

广东省科学技术厅重大软科学项目成果 (2008A070400003)

周霞 · 廖颖宁◎著

广东全民科学素质 调查评估及监测

Investigation, Evaluation and Monitoring
of Scientific Literacy of All Guangdong Citizens



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE



广东省科学技术厅重大软科学项目成果（2008A070）

Investigation, Evaluation and
Monitoring of Scientific Literacy
of All Guangdong Citizens

广东全民科学素质
调查评估及监测

周霞 廖颖宁◎著



 中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

广东全民科学素质调查评估及监测/周霞, 廖颖宁著

北京: 中国经济出版社, 2012. 5

ISBN 978 - 7 - 5136 - 0240 - 2

I. ①广… II. ①周… ②廖… III. ①公民 - 科学 - 素质教育 - 研究报告 - 广东省 IV. ①G322. 765

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 185683 号

责任编辑 焦晓云

责任审读 贺 静

责任印制 张江虹

封面设计 北京华子图文设计公司

出版发行 中国经济出版社

印 刷 者 三河市佳星印装有限公司

经 销 者 各地新华书店

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 19. 75

字 数 350 千字

版 次 2012 年 5 月第 1 版

印 次 2012 年 5 月第 1 次

书 号 ISBN 978 - 7 - 5136 - 0240 - 2/C · 107

定 价 59. 00 元

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010 - 68319116)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010 - 68359418 010 - 68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390)

服务热线: 010 - 68344225 88386794

前 言

公民科学素质的高低对社会、经济发展的影响是深远的。2010年,中国科协组织的全国公民科学素质调查显示,广东省的公民基本科学素质为3.3%,略高于全国平均水平,但是广东省经济发展水平却远高于全国平均水平。科学素质与经济发

展的不同步,直接影响了经济的转型升级,影响了创新型广东、幸福广东的建立。

公民基本科学素质的提高与什么因素有关,应该采取何种途径,才能不断提高人们的科学素质?为了回答这些问题,2008年广东省科学技术厅专门立项进行研究。项目组选取广东省全民科学素质作为研究对象,紧扣《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》(以下简称为《全民科学素质纲要》),从国内外相关文献研究入手,构建了科学素质要素模型,阐述了科学素质形成机理和表现形式,制定了广东省全民科学素质基准,设计开发出广东省全民科学素质质量表。2009年,项目组对广东省21个地级市进行抽样调查,共发放问卷1900份,共回收除深圳市外的20个地级市的1796份问卷,获得了丰富的第一手数据。接着,项目组通过建立数学模型,分析了广东省全民科学素质的群体特征;对公民行为与科学素质相关性进行分析,探讨了公民行为对科学素质的影响;构建了实施《全民科学素质纲要》监测指标体系,监测评估了广东省实施《全民科学素质纲要》情况;针对调查评估结果,提出了促进广东省全民科学素质提高的对策建议。

本书共分为八章。第一章,绪论。总体概述本书的研究背景、研究意义、研究目的以及研究思路。第二章,全民科学素质内涵。通过对国内外科学素质内涵的研究,以“能力”为导向,提出了全民科学素质的定义,并且对科学素质的要素进行了分析,找出各个要素之间的结构关系,构建科学素质模型。为了找出制约全民科学素质提高的主要影响因素以及提高其科学素质的方式和途径,项目组深入地剖析了全民科学素质的形成机理及其表现形式。第三章,广东省全民科学素质基准设计。通过对广东省全民科学素质建设的制度环境和社会经济文化环境的分析,制定全民科学素质的基准原则,运用关键绩效指标法KPI、平衡计分卡BSC和标杆基准法对基准内容进行选择。第四章,广东省全民科学素质调查体系的设计。通过对国内外全民科学素质调查体系的比较分析,结合广东省在政治、经济、文化等多方面的现实状况,全面、科学、合理地针对广东省全民科学素质测评指标进行框架设计。选择部分样本进行测试,从而对

卷的鉴别度和难度进行检验,并基于分析结果调整、完善调查问卷。第五章,广东省全民科学素质状况调查分析。综合采用区域普查和分层抽样等方法,2009 年对广东省 21 个地级公众的科学素质实施抽样调查,在被调查的广东省公民中,具备基本科学素质的比例是 5.16%,基本具备基本科学素质的比例是 54.28%,基本不具备基本科学素质的比例是 38.07%,不具备基本科学素质的比例是 2.48%。在实施科学素质测试中,对评估体系的科学性和测试过程误差进行了有效控制。第六章,广东省全民科学素质群体性特征及制约因素分析。通过调查评估分析,发现影响公民科学素质提高的因素很多,其中,性别、年龄、文化程度、地区、城乡等方面的影响较大。同时,科学素质与公民的行为(如上网时间、看报频率、看电视时间、听广播时间、参加科普活动次数等)关系密切。第七章,广东省实施《全民科学素质纲要》监测体系设计。通过监测 21 个地级以上市相关机构关于科普资源投入和科普工作开展情况及所取得的成果,度量广东省实施《全民科学素质纲要》对公民科学素质水平提高的效果,以便及时发现问题,采取措施加以解决。第八章,提高广东省全民科学素质的对策建议。通过分析全民科学素质提高的主要制约因素,提出要切实提高人们对提高科学素质重要性的认识,加大对科学技术知识的宣传和普及力度,从政府、企业、社会等多方面采取必要措施,针对“四类”人群分别给出对策建议。

