

# 美国科技类博物馆展览效果评估分析

——以 NSF 项目展览效果评估案例为例

温 超

(中国科学院大学人文学院, 北京 100049)

**[摘要]** 科技类博物馆的科普教育功能主要通过展览来实现, 展览水平的提升离不开展览效果评估的开展。本文重点分析了美国 NSF 对其资助的非正规科学教育项目的评估要求, 总结了 NSF 项目展览效果的评估框架, 并以“星球大战: 当科学与幻想相遇”巡展的评估案例为例, 探索展览效果评估如何具体实施, 为我国科技类博物馆展览效果评估活动的开展提供经验。

**[关键词]** 科技类博物馆 展览 效果 评估

**[中图分类号]** N4   **[文献标识码]** A   **[文章编号]** 1673-8357 (2014) 02-0047-07

## An Analysis of Effects Evaluation of US Science and Technology Museum Exhibition: Taking NSF-Funded Exhibition Evaluation as an Example

Wen Chao

(College of Humanities & Social Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract:** The exhibition of Science and Technology Museum is a primary approach to achieve the function of popular science education. Meanwhile, the progress in exhibition design requires the implementation of exhibition effects evaluation. This paper analyzes US National Science Foundation's guide for evaluating AISL-supported projects, summarizes the framework for evaluating effects of NSF-funded exhibition, and takes the evaluation of Star Wars: Where Science Meets Imagination travelling exhibition as an example to explore how to conduct the effects evaluation of exhibitions. The practice of effects evaluation of exhibitions in US provides useful experience for carrying out similar activities in China.

**Keywords:** science and technology museum; exhibition; effect; evaluation

**CLC Numbers:** N4   **Document Code:** A   **Article ID:** 1673-8357 (2014) 02-0047-07

科技类博物馆作为我国重要的科普基础设施之一, 担负着对公众进行科普教育的功能。这一功能主要是通过展厅里的展览来实现, 因此, 包括常设展览和短期展览在内的

展览是科技馆的基石。展出之后的效果如何? 是否提升了公众的科学素养? 这是科技类博物馆展现其功能与价值最直接的证据, 因此需要科学、系统地加以评估, 才能准确作答。目

收稿日期: 2013-12-08

作者简介: 温 超, 中国科学院大学人文学院新闻与科学传播专业硕士研究生, Email: wenchao11@mails.ucas.ac.cn.

前,科普工作中的评估重点主要放在中国科普基础设施发展评估、科技馆免费开放的监测评估和流动科技馆的绩效评估等<sup>①</sup>,对展览效果评估的动力和认识不足。本文以美国具有典型范本意义的国家科学基金会(以下简称NSF)项目的展览效果评估报告为例,分析美国在科技类博物馆展览评估中的做法,借鉴其评估工作经验,对于推动中国科技类博物馆展览评估工作,加强科技类博物馆展览评估研究有着参考价值。

### 1 NSF 展览效果评估的典型性

美国的项目评估走在世界的前沿,世界各国评估的演变和发展均受到美国的影响。美国较为系统的项目评估研究是从20世纪50年代起开始兴起<sup>②</sup>,对于包含科技类博物馆(即科学技术馆、科学中心、自然博物馆、天文馆和工程技术博物馆)在内的博物馆评估则从20世纪90年代开始受到欧美博物馆界的重视<sup>③</sup>。

在美国联邦政府部门中,国家科学基金会发挥了最大的科普作用<sup>④</sup>。通过1957年发起公众理解科学计划(PUOS),以及在此基础上,1983年继续开展的非正规科学教育项目(ISE,已于2012年更名为促进非正规科学、技术、工

程和数学学习项目,以下简称AISL项目),NSF资助了大量科技类博物馆设计和制作的常设展览和巡回展览<sup>⑤</sup>。正是由于NSF的资金支持和对评估的强调,强有力地推动了美国科技类博物馆展览的发展和成熟。

