

物理课程与教学论 研究

胡卫平 孙枝莲 刘建伟 著



高等教育出版社

物理课程与教学论研究

胡卫平 孙枝莲 刘建伟 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物理课程与教学论的研究成果。全书采取专题形式,系统概括了美国、英国、法国、日本和我国中学的物理课程发展,利用量表,对初中物理新课程的实施情况进行了调查,指出了取得的成绩和存在的问题以及改进意见和建议。在物理教学方面,从心理学的角度,对物理概念教学、物理规律教学和物理实验教学进行了深入分析,并提出了相应的教学策略。在物理能力方面,研究了物理思维能力、物理监控能力和物理问题解决能力的理论、发展与培养。

本书是作者利用科学的方法研究的成果,史料真实,内容丰富,方法科学,文字流畅。大量教学实践案例,可以有效指导中学物理教学实践。本书既可作为物理课程与教学论研究生和物理教育专业本专科学生的教学用书,也可作为中学物理教师继续教育的教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物理课程与教学论研究/胡卫平,孙枝莲,刘建伟著.
—北京:高等教育出版社,2007.12

ISBN 978-7-04-022837-3

I. 物… II. ①胡…②孙…③刘… III. ①物理课—
教学研究—高等学校—教材②物理课—教学研究—中学
IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 162172 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	张颖
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	18.5	印次	2007年12月第1次印刷
字数	340 000	定 价	30.70 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 22837-00

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、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17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。

物理教育是科学教育的一个分支。科学教育是国际教育界非常重视的一个研究领域,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,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。近年来,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作为课程与教学论的一个分支学科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,在著名物理教育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,开始对物理教育进行系统的研究,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教育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,使自己进一步了解到国际科学教育的研究进展。自1995年以来,我的主要研究领域是科学教育、中小学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,我本人负责科学教育研究和物理教育研究。

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,但自己还是感觉研究不够深入和系统,使得这两本书的出版推迟到现在。

物理课程与教学论研究总结了作者们 10 多年在物理教育方面的研究成果。全书共有 3 篇 13 个专题。第一篇介绍了作者对于物理课程的研究。专题 1 到专题 5 分别介绍了美国、英国、法国、日本和我国中学物理课程的演进,专题 6 利用自行设计的量表,调查了初中物理新课程实施现状。第二篇介绍了作者对于物理教学的研究。从心理学的角度,对物理概念教学、物理规律教学和物理实验教学进行了深入的分析,并提出了相应的教学策略。第三篇介绍了作者对物理能力的研究。研究了物理思维能力、物理监控能力和物理问题解决能力的理论、发展与培养。

本书由我整体设计并负责研究,孙枝莲副教授、刘建伟讲师参与了研究工作并负责书稿的整理。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研究重大课题攻关项目、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

第一篇 物理课程论

专题 1	美国中学物理课程演进	3
	一、第二次世界大战前美国中学的物理课程	3
	二、第二次世界大战后到 20 世纪 80 年代前美国物理 课程的改革与发展	6
	三、80 年代美国的物理课程改革——高质量教育运动	10
	四、90 年代美国的物理课程改革	12
专题 2	英国中学物理课程演进	19
	一、二战前英国物理课程的改革与发展	19
	二、二战后至 20 世纪末英国物理课程的改革与发展	22
	三、21 世纪英国物理课程改革现状与展望	33
专题 3	法国中学物理课程演进	44
	一、19 世纪前的课程改革及课程设置	44
	二、第三共和国时期的物理课程发展	46
	三、20 世纪 50 至 70 年代的教育改革与物理课程 发展	49
	四、80 年代的教育改革	53
	五、90 年代法国的物理课程改革	55
	六、21 世纪的法国教育	57

专题 4	日本中学物理课程演进	59
	一、二战前日本物理课程的发展	59
	二、二战后日本物理课程的发展	60
	三、面向新世纪的物理课程改革	66
	四、创造新时代的义务教育报告	67
专题 5	我国中学物理课程演进	73
	一、新中国成立前的物理教育及课程发展	73
	二、新中国成立后我国的物理课程发展	81
	三、面向 21 世纪的物理课程改革	93
专题 6	我国初中物理新课程实施现状研究	98
	一、调查对象与方法	98
	二、调查结果与分析	98
	三、存在的问题与建议	107

第二篇 物理教学论

专题 7	物理概念教学理论与实践	113
	一、物理概念形成的心理过程	113
	二、物理概念的学习研究——以加速度概念学习为例	117
	三、中学生学习物理概念的心理障碍	122
	四、物理概念教学的心理分析	124
	五、物理概念教学的策略	128
专题 8	物理规律教学理论与实践	133
	一、中学生学习物理规律的心理分析	133
	二、中学生学习物理规律的心理障碍	137
	三、物理规律教学的发展与现状研究	141
	四、物理规律的教学策略	144

