

• 专稿 •

【编者按】3年前，在《科普研究》筹备正式出版之时，中国科学院资深院士、原北京天文台台长王绶琯先生，应本刊之邀撰写了一篇特稿，题为《提高全民科学素质的几个科普切入点》，表达了他对科学素质教育，特别是学生群体的科学素质教育的关注。最近，85岁高龄的王老应邀再次为本刊撰稿，以他平时积极参与各项科普工作所积累的丰富经验，系统阐述了他对科学素质教育的深入思考，并提出了一些切实可行的设想和建议。我们在此深表谢意，同时也期望王老这篇有实证也有理论的文章，能对我们从事科普研究及科学素质教育工作的同志有所启发，并展开讨论。

科学素质教育刍议

王绶琯

2006年国务院颁布了《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020年）》^①，公民科学素质问题备受关注。已经有了多次全国性的状况调查^②，有许多学术研究和相应的实践。本文拟在此基础上对科学素质教育问题做一些探讨。

科学素质的名与实

为了讨论，需要先明确一下所要讨论的“科学素质”的“名”——“指的是什么？”和“实”——“起什么作用？”。“素质”两字用得非常普遍，而我们要谈的则是几个具体的问题。）

先说一下“名”。不论是对一个人或是对一个社会、一个国家，“科学素质”，作为一种内禀的学术品质，都可以理解为：“拥有科学知识和能力的‘丰富程度’”。其中“科学”两字指的是通常所谓的“科技”，“能力”一词则包含了理解科学知识的能力和应用科学知识的能力。

内禀的“品质”总是通过相应的“效应”（或“作用”）来表现的。因而这种效应可以用来作为科学素质的测度。公民科学素质调查研究中广为采用的问卷调查就是一个典型的范例^③。

这种方法要求深刻的科学思考和技巧，要使得答案所代表的“效应”能够正确反映调查对象的科学知识和能力，然后把对于答案的评估作为科学素质的测度。

上述这种把定性的内容（科学素质）转化为允许定量测量的“效应”（问答卷）来设定测度的方法涉及到了多重设定，因而最终的方案受到了“调查主题”的重点布局的影响，也受到了调查者的造诣和风格的影响。（举一个眼前的例子。[主题]：“公民‘基本’科学素质调查”。[重点布局]：主要调查对象为“大众”和“负责干部和公务员”两个群体。对于科学素质的要求来说，这两个群体属于不同的层次。[采取的方案]：可以有各种不同的选择。如，设计一种答卷涵盖多个层次，任何两个（被调查）层次之间的测度均划一标度、直接可比；或，各个层次按本身的要求各自独立设计问卷，然后在各种问卷的标度之间建立某种转换关系。从现在看，这两种方案应当都是值得研究的。）这种情况是典型的，因而可以认为：由此定义的“科学素质”的“实”是相对的、定性的，客观上会因时、因地、因被调查的群体而异。

应当提出：这里所说的“公民（或大众）科学素质调查”的“主题”也是倾向明确的，即向

“最基本的、必要的水平”倾斜。这可以从英文名称“Scientific Literacy”中意识到。“Literacy”这个字来自“Literate(知书识字)”，是“Illiterate(文盲)”的反义词。(中文“素质”的涵义较之要广得多。)

与国际上接轨的这种“公民科学素质”的普查，我国已经做了大量的工作^[2]。这使我们对于今日我国公民科学素质的整体水平和各个特定群体的科学素质水平有了基本的概念；对一些重点人群，如领导干部和公务员群体的科学素质状况和条件，包括他们的科学素质水平、对科技政策的了解、对科技信息的兴趣、对待科技问题的态度，以及获得科技信息的渠道等等，都做了分析和研究^[3]。有了这些，我们今日思考的问题就有了实在的起点和方位。

历年普查的结果表明我国公民科学素质逐年有所改善，但是整体水准尚低。如，目前我国“公民基本科学素质的比例”为2.25%(2007年调查^[2])，鉴于普查的“literacy”性质，加以地区差距和人群差距都很大，说明了我们今天“准科盲”和“半科盲”还很多。这也让人们意识到了“从根本做起”这个问题的必要性。下面介绍两项实验，即“科学素质教育”问题的实验，可以说是面对这一“根本问题”做出的一点努力。

科学素质是怎样炼成的？

人的素质寓于思维方式和行为习惯之中，“内”要靠陶冶体验，“外”要靠交流熏陶。其推动力是每个人自觉的修养。

自觉的修养不是自生的，需要打好基础。于是就需要“素质教育”。

搞好“科学素质教育”是提高全民科学素质的根本。目前应当把重点放在以下三部分群体上。一是初中学生群体。对于他们，应当把“科学素质教育”看成义务教育的一门必修课。目的是培养他们的自觉和能力，以利于达到并保持“公民应具备的基本科学素质水准”。二是高中学生中有志于科技的群体。这是包括“科技精英预备队伍”在内的正在“走进科学”的少年群体。应当帮助他们养成高科学素质，以

