

第二章 中国小学的科学教育改革

- 第一节 科学教育的重要性
- 第二节 课程标准中的科学教育
- 第三节 SCI 和探究式科学教育
- 第四节 “做中学”科学教育项目简介
- 第五节 实施科学教育改革的过程和要素

参考文献

第二章 中国小学的科学教育改革

在中国小学里曾经开设过自然课的课程，近年来，不同的科学教育试验项目开始在一些幼儿园和小学里开展。我国教育部新课程标准中规定从小学三年级开始设立科学课，三年级以前，包括幼儿园阶段不设科学课，而且，科学课没有作为小学阶段的主要课程，在许多学校里不受重视。在西方发达国家，进行幼儿园和小学的科学教育改革大致已有 10 - 20 年的历史。他们认为，国家创新能力的建设必须从幼儿园和小学的科学教育改革抓起，把科学课和语文课、数学课一起共同列为小学阶段的主课。至少在十年前，对 5 - 12 岁儿童实施科学教育必要性的争论，在发达国家已经达成了共识。但是，在我国，对这个问题的争论可能还没有开始。目前在一些学校推行科学教育改革的过程中，还需要强调实事求是的科学精神。所以，我们认为，有必要专门列出一章，对在幼儿园和小学中实施科学教育的重要性，以及在我国推动科学教育中涉及的一些重要问题进行讨论。

第一节 科学教育的重要性

人类社会正在经历一次重大的变革，信息技术的飞速发展和经济全球化的推进，使发达国家正在向知识社会转化。我国也确定了实现新工业化的目标。这些新的社会和经济发展的趋势，向国民素质提出了新的要求，要求国民

通过基础教育不仅要具备应有的文化素质，而且应具备相应的科学素质。

国民应具备科学素质首先是个人和国家生存和发展的需要

科学技术不仅是我們了解世界和我們自身的有力工具，也是强有力的促进人类社会发展的第一生产力。特别是自上世纪五十年代以后，科学技术发展十分迅速，使人类的生活质量、活动范围、通讯方式和生产方式等都发生了革命性的变化。所以，无论对国家、社会、还是个人而言，掌握科学知识和技术是能够在知识社会里生存并参与发展的基础。

其次，是履行公民权利和义务的需要。

当今的世界正处于人类历史上又一个重要的历史转变时期。科学和技术的飞速发展，以及经济全球化的推进，使得人类社会正在从以知识为基础的经济 (Knowledge Based Economy)，向以知识为基础的社会 (Knowledge Based Society) 转化，知识经济和知识社会是两个十分不同的社会发展阶段。在以知识为基础的社会里，知识不仅成为影响经济的主要因素，而且将广泛而深刻地影响着社会的各个方面，包括经济、政治、文化、教育、科技和军事等。例如说，国家和地区应发展什么经济，应采取什么环境保护措施是适当的，等等，不具备一定的科学素质，就无法对这些问题参与讨论和发表意见。因而，不管你从事什么职业，要履行公

民的义务和权利，参与国家的政治、经济生活决策，就必须具有良好的科学素质。

更重要的是，在全民科学素质的提高的基础上，才能依靠公众参与民主的决策，保证科学技术用于造福人类。

科学对自然和人类本身进行探索越来越深入，技术应用越来越广泛。技术的应用往往像一枚硬币的两面，它有积极的一面，也有负面的效应，会对人类和人类社会带来风险，需要公众参与对风险的驾驭。例如，对克隆人和转基因食品的控制，对艾滋病和禽流感等疾病的防治，环境保护政策的实施和参与有关的国际行动等。这种对风险的驾驭不仅是决策者的事，甚至不仅是习惯上称之为精英或知识阶层的事，在知识社会里，需要全体社会成员的参与。所以，提高全体公民的科学素质是加强科学能力建设的基础，也是保证人类社会可持续健康发展的基础。

