

新工科背景下以 OBE 为导向的无人机飞行控制课程教学改革

吴艳霞, 王力登, 陈博, 张猷
武昌职业学院, 湖北 武汉 430202
DOI:10.61369/ETI.2025060001

摘要：针对新工科对无人机技术人才“跨界融合、实践创新”的能力要求，本文以成果导向教育（OBE）理念重构无人机飞行控制课程体系。通过反向设计课程目标、以新工科跨学科融合的发展需求和工程岗位能力需求构建教学实验内容、实施多元动态评价机制，解决了传统教学中知识碎片化、能力培养与行业需求脱节等问题。该改革措施可以有效提升学生的工科素养、系统性思维、跨学科协作及创新设计能力，形成了 OBE 理念下工程教育与思辨能力培养深度融合的新范式，为高职院校无人机专业课程改革提供范式参考。

关键词：新工科；成果导向；飞行控制；线上线下教学；工程实践

Eaching Reform of Uav Flight Control Course under the Background of New Engineering and Obe

Wu Yanxia, Wang Lideng, Chen Bo, Zhang You
Wuchang Polytechnic College, Wuhan, Hubei 430202

Abstract： In response to the new engineering requirements for drone technology talent, which emphasize “cross-disciplinary integration and practical innovation,” this paper reconstructs the drone flight control course system based on the Outcomes-Based Education (OBE) philosophy. By designing course objectives in reverse, constructing teaching experimental content according to the development needs of interdisciplinary.

Keywords： new engineering discipline; outcome-based; flight control; online and offline teaching; engineering practice

引言

在新工科与 OBE 教育理念深度融合的背景下，低空经济的快速发展对无人机飞行控制技术人才提出更高需求。新工科聚焦高素质工程技术人才培养，OBE 则以成果为导向强化实践与创新能力。无人机物流、农业植保等低空经济核心领域的人才缺口，已成为制约产业升级的关键瓶颈。

高职教育作为技术技能人才培养主阵地，其无人机飞行控制课程横跨多领域，对学生实践与创新能力培养至关重要。当前教学存在内容滞后、实践脱节等问题，开展 OBE 导向的课程改革势在必行^[1]。

为此，高职院校需以新工科和 OBE 为引领，通过优化教学内容、创新教学方法、强化实践资源与师资建设、完善考核体系等路径，培养兼具理论基础与实战能力的复合型技术技能人才，为低空经济发展提供人才支撑，同时为同类专业改革提供实践参考。

一、无人机飞行控制课程存在的问题

当前对无人机飞行控制相关人才的需求呈现出数量需求大、技术要求高、实践能力强、创新能力突出的特点。无人机飞行控制课程涉及的教学内容广泛，知识点跨多门学科，且具有一定的复杂性，经过持续的课程建设与改进，教学质量明显提高，但教

学过程仍然存在一些不足，如图所示：

（一）教学内容与行业需求脱节

无人机飞行控制课程涉及多学科交叉融合的专业知识，授课内容过于理论化，缺乏与实际应用相结合的工程实践环节，或者实践内容过于单一、主动性不足，导致学生实践能力、创新能力培养方面的不足，难以将所学知识应用于实际工作中，产生能力

课题名称：基于 OBE 理念的无人机新工科专业群数字化教学改革研究——飞行控制课例实践。课题编号：2025A004，校级重点课题。

作者简介：吴艳霞（1987.09—），女，汉族，湖北孝感人，本科，工程师，从事控制与无人系统研究。

与实际需求脱节的状况。

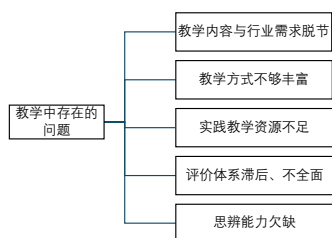


图1 教学中存在的问题

（二）教学方式不够丰富

当前无人机飞行控制课程仍然采用传统的讲授式教学方法，缺乏启发式、案例式等多样化的教学方法，难以激发学生的学习兴趣 and 积极性。另外课堂授课内容有限，

（三）实践教学资源不足

无人机飞行控制课程知识点多，知识能力要求高，需开展多个实践教学环节保证教学效果。实践教学资源不足是目前存在的主要问题之一，如无人机设备、平台数量有限、实践场地不足等，导致学生实践机会不足，难以提高实际操作能力。