本书是广东省科学技术厅重大软科学项目(项目编号:2008A070400003)的研究成果之一,由周霞教授和廖颖宁博士主笔,李海基硕士、欧凌峰硕士、李红硕士、华南理工大学陈骁聪、东南大学夏宇周也参与了部分内容的编写。

在研究、调查、写作的过程中,得到了广东省科学技术厅原厅长、博士生导师谢明权教授的指导和帮助,还得到了广东省科学技术厅副巡视员廖兆龙、调研员龚建文、副处长谢伟胜多方面的帮助,广东省人才所所长袁兆亿、广东省科技信息中心副主任江涌在问卷发放、资料收集、对策研究方面也做了大量工作,在此一并表示衷心的感谢。在写作过程中,我们参考了大量国内外学者和专家的观点、成果及文献资料,在此也表示最诚挚的谢意。同时,本书的出版还得到中国经济出版社及焦晓云编辑的大力支持,在此深表感谢。

由于研究水平、研究时间的限制,书中难免存在不足之处,真诚地希望能得到各位读者的批评指正。

第一章 绪 论

当今世界科学技术迅猛发展,科技成果转化和科技产业更新的周期逐渐缩短。科学技术作为第一生产力的地位和作用日益突出。从根本上说,国际间的竞争已经转为科技的竞争、自主创新的竞争以及国民素质的竞争。在激烈的国际竞争中,人们逐渐认识到科学大师、工程巨匠、技术精英的实力直接决定着一个民族的国际竞争力。然而,没有重视国民科学素质提升的社会土壤,就无法实现科学技术人才的高效培养与产出。因此,许多国家都把提升国民的科学素质作为增强国际竞争力的重要途径,并对国民科学素质的现状进行深入的调研、评估与研究,以便对症下药,采取有效措施,切实提高国民科学素质。

美国是最早研究科学素质并开展公民科学素质(Civic Scientific Literacy)调查的国家。1957年,美国首次在全美开展公众对科学技术态度的抽样调查,以期了解公众的科学素质及其对科学技术的兴趣和态度,争取公众对科学技术的支持。20世纪70年代以后,美国基本维持着两年一次采用问卷的形式对公众科学素质进行抽样调查。除美国之外,英国、加拿大、欧盟、新西兰、韩国、日本等众多国家和地区也都分别针对本国、本地区的公众开展了定期和不定期的科学素质调查工作,并通过调查制定了有效的措施提升公众的科学素质水平。近些年来,开展和实施各种促进公众科学素质提升的计划已经成为一种世界潮流。

中国在1990年开展了全国性的公众科学素质试验性调查,并在之后分别于1992年、1994年、1996年、2001年、2003年、2005年、2007年、2010年进行了八次大规模的全国公众科学素质调查。这些调查完全与国际接轨,是我国国情调查的重要组成部分,并对制定科教兴国战略和科普工作方案提供了重要的科学依据。

在全国开展公众科学素质调查的大形势、大背景下,广东省也于2007年首次开展了广东省公众科学素质调查工作,并于2010年展开第二次调查,为促进广东省教育、文化、科技事业的发展,提高广东省公众科学素质水平奠定了坚实的基础。

党的十七大提出“提高自主创新能力,建设创新型国家”作为国家发展战略的核心并将其放在促进国民经济又好又快发展的八个着力点之首。在创新型国家建设的过程中,我国从“国家科学传播战略”的高度针对提高公民科学素质、增强社会创新能力等目标颁布了诸如《中华人民共和国科学普及法》等一系列的措施与法规。此外,

为贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,提高全民族科学文化素质,国务院又于2006年颁布了《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》。《全民科学素质纲要》明确提出要加强对科学教育与培训基础工程、科普资源开发与共享工程、大众传媒科技传播能力建设工程、科普基础设施工程四项基础工程的建设,并力求通过政策引导,综合政府、社会各团体、企业、全体公民等各方力量的集合,尽快推动全民科学素质整体水平的大幅提高,争取实现到21世纪中叶我国成年公民具备基本科学素质的长远目标。