利于达到并保持高科学素质水准。三是领导干部和公务员群体。对于他们，科学素质教育靠的是“自我教育”，应当为之创造条件并设置考核制度加以督促。

这三部分群体的科学素质对综合国力的影响不言而喻。上面的这些观点以及相应的一些实验措施，我曾在2006年的一篇报告中提到^[4]。下面将结合近两年的工作体会，进一步讨论这三个群体的科学素质教育问题。

关于“中学科学教育”与“中学时期科学素质教育”

在上述各个不同群体的科学素质教育中，首先是基础的素质教育，也就是“做人的素质”的教育，应当面向全民，放在义务教育时期的初中阶段是合适的。这个层次的科学素质教育应当是普遍培养学生尊重科学的习惯、理解科学的能力和关心科学的感情。在校园里可以表达为“学科学、爱科学”的自觉和风尚。

接下来是高层次(科技精英预备队伍)的科学素质教育。科技精英的第一次创造性高潮平均发生在二十几岁，所以“科技苗子”的发现和扶植应当着重在高中时期。这时期的素质教育，是“做人兼做事的素质”的教育。应当着重引导他们进入健康、进取的科学社会，求师交友，受到熏陶，体验“走进科学”之路。

这两种培养目标，分别涉及到初中时期和高中时期，都不是常规的“中学科学教育”或“科学课程教育”所能涵盖的。固然中学里的常规科学课程素来重视素质教育，如初中里由来已久的“学科学、爱科学”的口号就是一个例证，高中阶段更是历来在课程里强调科学思想、科学方法，历来在教学中都强调激发兴趣、发挥创造力，并在课程外设立选修项目。这些努力肯定都会得到持续坚持并取得更多的效果。但是，这样做并不足以涵盖我们在前面所定义的科学素质教育。

在学校的教育中，“教书”与“育人”素来并重，而且相辅相成。中学教育的现实是：前接小学，后接大学，把各门学科古往今来的基本知识集中浓缩到短短的几个学年的课程里

教完、学好。这是办学的一项主要任务。所有上面说到的那些努力都是在这种课程的总布局下的举措：以“教”为纲领，然后“寓育于教”、“以育辅教”。具体到科学教学，首先是系统性的科学知识的积累(一册一册教科书一个年级一个年级地顺序教下去)，随时强调结合到获取知识的知识和运用知识的知识，然后是创造条件加以实践、体验和发挥。这一切，无疑都赋有培养科学素质的功能，但在性质上却与“科学素质教育”有着“鱼与渔”的本质区别。科学素质教育，如上面所说，有其基本的以“育”为主的要求。在中学里，它与“教”(科学知识的传授或巩固)的关系应当是“以教辅育”、“寓教于育”。相对于常规“教育”，它应当正名为“育教”。

下面两节里介绍的，可以看成是对于这种“育教”的初步尝试。

关于初中学生群体的科学素质教育

这是全民科学素质教育的一个部分。在义务教育时期的初中一个年级中实施。如前所述，其目的为普遍培养学生“学科学、爱科学”的自觉和风尚。这里的“科学”指的是整体概念，包含广泛的科学题材。从日常所见，到科学时事、科学专题……而这些正是通常的科学普及的内容。所以，这种科学素质教育，实质上属于一种“科普教育”。它与常规的课程教育不能互相替代。因此，除了“育教”的侧重点不同于常规的“教育”外，以科普知识(而不是系统的科学知识)为题材，也是中学里科学素质教育应当在常规之外专设一门必修课程的原因。

我们把这个课程或实验，称为“校园科普活动”。在这个活动的设计中，特别强调了激发学生们的参与感和成就感，以有助于养成“学科学、爱科学”的自觉。

这个设计曾经在前文中提到^[4]，下面是简单的条目。

(1) 规定在初中二年级(或一年级)的一个学年中，每个班都有一个学期每周以一至二课时用于“校园科普活动”。

(2) 进行“校园科普活动”的班在一个学期中集体负责一个选题的科普，在教师辅导下，全班学生共同完成一副科普展板(或墙报)的创制，并在期末向全级(或全校)作该选题的科普报告。这样，一个学校中每学期有多少个初中班参加活动，校园里就会有多个展板和多少次报告。这样的科学气氛当有助于科学素质的熏陶。

应当指出：在这个活动里我们教了学生科学知识，但知识积累不是主要目的；我们给学生做了科普讲演，但科学普及不是主要目的。主要目的是教会学生自己做科普，以此唤起他们“学科学、爱科学”的自觉。让他们在一个学期里查资料、共同设计、共同讨论、共同排练，最后自主布置登上讲台给别人(包括成年人)普及科学知识(是“做讲师”，不是简单地“做宣传”或“做表演”)，这对于初中学生当是一种带有集体感、成就感的创造。

