低空经济背景下环境设计项目式教学探索

詹涵婧 [1] 林芷涵 [2] 郑璟宸 [1] 张馨 [3] 徐圣杰 [3]

(1.福建商学院艺术设计学院，福建 福州 350012，2.福建商学院数智财会学院，福建 福州 350012，3.福建商学院信息工程学院，福建 福州 350012)

摘 要：低空经济带来的变化并不止于飞行器进入城市，还涉及起降设施、地面接驳、空域信息、安全管理和公共服务等空间问题。环境设计课程若仍以造型和效果表达为主，难以说明人员、设备与运行系统之间的关系。本文结合福建商学院大学生创新训练项目“智驭空域”的实施过程，梳理低空经济进入环境设计项目式教学的任务组织、跨专业协作和成果表达。课程从应急救援、低空巡查、智慧起降和农业作业等具体情境出发，安排场地调研、空地流线分析、节点设计、服务流程和信息界面原型。现有过程材料表明，学生开始从单体空间转向对空间、设备、人员和运营关系的综合判断，跨专业沟通也有了较清晰的成果载体。针对真实数据不足、技术边界模糊以及安全伦理教学薄弱等问题，文章提出模块化课程、双导师指导、小场景验证和过程评价等改进建议。

关键词：低空经济；环境设计；项目式教学；跨专业协作；设计教育

基金项目：福建商学院大学生创新训练计划项目“智驭空域：YOLO-v13 机器人视觉的智慧低空模式平台”（S202611313030）

DOI：doi.org/10.70693/202610278454

Exploring Project-Based Environmental Design Education in the Context of the Low-Altitude Economy

Zhan Hanjing[1], Lin Zhihan[2], Zheng Jingchen[1], Zhang Xin[3], Xu Shengjie[3]

[1]Academy of Art & Design, Fujian Business University, Fujian Fuzhou 350012, China, [2]School of Digital Intelligence in Finance and Accounting, Fujian Business University, Fujian Fuzhou 350012, China, [3]School of Information Engineering, Fujian Business University, Fujian Fuzhou 350012, China

Abstract: The low-altitude economy introduces a set of spatial issues that extend beyond aircraft themselves, including landing facilities, ground connections, airspace information, safety management, and public services. Environmental design courses that focus mainly on form-making and visual presentation are not sufficient for explaining how people, equipment, and operating systems work together. This paper reviews the implementation of the undergraduate innovation project Intelligent Airspace at Fujian Business University and discusses how low-altitude topics can be organized as project-based learning tasks. Students worked with concrete scenarios such as emergency delivery, aerial patrol, smart take-off and landing, and agricultural operations. Their outputs included site studies, air-ground circulation diagrams, node plans, service blueprints, and interface prototypes. The project records suggest that students began to move from isolated spatial composition toward a more integrated understanding of space, equipment, users, and operation. The paper also identifies limits in access to real data, technical verification, and ethics and safety education, and proposes modular teaching, dual-mentor guidance, small-scenario testing, and process-based assessment.

作者简介：詹涵婧（2007—），女，本科，研究方向为环境设计教育；
林芷涵（2006—），女，本科，研究方向为会计教育；
郑璟宸（2005—），男，本科，研究方向为环境设计教育；
张馨（2007—），女，本科，研究方向为职业技术教育；
徐圣杰（2007—），男，本科，研究方向为职业技术教育。

Keywords: Low-altitude economy; Environmental design; Project-based learning; Interdisciplinary collaboration; Design education

1 研究缘起

低空经济近年在政策和产业层面持续升温。《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030年）》将物流配送、应急救援、城市空中交通和农林作业等列为重点应用方向[1]。相关研究指出，低空基础设施既包括航路、通信、导航和监视系统，也包括屋顶、地面、水面等不同类型的起降节点[2-3]。对环境设计而言，真正进入课程的并不是飞行器造型，而是飞行器与建成环境发生关系时出现的场地问题。屋顶、广场、交通枢纽、景区和园区都可能承担起降、候乘、交接、维护与疏散功能。

这些变化使传统的平面、立面、材料和效果表达显得不够。学生还要说明航路与建筑的垂直关系，处理人员、车辆和飞行器的流线，理解设备布点、信息反馈、噪声、隐私和应急责任。新文科建设强调专业知识与新技术、新产业之间的联系[4]，《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》也提出增强高等教育服务国家战略和区域发展的能力[5]。低空经济因同时涉及空间、技术、管理和运营，为环境设计课程提供了一个较完整的综合实践题目。