AISL项目从1985年起共资助的167个科技类博物馆展览项目,总资助额超1.3亿美元<sup>⑥</sup>。即使是拥有19所博物馆、艺术馆机构的史密森博物学院,在设计展览涉及非正规科学教育领域时,也会优先选择申请NSF的资助。可以说,提交给NSF的展览效果<sup>⑦</sup>评估报告是目前美国科技类博物馆展览评估的典型范本。

### 2 NSF 对评估的要求

按美国国家研究委员会(NRC)在*Surrounded by Science*一书中的定义,评估是指“一系列方法和技术”,用来判断一个项目、方法或手段的有效性或质量;提升其有效性;报告其设计、开发和实施过程中所做出的决定<sup>⑧</sup>。按项目阶段来划分,评估主要分为前置性评估、形成中评估和总结性评估。针对非正规科学教育领域,总结性评估重点关注项目的整体效果,因此,科技类博物馆展览的效果评估主要是通过总结性评估来体现(图1)。

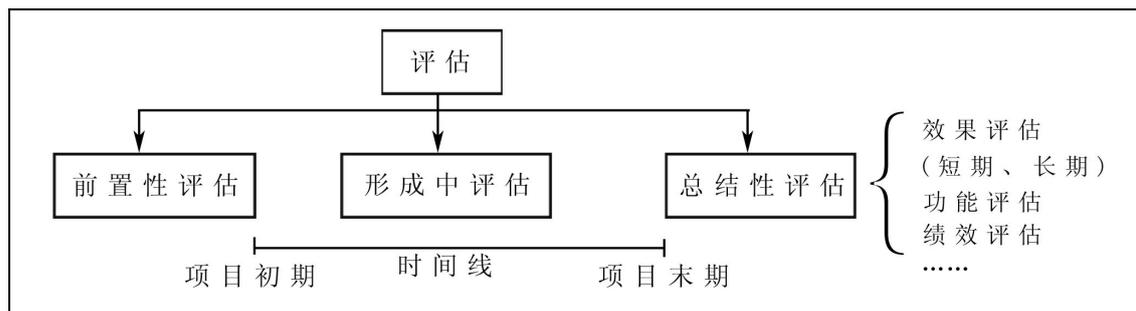


图1 评估的类型

不同于学术研究,效果评估的首要目标是让项目资助机构(或称为利益相关方,Stakeholders)了解一个项目的执行情况,是否有继续开展下去的必要,如有必要,有哪些地方需要加以改进。其次,效果评估对整个非正规科

学教育领域的发展具有促进作用,无论是项目资助方、政策制定者或科技类博物馆从业人员都可以从中吸取经验教训。当然,项目本身也能从评估中获益,可以更加精确地了解项目中发挥作用的具体部分、项目预期目标的完成程

①数据来源: NSF FUNDING [http://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=504793](http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=504793)。

②英文中与中文中的“效果”意思相近的词有 effect/effectiveness/impact/outcome, 本文将根据应用情境使用“效果”、“影响”两种说法。

度以及项目最终达成的效果。

相比于其他公共资金，NSF 对非正规科学教育领域的项目资助力度更大，每年资助约 55 个新项目，大部分项目的平均持续时间为 3.5 年。以 2014 年为例，AISL 项目将为新项目资助 2 000 万 ~2 700 万美元<sup>①</sup>。因此，每年都有众多机构参与到竞争之中。AISL 项目在其项目招标说明中指出，应包括评估和外部评审。对于科技类博物馆的展览来说，总结性评估是证明展览效果的首要方式，评估方案必须将其包含在内，通过独立和严格的评估，寻找出展览已达到预期目标的证据。

当 NSF 决定对某一具体项目进行资助之后，将采取以下四个步骤以监测项目的执行情况：（1）确认目标观众及可能产生的预期效果；（2）进行创新产品和策略设计以达到预期效果；（3）要求获得资助的项目提供项目组成员和合作方名单，并确保其有能力达成预期效果；（4）最后提供总结性评估，描述目标观众达到的效果。

