

从科学传播看公众科学素养调查诸方式

黄 婷

(中国人民大学哲学院, 北京 100872)

[摘 要] 在广义上的科普发展到科学传播的阶段, 对公众需要了解什么、对不同群体的不同需要都更加关注了, 从而对公众科学素养的了解也经历着一个从定性研究到定量调查再到定量与定性相结合、多种方式齐头并进的认识和实践过程。从科学传播的三个维度——内容、方式、对象来看, 对公众科学素养的调查研究都需要定量与定性结合的方式。至于如何结合, 则应在科学传播的实践中寻找具体路径。

[关键词] 科学传播 公众科学素养 定量 定性

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2012)02-0022-07

A Research on the Methods of the Investigation of Civic Scientific Literacy from Science Communication

Huang Ting

(School of Philosophy, Renmin University of China, Beijing 100872)

Abstract: While the understanding of science popularization varies to science communication, the understanding of Civil Scientific Literacy varies from qualitative researches, via quantitative researches, to the conjunction of qualitative and quantitative researches, which is accommodated to the three dimensions of science communication——contents, methods, and objects. It is imperative that we should seek specific ways of conjunction in the practice of science communication.

Keywords: science communication; Civic Scientific Literacy; quantitative research; qualitative research

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2012)02-0022-07

进行科学普及, 首先需要了解科普对象——公众欠缺什么、需要什么, 也即对公众的科学素养^①有一个基本的了解。在我国, 广义上的科普在认识上经历了从传统的自上而

下的科学普及到公众理解科学再到注重多层次多群体互动的科学传播这个逐渐广义化、全面化、系统化的过程, 与此相对应的是, 对公众需要了解什么、对不同群体的不同需要更加

收稿日期: 2011-09-24

基金项目: 中国人民大学 2011 年度研究生科学研究基金项目“对公众科学素养的调查”(项目编号: 42306123)。

作者简介: 黄 婷, 中国人民大学哲学院博士研究生, 主要研究方向为科学哲学、科学社会学, Email: puppyhting@163.com。

①英文 Scientific Literacy 中译有两种, 一为“科学素养”, 一为“科学素质”, 本文采用前译。

关注了,从而对公众科学素养的了解也经历着一个从定性研究到定量调查再到定性与定量相结合、多种方式齐头并进的认识和实践过程。这是一个互动的过程,对科学的认识越深刻,对公众科学素养的了解越深入,科普的形式就越丰富;反之,随着科普形式的多样化,对科学的认识越深刻,对公众科学素养的了解也越需要细化。在科普形式转向科学传播的大背景下,如何了解公众科学素养,需要有一个更新颖、全面的考量。

1 定性与定量:公众科学素养调查的两类方式

调查了解一个事物,通常有两类方法——定性研究与定量研究,即对该事物进行质的了解和量的了解。对公众科学素养的调查也不例外。定量研究追求客观性、精确性,以实证主义为方法论基础;定性研究追求深刻性、整体性,以体验性的人文主义为方法论基础。要追求对事物准确和深刻的认识,两种研究方法都不可或缺。

1.1 定量研究

对公众科学素养的重视是随着公众理解科学运动而开始的。1985年,皇家学会鲍默爵士发表题为 *Public Understanding of Science* 的报告,科学家群体和政府开始重视公众对科学的了解和认可。西方国家政府和科学家团体认识到,公众对科学的不支持态度主要是由于他们对科学的不理解,公众只有理解科学,才能支持科学事业的发展。而理解科学最关键的就是要让公众具备科学知识、理解科学家的工作和知道科学对社会产生的积极作用。那么,了解公众处于什么样的科学素养水平,则成为切近的目标。

美国国际科学素养发展中心(芝加哥)主任米勒(Jon D. Miller)在总结前人对科学素养的分析后,于1983年提出了三维度模式:(1)关于科学概念的理解;(2)关于科学过程和科学方法的认识;(3)关于科学、技术和社会的相互关系的认识^[1]。在对1986年、1988年和1990年的3次公众科学素养的测评与研究中,他又对

