

物理课程与教学论

胡炳元 主编

浙江教育出版社

书 名：物理课程与教学论

作 者：胡炳元

出版社：浙江教育出版社

出版日期：2003-9

ISBN：7-5338-4955-8

中图分类号 G633.72

定 价：24.00

第一章 物理课程改革与发展

面临新世纪科学技术的高速发展,科学和技术知识量每几年就会成倍增长的现实,如何为培养与新世纪知识经济的兴起和发展相适应的高素质的社会主义建设人才奠定基础,如何考虑科学教育乃至高中物理的课程安排,是我国课程理论、教学理论和物理教育工作者必须认真思考的问题之一。中学是实施科学教育的奠基阶段,是培养学生创新精神和实践能力的重要时期。课程改革之所以被如此重要而紧迫地提出来,首先是由于它是整个基础教育改革的核心内容。课程集中体现了教育思想和教育观念,课程是实施培养目标的施工蓝图,课程是组织教育教学的最主要的依据。纵观中外教育改革,无不是把课程改革放在突出位置,把课程作为提高人才培养质量的关键加以改革和建设。其次,在当前突出地强调课程改革是因为我国现行的基础教育课程教材体系不适应全面推进素质教育的要求,不适应时代发展的要求。

进入 21 世纪后,在国际课程改革的大背景下,我国新一轮的课程改革也轰轰烈烈地开展起来了。从中外课程改革的历史来看,任何时代、任何国家的课程改革都不只是课程本身和相关知识体系的改革,而是一个国家及其课程制订者在价值取向和教育理念指导下对课程设置所做的系统性调整。

中学物理教育是中学科学教育不可或缺的重要组成部分,也是进行科学教育的核心内容之一。在中学阶段,它应当教给学生些什么?这是国内外从事中学物理教育的专家、学者乃至教育工作者们共同关注的问题,也是中学物理课程改革必须解决的基本问题之一。

新中国成立 50 多年来,我国的物理课程标准或物理教学大纲先后进行了 10 次大大小小的改革和调整,每一次都是在特定的历史条件下进行的,形成了我国物理教育的现行体系。总的说来,不论是初中物理还是高中物理,从内容上看,基本上都是以经典物理为主,突出物理学的学科性,而反映 20 世纪物理学新进展的内容较少,也没有很好地反映各学科之间的关联和综合,因此物理课程内容的改革势在必行。

此外,随着我国改革开放和社会主义现代化建设进入新的时期,面对日新月异的科学技术的发展,现行物理课程存在的问题、弊端明显地突现出来。教育观念滞后,人才培养目标同时代发展的需求不能完全适应;思想品德教育的针对性

和实效性不强;课程内容‘繁、难、偏、旧’的状况仍然存在;课程结构单一,学科体系相对封闭,难以反映现代科技、社会发展的新内容,脱离学生经验和社会实际;学生死记硬背、题海训练的状况普遍存在;课程评价过于强调学业成绩,过于强调甄别及选拔的功能;课程管理强调统一,致使课程难以适应经济、社会发展的需求和学生多样发展的需求等。这些问题的存在,以及它们对实施素质教育的制约和不良影响,正说明了推进课程改革的必要性和针对性。

第一节

20世纪80年代以来,全球在中小学课程上进行了大规模的改革,学习成为人类生存发展的第一需要。在全球范围内,基础教育开始由精英教育向全民教育转变,这种转变也必然反映到课程和教材的改革上来。各国对课程的难度、梯度、内容、体系等都做了科学和深入的研究,全民化、个性化、民族化、国际化、多元化、现代化、生活化、信息化、服务性、实验性的课程构成人们对课程要求的诸多方面。各国对课程目标的确定、内容的取舍、难度的设计、资源的安排、质量的标准等,都有了比较深入和成熟的思考,并有大量和长期的实验研究作参照,其中颇具代表性的课程标准有《英国中学普通教育证书国家标准(物理部分)》(1985)和《美国国家科学课程标准》(1995年)。下面我们以美国、英国、日本等国家为例,概略地介绍国外物理课程改革与教育改革的情况。

一、美国中学物理课程与教育改革

美国是一个政治、经济强国。自“二战”以来,美国先后进行了四次重大的教育改革实践。20世纪50年代,由于受到苏联在“外层空间”高科技的挑战,从而在美国引发了“学科结构”改革运动;70年代初,兴起了职业教育与普通教育分离的“生计教育”;70年代中期,又开展了以加强基础知识的传授和基本技能的训练为特点的“回归基础”运动;进入80年代,美国的教育改革则表现出更强的综合性与前瞻性,引起了世界舆论的普遍关注。20世纪80年代,美国著名的教育家、卡内基基金会主席欧内斯特·博耶对一些州的教育法律以及学校发给教师的教学任务指导书进行了比较分析,并与学校校长和教师作了对话交流,提出了现代美国中学教育的四大基本任务,即:

1. 帮助全体学生发展批判性思维,借助语言进行有效交际;
2. 帮助全体学生认识自我、人类文化遗产和他们生活于期间的世界这三者间的相互依存的关系;

