

网络时代中成年人科学知识的学习*

乔恩·米勒¹ 著 步凯² 译 李大光² 校

(美国密歇根州立大学, 东兰辛市 48824-1115)¹ (中国科学院研究生院, 北京 100049)²

[摘要] 本文概述了网络时代中成年人学习本质转变的一个不同观点。原有仓储式 (warehouse) 的学习模式正在被即时性的信息获取模式所取代。美国国家研究理事会的报告过多地关注为现存的机构发掘任务, 而轻视了信息获取与成人学习方面各个领域发生的巨大变革。对于现存数据的分析显示出, 正规学习与非正规学习之间存在的相关性影响, 并指明了在未来推进成人科学学习方面所存在的机会。

[关键词] 网络传播 科学学习 科学素养

[中图分类号] N4

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-8357(2011)05-0036-09

Adult Science Learning in the Internet Era

Jon D. Miller¹

Translated by Bu Kai² Reviewed by Li Daguang²

(Michigan State University, East Lansing 48824-1115)¹

(Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)²

Abstract: This article outlines a different view of the changing nature of adult learning in the Internet Era. The old model of learning the warehouse is being replaced by a just-in-time system of information acquisition. The NRC report focuses too heavily on finding missions for existing institutions and pays too little attention to the pervasive changes in information acquisition and adult learning in all areas. An analysis of existing data demonstrates the relative impact of formal and informal learning and points to opportunities for enhanced adult science learning in the future.

Keywords: Internet communications; science learning; science literacy

CLC Numbers: N4

Document Code: A

Article ID: 1673-8357(2011)05-0036-09

我们生存在充满科学和技术的时代。成年人扮演着消费者、父母、病人和公民的角色,

需要越来越高的科学理解能力以作出个人选择和政治选择。21 世纪最重要的一项挑战在

收稿日期: 2011-08-30

作者简介: 乔恩·米勒, 美国密歇根州立大学教授、国际科学素养促进中心主任。

译者简介: 步凯, 中国科学院研究生院人文学院新闻与科学传播系硕士研究生, Email: bukai10@mails.gucas.ac.cn;

李大光, 中国科学院研究生院教授, Email: ldaguang@vip.sina.com。

* 中国科学院研究生院外语系硕士研究生罗跃光对本文的翻译提出了宝贵的意见。翻译过程有删减。

于如何向公民提供充分的正规和非正规教育,以使公民具有足够的科学素养,进而维持民主政治体制。

国家研究理事会关于成人科学学习的最新报告《在非正规的环境中学习科学》及时地提醒我们认识到终身知识获取的重要性,以及对于自然世界和人工世界的科学知识保持理解能力的重要性。多数成年人结束正规学校教育后仍学到了大量的科学知识。尽管现在的成年人中几乎没有人接受过关于干细胞的任何正规教育,但我们希望公民在面对这些问题的激烈争论时能够有清楚的认识,并在投票支持某项提案以修改一项政治决议的时候能够作出政治判断。报告强调终身学习,并且对于有关成人学习结果的现有文献给予了密切关注,这是值得称赞的。

然而,纵观整份报告,我感觉到报告重点强调了为现存机构和项目寻找到可行的任务,对于快速变化的外界环境未给予充分的注意,而成年人的各种知识学习行为正是在这样的环境中进行的。理事会完成了一份两页的非正规科学学习的主要历史事件总结,其中并没有提到《新星》(Nova)科学电视节目和探索频道(Discovery Channel),也没有提到网络。这份报告的七项建议可能完成于1980年,那时互联网还没有出现。这并不是说这些建议自身缺少价值,而是说它们对于21世纪中成人的科学学习几乎没有提出任何见解^①。

1 21世纪公民科学学习所呈现的模式

至少近百年来,人们普遍把在学校、博物馆和许多其他机构学习科学知识的模式比作仓储式的。这个模式的目标在于给予包括学生和成人在内的学习者以科学事实,并储存在他们的记忆里,以备未来之需。学校强调并

测试学生记忆力;博物馆设计展览则传递大量的用于记忆的信息。

仓储式的记忆正在商业社会中消失,并被一种即时性的学习机制所取代。个人电脑以及其他很多产品在客户订购之后才被组装并被很快地装运。网络的发展使得这样的转变成为可能。相似的发展进程正在广阔的领域内改变着成人获取信息的方式。

