

关于科学教育的若干思考

文_张英光 / 上海科技教育出版社

今天，我们或许应该从更广阔的空间来审视科学教育：它对于所有的人都是不可缺少的；它不再以培养新一代的科技工作者为首要目标，而要以提高全体公民、特别是全体学生的科学素质为首要目标。这是因为，社会的持续发展和进步，不仅需要大批具有科技创新能力的专门人才，而且要求全体公民都具备基本的科学素质，以理解那些科技背景越来越厚重的社会问题，以参与那些社会属性、经济属性和科学属性纠缠在一起的重大决策。



◎ 从“美国科学教育之痛”说起

前不久，《科学美国人》杂志刊出一篇题为《美国科学教育之痛》的重头文章，详细讲述了美国科学教育的当下困境：长期以来，由于种种原因，“重文轻理”和“重商轻理”在美国十分盛行。在基础教育中，理科教育成了薄弱环节。由于待遇不够好且得不到足够的发展机会，美国很多理科教师纷纷跳槽转行，以至于今天的美国，为孩子实施科学教育的，大多是没有接受过科学训练的老师。因此，这些老师培养出的学生，在科学素养上显然存在“天生缺陷”。

这篇文章还举出如下事实：在2012年初公布的2次Nation's Report Card考试结果显示，32%的美国8年级学生在科学方面达到“熟练”水平、35%在数学方面达到“熟

练”水平。与此同时，2010年来自中国上海的学生在国际学生能力评估测试（International Student Assessment Test）中拿下了数学与科学的最高分，而美国学生却居于中游水平。

同样是《科学美国人》杂志，2年前还登过一篇文章，题为《科学教育的危机与变革》。该文开篇即指出：美国的科学教育正面临危机。美国田纳西州议员、科技内务部主席巴特·戈登发出警告：如果不调整教育模式，在不久的将来，中国和印度等国家的经济就将超越美国。事实上，美国的教育确实已经渐渐落后，在2006年的国际学生能力评估测试中，15岁美国学生的科学学科平均成绩在57个参评国家中，排名已经掉到第29；数学更差，排名第35（芬兰学生排名第一）。

更早些，1989年9月号的《时代》杂志，曾以《美国科学教育的危机》为题载文称：“从苏联人发射第一颗人造地球卫星至今32年以来，美国放松了培养数量更多、水平更高的物理学家、化学家、数学家、航空机械师和医学人员的速度，使得科学教育事业后继乏人。造成这种危机的原因是：美国科学教育事业处于一种千疮百孔、混乱不堪的状况之中。”

该文指出，美国科学家在登月、集成电路、基因工程 and 人造心脏等方面所取得的科学成就举世瞩目。但是，美国在研究和技术领域的霸主地位能否保持到21世纪，现在下结论还为时尚早。如果不大幅度地增加科学教育经费，并迅速地改进教学方法，不久美国将落于别国之后。

可见，科学教育的危机并不是没有引起美国人的注意。事实上，自从1957年前苏联发射成功第一颗人造地球卫星以来，美国的决策层、教育界和企业界人士从来没有像今天这样重视科学与数学教育。可以说，是美国的经济衰退以及中国日益增强的竞争力——包括中国学生在国际竞赛中屡创佳绩——逼迫他们采取行动的：上至总统奥巴马，下至各位政要均宣称，美国在科学和数学教育上的颓势将对国家未来竞争力产生严重威胁。

为此，奥巴马提出要向美国教育部门输入一批朝气蓬勃的优秀人才。他开出的处方是：在2020年前培养100000名高水平的数学与科学教师，并将此项工作列为国家重点任务之一，同时提高所有50个州内的科学与数学课程标准。他还在2011年发表国情咨文时宣称：“如果我们想要赢得未来——如果我们希望未来在美国而不是在外国创造就业岗位——我们就必须也要赢得教育孩子的这场竞赛。”

的确，是20世纪教育的进步推动了美国经济的腾飞，使之成为世界上最富有的国家之一。尽管从很多方面来衡量，美国的教育体系已经出现了下滑，但从一些指标看，美国的高等教育体系仍然是全世界最优秀的，它培养出了

