

# 电磁学实验课程教学创新设计\*

张平丽

(吉林师范大学物理学院 吉林 四平 136000)

(收稿日期:2023-01-30)

**摘要:**电磁学实验课程是物理学专业的一门学科基础课程,要求学生掌握电磁学常用仪器的基本原理和调试方法,使学生对基本的电磁学实验思想和方法等有一定程度的理解和认识,为进一步的理论学习、实验训练和科学研究打下坚实的基础.结合吉林师范大学的教学实践,对电磁学实验课程的教学进行了创新设计.

**关键词:**电磁学实验;教学创新;教学评价

电磁学实验是物理学专业的一门重要的专业基础课程,其实验思想和方法已渗透到物理学的各个研究领域,掌握电磁学实验思想和方法是物理工作者必备的科学素养.通过本课程的学习,能够使学生利用电磁学实验仪器设备得到与实验条件相符的结论,并提出改进措施,培养学生严谨的科学态度和分析问题的逻辑性与条理性,同时也为学生将来从事中学物理教学提供了丰富的知识、思想和方法.该课程涉及实验项目较多、实验原理复杂、初学者很难系统掌握,如何改进教学模式和教学方法,成为亟待解决的问题.

## 1 创新思路

### 1.1 学情分析

课程授课对象是物理学专业二年级学生,此阶段学生已经学习了电磁学、力热实验等学科专业基础课,具有一定的电磁学理论基础和大学物理实验思想,掌握了一定的数据处理方法,但尚未涉及电磁学实验部分,对电磁学实验思想和方法充满了好奇,但知识和技能储备明显不足.

### 1.2 教学目标

依据物理学专业培养方案,设计了电磁学实验4方面的教学目标,分别是知识构建、技能目标、素质目标和思政目标,下面是具体表述.

**知识构建:**掌握电磁学常用仪器的基本原理和调试方法,学会正确处理测量数据与分析实验误差.

**技能目标:**能够熟练处理多个电磁学物理量,具有一定的分析和解决电磁学问题的能力.

**素质目标:**培养学生运用所学知识来分析和解决实际问题的能力,培养科学思维、创新精神和严谨态度.

**思政目标:**培养学生的家国情怀和民族精神,养成精益求精的工匠品质,树立实事求是、追求真理的科学价值观.

### 1.3 聚焦问题

传统的电磁学实验教学存在以下几个痛点问题:

一是在教学过程中往往以教师为中心,生硬地将实验原理和操作方法传授给学生,教学方法手段相对落后,导致学生学习兴趣不足,参与度较低;

二是课程体系结构僵化,实验内容抽象、脱离生活实际,缺乏前沿性和时代性的探索;

三是课堂教学过程中,重视知识的传授,轻视能力的培养,忽略学生自我价值的塑造,课程育人功能不完善;

四是课程的评价方式较单一,重结果轻过程,挑战度不够,过程考核量化不足.

针对以上的痛点问题,推动本门课程的教学创新势在必行.课程团队以“学生中心、产出导向、持续改进”为创新理念,重塑教学内容,优化教学设计,提高课程的高阶性、创新性和挑战度.

\* 吉林省自然科学基金,项目编号:YDZJ202201ZYTS319;吉林师范大学博士启动资金,项目编号:0420107.

作者简介:张平丽(1986-),女,博士,讲师,主要从事大学物理教学和太阳能光电转换材料的超快动力学研究.

## 2 创新举措

### 2.1 重构教学内容

电磁学实验课程涉及实验项目多、实验原理复杂、往往会给初学者带来畏惧情绪。因此,结合师范类专业学生实际情况以及学生未来的发展需要,我们从整体上优化课程内容,重组课程结构,构建以科学素养为核心的课程体系,重构后的实验项目如图1所示。课程内容不再单单以验证性、综合性和设计性实验来区分实验项目的属性,而是纵观整个电磁学的发展史和学科前沿重构了教学内容<sup>[1-2]</sup>。精选电磁学领域具有代表性且与现代科技前沿领域相关的实验,以电学和磁学为两大主线将电磁学实验细分为预备性实验、基础性实验、综合性实验和设计性实验4个部分<sup>[3]</sup>。同时,将现代物理知识和传统经典物理知识相结合,将近代物理的内容融合到教学内容中,将电磁学实验知识与现代科学技术发展紧密结合,增加和电磁学实验紧密相关的现代物理热点专题介绍<sup>[4]</sup>。始终把培养学生的科学思维能力和创新精神贯穿到整个知识传授的过程中。并深入挖掘本课程中蕴含的思政教育元素,把思想政治教育有效融入教学实践的整个过程中,注重传播科学精神和大国工匠精神,做到润物细无声,真正做到育知和育德的有机融合。

