

基于桌面式虚拟现实技术专业学位论文研究生实践教学改革的研究

张宏辉^{1,2,3} 乌日乐⁴

1. 内蒙古民族大学 工学院, 内蒙古 通辽 028000

2. 蒙东高寒经济特色作物智能农机装备内蒙古自治区工程研究中心, 内蒙古 通辽 028000

3. 牧草智能装备创新中心, 内蒙古 通辽 028000

4 通辽市人民医院神经内二科, 内蒙古 通辽 028000

[摘要]文中针对传统研究生实践教学中的设备成本高、场地受限、与企业实际需求脱节等问题,结合开关柜拆解这一典型工程场景,开发了一套基于虚拟现实技术的项目式教学平台。该系统支持学生自主设计拆解方案,以提升拆解效率和缩短拆解时间为目标,在虚拟环境中进行工具组合、柜体调整与流程优化,实现了低成本、高安全性的沉浸式实操训练。企业反馈表明,该平台不仅有助于院校开展工程实践教学,还能为企业拆解流程优化提供参考。尽管当前系统在案例多样性、工具丰富性、评估维度和物理反馈方面存在不足,未来将通过扩充设备与工具类型、强化过程数据采集与评估机制等方式持续优化。该平台为破解实践教学资源困境、推动创新教育提供了有效路径。

[关键词]实践教学;虚拟现实技术;工程实践

DOI: 10.33142/fme.v6i8.17553

中图分类号: G643

文献标识码: A

Research on the Reform of Practical Teaching for Professional Degree Graduate Students Based on Desktop Virtual Reality Technology

ZHANG Honghui^{1,2,3}, WU Rile⁴

1. College of Engineering, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

2. Inner Mongolia Engineering Research Center of Intelligent agricultural machinery equipment for alpine economic characteristic crops in eastern Inner Mongolia, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

3. Innovation Center for Intelligent Forage Equipment, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

4. Department of Neurology II, Tongliao People's Hospital, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

Abstract: This paper addresses issues in traditional graduate practical teaching, such as high equipment costs, limited venues, and a disconnect from corporate practical needs. By leveraging the typical engineering scenario of switchgear disassembly, a project-based teaching platform utilizing virtual reality technology was developed. The system enables students to independently design disassembly plans, aiming to improve efficiency and reduce disassembly time. It allows for tool assembly, cabinet adjustment, and process optimization in a virtual environment, delivering immersive hands-on training with low costs and high safety. Feedback from enterprises indicates that the platform not only aids institutions in conducting engineering practical teaching but also provides references for optimizing corporate disassembly processes. Although the current system has shortcomings in case diversity, tool richness, evaluation dimensions, and physical feedback, future improvements will focus on expanding equipment and tool types, strengthening process data collection, and refining evaluation mechanisms. This platform offers an effective pathway to overcome practical teaching resource challenges and promote innovative education.

Keywords: practical teaching; virtual reality technology; engineering practice

引言

实践教学在专业学位研究生培养体系中占据着举足轻重的地位,它是培养研究生具备实践关键能力的主要途径和关键环节。高质量的实践教学能够让学生将所学理论知识与实际工程问题紧密结合,在解决实际问题的过程中不断锻炼和提升自身能力,为未来投身工程技术领域奠定坚实基础^[1-3]。然而,当前专业学位研究生实践教学面临着诸多现实困境。实践场地有限,难以满足大规模实践教学的需求;经费投入不足,导致实践教学资源更新缓慢;

设备更替速度远远跟不上专业发展的步伐,使得学生接触到的技术和设备与行业前沿存在差距。这些因素相互交织,共同制约了实践教学的质量,进而导致专业学位研究生培养过程中出现了重理论轻实践的不良倾向^[4,5]。

值得庆幸的是,随着现代教育技术的飞速发展与广泛应用,为解决专业学位研究生实践教学难题带来了新的契机。其中,虚拟现实技术凭借其独特优势脱颖而出。它能够突破实践设备场地的限制,让学生不受空间和时间的束缚,随时随地开展实践活动;实践场景易于切换,可

根据不同的教学内容和需求,快速营造出多样化的实践环境;而且可以根据实践需要灵活升级设备,确保学生始终接触到最先进的技术和工具。基于这些优点,虚拟现实技术能够为专业学位研究生实践教学提供更加丰富、多元且贴合实际需求的教学内容,推动专业学位研究生实践教学质量的提升。

尽管虚拟现实技术的引入为革新传统实践教学模式、弥补其固有不足提供了有力支撑,但就现阶段发展状况而言,该技术仍存在明显短板。由于缺乏与专业学位研究生实践教学深度融合的案例库以及针对性强的试验模块,虚拟现实技术在应用过程中难以精准适配不同学生的知识基础、技能水平和学习需求,进而无法充分满足个性化培养专业学位研究生的目标要求。

