

# 虚实交互下实践教学探索

## ——以“巡检机器人无线充电装置”为例

周少聪<sup>1</sup>, 李振杰<sup>2</sup>, 俞小明<sup>1</sup>, 王 骏<sup>1</sup>, 殷 伟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司, 江苏 苏州

<sup>2</sup>东北林业大学计算机与控制工程学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年10月10日; 录用日期: 2024年11月7日; 发布日期: 2024年11月14日

### 摘 要

随着电力电子行业智能升级, 创新人才需求明显提高, 实践教学作为培养工程人才的重要环节, 是高校育人目标对接社会人才需求的必要途径。传统教学模式难以适应新背景, 在媒介、形式、评价等方面欠缺普适性与针对性。为此, 基于工程教学实际, 提出一种虚实交互的混合教学模式, 本研究旨在探索基于虚实融合交互的巡检机器人无线电能传输系统(Wireless Power Transfer, WPT)课程教学平台设计方法, 通过设计和开发可视化互动案例, 激发学生的学习兴趣 and 探究欲望, 并提升实践教学效果。

### 关键词

虚实交互, 实践教学, 教育改革, 无线充电

# Exploration of Practical Teaching under Virtual and Real Interaction

## —Taking “Wireless Charging Device of Inspection Robot” as an Example

Shaocong Zhou<sup>1</sup>, Zhenjie Li<sup>2</sup>, Xiaoming Yu<sup>1</sup>, Jun Wang<sup>1</sup>, Wei Yin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Suzhou Power Supply Branch, State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd., Suzhou Jiangsu

<sup>2</sup>College of Computer and Control Engineering, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

Received: Oct. 10<sup>th</sup>, 2024; accepted: Nov. 7<sup>th</sup>, 2024; published: Nov. 14<sup>th</sup>, 2024

### Abstract

With the intelligent upgrading of the power electronics industry, the demand for innovative talents

文章引用: 周少聪, 李振杰, 俞小明, 王骏, 殷伟. 虚实交互下实践教学探索[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 2114-2120.  
DOI: 10.12677/ve.2024.136326

has increased significantly. Practical teaching, as an essential link to training engineering talents, is a necessary way for colleges and universities to meet the needs of social talents. The traditional teaching mode is challenging to adapt to the new background and lacks universality and pertinence in media, form, and evaluation. Therefore, a hybrid teaching mode of virtual and real interaction is proposed based on the actual engineering teaching. This study aims to explore the design method of a Wireless Power Transfer (WPT) course teaching platform for inspection robots based on virtual-real integration and interaction. By designing and developing visual interactive cases, the study seeks to stimulate students' interest in learning and their desire to explore, while enhancing the effectiveness of practical teaching.

## Keywords

Virtual and Real Interaction, Practical Teaching, Educational Reform, Wireless Charging

Copyright © 2024 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

在新一轮科技革命与产业革命的背景下，教育部积极推进新工科建设，形成了具有中国特色的“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”，探索领跑全球工程教育的中国模式、中国经验，助力高等教育强国建设[1]。这一背景下高校教育更加强调知识的实用性、交叉性和综合性，新工科人才应具备扎实的工程实践能力与独立解决实际工程问题[2]；具备创新思维 and 创新能力，不断探索新技术、新方法，推动工程领域的创新发展；具备国际竞争力，适应全球化发展趋势，最终成为具备国际竞争力的复合型人才[3] [4]。

然而在传统教学模式下，教育正面临着诸多挑战：

(1) 缺乏互动性：传统教学模式往往侧重于知识的单向传授，教师作为知识的传授者，学生则被动地接受。这种模式限制了学生的主动参与和互动，抑制了学生的思维发展和创新能力的培养。

(2) 缺乏应用实践案例：传统教学模式往往注重理论知识的传授，而忽视了实践操作的重要性。学生缺乏实践操作的机会，导致理论知识与实践技能之间的脱节，难以适应现代社会对应用型人才的需求。

(3) 教学方法单一：传统教学模式通常采用统一的教学计划和教学方法，未能充分考虑学生的个体差异。每个学生都有自己的学习特点和需求，传统教学模式无法满足学生个性化学习的需求。

