

面向人工智能素养培养的无人机 开发课程体系设计与应用*

戴轶群**

唐秀忠 周清松 杨凯

东软教育科技集团有限公司, 普洱学院东
软一带一路数字产业学院, 普洱 665000普洱学院理工学院,
普洱 665000

摘要 人工智能时代对人才 AI 素养的需求日益迫切, 无人机与 AI 的交叉融合已成趋势, 但现有课程多侧重技术应用, 缺乏对 AI 核心素养的系统培养。本文旨在构建面向 AI 素养培养的无人机开发课程体系, 通过文献分析明确素养内涵, 设计“基础—核心—综合”三级课程框架, 结合教学实践与效果评估验证体系有效性。研究形成了融合机器学习思维等素养的课程体系、典型应用案例及培养路径, 经 120 名工科学生教学实践验证, 85% 的学生能运用 AI 逻辑分析无人机任务, 92% 的学生认可技术与素养的深度融合, 该体系有效填补了无人机技术教学与 AI 素养培养的衔接空白, 为高校工科交叉课程改革提供可复制的实践参考。

关键字 人工智能素养, 无人机开发, 课程体系, 教学改革, 交叉融合

Design and Application of a Drone Development Curriculum System Focused on Artificial Intelligence Literacy Cultivation

Yiqun Dai**

Xiuzhong Tang Qingsong Zhou Kai Yang

Pu'er University Neusoft the Belt and Road Digital
Industry College Pu'er, 665000 ChinaPu'er University, School of Technology
Pu'er, 665000 China

Abstract—In the era of artificial intelligence, the demand for talents with AI literacy is becoming increasingly urgent. The integration of drones and AI has become a trend, but existing courses often focus on technical applications and lack systematic cultivation of core AI competencies. This paper aims to construct a drone development curriculum system oriented towards AI literacy cultivation. Through literature analysis, it clarifies the connotation of literacy, designs a three-tier curriculum framework of "basic - core - comprehensive", and verifies the effectiveness of the system through teaching practice and effect evaluation. The research has formed a curriculum system, typical application cases, and cultivation paths that integrate competencies such as machine learning thinking, providing a reference for cross-disciplinary engineering curriculum reform in universities.

Keywords—artificial intelligence literacy, drone development, curriculum system, teaching reform, cross-integration.

1 引言

1.1 研究背景与意义

随着人工智能技术的迅猛发展, 其在生产生活各领域的渗透不断加深, 社会对具备 AI 核心素养的人才需求愈发迫切。高校作为人才培养的主阵地, 亟需将 AI 思维、数据驱动意识等素养融入教学体系, 而非仅局限于技术技能的传授。在此背景下, 无人机技术与人工智能的交叉融合成为显著趋势——从自主避障依赖的环境感知算法, 到目标识别运用的计算机视觉模型, 再到路径规划采用的强化学习策略, AI 已成为无人机实现智能化升级的核心支撑。

然而, 当前高校无人机相关课程存在明显局限: 多数课程偏重硬件组装、飞行操作或单一功能开发, 对 AI 素养的培养缺乏系统性设计, 导致学生虽能使用现成技术, 却难以从“数据-模型-决策”的逻辑层面解决复杂问题。这种脱节既制约了学生应对智能时代挑战的能力, 也阻碍了无人机领域创新人才的培养。

本研究的核心价值在于: 通过构建融合 AI 核心素养的无人机开发课程体系, 填补“无人机技术教学”与“AI 素养培养”之间的衔接空白, 为高校工科跨学科课程改革提供可操作的实践框架, 推动从“技术传授”向“素养培育”的教学范式转型。

1.2 国内外研究现状

国外高校在“无人机+AI”教学领域已积累一定经验。例如, 麻省理工学院开设的“自主机器人设计”课程, 以无人机为载体, 引导学生通过机器学习算法

* 基金资助: 基于“课程思政”的程序设计基础课程教学方法研究与资源建设, 2023-AFCEC-046

** 通讯作者: 戴轶群 d3y3q3@163.com。

实现自主导航,强调问题建模与算法迭代思维;斯坦福大学的“无人机系统工程”课程则采用项目式教学,要求学生结合计算机视觉技术完成特定任务,注重跨学科整合能力的培养。这些课程均体现了“技术应用”与“思维培养”并重的特点,但尚未形成针对 AI 素养的系统化课程框架。