鉴于此,为有效破解上述难题,切实推动专业学位研究生实践教学的个性化发展,本文将在充分考量现有虚拟现实技术优势与局限的基础上,深入探究一种桌面式的实践教学手段。这种手段旨在借助桌面式虚拟现实技术的便捷性、灵活性和低成本等特性,结合专业学位研究生培养的特殊需求,构建一个高度个性化、交互性强的实践教学环境。

为使研究更具实践指导意义与可操作性,本文将以开关柜拆解项目作为典型案例展开深入剖析。该拆解项目涵盖机械设计等专业领域的知识与技能,综合性与实践性突出,高度契合专业学位研究生的培养目标。在后续研究中,本文将系统阐述桌面式虚拟现实技术在开关柜拆解实践教学中的具体应用,包括项目背景介绍、教学场景构建、实践操作流程、实践考核以及企业反馈等环节,以期为专业学位研究生实践教学提供新思路与新方法。

1 背景介绍

随着国家经济实力的显著增强与经济发展战略的转型,政府对基础设施建设的投入已达前所未有的水平,致力于通过强化环境治理与生态保护,推动经济社会实现可持续发展。这意味着必须改变以往过度依赖物质资源消耗、规模粗放扩张和高能耗高排放产业的发展模式。作为国家经济运行的基石,电力设施的建设与维护投入具有举足轻

重的地位。为保障电力供应的稳定性与安全性,国家每年投入大量资金用于电力设备的更新升级及老旧设施与材料的替换。

作为国家经济运行的基石,电力设施的建设与维护投入具有举足轻重的地位。为保障电力供应的稳定性与安全性,国家每年投入大量资金用于电力设备的更新升级及老旧设施与材料的替换。

然而,随之而来的是废旧电力设备和材料数量的逐年增加,若处理不当或资源回收管理不善,可能引发一系列环境与安全风险。通过回收实现物质再利用,不仅有助于节约能源、降低生产成本,还能推动循环经济的发展。同时,避免有害物质回流也是保障公共安全、防止环境污染事件、守护人民生命财产安全的重要举措。综上所述,资源回收与有害物质管控对于构建绿色、低碳、安全的社会具有不可替代的作用。

在电力设备更新过程中,高压开关柜内的元器件具备较高的回收价值。然而,其拆解与回收目前主要依赖大量人力投入,尤其是长时间的人工搬运容易影响操作稳定性,增加意外事故风险,对作业人员的人身安全构成威胁。

目前,传统的开关柜拆解方式自动化程度低、拆解效率较差,亟待改进。针对这一问题,有必要设计一套科学、合理的拆解方案,以提高整体拆解效率与作业安全性。

开关柜拆解主要存在以下特点:

- (1) 柜体采用螺栓与铆钉固定,人工拆解难度大;
- (2) 内部元器件排布密集,操作空间有限,且多数通过螺栓与螺母连接,进一步增加拆解复杂度;
- (3) 柜体总重约 800kg,高度达 2.3m,不便于人工搬运。

本次所针对的开关柜型号为 KYN28A-12 出线柜,其总重约 800kg,其中壳体部分约 450kg,外形尺寸为 1600mm(宽)×800mm(深)×2300mm(高)。柜内主要部件包括铜排、避雷器、断路器、互感器、接地开关、套筒、侧板及二次元器件等。

拆解区面积为 40m×24m。设计目标为在保证拆解效率最高的同时,尽可能降低拆解生产线的搭建与运营成本。

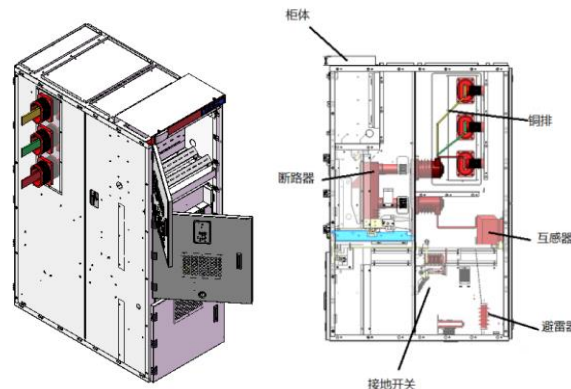


图 1 高压开关柜出线柜

2 教学场景搭建

为构建虚实结合、理实一体的开关柜拆解教学系统，我们以实际工业流程为依据，系统完成了从元器件、拆解工具到生产线的全要素三维数字化建模，既注重学生实践操作能力的训练，也强调拆解原理与系统优化思维的理论融入，真正实现“在做中学、在学中做”。

