

公民科学素质：要义、测度与几点思考

郭传杰 褚建勋 汤书昆 李宪奇

(中国科学技术大学科学传播研究与发展中心, 合肥 230026)

[摘要] 本文梳理了国内外公民科学素质的理论体系, 对其概念要义进行综合比较; 在此基础上重点探讨了我国公民科学素质测度存在的问题和需讨论的测度方案, 并结合相关政策实施提出了几点战略上的思考。

[关键词] 公民科学素质 测度指标 战略政策

[中图分类号] G315

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-8357 (2008) 02-0026-8

Civic Scientific Literacy: Concepts, Measurements and Problems

Guo Chuanjie Chu Jianxun Tang Shukun Li Xianqi

(Center for R&D of Science Communication, University of Science and Technology of China, Hefei 230026)

Abstract: This paper analyzes some theories and key concepts of the civic scientific literacy, and discusses the problems and the programs in its measurements. Furthermore, in the end of this paper, some strategic policies are mentioned to improve the civic scientific literacy.

Keywords: civic scientific literacy; index of measurement; strategic policy

CLC Numbers: G315

Document Code: A

Article ID: 1673-8357 (2008) 02-0026-8

0 引言

随着人类科学技术的不断进步和全球知识经济的迅猛发展, 公民科学素质 (Civic Scientific Literacy) 已成为影响国家竞争力的重要因素之一。公民科学素质是国民素质的重要组成部分。提升公民科学素质, 是增强综合国力的核心举措, 是实现人的全面发展的基本内容, 是建设创新型国家的必然选择。

2006年2月6日, 我国国务院正式颁布《全民科学素质行动计划纲要(2006-2010-2020)》这一重要的战略文件, 并同时组成了全民科学素质工作领导小组。如何促进科学技术的传播

与普及、系统提升全民的科学素质这一任务已被提到当前国策的高度来认识和贯彻。中国科学院也将科学传播纳入全院创新三期规划, 正式发布《中国科学院科学传播中长期发展规划纲要(2006-2020年)》, 强调重视科学传播工作与知识创新工作的紧密结合, 建立有中国科学院特色的科学传播体系, 创立品牌, 扩大影响, 将中科院的科技创新成果及时惠及公众, 提高公众的科技素养。在这样的历史背景下, 我们要认识到公民科学素质是国情民情的重要组成部分, 公民科学素质测评日趋成为许多国家和地区政府制定科学、技术、文化、教育政策的

收稿日期: 2008-03-01

基金项目: 中国科协委托课题“中国公民科学素质测评指标体系和实证研究”(2006DCYJ11-A)资助, 教育部国家985二期“科技史与科技文明创新基地”配套资助, 中国科学院创新三期规划战略局委托科学传播专项课题(KACX2-YW-0702)资助。本文部分内容在香山科学会议第307次讨论会上有所交流讨论。

作者简介: 郭传杰, 研究员, 中国科学院党组成员、中国科学技术大学党委书记、中国科大科学传播研究与发展中心主任; 联系作者褚建勋, 中国科学技术大学科技传播与科技政策系, 博士; Email: chuix @ ustc.edu.cn

基础工作。本文正是在上述背景下，结合2007年8月发起举办的第307次香山科学会议“中国公民科学素质测评体系与科学传播战略研究”若干问题讨论，着重从以下几个方面系统谈谈公民科学素质的要义和测度方法，以及相关国家科学传播政策方面的若干战略思考。

1 对科学素质概念的理性认知

1.1 科学素质的概念理解与相关理论

Scientific Literacy 这个概念在译介为中文时，曾有科学素质和科学素养两种表达。后者主要强调了后天习得培养而来；前者则范围更广，将先天与后天综合一体。特别值得注意的是：在1994年国家颁布《关于加强科学技术普及工作的若干意见》中，“科技素质”首次作为术语予以统一表达；其后2002年颁布实施《中华人民共和国科学技术普及法》时明确提到：提高公民的科学文化素质。在新近2006年制定并实施的《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020）》中，对“科学素质”进行了明确界定：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。鉴于上述背景，为便于学术探讨和政策分析，本文用“科学素质”这一概念作系统的理论分析^①。