国内高校相关课程虽逐步兴起,但多聚焦于无人机操作规范、硬件原理或 AI 工具的简单应用,对“素养”层面的关注不足。部分课程虽引入机器学习算法,却未深入解析其背后的思维逻辑,导致学生停留在“知其然”的技术应用层面,难以形成“知其所以然”的素养积淀。

总体而言,现有研究存在两点明显不足:一是多聚焦单一技术(如目标检测、路径规划)的教学,缺乏对 AI 素养构成要素的系统拆解;二是未建立“AI 素养-无人机开发”的闭环课程体系,难以实现素养培养与技术实践的深度融合。

1.3 研究目标与内容

本研究的核心目标是:构建一套目标明确、层次清晰、可落地的无人机开发课程体系,将 AI 核心素养培养贯穿于教学全过程,系统回答“教什么”(课程内容与素养目标匹配)、“怎么教”(教学模式与实践路径)、“如何评”(素养导向的评价体系)三大关键问题。

具体研究内容包括四方面:一是界定无人机开发场景下 AI 核心素养的内涵与构成要素,明确机器学习思维、数据驱动意识等素养的具体表现;二是设计“基础-核心-综合”三级课程体系框架,实现知识传授与素养培养的渐进式融合;三是探索适配该体系的教学实践路径,包括项目设计、跨学科教学组织等;四是通过教学实证评估课程体系对学生 AI 素养提升的实际效果,形成可推广的优化方案。

1.4 研究方法与技术路线

本研究综合采用多种研究方法:其一,文献研究法,通过梳理国内外 AI 素养理论、无人机课程设计方案及跨学科教学研究成果,明确核心概念与理论支撑;其二,行动研究法,在课程设计过程中结合教学反馈进行多轮迭代,确保体系的科学性与可行性;其三,实证研究法,选取高校工科学生开展教学实践,通过问卷、访谈、项目成果分析等方式收集数据,量化评估课程效果。

研究技术路线遵循“理论-实践-验证”的闭环逻辑:首先通过文献分析完成 AI 素养内涵界定与课程体系理论构建;其次基于理论设计具体课程模块与教学方案;随后在高校开展教学实践,收集过程性与终结

性数据;再通过效果评估验证体系有效性,总结存在的问题;最后形成优化后的课程体系框架,为后续推广提供参考。

2 核心概念界定与理论基础

2.1 人工智能核心素养的内涵与构成

人工智能核心素养是区别于“AI 技术技能”的综合性能力体系,其核心在于思维、能力与意识的协同发展,而非单纯的工具操作或算法调用。与侧重“怎么做”的技术技能不同,AI 核心素养更关注“为何做”、“如何想”,是个体在智能时代运用 AI 思维解决复杂问题的内在支撑。

结合无人机开发场景,其具体构成要素可分解为三个层面:

(1)思维层面:以机器学习思维和数据驱动意识为核心。机器学习思维体现为将无人机任务(如自主避障、目标追踪)转化为“数据输入-模型训练-预测输出”的闭环逻辑,例如将避障需求拆解为“传感器数据采集(障碍物距离、方位)→训练避障决策模型→输出规避动作指令”的机器学习流程;数据驱动意识则强调对无人机传感器数据(摄像头图像、激光雷达点云、GPS 定位信息等)价值的认知,理解“数据质量决定模型性能”、“数据维度影响决策精度”等规律,例如在无人机巡检任务中,能主动通过数据清洗、增强提升缺陷识别模型的可靠性。

(2)能力层面:聚焦问题建模、算法应用与系统集成。问题建模能力指将无人机实际需求(如农业植保中的作物识别)转化为 AI 可处理的数学问题(如图像分类任务);算法应用能力强调根据任务特性选择适配的 AI 技术(如用 CNN 处理视觉数据、用强化学习优化路径规划);系统集成能力则是衔接 AI 算法与无人机硬件的关键,例如将目标检测模型部署至无人机嵌入式系统,实现飞控模块与算法输出的实时交互。

