



## 虚拟仿真驱动的天线课程混合式教学研究

王磊<sup>1</sup>, 陈燕云<sup>2</sup>, 孔维宾<sup>1</sup>, 陈传杰<sup>1</sup>, 刘博通<sup>1</sup>, 周锋<sup>1\*</sup>

(1. 盐城工学院 信息工程学院, 盐城 224051; 2. 南通大学 工程训练中心, 南通 226019)

**摘要:** 随着虚拟网络技术的不断进步, 虚拟仿真实验教学在本科教育中扮演着日益重要的角色, 已成为推动教育信息化的关键要素。该文针对天线课程实验教学的特点, 探讨了电子信息工程专业开展虚拟仿真驱动的混合式教学的必要性。以微带贴片天线设计虚拟仿真实验平台的建设为例, 介绍了虚拟仿真实验教学如何在高校电子信息类专业人才培养过程中发挥特长与优势。盐城工学院构建的多层次、模块化的虚拟仿真实验教学体系, 旨在服务于本科电子信息类专业人才的能力培养。此外, 该文还论述了虚拟仿真实验教学在提升学生实践技能与创新能力方面具有显著的催化作用。

**关键词:** 虚拟仿真; 实验教学; 混合式教学; 天线设计

中图分类号: G434

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240345

## Research on Hybrid Teaching of an Antenna Course Driven by Virtual Simulation

WANG Lei<sup>1</sup>, CHEN Yanyun<sup>2</sup>, KONG Weibin<sup>1</sup>, CHEN Chuanjie<sup>1</sup>, LIU Botong<sup>1</sup>, ZHOU Feng<sup>1\*</sup>

(1. School of Information Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224051, China;

2. Engineering Training Center, Nantong University, Nantong 226019, China)

**Abstract:** With the continuous advancement of virtual network technology, virtual simulation-based experimental teaching plays an increasingly important role in undergraduate education, and has become a key element in promoting educational informatization. Focusing on the characteristics of experimental teaching for antenna courses, the necessity of implementing virtual simulation-based experimental teaching for the Electronic Information Engineering program is discussed. Taking the development of a virtual simulation-based experimental platform for microstrip patch antenna design as an example, how this teaching approach can leverage its strengths and advantages in cultivating talents for electronic information-related majors in universities is illustrated. The multi-level and modular virtual simulation-based experimental teaching system established at Yancheng Institute of Technology is designed to foster the professional competencies of undergraduate students majoring in electronic information. Furthermore, the significant catalytic effect of this teaching approach on enhancing students' practical skills and innovative abilities is discussed.

**Key words:** virtual simulation; experimental teaching; hybrid teaching; antenna design

虚拟仿真实验平台能够复现复杂的工程环境与实验流程<sup>[1]</sup>, 为学生提供一个接近现实的操作练习平台, 增强了学习的真实感, 并提高了学生的实践操作、问题解决和实验设计能力。这种模拟使学生能够直观地理解抽象概念, 增加学习的乐趣和参与度, 激发学生的好奇心和探索欲。

与传统实体实验室相比, 虚拟实验平台减少了对昂贵设备、材料和安全设施的依赖, 降低了

实验教学的经济成本和安全风险<sup>[2]</sup>。学生可以在无物理限制的环境中探索和实践, 尤其适合高成本或高风险的工程实验。虚拟仿真实验突破了时间和地点的限制, 提高了学习的灵活性, 同时平台自动记录学生的操作和实验结果, 为教师提供了精准的教学评估数据。基于这些数据, 教师可以及时给予学生个性化的反馈, 优化教学策略, 进一步提升教育质量。