广东省作为全国的经济和文化大省,提高公民科学素质的目标任重而道远。2007年广东省第一次公民科学素质调查显示,2007年广东省公民具备科学素质的比例为3.1%,略高于全国的平均水平2.25%,但低于东部的平均水平3.9%,与发达国家相比差距则更大。根据调查结果,广东省的公民科学素质呈现以下特点:①在具备科学素质的人群中,男性高于女性,城市高于农村,受教育多者高于受教育少者,不同行业人群科学素质水平差异很大;②受教育程度与科学素质成正相关关系;③仍有较多公民信赖封建迷信。2010年广东省的第二次公民科学素质调查显示,2010年广东省公民具备科学素质的比例上升为3.3%,同比增长了0.18%,但是早在1989年加拿大已经达到了4%、美国更高达7%,日本也在1991年达到3%。总的来说,广东省公民科学素质的总体水平不容乐观,并已成为制约经济发展和社会进步的重要因素。因此,本书的研究将重点集中在全民科学素质的调查评估及监测体系这两方面,争取对广东省全民科学素质的提升工作提供一定的借鉴和参考价值。

构建全民科学素质调查评估及监测体系,不仅能够全面掌握广东省全民对科学技术知识的了解、对科学技术的态度及参与公共事务的途径等主要信息,还能监测全民密切关注的科学知识所在的领域,这对于积极引导公民提升科学素质水平并缩小我国全民科学素质与国外的差距有积极的意义。

中国作为正在发展中的大国、世界第二经济大国、金砖四国之一的新兴国家,在经济、政治、文化等诸多领域都和发达国家存在较为显著的差异,完全照搬发达国家的制度、体系、措施可能会适得其反。具体到科学素质评估,容易发现发达国家与发展中国家、大国与小国之间往往在提供科学素质方面有较明显的差异,采取的方法、经历的过程也存在差异,无法也不可能用相同的标准进行有效衡量,比如如果用高标准,评估对象的差异就有可能完全被掩盖,影响因素的重要性排序也无法判断。总之,基于差异性、异质性的考虑评估体系不能只做简单平移,必须结合国情、省情、特色、现状并在借鉴的基础上加以修正,方能正常使用。

回顾我国近些年来的公众科学素质调查以及2007年、2010年广东省公众科学素质调查,虽然“Miller模型”以及源于此模型的国际通用问卷一直是测试的主要构成、修正依据,然而,从调查结果也能发现,“Miller模型”及其问卷的部分内容不完全适合

中国的国情、广东有的省情。事实上,由于我国广东省地域广阔、行政辖区多,区域间,无论教育、文化、人口、社会还是经济的发展均或多或少存在不平衡,因此,广东省全民科学素质的调查评估与监测体系不仅要适合我国国情,更要符合广东省的省情。

为了进一步完善调查体系,更好地服务于国家、广东省的经济建设与社会发展,需要重新审视公民科学素质调查与评估体系内部可能导致的系统性误差问题,改变由此引起的数据失真和对决策的误导。因此,本书将深入研究公民科学素质问题,根据调查评估的理论,明确广东省全民科学素质调查评估及监测体系的目标与定位,从全民科学素质内涵的形成和构成,到全民科学素质各维度的表现形式;通过设计全民科学素质基准、调查问卷和全民科学素质评估指标及评分系统,建立契合广东省实际的广东全民科学素质调查评估体系;通过全省性的抽样调查,掌握广东省公民基本具备科学素质的情况,了解广东省公民科学素质现状、公民获得科学技术知识和信息的渠道与方法以及公民对科学技术的看法和态度,进而跟踪、分析其发展变化趋势,为实施《全民科学素质纲要》,提高全民科学素质工作提供基础数据。力争按照《广东省实施〈全民科学素质纲要〉工作方案》,结合广东省全民科学素质的实际情况,建立广东省实施《全民科学素质纲要》情况的监测评估工作体系,为纲要的顺利实施提供指导和保障。

目前,对于“科学”仍没有一个公认的定义,但这并不代表科学是说不清、道不明的东西。科学社会学创始人默顿在《科学的规范结构》中指出了“科学”这个词汇是难以概括的,但它通常有四种含义:①支撑科学活动的文化价值和惯例;②特定的方法;③应用特定方法而获得的积累性知识;④上述方法、知识、文化价值和惯例之间的任意组合^①。受习惯思维的影响,人们通常认为科学就是自然科学,这只是狭义的理解。我们这里讲到的“科学”应从广义上理解,包括人文科学、自然科学和社会科学等。

① R. 默顿. 科学的规范结构[J]. 哲学译丛,2000(3):56-60.

第二章 全民科学素质内涵

2.1 全民科学素质内涵

科学素质这一概念诞生于美国。1952年,《科学中的普通教育》(《General Education in Science》)中首次提出科学素质,随后,随着著名科学教育专家赫德的专著《科学素质:它对美国学校的意义》(《Science Literacy: Its Meaning for American Schools》)的公开出版,科学素质开始正式成为科学教育的主题,即1958年。赫德认为,科学素质不仅蕴涵着对科学的理解,而且包含着该种理解对社会经验的应用^①。通过文献研究,可以发现与“科学素质”一词对应的英语表达主要有两个,分别是 Science literacy 和 Scientific literacy,前者主要指具体的知识、办法和技能,后者则主要表达一种内在品质。“科学素质”有时亦被翻译为“科学素养”,它们都来自于 Scientific literacy(本书将科学素养与科学素质统一称为科学素质,以便于与《全民科学素质纲要》对接)。但不应该狭义地认为“科学素质”指的就是一种内在品质,应从广义上理解,它也包括 Science literacy 的内容^②。1993年,联合国教科文组织和国际科学教育理事会正式提出全民科学素质(Scientific and Technological Literacy for All)的概念,标志着科学素质的范畴已延伸至更广阔的领域而不局限于学校教育领域。至此,全球开始对于国民科学素质的重视。