项目式学习以真实任务、持续探究、协作生产和反思评价为主要特征，适合组织这类边界较复杂的问题[6-7]。已有研究也提出，环境设计人才培养应加强多学科交叉和应用情境，课程中的项目任务需要与社会需求和成果评价相衔接[8-10]。本文以福建商学院智驭空域项目为案例，重点讨论两个问题：产业概念怎样转化为环境设计学生可以进入的课程任务，跨专业合作怎样落实到可比较、可修改的设计成果。

2 案例来源与研究方法

2.1 案例来源

智驭空域是福建商学院大学生创新训练项目，团队由环境设计、智能科学与技术、财务管理等专业学生组成。项目以机器视觉为技术线索，设置航域感知、应急救援、空中巡查、智慧起降和智慧作业等应用场景。商业计划书还讨论了屋顶起降坪、地面专用坪、水面平台、交通枢纽和景区节点等空间类型。环境设计成员负责项目统筹、场景创意与服务设计，技术成员负责系统开发和数据分析，财务成员负责运营与资金测算。

从教学角度看，案例的价值不在于证明某一算法的性能，而在于把感知、预警、调度和服务转成空间问题。以智慧起降为例，起降点是否可用只是其中一项条件。设计还要处理人、车、飞行器的分流，候乘与物资交接，维护和充电，导视与预警，以及噪声、隐私和消防疏散边界。技术方案在课程中是一组需要被理解和检验的条件，而不是替代设计判断的答案。

2.2 研究材料与分析范围

本文采用文献分析和单案例反思。材料包括项目申报书、商业计划书、任务分工、技术与服务流程图、阶段性设计说明和导师意见。分析时主要关注场景是否具体，跨专业知识能否通过共同成果完成转译，设计成果是否覆盖空间、服务与信息三个层面，以及学习过程是否留下可评价的记录。

项目于 2026 年进入实施阶段，尚未完成大规模用户测试、真实飞行验证和标准化学习测评。本文因此不评价算法精度，也不把商业计划中的设想当作工程结论。文中所说的教学变化，主要来自现有过程材料和指导反馈，结论只适用于案例当前阶段。

3 教学组织与设计产出

课程没有要求学生直接完成一套完整的低空运行系统，而是从能够观察和推演的小场景入手，逐步展开场地、空间、服务和信息设计。低空应用场景、环境设计问题与课程成果之间的关系见图 1。