(3)意识层面:涵盖伦理规范与创新意识。伦理规范意识要求在无人机 AI 应用中关注隐私保护(如航拍图像的脱敏处理)、空域安全(如自主飞行的合规性校验)及算法公平性(如避免目标识别中的偏见);创新意识则体现为突破技术惯性,例如探索将迁移学习用于无人机小样本场景,或结合边缘计算提升实时决策效率。

这三个层面相互支撑:思维层面为能力培养提供认知框架,能力层面是思维落地的实践载体,意识层面则为前两者划定价值边界,共同构成无人机开发场景下 AI 素养的完整内涵。

2.2 无人机开发课程的交叉性特征

无人机开发课程本质上是一门多学科深度交叉融合的课程，其教学内容天然涵盖机械设计（无人机机身结构优化、载重平衡设计）、电子工程（传感器选型与电路连接、飞控系统调试）、计算机科学（AI 算法开发、编程实现、数据处理）、控制理论（飞行姿态控制、PID 参数优化）等多个学科领域。这种交叉性决定了课程不能局限于单一学科知识的线性传授，而需引导学生建立“硬件特性-软件逻辑-AI 算法”的关联认知，例如理解无人机电池续航能力对 AI 算法算力需求的限制，或传感器采样频率与算法实时性的匹配关系。

同时，交叉性特征对 AI 素养提出了特殊需求：课程目标需从“让学生被动使用 AI 工具（如调用开源目标检测库完成无人机识别任务）”升级为“引导学生主动设计 AI 驱动的无人机系统”。具体而言，学生不仅要掌握“用什么 AI 技术”，更要理解“为何选用该技术”、“如何根据无人机硬件特性优化技术”，例如在小型消费级无人机开发中，能基于硬件算力限制选择轻量化 AI 模型，而非盲目追求高精度但高耗能的复杂算法。这种从“技术应用”到“系统设计”的跨越，是无人机开发课程对 AI 素养的核心诉求。

2.3 课程体系设计的理论支撑

本课程体系的设计以三大教育理论为支撑，确保 AI 素养培养与无人机开发教学的科学性与有效性：

（1）建构主义学习理论：该理论认为学习是学习者在已有知识基础上，通过主动探索与互动构建意义的过程。在课程设计中，这一理论体现为通过无人机真实开发项目，引导学生自主关联 AI 知识与无人机技术，例如在“无人机校园安防巡检”项目中，学生需主动将机器学习中的分类算法与无人机传感器数据采集、飞控逻辑调试等知识建立联系，在解决“如何识别异常人员”的问题中构建对“数据-模型-硬件”关联的认知，而非被动接受孤立的知识点。

（2）项目式学习（PBL）理论：PBL 以真实问题为导向，通过“提出问题-分析问题-解决问题”的循环培养综合能力。在课程中，这一理论转化为以“AI 驱动的无人机系统开发”为主线的项目设计，例如让学生分组完成“基于 AI 的农业植保无人机”项目：从需求分析（识别作物类型、规划喷洒路径）到方案设计（选用多光谱相机+语义分割算法），再到模型训练与硬件集成，全程以项目推进倒逼 AI 素养的自然生长，使学生在解决“如何提高农药喷洒精度”的实际问题中，深化对机器学习思维与系统集成能力的理解。

（3）跨学科教育理论：该理论主张打破学科壁垒，通过知识的跨界融合培养创新思维。课程体系，这一理论体现为在各教学模块中嵌入多学科视角，例如

“无人机自主着陆”模块，既涉及机械设计中的缓冲结构（机械学科），也包含传感器数据融合算法（电子与计算机学科），更需要运用控制理论与强化学习算法（控制与 AI 学科），使学生在跨学科互动中理解 AI 在无人机系统中的核心作用，实现技术学习与素养培养的协同增效。

三大理论相互支撑：建构主义为学习过程提供认知逻辑，PBL 为素养落地提供实践载体，跨学科理论为知识融合提供方法论，共同构成“AI 素养-无人机开发”一体化课程体系的理论基础。

