



近代物理实验教学流程的模式探索*

陈东海 马松山 段玉霞 欧阳方平

(中南大学物理与电子学院 湖南长沙 410083)

(收稿日期:2023-04-23)

摘要:以中南大学近代物理实验课程实践为例,针对课程特点探索了一种相对稳定又可动态调整的实验教学模式。从立德树人的根本任务出发,将课程思政融入近代物理实验教学;落实“学生为主体”的教学理念,结合学生需求开设实验教学项目,学生以学习组、研究组的形式自主选择实验项目,激发学生的学习兴趣 and 主体意识;落实“教师为主导”的理念,对课堂环节的具体教学方法保持开放的态度,寻求不同实验教学内容在共性与个性上的统一。同时,在实验教学中对接教师科研成果和物理实验竞赛,培养学生的物理思维和科研素养,达到全面提升实验教学效果的目的。

关键词:动态调整;先导课;课程思政;组队选课;竞赛选拔

近代物理实验是针对高年级物理专业本科生的一门综合性实验课程。其实验内容大多取自获得诺贝尔物理学奖的经典实验,这些实验能很好地丰富学生的物理思想,激发他们的物理思维,在培养学生科学素养和科研能力等方面发挥着重要作用^[1]。与基础物理实验课程相比,近代物理实验专业性更强、综合性更高,具体到教学方面,体现为教学内容多、教学规模小、仪器设备贵等特点,如何根据其特点,有针对性地提高近代物理实验的教学效果,是物理实验教学需要研究的重要课题。

1 近代物理实验教学的特点和约束性条件

近二十年来,国内高校陆续开设近代物理实验课程,总体而言这门课程正处于快速发展阶段,已经取得了不错的教学成效。同时在实验教学发展过程中也出现了不少突出问题。随着现代高新技术的飞速发展,原有的教学体系、方法、内容和模式也应当与时俱进,以更好适应当前学生的特点和高校人才培养的目标要求。

1.1 近代物理实验是综合性的、独立的课程

近代物理实验不是依附于某个理论课程的附加

性、嵌入性实验环节,而是一个针对高年级本科生的独立的实验课程。一个实验内容通常对应多个具体理论基础,而不只是与理论教材中的某一个章节的知识点相对应;它不仅仅满足于基础性实验所要求的验证理论知识、学习操作方法、培养良好习惯等教学目标,而是更注重理论的交叉运用,并在此基础上培养学生科研习惯,探索解决问题;同时,近代物理实验还要求学生有较好的物理思维和实践研究能力。因此,近代物理实验课程是一门对基础理论、物理思维和科研实践均有较高要求的实验课程,具有较强的综合性和学科交叉性。

1.2 教师与学生是“多对一”或者“多对多”的关系

与理论课程或者其他实验课程相比,在近代物理实验课程中,教师与学生不是“一对多”的关系,而是“多对一”或“多对多”关系。一方面,由于实验项目较多、各个教师的研究领域和教学方向不同,近代物理实验课程的教学通常由几名、十几名甚至几十名教师共同承担。另一方面,不同于基础性的实验,近代物理实验面向的学生只是物理学专业,受众面相对较小;而且近代物理实验的仪器设备相对较为昂贵,学校一般配备设备数量少,因此通常采用分组形式组织教学。

* 中南大学教育教学改革项目,项目编号:2022jy075。

作者简介:陈东海(1987-),男,硕士,实验师,主要从事近代物理实验管理与教学。

1.3 课程教务工作量大

由于近代物理实验是综合性的实验,相对难度系数大,所以大部分高校设置的课时比一般基础实验较长,国内高校通常为3~6个课时不等,国外前沿高校更有以周为单位计算课时^[2].加之采用小组上课模式,教师与学生在时间上协调难度大.由于实验项目和科研进展的变化,教师的备课需要实时动态跟进,而且通常一次备课也只能针对一个学习小组.这种教师多、内容杂、课时长、分组多的教学模式直接导致了选课、排课、考核等课程教务工作量的成倍增加.

1.4 教学内容和教学方法灵活多样

近代物理实验具有较强的综合性和学科交叉性,各个实验项目在教学内容、教学条件、教学方法等形式上千差万别,整个课程难以用一种教学模式来组织.

1.5 课程思政元素亟待挖掘

近代物理实验内容大多来源于获得诺贝尔物理学奖的经典实验,而这些实验的知识点大多由西方科学家首先探索发现.如果不深入了解我国老一辈科学工作者的爱国情怀和无私奉献的精神,不深入了解当代物理科研的进展动态,就难以在物理实验教学中融入更多的中国元素,这是近代物理实验课程思政亟需解决的问题.