我们处在这种变革的起始阶段。这样的变革将会对各个领域的非正规学习产生深远的影响,包括成人的科学学习。

2 是否有证据证明这种变革正在进行

这种变革说起来容易,但是寻找到进行变革的证据并且尝试理解变革的范围和强度非常重要。通过运用近25年来国内的各种调查材料,本文的分析将会呈现出包括报纸、杂志、图书、博物馆在内的传统信息源的使用情况。这里的信息是一个广义的概念,包括公开的信息搜索、信息浏览与监控以及附带的学习过程。这一分析将会把这些传统的模式与新兴的网络应用模式进行对比,包括在线报纸、网站、博客和电子邮件。

一项关于过去20年媒体使用情况的调查显示出,报纸和新闻杂志的读者量呈下降趋势(见图1)^②。现今,大约一半的美国成年人平常会阅读报纸。传统印刷新闻周刊的市场在过去20年间显著萎缩。大约60%的美国成年人称他们每天看一个小时或更长时间的电视新闻。Pew调查中心(Pew Research Centre)以及其他来源的报告显示出,传统电视网新闻节目的收视率持续下滑。若干家有线新闻频道同时运行着网站并鼓励观众在线了解相关信息和更多有深度的信息。

美国国家科学委员会《科学和工程指标》

^①国家研究理事会报告似乎把阅读和数学讲授认定为讲授时间的对立面,并且在整个报告中系统地忽视了数学学习。我认为这是不正确的。阅读和数学技能是理解科学的前提条件。即使不是科学家,人们也越来越需要通过了解一些关于可能性和量化性知识来理解科学。通观全文,我的措辞“科学”包括科学、数学和技术。

^②图1中的报纸的阅读人数是通过如下方式来计算:对于那些宣称自己每天都读报纸的被试者给予满分,对于那些表示每周阅读几次报纸的被试者给予一半分数。

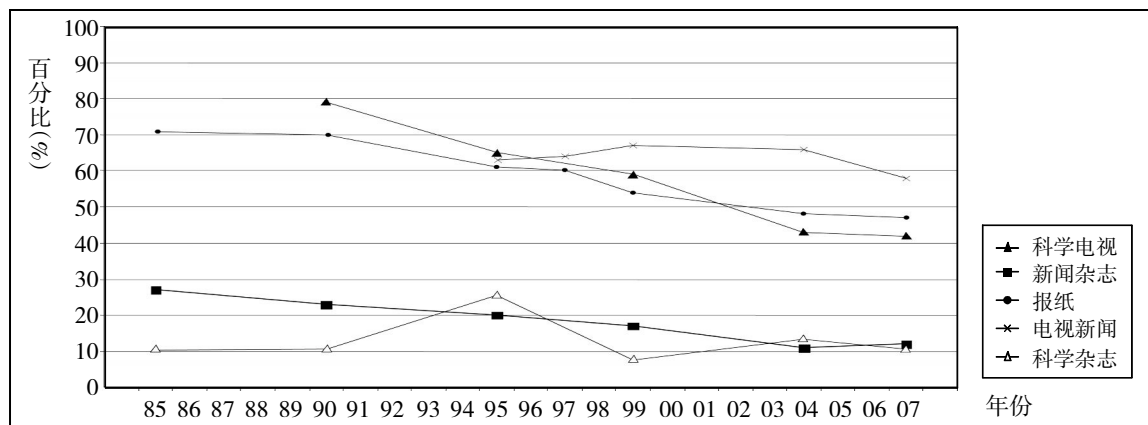


图1 媒介的选取使用情况 (1985-2007)

20余年的调查数据显示,在20世纪90年代初期,科学电视节目的观众数量大于传统报纸的读者量,但是在1985-2007年的20余年,这一数量逐渐减少(见图1)^①。尽管这项科学电视收视测量数据基于一个月至少看一次科学节目的观众的自我报告,这一数据仍反映出20世纪90年代科学电视节目传播情况不错。科学杂志的市场份额在90年代中期达到峰值,如今已经下降到与新闻杂志几乎同样的水平。之所以出现这种情况,重点不是信息是否及时,而在于来自科学电视和以电子形式提供深度信息的网站的挑战。

伴随着这些转变,电脑和网络成为现代生活的一部分。在1985年,只有34%的美国成年人能够在工作中或家里接触到电脑,但是20年后,84%的美国人称他们在工作、家里或学校中使用电脑。在90年代末期,更多的美国成年人能够使用网络。1997年,28%的成年人称他们可以在工作或家里接入并使用网络,而到2007年,这个数字上升到70%。