收稿日期: 2024-07-02

基金项目: 江苏省教改项目(2023JSJG399); 江苏高校品牌专业建设工程资助项目; 江苏省高校“青蓝工程”资助项目。

作者简介: 王磊, 博士, 讲师, 主要从事人工智能与天线、毫米波天线设计方面的研究。E-mail: wanglei0324@ycit.edu.cn

\* 通信作者: 周锋, 硕士, 教授, 主要从事人工智能、机器视觉和信号处理方面的研究。E-mail: zfyfycit@ycit.edu.cn

本文探讨了虚拟仿真技术在天线课程混合式教学中的应用,分析了其在提升电子信息工程专业学生实践技能和创新能力中的作用。通过构建多层次、模块化的虚拟仿真实验教学平台,实现了教学效率和质量的提升,有助于培养适应未来挑战的高素质工程技术人才。

## 1 虚拟仿真教学实验的必要性

### 1.1 传统天线教学的局限性与挑战

天线设计的复杂性要求学生具备高等数学和电磁学知识,在传统的天线教学模式中,学生可能难以将理论知识应用于实际的天线设计问题,从而无法充分激发学生的创新思维和解决复杂工程问题的能力。此外,在传统实验教学中,天线实验的开展通常依赖于昂贵的设备和材料,往往面临着资源分配的挑战<sup>[3]</sup>。一些实验由于涉及高电压、高频辐射或其他潜在危险因素<sup>[4-5]</sup>,需要采取严格的安全措施和进行细致的监管,以确保实验的安全性。物理实验的实施还受到实验室开放时间和空间容量的限制,这可能阻碍学生在最适宜的学习时间进行实验操作,影响其学习效率和体验<sup>[6]</sup>。特别是在需要重复实验以验证结果时,资源和时间的限制不仅减少了实验的规模和次数,同时也给教育预算带来了额外压力。

鉴于传统天线设计教学中存在的成本、安全、时间和环境等方面的局限性,采用虚拟仿真实验教学显得尤为必要。这种教学方法能够提供一既安全又经济的实验平台,同时具备高度的灵活性和创新性,从而极大地丰富学生的学习体验。

### 1.2 虚拟仿真技术的优势与教学潜力

虚拟仿真技术借助计算机生成的模拟环境,为教育和研究领域带来了革命性的变革<sup>[7-8]</sup>。这一技术的优势在于提供了一个安全且成本效益高的实验平台,允许学生在无物理风险的真实场景中进行实践<sup>[9]</sup>。此外,虚拟仿真技术具有可重复使用性,且维护成本相对较低,大幅降低了天线教学中的实验成本,使更多的学生能够参与到天线设计的学习中。

虚拟仿真实验平台还促进了理论与实践的结合。通过模拟真实世界的工程问题,学生可以在虚拟环境中将理论知识应用于实践,增强对天线设计原理的理解和掌握,将抽象的理论具体化,

从而增强学生的学习兴趣和理解深度<sup>[10]</sup>。支持个性化学习路径,为学生提供了更大的灵活性和自主性,使他们能够根据自己的学习进度,随时随地进行天线设计的学习,并通过反复实践达到熟练掌握。

此外,虚拟仿真实验平台还能够促进创新能力的培养<sup>[11]</sup>。在没有物理限制的虚拟环境中,学生可以自由尝试各种设计方案,探索不同的解决方案,有助于他们深入理解天线设计的复杂性,激发创新思维和解决问题的能力,从而有效提升教学质量和学习效率。

综上所述,虚拟仿真实验平台在天线设计课程中的应用,提高了教学效率和学生的学习体验,有效培养了学生的创新能力和实践技能,是现代教育技术发展的重要方向,为培养能够适应未来挑战的创新型人才奠定了坚实基础<sup>[12]</sup>。

### 1.3 虚拟仿真教学的重要性

虚拟仿真实验作为一种创新的教学工具,极大地促进了学生理论知识与实际问题的结合,从而深化了他们对复杂概念的理解和掌握。在模拟的真实世界工程问题中,学生得以在虚拟环境中磨炼技术技能,并通过实践提升专业水平。

这种实验方式鼓励学生探索多样化的解决方案,激发他们的创新思维和解决问题的能力。通过虚拟仿真实验,学生不仅能够学习实验设计原理,还能利用模拟数据进行分析,为未来的科研工作奠定坚实的基础。

