

“电磁场与电磁波”的四阶教学路径探索与实践

——以麦克斯韦方程组建立过程为例

孙苇轩¹, 王华军²

¹四川大学锦江学院电气与电子信息工程学院, 四川 眉山

²成都理工大学地球物理学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年6月27日; 录用日期: 2026年8月4日; 发布日期: 2026年8月12日

摘 要

《电磁场与电磁波》是电子信息类专业的重要基础必修课程, 经教学观察发现, 学生常因课程理论抽象而脱离认知, 难以激发学习兴趣, 易产生畏难情绪, 学习效果差。为解决这一问题, 提升课程教学品质, 提出一种“现象 - 矛盾 - 创新 - 统一”的四阶探究式教学路径, 并以麦克斯韦方程组建立过程的教学为案例进行实践教学, 引导学生亲历“观察现象 - 发现矛盾 - 提出创新 - 实现统一”的完整认知过程, 使价值塑造有机融入知识传授与能力培养。实践表明, 该路径有效激发了学生的学习动力, 加深了对核心知识的理解, 并同步培养了学生实事求是、敢于质疑、勇于创新的科学素养和家国情怀, 实现育人育才的共同协作, 并为同类工科理论课的思政建设提供了创新参考路径。

关键词

电磁场与电磁波, 四阶教学路径, 麦克斯韦方程组, 价值塑造

Exploration and Practice of the Fourth-Stage Teaching Path of “Electromagnetic Fields and Waves”

—Taking the Establishment Process of Maxwell's Equations as an Example

Weixuan Sun¹, Huajun Wang²

¹School of Electrical and Electronic Information Engineering, Sichuan University Jinjiang College, Meishan Sichuan

²College of Geophysics, Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan

Received: June 27, 2026; accepted: August 4, 2026; published: August 12, 2026

Abstract

Electromagnetic Fields and Waves is an important basic compulsory course for electronic information majors. Through teaching observation, it has been found that students often become disconnected from cognition due to the abstract theory of the course, which makes it difficult to stimulate their interest in learning, and they are prone to fear of difficulties, resulting in poor learning outcomes. To address this issue and enhance the quality of course teaching, a four-stage inquiry-based teaching path of “phenomenon-contradiction-innovation-unity” is proposed. Taking the teaching of the establishment process of Maxwell’s equations as a practical teaching case, students are guided to experience the complete cognitive process of “observing phenomena—discovering contradictions—proposing innovations—achieving unity”, so that value shaping can be organically integrated into knowledge impartation and ability cultivation. Practice has shown that this path effectively stimulates students’ learning motivation, deepens their understanding of core knowledge, and simultaneously cultivates students’ scientific literacy and national sentiment of seeking truth from facts, daring to question, and being brave in innovation. It achieves the common collaboration of educating people and nurturing talents, and provides an innovative reference path for the ideological and political construction of similar engineering theoretical courses.

Keywords

Electromagnetic Fields and Waves, Fourth-Stage Teaching Path, Maxwell’s Equations, Value Shaping

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着以 5G 技术为代表的通信与信息技术的快速发展,我国已在 5G 网络的规模与技术能力实现全球引领,并随着网络基建的覆盖完善,各领域应用进入规模化和与实体经济深度融合新阶段,通信与信息技术人才成为社会进步发展的重要组成,也是大学教育重点培养目标。作为多项交叉学科与前沿领域的发展基础,《电磁场与电磁波》课程是电子信息类的重要专业基础课[1],如何将经典电磁理论教学与现代前沿科技发展相结合,使大学基础教育融入思政育人和社会科技发展,是当前电磁场与电磁波课程建设的重要课题。该课程理论难度大,概念抽象,公式数量多[2],要求学生前续课程例如《高等数学》《线性代数》等基础掌握较牢固。而目前很多教师只按单一的教学模式进行教学,只注重对知识点的呈现,忽略了对知识凝结过程、科学发现过程的探究[3],教学模式的改进,不仅关系到学生对课程本身的掌握程度,也对其后续专业学习、科研方法训练与专业素养培育具有深远影响,而深入挖掘其蕴涵的思政元素,也能有效提高教学效果[4][5]。

