

公民的基本科学素质及其测评

楼 伟

(中国科协青少年科技中心, 北京 100038)

[摘要] 公民科学素质测评, 是衡量公民自身科学素质的主要手段, 也是国家实施全民科学素质行动计划的重要参考。开展公民科学素质测评, 既要借鉴国外相关经验和成果, 有利于国际比较, 也要结合我国国情, 客观反映我国公民具备基本科学素质的水平以及是否达到了提高科学素质的目标要求。本研究试图通过对国内外关于公民科学素质概念的构成分析, 探讨适合我国国情的公民基本科学素质的内涵、基本标准及其测评方式, 并尝试从“内容”和“程度”两个维度建立我国公民科学素质测评的六要素模型以及三级指标体系。

[关键词] 科学素质 概念内涵 基本标准 测评

[中图分类号] G206.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2014) 04-0000-00

A Study on Civic Scientific Literacy: Intension, Basic Standard and Measurement

Lou Wei

(Children & Youth Science Center, China Association for Science and Technology, Beijing 100038)

Abstract: The measurement of civic scientific literacy, estimating the level of civic scientific literacy, provides an important reference for the implementation of the National Scheme for Scientific Literacy. The measure used in our country should be created based on a combination of abroad experience and achievements with specific conditions of the country, which can not only facilitate the international comparison, but also reflect the level of public scientific literacy in our country and judge whether the desired goal of increasing scientific literacy have been achieved. This paper aims to: 1) analyze the structure of conceptions civic scientific literacy from both domestic and abroad, 2) explore the intension, basic standard and measurement of civic scientific literacy that are suitable for conditions in China, and 3) establish a six-element model and a three-level-index system from two dimensions of “content” and “degree” for evaluating public scientific literacy in China.

Keywords: scientific literacy; concept intension; basic standard; measurement

CLC Numbers: G206.3 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2014) 04-0000-00

收稿日期: 2014-04-14

作者简介: 楼 伟, 中国科协青少年科技中心副主任, 研究方向为农村科普、科普基础设施、全民科学素质行动计划纲要实施和青少年科技教育的实践与管理, Email: louwei@cast.org.cn。

2011年国务院办公厅印发的《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2011—2015年)》(国办发[2011]29号)指出,2010年我国公民具备基本科学素质的比例达到3.27%,比2005年的1.6%提高了1.67个百分点,同时提出了“到2015年我国公民具备基本科学素质的比例超过5%”的阶段性目标。开展公民科学素质测评,对于明确公民科学素质建设工作的目标,激励、引导、动员社会各方面力量投入全民科学素质工作,具有十分重要的作用。要开展好公民科学素质测评,其重要前提是需要有适合中国特色的《公民科学素质基准》,要根据公民生活和工作的实际需求,提出公民应具备的基本科学素质内容,为公民提高自身科学素质提供衡量尺度和指导。

在现阶段,开展公民科学素质调查是测评公民科学素质状况的比较有效、实际、实用的方法,而且也得到了各方面的认可。在我国,从20世纪90年代初开始,中国科协借鉴国外公众科学素质调查的做法,开始了中国公民科学素养调查工作,到目前已经开展了8次全国范围的调查。调查的指标和问卷基本上沿用了米勒体系及美国关于科学素质的调查问卷,期间根据中国国情进行过多次修改和校正。调查结果基本反映了我国公民的科学素养状

况,公民获取科技信息和参与相关活动的情况及公民对科学技术的态度。然而,大规模调查存在周期长、质量控制难、调查深度有限、影响因素分析不够等问题,现有的调查还存在一些需要改进的方面,如调查指标体系和问卷的科学化和本土化,调查结果的综合呈现,调查对象以及调查采用的方式等等。这些问题都需要专业机构和专业人员更为全面深入的研究工作来解决,本文仅从构建公民科学素质测评指标体系的角度进行粗浅的讨论。

1 公民科学素质

科学素质的概念长期以来主要是出现在学术研究性质的文献中。近年来,随着各国对提高公民科学素质的重视,其越来越多地出现在相关政策性文件中。科学素质是一个历史的和社会的概念,在不同历史时期有着不同的内涵,在不同的社会文化环境下,对科学素质内涵的认识和理解也不同。

1.1 国内外关于公民科学素质的主要研究观点以及测评方式

从20世纪60年代开始,许多学者和研究组织对科学素质的要素和测评进行了研究和探索。为便于分析,将一些主要观点和做法整理如下:

表1 国外有关学者和组织关于公民科学素质的构成要素分析^[1]

1. Milton Pella(1966)	2. Victor Showalter(1974)	3. Michael Agin(1974)
(a)科学与社会的关系 (b)科学家的道德 (c)科学的本质 (d)科学概念知识 (e)科学与技术 (f)人文中的科学	(a)科学的本质 (b)科学中的概念 (c)科学方法 (d)科学中的价值 (e)科学与社会 (f)科学中的利益 (g)与科学相关的技能	(a)科学和社会(科学和人类) (b)科学的道德规范 (c)科学的性质 (d)科学概念的知识 (e)科学与技术
4. (NSTA,1982)	5. Miller(1983)	6. (Murnane & Raizen,1988)
(a)科学和技术的方法 (b)科学和技术的知识 (c)决策的科技技能和知识 (d)科学和技术的态度、价值 (e)科学技术与社会	(a)科学知识 (b)科学过程 (c)科学与社会	(a)科学世界观的性质 (b)科学事业的性质 (c)头脑中的科学学习习惯 (d)科学和人类事务(科学与社会)
7. Durant	8. PISA	9. TIMSS
(a)基本科学观点 (b)科学方法 (c)科学研究机构的功能(科学与社会)	(a)科学概念 (b)科学过程 (c)科学情景(科学与社会)	(a)科学知识(数学、地球科学、生命科学、化学、环境与资源问题) (b)科学研究(科学过程) (c)科学的本质

1.1.1 国外学者和组织关于公民科学素质构成要素的理解

尽管不同学者或组织给出了公民科学素质的不同要素，但是比较普遍的认同是，公民科学素质的构成主要包括科学技术与社会、科学技术知识、科学过程和方法、科学的本质这四个方面的。

1.1.2 美国《科学素养基准》和印度《大众基础科学》(MSE)

这两个标准分别反映了发展中国家和发达国家根据国家目标和国情状况，对公民科学素质的不同要求。从两个标准涉及的知识领域看，两者并没有多大差别，只是呈现方式和侧重点有明显的差别。

美国的《科学素养基准》在框架结构上与《面向全体美国人的科学》完全一致，不过更加具体化。《面向全体美国人的科学》^[2]给科学素质下了一个比较宽泛的定义，即科学素养包括数学、技术、自然科学与社会科学等许多方面：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；了解科学的一些重大概念和原理；有科学的思维能力；认识到科学、数学和技术是人类共同的事业，认识到它们的长处和局限性。同时，还应该能够运用科学知识和思维方法处理个人问题和社会问题。

印度《大众基础科学》虽然强调“基础科学”必须具备一些基本要求，如特定科学原理和事实所要求的知识，科学方法的内在化应用，继续学习所要求的能力。但是，主要是通过解决五大类与公众生活和工作关系密切的问题来体现的，并且把标准的起点定得较低。它实际上是从最低限度的要求，认为全民最低限度的科学指每个公民都需要具备的某种最低限度的、基本的科学或技术知识，以及对科学方法有一个操作性的、实践性的熟悉和理解，对关系到日常生活和安全、关系到家庭、社区、城市、省和国家的科学技术，有较好的理解。

1.1.3 美国国家科学教育标准和中国国家科学课程标准

《美国国家科学教育标准》^[3]对科学素质的

界定是指制定个人决策、参与公民和文化事务、从事经济活动所需要掌握的科学概念和科学过程。《标准》还对科学素质做了补充说明：“科学素质意味着一个人对日常经历中各种事物能够提出、能够发现或能够回答因好奇心而引发出来的一些问题。科学素质意味着一个人具有描述、解释和预测自然现象的能力。科学素质意味着一个人能够读懂通俗报刊刊载的有关科学的文章，能参与就有关结论是否有充分根据的问题发表自己的看法。科学素质意味着一个人能识别国家决策和地方决策所赖以为基础的科学议题，并且能提出有科学技术根据的见解来。一个具有科学素质的公民，应能根据信息的来源和产生此信息所用的方法，来评估科学信息的可靠程度。科学素质还意味着有能力提出和评价建立在论据之上的论点，并且能恰如其分地应用从这些论证中得出的结论。”《标准》把科学素质标准的内容划分为作为探究的科学、物质科学、生命科学、地球和空间科学、科学与技术、从个人和社会视角所见的科学、科学的历史和本质。

