

低空经济背景下自动化专业应用型人才培养路径研究

赵杭, 李永福, 黄龙旺, 黄鑫, 文瑶
重庆邮电大学自动化学院, 重庆 400065
DOI: 10.61369/SDME.2026090018

摘 要 : 随着国家低空经济战略全面落地, 无人机、电动垂直起降飞行器、低空智能管控系统等产业快速扩张, 飞控算法、低空智能感知、飞行器自动调试、空域自动化调度等复合型自动化人才出现巨大缺口。在此背景下, 本文立足应用型本科办学定位, 以低空产业岗位能力需求为导向, 梳理自动化专业适配低空经济的育人痛点, 从模块化课程重构、分层递进实践体系、双师型师资共育、产教协同育人机制这四大维度构建完整人才培养实施路径, 形成适配低空经济的自动化专业应用型人才培养体系, 打通“专业教学—工程实训—产业就业”衔接通道, 为高校自动化专业服务低空新兴产业、推进新工科教改提供可落地参考方案。

关 键 词 : 低空经济; 自动化专业; 应用型人才; 人才培养

Research on the Training Path of Applied Talents in Automation Major Under the Background of Low-Altitude Economy

Zhao Hang, Li Yongfu, Huang Longwang, Huang Xin, Wen Yao

School of Automation, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065

Abstract : With the full implementation of the national low-altitude economy strategy, industries such as unmanned aerial vehicles, electric vertical take-off and landing aircraft, and low-altitude intelligent management and control systems have expanded rapidly, resulting in a huge talent gap for interdisciplinary automation professionals in flight control algorithms, low-altitude intelligent perception, automatic aircraft debugging, and automated airspace scheduling. In this context, based on the school-running orientation of application-oriented universities and oriented by the post competency demands of the low-altitude industry, this paper sorts out the educational pain points of automation majors adapting to the low-altitude economy. It constructs a complete talent training implementation path from four dimensions including modular curriculum reconstruction, hierarchical and progressive practice system, collaborative cultivation of double-qualified teachers, and industry-education collaborative education mechanism. The study forms an applied talent training system for automation majors tailored to the low-altitude economy, opens up the connection channel of "professional teaching — engineering training — industrial employment", and provides implementable references for automation majors in universities to serve the emerging low-altitude industry and promote the teaching reform of emerging engineering education.

Keywords : low-altitude economy; automation major; applied talents; talent cultivation

一、低空经济下自动化专业应用型人才培养的背景

当前低空经济作为新质生产力重要载体, 产业规模持续扩张, 无人机、电动垂直起降飞行器、低空智能管控系统广泛应用于农林巡检、物流配送、城市治理等场景, 产业链对自动控制、智能导航、集群调度类实操人才需求激增, 人才供需错配问题凸显。

政策层面, 低空经济连续纳入政府工作报告, “十五五”规划将其列为战略性新兴产业, 国家发改委出台低空经济产业统计分类, 十部门发布行业标准建设指南, 新版《民用航空法》增设低空发展专章, 教育部布局低空经济产业学院, 引导高校依托自动化等工科专业开展应用型人才培养。

从行业发展来看, 自动化是低空装备飞控、智能运维、低空智联网的核心支撑, 培养适配产业的自动化应用型人才具备双重重要性。一是补齐产业人才短板, 解决企业紧缺的实操型飞控调试、设备运维、场景系统开发人员缺口; 二是落实国家产教融合战略, 推动自动化专业对接新兴产业赛道, 优化专业人才供给结构, 为低空经济规模化、安全化发展提供技术人力支撑, 助力低空产业高质量落地。

二、当前自动化专业应用型人才培养的困境

(一) 课程体系缺乏低空交叉内容

缺少飞控交叉核心课程。专业仅讲授通用线性控制系统, 未

项目信息: 本文系教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会第五批教学改革研究项目(2024011)、重庆市研究生教育教学改革研究项目(重大)(YJG250114)、重庆市高等教育教学改革研究项目(重大)(251028)、重庆市“人工智能+”重点建设课程: 智能车辆决策与控制技术的研究成果。