在这样的情境下,科学博物馆、自然历史博物馆以及其他非正规的科学学习机构为了能够在非正规科学学习资源服务的商业价值方面保持自己的市场份额而挣扎。观察比较

博物馆近25年来的参观数据可以发现,90年代,动物园和天文馆的参观人数有了显著增长,但是在21世纪的第一个10年,这些机构的参观人数减少了(见图2)^②。过去的25年来,科学和技术博物馆以及自然历史博物馆(包括艺术博物馆)的市场份额逐渐下降。在过去10年中,非正规科学学习设施的参观人数不断下降,而这恰恰伴随着网络以及相关信息技术的发展。

成年人不仅仅依靠单一的信息来源获取科学信息和理解科学,而是倾向于在多样的组合中使用多样的信息来源,选择正在变得更加多样化,与此同时,不同选择之间的联系也更加紧密,认识到这点非常重要。2007-2008年成年人参与各种学习和信息获取活动的频率分析显示出当今信息杂烩的丰富性和多样性(见表1)。包含在表1中的一整套学习和信息获取活动表明,几乎没有人仅仅依赖于单一信源或媒介来认识周围的世界,这同时证明了成年人网络浏览能力的不断提升。

鉴于美国成年人在近几十年中接触到的众多的大众媒体和科学媒体,我们有理由探究这些传统学习资源在公众理解科学技术方面产生的影响。

①图1、2、3中的数据来源于1989、1991、1993、1996、1998和2000年国家科学委员会的《科学和工程指标》。本文中有关2005年和2007年的数据来源于“科学电视节目对成年人科学学习的影响力评估”,该项目是在国家科学基金的支持下完成的。

②以每100个成年人中参观博物馆的人数来表示参观数据。因为每年参观次数比美国成年人人数要少,这使得平均值小于1。所以通过所采取的指示方法能更明显地看出博物馆的利用率。