目前，NSF 要求所有 AISL 项目负责人在项目执行周期内，将相关数据上传到维思达特公司（Westat）开发的在线项目监测系统（OPMS，网址为 <http://www.iseopms.org/>）里，该系统仅针对 AISL 项目，上传内容如表 1 所

表 1 NSF 在线项目监测系统主要收集的信息

类别	填写时间节点	内容
基本数据	项目获批、预测项目成果	a.执行机构、核心项目组成员和合作方 b.最终交付成果 <sup>②</sup> 信息 c.预期观众特征 d.预期影响和效果 e.研究模型设计和数据收集方法
年度数据	年初，汇报项目阶段成果和达成的效果	a.更新基本数据(如增加核心项目组成员)
终期数据	项目结题时，总结项目成果及达到的效果	b.项目执行获得的真实数据 c.预期效果获得的程度 d.面临的挑战和吸取的经验教训 e.上传成果(如调查、研究模型)

①数据来源：[http://www.nsf.gov/ehr/AISL2013\\_Final.pdf](http://www.nsf.gov/ehr/AISL2013_Final.pdf)。

②交付成果 (deliverable)，项目为达成其预期效果而创作、生产、制造出的精神或物质资料。展览即为其中的一种。

示。通过这一系统，一方面 NSF 可以随时监测项目执行的情况，另一方面利用该系统记录下的数据将方便项目完成评估报告。

### 3 NSF 评估框架的提出

在 NSF 在线项目监测系统中，项目效果的提交主要是依据 NSF 提出的一个评估框架<sup>①</sup>（以下简称 NSF 评估框架）。NSF 评估框架提出的目的主要是为 NSF 资助的项目提供一个更加系统的评估手段，指导项目负责人通过设计和实施总结性评估，来汇报项目达到的效果。同时，NSF 可以更方便地检查资金使用情况 and 整体效果，利用同一套体系来监测、分类、聚合每一个项目的效果，并提交给各类利益相关者。

具体到如何评估展览的效果，NSF 评估框架的指导手册中专门设有一节进行讨论，建议可以从知识 (knowledge)、兴趣 (engagement)、态度 (attitude)、行为 (behavior) 和技能 (skills) 五个维度进行评估（见表 2）。在此基础上，提出了相应的评估方法，包括问卷调查法、深度访谈法、焦点小组法、观察法和学习单测试法等。

总体来说，NSF 对评估严格要求的同时，也认识到在非正规环境下评估的难点。有研究表明，观众在一个解释性展品前最多停留 20 分钟<sup>②</sup>。中国科技馆 2013 年的调查显示，半数以上的观众在主展厅的参观时间少于 3 小时<sup>③</sup>，其中还包括确定参观路线、吃东西、休息、闲聊等的时间。一般观众参观科技类博物馆的目的并非是学习，而是娱乐休闲，展览产生的效果往往不够明显，且因人而异。因此，对于科技类博物馆展览来说，典型的效果主要体现在观众的兴趣、情绪和知识的变化，而态度、行为，以及深层次的概念理解方面往往变化较小且难以准确测量与评估。福克等人的研究同样发现，参观完科技类博物馆之后，观众发生的变化主要集中在知识和技能的增加<sup>④</sup>。

