物馆的一般参观(这可归入旅游功能)外,科技博物馆在实验室和工场间、气象站和电脑实验室、发明室和表演剧场、图书馆和天文馆以及范围广泛的其它场所,提供多种活动和互动。

(二) 到校服务

活力充沛的博物馆是不会等着观众上门的,他们可以带着服务到学校去,由博物馆专业人员带着展示或教材教具一起到学校,服务教师与学生,甚至学生的家人。博物馆为了向很少到博物馆参观的高中生提供服务,而将展示主动送到学校巡回,获得学校热烈的支持。

驻校服务是另一种形式的到校服务,由博物馆指派专业人员,配合课程需要,进入班级,对学生、教师提供服务,与其他形式的到校服务不同之处,在于投入的程度与时间较为深长。由博物馆人员进驻课堂,指导学生设计、制作展示,以及完成展示制作之前必要的准备,如协助学生进行研究、组织信息、决定学习方向、评估学习成效等,建立与社区分享学习成果的环境。

(三) 博物馆(或科学中心)学校

博物馆学校是美国博物馆界特有的产物,起源于100多年前,近年来再度出现。纽约州的布法罗科学博物馆与明尼苏达科学博物馆分别于

1990年和1991年开始运作这种新的学校型式。

现在一个新的加利福尼亚科学中心学校已于2004年9月9日开学,这是一所从幼儿园直到5年级的特许学校。是加利福尼亚科学中心和洛杉矶统一学区(LAUSD)10多年合作的结果。另外,还有8万平方英尺的科学中心教育分部——Amgen科学学习中心。这意味着科学中心学校直接与尖端设施相邻,这些设施中有很多科学中心项目,包括拓展项目、社区项目、教师项目、科学夏令营等。

博物馆学校的教学目标是“科学中心型的方式”与通常在学校中实施的教育方法进行整合。科学中心型的学习是独特的、体验性的、主动的、参与性的和使用实际样品的(例如实物和文物),这种学习意味着科学中心和学校的正式连接是双向的和互惠的。

整体而言,博物馆学校是指通过学区与博物馆的伙伴关系,共同设计、实施,以落实博物馆学习(museum learning)的学校,它是博物馆,也是学校。通过博物馆学校的学习,创造展品、创造展览与创造博物馆。学校带着学生到博物馆上课,同时也在博物馆的协助之下,在校园内设计自己的博物馆。教师让学生在知识或技能的过程中进行创作,将创造的过程转化为学习的过程。

对于博物馆来说,博物馆学校通过学习活动开发和评价可能在学校和科学中心的展品或展览,在此合作关系下,双方均有受惠,但最大的受益者还是学生。

(四) 教师的职业发展项目

教师教育是青少年教育的“倍增器”,在学生中培养学生对科学的兴趣,关键是教师,尤其是小学教师。小学教师中具有科学背景的人数远远低于中学,结果是他们在教学过程中缺乏自信,无法组织有效的课堂讨论。90%以上的非正规科学教育机构将他们的努力集中在小学教师。

总起来,非正规科学教育机构每年服务的小学教师占全国的近10%。而且,全美每年参加重点是科学教育职业发展活动的小学教师,约20%是在非正规科学教育机构开展的。

表 5 全美被非正规学习机构所服务的教师数按项目类别分布（每年教师估计数）

机构	专题活动	专题研讨会	短训班	后续短训班	职前培训	实习
水族馆	20 331	2 682	561	204	1 575	122
植物园	6 877	1 992	1 234	80	31	101
儿童博物馆	5 222	592	360	100	286	24
自然历史博物馆	11 321	5 853	2 170	178	1 583	222
自然中心	30 741	7 423	5 628	2 323	1 751	238
天文馆	4 650	1 370	609	87	296	9
科学中心	30 923	17 360	6 194	5 049	4 174	227
其它	4 632	1 065	1 862	860	328	61
合计	114 430	38 340	18 620	8 888	10 020	1 004

表 6 参加在职活动的全国教师估计数（按在职服务时间和学校分布的教师百分比）

去年在职服务数	小学	初中	高中
无	44%	23%	23%
少于 6 小时	31%	22%	23%
6 ~ 15 小时	19%	32%	31%
16 ~ 35 小时	4%	14%	14%
35 小时以上	3%	9%	10%

非正规科学教育机构向教师提供多种类型 and 程度的职业发展项目，包括课程和教材。这些项目有讲习班和及其后续班、专题研讨会、实习（包括驻馆实习）和上岗培训活动等。

美国科学促进会认为，美国 1950~1970 年代声势浩大的科学教育改革终归失败的主要原因之一是缺乏对教师的相关培训^⑨。1995 年，美国科学教育标准公布后，各州也都有了相应的标准。所以，现在美国教师的职业发展项目又增加了新的动力和内容。