2.1 理论与建模基础

在理论层面，教学系统引入机械拆解工艺、智能制造系统及环保资源化等理论内容，帮助学生理解拆解顺序规划、工具选型与生产效率之间的内在联系。在建模方面，我们已完成开关柜关键元器件的精细三维模型，包括柜体、铜排、断路器、互感器、避雷器等，所有模型均按实际尺寸与物理属性构建，为学生提供高保真的虚拟操作对象。

2.2 工具与生产线建模

拆解工具模型涵盖手动工具与半自动化设备，主要包括等离子切割机、电动扳手、角磨机、压力钳、机械臂、AGV 小车及压块机等，每类工具均附有工作原理及适用场景说明，支撑学生从认知到实操的系统训练。生产线模型则整合输送线、工位布局与执行单元，构建出可动态调整的柔性拆解环境，反映现代拆解车间的真实布局与物流逻辑。

2.3 半自动化拆解平台的设计与实现

基于上述模型及开关柜体积大、重量重的特点，我们设计了以半自动化为主的拆解平台（二维布局见图 4）。该平台兼顾人工操作与机械协同，针对精密部件（如电气连接件、绝缘器件）强调手动工具拆解的技术训练，而对重物搬运、翻转及传输则采用 AGV、机械手和传送线完成，突出系统集成与自动化控制的实际应用。

根据实操工段与理论要点的结合，平台按拆解流程划分为四个工段，每一工段均设置明确的操作任务与理论目标：

工段 1：柜门、断路器及配电盘的拆卸与转运。

-实操重点：手工工具使用、拆解顺序规划；

-理论融入：机械连接类型、拆解力学分析及工件定

位原理。

工段 2：对上柜门、配电盘及内部零部件进行进一步分解。

-实操重点：精密部件处理与分类操作；

-理论重点：物料分类原则、资源回收价值评估。

工段 3 与工段 4：板状结构的撕碎与压块处理。

-实操内容：机械化设备操作与成型工艺；

-理论延伸：破碎力学、体积优化及再生材料处理技术。

系统支持学生在虚拟环境中自主设计拆解方案，并通过实时数据采集评估操作合规性、工时与物料分类准确率。教师可基于系统反馈开展过程性评价，结合传统结果考核，实现从技能训练到系统思维培养的多层次教学目标。

通过以上设计，本系统不仅复现了企业真实生产环境，也构建出融操作训练、理论学习和创新设计于一体的综合教学平台，能够有效提升研究生在智能制造与绿色制造领域的实践与创新能力。

3 实践操作

基于所开发的拆解平台，我们构建了一套桌面式软件供学生进行操作与学习。学生可在打开软件后，依据自身理解自主设计个性化的拆解方案，并以提升拆解效率与最短拆解时间为优化目标，进行方案设计与优化。在该平台中，拆解工具可自由移动与组合，开关柜的放置位置与姿态也支持灵活调整。

拆解过程主要依据元器件的材质（如铜、铁、铝等）进行分类处理。学生可根据输送线的传递效率及拆解工具的搭配情况，计算出相应的拆解效率与所需时间，从而实现方案的科学评估与持续优化。

4 实践考核

在传统研究生实践教学中，教师通常先讲解实验步骤与注意事项，学生按既定流程操作，缺乏自主思考与探索环节。而本课题则鼓励学生自主设计拆解方案，以拆解效率与最短时间为考核目标，强调个性化方案设计与综合执行能力，摒弃“标准答案”导向，推动实践教学向开放、创新方向发展。