3. 帮助全体学生准备接受终身教育和劳动就业;
4. 帮助全体学生履行自己应承担的社会职责和公民义务。

面对教育质量不断下降、国际竞争日趋激烈的情况,美国于 1983 年 4 月发表了一份全面检讨教育问题的报告《国家在危险中——教育改革势在必行》,拉开了教育改革的帷幕,自此连续出台了几个著名的教育改革文献。1985 年,美国科学促进协会联合美国科学院、联邦教育部等 12 个机构启动了一项面向 21 世纪人才培养、致力于中小学课程改革的跨世纪计划——“2061 计划”。在大量一流科学家的参与下,经过长期多方面的实验,提出了未来儿童和青少年从小学到高中应该掌握的基础知识框架,包括“面向全体美国人的科学”、“科学素养的基准”、“科学教育改革的蓝本”、“科学素养的导航图”、“科学素养的设计”、“科学素养的资源”等内容。与此同时,公民教育、技术教育、艺术教育等方面课程设置标准及其相关的教学资源也陆续面世,极大丰富了与课程相关的学习资源。

1992 年,美国全国科学教师协会又在中学科学的《范围、程序和协调案》中强调了通过改革科学课程的教学方式、科学教育组织方式来提高全民科学素养的重要性。1996 年,美国国家研究理事会正式颁布了《国家科学教育标准》。这一标准明确提出了培养有科学素养的人的理念和科学教育的标准,如科学教学、科学教师、科学教育评价、科学教学内容、科学课程及科学教育体制等标准。

美国这一基础教育课程改革主要着眼于美国全体国民素质的提高,而不仅仅针对少数精英;课程设置不仅以有选择的、系统的知识为载体,更重要的是要通过这些课程的教学激发学生的新思维,提高他们的科学素养,这就是美国课程改革遵循的基本理念。

美国《国家科学教育标准》提出的前景是:所有的学生,不分年龄、性别、文化或种族,不论残疾与否,不论对科学的兴趣、动机以及志向如何,都应该有机会接受科学教育,以便使自己具有较高水平的科学素养。

下面以美国密执安州科学教育改革为例,让我们大致了解美国科学教育的情况。

在《密执安州课程体系之科学教育指导书》中,明确指出学校有责任为未来的社会培养学生。不管每个学生的具体理想是什么,学校必须使所有学生都具有相当的科学素养。因此,学校里的所有毕业生都应当达到以下目标:

1. 掌握科学的三大分支:地球科学、生命科学、物质科学的重要概念和理论;
2. 能够科学地思考并能应用科学知识对一些现实世界的问题作出决定;
3. 能够通过探索、阅读和讨论建构自己的新知识;
4. 熟悉自然世界并能尊重它的协调性、多样性和脆弱性;

廖伯琴:《中外物理教育改革》,东北师范大学出版社,2001 年 6 月。

5. 能够对一些观点和争议作出有理有据的判断,能阐明自己的科学依据;
6. 能够用一个有理有据的方式思考科学在人类事务中的地位。

《密执安州课程体系之科学教育指导书》为帮助教师建构本学校的科学课程框架,给出了两类课程模式,即“蛋糕层次模式”和“协调”模式。“蛋糕层次模式”是让学生先学习一定层次的生物,再学习一定层次的化学,然后再学习一定层次的物理等。“蛋糕层次模式”的优点之一是使每个年级内容主题或单元之间建立了一种联系。该模式的另一个优点是易于实施,因为教师接受的都是分科教育。

美国国家科学教师协会向初中建议了一种“协调模式”课程框架,生物、地球科学、物理可从7~12年级期间分几次来教,如此往复,每一次都使相应的主题进入更高的复杂层次。他们推荐的7~9年级科学课主要是描述式的、概念性的、经验性的。因此,10~12年级的科学课可以使每一个主题以理论和定量的方式进行。他们相信,如果课程以这种“协调模式”来组织,学生将会形成对科学及其应用的一种更深的理解。“协调模式”有利于建立不同传统学科领域之间的各种联系,这种联系有利于学生科学素养的培养。

密执安州要求所在地区的学校无论是采用“蛋糕层次模式”还是“协调模式”,都应当建立跨学科的联系。另外,《密执安州课程体系之科学教育指导书》中特意附上牛津公立中学所制订的新课程供教师们参考,该课程综合了“蛋糕层次模式”和“协调模式”的特点。

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,而非机械地服从,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—发展。美国的物理教育改革意义的影响无疑是深远的。

美国的《国家科学教育标准》关于科学素养的阐释中有这么一句话:“懂得科学和有科学的本领,还可使学生们有足够的的能力胜任将来的各种重要而富有成效的工作。工商企业者所需要的新就业者,就是那种善于学习、善于推理、思维有创造性、能决善断、会解决问题的人。”它充分体现了当代物理课程价值观发展的基本趋势,即从单一的只追求物理课程某一方面的价值,正在发展为重视发挥物理课程的多重教育价值,尤其是全面关注物理课程对人的发展的价值。

二、日本的中学理科课程与教育改革

针对日本教育面临的偏重学历、过度重视考试竞争、不重视青少年心理健康、学校教育的划一化和僵化等一系列问题,日本临时教育审议会提出教育应朝尊重个性化方面改革。根据这一指导思想,日本于1989年公布了新的教学大