关于科学素质的理论概念，从科学哲学、科学社会学、科学教育学、科技政策与传播学等不同视角，国内外学者在不同时期都有不同理解，对科学素质这一学术概念的内涵、结构、本质等问题已进行了大量的研究^②。譬如，最早以经验为基础对科学素质进行定义的是Pella（1966）及其同事，他们系统分析了近100篇与科学素质相关的文章，发现科学素质常表示为：(1)科学与社会的关系；(2)科学家的道德；(3)科学的本质；(4)科学基本概念；(5)科学与技术的区别；(6)人文与科学的关系等。1975年Shen提出“三层次说”^③，从实用、公民、文化三个层次界定科学素质：(1)具有实用科学素质（Practical Scientific Literacy）的人具有解决实际

难题的那类科学知识，可以满足人类生活与生产需要；(2)公民科学素质（Civic Scientific Literacy）将使公民清晰了解与科学相关的问题，具有参与公共政策的民主决策能力；(3)文化科学素质（Cultural Scientific Literacy）是指知识分子团体中具有文化引领作用与影响潮流思想的某种素质。这些观点极大推动了人类对科学素质概念的理解，当然，在公民科学素质测评方面却仍存在着较大的困难。

美国著名学者Jon. D. Miller（1983）在多次实际问卷测评基础上，提出“三维度模型”界定科学素质^④：(1)对科学知识与概念术语的理解；(2)对科学规范与科学方法的理解；(3)了解认识科学对社会的影响。该理论界定简单明确，具有很好的概括性，便于开发相关问卷对公民科学素质进行测评，因而被广泛地应用到各国公民科学素质调查上，影响力很大。然而，根据其理念设计出的公民科学素质调查问卷在各国多年应用的实践中也开始出现新的问题，例如，Miller问卷很难适应发展中国家的国情。从历史角度看，美国对科学素质的概念界定直接推动了三件重要的政策：(1)制定“2061计划”的理论基础《面向全体美国人的科学》和《科学素质的基准》；(2)美国国家研究理事会编制《美国国家科学教育标准》和《美国国家技术教育标准》；(3)编写《事关科学：提高科学素质》，针对一般公众而非科学家提出了“做科学”和“用科学”的明确划分。1985年，美国科学促进会（AAAS, American Association for the Advancement of Science）与美国科学院（NAS, National Academy of Sciences）、联邦教育部（U.S. DE, Department of Education）等12个机构启动了一项旨在提高公民科学素质的课程改革工程——“2061计划”（Project 2061），改革美国中小学生的自然科学、社会科学、数学和技术的教育。

英国学者Durant在借鉴Miller的概念模型的基础上率先开展英国国内的公民科学素质调查，并于1989年策划欧洲15国的公民科学素质调查的横向比较，取得了极有价值的数据和

分析结果。欧洲学者除了实证测评之外，还更多关注人的功能，倾向用“公众理解科学”(Public Understanding of Science, PUS)来代替传统意义上单向科普的概念。Durant 则提出了民主理论模型，包括单向缺失模型和双向传播民主模型。科学素质的概念界定与理论模型极大地

促进了公民科学素质测评的顺利进展^[4]。根据前文关于科学素质的概念理解和理论阐述，笔者对科学素质研究的历史脉络和发展态势进行了一般性总结，以便于更好把握当代科学素质研究的历史脉络与发展态势。具体可以归纳为三个阶段（如表 1 所示）。

表 1 当代科学素质研究的历史脉络与发展态势

历史时期	代表性国家	研究脉络与关注重点	推进模式
1950 - 1960 年代	超级大国 (美国)	提出概念：知识、术语、 读写能力	经验主导
1970 - 1980 年代	发达国家 (美、英…)	细化概念：科学本质、STS、 解决问题、测度方法	经典科普 缺失模型
1990 年代 - 至今	发达国家 + 发展中国家	制定标准：科学文化、行动 参与决策、人与自然	公众理解科学 民主模型

1.2 关于科学素质的若干理性认识

根据上述理论综述，我们认为：科学素质是一个有结构的完整系统，它以基本文化素质为基础，内涵部分由不同的要素构成，外在部分具有不同的功能。在科学素质系统的结构认知中（如图 1 所示），在基本文化素质的基础上，科学素质可分为要素结构 and 功能结构两大板块，其中要素结构包括 STS、意识、方法和知识；功能结构包括文化功能、参与功能、生活功能等方面。