虚拟仿真实验还提供了与工业界使用的工具和软件相似的操作体验,有助于学生更好地适应未来职业生涯。综上所述,虚拟仿真教学实验平台在克服传统实验教学的局限性、发挥技术优势以及提升学生的实践能力方面扮演着至关重要的角色。

通过这种现代化的教学手段,能够为学生提供一个更加丰富、灵活和安全的实验学习环境。这不仅提高了教学质量,也显著提升了学生的学习成绩,为培养适应未来挑战的高素质人才提供了有力支持<sup>[13]</sup>。

## 2 虚拟仿真实验平台的构建与应用

### 2.1 平台设计

虚拟仿真实验平台(以下简称“平台”)立足实践项目和团队的最新科研成果,依托国家级

一流本科专业建设点和江苏省产教融合型品牌专业,以社会主义核心价值观为引领,坚持知行合一的教育理念,将立德树人的教育理念贯穿于

人才培养的全过程。微带贴片天线设计虚拟仿真实验平台架构如图1所示,清晰地展示了其设计和功能。

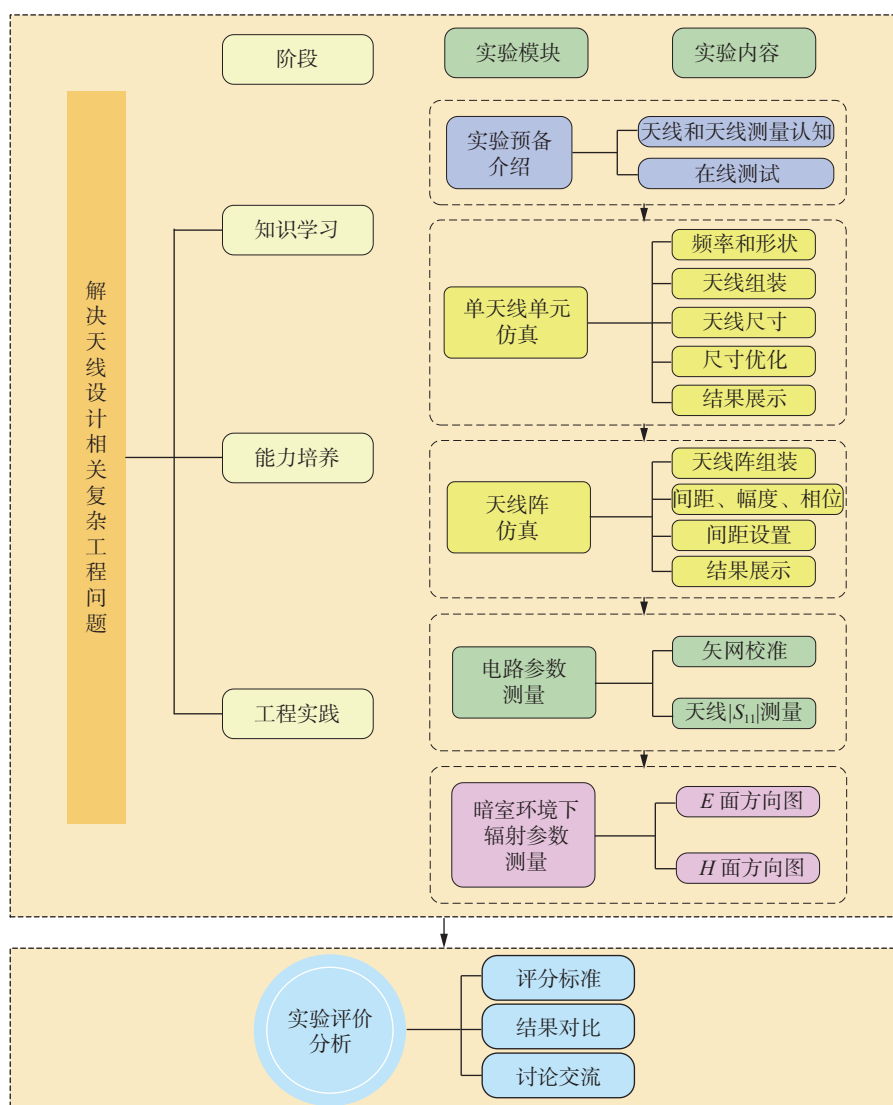


图1 微带贴片天线设计虚拟仿真实验平台原理与架构图

平台通过5个精心设计的实验模块对学生进行系统的训练,包括:实验预备介绍、单天线单元仿真、天线阵仿真、电路参数测量以及暗室环境下辐射参数测量。这些模块旨在从知识学习、能力培养、工程实践3个维度全面提升学生的综合素质,增强他们解决天线相关复杂工程问题的能力。

平台采用模块化设计,不仅便于根据教学需求灵活添加或更新不同的天线模型和实验模块,还极大地提高了平台的实用性和适应性<sup>[14]</sup>。为了使虚拟仿真平台更加全面并增强其教学效

果,学校计划在后续的系统开发中加入偶极子天线的仿真模块,从而丰富学生的学习体验并提升实验的实践价值。此外,平台的设计考虑了高度的可扩展性,为未来集成更多高级功能,如多物理场仿真、信号处理等,提供了坚实的基础。