纲——《学习指导要领》。新的课程设置,初中从 1993 年起实行,高中从 1994 年起实行。日本 1993 年 3 月公布的高中理科《学习指导要领》中指出,高中理科改革的基本方针是“更加重视科学探究学习,培养探究自然的能力和态度。同时针对每个学生的能力、适应性、兴趣关心、进取希望等,培养丰富的科学素养”。

此次初中物理教育改革进一步加强了与高中物理的联系,更重视概念的形成过程,强调掌握探究的方法、科学的观点和思维方法。此外,教学方法也要求多样化,包括灵活运用计算机和投影仪等教学设备进行教学。本次物理教育改革中变化最大的是初中物理部分,初中理科《学习指导要领》把物理分为物理 IA,物理 IB,物理 三门课程,每门课程均为选修课。

物理 IA:属于较低层次的科目,不严格按物理学的体系组织学习,它从提出与日常生活有密切联系的物理现象出发,着重让学生进行探究活动。通过这些探究活动,培养科学的看法和思考方法,同时理解物理现象及物理学的应用,认识科学技术的进步与人类生活的关系。内容包括:声和光、物体的运动、能量与生活、信号及其处理、物理学的影响等五部分。

物理 IB:属于较高层次的科目,比较系统地按照物理学的体系,用物理学的方法来处理与自然事物和现象有关的问题,让学生理解基本概念、原理和法则。同时,通过物理的探究过程来培养学生的科学方法,养成科学的自然观。内容包括:力与运动、动量及有关运动的探究活动;机械能、热和能量及有关能量的探究活动;波动与波的性质、声波、光波及有关波的探究活动等。

物理 :运动和能量、圆周运动和万有引力、气体分子的运动、电和磁、电流和磁场、电磁感应和电磁波;原子和原子核、波动性和粒子性、原子结构以及有关特定物理事物的探究活动课题研究及有关对物理学的发展有重要贡献的实验研究。

1999 年 3 月日本公布了新的高中理科学学习指导要领,并决定在 2003 年开始实施。改革后,日本现行高中理科共有 13 门课程,改革后新的理科学学习指导纲要设置了 11 门理科课程。其中,新设了《理科基础》课程,把现行《综合理科》课程和现行物理、化学、生物和地学的[IA]课程放在一起综合成《理科综合 A》和《理科综合 B》两门课程,把现行物理、化学、生物、地学的[B]和[]8 门课程分别综合成物理、化学、生物和地学的[]和[]8 门课程。

日本高中理科实行选修制和多样化的政策,现行高中理科的 13 门课程均为选修课程,改革后的 11 门课程仍为选修课程,但在科目的选择上稍加了一点限制,即在规定的最低必修单位数为 2 科目 4 单位中,必须包含《理科基础》、《理科综合 A》和《理科综合 B》三门课程中的一门。

新课程《物理 》对知识内容的编排打破了过去以力学内容为开端导入课程的传统,不是按照力学——波——电磁学——原子物理的排列顺序,而是从电学

内容开始导入课程,按照电磁学——波——力学的顺序排列知识内容。这样的安排主要是考虑到电学内容及与电相关的科学技术更贴近日常生活,更容易引起学生对身边物理事物的兴趣和关心,从而容易激发学生学习物理的欲望和热情。《物理》课程按照力学——电磁学——物质与原子——原子与原子核的顺序编排,把力学内容作为《物理》和《物理》课程的衔接点。《物理》和《物理》的内容互不重复,是两个不同的阶段和不同的层次,内容由易到难、由浅入深,知识台阶逐步上升,有利于缓解和消除学生的学习心理压力。

可以看出,日本高中物理教育的改革具有以下两个主要特点:

(1) 重视培养学生提高对自然科学的兴趣、关心和探究。通过与日常生活的密切联系,通过进行观察、实验、探究活动和课题研究,让学生主动地学习,在学习实践中用自己的力量去发现问题、解决问题,体验探求物理知识和规律的喜悦和感动,从而增强探究物理的兴趣、信心和热情。

(2) 重视培养学生的科学素质和探究物理的能力。通过对物理事物和现象的观察、实验、探究活动和课题研究来进行探究式的学习,在探究的过程中培养学生的科学素质、科学研究的方法、科学的思考力、判断力和表现力。

三、英国中学物理课程与教育改革

英国的科学教育具有十分悠久的历史,它在英国的普通教育中占有十分重要的地位。最初的物理教育是融于科学教育之中的。《1944年教育法》的颁布以国家法律的形式确定文法中学、技术中学和现代中学成为英国公立中学教育的主要形式。文法中学以为学生升入大学做准备为目标,科学课程地位突出,且以分科开设;技术中学以培养学生的职业素养为教育目标,科学课程较少,大都不分科开设,第五年起为学生提供四种课程:理科课程、设计科课程,商科课程和人文科课程。现代中学以为学生将来的生活做准备为目标,实施普通教育,注重基础学科,尤其英语和数学地位突出,科学课程较少,不分科开设。不同学校开设不同的课程,使英国科学教育长期缺乏统一的课程标准,并且不同的学校在教学内容、教学方法和评价等方面均存在着极大的差异。《1944年教育法》的颁布导致了“物理分科”的开始。