这个“三维度模式”进行了一些修改,逐步建立了一套用社会学方法进行公众科学素养的测度的评估体系。米勒从测度的角度对科学素养的研究为各国的定量研究提供了样板。

到了20世纪90年代,全球范围的公众科学素养测试纷纷展开。英国学者杜兰特(Durant)在借鉴米勒的概念模型的基础上,率先开展英国的公众科学素养调查,并在1989年进行了欧共体15国的公众科学素养调查的横向比较,获得了非常有价值的调查数据和分析结果。由于米勒对科学素养的界定简单而具有概括性,因此,各国基本上是按照美国的米勒体系(三维度),把科学素养定义为科学知识、科学方法和科学对社会的影响3个方面。20世纪90年代初,日本、印度、泰国、马来西亚、韩国、中国等亚洲国家进行了公民科学素质调查。但发展中国家在进行本国的调查时,都对米勒体系进行了微调,删去了不适用于本国的问项,增加了适合本国国情的问项。

经过几年的探索性测试,各国逐渐意识到米勒体系的局限性,这不只是对问卷进行微调可以解决的。一些欧盟国家的专家认为,公民的科学素养,不仅仅包括米勒的三维度体系,还包括公民对科学在整个社会中的运行机制的了解,包括公民因对不同的生活方式的选择而产生的对科学的不同态度。因此,应该进行科学事实的认定、筛选,进行公民对科学态度及科学社会运行机制的定性研究,以之作为全民科学素养调查的基础。此后,欧盟国家在实际操作中,“突破了米勒科学素质三维度体系的传统限度,将调查内容偏向于公民所掌握的科学知识和对科学所持有的态度以及两者之间关系,调查重点由公民科学素质转为科学传播活动的效果”^{[2][29]}。由于米勒体系是以美国为文化背景的,各个国家国情不一,各国对米勒体系的照搬都出现了或多或少的问题。因此,各国纷纷质疑沿用相同的标准来测度本国公众科学素养是否合适,于是开始寻求走出米勒体系的窠臼,探索适合自己国情的公众科学素养测度体系。

就我国而言,对公众科学素养的定量研

究,也是始于对米勒体系的应用。1989年,我国进行了一次试探性的问卷调查,内容包括公众对科学技术的态度、对科技人员和科学技术团体和机构的看法及公众的科学技术素养状况等全部美国问卷涉及的内容,并对部分问题进行了适合中国情况的修改(如增加有关“水稻之父”、国家科委主任、科学院院长、科协主席等问题)^[9]。1992年、1994年、1996年、2001年、2003年、2005年、2007年、2010年,我国又分别进行了8次公众科学素养问卷调查。每一次问卷的调查内容、调查指标都根据我国国情进行了修改,指标体系不断完善。其中2003年对2001年的问卷进行了大量修改,2007年的调查引入“公民科学素质指数”,以综合表征中国公民的科学素养水平。

对公众科学素养的定量研究可以指示某时段特定人群的最低科学素养,长期的数据可以进行横向和纵向比较,为国家和地区政府制定科学、技术、文化、教育政策提供参考。可以预见,定量研究将在各国继续进行下去。

1.2 定性研究

虽然各国普遍重视定量研究,但定性研究从来不是付诸阙如的。在科普的早期阶段,往往有一个预设,即科学是知识精英们的智慧产物,公众对科学总是处于孤陋寡闻的状态,因此,科学知识由精英向大众灌输是一个合理且唯一的过程。“公众对科学总是处于孤陋寡闻的状态”即是对公众科学素养的一个质上的认识。但这个认识不是通过有意识的定性研究得出的,而是根据科学由精英创造的长期认知和普通民众处于科学知识欠缺状态的感性认知得出的。

真正自觉的定性研究,是认识到公众科学素养测度体系的局限性,为了不断完善公众科学素养测度体系而有意引入的。定性研究又可以分为思辨性的、前定量研究的、缺乏数据参考的定性分析和在定量研究的基础上进行的定性调查。就前者而言,各国在进行公众科学素养的定量研究时,基本以米勒体系为蓝本,但又不断地进行修改完善,就连米勒本人所主持的几次调查也都不断地完善自己的体系,这些完善的过程都是在不断进行的新的

定性认识的基础上进行的。如米勒曾对美国国家科学基金会(NSF)提出,科学素质是一种阈值的测度,要想有资格成为“关注科学的公众”中的一员,必须具备某种最低水平的素质,对科技感兴趣并掌握了一些科技知识,能够欣赏科技的积极成果,并杜绝迷信。但是,什么是“最低水平素质”则见仁见智。为了对之做一个合适的表述,NSF进行了很多次讨论,做了很多次修改,各国、各机构也都进行了不同的定性研究。就后者而言,通过定量研究得出的数据有可能有误差、有可能被误读,需要定性研究进行补充和纠正。如我国在2007年和2010年进行公众科学素养调查时,同时采用了问卷调查这种定量调查法和深度访谈、小组座谈的定性调查法。就公众科学素养调查而言,我们更关注的是定量研究基础上的定性调查,即“通过对有意选取的具有重要社会特征的群体采取深度访谈、座谈和田野工作等调查方式,深入了解公民总体的尽可能多的社会侧面,以便进一步理解其社会维度的形态和具体特点”^[10]。