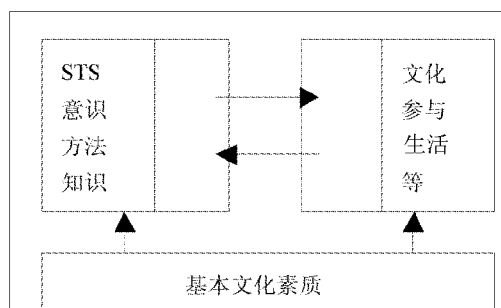


图 1 科学素质系统的结构认知

对于上述理论框架的理解，我们强调：科学素质是随科技发展、社会需求、时代进步而动态发展的开放系统；人们的科学素质有其共性特征，但其标准、形成过程等，因特定时间和空间有变化，与具体的社会文化背景有密切

关联。这样有助于我们深入把握公民科学素质的要义和理论精髓。伴随人们对科学本质认识的深化及科学传播活动的深入推进，旨在提升公民科学素质的活动（即我国常称“科普工作”）经历几个不同发展阶段：(1)经典科普（PS，“缺失模型”）；(2)公众理解科学（PUS，“民主模型”）；(3)科学传播（SC）。而著名学者贝尔纳在 1939 年的著作《科学的社会功能》就强调：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^[5]。

我们在研究中还发现，科学普及（PS）、科学传播（SC）、科学教育（SE）虽然都是人们为提升国民科学素质而进行的有组织的社会活动；但是这三个概念在内涵上、行动目标上、活动特点上又不完全相同。使用时既要看到联系，也要注意细微的概念差异：科学普及是面向大众但具有典型“居高临下”的单向性；科学教育属于学校教育体系，往往指一定年龄阶段、一定特征人群的系统学习模式；而科学传播的概念相对更广，传播学英文原本就是 communication，其词根就具有典型的互动双向交流的本义，这个理念与国际新思潮“公众理解科学”、“公众参与科学”的精髓是一致的。

2 科学素质的测度：必要性、方法论及实证

2.1 世界各国公民科学素质建设的实践

1957年，基于战后开展公众理解科学的实际需要，由美国科学作家协会（NASW, National Association of Science Writers）和洛克菲勒基金会（Rockefeller Foundation）共同资助，美国进行了一次全美成年人科学素质测评的实际调查。这次调查使用的是开放性问卷，调查内容涉及到科学技术的题目很少，它是美国科学素质测评的雏形。1972年，美国在全国范围内第二次进行公众对科学技术的态度调查，调查结果刊发于美国国家科学委员会发布的两年一度系列报告《科学指标》（《科学指标》自1987年更名为《科学和工程指标》）中。此后，每期的《科学指标》中都有一章内容专门讨论公众对科学技术的态度。

美国第一次完成真正意义的科学素质测评是在1979年，时任芝加哥科学院国际科学素质促进中心主任的Miller博士建议从三个方面进行较为全面的公民科学素质测评^[1]：(1)科学术语和科学概念的基本词汇；(2)对科学过程的理解；(3)科学技术对个人和社会造成影响的认识。这三个方面的内容成为米勒科学素质三维度模型的雏形。1983年，Miller从科学技术社会的社会形态需要出发，明确提出了科学素质的上述三个维度，并且，在1986年、1988年和1990年的公民科学素质测评与研究中，他对这三个维度做了进一步修改，并逐步建立采用社会学方法进行测度的评估体系。

1988年，英国仿照米勒科学素质模型，首次在国内实施了公民科学素质测评。1989年，欧共体国家开展了欧洲15个国家的公民科学素质调查，取得了有价值的数据和研究结果。1990年新西兰也进行了类似的科学素质测评。随后，日本、印度、泰国、马来西亚、韩国、中国等亚洲国家也相继在20世纪90年代初进行了公民科学素质调查。印度把科学素养理解为“全民最低限度的科学”，指的是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、实践的熟悉和理解，并确定“全民基础科学”

建设方向。印度的科学素养调查一方面采用了米勒指标体系的部分问项，另一方面又结合印度本国国情自设了大量问项。

经济合作与发展组织（OECD）于2000年启动了专门面向15岁学生的“国际学生科学素质评估项目”（PISA, Programme for International Student Assessment），共有32个国家（其中28个OECD成员国）的约25万学生参与调查，测评范围包括阅读素质、数学素质和自然科学素质。PISA项目是对成员国义务教育阶段科学教育效果的测评，同时也是跨国公民科学素质测评的一种横向比较，具有突破性的研究意义^[6]。