传统教学模式在形式上较为刻板，缺乏灵活性，时间安排不够灵活，成果转化和评价方式也相对单一，难以适应新时代的背景。在新工科建设与工程教育认证背景下，以专业能力与综合素质双重目标为培养宗旨，结合电气类专业知识特点与行业需求，借鉴先进教学方法与经验，注重创新能力和实践能力的提升，培养优秀的应用技术型人才，助力夯实新质生产力发展的人才之基，对于高校教育与市场需求的有效对接具有极其重要的意义。针对此问题，文章提出了基于虚实融合交互的巡检机器人无线充电实践课程教学平台并将其应用于实际教学中，促进学生均衡协调发展。

## 2. 国内外研究现状

### 2.1. 国内研究现状

国内一些高校已经开始探索基于虚拟仿真技术的实践教学模式，通过开发虚拟仿真实验和与真实实验的有机结合，提高学生对工程知识的理解和应用能力，例如：中南大学的“生产实习虚实交互教学模

式研究”[5]。此外,一些教育科技公司也开发了实践课程虚拟仿真教学平台,通过多媒体展示和交互功能,增强学生的学习体验和参与度,如:希沃交互式电子白板等。这些平台通常包括三维模拟仿真、交互式界面、多媒体展示等功能,使学生能够更加直观地了解电力电子的性质和规律,提高他们的学习兴趣和理解能力。

国内学者一直以来都非常注重课程教学方法的改革和创新,各高校也相继进行了课程改革实验,主要探索了以下几个方向:

(1) 基于网络技术的实践课程教学方法。网络技术使教学更加便捷、高效、灵活,教师可利用虚拟实验室或在线课堂等方式,直观展示电力电子领域的相关知识。网络技术为课程教学提供新的可能和发展方向。实践中进一步探索网络教学的优势和不足,结合实际情况灵活应用,提供更好的教学服务支持。

(2) 基于问题学习的实践课程教学方法。问题学习是一种以问题为核心的学习模式,有助于提高学生的自主学习能力和解决问题的能力。在教学中引入问题学习,可以培养学生对于问题的敏感性和解决问题的能力,进而促进学生的学习兴趣和学习主动性,提高学习效果和实践能力。在实际教学中,应根据学生的实际情况和发展需求灵活应用,并结合其他教学方法,为学生提供更优质的教育服务。

(3) 基于分组讨论的实践课程教学方法。分组讨论是一种有效的学习方法,能促进多学生多角度交流和思考,帮助学生更好地理解相关知识,提高他们的课堂参与度和思维逻辑能力。通过多种类型的分组讨论教学方式(如学生小组、设计任务、讨论汇报、全班辩论等),可以培养学生的学习兴趣和主动性,增强他们的团队意识和交流能力。在轻松、自由的环境下积极参与讨论,有助于锻炼自主学习和合作能力,同时激发个人的想象力和创造力,从而深化对理论知识的理解和掌握。

## 2.2. 国外研究现状

国外一些研究机构 and 高校也在开展相关研究,如美国麻省理工学院(MIT)的电子设备和电路课程采用虚拟现实(VR)技术,通过虚拟仿真和交互式界面,使学生能够更加直观地了解微电子的性质和规律[6]。伦敦大学基于虚拟实验技术建立了虚拟现实教室(VRMC)[7]。这些研究机构和高校通常注重技术创新和教学方法的改进,以提高教学质量和效果。与国内学者不同,国外学者注重理论研究和实验研究,尝试通过对于实践教学方法的理论分析和实验验证,主要探索了以下几个方向:

(1) 教学课程多类教学方法的对比研究。根据不同教学方法在理论和实践中体现的效果,选择适合实践教学课程的教学方法是非常重要的。通过对不同的教学方法进行对比研究,发现不同的教学方法对学生的兴趣和学习效果有不同的影响。因此,课程教师根据学生的个性化需求和课程内容的特点,选择更为有效的教学方法,以满足学生的学习需求并提高他们的学习效果。