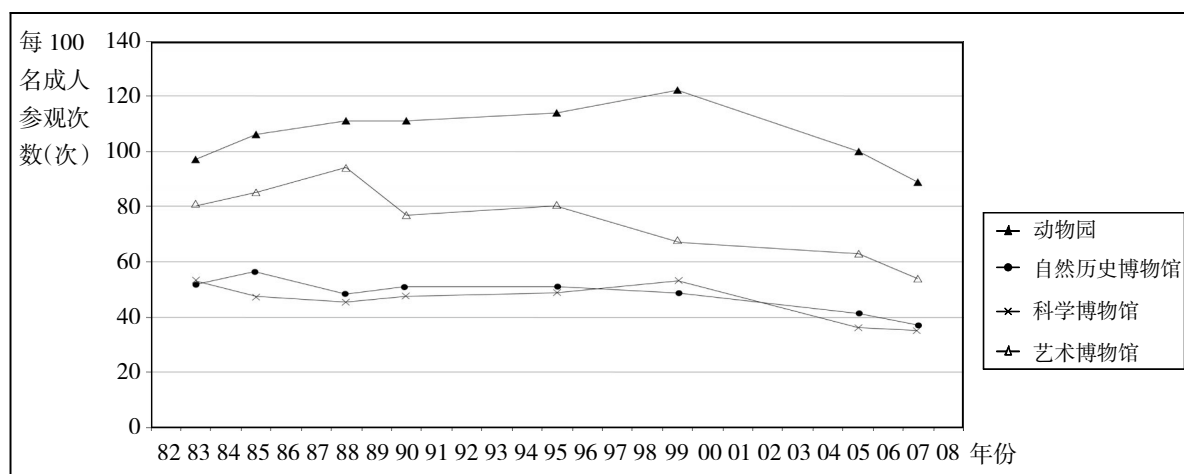


图 2 成年人参观博物馆等非正式科学学习机构的情况（1982–2008）

表 1 成年人对所选的信息和学习资源的使用情况（2007–2008）

自己陈述关于学习和获取信息的活动	百分比 (%)	自己陈述关于学习和获取信息的活动	百分比 (%)
上一年度读过一本或多本书	77	每天都读印刷报纸	28
上一年度在家里上过网	70	上一年度至少参观过一次艺术博物馆	26
上一年度借助网络寻找过地点和方位	63	上一年度每周至少观看三次网络电视新闻	27
上一年度每周至少观看三次当地电视新闻	61	上一年度在网上买过至少一本书	27
上一年度至少参观过一次公共图书馆	59	上一年度至少参观过一次自然历史博物馆	24
上一年度在网上寻找过健康和医学方面信息	58	上一年度在网上寻找过科学信息 (不指健康类信息)	24
上一年度利用过网络了解天气信息	57	上一年度每周至少三次阅读网络报道	22
上一年度使用过手机或类似的移动通讯设备	55	上一年度至少参观过一次科学技术博物馆	22
上一年度至少参观过一次动物园或水族馆	45	上一年度至少读过一本科学技术类书籍	18
上一年度通过网络向他人至少发过一张电子图片	39	上一年度通过网络了解过气候变化的信息	16
上一年度每周至少观看三次网络电视新闻秀	35	上一年度至少参观过一次天文馆	11
上一年度在网上看过影视话剧评论	31	几乎每天都在线阅读网络报纸	9
上一年度在家中从网上打印或存储信息	30	参加测试人数	1 407

3 美国成年人正在学习更多的科学知识吗

申(Shen)建议我们将科学素养区分为实用的科学素养、参与公共事务的科学素养、文化的科学素养。这一概念化过程对于确认公众对科学的理解是一个有益的出发点。

公民科学素养的概念化是一系列基础建构

的前提,这并非一个学究式的问题。如果得到恰当的理解,它能够对于中学或大学中正规的教育者以及在博物馆或其他非正规机构工作的非正规的科学教育者提供有价值的课程指南。在过去的 20 年里,我和我的同事设计出一套体系以测试成年人对基础科学概念理解能

力,包括原子、概率、DNA等概念的基本理解等方面。科学素养测试的基本原则在于对概念的测试,个人在理解当今或者正在出现的科学政策问题时可能需要这些概念。对于这些概念掌握较好的个体被认为能够读懂并理解《纽约时报》每周二科学专版中的材料。这一组核心概念大约涉及25个项目,并已被40余个国家采用,我运用项目反应理论(Item-Response-Theory)将问题的分数转换到变量区间为0~100的一个量表内。得分在70分及以上的个体被认为具备了基本的公民科学素养。

在过去20年中,美国成年人中具备科学素养的比例已经从1988年的10%上升到2008年的28%。如果参观博物馆或者使用其他非正规学习资源的人数也按照这一比例增长,结论可能将会倾向于主张科学素养的增长与非正规的科学学习有所关联,然而图1和图2已经显示出非正规机构的学习受众在这一时间内没有增长。在这一时间段内,网络和计算机的应用有了显著增加,但是我们缺少一系列有说服力的联系证明公民科学素养的增长首要归因于电子传播技术的发展。而且,国际范围内的测试结果显示,在这一时期,美国学生在科学和数学方面的成绩没有进步,在一些方面还有所退步,这表明公民科学素养的增长并不是美国中等层次科学教育质量提升的结果。

4 促进成年公民科学素养提升的因素

鉴于美国成年人具有科学素养人数比例有所提升,了解与这一转变相联系的首要因素是十分重要的。这是一个复杂的问题,需要一套方法论去理解这一模式,这一方法论使我们能够利用对分析这一问题可用的横截面数据(cross-sectional data)的顺序关系和逻辑联系,并最大可能地运用我们确证的已知。为了这一目的,一个结构性的方程式模型被构造出来^①。尽管很多非正式科学教育共同体可能并

不熟悉这一方法,但这种方法已经广泛地用于社会和行为科学领域,用来评价相互独立的因素对复杂行为或态度的相关影响。

图3中显示的路径模型阐释出一系列变量如何被排列到与公民科学素养增长相联系的关系中。这一模型使我们能估计出年龄、性别、正规教育、大学期间修学的科学类课程数量、家中是否有未成年子女、宗教信仰、对科学和技术相关问题感兴趣的程度、电视、印刷媒体、博物馆、网络的使用等因素对于公众获得科学素养的相关性影响。我们从文献中了解到,在简单双变量的表格中,每一项列出的变量均与公民科学素养相联系。但是在现实生活中,这些变量的影响常常同时发生。每个人均具有年龄、性别、一定的教育程度等属性,也可能在任何特定的周或月的时间内,使用各种媒介。重要的值得分析的问题在于,这些变量是如何互相联系的以及每一个变量对于公众科学素养的获得有什么相关影响。