虽然世界各国基本沿用相对成熟的美国米勒的三维度体系（科学概念维度、科学过程维度和科学态度维度）进行本国公民科学素质测评，但是，在实际应用中他们都不同程度地进行了内容修改。即使在美国本土，调查者也在不同时期的公民科学素质测试中做一定程度的灵活处理，对米勒体系做一些实践修正，其中也包括米勒本人所做的测试。

英国和其他欧盟国家从1988年开始使用米勒体系进行国民科学素质调查，起初基本是套用米勒体系。90年代中后期以来，欧盟国家对米勒体系提出了质疑。他们认为，公民的科学素质，不仅仅指公民能了解一定的科学知识和理想状态的科学方法，保持某种理想的科学态度，还应包括公民对科学与社会运行机制之间关系的了解。此外，欧盟研究专家认为，公民的生活方式（或称社会特征）是与科学素质相关的一个重要变量，科学概念的筛选和科学社会性质的定性研究应该成为全民科学素质调查的基础。因此，欧盟国家在实际调查中，突破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。

在亚洲国家，随着科学素质调查实践和理论研究的不断深入，米勒体系的适应性也逐渐遭到质疑。2001年，日本照搬米勒体系进行了全国科学素质调查，问卷设计也与美国基本一致。调查结果显示，日本的国民科学素质低于

美国与欧盟国家。针对调查的结果,日本人在调查报告中提出了国际通用标准在日本是否适用的问题。马来西亚在沿用米勒体系时暴露出的问题比日本更多。研究人员认为,采用美国米勒体系得到的调查结果与真实的国民科学素质现状可能存在较大误差,因为马来西亚等发展中国家的社会经济特征以及教育体系与美国等发达国家存在较大差异。

2.2 中国公民科学素质测度的设计原则与概念模型

当前,公民科学素质已得到我国政府和社会高度关切,是当前中国创新型国家建设的重要方面之一,已取得可喜的成绩。然而,由于经济基础、文化传统、体制机制等诸多原因,我国公民科学素质与发达国家相比,还有很大

差距。公民科学素质的标准和测评体系与经济、政治、社会、文化背景密切相关。世界各国(包括西方发达国家、印度以及中国)所采用的测评工具主要是较适合发达国家的 Miller 体系和 Durant 体系;而针对我国公民科学素质的测度尚需进一步规范,存在诸多与国情不相适应的问题。当前开展公民科学素质测度研究的必要性在于:它是提升素质的前提,是比较研究的前提,是政策制定的依据;也是宏观调控的工具。因此,参照国际经验,建立适合我国经济、文化情况的测评体系,为建设创新型国家服务,必然要提上日程。

为此,我们受中国科协委托承担了《中国公民科学素质测评指标体系及实证研究》的课

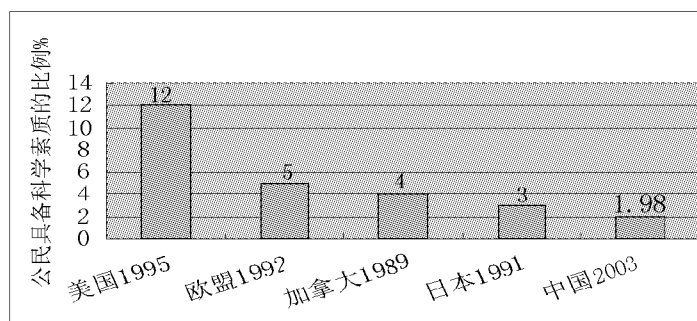


图2 不同国家公民具备科学素质比例的对比图

题,其研究目标是:基于国内外公民科学素质评估指标体系的比较研究,剖析公民科学素质评价指标体系的内在科学机制,构建全球化背景下我国公民科学素质的测评体系。

在研究过程中,我们系统运用了多种方法来支撑这项研究。具体而言,在指标体系设计阶段,主要运用了焦点小组法、层次分析法及 Delphi 法进行比较研究;在问卷设计与实验阶段,主要运用构建知识库、小样本实验,以及效度与信度检验等;在实证调查与验证阶段,主要运用了经典测试理论 (CTT)、项目反应理论 (IRT)、频数分析与相关分析等。

