

赋能航空发动机智能运维：面向飞行器动力工程的AI导论课程重构与实践

黄刚劲

中国民用航空飞行学院航空工程学院，四川成都

DOI: 10.62836/jer.v4n8.1321

摘要：随着人工智能技术在民航领域的快速发展，飞行器动力工程专业对学生智能分析与实践应用能力的要求日益提升。针对当前人工智能导论课程教学中存在的理论与实践脱节、教学内容与行业需求不匹配等问题，本文以能力培养为核心目标，设计了贴合飞行器动力工程专业特色的实践教学体系，提出了相应的教学改革措施，为培养具备智能技术应用能力的民航人才提供参考。

关键词：人工智能导论；飞行器动力工程；实践教学；能力培养；教学探索

Empowering Intelligent Operation and Maintenance of Aero-Engines: Reconstruction and Practice of AI Introduction Courses for Aircraft Power Engineering

Gangjin Huang

School of Aeronautical Engineering, Civil Aviation Flight University of China, Chengdu, Sichuan

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence technology in the civil aviation field, the requirements for students' intelligent analysis and practical application abilities in aircraft power engineering are increasingly rising. Addressing the issues of the disconnect between theory and practice, as well as the mismatch between teaching content and industry needs, present in the current teaching of Introduction to Artificial Intelligence, this paper, with capability cultivation as its core objective, designs a practical teaching system tailored to the characteristics of Aircraft Propulsion Engineering, and proposes corresponding teaching reform measures. This provides a reference for cultivating civil aviation talents with intelligent technology application capabilities

Keywords: introduction to artificial intelligence; aircraft power engineering; practical teaching; capability cultivation; educational reform

*基金项目：中央高校基本科研业务费专项资金项目“航空发动机轴承退化状态跟踪及其剩余使用寿命预测研究”（25CAFUC04016）。

第一作者简介：黄刚劲（1992-），男，汉，四川省内江市，博士，讲师，研究方向为航空发动机状态监控与故障诊断。

航空发动机作为飞机的关键部件，其可靠性、安全性与高效性对保障民航客机飞行安全至关重要。近年来，随着人工智能技术的快速发展，其在航空发动机的设计、制造、运维等环节得到应用，成为推动行业技术升级的关键力量[1]。飞行器动力工程专业是高校培养民航机务及相关领域人才的重要依托，亟需将人工智能技术与专业课程深度融合，以满足行业对具备人工智能技术应用能力人才的迫切需求[2,3]。当前，飞行器动力工程专业培养中，人工智能相关课程的教学在内容设置上与航空发动机领域实际需求结合不够紧密，且实践教学环节较为薄弱。这一现状致使学生难以将人工智能理论知识有效应用于航空发动机可靠性分析、振动监测与故障诊断等实际问题中[4]。基于上述困境，本文探索基于能力培养的飞行器动力工程专业人工智能课程实践教学，设计贴合专业特色的教学方案与改革思路，为培养民航事业高素质人才提供参考。

1 课程背景与性质

近年来，人工智能技术正深度融入民航领域，其在航空发动机故障状态监控、故障诊断与预测性维修等方面的已逐渐开始应用。作为培养机务人才的核心专业，飞行器动力工程专业有必要将人工智能导论纳入教学体系，以满足行业发展的现实需求。

人工智能导论是为飞行器动力工程专业开设的一门专业必修课程，讲授人工智能的基本概念、知识图谱、机器学习、深度学习等核心技术。同时，课程还介绍AIGC、自动驾驶、具身智能、类脑智能等前沿技术以及在民航各领域的应用。通过本课程的学习，学生将掌握人工智能的核心知识，具备分析和解决实际问题的能力，培养创新思维和实践能力，为从事智能机务维修、发动机健康管理等工作奠定基础。

2 当前教学存在的主要问题

2.1 学生基础与课程要求的差距

人工智能技术的交叉性特征对学生的知识储备提出了很高要求，既需要扎实的数学推导和代码

编写能力，还需要对学生对于专业场景的深刻理解以确保技术应用的合理性[5]。飞行器动力工程专业学生的知识结构在面对人工智能技术时，暴露出较为明显的短板，这已成为该课程教学推进中的现实难题。从数学基础素养来看，该专业的培养计划中更多关注于机械结构、工程力学等传统领域，对矩阵运算、概率统计等现代数学工具不够重视。学生在学习过程中较少接触以数据为导向的数学思维训练，面对具体发动机故障诊断问题时往往有畏难情绪。此外，大部分学生的计算机技能大多停留在基础语法层面，能够完成简单的数据处理任务，但距离人工智能开发的实际要求仍有较大差距。当任务涉及发动机振动信号的特征提取、故障诊断等内容时，学生往往因代码实现能力不足而难以将其转化为可运行的模型。上述双重短板相互叠加，最终导致学生对人工智能核心算法的认知长期停留于概念层面，学生难以将智能方法作为解决航空发动机专业问题的有效工具来运用。