《中国国家科学课程标准》^[4]分为3-6年级和7-9年级两部分。3-6年级的科学教育重在通过科学探究和科学知识的教育，保持他们对自然的好奇心和求知欲；对7-9年级，则要引导他们初步形成对自然界的整体认识和科学的世界观，开始关注科学技术与社会之间的关系，突出强调了科学研究过程、方法和能力，并且增添了科学、技术与社会关系这一部分新内容。

1.2 关于公民科学素质概念的讨论

公民科学素质的概念，应包括内涵和外延。内涵，就是指公民科学素质这个概念所反映的事物对象所特有的属性。外延，就是指公民科学素质这个概念所反映的事物对象的范围，即具有概念所反映的属性的事物或对象。

1.2.1 关于公民科学素质概念的内涵

通过分析国内外相关机构和学者关于公民科学素质的定义，可以看出，大部分都是从实际应用出发，对公民科学素质的组成要素和所要达到的程度进行了充分的探讨。在这些探讨

中,可以发现关于公民科学素质的特有属性存在以下一些共识,一是公民科学素质是一个人通过后天的生活经验或者学习经历而获得的,它随着公民个体的学习、积累而不断得到改善和发展。二是公民科学素质是一个人在科学技术方面所具备的稳定的内在品质和涵养,它以潜在的形式,长期、稳定地存在于个体内部,并且又会在个体的活动、行为中有所表现。三是公民科学素质是一个人所具有的科学能力,它能够反映在对科学技术知识的掌握和应用上:一方面表现在对已有知识和经验的吸收、加工和处理;另一方面,表现在运用知识进行再学习、知识再生产和处理实际问题、参与公共事务等日常决策。四是公民科学素质是以对科学知识的正确理解和应用为基础,以对科学方法和科学研究过程的准确认识,对科学精神、科学与社会关系的深入把握为核心,以形成应用知识、学习知识和生产知识的能力为目的。

由此可以认为:公民科学素质,就是指公民在生活经验或者学习经历中增长的一种理解、掌握并运用科学技术知识的修习涵养及科学能力。这里面包含了三个层面的意思:一是公民科学素质是一种内在的涵养和能力;二是公民科学素质是通过后天修习而得来的;三是公民科学素质是关于理解、掌握、运用科学技术知识的能力。

1.2.2 关于公民科学素质概念的外延

关于哪些科学技术方面的内容是需要公众掌握并会应用的,各国学者理解的角度和划分的维度各不相同。有的给出了一些原则,如联合国教科文组织和国际科学教育理事会提出,“要结合当地文化和价值。结合各国和各国人民的社会经济需求和期望。理解科技素质的本质以及对科技素质的需求;确定对个人、地方和国家发展具有特殊重要性并且与科学技术应用有关的问题;营造有利于全民提高科技素质的学习环境和支撑体系等”。有的从教育的角度,给出了比较详细而具体的清单,如国际经济合作组织(OECD)PISA(国际学生评估项目)

提出,应包括科学基本概念(公众熟知的物理学、化学、生物科学、地球和太空科学知识)、科学实践过程(获取证据、解释证据并在证据的基础上进行科学活动的过程)和科学场景(选自人们日常生活中的科学问题)。有的则从测评的角度,给出了公民科学素质的一些测评维度,如米勒(Jon D. Miller)认为,公民科学素质的测评包括三个维度,即对科学规范和科学方法(即科学的本质)的理解;对重要科学词汇和概念(即科学知识的内容)的理解;对科学技术对社会的影响的认识和理解。欧盟国家科学素质调查领导人J.杜兰特认为,科学素质由三部分组成,即理解基本科学观点、理解科学方法、理解科学研究机构的功能。

这些理解的角度和划分的维度各有其道理。本文趋向于从“实用性”角度来界定公民科学素质的组成,公民科学素质的概念应该更注重其在实践层面的现实意义,即公民科学素质的概念应该是可见的、可量化的、可测量的、可操作的。因为,尽管公民科学素质是一个学术界热衷的研究题目,但是过于学术化,脱离了实践的验证则显得意义不大。