（四）评价体系滞后、不全面

无人机飞行控制课程考核方式过于单一，主要侧重于理论知识考核，以笔试成绩为主，忽视系统调试、故障排查等实操能力考核，缺乏对学生实践能力和创新能力的考核，难以全面评估学生的学习成果。

（五）思辨能力的欠缺

学生在学习过程中存在被动接受知识，缺乏问题意识，对技术原理、故障成因等缺乏主动探究和追问，难以独立分析问题。技术应用机械化，缺乏创新思维，仅掌握固定操作流程，难以根据场景需求调整策略。对无人机与其他技术（如 AI、物联网）的融合应用缺乏想象力和设计能力。

二、无人机飞行控制课程改革实践

为了解决这些问题，高职院校需要开展以 OBE 为导向的无人机飞行控制课程教学改革，优化教学内容、创新教学方法、加强实践教学资源建设、完善考核方式等，以提高教学质量和效果，培养更多高素质的技术技能人才。针对当前无人机飞行控制课程存在的问题及不足之处，对课程教学过程进行改革，改革措施体系如图 2 所示。

（一）线上线下混合式教学

在智慧航空时代背景下，线上线下混合式教学成为培养高素质技术技能人才的重要路径。该模式通过整合线上资源（如微课、行业前沿动态）拓展学习时空，引导学生自主了解技术趋势，同步专业能力需求；线下教学则聚焦核心内容，以“线下主导+线上辅助”化解课时有限与能力培养的矛盾。教师基于学情定制混合式计划，既发挥线上资源的延展性，又强化线下教学的针对性，实现知识传授与实践能力培养的深度融合，为提升教学质量、培养适应产业升级的复合型人才提供创新解决方案。

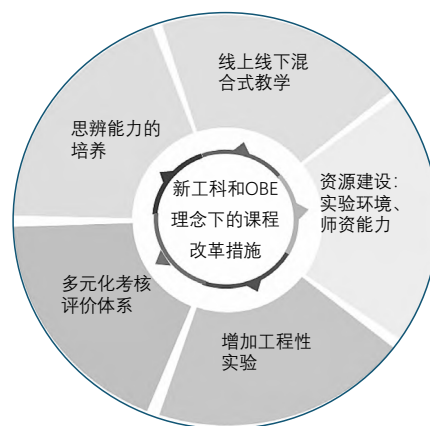


图2 课程改革的措施体系图

（二）加强实验环境和师资队伍建设和

通过“资源整合+环境重构”模式加强实验环境建设，首先，整合校内无人机实训室、嵌入式系统实验室等设备，与企业共建联合实验室，引入开发套件与行业案例库，针对预算限制，可采用“自研底板+采购套件模块”模式，融合软件仿真平台搭建虚实结合实验环境，以小组实践形式确保全员实操。

师资层面，聚焦“双师型”队伍建设，通过引进具备工程项目经验的教师与内部培养相结合，教师队伍具备工程项目经验，设定多项实践环节，提升学生的专业实践能力。

（三）验证性实验和工程实践性实验共同支撑课程

增加验证性实验和工程实践性实验，实验覆盖课程包含的重点理论知识点，对接新工科与行业需求，对原来的实验项目进行改革，随着无人机技术的提升和行业的快速发展，对无人机技术岗位的能力要求不仅局限于操作无人机飞行，还包含测试、维修无人机，甚至有对无人机飞控系统的二次开发的能力要求，以这些能力需求为导向，设计工程实践项目实验，这种工程性项目式教学，能培养学生深入理解无人机飞控的实现过程，熟悉飞控系统的软硬件平台，提高学生在实验教学中的参与程度和独立解决实际问题的能力，提高学生的工程素养，达到新工科和 OBE 理念培养人才的目的。

（四）构建多元化考核体系

针对课程考核“重理论轻实践”“评价维度单一”等痛点，本研究重构“能力导向、多元评价”考核体系。采用“理论+实践考试”与“过程性考核”结合模式，过程性考核增设实践性实验、线上任务及工程项目关联大作业，强化理论与实际问题解决能力培养。评价标准涵盖任务结果、操作规范性、创新解决能力等维度，构建理论与实践并重的立体化考核模式，突破传统评价局限，聚焦学生综合工程素养提升。

（五）对学生思辨能力培养贯穿课程始终

教师构建“案例浸润-价值引领-思维进阶”三位一体教学模式，将思辨能力培养与思政教育深度融合。针对学生学习动力不足与责任意识薄弱问题，通过时代思政案例嵌入教学，强化价值引领与学习热情。面对飞行控制系统智能化趋势，着重培养学生持续学习思维，适应人工智能发展。在跨学科融合实践中，将思辨能力培养贯穿技术教学全流程，推动学生从“技能操作者”