对包含在这一模型中的每一个变量的基本选取原理进行简短的讨论对于理解这个模型是有帮助的。文献显示,年龄、性别、教育方面的差异并非美国人生活中的中立因素,这些测量为考虑博物馆以及其他信息资源的相关角色提供了重要的情境;其他分析展现出大学期间的科学课程是预测公民科学素养发展的重要指标;而在美国,家中是否有未成年子女普遍被认为是参观博物馆以及参加非正规学习活动的预测指标;此外,整个20世纪,宗教对于科学的挑战一直存在。仍在持续的一系列抵制进化论的事件——从将近一个世纪之前的“猴子审判(Scope Trial)”到2008年共和党总统首轮选举的辩论——表明将宗教态度视为影响成人思考科学技术的因素之一是很重要的。尽管科学相关的问题已经成为美国及其他工业化国家公共政策议程上的显著部分,然而,显而易见的是,一些人对这些问题给予

^①结构方程模型指的是一组回归方程,它考虑到一些变量的已知顺序和一些测量方法的逻辑顺序,并且检验我们所知体系中一个变量和其前后变量的相互影响。一种名为LISREL的程序就是用来评估这一模型。想了解更多关于结构模型或LISREL的信息,可参考Hayduk(1987)、Joreskog和Sorbom(1993)。

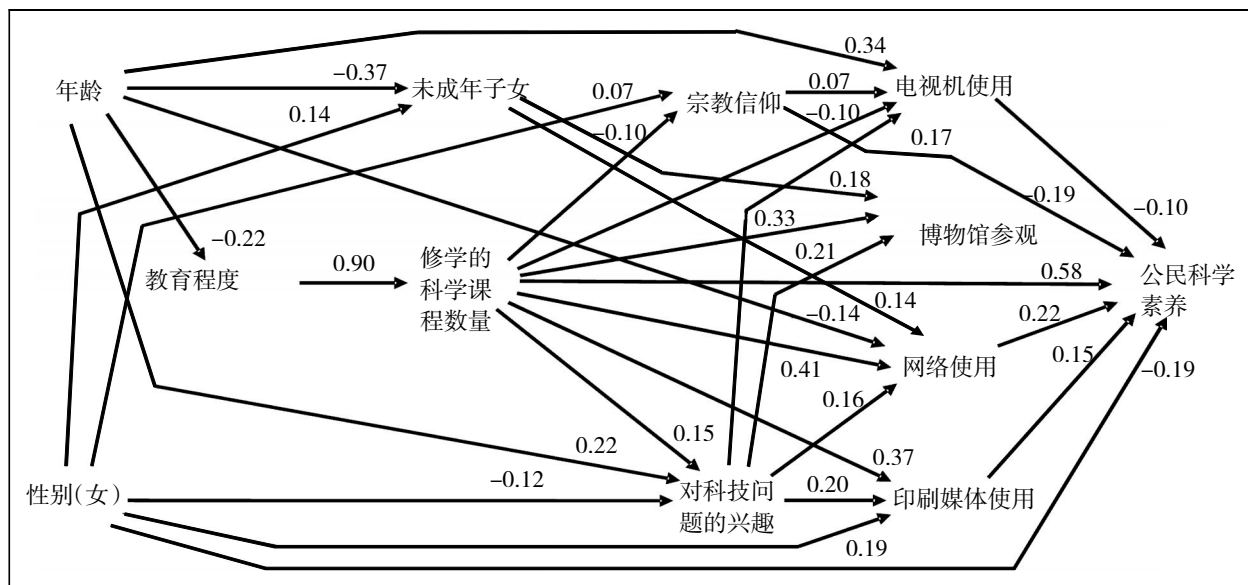


图3 预测公民科学素养的路径模式 (2007)

了密切关注而另外的人可能并不关注，这样的差别对于理解非正式学习活动和公民科学素养的发展是有重要的意义的。

这个模型包含4个主要的成人学习的信息来源：电视、印刷媒体、网络 and 博物馆。个体在各种信源的使用方式、使用顺序以及不同信源的信息整合方面有所区别。为了全面展现信息使用的顺序，有必要对几年来成年人的信息使用情况进行纵向分析，但是美国的人口统计中并不存在这样的数据。我们的唯一选择只能是尝试理解包含所有我们主要感兴趣因素的可用的横向数据。