## 2.2 技术实现

平台的系统架构分为4层搭建,包括系统支撑层、仿真层、数据层、交互实验展示层。其中,系统支撑层以Web服务器为服务数据支撑;仿真层采用C#编程语言,以Unity3D为交互平台

开发；交互实验展示层可以通过 PC 端网站链接访问，也可以通过移动端网页访问。数据库存储是采用 MySQL，数据访问接口采用 ODBC 接口。确保平台能够在多种操作系统和设备上运行的设备包括个人电脑、实验室服务器和云平台。

平台为了方便学生使用，设计了一个直观的用户界面，使学生能够轻松地操作和控制实验参数，快速熟悉真实天线设计流程<sup>[15]</sup>。用户界面如图 2 所示，在贴片天线设计的虚拟仿真实验中，学生能够通过简单的交互来设置贴片的长度和宽度、馈电位置等关键参数。天线设计过程界面如图 3 所示。这些参数的调整直接关联到天线性能的变化，是天线设计中的核心部分。学生可以通过仿真工具观察参数变化对天线性能的具体影响，如回波损耗和方向图，并通过多次迭代优化设计，以满足特定的设计要求。单天线参数优化界面如图 4 所示。实验数据均采用了真实仿真得到的微波天线的电磁特性，确保了仿真实验结果的准确性和真实性。

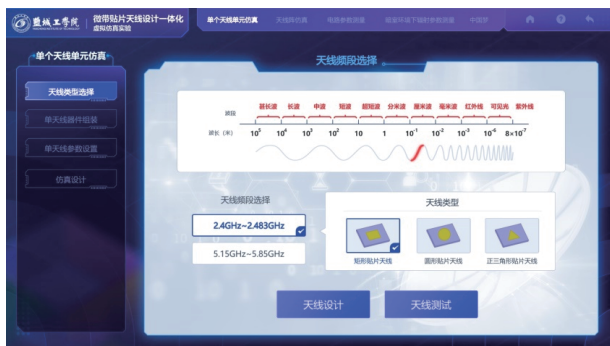


图 2 天线类型选择界面



图 3 天线设计过程界面

此外，平台还设计了后续的实验项目，如天线阵列设计、电路参数测量和暗室环境下辐射参

数测量，以培养学生的深入理解和创新能力。实验以真实暗室为背景，建立符合实际工程的 3D 物理模型，如图 5 所示，便于学生观察暗室的构造和内部基本布局，理解微波暗室吸波的基本原理。允许教师根据课程内容和学生需求定制实验项目，提高教学的灵活性。为每个实验项目提供了详细的实验指导书和自动评估系统，帮助学生理解和掌握实验要点。将最新的科研成果和工程案例集成到实验项目中，增强了实验的实用性和前瞻性。

