

加强基础教育阶段的科学教育*

——为提升中国未成年人的科学素质而努力

翟立原 高宏斌

(中国科普研究所, 北京 100081)

[摘要] 为了实现教育机会均等, 基础教育阶段的科学教育应该也必须面向所有未成年人。经过多年的努力, 人口居世界第一的中国, 在中小学科学教育领域已经取得了很大成绩, 但受人口、经济和社会发展制约, 教育资源短缺现象仍很严重, 这导致了城乡、不同地区、不同学校、男性和女性的科学教育质量仍存在较大差距。为了促进教育公平, 提升每一位公民的科学素质, 2006年2月, 中国国务院颁布实施了《全民科学素质行动计划纲要》。在贯彻该纲要的两年后, 基础教育阶段的科学教育明显得到了加强, 提升未成年人科学素质的行动正在呈现出良好的发展态势。

[关键词] 基础教育阶段 科学教育 未成年人 科学素质

[中图分类号] N4

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-8357 (2008) 05-0047-6

Strengthening Scientific Education on Basic Stage ——Striving for Improving Scientific Literacy of the Minors in China

Zhai Liyuan Gao Hongbin

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)

Abstract: For the equivalence of education opportunity, the science education on basic stage should face to all of the minors. By the great efforts, the science education of China, which with the biggest population in the world, had been of great achievement. But, because of the large population and the development level of economy and society, the status was very serious, that the resource of education was lack. And, the big differences of science education still exist between the rural and urban, in different areas, in different schools and between male and female. To advance the education fair and improve the scientific literacy of China citizens, in February 2006, a long-term project, called *The Outline of National Action Program for Scientific Literacy of All Chinese Citizens (2006-2010-2020)*, were formulated and put into practice by State Council of the People's Republic of China. With the carrying out and the practicing of the Outline, the science education on basic stage was enhanced and the developing trend of the action on improving the minors' scientific literacy was well.

Keywords: basic stage; scientific education; minors; scientific literacy

CLC Numbers: N4

Document Code: A

Article ID: 1673-8357 (2008) 05-0047-6

1 科学教育应该面向所有的人

教育公平, 是指人们对教育资源配置和教育机会供给的价值判断。教育公平包括教育平

等和教育机会均等两个方面, 其核心是教育机会均等。自 19 世纪末以来, 教育平等成了许多国家教育政策中的一个主导思想; 20 世纪中叶,

收稿日期: 2008-08-19

作者简介: 翟立原, 中国科普研究所科学素质研究室主任, 研究员; Email: zhliyuan@263.net

高宏斌, 中国科普研究所科学素质研究室助理研究员, 博士; Email: gaohongbin@cast.org.cn

* 本文为作者在 2008 年美国教育研究会年会上特邀宣读的论文。

世界各国更高举起“教育民主化”的大旗,以推动本国教育、社会、经济、政治等各方面的发展。目前,教育机会均等已成为衡量各国教育发展的最重要的指标。

正是在教育机会均等思想的影响下,20 世纪 80 年代,联合国教科文组织提出了“科学为大众”的口号,强调科学教育要面向所有的人^[1]。这主要源于科学和技术已影响到人类生活的每一个方面,与科学技术有关的社会问题和环境问题的数量与日俱增,科学技术已成为人类个体生存和发展的中心,因此各国政府应该也必须保证所有公民在基础教育阶段享有合适的科学教育。至 20 世纪末,联合国教科文组织又明确提出了通过科学教育,提升所有人“科学素质”的目标。

实际上,正是由于看到中国公民科学素质水平与美国、欧洲等发达国家相比差距甚大,特别是公民科学素质的城乡差距十分明显,劳动适龄人口科学素质不高;大多数公民对于基本科学知识了解程度较低,在科学精神、科学思想和科学方法等方面更为欠缺,一些不科学的观念和行爲普遍存在,中国的科学教育界一直在倡导科学教育应该面向所有的人,要努力提升每一个未来中国公民的“科学素质”。上述思想,已被写入 2001 年中国新一轮教育改革所出台的基础教育阶段科学教育的目标,明确为“提高每个中小学生的科学素质”。

2 中国基础教育阶段科学教育的现状和问题

中国的未成年人接受基础教育基本上是从 6 岁开始,当他们经历了完整的基础教育阶段——小学、初中和高中(包括职业高中、中等专业学校和技工学校)后,年龄已达 18 岁,适逢进入公民的行列,因此,基础教育正是对未成年人进行公民教育的最主要阶段。而科学教育又恰是公民教育的重要组成部分,是提高未成年人——未来公民整体素质特别是科学素质的关键环节。