在路径模式中，从左至右表示出因果关系或影响（见图3）。每一种路径^①代表了两种变量之间显著的统计学相关，关系的方向通过箭头表现出来。在这个模式中，年龄到教育程度的值为-0.22，表示相比于年轻的成年人，年纪越大的成年人倾向于获得更少的正规教育。从性别到教育程度的路径缺失，表示在同一年龄上，男性和女性有着相同分布的受教育程度。

细致地分析图表中所有路径以及之间的相关关系能够产生很多有趣的解读，路径模型的突出优点之一就在于在这一案例中，它使我们能够估计每一个变量对科学素养所造成的影响总计^②。每一个变量的总效应对于该变量对公民科学素养的相关影响有指示作用。在表2中统计了各个变量的总效应，我们可以清楚地看到正规教育以及大学期间修学的科学课程是公民科学素养的主要预测指标，它们的总体影响分别为0.69和0.74。表2的结果并没有忽视非正规教育的重要性，但是显示出既有的一定程度的正规教育是有有效使用非正规科学学习资源的重要前提。更重要的是，这为非正规科学教育者提供了一个清晰的信号，与正式教育机构的合作是他们取得长远成功的关键。

更直接的重要性在于，这一分析的结果显示，网络使用（0.22）和印刷媒体使用（0.15）对公民科学素养有着积极的贡献，而电视对公民科学素养有负影响（-0.10）。在这个模型中，参观博物馆的频率与公民科学素养没有相

①路径系数实际指在维持优先变量或即时发生的变量保持不变的基础上，两个变量之间的部分相关性，可参考 Hayduk (1987)、Joreskog 和 Sorbom (1993)。

②例如，宗教信仰与电视利用成正相关（0.07），电视利用又和公民科学素养成负相关（-0.10）。通过相乘这两个路径系数，我们就能得出宗教教义在这条路径上对公民科学素养的影响。宗教信仰和公民科学素养之间还有直接或剩余的径关系（-0.19），这说明之前提到的路径低估了两个变量间真正负相关性。通过总计这两条路径，得出宗教信仰有-0.20的总效应（见表2）。该模型中的许多其他变量有更多更复杂的路径，但每个变量的总效应也是通过同样方法来计算。

表2 所选变量对公民科学素养的总效应 (2007)

变量	总效应
被试年龄	-0.22
性别 (F)	-0.18
教育程度	0.69
大学科学类课程	0.74
家中有小孩	0.03
宗教信仰	-0.20
对科学、技术、医学和环境问题的兴趣	0.05
电视利用	-0.10
印刷媒体利用	0.15
博物馆及非正式学习资源的利用	0.00
网络及电子媒体的利用	0.22
R ² =	0.75

注：卡方值=205.7；自由度=31；近似误差均方根=0.024；近似误差均方根可信区间上限（90%）=0.035；N=1116。

关性，这意味着当正规教育、印刷媒体使用和电子非正规媒介的使用影响保持不变时，参观博物馆的边际价值并不显著。对于参观博物馆的影响因素进行校验可以帮助我们理解这一结果。影响非正规科学资源使用的4个主要因素为教育程度（0.30）、大学科学课程（0.33）、家中是否有未成年子女（0.18），以及对于科学技术环境问题的兴趣（0.21）。得到广泛认识的一点在于，经常带子女参观非正规科学学习场馆的家长具有如下共同特征：受过大学教育、对科学感兴趣，而且希望同孩子分享他们的科学兴趣。吸引这些成年人到非正规的科学学习设施的因素与鼓励阅读科学材料、观看科学电视节目、使用在线的科学资源的因素相同。在这一情况下，发现博物馆对于科学素养没有边际价值上的增加就不那么让人感到意外了。

很多在非正规科学教育共同体内的人可能会拒绝接受缺少边际价值这一发现；而且还会在认同国家研究理事会报告“非正规科学学习的首要目的是‘参与和激励’”这一观点的基础上，将我们的发现视为对非正式科学学习使命的误解。但是其他人可能会将这一发现视为对非正规科学教育者的唤醒，这让他们认识到，在新兴的成年人学习环境中，他们