电学基本仪器与训练	滑线变阻器的制流和分压特性研究 非线性元件伏安特性的研究
电子学基本仪器与训练	模拟示波器的使用
电学基础性实验	电流场模拟静电场 自组直流电桥测量电阻 双臂电桥测低电阻
电学综合性实验	RLC串联电路的暂态过程 RLC电路的谐振现象
电学设计性实验	伏安法测电阻与电表内阻 简易万用电表的设计与校准 电位差计校准电表
电磁学综合性实验	霍尔效应 用霍尔传感器测量载流线圈的磁场 用霍尔元件测量螺线管内的磁场 铁磁物质动态磁滞回线的测试

图1 电磁学实验课程教学内容重构

落实到具体的课程内容设计中,以电学和电子学基本仪器与训练为基础,进而引申到电磁学综合性实验探究与设计,以基本原理和典型实验现象为主题,同时融科学素质和课程思政教育于课程教学中,注重知识的扩展和深化,注重抓住一些典型实验

内容突破的过程进行深入探索,阐述科学家是如何应用猜测和假设提出科学问题,并利用科学思维、创新思维和逻辑思维做出关键性突破。同时,还会根据具体实验内容探讨一些与生活实践和科学前沿领域相联系的知识。例如,我们在讲授铁磁物质动态磁滞回线测试这一实验时,会介绍各种铁磁材料目前在磁存储器、航空航天和机器人等领域的应用以及巨磁阻效应等科学前沿知识;在讲授伏安法测二极管特性实验时,介绍目前有关发光二极管发光材料的前沿知识及其应用;在讲授霍尔效应及其应用实验时,会介绍量子霍尔效应、分数量子霍尔效应以及薛其坤院士领衔团队发现的量子反常霍尔效应等科学前沿领域知识,使学生们了解即使是在零磁场中也能实现量子霍尔效应,培养学生的科学思维和探索精神。而在讲授电磁学综合性实验时,介绍变化的电磁场在实际生活领域如电磁炉的应用等。

### 2.2 改善教学方法

由于电磁学实验课程内容系统性强,实验内容抽象,实验原理复杂,学生学习的难度较大,对电磁学实验的学习有畏惧情绪,所以,在教学过程中主要采用学生主动学习为主、教师教学为主导的教学方法,始终将学生创造性思维能力的培养贯穿于教学的全过程。同时根据教学内容的特点,开展启发式、类比式、讨论式、研究式<sup>[5]</sup>等教学方法,启发学生发现问题、分析问题和解决问题,引导学生领悟物理实验思想,掌握电磁学实验涉及的基本原理、实验设备和实验方法,建立辩证唯物主义世界观,培养学生的创新精神和科学素养。落实到具体的实施方式上,例如,在讲解霍尔效应实验时,首先介绍利用对称测量法消除副效应影响,其他的系列实验如用霍尔元件测量载流线圈轴线上的磁场和螺线管内的磁场则留给学生在课堂上来探索,实现启发式教学;而在讲解双臂电桥测低电阻实验时,教师可以通过与惠斯通电桥测电阻的类比结合来讲,这样既可以使学生更好地区别二者所适用测量电阻范围的不同,又可以加深对二者实验原理的理解和掌握;对于部分较简单的实验,要求学生利用现有的仪器设备自主设计实验,探究实验结果,培养学生的创新思维和探究精神。

在教学手段上,课程团队结合“学生中心、产出导向、持续改进”的教育理念,构建了基于“数字化

信息平台+微课技术手段+翻转课堂”的混合式教学模式,将教学过程划分为课前预习、课堂教学、课后复习3个环节。课前预习环节,教师端通过信息化网络渠道发布微课教学资源、学生端自主预习,观看视频课件,完成测验和实验预习报告,此过程侧重基本概念和实验原理的学习和理解。课堂教学采用翻转课堂、随堂练习、小组讨论、实验探究和虚拟仿真实验等开展研讨式教学,创设教学情境,并利用生动形象的情境引导学生展开相应实验的探究,侧重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。课后复习环节,教师端利用数字化信息交流平台答疑解惑,分析数据,掌握学生实验数据处理情况和实验报告撰写情况,及时指出学生的学习问题,以加深对教学内容的理解,侧重培养学生实验后的反思。学生端完成实验报告和相应测验,开展拓展研究和分组探究,学以致用,开展教师评价和生生互评,从而实现课前、课中及课后教学的无缝衔接,构建师生学习共同体。

### 2.3 多维教学评价

传统教学模式下实验课程考核方式的主要形式是课堂表现和实验报告,这种考核形式主要检验学生对实验内容的理解和掌握情况,对于学生拓展思维及所学知识运用到实践的能力难以考核。为了改变这种单一化考核模式,我们在教学实践中强化过程性考核,设计多元化考评体系,主要采用过程评价与总结性评价相结合的方式,过程性考核主要包括课前预习情况、随堂练习、专题讨论、虚拟仿真、实验操作、实验报告、课程实践情况等。专题讨论环节主要通过设置学科前沿领域相关课题,考查学生对学科前沿知识、新技术、新成果、新发展的了解程度;课程实践环节通过布置运用所学知识自主设计探究实验,录制实验视频,考查学生拓展思维和运用所学知识解决实际问题的能力。