开设飞行器动力学建模、无人机姿态控制、机载嵌入式系统、GNSS 组合导航、机器视觉低空避障等低空特色课程，学生不了解飞行器强耦合、非线性、强扰动的控制对象特性，无法完成飞控算法基础设计。

第二，课程交叉融合程度不足^[1]。控制、电子、通信、空域运维知识相互割裂，课堂仅单一讲解控制算法，不结合飞行器通信链路、空域安全管控、低空作业任务规划开展综合教学，学生知识结构单一。

第三，选修模块更新滞后。多数院校自动化专业选修课仍聚焦工业互联网、智能制造，未增设低空智能装备、多旋翼飞行器系统设计、低空智能调度等特色模块，学生在校期间缺少接触低空产业技术知识的渠道，知识储备与行业需求脱节^[2]。

（二）实践平台缺少飞行器实训场景

其一，硬件实训设备缺口大。校内缺少多旋翼无人机、固定翼教学机、小型 eVTOL 试验样机、机载传感器套件、飞控开发板等低空实训硬件，学生仅能通过书本抽象理解飞行器控制逻辑，无法动手完成飞控参数整定、电机驱动调试、机载设备装配等实操训练。

其二，仿真实训场景单一^[3]。现有仿真软件以工业过程仿真、电机仿真为主，缺少飞行器动力学仿真、自主飞行轨迹规划、多机协同仿真平台，学生难以模拟低空复杂风扰环境下的控制调试过程。

其三，校外低空实训基地稀缺。低空飞行具备空域审批、安全管控、场地限制等特殊要求，多数院校未与本地低空产业园、无人机企业共建专属实训基地，学生无法进入企业车间观摩飞行器整机装配、实地参与户外飞行调试，实践环节停留在地面工业设备层面，低空工程实操能力几乎空白^[4]。

（三）师资缺少低空工程经验

一方面，专任教师学科背景主要集中在工业自动化、电力电子、过程控制上，部分教师从事理论教学以及传统的工业项目研究工作，既缺乏对无人机、载人飞行器飞控系统的研究开发经验，又缺少低空项目的实施经验，不熟悉飞行器整机设计流程、机载控制系统开发规范、低空行业技术标准，只能进行一般性的控制教学，很难结合低空工程项目进行实训^[5]。

另一方面，双师型师资结构失衡。具有低空一线工作经验、取得飞行器相关证书、从事过低空工程项目教师很少，在学校基本找不到可以教授飞行器实训课、带领学生参加飞控系统设计比赛老师。而且，一线低空工程师到学校上课、做实训的制度还没有形成，师资力量低空工程项目经验不足，影响了交叉课程以及实训项目的开展。

（四）毕业生岗位适配性不足

自动化专业应届毕业生存在四个不足之处：一是不会建立飞行器动力学模型，在针对飞行扰动调整控制量方面存在问题^[6]；二是缺乏飞行器装配、调试、试飞等操作技能，在遇到设备问题时不能自行解决；三是不了解低空飞行相关法律法规以及空域管理规则，欠缺法律意识；四是综合系统设计能力较差，无法整合导航、视觉、驱动等多个子系统实现低空作业系统开发。对此，企

业需要花费大量时间和精力对毕业生们进行岗前培训，有的企业甚至更倾向于招收航空类相关专业的学生，自动化专业毕业生在低空领域求职较为被动，专业服务新兴产业的育人价值未能充分发挥。

三、低空经济背景下自动化专业应用型人才培养的路径

（一）模块化课程重构，搭建低空交叉知识体系

第一，夯实自动化通用基础模块，实现知识过渡。保留自动控制原理、嵌入式系统、电机与拖动、传感器与检测技术、单片机开发等相关必修课，在现有课程基础上加入低空案例：在介绍非线性控制时引入无人机姿态扰动抑制案例；在讲述伺服驱动系统时以飞行器无刷电机驱动调试为例；在机器视觉中增加低空航拍目标识别以及障碍物检测等内容，让学生在用传统控制知识解决飞行器问题的过程中建立交叉思维，避免基础课与低空技术完全割裂^[7]。

