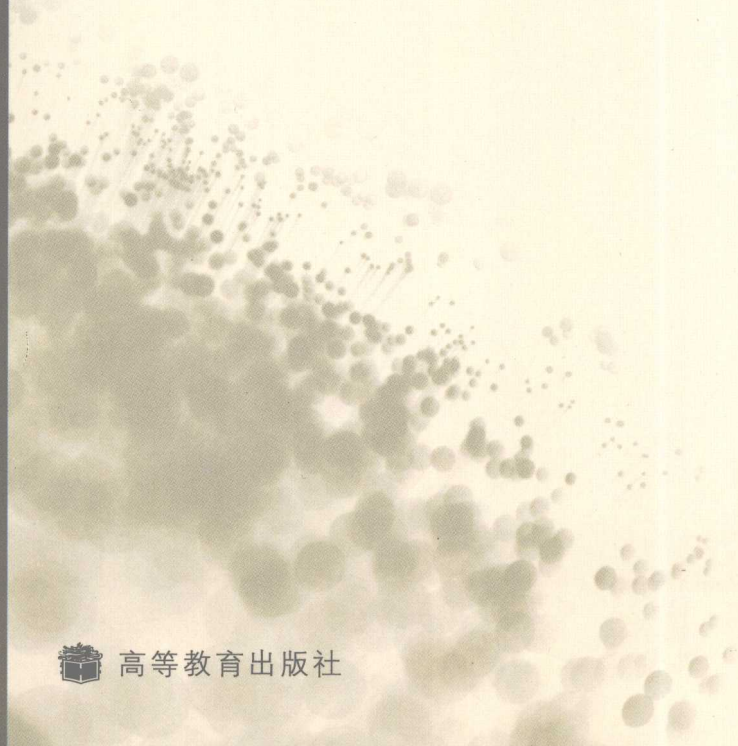



科学课程与教学论 研究

胡卫平 韩琴 严文法 著



 高等教育出版社

科学课程与教学论研究

胡卫平 韩琴 严文法 著



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书是作者多年来关于科学课程与教学论的研究成果。全书采取专题形式,主要包括科学课程研究、科学概念研究和科学能力研究三个领域,概括了美国、英国、加拿大、法国、日本、新加坡以及中国大陆、台湾、香港等国家和地区科学课程的发展沿革与趋势,调查了新课程实施现状及对学生科学素养和科学抽象思维能力的影响,介绍了国外关于科学概念图和科学概念转变的已有研究,并研究了力学概念转变的心理机制,研究了青少年科学创造力、科学推理能力、科学学习策略、创造性科学问题提出能力等的发展与培养。

本书既能反映国内外科学课程与教学论领域的研究现状,又能体现作者在科学课程与教学论领域所做的创造性工作。全书方法科学、结论可靠、文字流畅、内容丰富。既可以作为科学课程与教学论专业的研究生、本科生的教学用书,为他们提供研究思路,也可以作为中小学科学教师继续教育的教材和参考书目,为中小学科学教育改革提供新的思路和方法。

图书在版编目(CIP)数据

科学课程与教学论研究/胡卫平,韩琴,严文法著. —北京:高等教育出版社,2007.12

ISBN 978-7-04-022836-6

I. 科… II. ①胡…②韩…③严… III. ①科学知识-教学研究-高等学校-教材②科学知识-教学研究-中小学 IV. G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第162170号

策划编辑 王宏凯 责任编辑 王建强 封面设计 张申申
责任绘图 朱静 版式设计 张岚 责任校对 俞声佳
责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京泽明印刷有限责任公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2007年12月第1版
印 张	17.5	印 次	2007年12月第1次印刷
字 数	320 000	定 价	29.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22836-00

