

基于学生创新能力培养的近代物理实验教学改革研究

彭勇宜, 李宏建, 郭光华

(中南大学物理与电子学院, 湖南长沙, 410083)

[摘要] 针对近代物理实验教学现状和弊端, 为培养学生创新意识、提高其创新能力, 探索在近代物理实验教学中开展全方位创新教学改革, 提出了如下切实可行的改革思路和方案: 优化重组近代物理实验教学内容, 构建开放的“层次化、模块化、多元化”近代物理实验教学体系; 合理采用或编写近代物理实验教材和指导书; 采用实验室、实验项目、实验时间和教学方式全方位开放的教学模式; 开设近代物理实验先导性专题讲座, 激发学生对近代物理实验的兴趣和创新思维; 发挥虚拟仿真近代物理实验的教学优势; 建立多模式近代物理实验考核评价体系。

[关键词] 创新能力; 近代物理实验; 教学改革; 教学体系; 教学模式

[中图分类号] G640 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2016)01-0122-04

近代物理实验是一门集近代物理思想、理论和实验技术于一体的物理专业高年级学生必修课程, 具有很强的综合性、技术性、时代性和前瞻性^[1]。它是新理论、新技术、新发明的先导和源泉, 是多学科门类交叉的基础课程, 也是新兴学科和新兴领域发展的有力支撑。近代物理实验可以激发和活跃学生的物理思想, 培养和提高学生对物理现象的观察和分析能力。学生通过近代物理实验, 认识新物理概念的产生、形成和发展过程, 养成严谨求实的科学态度和作风, 掌握现代科学研究中广泛应用的一些实验方法和技术^[2]。

近代物理实验教学内容是一个富有很强时代性的、多学科结合的、开放的动态系统, 且其所涉及的理论大都深奥难懂, 实验操作复杂, 数据获取和处理分析难度大, 仪器设备的购买、运行和维护成本高, 由于这些原因导致近代物理实验教学现状、教学效果不尽人意。近代物理实验教学应该与时俱进, 应将创新意识和创新思维贯穿于整个教学实践中, 先进行教学改革创新, 才能培养出创新型人才。江泽民同志早就指出, “创新是一个民族的灵魂, 是一个国家兴旺发达的不竭动力, 创新的关键是人才, 人才的成长靠教育”。高校教育教学是培养人才的主渠道, 担负着为国家现代化建设培养创新人才的重任。所以认清近代物理实验教学现

状, 针对目前的教学弊端, 探索如何在近代物理实验教学中开展全方位的创新改革, 如何在实践中培养学生的创新意识、提高其创新能力就成为当今教育教学改革者应该认真思考和解答的时代命题。

一、近代物理实验教学现状及弊端

近代物理实验是培养能独立分析、解决问题的创新型人才的综合性课程。近代物理实验的创新教学的重要内容是紧跟时代步伐, 注重引入科技前沿, 关注学科技术领域的交叉融合, 做到基础与前沿相结合, 理论与实践相结合, 满足现代科技发展对创新型人才的要求。

可是近几年来许多高校的近代物理实验教学现状令人堪忧, 无法满足创新人才培养需求, 主要存在如下突出问题: 一是近代物理实验体系和教学内容陈旧、落后^[3], 无阶梯性和系统性。实验项目仍是传统基础性、验证性实验项目为主, 缺乏与现代科技、与其他学科密切联系的内容, 无法发挥其现代科学技术的“窗口”和“接口”的作用, 无法满足人才培养的超前性、创新性要求。二是教学方式仍然是“教师先演示, 学生后模仿”的方式。这种教学过程, 学生是机械式模仿, 无法发挥其主动性、积极性, 无益于启迪学生的创新思维、培养学生的创新能力^[2]。三是“重理论, 轻实验”^[4], 不重视对实验现象的仔细观察和对实验数据的深入分

[收稿日期] 2015-10-06; **[修回日期]** 2015-11-26

[基金项目] 2015年中南大学教学改革研究项目资助(普通教育类54号)

[作者简介] 彭勇宜(1969-), 男, 湖南长沙人, 博士, 中南大学物理与电子学院副教授, 主要研究方向: 近代物理学; 李宏建(1963-), 男, 湖南长沙人, 博士, 中南大学物理与电子学院教授, 主要研究方向: 近代物理学; 郭光华(1964-), 男, 湖南长沙人, 博士, 中南大学物理与电子学院教授, 主要研究方向: 近代物理学。

