

面向行业特色及发展需求的民航空管监视系统 课程创新及教学实践

张强 熊春华

中国民用航空飞行学院空中交通管理学院, 四川广汉 618307

摘要 民航行业特色与低空经济发展对监视人才培养提出新要求。民航空管监视系统是中国民用航空飞行学院导航工程专业的重要必修课。针对课程内容脱节、理论抽象、思政融入突兀、实验高阶性不足等痛点, 课程团队构建“雷达原理+民航具体监视设备”两条主线内容体系, 科研成果转化为6个探索性实验科目反哺教学, 实施党建引领、OBE导向改进机制, 融合混合式教学、挑战性作业、红色案例思政与多元考核。课程团队相继建成校一流和省一流本科课程, 低空监视探索实验纳入导航工程、交通运输两个专业培养方案, 年受益将超700人。

关键词 民航空管监视系统; 低空经济; 科研反哺教学; 课程思政

DOI <https://doi.org/10.6938/iie.080407> 文章编号 2664-5327.2026.0804.45-49

一、引言

民航空管监视系统是一系列监控运输航空器并将其监控结果用于空管指挥的技术装备, 工作原理、技术特征、参数指标等都有鲜明的民行业特色。随着智慧民航建设持续推进, 新一代通信导航监视技术不断应用, 空管监视手段正从传统一次、二次雷达向广播式自动相关监视(ADS-B, Automatic Dependent Surveillance Broadcast)、多点定位(MLAT, Multilateration)、星基ADS-B等新技术演进^[1-4]。监视技术的快速迭代, 对民航院校相关专业人才培养的知识结构、工程能力和创新素养提出了新的更高要求。

与此同时, 以无人机应用为基础的低空经济快速发展并上升为国家战略。2021年“低空经济”首次写入《国家综合立体交通网规划纲要》, 2023年中央经济工作会议将其列为战略性新兴产业, 2024年又首次写入《政府工作报告》; 四部门联合印发的《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030年)》提出到2030年低空经济形成万亿级市场规模^[5-9]。低空飞行活动的规模化运行, 以“看得见、管得住”的监视能力为基本前提, 低空监视因此成为支撑低空经济发展的关键技术和研究热点^[2]。

中国民用航空飞行学院(以下简称“中飞院”)于2016年在民航系统内率先设立导航工程本科专业, 并为该专业开设民航空管监视系统课程。本文以该课程为研究对象, 系统总结课程团队近年来面向行业特色及发展需求开展的课程内容体系创新、低空监视实验创新、教学方法与课程思政创新及其实践成效, 以期为民航特色专业课程建设提供参考。

基金项目: 四川省高等学校创新性实验项目; 中央高校教育教学改革专项资金项目(E2025004); 中国民航教育人才类项目(MHJY2025010)。

作者简介: 张强(1986—), 男, 汉族, 四川广安人, 博士, 教授, 研究方向: 民航通信导航监视、低空监视, E-mail: 271198043@qq.com。
© The Author(s) 2026. **Article History:** Received: 09 July 2026; Accepted: 03 August 2026; Published: 15 August 2026 (online), (print). CC BY-NC-ND 4.0.

产教融合研究 (Chǎnjiào rónghé yánjiū) *Integration of Industry and Education*, ISSN 2664-5327 (Print), ISSN 2664-5335 (Online). Published by Creative Publishing Co., Limited 开元出版有限公司(CPCL®). <https://iie.hk>, <https://cpcl.hk>, Email: cpcl@cpcl.hk.

二、课程定位与教学痛点

（一）课程定位

民航空管监视系统是导航工程专业必修课，安排在大四上学期，共48学时，其中理论40学时、实验8学时。课程在“雷达原理”与“民航具体监视设备”两条主线上展开：第一部分讲授雷达系统组成、发射机、接收机、终端设备、作用距离、测距测角与动目标检测等基础理论；第二部分讲授一次雷达、二次雷达、ADS-B、MLAT、光电监视、无人机与鸟击防范（简称鸟防）监视等专用系统。课程旨在使学生既掌握雷达与监视的基本原理，又熟悉民航在用具体监视设备的体制、性能与指标参数，具备监视系统分析、设计与运行维护的初步工程能力，是连接专业基础理论与空管监视设备运维岗位需求的核心课程。