为什么定量调查的结果容易产生误差,会引起误读?为什么定性调查不能付诸阙如?为什么定量基础上的定性越来越受到重视?我们将通过科学传播体系来分析这些问题。

2 从科学传播的三维度看定量与定性的结合

我国学者对科学传播做过一个粗略的定义,即科学传播是指科技知识信息通过跨越时空的扩散而使不同个体间实现知识共享的过程^[11]。一般来说,科学传播包括3个层次,专业交流、科技教育和科学普及。简单地对科学传播进行几个层次的划分,必然割裂不同层次之间的系统性互动,实际上,应该说科学传播不只包括专业交流、科技教育、科学普及、技术扩散等几个层次,更是一个互补短长、信息共享的大系统。在这个大系统中,科学传播的内容、方式、对象较之于传统的科普都有质的变化。前面说过,公众科学素养调查是基于公众理解科学运动,始于米勒开创的三维度体系,它带有深重的传统科学观的烙印,如科学

知识的确定性、科学家的权威性、科普方向的单一性，在科学观已产生巨变的科学传播视角下，单一的定量调查无法深刻、精确地反映公众科学素养的实际水平。从科学传播的3个方面，可以粗略地分析公众科学素养调查为何要采取定量与定性结合的调查方式。

2.1 从科学传播的内容看：变化中的科学认知

科学是确定的吗？传统的科学观认为：科学是客观的、理性的事业，其合理性在于它与自然界客观事实的符合性，并与社会因素无涉；科学的目标和动力是追求知识和真理；实验方法是获得科学知识正确途径，实验产生的事实是对自然界的反映；科学争论是关于客观事实的争论，在争论中符合客观事实的一方将取得胜利；科学知识是与客观事实相符合的真理，其基础是直接的经验，拒斥对权威的信任；科学是不断累积发展而来的……^[6]但是，通过科学学、科学哲学、科学社会学等不同领域对科学的观察和分析，传统科学观的科学形象轰然坍塌，具体社会情境中的科学形象其实是支离破碎的，科学的确定性、客观性、真理性都是相对的。

科学传播的内容——科学，具有如此的复杂性，以至于公众所接受的科学也具有巨大的不确定性。首先，这是由科学不确定性的本质决定的。科学实践是复杂的，知识并不完全是观察对象的反映，而夹杂着科学共同体的商讨、谈判、妥协，甚至在激进的SSK看来，科学知识都是社会环境决定的，“似乎有充分的理由去探讨科学知识是如何及以什么方式受它所处的社会环境的决定、意义的变化是如何发生的、知识如何被用做进行各种不同的互动的文化资源”^[7]。其次，科学家虽然知道科学技术的不确定性，但或者为了便于公众理解，或者为了达成公众对科学良好的期待，不得不给公众提供一个貌似具有确定性的科学。科学家或大众媒介往往将科学简单化、刻板化，只给公众一个简单的结论。而科学实践中研究工作的复杂性、结论的暂时性、不同利益共同体的排他性都被忽略和删减，公众所知道的科学往往成了脱离创造环

境、社会情景的风干物。

公众科学素养的问卷调查（即定量研究）有一个预设：科学，包括它的知识、研究过程、影响，都是确定的。各国的调查都是以米勒体系为蓝本，而这种调查为了方便数据对比，为了保证效度和信度，必然采取标准化的程序和问题设计，于是调查中要测度的内容——科学，成了一系列确定的事实。也就是说，这些调查本身已经对科学下了定义，公众如果答对了题目，就表明他知道这个定义下的科学。然而这并不代表他知道该“科学事实”背后的复杂情景。同时，虽然科学事实在任何一个国家都是相同的，但是，公众对它的认知却会受到社会、经济、文化等国情的影响。如此表征的科学素养并不能真实反映一个人的科学素养水平。以米勒体系测量的第一个维度“对核心科学概念知识的理解”为例，他最初设计的指标是对放射性、GNP以及DNA（它们被认为是代表了基础科学和社会科学的术语）3个概念术语的理解，最低科学素养以1个被访者至少能清晰地理解3个概念中的1个或者大致地了解两个或以上概念为准。可以看出，米勒是以教科书的科学知识为标准进行问卷设计的。这样的问卷只能大体反映（不可避免会产生误差）而不能深刻刻画公众的科学素养。这也是后来各国历次科学素养问卷调查对米勒体系不断进行修改的原因。但是，问卷调查是一种规范性调查，它不得不设立某些标准，不得不对某些问项给出标准答案，以测度个体的答对率或个体的选择是否在标准阈值内，因此，公众科学素养问卷调查（定量研究）无法走出“科学知识确定性”的窠臼。

