工程案例与场分布可视化融合的《工程电磁场》教学改革探索

刘长乐
贵州民族大学物理与机电工程学院，贵州 贵阳 550025
DOI: 10.61369/ETR.2026280006

摘　　要： 《工程电磁场》是电气、电子、自动化等工科专业的主干基础课，既有理论性强、抽象难的特性，又有很强的工程应用性，是连接基础物理和工程实践的重要课程。该课程的公式推导复杂，场域的概念抽象，无形的电磁场难以被感知，长久以来存在教师难教、学生难学等教学问题。传统的教学模式以理论公式的讲授为主，缺少工程场景的支撑和直观的可视化展示，学生不能很好地掌握电磁场分布规律。本文从《工程电磁场》课程角度出发，分析当前课程教学现状，并提出具体的教学改革对策，旨在解决课程过于抽象而难以理解的问题，调动起学生的主动学习积极性，培养学生具有工程思维和实践操作技能，为新时代工科专业基础课程教学改革提供借鉴。

关 键 词： 工程电磁场；工程案例；场分布可视化

Exploration on Teaching Reform of Engineering Electromagnetic Field Integrating Engineering Cases and Field Distribution Visualization

Liu Changle
School of Physics and Electromechanical Engineering, Guizhou Minzu University, Guiyang, Guizhou 550025

Abstract: Engineering Electromagnetic Field is a core basic course for engineering majors such as electrical engineering, electronics and automation. It is characterized by strong theoreticality, abstractness and difficulty, as well as strong engineering applicability, and serves as an important course connecting basic physics and engineering practice. The course involves complex formula derivations and abstract concepts of field domains, and the intangible electromagnetic field is difficult to perceive. For a long time, there have been teaching problems such as difficulties for teachers to teach and students to learn. The traditional teaching mode focuses on the teaching of theoretical formulas, lacks the support of engineering scenarios and intuitive visual display, making it difficult for students to grasp the distribution laws of electromagnetic fields. From the perspective of the Engineering Electromagnetic Field course, this paper analyzes the current teaching status of the course and puts forward specific teaching reform countermeasures. It aims to solve the problem that the course is too abstract and difficult to understand, mobilize students' enthusiasm for active learning, cultivate students' engineering thinking and practical operation skills, and provide references for the teaching reform of basic courses for engineering majors in the new era.

Keywords: engineering electromagnetic field; engineering cases; field distribution visualization

引言

随着新能源电力、智能电网、无线通信、电磁兼容等电气电子行业的迅速发展，电磁场理论在工程上的应用也变得越来越广泛，对工科专业学生电磁场分析、仿真和工程应用的能力要求也越来越高。《工程电磁场》是一门研究电场、磁场、电磁场分布规律以及工程应用的一门基础课，它所包含的理论知识被广泛地应用到电力设备的设计当中、电磁干扰的抑制上、无线电能的传输以及天线的设计等众多工程中，是培养大学生工程核心素养和工程实践能力的重要途径。本文以课程教学为出发点，对《工程电磁场》教学中出现的问题进行系统的梳理，在此基础上探索将真实的工程案例同场分布可视化技术相结合进行教学改革的方法。

一、《工程电磁场》教学现状

（一）教学模式固化

目前大多数高校《工程电磁场》课程仍然采用传统的教学模式，即理论讲授加课后习题的教学方式，课堂教学以教师为中心，主要进行公式推导、定理证明、理论计算的教学，教学内容过于侧重于学术化、理论化，缺少对工程场景的融合和延伸。课程教学中，教师重知识点的完整性、逻辑性，轻视工程应用的价

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

值，很少以电力输电、电气设备、通信天线等真实工程案例为载体，对知识点进行剖析和讲解[1]。学生只学会了抽象的理论公式和计算方法，不知道电磁场理论在工程中的应用场合、解决的主要问题、工程设计中受到的限制条件，存在“学理论、不会用、不懂用”的学习困境。同时课程实践教学环节欠缺，大多数院校只安排一些验证性实验，并没有形成综合性、设计性、工程性的实践项目，学生不能借助实操来巩固所学理论知识，也不能锻炼自身的工程分析能力。理论教学与工程实践相脱离，造成学生缺乏工程思维，不能适应后续的工程课程学习以及工程岗位的要求，背离了工科应用型人才的培养方向[2]。

（二）课程内容抽象

《工程电磁场》课程的主要难点就是研究对象是无形的，理论体系也是抽象的。电场、磁场、电磁场都是无形的物理场，它们的空间分布、强弱变化、矢量性质是看不见摸不着的，梯度、散度、旋度、边界条件这些场论概念对学生的数学、矢量知识要求很高。课程中出现很多复杂的偏微分方程推导、场域计算，数学运算量大、逻辑联系紧密，对数学基础不好的学生来说难度很高[3]。传统的教学只用文字、公式、静态插图来解释电磁场分布的规律，不能把电磁场空间分布、传播特性、变化规律动态地展示出来，学生只能被动地记住理论知识，不能形成深刻的场域认识。长时间的抽象理论学习很容易造成学生产生枯燥感和畏难情绪，学习的主动性、积极性急剧下降，产生厌学、弃学的倾向，极大地影响了课程的教学效果和人才培养的质量[4]。