向“问题解决者”转型，契合无人机行业对复合型人才的需求。

三、无人机飞行控制课程改革实施过程

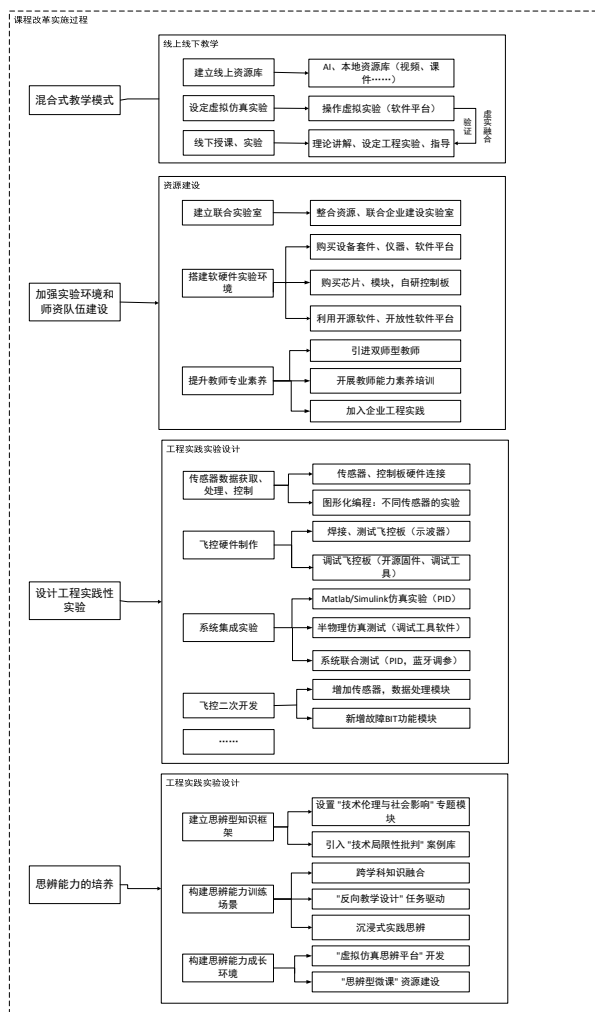


图3 课程改革实施过程框架图

（一）混合式教学模式

针对无人机技术课程实践性强、知识更新快的特点，本课程构建了“三维联动、虚实融合”的混合式教学模式，通过“线上知识建构—线下能力内化—协同实践升华”三阶段推进教学实施。

依托线上学习平台搭建模块化课程资源库，包含 AI 资源库和本地资源库，导入课程资料、微视频等学习资源，设置“基础理论（飞行控制原理微课+动画）”“虚拟仿真”“行业前沿”三级资源体系，配套知识点思维导图与自测题库。学生通过线上闯关任务完成理论学习，利用仿真平台进行 PID 调参、航线规划等虚拟实验，教师通过后台数据监测学习轨迹，针对共性难点制作靶向答疑视频^[2]。在综合实践环节，设置“线上方案设计—线下飞行验证”双向验证流程。

（二）项目式工程实践实验设计

在无人机飞行控制课程改革中，围绕“设计—开发—验证—优化”的工程逻辑链条，构建了多层次、全流程的项目式实践体系，涵盖硬件开发、软件编程与系统集成等多个教学模块^[4]。

编程入门：基于飞控软件开发平台，采用可视化编程工具，学生通过拖拽指令模块完成多种传感器数据采集、处理、控制等基础任务，理解飞控系统的传感器、飞控机、执行机构的协作控制关系，软件代码指令的逻辑架构。

飞控硬件制作：设计 PCB 飞控板焊接实验，包含主控芯片焊接、IMU 传感器贴装等任务，用示波器对飞控板完成硬件测试，刷写固件，用调试工具调试飞控板，验证其状态。

系统集成实验：Simulink 仿真实验，开展半实物仿真测试，通过飞控板硬件在环系统连接真实飞控与飞控调试软件；装载到无人机上配合调试软件对飞控的软件、参数进行调试，蓝牙无线调参；对蓝牙模块进行参数配置，用手机软件实现飞行参数（如飞行模式、PID 参数）的实时动态调整，对比仿真与在线调参的效果差异。