1.6 课程与科研和竞赛相辅相成

近代物理实验课程中的很多内容与当前科学研究课题直接关联,其理论基础和物理思维也与各类物理竞赛直接相关.如何将教学内容进一步深化并衔接前沿科学研究^[3],如何利用实验教学选拔推荐学生参加各类物理竞赛,做到教学、科研、竞赛互相融合、互相促进,将成为实验教学的目标方向之一.

2 近代物理实验教学流程模式探索

结合上述特点和约束性的条件,中南大学物理与电子学院对近代物理实验课程教学流程做了一系列的探索改革,形成了一套相对稳定的教学模式.

2.1 召开教学准备会 实施集体教研制度

每学期开课之前,近代物理实验课程教务组召开集体教学准备会,根据人员设备变动、学生调研反馈、教学培养目标、最新科研项目成果^[4]及其他动

态因素,按照分层次、多元化^[5]的原则调整确定近代物理实验项目和教学内容,以供学生选择.组织教师集体研讨教学方法和教学形式,编制讲义资料、统筹课程教务.

2.2 开设近代物理实验先导课程

在实验选课之初安排2个课时的先导课程,主要由教师简要介绍各个实验项目的实验内容、理论基础、方法步骤和作用意义等,极大调动学生的实验探索兴趣和创新动力^[6],也便于学生根据自身兴趣和各自知识储备优势等具体选择实验项目.同时,对课程预习、实验操作、撰写报告等提出规范要求,明确课程要求、操作规程、评分标准.另外,在先导课程中,可以融入一些中国元素,比如,在讲普朗克实验时,可以用叶企孙先生的测量结果与普朗克常数进行比较;在讲到拉曼实验时,可以提及饶毓泰、吴大猷和沈寿春先生的实验故事,通过引入这些中国科学家的科研经历和爱国故事,激励学生的爱国热情,通过融入思政元素进一步激发学生的学习兴趣.

2.3 学生组队 小组选课

近代物理实验为必修课,具体实验项目由学生自选.由于受实验场地、设备等因素制约,近代物理实验通常采用小组教学.学生根据自身兴趣和知识结构,结成不同的学习组、研究组,再以小组形式选择实验项目和实验内容^[7],形成最终的课程计划.近代物理实验教学流程如图1所示.

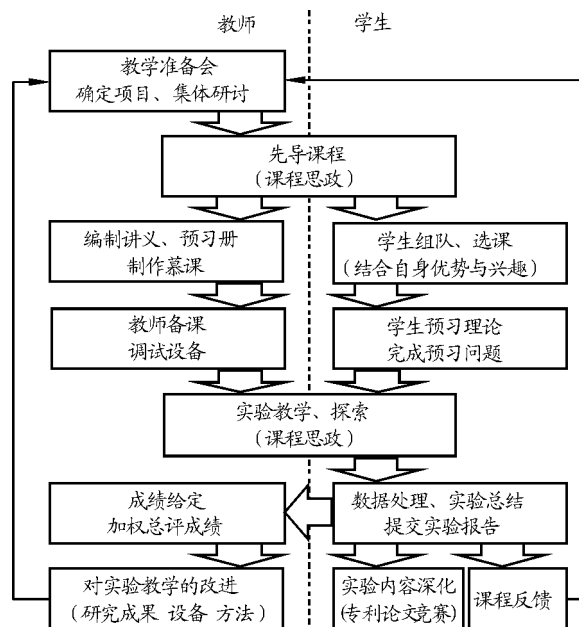


图1 近代物理实验教学流程

2.4 学生预习

课程教务组根据教学准备会的部署编制《近代物理实验》预习册,学生根据下发的实验教材、讲义,或者结合慕课、翻转课堂进行实验预习,完成预习报告的作答,对疑难问题做好记录,等待实验探索或者向指导教师提出。

2.5 组织教学和实验

这一过程形式多样,根据具体实验项目不同而不同。教学形式可以是线上,也可以是线下,或者线上线下结合。教师可以理论辅导,也可以实践引导,学生可以自主探索,也可以寻求指导。教师应当挖掘与本实验相关的课程思政元素和当前相关科技的前沿进展,持续调动学生积极性。学生根据自身预习情况,主动探索,自由实验,乐学创新^[4],在发现和解决问题的过程中提升能力。师生之间在相互交流研讨过程中完成实验。实验数据记录在预习册中的专用数据记录页面内,并由指导教师签字。

2.6 提交实验报告

学生需将预习册中经过指导教师签字的数据活页取下来粘贴到实验报告上,并依据该数据进行数据处理和分析。

2.7 成绩评定和总评成绩

针对实验课程制定详细的评分标准。各个实验项目成绩是由指导教师把实验预习、实验操作、实验报告按20%、40%、40%的比重加权而成,学生课程总成绩取各实验项目成绩的平均值。如果学生在实验过程中对某个实验有进一步研究探索工作或者成果,如对某个实验项目有改进思路或做法、有论文成果等,则由课程教务组对该学生的总评成绩进行加分。