（三）教学手段单一

信息化教学的普及使得仍有部分高校的《工程电磁场》教学手段还比较传统，只是用 PPT、板书、静态图片进行教学，没有使用现代的仿真可视化教学工具。传统的静态教学模式不能显示电磁场动态分布、场强变化、矢量方向、不同的工况下电磁场场域的变化情况。以特高压输电线路的工频电场分布、电力电缆的磁场耦合、天线的辐射场特性、带电设备的电场畸变等工程问题为例，仅用理论推导和静态图片，学生很难理解其中的主要规律。教学手段的限制造成课堂教学缺少感染力，知识点讲解枯燥无味，学生不能形成电磁场物理模型和空间认识结构，也不能把握电磁场工程应用的主要道理[5]。

二、工程案例与场分布可视化融合的《工程电磁场》教学改革对策

（一）重构教学内容体系

第一，针对传统教学理论脱离工程实际的状况，从工程教育认证标准和行业岗位需求出发，重新构建课程教学内容体系，打破以往按理论知识点划分的教学模式，创建起“知识点”加“工程案例”的模块化教学体系，把真实的工程案例全部融入到课堂教学的各个环节中。按照电气电子行业主流工程场景，选取特高压输电电磁场分布、电力变压器电磁耦合、无线电能传输磁场特性、基站天线电磁辐射、电气设备电磁干扰抑制、电缆绝缘电场分析等典型工程案例，把核心知识点准确地匹配到实际的工程场景中去[6]。

第二，工程案例作为载体来拆解理论知识点，抛弃单一的公式教学模式。讲解静电场梯度和场强分布知识点的时候，给出高压输电线路绝缘子电场畸变工程案例分析，对绝缘子表面电场集中、局部放电的原因进行解释，讲解非均匀电场的分布规律和工程防护措施，讲解时变电磁场和电磁波传播知识点的时候，用 5G 基站天线辐射、雷达电磁探测等工程案例拆解电磁波辐射、传播、衰减的核心原理，讲解电磁感应和磁场耦合作用知识点的时候，依靠电力变压器、互感器设备案例来解析磁场耦合作用规律以及设备设计原理[7]。

第三，更新教学内容，加入行业前沿技术和新型工程问题，增加新能源设备、智能传感、电磁兼容等新兴领域电磁场应用的案例，淘汰陈旧脱离实际的理想化教学内容。利用工程案例贯穿式教学来引导学生明白每一个知识点所具有的工程应用价值，使学生对理论来源于工程，服务于工程有深刻的认识，并逐渐养成工程思维以及问题分析的能力。

（二）引入可视化仿真技术

教师可以依靠 MATLAB、COMSOL Multiphysics、HFSS 等主流电磁仿真软件，创建场分布可视化教学体系，把无形的电磁场变成有形的二维云图、三维立体模型、动态变化动画，达成电磁场分布、强弱变化、矢量特性可视化表现，从根本上破解电磁场抽象难懂的教学难题。根据课程知识点和工程案例的特点来分分类地设计可视化仿真教学内容，使理论讲解、仿真演示、实操训练有机结合。同时，教师可以使用 MATLAB 绘制基础场论知识点对应的电磁场图像，通过编程计算出点电荷、无限长直导线、平行板电容器的电场分布云图，使学生形象地认识梯度、散度、旋度的物理意义[8]。对复杂的工程电磁场问题利用 COMSOL 仿真软件建立工程模型，对特高压输电线路工频电场、电缆接头电场畸变、天线辐射场、设备电磁干扰场等复杂场域进行仿真计算，得到动态可视化场分布模型，直观地显示不同的结构参数、工况参数下场域的变化规律。

另外，在课堂教学中，教师采取理论讲解和实时仿真演示相结合的方式，在讲完理论公式、原理之后立即进行可视化仿真演示，把理论计算的结果同仿真场分布加以比较，检验理论公式的工程适用性[9]。比如讲解输电线路电场分布的时候，用仿真展示出单回路、双回路输电线路电场分布的不同以及导线高度、分裂导线结构对电场强度的影响，使抽象的理论参数具体化。并且把仿真可视化的内容融入到课后作业和实验教学当中，让学生自主建立模型、仿真的模型进行分析，根据参数的变化来观测场域的变化，加深对电磁场规律的认识，提高仿真实践能力。