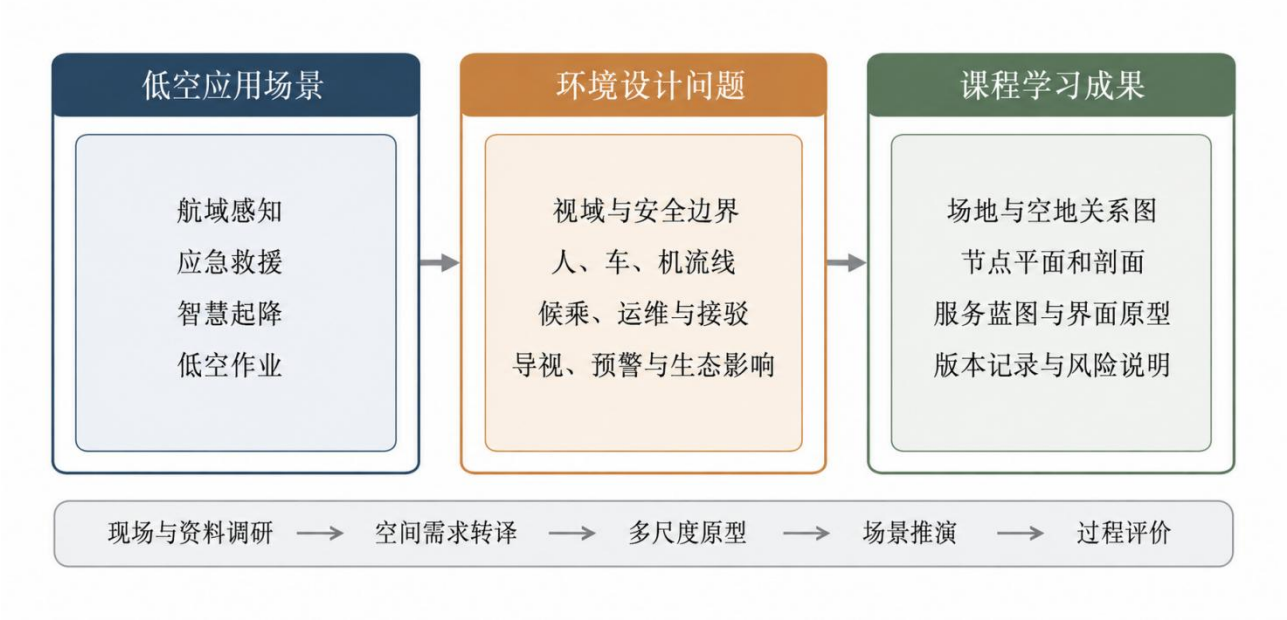


图 1 低空应用场景向环境设计任务的转译
资料来源：根据项目申报书和商业计划书整理，作者绘制。

3.1 从具体场景开始界定问题

教学任务首先落到校园、园区或景区中的一个明确地点，例如校园急救物资配送、景区空中巡查、社区屋顶起降节点。学生需要到现场或结合公开资料完成基底图，记录使用者、建筑出入口、道路、障碍物、气象与管理条件。随后以时间顺序整理任务经过，说明谁提出需求，飞行器从哪里出发，在何处交接，出现异常时由谁处理。

场景分析的成果包括场地边界图、利益相关者图、空地流线图和风险约束图。问题陈述必须写明地点、主要使用者、核心矛盾和判断标准。例如，屋顶起降节点的重点并不是画出一个醒目的圆形标志，而是确认垂直交通是否顺畅，人员是否会穿越安全缓冲区，维护流线是否独立，以及应急疏散是否可达。

3.2 以共同成果推动跨专业协作

跨专业合作以需求矩阵作为中间环节。技术成员说明系统可以采集什么信息、输出什么结果、需要哪些设备以及可能存在的时延；环境设计成员把这些条件转成视域、距离、设备位置、候乘空间、维护空间和信息层级；财务管理成员再检查建设主体、运营频次和成本边界。讨论的重点从术语本身转向它会怎样改变空间。

场景脚本、用户旅程、需求矩阵和服务蓝图是团队共用的工作文件。环境设计学生不需要完成算法开发，但要说明技术假设为什么会影响空间安排；技术学生也需要理解人的行为、场地语境和公共安全。共同成果让不同专业能够围绕同一张图修改方案，减少设计只负责包装、技术只负责功能的割裂。

3.3 用多尺度原型检验空间关系

低空场景的设计成果分为三个尺度。较大尺度用于表达航路、服务半径、关键节点和禁限区域；节点尺度用于组织起降、候乘、交接、运维与疏散；触点尺度则处理导视、预警、调度界面和使用说明。三个尺度需要相互校验，避免只做城市概念图，也避免把起降设施当成孤立的平面造型。

图 2 以屋顶起降节点为例，示意人员流线、运维流线、安全缓冲带、垂直交通核心和应急通道的关系。该图不是工程施工图，而是课堂中的功能原型。所有距离、设备和运行参数都应注明资料来源；无法核实的内容标为设计假设，并在后续推演中继续修正。