20世纪70年代起,要求制订全国统一课程标准的呼声日益高涨。经过长时间的酝酿,英国政府通过了《1988年教育改革法案》,规定在全国中小学实施“国家课程”。这在英国历史上是一次里程碑式的改革。这一法案规定:中小学要开设两类课程:核心课程和基础课程。核心课程包括:英语、数学和科学。基

廖伯琴:《中外物理教育改革》,东北师范大学出版社,2001年6月。

基础课程为:外语、历史、地理、美术、音乐和体育。英国中小学课程终于走向了统一。

1989年,英国教育部和科学部正式颁布了《国家科学教育课程标准》。经过几次修订和完善,英国政府又于2000年公布了面向新世纪的《国家科学教育课程标准》。

该标准主要有四个部分,分别为:科学课程的概况、学习计划、教学要求和达成目标。科学课程的概况主要说明了“标准”的总体结构,并着重阐述了科学课程对学生学习和发展的重要意义及其实现途径;学习计划指出学生必须学习的基本科学内容,主要包括科学探究、生命过程与生物、物质及其属性与物理过程;教学要求指出教师进行科学课程的教学时所必须遵循的准则,其核心思想是“为所有学生提供有效的学习机会”;达成目标指出不同能力和成熟水平的学生在每一关键阶段结束时应拥有的知识、技能和理解力的预期标准。该标准的制定将有助于英国科学教育的有效实施。

此次英国科学教育改革在物理教育方面体现出以下特点:

(1) 面向全体学生,注重个体差异

科学课程面向全体学生,充分考虑了学生的个体差异,既强调共同的核心内容,又为有不同学习要求的学生制定了不同的学习计划,为提高全体公民科学素养提供了保证。

(2) 注重科学探究,强调个性化教学

英国物理教育由单纯的知识性目标转向知识性目标与过程性目标并重,重视在观察、量度、描述、预测、实验、分析和解释等科学探究过程中促进学生发展,强调培养学生的科学探索精神、实践能力以及创新意识。科学探究是该标准中学习计划的核心内容,主要包括四方面:一是强调在探究过程中理解科学思想和科学证据的重要性;二是要求具备制定计划和调查研究的技能;三是确定和提出证据;四是思考和评估证据。以上四方面针对学生的不同年龄有不同水平的要求。

英国物理教育改革要求实施个性化教学,即在设计、实施和评价教学的每个过程中都要以个性化为原则,灵活处理,满足学生个体差异的需要。它强调为所有学生提供有效的学习机会,必要时教师可以修改学习计划。

(3) 综合化的课程类型

国家科学课程综合了物理、化学、生物和地球科学等学科进行综合性教育,避免了各学科课程内容的重复设置,有助于拓宽学生的课程视野,提高学生综合有关知识,有效解决问题的能力。

(4) 多元化评价体系

英国国家课程学习的评价主要包括三种类型。第一是形成性评价。它伴随

课程学习的始终,以自我为参照基础,要求学生了解已有的基础,明确学习目标并知道如何弥补达到目标的差距。它应当成为今后改善学习的主要评价形式。第二是总结性评价。当一个单元学完或学年末或关键阶段结束时,对照国家标准检测学生的课程学习成就。评价以国家的达标要求为基础,是收集数据、改进管理的有效手段。第三是国家的总结性评价。是国家对课程学习的评价,以全国性课程考试的形式进行,它为每个学生在各个关键阶段结束后的达标情况提供了清楚的证明,也为学校教学、管理提供参考。

英国的物理教育轨迹是“自然科学 物理分科 自然科学”,体现出了综合化的趋势。

四、国外理科课程改革的特点

1. 目标的智能化发展

单纯的知识性目标变得越来越智能化,这是各发达国家理科课程目标改革的最突出的特点。以往理科教育习惯于把科学基础知识、基本概念的传授作为惟一的重要目标,强调教学的逻辑性和连贯性,向学生提出全面系统地掌握科学基础知识的要求。结果,往往形成课程内容的僵化和学习上的死记硬背。

各发达国家改革理科课程目标的共同思路,是发展学生的思维能力,并认为这是学校作为不论完成传统任务,还是在世界新近变化中所强化的任务都需要致力的中心目的。什么是思维?思维是自由心智的理性才能,这些才能包括:回忆、想象、分类、概括、对比、评价、分析、综合、演绎、推理等。理科课程必须在引导学生运用理性才能上提供经验。通过运用理性才能,学生可以发展并更新他们的思维能力。

美国提出理科课程既要传授科学基础知识,又要培养科学探索精神和科学的价值观,具备科学的素养;英国同样倡导科学教育应重视观察、量度、描述、探究、预测、实验和解释等科学过程;日本要求理科课程在重视科学基本概念的同时,培养科学的观点和思维方法;法国特别突出地强调了理科课程的目标在于使学生获得有关科学活动(观察、分析、实验、演示)和工艺活动的方法,以及发展相应的品质。