围绕上述问题,教育学界已在教学方法上做了诸多探索,较为常见的有三种教学模式。其中以问题

为导向的 PBL (Problem-Based Learning) 模式强调在真实问题情境中激发学生主动解决问题的能力[6], 但对《电磁场与电磁波》这类理论抽象、逻辑严密的课程而言, 核心内容很难转化为适切的问题情境, 学生容易被具体公式推导细节带偏, 弱化对基本理论体系的整体把握。第二种案例嵌入式教学模式操作简便、资源丰富, 近年来在课程思政推动下被广泛采用[7] [8], 但当案例与知识点的逻辑关联不够紧密时, 嵌入便容易变成拼接故事, 思政教育也因此沦为课堂的附加题而非有机组成。第三种基于情景化 HPS (History, philosophy and sociology of science) 教学理念主张将科学史与科学哲学融入教学[9], 让学生理解知识的生成过程而非仅仅记住结论, 但其落地受限于教师的自身知识结构和适切教学资源的缺乏, 科学史素材也常常停留在“讲完公式讲故事”的层面, 未能真正成为课程认知推进的内在动力。

上述方法各有价值, 但一个共同的问题是: 它们之间缺少一条能够将认知规律、学科历史与价值引领贯通起来的结构性主线。因此, 本文以立德树人为导向, 坚持以学生发展为中心, 对电磁场与电磁波课程的教学模式进行了一些探索, 提出一种“现象、矛盾、创新、统一”的四阶教学路径。这一路径以认知推进的自然节奏为线索, 将知识建立、科学史复演与思政生成整合为同一进程: 从感性观察到认知冲突, 从理论突破到范式确立, 学生在逐层推进中完成思维跃迁, 而科学精神与价值判断也在这一过程中同步养成。与 PBL、案例嵌入或 HPS 的松散组合不同, 该四阶路径将上述方法中的有效元素按认知逻辑重新排列成一个有内在动力的序列, 实现育人育才的协同发展。以下将对这一路径的具体设计及其在电磁场与电磁波课程中的实施做系统阐述。

2. 现有教学方法的梳理与评析

2.1. 基于问题导向(PBL)的教学模式

该教学模式通过设计真实的、复杂的工程或科学问题(Problem-Based Learning, PBL), 引导学生在协作探究中学习知识, 并自然融入伦理、责任等要素[6]。该模式可培养学生解决复杂问题、团队协作的能力, 提升学习主动性与参与度, 但对课程内容适配性要求很高, 对于《电磁场与电磁波》中麦克斯韦方程组这类高度抽象、逻辑严密的核心理论, 较难设计出匹配的 PBL 项目, 若设置不当, 易导致学生只关注局部问题, 忽略对学科整体知识框架的系统掌握。

2.2. 案例嵌入式教学模式

该教学模式通过在专业知识讲授中穿插相关思政元素[7] [8]进行思政教学。其优势在于操作简便、资源丰富。然而, 若案例与核心知识逻辑关联弱, 极易导致“生硬拼接”, 学生难以感悟其内在统一性。若仅停留在讲述事迹或展示成就, 思政教育容易沦为“故事会”, 深度不足。

2.3. 基于情景化 HPS 教学模式

该教学模式通过情境化案例、服务性学习及科学史与科学哲学(History, philosophy and sociology of science, HPS)融入等方式[9], 培养学生社会责任感与职业道德。其方法注重互动与思维训练, 针对情境化伦理教育的案例库、活动设计等资源开发滞后, 教师难以获取适切工具, 且与《电磁场与电磁波》等理论严密课程深度融合较为困难, 可迁移性较弱。

3. 创新举措: 四阶教学路径的构建与全课程实施

3.1. 四阶教学路径构建

为提升教学品质, 本文创新性提出一种“现象 - 矛盾 - 创新 - 统一”的四阶探究式教学路径, 如图 1 所示, 该路径将课程教学内容贯穿于该教学路径当中, 以“问题驱动”引导学生经历“观察、质疑、突