析, 忘记了近代物理实验是近代物理思想、物理概念产生的背景和源泉。这种教学模式无法达到创新、提高和发展的教学效果。四是采用简单的“操作加笔试”的考核评价方式, 这种考核方式无法全面而准确反映学生的近代物理理论水平和实验操作技能水平。

上述问题的普遍存在导致近代物理实验教学效果差, 无法满足现代化建设对创新科技人才培养的要求。学生面对新的实验现象, 不能进行独立思考和分析, 没有创新意识、创新技能, 无法开展创新实验、创新研究, 完全违背了近代物理实验教学目的, 阻碍我国科技和经济的发展。因此, 近代物理实验教学的全方位的创新改革已迫在眉睫, 势在必行。必须革新近代物理实验教学体系, 优化教学内容、改变教学方法和模式, 建立科学合理的考核评价制度, 构建有利于培养既具有深厚理论知识、又有高超实验操作技能的创新型人才的近代物理实验教学新体系、新模式, 以满足现代化社会建设对高素质人才的需求。

二、优化教学内容, 构建开放的“层次化、模块化、多元化”的近代物理实验教学新体系

因近代物理实验仪器设备大都昂贵, 精密复杂, 整体性强, 不便拆卸维修, 许多高校近代物理实验仍是简单的几个基础性、验证性实验拼凑而成, 且仪器套数少, 一旦出现故障, 也无法得到及时维修或补充, 近代物理实验室建设严重滞后。近年国家经济飞速发展, 高校建设资金大量投入, 这时完全可以对近代物理实验课程重新进行认真思考和系统设计。另外现代化实验仪器、实验技术和测量方法的不断涌现也迫切要求改革陈腐的近代物理实验教学内容和教学体系。在改革和设计中应遵循“注重基础、加强设计、综合应用、提高能力、突出创新”的指导思想, 以培养学生的创新意识和创新能力为目标。

近代物理教学体系的改革首先是教学内容的改革和优化。近几十年来近代物理学与其他学科交叉融合发展十分明显, 如激光光学、信息光学、材料科学、传感技术、微波技术、核科学与技术等领域均与近代物理有不可分割的紧密联系。因此必需在传统近代物理实验项目的基础上, 增加反映前沿科学和应用技术的教学内容和实验项目, 优化和梳理近代物理实验教学内容和体系, 为近代物理实验教学注入新的活力。将近代物理实验项目“层次化、模块化”, 将近代物理实验项目分为“基础性、综合性、研究性和创新性”四个层次, 同时将实验项

目分成“原子和原子核物理、现代光学、磁共振技术、微波与传感技术、低温与固体物理、材料检测与分析”六个模块, 每个模块中包含多个系列实验项目, 建成“经典与现代、理论与应用、知识与能力、实践与创新”的多元结合的“层次化、模块化、多元化”近代物理实验新体系^[5], 为多元化的创新人才培养奠定坚实基础。

近代物理实验教学新体系应该是开放式体系。国外高校十分重视将科研成果及时转化为近代物理实验新项目, 他们的近代物理实验内容更新速度快。他们早已将“超流实验”“量子信息处理”“混沌实验”和“光镊子实验”等转化成为本科生的近代物理实验项目^[6]。另外注意运用现代化技术、计算机信息技术, 对已有近代物理实验项目进行升级改造, 提高实验精度和效率, 或将不同层次和不同模块中的实验项目进行合并优化成大型综合性、研究性和创新性实验项目。这种开放式的近代物理实验教学体系为有宽广视野、富有创新意识和创新能力的人才培养提供保障。

三、合理采用或编写有特色的近代物理实验教材和指导书

传统的近代物理实验教学中, 实验教材有非常重要的作用, 学生首先通过教材了解实验背景、实验目的、实验原理、实验内容、仪器设备和实验步骤。实验教材和指导书是教师、实验项目、仪器设备和学生之间的桥梁和纽带。对于培养新世纪高质量创新型人才具有重要的意义。

