

《电磁学》课程教学改革实践

袁慧敏

齐鲁师范学院物理与电子工程学院

摘要: 电磁学课程教学改革秉承“夯实基础,强化能力,德育为先,个性发展”的教学理念,充分利用智慧树、学习通丰富的教学资源,营造自主、合作、探究的学习环境,线上线下、课内课外互联互通。利用 GeoGebra 软件制作电磁学动画,把抽象问题形象化;以电磁学在生活中的应用引入课题,理论联系实际;渗透专业思想,反映科研前沿;融合课程思政,讲述物理学家的故事;小组互助学习,自主选择实验项目,实施分层教学;注重过程考核,开展多元评价。电磁学课程教学改革以来,电磁学课程目标达成度和学生评教成绩逐年提高,学生竞赛获奖和考研率提升迅速。

关键词: 电磁学;教学改革;GeoGebra 软件;课程思政;混合式教学

DOI: 10.65976/3080-0374.2026.05.064

引言

《电磁学》是物理学专业的基础课,是连接中学物理与大学物理的桥梁课,也是物理学专业的核心课程之一,在大一下学期开设,是后续电工学、电动力学、量子力学等诸多课程的先修课程。电磁学是研究电磁现象及其规律的一门学科,与人类科技发展息息相关,是信息技术的“生命线”、能源科技的“动力源”、前沿科技的“突破口”。2023年教育部印发了《关于深化新时代高等学校评估改革方案》,方案指出高校教学既要关注教学质量,也要重视科研反哺教学、学生发展等维度^[1]。据此,结合《电磁学》教学实践,立足物理学专业人才培养目标,通过系统化地教学创新实践,旨在培养具备扎实理论基础、较强实践能力、高尚道德情操和鲜明个性特长的高素质人才。

一、传统电磁学教学存在的问题

电磁学课程知识体系经典,理论性强,枯燥难懂;研究方法抽象,宏观与微观并存,抽象思维能力要求高;知识点琐碎,内容结构错综复杂,知识层次互相影响。大一学生基础知识薄弱,高等数学知识欠缺,但是求知欲强,思维活跃。电磁学这种知识枯燥、难以理解与学生基础相对薄弱的矛盾导致了传统电磁学课堂存在如下4个问题^[2]:

(一) 教学内容方面

电磁学作为一门经典物理学课程,课程体系结构僵化,多遵循“静电场—稳恒磁场—电磁感应—电磁场与电磁波”的线性知识结构,内容编排注重了理论的完整性,忽视了学生已有知识的衔接,学生学习难度大,

容易出现畏难情绪。理论内容居多,脱离了生活实际,缺乏前沿性内容,学生难以理解电磁学课程的学习价值,导致学习兴趣不高。如:在讲解“高斯定理”时,侧重公式的推导和在理想化模型(如:均匀带电球面、无限长直导线、无限大平面等)中的应用,忽视了学生高等数学中积分知识的欠缺,导致学生不能灵活地应用高斯定理求解不同模型的电场强度,应用所学知识解决问题的能力难以提高。同时,教学内容与生活实际联系不够密切,如与静电场有关的静电除尘、静电纺丝技术、生物医学中的电泳技术等教材中均没有涉及。

(二) 教学模式方面

传统的电磁学教学过程中多以教师为中心,采用知识范式的教学模式,学生被动接受、参与度低,缺乏主动思考^[3]。对不同学生而言,他们的基础知识、学习能力和将来的职业规划各不相同,有的学生计划继续深造,需要扎实掌握电磁学的理论知识,能熟练求解相应习题;有的同学思维活跃,更注重电磁学知识在实际生活中的应用;还有的同学对与电磁学有关的交叉学科,如电磁生物效应等内容更感兴趣。电磁学实验教学多以验证性实验为主,老师给出固定的实验步骤,学生“照猫画虎”,缺乏思考,创新能力得不到锻炼。统一的教学内容和教学进度无法满足不同学生的个性化需求,基础薄弱的同学可能会因为跟不上进度产生厌学情绪,学有余力的同学不能获得进一步提升的空间,难以发挥自己的特长和潜力。