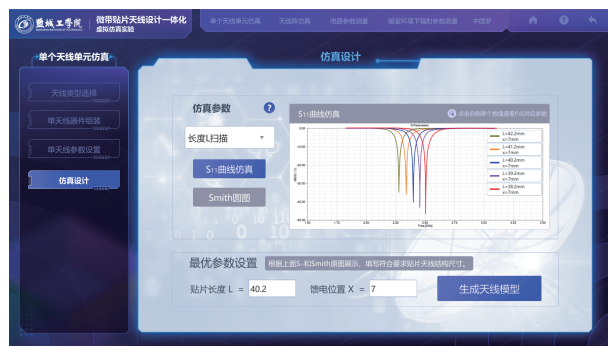


图 4 单天线参数优化界面



图 5 微波暗室仿真界面

### 2.3 平台在教学中的应用案例

平台作为理论课程的重要辅助工具，致力于帮助学生深入理解微波天线领域的复杂概念。在验课上，学生可以利用平台进行实验操作，教师则能够实时监控学生的实验进展，确保学习过程的顺利进行。

此外，平台鼓励学生在课外自主利用该平台进行学习，这不仅提高了学习效率，还有助于培养学生的自主学习能力。学生可以在平台上设计自己的天线项目，通过实践培养创新思维和解决实际问题的能力。

在远程教育和在线课程的背景下，平台提供了一个有效的实验教学解决方案，确保学生即使

在非传统教学环境中也能获得高质量的实验教学体验。此外,平台还被广泛应用于各类科技竞赛的培训,如“电子设计竞赛”“微波设计大赛”等,为学生提供了宝贵的实战经验和技能提升机会。

### 3 混合式教学模式的实施策略

#### 3.1 混合式教学模式的理论基础

混合式教学模式以学生为中心,致力于培养学生的个性化学习需求和自主学习能力<sup>[16]</sup>。通过将虚拟仿真技术融入教学过程,不仅提高了教学的互动性和实践性,还为学生提供了一个沉浸式的学习体验。

基于建构主义学习理论,平台使学生能够在模拟的实验环境中主动构建知识,通过亲身实践加深对复杂概念的理解。这种教学模式的灵活性体现在学习时间和地点的自由选择上,能够适应不同学生的学习节奏和风格,从而满足每个学生的个性化需求。

混合式教学模式的实施,不仅促进了学生对知识的深入掌握,还培养了他们的批判性思维 and 创新能力,为学生的终身学习和职业发展奠定了坚实的基础。

#### 3.2 虚实结合的教学体系

本实验教学体系在成果导向教育(outcome-based education, OBE)理念的指导下,以工程思维训练为核心,进行跨学科课程的知识整合。开发的虚拟仿真实验项目与理论课程紧密结合,旨在通过深度融合,实现知识与实践的无缝对接。致力于将前沿的科研成果转化为教学内容,将工程实践融入教学过程。利用现代信息技术和云资源库,构建了一个开放共享的教学资源和仿真实验环境。该体系不仅使学生能够在虚拟环境中直观地感受和理解理论知识,而且加深了记忆,增强了学习体验,全面提升了学生理解和应用专业知识的能力。

本实验教学体系特别适用于电子科学与技术、电子信息工程、光电信息科学与工程及其他相关专业<sup>[17]</sup>,以理论课程为核心,构建虚拟仿真实验平台与理论课程相结合的互补互动学习生态系统,实验教学过程及实验方法如图6所示。首先,图中展示了天线设计课程的理论基础,包括