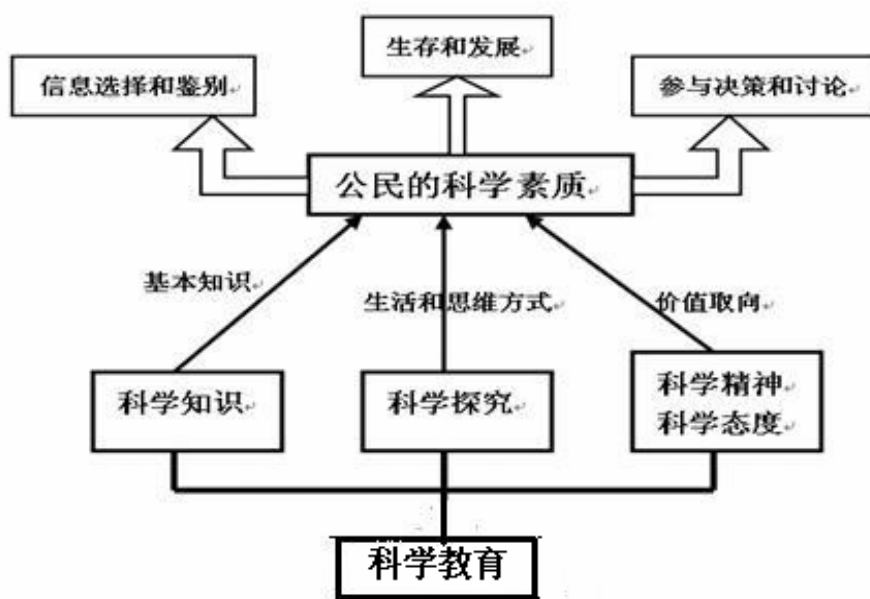


图 2.1 科学教育的目的

上世纪六十年代以后，特别是八十年代以来，世界上一些主要的发达国家都十分重视在幼儿园和小学里进行探究式的科学教育。例如，1988年英国的英格兰、威尔士和苏格兰先后通过教育改革条例，对5-12（11）岁的儿童进行科学教育，并把语文、数学和科学教育列为小学的三门主要课程。1983年美国国家卓越教育委员会（NCEE）发表了致美国人民的公开信“国家处于危机之中”；1989年2月年美国科学促进协会发布了2061计划的第一份重要报告《2.1》；

1996年美国国家研究理事会发布了美国历史上第一部国家科学教育标准，提出了要在幼儿园和小学中实施探究式科学教育，并随后采取了一系列的措施来落实这个科学教育标准《2.2》。1995年，法国诺贝尔物理奖获得者夏尔帕（Georges Charpak）将其引入法国，并作了进一步的发展，将它称为

“La Main à La Pâte”，意为“动手和面”，也是动手做的意思。1999年法国教育部决定在全国幼儿园和小学中进行上述科学教育《2.3, 2.4》。

九十年代以后，通过一些国际组织的努力，小学科学教育开始在发展中国家推行。

国际科学联合会（ICSU）从1994年开始组织了科学能力建设委员会（CCBS），专门研究在世界范围里推动探究式的科学教育。2000年11月，中国教育部、中国科学技术协会和国际科学联合会，联合国教科文组织共同在北京召开国际小学科学与数学教育会议，并发表了北京宣言《2.5》。2003年12月，世界90多个科学院组成的国际科学院组织（IAP, Inter-Academy Panel）在墨西哥召开全体会议，会议通过并发表了关于在世界范围内共同推动儿童科学教育的联合声明，69个科学院的代表在声明上签了字《2.6》。国际科学院组织中成立了负责对世界问题提出科学咨询意见的国际科学院委员会（IAU）。国际科学院委员会在2004年2月向联合国秘书长安南先生（Kofi Annan）正式提交了他们第一份对国际问题的咨询报告“创造更美好的未来：在世界范围内建设科学技术能力的战略”《2.7》。在这份咨询报告中，强调了科学能力建设对世界可持续发展的重要性。其中，作为基础和最具战略性的任务是中小学（5-18岁）的科学教育。科学教育是科学技术能力建设的核心。

2004年6月在联合国教科文组织位于法国巴黎的总部，召开了国际科学技术教育大会，提出：科学教育改革应该作为重要议题列入联合国教科文组织的议程，应该在世界范围内推动一个大的计划，并着力于推动发展中国家的科学教育改革。会议号召世界各国教育界、科技界和政策制订者共同为系统地改革少儿的科学和技术教育而努力《2.8》。