(3) 本系列选题以科学时事或大众关心的科学问题为主。原材料是从书刊中选取或由教师自己编写的科普文章。教师按照“校园科普活动”规定的规范，把文章内容“加工”成为由规范化的讲演文、参阅条目和辅导步骤组成的“校园科普辅导材料”。辅导材料经试用鉴定合格后可供进行“校园科普活动”的教师直接采用或参照使用。

(4) “校园科普活动”的全程以“学生活动、老师辅导”的方式进行。辅导的安排为每周一次，每次用一至二课时，一个学期总共十几次(视各个学校的情况而定)。学生用一次活动的时间听开题导引报告，其他的十几次均用在展板的制作(以及演示)上。

(5) “校园科普活动”辅导教材是经实际应用考验后制成的范本，范本首要的要求是符合困难地区中学老师使用时的需要。

这样的“活动”迄今在不同中学共约20个初中班上进行过“实验”。有了阶段性结果。整体总结将在2009年夏季进行。

以上陈述的立论和意向可以概括为：“校园科普活动”是一种科普教育，是一种有别于课程教育的特设素质教育；教学生“学科学、

做科普、体验集体创作精神”，用的方法是“科普实践”，有别于一般的教学方法。它通过展板制作和科普演示来激发学生的参与感和成就感，训练学生的逻辑思维和表达能力，启发他们追求知识的自觉，发掘他们的探索能力和创造能力；它通过集体创作来培养学生切磋合作的团队精神。它设置了长达一个学期的课时专注于单一课题的辅导，使得老师有了比平常多得多的机会和学生“工作在一起”，便于发挥言传身教，特别是由此有了做到“因人施教”、把辅导落实到每一个学生的可能（“全民教育”是每一个学生的权利，应当做到“一个也不能少”！）。

关于高中学生群体的科学素质教育

对于高层次的科学素质教育，我们于9年前启动了“科研实践活动”^[4]，对象为有志于科学的优秀高中学生群体。

前面说过，杰出科学家的首次创造性高潮一般出现在30岁以前，因此20岁出头就应当有所作为。为此，主要的准备阶段应落到高中时期。

“禀赋，勤奋，机遇”，是科学人才取得成功的三要素。机遇的错失经常导致人才的埋没。鉴于中学时期专科分流和个性化教育的份量随着学生年龄的增长而加重，对于志趣已明、禀赋已显、常规课程已难满足要求的学生，非常有必要为他们创造机遇，到“科学社会”中去接触科研、求师交友。（影响人的素质的外在力量，莫过于良师益友的熏陶。）

为了实现这种“以科会友”，“科研实践活动”设计为：每年组织一批这样的学生利用课余和假期到优秀科研团组中去，进行时间跨度平均为一年的课题研究；每年一度，为导师推荐的优秀论文进行评审答辩。具体程序如下。

(1) 建立以第一线科研团队为核心的“科技俱乐部学术指导中心”。中心的导师或导师组负责学生（单独，或二三人一组）在活动期间完成一篇科研实践论文报告。论文的选题需要考虑到：a、学生的条件和水平；b、尽可能取自实际科研工作；c、适合学生在一年的课余时间内完成。选题的要求首先是能够易于发挥学生

的求知愿望和创造能力（因此我们强调不把学术水平放在第一位，也不追求“超常教育”的效果），辅导的过程同时也就是考察（并力求发掘）学生的科学潜质的过程。论文完成时学生写出报告，导师根据“科研实践活动”的要求给出评语，并推荐优秀论文参加俱乐部的论文评审。

(2) 学生利用课余时间和假期参加“科研实践活动”，每个选题平均时间跨度为一年。“科研实践活动”强调与学校的常规教学（包括选修课）相区别，不影响常规的“综合素质教育”，也不影响“应试”。参加活动的学生时间跨度长达一年，是因为“求师交友”必须有足够长的相处时间。学生在活动期间必须坚持与导师和团组的日常联络或接触。

(3) “科研实践活动”每年举行一次论文评审。评审设计成为科学素质教育的一个部分（既不是通常的“竞赛”，也不把结果“排名”），采取了以发掘学生科学潜质为主的“开卷准备，互动答辩”和“多评委评定”的方式。评委的人数为15至20人，均由对人才培养具有丰富经验的学者担任。每人评分的标准虽然分为三档——突出、优秀、不足，但实际上只回答一句话：“你是否认为他‘突出’？”迄今每年评审中都有几名被绝大多数（85%至100%）评委评为“突出”，表明了这种素质教育和评审方式足以发现“科学苗子”。