表2 NSF 评估框架中的效果分类<sup>①</sup>

效果分类	定义	表现
知识	目标群体对科学话题、概念、现象或理论的熟悉、理解、精通、领会发生的可测量变化	a.可以是参观展览期间或之后，观众用语言和图像表达出来的知识、意识和理解 b.观众表达出展览主题 c.观众理解展览与现实之间的联系，从展项中习得科学知识，在增强原有知识的基础上，做出推论或是成为未来继续学习的经验基础 d.随着时间推移，对科学概念的记忆情况
兴趣	目标群体对科学话题、概念、现象或理论的兴趣、好奇发生的可测量变化	a.观众参观展览之后，引发的正面或负面情绪 b.引发新观众或原本不感兴趣的观众的短暂或长时间的兴趣 c.产生兴趣的观众进一步参与到展览体验之中
态度	相对之前，目标群体对科学的看法、观点、立场发生的可测量变化	a.对大多数展览来说，态度的变化可能比较小，也不一定是积极的变化 b.参观展览的行为可能会使观众产生以前并不存在的态度或改变态度 c.可以是针对特定人群、职业、科学问题、物种或生态系统、活动、理论的态度变化 d.相对于知识和兴趣，态度往往依赖于观众自我报告，可信度更低
行为	通过非正规学习的经历，在特定活动中产生了特定的行动或表现的可测量变化	a.对大多数展览来说，带来长期的行为变化是比较困难的，可评估一些细节之处的变化 b.有影响的展览经历可以使观众在参观结束后自发获取知识 c.可以调查展览附近的变化，如能源展览的举办引起节能灯泡销量增加 d.观众可能受到评估者的影响而说出正面的行为变化
技能	特定的能力得到发展和/或强化的可测量证明	a.观众学会之前不会做的、科学相关的事情 b.观众在现实中积极使用参观时习得的科学相关的技能 c.典型的技能包括：探究的能力、使用科学仪器的能力、在非正规环境下学习的能力，以及其他与科学相关的能力

#### 4 NSF 资助的展览评估案例

总体来说，NSF 评估框架是一个非常灵活的指导意见性文件，对项目效果评估的限制和约束非常小，仅是指出了几个评估的关键点。为了更好地理解 NSF 评估框架是如何应用的，现从 AISL 项目选取一个科技类博物馆展览评估案例进行分析。因为评估方案的优劣无法横向比较，故筛选出 NSF 自 2000 年以来资助金额最高（2 738 060 美元）的一个展览项目<sup>②</sup>，即项目编号为 0307875 的“星球大战：当科学与幻想相遇”巡展<sup>③</sup>的评估报告加以分析。

##### 4.1 评估对象

“星球大战：当科学与幻想相遇”巡展（Star Wars: Where Science Meets Imagination）由 NSF 资助，是美国波士顿科学博物馆（MOS）联合卢卡斯影业（Lucasfilm Ltd.，《星球大战》系列电影制作公司）及科学博物馆展览协作组织（SMEC）设计制造的。该展览的展

品涉及的科学内涵包括空间旅行、机械臂、机器人、悬浮技术等，主要展示手段包括多媒体、模拟体验、交互式体验、PDA 视频 / 语音 / 图像导览设备等。

在提交给国家科学基金会的项目申请书上，“星球大战：当科学与幻想相遇”巡展的整体目标为“利用《星球大战》系列电影的成功、流行和想象力来吸引观众，让他们投身于展览之中，以达成新的技术素养目标”。包括：（1）说明技术的本质；（2）强调在工程和艺术设计过程中想象力和创造力所扮演的角色；（3）让观众思考该如何看待技术发展对环境和社会带来的潜在影响；（4）让观众，尤其是成年人观众，对当下热门的研究主题及其过程更加熟悉，找到不断自我提升的方法；（5）让观众，尤其是儿童，扮演未来的科学家、工程师等角色，探索未来的科技；（6）让教师和家长更加熟悉新的技术素养标准及其资源，以便于其进一步实施。

<sup>①</sup>根据“The National Science Foundation. Framework for Evaluating Impacts of Informal Science Education Projects[R], 2008”总结。

<sup>②</sup>数据来源 NSF FUNDING [http://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=504793](http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=504793)。

<sup>③</sup>项目网址 [http://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD\\_ID=0307875](http://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=0307875) 项目全称为：以星球大战系列电影中的科幻技术为例而设计的融合技术、想象和未来的巡展（Traveling Exhibit on Technology, Imagination and the Future Using the Fantasy Technologies in the Star Wars Movies as Examples）。