(2) 基于虚拟实验的教学课程教学方法。通过使用计算机软件来模拟抽象复杂的实验,让学生更加直观地理解电力电子等器件的工作规律和相互作用关系。通过虚拟实验,学生更好地理解电力电子中的概念和理论,发现实验现象中存在的问题和矛盾,并通过实验调整参数来解决这些问题。这种方法有助于学生更好地掌握电力电子领域知识,提高学生的实践能力和问题解决能力。

(3) 基于多媒体教学的课程教学方法。在课程中,结合图像、声音、动画等多种媒体形式的教学方法,讲解元件的性质、工作原理、定律、应用等知识,使教学更加生动、直观和有效。同时,为确保多媒体教学的有效性,根据学生的认知能力、学科特点等进行有针对性的设计,提高学生的学习兴趣 and 效果,促进课堂教学的提质升级。

## 3. 虚实交互的混合实践教学方案

近年来,基于虚拟现实技术的教学模式在国内各大高校逐渐推广,通过将虚拟现实技术与教学内容

相结合，为学生提供了沉浸式学习环境，从而更好地理解和应用所学知识。在此基础上，依托仿真驱动型体验教学的理念，重新审视教学大纲和授课思路，整合“电力电子”课程涉及的理论知识与工程案例，提出了“理论 + 考核 + 实践 + 应用”的教学模式，并且设计了基于虚实融合交互的实践课程教学平台，如图 1 所示。

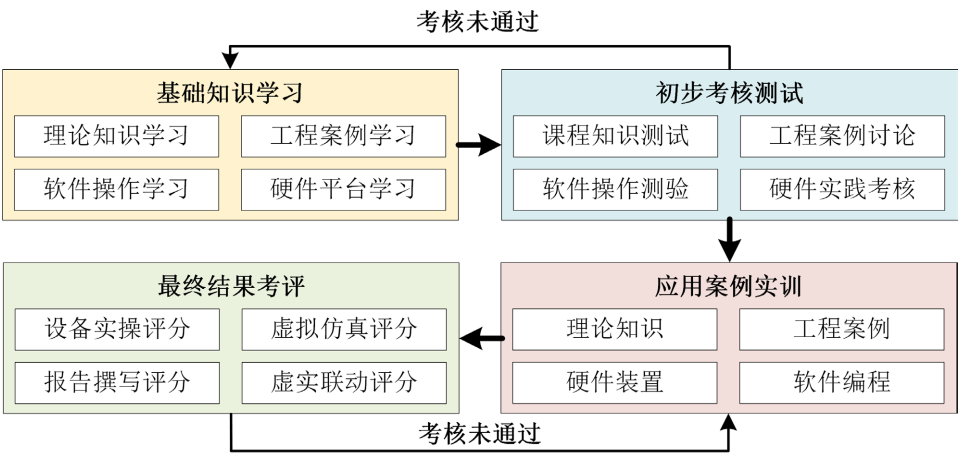


Figure 1. Practical course teaching platform based on the integration of virtual and real interactions  
图 1. 基于虚实融合交互的实践课程教学平台

3.1. 虚实融合互动案例开发

设计案例的主题、案例故事、图像和动画等多媒体素材，以帮助学生直观地理解和掌握理论知识。以图 2 为例，恒流/恒压充电和系统效率提升作为双目标，对发射端功率调控的方法以及接收端阻抗匹配和动态调谐展开研究。结合图 3 中电路拓扑和图 4 中仿真/实验结果，电路仿真软件得到满足实际工况需要的电气参量，采用 PLECS 电路仿真软件直观地获取发射端和接收端的电流波形，避免复杂的公式计算，给学生提供解决问题的新思路。同时，为便于学生更加直观地理解不同负载参数对于最大系统效率的影响，将仿真模型封装，通过预留输入与输出接口，实现交互式操作，让学生可以自己调节接收端阻抗值并观察恒流、恒压充电的参数波形，从而更好地理解不同参数的影响。这种方式也有利于实现软件与硬件的联动，使得学生在实际硬件环境中使用仿真软件，更好地将理论知识和实践操作结合起来。