(三) 德育功能渗透方面

理工科课程教学中普遍存在“重智育、轻德育”

基金项目: 山东省本科教学改革研究项目“基于能力范式的近代物理实验教学方法改革研究”(项目编号: M2020155)。

作者简介: 袁慧敏(1979—),女,博士研究生,副教授,研究方向为物理学。

的现象,《电磁学》课程也不例外,轻视了学生能力的培养和价值塑造,育人功能不够完善。对于电磁学中出现的伟大的物理学家,往往只介绍其发现的理论内容,却很少提及他们不畏艰难、坚持探索、严谨求实的科学家精神。此外,也很少提及我国科学家在电磁领域的突破,难以激发学生的家国情怀和民族自豪感。

(四) 评价体系方面

课程评价方式单一,主要以期末考试这种结果性评价为主,忽视了过程性评价和表现性评价,考核标准不够清晰。这种单一的评价方式无法全面、客观地反映学生的综合素质,不利于学生的个性化发展。

二、电磁学课程创新实践路径

秉承“夯实基础,强化能力,德育为先,个性发展”的教学理念,教学过程中,按照教育部师范认证的要求,深耕 OBE 理念,强调以学生为中心,围绕培养目标和全体学生毕业要求的达成进行资源配置和教学安排^[4],以厚植学生的物理基础,强化学生的创新能力,以教师职业标准严格要求,同时遵从学生个性发展,强调专业教学设计和教学实施以学生接受教育后所取得的学习成果为导向。我们从教学内容、教学手段和教学评价三个方面对电磁学课程进行了改革创新实践。

(一) 重构教学内容

根据教学实际情况删除或简化了部分教学内容:

①教材中与高中知识重复的知识点,如:电荷、直流电路等;②与后续课程重复的内容,如暂态过程和交流电路部分内容将在《电工学》课程中进行讲授;③根据我校学生实际情况,难度系数较大并对后续学习没有影响的内容,如电介质中的边值关系、似稳电磁场和集中参量似稳电路等内容。这些内容的简化为新添加的内容提供了时间上的支持。

为了将 100 年前的理论讲出物理特色和时代新意,在教学中补充了部分教学内容。主要包括:①为了解决部分同学高中物理内容不够扎实造成的知识衔接不足,在课程开篇增加了预备知识模块,包括高中物理课程中的电磁学知识、数学中的微积分知识、力学中的矢量分析等内容。并将这部分内容放入了我们的课程资源中,供学生随时复习查看。②融入物理学史和物理学家的故事拓展知识广度。通过物理学史、中外物理学家的励志故事,陶冶化育,培养学生严谨、细致、不畏艰辛、勇攀高峰的科学精神和大教育家精神^[5]。比如“电学之父”法拉第打破“出身决定成就”的桎梏,证明了“自学+热爱+坚持”是通往科学殿堂的核心之路。麦克斯韦是如何受到法拉第的影响提出位

移电流假说,静电场强度与距离平方反比的来历等。学生从物理学家身上能深切感受到锲而不舍的科学精神和严谨认真的科学态度。③引入生活实际和科研热点增加知识深度。小到日常生活中的电磁炉、微波炉,大到磁悬浮列车、GPS 卫星导航都蕴含了丰富的电磁学知识。这些内容可以激发学生的学习兴趣,解决了教材内容陈旧,理论脱离实际的问题。讲到超导这部分内容时,将我们山东老乡薛其坤院士 2025 年发表在人民日报的文章《超导:让电流“零阻力”奔跑的奇迹》展示给学生,认识科技对社会、生活的重大推动作用,在潜移默化中结合教学知识点自然的展开,培养学生的家国情怀与社会责任感。④挖掘演示动画,巧用类比归纳。电磁学理论性强,内容抽象难懂,授课过程中以动画的形式展示物理模型,将抽象的问题形象化。特别是“场”的概念看不见、摸不着,很多同学不理解。我们引用了河南科技大学王翠老师制作的 GGB (GeoGebra) 动画^[6-7],其动态演示和三维可视化的功能,学生可以直观地观察到场线的分布和变化;感应起电机、回旋加速器、霍耳效应等内容,详细的理论介绍和静止的图片不利于学生的理解,演示动画可以帮助学生形成感性认识,激发学生对电磁学学习的渴望。电磁学中的电学和磁学就像一个硬币的两面,既有统一的地方,因其“源”不同导致性质也不同,应用类比法讲授磁学部分,可以起到意想不到的效果。讲到磁学的环路定理时,类比电学的环路定理,展示右旋与左旋的对称美,既降低了记忆难度,又让学生体会到了枯燥的理论知识之外蕴含的丰富内容。