的机构具有潜力并且有必要加强市场竞争力。

基于这些结果，重新讨论和总结21世纪中正规和非正规科学教育相关关系十分重要。

5 网络时代正规教育的角色

在网络时代，作为基础科学概念的首要信息来源和信息搜索技能的传授者，正规学校将会在科学学习方面扮演关键角色。在帮助新生代中的每个个体获得一套完整的基础科学概念方面，正规教育阶段是理想的时间并提供了理想的场所。期望每一位高中毕业生都具备科学素养并非毫无道理。对于培养未来科学家、工程师以及完全不会从事科研领域工作的未来公民来讲，大学之前的科学教育在很大程度上已经不能一并承担起这3种责任。这样的话，很多高中毕业后的美国学生对于进入科学工程职业或者承担公民责任都是准备不足的。

尽管美国大多数的初中和高中都在做着讲授科学和数学这样普通的工作，但他们经常提供良好的接触电脑的机会并鼓励学生学习接入和使用网络所需要的技能。对于那些不大可能接受大学教育的学生来讲，高中阶段是链接网络世界的重要机会。公共图书馆、企业主以及很多其他群体经常会提供网络技能的相关训练，但是一个全面完善的高中培养计划能够更早地也可能更有效地提供这些技能。

6 即时信息系统下非正规学习资源应该做什么

为适应21世纪科学学习的需要，博物馆以及相似的非正规学习资源需要做什么呢？我希望提出一些恰当的、可能会有所帮助的建议。

第一，对学习进程以及学习空间的概念进行重构是十分重要的。在最近几十年，报纸、公共图书馆以及其他的机构已经在这个问题上挣扎很久，显而易见，学习空间的概念需要扩展到实体建筑之外以包含电子世界。10多年前，零售商们发现实体店和通过鼠标购物恰恰是同一种销售模式的两面，当运行良好时，它们可以互相补充。一些博物馆增强了它们在线的表现力并且让在线的用户能够获得更多的资源，但是太多的博物馆仍然将网站和材料

视为诱饵,把用户作为消费者,吸引到他们的展馆进行消费。

第二,认识到即时系统中暗含的信息模式十分重要。一些人将会继续通过公民科学项目、考察以及环境活动寻找接触科学的机会,但是更多的成年人将在日常生活中通过搜索科学知识以及与健康相关的信息来解决短期的需要和问题。网络上的博物馆活动不应该被看作吸引个人到实体设施参观以促使真正的参与和学习活动产生的诱饵。博物馆从业者应该认识到,科学学习可以通过在线以及其他很多平台进行,这些平台就是实现科学学习目标的途径。

第三,非正规科学教育者应该利用可用于学习的时间(teachable moment),在提供有关突发问题的准确答案的同时提供更多的知识。为问题提供及时准确的答案是必要的,这些问题促使公众寻找信息,这些被解答的问题也是向公众提供更广泛科学概念的机会,公众需要这些广泛的知识概念,以使个人在未来能够自给自足。让那些寻找快速短期答案的公众阅读或思考更多的基础概念是一个具有挑战性的任务,但是成人科学教育者具备经验和技巧,能够使完成这一任务的努力变得理想。国家研究理事会报告最令我失望的地方就在于其几乎忽视了这种学习模式,这份报告看似认为博物馆或相似的机构不适合采用这样的方式。

第四,在即时系统环境下,成人的学习是一项全天候的活动。当一位学生在晚上10点写一份课程论文并需要知道关于长毛猛犸象的相关知识时,博物馆将会在明天早上10点开门的消息毫无作用。一位正在寻求有关气候变化信息的成年人在了解到博物馆在周二闭馆时会感到不舒服。在现今的机制下,尽管很多博物馆或者科学中心的四方高墙内可能会有更好的信息和学习资源,这些有知识需

求的个体仍将会转向其他的在线资源寻找答案。传统的书店在晚6点或9点关门,但是亚马逊全天24小时销售新旧图书,这提升了图书的销量^①。非正规学习机构需要更具创造性地思考其与学校、社区学校、公共图书馆以及其他资源的合作方式,以使自己的服务能够扩展到全天的模式。

第五,有必要认识到,我们处于整合分离的媒体以及学习资源的早期阶段。图片可以通过手机拍摄,传输到其他的无线装置上,储存于电脑存储器或者闪存中,保存在各种各样的媒介里。电视天线不久之后就只能在博物馆的藏品中找到了。电视传播、网络视频传播以及数字存储设备之间的差别正在消失。罗斯福总统的首篇炉边谈话通过收音机进行了广播,(电视在之后的15年才被应用),而奥巴马总统的第一周广播讲话在YouTube上同时直播,注意到这点是有益的。很难设想所有的媒介及信息都将在未来被整合,但是有一点是十分重要的,即博物馆以及相关非正规科学学习机构的从业者创造性地思考如何在这些新兴的平台上应用自己的丰富资源。

