



“十二五”国家重点图书出版规划项目

新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列 | KEXUE XINKECHENG DE JIAOXUE SHIJIAN ANLI TANSUO

科学新课程的教学实践案例探索

◎冯 杰 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列

科学新课程的教学 实践案例探索

冯 杰 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是以教育部《科学（3~6 年级）课程标准》和《科学（7~9 年级）课程标准》为依据，以科学课程的课堂教学和课外实践两大教学活动为主要形式，参照不同版本的科学课程教材而编写的教学实践案例。案例全部源于目前中、小学的科学课程教学实践，体现了科学课程倡导研究型学习、培养科学素养和紧密联系“STS”的基本理念。本书研究的特色之一是直接提出了科学课程的统一性整合问题，对如何解决科学课程拼盘式大综合教学的尴尬局面，提出了尝试性的教学改革建议和具有可操作性的教学实践案例设计。

本书可以作为“科学教育”硕士、“课程与教学论·物理”硕士和全日制物理教育硕士专业学位研究生必修课的教材，可以作为物理教育本科专业和科学教育本科专业的教学实践选修课程的教科书。尤其对中、小学广大物理教师和科学课程教师的教学设计具有重要的参考价值，也可以供从事科学教育研究的专业人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

科学新课程的教学实践案例探索/冯杰著. —北京：北京大学出版社，2012. 6
（新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列）

ISBN 978-7-301-20709-3

I. ①科… II. ①冯… III. ①科学知识—教案（教育）—教学研究—中小学
IV. ①G633. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 108823 号

书 名：科学新课程的教学实践案例探索

著作责任者：冯 杰 著

丛书策划：姚成龙

责任编辑：陈斌惠

标准书号：ISBN 978-7-301-20709-3/O · 0871

出版者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址：<http://www.pup.cn>

电子邮箱：zyjy@pup.cn

电 话：邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752013 出版部 62754962

印刷者：三河市博文印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 1/16 22.5 印张 560 千字

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

定 价：45.00 元

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究

举报电话：(010) 62752024 电子信箱：fd@pup.pku.edu.cn

序 言

新课程在义务教育阶段设置了《科学》课，这本来应该是一个强化科学教育的极好的契机。然而，近十年来，人们对于开设这一门课的意义始终认识不足，特别是在小学阶段，多数学校都将科学作为“非核心课程”处理，严重地影响了课程的实施。如何认识科学课程的价值，关系到教育的基本宗旨和中华民族的未来发展，对每一位从事教育工作的人来说都是非常重要的。冯杰教授托我为他的新作《科学新课程的教学实践案例探索》写一个序言，我首先想借此机会谈谈如何认识科学课程的价值，为科学课程在学校中所处的地位又一次进行呼吁。

科学课程的价值与科学本身的价值有着天然的关联。科学是人对自然的认识活动及其成果的总汇。人类的生产实践和自身具有的求知欲，促成了科学的萌芽。早期人类在谋求生存的长期斗争中，在从事农、牧业和手工生产以及医治疾病的过程中，不断地对自然进行观察，摸索并逐渐积累起有关自然现象的知识，形成了原始的自然科学。当人的温饱得到初步的解决并开始有了闲暇，出于人类天生的好奇心和求知欲，开始比较有系统地观察周围的世界，进行归纳、清理，寻找其中的因果联系和变化规律，逐步建立认识和解释自然现象的理论体系。当然，这时候的科学，或者说古代科学的主要内容大多属于对现象的观察和描述以及经验的总结，更多地依赖于直觉和思辨。中世纪源于欧洲的文艺复兴运动使人的思想得到了巨大的解放，重视实证的精神和实事求是的态度使科学从思辨向经验转变，以实验为基础的、真正意义上的自然科学得以诞生。从此，自然科学的发展走上了康庄大道，一路高歌，势不可挡。随着工业革命和资产阶级自由民主运动的深入和不断发展，到了19世纪，可以说经典自然科学已经发展成熟，积累了大量的科学知识，形成了一套严谨的科学方法，从被动地反映生产和生活的需要变成主动地探索世界，从短视的功利的变为追求永久真理的，从哲学和技术的附庸变成推动哲学和生产技术发展的动力。其中最伟大的两座高峰是麦克斯韦的电磁理论和达尔文的生物进化论，各自揭示了物理现象和生命现象的内在统一性，显示了自然科学理论的巨大综合威力，使人类的思想和生活发生了翻天覆地的变化。20世纪之初，自然科学冲破了自身的思想束缚，突破了经典科学理论的藩篱和机械的因果逻辑的禁锢，创生了以量子理论和相对论为代表的科学理论，不仅引发了一场新的科学革命和技术革命，促进了科学与技术的进一步结合，也引发了一次人类思想方法的大革命：信息论、控制论、系统论应运而生，后现代的哲学思想也由此得到启发而开始萌动。