电波传播理论、微波传输线、微波谐振器、微带天线等,这些理论为天线设计提供了必要的物理背景和数学工具。接着,图中指出了虚拟仿真技术如何支撑这些理论课程,通过模拟实验设备和环境,使学生能够在没有物理限制的情况下进行学习和探索。从图中可以看出,本平台围绕天线设计和无线通信的核心理论和工程问题展开,旨在通过虚拟仿真技术强化学生的理论知识和实践技能。在本系统中,学生可以在无风险的环境中进行实践操作,加强理论理解,培养解决实际问题的技能。

本教学模式不仅加深了学生对理论知识的掌握,而且显著提高了他们的实践操作能力和问题解决能力。在扎实的理论基础和实践技能的支持下,学生能够运用这些工具和知识去探索和解决实际工程问题。

同时,平台的灵活性和可扩展性为学生提供了广阔的创新空间,鼓励学生进行创新性实验设计,尝试不同的解决方案,从而培养他们的创新思维 and 创新能力。

#### 3.3 线下教学环节的实施

在混合式教学模式中,线下教学是连接线上学习和实际应用的关键环节。线下课堂首先用于解决学生在虚拟仿真实验中遇到的问题,积极倡导学生通过小组讨论和全班互动,促进学生之间的知识交流和思维碰撞,不仅增进了学生之间的交流,也加深了他们对实验概念的理解。得益于虚拟仿真平台的实时反馈机制,教师能够针对共性问题进行重点讲解,及时地为学生提供指导,帮助他们识别并纠正错误,确保学生对课程核心概念有深刻理解,促进学习过程的优化。在课程的最后阶段,教师将进行知识点的总结回顾,引导学生进行自我反思,巩固学习成果,并鼓励他们对所学知识进行深入思考 and 创新应用。

为了进一步激发学生的学习热情 and 创新精神,鼓励学生在线下课堂展示虚拟仿真实验的成果,如项目报告、设计作品等,通过同伴评价和教师反馈,帮助学生认识到自身学习的优势和不足。同时,定期举办基于虚拟仿真平台的技能竞赛,不仅为学生提供了展示自己能力的平台,也鼓励他们积极探索 and 尝试新的解决方案。