本课程通过过程性评价和总结性评价相结合建立了一套科学全面的电磁学实验课程考核评价体系,以考促学。过程性考核方式改变了以课堂表现和实验报告撰写情况评定学生成绩的传统办法,这种考核办法不仅能考核学生拓展思维和运用所学知识解决实际问题的能力,同时也能促进学生对学科前沿领域知识的探索和掌握,极大地激发学生的学习兴趣。

## 3 创新成效

### 3.1 学生成效

通过电磁学实验课程的教学创新设计,学生的实验能力有了较大幅度的提升和锻炼。基于该课程,课程教学团队指导本科生参加2021年第七届全国大学生物理实验竞赛获得国家级二等奖1项、三等奖1项;2021年第三届吉林省大学生物理实验竞赛获得省级一等奖3项,二等奖3项;2022年第四届吉林省大学生物理实验竞赛获得省级一等奖1项,二等奖3项,三等奖2项。

### 3.2 教师成长

同时,电磁学实验课程创新设计实施过程中,教师的教学能力也得到了提高。基于该课程,课程主讲教师获得2022年第七届全国高等学校物理基础课程(实验)青年教师讲课比赛吉林赛区二等奖,东北赛区二等奖;课程团队成员获得2018年第四届全国高等学校物理基础课程(理论)青年教师讲课比赛吉林赛区一等奖,东北赛区三等奖,吉林省首届超星杯智慧课堂教学大赛二等奖等奖项。

## 4 教学反思

本课程采用的混合式教学模式,结合一些数字化教学资源以及手段,对现有教学内容和教学设计进行创新,实现课前、课中、课后3个环节的紧密配合,能有效地提高学生的学习兴趣,培养学生的创新思维能力。相对于传统课堂来说,学生更偏好于混合式教学模式,这种教学模式对提高学生学习兴趣方面起到了积极作用。但是,在教学设计和实施流程上还存在提升空间,例如在互动技巧的应用、业界发展最新成果的运用、智慧教学环境强大功能的利用、思政元素案例的引入等。整个教学过程中,我们注重思考和反省教学过程中存在的问题,留意教学中的闪光点和小瑕疵,及时捕捉并记录点点滴滴的想法,通过教学的反思,指导教学并优化教学,教无止境,在教学实践过程中逐步提高教学能力,追求真正的教学艺术。

### 参考文献

- [1] 赵凯华,陈熙谋. 电磁学[M]. 4版. 北京:高等教育出版社,2018.
- [2] 梁灿彬,秦光戎,梁竹健. 电磁学[M]. 4版. 北京:高等教

育出版社,2018.

19-23.

[3] 刘惠莲. 大学物理实验[M]. 北京:科学出版社,2013.

[5] 朱家昆,蔡亚璇,陈勇,等. 类比法在大学物理电磁学教

[4] 孟旭东. 电磁学教学改革与实践[J]. 物理通报,2019(5):

学中的运用[J]. 教育教学论坛,2017(11):199-200.

## Innovative Design on Electromagnetics Experiment Course Teaching

ZHANG Pingli

(School of Physics, Jilin Normal University, Siping, Jilin 136000)

**Abstract:** Electromagnetism experiment is a basic course of physics major. It requires students to master the basic principles and debugging methods of commonly used electromagnetic instruments, so that students can have a certain degree of understanding and knowledge of basic experiment ideas and methods of electromagnetism, and lay a solid foundation for further theoretical learning, experimental training and scientific research. Combining with the teaching practice of Jilin Normal University, an innovative design of electromagnetism experiment course is carried out.

**Key words:** electromagnetics experiment; teaching innovation; teaching evaluation

(上接第30页)

## Research on the Influence of Fluid Resistance and Ejection Height on the Motion Law of Projectiles

YI Wan ZHOU Qi

(School of Physics and Electronics, Hunan University of Science and Technology, Hunan, Xiangtan 411201)

LU Zhenyan

(School of Physics and Electronics, Hunan University of Science and Technology, Hunan, Xiangtan 411201)

(Hunan Provincial Key Laboratory of Intelligent Sensors and Advanced Sensor Materials, Xiangtan, Hunan 411201)

MA Zhijun ZHOU Haixia

(School of Physics and Electronics, Hunan University of Science and Technology, Hunan, Xiangtan 411201)

**Abstract:** Starting from the dynamic equations, the effects of resistance magnitude and projectile height on the optimal projectile angle are quantitatively analyzed. It is shown that when the resistance coefficient is not zero and given the projectile altitude, the optimum projection angle first rises sharply with the initial velocity, and decreases gently and monotonically after reaching a certain maximum. When the resistance coefficient is kept constant, the changing behavior of the optimum projection angle with the initial velocity is closely related to the projectile altitude. However, regardless of any non-negative value of the resistance coefficient and the projectile altitude, the optimum projection angle of the projectile motion is less than the 45-degree angle of the ideal situation. In addition, while the other parameters remain unchanged, the optimum projection angle of the projectile motion decreases monotonically as the projectile altitude and the resistance coefficient increase.

**Key words:** projectile motion; resistance; projectile altitude; optimum projection angle