专题 9	物理实验教学理论	148
	一、实验在物理教学中的作用	148
	二、演示实验教学的心理分析	150
	三、学生分组实验教学的心理分析	154

专题 10	物理实验教学的现状研究	159
	一、物理实验室的建设现状研究	159
	二、从实验教学策略看高中物理教师的教学观念 ——高中物理教师实验教学策略的调查研究	164
	三、物理实验教学对学生发展的作用和影响的调查 研究	169

第三篇 物理能力研究

专题 11	物理思维能力研究	181
	一、物理思维能力的基本理论研究	181
	二、中学生物理思维能力的发展研究	197
	三、中学生物理思维能力的培养研究	208

专题 12	物理监控能力研究	228
	一、物理监控能力的基本理论研究	228
	二、中学生物理监控能力的发展研究	234
	三、中学生物理监控能力的培养研究	245

专题 13	物理问题解决能力研究	254
	一、物理问题解决能力的基本理论研究	254
	二、中学生物理问题解决能力的发展研究	262
	三、中学生物理问题解决能力的培养研究	271

第一篇

物理课程论

美国中学物理课程演进

美国是一个地方分权制国家,联邦政府不具有管理教育的权限。这种地方自治传统深深影响着美国的教育制度,支配着美国学校的培养目标、课程开发、设置和教学方法等各个方面。这样一种体制决定了美国长期以来没有国家规定的统一的全国中等教育目标与课程设置。公立中学的课程一般是由州教育法规定的。但州教育法原则只规定学校开设的主要课程门类与开课最低时数,每门课程选择哪些内容,应当达到何种要求以及采用何种教材,都由学校与教师决定。因此,研究美国的物理课程发展,只能从宏观的角度通过美国教育与课程改革的发展历程来梳理。

一、第二次世界大战前美国中学的物理课程

美国在殖民地时期盛行的是拉丁文法学校,建国初期盛行的是文实学校,南北战争时期盛行免费的公立中学。1635年在波士顿创建的拉丁文法学校,是美国的第一所中学,它标志着殖民时代美国中等教育的开始。拉丁文法学校的办学宗旨是为学生升入大学做准备。当时的大学以培养高深学问的传教士、教会工作人员和虔信宗教政治官吏为目标^①,因此,中学的课程设置非常有限,课程偏重古典语言及古典文化的学习,轻视与社会生产与生活相关的实用知识,自然科学知识完全没有进入中学课程的视野中。

随着产业革命的到来及城市的兴起,拉丁文法学校不能满足当时产业发展与城市中产阶级的需要,于是,文实学校便应运而生。1751年富兰克林于费城创立了第一所文实学校,开创了美国中学历史发展的一个新阶段。随后文实学校逐渐增多,到1850年全国发展为6 085所,基本上取代了拉丁文法学校。由于文实学校的办学目标是既为一部分人升入大学做准备,也为另一部分人直接步入生活做准备,因此课程设置比拉丁文法学校广泛得多,增加了一些实用的

^① 汪霞主编:《国外中小学课程演进》,山东教育出版社2000年版,第12页。

科目。随着文实学校的规模与数量在全国的迅速发展,设置的课程科目逐渐增多。课程科目通常分为英语科、自然科学科、升学准备科三种类型,但各学校依据各自的办学目标不同,在每一科目下又细分不同的多种科目,如自然科学科目中的物理学,有的学校由声学到静力学将其细分为十多种科目^①。物理学知识在建国初期已经进入人文实学校的课程设置中。

19世纪二三十年代,美国的城市迅速工业化,对建设事业的人才需要迫切,但文实学校是私立或半公半私的,容量有限,又因不少文实学校倾向于升学准备工作,难以造就足够的适用人才,加之贫困家庭的子女很少有机会进入学校接受中等教育,因此在19世纪后半叶,美国开始了促进中等教育大众化的公立学校运动。1821年创办于波士顿的英文中学是美国的第一所公立中学。随后公立学校逐步发展,到南北战争结束后的几年里,各州都逐渐设立了公立中学。到1900年为止,过去无法设立中学的地区纷纷设置了中学,公立中学在美国普及。当时美国中学类别多样,全国没有统一的中学规程,各州、各地、各校都有不同类别的教学科目进入日课表,但公立中学在课程设置方面更加注重实用价值,重视英语、数学、自然科学、现代语等学科,有的也设古典语言。以费城的中央中学为例,设置的课程共分三科:基本科、古典科与简易科。其中,基本科教授英语、法语、地理、历史、数学、机械学和物理学、博物学、道德学和基督教课等^②。