现在世界上已有数十个国家，包括亚洲、非洲和拉丁美洲的一些发展中国家正在进行此类的科学教育改革。

第二节 教育部课程标准中的科学教育

教育部基础教育司公布了全日制义务教育科学（3-6）年级课程标准（以下简称《标准》）《2.9》。标准中明确：

1. 小学科学课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程。科学教育要达到三方面的目的，即知识技能、过程方法、情感态度价值观。《标准》认为，其中知识可以通过讲解或在探究中形成，过程技能却要通过探究实践才能获得，至于情感态度价值观的形成则更多要依靠体验。

2. 科学学习要以探究为核心，探究既是学习的目标，又是科学学习的方式。但也需要明确，探究不是唯一的学习模式，在学习科学的过程中要灵活和综合运用各种教学方式和策略。在教学活动的类型和设计中提出：小学科学教育除了讲授之外，还有收集与加工资料、科学游戏、竞赛、科学

欣赏、角色扮演、科学幻想，等等。

3. 让探究成为科学学习的主要方式。在教学实践中，科学探究活动可以确定重点，如某些课侧重在提出问题，进行猜想，假设和预测的训练，某些课则侧重在制定计划和收集信息的训练。

4. 科学课程要面向全体学生。学生是学习科学的主体。教师是科学学习活动的组织者。引导者和亲密的伙伴。

5. 列出了对生命世界，物质世界和地球与宇宙三方面的科学知识要求，但没有给出分年级的要求。《标准》中提出，小学科学课承担的是科学启蒙的任务，不追求知识的完整性和系统性。

《标准》更新了我国科学教育的观念，肯定了学生是学习科学的主体，明确了要以探究作为科学教育的核心，以及指出了探究式科学教育的三方面目的。这些都对我国小学的科学教育的开展有着重要的指导意义。但是，在上面摘出的第二、第三和第五点中，《标准》对探究式科学教育的阐述，对小学科学教育设置的目标，以及《标准》中所列举的案例等方面，都有值得认真商榷之处。不把这些问题研究清楚，无法保证我国科学教育沿正确道路发展。而且，从儿童发展和科学教育的国际经验看，科学教育应该从幼儿园开始，并把幼儿园的科学教育和小学的科学教育相衔接，以对5岁到12岁的儿童连续地进行探究式科学教育。

儿童生而具有强烈的好奇心和学习科学的巨大潜力，但是，儿童也会形成一些对科学概念的错误理解。对 5-12 岁的儿童进行探究式的科学教育，不仅可以保护和激发儿童的好奇心，帮助儿童建立正确的科学概念，发展探究能力，而且有利于儿童情绪能力、语言能力等方面的培养。它既让儿童有一个愉快的学习经历，又为他们的终身学习和发展打下重要的基础。

第三节 SCI 和探究式科学教育

在中加合作加强中国西部基础教育能力的项目中，明确提出了以学生为中心的指导教学法 (SCI, Student Center Instruction)，并且由中加双方专家合作撰写了《基础教育中以学生为中心的教学法》一书《2.10》。该项目已在我国西部新疆、宁夏、四川的六个县展开，涉及三门课程，科学、数学和英语。其中，科学是最先启动的课程。在科学教育中，SCI 和探究科学教育的理念。以及所采取的措施是一致的。

从以下探究式科学教育过程的特点，可以看出它充分体现了学生为中心 (SCI) 教学方法。因为探究式科学教育是在教师引导下，以学生为学习主体的学习过程，它主要表现为：

探究式科学教育过程要求保护和激发学生的好奇心；

探究式科学教育过程强调要培养学生主动探究的学习态度；

探究式科学教育依靠和尊重学生已有的知识基础；

探究式科学教育重视学生之间的相互讨论和合作；

探究式科学教育希望促进学生科学态度的养成。

也可以说，探究式科学教育和以学生为中心的科学教育是同一教育方法的不同表达方式。鉴于国际通用的提法和我国《标准》中的提法，我们建议除中加项目以外，在我国仍采用探究式科学教育的名称。