2. 进行科学技术的综合性教育

当今时代,环境污染、能源危机、粮食危机等大规模的世界性问题开始表面化。引起这些问题的部分责任虽然说是在科学技术,但从另一个方面来说,要解决这些问题也得依靠科学技术,除此之外,别无他途。而且并非是只依靠某一个科学技术领域就能解决得了的,必须依靠自然科学、工程学、技术学等科学领域的综合研究方有可能得到解决。于是,设立跨学科的综合理科课程就成为各国的共识。

进行科学技术的综合性教育,既可以减少理科课程的门类,避免各科教学内容的重叠和分量过重,又可以克服学科知识相互缺少联系、彼此缺乏沟通的弊端。同时,通过科学技术的综合性教育,拓宽学生的科学视野,帮助学生更有效地学习科学知识,解决问题。

美、英、法等国在小学、初中乃至高中低年级均实施科学技术的综合性教育,开设综合性理科课程。美国的“自然科学”(“科学”、“理科”)内容十分广泛,包括生物学、物理学、化学、环境科学、地球科学等;英国的“科学”课程综合了“生命的多样性”、“遗传和进化”、“人类活动对地球的影响”、“电和磁”等16个课题;日本的“理科”内容是能量、物质、生命、宇宙等;法国的“科学和技术”则由物理、化学、天文、生物等方面的常识及各种工艺制作活动组成。

3. 重视与社会生活的联系

课程本身就是一个世界,同时也是整个世界的反映。当课程在为社会生活的目的作出设计时,它是服从于社会生活的,特别是当它在保证发展社会生活所需要的人力资源时,它帮助社会调动它的生产力。

发达国家理科课程改革的一大发展就是重视课程与社会生活的联系,使理科课程不局限于纯自然科学,社会的问题、学生的生活体验在课程中也有所反映。让儿童结合自然、环境、社会生活学习理科,通过观察、实验、综合及运用,在掌握科学概念、原理的同时,也获得对社会、自然的真切了解,增加对理科学习的兴趣和好奇,积累起社会生活经验。

美国的理科课程十分重视与社会的联系,强调科学探究,培养解决个人和社会问题的能力。例如社会生活问题贯穿于CHEM - COM课程的始终;英国的国家科学课程担负6项任务,其中3项表明的就是社会及个人生活问题,内容涉及社会问题、生活经验、身边的事物等方面;日本“生活科”的内容是“认识社会、认识自然、认识人类”;法国的“科学与技术”学习的要求为,组织儿童的经验,使之处于问题情境中,了解并能解决更为复杂的问题,能察知并能提出有关人类及其生存环境的问题,并对此感到关切与责任,了解人类建造的世界。

4. 注意教学活动的多样化

爱因斯坦曾经说过:“全部科学的目标就是整理人们的经验,并将它们纳入一个逻辑体系”。庞加莱对科学的描述更为形象,“科学由事实建立起来,犹如房屋用石头建造起来一样,但仅仅事实的堆积并不是科学,这和一堆石头不能成为房屋一样。”

无论是爱因斯坦的构筑逻辑体系还是庞加莱的寻求谐调有序,都是讲同一事物,即科学并不仅仅是事实、原理、概念和定律,而是从我们的经验中寻求信息并使之有序,这些信息可以导出事实、原理、概念和定律。由此可见,在理科教学中,学生必须参加观察、测量、实验评价、积累、组织并解释更多的现象、问题、数

据和资料。理科教学不能缺少探求。

国外理科课程的教学,除讲授活动,还十分注重科学知识的探求,通过观察、描述、演示、量度、预测、探究、分析、实验等活动,引导学生真正接触由科学家们建立起来的科学事实、原理、定律和概念。“教授——理解——接受”、“告诉——验证——实践”、“探究——获得——拓展”等多形式并存,有力地促进了知识的掌握和思维的培养。

5. 理科课程跻身基础课行列

在新的科学技术革命的推动下,面对本国社会、经济发展的需要和 21 世纪的发展前景,提高理科课程的地位,把它列入基础课已成为各发达国家的共同举措。

美国把“自然科学”列为 5 门核心课程之一,要求学生在自然科学内容方面应付挑战,确保美国学生在自然科学方面的成绩居世界首位;英国有史以来第一次把“科学”课程与“英语”、“数学”并列作为 3 门核心课程,从而在普通教育中把理科教育提到了前所未有的重要地位;日本的理科教育从幼儿园就开始了,且理科课程在幼儿园、小学、初中、高中作为一个整体统盘考虑,课时仅次于“国语”和“数学”;在法国,“科学与技术”课程也很受重视,是必修的基础课之一。

6. 加强科学技术启蒙教育

科学技术的迅猛发展以及人脑研究的突破,使人们认识到,科学技术教育应从小抓起,使学生从小就具有学习科学技术的兴趣和好奇,并为以后的进一步学习奠定良好的知识基础和科学素养。

近 20 年来,随着教育思想的转变和新一轮课程改革的普遍开展,国外中学理科教材发生了较大的变化。概括起来,主要表现为以下 6 个方面:1. 降低知识的难度,强化知识的发生过程;2. 打破学科中心的内容框架;3. 设计多种形式的学习活动;4. 强化教材的工具性;5. 加强插图的作用;6. 进一步多样化。