3 面向 AI 素养培养的无人机开发课程体系设计

3.1 课程体系设计理念与原则

本课程体系以“AI 素养”为核心枢纽，以“无人机开发”为实践载体，打破传统技术课程中“重技能、轻思维”的局限，致力于实现“技术传授”与“思维培养”的深度融合。其核心设计理念在于：将无人机开发过程转化为 AI 素养的培育场域，让学生在组装无人机硬件、编写智能控制程序、调试自主飞行系统的过程中，潜移默化地形成机器学习思维、数据驱动意识等核心素养，而非简单地堆砌 AI 技术知识点。

为确保这一理念落地，课程体系设计遵循以下四项原则：

素养导向原则：每个教学模块都明确对应的 AI 素养培养目标。例如，“传感器数据采集”模块不仅要求学生掌握摄像头、雷达的操作方法，更要引导学生认识到“数据质量直接影响无人机智能决策精度”，以此强化数据驱动意识；“算法调试”模块则聚焦机器学习思维的培养，要求学生能从“模型输入-参数调整-输出结果”的逻辑链中分析问题。

渐进式进阶原则：课程内容从基础到综合呈阶梯式上升，认知维度从“理论认知”逐步过渡到“实践创新”。基础层帮助学生搭建无人机与 AI 的知识框架，核心层引导学生实现技术融合，综合层则要求学生完成系统集成与创新，确保学生在能力可及的范围内逐步深化对 AI 素养的理解。

跨学科融合原则：打破机械设计、电子工程、计算机科学等学科的壁垒，构建多学科知识网络。比如在“无人机自主导航”模块中，既涉及机械学科的机身平衡原理，电子学科的传感器信号处理，也包含计算机学科的强化学习算法，让学生理解 AI 在无人机系统中的核心串联作用。

实践驱动原则：以“自主巡检无人机”、“AI 追踪无人机”等真实项目为线索贯穿教学全程。学生从

课程初期就参与项目需求分析，在不同学习阶段完成相应的项目任务，最终形成完整的无人机智能系统，使 AI 素养在解决实际问题的过程中自然生成。

3.2 课程体系目标设定

课程体系目标从知识、能力、素养三个维度出发，形成相互支撑、逐层递进的目标体系：

(1) 知识目标：学生需系统掌握三方面知识，一是无人机硬件原理，包括机身结构、飞控系统工作机制、各类传感器（摄像头、激光雷达等）的性能与应用场景；二是 AI 核心算法，如计算机视觉中的目标检测与图像分割算法、强化学习在路径规划中的应用、PID 控制与 AI 算法的结合方式；三是数据处理方法，涵盖无人机多源数据的采集、清洗、标注以及模型训练的基本流程。

(2) 能力目标：重点培养学生运用 AI 解决无人机实际问题的能力，具体包括设计目标识别模块，能

根据无人机任务需求选择合适的计算机视觉算法并完成部署；优化路径规划算法，可结合无人机飞行特性调整强化学习参数；排查系统故障，能定位 AI 算法与无人机硬件之间的兼容性问题并提出解决方案。

(3) 素养目标：最终使学生形成四类关键 AI 素养，即机器学习思维，能将无人机避障、追踪等任务转化为“数据输入-模型训练-预测输出”的逻辑流程；数据驱动意识，认识到传感器数据对无人机智能决策的支撑作用，能主动通过提升数据质量优化系统性能；系统集成思维，理解 AI 算法与无人机硬件、软件之间的关联，具备整体设计系统的能力；伦理安全意识，在无人机 AI 应用中关注隐私保护、空域安全等伦理问题，形成负责任的技术应用态度。