作者简介

胡卫平,男,1964年生,山西霍州人,山西师范大学教育科学研究所所长、教授,中国科学院心理研究所博士生导师,山西省高等学校中青年拔尖创新人才,山西省重点建设学科课程与教学论学术带头人,北京师范大学与英国伦敦大学联合培养的教育学博士,美国哥伦比亚大学高级访问学者。第十届全国人大代表。中国心理学会教育心理学专业委员会委员,中国教育学会物理教学研究会常务理事,山西省教育学会副会长山西省心理学会副理事长。主要研究领域为课程与教学论、发展与教育心理学。出版专著6部、教材4部,开发《学思维活动课程》8本。在 *International Journal of Science Education*, *Research in Science Education*, *International Journal of Psychology*, 心理学报,教育研究等国内外著名刊物上发表论文70余篇。曾获中国图书奖、国家图书奖提名奖、山西省社会科学研究优秀成果一等奖、山西省科技进步二等奖、山西省“五一”劳动奖章山西省青年科技奖、教育部优秀青年教师资助计划等国家和省部级奖励16项。完成或正在进行国家级及省(部)级课题16项,横向课题30项。学术兼职30余种,曾经到10多个省的近百所中小学讲学与指导,学思维活动课程的实验学校达100多所。

科学教育是国际教育界非常重视的一个研究领域。这一研究课题得到自然科学基金、教育科学基金、社会科学基金及企事业单位的大额资助,研究内容涉及科学概念发展与转变研究、科学概念图研究、科学课程研究、科学教学研究、科学能力发展与培养研究、科学素养研究、科学教师研究,研究成果有效提高了科学教育的水平,培养了大批具有创新精神和实践能力的科技创新人才,推动了科技和经济的发展。在我国,科学教育被称为科学课程与教学论,是课程与教学论的分支学科,主要包括物理课程与教学论、化学课程与教学论、生物课程与教学论等。近年来,实施科教兴国战略,提高自主创新能力,建设创新型国家,已经得到党和国家的高度重视,物理课程与教学论、化学课程与教学论、生物课程与教学论等也得到了长足的发展,但与国际相比,研究经费不能满足,研究方法不够科学,研究成果不太深入,这种状况严重阻碍了科学教育的水平和人才培养的质量。

我本科是物理专业,曾经在大学讲授过近 10 门物理课,同时讲授过高中、电大、函授等层次的物理。在长期的教学过程中,感觉到要提高教学效果,必须研究学生心理、研究教学方法,因此,在著名物理课程与教学论专家田世昆教授的指导下学习中学物理教学论,于 1995 年考取了北京师范大学教育科学研究所原所长阎金铎教授的研究生,开始对物理课程与教学论进行系统的研究,并于 1996 年出版了第一部专著《物理思维论》。在撰写《物理思维论》的过程中,深深感到没有扎实的心理学功底和科学的研究方法,是不可能深入研究科学课程与教学论特别是科学思维问题的,遂萌发了读心理学博士的想法,并于 1998 年考取了北京师范大学林崇德教授、申继亮教授与英国伦敦大学 Philip Adey 教授联合培养的博士,参与了林崇德教授主持的教育部“九五”人文社会科学重点研究课题——学科能力的建构与发展,出版了专著《中学科学教学心理学》,完成了博士论文“青少年科学创造力的发展研究”,并于 2003 年出版了专著《青少年科学创造力的发展与培养》。2005 年到美国哥伦比亚大学教育学院访问,使自己进一步了解了国际科学课程与教学论的研究进展。自 1995 年以来,我的主要研究领域是科学课程与教学论、中小學生思维能力和创造力发展与培养,初步形成了自己的研究特色。课程与教学论

是山西省的重点建设学科,2000 年就开始规划出版一套课程与教学论研究丛书,我本人负责科学课程与教学论研究和物理课程与教学论研究,尽管多年来本人及其课题组人员也在努力工作,有一些研究成果,但自己还是感觉不够深入和系统,使得这两本书的出版推迟到现在。