从上面这一简单的回顾可以看到，科学的产生和发展是以生产的发展为基础，以解决实践提出的问题和满足人的求知欲望为动力，旨在研究生产技术所不能回答的问题。科学在其发展的初期依附于技术和哲学，对人类文明的贡献是与经验技术及思辨哲学交混在一起的。近代科学开始从这种依附中独立出来，反过来成为技术和思想发展的龙头，成为促

进人类物质文明制度文明和精神文明的巨大推动力。到了现代，自然科学的发现导致新的生产技术领域，建立完全新型的生产模式。人类的生活方式，包括衣、食、住、行的所有方面也因科学的发现而发生了改变。可以说，今天人类的物质生活已经深深地依赖科学的进步。

科学不仅对人类的物质文明，而且对人类的精神文明也作出了巨大的贡献。科学需要宽容，要允许不同思想的存在和争鸣，这就需要制度上的保证。科学发展的这一诉求使得科学活动过程的运作制度不断更新，不断地科学化和民主化，也影响到社会上其他组织和制度的建设。科学的发展还促成了科学理性的弘扬，引发了关于人类价值和行为规范的再思考，以及对人类社会的伦理关系和人与自然的关系的再思考，从而促成可持续发展理念和科学发展观的产生。科学开辟了美的新视野，丰富并加深了人们对美的感受和领悟。恩格斯曾经说过：“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量”，“是最高意义上的革命力量”。科学对人类的精神文明建设的贡献是无与伦比的。

正是因为科学的发展促进了物质生产的发展，促进了社会民主制度的发展，促进了精神文明的建设；科学知识、技能和方法已经成为人类非物质财富中最重要的部分。传承科学文化是教育的重要任务之一，这也就是设置学校科学课程的最根本原因。通过科学课程，激发学生对自然和科学的热爱和兴趣，使每一名受教育者都能具备适应生活所必需的基本科学知识和技能，了解科学的过程，掌握科学的思维方法，具备科学的态度、精神和价值观，正确认识和理解科学的本质和局限，逐步学会如何认识 and 解决当今社会所面对的科学问题或与科学有关的问题，在提高科学素养、实现人的发展的同时提高学生的生活质量，进而促进社会的发展与进步。

从教育的角度看，教育的根本目的在于促进人的发展，促进人的素质的提高，进而实现人类的可持续发展。人的发展，或者说人的素质要求既与外部的社会环境有关，也与人本身的发展诉求有关，两者都是随时代的改变而改变的。从外部的社会环境看，我们今天所处的时代是知识经济的时代，科学与技术高度结合，从科学到技术到生产的链接非常紧密，科学技术已经直接成为一种生产力，推动经济的发展和社会的进步。这样的社会时代要求每个从事生产和经济活动的人都需要掌握基本的科学知识和技能，都能理解科学活动的技术创造的过程和意义。另一方面，由于过度开发所引起的资源短缺、生态环境恶化、社会矛盾激化等问题，使人们逐步地认识到人与自然协调相处的重要性，同时也对科学的本质和价值进行反思。自然和社会的可持续发展需要具有可持续发展意识的人才，他们在认识科学技术发展的必要性、掌握科学知识技能的同时，还需要明了科学技术所不能超越的规范。从人自身的生活和发展来看，首先，科学技术的发展使当代人的环境发生了巨大的变化，要适应当代的生活环境，必须掌握起码的科学技术知识和技能。作为更高目标，人应当能够从生活中获得乐趣和幸福。科学的创造精神和实践能力是提高生活素质、享受美好人生的必备要素。其次，科学基本知识和技能是人的全面发展的重要基础之一，科学的思想方法是人类最基本和最重要的思想方法之一，科学的精神态度是人所必备的最基本的非智力素质，科学的世界观和价值观对人所能达到的境界有直接的影响。一句话，离开了这一切，人的全面发展就是一句空话。