破、升华”的完整认知过程，重构课程内容，并以麦克斯韦方程组建立过程为教学案例进行实践，验证该教学路径的改革新成效。

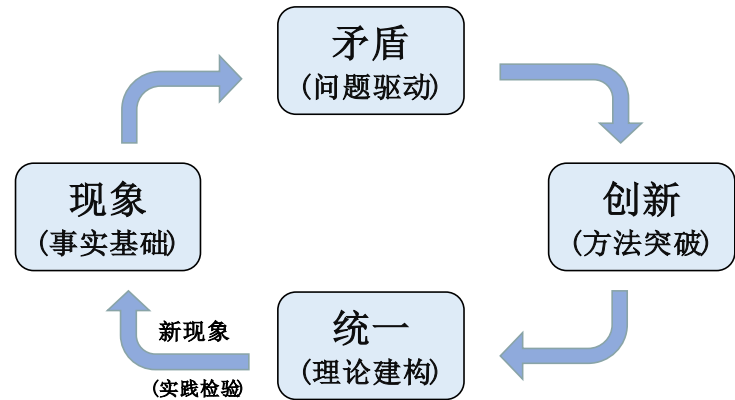


Figure 1. The fourth-order exploratory teaching path of electromagnetic field and electromagnetic wave course
图 1. 电磁场与电磁波课程的四阶探究式教学路径

3.1.1. 第一阶：现象

“现象”指客观、具体的实验事实。引导学生观察、描述或回顾已知的、稳固的科学事实，以培养学生从客观实际出发、实事求是、尊重实验事实的科学态度。在本次教学中，具体体现为回顾库仑定律、安培环路定理(恒定电流产生磁场)以及法拉第电磁感应定律(变化磁场产生电场)。

3.1.2. 第二阶：矛盾

“矛盾”指观察到的实验现象和已知的学术理论出现了无法调和的冲突。应引导学生发现冲突，揭示某些经典理论的局限性，激发学生不唯书、不唯上、只唯实的科学批判精神。使学生理解“矛盾是事物发展的根本动力”这一辩证唯物主义思想，同时矛盾也是驱动科学进步的核心动力。本次实践教学中，观察到的矛盾具体体现在电容器充放电时，电容器极板间的传导电流为零，但实验证明磁场依然存在，这与安培环路定理发生直接矛盾。

3.1.3. 第三阶：创新

“创新”指为了解决上述矛盾而提出的创新理论、概念的突破。培养学生追求真理、敢于突破的创新精神和严谨求实的科学方法，感受科学之美对科学研究的指导性作用，例如自然界中的对称性。本次教学中，创新体现在麦克斯韦通过上述矛盾，利用对称性思维，考虑到法拉第电磁感应定律的“变磁生电”，大胆猜想“变电也能够生磁”，因此创造性地提出了“位移电流”的概念。

3.1.4. 第四阶：统一

“统一”指通过创新的理论或概念，将原本矛盾的现象和理论整合到一个更科学、更简洁、更和谐的新框架中。引导学生树立“理论自信”、“文化自信”，欣赏科学理论的统一美、和谐美。本次教学中，统一体现在麦克斯韦提出位移电流的假说后，安培环路定理被修正，最终和库仑定律、磁通连续性原理以及法拉第电磁感应定律共同构成了统一性的麦克斯韦方程组。麦克斯韦方程组的建立解决了先前的矛盾，更统一了电、磁、光，并预言了电磁波的存在。

3.2. 四阶教学路径的全课程实施

该教学路径将课程内容重构为四个核心模块，各模块自身都构成一个完整的四阶认知循环，模块间

按照认知复杂度螺旋递进, 引导学生完成从理解“场”到掌握“波”的科学系统探索。重构后的课程内容设计如表 1, 其中模块三时变场与麦克斯韦方程组为课程教学的重难点部分。

Table 1. Curriculum content reconstruction based on fourth-order inquiry based teaching path
表 1. 基于四阶探究式教学路径的课程内容重构