（二）教学痛点

课程建设初期，教学实践中暴露出四方面突出问题。其一，课程内容与行业需求脱节：通用《雷达原理》教材不讲授民航专用监视系统，行业培训类书籍又不适合本科教学，低空监视等新技术内容在课程中缺位。其二，课程难度大、理论抽象：雷达方程、信号处理等内容数学推导多，学生在有限学时内难以消化吸收。其三，课程思政融入突兀：思政元素与专业知识简单拼接，容易形成“两张皮”，难以达到润物无声的育人效果。其四，实验高阶性不足：原有实验以验证性内容为主，与新工科建设和工程教育认证中基于学习产出（OBE）的“具备解决复杂工程问题的能力”要求相比存在明显差距。

三、面向行业特色的课程内容体系创新

（一）“两条主线”重构教学内容

针对内容脱节问题，课程团队打破通用雷达课程的知识框架，按“雷达原理—民航具体监视设备”贯通的思路重构内容体系。雷达原理主线夯实理论基础；民航具体监视设备主线则逐一覆盖行业在用和新兴监视设备，同时补充光电监视、无人机与鸟防监视、外来物（FOD）探测与飞行区围界监视等特色内容，使课程内容与空管监视设备运维岗位的知识需求直接对接，形成了区别于一般雷达课程的鲜明民航行业特色。

（二）学科前沿与行业需求进课堂

课程团队持续将学科前沿与行业发展需求转化为教学内容：引入ADS-B协议面临的安全威胁研究，在讲授开放协议体制的同时开展信息安全教育；介绍星基ADS-B实现全球覆盖的技术进展；讲授“低慢小”目标探测与多源融合监视技术；引入机场飞鸟与无人机目标雷达探测识别的前沿成果；结合无人机远程识别（Remote ID）等新规要求讨论低空运行管理；并结合装备国产化、北斗短报文监视应用等国情内容，引导学生理解关键核心技术自主可控的重要意义。

（三）配套教材与教学资源建设

针对国内尚无融合“雷达原理+民航具体监视设备”公开教材的空白，课程团队立项新编《民航空管监视系统》教材（张强主编、熊春华副主编），系统将固化课程创新成果。线上资源方面，依托西安电子科技大学魏青教授雷达原理89讲、麻省理工学院雷达系统简介13讲建设线上课程，课程团队自录具体民航监视设施15讲，并自建空中交通管制雷达原理虚拟仿真课程，形成“线上自学原理+线下研讨设备”的资源支撑。研究表明，MOOC资源与民航案例相结合能够有效改善民航特色专业课程的学习行为与学习效果。

四、面向发展需求的低空监视实验创新

（一）科研反哺教学：成果转化路径

低空经济的快速发展使非协作无人机等低空目标的监视预警成为行业急需，而这类真实系统并没有直接搬进课堂的先例。团队在中国民航局安全能力建设、国家重点研发计划课题、四川省科技计划等项目支持下研发了机场终端区无人机监视预警与处置应用示范系统，该系统集成了无线电侦测仪、外辐射源雷达、主动雷达、可见光及红外光电等子系统，2022 年通过科技成果鉴定，鉴定结论为“总体技术水平国内领先、系统集成技术国际先进”；另有与企业联合建设的低空空域综合监视与协同运行系统。2024 年，团队获批四川省高等学校创新性实验项目“面向低空经济发展需求的非协作无人机目标监视探索实验”，基于上述两套真实系统及其积累的实测数据进行二次开发，将科研装置、真实数据和工程问题转化为本科实验教学项目。