认识科学课程的价值，只是搞好科学教育的起点，真正要把科学教育搞好，落到实处，就需要认真研究科学教学的理念、策略和方法。实际上，自从新课程倡导自主、合

作、探究式的学习方式以来，这一新的教学理念已经逐步深入人心，在全国掀起了一股转变教师教学方式与学生学习方式的高潮。但在现实中我们还是可以看到许多“流于形式”的课，过分关注课堂的形式而“忽视学习的目的和学习过程”，甚至是不管什么样的内容，一律“抛弃传统的接受学习方式”，等等。产生这样的偏差的重要原因，就是缺乏实际教学范例的启发，以致未能把好的教学理念贯彻到实践中去。这正是冯杰教授的这一本著作的意义所在。冯杰教授不仅对科学教育的要义，科学课程的起源，科学素养的内涵，科学探究的理念，STSE 的思想做了明晰的阐述，还把这些思想理念融入到具体的教学案例之中，为成功地实施科学课堂教学树立了典范，及时地解决了一线教师所面临的困难。相信冯杰教授的这一著作能够为转变科学课堂教学方式和学生学习方式作出贡献。

高凌飏

2011 年 6 月 21 日于广州华南师范大学

序 言	1
第一章 科学课程的起源与科学教育	1
第一节 科学与科学教育	1
一、什么叫科学	1
二、科学教育	3
第二节 西方科学课程的发展	5
一、西方科学课程起源	5
二、西方科学课程发展	5
三、西方现代科学课程的特点与科技创新活动	7
四、国外中学科学教育改革的趋势	9
第三节 清末科举状元张謇与我国近、现代科学教育	11
一、我国近代科学教育始祖——张謇	11
二、张謇的实业教育思想	12
三、开创师范学校独立办学先河	14
四、我国现代科学课程的发展	17
五、科学课程发展的几点思考	19
第四节 我国小学、初中科学课程的教学目标	20
一、小学科学教育的总体目标	21
二、初中科学教育的总体目标	22
第五节 科学课程教与学中的研究型学习	24
一、研究型学习的含义	24
二、科学课程研究型教学的基本问题	25
第二章 科学教育与科学素养培养	29
第一节 关于科学素养研究	29
一、科学素养的由来	29
二、对科学素养的研究	31
第二节 科学课程的内容结构体系及举例分析	45

一、小学科学(3~6 年级)课程的内容结构	45
二、初中科学(7~9 年级)课程的内容结构	47
三、初中科学(7~9 年级)“物质结构”课程的内容分析	49
第三节 科学课程课堂教学案例与科学素养培养	51
一、提高学生的科学探究能力	51
二、注重不同学科交叉知识的教学	52
三、培养学生深入思考科学与技术、社会之间关系的能力	52
第四节 科学课程课外活动案例与科学素养培养	64
第三章 科学课程的探究式学习与科学教育	69
第一节 走进科学探究的园地	69
一、科学探究构成要素之间的关系分析	69
二、科学探究活动的特点	70
三、科学探究活动要素及其目标分析	70
第二节 科学课程探究式课堂教学案例的设计	73
一、“物质结构”在科学课程中的地位和作用	73
二、主题“物质结构”的课堂教学案例设计	74
第三节 科学课程的校本课程及其活动案例设计	85
一、科学课程的校本课程类型	85
二、科学课程的校本课程活动案例	86
三、实施科学探究教学模式的问题的反思	92
第四章 科学课程的科学方法培养教学策略及评价	95
第一节 科学教育与科学方法	95
第二节 科学教育中科学方法培养的教学策略	98
一、不同角度培养学生的科学方法	98
二、以尝试提出问题为先导的科学方法培养	99
三、对问题进行猜想假设,制订计划实验或调查	104
四、收集并确定科学探究所需的有用信息	104
五、依据收集的资料以及采用的方法得出结论	104
六、注重与他人交流探究的结论	104
第三节 科学课程的教学评价	115
一、小学科学课开放性评价体系的研究	115
二、初中科学课程标准评价建议	118
第五章 科学课程的教学模式与案例设计	122
第一节 科学课程的教学模式	122
一、科学课程的设计思路	122