中国国务院于2006年发布的《科学素质纲要》关于公民科学素质的定义,即“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。”这实际上是结合中国实际情况界定了中国公民具备基本科学素质的最低标准,也可以理解为是对公民科学素质概念外延的一种官方分类。这个定义,更注重“具备科学素质”的结果或目标,是基于中国当前经济社会的发展阶段,在保留当今世界各国公民科学素质共性要求的同时,特别强调把公民科学素质与中国百姓生存与发展关系最为密切相关的内容凸显出来,把广大劳动者对于自身科学素质最迫切的需求表达出来。依靠科学技术的力量摆脱贫困,过上殷实、文明、健康、体面的生活,仍是中国广大劳动者对于提高自身科学素质的首要需求。

因此，在当前全民科学素质建设中，更强调科学素质的“生产力”要素，即与民生相关的科学知识和在民生层面解决实际问题的能力。

由此，本文认为，从“具备科学素质的目标”角度，公民科学素质应该主要包括掌握科学技术的程度和运用科学技术的程度两个维度。关于掌握科学技术的程度，从目前各主要研究观点来看，应该包括了解基本的科学概念和原理（科学技术知识），理解科学的世界观和方法论，具备一定的科学能力和技术能力（科学探究的过程、方法与能力），理解科学技术与社会的相互关系等方面；关于运用科学技术的程度，也就是以科学所强调的价值观念相一致的方式与周围的世界打交道，包括处理个人事务和参与公共事务等方面。

1.2.3 公民科学素质概念

本文认为，关于公民科学素质概念完整的理解应该是：所谓公民科学素质，是指公民在生活经验或者学习经历中增长的一种理解、掌握并运用科学技术的修习涵养及能力。主要包括了解科学概念和原理，理解科学的世界观和方法论，具备科学思维能力，理解科学技术与社会的相互关系，能够应用科学知识和科学的思维方式处理个人问题，以科学态度参与公共事务等方面。

2 公民科学素质的基本标准

“标准”，原意为目的，后衍生出“用来判定是不是某一事物的根据”的含义。公民科学素质标准，就是用来判定“公民是否具有科学素质”的根据，是确保公民科学素质建设活动过程以及结果能够符合需要的技术规范 and 精确准则。

确定我国的公民科学素质标准，应充分考虑我国的社会经济发展、科学技术发展和人的发展对公民科学素质的要求。其应该是一个介于印度的《大众基础科学》和美国的《科学素养基准》之间的标准，既要体现满足公民基本生存和日常生活和工作中所需的基本知识和技能需求，也要体现全面建成小康社会、实现

人的全面发展要求公民对科学知识的系统掌握、对科学方法和科学精神的深入理解以及具备应用科学技术处理实际问题、参与公共事务的能力；其应该是一个全民（包括未成年人）适用的国家科学素质标准，既不同于科学教育课程标准，又与科学教育课程标准保持内在的统一性和延续性。

借鉴国内外公民科学素质研究的理论成果，本文认为，我国公民科学素质的标准应该包括“科学素质的内容范畴”和“所要达到的程度范畴”，即可以考虑从公民对于科学技术“应该掌握的内容”和“所要达到的程度”两个维度来为我国公民的科学素质提供规范和参照（见图1）。具体来说，就是我国公民要具备科学素质，应该从“科学技术知识”、“科学思想”、“科学方法”和“科学技术与社会”4个方面来考量；最基本的程度应该是达到“了解与理解”，进而达到“掌握与运用”和具备科学的情感、态度与价值观（科学精神）。

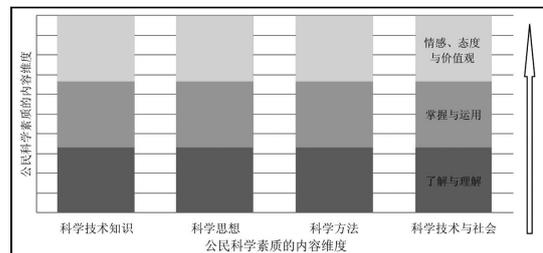


图1 我国公民科学素质标准设计结构图

2.1 公民科学素质标准的“内容”维度

“内容”维度，即我国公民需要掌握哪些方面的科学技术。我国公民科学素质标准的内容构成应该是“国际化”和“本土化”的统一。既要充分吸纳和借鉴国际上关于公民科学素质研究的成果，可以满足国际比较研究的需要；也要符合我国的实际情况，具体问题应该更加关注我国公众面临的社会现实问题及其相关的科学内容。

关于公民科学素质的内容结构，尽管中外学者提出了许多不同论点，但是大多数论点是参照米勒模型或对其改进的结果。米勒认为公民科学素质的内容应该包括基本的科学概念、科学探究的过程和本质、科学技术对个人和社

