

基于IIPE教学理念和虚拟仿真技术“飞行控制与仿真设计实训”课程研究

刘 翀

沈阳航空航天大学本科生院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年11月21日; 录用日期: 2026年1月22日; 发布日期: 2026年1月29日

摘 要

文章针对传统实践课程教学中存在的问题, 提出了基于IIPE教学理念和虚拟仿真技术课程改革措施。通过教学理念的升级, 应用虚拟仿真技术, 明确课程实训目标, 丰富实训教学内容, 结合当前行业对实践复合型人才的需求, 本文对虚拟仿真技术在飞行控制与仿真设计实训中的应用进行研究创新, 同时, 建立基于学习分析的全过程、多元化评价体系, 提升虚拟仿真实训课程质量, 通过教学改革措施, 期望能为实训课程领域的教学提供新的思路和方法。

关键词

IIPE教学理念, 虚拟仿真, 课程研究

Research on the Course “Flight Control and Simulation Design Training” Based on IIPE Teaching Concept and Virtual Simulation Technology

Chong Liu

Undergraduate School, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: November 21, 2025; accepted: January 22, 2026; published: January 29, 2026

Abstract

Aiming at the problems existing in traditional practical course teaching, this paper puts forward

curriculum reform measures based on the IIPE teaching philosophy and virtual simulation technology. By upgrading teaching concepts, applying virtual simulation technology, clarifying the objectives of course training, and enriching the content of practical teaching, combined with the current industry's demand for practical and compound talents, this paper conducts research and innovation on the application of virtual simulation technology in the training of flight control and simulation design. Meanwhile, it establishes a whole-process and diversified evaluation system based on learning analytics to improve the quality of virtual simulation training courses. Through these teaching reform measures, it is expected to provide new ideas and methods for teaching in the field of practical training courses.

Keywords

IIPE Teaching Concept, Virtual Simulation, Course Research

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

飞行控制是航空控制前沿技术之一，涉及控制理论、卫星导航、飞行测试等多个领域的知识，近些年随着技术支撑领域的持续进化，飞行控制技术在多个领域被广泛的应用，航空院校学生学习飞行控制技术及仿真设计对其他专业课程也有促进作用，随着信息技术与教育教学的深度融合，实践教学领域也在不断地进行着创新和变革，新时代教育对学生实践能力、创新思维和问题解决能力的培养提出了更高要求，应用虚拟仿真技术，正是这一变革的重要体现，基于虚拟仿真模拟技术，能通过虚拟环境对驾驶飞行器控制真实过程进行设计模拟，从而为学生提供真实的学习场所[1] [2]。

IIPE 四个字母分别代表虚拟仿真教学的四个关键维度，共同构成其虚拟仿真实实践教学理念框架，包括 Immersion (沉浸性理念)、Interaction (交互性理念)、Practice with Zero Risk (零风险实践理念)、Education-Oriented (教学导向理念)，旨在重塑传统教学模式，通过 VR/AR 等技术构建高度逼真的场景，让学生从“观看者”变为“参与者”，支持学生与虚拟元素实时互动，在虚拟环境中模拟高危、高成本操作，技术服务于教学目标，虚拟场景设计需紧密匹配知识点[3]。

2. 传统“飞行控制实训”课程教学存在问题

在传统“飞行控制实训”课程教学中存在以下几方面的问题，影响学生提高实践实训能力。

2.1. 课程教学资源相对短缺

学校实习实训教学资源有限，学生难以获得动手机会，固定场所、固定时段，设备一旦约满，学生只能排队等机；实训设备折旧快、更新慢，高值设备看得多用得少，学生动手机会不足；一台设备一次只能容纳 3~5 人，大班教学只能“分批轮转”，教师重复讲解、效率低。

2.2. 课程教学方式更注重理论知识

传统教学模式偏重理论知识传授，缺乏实践锻炼，学生懂飞行控制理论，缺乏理论联系实际能力，例如虽然学生熟知经典控制理论，通过 PID 控制算法，调节飞机的姿态，但当设计一个无人机飞行模拟场景时，却无法准确地将理论知识应用到实践中。

2.3. 质量评价不够准确

评价错位，线下考核重结果、轻过程，学生无法获得可迁移、可认证的能力凭证。在实训教学过程中，教师对实训质量的反馈很少，实训质量难以保证。

3. 基于 IIPE 教学理念和虚拟仿真技术“飞行控制与仿真设计实训”课程改革要点

以 IIPE 教学理念为基础，首先从“飞行控制与仿真设计实训”课程目标，其次是实训内容，再次是结合 IIPE 教学理念的教学实施方案，最后是课程教学的总体评价(如图 1)。