2.1 中国基础教育阶段科学教育的简况

截止 2005 年底的统计,中国基础教育阶段现有中小学 44.47 万所,在校学生为 2.1 亿,拥

有教师 1 000 万人。从小学至初中的 9 年,中国实行的是义务教育。不言而喻,中国运行着世界上最庞大的基础教育体系,而基础教育阶段的科学教育也面对着最广泛的未成年人群体。

我们这里所说的科学教育,主要包括数学和自然科学教育。随着 9 年义务制教育的普及,中国小学和初中的教育环境得到了很大的发展,用于科学教育的实验室和相应设备正逐步完善。从 2001 年起,中国开始了新一轮的教育改革,科学教育的目标、课程等发生了重大变革。

就目前基础教育阶段来看,从小学一年级至初中三年级的 9 年间,学生学习数学的时间为 1 237~1 428 学时;从小学三年级至初中三年级的 6 年间,学生学习科学的时间为 666~856 学时;从高中一年级至三年级的 3 年间,学生学习数学的时间为 324~368 学时,学习科学的时间为 403~553 学时,学习计算机的时间为 70~140 学时。

2.2 中国基础教育阶段科学教育存在问题

1. 城乡科学教育的差距依然很大

农村的发展,人才是关键。中国广大农村,特别是西部地区,随着改革开放和经济建设的深入发展,对高素质的实用型科技人才的需求越来越迫切。而上述人才的成长,与农村中小学科学教育水平和质量是密切相关的。但遗憾的是,与城市相比,农村合格的科学教师的短缺、科学教育设施的落后,导致了农村未成年人科学教育质量的低下,教育机会均等的道路还很漫长。

2004 年 10 月至 12 月,中国科协相关机构对辽宁、北京、江苏、安徽、广西、河南、甘肃、四川等 8 个省(自治区、直辖市)抽样县的 2 360 名中小学在校学生进行的调查表明,超过 6 成的农村在校未成年人对与基本健康相关的科学知识和技能有一定程度的认知,但在某些与基本健康相关的领域,仍有 3~4 成多农村在校未成年人存在认知“盲区”;尽管亲身体验科学探究过程是理解科学真谛的最有效途径,但通过正规教育途径和非正规教育途径体验过科学探究全过程的农村在校未成年人分别为 4 成和 3 成;而自评具有初步创造人格的农村在

校未成年人仅为 2 成。另外，超过半数的农村在校未成年人认同教师能够有意识地培养自己掌握科学方法和技能，但仍有 4 成左右的未成年人表示为了应付考试，教师在课堂上经常让学生演练大量练习题，他们感觉课业负担很重。6 成多未成年人对农村中小学科学实验室的建设予以好评，但涉及学校科技图书借阅和上网，负面评价则超过半数，这表明农村中小学科学教育设施的建设仍待加强^②。(见表 1)

另外，与 2004 年上海市青少年科学探究学习活动调查的数据相比较，上述调查中农村小

学生体验科学探究过程中一些相关阶段的认同率要远低于上海小学生。如在质疑的基础上发现和提出问题，上海小学生的认同率比农村小学生要高出 19.4 个百分点；就体验观察、实验和制作而言，上海小学生的认同率比农村小学生要高出 26.4 个百分点；而通过科学思维得出自己的结论，上海小学生的认同率比农村小学生要高出 29.5 个百分点。这种差距充分反映出农村小学教育环境的普遍落后和上海教育环境的相对优越^{②③}。(见表 2)

表 1 农村中小学生对学校科学教育设施的评价 (%)

学校科学教育设施相关选项（共 3 项）	小学生认同率	初中生认同率	高中生认同率	职高生认同率	整体认同率
1. 您和您的同学在学校图书馆能够借到自己所需要的科技图书吗？（是）	50.4	51.8	46.3	28.4	46.8
2. 您和您的同学能够在学校上网吗？（是）	11.8	24.3	36.5	15.8	21.6
3. 您所在学校有供学生做理科实验的专用实验室吗？（是）	33.5	78.0	92.3	54.9	63.1

表 2 农村小学生与上海小学生对体验科学探究中一些阶段的认同率 (%)