(二) 创新教学手段

1. 建设智慧课程,开展学生为中心的混合式教学

以学生为中心,构建多样、分层、递进的混合式教学^[8-9]。近几年,我们先后在智慧树平台和学习通平台建设了《电磁学》和《电磁学实验》的网络课和智慧课程。学生通过线上资源进行课前预习和课后自测,测验结果通过 AI 批改,及时给出反馈,具体教学模式如图 1 所示。

课前设置生活化的情景确定本节课的学习目标,在智慧树平台发布学习任务单,学生预习并进行自测,自测题以选择题和判断题为主,及时将成绩反馈给学生。课堂上通过影视资料或物理学家的事迹引入课题,老师在讲解完概念、定理之后,通过雨课堂平台发布测试题目,检查学生的学习成效。增加技能展示环节,老师首先对典型例题进行讲解,其余相似的题目由学生讲解。学生讲授时需要将电磁学理论掌握扎实,对解题过程了然于胸,做到“知其然,知其所以然”。同时提高了师

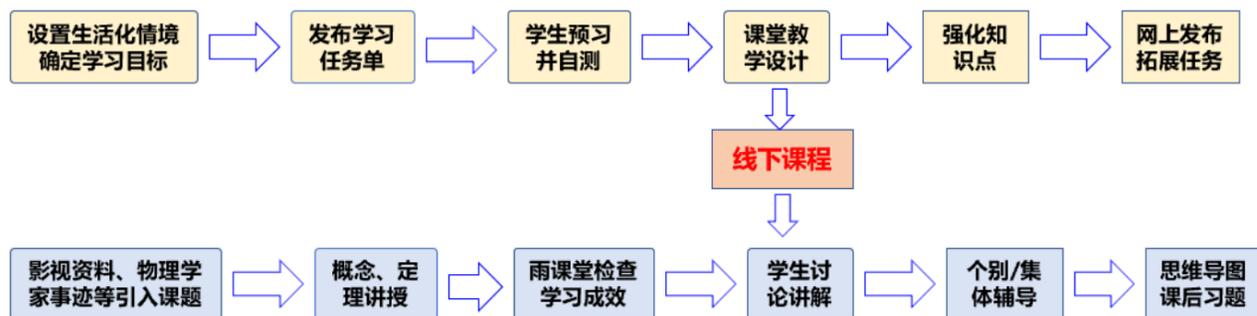


图1 线上线下混合式教学模式设计

范生的从业技能,为将来成为中学物理骨干教师打好基础。课堂上来不及讲授的同学提交讲课视频,作为表现性评价的一部分。同时实行同伴互助教学法,对有争议的问题以小组为单位开展讨论,各抒己见,有利于学生发散思维和创新能力的培养。课后,学生通过学习通平台的智慧课程,针对自己薄弱的知识点进行复习巩固。同时,平台发布了众多物理学家、电磁学在实际生活中的应用、与电磁学有关的前沿科技的视频资料,有效提升了学生的学习主动性和成就感。

