# STC 课程实验及其对我们的启示

文 _ 郁　波 / 中国教育科学研究院副研究员

STC（Science and Technology for Children，儿童的科学和技术）是美国国家科学资源中心（NSRC，现更名为 SSEC）开发的一套 K—8 年级科学课程。该课程从多方面反映了美国科学教育研究的重要成果及课程改革的主要走向，在美国有很大的影响力，并被国际科学院联盟（IAP）列为全球具有代表性的探究性课程之一。

## ◉ 科学教育改革需要实验研究

2001 年，随着我国新一轮课程改革的启动，我国小学科学课程的改革也步入了新的发展阶段。这一阶段的重要标志是小学课程中的自然课被更名为科学。2001 年颁布的国家《科学（3 ～ 6 年级）课程标准》（实验稿）也明确了这门课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程。课程性质的变化，会给我们带来哪些观念上的改变？教材编制和课堂教学应发生哪些相应的变革？这些问题曾经十分明确地摆在所有改革者的面前。在探索上述问题的过程中，有两个基本事实令我们十分关注。其一是，一些发达国家基础教育阶段的科学课程改革已取得长足的进展，并表现出鲜明的价值取向和发展脉络；其二是，2002 年对我国 21 个省市小学科学教师的问卷调查表明，相对于科学知识等方面，我国小学科学教师的最大困难和问题是缺乏对科学性质的了解，对科学课程和学生的认识也极大地影响着教师的教学实践。在课程开发和课堂教学中亟待解决的具体问题是，如何根据培养科学素养的新目标设计课程结构和选择教学内容；如何围绕核心概念开展科学探究活动；如何在科学概念的学科逻辑结构和儿童认知发展的心理结构之间找到结合点；如何将学习内容、学习态度和学习方法相互关联，等等。为了应对课程性质变化带来的挑战，我们认为，需要借鉴发达国家科学课程改革的成功经验，同时着力解决我国科学教育发展中面临的特殊困难。在这一过程中，围绕一门课程展开基础性研究，可能是寻求问题解决方法的一种途径。

## ◉ 为什么选择 STC 课程进行实践研究

经过分析和考察，我们选择了美国的 STC 科学课程。原因之一是，近百年来，美国对科学教育的研究较为系统，而近 30 年来，基于对科学教学和科学学习的大量研究成果，已经形成了关于科学学习本质的一些指导原则，便于我们分析和理解课程设计的理论基础。另一个原因是，第二次世界大战后，世界科学文化的中心已由欧洲转移到美国，美国的科学教育会传递出更多的科学文化信息。

从 2006 年 9 月起，我们组织辽宁、北京、天津、湖北、重庆、广东、江苏和浙江 8 个省市的 10 所小学进行了为期 6 年的美国 STC 课程实验。目前，这项实验已如期完成，共在 20 个实验班的 741 名学生中进行了 1 ～ 6 年级全部 24 个单元的课堂教学，对学生在这门课程干预下的言论和行为做了全程、多角度的观察。

关于 STC 课程的研究方法，我们也决定突破文本研究的局限而采取课题实验的方法。我们相信，亲身实践会促使研究者对研究对象做更为深入的了解，课堂实验会便于我们从教学过程中收集相关的事实形成证据，以作为认识形成的基础。

为了更准确地把握研究的对象，从实验伊始，我们就确立了实验的基本原则——严格按照 STC 课程教师指导用书中的系列设计进行教学，并邀请美国 STC 课程的培训师对实验教

师逐单元进行培训。为了研究的需要，我们也要求两名实验教师同时进入课堂。一名进行教学，一名进行观察和协助收集事实性资料。事实性资料主要包括课堂实录（用摄像机记录的课堂教学全过程，共 290 节）、班级记录单（教师和学生在新闻纸上记录的班级讨论结果，共 1 498 份）、学生的记录单和科学日记（学生观察和实验的原始记录、对数据作出的处理以及个人观点，共 13 818 份）、教师的教学日记（教师记录的教学轶事、教学感悟和体验，共 1 188 份）和各种评价信息（单元的前测和后测、过程性评价、终结性评价和学生自我评价，共 1 580 份）等。