(4) “科研实践活动”在形式上虽然和有些其他活动一样，是中学生完成一篇科学研究的论文，但其目的单纯是为了科学素质的培养（一不是为了“超越常规中学课程的教学实验”，二不是“特殊班”的特殊训练，三不是为了参加国内外科学论文竞赛）。我们并不反对学生参加学校安排的任何竞赛活动，但严格避免“科研实践活动”被误导成为“应赛教育”。（帮助有志于科学的少年“求师交友”当然不应含有成为某种“敲门砖”的动机，否则岂不有亏素质！）

对于科学社会的几点期待

(1) 提高全民科学素质是提升综合国力的重要举措^[5]。不言而喻，其中负责干部和公务员群体的科学素质的提高应当居重中之重。这个

群体的科学素质靠自觉的自我教育。其效果关系到国家科技政策的实施和贯彻。应当为这个群体提供优质的科学信息和科普资料服务；同时研究科学素质的评估方法，以备尽快完善各个职务层次的考核制度。

(2) 照上面的观点，中学是科学素质教育最重要的(目前来看，是独一无二的)基地。教育的对象是全体初中学生和部分高中学生。

教育的成效取决于教师队伍的水平。人从一个儿童成长为国家公民的关键时期是中学年代。中学教师肩负的“人的成长”的社会责任，担子的重量绝不亚于负有“人的健康”之责的医生。所以他的职业训练(如学习和实习年限)和职业“门槛”(如执照制度)应当类比于医生。而与此同时，他的职业待遇也应当与医生可比。

目前，由于历史遗留的因素和种种延误，教师的待遇普遍跟不上。尤其是任教地区的条件愈困难，对教师能力的要求愈高，而所能得到的待遇(包括物质待遇和进修机会等等)却愈低。(从“育人”讲，对一位称职的中学教师的职业技能的要求并不低于一位胜任本职的大学教师。)我们意识到这种情况很难在短时间内改变，但是事关一代代的公民素质，应当得到全社会的关注。应当共同来寻找一切可能性！目前科学社会可以做到的至少有一件事：针对中学教师，特别是困难地区的教师的需要，在教学以及自修等方面，提供便于使用的材料。本文介绍的“校园科普活动”《辅导材料》可以算是这样做的一个例子。

(3) 传播技术在我国发展迅速。传播网络将导致科学、文化真正意义上的普及。科普作品，大到博物馆的展出(展品+讲解、示范等等)，小到一本科普小册子、一则科学小品(知识、故事……)，都可以受益于网络，得到快速、广泛的流传。科普创作，作为提高公民科学素质的一个重要手段，将可以得到巨大的发挥空间。而与此同时，随着科技的高速发展，科学成果、科学事件，以及一般科学信息的增加将

愈来愈快，创作的量和质上的要求将愈来愈高。在这样的形势下，针对本文提出的三个重点群体，以下几点设想应可列入议程。

①及时反映科学信息，组织定期(每周或每月)专家点评(不妨多于一家，各抒己见)。点评迄今做得不够，但很重要，应当发动更多的专家参与。因为单纯的信息可以积累知识，加上点评则能启发思考，于受众素质的提高有益(尤其是对于领导干部、公务员有用)。

②强调科普创作的同时大力加强优秀科普作品的翻译工作。科普写作难度很大，好作品需要深的学术功底和文字功底，值得珍视，应当不漏过国内和国际的一切资源。翻译实际上是文字上的再创作，但首先要保证科学正确。希望能有更多的专家投入译著和审稿。

③尽量利用多媒体技术。一篇科普文章，刊在小册子上，传播的范围受制于册子的发行量。文章录入光盘或输入网络后(这在今日已成常规)便打破了限制，而电脑普及到困难地区的中学也已经指日可待。同样，电视机也很快会在困难地区普及。利用多媒体可以把一篇科普文章用字幕配上朗诵来表达，只要在普通的电视机上放映，就可以同时为十余人导读。这在困难地区可以很大地提高科学普及的范围和质量。当然，一旦互联网得到普及，网络的应用将能更进一步提升这种“支困”的力度。再进一步，“互动式科普”的需求很可能在困难地区应运而生，而现在提早为之做好准备可能会恰好跟上时代的步伐。

参考文献

- [1] 国务院. 全民科学素质行动计划纲要(2006-2010-2020), 2006
- [2] 何薇, 张超, 高宏斌. 中国公民的科学素质及对科学技术的态度 [J]. 科普研究, 2008 (6): 8-37
- [3] 张超, 何薇, 高宏斌. 2007 领导干部和公务员科学素质典型调查 [J]. 科普研究, 2008 (6): 59-64
- [4] 王绶琯. 提高全民科学素质的几个科普切入点 [J]. 科普研究, 2006 (1): 5-10