2. 电磁学实验课程实行“分层”实验教学,学生自主选择实验项目

电磁学实验减少了验证性实验项目,增加设计性实验和综合性实验,学生“分组同伴互助”(预习、讨论、实验操作)^[10]。课前,学生通过智慧树平台的电磁学实验网络课视频提前预习实验原理、了解实验仪器、弄清实验细节和注意事项。课堂上,学生自主选择实验项目。以电阻测量实验为题,提供不同的仪器(如:伏安特性测试仪、电桥等)供学生自主选择,学生可以用伏安特性测试仪通过测量电阻的伏安特性计算电阻值,也可以通过惠斯登电桥法用直流电桥测量电阻值。学生在预习的基础上以小组为单位进行自主选择。同时,设置必做实验和选做实验,实行“分层教学”,满足学生的个性化学习。选做的实验内容经过老师精心挑选,学生需要跳一跳才能够到,对于学有余力的同学来说是很好的锻炼机会。用伏安法测量电阻后可以继续测量二极管的伏安特性,电桥法可以继续做铜电阻温度系数测量的实验。选做实验的重点和难点部分在小组讨论汇报的基础上由老师进行总结后学生再动手操作。为了弥补由此带来的实验项目不足的问题,引入了虚拟仿真实验,并为实验动手能力强、要求进步的同学安排了教师的科研实验,部分学生在电磁学实验结束后选择了自己感兴趣的课题加入老师的课题组,为参加大学生物理实验比赛、创新创业项目做准备。

3. 充分利用现代信息技术和人工智能

人工智能的发展为课堂教学提供了各种便利,我

们在智慧树平台录制了以章节为单元的视频课程,设置了难度系数较低的选择题和判断题,方便学生预习自测。同时,在学习通平台构建了知识图谱,共录制了158个知识点,设置了难度系数较高的计算题和思考题,供学生课后复习巩固。在课程资源部分,建立了物理学家资源库、生活中的电磁学资源库和科技前沿资源库。课堂上提到的科学家、学科前沿信息都以视频的形式呈现,课上课下融入德育元素。依托雨课堂平台开展课堂互动,通过发送单选、多选、简答等题目,提高课堂参与度的同时及时了解学生的学习情况,夯实学生的专业基础。利用GeoGebra软件构建物理模型,进行直观动态的演示,帮助学生建立清晰的物理图像。GeoGebra软件也可以应用到电磁学实验的教学过程中,模拟实验图像进行数据分析。

(三)采用多维多元过程性评价与定性定量结果性评价相结合

课程评价在课程实施中发挥着激励、导向和监督的作用。电磁学课程评价打破“一考定终身”的评价模式,构建了“过程性评价+表现性评价+结果性评价”的多元评价体系^[11]。其中过程性评价包括学生线上、线下作业的完成情况、课堂表现、实验报告、课程论文等,关注学生的学习过程,占总成绩的30%,激励学生注重学习过程;表现性评价包括小组讨论、课堂展示、实验操作等,主要以组间评价、组内学生互评为主,老师参评,占总成绩的20%,促进学生之间的交流与学习;期末考试为主的结果性评价采取教考分离的模式,请兄弟院校的老师命题,既可以进行教研交流又可以客观测评教学效果,更加真实地检测学生对知识的掌握情况。采用以课程目标为导向的评分标准,制定清晰合理、客观量化的评分细则,考核和评价学生学习过程各环节。

三、课程教学改革效果

(一)基础知识更加扎实

通过优化教学内容、创新教学手段和方法,将枯燥的电磁学知识与生活实际相结合,利用AI动画将抽

象的内容进行三维动态演示,利用信息化手段快速检测反馈学生学习效果,学生的学习兴趣 and 课堂参与度明显提高。学生评教反馈认为教师把“场”讲得透彻和形象,例如通量和环量的物理意义,把抽象的东西通过实际生活中的具体类比和动画展示,解决了场的数学描述等教学难点问题。经过几轮次的定量定性分析课程目标达成情况,对标分析存在问题及成因,有针对性地提出切实可行的改进措施,持续优化教学内容,改进教学方法,学生成绩和课程目标达成度逐年提高,后续课程老师反馈学生电磁学基础扎实。