课程模块	“现象”阶(事实基础)	“矛盾”阶(问题驱动)	“创新”阶(方法突破)	“统一”阶(理论构建)
I. 场论基础	生活与工程中的“场”：如温度场、流速场	“路”的困境：电路理论无法解释变压器能量传递等分布参数问题	“场”的语言与法则：引入梯度、散度、旋度描述场；确立亥姆霍兹定理	世界观统一：建立以场论统一描述物理现象的世界观；场论统一分析物理问题
II. 静态场	静电与静磁现象：摩擦起电、磁铁吸铁；库仑力与安培力实验定律	直接积分的困境：直接积分法对复杂电荷/电流分布求解困难，无法直接求解场	“势”的引入与镜像法：引入电位 φ 、磁矢位 A 简化计算；运用镜像法、分离变量法将求解复杂边值问题	方法论的统一与应用：唯一性定理——边界条件确定场；电气绝缘、电磁兼容屏蔽等实际应用
III. 时变场与麦克斯韦方程组	电磁感应的发现：法拉第发现变化的磁场产生电场	核心矛盾：安培环路定律在电容器充放电场景下失效，暴露了经典电磁理论的局限性	麦克斯韦的革命：基于对称性思维提出“位移电流”假说；建立完整的麦克斯韦方程组	理论的统一与预言：麦克斯韦方程组的建立统一了电、磁、光；预言电磁波
IV. 电磁波	赫兹实验：人类首次产生与检测到电磁波，验证了麦克斯韦的理论正确性	波的个性难题：波在不同媒质(理想介质、导体等)中特性不同；如何精确描述与控制？	波动方程的解与“极化”：引入波阻抗、相位常数等传播参数；提出“极化”概念描述波矢方向性	从理论到文明的跨越：电磁波作为信息载体的核心价值

4. 案例教学设计与实施

麦克斯韦方程组系统描述了一切宏观电磁现象的基本规律，麦克斯韦利用他敏锐的洞察力预言了电磁波的存在，并论证了光的电磁波性质[10]。因此本次案例的授课内容：“麦克斯韦方程组的建立过程”是电磁场与电磁波课程的重要核心内容，也是学习电磁理论的关键环节。

4.1. 课堂导入

首先向学生展示 19 世纪电磁学发展脉络展示时间轴与科学家画像，回顾 1860 年电磁学“三大支柱”：库仑定律、安培环路定理、法拉第电磁感应定律，引导学生初步感受物理规律的简洁与和谐，激发学生兴趣。

(1) 静电场：有源无旋， $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$ ， $\nabla \cdot \vec{E} = 0$ 。

(2) 恒定磁场：有旋无源， $\nabla \cdot \vec{H} = \vec{J}$ ， $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 。

(3) 电磁感应：变磁生电， $\nabla \cdot \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$ 。

其中，对恒定磁场的基本方程 $\nabla \cdot \vec{H} = \vec{J}$ 进行积分运算，得到安培环路定理公式：

$$\oint_c \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_s \vec{J} \cdot d\vec{S} = I \tag{1}$$

其中 I 为穿过以闭合回路 L 为边界的任意曲面 S 的传导电流。

介绍安培环路定理在恒定磁场中的成功应用，随后抛出问题：安培环路定理是否在任何情况下都适用？启发学生思考。

4.2. 推证与思考

接下来进行物理情景建构, 带领学生分析在稳定电路和电容器充放电时安培环路定理的适用情况。稳恒电路物理情景如图 2 所示:

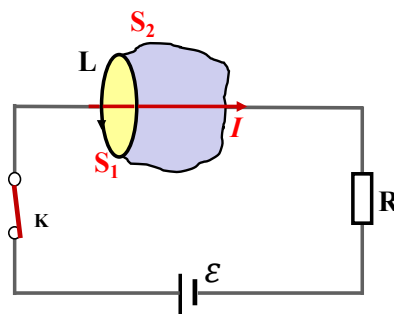


Figure 2. Physical scenario under steady-state circuit

图 2. 稳恒电路下物理情景

学生通过思考后分析, 此时电路中产生恒定的传导电流 I , 传导电流 I 作为磁场的漩涡源激发恒定磁场, 磁场强度为 H 。围绕导线做一闭合回路 L , 以 L 为边界形成平面 S_1 和任意闭合曲面 S_2 , 此时安培环路定理对 S_1 和 S_2 始终成立。

电容器充电时的物理情景如图 3 所示:

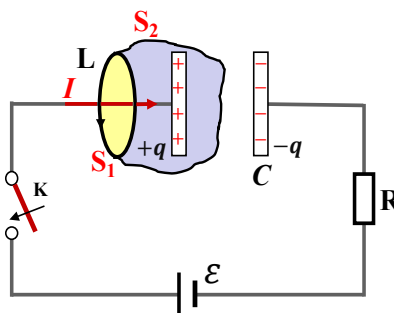


Figure 3. Physical scenario during capacitor charging

图 3. 电容器充电时物理情景

学生分析后发现, 电容器充电时, 电路的电流不再连续, 电容器极板间的传导电流为 0。对于平面 S_1 有传导电流穿过, 根据安培环路定理有:

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_{S_1} \vec{J} \cdot d\vec{S} = I \quad (2)$$

对于曲面 S_2 , 在极板间无传导电流穿过 S_2 , 根据安培环路定理有:

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_{S_2} \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (3)$$

学生经分析得出结论, 此时式(2)、(3)等号左侧皆为磁场环流值, 理论上两者应该相等, 而根据安培环路定理得到两者结果却不等, 实验现象和理论出现了矛盾。

此时教师引导: 这不是电容器特有的问题, 而是电容器充放电时引起极板电荷分布发生变化, 产生了“时变电场”, 这是时变电场下的普遍矛盾。因此向学生提出问题: 一个确凿的实验事实与一个被视

为准则的理论发生了直接冲突。如果你是当时的物理学家, 你会怎么做? 是怀疑实验, 还是挑战权威? 鼓励学生要有科学批判和创新精神。

这一环节的思政融入内生于认知冲突本身。当学生亲自推导出式(2)与式(3)的不等结果时, 理论与事实的矛盾已在思维中直接呈现出来。教师的提问将学生置于科学家的历史处境中, 让其自主做出判断。

“不唯书、不唯上、只唯实”的科学态度, 在这一刻成为解决实际问题的必然选择, 而非外部强制灌输的思想。这种设身处地的提问方式, 比直接讲述要敢于质疑权威更能触动学生的思维。

4.3. 理论创新

接下来教师通过引入麦克斯韦的科学家事迹, 使学生理解麦克斯韦面对矛盾时的科学态度: 尊重实验事实, 勇于质疑权威。麦克斯韦注意到, 上图电容器在充放电时, 极板间的电场是变化的, 根据自然及中的对称性思维, 既然“变磁”可以“生电”, 那么“变电”是否也应该能够“生磁”? 让学生理解学习科学家为解决矛盾提出科学假说时采用的核心方法论: 对称性思维。

随后教师带领学生对麦克斯韦提出的位移电流假说进行数学推演:

首先从电荷守恒定律出发:

$$\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t} \quad (4)$$

再引入高斯定理:

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho \quad (5)$$

将式(5)代入式(4)中, 得到:

$$\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \cdot \vec{D}) \quad (6)$$

最后交换微分顺序:

$$\nabla \cdot \left(\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) = 0 \quad (7)$$

教师引导学生发现: $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 量纲恰好是电流密度 A/m^2 , 并且自然地出现在方程中, 而麦克斯韦的卓越之处在于赋予了它物理意义, 而不仅仅是一项数学公式。麦克斯韦大胆假设, 极板间变化的电场可以等效为一种电流, 他将 $\vec{J}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 定义为位移电流密度, 并得到位移电流公式:

$$I_d = \int_S \vec{J}_d \cdot d\vec{S} = \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S} = I \quad (8)$$

位移电流 I_d 与传导电流 I 方向和大小一致, 使得图 2 中全电流连续, 全电流为位移电流 I_d 加传导电流 I 之和, 由此修正了安培环路定理, 得到全电流定律:

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \vec{J}_d) \cdot d\vec{S} = \int_S \left(\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S} \quad (9)$$

根据全电流定律, 将式(8)代入式(9), 对于图 2 中的任意闭合曲面 S_2 , 得到式(10)如下, 与式(2)结果相等, 与实验现象一致。由此, 时变电场下安培环路定理的普遍矛盾得以解决。

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_{S_2} \left(\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S} = \int_{S_2} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S} = I \quad (10)$$

这一阶段引导学生学习体会科学家的严谨求实的科学精神。发现矛盾, 解决矛盾进行创新, 而理论创新不可盲目, 不能脱离实践和事实, 需要在严格的数学推导和物理分析的基础上去建立。