该课题的整体设计原则尽量做到五点:(1)服务于国家战略和政策目标;(2)本土化与国际化兼顾;(3)科学性(体现科学本质,问卷题目有表征性、敏感性);(4)兼顾历史继承性与未来发展性;

(5) 实践可操作性。其主要研究内容包括五大模块:比较研究、基础理论研究、指标体系研究、评估调查方法、实证研究等(如图3所示)。

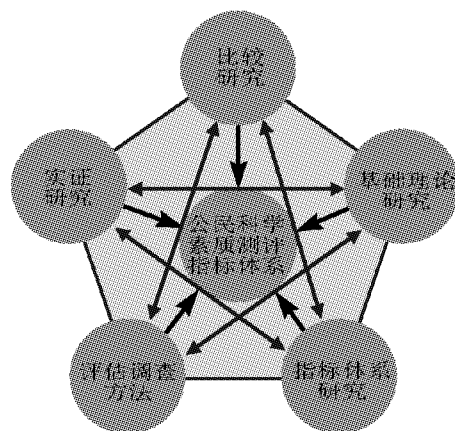


图3 中国公民科学素质测评指标体系研究内容

在研究过程中，从理论上剖析科学素质的内在构成，从不同层面考察科学素质的时代内涵，在归纳、提炼科学素质内容要素、文化元素、外显功能、政策价值的基础上，确立了科学素质的测量维度，构建了知识、意识、能力三维模型的体系结构（如图4所示）。对于知识

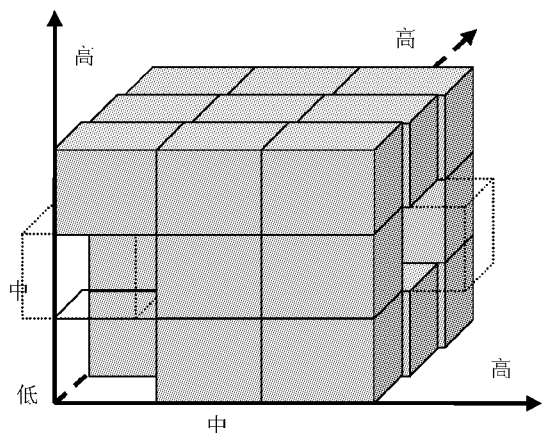


图4 科学素质的体系结构：三维模型

维、意识维、能力维的低、中、高等三个不同层级可以通过不同类型的问卷来进行测度。当然，其中也有若干选题是具有交叉性的，在问卷设计与测评过程中具有很好的操作价值，便于科学地

进行中国公民科学素质测评指标体系的设计及其相关调查问卷的设计。

2.3 公民科学素质测度的实施方案与流程控制

在公民科学素质测评指标体系的理论构建的基础上，本课题进行了一系列严格的实证测试，其实证研究的工作流程如图5所示。根据测评指标体系的要求，参照 Miller 的问卷系统可比性，结合中国国情，设计出相应的公民科学素质测评问卷。首先选取合肥市实验样本进行预调查，对问卷每一题项的信度、效度进行检验，再修正原来问卷设计方案，经过多轮反馈验证修正（如①②及①'②'等），按照严格的抽样方案进行安徽省级区域实证研究（调查的每一个环节严格进行过程控制），用以摸索一套行之有效的测度模式。

同时，选取了安徽合肥、上海浦东区、甘肃天水等三个东中西部不同地区进行了对比验证研究，取得了宝贵的额外研究收获，顺利验证了本指标体系的普适性。

在具体的实证调查实施过程中，严格按照人口统计特征来进行抽样与分层，中国公民科学素质调查抽样工作的层级分解与管理可以用图6表示。在安徽省范围内的实证研究中，本课题划分