二、科学课程中常用的课堂教学模式设计	123
三、科学课程教学模式设计应当注意的几个问题	129
四、科学课程课外活动模式的类型	129
第二节 科学课程的教学模式实施的案例设计	130
第三节 科学课程合作学习型教学模式的课外活动案例	138
第六章 科学课程中“科学、技术与社会”	143
第一节 科学课程中的“STS”解读	143
一、“STS”是科学课程的鲜明主题	143
二、科学课程关于“科学、技术与社会”教育的目标、内容和途径	144
三、英国学者李约瑟及其《中国科技史》	147
第二节 “STS的关系”研究型学习的教学案例	153
第三节 “STS”实践活动课的教学实例	159
第七章 科学课程的网络环境辅助教学模式探讨	167
第一节 科学课程网络环境教学的模式	167
一、多媒体网络教学模式基本特性	167
二、网络教学的基本模式	168
三、科学课程 STS 的网络环境辅助教学模式	170
第二节 科学课程网络环境教学模式的教学案例	171
第三节 网络环境教学模式案例的评析	185
一、网络环境教学模式存在的问题分析	185
二、解决问题的初步设想	186
第八章 科学课程“人类生存的地球”的教学设计	188
第一节 主题“人类生存的地球”在初中科学课程中的地位	188
一、主题“人类生存的地球”在初中科学课程中的地位	188
二、总的教学目标	188
三、主题“人类生存的地球”具体内容	189
第二节 主题“人类生存的地球”的课堂教学策略	191
一、“人类生存的地球”的教学方法选择	191
二、课堂教学案例的设计	192
第三节 主题“人类生存的地球”课外活动案例及评价	197
第九章 统一性综合的科学课程研究及案例设计	205
第一节 从相关性到统一性的科学课程	205
一、科学课程的分科与综合	205
二、统一性是科学课程实施的必然趋势	207

第二节 科学课程统一性教学案例设计	209
第三节 科学课程统一性课外活动案例设计	232
第十章 科学课程统一性及整合研究的案例设计	241
第一节 我国科学课程分科与整合的实践问题	241
一、科学课程实施的积极效果	241
二、科学课程实践中出现的典型问题	243
第二节 科学课程的统一性整合教学案例设计	244
第三节 科学课程课外探究活动设计	266
第十一章 科学课程统一性及探究研究的案例设计	273
第一节 科学课程需要进一步重视的问题	273
一、科学课程实施过程中的主要问题	273
二、推进科学课程实施对策的探讨	276
第二节 科学课程内容“整合”与“探究”两大特点	277
一、科学课程内容的整合	278
二、再谈科学课程的科学探究活动的意义	279
第三节 物理、地理和化学知识“整合”与“探究”的案例设计	280
第四节 综合科学课程探究活动案例设计	297
第十二章 科学课程实施中教师的角色	303
第一节 如何应对科学课程的诞生	303
一、认真学习新课标	303
二、全面提升自己的科学素养	305
三、改进教学方法	307
第二节 小学科学课程教师的角色	308
一、小学科学课程的基本理念	308
二、新课程理念下小学科学教师角色的定位	309
三、科学课程实践中教师角色的基本技能	311
第三节 初中科学课程教师的角色	312
一、初中科学课程对传统教师角色的挑战	312
二、初中科学课程中的教师角色的转变	315
第十三章 科学课程实施中的问题调查与分析	321
第一节 科学课程实施过程中的典型问题调查	321
一、课外活动教学实践中具体操作的困难	321
二、学生对科学课程学习过程中的接受和吸收能力	322
第二节 海滨中学关于科学课程对学生的调查报告及其分析	325

一、调查的题目及其结果分析	325
二、调查结果反映的问题	330
三、几点启示	331
第三节 海滨中学关于科学课程对教师的调查报告及其分析	331
一、问卷调查及其分析	331
二、科学课程教学中存在的主要问题	335
三、教师在科学新课程教学中的几个“必须转变”	336
四、建议	337
五、附录	338
主要参考文献	341
后 记	345

第一章 科学课程的起源与科学教育

为了适应 21 世纪科技、社会经济、文化迅速发展的挑战,全面实施素质教育,提高全民族的科学素养水平,我国从 21 世纪起,启动了对基础教育课程和教学模式的全面改革项目。国家在新颁布的基础教育各学科的课程标准中,都体现出对不同阶段学生在知识、能力、态度等方面的基本要求,规定了各门课程的性质、目标、内容框架、教学建议、评价标准等。课程改革的范围包括义务教育阶段的理科课程、科学素养的培养途径、知识与技能、过程与方法、科学精神与科学态度的三维目标的达成以及对科学、技术与社会相互关系的理解等方面。

科学课程的设立和科学课程标准的颁布和实施是中国基础教育课程改革最具有力度的举措:首次将科学设计为一门独立的课程。将小学的自然课程整合为 3~6 年级的科学课程,将初中的中学物理、化学、生物、自然地理整合为初中科学课程,它淡化了学科的界限,将自然科学的概念、原理以及技术贯穿其中。科学课程是一个全新的、具有现代意义的综合课程,是以全新教育基本理念为指导,以研究型教学模式为主导,以培养科学素养为总目标,从而培养学生理性的科学观和文化观的一门最基础的教育。