第二节

我国现行中学物理课程基本上皆是以学科体系结构为中心而展开,强调物理学的内在逻辑关系,以经典物理为核心,总的说来存在以下问题:

1. 未反映物理学对社会发展和人类生活所起的重大深远影响

物理学历来是各次科学革命的带头学科、核心学科,是新技术产生的源泉,是科学技术为第一生产力的生动具体的体现。以 20 世纪物理学的四大发明为例,一是原子能,开创了原子能时代;二是半导体,使人类进入信息时代;三是光纤,是 21 世纪信息高速公路的主干线;四是激光,未来的光子技术因其速度快,

容量大,有取代电子技术的可能。这四大物理发明,极大地改变了人类生活,加速了社会发展,这是人人都能体验到的现实。

2. 未反映物理学新成就和科学技术综合化趋势

中学物理教材不论新、旧,其内容都以经典物理为主线,最多略提一下 20 世纪 30 年代近代物理的内容,没有反映 20 世纪物理学突飞猛进的新进展,内容距现代化太远。又由于强调本门学科的知识体系,无法反映各学科之间的关联和综合,与当代科学技术综合交叉、相互渗透的综合化、整体化趋势不相符合。

3. 未考虑青少年学生的认知规律和学生的不同要求

由于强调学科本身体系的逻辑结构,故内容展开只能按物理学内各分支如力学、热学、电学、光学等来叙述,部分新教材体系虽稍有变化,但仍未脱离学科中心的框架。这样导致教学顺序不可能更多地考虑学生认知规律,先易后难,先具体后抽象,造成学生学物理难,无兴趣,甚至怕学物理的情况。另一原因是中学物理要“适应”高校物理系的要求,中学物理要与大学物理衔接也使之偏深偏难,实际上进高校物理系就读的中学生逐年减少。因此,至少应能区分进高校物理系深造的和进入工科院校的和理科类非物理专业的、文史类的学生,在高中阶段对中学物理应有不同要求,对全体学生应有统一的最低最基本的要求。

4. 未充分运用物理学的教学功能

物理学史本身是极好的辩证唯物主义教材,物理学家中很多都是朴素的唯物主义者,实验是检验物理理论正确与否的惟一判据。物理学中充满了各类矛盾:间断性与连续性、运动与静止、作用与反作用、吸引与排斥、热与冷、正与负、稳定与衰变、裂变与聚变、膨胀与压缩、有序和无序、正物质与反物质、电场、磁场的对立统一、粒子波粒二象性等,学习物理对树立唯物主义世界观有重要作用。物理学还发展了各种科学方法,可对学生进行方法论教育,训练逻辑思维能力,培养科学素质。物理学更充满了创新精神,综观物理学发展史,就是不断创新的过程,从经典物理发展到近代物理,从宏观走向微观、宇观、介观,目前正向非线性物理发展,向复杂化进军。物理实验课程除学习技能外,又可对学生进行团结协作教育和交往、表达能力训练等。国内各种版本的物理教材,虽注意能力的培养,但这些能力只限于智力方面,如观察力、思维能力、想象力等的培养,对 21 世纪迫切需要的非智力方面,如创造能力、灵活应变能力和信息处理能力等实践能力都远未引起重视。

针对上述问题,必须设计研究一套新型的中学物理课程体系,从社会日常生活、自然现象中的物理问题出发,激发学生好奇心,引导学生追根究源,使学生看得见,摸得着,能解释身边发生事件的物理原因,认识物理学对社会进步和人类发展所起的巨大作用,从而激发学习物理的兴趣和信心。在内容选择上,突出物理学最基本的概念、原理、思想方法和其间的内在联系,摆脱学科体系的框架,避

免抽象的理论知识体系,突出物理知识的广泛应用和联系,有机地渗透方法论教育,充分发挥物理学的教育功能,使学生学会学习,并能不断改善自己的知识、能力结构,通过物理学内容的现代化更加接近现代科学发展来缩短与现实社会的差距。

如前所述,现存的中学物理基本上只讲到 19 世纪末的物理学成就,对 20 世纪以来的物理未涉及,因此从物理课程理念的改革到物理教材的改革就显得十分重要了。

第三节

一、美国从 PSSC 物理到 HPP 物理

1959 年美国中学的物理教材开始改革,作为这一教材改革的先锋,PSSC 物理于 1960 年率先问世。这套教材包括课本和实验册、指导书、教师指导书、实验仪器介绍手册、教学影片及介绍手册、课外读物丛书、试题集等 7 种指导性资料。它是美国物理教学委员会(Physical Science Study Committee 简称 PSSC)组织几十个物理学家、教师、仪器设计师等专家编制,在 3 年中经过 3 次逐步扩大范围的试教和修改推出的。当时 PSSC 教材的问世和它全新的面貌在美国和国际上均产生了巨大影响。美国的化学、生物革新教材相继问世,许多国家翻译出版了 PSSC 物理。