第四节 “做中学” 科学教育实验项目简介

世纪之交，国际上一些有远见的科学家本着对未来的责任感，根据他们自身的科学实践经验，和教育界一起共同倡导了一项名为“基于动手探究的科学教育”（Hands-on Inquiry Based Learning）改革计划，旨在提高幼儿园和小学的科学和技术教育水平，培育科学的思维方式和生活方式。

2001年，中国教育部和中国科学技术协会共同倡导和推动在中国开展这项有重大意义的科学教育改革项目，取名“做中学”（“Learning by Doing”），即在幼儿园和小学中进行基于动手做的探究式科学学习和科学教育《2.11》。让儿童亲自参与对物体和自然现象的发现（自然科学），让他们通过观察与实验，接触实际，以达到以下目的：

保护孩子的好奇心和激发学习科学的主动性；

激发想像力，扩展思维；

获得重要的科学概念和科学概念之间的联系；

学习探究的技能;

改善合作和交往能力;

促进语言和表达能力的发展。

为了有效地推动“做中学”科学教育实验项目在我国的开展，该计划提出以下的基本原则：

面向每一个儿童、尊重儿童间的差异；

为儿童终身的学习，更为儿童学会生活奠定基础；

教学案例应来源于生活，从周围取材；

引导儿童主动探究、亲历发现过程；

教师是儿童学习科学的支持者和引导者；

采用激励性评价；

科学工作者和教育工作者共同进行科学教育；

充分动员社区和家庭的力量，支持科学教育；

通过运用现代化的互联网络，增进国内和国际间的交流与合作。

在教育部基础教育司领导下，“做中学”科学教育实验项目坚持经过实验，不断总结经验，再逐步推广的实事求是的科学态度。启动初期，只有北京(幼儿园 6 所/小学 12 所)、上海(幼儿园 5 所)、南京(幼儿园 5 所/小学 8 所)和汕头(幼儿园 3 所/小学 5 所)四个实验区，数十所小学和幼儿园参加这项科学教育改革。至 2003 年 10 月，根据教育部基础教育司的意见，又在 10 个省市地区新设了第二批实验区，共计

包括 18 个城市。据我们了解，现在大约 7-8 个城市的数百所幼儿园和小学已经较好的推行了这项改革。

“做中学”科学教育实验项目坚持教师先培训，然后学校再开展项目的原则。依靠和法国科学院的合作，2001 年到 2004 年中国先后有三批共 44 名教师到法国接受科学教育的培训，同时，法国专家三次来中国举办参与式的，以课堂实践为主的教师培训，参加的教师有数百名。中法联合召开了四次高层研讨会，在专家和教育行政部门负责人之间进行交流和研讨。这批经过培训的教师和专家，已经成为我国推动探究式科学教育中的中坚力量，成为各地探究式科学教育的研究者和培训者。目前，我们正在用自己编写的教师指导书对这些教师进行第二轮有关案例编写和评估的培训。

在“做中学”科学教育实验项目中，我们坚持先引进国外的优秀案例，然后消化、吸收、再创造我们自己的案例。在项目开展的初期，我们翻译了法国教育部推荐的网站和优秀案例，经过三年的实践，总结出版了我国的五个优秀案例。这期间，各地也相继出版了自己的一些案例。这样做，缩短了我们摸索的时间，较好地避免了同一水平上的重复和徘徊。

“做中学”科学教育实验项目在加强国际合作中组织和发展了自己的研究队伍和研究基地，并开展了自己具有特色的前沿研究工作。探究式科学教育是一项在国际范围内科学

界和教育界共同推动的教育改革，许多研究工作还在积极开展，特别是在对探究式科学教育评估，探究式科学教育和脑科学结合方面的研究工作十分活跃，进展也很快，这方面的国际交流需要持续的进行。在进行国际交流的同时，必须建立自己有特色的前沿的研究工作，否则国际合作和交流是不能持久的。从 2001 年“做中学”探究式科学教育实验项目在中国开展以来，东南大学学习科学研究中心就以神经科学和认知科学为出发点，建立了儿童情感实验室、脑图像和虚拟现实实验室、图像与语音信息处理研究室、基因与神经递质监测中心等研究机构，从事科学教育评估，尤其是儿童的创造性思维能力、科学推理思维、科学探究能力和社会情绪能力评估的研究工作，并在研究的基础上，建立了中国儿童情绪发展数据中心，在国际上已有较大的影响。“做中学”科学教育项目也成为国际有关学术界和科学教育界关注的焦点之一。