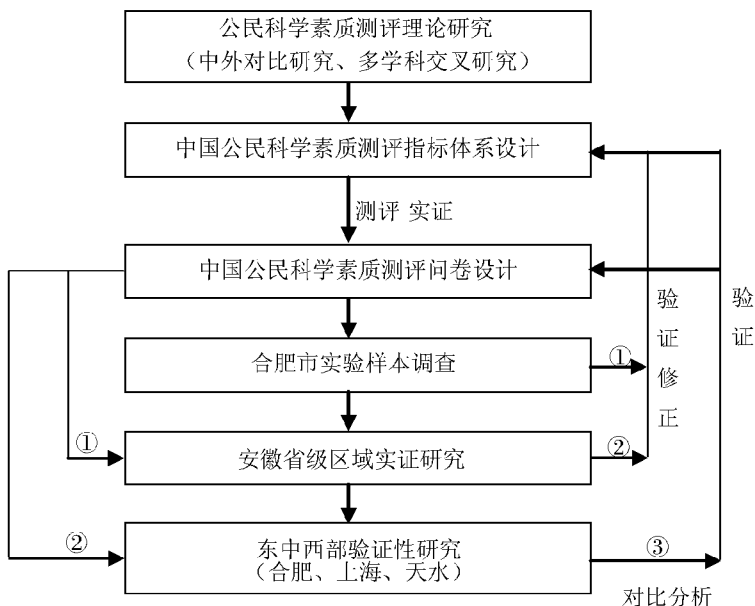


图5 中国公民科学素质测评实证研究的总流程

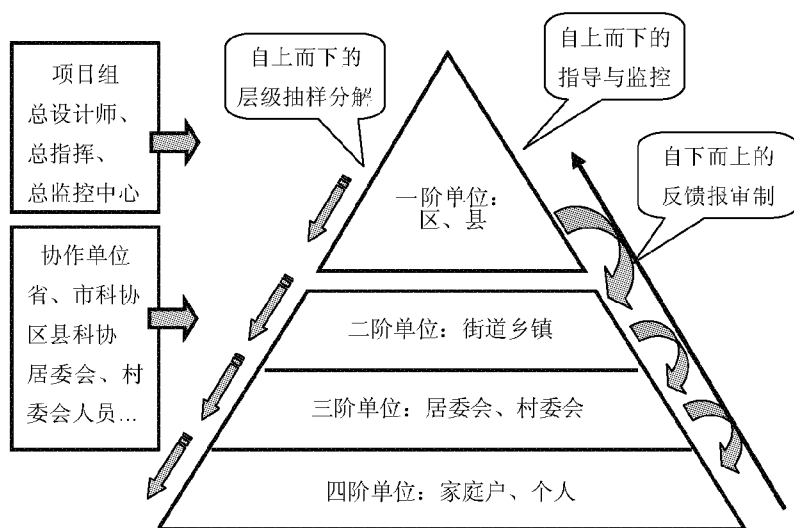


图6 中国公民科学素质调查抽样工作的层级分解与管理

为四阶单位：区县→街道乡镇→居委会村委会→家庭户个人等。在一阶单位采取自上而下的层级抽样分解以及指导监控，同时采取自下而上的反馈报审制。

在上述调查过程中，如何进行有效的过程监控是非常重要的课题。我们建立了一个高效的调查过程控制的制度保障体系（如图7所示），起到了重要的作用。

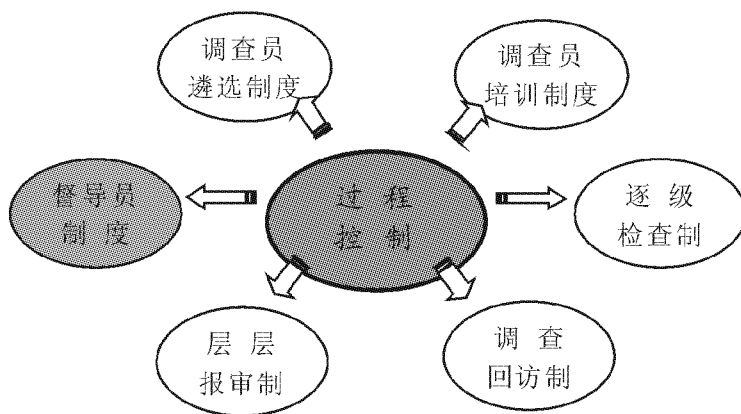


图7 实证调查过程监控的制度保障体系

在我们课题的实证调查过程监控的制度保障体系中，围绕“过程控制”为核心，设置了督导员制度、调查员遴选制度、调查员培训制度、逐级检查制、调查回访制以及层层报审制等制度，有效地监控了整个实证调查各个流程，取得了很好的实证调查效果。

3 关于提升我国公民科学素质的几点思考

3.1 公民科学素质建设环境良好

当前，在国家《全民科学素质行动计划纲要（2006-2010-2020）》颁布之后，中国公民科学素质将有较大的提升，整个科学传播事业有望进入全面、持续、有效的发展状态^[7]。具体而言，我们认为可从下面几个方面逐一评述判断。