会的影响。我国国家科学课程标准把科学素质的内容分为：科学探究；科学知识与技能；科学情感、态度和价值观；科学、技术与社会的关系。我国科普工作经常使用到的“四科”（科学技术知识，科学方法，科学思想，科学精神）以及《全民科学素质行动计划纲要》关于公民具备基本科学素质的定义（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，并具有一定的应用科学处理实际问题、参与公共事务的能力）等，也可以归结为米勒改进型，不过更加突出强调了“科学精神”，没有把“科学技术与社会”作为一个独立的部分予以强调。

根据国内外公民科学素质研究的成果，本文认为我国公民科学素质标准关于公民需要掌握的科学技术方面，应该主要包括科学技术知识（科学概念和原理），科学思想（科学的世界观和方法论），科学方法（科学探究的过程、方法与科学思维能力），科学技术与社会的相互关系等4个方面。

2.1.1 科学技术知识（科学概念和原理）

科学技术知识是科学素质的最基本组成部分，也是决定职业技能的主要因素。同时，它还是其他科学素质要素的基础和赖以存在的基本载体。科学技术知识不仅能够帮助人们形成智力、能力、生产力，同时能形成新的思想道德和精神品格，促进人的全面发展。科学技术知识是个人能力的构成要素，是能力基本结构中不可缺少的组成成分。

科学技术知识主要包括基本的科学概念、定律和过程，日常生活和劳动技能所必需的科学知识，以及现代科学技术的新发展以及未来趋势等。

2.1.2 科学思想（科学的世界观和方法论）

科学思想是科学家群体在长期科学实践中所形成的共同思想观念和思维方式，是科学原理的思想结晶，科学活动的思想指南。其本质的特征是创新性和革命性，以事实为依据，以科学的精神和方法，探索规律，认识事物的本质、严格按照规律办事，不断追求真

理。科学思想一般可分为两个层次，第一个层次是人们在各种科学理论的基础上进一步提炼出来的关于自然界和人类社会存在与发展最一般规律的合理观念，第二个层次是人们在科学研究、技术发明和产业创新活动中体现出来的科学意识和科学精神。

公民科学素质建设中需要掌握的一些具体的科学思想主要有关于能量守恒及转化定律、生物进化的达尔文理论、社会发展的理论等。主要的科学精神包括批判和怀疑精神、创造和创新精神、实践和探索精神、平权和团队精神、奉献和人文精神等。

2.1.3 科学方法（科学探究的过程、方法与科学思维能力）

科学方法既是指人们在科学实践活动中研究问题、解决问题的手段和工具，也是要求人们在日常生活中也能以严肃认真的科学态度来思考和行动。作为公民科学素质的组成部分，科学方法应该是最基本的一般科学方法。主要包括经验事实方法、理论思维方法等。

2.1.4 科学技术与社会的相互关系

科学技术对人类的生产生活影响越来越大，理解科学技术与社会的互动关系，是现代公民科学素质的重要内容。这些相互关系主要包括科学与技术的关系、科学技术对社会发展的影响以及科技政策等。

2.2 公民科学素质标准的“程度”维度

“程度”维度，即我国公民在科学素质的内容方面应该达到的程度。参考国内外关于公民科学素质研究的主要观点，特别是借鉴了本杰明·沈（Benjamin Shen）的三层次模型，本文认为，我国公民科学素质的“程度”结构可以从“了解与理解”、“掌握与运用”、“情感、态度与价值观”三个层面来衡量公民具备科学素质的水平程度。对应于本杰明·沈的三层次科学素质功能性框架，第一层次是“了解与理解”，即实用（practical）科学素质，是指掌握某些科学知识和技术知识，直接来解决问题；第二层次是“掌握与运用”，即公民（civic）科学素质，是指能够理解科学决策和

与科学有关的政策及其背后的科学问题,以参与和影响公共政策;最高层次是“情感、态度与价值观”,即文化(cultural)科学素质,是指能把科学作为人类文化的结晶来学习和理解^①。

2.2.1 了解与理解的程度(实用科学素质)