将上述事实性资料置于实验研究的框架之内，运用已有理论进行分析和推理，从实验中我们获得了学生发展的相关证据，并识别出课程在其中所发挥的作用。这为我们认识当代科学课程的基本理念、教材编制和课堂教学改革的内容和方向提供了丰富的基础资料，同时也获得了对改善我国科学教育现状的众多启发。

## ◉ STC 课程的设计理念和实施策略

美国 STC 课程的文本教材分为教师指导用书、学生活动手册和学生科学读本 3 大部分。按照大单元的结构，1 ～ 6 年级的课程由生命科学、物质科学、地球科学、设计与技术领域的 24 个单元教学模块组成，每一个单元需持续进行 2 个月左右的教学。

STC 课程的设计充分体现了现代科学的价值观、方法论和认识论。在 STC 课程里，科学被置于课程设计的核心位置上。例如，科学重视证据和数据。孩子们在不同主题的学习过程中能不断体验证据和数据是形成和发展某一观点的基础，能不断参与与证据和解释相关的讨论和分析，不断对证据和数据进行评价，并不断体验和反思所学的知识。例如，科学需要经历一系列复杂的实践活动。孩子们在课程中能不断学习如何提出问题，如何进行观察和实验，如何组织、表征和使用数据，如何基于证据进行推理论证，以及如何做出解释等，反复体验知识的建立和拓展过程。例如，科学是一项凝聚集体智慧和创造力的工作。课程十分强调知识的发现和习得都离不开学习（科学）共同体，不同结果和观点的存在对修正和完善自身的认识至关重要。孩子们在课程学习中能不断经历与伙伴合作探究的过程，逐渐理解社会构建在科学知识建立过程中的作用。例如，科学是运用概念结构和相关事实理解自然现象的。STC 课程采用概念分级的方法，从统一概念的层面建立了整体框架，从单元概念的层面确立了单元的学习主题和目标，又从分级概念和子概念层面设计了连贯的课堂教学活动。这样使孩子们从小学阶段就开始学习如何将学习内容与更高层次概念联系起来，逐步搭建理解自然现象的概念性框架。

课程的设计还充分体现了儿童中心的原则。通过这一原则，STC 课程很好地进行了学科逻辑与儿童逻辑的结合，具体表现在对儿童已有学习经验、能力和态度的关注。课程设计的学习周期、教学步骤、科学记录单和评价系统，从多方面保证了以儿童的前概念作为教学的起点，使孩子们能够始终保持学习的兴趣，并不断发展做出预测、进行解释和科学论证的能力。还表现在所采取的一系列适应儿童发展需要的教学干预措施。“一英寸宽，一英里深”的大单元设计，使儿童有机会进行深入探究，能够不断积累连续性的学习经验并与同伴进行充分的交互。建立在元认知理论基础上的单元组织结构和活动设计，使孩子们能够通过回顾和反思，不断修正和完善自己对事物的原有认识。此外，课程还十分注意将儿童的科学学习与他们的好奇心、学习兴趣和日常生活经验相联系，不断激发他们持续学习科学的愿望，并深入理解周围的自然现象。

STC 课程的教学策略包括班级讨论、头脑风暴、合作性学习小组、思维工具和学习（材料）中心。由教师有效引导的班级讨论被认为是科学学习中非常重要的手段，它为学生提供了明确表达自己想法、练习依靠证据做出解释并与同伴进行集体论证的机会。头脑风暴是在单元或一节课的起始阶段具有刺激性和引导性的活动，它使学生和教师了解关于学习主题已有的知识和期待解决的问题，同时学会如何在讨论中尊重他人，以及融合自己与他人的想法。合作性学习小组是 STC 课程中广泛采用的学习组织形式，它让孩子们在与同伴的合作中应对