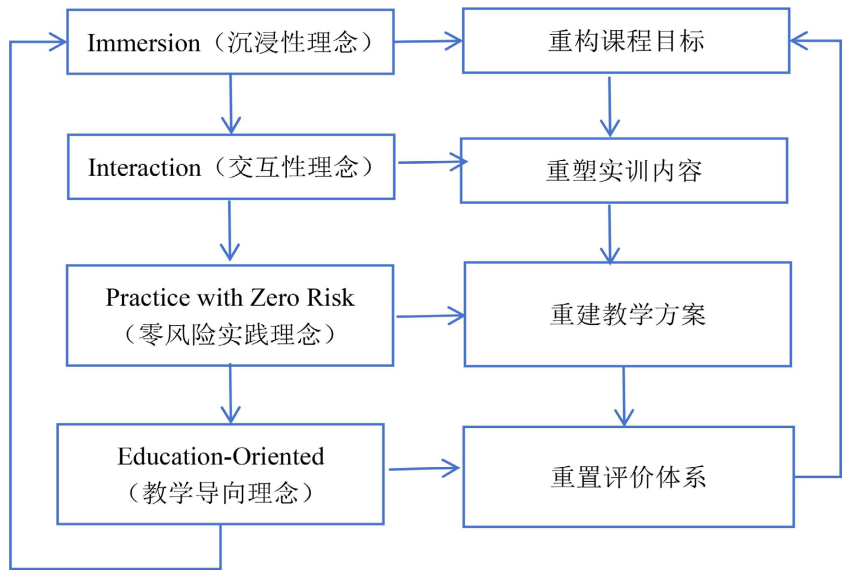


Figure 1. The idea of curriculum reform based on the IIPE teaching philosophy
图 1. 基于 IIPE 教学理念的课程改革思路

3.1. 明确课程目标

以实践操作能力为基础，通过沉浸式场景训练，让学生熟练掌握岗位核心操作流程；以创新意识为驱动，设计开放性任务鼓励学生探索优化方案；以综合能力为核心，融合沟通协作、问题解决等素养培养。目标设定需深度对接行业岗位需求与学生职业发展规划，确保教学内容与产业实际应用紧密衔接。同时，构建科学的教学评价体系，定期从知识掌握、技能熟练度、创新方案可行性等维度评估学生学习成果，依据评估数据动态调整教学策略与实训内容，最终培养出满足行业标准、具备可持续发展能力的综合型人才。

3.2. 实训内容与专业要求相结合

教师重点将实训内容与专业要求相结合，虚拟仿真技术可构建高度还原的工程实践场景，让学生在虚拟环境中完整参与方案设计、数据分析、问题解决全流程操作。学生能将课堂所学的理论知识，直接应用于模拟的实际工程任务中。这一过程不仅帮助学生深化对理论知识的理解，更能在反复实操与试错中，逐步提升解决复杂工程问题的能力。

3.3. 丰富教学方法

教师需基于课程实训核心内容与学生认知特点，构建灵活多元的教学方法体系。一方面，通过虚拟

仿真技术引入行业真实项目场景,让学生直观理解知识的实际应用场景;另一方面,引导学生围绕技术难点、方案优化等问题,通过虚拟仿真场景反复测试,培养思辨能力。其中,虚拟仿真实验作为关键教学载体,能将抽象理论转化为可操作的沉浸式实践,学生可在互动操作中深化对知识的理解,提升学习效果。

4. “飞行控制与仿真设计实训”课程教学改革主要措施

基于 IIPE 教学理念和虚拟仿真技术“飞行控制与仿真设计实训”课程教学改革,采用虚拟仿真技术优化实训内容的同时,更加注重实践能力的培养,融入虚拟仿真元素从重构课程目标、重塑实训内容、重建教学方案、重置评价体系等四个方面说明教学改革的主要方法。

4.1. 以“沉浸性理念”的课程目标

在航空类专业人才培养中,“飞行控制与仿真设计实训”课程是电力拖动与运动控制系统课程、飞行控制系统课程、过程控制系统课程重要的实训环节,以满足学生在航空控制领域的应用需求,使学生成为具备飞行器控制系统设计建模、操作和维护能力的航空工程技术人才,实训课程的教学难点是无人机建模、控制模块选择和避碰控制,掌握解决无人机控制问题的能力。