例如，2002 年，在美国科学基金会的支持下，在旧金山探索馆成立了一个非正规教学中心（CILS），对非正规科学教育机构（ISI）与正规的 K-12 科学教育的结合进行研究。这是美国科学基金会为按科学教育标准实施科学教育改革而资助建设的 5 个中心之一，美国科学基金会提供的资助，为期 5 年，共 1 080 万美

元。该中心将研究和实践结合起来，每年向全美 1 万名中小学教师提供职业发展项目，另有 30 多个州的 4.5 万名教师参加了该馆为之骄傲的研习计划。

六、对我们的启示

（一）把科技博物馆当作科学教育基础设施来规划建设

我们的日常生活严重地依赖于基础设施，包括公路、下水道、电缆、电话网以及水系统。虽然这种设施有时可能难以见到，但它是现代生活质量的基础。类似地，教育事业和发生在全国教室里的教和学的质量也依赖于潜在的基础设施，尽管类型不同。支持教育的基础设施是由各种机构和人组成的，从家长教师协会（PTA）到大学、图书馆，以及教育研究中心。

当然还有学习的物质设备——学校建筑物、校车、课桌和黑板，也还有教育的智力设施，例如学校期望大学和学院来培训教师、产生优良教材的课程中心、促进对教和学的集体理解的研究试验室等。我们可以从上面的介绍中看到，在美国，科技博物馆（或称非正规科学教育机构）已成为科学教育基础设施的重要组成部分。但在我国，科技博物馆实际上是一大片未被认知的、有待开发的科学教育基础设施。科技博物馆的建设从数量、质量和结构诸多方面都还需要继续作出长远的安排和建设。

（二）加强科技博物馆科学教育功能的开发

科技博物馆不仅对孩子，而且对成人和老人，都是极好的终生学习资源，是实现学习型社会的途径之一。但是，尽管它在教育过程中可以发挥重要的作用，现实中却还是教育事业中的孤儿。

《全民科学素质行动计划纲要（2006~2010~2020）》提出，要“整合校外科学教育资源，建立校外科技活动场所与学校科学课程相衔接的有效机制”，为科技博物馆指出了明确的发展方向。科技博物馆在加强展览和展品开发的同时，要围绕科学教育改革重点，争取各级政府教育主管部门支持，与社会各界，包括中小学、大专院校、科研机构、工商企业、旅游行业、科技社团、公益性基金会等合作，抓紧各类教育项目和活动的开发，发挥其独特的科学教育功能。

（三）将科技博物馆的学习模式作为学校科学教育改革的借鉴。

当代兴起的认知科学正在为科学的学习理论打造基础，韦钰博士已在东南大学创建了我国第一个学习科学研究中心，并在全国幼儿园和小学开始“做中学”的科学教育改革试点。非正规教育机构中的动手型学习，历来是科学教育者所热情倡导的方式。它丰富而多样化的科学教育资源，它更接近于人类学习的自然本性的学习环境，它宽广的非正规性学习空间，应当也是教育者尽情挥洒的天地。事实上，在美国和发达国家，作为非正规教育机构一部分的儿童博物馆早就被教育家看中，对

儿童开展早期认知学习研究了。

以旧金山探索馆为标志的科学中心的兴起及其广泛普及，为当代科学教育的改革准备了丰富的思想和实践经验。物理学家、教育家弗兰克·奥本海默正是通过创建旧金山探索馆实践自己的科学教育理想。而去年刚卸任的探索馆馆长 Goéry Delacote 还是美国科学教育标准理事会的理事，通过非正规教育的方式实践着科学教育的改革事业。

可以这样认为：正是因为处在庞大、严密、稳定但保守的正规教育体系之外，非正规教育才得以无比生动活泼地不断开拓科学教育的新领域、创造新经验。

科学教育改革家们千万不要忽略这里也是科学教育改革的肥沃土壤！

附注：

①MESA 项目

MESA 始于 1970 年，是美国最创新和最成功的 5 个项目之一，2001 年获美国政府创新奖，这是哈佛大学肯尼迪管理学院评选、福特基金会资助的一个项目。也是获得 NSF 奖学金的最大项目，指定用于支持社区学院学生转到 4 年制学院去。

该项目针对教育上弱势的学生，使他们胜任科学、数学和工程技术学习。MESA 项目已扩展到全美各州，合作伙伴很多，企业方面有诸如微软、IBM 等 86 个，教育方面有加利福尼亚大学、加州大学、加州社区学院、独立高校协会以及州教育局、社区教育中心学区和学校。

② JASON 项目

这是以希腊神话英雄詹森（Jason）命名，于 1989 年被罗伯特·巴勒德博士（Robert D Ballard）创设的，巴勒德认为，作为对传统课程的补充，需要对真实世界的探索和对前沿技术的应用相结合。通过动手、真实世界的科学发现激发学生科学学习的热情。