(二) 综合能力显著提升

电磁学课堂教学中的技能展示环节提高了师范生的从业技能;电磁学实验小组协作探究有效培养了学生的科学探究能力和独立思考解决问题的能力。近四年,物理学专业学生在大学生物理创新大赛、大学生物理实验大赛、山东省师范生从业技能大赛、大学生物理学术竞赛等各大赛事获奖 100 余项。学生考研率和就业率逐年攀升,22 届到 25 届物理学专业学生的考研率分别为:29%,37%,42%,46%,就业率 90% 以上,毕业学生受到了用人单位的欢迎与好评。

(三) 德育效果有效彰显

国内外物理学家的故事、科研前沿等教学内容都是课程思政的切入点,引导学生严谨求实、探索创新的科学家精神和自强自立、报效祖国的家国情怀;磁场内容与电学内容的类比讲授培养了学生对立统一的辩证思维;小组讨论培养了学生团结合作的精神。课程思政的内容如盐入水、在潜移默化中结合教学知识点自然展开。课后的调查问卷和单独访谈显示,学生更深入地理解了电磁学发展史,知道了教师自身的科研工作与电磁学的联系,了解了很多教材中没有的科技前沿和历史,学生感觉不仅学到了知识,也提升了人生观、价值观和世界观,德育效果得到了有效彰显。

(四) 个性化发展需求得到满足

自主分层实验教学和多元化的评价体系可以让学生根据自己的兴趣和发展需求开展学习,个性特长得到了充分发挥。大学生创新创业训练计划项目实现了从无到有,从校级到国家级的突破。

四、总结与展望

电磁学课程教学改革以“夯实基础,提升能力,德育为先,个性发展”为指导理念,教学内容上根据

学生实际情况删除了与高中物理、后学课程相重复的内容,增加了物理学家的生平事迹、电磁学在生活中的应用、前沿科技等内容。建设电磁学和电磁学实验网络课程,开展“线上线下混合式教学+分层自主实验+多元化评价”的个性化模式,渗透“科学家精神+家国情怀+职业道德”的德育元素,有效解决了传统教学中基础不扎实、能力培养不足、德育缺失、个性发展受限等问题,显著提升了学生的知识掌握度、综合能力和道德素养,实现了“立德树人”与“能力培养”的有机统一。

在后续的《电磁学》教学过程中,我们将继续完善教学内容,创新教学方法,不断探索人工智能赋能的电磁学课程教学模式,使《电磁学》课程更好地发挥基础课程的作用。

参考文献:

- [1] 迟威娜. 高校五育融合的实践困境与路径创新研究 [J]. 牡丹江大学学报, 2025,34(11):78-85.
- [2] 黄武英, 卢悦, 朱超等. 师范类物理学专业电磁学课程教学改革探索 [J]. 大学教育, 2017(5):27-28.
- [3] 林松柏. 转换高等教育范式构建应用型人才培养体系 [J]. 齐鲁师范学院学报, 2017,32(3):1-5.
- [4] 史少辉, 纪登辉, 王铁宁等. 基于 OBE 理念的师范生培养体系构建——以石家庄学院物理学专业为例 [J]. 石家庄学院学报, 2025,27(6):148-154.
- [5] 齐丽晶. 浅谈电磁学课程中的思政改革 [J]. 大学物理实验, 2021,34(4):143-144.
- [6] 王莹. 便携式物理演示实验的开发、制作及其应用 [J]. 物理与工程, 2017,27(5):33-39.
- [7] 王家伟. GeoGebra 在高中物理可视化教学中的应用研究 [D]. 河南大学, 2024.
- [8] 王翠芳. 应用型人才培养模式下高等数学混合式教学改革探索 [J]. 齐鲁师范学院学报, 2018,33(3):27-30.
- [9] 何科荣, 舒春花, 胡伟等. 线上线下融合的电磁学 BOPPPS 教学改革研究 [J]. 中国教育技术装备, 2025(2):59-63.
- [10] 曾丽娟. 应用型人才培养背景下的《电磁学实验》课程改革探究 —— 以遵义师范学院为例 [J]. 遵义师范学院学报, 2019(6):46-48.
- [11] 张平丽, 徐仕聃, 邓健男等. 电磁学课程教学改革与创新设计 [J]. 物理通报, 2024(5):27-30.