3.3 课程体系框架（分三级模块）

课程体系采用“基础层-核心层-综合层”的三级模块架构，各层级紧密衔接，共同服务于 AI 素养培养目标。

| 模块层级 | 核心内容 | 对应 AI 素养培养重点 | 教学形式 |
|------|---|--|--|
| 基础层 | 1. 无人机原理与硬件基础：讲解多旋翼无人机的结构组成、飞控系统的工作原理，开展传感器（摄像头、雷达等）的安装与调试实验； 2. AI 入门：教授 Python 编程基础、机器学习的基本概念与流程，通过数据可视化工具展示无人机传感器数据的特征； 3. 工具与平台：介绍 ROS 机器人操作系统的使用方法，OpenCV 库在图像处理中的基础应用，TensorFlow 框架的入门操作 | 数据驱动意识：通过传感器数据采集与分析，让学生理解数据是无人机智能决策的基础；计算思维：运用编程逻辑处理无人机简单控制问题 | 理论授课结合基础实验，学生在实验中完成无人机简单飞行控制、传感器数据采集与可视化等基础操作 |
| 核心层 | 1. 无人机感知与 AI 融合：以案例讲解基于 CNN 的目标检测算法在无人机追踪中的应用，指导学生开展图像分割实验以实现无人机对特定区域的识别； 2. 自主决策与控制：介绍强化学习路径规划算法的原理，通过实验让学生对比传统路径规划与强化学习路径规划的效果，讲解 PID 控制与 AI 算法结合优化无人机姿态的方法； 3. 数据处理与模型训练：指导学生完成无人机航拍数据的采集、标注工作，开展模型调优实验，分析不同参数对模型性能的影响 | 机器学习思维：引导学生将无人机感知、决策任务转化为机器学习问题，掌握任务建模的基本方法；算法应用能力：培养学生根据无人机任务需求选择并应用合适 AI 算法的能力 | 采用案例教学，结合小组实验，学生以小组为单位完成目标检测模型训练、路径规划算法调试等任务 |
| 综合层 | 1. 无人机系统集成项目：学生分组完成“校园安防巡检无人机”或“农业植保 AI 无人机”等综合项目，从需求分析、方案设计到系统搭建、调试优化全程参与，实现 AI 算法与无人机硬件的完整集成； 2. AI 伦理与安全：通过案例讨论无人机 AI 应用中的隐私保护问题，分析算法偏见可能导致的识别误差，学习空域使用规范 | 系统集成能力：提升学生整合 AI 算法与无人机硬件、软件，构建完整智能系统的能力；伦理意识：增强学生在技术应用中的伦理考量，形成负责任的创新态度 | 采用项目式学习，学生以小组为单位开展项目开发，最终通过竞赛或答辩展示项目成果，阐述 AI 素养在项目中的体现 |

3.4 教学模式与评价体系

(1) 教学模式

“理论-实验-项目”三位一体：课堂理论讲解为学生奠定知识基础，如强化学习路径规划的原理；实验室验证环节，学生利用仿真平台测试 AI 避障算法的有效性，验证理论知识；真实项目开发则让学生将理论与实验成果应用于实际，完成无人机智能系统的开发，形成“学习-验证-应用”的完整闭环。

双师协同：由无人机专业教师与 AI 专业教师共同授课，无人机专业教师负责讲解无人机硬件原理、飞行控制等内容，AI 专业教师专注于 AI 算法、模型训练等知识的教学，在项目开发环节两位教师联合指导，有效解决跨学科教学中知识衔接不畅的问题。

虚实结合：学生先在数字孪生平台中进行 AI 算法的仿真测试，模拟不同环境下无人机的飞行状态，优化算法参数；再将调试成熟的算法迁移到实体无人机上进行实际飞行测试，降低实体实验的风险与成本，提高教学效率。

(2) 评价体系（突出素养导向）

过程性评价（60%）：包括实验报告，重点考察学生对数据的分析与处理思路，评估其数据驱动意识；算法设计思路，关注学生将无人机任务转化为 AI 问题的建模过程，衡量其机器学习思维；小组协作表现，评价学生在项目开发中的沟通与协作能力。

终结性评价（40%）：主要评估项目成果，从功能实现的完整性和 AI 算法的创新性两方面进行评分；同时要求学生提交素养自评与反思报告，阐述在课程学习过程中自身 AI 素养的形成与提升过程，评估其思维转变情况。