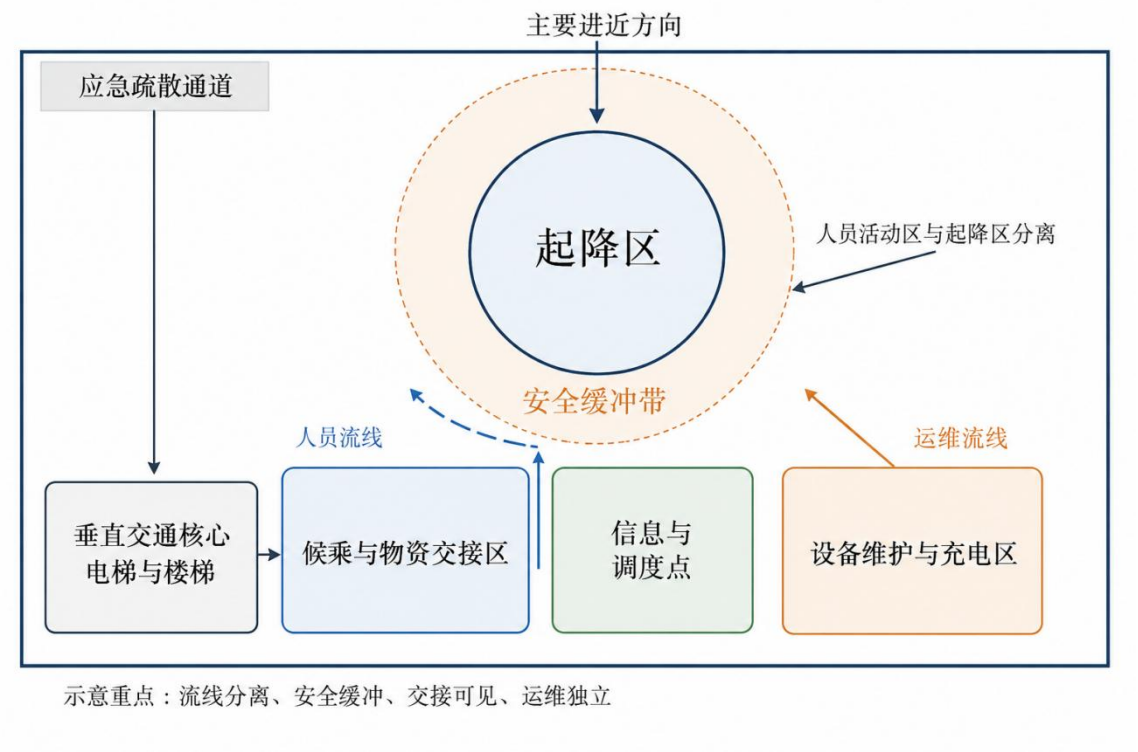


图 2 智慧起降节点空间组织示意
资料来源：根据项目申报书和商业计划书整理，作者绘制。

3.4 用服务蓝图补足运行过程

空间平面只能说明设施的位置，无法完整呈现服务怎样发生。图 3 把应急物资配送分为需求提出、任务评估、飞行监测、到点交接和反馈复盘五个阶段，并分别列出使用者行为、空间触点、数字支持和学习成果。学生可以据此检查调度室、待发区、航路、起降点和交接区是否前后衔接，也能发现信息反馈与空间设计之间的缺口。

服务蓝图还承担跨专业沟通的作用。技术成员可以在数字支持一栏说明检测、预警和状态回传，环境设计成员则在空间触点一栏安排节点与界面，团队最后用测试记录和个人反思说明修改依据。这样，方案评审不再只看最后一张效果图，而是可以追溯每一次修改从何而来。