JASON 项目主要是针对中年级（4~9 年级）师生的，它由一流科学家指导，其实时的跨学科探索提供了一个独特机会来参加真实的、合标准的多学科研究。

对教育工作者来说，JASON 提供了有效的教中年级科学的内容和手段。JASON 职业发展计划提供了在科学、数学方面高质量的在线职业发展课程和非虚构的能力教育，以及现场专题研习会和培训，帮助教师成为高质量的教师，将 JASON 项目最佳地用于课堂。

JASON 课程培训有 3 种方式：网上、网络中心和现场（例如去黄石国家公园做 1 次地质旅行）。每种形式增强了教师在课堂里使用 JASON 多媒体课程的技能。

JASON 项目的一个优势是邀请孩子们进入研究过

（下转第 77 页）

度上能够减轻人类的劳作，谨慎地开发和使用技术可以造福人类。

报告最后针对美国的国情提出了 11 条具体建议。这些具体建议未必适合中国，照搬或者简单修改后变成某种行政性的、宣传性的行动计划来实施都十分可笑，但整个报告所表现出的宏大视野甚至行文风格，对我们都有重要启示。对于中国，观念变革是第一位的，观念上没有研究和充分交流、交锋、辩论，急于拿出一个标准并行动，显然不恰当，也许还会背道而驰。

(上接第 28 页)

程，与还在进行中的科学接触，有机会看到知识的“零乱性”。也许对孩子来说，在科学未确定阶段与之相遇，将他们引入科学探索殿堂，更易使他们投身科学事业。

③ 挑战者学习中心 (CLC)

于 1986 年 4 月 24 日创立，它是一个全国性的教育设施网络，是一个互动的空间科学教育中心，使用最先进的科技和空间生活模拟器来亲自探索太空。这是由挑战者号殉难者家属发起，得到美国航空航天局 (NASA) 和企业支持，在各非正规机构落实的网络组织。

第一个挑战者学习中心于 1988 年在休斯顿自然科学博物馆向公众开放。现在已有 50 多个挑战者学习中心分布在全美 31 个州、加拿大和英国，2005 年开发的第二代模拟器又装备于 2006 年开放的韩国挑战者学习中心。挑战者学习中心可以提供 4 个专题：与彗星相会、与地球遭遇、回到月球、到火星去旅行。

今天，有 50 多万学生，每年都参加挑战者学习中心的项目。除了 3 万个班级采用了挑战者学习中心的学校项目，还有 6 000 多个教师学习模拟的要旨，用于课堂

报告的附录也很重要，其中首先列出技术哲学、技术史的相关参考资料。中译本应当保留这些附录和全书的索引。

另外值得一提的是，此报告虽然是非官方报告，但它很注意与以往其他报告的兼容性。此报告中多次提及和引用其他相关报告的内容。

作者简介

刘华杰，北京大学哲学系教授，研究方向为科学哲学、科学传播学、科学思想史；Email: antiscience@gmail.

教学。

参考文献

- [1] An Invisible Infrastructure: Institutions of Informal Science Education[M], Volume 1. Inverness Research Associates, 1996
- [2] ISIs and Schools: A Landscape Study [EB/OL]. <http://www.exploratorium.edu/cils/landscape/index.html>
- [3] 李明珠. 博物馆之教育模式[J]. 国家数位典藏通讯, 1996, 5(11)
- [4] David A. Ucko. Science Centers for the 21st Century[R]. Forum on Education Spring 2001 Newsletter
- [5] 美国科学促进会. 科学教育改革的蓝本[M]. 中国科协, 译. 北京: 科学普及出版社, 2001

作者简介

钱雷元，上海青少年科普促进会顾问；Email: xueyuanq@sohu.com

(上接第 37 页)

- [6] National Science Board, Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding, in Science and Engineering Indicators-2004[R]. 2004 U.S. Government Printing Office: Washington, D.C. p. Chapter 7
- [7] 杨永生. 信息素养内涵工具观的评价[J]. 现代情报, 2006, 26 (6): 17-19
- [8] CNNIC. 第 19 次中国互联网络发展状况统计报告[R]. 2007-01-23
- [9] 中国科学技术协会中国公众科学素养调查课题组. 2003 年中国公众科学素养调查报告[R]. 北京: 科学普及出版社, 2004
- [10] 朱效民. 中国公众眼中的科学[J]. 民主与科学, 2006 (3): 17-19

- [11] 吴国盛. 谁应担起科学传播的重任[N]. 光明日报, 2000-11-02
- [12] 朱效民. 当代科普主体的分化与职业化趋势——兼谈科普不应由科学家来负责[J]. 科学学与科学技术管理, 2003 (1): 69-71
- [13] 李大光. 科学素养的概念化过程与中国的理解[J]. 科学 (上海), 2006 (3)

作者简介

佟贺丰，中国科学技术信息研究所助理研究员，研究方向为科技政策、科普理论；Email: thf2003@istic.ac.cn