PSSC 物理与传统教材的重要区别在于该教材第一次系统和全面地用教学论的思想和理论来指导整个教材的编制。其指导思想是“以物理学家认识物理世界的本来面目去写教材”。美国教育心理学家布鲁纳的学科结构(或称为知识结构)的理论形成了 PSSC 物理最鲜明的特点。布鲁纳的学科结构认为将大量知识组织起来的最理想方式是结构化。各门学科都是由一些最基本的概念、原理组成,这些基本概念、原理的相互关联及形成这些关联的更深一层、更一般的基本观念构成了该学科结构。学科结构具有简约性、延展性和操作性,即学科结构是体现一门学科知识体系的精髓和主脉络,借助它可以把许多片断知识统一起来,进行组合、转换和变形,并外推而产生新命题。整个 PSSC 物理是围绕守恒定律、波粒二象性这两条主线展开的。在内容选取上,PSSC 物理与堆积事实性知识的传统的物理有很大差别,采取了“以质代量”的策略。PSSC 一方面删减和精选经典物理知识,例如,传统教材中的静力学、流体力学、声学、热学、电路的知识都被删去。另一方面对一些与学习近代物理有关的基础知识进行了较深入的处理,例如,时空观念及测量、物质结构、基本电荷、电荷在电场中的运动、光

子和物质波、原子能级和光谱都是 PSSC 重点讨论的内容。PSSC 试图将物理学的基本概念、定律的逻辑关系组成一个整体的系统,对构成学科结构的主要内容动量守恒和能量守恒,比传统教材讨论得更深入,介绍了它们在近代物理中的重要意义。

除了学科结构的思想外,PSSC 还较充分地反映了布鲁纳“发现学习”的教学观。在知识体系上,PSSC 物理一反传统教材力、热、声、光、电、磁、原子结构的知识呈现单轨序列,从学科结构的观点出发,阐述现代物理学主要领域体系的探究和建立进程。教材共分四篇:第一篇“宇宙”部分通论性介绍了时间、空间、运动及物理;第二篇“光子”部分讨论光的传播特征和光的本性,阐述了从光的粒子模型到波动模型的发展;第三篇“力学”部分讨论了物理学的力学基础,重点阐述了动量守恒和能量守恒最基本的守恒定律;第四篇“电磁和原子结构”部分讨论物质的电磁波特性,列出电磁波、光的电磁本性和原子结构、物质波。整个教材内容围绕物质的粒子模型和波的模型这条线索展开,最终在物质的波粒二象性模型上汇合。此外,PSSC 物理还有一个补篇部分,介绍物理学的高等课题,包括角动量、统计力学、狭义相对论和量子物理学。

PSSC 物理注重基本概念、基本原理,强调学科知识和态度的迁移作用,但也存在过于重视理论知识的系统性,过于强调发现的教学方法而造成教学时间浪费的弊端。PSSC 物理自 1960 年~1986 年先后出了 6 版,多次修订,体系和写法都作了重大改变。修订的原因是实践证明原教程仅适合少数数学基础好、科学思维能力强的学生,采用它作为教材的教师、学生甚少。

由于 PSSC 物理过分纯理科的特点,忽视联系生活和社会实际,大多数学生接受有困难,加上许多教师不熟悉新教材,教师培训工作又未跟上,而一些传统的中学物理教材也增加了近代物理的内容,所以绝大部分学校仍愿意采用有影响的传统中学物理教材。在此情况下,美国国家科学基金会又支持哈佛大学物理系拉尔德·霍尔顿(G.Holton)教授,为大多数中学生设计一套适合他们学习的物理教材。

从 20 世纪 60 年代后期到 70 年代初,西方社会面临了各种社会问题,美国产生了一系列对革新教材的批判,人文主义的学科思潮开始抬头。人文主义课程论将教材编写的中心从学科转向学习者个人,把教育视为发展个性的愉悦过程,强调学生个人的成长和个性发展。20 世纪 70 年代强调儿童(学生)中心,情感影响和综合的人文主义课程思潮风行,学科主义大大削弱,作为对“学科结构”的一种反叛,出现了一些缺乏系统性、学科知识肢解得支离破碎的微型课程。然而,同学科主义课程一样,它终究未能在西方公共教育中占统治地位。哈佛大学组织了 200 余位专家教授,以霍尔顿教授为主,编写的一套物理教学改革教材《哈佛物理教程》(Harvard Project Physics 简称 HPP),在不同方面、不同程度上

同时体现了这两种课程论的影响。例如, HPP 物理十分重视对基本物理概念、原理的阐述, 以这些概念原理的形成过程为线索, 给出了一个清晰、完整的物理知识体系。此外, 教材还十分注意对科学思想方法的讨论, 向学生详细叙述物理学家对物质世界存在、运动方式的思考、探究和描述过程。在学生实验中, 通过不断提出启发性的问题, 引导学生逐步深入地探究。所有这些方面都反映了学科主义课程观的影响。然而 HPP 物理又十分注意物理知识与其他学科的相互渗透, 注意物理知识与多种社会问题的联系, 强调从人类科学文明进步的整体角度阐述物理学概念和规律的形成和发展, 引导学生确立科学的价值观和方法论。在知识阐述方式上, HPP 物理又较注意通过深入浅出的生动叙述和多种学习方式引起学习兴趣, 而不是 PSSC 那种纯学术和纯理论的学究式讨论, 体现出人文主义课程观的特色, HPP 物理体现了学科主义和人文主义这两种彼此对立课程思潮的协调。