有关科学探究各阶段性过程的选项（共 3 项）	农村小学生认同率	上海小学生认同率
1. 您能够在对自然界、身边事物观察或对别人结论质疑的基础上，发现和提出问题吗？（是）	53.7	73.1
2. 您会通过观察、实验、制作进一步了解科学事实，并获取证据吗？（是）	32.9	59.3
3. 您能在已有知识、经验和实验的基础上，通过简单的科学思维——逻辑思维和创造性思维，得出自己的结论（可以重复验证的）吗？（是）	24.7	54.2

2. 性别差异对农村未成年人接受科学传播的影响

科学教育应该也必须面向每一个未成年人，无论是男性还是女性。但在中国农村，由于长期遗存的重男轻女等封建思潮的影响，家庭、社会对女性接受教育特别是科学教育的支持要远低于男性。加上农村中小学普遍缺乏合格的科学教师，不能结合未成年男性或女性的心理和生理特点进行有针对性地授课，这就导致了

性别差异对农村未成年人接受科学传播的不容忽视的影响，而这种影响直接关系到男性和女性未成年人科学素质的提升。

2004 年 10 月至 12 月，中国科协相关机构对 8 个省（自治区、直辖市）抽样县的 2 360 名中小学在校学生进行的调查表明，在与基本健康生存相关的科学知识和技能的认知上，男性和女性未成年人存在一定的差距。例如，认同“会仔细观察，不吃被污染或是腐烂变质的食

品”的男性为 73.9%，女性认同率比男性要高出 2 个百分点；“了解遗精等与男性相关的生理卫生知识”的男性为 40.6%，而女性仅为 12.6%；“了解月经等与女性相关的生理卫生知识”的男性为 17.2%，女性则为 56.7%；“善于运用语言与周围的人群进行沟通和交流”的男性为 66.6%，女性认同率比男性要高出 6.5 个百分点；“了解在发生火灾的时候应怎样保护自己的身体不受到伤害”的女性为 61.1%，而男性要高出 8.5 个百分点；同样，“了解在外出时应如何避免交通意外伤害的方法和技能”的女性为 55.1%，而男性则高出 5.7 个百分点；“认为经过性交途径有可能感染艾滋病”的男性为 48.6%，女性则要低 1.8 个百分点；“能做到不乱丢垃圾”的男性为 74.6%，女性要高出 4 个百分点；“有时间进行体育锻炼”的女性为 52.2%，而男性要高出 13.1 个百分点^②。(见表 3)

3. 城市科学教育资源亦不能满足需求

从城市来看，尽管科学教育资源比农村要好，但由于经济发展和社会投入制约，整体亦显不足，特别是城区之间，学校之间，差距也很大。以上海为例，虽然在中国的城市中其科学教育资源应该是最好的，但与未成年人的需求相比，人力、物力和财力资源仍存在差距。

例如，2004 年 2 月，中国科普研究所和上海市相关教育机构对上海市 1 200 名中小学生的问卷调查表明，尽管科学探究是未成年人提升科学素质的有效学习方式，但只有 65.2% 的被调查者表示“进行探究性学习时能够得到教师的指导”；同时，仍有 5 成多的被调查者表示自己在科学探究过程中的“科学思维”和“表达、交流与参与评价”等阶段还存在诸如缺乏相应技能的问题；仅有 26.4% 的被调查者认同“在做探究性课题研究时能够得到相关专家指导”；半数以上的被调查者参与科学探究时在时间、经费和实验场所上得不到保证^③。(见表 4)

表 3 农村未成年男女对与基本健康生存相关科学知识和技能认知的比较 (%)

与基本健康生存相关的科学知识和技能 (共 9 项)	男性认同率	女性认同率	整体认同率
1. 您会仔细观察，不吃被污染或是腐烂变质的食品？ (是)	73.9	75.9	74.9
2. 您了解遗精等与男性相关的生理卫生知识吗？ (是)	40.6	12.6	26.8
3. 您了解月经等与女性相关的生理卫生知识吗？ (是)	17.2	56.7	36.7
4. 您善于运用语言与周围的人群进行沟通和交流吗？ (是)	66.6	73.1	69.8
5. 您了解在发生火灾的时候应怎样保护自己的身体不受到伤害吗？ (是)	69.6	61.1	65.4
6. 您了解在外出时应如何避免交通意外伤害的方法和技能吗？ (是)	60.8	55.1	58.0
7. 您认为经过性交途径有可能感染艾滋病吗？ (是)	48.6	46.8	47.7
8. 您能做到不乱丢垃圾吗？ (是)	74.6	78.6	76.6
9. 您有时间进行体育锻炼吗？ (是)	65.3	52.2	58.8