对科学理解的丰富性而不是科学知识的多寡会影响公民参与的理解和机会。公众科学素养的定量研究只能达到相对的准确性，却无法描画出公众理解科学的丰富度。要减轻定量研究中“科学的不确定性”对调查的严谨性和精确性影响，除了完善定量方法以外，还必须辅之以定性研究。定性研究虽然具有不可类推性的缺陷，却以深刻性和详尽性取胜。以我国为例，我国传统文化精华与糟粕并存，如中医文

化。笔者2010年底在广西南宁和桂林两地对多人进行访谈,问及中医是不是科学,很多人答否,再问为何科普宣传中包括很多中医知识,很多人就答不上来了。这个定性调查反映了某些公众对科学狭隘的认知。如此对症下药,在科普工作中应重视中医与科学关系的宣传。从提供参考数据而言,定量研究是不可少的,但从解决具体问题而言,定性研究应成为公众科学素养调查的常规方法。

2.2 从科学传播的方式看:互动是关键

传统科普是一种直线单向型的灌输方式,而科学传播则是注重反馈的、非线性的互动交流方式。贝尔纳在1939年的著作《科学的社会功能》中曾强调:科学传播(science communication)这个概念本身就要特别强调彼此的交互作用机制^[8]。当前的科学是高度专业化、高度分科的,首先,一个人并不需要了解科学的诸多细节才能参与决策。如公众参与一个水电站立项的决策,他只需要知道该水电站是否会造成他周围环境的恶化、是否有利于改善他的经济水平,而不需要知道水电站的运作细节,当然,知道这些细节有利于他做出决策,但这并不是必备项。其次,一个人是某方面的专家并不意味着他在所有科学决策上的权威性,如一个中科院院士,他可能在某一方面是世界顶尖的专家,但他在其他科学知识方面可能还不如一个普通的市民,因此,他的权威性只能在某些范围内适用。再次,科学本身的高度专业化以及其导致的科学在大众化过程中的信息失真,往往使得公众对所谓“科学”了解得越多,越难以做出决策。因此,科学传播需要非常重视传播的反馈性、互动性,一要看传播的科学是否有利于公众做出决策,二要重视传播的效果与期待的异质性,而不能把期待当成既成事实。

但是,公众科学素养的定量测量,是基于传统欠缺模型(deficient model)的公众理解科学理念。首先,它设定了知识精英在科学上的权威性和优先性,因公众科学素养普遍低下;然后通过测量证实这一预设。因此,它把公众不能充分参与科学决策都归咎于其科学素养低下,而精英则自动拥有科学决策的优先性。

其次,它预设了精英向公众传播的科学都是真的,于是脱离社会情景的科学结论自动转化为科学事实,公众只能对这些事实选择信或不信,而他们本来可以因这些社会情景更好地理解科学或者质疑科学。再次,它预设公众只有掌握某些科学知识之后,才能更好地参与科学决策,才能充分理解当代社会中科学技术进步的价值。因此,公众对科学采取消极态度,常常会被认为是欠缺科学素养。而每次的公众科学素养调查问卷中公民对科学技术的态度都是测量的重要内容,这样测量出来的结果很容易引起误读。从科学传播的角度来看,前面的预设都是不成立的。一些学者提出了“民主模型”、“语境模型”、“内省模型”、“外行知识模型”和“公民认识论”等新的理念,就是为了悬搁这些不当预设。

科学传播的互动性向公众科学素养调查提出了新的要求,即不能以定量调查结果 as 唯一指标。以公民获取科技知识和科技信息的渠道与方法为例,在问卷调查中,电视往往是公众获取科技信息的重要来源,但仔细分析,就能发现:一方面,电视的舆论导向使科技知识和科技信息有失原意,正如利奥塔在《后现代状态:关于知识的报告》所说,“每当科学家有所‘发现’,应邀发表电视讲演或接受报刊记者采访时,他们按照叙事游戏的规则玩弄科学,而叙事的影响不但明显作用于电视观众,也左右着科学家自身的情绪。这一事实直接涉及到科学知识同‘通俗’知识(或者说是它的残余物)之间的关系,国家花费巨资让科学像史诗那样公开上演:这意味着国家本身的合法建立在史诗之上,而国家则要利用史诗获取决策者们所需要的公众赞同!”^[9]另一方面,电视只是公众获取信息的重要来源,却并不能证明从电视上获得的科技信息有利于科学素养的提高。