第一节 科学与科学教育

苍茫宇宙,偶一蓝色星球,人类精灵的智慧演绎了丰富多彩的文化,演绎着自然规律、法则和原理的科学技术,诞生了轰轰烈烈的现代文明,21 世纪的信息时代,人类已经把地球村的梦想变成了现实。当我们演讲人类科技文明的进步历程,剖析人类文化的建立、发展轨迹,尤其是近二百年来人类社会的跳跃式进步成就时,无不与人类运用科学、技术的能力和水平息息相关,那么,我们要问,什么叫科学?“不识庐山真面目,只缘身在此山中”,关于这个问题,中外学者众说纷纭。

一、什么叫科学

在一定的历史时期,人们往往根据科学的时代特征来把握其本质,因而得出或不同的、或相近的定义。由于科学本身是在变化发展的,人们对它的认识也在不断深化,因此难以给科学作出唯一的、严格不变的定义。我们只能依据科学技术与社会发展的历史,在众多有关科学的解释和定义的基础上对科学的本质作逐步深入的认识,对科学的内容进行简要的分析,对科学的文化社会功能作新的探讨,以加深我们对科学的理解。

(一) 科学是人对自然界客观事实和规律的理性认识

科学(Science)一词源于拉丁文 Scintia,本义为“知识”、“学问”。一般认为,人们了解了自然界某一领域现象的本质和规律,就是获得了某一方面的科学知识。达尔文说

过：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。”这里所谓的“事实”，是指人们对自然现象的本质认识，即经过概括，形成了对同一类自然现象的统一解释。而所谓“规律”则是指自然界种种物质运动之间的内在的和本质的必然联系。规律在一定条件下是可以反复出现的。

对事实和规律的科学认识，是理性的认识。所谓理性的认识，首先是从自然界本身去寻求自然现象的原因，去探索事实和规律，而不是从信仰、神话、宗教等非理性的东西之中去寻求对自然界的种种解释。其次，理性认识是指通过实践获得感性认识，然后经过大脑逻辑思维的加工，提高到理性层次的认识。

通过理性思维方式所认识的自然界的事实和规律，常常表述为原理、公理、定义、定理、定律等。这是科学的本质特征。

（二）科学的内容体系

科学是科学知识、科学方法和科学精神三个方面组成的一个不可分割的有机整体。

科学是系统化的知识体系，更是一种方法论体系。科学的历史表明，从近代到现代，任何一门成熟的科学不仅形成了系统化的知识体系，而且包含着独特的科学方法和科学精神。这是对科学的内容的较完整的认识。

（三）科学是一种文化现象

广义的文化是人类社会所创造的物质文明和精神文明的总和。科学的内容是人类文化的重要组成部分。科学作为人类活动，作为一种文化现象，至少可以从科学的内容、科学发展的动因、科学对社会的作用三个方面对它进行整体考察。

1. 科学发展的动因

关于科学进步的动因，存在着理想主义和功利主义两种科学观。功利主义强调科学的工具价值和功利性，容易导致科学的片面发展，忽视基础科学的探索研究，而最终造成阻碍科学的进步；理想主义则轻视技术价值传统，不关注人类的物质利益，因而导致失去社会的推动力。我们应从功利主义和理想主义二者的结合中找到科学发展的动因。在科学对社会的作用方面，我们往往关注科学带来的物质成果，而忽视科学在思想文化上对社会的影响。

2. 科学的社会作用

关于科学对社会的作用，随着现代科学的发展，人们又有了新的认识。首先，认识到科学研究是一种动态过程，是人类通过思维和实验来认识自然界，从而加工和生产知识的实践活动。知识不是科学的全部，只是科学活动的产品。其次，人们认识到科学活动的方式已由像古代阿基米德、近代前期伽利略等人的个体研究活动，经由如近代后期爱迪生组织的“实验工厂”的集体研究活动，发展到现代如美国研究原子弹的“曼哈顿计划”的国家建制研究活动，以至今天国际合作的跨国建制研究活动。因此，科学实践活动已成为一项社会事业，一项各国政府、科研机构、大学和企业都积极参与活动的社会系统工程。