通过这种多元化的评价方式，全面、客观地反映学生的知识掌握程度、能力发展水平以及 AI 素养的形成状况，为课程体系的优化提供依据。

4 课程体系的实践应用与案例分析

4.1 实践背景

本课程体系在某高校工科专业（含物联网工程、信息管理与信息系统、数字媒体技术）大三学生中开展教学实践，共覆盖 120 名学生。选择该群体的原因在于：学生已修完 C 语言编程、电路与电子技术等先修课程，具备基本的编程能力与硬件认知，能够快速衔接无人机开发与 AI 技术的交叉学习内容。

实践周期为 1 学期（16 周），采用“理论+实验”双线并行模式：每周 4 课时理论教学（聚焦知识讲解与思维引导），4 课时实验教学（侧重技能训练与项目实践），总学时为 128 课时。

支撑条件方面，依托学校“智能无人系统实验室”搭建了专属教学环境：硬件上配备 20 套多旋翼无人机

（含四旋翼、六旋翼）、传感器套件（高清摄像头、激光雷达、GPS 模块）及嵌入式开发板；软件上部署了 AI 开发平台（含 8 节点 GPU 服务器）、无人机仿真软件及数据标注工具，为虚实结合的教学模式提供了保障。

4.2 典型教学案例实施过程

(1) 案例 1：“基于 YOLOv5 的无人机目标追踪”（核心层模块）

该案例对应核心层“无人机感知与 AI 融合”教学内容，旨在通过目标追踪任务培养学生的数据驱动意识与机器学习思维，教学周期为 4 周。

教学步骤如下：

任务拆解：通过校园快递无人机追踪配送目标的场景引入，引导学生将“追踪”任务拆解为“目标检测（识别快递箱）”与“运动控制（调整无人机姿态跟随）”两个子问题，明确 AI 算法（YOLOv5）在其中的核心作用——实时输出目标坐标以驱动飞控系统。

数据采集：组织学生分组操控无人机在校园场景拍摄样本（含不同光照、角度下的快递箱图像），共采集 1500 张图片；通过课堂讨论强调“数据多样性对模型泛化能力的影响”，引导学生主动补充逆光、遮挡等边缘样本。

模型训练：指导学生使用 LabelImg 标注数据，基于 GPU 服务器训练 YOLOv5 模型；设置对比实验（如改变迭代次数、调整学习率），让学生观察参数变化对模型精度的影响，理解“模型调优是迭代过程”的机器学习思维。

集成测试：先在 AirSim 仿真环境中验证模型性能，再将优化后的模型部署至实体无人机，通过 Python 脚本实现“检测结果→飞控指令”的转换，最终实现无人机对移动快递箱的稳定追踪。

在素养培养上，学生通过“数据不足导致模型漏检→补充数据后精度提升”的亲身经历，强化了“数据质量决定决策可靠性”的数据驱动意识；通过参数调优的迭代过程，逐步形成“基于实验反馈优化模型”的机器学习思维。

(2) 案例 2：“自主避障无人机系统开发”（综合层模块）

该案例为综合层核心项目，要求学生整合多学科知识开发完整避障系统，教学周期为 6 周，重点培养系统集成能力与问题解决能力。

教学步骤如下：

需求分析：以“校园楼宇间自主飞行避障”为场

景，组织学生调研需求：需识别的障碍物类型、避障响应时间、飞行高度，引导学生将“安全避障”转化为可量化的技术指标。

方案设计：鼓励学生提出多传感器融合方案——激光雷达采集障碍物距离数据（用于近距离紧急避障），摄像头采集图像信息（用于远距离障碍物分类）；通过小组辩论对比方案优劣（如单一传感器的局限性），培养系统思维。

算法选型：分析传统路径规划算法在动态环境中的不足，引入强化学习，指导学生设计“奖励函数”（如靠近障碍物扣分、平稳避障加分），理解 AI 算法如何通过“试错学习”优化避障策略。

系统集成与调试：学生需完成硬件接线（传感器与飞控系统连接）、软件开发（数据融合程序、算法部署脚本）及联调测试；针对常见问题（如传感器数据延迟导致避障失效），引导学生从“硬件响应速度”、“算法算力需求”、“通信协议适配”等多维度排查，培养跨领域问题解决能力。