针对“飞行控制与仿真设计实训”课程的支撑毕业要求指标点,教师需明确教学目标、改革方向,以满足学生专业建设要求、理论联系实际落实,学生毕业参加工作未来发展要求,通过将专业课程理论的学习高效转化为实践任务,以虚拟仿真技术为抓手,教师能明确教学目标,指导学生探索课程理论知识解决实际问题方案。改革方向旨在通过 IIPE 教学理念的引导,利用虚拟仿真技术,达到真实的场景效果,使学生能够在仿真平台上沉浸式体验无人机建模、控制、调试等一系列操作。从而深入理解飞行控制系统的工作原理。这样的实训环节不仅提高了学生的实践应用能力,还激发了学生对航空控制工程领域问题的创新思考,培养了学生的工程素养、创新意识、实践能力。

4.2. 以“交互性理念”的实训内容

传统的“飞行控制与仿真设计实训”课程往往过于注重理论的传授和演示观摩,缺乏与实际应用的结合。因此,教师应该借助虚拟仿真元素融入实训课程内容之中,重点突出工程案例、实践应用。“飞行控制与仿真设计实训”课程重点是无人机控制原理虚拟仿真实训,教师借助虚拟仿真技术将无人机控制分为无人机建模、控制模块选择和避碰控制等 3 个模块,通过对无人机控制不同模块进行讲解,学生将理论知识与实际工程联系在一起。同时,在不同模块中引入虚拟仿真软件。一方面,通过课堂教师讲授知识,使学生能够深入理解无人机控制原理和应用;另一方面,让学生掌握虚拟仿真软件的应用,并为学生提供更具具体、更直接的控制设计无人机的机会。学生通过虚拟仿真软件分模块逐级操作,学生体验设计控制的全过程,培养学生创新意识、解决问题的能力(如图 2)。

不同的知识模块对应不同的毕业要求,实训课程设计不仅贴合航空类工程专业的实际需求,更能多角度、全面地培养学生,从航空航天专业知识角度来看,“飞行控制与仿真设计实训”课程教学改革将帮助学生建立扎实的无人机理论基础,理解无人机控制的原理和应用。通过问题分析,学生提高了解决航空工程问题的能力,从而更好地适应未来无人机的研究创新。实训课程中融入虚拟仿真元素,则使学生在课程学习中不仅能够熟练掌握无人机控制原理,还能够灵活运用虚拟仿真技术和其他现代化工具进行无人机设计、无人机飞行问题分析和优化。这样的培养将使学生在毕业后更具竞争力,能够胜任航空企业对飞行器复杂工程项目的设计和管理工作的。