这一阶段是思政融入的关键节点。位移电流的提出包含两个不可分割的要素: 其一是大胆猜想的勇气——麦克斯韦基于对称性做出的大胆假设, 属于科学想象力的范畴; 其二是求证的严谨——位移电流必须满足严格的数学推导和量纲分析, 属于逻辑实证的范畴。两者缺一不可。教师在此应引导学生思考: 没有想象力的科学是僵化的, 但没有实证的想象是盲目的。麦克斯韦之所以伟大, 恰恰在于他既有突破常规的胆识, 又有严密的数学支撑。这一认识对当代科研工作者尤为重要——创新思维应该与严谨科研态度相结合, 同时, 科学创新不是凭空臆想, 而是在深厚理论积累基础上的勇敢一跃。通过这一环节, 学生不仅学到了位移电流的物理内涵, 更理解了科学创新的内在深入意义: 科学想象力与严格逻辑性之间的辩证统一。

最后教师介绍麦克斯韦针对上述讨论总结归纳出的麦克斯韦方程组, 如式(11)所示。该方程组是电磁场的基本方程, 也是一切宏观物理现象所遵循的基本规律。

$$\begin{cases} \nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \Rightarrow \text{全电流定律} \\ \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \Rightarrow \text{法拉第电磁感应定律} \\ \nabla \cdot \vec{B} = 0 \Rightarrow \text{磁通连续性原理} \\ \nabla \cdot \vec{D} = \rho \Rightarrow \text{库仑定律} \end{cases} \quad (11)$$

麦克斯韦方程组完整描述了电磁现象的基本规律, 实现了电与磁的完美统一, 统一了电、磁、光, 实现了物理学史上的一次伟大综合。当四个方程以对称、简洁的形式呈现在学生面前时, 教师不做过多阐释, 而是留出些许时间, 让学生在直观感受中体会“统一”的力量。随后引用爱因斯坦的评价: “这是物理学自牛顿以来最深刻、最富有成果的变革”, 帮助学生将个人审美体验与科学史上的伟大判断相互印证。这种先感受、后确认的设计, 避免了价值观的直接灌输, 让学生的理论自信建立在对科学之美的亲身领悟之上。

4.4. 价值升华

在本次教学案例中, 除了在讲解知识点过程中有机融入科学家精神, 在科学思想、科学理论以及科学发展方面去体会麦克斯韦方程组建立过程中展现的价值和意义, 还可以进一步拓展至麦克斯韦方程组在国家生产生活及国防军事领域中的应用。让学生能够掌握复杂知识点的同时, 理解这个伟大理论如何从纸面走向现实。开展一个电磁波应用接力活动, 教师引导, 学生参与, 快速说出电磁波的各种应用: 无线电广播、雷达、微波炉、手机、Wi-Fi、GPS 等, 随后教师介绍我国具有大国竞争力的应用案例, 如世界最大射电望远镜: 中国天眼 FAST、全球四大卫星导航之一的北斗导航系统、全球首艘采用常规动力电磁弹射技术的航空母舰“福建舰”等。使学生从科学力量中获得个人成长力量, 认识到核心基础理论科技创新、国家战略竞争力的源头活水, 学习科学家们激发学生励志投身于国家关键领域, 将个人成才与国家科技命运紧密相连。

5. 教学成效

5.1. 学生创新实践能力提升, 教师教学水平提高

经教学改革后, 学生的创新实践能力得到提升, 在团队教师的指导下, 我校学生积极参加各类科研

活动与学科竞赛。自 2023 年起, 指导学生获得第十六届“蓝桥杯”大赛省级二等奖、三等奖各一项; 指导完成大学生创新训练项目结题 1 项; 获得校级“互联网+”大学生创新创业大赛三等奖一项。主讲教师获得校级教学成果奖二等奖一项; 获得校级教学创新大赛课程思政组三等奖; 在第十六届“蓝桥杯”大赛被评为优秀指导教师; 获得校级优秀第二课堂组织(指导)奖一项。