HPP 物理共分 6 册。第一册《运动的概念》, 主要通过伽利略对运动的描述, 阐述了运动学的基本规律。第二册《天空中的运动》, 在讲述“日心说”形成过程的基础上, 重点讨论了牛顿如何把天和地的运动规律统一起来, 建立万有引力定律的过程和思想方法。第三册《力学的成就》, 阐述了牛顿以后物理学的发展, 即牛顿的力学理论被扩展到适应较大范围的情况。第四册《光学和电磁学》, 其中光学部分, 围绕光的波粒二象性的争论展开, 讨论光传播中的各种现象时, 给出用两种不同模型所做出的解释。其中电磁学部分, 侧重讨论了电场、磁场的概念, 电磁感应和电磁辐射。第五册《原子的模型》和第六册《原子核》, 则较深入地讨论了对微观世界物质本性的认识过程和近代物理理论的基本概念。每一册还有相应的手册和学生读物, 在手册里附有实验, 教学影片和课外活动内容。HPP 物理教材尽管有许多成功之处, 但在推广使用上同 PSSC 一样, 都难以取得满意的成绩。据统计, HPP 物理教材在美国中学使用率仍很低。美国对教材改革的总趋向是: 在教材现代化上侧重现代化的表达方式, 在一度教材偏向理论化的倾向之后又强调回到现象上来。

二、英国的纳菲尔德物理教材

在 20 世纪 60 年代席卷西方的现代理科课程改革浪潮中, 英国也推出了一套具有广泛国际影响的理科革新课程, 也就是纳菲尔德中学理科教材(Nuffield Science Project)。这套教材是在纳菲尔德基金会资助下, 以中学教师为主, 从 1962 年开始设计的。1966 年出版了供 11~16 岁中学生使用的普通级(O - level)物理教程, 1970 年出版了供 17~18 岁预科学生使用的高级(A - level)物理教程, 1977 年出版了普通级(O - level)的修订版, 1985 年出版了高级(A - level)的修订版。为配合纳菲尔德物理教程的使用, 英国的牛津和剑桥考试局还专门

设置了普通级和高级的纳菲尔德物理公开考试。

纳菲尔德教程第一版也受到了“学科结构”课程论的影响。传统教程中诸如静力学、流体力学等不少内容都被删除。另一方面,强化对最基本物理概念的学习,其中对波动、动量守恒等规律的讨论较传统教材更深入,尤其是第一版 A 级的纳菲尔德教程(预科教程)在体系编排上较明显地体现了“学科结构”的设计思想。在选材时首先确立贯穿教程 3 条主线,这就是原子和物质的性质、运动和变化的分析方法、场的理论和发展。A 级教程共分为 10 个单元,各单元名称分别为:物质和结构,电、电子和能级,场和势,波动和振动,原子结构,电子学和电子线路,磁场,电磁波,变化和几率,粒子和原子。到了 20 世纪 80 年代,学科主义思潮的消退和新学科主义思潮的兴起,为了适应教学革新和科技的新发展趋势,A 级教程于 1985 年推出了修订版。修订版将教学内容分为 12 个单元,删除了晶体离子结构、电子线路等理论深度较大或陈旧的知识,减少了纯物理学理论的讨论,增加了许多物理知识在技术上应用的实例和物理与社会问题关系的讨论,增加了较多的应用技术内容。此外,还专门出了两本很有特色的配套课外读物:《工程和技术中的物理学》和《微型计算机电路和处理》。

1977 年修订版普通级(O - level)课程在内容安排上采用并强化了第一版的螺旋上升的课程结构,教学实践证明这种纵向螺旋上升的处理方式,不仅有利于减少学生学习上的困难,而且使物理学各个分支之间都有不同程度的横向联系,有利于学生把知识学活。

纳菲尔德教程具有以下几个特点:(1)充分反映实验探索教学法,注重学生通过亲自实践去获得理解。(2)重视情感因素在智能发展中的作用,强调学生科学素质的训练和培养。(3)教材力图使中学物理教学与大学间更好地衔接和过渡。然而纳菲尔德教程部分内容偏难,过分突出了中学物理为大学教育做准备的方向,对有些必要的基础知识删减得偏多,对物理与社会文化进步的联系反映得不够。实践证明该教材在全面培养程度较好、学习能力较强的学生的科学素质上有独到之处,却不太适用于能力中等以下的学生,这也是该教程使用率不高,推广不快的原因。

三、日本高中理科物理教材

日本战后于 1947 年第一次公布了中小学《学习指导纲要》(相当于我国的教学大纲),其后对纲要进行过 6 次修订。1989 年 3 月文部省公布了新的教学大纲,高中从 1994 年 4 月开始对新入学的学生普遍按新大纲进行教学。这次修订确立的三项原则是:一是重视发展个性;二是向终身学习的教育体系发展;三是使教育适应国际化和信息化社会。这次修订前日本理科教育存在以下一些需要加以改革的问题:(1)对观察、实验进而探究活动落实不够;(2)内容过于抽象,理