第二，添加低空特色核心模块，弥补知识弱项。增加《飞行器控制基础》《无人机嵌入式飞控系统》《低空导航与组合定位》《飞行器驱动及机载电源》四门专业的核心交叉课程，是供自动化专业定向低空方向学习的课程^[8]。教学中避免单一枯燥的理论讲解，每一节都有相应的飞控仿真实验，主要介绍多旋翼的动力学建模、PID 飞控参数整定、GPS+ 惯性导航融合算法以及机载传感器数据融合等内容，填补原有课程体系空白。

第三，设立产业拓展选修模块，对接多样化低空职业。依据低空经济发展不同领域划分层次化选修课程，对于研发人员提供《多机协同智能调度》、《eVTOL 动力控制系统设计》等课程，针对运维及技术人员提供《无人机装配与故障诊断》、《低空巡检系统开发》等课程，针对低空文旅、测绘方向的学生开设《低空图像处理与测绘建模》等相关课程，学生可根据自身职业规划进行选择学习，使其所学知识能够更好地服务于未来工作。

（二）分层递进实践体系，补齐飞行器实训场景短板

第一层是虚拟仿真基础实训，零门槛进行飞调试。使用飞行器动力学仿真平台、多旋翼飞控仿真软件，在学校建设低空虚拟仿真实训室。低年级同学首先利用仿真平台进行飞行器建模、控制算法仿真、飞行轨迹调试，在无需担心设备损坏及飞行安全的情况下了解飞行器控制原理，进行基础飞控参数整定训练，学习低空控制系统设计方法，为后续实物操作做好铺垫^[9]。

第二层是在校内低空硬件实操实训，建立校内飞行器实训基地。投入专项资金建设自动化专业低空装备实训室，配备多旋翼教学无人机、飞控开发板、无刷电机驱动套件、机载视觉传感器、小型固定翼试验机、故障飞行器拆解样机等相关硬件设施。分为不同层次进行实训，初级阶段进行飞行器零部件组装、电机驱动调试以及飞控主板连接等实训内容；中级阶段进行飞控程序下载、姿态参数调整、室内定点自主飞行实验；高级阶段进行小型低空巡检系统的开发，包括视觉识别、障碍物检测、返航等功能的实现。建设室内安全试飞室，避免受制于空域申请问题，有

利于日常训练正常运行。

第三层为校外企业实景递进实训，对接实际低空应用场景。与本地低空产业园、无人机生产企业、低空巡检服务商等建立稳定的校外实训基地，开展分阶段的企业实训活动。认知实训在大二进行，让学生参观企业的生产车间，了解无人机整体生产工艺以及机载系统的安装过程；专项实训在大三进行，让学生成为企业的技术员，在外场进行无人机试飞、设备维护、低空测量等工作；顶岗实习在大四进行，安排学生到无人机的飞控开发、飞行器管理、低空调度等方面的工作，参与到真实的项目中。

（三）双师型师资共育，打造具备低空工程经验的教学队伍

第一，推进校内专任教师低空产业实践工作。出台专门教师培养措施，每年选拔一批自动化专业优秀教师到合作低空企业开展3-6个月的脱产锻炼，在飞控系统研制、飞行器调试、低空项目实施等方面与企业工程师共同工作^[10]。

第二，企业工程师常态化进校开展教学活动。从合作低空企业中选取优秀飞控研发工程师、飞行器技术研发总监、低空项目经理等组成校外兼职教师队伍，定期安排他们到校开展教学。兼职教师主要进行低空特色核心课程实践教学、飞行器实训指导以及学生毕业论文选题指导等工作，以企业实际项目为例介绍飞控开发过程、行业难点问题和技术要求等，弥补学校教师缺乏工程经验不足。