## 4.2 评估主体

该巡展的评估工作主要是由第三方提斯代尔咨询公司 (Tisdal Consulting) 完成, 但两个评估开展的场馆, 波士顿科学博物馆和哥伦布市科学与工业中心的部门均为评估提供了协助。提斯代尔咨询公司是由凯里·提斯代尔 (Carey Tisdal) 于 2004 年创办, 业务范围包括观众研究、项目和展览评估、项目规划及评估培训。

## 4.3 评估目的

“星球大战: 当科学与幻想相遇”巡展的评估目的非常明确, 即通过评估, 为该巡展的开发设计团队、科学博物馆展览协作组织以及出资方提供充足的信息, 进而可以判断该展览是否达到了预期的结果。评估结果同样可以为该巡展在其他场馆的展出提供参考意见。

## 4.4 评估方法

“星球大战: 当科学与幻想相遇”巡展效果评估主要采用了自然主义方法论来收集和分析数据。所谓“自然主义方法论”, 是指从多角度出发, 观察真实环境里的调查对象, 以实现整体把握。这一方法论强调收集和分析数据手段的系统性以及实地性。利用自然主义方法论, 可以多途径、多角度地捕捉和记录不同类型受访者群体的活动过程, 最后以详细描述的形式呈现。而该展览的效果, 最终也会体现在调查的结果里。

具体来说, “星球大战: 当科学与幻想相遇”巡展效果评估主要采用了定性和定量相结合的评估办法, 包括: 跟踪与计时研究法、展览出口结构化调查、观察法、深度访谈法。设计的评估工具有包含 21 个问题的评估框架、以展区平面图为蓝本的跟踪和计时工具、引导访问员在展览出口进行结构化问卷调查的脚本、团体深度访谈设计、易用性观察和不同性别与年龄的儿童主题绘画等。

儿童主题绘画是本次评估的亮点之一, 问卷调查或访谈时, 与儿童沟通获得有效的信息存在一定的困难, 但是利用这一方法, 可以加强访问员与儿童之间的联系, 深入了解不同年

龄和性别的儿童最关注展览哪些部分, 另外, 儿童可以通过绘图来表达参观的收获。

## 4.5 评估内容

提斯代尔咨询公司与该巡展的开发设计团队、波士顿科学博物馆的研究与评估部门员工共同制定了评估的内容, 即这份总结性评估报告要回答以下几个问题: 第一, 吸引不同目标观众群体的效果: 本次展览在多大程度上和通过什么方式促进了不同目标观众的参观行为? 第二, 异质观众群体的参与度: 不同类型的观众 (包括残障人士) 在多大程度上和通过什么方式参与到本次展览之中? 第三, 展览的效果: 参观体验在多大程度上和通过什么方式影响了观众的知识、态度和技能?

在评估展览效果之前, 首先需要对 NSF 评估框架中指出的“目标群体”及展览功能性因素进行评估。科技类博物馆与大众传媒一样, 针对的都是规模巨大、具有分散性和异质性 (分布于社会各个阶层, 成员拥有不同的社会属性)、匿名性、流动性、无组织性、同质性 (行为倾向) 的大众。特别是, 科技类博物馆展览的传播过程还包含非语言传播和人际传播过程, 产生的效果更加具有多样性和复杂性。传媒效果领域的研究发现, 并不是所有的传播活动会产生效果。任何传播活动的效果都受限于传播发生的条件, 个体差异、环境因素是影响大众传媒效果的重要中介因素<sup>[4]</sup>。

### 4.5.1 评估展览的观众

认识到个性差异是影响展览效果的重要因素之后, 评估方完成了受众的细分化, 即按不同的角度对观众群体进行了划分: (1) 观众对星球大战系列电影的热爱程度, 包括漠不关心者、探索者、冒险者和狂热者; (2) 观众原有的科学知识储备和对科学的兴趣程度; (3) 观众在参观中承担的社会角色来划分, 包括陪同参观者、团队负责人、学习向导和以自己参观体验为首要目的的观众; (4) 对展览的不同期待程度; (5) 评估方按观众来源 (距离展览的远近程度) 筛选了三组典型家庭观众进行了观察和访谈; (6) 残障人士的参观体验。