大量科学家和工程师。不过，数学和科学成绩差、大学学费和花费高等因素也制约了美国大学培养科学、技术、工程与数学毕业生的数量。现在，美国政府正采取措施应对上述挑战，包括降低大学的费用，鼓励各年级的课堂创新，扩大科学、技术、工程与数学教师的规模和质量，并鼓励和促进学生和工人继续接受科学、技术、工程与数学教育。其成效如何，还有待观察。

◎ 科学教育的目标是提升科学素质

其实，美国在科学教育上所遭遇的难题，其他国家也都或多或少地存在。在我国，就有一个令学者们颇感困惑的问题：改革开放以来，我们没少见到中国的学生在国内外的考试、大赛中屡获金、银大奖，但年复一年，却没有多少人成为世界科技领域里的拔尖人才。相比之下，一些国家的学生论考试成绩不及我们，在科技发展中他们却常有不俗的表现，这究竟是因为什么？

另外，从1992年到2012年这20年当中，我国总计进行了8次科学素养调查，每次调查的主要结果一披露，就会在社会上引发或大或小的诘问和议论，这几年尤甚。记得其中有一年出来的数字不升反降，令人大跌眼镜：这些年里科普工作越来越受重视，相关投入也越来越大，怎么具备基本科学素养的公民的比例反倒走低了？

最近的一次纠结，是在第8次中国公民科学素养调查的主要结果于2010年底公布之后。它更多地源自于3.27%这个数字，而媒体紧跟其后附加的一个解读，则使之显得格外沉重：中国公民科学素养落后发达国家20年！适逢《全民科学素质行动计划纲要》刚刚走完第一个5年，前述结论让很多人想不明白：为什么我们的GDP已成为世界第二，而与公民科学素养相关的那个数字却一直没能实现“赶超”呢？

研究表明，科学素养水平基本上与一个人的受教育程度有明显关系。因此，学者们形成的一个普遍共识是：在学校教育尤其是基础教育阶段，应该加强科学教育。

从国际视野看，提升公民科学素质本是各国科学普及与科学教育的题中应有之义。将科学素质作为一个专门主题而加以调查和讨论，并由此引发科学教育改革，主要是从美国开始的。1958年，美国学者赫德将科学技术与社会的关系作为一个重要问题提出，并撰文首次建议将提升科学素质作为科学教育的目标。自此以后，科学素质逐渐成为美国科学教育的重大主题。同时，公民科学素养测评不断检验着美国的科学教育成效。美国各界为此不断加强学校的正规科学教育和社会非正规科学教育，公民的科学素养也因此而得到逐步提升。

科学、教育、创新这三者之间有着密切的关系。科学作为一种人类文化，是通过教育不断得到传承和发展的。科学教育关乎国家和民族的兴衰。目前，国外在科学教育评价方面，科学素质的内容和标准已经从单纯强调科学知识技能的态势，转向更注重理解科学的本质、科学态度及其应用科学处理事务等方面。在正规教育系统内，科学素质教育目标实际上也促动了教育方式的改革和课程标准的调整。

随着社会经济的发展和科技的进步，国人对科学教育的认识也在不断提升。越来越多的人认识到，一个国家综合国力的提升，离不开科技创新。而科技创新的基础在教育，科学教育又是其中尤为关键的一环。我国已将青少年科学创新素质培养提升到国家战略的高度，这对广大青少年及国家的未来无疑都有着十分重要的意义。

今天，我们或许应该从更广阔的空间来审视科学教育：它对于所有的人都是不可缺少的；它不再以培养新一代的科技工作者为首要目标，而要以提高全体公民、特别是全体学生的科学素质为首要目标。这是因为，社会的持续发展和进步，不仅需要大批具有科技创新能力的专门人才，而且要求全体公民都具备基本的科学素质，以理解那些科技背景越来越厚重的社会问题（如核安全问题），以参与那些社会属性、经济属性和科学属性纠缠在一起的重大决策（如高水坝建设）。这是10位科学教育专家于2009年在一次国际研讨会上达成的一个共识。