表 4 上海中小学生对参与科学探究相关因素的评价 (%)

科学探究相关因素选项 (共 3 项)	小学生认同率	初中生认同率	高中生认同率	职高生认同率	整体认同率
1. 我在进行探究性学习时能够得到教师的指导 (是)	75.1	64.8	68.5	41.0	65.2
2. 我在进行探究性学习时能够得到父母的支持 (是)	76.1	69.5	60.9	60.9	67.9
3. 我自己在做探究性课题研究时能够得到相关专家指导 (是)	29.0	32.4	23.2	10.9	26.4
4. 我自己在做探究性课题研究时能够找到实验场所 (是)	54.9	41.5	33.9	13.5	39.3
5. 我自己做探究性课题研究时能够有充足的时间保证 (是)	59.3	47.9	33.9	35.2	45.6
6. 我自己做探究性课题研究时能够有必要的经费保障 (是)	46.5	39.4	25.6	19.2	35.1

3 《科学素质纲要》的颁布及其对中国科学教育的影响

3.1 《科学素质纲要》的颁布及其目标

2006年2月,中国国务院颁布了《全民科学素质行动计划纲要》(简称《科学素质纲要》)。《科学素质纲要》从国家层面明确了中国公民科学素质建设的中长期目标为:“到2020年,科学技术教育、传播与普及有长足发展,形成比较完善的公民科学素质建设的组织实施、基础设施、条件保障、监测评估等体系,公民科学素质在整体上有大幅度的提高,达到世界主要发达国家21世纪初的水平。”为了实现上述目标,《科学素质纲要》还制定了为期五年的包括未成年人科学素质行动在内的重点人群科学素质行动计划^①。

为了实施未成年人科学素质行动,近五年政府和社会各界主要涉及以下任务:

(1) 宣传科学发展观,重点宣传中国人口众多、资源有限、人均占有资源远低于世界平均水平的基本国情,使未成年人从小树立人与自然和谐相处和可持续发展的意识。

(2) 完善基础教育阶段的科学教育,提高学校科学教育质量,使中小学生掌握必要和基本的科学知识与技能,体验科学探究活动的过程与方法,培养良好的科学态度、情感与价值观,发展初步的科学探究能力,增强创新意识和实践能力。

(3) 普及农村义务教育,切实提高农村中小学科学教育质量。为农村未成年人提供更多参与科普活动的机会,培养改善生存状况、提高生活质量和自我发展的能力。

(4) 开展多种形式的科普活动和社会实践,增强未成年人对科学技术的兴趣和爱好,初步认识科学的本质以及科学技术与社会的关系,培养社会责任感以及交流合作、综合运用知识解决问题的能力。

3.2 中国基础教育阶段科学教育的发展趋势

《科学素质纲要》颁布实施两年来,为提升未成年人的科学素质,基础教育阶段的科学教育明显得到了加强,并体现出以下发展趋势。

1. 科技界与教育界携手参与中小学科学课程改革

随着科学技术的不断发展,需要即时向未成年人传播哪些科技知识、技能、方法和观念,这是时代赋予科学家和技术专家的任务。但涉及到采用何种形式向未成年人传播效果最好,则是教育专家的职责。因此,要达到促进未成年人科学素质提高的目标,科技界与教育界的合作是非常必要的。而这正是科学家参与科学教育的意义所在^②。

《科学素质纲要》贯彻实施两年来,由于科技部、教育部、人事部、全国妇联和中国科协等多个政府部门和社会团体的密切合作,亦进一步促进了科技界和教育界专家学者的协作。原来主要由教育专家参与的中小学科学课程改革,现已有部分科学家和工程师参与科学课程纲要的修订,一些科学家和工程师还参与了科学课程教材的编写和审订,更有众多的科学家和工程师参与了对科学教师的培训。展望未来,会有更多的科技专家与教育家携手,共同促进中小学科学教育的发展。

2. 多元化的职前和在职教育促进科学教师队伍建设

基础教育阶段的科学教育要取得成效,科学教师队伍的建设是关键。从2007年起,教育部和人事部等准备用五年的时间,逐步建设起一支专业化程度较高的中小学科学教师队伍。目前已采取有力措施,提高中小学科学教师学历层次,按照《科学素质纲要》和中小学科学教育有关《课程标准》的要求,加强科学教育专业建设,提高中小学科学教师培养质量;组建强有力的科学教育专业支持队伍,深入基层,引导并推动中小学校开展科学教育教学研究,组织教学改革经验交流、教师研修、科普讲座等活动,帮助教师在实践中不断提高专业水平,提高科学教育的质量。教育部还将科学教育纳入各级教师培训,制定相关政策,并采取课堂面授、专题研讨、网络等多种有效途径开展科学教育师资培训活动^③。