5.2. 学生学习积极性提高

学生学习态度与价值观显著转变: 匿名问卷显示, 通过对本课程的学习, 92.16% 的学生由此产生了更多的民族自豪感以及对科技工作者的敬意, 并激发了自身的学习动力, 90.2% 的学生非常认同“掌握扎实的基础理论对于国家突破关键核心技术至关重要”这一观点, 并能够由此反思自己的学习目的。

5.3. 形成可推广模式, 具有借鉴价值

本文提出的四阶探究式教学路径将科学认识规律转化为标准化教学模型。该模型可直接迁移应用于其他同类工科课程, 如《大学物理》《理论力学》等其他高度抽象的专业基础课。

6. 结语

本次提出的“现象、矛盾、创新、统一”四阶探究式教学路径引领学生完成了科学认识的全过程, 使本课程的思政教育内生于理论知识建构, 学生专业认同感与社会责任感得到协同强化, 在教学过程中实现知识传授、能力培养与价值引领的有机融合。该路径从根本上扭转了学生的畏难情绪, 课堂从“被动听讲”转向“主动探究”, 使学生学习动机与课堂状态显著改善。同时, 学生对“位移电流”、“麦克斯韦方程组统一性”等电磁场课程中核心知识点的理解, 从对公式的“死记硬背”深入到了科学发现的内在逻辑与物理思想层面。将求真、质疑、创新、统一的科学认识论本身作为思政主线, 在电磁场与电磁波课程中完成基础理论教学和立德树人的主要目标。在取得积极成效的同时, 本实践也存在一些亟待完善之处: 路径实施效果在一定程度上依赖于学生的前期知识储备和思维活跃度, 对于基础薄弱的学生, 在“矛盾”和“创新”阶段的跟进存在难度。因此在后续课程中, 可以针对不同基础的学生, 在课前设计差异化的引导问题、辅助阅读材料和阶梯式挑战任务, 确保所有学生都能在各自认知基础上有效参与四阶教学路径。此外, 学生个性化引导有待加强: 在大班教学的情况下, 很难对学生在探索过程中的独特思维和思想困惑提供全员深入的指导和反馈。针对此问题, 可以在关键教学节点增设小班研讨课, 鼓励学生进行深度思辨; 同时, 利用在线平台收集学生的实时反馈意见与反思小结, 以便教师精准把控学生学情, 进行针对性引导。

综上所述, “现象、矛盾、创新、统一”四阶教学路径的实践, 验证了电磁场与电磁波课程思政建设可以达到的深度与效能。未来可以通过系统的资源建设、评价改革与跨课程协同, 最终实现立德树人根本任务在工程教育全链条中的扎实落地。

参考文献

- [1] 岳玫君, 韩微, 石树杰, 等. “电磁场与电磁波”课程思政探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2024(28): 104-107.
- [2] 王森, 黄家良, 崔行磊. 《电磁场》课程教学改革探索[J]. 中国电力教育, 2025(1): 86-88.
- [3] 余跃玉, 唐海军. 《线性代数》的教学反思与实践探索[J]. 四川文理学院学报, 2023, 33(5): 75-80.
- [4] 李莉, 赵永滨, 赵同刚, 等. “电磁场”课程思政建设的探索与思考[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(4): 98-101.
- [5] 刘建霞, 史健芳, 赵珍珍, 等. “电磁场与电磁波”课程思政改革的探索与实践[J]. 工业和信息化教育, 2024(3): 57-59+70.
- [6] 王彩凤, 王守龙, 李志远, 等. 混合式教学背景下基于 PBL 教学法的“EDA”课程思政设计[J]. 教育教学论坛,

- 2025(31): 13-16.
- [7] 肖慧萍, 曹家庆. 通过嵌入式案例教学开展突出行业特色的“课程思政”的研究[J]. 云南化工, 2021, 48(12): 167-169.
- [8] 朱小梅, 许海梁, 孙冰. 如何在高校理工科专业课中融入思政元素[J]. 教育教学论坛, 2023(47): 181-184.
- [9] Hess, J.L. and Fore, G.A. (2018) A Systematic Literature Review of US Engineering Ethics Interventions. *Science and Engineering Ethics*, **24**, 551-583. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9910-6>
- [10] 赵远, 王晓鸥, 张宇, 等. 大学物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.