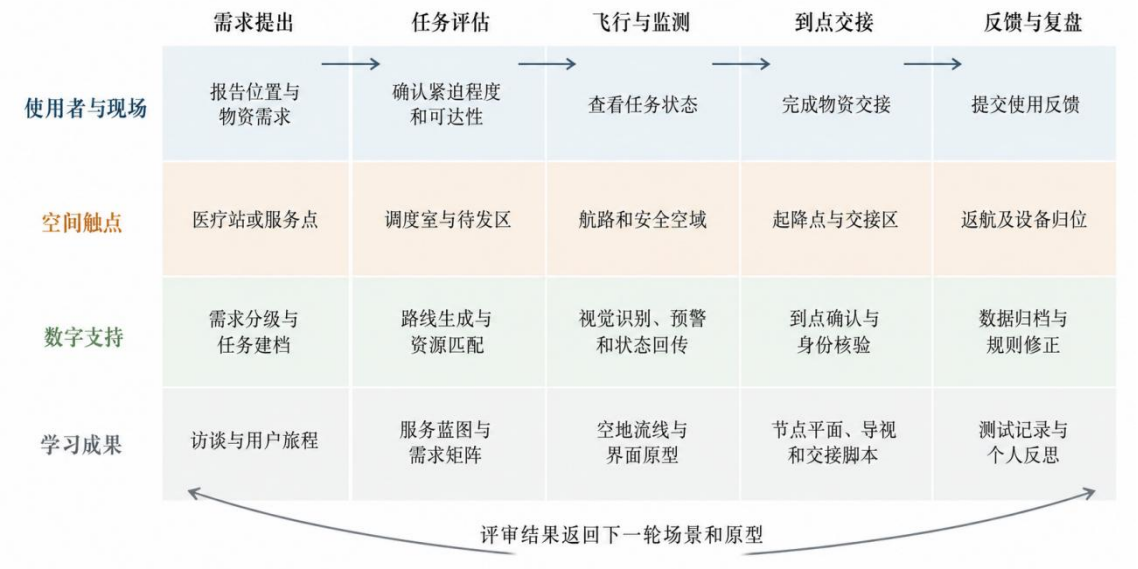


图 3 应急物资配送场景的服务蓝图
资料来源：根据项目申报书和商业计划书整理，作者绘制。

3.5 将评价落到过程证据

评价内容包括问题真实性、空间整合、技术边界、使用体验、安全伦理和协作反思。表 1 列出各阶段的主要任务、环境设计学习成果和可供评审的证据。量规权重可以根据课程性质调整，但安全、隐私和公共利益应作为底线要求。

表 1 低空经济项目式教学的任务与评价证据

阶段	主要任务	环境设计学习成果	评价证据
场景界定	识别场地、使用者、流程与风险	基底图、空地流线图、问题陈述	调研记录、资料来源与问题评审
需求转译	把技术和运营条件转成空间需求	需求矩阵、用户旅程、服务蓝图	协作日志、概念草图与修改说明
原型设计	形成场景、节点和触点三个尺度的方案	航路节点、起降空间、导视与界面原型	版本记录、场景推演与反馈清单
综合评价	核查安全、使用体验和个人贡献	设计说明、作品集、复盘报告	量规评分、同伴互评与个人档案

团队成果与个人档案需要同时保留。团队提交场景研究、需求矩阵、原型版本和评审修改记录；个人提交角色说明、关键决策、同伴反馈和反思日志。设计教师、技术教师和场景使用者可以共同参与评审，分别核查空间质量、技术边界和实际使用。这样的评价方式有助于识别个人学习增量，也能减少固定分工带来的搭便车问题。

4 案例中的阶段性观察

4.1 场地分析开始包含垂直与动态关系

从现有材料看，学生的场地分析不再只关注地面活动和建筑界面，而是把高度、时间和动态占用加入图面。屋顶、地面专用坪、水面平台和景区节点需要与航路、周边障碍物和地面接驳同时考虑。低空不再只是效果图中的背景，而成为需要划定通行、安全和服务范围的空间层。

以屋顶节点为例，起降区与安全边界只是起点。学生还要连接建筑出入口和垂直交通，安排候乘、物资交接、维护和消防路径，并说明正常、拥堵和应急状态下的使用差异。这种表达训练拓展了环境设计课程对剖面、时序和共享空间的理解。

4.2 设计成果从造型表达转向运行关系

智驭空域项目的任务链包含感知、预警、调度、救援和运营，单一空间造型无法独立完成。学生在平面和效果表达之外，增加了用户旅程、服务蓝图、信息界面、异常脚本和运营说明。空间由此被理解为服务发生的场所，设备是运行条件，信息设计则帮助使用者理解规则和状态。

导师在阶段意见中肯定团队能够把视觉识别技术与低空场景的空间逻辑联系起来，同时提出信息可视化和使用体验仍需优化。这样的反馈比单纯评价方案是否新颖更具体，说明课程关注点已经转向系统是否清楚、使用者能否理解以及异常情况能否处理。

4.3 跨专业沟通有了可检查的中间成果

项目团队的专业结构使环境设计学生处在知识转译的位置。他们需要向技术成员追问设备、数据和算法的使用条件，也要向财务成员说明公共空间品质和安全投入的必要性。需求矩阵、服务蓝图和节点图把口头讨论变成可比较的文件，各专业可以在同一成果上提出修改。

目前还没有标准化测验能够证明学生跨专业能力的提升，但项目已形成较明确的分工、完整的申报材料、商业计划和多类流程原型。这些材料可以作为阶段性学习证据。后续仍需通过访谈、量规评分、角色轮换和前后测进一步确认不同学生的实际收获。

4.4 专业学习与创新创业任务得到连接

低空经济项目同时包含政策、用户、技术、空间和运营问题，能够把环境设计训练与创新创业实践连接起来。学生经历需求识别、方案构建、合作沟通、成本讨论和成果表达，开始理解设计价值不仅来自形式，也来自公共服务、运行效率和长期维护。