如何解决这个难题?只有清醒地意识到定量研究的局限性,重视定性研究的结合。如对公民获取科技知识和科技信息的渠道与方法的调查研究,以2007年的调查为例,在问卷调查的基础上,又分别进行了深度访谈和小组

座谈,对公民获取科技信息的渠道、对科学技术的态度都进行了深入的了解,使问卷调查的数据具有了合乎事实的解读方向,这可以说是一个良好的尝试。笔者2010年底在对广西南宁、桂林两地部分民众的访谈中也发现,对于不少农民来说,政府部门、农技站提供的信息和散发的科普材料是最重要的科技知识和信息来源,而电视的主要功能是两个——看新闻和电视剧。对于电视上的科技类节目,很少有人能答出一两个。因此,对公众科学素养的调查,需要摒弃数据的呆板性,与公众进行互动。说到底,还是为了对症下药。

2.3 从科学传播的对象看:多样化的受众

作为一个大系统,科学传播的对象是异质性、多样化的。2000年,《科学与公众:英国科学传播与对科学的公众态度回顾》报告把科学传播定义为“包括如下之间的传播:科学共同体内学术界和产业界的团体、科学共同体与媒体、科学共同体与公众、科学共同体与政府(或其他权威者)、科学共同体与政府(或其他影响政策者)、产业与公众、媒体(包括博物馆与科学中心)与公众、政府与公众”。我国学者刘华杰在《科学传播的主体结构》中曾提出一个很有代表性的图示(图1),把科学共同体、政府、媒体、公众都纳入科学传播的动态反馈系统中^[10]。2006年制定并实施的《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》对“科学素养”有一个明确的界定:公民具备基本科学素质一般指了解必要的科学技术知识,掌握基本的科学方法,树立科学思想,崇尚科学精神,并具有一定的应用它们处理实际问题、参与公共事务的能力^[11]。这里,科学的内涵被分为科学技术知识、科学

方法、科学思想、科学精神4个方面,无论从哪个方面来看,个体即使穷尽一生也不可能在科学素养上达到尽善尽美,因此,任何人都可以是科学传播的对象。

公众科学素养调查基于科学家推动的公众理解科学运动、基于为政府决策提供参考的目的。首先,它区分了科学家与公众,将公众理解为在科学知识、科学素质、科学支持等各个方面存在缺陷的群体,通过这样的划分,为公众统一定制提高科学素养的套餐。但是,科学家与公众的界限不是那么截然分明的,也不是固定不变的。作为科学创新的制造者或见证者、技术设计的主导者、技术决策的参与者、技术产品的消费者,科学家和公众无时不在变换着自己的身份甚至同时具有多重身份。其次,它将公众统一化为科学素养低下的群体,不同个体的特异性被抹杀。实际上,即使所谓的公众群体,也是由身份千差万别的人组成的,他们因不同的身份而有不同的科学素养,不同的科学认知、科学态度。如1985年的《公众理解科学》报告中,公众被划分为5个可以重叠的身份:追求个人的满足和幸福的私人个体,作为民主社会成员履行公民职责的个体公民,从事技术性及半技术性职业的人群,从事中层管理、专职性工作及商务活动的人员以及在社会中负责制定大政方针的人们^[12]。我国2006年推出的《全民科学素质行动计划纲要》也从公众中区分了四大重点人群:未成年人、农民和城镇劳动人口、城乡居民、领导干部和公务员。公众科学素养问卷调查虽然在样本选择上注重了代表性、典型性,试图囊括不同人群,但这种大而化之的调查方式仍避免不了抹杀个体的独特性、主动性。

用如此调查得出的数据去说明异质性公众,常常会引起误读和唯数据论。很多人知道2010年我国公民具备基本科学素质的比例是3.27%,但3.27%代表了什么,有什么现实指导意义,可能多数人对此并不了解。由于我们公众科学素养调查频度较高(基本两年一次),有时各级科协还进行自己地区范围内的调查,因此他们常常忙于去得出数据性结论,却忽略