例如,教育部已启动的“中小学教师科学素质与课程实施能力发展”项目,组织多学科、

多层次的科学教育专业队伍,通过组织以校为本的教研活动、举办科普讲座等多种活动方式,开展科学骨干教师国家级培训;通过现代远程教育手段,开展农村科学教育师资培训。准备经过三年左右的项目周期,在全国范围内不同地域形成 200 所科学教育特色学校,培养 2 000 名中小学科学骨干教师,使其对中小学科学教育的改革与发展起到辐射、示范作用^[6]。

3. 校内外科学教育资源的全面建设与发展

教育是使人社会化的过程,因此实现这一宗旨,不仅需要学校这一教育途径,也需要社会其他领域的教育途径。同样,作为科学教育,要达到培养未成年人科学素质的目的,不仅需要学校提供良好的正规教育,也需要社会提供良好的非正规教育。因此,科学教育资源的建设,也需要校内和校外的联动。

从校内来看,教育部提出了“建立健全中小学科学教育实验室”目标,即在五年期间,使全国中小学尤其是边远农村地区中小学实验室及其仪器设备的数量和质量,基本达到能够满足中小学科学课程教学的需要。同时,中小学图书馆的扩容和科学教育图书的更新、网站的建设,以及 100 个重点实践基地和 200 个低成本高教育价值的科学探究型实验室的建设,也列入了五年规划^[6]。

从校外来看,科技部、教育部和中国科协等,正在全面推动全国科技场馆、科普教育基地和国家数字科技馆的建设与发展。以上海为例,随着 2007 年上海电信信息生活体验馆、上海磁浮交通科技馆、上海消防博物馆等场馆的建成开放,上海专题性科普场馆总数目前已达 20 家,展示面积近 4 万平方米,市级基础性科普教育场馆总数量达到 163 家。上述资源的建设与使用,大大缓解了上海未成年人科学教育的需求。另外按照规划,今后全国每个县都会建有一座科技馆。

4. 改革科学教育评价制度和科学教育质量的监测评估

随着《科学素质纲要》的贯彻实施,教育

部、科技部和中国科协结合新科学课程标准的修订,已经开展了从全面培养学生的科学素质出发,建立评价主题多元、评价内容全面、评价方式多样的评价体系的研究。改革后的科学教育评价体系不仅要关注学生在科学素质方面的发展,而且要了解学生在发展中的需求,发现和发展他们多方面的潜能,帮助学生认识自我,建立自信,促进学生在已有水平上的发展,强化评价的内在极力作用,发挥评价的诊断、教育和发展功能。当然,最重要的是如何使新的评价体系能够从制度上的得到确立。

而科学教育质量的监测评估,也在研究和实验中。2007 年,教育部已正式批准北京、上海和广州天河区,正式参加世界经合组织初中毕业生(15 岁)科学素质和数学素质的测评。而随着《科学素质纲要》的贯彻实施,如何将未成年人科学教育质量的监测评估,纳入整个“公民科学素质状况和《科学素质纲要》实施的监测”中,也是今后要进一步关注和解决的问题。

大家可以相信,随着《科学素质纲要》的深入贯彻,中国基础教育阶段的科学教育将得到进一步加强,教育机会均等会体现在更多未成年人身上,而其自身科学素质的不断提高,最终也一定能带动全民族科学素质的升华。

参考文献:

- [1] David Layton. Innovations in science and technology education (Vol.IV) [M]. UNESCO, 1992
- [2] 翟立原. 2004 年农村在校青少年科普现状社会调查报告 [J]. 科普研究, 2005 (5)
- [3] 牛灵江, 翟立原. 青少年科学探究[M]. 北京: 中国言实出版社, 2005
- [4] 中国国务院. 全民科学素质行动计划纲要 [M], 2006
- [5] 美国科学促进会. 面向全体美国人的科学(中文版) [M]. 北京: 科学普及出版社, 2001
- [6] 教育部和人事部等部门. 科学教育与培训基础工程实施方案 [EB/OL]. http://se.cersp.com/kcsy/kgdt/200704/804_5.html, 2007