◎ 科学教师和家长肩负重要责任

谈及科学教育，我们所熟悉的某些场景是：学校的科学不是作为探究的过程，而是更频繁地作为成就的复述出现。为什么我们有这么多的科学盲？为什么人们容易受过分简单的思想和虚假宣传的影响？为什么他们对科学的不确定性感到迷惘？美国密歇根大学教授亨利·N·波拉克认为，部分原因在于大多数学生所接受的科学教育抑制了他们的自然科学直觉，许多学生甚至在小学和初中就对科学丧失了兴趣。接下来的高等教育又让这一问题延续下来，使得主修科学专业的毕业生是吸收了所有的“事实”而不是准备向这些事实挑战。同样的体制用于培训新的小学和初中教师，这些受培训的教师再重复这些模式……一个循环就这样周而复始。

其实，这是许多国家共有的一种教育实践，尽管许多人已然认识到，将科学作为一种探究过程比作为成就的汇总向公众传播更为重要。国外还有学者指出，“现在学校的科学教育无法使许多学生接触到发展着的宽泛的科学知识，无法帮助学生了解他们周围的事物。”这些问题的出现，

对我们的科学教育提出了严峻的挑战。

两年前，美国国家研究委员会在一份题为《将科学带进学校——科学，准备出发！》的报告中提出，应该从小学开始教授科学课程。跟以往建议不同的是，这份报告给出的方法，反映了神经科学家和心理学家的最新研究成果，包括儿童如何思考、如何获取知识等。

此前，美国教育改革的主要目的是使其学生比其他国家学生更优秀，而这份报告提出要以科学能力为目标：能够用科学的方法了解、运用和解释自然界；能够归纳和评价科学证据和科学解释；能够理解科学知识的本质和发展；能够参加有意义的科学活动和演讲。

上述4个目标相互关联，共同勾勒出“实践出科学”这一教育改革的主题。这意味着，最有效的学习经验可以逐步扩展从事科学研究切实需要的知识和技能，也就是说，尽量接近科学家在真实世界做科研工作时的真实过程。而提供适时帮助，并将学生已经掌握的知识联系起来，引导他们成为有科学素养的公民，是科学教师的重要责任。

另外，科学教育中的家长因素也不容忽视。美国所做的一项持续多年的跟踪研究获得的数据表明，在家长们积极鼓励孩子学习数学和科学课程的家庭中，有40%的孩子打算大学时主修STEMM（科学、技术、工程、数学及医学），而那些未获得这种鼓励的孩子，仅有8%愿意学STEMM。换句话说，如果家长对科学不感兴趣，那么他们的孩子将“输在起跑线上”。此项研究的负责人乔恩·D·米勒建议：最理想的做法是家长、学生和教师都参与合作式的课后、晚间、周末及暑期科学活动，以促进数学与科学的学习。而且，这些活动应该在整个中小学阶段持续开展，而不是只搞几天或几周。

值得一提的是，终身教育理念的出现，使得非正规科学教育与科学教育的结合更加紧密。两者的互动和融合，非常有助于解决目前学校教育存在的一些问题，比如学生学习科学课程的兴趣低、教师教学方法单调以及教科书存在的局限性，等等。越来越多的国家认识到，非正规科学教育是对现行教育体系的一种有效补充或延伸，它在激发青少年科学兴趣、开阔青少年科学视野、提高青少年科学素养等方面具有不可替代的作用。

一些国家的青少年非正规教育，重视的并不是能够学到多少知识，关键是学习的过程，即发现和探索科学的过程。此外，还强调对青少年进行科学精神、科学方法和科学态度的培养，帮助他们理解科学与社会的关系。有的国家已经建立起政府出资支持，科学博物馆、大众传媒、科技团体等积极参与，企业等商业机构出资赞助，与学校教育紧密联系的社会化组织框架。这些，对我国中小学非正规科学教育的发展方向，都具有一定的参考价值。■