

AI 工具协同下“飞行汽车飞控冗余设计前沿技术” 探究式学习的创新实践

冀秉魁, 姚雪萍*, 蒙镇豪, 卢宛晴, 郭翔, 张佳豪

宿迁学院, 江苏 宿迁 223800

DOI: 10.61369/ETR.2026040041

摘要 : 在低空经济成为国家新基建核心增长点的背景下, 本研究聚焦“飞行汽车在双旋翼失效场景下的动力分配冗余控制”这一工程安全问题, 基于核心基础课程《汽车原理与构造》及其完善的智慧课程平台, 针对传统教学“知识孤岛”困境, 采用多 AI 工具协同学习方法, 构建“基础层-拓展层-实践层”三阶学习框架, 融合超星 AI 工作台、DeepSeek、ChatGPT 等多学习工具特性, 开展从跨学科知识建构到飞控系统研究的完整实践。该学习过程和方法的实践使核心知识点掌握率从 35% 提升至 82%, 研究周期缩短 38%, 形成《AI 协同探究式学习方法》和《飞行汽车飞控冗余设计研究报告》等成果, 成果同时可为专业拓展的创新创业类项目及比赛提供知识基础和创新思路。实践验证了 AI 工具破解跨学科学习难题的有效性, 探索出可复制的“AI 赋能探究式学习”新模式, 为工科学子提供了基于 AI 赋能的跨学科学习路径。

关键词 : AI 协同学习; 飞行汽车; 电子控制系统; 跨学科学习; 认知迁移

Innovative Practice of Inquiry-based Learning on "Cutting-edge Technologies for Flight Control Redundancy Design of Flying Cars" Under the Collaboration of AI Tools

Ji Bingkui, Yao Xueping*, Meng Zhenhao, Lu Wanqing, Guo Xiang, Zhang Jiahao

Suqian University, Suqian, Jiangsu 223800

Abstract : Against the backdrop of low altitude economy becoming the core growth point of national new infrastructure, this study focuses on the engineering safety issue of "power allocation redundancy control of flying vehicles in the scenario of dual rotor failure". Based on the core basic course "Automotive Principles and Construction" and its improved intelligent course platform, in response to the traditional teaching "knowledge island" dilemma, a multi AI tool collaborative learning method is adopted to construct a three-level learning framework of "basic layer extension layer practice layer", integrating the characteristics of multiple learning tools such as Superstar AI Workbench, DeepSeek, ChatGPT, etc., to carry out a complete practice from interdisciplinary knowledge construction to flight control system research. The practice of this learning process and method has increased the mastery rate of core knowledge points from 35% to 82%, shortened the research cycle by 38%, and formed achievements such as "AI Collaborative Exploratory Learning Method" and "Research Report on Redundant Design of Flying Vehicle Flight Control". These achievements can also provide a knowledge foundation and innovative ideas for professional expansion of innovation and entrepreneurship projects and competitions. Practice has verified the effectiveness of AI tools in solving interdisciplinary learning problems, exploring a replicable new model of "AI empowered inquiry based learning", and providing engineering students with an AI empowered interdisciplinary learning path.

Keywords : AI collaborative learning; flying cars; electronic control systems; interdisciplinary learning; cognitive transfer

引言

如何让学习者在技术爆炸时代, 既掌握前沿知识, 又具备独立探究未知的能力? 这是教育界正面临的问题, 探究式学习作为培养“批判性思维与创新能力”的核心范式, 其“问题驱动、自主建构、协作验证”的本质, 与 AI 工具“数据处理、场景模拟、个性化适

配”的技术特性，天然形成了互补，AI工具的兴起正在重构探究式学习的生态。在此背景下，本研究提出AI工具协同下探究式学习的创新实践，其核心逻辑是：以“真实问题”为锚点，AI工具作为“认知脚手架”，引导学生完成“提出假设→设计方案→验证结论→反思迭代”的完整探究闭环。从教育层面来讲将“学生中心”理念落到实处，AI根据学习者的认知水平推送差异化任务，让学习者参与“企业真实项目”的方案优化。