1892年,为使中学课程标准化并确保一致的大学入学条件,美国“全国教育委员会”组织成立了中等教育“十人委员会”,由当时的哈佛大学校长查尔斯·埃利奥特(Charles Elliot)主持。“十人委员会”的报告确定了科学在中学课程中的地位。为了保证中学学习科学课程的时间,他们建议将中小学的教育制度由原来的“八四”制改为“六三三”制。具体方案是中学教授五类科目:一为语文,包括拉丁文、希腊文、英文、德文和法文,二为数学、包括代数、几何和三角;三为历史;四为博物学,包括天文学、气象学、植物学、动物学、生理学、地质学和人类学;五为物理学和化学^③。这是美国首次将物理课程纳入中学课程计划。

但是由于“十人委员会”的报告仅仅以大学入学标准确定中学的课程,学校教育与社会生活不相适应,加之在进步主义教育运动的推动下,全美教育协会成立了“中等教育改组委员会”,并于1918年发表了一份报告《中等教育的基本原则》,被人称为美国教育史上的里程碑。报告深受杜威的实用主义教育思想的影响,其基本指导思想是进一步强调教育的社会效能;强调教育要促进儿童整体

① 滕大春:《美国教育史》,人民教育出版社2001年版,第193页。

② 滕大春:《美国教育史》,人民教育出版社2001年版,第201页。

③ 滕大春:《美国教育史》,人民教育出版社2001年版,第336页。

的发展,而不仅是认知方面;主张中等教育要面向全体青年,而不仅是少数升入大学的学生。报告赞同实行“六三三”制,并建议设立综合中学。在课程设置方面,比以前更具有直接的实用主义特点。虽然常规的教学内容并未被取消,但报告建议对这些教学内容进行自我改造,使它们对学生的未来生活产生直接的影响^①。由于美国全国学校的课程无统一规定,各州都给学校以广泛的自主权,所以各学校开设的课程也经常改变而不能始终如一,但基本科目如语文、社会、数学、自然科学、体育、史地等在各学校都有普遍开设。这种多样化的实用课程一直延续到二战后初期,直至50年代末才有所改变。

《中等教育基本原则》被认为是现代美国中学教育的分水岭,它提出的关于中学的目标、综合中学以及加强中学课程的实用性、多样性的主张,奠定了现代美国中学教育的基础,对20、30年代美国中学课程转变的影响尤为深刻^②。但由于这次课程改革不重视基础知识的学习,学生无法学习和掌握系统的知识,致使中小学的教育质量日趋低下,因此遭到美国不同派别教育家、科学家的谴责。

这一时期,心理学的研究成果对中学课程的转变也起到了重要的促进作用,霍尔、詹姆斯、桑代克等人以实验结果建立学习心理学,积极研究当时教育界所持的一些根深蒂固的思想。人们开始以新的学习观念革新新课程,主张增加新兴学科,使课程朝着多样化以及适应社会实际需要的方向发展。课程理论本身的研究与探讨也是影响这一时期美国中学课程转变的更为直接的因素。著名的“八年研究”(Eight-year Study),即进步教育协会于1933年开始进行的一项为期八年的课程实验方案,为这一时期中学课程的变革提供了事实依据。实验研究主要围绕“大学教育成绩是否因中学所学的不同课程而有显著的差别”展开。实验结果表明,大学学生的学习成绩是相当独立的,不直接受中学课程背景的影响。这一权威性结果在当时的影响很大,它打破了中学教育的思想局限性,改变了大学入学标准,也使中学生的毕业率大幅度上升,适应了中学教育的急剧发展。

正是在上述多重因素的影响下,20世纪20、30年代以后的美国中学的课程彻底脱离了一贯的学术性科目的藩篱,响应实用的工业需要,加强课程同当代生活的联系,并根据学生背景、层次、兴趣的不同而走向多样化、职业化、技术化。这种多样化的实用课程一直延续到战后初期,直到50年代末才有所改变。

① 江山野:《简明国际教育百科全书(课程)》,教育科学出版社1991年版,第219页。

② 汪霞:《国外中小学课程演进》,山东教育出版社2000年版,第12页。

二、第二次世界大战后到 20 世纪 80 年代前美国物理课程的改革与发展

第二次世界大战结束后,各主要发达国家在经济、军事、科技等领域开展了新一轮的竞争,为了在竞争中取得优势,欧美几个强国及亚洲的日本及时开始酝酿战后的教育改革。

当代英国著名比较教育家艾德蒙·金(Edmund J. King)在其比较教育名著《别国的学校和我们的学校——今日比较教育》一书中,把美国称为“轮子上的国家”。的确,美国教育在建国 200 多年来一直处于不断的变革之中,战后更是如此。第二次世界大战结束至 80 年代,美国教育经历了 60、70、80 年代三个阶段的大变革。这几次教育改革的核心都是教学内容和结构的改革,也就是课程改革。