“做中学”科学教育实验项目坚持理论和实践相结合。教育改革需要正确的理论作为指导思想，同时需要为教师准备许多能够实际在课堂中运用的教材、案例、器具、教学指导书、资源库；为学生和家长准备有关的支持资料。一项严肃的重大的教育改革，不能只靠理念来进行。

“做中学”科学教育实验项目充分运用现代网络技术和通讯技术。为了更有效地开展“做中学”科学教育实验项目，

在东南大学学习科学研究中心成立了汉博中国少儿科学教育网。汉博网成为一线教师、专家学者对科学教育研究的专用平台，同时也是中国和国际同类项目交流的平台，代表中国科学教育和国际科学院委员会所运行的国际科学教育网络平台相接。

第五节 实施科学教育的过程和要素

教育改革是一项十分重要和复杂的系统工程。可以把它归纳成如图 2.2 所示

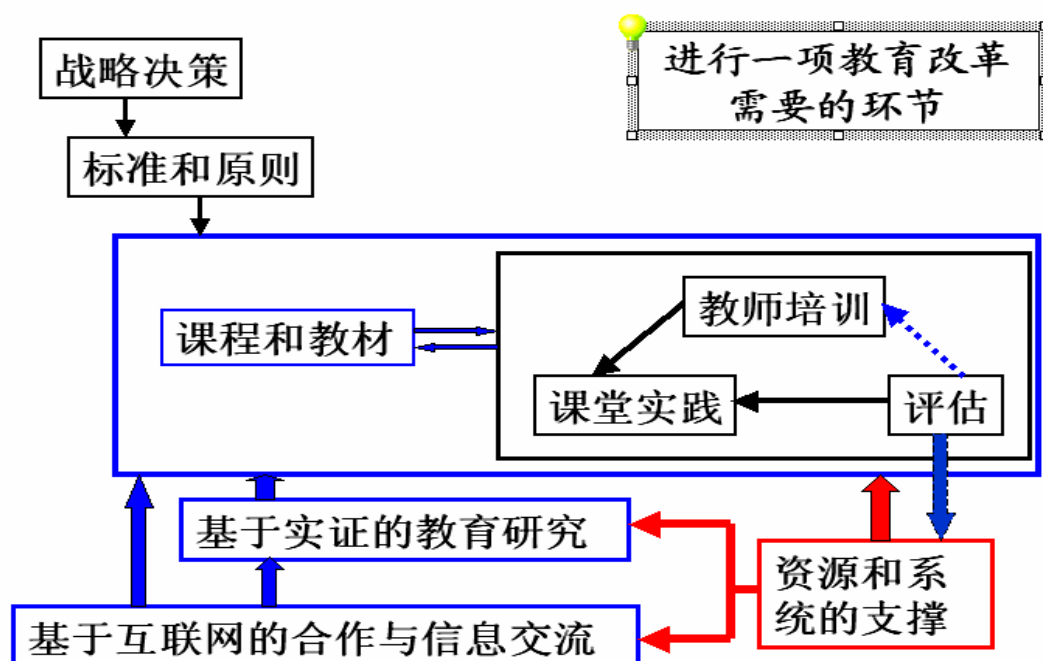


图 2.2 科学教育的实施

实施科学教育改革项目的主要环节有：

国家的战略决策、标准和原则的制定；

资金保证和相关政策的支撑；
教育行政部门和学校的支持；
教师的培训；
科学家的参与；
家长和社区的支持；
科研持续的支持和国际合作的开展；
网络和通讯技术（ICT）的运用。

其中最关键的是教师培训。

进行一项教育改革首先要由政府作战略决策。小平同志提出的三个面向：教育要面向现代化、面向世界、面向未来，应该是我们进行教育改革决策的依据。

战略决策确定以后，需要研究和确定改革的原则和标准，这应该由教育部来领导和组织制定。图中间的部分是教育改革的核心，即课程和教材设计，教师培训和课堂实践，这些环节需要在评估和研究的指导下多次反复循环，才能优化教育改革的成果。教育改革需要经过实验，再逐步推广；经过评估才能大面积推开，否则是违背科学规律的。