（三）创新立体化教学模式

结合工程案例和可视化仿真教学的优势，打破传统的单一课堂教学方式，创建起以课前预习、课中精讲、仿真实操、课后拓展为依托的立体化闭环教学模式，全方位提高教学效果。课前通过线上教学平台推送知识点预习课件、简化工程案例、基础仿真教程，使学生对工程场景和基本知识点有一个大概的了解，从而降低课堂上的学习难度。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

课中抛弃了重推导轻应用的教学模式，重新构造出一个工程问题导入、理论知识点精讲、可视化仿真验证、案例深入剖析的教学思路。以真实的工程问题作为切入点，引发学生的思考，之后针对电磁场理论知识进行详细的讲解，用可视化仿真来直观地证明理论规律，再从工程案例的重难点、工程约束和解决方法入手进行深入的分析，从而形成起问题驱动、理论指导、仿真验证、工程落地的教学闭环[10]。另外在课堂教学中加入课堂互动研讨环节，以工程案例中有关电磁场问题为内容进行小组讨论，在课堂上由学生自己对仿真得到的现象进行分析、提出改进方案，从而调动学生课堂参与的积极性。

课后创建拓展学习平台，推送复杂的工程案例、高级的仿真模型、行业前沿的文献，布置综合型、设计型作业，促使学生自主开展仿真建模与工程分析。结合学科竞赛、创新创业项目，让学生把电磁场仿真技术应用到电磁兼容设计、天线优化、电力设备优化等创新项目中，使知识得到更深层次的发展，能力也得到全方位的培养。

（四）优化考核评价体系

针对传统考核模式重理论轻实践、重记忆轻应用的缺陷，优化课程考核评价体系，创建“理论考核 + 案例分析 + 仿真实操 + 综合创新”多元化的全过程考核体系，对学生的理论知识水平、工程分析能力、实践创新能力进行全方位的考核。

改变以往的期末笔试单一考核方式，转变为过程性考核和终结性考核相融合的方式。过程性考核占60%，课堂互动、案例分析报告、仿真实操作、课后拓展训练、小组研讨成果等内容，考查学生知识运用能力、仿真实践能力、团队协作能力，终结性考核占40%，笔试题目减少纯公式推导、记忆类题目，增加工程案例分析、电磁场工程设计、仿真结果分析等应用型题目，主要考查学生的综合应用能力。

另外增设创新加分项，对参加学科竞赛、创新项目、发表相关成果的学生予以加分鼓励，促使学生积极地从事工程创新实践活动。多元化的考核体系冲破了应试化考核的弊端，促使学生重视工程思维和实践能力的培养，达到知识学习、能力提高、素养培育三者的有机结合。

三、结束语

《工程电磁场》课程具有抽象性、理论性、工程性等特点，所以传统的纯理论教学方式已经不能适应新时代工科人才的培养需要。本文针对目前课程教学模式固化、理论实践脱节、教学手段单一等问题，提出工程案例同场分布可视化深度整合的改革途径。经过重新构建工程化教学内容体系、采用可视化仿真教学方式、创设立体化的教学环境等方法来解决课程教学中的难点问题，并将复杂的电磁场理论具体化、理论学习工程化、课堂练习实践化。

参考文献

[1] 张楚岩 . 《工程电磁场》课程混合式教学模式探索 [J]. 中国电力教育 ,2025,(11):84-85.

[2] 于炎娟 , 吴轲娜 , 陈诚 , 等 . " 工程电磁场 " 课程跨学科知识整合的教学探讨 [J]. 教育教学论坛 ,2025,(32):17-21.

[3] 杭俊 , 李亚 , 寻丽娜 . 主线式教学法在 " 工程电磁场 " 中的应用 [J]. 电气电子教学学报 ,2025,47(3):136-139.

[4] 陈国炎 , 陈志英 , 马玮城 , 等 . " 工程电磁场 " 课程教学创新探索与实践 [J]. 电气电子教学学报 ,2025,47(2):58-62.

[5] 叶志红 . 48学时工程电磁场课程的教学内容设计与教学方法改革 [J]. 天南 ,2024,(5):172-174.

[6] 刘贺 , 冯雅婷 , 舒锐 , 等 . 工程电磁场课程教学方法研究与实践 [J]. 山西青年 ,2024,(12):84-86.

[7] 武涛 . 基于 " 记忆曲线 " 的工程电磁场教学改革实践 [J]. 科技风 ,2024,(16):36-38.

[8] 翟梦琳 , 贾逢德 , 阳云龙 , 等 . " 工程电磁场 " 课程思政教学改革探索 [J]. 纺织服装教育 ,2023,38(6):74-78.

[9] 武志涛 . 工程电磁场课程教学改革 [J]. 中国冶金教育 ,2023,(6):49-51.

[10] 蒋涛 , 曹小玲 . 工程教育专业认证背景下 " 工程电磁场 " 课程与思政教育融合的改革与探索 [J]. 甘肃教育研究 ,2023,(11):148-150.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.