二次开发优化实验：无人机新增传感器，硬件接线，飞控软件新增传感器数据处理模块；根据新发现的故障现象，新增故障 BIT 功能模块，设置故障判断条件及故障显示状态（如故障灯颜色、闪烁次数或语音告警等）。

（三）软硬件实验环境的搭建

本课程构建了覆盖“软件设计—硬件开发—飞行验证”的软硬件实验环境体系，集成 Simulink 仿真、开源飞控开发、多传感器融合等核心模块，形成层次化、开放式的实践平台。

Simulink 仿真平台：利用开源的 MatLab 仿真平台软件，搭建四旋翼六自由度动力学模型，支持 PID 控制算法的时频域仿真分析。

Mixly 图形化编程平台：利用图形化完成控制板的基础开发，面向无编程基础的高职学生，降低嵌入式开发门槛。

飞控模块化开发系统：基于开源飞控框架，设计可扩展飞控主板（如 STM32F4 核心），支持飞控电路焊接与固件烧录实验。

多传感器组合套件：集成温度传感器、压力传感器、超声波雷达、霍尔传感器、LED 状态指示模块等传感器套件。

仪器辅助调试平台：通过数字示波器观测 PWM 控制信号波形，结合信号发生器模拟传感器异常输入。

四旋翼无人机定制平台：采用 F450 四旋翼无人机。

实验环境特色与成效：可以实现虚实深度融合，MATLAB 仿真结果可直接导入飞控进行 HIL 测试，形成“虚拟设计→半实物验证→实体飞行”闭环验证链路。通过软件仿真完成 80% 算法调试，实体飞行仅用于最终验证，事故率下降至 0.5%。

（四）思辨能力的培养

将思辨能力培养贯穿教学全过程，助力学生形成独立思考、辩证分析的高阶思维。通过分组报告、课堂辩论等形式引导学生进行技术理性与人文关怀的价值判断；教学内容引入典型故障案例，分析技术原理缺陷，培养批判性思维^[3]；同时，构建跨学科关联图谱，开设前沿技术微课程，提升学生跨学科分析和前瞻性判断能力。教学方法上，采用反向教学设计促进深度学习，通过故障排查实验、场景仿真训练等沉浸式实践，让学生在问题解决中强化系统性思维和权衡决策能力。

（五）实施成效

新工科和 OBE 理念下的无人机飞行控制课程教学改革,极大地调动了同学们的学习热情,工程性实践性实验使学生的实践动手能力得到充分提升,大作业和实践性实验的分组设定,改善了学生团队协作沟通能力,提高了人才培养质量,教学改革效果良好,获得同学们的广泛好评。很多学生反应学了这门课才算真正明白了无人机的大脑是怎么思考和具体工作,每一次的实验项目完成,内心有极大的成就感。学生的评价和肯定是教学改革效果最有力的证明。

四、结束语

本研究以新工科与 OBE 理念为指引,针对无人机飞行控制课程教学痛点,构建“目标反向设计—项目进阶实施—评价多元动

态”立体化改革路径。通过重构课程体系,依托虚实融合实验环境与混合式教学,破解传统教学中知识碎片化、实践脱节及创新能力不足等问题。多元考核与思辨能力培养的融入,推动“知识传授”向“能力产出”转型,显著激发学生学习主动性与创新潜能,教学成效获广泛认可。

面对低空经济技术迭代挑战,未来需在产教融合深度、智能化教学资源开发及跨专业协同育人机制等方面持续探索。课程团队将深化“校—企—研”协同创新,推动课程与 AI、物联网等技术交叉融合,为培养“无人机+”新业态复合型人才提供前瞻性方案,助力低空经济高质量发展。

参考文献

-
- [1] 吕晓玲,高春艳,李满宏.新工科背景下以 OBE 为导向的机电传动与控制课程教学改革[J].高教学刊,2025,11(S1):136-139.DOI:10.19980/j.cn.23-1593/G4.2025.S1.031.
 - [2] 陈乐珠,陈丽雅,陈昌文.基于 OBE 的“模拟电子技术”课程改革[J].电气电子教学学报,2023,45(4):88-93.
 - [3] 郑建兴,赵兴旺,曹峰.新工科背景下基于 OBE 教育理念的“面向对象分析与设计”课程个性化教学研究[J].西部素质教育,2023,9(20):159-162.
 - [4] 徐航煌,涂志松,范剑红.基于 OBE 的工程认知实习混合式教学模式的探索与实践[J].机电技术,2023,(03):110-113.DOI:10.19508/j.cnki.1672-4801.2023.03.029.