以“低空经济飞控冗余设计”“新能源汽车电池热管理”等前沿领域为载体，将行业标准转化为探究场景，可实现“学习与产业需求的无缝对接”。

一、立题溯源：跨界攻坚，问策AI

初期，本课题围绕《汽车理论与构造》电子控制系统章节，研习地面车辆电子控制逻辑与原理，夯实汽车电子控制知识基础。并组件研究学习小组，学习深入后，学习小组拓展视野至新兴领域，关注到低空经济成新型基建核心增长点，飞行汽车作为低空交通核心载体，其电子控制系统是保障安全与效率的关键，飞控冗余设计作为核心技术支撑，决定其单点故障容错与运行可靠性，是产业研发重点^[1]。结合跨学科特征与产业潜力，我们将探究焦点定为飞行汽车飞控冗余设计研究与实践^[2]。

（一）问题凝练：聚焦安全，锚定冗余

从学习层面看，传统分科教学使知识“孤岛化”，如汽车工程课程侧重地面控制逻辑，飞行器技术课程聚焦航空飞控原理，而飞控冗余设计需整合两类知识，分析具体问题时能推动《汽车原理与构造》《飞行器设计基础》等课程知识有机融合。这一研究与实践过程，能双重培养学习小组的跨学科思维与工程实践能力。参与飞控冗余方案设计等实践，成员可掌握相关知识，提升知识综合应用与工程问题解决能力。此外，小组协作开展任务，能强化团队协作与沟通配合能力，构建适配低空经济产业需求的技术能力体系，为未来投身相关研发、承担复杂工程任务筑牢基础。

（二）工具赋能：突破孤岛，融合创新

然而，在以往学习中常面临三重困境：信息过载、实践门槛高和任务拆解模糊，这些问题导致探究式学习流于形式，难以实现理论与实践双重提升。

多AI工具融合可为小组学习破解痛点提供有效路径：其一，超星智慧课程为资源为基础，借助内置大模型拆解电子控制系统核心模块，通过可视化流程图将不易理解的算法转化为直观逻辑；其二AI工具实时整合低空经济领域技术动态，帮助跳出教材局限，实现课程学习与行业发展同频；其三，形成“基础学习—任务拆解—仿真实践—成果复盘”完整链条，AI仿真工具降低学习实践门槛，激发成员学习兴趣与主动性，培养关键能力。

二、方法建构：三阶递进，知行合一

（一）框架设计：筑基拓疆，协同增效

针对飞行汽车电子控制跨领域交叉特性，结合学习需求与认知规律，设计三阶协同学习框架，明确各AI工具定位与作用，解决传统学习“知识碎片化”“实践门槛高”“认知负荷过载”问题。

基于工具功能特性，构建“基础层—拓展层—实践层”工具协

同体系，匹配“认知启动—认知建构—认知深化”心理发展阶段^[3-5]：

（1）基础层（知识输入—认知启动）：以学超星“汽车原理与构造”课程AI功能为核心，通过知识图谱定位汽车电子控制基础节点，配套3D动画、公式解析资源，缓解初始认知焦虑；

（2）拓展层（知识延伸—认知建构）：借助DeepSeek检索航空电子控制专业知识，弥补学习通在飞行器技术领域的资源空白，支撑跨学科知识网络搭建；

（3）实践层（知识应用—认知深化）：通过ChatGPT拆解复杂逻辑、豆包搭建简易仿真环境，实现理论知识向实践任务转化，完成“认知—实践”的完整流程。

（二）实践路径：从知到行，能力跃迁

（1）认知启动阶段：跨学科知识壁垒下的工具试探

本阶段面临“双领域知识空白”困境，对汽车电子控制仅掌握单点知识，对飞行器飞控系统核心技术陌生，传统学习造成“信息过载”与认知焦虑。采用“低认知负荷”工具介入策略，借助学习通AI知识图谱功能，输入“汽车电子控制单元+动力分配”关键词生成可视化知识网络，依托3D动画建立具象认知；针对航空领域资源空白，用ChatGPT以“汽车巡航系统类比飞控PID控制”构建跨学科知识“认知锚点”，初步缓解认知焦虑，验证了AI工具降低认知启动门槛的作用。