公民了解和理解科学技术的程度,具有相对的基础性和实用性(实用科学素质),是指公民必须了解和理解某些与个人生活和工作直接相关的科学技术知识,可以用于解决实际问题。

要达到这种程度,需要公民:一是应该了解必要的科学概念和原理。但并不意味着每个公民个体都像科学家一样需要牢固掌握大量的知识,仅仅需要他们在一般意义上的了解。二是应该理解科学的世界观和方法论。不管公民个体是否从事与科学相关的工作,他不需要掌握大量的知识,关键是能够针对碰到的问题进行科学的思维。三是应该掌握基本的科学方法。既要了解科学结论是以什么样的方式获得的,也要可以应用科学方法解决日常生活和工作中的问题。四是应该理解科学技术与社会的相互关系。现代公民应该了解科学技术是社会中的科学技术,是人类的的活动之一,与经济、政治、文化、教育、宗教等诸多社会因素有着紧密的联系,这样才能参与有关讨论。

2.2.2 掌握与运用的程度(公民科学素质)

是指公民在了解和理解科学技术的基础上,将其进一步内化为自身的素养,并能够在实践中表达和运用出来。公民应用科学技术知识和科学思维方式,更多的时候主要体现在处理个人问题和参与社会公共事务两个方面,也就是“公民科学素质”。

公民能够应用科学知识和科学思维方式处理个人问题,需要公民能够准确掌握合适的科学概念、原理、定律和理论,以进行知识的再学习和再生产。同时,能够在思考的基础上提出科学问题,在证据的基础上得出结论,以正确认识自然界,认识人类活动给自然界带来的变化并做出与之相关的决策。公民能够参与公共政策的讨论、影响公共政策的制定,需要公民能够理解科学决策和与科学有关的政策及其背后的科学问题,能够本着科学态度参与公共事务。

2.2.3 情感、态度与价值观(文化科学素质)

是指公民在了解和理解了科学技术并能够掌握和运用的基础上,能够把科学作为人类文化的结晶来学习和理解,理解科学精神和科学方法,具备独立思考问题的能力,养成科学思维的习惯,树立实事求是、求实创新的人生观和科学的世界观,并能够充分享受科学所带来的精神文化层面的乐趣,即达到具备文化科学素质的程度。

3 公民科学素质的测评

公民科学素质测评,就是指依据公民科学素质基本标准,针对全体公民的基本科学素质状况与水平,进行详细周密的测定,并且对其是否达到以及如何达到目标要求,进行评估、提出建议的一种研究、诊断和评价活动。

3.1 公民科学素质测评的主要内容

公民科学素质测评的主要内容和过程包括:建立公民科学素质测评指标——制定公民科学素质调查指标及调查问卷——组织实施公民科学素质调查——形成公民科学素质状况评估报告。

表 2 公民科学素质基本标准、测评指标、调查指标的关系

公民科学素质基本标准	公民科学素质测评指标	公民科学素质调查指标
包括公民科学素质的全面特征	选取主要标志性特征	主要特征的通俗化
公民科学素质的系统反映	选取主要方面	概括为主要问题
宏观性、原则性	具体性、可测量性	更易于公众回答问题

《公民科学素质基本标准》,是开展公民科学素质测评的依据,它是国家社会经济发展、

科学技术发展以及公民个人发展对公民科学素质要求的总体反映。《公民科学素质测评指

标》，是《公民科学素质基本标准》具体而量化的反映，它将《基准》中抽象的概念和原则，按照其本质属性和特征的某一方面的标识，分解成为具有行为化、可操作化的结构；其构成要素相互之间具有逻辑性和系统性，但是与《基准》的组成要素相比较，只是其中可测量的某些方面，其涵盖的范围要小于《基准》。《公民科学素质调查指标》一般是根据调查对象的特征，有选择地从《公民科学素质测评指标》中选取最基本的指标（足够反映对象特征的指标量）。《调查问卷》则是根据所选取的基础指标，以公众易于理解的方式设计的相关问题；通过对问题答案的分析，可以评判出公众是否具备某一方面的科学素质以及所达到的程度。公民科学素质调查，是公民科学素质测评的一种比较常用的方式，是由专业监测评估机构按照国际通用的标准和程序，根据公民科学素质测评指标体系设立公民科学素质调查的指标及开发相应的调查问卷，运用科学、可行的调查方法获得相关数据，对公众科学素质状况水平进行测度的一种活动。《公民科学素质状况评估报告》，就是根据测评活动获得的相关数据，对照公民科学素质标准，通过定量与定

性相结合的方式，对一定时空范围内公民的科学素质状况和水平做出的判断和评价。评估的重点是公民是否达到了科学素质提高的目标要求，以及公民科学素质状态变化的影响因素，并对公民科学素质建设的相关领域提出干预或改进的建议。