2.2 教学内容与专业需求的脱节

现有教学内容多沿用通用人工智能教材的知识体系，以“算法理论讲解+通用案例演示”为主，与飞行器动力工程专业的结合度极低。例如，在讲解分类算法时，案例多围绕“鸢尾花品种识别”、“手写数字分类”等通用场景[6]，未能结合发动机故障诊断中“振动信号特征与故障类型的对应关系”进行设计。在介绍深度学习理论时，通常以“图像分类”、“自然语言处理”为例，未关联航空发动机叶片裂纹图像的智能检测等专业问题。这种通用化的内容设置，使得学生难以建立“算法工具—专业问题”的映射关系，导致知识迁移能力薄弱。此外，教学内容对民航行业特有的规范与需求关注不足，也未纳入适航标准中对智能诊断系统的可靠性要求、维修场景中对算法可解释性的特殊需求等，进一步加剧了教学与实际应用的脱节。

2.3 实践环节与能力培养的不足

实践教学是连接理论与应用的关键纽带，但当前课程实践存在明显的“重验证、轻创新”、

“重单一技能、轻综合能力”倾向。现有实践项目中，80%以上为验证性实验，如“用给定数据集复现SVM分类过程”、“调用预设函数完成简单回归分析”，学生只需按步骤操作即可完成，缺乏对实验设计、问题分析、方案优化等能力的锻炼。同时，实践内容未能覆盖航空发动机领域的复杂场景，如缺少“基于多传感器数据融合的发动机健康状态评估”、“考虑噪声干扰的振动信号智能降噪”等综合性项目，导致学生难以形成系统的问题解决思路。更重要的是，受限于实验设备短缺、真实发动机数据获取困难等条件，学生无法接触实际的智能监测系统，只能在虚拟环境中完成简化任务，使得实践能力与行业真实需求存在显著差距。

2.4 教学资源与技术发展的滞后

人工智能技术的快速迭代与教学资源更新缓慢之间的矛盾，是制约教学质量的另一重要因素。在硬件方面，现有实验室设备多为普通计算机，缺乏支持深度学习模型训练的GPU集群，导致“基于深度学习的发动机叶片裂纹识别”、“滚动轴承故障状态智能诊断”等复杂项目无法开展。在软件与案例方面，教学中使用的算法框架版本陈旧，未纳入近年来行业广泛应用的轻量化模型、迁移学习等新技术。案例库也多为10年以前的通用数据，未收录民航领域最新的智能应用成果。这种资源滞后使得学生难以把握技术前沿，毕业后需重新学习行业主流工具与方法，增加了适应岗位的成本。

3 实践教学体系设计

3.1 专业导向的实验教学模块

以飞行器动力工程专业的核心需求为出发点，构建“基础—进阶—提高”三级递进的实验教学模块，实现智能技术与航空发动机专业场景的深度融合[7,8]。基础层聚焦数据处理能力培养，围绕发动机运行过程中产生的多维度数据设计实验，学生需掌握数据清洗、特征提取、数据标准化等基础技能，理解数据质量决定模型效果的核心逻辑。进阶层侧重算法应用能力训练，结合发动机典型故障场景设置实验项目。例如，利用SVM算法对振动信号

特征进行分类，实现“喘振、失速、轴承磨损”等故障类型的自动识别。通过BP神经网络对发动机全生命周期性能参数进行拟合，构建剩余寿命预测模型，并对比不同隐藏层节点数对预测精度的影响[6]。提高层则以综合项目形式提升系统设计能力，例如要求学生基于深度学习框架搭建叶片裂纹识别系统。从采集含裂纹的叶片图像、标注裂纹区域，到训练卷积神经网络模型、优化识别阈值，最终实现对裂纹长度、位置的自动检测。

3.2 虚拟仿真教学环节构建

引入航空发动机智能监测虚拟仿真平台，通过三维建模技术1:1还原LEAP涡扇发动机的内部结构与运行状态，构建“故障模拟—数据生成—模型验证”的闭环实践环境。平台内置多种典型故障数据库，可模拟不同故障（如风扇叶片磨损、滚动轴承断裂、转子不平衡）下的参数变化，实时生成振动、温度、压力等多维传感器数据。例如，学生可在仿真环境中模拟“风扇叶片磨损”故障时，平台会同步输出对应转速下的振动频谱特征。学生需设计基于小波变换的信号降噪方案，再利用卷积神经网络对处理后的信号进行损伤定位，通过调整网络卷积核大小、池化方式等参数，优化磨损识别精度。此外，平台支持多场景参数调节，如改变飞行高度、大气温度等环境条件，观察发动机性能参数变化对智能诊断模型的影响。这种虚拟仿真模式不仅规避了真实实验中设备昂贵、故障复现风险高的问题，还能通过动态可视化界面直观展示算法运行过程，加深对“数据输入—模型计算—结果输出”逻辑的理解。

3.3 自主设计与创新实践

在完成基础实验与仿真训练后，引导学生以团队形式开展探究性项目，培养自主创新与工程实践能力。项目选题立足航空发动机领域的实际问题，例如鼓励学生基于公开的发动机故障数据集，自主设计融合振动、温度、压力多传感器数据的智能诊断算法。通过对比随机森林、LSTM和Transformer等不同模型的准确率与运算效率，分析算法在复杂