第三，建立校企合作教师培养机制。依托校企共建实训基地成立低空自动化教学工作室，由在校专任教师及企业工程师组成教师团队，进行教师互访学习。企业工程师要定期为校内教师开展飞行器新技术、新设备培训，学校教师也需为企业技术人员进行控制理论、算法优化等学习，以达到教师互相提升的目的。

（四）产教协同育人机制，实现人才培养与产业需求精准对接

一是校企联合制定培养计划，对接低空岗位能力要求。每年进行一次校企专业建设交流会，让低空企业的人力资源部经理和

技术部经理对培养计划提出意见和建议，明确飞控开发、飞行器维护、低空智能调度等工作所需的技术要求，并将其作为课程的教学目的以及实践考核的标准。

二是开设低空产业定向订单班，有针对性地定向培养。与较大规模低空装备企业合作建立自动化订单班，由企业提供实训条件、专项奖学金、行业教师等资源，学校根据企业需求设置专门课程及实训内容，在校期间即可接受企业岗前培训，大四直接到企业实习，考核通过后即录用，提高毕业生就业率的同时，也能够减少企业的岗前培训时间。

三是建设低空产业就业服务协同平台。校企共建就业服务中心，企业定期来校进行低空岗位专场招聘会、行业技术交流会，同时公布飞行器研发、维修、技术保障等职位招聘信息；学校利用企业资源组织低空气象学考察活动、行业研讨会和技术交流会，使学生明确行业发展趋势以及相应岗位职责，明确低空领域就业意向；设立毕业生就业回访制度，企业不定期向学校反馈录用人员不足之处，学校及时更新课程设置及实践教学计划，形成“培养—就业—反馈—优化”闭环育人机制，持续提升自动化专业学生在低空经济赛道的就业竞争力。

四、结束语

低空产业技术仍处于快速迭代阶段，自动化专业低空方向人才培养并非静态模式，后续高校还需持续深化校企长效合作，紧跟低空飞行器、城市空中交通、低空智能调度等前沿技术更新课程内容与实训项目，不断完善双师培育、订单定向、联合毕业设计等产教协同机制，持续优化复合型应用型人才培养体系。通过持续改革，充分发挥自动化专业控制、嵌入式、电气驱动的学科优势，为低空经济产业链输送大量理论扎实、实操能力强、贴合行业岗位需求的工程技术人才，助力低空产业高质量发展。

参考文献

- [1] 齐晶薇, 姜峰. 探讨机械设计制造及其自动化专业人才培养模式及课程建设 [J]. 才智, 2020, (1): 116.
- [2] 马倩, 金鹏. "新工科"理念下自动化专业人才培养模式的研究与实践——以南京理工大学为例 [J]. 教育现代化, 2020, 7(17): 26-28.
- [3] 李冲, 单以才, 唐清辉. 新工科背景下地方高校自动化专业人才培养质量提升路径探索 [J]. 中国教育技术装备, 2020, (14): 129-130+136.
- [4] 丁军航, 于海生. 新工科背景下地方院校自动化专业人才培养机制研究 [J]. 教育教学论坛, 2020, (51): 359-360.
- [5] 文春明, 李尚平, 黄天星. 新工科背景下提升自动化专业人才培养质量的策略 [J]. 高教论坛, 2021, (3): 65-67.
- [6] 林凯. 产教融合背景下机械制造与自动化专业人才培养模式研究 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(4): 219-221.
- [7] 宦健, 田燕. 智能制造背景下电气自动化专业人才培养模式创新研究 [J]. 现代职业教育, 2024, (15): 153-156.
- [8] 毛昀, 杨嘉鹏, 徐媛媛. 新工科背景下自动化专业人才培养模式改革与实践——以新疆工程学院为例 [J]. 南方农机, 2024, 55(18): 170-173.
- [9] 刘好胜. 新工科背景下高校自动化专业人才培养探微 [J]. 中国高校科技, 2025, (6): 109.
- [10] 宋晓娜, 王晓红, 王真真, 等. "双创"驱动下自动化专业人才培养模式创新研究 [J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(23): 106-108+134.