（二）六个实验科目的内容与能力培养逻辑

实验项目包括 6 个科目，形成由系统到算法、由仿真到真实数据的递进式能力培养链条。第一层为系统总体设计：科目一“非协作无人机监视系统设计”，要求学生面向机场终端区场景，比较无线电侦测、外辐射源雷达、主动雷达、光电、ADS-B 等监视手段的原理差异与优缺点，完成多传感器选型、配置与系统集成方案设计，培养系统工程思维；科目二“雷达威力仿真分析”，基于雷达方程仿真计算不同目标、不同参数下的探测覆盖范围，为系统设计提供定量依据；科目三“雷达目标跟踪”，实现卡尔曼滤波等航迹处理算法；科目四“雷达极化目标识别”，利用极化散射特征对目标进行分类；科目五“红外弱小目标检测”，研究低信噪比条件下小目标检测方法；科目六“光电图像中无人机与飞鸟分辨”，基于深度学习方法区分形态相近的无人机与飞鸟目标。6 个实验科目覆盖探测、跟踪、识别全信息链路，均源自真实工程问题，具有高阶性、创新性和挑战性。

（三）能力培养目标与受益面

上述实验着力培养三方面能力：一是系统工程思想，能从组成要素、组织结构、信息流、控制机构等角度分析复杂监视系统，具备软硬件综合设计的初步能力；二是动手能力，包括雷达、光电等信号与数据处理算法推导和经典算法编程实现，掌握数据分析与实验验证方法；三是科学素养，能够发现问题、分析问题、寻找并优化方法，有逻辑地阐述研究背景、方法与结论。该实验项目已纳入导航工程专业培养方案，未来将纳入交通运输专业培养方案，预计年受益学生将超过 700 人，实现了高水平科研成果对本科实践教学的规模化反哺。

五、教学方法与课程思政创新

（一）党建引领、OBE 导向的持续改进机制

课程团队以党支部建设为引领打造专业核心课程，将党建活动与教学研讨、课程建设相结合。按照 OBE 理念反向设计教学大纲与教学执行方案，依据课程目标达成度评价结果持续优化内容供给与教学环节，形成“评价—反馈—改进”闭环，保障课程改革举措落地见效。

（二）混合式教学与挑战性大作业

针对理论抽象、学时紧张的问题，课程采用线上线下混合式教学：学生课前通过线上课程自学雷达原理基础内容，课堂时间集中用于民航监视设备研讨、疑难解析与工程案例分析。同时设置雷达威力仿真、恒虚警处理、卡尔曼滤波、数字波束形成等挑战性大作业，以高阶学业任务驱动学生综合运用理论方法解决实际问题，检验和锻炼其达成高阶学习产出的能力。

（三）红色案例有机融入课程思政

课程团队深入挖掘与知识点内在关联的8个思政案例，实现“有机融入”而非生硬嫁接：结合雷达概述讲授预警机精神；结合雷达发射机讲授2016年中韩萨德事件；结合接收机信号处理讲授雷达用DSP国产芯片的突破；结合目标散射特性讲授歼-20隐身战机的发展；结合动目标检测讲授东海防空识别区的划设；结合二次雷达讲授2001年南海撞机事件背后的二次雷达泄密教训；结合ADS-B讲授中飞院ADS-B研发团队的攻关事迹；结合卫星导航讲授北斗短报文监视应用。8个案例与教学知识点一一对应，潜移默化地培育学生的家国情怀与民航强国志向。

（四）多元考核评价

课程改变单一期末考试模式，建立过程性评价与终结性评价相结合的多元考核体系，将线上学习、平时作业、实验表现、挑战性大作业等纳入成绩构成，突出对工程实践能力和学习过程的考查，以评价改革牵引学习方式转变。

六、教学实践成效

经过多轮建设与实践，课程改革取得较为系统的成效。课程建设方面，建成空中交通管制雷达原理虚拟仿真四川省一流本科课程和民航空管监视系统混合式校级一流本科课程，《民航空管监视系统》教材获学校立项建设。教学研究方面，团队主持校级以上相关教研项目4项，包括教育部产学研合作协同育人项目、中央高校教育教学改革专项资金项目、四川省高等学校创新性实验项目等，获教学教研相关奖项6项，发表教研论文3篇。科研与教学相互促进方面，团队在民航监视领域主持省部级以上科研课题4项，获学校科技成果一等奖，科研成果持续反哺教学。学生培养方面，课程已讲授5轮以上，低空监视实验将纳入两个专业培养方案、年受益学生700人以上；指导学生获“北斗杯”全国二等奖、“互联网+”国赛银奖等双创奖项；导航工程专业毕业生89.6%进入民航系统就业，人才培养与行业需求契合度高，获得用人单位广泛认可。