3.2 公民科学素质测评指标体系

公民科学素质测评指标体系是进行公民基本科学素质测评活动的前提和基础。建立公民科学素质测评指标体系，就是要将公民科学素质基本标准中的相关要求体现在具体的、可量化、可测量的统计指标中。

3.2.1 公民科学素质测评指标体系设计模型

公民科学素质的测评指标体系，也可以考虑从“内容”和“程度”两个维度来建立。“内容维度”主要包括科学技术知识（科学概念和原理）、科学思想（科学的世界观和方法论）、科学方法（科学探究的过程、方法与科学思维能力）、科学技术与社会相互关系4个方面。“程度维度”主要从“了解与理解”、“掌握与运用”、“情感、态度与价值观”（科学精神）三个方面来衡量公民具备科学素质的水平。由此，建立我国公民科学素质测评的六要素模型（表3）如下：

表3 公民科学素质测评指标体系设计模型

程度 \ 内容	科学技术知识	科学思想	科学方法	科学技术与社会相互关系
了解与理解	了解必要的科学概念和原理	理解科学的世界观和方法论	掌握基本的科学方法	理解科学技术与社会的相互关系
掌握与运用	具有一定的综合运用所掌握的科学技术知识、科学思想、科学方法以及对科学技术与社会关系的理解的能力，并将其实际运用于处理个人实际问题、参与社会公共事务			
情感、态度与价值观	能够把科学作为人类文化的结晶来学习和理解，并能够充分享受科学所带来的精神文化层面的乐趣；具有科学精神，理解科学方法，具备独立思考、科学思维的习惯和能力；内化为自身科学的人生观、价值观和世界观			

3.2.2 公民科学素质测评指标体系基本框架

指标体系（Indication System-IS），指的是若干个相互联系的统计指标所组成的有机体。指标体系的建立是进行预测或评价研究的前提和基础，它是将抽象的研究对象按照其本质属性和特征的某一方面的标识，分解成为具有行

为化、可操作化的结构，并对指标体系中每一构成元素（即指标）赋予相应权重的过程。

根据上述模型，可以把公民科学素质测评指标体系设计成三个层级（表4）。其中一、二级指标相对稳定，三级指标可以是开放式的和动态的。



表 4 公民科学素质测评指标体系框架

一级指标	二级指标	三级指标
了解与理解科学技术	了解必要的科学概念和原理	基本科学概念、定律和过程
		日常生活和劳动技能所必需的科学知识
		现代科学技术的新发展以及未来趋势
	理解科学的世界观和方法论	具体的科学思想
		在科学研究、技术发明和产业创新活动中体现出科学意识和科学精神
	掌握基本的科学方法	经验事实方法
理论思维方法		
理解科学技术与社会的相互关系	科学与技术关系	
	科学技术对社会发展影响	
掌握与运用科学技术	处理个人实际问题	进行知识的再学习和再生产
		在思考的基础上提出科学问题,在证据的基础上得出结论
		正确认识自然界,认识人类活动给自然界带来的变化并做出与之相关的决策
		能够科学描述、解释和预测自然现象,能够更好地分辨封建迷信、伪科学和反科学现象
		能够读懂通俗报刊刊载的有关科学的文章
		具有科学的情感、态度与价值观
具有科学的情感、态度与价值观	享受科学	能够本着科学态度参与公共事务
	思维习惯	具备独立思考、科学思维的习惯和能力
	人生观和价值观	具有科学的人生观、价值观和世界观

3.3 公民科学素质调查指标体系

公民科学素质测评指标体系,可以用于指导具体的公民科学素质测评活动,如公民科学素质调查、学生科学素质评价等。但是,指标体系的指标要素还不能被直接用作调查的指标及问卷,需要根据调查的目的和方案将指标要素的要求转化为具体的调查问题。调查问题的设计,应该更适应公众的思维习惯和理解力。

我国目前的公民科学素质调查参照国际通行的方法,对我国公民科学素养水平从三个方面进行测度,即公民了解必要的科学知识、掌握基本的科学方法、崇尚科学精神的程度。调查的指标和问卷基本上沿用了米勒体系及美国关于科学素质的调查问卷,期间根据中国国情进行过多次修改和校正。调查指标和