2.1.1 国外对科学素质内涵的研究

20世纪60年代,Pella采用经验主义的归纳法,在系统地分析多种与科学素质相关的研究成果后得出,科学素质包括基本的科学概念和术语、科学的本质、科学家的伦理和道德原则、科学与社会的关系以及科学与技术之间的差异等^③。

本杰明·沈(1975)研究科学素质的内涵后把科学素质分为了三类:①公民(civ-

① 丁邦平. 国际科学教育导论[M]. 太原:山西教育出版社,2002.

② 彭利荣. 大学生科学素质的现状及对策研究[D]. 湖北:武汉理工大学,2008.

③ Pella, M. O., Hearn, G. T., & Gale, C. G. Referents to scientific literacy [J]. Journal of Research in Science Teaching, 1966 (4): 199-208.

ic)科学素质,即公民在对科学相关问题和活动理解的基础上,参与公共事务并影响决策;②实用(practical)科学素质,即以解决实际问题为目的;③文化(cultural)科学素质,即科学是可以被理解和学习的,它是人类文化的一种存在方式^①。

1981年,布兰斯康在本杰明·沈的理论基础上,将科学素质定义为一种能力,包括读写能力、理解系统化的人类知识的能力。他提出科学素质的8个范畴,分别是技术的(technological)科学素质、方法的(methodological)科学素质、专业的(professional)科学素质、业余的(amateur)科学素质、新闻业的(journalistic)科学素质、通用的(universal)科学素质、科学政策素质(science policy literacy)和公共科学政策素质(public science policy literacy)。上述不同的科学素质是特定背景下的科学素质^②。

美国国际科学素质促进中心主任米勒(J. D. Miller)的研究具有历史性意义。他从三个维度对科学素质进行测评,这些维度分别是:①对报纸和杂志上的基本科学词汇和概念的充分理解;②对科学探究的过程或本质的理解;③对科技的社会影响的意识和理解^③。随着研究的发展以及对多次调查结果的深入分析,米勒发现其中的第三个维度即对科学技术给个人和社会所带来的影响的理解,在一定程度上、在不同的国家的测试结果变化很大,用前二维对科学素质状况进行国际比较研究更合适^④。

世界各国和许多组织也对科学素质进行了定义和研究。

美国科学促进会在20世纪80年代实施著名的“2061”计划。在美国科学促进会《面向全体美国人的科学》的报告中,科学素质被定义为:“包括数学、技术、自然科学和社会科学等许多方面,这些方面又包括熟悉自然界,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;有科学思维的能力;认识到科学、数学和技术是人类共同的事业,认识它们的长处和局限。同时,还应该能够运用科学知识和思维方法处理个人和社会问题”^⑤。《科学素质的基准》是“2061”计划的一个重要成果,其中列出了科学素质的具体内容,包括以下方面:科学的性质、技术的性质、数学的性质、生存环境、自然环境、人类机体、人类社会、数学世界、被改造了的世界、历史展望、思维习惯、通用概念^⑥。

美国国家科学院在《国家科学教育标准》中提到:“科学素质是指制定个人决策、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。”美国国家

① Benjamin S. P. Shen. Science Literacy and the Public Understanding of Science[M]. Communication of Scientific Information, Karger, Basel. 1975:44-52.

② Laugksch. R. C. Scientific literacy: a conceptual overview (2000) [M]. Sci. Edu, 1984:77.

③ Miller, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review[M]. Daedalus. 1983, 112(2):29-48.

④ Miller, J. D. Scientific Literacy and Citizenship in the 21st Century[M]. Shiele B. and Koster E. H., Multimonde. Science Centers for This Century. Multimondes, 2000:369-413.

⑤ 美国科学促进协会. 面向全体美国人的科学[M]. 中国科学技术协会译. 北京:科学普及出版社,2001.

⑥ 美国科学促进协会. 科学素养的基准[M]. 中国科学技术协会译. 北京:科学普及出版社,2001.