要实施一项改革，一定要有资源，包括需要财力支撑。无论是教师培训、研究或是编写教材都需要人力和财力的支持，而且需要长期的支持。实施中也需要一定的器材和经费，对农村学校而言，要尽量就地取材，降低成本。

教育改革不仅需要资金，还需要系统的支持。首先是各

级政府和教育主管部门的重视和支持,包括在教师队伍建设、资金投入、组织社会力量支持、舆论引导方面给予领导和支持。科学技术界的参与是很重要的,各地的科学技术协会和大学应该积极参与到小学的科学教育中来。社会舆论、家长的支持和学校管理的相应改变都是很重要的因素。

但目前科学教育的实践中可能会遇到一些认识和具体的条件问题。

由于高考压力不适当的下传,影响到学校、家长,甚至学生对科学课的重视。如果地方教育部门能够按照教育部的要求,取消小学升初中的考试,会给幼儿园和小学开设科学课提供较好的环境支持。另外,对科学教育也存在认识上的问题,需要向家长和社会宣传儿童脑发育的规律和儿童健康成长的经验。说明探究式科学教育对儿童认知和情感发展的重要作用,对培养创新人才的重要作用。

学校校长要支持科学教育课程的实施,在课时安排,教师配备和班级大小调整上都要作相应的改变。在国外,不仅幼儿园,而且在小学里至少低年级的课程是不严格划分科目的,大多由同一位教师承担。在我国的小学教育里不仅分科,科目又多,而且任教的教师不同,。如何把不同课程加以协调和整合,需要校长的支持。实际上,目前在新课改撰写的语文教材中,也包含有许多与科学有关的内容,但是没有用探究的方法来讲授,而是把知识内容告诉学生。所涉及的内

容常常不符合学生已有的科学基础，有的甚至有科学概念上的错误，语文课中应该涉及什么样的科学知识，这些科学知识应该怎样让学生掌握，都是应该统一起来考虑的问题。校长在协调不同课程的教学，起着十分重要的作用。

教育改革还需要时间。因为对老师的培养也是在“树人”，一样要遵循“十年树木，百年树人”的规律，不是靠行政命令就可以奏效的。

运用网络可以对教师的培训和教学进行持续的支持。建立教学资源库是必要的，有条件的地方还要建立基于网络的互动式的合作和支持系统。

教育改革不是一蹴而就的事，需要不断地深入，不断地改进。教育改革应该经过试点，然后随着教师培训的开展逐步推广和深入。其中，评估是一个重要的环节，没有评估怎么知道这样改就是对的？没有评估的教育改革不是完整的教育改革，也不是负责任的教育改革。我们在教育改革中同样需要有科学的态度和科学研究的支持。

参考文献

- 2.1 <Project 2061 Science for all American>, AAAS USA, 1985
- 2.2 National Science Education Standards, NRC USA 1996
- 2.3 乔治·夏尔帕主编，黄颀，苏文平，安延译，动手做-法

- 国小学科学教育实验计划。人民教育出版社， 2001
- 2.4 法国青年、国民教育和科学部基础教育委员会主编，东南大学学习科学研究中心翻译。小学科学教育案例精选。江苏教育出版社， 2003
- 2.5 北京宣言。国际小学科学与数学教育会议。2000 年 11 月。中国教育部，中国科协，ICSU， UNESCO 中国全国委员会联合召开
- 2.6 IAP Statement, Mexico Dec. 2003
- 2.7 Inter Academy Council, Inventing a Better Future: A Strategy for Building Worldwide Capacities in Science and Technology, 2003
- 2.8 AAAS UNESCO Forum on Science Education, Paris, June 2004
- 2.9 全日制义务教育 科学（3-6 年级）课程标准，中华人民共和国教育部制定， 2004
- 2.10 M Hunsberger, Y. Hodges, J. Paul, 郑大伟等著，基础教育中以学生为中心的教学法，中国广播电视大学出版社 2004
- 2.11 教育部办公厅 中国科协办公厅，关于开展“做中学”科学教育实验的通知， 2002 年 3 月