问卷主要包括三个部分:一是关于公民科学素质(包括公民了解科学术语和基本观点、科学方法和科学与社会关系的程度),二是关于公民获取科学信息的渠道和手段,三是关于科学技术对个人和社会的影响。调查结果基本反映了我国公民的科学素养状况、公民获取科技信

表 5 2010 年中国公民科学素养调查指标体系表

一级指标	二级指标	三级指标
公民对科学的理解	1. 基本科学知识	(1) 对科学术语的了解
		(2) 对科学基本观点的了解
	2. 基本科学方法	(3) 对“科学地研究事物”的理解
		(4) 对对比实验的理解
		(5) 对概率的理解
	3. 科学与社会之间的关系	(6) 迷信的相信程度及行为
		(7) 科学对个人行为的影响
	4. 对科学技术信息的感兴趣程度	(8) 对科技新闻话题的感兴趣程度
		(9) 最感兴趣的科技发展信息
	5. 获取科技发展信息的渠道	(10) 纸质媒体
		(11) 影视媒体
		(12) 声音媒体
		(13) 电子媒体
6. 参加科普活动的情况	(14) 人际交流	
	(15) 专门的科普活动	
7. 参观科普设施的兴趣	(16) 日常的科普活动	
	(17) 科技类场馆	
8. 参观科普设施的情况及原因	(18) 人文艺术类场馆	
	(19) 身边的科普场所	
	(20) 专业科技场所	
	(21) 科技类场馆	
9. 参与公共科技事务的程度	(22) 人文艺术类场馆	
	(23) 身边的科普场所	
	(24) 专业科技场所	
10. 对科学技术的看法	(25) 自己关心	
	(26) 和亲友谈论	
	(27) 热心参加	
11. 对科学家和科学事业的看法	(28) 主动参与	
	(29) 科技与生活	
12. 对科学技术发展的认识	(30) 科技与工作	
	(31) 对科技的总体认识	
	(32) 对科学家职业的看法	
13. 对科技创新的态度	(33) 对科学家的工作的认识	
	(34) 对科技发展的期待	
	(35) 科技发展与自然资源	
	(36) 对公众参与科技决策的态度	
	(37) 对基础科学研究的态度	
	(38) 对科技创新的期待	
	(39) 对技术应用的看法	

息和参与相关活动的情况及公民对科学技术的态度^④ (具体指标见表5)。由于多年来坚持采用易于国际比较的米勒体系,调查的结果不仅可以进行国际学术交流,而且对于确定我国公民科学素质建设的国家战略目标具有相对准确的参照意义。因此,开展全国范围以及省级行政区划单位的公民科学素质调查,依然是今后一段时期内我国测评公民科学素质的比较有效、实际、实用的方式,而且也得到了各方面的认可。

当然,现有的公民科学素质调查还存在一些需要改进的方面。一是调查指标体系和问卷的科学化和本土化,需要进一步完善。二是调查结果的呈现,应该有一个综合指数来全面、客观、科学反映我国公民科学素质的状况。三是调查的对象,为体现全民性,应该将调查对象扩展到涵盖未成年人的全体国民。四是调查采用的方式,应该将问卷调查与访谈、标准化测试、表现性评价等方式有机结合起来,从不同层面、各个角度来反映公民的科学素质状况。五是应该进一步设计开展针对不同人群的专项科学素质调查活动(如增加中小学生学习科学

素质调查)并采用符合人群特点的测评方式。上述问题还需要专业机构和专业人员更为全面深入的研究工作来解决。本文仅就公民科学素质调查的一般性问题进行一些粗浅的讨论。

时至今日我国还没有正式发布过国家公民科学素质基准以及公民科学素质测评指标体系,因此急需有关方面加大力度,推动相关的研究和制订工作。

参考文献

- [1] 张增一,那日苏,武英,等.面向全体公民的科学素质标准[C]//全民科学素质行动计划课题研究论文集.北京:科学普及出版社,2005.
- [2] 美国科学促进会.面向全体美国人的科学[M].北京:科学普及出版社,2001.
- [3] 国家研究理事会.美国国家科学教育标准[M].北京:科学技术文献出版社,1999.
- [4] 中华人民共和国教育部.全日制义务教育(3-6年级)科学课程标准(实验稿)[S].北京:北京师范大学出版社,2001.
- [5] Bybee, R. Achieving Scientific Literacy [M]. Heinemann USA, 1997.
- [6] 任福君.中国公民科学素质报告(第二辑)[M].北京:科学普及出版社,2011.

(编辑 马海艳)