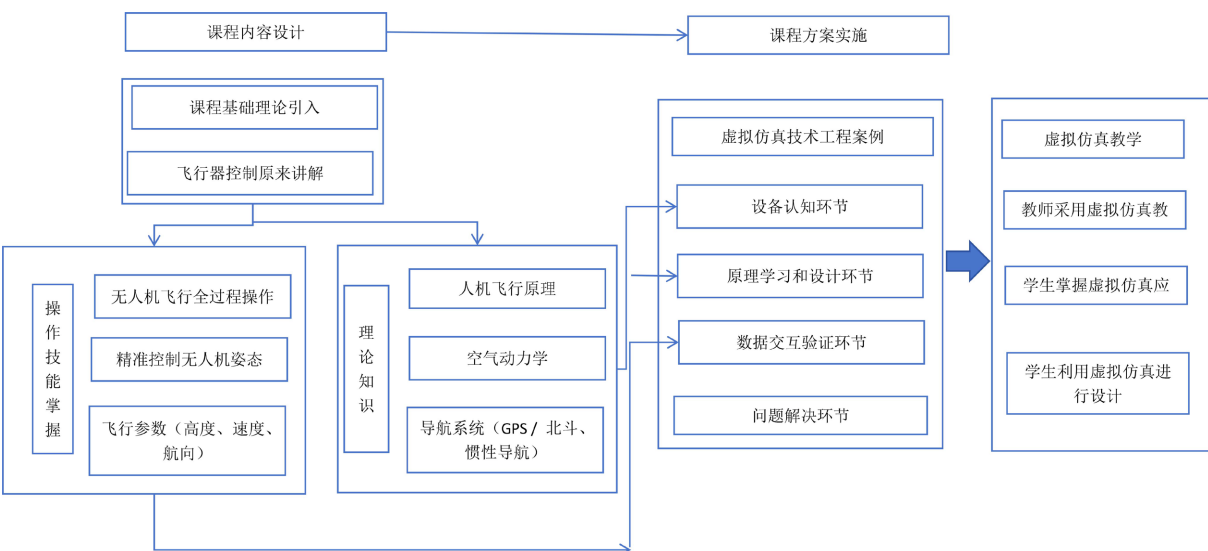


Figure 2. The reshaping design of training content for “flight control and simulation design training”
图 2. “飞行控制与仿真设计实训” 实训内容重塑设计

4.3. 以“零风险实践理念”的教学方案

4.3.1. 实训课程教学方案

教学改革的重要环节是整体实施教学方案，实训教学方案需要一系列具体措施来支撑，首先，教师应制定多元化的实训教学方法，保障零风险实践基础上，充分锻炼航空控制工程实践能力，如小组讨论、实验模拟和案例分析等以满足不同学生实际学习需求，确保学生对“飞行控制与仿真设计实训”课程兴趣性，其次，教师要充分整合实训内容与虚拟仿真技术。引导学生参与无人机控制场景设计和仿真飞行控制，更深入地理解专业理论课知识内容，并在解决实际无人机控制问题中获得更多的经验和技能。实训中尤其需要注意，在学生实训过程中，如果学生在虚拟仿真实训中出错，教师应鼓励学生勇于探索，指导教师要及时的引导与反馈学生在设计和故障检查过程错误，引导学生朝着正确的方向调试系统参数，使学生在解决实际问题中获得能力进步，最后，实训课程应该响应国家以德树人的思想，加强思想政治教育，引导学生树立航空报国思想理念，培养学生航空航天行业道德，对我们社会要有责任感和爱国精神。

4.3.2. 实训课程案例

无人机作为当今前沿技术，其在军事和民用领域有着广泛的用途，发挥着巨大的作用。随着自动控制技术、环境感知技术、通信导航技术的广泛应用，无人机的自动化、智能化趋势愈发明显。但是由于无人机属于典型的欠驱动控制系统，且系统易受到大风干扰，因此无人机的控制系统设计、飞行控制是一个复杂的综合性课题。虚拟仿真实训包含三大模块：无人机建模、控制模块选择和避碰控制(如图 3)，飞行控制与仿真设计实训过程如图 4 所示，形成以自主设计开放式为中心的实训教学模式，突出了对学生自主实践能力和探索精神的培养[4] [5]。

设备知识能力。利用虚拟仿真技术搭建包含视听、操控、避碰等多感官的现场仿真场景，无人机建模涉及的虚拟仪器有无人机、GPS、北斗、操作基站、多波束雷达、磁力仪、螺旋桨、窄带通信天线、射频天线、4G 天线、激光雷达、全景摄像头、超短基线、惯导设备、远红外摄像头、超声波测距模块等。学生都没接触过这些专业设备，实训前理论知识学习是虚拟仿真教学第一步。虚拟仿真技术推动了教育技术与实习实训深度融合，丰富无人机实践理论体系，虚拟仿真实训并非简单的“技术替代”，而是技

术与理论立体化展示，实验前学生要进行理论知识学习，目的是让学生在实训之前，对实训所用到的理论知识提前做一个了解和熟悉，能进一步在实训的过程中运用好理论知识，培养学生专业知识灵活运用，培养对无人机建模认识[6]。