科学院认为科学素质应包括的内容如下:探究的科学、生命科学、物质科学、科学与技术、地球和空间科学、科学的历史和本质、从个人和社会视角所见的科学^①。

国际经济合作组织(Organization for Economic Cooperation and Development,以下简称 OECD)开展了一个国际学生评估项目(Programme for International Student Assessment,以下简称 PISA)。PISA 认为:“科学素质是运用科学知识,提出问题和做出具有证据的结论,以便认识自然界,理解人类活动对自然界的改变,并在这些认识和理解的基础上做出决定。”^②

2001 年,一个关于提高印度公众科学素质的报告《全民基础科学》中提到,科学素质应是一种人为的科学素质,属于终生教育的范畴。一个真正具备科学素质的人,应该既能保持自身健康,也能为群体健康做出贡献,应该具备保护环境、掌握基本测量和计算方法的能力,应该具备从科学的角度理解工农产品的能力^③。

2.1.2 国内对科学素质内涵的研究

关于科学素质研究,中国虽然起步较晚,但是经过一段时间的努力,也取得了不少成果。在借鉴国外科学素质的研究成果的基础上,中国学者不仅归纳总结了我国科学普及、科技传播、科学教育的实践,而且在理论方面做出了尝试。具体见表 2-1。

除了上述研究成果外,我国公民科学素质的基本内涵与结构课题组认为,公民科学素质是指公民了解和掌握必要的、基本的科学知识和科学方法,拥有正确的科学思想和科学精神,并具备科学地处理“生存与发展”、“生活与工作”和“参与公共事务”三类问题的能力^④。全民科学素质纲要实施工作办公室认为,科学素质是指公民了解和熟悉必要的基本的科学知识和科学方法,掌握获取科技信息的基本技能,拥有正确的科学世界观和精神,并具备科学地处理个人和社会问题的能力^⑤。

综上所述,国内外学者主要从三方面,即科学探究的过程、科学术语和科学基本观点、科学对个人和社会的影响,对科学素质进行探讨。在多年的发展中,对科学素质的研究在不断完善和进步:进入 20 世纪 70 年代后,科学素质的内涵增加了“科学与社会”的范畴;80 年代后,“技术”在科学素质的研究中受到广泛关注,同时科学过程和探究方法及能力的培养也成为焦点^⑥;90 年代以后,科学技术有了重大突破,如基因食

① 国家研究理事会. 国家科学教育标准[M]. 戴守志等译. 北京:科学技术文献出版社,1999.

② Centre for Educational Research and Innovation. PISA Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006[J]. Source OECD Education & Skill, 2006(11): 1-190.

③ 史玉民,韩芳. 印度公民科学素养发展概况[J]. 科普研究,2008(1):44-49.

④ 我国公民科学素质的基本内涵与结构课题组. 我国公民科学素质的基本内涵与结构 A1-2[DB/OL]. <http://www.cdstm.cn/c6/index.jsp>. 2006-11-15.

⑤ 全民科学素质纲要实施工作办公室. 我国公民科学素质的基本内涵与结构[DB/OL]. <http://app03.cast.org.cn/portal/findportal.do?portalid=orgac19f0ab48218>. 2007-03-29.

⑥ 丁邦平. 国际科学教育导论[M]. 太原:山西教育出版社,2002.

品、克隆人技术、DNA 测序等,因此,科学决策和科学在人们日常生活中的作用受到重视;跨入 21 世纪后,对“能力”的研究备受关注。

表 2-1 国内学者对科学素质内涵的研究

学者	时间	研究内容
林斯坦	1999	科学素质指的是“在具备文化和科学技术知识的基础上,对有关个人和社会的各种问题和现象能进行理性思维并做出符合规律的决策的能力,它要求人们对事物和所遇到的问题进行理智的独立分析、判断,并能创造性地解决问题”。 ^①
李大光	2000	由于各国的社会传统、普遍的意识形态以及特有条件等不同的缘故,适用于所有国家公众的科学素质统一标准是不存在的,但提高公民对科学方法的理解和培养公众的探究精神是科学素质教育的共同内容。 ^②
刘春华、张培成	2001	科学素质的含义包括科学知识和技能、科学思想、科学过程和科学方法、科学兴趣,其结构和功能表现出整体性、普遍性、基础性和稳定性四大特征。 ^③
桑宁霞、孙少敏	2001	科学素质是以创新、理性、客观、思辨为特点的,包含科学精神、科学思维、科学思想、科学语言、科学方法和解决自然和社会问题的能力。 ^④
魏冰	2001	科学素质概念的发展过程可划分为个人经验总结、理念框架奠定、教育目标提出和教育政策制定四个阶段。 ^⑤
韩跃红、李浙昆	2003	针对科学精神的实质和内容,从科学素质薄弱或不健全的角度,分析了不同人群受害于邪教的认识论原因。 ^⑥
萧莉	2003	科学素质是一种内在的综合品质,包括科学知识、科学态度和科学方法等,而文科大学生的科学素质主要表现为对科学的认识能力、探究能力、理解科学技术和社会关系的能力。 ^⑦
龚雄	2008	科学素质包含科学知识、科学精神、科学世界观、科学态度和科学方法以及判断处理事务的能力。科学素质有三个构成要素,分别是“对科学知识的基本了解程度”、“对科学方法的基本了解程度”和“对于科学技术对社会和个人所产生的影响的基本了解程度”。 ^⑧

2006 年,中国由国务院颁布了《全国公民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020)》。在《全民科学素质纲要》中,科学素质被认为是国民素质的组成部分,并将科学素质诠释为:“公民应具备的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,并具备一定的应用它们处理实际问

① 林斯坦. 加强国民科学素质培养探略[J]. 中国教育学刊,1999(6):5-8.