3.1.1 政府方面

中央政府已在认识上高度重视，各级基层政府也都开始积极配合整体战略，角色正在转变，但不少部门的工作远未到位，需逐步落实并加强考核监管。

3.1.2 社会方面

整个社会的认识有所上升，热情逐步高涨，但离“社会化”、“民间化”的格局相当遥远。

3.1.3 体系建设方面

科普工作涉及政府与社会的科技、教育、传播、文化等众多领域，垂直方向的交流协调较畅通，但不同部门的横向沟通交流、互动机制尚未形成。

3.1.4 行动纲要方面

我国政府颁布了《全民科学素质行动计划纲要（2006-2010-2020）》之后，一度成为热点，令人振奋！但目前阶段已有计划，急切需要各类具体操作方案予以落实。

3.1.5 概念内涵方面

以传播知识为主导对知识、方法、理念、精神逐步重视的全方位传播，目前已有较大的概念内涵突破；但缺乏行之有效的的方法和手段。

3.1.6 理念模式方面

从经典科普方式为主转向经典科普、公众理解科学以及现代科学传播等不同理念相结合的混合模式。

3.2 存在的难点和问题

研究过程中，我们认为当前还存在以下一些难点及有待探索的问题。

3.2.1 关于什么是科学素质的本质内涵，目前学术界理解不一

劳厄曾说过：素质就是所学的知识都忘了过后所剩下的东西。科学素质本身是一个复杂

的体系，界定不清，测度更难，尤其是关于精神、理念、思想等，只能间接测试——这也就给这个课题本身带来了内在的难度。

3.2.2 如何使测度做到既具有中国特色，又具有国际可比性

这需要我们花费一定的磨合期逐步去验证比较，因此这项研究需要一个长期的过程。

3.2.3 大规模抽样的过程控制问题

我们已高度关注并制定了严格的制度保障体系，但务必每一个环节都要落实到位，其难度是可想而知的。

3.2.4 关于科学素质的表征方式

能否借鉴智商（IQ）值之类模式从数据库里调用以对单独个体进行测度？目前抽样只能从宏观上进行一般性测度，不能针对个人的特色提出未来科学素质提升的诊断方案，致使其应用性大大减弱。我们在研究讨论过程中，也曾尝试提出“综合指数”、“三维矢量”等多种表征方式，具体而言，如何使之更为科学合理，尚需进一步探索验证。

参考文献

- [1] 程东红. 关于科学素质概念的几点讨论 [J]. 科普研究, 2007 (3): 5-10
- [2] 全民科学素质行动计划制定工作领导小组编. 全民科学素质行动计划课题研究论文集 [C]. 北京: 科学普及出版社, 2004: 41-45.
- [3] Jon D. Miller. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review [M]. Daedalus, 1983 (112).
- [4] OECD. PISA: Measuring Student Knowledge and Skills [C]. The PISA Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy. 2000.
- [5] 贝尔纳·科学的社会功能[M]. 陈体芳译. 北京: 商务印书馆, 1986.
- [6] 李大光. 国际视野中的中国公众科学素养 [J]. 中国科技论坛, 2007 (3): 7-8.
- [7] 任福君. 搭建科普研究资源平台、促进科普事业发展 [J]. 科普研究, 2006 (3): 8-13.

(上接第 69 页)

- [24] 自来血能滋养肝脏 [N]. 申报, 1925-04-06 (5).
- [25] 说脑 [N]. 申报, 1929-06-04.
- [26] 教育消息-第四届太平洋科学会议详记 [N]. 申报, 1929-07-15 (11).
- [27] 中国科学社年会之筹备 [N]. 申报, 1929-07-16 (11).
- [28] 省教育会理科讲演会记 [N]. 申报, 1922-01-04.

- [29] 俄国最近之扩充电厂计划 [N]. 申报, 1922-03-05 (3).
- [30] 小摩托车 [N]. 申报, 1920-08-08 (16).
- [31] 飞机推进机之新用途 [N]. 申报, 1920-05-30 (3).
- [32] 上海今年造船之比较 [N]. 申报, 1920-06-03 (11).
- [33] 空中单轨悬行车 [N]. 申报, 1920-06-06 (3).
- [34] 科学新潮 [N]. 申报, 1920-08-15 (3).