（2）认知建构阶段：AI协同下的知识整合与认知笃定

本阶段核心目标是搭建跨学科知识框架，依托AI工具破解认知难点，形成了“学习新知识—整合进已有体系—通过实践验证”的完整学习流程，如图9所示。学习通AI学情检测显示，本阶段核心知识点掌握率达68%，较初始阶段提升94%，客观验证了知识整合有效性，小组成员从“被动接收”转向“主动建构”。



图9- 认知深化阶段

（3）认知深化阶段：仿真实践中的认知冲突与能力跃迁

以“飞行汽车动力分配仿真”为实践任务，通过AI工具实操暴露认知偏差，在试错中实现认知与能力双提升。

①初始仿真认知偏差：首次在豆AI工具输入仿真需求未限定参数范围，70%数据现“飞控响应时间异常”，认知冲突源于理论与实践参数脱节。

②认知调整与工具优化：基于学习通案例理论认知，重构工具应用策略，检索城市低空风速范围确定合理区间，设计ChatGPT优化Prompt，生成150组有效数据；将数据导入学习通AI数据处理工具，剔除异常值后生成折线图，结合ChatGPT提炼规律，完成“理论认知-实践验证-规律总结”闭环。

本阶段学习者掌握仿真建模、数据处理实操能力，形成“认知引导工具应用”核心意识，实现从“被动使用AI”到“主动调控AI”转变，认知层面完成从“理论理解”到“实践掌控”跃迁。

三、成果淬炼：学以致用，范式新成

（一）创新所系：迁移驱动，闭环验证

（1）跨域认知迁移驱动模式

依托“工具应用能力-跨学科认知体系”积淀，以“飞控系统安全性提升”为核心问题，启动汽车电子与航空飞控跨域知识迁移。学习小组梳理汽车电子“容错设计”案例，提炼核心设计思想；聚焦飞控系统特性，明确“冗余设计”技术痛点，搭建“技术特征比对应表”，将汽车“双路信号校验”与飞控“多传感器数据融合”需求结合，建立“理论内核关联-技术方法复用-研究实践落地”认知迁移路径。通过学习通AI科研助手调取行业标准，解决技术分歧，实现从“单一学科碎片化学习”到“跨域知识融合应用”的突破^[6-7]。

（2）多AI工具协同赋能体系

针对研究核心痛点，构建多AI工具协同体系：问题定位阶段，学习通AI科研助手生成三大技术方向，文献检索环节，DeepSeek“专业领域筛选”功能1.5天完成传统5天工作量，获42篇有效资料；仿真建模阶段，小组分工用豆包设定参数，经3轮调试生成有效模型；逻辑优化环节，ChatGPT辅助优化研究报告论证结构。各工具通过“数据互通——结果反馈—迭代优化”机制，使研究效率提升60%，技术方案参数精准度提高45%。

（3）实证导向的探究闭环机制

以“结论可落地、数据可支撑”为原则，确立“双旋翼失效”典型场景，构建“研究问题拆解-技术方案设计-AI仿真实验-数据处理分析-方案优化验证”全链条实证逻辑。将“飞控系统冗余设计”细化为三个可量子化问题，提出技术方案并明确核心指标，避免空泛理论探讨，使研究结论具备实践指导意义。

（二）收获所归：知识深构，成果实体

（1）跨学科知识体系深度建构

初期与末期双重评估显示，核心知识点掌握率从35%提升至82%，实现从零散记忆到融合网络建构进阶。在基础理论上，成员能清晰阐述飞控系统三级架构及技术异同；在跨学科知识关联方面，形成“总线技术特征比对报告”，从传输速率、容错机制、拓扑结构三维精准辨析并提出混合架构建议，还建立“知识关联图谱”串联多课程知识点，形成完整认知链条。