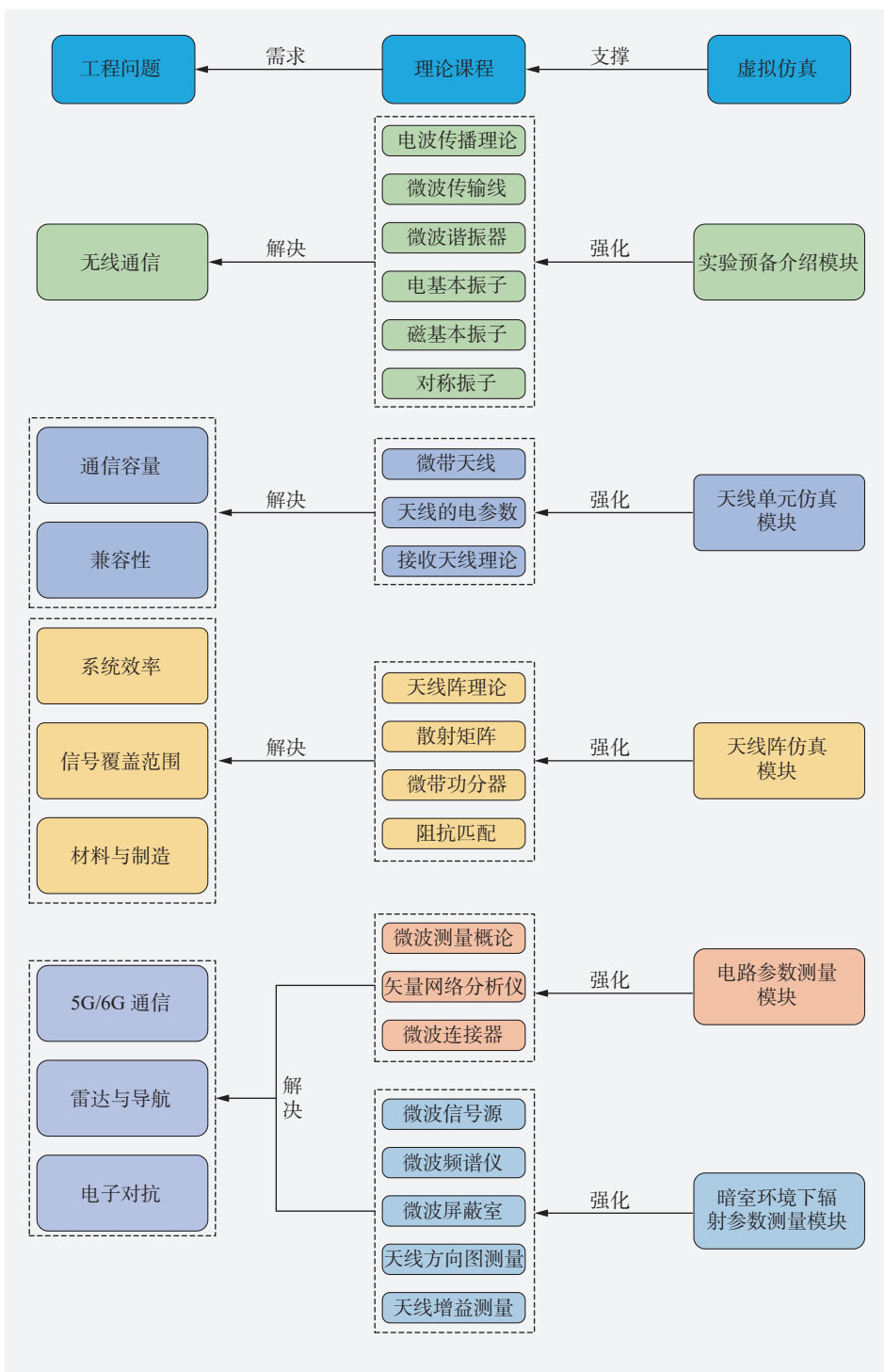


图 6 实验教学过程及实验方法图

### 4 教学效果评估与分析

#### 4.1 教学效果的评估方法

为了全面掌握学生的学习进展，采用了形成性评估和总结性评估相结合的方法。形成性评估侧重于过程中的反馈，帮助学生及时调整学习策略；总结性评估则关注学习结果，评价学生的整

体表现。在教师之间实施相互评审制度，以评估教学内容和方法的有效性。通过同行评议，能够不断优化教学实践，提升教学质量。为了深入了解学生对混合式教学模式的感受，积极收集学生的反馈信息，从学生的角度审视教学，不断改进教学模式。

在平台方面，细致评估学生的操作技能和实

验结果,不仅确保了学生能够熟练运用实验平台,也保证了实验结果的科学性和准确性。

此外,利用在线测试和作业系统,对学生理论知识的掌握情况进行了定量评估,不仅方便快捷,而且能够提供客观、准确的数据,帮助教师更好地了解学生的学习状况。

#### 4.2 教学模式改进与优化

随着科技的飞速发展和教育需求的日益增长,我们致力于平台的持续完善,旨在提升用户互动体验,并确保教学方法保持领先地位。积极寻求将微波天线的虚拟仿真实验与多个学科领域相结合,以促进跨学科学习并加强综合技能的培养。根据学生的表现和反馈,不断调整教学内容和策略,以提供更加定制化的学习体验,满足每位学生的独特需求,支持他们的全面成长。

为了促进高质量教育资源的共享,构建了一个丰富的教学资源库,收集了广泛的教学材料和案例。不仅加强了教师之间的交流与合作,也为教学创新奠定了坚实的基础。

此外,为了提高教师的专业水平和教学技能,鼓励教师参与各种专业发展活动,包括研讨会、工作坊和在线课程<sup>[18]</sup>。鼓励教师和学生将教学成果和学习经验转化为学术论文,通过在学术会议或专业期刊上发表,来分享知识并促进学术交流。