商业计划书在教学中应当作为约束工具，而不是完成度越高越好。市场分析需要转成利益相关者研究，盈利模式需要说明运营责任与资源来源，竞赛展示需要回到可验证的场景和原型。当商业讨论能够促使学生补充调研、修正流程和面对安全问题时，创新创业教育才真正反哺专业学习。

5 现实问题与改进方向

5.1 现阶段的问题

现阶段仍有四点需要补足。项目文本中的技

术名词较多，设计学生容易把前沿术语当成创新，忽略场地与使用者。真实空域、气象、起降运行和用户行为数据有限，部分参数只能作为假设。无人机进入校园、社区、景区和医疗场景后会涉及隐私、噪声、生态影响和责任边界，这些内容在早期方案中还不充分。跨专业团队也可能形成固定分工，导致设计学生不理解技术条件，技术学生很少参与用户研究，个人学习增量难以判断。

5.2 教学改进方向

课程内容可分为低空空间与安全、场景研究与服务设计、起降节点与信息设计、原型验证与反思四个模块，分别嵌入场地设计、公共空间设计、信息设计、毕业设计或创新创业实践。每个模块设置明确的资料来源、成果格式和安全底线，避免课程被宏观产业叙事占据。

指导方式宜采用设计教师与技术或行业导师协同。设计教师负责空间、使用者和表达质量，技术导师核查设备、数据和算法边界，行业导师提供流程和合规情境。重要技术表述应附来源或验证记录，无法核实的内容在图面上标为假设。

验证可以从小场景开始。校园、园区或景区中的单一节点便于测绘、访谈和桌面推演，也便于控制安全风险。在不开展违规飞行的前提下，可以先做人流推演、可视域分析、界面可用性测试和应急脚本评估；具备合作单位、审批和设备条件后，再进入真实飞行和多节点协同。

评价应同时保留团队成果和个人档案，并安排角色轮换、同伴互评和口头答辩。安全、隐私、无障碍、生态影响和公共利益应进入评审清单。学生既要回答方案能否实施，也要说明是否应该实施，以及怎样让使用者理解并接受。

6 结语

低空经济进入环境设计课程，带来的不只是一个新的科技题材。它要求学生重新理解场地的垂直关系、动态流线、服务过程和安全责任，也促使课程调整跨专业协作和评价方式。智驭空域项目的现有实践表明，从具体场景出发，以需求矩阵、节点原型和服务蓝图组织学习，能够让低空议题落到环境设计可以讨论和修改的成果上。

本案例仍处于实施早期，真实飞行数据、用户测试和长期学习成效均有待补充。后续研究需要在合规前提下开展多轮小场景验证，形成可比较的量规，并在不同课程和年级中检验其适用性。只有把产业概念转成具体、审慎且面向公共价值的设计问题，低空经济才可能成为环境设计人才培养的有效资源。

参考文献：

[1] 工业和信息化部,科学技术部,财政部,等.通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030年）[J].中国军转民,2024(22):6-8.

[2] 黄启翔,王东.低空经济规划编制特点与技术框架体系[J].城市交通,2025,23(2):29-38.

[3] 党安荣,张朝阳,王飞飞,等.低空基础设施规划研究进展与展望[J].西部人居环境学刊,2025,40(3):25-33.

[4] 杨文欢.综合性文科学术期刊推动新文科建设的路径研究[J].出版广角,2021(23):66-70.

[5] 裴瑞敏.《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》构建教育科技人才一体统筹推进机制[J].中国教育信息化,2026,32(1):28-38.

[6] BELL S. Project-based learning for the 21st century: Skills for the future[J]. The Clearing House, 2010, 83(2): 39-43.

[7] KOKOTSAKI D,MENZIES V,WIGGINS A. Project-based learning: A review of the literature [J]. Improving Schools,2016,19(3):267-277.

[8] 陈航,郑雷,刘同亮,崔浩.“双碳”背景下环境设计专业多学科交叉人才的培养[J].实验室研究与探索,2022,41(8):253-255+277.

[9] 章朦晰.展示设计课程项目式教学方法研究[J].教育进展,2024,14(4):939-943.

[10] 徐琳,年智英.基于项目式学习的新文科课程及其教学模式探索与实践——以工商管理专业为例[J].北京教育(高教),2024(4):63-65.