② 李大光. 科学素养:不同的概念和内容[J]. 科学对社会的影响(中文版),2000(1):45-49.

③ 刘春华,张培成. 科学素质与创新教育的关系[J]. 江苏高教,2001(3):120-121.

④ 桑宁霞,孙少敏. 试论科学素质的培养[J]. 教育理论与实践,2001.21(12):58.

⑤ 魏冰. 科学素养:由理念到实践[J]. 学科教育,2001(1):46-49.

⑥ 韩跃红,李浙昆. 科学素质的层次结构及其与邪教易感性的关系[J]. 中国科技论坛,2004(1).

⑦ 萧莉. 文科大学生科学素质教育研究[D]. 湖北:武汉大学,2003.

⑧ 龚雄. 论我国公民科学素质建设[D]. 福建:厦门大学,2008.

题、参与公共事务的能力。”这也是本书研究的根本依据。

2.1.3 定义科学素质及其内涵分析

一、科学素质的定义

外国对科学素质的定义与研究很多,但由于经济发展水平、政治与文化等方面的差异,我国对科学素质的定义不能完全采用外国的说法,但可以借鉴。除了借鉴外国的研究,也结合国内对科学素质的研究,并以《全民科学素质纲要》的定义为基础,我们认为科学素质是国民素质的重要组成,公民应具备的基本科学素质是指了解和掌握必要的科学知识,包括科学术语、科学观点、科学方法;具备完好的科学人格,即具备科学思想、崇尚科学精神、拥有正确的科学价值观;并具有应用它们的科学能力包括阅读理解能力和处理实际问题的能力。

这个定义的简要说明如下:

1) 该定义中的科学知识、科学人格与《全民科学素质纲要》所定义的“四科”——科学知识、科学方法、科学思想和科学精神基本保持一致,也与2002年《科普法》^①所提出的“普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神”一致。

2) 该定义中的科学人格加入了“科学价值观”的内容。由于科学技术的快速发展,虽然给人类社会带来了好处,其不利之处也不容忽视。正确理解科学技术和人类社会的关系已是科学素质的要求之一,而且,这与国际上(如 Miller)“关于科学技术对个人和社会之影响的认识和理解”的内容是相对应的。

3) 该定义以“能力”为导向,即科学能力是最终目的。其中,阅读理解能力是基本的,是其他科学能力的基础。“处理实际问题”具有两层意思:第一是从个人角度出发,指处理日常生活的能力;第二是从社会角度出发,指参与公共事务的能力。所以,这里的处理实际问题的能力是从广义出发的,与《全民科学素质纲要》中的“处理实际问题”的狭义理解(只包含上述的第一层意思)是有所区别的,突出的是“处理实际问题”和“参与公共事务”两者的统一。

二、科学素质的要素

何为要素?它是指“具有共同特性和关系的一组现象或一个确定的实体及其目标的表示,也就是说,要素是构成事物必不可少的因素或组成系统的基本单元”。^②

1. 国外的研究

国外学者关于科学素质要素的研究取得了较大的进展,主要的观点可以归纳以下几种:

① 中华人民共和国科学技术普及法[EB/OL]. <http://www.bjke.gov.cn/kpf/kpf/kpf.htm>. 2002-06-29.

② 百度百科. 要素[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/290205.htm>. 2008-06-01.

(1)“Miller”模型。美国是发达国家中较早开展科学素质调查的国家。在1957年,国家科学撰稿人协会(NASW)发起了一次有关美国公民理解科学的全国性针对成人的调查。20世纪70年代,美国国家科学理事会(NSB)委托Jon D. Miller研究科学素质的测评问题,Miller随即开发了一套用于评估公民科学素质的指标体系,并设计出相应的问卷,其核心就是著名的“Miller模型”。随着科学素质研究的发展,其测评体系逐渐完善,如英国的J. Durant和Jon D. Miller合作,在“Miller模型”的基础上对指标体系和问卷进行了修订,并用之于美国和前欧共体之间科学素质的比较研究。经过多年的实践应用和检验调整,一套成熟的科学素质测评体系逐渐形成并被广泛推广,例如被美国、欧盟、中国、日本、韩国等多个国家修订和采用,成为国际上科学素质评估的主流^①。

尽管Miller没有从要素的角度出发研究科学素质,但通过Miller模型,我们可以看出,Miller所列出的科学素质的三个维度其实就是三个要素^②,分别为:①对重要科学词汇及概念的理解;②理解科学研究的过程和本质;③理解科技对个人和社会的影响。在国内,对该三要素相应的描述是:①科学知识;②科学方法;③科技对个人和社会的影响,它属于科学思想、科学精神与“科学、技术和社会”的范畴。

(2)美国的“2061计划”。根据美国“2061计划”第一阶段的报告:《面向全体美国人的科学》对科学素质所作的广义定义,我们可以看出,科学素质的要素包括:①科学知识,如科学概念和科学原理;②科学思想,如科学的思维;③科学能力,如利用科学知识和科学思维达到个人和社会的目的。