## 5 结束语

本文介绍了一种结合微波天线虚拟仿真实验平台的混合式教学模式,旨在显著提升电子信息工程专业学生的理论认知与实践技能。该模式巧妙融合了传统课堂教学与现代虚拟仿真技术,通过精心设计的教学内容和实时反馈,激发了学生主动学习的热情,促进了他们对知识的深入理解。

在教学效果的评估与分析方面,本研究采用了包括成绩分析和学生反馈在内的多元化方法,全面评估了学生的学习成效。结果显示,虚拟仿真实验平台显著提高了学生的参与度和学习体验,促进了知识的应用。

展望未来,我们将持续优化教学模式,结合教育技术的最新发展和学生需求,提升教学质量。同时,鼓励师生参与教学资源开发和教学方法的创新,推进电子信息工程教育的持续发展。期望本研究能为其他高校提供教学改革的参

考,共同培养适应新时代要求的高素质工程技术人才。

## 参考文献

- [1] 卢婧,杨峰.水力发电全过程虚拟仿真实验教学系统建设[J].实验科学与技术,2021,19(4):131-134.
- [2] 孙建军,张颖杰,巴宇,等.高电压虚拟仿真实验教学探讨[J].实验科学与技术,2022,20(2):52-56.
- [3] 高剑,田振华.信息技术赋能的高校篮球课程混合教学模式现状分析[J].文体用品与科技,2024(10):114-116.
- [4] 何明明,姚显春,李宁,等.岩体现场旋切触探教学实验平台研发[J].实验技术与管理,2024,41(6):1-10.
- [5] 张禹海.新文科视域下消防指挥专业虚拟仿真实验教学改革研究[J].中国人民警察大学学报,2024,40(6):86-91.
- [6] 李岩,郭文锋,沙鸥,等.在线课程混合教学模式构建:以无机化学实验为例[J].广东化工,2024,51(10):182-183.
- [7] 吴承燕,郭志英,董倩,等.新工科背景下生物分离工程课程产教融合建设改革探索[J].福建轻纺,2024(4):84-86.
- [8] 孙明晓,王潇,胡军,等.基于自主移动抓取机器人的多功能实验教学平台设计[J].实验技术与管理,2024,41(4):140-146.
- [9] 滕飞,杨宇峰,徐娜.教育数字化背景下中医眼针疗法虚拟仿真教学的创新研究[J].中国中医药现代远程教育,2024,22(13):45-47.
- [10] 杨丽艳.思想政治理论课虚拟仿真实实践教学平台的构建[J].实验室研究与探索,2016,35(5):272-274.
- [11] 李曼,孙悦超,陈敬渊.基于线上线下混合教学模式的汽车理论课程思政元素挖掘与实施[J].汽车实用技术,2024,49(10):165-169.
- [12] 黄捷,李泽毅.四旋翼无人机编队变换能耗优化仿真教学[J].实验技术与管理,2024,41(4):102-108.
- [13] 唐贵进,沈建华.基于“三链联动”的电子类专业课程产教融合探索与实践[J].软件导刊,2023,22(12):51-55.
- [14] 徐明,熊宏齐,吴刚,等.土木工程虚拟仿真实验教学中心建设[J].实验室研究与探索,2016,35(2):139-142.
- [15] 司黎明,徐浩阳,薛正辉,等.电磁波极化转换虚拟仿真实验教学探究[J].实验室研究与探索,2024,43(4):104-108.
- [16] 王贤梅,李庭燎,杨琴.混合教学模式下“大数据、统计与SPSS的日常应用”课程教学探究[J].江苏商论,2024(6):129-133.
- [17] 付云起,张光甫,莫锦军,等.天线理论与工程[M].北京:电子工业出版社,2015.
- [18] 李文文,赵博.混合式教学模式下教师职业幸福感的质性研究[J].通化师范学院学报,2024,45(5):118-126.

编辑 葛晋