科学课程与教学论研究总结了作者 10 多年在科学课程与教学论方面的研究成果。全书共有 12 个专题,包括科学课程研究、科学概念研究和科学能力研究三个领域。专题 1 概括了美国、英国、加拿大、法国、日本、新加坡等国家科学课程的发展沿革与趋势;专题 2 介绍了我国科学课程的历史发展与实践经验;专题 3 利用自行设计的调查问卷,对小学科学新课程的实施进行了调查,提出了取得的成绩、存在的问题和建议;专题 4 和专题 5 分别研究了新旧初中科学课程对学生科学素养和科学抽象思维能力的影 响;专题 6 分析了科学概念转变的现状,并研究了中学生力学概念转变的心理机制;专题 7 介绍了概念图的研究发端、概念图的基本知识、概念图研究的特征和领域;专题 8 介绍了科学创造力的研究进展,提出了青少年科学创造力的概念、结构和表现,研究了青少年科学创造力的发展,提出了青少年科学创造力培养的途径和方法;专题 9 研究了跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系;专题 10 介绍了国外科学推理能力的研究进展,研究了我国初中生科学推理能力的发展;专题 11 介绍了学习策略的研究进展,提出了科学学习策略的结构,设计了科学学习策略测量工具,研究了中学生科学学习策略的发展;专题 12 介绍了创造性科学问题提出能力的研究进展,研究了小学生创造性科学问题提出能力的发展以及情绪对创造性科学问题提出能力的影响。

本书中各专题在研究过程中均由我整体设计并负责研究,严文法博士、韩琴博士参与了研究工作并负责书稿的整理,课程与教学论专业科学教育方向的研究生刘建伟、安丽、陈明、杨环霞、张淳俊等参与了部分数据的收集与整理。在研究过程中,参阅了大量的文献,得到北京师范大学林崇德教授、申继亮教授、阎金铎教授,以及英国伦敦大学 Philip Adey 教授的指导;伦敦大学国王学院国际教育系主任 Justin Dillon 先生、葡萄牙密诺大学儿童教育学院院长 Graca 教授、德国基尔大学 Armin Lude 博士、美国哥伦比亚大学 Deanna Kuhn 教授提供了许多宝贵意见;北京师范大学、英国伦敦大学国王学院、美国哥伦比亚大学教师教育学院提供了良好的学习和研究条件;山西省教育厅领导、山西师范大学领导与科技处给予了大力支持;200 多所实验学校给我提供了实践场所,使得实证研究成为可能,理论构想得到实验验证,同时在实践的基础上形成自己的理论;教育部哲学社会科学重大课题攻关项目、教育部优秀青年教师资助计划项目、全国教育科学“十五”规划重点课题、教育部人文社科基地重大课题、山西省软科学

基金、山西省留学基金、山西省重点学科经费、山西省拔尖创新人才经费、山西师范大学学术著作出版基金给予了研究和出版经费的资助。高等教育出版社的领导苏雨恒、王宏凯同志及策划编辑肖冬民同志等对本书的出版给予了大力的支持,付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。

胡卫平

2007年6月21日晚于山西师范大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

专题 1	国外科学课程的历史发展沿革与趋势	1
	一、国外科学课程改革的经验与趋势	1
	二、西方发达国家中学科学课程的改革	9
	三、亚洲发达国家中学科学课程的改革	23
专题 2	我国科学课程的历史发展与实践经验	30
	一、大陆科学课程的历史演变与实践经验	30
	二、台港地区科学课程的历史演变与实践经验	36
专题 3	小学科学新课程实施现状调查研究	41
	一、调查对象与方法	41
	二、调查结果与分析	41
	三、存在的问题与建议	49
专题 4	新旧科学课程对初中生科学素养影响的比较研究	53
	一、研究方法	53
	二、研究结果	55
	三、结果分析与讨论	60
	四、建议	64
专题 5	新旧科学课程对初中生科学抽象思维能力影响的 比较研究	68
	一、研究对象与方法	68
	二、结果分析	69
	三、研究结论与建议	76

专题 6	科学概念转变研究	80
	一、概念转变的研究现状	80
	二、中学生力学概念转变的心理机制研究	100
专题 7	概念图研究	112
	一、概念图的研究发端	112
	二、概念图的基本知识	113
	三、概念图研究的几个特征	119
	四、概念图研究的几个领域	121
专题 8	科学创造力研究	127
	一、科学创造力的研究进展	127
	二、科学创造力的理论研究	131
	三、青少年科学创造力的发展研究	141
	四、科学创造力的培养研究	158
专题 9	跨学科概念图创作能力与科学创造力的关系	162
	一、研究方法	163
	二、研究结果	165
	三、讨论	170
	四、结论	171
专题 10	科学推理能力研究	174
	一、国外科学推理能力的研究进展	174
	二、我国初中生科学推理能力发展研究	185
专题 11	科学学习策略研究	202
	一、学习策略的研究进展	202
	二、科学学习策略的结构与测量	208
	三、中学生科学学习策略的发展研究	212