七、结语

民航空管监视系统课程立足民航行业特色，面向低空经济发展需求，通过“两条主线”内容体系重构、科研成果转化实验、教学方法与思政模式创新，形成了内容、实验、方法协同推进的课程改革方案，实践成效表明该方案有效提升了学生的工程能力、创新素养和价值认同。面向低空智联网、通感一体监视和低空飞行服务保障体系建设的新趋势，课程团队将持续更新教学内容、扩大实验辐射面、加快新编教材出版，为民航强国建设培养更多高素质监视技术人才。

引用本文 张强, 熊春华. 面向行业特色及发展需求的民航空管监视系统课程创新及教学实践 [J]. 产教融合研究, 2026, 8(4):45–49. <https://doi.org/10.6938/iie.080407>.

Cite This Article Qiang ZHANG, Chunhua XIONG. (2026). Curriculum Innovation and Teaching Practice of “Civil Aviation Air Traffic Management Surveillance System” Oriented to Industry Characteristics and Development Needs. *Integration of Industry and Education (Chǎnjiào róng hé yánjiū)*, 8(4):45–49. <https://doi.org/10.6938/iie.080407>

参考文献

- [1] 张学军, 谭元皓, 李雪缘, 等. 星基 ADS-B 系统及关键技术发展综述 [J]. 北京航空航天大学学报, 2022, 48(9): 1589-1604.

- [2] 汤新民, 顾俊伟, 刘冰, 等. 低空监视技术及其发展趋势综述 [J]. 南京航空航天大学学报, 2024, 56(6): 973-993.
- [3] 彭良福, 郑超, 刘志刚, 等. 1090ES 广播式自动相关监视系统的 CPR 算法 [J]. 中国民航大学学报, 2010, 28(1): 33-37.
- [4] 彭卫, 黄荣顺, 郭建华, 等. 一种适用于机场场面 MLAT 监视系统的定位算法及其性能分析 [J]. 航空学报, 2015, 36(9): 3050-3059.
- [5] 周钰哲. 低空经济发展的理论逻辑、要素分析与实现路径 [J]. 东南学术, 2024(4): 87-97.
- [6] 郑璐, 彭月平, 周彤彤, 等. “低慢小”飞行目标探测与融合技术综述 [J]. 飞航导弹, 2021(12): 93-98.
- [7] 陈小龙, 陈唯实, 饶云华, 等. 飞鸟与无人机目标雷达探测与识别技术进展与展望 [J]. 雷达学报, 2020, 9(5): 803-827.
- [8] 金永光, 叶方伟, 吴启晖. 面向无人机远程识别的位置隐私保护方法 [J]. 航空学报, 2025, 46(11): 531341.
- [9] 吕人力. 低空经济的背景、内涵与全球格局 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2024(15): 45-56.

Curriculum Innovation and Teaching Practice of “Civil Aviation Air Traffic Management Surveillance System” Oriented to Industry Characteristics and Development Needs

Qiang ZHANG, Chunhua XIONG

School of Air Traffic Management, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, China

Abstract The unique characteristics of the civil aviation industry and the development of low-altitude economy have introduced new demands for surveillance talent training. Civil Aviation Air Traffic Control Surveillance Systems is a core required course in the Navigation Engineering program at Civil Aviation Flight University of China. Addressing issues such as content disconnection, abstract theories, awkward integration of ideological and political education, and insufficient experimental depth, the course team has established a dual-core curriculum framework combining radar principles with specific civil aviation surveillance equipment. Research achievements have been transformed into six exploratory laboratory modules to enrich teaching. The course implements a Party-building-led, OBE-oriented improvement mechanism, integrating blended learning, challenging assignments, red-themed case studies for ideological education, and diversified assessment methods. The course team has successively developed it into a university-level and provincial-level first-class undergraduate course. The low-altitude surveillance exploration experiments have been incorporated into the curricula of both Navigation Engineering and Transportation programs, benefiting over 700 students annually.

Keywords Civil Aviation Air Traffic Control Surveillance Systems; low-altitude economy; research enrich teaching; ideological-political education in courses

[责任编辑: 黄欣 cpcl@cpcl.hk]