7 结语

在之前的部分,我尝试描述了在未来几十年儿童和成人的科学学习将会面对的新兴环境。尽管对非正规科学教育者的称颂已经成为“兴奋和参与”,然而,我们生活的社会现实是,更多的成年人将会在有所需求的时候在即时性的模式下搜寻信息。如果我们能够预想未来的情况,我们希望更多的人(在接触科学知识的时候)能够不要有那么强的目的性、受到更少信息驱动因素的影响;但是混淆我们的期望与客观现实显然是不明智的。我们最好的实证性测量描述出这样一个机制,未来社会中,更多的人具备信息理解能力,并且具有调查技能和独立的观点,进而去寻找关于新兴科

^①美国国家调查数据中每个百分点代表2 300 000个人,这也就是说调查结果中27%的成年人去年在网上买过一本或多本书,意味着大约62 000 000位成年人去年在网上买过一本或多本书。在有些人担心阅读将迎来其终结的时候(全国文艺捐赠会,2007),该调查结果表明阅读和网络彼此很好地相互补充。

学问题的信息并且在个人或公共政策层面上有所判断。一些公众在一生中,可能不会培养这样的技能,而且将会成为公共政策讨论的旁观者而非参与者。有待解决的问题是这两种群

体的大小范围如何,如果非正规的科学教育共同体能够准确地将这个问题概念化,它的杰出才能和丰富资源将有助于未来一代美国社会中知识分子群体的扩大。

附录 A 路径模型中的变量

变量	定义和计算方法
年龄	每位被试都需要在问卷中填写自己的年龄,年龄将被归类为6种顺序变量,从而最大程度降低老年被试的偏值效应。(6种顺序变量为:18~24岁,25~34岁,35~44岁,45~54岁,55~64岁,65岁及其以上)
性别	性别是一个自选的二选一变量,用0代表男性、1代表女性(这是一种标识习惯)。在路径模型中,如果性别变量和其他某一变量之间的路径系数为正值,这说明女性比男性更明显地拥有该变量特征;如果路径系数为负值,这说明男性比女性更明显地拥有该变量特征。
教育	教育是一种五类类型的定序变量。该变量包含完成或未完成高中学业,或者通过研究生教育或职业教育而取得的普通教育水平。
大学科学课程	这是一个有3个层次定序变量,用来计算每位被试完成大学科学课程的数目。最低级别指未完成任何大学科学课程,中级指完成1~3门大学科学课程,高级指被试完成了4门或4门以上大学科学课程。
家中有未成年小孩	这是一个二选一变量,用来说明家中是否有未成年小孩(17岁及以下)。
宗教信仰	这是一个四层次的定序变量,它反映被试所同意的宗教教义或保守型宗教宣言数目。位于最高级别的被试认为上帝是存在的,上帝倾听祈祷者的心声;圣经是神圣真实的;拒绝进化论。
对科技、环境和医学问题的兴趣	这是一个顺序变量,用来测量被试很感兴趣的问题数目。该计量表包含1~4个因素。
电视利用	这一变量根据被试自己宣称的观看当地电视新闻、网络电视新闻频率,以及每周看电视的时间,来设计出的包含1~10分的计量表。
印刷媒体的利用	这一变量根据印刷媒体的利用情况,包括报纸、杂志、书籍和其他印刷物,来设计出的包含1~10分的一个变量。
网络利用	这一变量根据被试宣称的在线报纸浏览、在线期刊阅读、在线新闻阅读、电邮使用以及健康和科学类网站访问情况,设计出的包含1~10分的一个变量。
博物馆利用	这是一个包含1~10的一个变量,它用来计量被试宣称的参观博物馆的次数,包括科学博物馆、自然历史博物馆、动物园、水族馆、天文馆和植物园。计量时,把每年的访问次数的上限设置为10次,从而最大程度降低偏值效应。
公民科学素养	公民科学素养指数是建立在项目-反馈理论(IRT)的基础上,约包括1~100分不同的程度。在本分析中,公民科学素养指数分为70分及70分以上、70分以下两个部分。