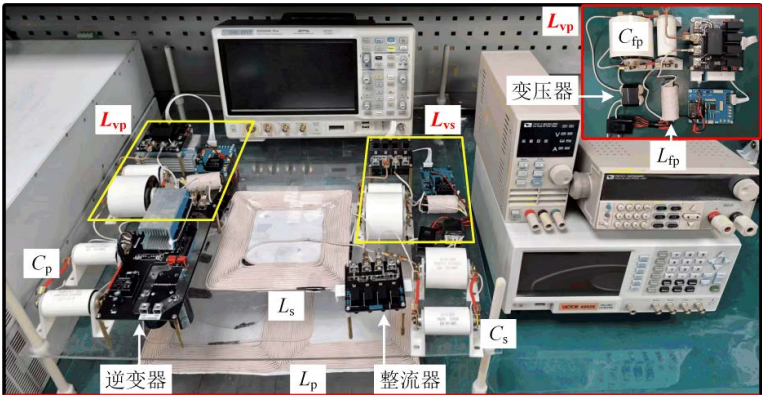


Figure 2. Wireless charging system platform for inspection robot  
图 2. 巡检机器人无线充电装置平台



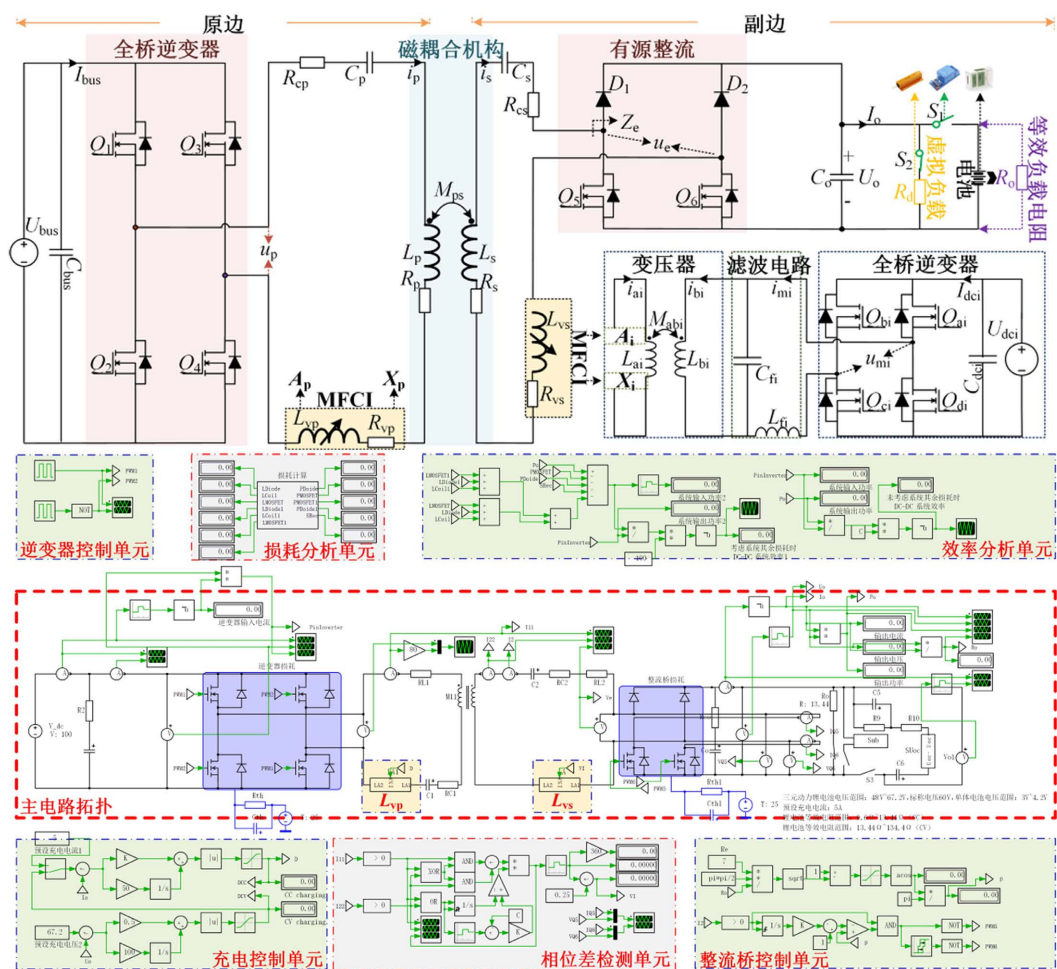


Figure 3. PLECS simulation topology

图 3. PLECS 仿真拓扑结构

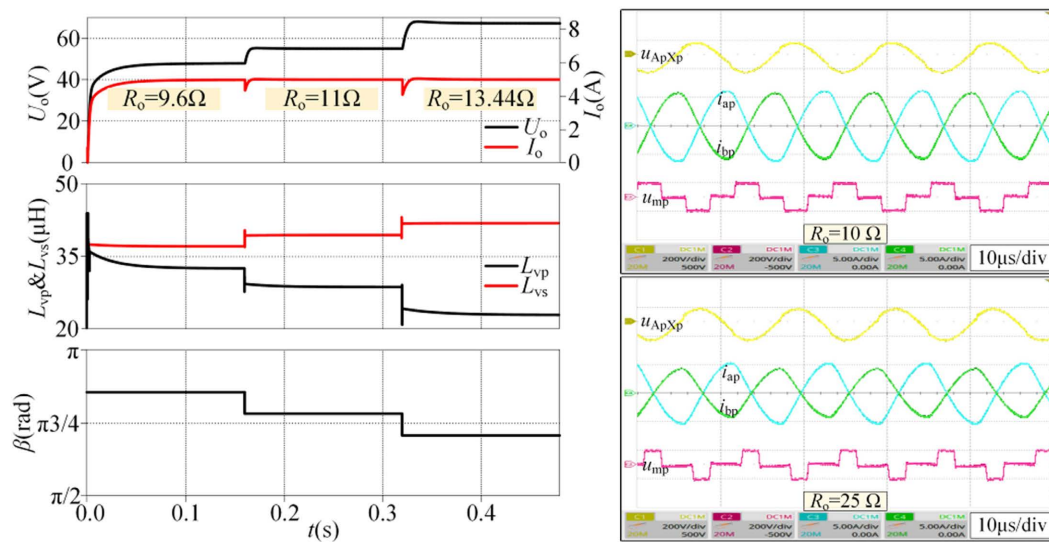


Figure 4. Simulation and experimental results

图 4. 仿真和实验结果

3.2. 教学平台的应用与完善

引入基于虚实融合交互的巡检机器人无线充电装置实践教学平台，改变传统的单向授课方式，增强课堂互动和学生参与度，有效提高学生的学习效果和教学质量，促进学生全面发展和创新能力的培养。采用案例驱动教学方式，通过讲述具体实例引导学生分析和解决问题，提高学生的实践能力。例如，为实现巡检机器人无线充电系统中外电路谐振的功能，引入拓扑补偿电路，以系统的传输效率为目标，通过对电感电容工作特性的分析，得出系统传输效率的公式，推导出电路输入侧和接收侧的能量传输效率关系，使学生更容易理解和记忆相关知识点；推行翻转课堂模式，学生在课前自主学习相关知识点，在课堂上进行互动式讨论和实际应用，真正做到教师的引导和学生的自主探究；引入虚实融合互动教学，借助现代技术手段多模式交融，让学生更加直观、深入地了解电力电子的概念和特性，增强课堂互动和学生参与度。

3.3. 教学效果评估与分析

通过问卷调查、学生笔记分析、考试成绩等途径，探究可视化互动案例教学方法对学生成绩、理解能力的影响。综合使用这些方法进行全面的评估和分析。通过评估和分析结果对可视化互动案例教学进行进一步的优化和改进，提高学生应用能力、理解能力和学习效果。