专题 12	创造性科学问题提出能力研究	231
	一、创造性科学问题提出能力的研究进展	231
	二、小学生创造性科学问题提出能力的发展研究	241
	三、情绪对创造性科学问题提出能力的影响研究	248

国外科学课程的历史发展沿革与趋势

科技是第一生产力,是人类文明进步的阶梯和标志,当今国际社会的竞争,实质是以经济和科技实力为基础的综合国力的较量。其中科学教育是一个不可否认的重要影响因素。从国际范围看,现代基础科学教育改革起始于20世纪50年代。20世纪的科学教育走过了不少弯路,科学教育改革的发生是科学发展、教育发展的必然产物。在进行适合于我国教育历史和现实环境的科学课程开发的过程中,对国际科学课程的历史发展沿革与趋势进行回顾,对我国目前的改革具有重要的借鉴意义。

一、国外科学课程改革的经验与趋势

20世纪50年代以来,国际基础教育经历了两次科学课程改革。从50年代末期至70年代末期为第一次改革,从80年代初期至今为第二次改革。这两次科学课程改革都对我国中小学科学课程产生了深刻影响。不过,由于冷战时期我国与西方隔绝,以及60年代“文化大革命”的耽搁,第一次国际科学课程改革的浪潮直到70年代末改革开放以后才波及我国。而第二次国际科学课程改革的浪潮,则从一开始就涌入我国,已经并将继续成为我国基础教育科学课程改革的全球化背景。下面我们就第一次国际科学课程改革的过程、经验与教训进行回顾与分析,并在论述当前国际科学课程改革背景的基础上,着重探讨新一轮科学课程改革的若干重要趋势。

(一) 20世纪50—70年代的科学课程改革:过程与经验

第一次国际科学课程改革始于美国,人们通常把它与苏联在1957年发射的第一颗人造地球卫星相联系。其实,二战刚刚结束后美国科学课程改革就已经悄然启动。早在1945年,美国联邦科研及开发办公室主任布什(Vannevar Bush)在《科学:无边的疆界》的报告中向罗斯福总统呼吁:“改进科学教育迫在眉睫,因为具有科学潜力的学生对于不能唤起其兴趣或不能提供适当科学教学的高中教育,最容易深受其害。”布什的这份报告直接导致了1950年国家科学基

金会(NSF)的建立,由此极大地影响了此后美国科学课程的改革。可以说,布什的报告尽管是一份指导战后美国科学研究发展方向的纲领性文件,但它对启动美国科学课程改革也发挥了推波助澜的作用。

苏联先于美国发射人造地球卫星,这象征着对冷战中美国政治和军事霸权的严重威胁,它提醒人们,尤其是美国政治家们:科学技术及科学教育在巩固国防上所起的巨大作用。具体说来,卫星冲击的作用表现在三个方面:一是加速了科学教育改革的进程;二是获得了广大公众的大力支持;三是使联邦政府增拨了大量用于科学课程改革的经费。由于美国人意识到苏联在科学技术上的优势造成对美国国家安全的威胁,美国国会于1958年通过了《国防教育法》,该法的颁布为此后十多年里科学课程改革提供了大量研究经费,也为中小学科学教师教育和更新科学教学资料和设备提供了大量经费(这两项加起来大约是20亿美元),还为大批学生进入大学学习理科专业提供了巨额奖学金和贷款。美国联邦政府的这些经费都是通过国家科学基金会调拨的。

从1956年开始,国家科学基金会就为赞卡瑞拉斯主持的PSSC项目(即高中物理新课程)提供研究经费,此后因《国防教育法》的颁布和实施,该基金会提供的研究和开发经费迅速扩大到生物学、化学、地学和社会科学等课程的开发。美国科学家、教育家和心理学家们通力合作编写出的自然科学新课程以首字母缩写的形式而著称。如中学新科学课程有PSSC物理、CHEM化学和CBA化学、BSCS生物学、ESCP地学。