科学既是关于自然界客观事实和规律的知识体系，又是一项重要的社会实践活动，这种组织起来的实践活动日益和现代社会的各个方面不可分割地联系在一起。

3. 科学的文化功能

科学作为一种文化现象，一开始就有深厚的人文基础，科学与人文的关系向来是十分密切的。在西方，文艺复兴是近代科学的开始，这一时期以科学、理性为旗帜的人文精神

追求人的自然本性的解放，人的主体性的尊重。德国哲学家文德尔班说：“近代自然科学是人文主义的女儿。”科学的历史告诉我们，每一次重大的科学发现都带来人类思想的深刻变化，尤其是现代科学革命更给人们的观念和信念带来巨大的震动，引起哲学思想的演变，进而引起对人与自然、人与人、人与社会之间关系的重新认识。

（四）科学具有局限性

科学是人类知识的积累，是知识的系统。“知识”具有认识的动态语义。事物是发展变化的，对事物的解释是多元的。科学本身就是一个开放系统。因此，不论就事物的发展，还是对事物解释的多样性而言，科学是有局限性的。从哲学上讲，科学是相对真理与绝对真理的辩证统一。在许多国外的科学教学纲要里，都提出把理解科学的局限性作为一个教学目的。在我国的理科教科书中，往往都会强调这一点。

二、科学教育

（一）科学教育的含义

狭义的科学教育是指科学（包括物理、化学、力学、生物、地理等）、数学和技术的知识传授、能力培养和科学思想、科学方法、科学精神的教育。科学的重要性质是它的实践性。科学教育的目标在于体现科学的性质，这是社会发展的必然和结果，也是社会文明进步的必然要求。对此，在美国科学促进协会（AAAS）的《AAAS科学素养基准》和《美国国家科学教育标准》这样的文件中，将科学的性质（适合高中阶段的科学教育）概括如下。

其一，科学是认识的一种途径，但并非认识的唯一途径。

其二，科学建立在一整套起作用的假设上（例如，宇宙中的次序和可预言性）。

其三，好奇心、创造性和机遇在科学上起重要作用。

其四，实际上，科学的一个目的的绝对客观性，如果是曾经有过的话，也是很少达到过的（包括科学的社会/文化蕴藏含义以及观察的/解释的偏见）。

其五，在科学中，如果那些结果和/或理论的解释被科学社会接受的话，那么科学的结果和理论的有说服力的交流是关键性的。

因此，广义上讲，科学教育即通过教育的手段，培养和提高学生科学素养的过程。关于科学素养，目前的看法有一些分歧，较被认同的观点认为：科学素养包括科学知识、科学方法、科学态度和科学精神。所以，完整意义上的科学教育也应包括以上四个方面的教育，即科学知识、科学方法、科学态度和科学精神的教育（详见本书第二章第一节）。

（二）传统意义的科学教育

一直以来，我国的科学教育比较重视传授系统的科学知识，不太重视培养学生的基本能力、科学方法和思维方法，脱离社会和生活，造成的后果是比较严重的。其渊源可以追溯到受德国著名的教育学家、心理学家赫尔巴特（1773—1841）的影响。赫尔巴特把知识放在首位，一切道德、情感、意志都是建立在知识的基础上的。他提出的教学原则是系统性和循序渐进相统一。他把教学阶段分为明了、联想、系统和方法四个主要阶段。明了是给学生明确地讲授新知识，联想是新知识要与旧知识联系起来，系统是作概括和结论，方法是把所学知识用于实际（即作业）。我国清末的科学课本主要是借鉴日本的，而日本却受赫尔巴特的影响甚大。20世纪初，赫尔巴特主义转道日本传入我国，其教学论的影响

甚大。我国的一些传统的教育观念与赫尔巴特的教育思想是相通的。我国的“师者，所以传道授业解惑也”与“明了”相通；“温故知新”与“联想”相通；“循序渐进”与“系统”相通；“学以致用”与“方法”相通。民国时期我国学者编写的中学化学课本，十分强调系统的基本知识。建国以后，曾有一个时期我国科学课本以苏联最新的科学课本为蓝本。而当时苏联主导的凯洛夫教学目的论强调“双基”和系统科学知识的掌握，认为教学内容主要是传统系统的知识、技能、技巧，教学原则中有教学的系统性和连贯性。以后，我国中学科学课本虽然发生过“以生产为纲”和“典型生产引路”先后两次波折，但经拨乱反正后，都把联系生产和实际的内容砍去了不少，而回到强调系统的基本知识，其中1978年编的科学课本还大大提高了深度。我国中学理科课本中以系统的科学知识为中心的思想是根深蒂固的。