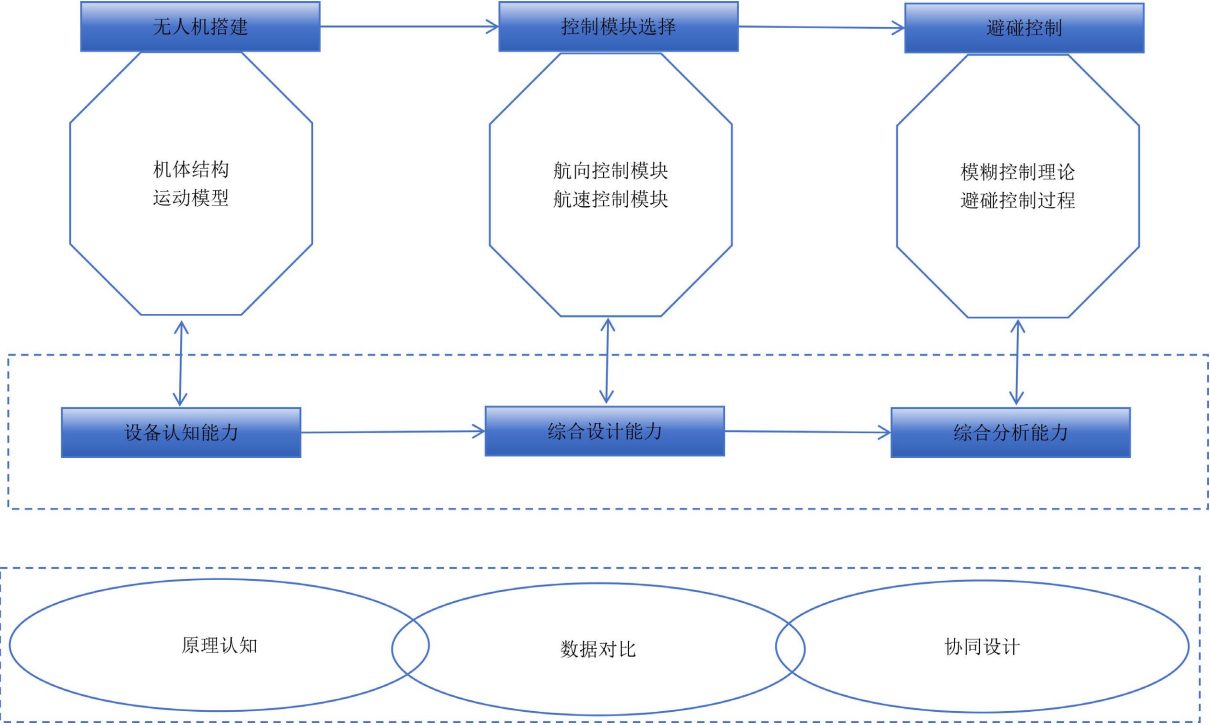


Figure 3. Teaching plan for flight control and simulation design training
图 3. 飞行控制与仿真设计实训教学方案

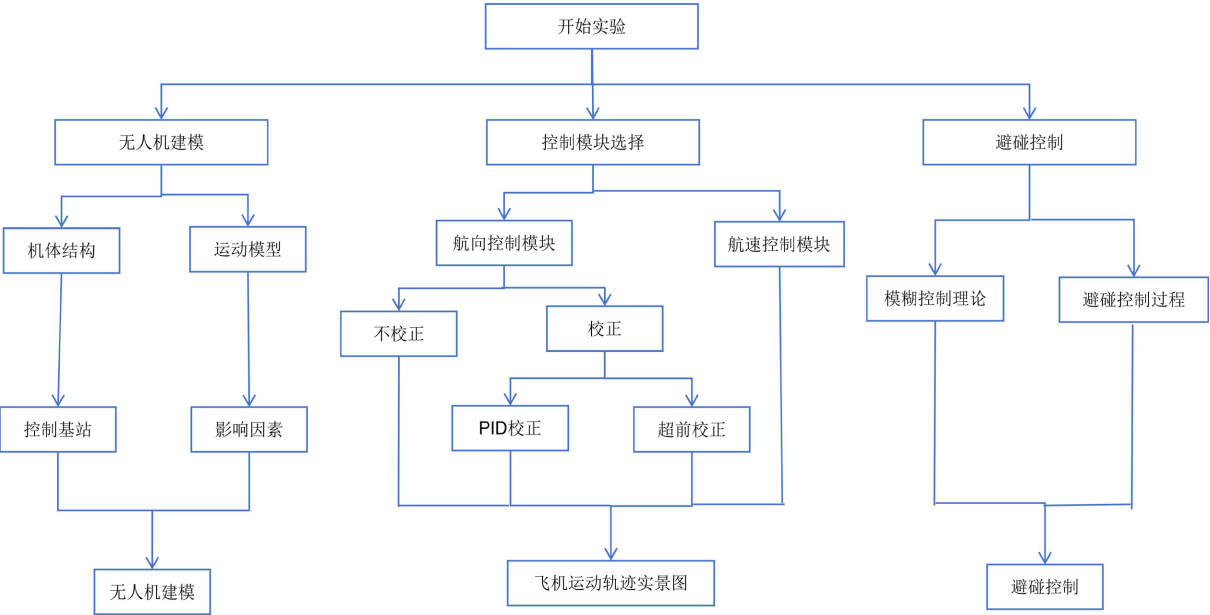


Figure 4. Teaching content of flight control and simulation design training
图 4. 飞行控制与仿真设计实训教学内容