但由于近代物理实验涉及的学科门类多, 知识面很广, 有很强的现代性、综合性与技术性, 每所高校采用的实验项目、实验内容和实验设备都不同, 固定的近代物理实验教材只能起到辅助参考的作用, 只对部分实验项目有指导作用。实验仪器的更新换代快, 仪器附件多、功能多, 实际开设的实验项目与现行近代物理实验教材中介绍的内容也不尽相同, 给学生预习和实验操作带来一定的困惑和难度, 也不便教师检查预习效果。而且新技术、新方法的不断产生, 现行教材也不可能包括不断更新出现的近代物理实验项目。所以各高校不应只采用固定的近代物理实验教材, 要根据自己的专业特色、学科特点, 根据各高校的科研实验室平台、重点实验室、创新实验室的条件编写出自己的特色教材, 更多地根据实际更新的实验项目编写出相应的实验指导书讲义等参考资料供学生学习使用。

四、采用全方位开放式近代物理实验教学模式改变现有实验室、实验项目、实验时间和教学

方式固定的传统教学模式,转变为实验场所、实验时间、实验项目和教学方式全方位开放的教学模式。以学生为中心,让学生在实验时间、实验项目上进行自主选择,提供他们宽松的实验环境,充分发挥他们的学习主动性、积极性和创造性,实现因材施教,高标准培养创新型人才。开放式实验教学方便学生在实验前可随时进入实验室,利用教材或讲义,利用实验仪器进行预习,否则预习时没有仪器设备,不能进行实际操作,根本没有感性认识,只能是纸上谈兵,预习效果大打折扣。进入实验室操作时也会由于时间限制,学生只会匆忙记录数据,实验效果往往不理想,学生创新能力培养成为空谈。另外将全校科研实验平台、重点实验室开放给本科生,完全打破原有的专业实验室、科研实验室的限制,实行仪器设备资源共享。本科生可以利用全校的近代物理实验资源,不再局限只在本学院、本专业、本学科的实验室开展实验,他们可以在交叉、相近学科领域内自行设计近代物理实验题目或和教师共同设计感兴趣的实验项目开展实验。这种开放的教学模式大大提高仪器设备的利用效率,避免重复建设,节约大量资金,提高教学效益。也有利于开阔学生思维和视野,激发了学生学习、研究和创新兴趣,巩固学生的专业知识和加强他们的实验技能,提高他们探索和解决问题的能力,为他们今后开展创新实践、科学研究奠定了良好基础。

五、开设近代物理实验先导性专题讲座

大部分学生刚接触到近代物理实验时感觉很难,不仅实验原理难以理解,实验方法和操作步骤也较为繁琐复杂,实验技术要求高,学生心理上害怕近代物理实验,失去自信心,或觉得枯燥、乏味,逐渐失去兴趣,更谈不上去开展创新实验。所以在近代物理实验前,进行一些先导专题讲座,为学生实验前作知识准备,把近代物理中的一些著名实验、重要物理思想、研究手段和一些近代物理实验技术作一个介绍^[7]。针对实验模块中的光谱分析技术、信息光学技术、微波技术磁共振技术、真空技术、低温技术、传感技术和材料微观结构分析技术等作专题讲座,让学生了解导致近代物理重要思想和概念产生的实验和理论背景,了解现代技术的源泉,以及它们对近代物理学、现代科技和文明的影响。通过先导专题讲座激发学生对近代物理实验的兴趣和其创新思维。

六、合理利用虚拟仿真近代物理实验

虚拟仿真近代物理实验是近代物理实验教学的一种新的实验模式,是近代物理实验教学的重要

补充,为实验教学带来新的活力,其本身就是实验教学的创新成果,它在近代物理实验教学中有如下主要优势:一是虚拟仿真实验可以生动形象地展示复杂的、抽象的、不能直接观察到的物理过程和物理现象,大大丰富实验教学内容和教学形式,有利于学生对知识的理解和创新思维的激发;二是针对一些高成本、高消耗、高危险、复杂的、极端条件下的近代物理实验,可借助虚拟仿真技术开发成虚拟仿真实验项目,降低成本和风险,发挥虚拟仿真实验不可替代的教学优势;三是可以突破实验时间、实验空间、实验人数、实验次数和实验仪器套数的约束和限制,便于实现网络教学、远程教学、校内外资源共享,大大提高实验效率和教学效益。

但是虚拟仿真近代物理实验的本质是“虚拟仿真”,而任何物理实验的根本目的是进行实物实验,是真实的实验过程,所以也应该清楚地认识到虚拟仿真近代物理实验与真实实验相比存在如下局限性和不足:一是降低学生对真实事物、真实物理过程、真实物理现象的感性认识、观察和领悟能力;二是不利于提高学生对真实仪器设备的操作动手能力;三是不利于培养学生的实验严谨求实精神;四是降低了学生的安全意识、环保意识和实验过程中的处突能力;五是不利于提高学生对实验误差的分析能力。