#### 4.5.2 评估观众的参观过程

不同类型的观众具有不同的个人意识和选择性,在科技类博物馆展览的参观过程中,他们具有自主性和选择性,但另一方面观众也受到一系列主客观因素的制约,如展厅环境、展项特点、他人影响、接触展项的程度等,因此,需要对他们参与到展览之中的过程进行评估。评估方主要从三个方面进行调查:

(1) 利用跟踪与计时研究法,得出有效观众比例(%DV)和参观速率指数(SRI)两个量化指标。这两个指标是希瑞尔提出的,前者是指在超过半数展项前停留的观众比例,后者是指展厅面积与受访观众参观展览所花费的时间之比。利用这两个指标,可以比较相同规模的展览的被参观程度,希瑞尔定义,有效观众比例(%DV)高于51%,即观众在超过51%的展项前停留,参观速率指数低于300,即观众在展厅内的移动速度每分钟低于300平方英尺(约27平方米),这样的展览可以算作一个“被彻底参观的展览”<sup>[8]</sup>; (2) 评估特定展项的吸引力和持续力。这两个概念是毕古和雪特尔提出的,前者是指观众停留在某一展项前的比例,后者是指观众参与到展项中的时间,可以用来确认观众是如何分配参观展览的时间<sup>[9]</sup>; (3) 调查参观体验中的参观路线、等待时间、与工作人员的互动和动手展项的使用情况。

#### 4.5.3 评估观众的满意度

研究表明,情感在态度形成与改变过程中有着重要的作用<sup>[10]</sup>,会影响其参与展览的程度,因此观众对展览的满意度是国内外科技类博物馆关注的重点。本次评估同样调查了观众对参观经历的满意程度,并着重探讨了令观众满意或不满意的因素,即与展览规模、参观条件、展品互动性和拥挤程度等方面的联系。

#### 4.5.4 评估展览的效果

评估一个展览是否有效,往往是和展览要达成的目标相联系。结合NSF评估框架,评估方运用多种方法来发掘可证明NSF评估框架中五个维度发生变化的指标:

(1) 知识。首先是通过出口结构化调查问卷和深度访谈,来确认观众是否感知并理解了展览主题、技术/创造力/科学实验等概念、展览中提到的科学现象。其次,让观众写下其对展览印象最深的部分,针对儿童观众,则让他们通过绘画来表现。当观众受到展览的影响而将脑中存储的相关记忆激活时,这是展览这一媒介的“诱因机制”在发挥作用,它会引发人们将过去所获得的科学知识、概念、想法等与参观中获取的新内容联系起来,因此评估还调查了观众,尤其是成年人观众通过参观展览,他们对真实世界中技术的种类和科学研究过程的记忆被唤起的程度。

(2) 兴趣。对科学话题、概念、现象或理论的兴趣的变化主要通过三个方面来评估:首先是观众,尤其是儿童观众是否在动手类展项中显示出尝试解决问题的意愿,以及对科学活动追求的兴奋与热情,这点在儿童主题绘画调查中得到了补充。其次是儿童观众对未来从事职业的期望,是否有兴趣从事与科学相关的职业,这点主要通过深度访谈得出。最后则是调查观众是否有再次参观展览的倾向。

(3) 态度。在说服研究中,态度往往被看作是处于获得新的、有说服力的讯息和随后的行为改变之间的极为重要的协调者<sup>[11]</sup>。但如前所说,态度往往依赖于观众自我报告,可信度比较低。该展览试图影响观众对技术的认识,即在权衡新技术对个人和社会的正反两面影响之后,做出自己的判断,另外希望观众能通过参观后意识到人人都可以自行设计解决科学问题的方案,评估方对这两点进行了调查。该展览希望通过星球大战系列电影的吸引力,将部分潜在观众转化为实际观众,因此评估还着重调查这部分观众对科学的态度变化。