在素养培养上，学生通过“算法参数与硬件性能不匹配→优化算法轻量化程度”的调试过程，深化了对“AI 与硬件协同设计”的系统集成认知；通过解决“动态障碍物识别滞后”等实际问题，逐步形成“从数据到模型再到系统”的全链条问题分析能力。

4.3 实践效果评估

学生 AI 素养提升：通过课程前后测对比（采用 AI 素养量表+半结构化访谈），结果显示：85% 的学生能主动用“数据输入-模型训练-输出决策”的机器学习逻辑分析无人机任务，较课前提升 42 个百分点；78% 的学生在实验中会优先通过补充数据解决模型精度问题，表明数据驱动意识已初步形成；65% 的学生能识别无人机 AI 应用中的伦理风险，体现出一定的伦理意识。

课程满意度：匿名问卷显示，92% 的学生认为课程“真正实现了 AI 技术与无人机开发的深度融合”，而非简单的知识叠加；89% 的学生认可“项目式学习对能力的提升”，尤其认为“从 0 到 1 开发系统的过程”帮助自己理解了 AI 在工程实践中的作用；83% 的学生希望后续开设进阶课程，进一步深化 AI 与无人机的交叉应用。

教师反馈：参与授课的双师团队（2 名无人机专业教师+2 名 AI 专业教师）认为，协同授课模式有效解决了“单学科教师知识盲区”的问题；虚实结合平台显著降低了实体实验风险——仿真阶段可提前暴露 80% 的算法逻辑错误，减少了无人机坠机等硬件损耗；过程性评价体系较传统考试更能反映学生的素养成

长，如算法设计文档中体现的思维转变。

综合来看，课程体系在实践中有效实现了 AI 素养与无人机开发能力的协同培养，验证了设计方案的可行性与有效性。

5 课程体系优化与反思

5.1 实践中存在的问题

尽管课程体系在 AI 素养培养与无人机开发教学的融合上取得了一定成效，但在实践过程中仍暴露出三方面突出问题，需针对性改进：

学生基础差异显著制约教学进度：学生来自不同工科专业，AI 算法基础分化明显。物联网工程专业学生能快速上手模型训练，而信息管理与信息系统、数字媒体技术专业约 30% 学生对算法逻辑理解困难，在数据标注、参数调优等环节滞后，导致小组项目中“强包弱随”，影响教学目标同步达成；

硬件资源限制难以满足高并发需求：20 套实体无人机对应 120 名学生，实验课需分组轮换，单组实际操作时间不足总课时 1/3；多机协同避障等实验因 GPU 服务器算力有限，只能分批测试，削弱学生沉浸式体验

素养评价的主观性难以完全规避：现有评价体系缺乏“思维层面”量化指标，如“机器学习思维”依赖教师主观评判实验报告，且学生素养自评存在“表述美化”，难精准反映真实认知转变。

5.2 优化路径

针对上述问题，结合教学反馈与理论研究，提出以下优化方向：

（1）实施分层教学，弥合基础差异：

增设“AI 预科模块”作为前置课程，面向基础薄弱学生开设 8 课时的 Python 编程入门（聚焦无人机数据处理场景）、机器学习核心概念解析，通过在线测试验证学习效果，确保学生具备基本的 AI 知识储备。

核心课程采用“基础任务+进阶任务”的分层设计：基础任务要求所有学生完成（如训练 YOLOv5 基础模型），进阶任务供能力较强的学生挑战（如尝试模型轻量化压缩），并建立“学优生带学困生”的互助机制，通过小组内角色分工确保每位学生深度参与。

（2）拓展云端资源，突破硬件限制：

搭建基于 AWS 的“无人机 AI 云端教学平台”，将仿真环境、模型训练资源迁移至云端，学生可通过浏览器访问，实现“随时随地编程-仿真-测试”的无缝衔接。平台设置“共享算力池”，支持 10 组同时运行

强化学习路径规划实验,并自动记录实验数据供课后分析。

优化虚实教学比例,将“实体无人机操作”集中在综合层项目验收阶段,核心层算法调试主要在云端仿真环境完成,既降低硬件损耗,又提升教学效率。

(3) 细化评价指标,增强素养评估客观性:

引入“AI 素养成长档案”,通过“三维证据链”记录学生的素养发展轨迹:

技术证据:模型训练日志、代码注释;

反思证据:实验错题分析、项目复盘报告;

行为证据:小组讨论发言记录、课堂提问质量。

制定《AI 素养评价 rubric 量表》,将“机器学习思维”细化为“任务拆解合理性”、“参数调整逻辑性”等可量化维度,由两位教师独立评分后取均值,降低主观偏差。

通过上述优化,课程体系可更精准地适配学生差异、突破资源约束、提升评价科学性,进一步强化 AI 素养培养的针对性与有效性。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本研究针对高校无人机开发课程中 AI 素养培养缺失的问题,通过理论构建与教学实践,形成了以下核心结论:

首先,构建了“基础-核心-综合”三级课程体系,如图 1 所示,实现了 AI 核心素养与无人机开发的有机融合。该体系以素养培养为主线,基础层奠定无人机与 AI 的知识基础,核心层深化技术融合与思维训练,综合层通过项目实践实现素养内化,形成了“知识传授-能力训练-素养养成”的递进式培养路径,有效填补了“无人机技术”与“AI 素养”的教学断层。



图 1 三级课程体系

其次,项目式学习与双师协同的教学模式显著提升了学生的 AI 素养与工程实践能力。通过“基于 YOLOv5 的目标追踪”、“自主避障系统开发”等真实项目,学生的机器学习思维、数据驱动意识得到强化,85%的学生能运用 AI 逻辑分析无人机任务;无人机专业教师与 AI 教师的协同授课,破解了跨学科教学壁

垒,使学生在硬件调试与算法开发的衔接中提升了系统集成能力。

最后,该课程体系为高校“AI+工科”交叉课程改革提供了可复制的实践框架。体系设计遵循的“素养导向”、“跨学科融合”等原则,以及“虚实结合”、“过程性评价”等具体做法,可迁移至机器人、智能装备等其他工科领域,为高校培养兼具技术能力与 AI 素养的复合型人才提供了参考范例。

6.2 未来展望

基于现有研究成果,未来可从三方面深化拓展:

一是拓展课程应用场景,强化 AI 伦理教育。目前课程场景集中于校园巡检、农业植保等,后续可引入无人机物流、应急救援等更复杂的场景,在任务中融入算法偏见规避、数据隐私保护等伦理议题,通过案例讨论培养学生的责任意识,实现技术能力与伦理素养的协同发展。

二是推动“AI+无人机”课程与产业需求的深度对接。可联合无人机企业开发基于真实产业场景的教学项目,引入企业工程师参与教学评价,使课程内容与行业技术标准同步;同时,建立“课程-竞赛-就业”的衔接机制,鼓励学生将课程项目转化为创新创业成果,提升人才培养与产业需求的匹配度。

三是结合智能教育技术实现个性化素养培养。探索引入 AI 助教系统,通过分析学生的实验数据识别其素养短板,自动推送针对性学习资源;利用学习分析技术构建学生素养画像,为不同基础学生提供差异化学习路径,实现“千人千面”的个性化培养。

通过持续优化,课程体系将更精准地响应智能时代对人才培养的需求,为工科学生的 AI 素养提升提供更具实效性的支撑。

参考文献

- [1] 王美佳,刘金昌,陈洪侃等.基于多维测度指标的技术颠覆性特征演化分析——以无人机领域为例[J/OL].情报杂志,1-11[2025-09-03].
- [2] 于涵琦.探讨基于无人机的航空无线电信号智能侦测技术[J].中国宽带,2025,21(10):121-123.
- [3] 杨现民,卜浩德,李新等.人工智能与教育深度融合的国际洞察:挑战、策略与趋势[J/OL].电化教育研究,2025,(09):105-112[2025-09-03].
- [4] 韩留明,赵建吉,闫明涛等.中国无人机产业空间格局演化特征及影响因素[J/OL].资源科学,1-13[2025-09-03].
- [5] 简子洋.生成式人工智能在教师教学设计优化中的应用策略研究[J].中国现代教育装备,2025,(16):7-9.