后来,新的科学课程编写工作又延伸到小学阶段,如美国促进科学协会主持开发的S2APA科学课程、教育发展中心开发研制的ESS科学课程、劳伦斯科学馆开发研制的SCIS科学课程等。

众所周知,60年代美国的科学课程改革由于种种原因在总体上是“令人失望”的,所以到了70年代,美国教育又走上了“返回基础”的道路。然而,当时的小学科学实验课程的许多思想仍然有可取之处,它们成为80年代以来新的科学课程改革的重要理论基础之一。“第二代”科学课程正是在60年代“第一代”科学课程的基础上形成的。

1970年以后,科学课程开发的数量减少。一方面,课程内容现代化的目标或多或少已经实现,大量新的科学教材已经出版;另一方面,经过十多年的努力,美国的科学技术似乎也赶上并超过了苏联,其证据之一是1969年美国先于苏联把宇航员首次送上了月球。同时,由于日益恶化的环境问题和科学技术应用于侵略越南的战争中所产生的负面效应,西方反科学运动勃然兴起。1976年以后,国家科学基金会终止了对新科学课程开发的资助,开始转向对新课程大规模的评估研究。根据韦尔西(W. Welch)的评估研究,有如下结论:

● 为高一级学校升学作学术准备是大多数教师的唯一目标;

- 科学教学过于依赖教科书；
- 直接经验、探究方法和其他形式的学术活动不常见。

其他评估研究基本上也证实了上述研究的结论。如著名教育改革家古德莱德对中小学进行了大量调查。在他的《一个叫做学校的地方》一书中,他得出的结论似乎更为悲观:人们的期望与教学实践之间的差距大得惊人。总之,科学课程改革似乎并未取得预期的成效。

在英格兰和威尔士,大约在同一时期(1960—1980)也经历了一次科学课程改革浪潮。英国的新科学课程一是纳菲尔德课程(既有中学课程,也有小学课程),这些科学课程改革不像美国那样由中央政府提供经费,而是由一个非政府机构纳菲尔德基金会提供研究和开发经费;二是由学校委员会编写的《5—13岁儿童科学计划课程》。在许多方面,英国的新科学课程与美国相似。例如,在中学阶段强调提高学术水平,在小学阶段重视过程技能(process skills)。评估研究揭示,教师采用新教材遇到很大困难。虽然英国像美国一样也组织教师对新课程进行研习,但实施起来还是不易。英国皇家督导的调查表明,小学科学新教材对课堂实践的影响有限:只在大约10%的学校,科学教育质量还令人满意。

自60年代起,科学课程发展像野火一样迅速燃遍全世界,许多国家先后开始了科学课程革新,并为此花费了大量金钱、时间和技术。它们以美国和英国的科学课程改革为榜样,纷纷成立了科学教育研究中心,引进美国或英国的新课程并加以本土化,以适应本国的需要。在推进发展中国家科学教育发展和改革上,联合国教科文组织起了积极的作用。

第一次国际科学课程改革运动尽管不尽如人意,但对全世界的基础科学教育还是产生了深刻的影响。这些影响包括以下四个方面:

其一,物理和化学内容的现代化。20世纪上半叶,物理和化学领域取得了巨大成就,通过课程改革,这些新的理论被纳入到物理和化学教材中,从而减少或删除中学科学课程中大量陈旧的教学内容。例如,物理课程不再强调基础热学、声学 and 静电学,而更加注重波。在化学里,无机化学内容减少,而更加强调与化学键有关的理论内容。

其二,生物学作为一个统一的领域出现。20世纪上半叶,生物学分为植物学、动物学和生理学,各个分支的教学内容互不关联,支离破碎。科学课程改革运动强化了生物学领域自身的独立存在性,并按照生态学原理、细胞的性质与功能、生物有机体的功能把各个不同的部分整合起来。经过改革,有些国家高中生学习生物学的人数增加了很多。