挑战性学习任务，学会通过沟通、交流和分享形成对事物的认识，提高学习的能力。思维工具主要指科学记录单、网状图、维恩图等。它们发挥了帮助学生组织和呈现实验数据，对学习主题做尽可能多的联想，识别概念间的联系，以及对不同的信息进行比较等信息加工作用。学习（材料）中心是教师在教室里设置的一个由探究器材、科学图书、视频资料等组成的学习支持系统。它延伸了课堂教学活动并能协助学生开展课程之外的自由研究。

## ◉ 实践研究的发现

通过对 STC 课程的 6 年实验，我们从课堂观察所获得的大量事实性资料中发现，STC 课程的目标基本上都能在实验班的学生身上得以实现。

STC 课程的目标之一是，使科学对所有学生都是适合的、有趣的和富有挑战性的。从 24 个单元后的学生自评中，我们看到学生通常都用“有趣”、“兴奋”或“有成功感”等词汇形容他们对单元学习的体会和感受。在每个单元长达 2 个月的科学学习中，学生们表现出的持续的学习热情给我们留下了深刻印象，也证明了课程对孩子们的吸引力。挑战性探究在 STC 课程中十分突出，不仅表现为活动设计的难度，而且表现为较高的教学要求。我们观察到，几乎没有一个小组的学生会顾及失败的烦恼，他们总是全身心地投入。适切而又富有挑战性的教学活动大大促进了他们的发展，使 6 年级的学生不仅能自行设计实验和表格，利用简图和文字的组合表征观察结果，还能评价证据与探究方法和工具的关系，关注论证的客观性、全面性和准确性。

STC 的课程目标之二是，有助于学生对周围世界的概念性理解。从记录单对事物或现象的大量解释中我们看到，学生们的概念性理解不仅仅是具象、生动和个性化的，随着单元教学和年级的推进，他们已经表现出层级发展、多维联结、富有逻辑和反思性等特征。例如，对“生命特征”这一核心概念，从 1 年级到 6 年级，实验班的学生能够清晰地呈现。从生物的基本生存需求到生命周期，从生物的相互依存到身体结构、习性与栖息地的关系，从生态系统到外部环境对生物的影响这样一个逐级发展的特点。从“生态系统”单元的课堂实录中，可以明显地看到学生对相互依存概念所形成的包括食物链、相互作用、物质与能量的流动在内的复杂逻辑结构的了解。从单元总结课学生对班级记录单的修改中，也可以看到他们已经具备了不断对先前形成的概念进行反思和修正的能力。

STC 课程的目标之三是，帮助儿童发展论证的能力。在 6 年的课程实验中，我们不仅观察到大量的观点交互、以证据为依据的学生论证行为，而且发现了学生在论证中已经存在并发展着的评价证据、重复检测、协调证据与观点的能力。从对实验班学生的全程观察中我们还发现，儿童批判意识的发展是随着探究熟练程度的提高、收集证据能力的增强而逐渐发展起来的。从低年级到高年级，儿童论证能力变化表现出明显的阶段性特征。在大量的单元前、后测中观察到，学生正在逐渐形成自己的解释体系，逐渐脱离情境进行抽象概括，自觉地辨识事物间的联系，主动寻找证据并形成自己的生成性解释。

STC 课程的目标之四是，促进学生科学态度的形成，如好奇心、尊重证据、灵活性和对生物的敏感性。从嵌入式评价活动中我们发现，学生们基本能够运用简单的科学原理综合或选择实验方法。他们不仅能够较准确地记录结果，而且也能对之进行卓有成效的处理，还会根据情况用恰当的方式进行呈现。他们对头脑风暴和集体论证中的 3 个原则经历了由不适应到自觉遵守的过程，逐渐能够倾听别人的意见，并且联系事实或证据陈述自己的观点。在饲养蝴蝶和威斯康辛植物的过程中所表现出来的对生命的敬畏和关爱是教师们在以往的教学中从未见到过的。“生态系统”单元关于海湾污染问题的辩论活动更是表现了孩子们对社会问题的强烈关注。