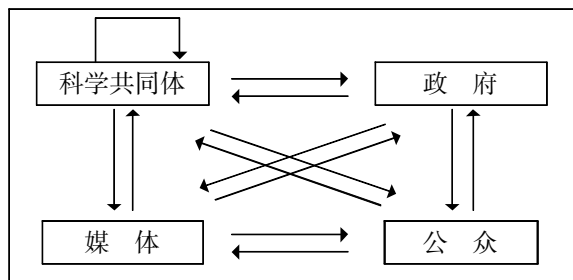


图1 科学传播的主体结构

了个体的科学素养状况。这就造成了科学素养调查与科学传播活动的脱节。如有的科协进行的科普活动通常是运动式的,有时候并没有深入调查研究不同群体的不同需要。

由于科学传播对象的多样性、异质性,现有的对公众科学素养的定量调查法无法体现不同群体的不同科普需要,只有将定性研究(访谈、座谈等)结合起来,才能更好地指导科学传播的实践活动。

3 结语:在实践中寻找定量与定性结合的具体路径

定量研究有覆盖面大、操作规范等优势,定性研究也有其深刻性、精确性的优点,二者并不是非此即彼的关系,而是互补的方法。当前各国的公众科学素养调查,定量研究已经开展得比较成熟了。问卷设计在客观性原则、必要性原则、自愿原则、简洁原则、递进原则、非导向性原则和群体性原则等方面^[13]不断得到改进。但是,由于定量研究的规范性预设,它无法适应在新的科学观指导下的科学传播的需要,因而定性研究越来越受到重视。实际上,正如费孝通先生所说:“在采取抽样方法来作定量分析之前,必须先走一步分别类型的定性分析。”^[14]

但是,由于定性研究注重与个体的互动性,对研究者的要求相对较高:一方面,研究者要能够与调查对象顺畅沟通;另一方面,研究者要不断反思自己的调查,重视对调查过程和结果的影响。这不是规范化的技术可以解决的,需要研究者具有较高的科学素养和人文素养,把握调查的主动性。这就要求科普工作者不断地提高自身的素质。

定量调查由于需要较多的人力物力,只能分阶段进行,适合于获得宏观性结果,为宏观决策提供依据。定性调查则针对微观个体,随时随地可以进行,适合于解决具体科普问题。

目前,我国在优化问卷调查上应用了定性与定量结合的方法,如郭传杰主持的“中国公民科学素质测评指标体系和实证研究”^[2126]。在近两次全国公众科学素养调查中也应用了定性(问卷)与定量(访谈、座谈)结合的方法,这些都是很好的尝试。以后二者应该在动态的科学传播过程中继续寻找具体的结合路径。

参考文献

- [1] Jon D. Miller. The Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review[J]. Daedalus, 1983, 112(2): 29-48.
- [2] 郭传杰,褚建勋,汤书昆,李宪奇.公民科学素质:要义、测度与几点思考[J].科普研究,2008(2): 26,29.
- [3] 张正伦.中国公众的科学技术素养[M].北京:中国科学技术出版社,1991: 163-207.
- [4] 费尔特.优化公民理解科学——欧洲科普纵览[M].本书编译委员会,译.上海:上海科学普及出版社,2006.
- [5] 翟杰全,杨志坚.对“科学传播”概念的若干分析[J].北京理工大学学报(社会科学版),2002(8): 87.
- [6] 刘海霞.夏平对传统科学观的反思[J].科学技术与辩证法,2007(2): 50-53.
- [7] 马尔凯.科学与知识社会学[M].林聚任,宋丽君,赵萍,译.北京:东方出版社,2001: 80.
- [8] 贝尔纳.科学的社会功能[M].陈体芳,译.北京:商务印书馆,1986.
- [9] 让·弗朗索瓦·利奥塔尔.后现代状态——关于知识的报告[M].车槿山,译.北京:三联书店,1997.
- [10] 刘华杰.科学传播的主体结构[N].中华新闻报,2000-07-03(6).
- [11] 全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)[M].北京:人民出版社,2006.
- [12] 英国皇家学会.公众理解科学[R].唐瑛瑛,译,刘华杰,校.北京:北京理工大学出版社,2004: 3.
- [13] 王宇良,戚敏.科普调查问卷及其设计技巧的探析[J].科普研究,2010(2): 39.
- [14] 费孝通.社会调查自白[M]//学术自述与反思.北京:知识出版社,1997: 34.

(责任编辑 颜燕)