其三,注重探究和实验室教学。20世纪50年代中期以前,科学教学所用的教材大多是描述性的。科学是作为一堆联系松散的事实和基本原理教给学生的。科学课程改革运动使人们逐渐认识到,科学是一个实验的事业,学生要通过

学习科学获得科学探究的能力,并要通过他们自己所做的这种探究学到科学知识。

其四,小学开设真正的科学课程。传统上,小学科学教学基本上是所谓自然学习。这种教学方式的优点是鼓励学生通过仔细观察和分类学习,但它忽视了很大一部分自然环境对学生生活的影响,并且小学自然学习与中学的科学教学也缺乏联系。改革以后,多数国家逐渐把科学教学内容(生物学、地学、化学和物理)引入小学课程中,把各个学科的基本思想联系起来教给学生,并使它们与学生的周围环境和日常生活经验相关联。但这次科学课程改革的不足之处也是显而易见的。主要表现在以下几方面:第一,削弱了对科学应用的重视程度。在20世纪上半叶,美国的科学教育很重视科学技术与生产和生活的联系,但这次课程改革的一个结果是,增强了对科学理论的重视,却削弱了科学在工业和日常生活中的应用。因此,这次课程改革在很大程度上把学校里所教的科学与技术及其应用分离开来。第二,没有吸收当代科学哲学的研究成果作为理论基础。新科学课程的哲学基础仍然是归纳主义的或逻辑经验主义的,过分强调归纳法,对观察与理论之间的复杂关系估计不足。第三,过分强调发现法,忽视了学生学习科学与科学家研究科学的差异。这些不足之处成为第二次课程改革需要认真对待和加以研究的问题。

(二) 20世纪80年代以来的科学课程改革:背景与趋势

20世纪80年代之所以再次掀起科学课程改革的浪潮,主要因为以下几个因素:

第一,人们认识到,20世纪50—60年代编写的新科学课程并没有吸引大多数学生,结果正如美国著名科学教育专家赫德所说:“许多青年人成长为他们自己文化里的外国人,作为科盲而从高中毕业。”也就是说,第一次科学课程改革没有解决好科学技术的普及问题。

第二,虽然20世纪50—60年代的科学课程在呈现学科结构与教学生进行探究和发展新知识上对资优学生可能卓有成效,但它们对科学知识的应用却没有关注,也没有为学生提供利用科学技术做出与社会有关的决定的机会。换句话说,新的科学课程仅仅注重科学知识本身的结构,而忽视了学生的心理,以及科学与技术、科学与社会、科学与文化的联系。

第三,新一轮科学课程改革的动力还来自科学哲学、科学史、科学社会学等学科关于科学观和认识论的转变。以往的科学教科书倾向于把科学实践描述为一种线性的、理性的和客观的过程,认为科学知识是通过客观的实验方法发现的。但是,科学哲学家库恩、拉卡托斯、波普尔、费耶阿本德以及爱丁堡学派的科

学社会学家们却主张,科学知识与其说是发现的,不如说是由科学家们建构的。根据这一新的科学观,科学知识被看成是不完善的(imperfect)和不可能完善的(imperfectible),其科学性的根据和真理的断定(truth claims)依科学家团体共同建构而定。

第四,自70年代中期以来,认知科学关于学生对自然现象的选择性的框架或朴素观念的研究(即后来统称之为心理学建构主义的理论)异军突起。这一理论提供了大量关于儿童学习科学的新知识,对科学课程与教学提出了新思路。具体而言,就是科学课程和教学要考虑到学生原有的经验和知识,尤其要关注他们的前概念(preconception)和错误概念(misconception),以促进学生有意义学习和观念转变的方式对学习任务予以组织和规划。

80年代以来的科学课程改革一方面吸取了50—60年代科学课程改革的经验和教训,另一方面是为了应对科学技术和经济社会发展提出的新挑战。以下五个方面是二战后发生的社会变化,它们对学校教育,尤其是对学校科学教育提出了新的要求。