收集到的大量事实性资料表明，通过 STC 课程的学习，实验班学生的科学素养获得了明显的发展。这是哪些课程因素成功干预学生科学学习的结果？又为我国科学课程的建设和课堂教学提供了哪些可供借鉴的经验呢？我们从 10 个方面进行了梳理并开展了专题研究。这 10 个方面是，课程的整体框架和知识的组织形式，概念发展的连贯性和广泛性，适合于儿童的科学实践活动，

情境化的教学设计，集体论证能力的培养，学习共同体的创建，教学评价系统，探究材料的设计和使用，科学阅读的开展和科学记录功能的发挥。这 10 个方面涉及科学课程建设和教学的基本理念，也涉及具体的实施策略，我们认为是它们形成了 STC 课程的标志性特征，也反映了当代科学课程和教学的众多要素。

## ◉ 对我国科学教育的启示

通过 6 年的课堂实验，我们认为 STC 课程给我们的最大启示是，科学课程的开发和课堂教学都需要建立在对科学本质的深刻理解上。STC 课程正是根据科学家的科学实践设计了学生必须经历的学习活动，并且在这些活动中突出了科学家在科学实践活动中必须遵守的共同原则。这些活动使学生逐渐理解科学家是用什么方法认识世界的，科学知识是如何被发现并不断修正的。这些原则使学生逐渐了解什么是科学的价值观，理解为什么科学实验与事实这么重要，为什么一个解释的产生需要经过反复的检验，为什么只有坚持质疑和反思才能帮助我们形成更准确的认识。STC 课程用自己的设计生动地向我们展示了用科学建构世界观和道德意识形态的具体做法，告诉我们作为科学课程和教学的灵魂究竟是什么。相比之下，我国目前的小学科学课程在反映科学的核心要素方面还显得很薄弱，需要进一步从事实性知识的教学中走出来。

STC 课程给我们的另一个重要启示是，要正确看待儿童的学习潜力和学习能力，并对他们的发展要求给予真正的关注。STC 课程在发展学生集体论证方面的成功经验说明，即使是低年级的学生也有复杂的思维方式，他们进行科学推理的能力比长期以来我们所设想的要强得多。他们可以而且正在进行着大量的推理过程，而这些过程可以形成科学思维的根基。我们在以往的课程设计和教学中常常对孩子们的能力估计不足，或者脱离了孩子们的实际水平，并缺乏对他们真实想法和学习进程的认真对待，这都需要我们进一步改进。

STC 课程实验带给我们的启示是多方面的。我们相信，随着时间的推移，我们的认识会更加深刻和丰富，也会更有效地在我们的研究和实践中加以应用。■

# 科学课中被忽视和误解的集体论证

文 _ 童海云 / 深圳教育科学研究院

**STC 课程将“帮助儿童发展论证的能力”作为课程的总目标之一。集体论证作为一种社会建构的学习方式，在促进儿童概念理解和认知发展中具有强大的作用。学生在“论”中推理和在“证”中建构，有利于将探究的结果和概念的形成有机地联系起来，有利于将个人的探究与集体的认知结合起来，也有利于培养儿童科学研究的习惯和促进科学精神的形成。在长达 6 年的课程实验中，我们对 STC 课程有关集体论证在课程目标、教学模式、教学策略及教学内容方面的设计进行了一系列研究，深切感受到这一问题的重要。**

先从两个案例谈起。这两个案例的教学内容都是用碘酒检测食物中是否含有淀粉。

**案例 A**

教师在巡察分组实验时，发现一个组学生检测发现苹果中含有淀粉。于是教师十分正视这个真实的意外，立即调整教学，让学生纠正错识，然后开展讨论。

生：我们成功了，苹果没有变成紫黑色（即没含有淀粉）。