(3)国际经济合作组织(OECD)的PISA项目。根据OECD的国际学生评估项目PISA中关于科学素质的定义,科学素质评估体系^③被划分为知识、能力、态度三个维度,见表2-2。从该体系,我们可以看出PISA中科学素质的三个维度也是三个要素,分别是科学知识、科学态度、科学能力。这三个要素在内涵上分别与国内的知识与科学方法、科学思想与科学精神、科学能力相似。

从国外的研究来看,科学素质的要素至少应包含以下四个方面:①基本的科学知识,即科学概念和科学原理、规律等;②科学方法,即理解科学研究的过程和本质,了解其中的目标、产出等;③科学态度、科学思想或科学精神,即理解科技对个人和社会的影响或科学兴趣、思维等;④科学能力,即应用科学知识的能力和运用科学思维解决问题的能力等。

① Miller J D. The measurement of civic scientific literacy [J]. Public Understanding of Science. 1998. (3):203 - 223.

② Miller J D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review [J]. Daedalus, 1983, (2):29 - 48.

③ Centre for Educational Research and Innovation. PISA assessing scientific, reading and mathematical literacy: a framework for PISA 2006. Source OECD Education&Skills[J]. 2006, (11):1 - 190.

表 2-2 PISA 科学素质指标体系

一级指标	指标的说明
能力	鉴定用于查询科学信息的关键词; 识别可以被科学调查的主题; 识别科学调查的关键特征、主要影响因素。
	科学描述、解释一些现象,预测可能的变化; 在特定情境中应用科学知识、方法; 辨别科学描述、科学解释、科学预测的正确性、准确性。
	找出科学证据,解析并得出结论,传播结论; 理解科技发展对社会的直接影响、间接影响; 理解前提假设、得出结论的依据和原因。
知识	了解科学调查和科学解释的知识; 掌握生命系统、物质系统、技术系统、地球与空间系统的有关知识。
态度	持续保持对科学和科学相关命题的兴趣,如曾经考虑过从事与科学相关的职业、喜欢搜集科技信息;保持对科学和科学相关命题的好奇心; 愿意尝试使用不同的方法和资源获得更多的科学知识、科学方法和技能。
	尊重不同的科学观点,支持事实,承认科学讨论的重要性,支持合理解释; 认同经过符合逻辑的、严谨的研究过程所得出的结论才是可信的。
	意识到个人行为对环境的影响,愿意采取行动保护自然资源和环境; 具备保护环境的责任感、道德观。

2. 国内的研究

刘立等学者在进行“我国公民科学素质的基本内涵与结构”课题研究中,构建了一个科学素质内涵结构图,如图 2-1 所示。他们认为“基本文化素质是掌握科学素质的基本条件,任何提高科学素质的措施都要以基本文化素质,即以母语的基本读写能力作为前提”。这从科学素质的词源学上也可以看出:科学素质(Scientific literacy)是科学方面的读写能力,当然要以母语的读写能力(literacy)为基础,我们可以将科学素质看成是基本文化素质在当今科学技术时代的发展和延伸。因此,一方面基本文化素质是提高科学素质的基础和前提,另一方面它也是最基本的科学素质的组成部分。综上所述,公民科学素质是建立在基本文化素质基础上的、以科学素质的功能结构与要素结构相互耦合的系统。从图 2-1 中我们可以看出,科学素质的要素有五个,分别是科学技术与社会、科学技术知识、科学方法、科学思想和科学精神。但该图存在一定的缺陷,即不能看出这五个要素之间的关系,它们之间是否有一定的层次关系也不得而知。

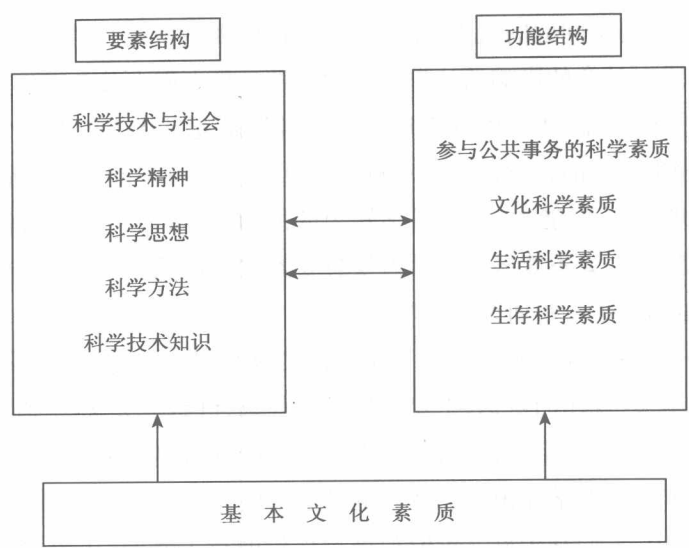


图 2-1 科学素质内涵结构图

李宪奇(2008)构建了一个公民素质的概念模型,如图 2-2 所示。从图 2-2 中我们可以看出,该模型是从科学素质的内容结构和科学的学科领域两方面出发所建立的,他认为科学素质的要素包括三方面:①科学知识,指的是基本的科学概念、科学术语、科学原理、科学定理等内容,对于科学研究过程、研究方法的认识。②科学意识,包括科学思想、科学精神、科学价值观和科学态度。科学思想是指人们对待日常生活、环