在美国中学的课程设置中,前期(相当于我国的初中阶段)物理不单独设科而包括在理科(science)中,且理科为必修课,后期(相当于我国的高中阶段)物理作为选修课开设。学生可以从由物理、化学、生物三门学科组成的若干门课程中任意选择,修满理科规定的学分。由于诸多原因,学生选择理科课程时,除了少数对物理有兴趣的学生和将来准备从事与物理有关的专业学生外,大部分学生先考虑选修生物和化学,其次才是物理。二战以后,物理选课率大致总在 17%~26% 之间,是所有选修课中选课率最低的。

各学校有不同的物理课类型可供选择,一般有如下四种:一是常规型的一年物理课程,教材如《Physics: Principles & Problem》(Murphy 等编),学生一般在毕业的年级(即 12 年级)选修,大部分选修物理课的学生都选这类物理课程;二是荣誉生课程,教材如《Modern Physics》(Williams 等编)和 PSSC,这是一部分中学为优秀生另开设的一种荣誉生(honors)课,内容与常规课程基本相同,只是有些部分有所加深,只有约 10% 的学生选这种课程;三是高等位(Advance Placement,简称 AP)课程,教材如《University Physics》(Sears 等编),最早设立于 1956 年,是为最优秀、最有学习动力的中学生开设的一种大学水平的课程,修完 AP 课,又要通过统一的 AP 考试,就可取得大学承认的学分,选 AP 课的学生占选物理课学生总数的 5%,他们大都先已修过 1 年常规型的物理课;四是概念物理,又称“非理科物理”,教材如《Harvard Project Physics》、《Conceptual Physics》(Hewitts 编),这一类物理课程把重点放在物理基本概念和研究方法上,而不注重技术性的细节和公式,思路与大学的“文科物理”相似,适合于向非理工科方

向发展的学生和数学成绩较差的学生,选这一类物理课的学生约有 10%^①。

在科学教育改革中,美国将物理课程置于整个科学教育的大系统中,这不仅因为美国现行的教学体制中科学课程包含了物理、化学及生物等学科,更重要的还在于明确意识到科学发展不能拘泥于传统学科分类。它们强调的是科学探究精神、科学思想而非单纯的科学知识传授,强调的是科学研究方法的培养而非机械的听从,强调的是学科知识的交叉渗透、科学精神与人文精神的互补而非某学科的单一发展。美国物理教育改革意义的影响无疑是深远的^②。

(一) 50 年代末期至 60 年代的改革——学科结构改革运动

二战期间,美国的教育遭到严重的破坏,学校数和在校学生人数严重下降。战后除了进行复校和复课外,美国教育的一项首要任务是解决退役军人的就学与就业问题。为此美国联邦教育署于 1946 年建立了“青年生活适应教育委员会”,发起了“生活适应”教育运动。委员会建议为青年人提供能导致个人成功的生活适应训练,美国的数千所学校采纳了“生活适应训练”计划。这种“生活适应”教育的推行,从 1950 年前后开始,引发了对公立学校的批评。许多批评家对学校中的进步主义教育影响提出了尖锐的指责,批评进步主义过分强调教育适应眼前利益,从而降低了基本的学术或训练技能的教学。1955 年弗莱希(R. Flesch)撰写的《约翰尼为何不会阅读》成了当时美国的畅销书,该书指责美国学校在下一代中造成了大量新的文盲。为了促使学校对基础学术科目教学的重视,1956 年美国成立了“基础教育委员会”(Council on Basic Education),同时美国 1919 年成立的“进步教育协会”于 1955 年自动宣告解散^③。

在这同时,为促进科学的发展,1950 年美国成立了国家科学基金会,其首要任务是改进学校的科学教学。针对当时学校科学教学水平偏低、学生科学基础知识颇差的问题,一些大学和学术团体对大学、中学的科学教育进行了初步的调查,并开始提出改革课程的呼吁。如麻省理工学院教师查卡里亚斯(J. Zacharias)于 1956 年对中学物理课教学进行调查,后又与其他院校协作制订了十二年级物理学大纲。不过这些调查和改革要求尚未引起普遍的重视。

当 1957 年苏联卫星上天后,美国朝野极为震惊,改革教育的呼声更加高涨。一些头面人物纷纷发表论著,抱怨美国的科学技术已落在苏联的后面,同时指责美国学校教育水平的落后,特别是忽视科学和技术的训练。在指责并要求改革学校教育的背景下,美国联邦政府于 1958 年 9 月颁布了《国防教育法》(National

① 曹磊,谭树杰:《各国物理教学改革剖析》,上海教育出版社 1996 年版,第 26 页。

② 廖伯琴:《中外物理教育改革》,东北师范大学出版社 2001 年版,第 9 页。

③ 滕大春主编:《外国教育通史》第六卷,山东教育出版社 2005 年版,第 86 页。