2.8 课后深化

完成实验后,部分学生可以根据实验探索找到兴趣点和突破点,并继续深化研究,甚至申请专利或发表论文等。教师也可以通过课程教学来丰富自身科研思路和成果,同时,根据学生表现,进一步引导学生从事科研工作,推荐学生参加相关物理竞赛等。

2.9 课程反馈总结

从两个层面组织课程调研。一是指导教师在该实验内容结束之后现场征询学生意见,二是学期结束之后通过微信群、QQ群等征询学生意见。了解对某个实验项目或者整个实验课程的心得体会,哪些实验项目有意义,哪些实验项目需要改进,哪些实验项目可以增加或者删减,哪些流程可以优化,哪些指导教师需要改进等。调查问卷(节选)如表1所示。

表1 近代物理实验课程调查问卷样例(节选)

问题	选项
在课时不变的情况下,您更希望[单选]	<input type="radio"/> 增加实验项目个数,减少每个实验的时长 <input type="radio"/> 保持实验项目个数、时长不变 <input type="radio"/> 减少实验项目个数,增加每个实验的时长
您认为实验成绩的评定应该更注重[单选]	<input type="radio"/> 实验预习和理论讲解 <input type="radio"/> 实验操作和探索 <input type="radio"/> 数据处理和实验总结 <input type="radio"/> 实验研究和深化
您认为本学期开设的实验项目在难易程度上[单选]	<input type="radio"/> 偏难 <input type="radio"/> 适中 <input type="radio"/> 简单
您认为哪些实验教学效果好,应该保持并深化?[多选]	<input type="radio"/> 塞曼效应 <input type="radio"/> 热辐射与红外成像 <input type="radio"/> ……
您认为哪些实验项目需要改进或者暂停?[多选]	<input type="radio"/> 真空镀膜 <input type="radio"/> 量子计算 <input type="radio"/> ……
您更喜欢线上虚拟仿真实验还是线下实验?[多选]	<input type="radio"/> 线上、虚拟实验 <input type="radio"/> 线下操作实验
您对这门课程各个实验项目或课程的选课、教学、管理等方面有什么感想或建议?[其他]	……

比如,我们从最近的一次调查问卷结果发现,80.7%的学生希望能采用弹性课时模式,即根据实验内容调整课时,而不是所有实验都按一个课长标准;90.3%的学生更倾向于进行线下实验而不是线上实验或者仿真实验;17.7%的学生希望把磁性物理相关实验放到第二个学期,等等。课程教务组就可

以根据这些反馈结果对后续的实验进行变动调整,提高实验教学质量。

3 本教学模式的特色

(1) 通过开设先导课,学生可以粗略了解各个实验项目的理论基础、实验目的、方法步骤等基本情

况,然后结合自身知识结构优势和兴趣爱好进行选择,而不是凭实验项目名称、凭“眼缘”或“手感”来选择^[8].

(2) 先导课的另一个重要作用是承载课程思政内容,在教学过程中科学合理地拓展课程的内容,融入经典实验背后的中国元素案例和前沿科技的热点领域,将这些思想价值和科学精神等元素结合专业知识传递给学生^[9],达到提高教学效果的目的.

(3) 通过小组教学能够充分利用教师的科研设备和场地,缓解了近代物理实验专用教学仪器设备和场地不足的问题,既实现了教师与学生之间“多对一”“多对多”地衔接,也满足了各个实验项目在教学模式上的共性与个性的统一,提高了教学效果.

(4) 实验项目、讲义资料、预习册等按学期动态同步调整,在教学目标的框架内,以学科建设为支撑,把最新的科研成果引入到近代物理实验中,既适应了仪器设备具体实际,也结合了教师的科研进展,还满足了学生的学习需求,较大程度上提高了实验教学的效果.

(5) 实验课程与科研、竞赛对接,实现教学相长.在提升学生探索研究能力的同时,也为各类物理竞赛作了人员选拔和推荐储备.目前,本科生进入科研实验室并参与研究已经成为我院常态,实验教学也成为学生参加全国大学生物理学术竞赛(CUPT)和大学生物理实验竞赛等赛事的重要引导要素.

4 结束语

从“立德树人”的根本任务出发,将课程思政融入近代物理实验教学,落实“学生为主体,教师为主

导”的教学理念,激发学生的学习兴趣 and 主体意识,以学习小组、研究小组的形式自主选择实验项目,不断优化实验教学中的各个环节和流程,形成一套相对稳定又可动态调整的教学模式,对课堂教学过程的具体教学方法保持开放的态度,寻求不同实验教学内容在共性与个性上的统一,在实验教学中对接教师科研进展和物理实验竞赛,培养学生的物理思维和研究能力,达到全面提升实验教学效果的目的.