第一,中等教育走向普及。第二次世界大战结束以后五十多年来,许多国家的中等教育都有巨大发展。这就使原先具有高度选择性的学术性学校教育逐渐变成日益增长的学龄人口提供的普及教育。现在许多国家中等教育已经普及或正在普及,使得相当多的适龄青年一直到高中12年级都留在学校。这种变化要求对中学高年级的科学教学内容进行重新检讨,而高年级科学教学内容的变化必然也会对中低年级产生影响。

第二,终身教育。70年代以来,世界各国先后兴起一股终身教育思潮。现在人们普遍认识到,成人需要接受继续教育,需要多次接受职业培训。产生这一需要的原因是,当代科学技术知识的迅猛发展,以及产业结构的迅速变化对劳动力掌握新知识和技能提出了新要求。终身教育已成为教育增长的一个主要领域,这对基础教育提出了新的挑战。人们更加关注中小学教育的质量。很显然,在人们终身都要不断接受教育的情况下,中小学必须为学生日后接受继续教育和可持续发展打下牢固基础。这在科学教育领域尤为重要,因为科学知识和理论的不断增长,使得成人在就业和生活中对科学的需求可能更大。因此,中学生毕业时应当在地学、生物学、化学和物理学等领域具有比以往更为牢固的基础。

第三,学会学习。与终身教育相联系的是,当代社会对每一个人都提出了学会学习的要求,这是因为科学知识的迅速增长要求每个人都具备有效地独立学习和探究的能力。在科学研究中所运用到的一些过程和步骤是重要的学习能力。因而,所有中学毕业生都应当把这些探究能力作为学会如何学习的组成部分加以掌握。为了实现这一目标,就要更加注重科学教学的探究过程,培养学生自学科学的能力。

第四,与科学有关的社会问题的出现。90年代以来,几乎所有国家和个人都在面对的重大社会问题出现在“地球村”的各个角落。这些显而易见的社会问题是:

- 人口剧增;
- 新的抗药性疾病的出现;
- 一些第三世界国家的粮食问题;
- 遗传实验和遗传工程的效应;
- 现代技术的生态影响;
- 林区乱砍伐的环境影响;
- 干旱与半干旱地区土地沙漠化和退化;
- 核战争与核设施爆炸的危险;
- 气候变化带来的问题。

大众传媒对这些问题进行了广泛宣传,促进了社会对它们的讨论。学校的科学课程不能忽视这些问题,否则,学生就会认为科学课程与他们不相干。

第五,技术变化的影响。20世纪80年代以来,人类技术上发生了以下明显的变化:一是微电子技术的进步改变了办公室和工厂就业的性质;二是新信息技术不仅影响了图书馆信息的储存和提取,也极大地改变了工商业所使用的程序;三是新技术具有改变运输方式、工业和能源等的潜力;四是生物技术改变了食物和酿酒的生产、医疗保健服务以及动植物的繁殖;等等。这些广泛而深刻的技术变化要求以下三部分人对科学原理要有更深刻的理解。第一部分人是那些在以科学为基础的专业里就业的人,第二部分人是那些在企业里从事高技术工作的人,第三部分人是一般大众,他们需要理解和辩论由科技发展所提出的问题。因此,对科学课程改革的进一步要求已经提到了议事日程。

针对上述变化趋势,当代国际科学课程改革已在许多方面做出了积极回应。

第一,提高小学科学教育的地位,并把中小学科学教育衔接和统一起来。国际小学科学教育虽然已逾百年,并且经历了实物教学→自然学习→科学教育的三次演变,但直到80年代末期以前,各国科学教育主要是中等教育和高等教育的任务,小学科学教育并不十分普遍,也未受到足够的重视。进入90年代以来,科学教育改革进一步深化。小学科学教育改革尤为引人注目。英国学者歌特认为:“英国国家课程的最主要的和最令人兴奋的地方,是它对小学科学教学的影响,科学已经成为英国每一所小学课程中稳固的一部分,并且被它们普遍接受。”在美国,虽然没有全国统一的科学课程,但1996年出台了具有深远历史意义的《国家科学教育标准》,它明确规定了从幼儿园到高中各个年级科学教育的教学目标、教学内容和评价标准。英美两国科学教育的一个共同特点是,彻底扭转了以前小学与中学科学教育互不衔接的局面。现在它们进行的课程和教