（2）高效学习能力与认知范式进阶

学习小组的学习能力得到了提升，主要体现在研究周期、信息筛选能力、采用WBS任务分解法明确子任务要求和仿真优化能

力提升，实现从“依赖默认参数”到“主动调控参数”的转变。认知范式发生根本性转变，从“被动查阅资料”转向“主动设定探究目标-适配AI工具-调控探究过程-复盘优化成果”，形成新型学习模式。

（3）可复用性实体成果产出

形成两类核心成果并经验证：其一为《AI协同探究式学习方法》，采用结构化体例梳理18个典型学习场景，提供具体工具组合、操作步骤与Prompt范例，班级试用反馈良好；其二为《飞行汽车飞控冗余设计研究报告》，核心创新点在于“汽车容错思想迁移应用”，提出具体技术方案；同时还协助了各类大学生创新创业类项目思路的创新，附带的仿真参数表、对比曲线等附件为后续研究提供可复现依据。

四、结论展望：科研范式，未来已来，生态初现，链动未来

这次学习实践成功验证“AI增强型交叉学科”新方法，为跨学科研究学习提供可行方案。第一，研究逻辑从“靠查文献”变为“问题导向+AI辅助”。以实际工程问题为中心，打破学科限制，用AI工具搭建跨领域知识体系，提高学习者起步效率；第二，建立“直觉引导+AI量化验证”的快速学习成果输出流程。学习小组提出想法和思路，AI仿真工具验证优化，缩短创新周期；第三，形成“可解释、可复现”的跨学科创新研究成果。实践过程记录让其透明可重复，为解决黑箱操作和方法难复现问题提供新思路，推动开放协作学科学习环境。通过“基础-拓展-实践”三层学习框架，研究飞行汽车电控系统，解决传统跨学科学习困难，建立可复制推广的AI辅助学习模式。

实际效果显著，核心知识掌握率从35%提高到82%，学习者成为“研究型人才”，总结的方法和流程培养了科学精神，成果体现个体学习与国家发展需求结合。此次实践重新定义工程教育学习角色：学生是创新者，技术是能力加速器，产业需求是核心驱动力。“学习即研究、研究即应用”的新方式将个人成长、技术赋能与国家战略结合，为工程教育提供新样本，未来有望推动教育、人才与产业深度融合。

参考文献

- [1] 张扬军, 公维清编. 飞行汽车发展白皮书1.0[R]. 项昌乐, 张进华, 侯福深, 等顾问. 北京: 中国汽车工程学会, 2024.
- [2] 济南日报, 爱济南. 车企扎堆入局低空经济, 飞行汽车2026年将实现量产交付 [EB/OL]. (2025-10-21)[2025-10-29].
- [3] 电子工程世界 (EEWorld). 小鹏汇天飞行汽车技术解析 [EB/OL]. 飞行汽车网. 未来已来? 低空经济风口起飞, 飞行汽车或将重塑城市交通格局 [EB/OL]. (2025-02-11).
- [4] 马嘉欣, 汪志鸿, 刘卓, 等. 飞行汽车关键技术及应用研究综述 [C]// 中国汽车工程学会. 2025: 303.
- [5] 360doc 个人图书馆 (西南证券研究发展中心通信研究团队供稿). 低空经济中的飞控系统 (含飞控计算机、传感器、执行器核心技术解析) [EB/OL]. (2024-09-05)[2025-11-02].
- [6] 雷科技. 小鹏科技日报解读: “物理AI”概念落地, 飞行汽车真来了! (含全倾转电飞汽车A868技术参数) [EB/OL]. (2025-11-05)[2025-11-10].
- [7] 交通战略研究. 浅析我国低空经济发展的现状与挑战 (含低空通用机场、无人机航线建设数据) [EB/OL]. (2025-11-28)[2025-11-29].