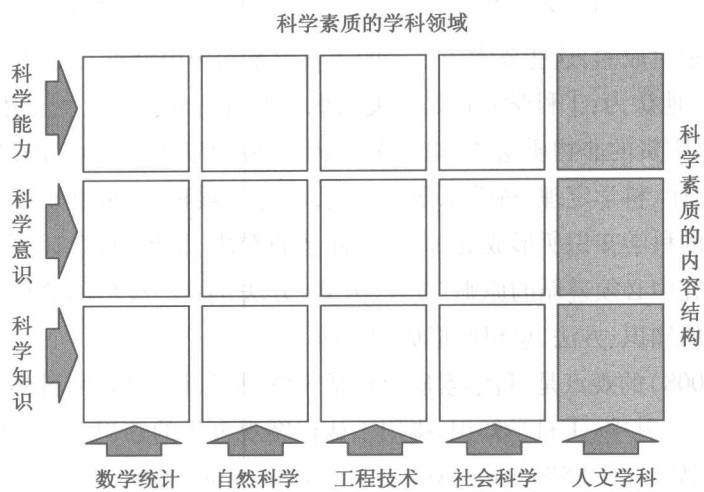


图 2-2 公民素质的概念模型^①

① 李宪奇. 中国公民科学素质测评指标体系的建构与应用[J]. 中国科技论坛, 2008(7): 97-101.

境、工作、学习中的科学问题的观点、立场。科学价值观是指人们对于科学技术与社会的关系、科学技术对社会的影响的认识。科学精神是指人们在日常工作、生活、学习中的求知、求真、求实、求证、求甚解的心理倾向。科学态度是指人们在日常工作、生活、学习中选择和表现行为的科学性以及对科学的认知。③科学能力,包括“处理实际问题”和“参与公共事务”的能力,应用科学知识的能力、探索科学现象与创造性解决问题的能力。但是图 2-2 不能揭示科学素质各要素之间的关系,所加入的“科学价值”内容是否合适也尚待进一步研究与判断。

萧莉(2003)认为科学素质主要由 7 个要素构成^①,其中:①科学知识,是人们对客观世界、事物的本质、规律的认识,主要包括自然现象、科学事实、科学概念、科学术语、科学原理、科学定律、科学定理;②科学意识,包含科学世界观、对科学技术对社会影响的认识、运用所掌握的科学知识改造客观世界这三层含义;③科学态度,指的是在从事科学活动的过程中,人们基于科学价值观进行评价的行为倾向,主要表现为基于了解并理解科学知识、科学发展趋势所形成的科学信念、科学行为和习惯;④科学思想,是指人的科学的思维活动,包括活动的方式、观念;⑤科学方法,是“人类认识 and 解决自然和社会各种矛盾和问题、获得科学知识的具体手段、运作程序或过程的核心,是获取知识和探索新知识的潜在动力”;⑥科学能力,是指获取已有科学技术知识、基于所获取的知识处理和解决日常活动中与科学技术有关问题的能力;⑦科学精神,是指对待自然、社会、自我等精神方面事物的态度、价值取向,一般包括质疑、求证、创新、团队合作精神。

龚雄(2008)认为科学素质作为一个系统是由科学知识、科学思想、科学方法和科学精神四个要素组成的,这些要素依一定的逻辑关系和历史沿革,共同构建、形成科学素质的结构。^②他认为:①科学知识是人类认识自然、社会的结晶,主要依靠人类世代传承,是人类最宝贵的非物质文化遗产、知识库,主要由科学事实、科学术语、科学概念、科学原理、科学定律、科学定理、科学原则等组成,具有可累积性、可继承性;②科学思想是基于所掌握的科学知识所形成的对自然、社会的看法、思想、观念;③科学方法是指人们在科学研究中必须遵循的原则、过程、方式、方法、手段、技巧的总称;④科学精神是指基于科学的知识、方法、思想所形成的气质。

彭利荣(2008)的观点是,科学素质应包括科学思想、科学精神、科学知识、科学方法和科学实践。^③其中:①科学知识,指用于认识客观事物的知识,属于理解事物本质的知识体系,例如可以用 5W(what、why、where、when、who)解释,即什么、为什么、什么地点、什么时间、什么人五个角度或方面了解客观事物及其本质;②科学方法,指用于

① 萧莉. 文科大学生科学素质教育研究[D]. 湖北:武汉大学,2003.

② 龚雄. 论我国公民科学素质建设[D]. 福建:厦门大学,2008.

③ 彭利荣. 大学生科学素质的现状及对策研究[D]. 湖北:武汉理工大学,2008.