所以不能用虚拟仿真实验完全替代真实实验,虚拟仿真实验只能是对实物实验教学的一种辅助和补充,虚拟仿真实验项目和课时不可过多,不可滥用。同时还要努力提高虚拟仿真实验的开发制作水平和质量,也不必把每个近代物理实验都开发成虚拟仿真实验。只有选择性地合理开发和使用虚拟仿真实验,才能对近代物理实验教学起到积极的促进作用,提高学生培养质量,否则会适得其反。有些学校采用在学生进行真实实验前让学生进行虚拟仿真实验,供学生预习,然后再进行真实实验的二段式教学^[8,9],即将虚拟仿真实验和真实实验相结合的办法,收到了很好的教学效果。

七、建立多模式近代物理实验考核评价体系

单一刻板的教学和考核模式往往容易约束学生的思维、压缩他们的想象空间,不利于学生创新精神培养和创新能力提高。因此制定多模式的近代物理实验考核评价制度,改变单一、固定的“操作加笔试”的考核评价机制是当务之急。第一种是“通用模式”评价制度,考核由平时考核、期末操作考核和期末笔试三大部分按一定比例构成^[9]。平时考核以实验报告和小论文、实验操作技能、实验

态度为考核点; 期末操作考核从实验数据获取, 数据处理、实验结果和误差分析、回答教师提问等几个方面考核; 期末笔试考核点包括误差理论、实验原理和实验操作等方面的思考等。第二种是“研究论文模式”评价制度, 这种模式下学生自主选择研究创新性实验项目或在教师预先拟定的研究创新性实验项目内选题, 按照科研实验要求完成实验内容, 写成达到公开发表水平的研究论文, 根据其论文工作量、研究和写作水平进行评价考核。第三种是“混合评价模式”制度, 即将“通用模式”和“研究论文模式”两种评价制度结合起来进行考核评价。教师可灵活采用上述模式, 学生可自主选择某种模式接受评价考核, 这样更有利于发挥学生的主动性、积极性和创新性。

八、结语

近代物理实验教学的全方位创新改革势在必行。优化近代物理实验教学内容, 构建开放的“层次化、模块化、多元化”的新体系; 采取全方位开放式的教学模式; 编写和使用有特色的近代物理实验教材和指导书; 开设近代物理实验先导性专题讲座; 科学合理利用好虚拟仿真实验作为补充; 建立灵活的多模式近代物理实验考核评价体系。近代物理实验教学的全方位改革, 可以充分调动学生的主动性、积极性, 激发其创新意识, 提高其创新能力。但近代物理实验改革是一项综合性很强的系统复杂工程, 它需要多部门、多领域和多学科的教育工

作者的努力支持、协调配合, 才可以在具体实践中与时俱进, 不断得到改进和完善。

参考文献:

- [1] 李爱侠, 叶柳, 张子云, 等. 近代物理实验教学改革与大学生创新能力的培养[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(4): 77-102.
- [2] 李金星, 张道华. 近代物理实验教学现状的思考[J]. 湖北师范学院学报(自然科学版), 2012, 32(1): 116-118.
- [3] 贺德春, 彭勇. 近代物理实验教学改革的实践与探索[J]. 河西学院学报, 2014, 30(5): 114-117.
- [4] 杨冰, 李丽华, 董瑞新, 等. 浅议高校近代物理实验教学改革[J]. 实验科学与技术, 2010, 9(2): 123-128.
- [5] 李永涛, 赵洪牛, 葛智勇, 等. 近代物理实验综合教学体系建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(10): 147-150.
- [6] 段家祗, 曹惠贤, 王煜, 等. 美国高校物理实验教学和管理情况考察报告[J]. 大学物理, 2004, 23(3): 42-45.
- [7] 麻焕锋, 董若颖. 拓展近代物理实验提高本科生创新意识[J]. 大学物理实验, 2013, 26(1): 120-122.
- [8] 羊现长. 近代物理实验教学改革思路与实践[J]. 海南师范学院学报(自然科学版), 2002, 15(1): 106-109.
- [9] 李世刚, 刘积学. 近代物理实验教学改革探索[J]. 实验科学与技术, 2008, 6(4): 105-106.

[编辑: 何彩章]