综合设计能力。无人机综合设计根据两个层次递进的实训模块设计,使得学生对无人机控制系统的设计和运行,可由浅入深、分块、分步骤地进行关键技术工作原理的学习与理解。学生在无人机控制系统设计实训模块中,先完成数学建模,之后利用 PID 控制方法或频域校正方法完成航向和航速的设计,最后利用模糊控制方法完成无人机的避碰控制。

综合分析能力。实训系统将学生设计的控制器参数、运行轨迹以及选择的模型参数等数据都将输入到无人机计算模块中,同时由此计算模块获得的航行数据进行无人机控制系统运行实训,目的是验证控制系统设计的合理性。如果不合理则返回修改设计参数,如果合理则进行场景虚拟展示。让学生以问题为驱动,逆向思维,在工程实践中加深理论知识的理解和掌握,在无人机控制系统模拟运行实验模块中,学生可根据不同虚拟环境对设计的无人机控制系统验证其可靠性、安全性。实训内置各种限制参数,一旦出现由于参数设计不合理导致的故障报警,则记录故障结果,提醒实训者对系统设计进行修改,达到满足实际运行要求。

4.4. 以“教学导向理念”的评价体系

在“飞行控制与仿真设计实训”课程中,实训考核和教学评价是整个实训过程的重要环节,要建立以教学为导向的评价体系,当学生做完无人机实训内容并上传实训数据后,系统后台会自动读取实训平台里与该生对应的全部状态数据,数据处理筛选后,保留关键实训数据并推送给评分引擎,评分引擎首先在教师预置的范例库中检索,与学生实验数据做相似度比对,发现匹配样例后,评分引擎利用教师在预置的范例库中,对学生的实训结果信息进行推理分析,给出学生实训成绩及结论,评价结果反馈给实验平台,并以可视化报告形式向学生端展示,实训教学质量基于数据记录的过程性评价体系,实现“精准诊断、个性化反馈”,通过大数据分析挖掘学生的学习规律与共性问题,为无人机实训教学设计优化和教学决策提供数据支撑。老师通过虚拟仿真实训系统平台进行实训课程数据统计,评估实训教学质量效果,改进教学方法,促进学生实践能力的提升。

5. 结语

本文围绕“飞行控制与仿真设计实训”课程的改革需求进行探讨,说明了传统实训模式所存在的问题,并提出了基于 IIPE 教学理念和虚拟仿真技术的课程改革方案。通过重构教学目标、重塑课程内容、运用多样化教学方法重建实施教学方案并加强实训教学评估等措施,培养学生的实践能力、创新能力和工程技能。未来的实训教学中,更多融入先进技术元素服务教学,使工程技术场景通过高科技手段融入本科教学,使本科实训教学对复杂技术场景再现从不可能变为可能,最终指向更具适应性、创新性和包容性的未来教育,在提升教学质量、培养学生实践能力和创新思维方面发挥着重要作用。

参考文献

- [1] 邹航,崔贯勋. 构建多层次虚拟仿真实验教学平台[J]. 自动化与仪器仪表, 2019(7): 13-16.
- [2] 陈建锋,罗家兵,李旭峰. 物联网的虚拟仿真技术与实验教学平台[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2019, 19(12): 29-39.
- [3] 白云,金文闻,朱圆敏,等. 基于柔性虚拟仿真技术的智慧实验教学平台建设[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(4): 131-135.
- [4] 李淑凤,韩璐羽. 面向飞机表面巡检的多无人机覆盖路径规划[J/OL]. 系统工程与电子技术, 2025: 1-13. <https://link.cnki.net/urlid/11.2422.TN.20250611.1515.046>, 2026-01-25.
- [5] 张栋,李林,王孟阳,等. 不确定环境下多无人机察打一体任务规划方法[J]. 北京理工大学学报, 2025, 45(2): 111-125.
- [6] 张金菊,孙士国,龚思颖,等. 虚拟仿真实验教学一流课程持续改进[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(1): 125-129.