在国外，科学教育始于19世纪30年代的德国。在这之前，科学被视为异端邪说，不能登学校的大雅之堂，于是一些对自然科学有兴趣的学者便在大学以外结成文化人的小圈子，开初叫学社，后来叫学会。当然那时还没有现在意义上的“科学”和“科学家”。直到19世纪30年代，德国对大学的组织结构进行了重大改革：一是设“收费讲师”，向选听他们课的学生收费。这类学者逐渐形成科学共同体，其中佼佼者被选为教授，二是学生可以自愿选择听课。这样，保证了大学的学术自由。到19世纪中期，一些大学的实验室变成了科学研究中心。于是，科研逐渐变成了一种“职业”，科学和科学家的社会角色也正式诞生。此后，在美国大学设立了按自然科学划分的“系”，以及专门培养科研人才的研究生院，极大地推动了科学的发展。

可以说，科学教育导致了科学的诞生，推动了科学的发展，在今天，科学教育已成为科学发展的基础。

到了19世纪70年代，科学技术产业化的进程开始。从法拉第的电磁感应到发电机和电力技术、再到整个电气产业的出现；从麦克斯韦的电磁理论，到无线电和电子技术，再到整个电子和信息产业的形成；从相对论和量子力学，到原子能技术，再到核能产业的出现；从DNA理论，到重组DNA技术（遗传工程），再到正在出现的生物产业，等等，使得人类的生产活动发生了一个伟大的历史转折。1870年以前，一般是从生产经验出发，在总结生产经验的基础上逐步提炼出技术，再发展到科学，即遵循“生产——技术——科学”的模式。1870年以后，人类的生产活动或者主导人类生产发展的模式倒过来了，往往是从科学开始（包括科学实验和科学理论），然后转化为技术，最后再转化为现实产品。以至形成新的产业，即遵循“科学——技术——生产”的模式。

技术产业化推动了科学教育的普及，中小学开设了科学教育课程，企业开始对职工进行科学和技术培训，社会各种传播媒体成为科学教育的重要渠道。

（三）当代意义的科学教育

科学和科学教育几乎是一对孪生兄弟，科学发展是科学教育的前提，而科学教育又是科学发展的基础。随着科学学和科学社会学的发展，人们认识到科学包括科学知识、科学方法、科学观念和科学精神四个层次。

从20世纪30年代开始，以科学为对象的科学——“科学学”以及“科学社会学”的诞生，标志着科学作为独立的社会角色已经成熟，人们开始着手研究科学自身的发展规律以及科学与社会的关系。科学教育也成为人们研究的对象。

“二战”后的半个多世纪以来,世界科学技术有了突飞猛进的发展,而且国际间的科技竞争也异常激烈。为此,从20世纪60年代开始,各发达国家纷纷对自己的科学教育进行改革,尤其是在21世纪的今天,各国为了增强科技竞争实力,提高公众的科学素养,培养学术尖端人才,科学教育的改革更成了人们研究的重要课题,许多国家相继推出了自己的改革方案。如美国推出了“2061计划”;英国推出了新的初等、中等教育“科学课程大纲”;韩国也第六次对中学科学课程进行了修订,当前这些方案正在付诸实施。我国当前正在进行中小学课程的彻底改革,全面推行科学教育,以适应于人的全面发展的需要,适应于全面提高中华民族的科学素质的需要,适应于21世纪激烈的国际竞争的需要。

第二节 西方科学课程的发展

欧洲启蒙运动之前,西方的教育主要受宗教控制,这一时期,虽有科学研究,但未有科学教育。启蒙运动以后,人们逐渐冲破宗教的枷锁,意识到了科学的重要。大约在17世纪上半叶,洛克(John Locke, 1632—1704)发表了《教育漫话》,标志着西方教育从古典教育向实科教育转变。1635年英国诞生了新型的中等学校“阿卡德米”,18世纪初德国出现了实科学学校。

一、西方科学课程起源

最初的科学课程是按学科进行分类的。学科是按一定的教学理论组织起来的科学基础知识体系。学科课程是以学科为中心编制的课程,它注重的是学科的知识系统性,强调的是纵向发展的系统的科学文化知识。所以,这一时期科学课程的出发点是为了培养大量的劳动者,合格的劳动力。