工况下的适用性。此外,还可以结合创新创业项目,开发轻量化的发动机健康状态监测APP原型。通过集成简易传感器模块采集发动机运行数据,利用移动端部署的轻量化模型实现健康评分实时显示,并关联维修手册给出初步维护建议。项目实施过程中,学生需独立完成方案设计、数据采集、模型训练、成果验证等全流程工作,教师仅提供方向性指导。

4 教学改革措施

4.1 模块化教学内容重构

将人工智能导论课程内容划分为“通用理论+专业应用”两大模块,形成层次化知识体系[9]。通用理论模块聚焦机器学习、深度学习的核心算法,包括数据预处理、模型训练与优化等基础内容,确保学生掌握智能技术的通用工具。专业应用模块则紧密结合航空发动机场景,设置智能诊断、维修决策优化等专题,如通过发动机振动信号识别故障类型、基于性能退化数据预测剩余寿命等。

考虑到学生学习能力参差不齐,本课程将实践内容划分为基础、进阶、拓展三个难度梯度。基础层以Python编程实现简易分类器为抓手,帮助学生建立对算法的直观认识。而进阶层在此基础上引入真实工况数据,要求学生运用神经网络对发动机温度指标进行分析。拓展层则面向学有余力的学生,布置具有探索性的任务,例如改进现有算法以提升其在预测性维护的适应性,以此激发学生的创新潜能。

4.2 教学资源与条件建设

借鉴实验教学设施建设的已有经验,本文围绕“硬件+软件+案例”三个维度搭建教学资源体系[10]。硬件方面,配置GPU计算集群以支撑深度学习训练。软件方面,开发面向行业的案例库,收录真实故障诊断实例和维修数据,覆盖不同型号发动机全生命周期数据。除此之外,配套编写实践指导书,提供算法代码与仿真模型,说明智能算法与发动可靠性分析、振动监测等专业知识的结合方法,为实践教学提供系统支撑。

4.3 产学研融合教学模式

遵循科研与教学交叉融合的思路,深化与航空制造企业和航空公司的合作[5]。引入企业工程师担任行业导师,参与实践教学指导,将企业真实项目转化为教学内容。例如,组织学生参与某型发动机的剩余使用寿命预测项目,利用企业提供的运行数据优化算法模型。通过项目驱动模式,学生可在解决实际问题中理解人工智能技术在发动机维修、健康管理中的应用逻辑,同时推动教学内容与行业技术发展同步,确保学生掌握的技能符合民航机务岗位需求。

4.4 能力导向的评价体系

改革传统考试评价方式,采用“过程性评价+项目成果评价”模式,突出对实践能力与创新思维的考察。过程性评价贯穿实验教学全程,关注学生在数据处理、算法设计中的问题解决能力。项目成果评价以团队完成的专业应用项目为核心,如开发发动机智能诊断系统原型,重点考察技术应用合理性、方案创新性 & 团队协作效果,全面反映学生运用人工智能技术解决航空发动机领域实际问题的综合能力。

5 结束语

人工智能导论课程实践教学的改革,对培养飞行器动力工程专业学生的智能技术应用能力具有重要意义。通过构建专业导向的实践教学体系、完善教学资源、创新教学模式,可有效提升学生运用人工智能技术解决航空发动机领域实际问题的能力,为培养适应智能民航发展需求的复合型人才提供有力支撑。未来需进一步深化产学研合作,持续更新教学内容与实践项目,助力我国民航业智能化发展。

参考文献

- [1]方杰,潘喆,罗婷,等.飞行器动力工程专业课程设计创新教学研究[C].第四届全国高等学校航空航天类专业教育教学研讨会论文集,2022:294-301.

- [2]戴华,王勇智,周小强.人工智能导论课程的综合教学改革方法探索[J].课程教育研究,2018,(43):250.
- [3]何德东,罗永明,李艳红,等.“新工科”与“人工智能”背景下工业催化基础课程教改[J].化工管理,2025,(06):18-21.
- [4]王菲,尹莉萍,朱志冰.飞行器动力工程专业课程调整优化研究与实践[C].第六届全国高等学校航空航天类专业教育教学研讨会论文.
- [5]王万良.人工智能及其应用[M].第2版.北京:高等教育出版社,2008.
- [6]王竹立,关向东,罗霖.数智融合课程:“人工智能+课程”教改新方向[J].开放教育研究,2025,31(01):34-41.
- [7]赵雪琳.基于OBE理论的人工智能导论教学改革探索与实践[J].信息与电脑,2025,37(08):236-238.
- [8]徐义华,孙海俊,熊家发.基于飞行器动力工程专业的学业指导实践与思考[J].教育信息化论坛,2024,(02):33-35.
- [9]李林永,贾登峰,王广.关于工程教育专业认证背景下的课程体系改革探索——以桂林航天工业学院飞行器动力工程为例[J].现代职业教育,2023,(21):109-112.
- [10]徐新黎,王万良,杨旭华.“人工智能导论”课程的教学与实践改革探索[J].计算机教育,2009,(11):129-132.