例如：在巡检机器人无线充电系统中，实现恒压/恒流充电的过程中掌握的知识和技能是否具有实际应用价值？并对学生在课堂中做的笔记进行分析，了解学生对于案例的理解和掌握情况，特别是在案例应用方面的掌握程度，是否能够将案例的内容应用于实际情境中。将考试成绩分为案例分值和知识点分值两个部分进行分析：案例分值部分评估学生在实际应用能力上的掌握程度，知识点分值部分评估学生对于理论知识点的掌握程度。

4. 虚实交互教学思路实践反馈

结合上述研究目标，不断尝试和总结的基础上，虚实融合实践教学不断迭代更新与完善，提高教学效果，让学生更好地掌握和理解电力电子知识并应用于实践，如图 5 所示。



Figure 5. Practical feedback of the practical teaching platform based on virtual-real integration interaction  
图 5. 基于虚实融合交互的实践教学平台的实践反馈

- (1) 提高教学效果：基于虚实融合交互的教学平台，学生直观地了解电力电子器件的原理和特性，掌握基本的电力电子实验技能，更加深入地理解元器件整流、逆变的现象和规律，打破传统教学中对抽象概念的依赖，使学生更加主动地参与学习，提高教学效果；
- (2) 增强创新能力：基于虚实融合交互的教学平台能够鼓励学生自主思考、探索和实验，培养学生的

分析与解决问题的能力。通过不断实践和调整,学生能够逐渐掌握独立思考和解决问题的方法和技能,为未来的学习和工作奠定坚实基础;

(3) 拓宽知识边界:基于虚实融合交互的教学平台能够引导学生了解实际工程的发展历史、应用领域和前沿技术,提升学生的认知维度。通过接触与学习工程案例,学生能够更好地将电磁学理论与实际应用有机整合,为将来的工作做好准备。

## 5. 总结

虚实融合互动教学的引入,利用现代技术手段,为学生提供了一个直观、生动的学习环境,使得学生能够在虚拟和现实之间自由切换,更深刻地理解电力电子的概念和特性。此外,这种教学方法还增强了课堂的互动性,提高了学生的参与度和学习兴趣。

随着新工科建设的不断推进和教育现代化的深入发展,巡检机器人无线充电系统的实践教学将更加注重理论与实践的结合、创新能力的培养以及国际竞争力的提升。未来,会衍生出更多创新的教学模式和技术被应用于工程教育领域,为培养适应 21 世纪需求的工程人才做出更大的贡献。

## 基金项目

本文系 2024 年国网江苏省电力有限公司面向生产一线的科技项目包(苏州公司)(基金编号 B31020247FZC);东北林业大学教育教学研究课题(项目编号: DGY2023-24)。

## 参考文献

- [1] 郭伟, 张力玮. 借镜《教育 2030 行动框架》打造“中国教育现代化 2035”——访中国教育学会副会长、中国教育发展战略学会副会长长江教育研究院院长周洪宇教授[J]. 世界教育信息, 2018, 31(4): 3-7.
- [2] Card, S.K., Moran, T.P. and Newell, A. (1986) *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [3] 朱露, 胡德鑫, 何桢, 等. 国际工程教育专业认证体系的发展与改革: 基于《华盛顿协议》与欧洲工程教育专业认证体系的对比分析[J]. 高等工程教育研究, 2022(4): 38-51.
- [4] 刘思远. 工程教育专业认证与课程内容建设: 实践诉求、标准与机制[J]. 黑龙江高教研究, 2021(7): 32-36.
- [5] 谢劲松, 王田天, 王尚君, 等. 轨道交通装备生产实习虚实交互教学模式研究[J]. 教育教学论坛, 2024(19): 125-128.
- [6] Fischer, J., Mitchell, R. and del Alamo, J. (2007) Inquiry-Learning with Weblab: Undergraduate Attitudes and Experiences. *Journal of Science Education and Technology*, **16**, 337-348. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9054-6>
- [7] Edwards, B.I., Bielawski, K.S., Prada, R. and Cheok, A.D. (2018) Haptic Virtual Reality and Immersive Learning for Enhanced Organic Chemistry Instruction. *Virtual Reality*, **23**, 363-373. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0345-4>