参考文献

- [1] 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.
- [2] 冯娟娟,李训栓,王心华,等.世界一流大学近代物理实验课程网络调研及启示[J].实验室研究与探索,2017,36(4):229-231,261.
- [3] 郑永刚.前沿科研进入近代物理实验教学模式[J].物理实验,2017,37(5):32-33.
- [4] 王合英,孙文博,陈宜保,等.自由实验、乐学创新的近代物理实验教学[J].物理实验,2017,37(2):33-37,42.
- [5] 梁丽.构建分层实验教学体系 培养创新型人才[J].实验室研究与探索,2014,33(1):217-219,242.
- [6] 杨国春.近代物理实验教学方法改革新举措[J].长春师范大学学报,2016,35(8):105-106.
- [7] 刘竹琴.基于“分组同伴互助”教学法的近代物理实验教学研究[J].实验技术与管理,2019,36(4):25-27.
- [8] 王清亮,任恒峰.基于兴趣驱动和创新能力培养的实验教学改革[J].教学研究,2020(7):87-89.
- [9] 李鹏,李志坚,马杰.课程思政的关键在于“潜移默化”和“润物无声”——大学物理课程开展课程思政的实践与思考[J].物理与工程,2022,32(1):184-189.

Exploration on the Mode of Modern Physics Experiment Teaching Process

CHEN Donghai MA Songshan DUAN Yuxia OUYANG Fangping

(School of Physics and Electronics, Central South University, Changsha, Hunan 410083)

Abstract: Taking the practice of Modern Physics Experiment in Central South University as an example, this paper explores a relatively stable and dynamically adjustable experimental teaching mode according to the characteristics of the course. Starting from the fundamental task of moral education, the curriculum ideological and

political is integrated into the modern physics experiment teaching; Implement the teaching concept of “students as the main body”, set up experimental teaching projects in combination with students’ needs, and students can choose experimental projects independently in the form of study groups and research groups to stimulate students’ interest in learning and sense of subjectivity; Implement the concept of “teacher led”, maintain an open attitude towards the specific teaching methods in the classroom, and seek the unity of the commonness and individuality of different experimental teaching contents. At the same time, teachers’ scientific research achievements and physical experiment competitions are connected in experimental teaching to cultivate students’ physical thinking and scientific research literacy, so as to achieve the goal of comprehensively improving the experimental teaching effect.

Key words: dynamic adjustment; guided course for selection; curriculum ideological and political; team up to select courses; competition selection

(上接第4页)

参考文献

- [1] 张玉. 新时代高校青年教师教学与科研的再平衡[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(21): 287 - 288.
- [2] 康健, 唐欣. 双重螺旋: 基于两课融合背景的项目驱动式翻转课堂教学模式研究[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(19): 162 - 164.
- [3] 许万业, 宋立伟, 马娟, 等. “电磁场与电磁波”教学中的案例启发式实践[J]. 电气电子教学学报, 2021, 20(19): 162 - 164.
- [4] 蔡奇, 吕文俊, 吕云鹏. “电磁场与电磁波”教学方法再探[J]. 电气电子教学学报, 2022, 44(3): 110 - 113.
- [5] 周荣斌. 推动课堂与课题的深度融合[J]. 思想政治课教学, 2018(5): 27 - 29.
- [6] 李晓燕, 张禹. 基于 MATLAB 实现电磁场与电磁波模拟[J]. 电气电子教学学报, 2016(38): 144 - 147.

A New Idea on the Teaching Design of Electromagnetic Field and Electromagnetic Wave Curriculum under the Background of “Integration of Scientific Research and Teaching”

ZHAO Xinying

(School of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119)

YAN Weiqing

(School of Electronic Information and Artificial Intelligence, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an, Shaanxi 710021)

WANG Fang

(School of Physics Science and Technology, Baotou Teachers' College, Baotou, Inner Mongolia 014030)

LIANG Jian REN Liyong

(School of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119)

Abstract: How to balance the relation between the scientific research and teaching is the most important problem testing the young teachers in universities at present. In view of the development needs of higher education in the new era, we should “promote the interaction between scientific research and teaching” in order to improve the quality of personnel training and scientific research. The teaching mode based on the integration of the scientific research and teaching has become a feature and important background of higher education. Based on the “Electromagnetic field and electromagnetic wave” course, we discuss a new idea of curriculum design combining the author’s own research and teaching content in this paper.

Key words: integration of scientific research and teaching; electromagnetic field and electromagnetic wave; young teachers in universities