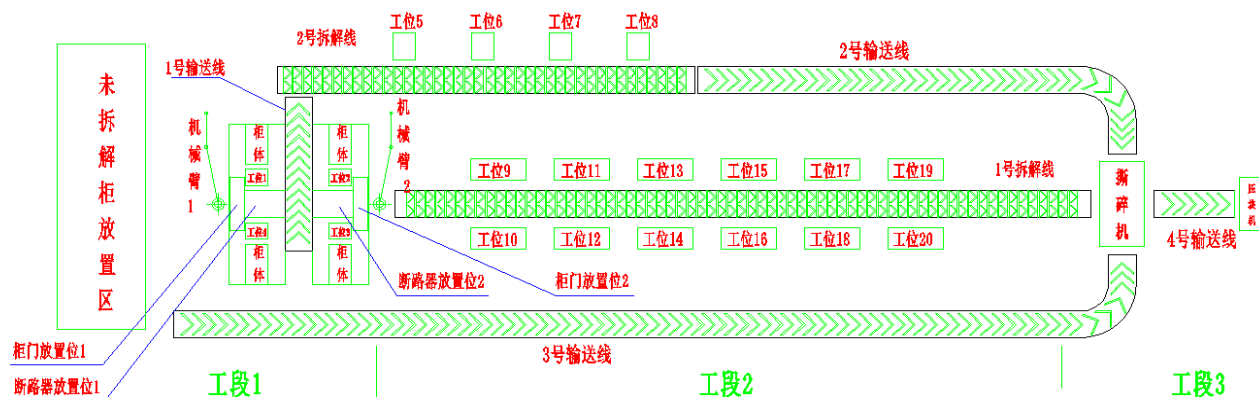


图 2 高压开关柜拆解线分布图

5 企业反馈

学校现有的实践项目多侧重于理论验证与基础技能训练,与企业实际生产及研发需求存在较大脱节,导致研究生难以接触前沿技术及真实工程问题,毕业后需较长时间适应企业环境。

以开关柜拆解为例,传统方式需购置大量设备、占用较大场地,建成后仅少数学生可实际操作,多数只能观摩或使用模拟软件学习,难以切实掌握实操技能。场地限制也使得综合性、大型实践项目难以开展。

为解决上述问题,我们引入虚拟现实技术,开发了基于项目式教学的开关柜拆解平台软件。学生可在虚拟环境中自主设计拆解流程,实现高效、低成本和安全的实操训练。

为进一步推动该软件的实际应用,我们走访本地一家开关柜拆解企业,调研发现企业普遍面临拆解效率低、自动化水平不高等问题。该平台可有效帮助企业优化拆解流程、提升自动化水平,而企业在实际拆解中积累的经验,也将反馈至软件平台,助力其持续升级与优化。

6 局限性与不足

本文借助虚拟现实技术,开发了一套基于项目式教学的开关柜拆解平台软件,学生可在该软件中自主设计个性化拆解流程。该平台在一定程度上缓解了因场地限制和经费不足导致的实践教学困难,但仍存在以下几方面局限性:首先,系统内置案例数量有限,难以覆盖多样化的实际拆解场景;其次,拆解工具种类较为单一,限制了学生在方案设计中的灵活性与创新性;此外,当前平台对实践过程的评估仍较为简单,缺乏对操作规范性、流程合理性等多维度的综合评判;同时,系统在真实物理反馈方面存在不足,难以模拟实际拆解中的力学感和材质反应,影响了操作的沉浸感与训练实效。

针对上述问题,在后续研究中我们将从以下方面对系统进行改进:其一,结合企业实际需求与教学实践,增加开关柜的型号与种类,并依据市场调研结果扩充拆解工具

库;其二,优化实践教学评估机制,重点升级平台的过程数据采集功能,实现对学生在拆解过程中操作行为的实时记录与分析,并将其作为实践考核的重要依据。

7 结论

我们创新推出基于虚拟现实技术的项目式教学系统,打造了专业的开关柜虚拟拆解实训平台。该系统突破传统实践教学对实体场地和高昂经费的依赖,通过沉浸式、交互式的三维操作环境,使学生能够随时随地进行设备拆解训练,大幅降低教学成本与安全风险,显著提升研究生工程实践教学的效率与质量,为院校和企业培训提供了先进、可靠的技术解决方案。

基金项目:内蒙古自治区研究生教育教学改革项目(JG2024043C),内蒙古民族大学教育教学研究课题(QN2023003)。

[参考文献]

- [1]赵彦贵.虚拟现实技术在化工实践教学中的应用[J].电子技术,2023,52(4):112-114.
- [2]侯圣勇.虚拟现实技术融入高职智能制造专业群实践教学体系的应用研究[J].中国机械,2023(34):99-102.
- [3]刘岩,康丽,侯强华,等.虚拟现实技术在实践教学课程中的应用[J].高师理科学刊,2023,43(12):99-106.
- [4]辛尚龙,戴飞,黄晓鹏.新工科背景下基于虚拟现实技术的工程实践教学创新[J].湖北师范大学学报(哲学社会科学版),2025,45(1):141-146.
- [5]何龙韬,彭华民.虚拟现实技术融入健康社会工作实践教学的理论框架构建:一项经典扎根理论研究[J].科学经济 社会,2024,42(3):69-82.

作者简介:张宏辉(1990.12—),男,内蒙古民族大学工学院,高级实验师,研究领域:机械设计及理论(面向农业机械化与智能化应用);*通讯作者:乌日乐(1990.2—),女,职称:主治医师,工作单位:通辽市人民医院,研究领域:血流动力学。