(4) 行为。观众的行为变化往往要通过对展览的长期效果进行评估。评估方采取了在线的跟踪调查来了解参观展览的后续影响,虽然反馈率只有19.4%,但是回复的观众提供了自己在现实生活中行为发生改变的例子。当然,

评估方在总结性评估中同样调查了观众了解了展品所展现的科学技术之后,是否变得更有动力去了解现实中的技术,以及他们是否愿意继续从此次参观开始的科学探索过程,在现实生活中学习更多的科学知识。

(5) 技能。在该展览中设有两个工程设计实验室专区,因此评估重点调查了观众的工程设计技能是否随之提升、是否了解并向他人复述工程设计的整套流程。

## 5 小结

笔者对国内十余家科技类博物馆工作人员进行调查,了解到,除个别大型馆之外,绝大部分均未开展展览效果评估工作。造成这一现象的原因有很多,但不可否认的是,业内缺乏成功的、得到广泛认可的评估方案是重要因素之一。

在访谈中,笔者了解到,目前,在我国科技馆界,判断一个展览的好坏,基本还是利用经验和感性的方法。观众人数是最低层次的判断标准。与一个参观人数稀少的展览相比,观众踊跃参观的展览可以算做是一个“更好”的展览。但是,这个指标一来非常容易受到非展示因素的影响,二来并不能反映观众参观过后产生的效果与展览目的是否相吻合。另外,在访谈中了解到,部分科技馆的短期展览并不单设门票,连观众人数都不曾统计,展览办完了就了事的情况非常突出。

美国以 NSF 项目展览效果评估典型的评估实践,从评估要求、评估框架、评估方法、评估内容等方面,都为我国提供了一些值得借鉴的经验。相对于我国,美国对非正规情境下公众科学教育的研究和评估有了初步的探索,我国科技类博物馆可在美国现有的评估实

践基础上,根据自身特点,设计出一套自己的展览效果评估指导框架方案,最终引导我国科技类博物馆展览水平的整体提升。

## 参考文献

- [1] 中国科协.中国科协 2013 年科普工作要点[EB/OL]. [2013-10-07]. <http://www.cast.org.cn/n35081/n35473/n35518/14495547.html>.
- [2] 霍华德·弗里曼, 马克·李普希, 彼得·罗希. 评估: 方法与技术[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2007.
- [3] 倪杰. 一个巡展的观众行为初探[J]. 中国博物馆, 2013(2): 82-93.
- [4] 杨讯丁. 美国科普工作一瞥[J]. 全球科技经济瞭望, 1996(4): 17-20.
- [5] Ucko D. The Learning Science in Informal Environments Study in Context[J]. Curator, 2010, 53(2): 129.
- [6] Fenichel M, Schweingruber H A. Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments [M]. Washington, DC: National Academies Press, 2010.
- [7] Westat, National Science Foundation. Primer for the Informal Science Education (ISE) Project Monitoring System [EB/OL]. [2013-10-07]. [http://informalscience.org/images/research/ISE\\_OPMS\\_Primer.pdf](http://informalscience.org/images/research/ISE_OPMS_Primer.pdf).
- [8] Serrell B. Paying attention: Visitors and museum exhibitions[M]. Washington, DC: American Association of Museums, 1998.
- [9] 中国科技馆科研管理处. 2013 年中国科技馆观众满意度调查报告[R]. 2013.
- [10] Falk J H, Scott C, Dierking L, et al. Interactives and visitor learning[J]. Curator, 2004, 47(2): 171-198.
- [11] 詹宁斯·布莱恩特, 苏珊·汤普森. 传媒效果概念[M]. 北京: 中国传媒大学出版社, 2006.
- [12] Bitgood S, Shettel S. The classification of exhibit evaluation: A rationale for remedial evaluation[J]. Visitor Behavior, 1994, 9(1): 4-8.
- [13] Jorgensen P F. Handbook of communication and emotion: Research, theory, applications, and contexts [M]. San Diego, CA: Academic Press, 1998.

(责任编辑 谢小军)