19世纪50年代,英国教育家斯宾塞开始大力倡导科学教育,而“十个有教养的人中间有九个认为这简直是荒谬的”。古典教育的削弱与科学教育的兴盛经历了相当长时间的拉锯战。斯宾塞之后,又经赫胥黎等人的努力,古典教育才逐渐让位于科学教育,直到19世纪末期,科学教育才取得最终的胜利。随着现代教育制度的建立和发展,科学教育在中小学课程中占据了稳固的地位,成为现代教育的一个重要组成部分。

二、西方科学课程发展

20世纪30年代,由于以学科为中心的传统科学课程存在的弊端受到诸多的批评,相继出现了与之相对的,以学生活动为主的综合科学课程,又被称为普通科学课程。这一时期的科学教育观认为,科学教育应该从学生的经验和兴趣出发,而不是单一从科学学科的要求和特点出发,用这种教育方法可以帮助学生理解他们生活的世界所存在的科学原理,并使他们懂得一些科学、技术与社会的相互作用和影响,了解改变人类生存和物质条件的方法。

从国际上看,现代基础科学教育改革起始于20世纪50年代末,根据教育改革的活动特点,大致可以将改革历程划分为四个阶段。

（一）20 世纪 60 年代初期的以学科为中心的改革阶段

发达国家 20 世纪 60 年代之前的科学课程的性质，相当于我们国家 90 年代末之前的“自然”课程性质，即以科学知识的传授为主要目的。

20 世纪 50 年代末到 60 年代初，由于受苏联第一颗人造卫星的发射成功的影响，美国、英国掀起了改革科学课程的浪潮。这次改革主要集中在能力较强学生的分科科学课程上，强调认识学科结构的基础、概念及主要的原理系统比了解大量事实更为重要，强调实验课中的探索研究的功能，使实验成为学生发现活动的手段。

（二）20 世纪 60 年代末到 70 年代末的反思阶段

20 世纪 60 年代改革的经验和教训揭示出课程、教材与课堂教学之间存在一条鸿沟，而造成这个鸿沟的主要因素有两个，其一是对孩子们的学习特点研究不够，其二是教师科学素质的欠缺。因此，在 70 年代整个教育哲学的思潮转向“儿童中心主义”的大环境下，在对新课程进行评估、反思的同时，开展了许多科学教育心理学上的探索，提出了影响深远的建构主义学习理论。

（三）20 世纪 80 年代到 90 年代中期的建构主义占主导地位多元思潮时期

在总结了 20 世纪 60 年代的经验教训、并运用建构主义的理论进一步丰富了“探究”和“过程”的教学意义的基础上，提出了全新的科学教育的目标：发展全体民众的科学素养。然而必须指出的是，在建构主义为科学教育带来福音的同时，也产生了极端的建构主义（又称激进的建构主义）的不良影响。它无限地扩大儿童建构的主观能动性、否认客观世界的可知性，这在根本上是违背科学精神的，而且在实践上，也带来了科学教育质量的下降。激进的建构主义直至今日，不断地遭到学术界的批评。

由于 60 年代至 80 年代初产生大量的综合科学课程和 STS 课程不能实现使每个公民具有良好的科学素养的目标，科学教育界开始把焦点从建立在分科课程基础上的传统的综合科学课转到建立在统一性基础上的科学课程。这种建立在统一性基础上的科学课程就是现代科学课程。

（四）20 世纪 90 年代中期以来改革的成熟时期

经过 60 年代的初步尝试和失败、70 年代的反思、80 年代的多元探索和对科学教育质量的重新审视，90 年代的改革进入了新的成熟的阶段。其中最显著的标志是发达国家为了控制科学教育质量而有史以来第一次推出全国统一的科学课程标准。

这一时期，世界范围的科技和社会经济有了长足的进步，因而对公民的科学素养提出了更高的要求，但与此同时，社会的可持续发展面临着许多新的问题，一些国家的政府便开始注重提高公民的科学素养。这一时期的科学课程在不同程度受到相关性这一观念的影响，力图扩大科学教育的范围，课程开发者设计课程时，一方面扩大教育活动的对象，提出面向所有学生的科学教育的口号，另一方面扩大课程的内容，突出各学科之间的联系，突出科学、技术、社会的相互联系，以及科学与环境的联系。以《纳菲尔德初等理科》和《苏格兰综合理科》为标志，现代综合科学课程在西方发达国家出现并迅速发展。据联合国教科文组织在 1984 年的调查，世界上大部分国家和地区都在初中开设了综合科学课程。并开发出各种新的课程：广域课程、活动课程、核心课程、探究课程、概念中心课程、话题中心课程等。