



新建筑

NEW ARCHITECTURE

主办 华中科技大学
ISSN 1000-3959
CN 42-1155/TU

2026
01

No.224 Vol.44

低空经济与新人居环境

Low-altitude Economy and New Human Settlements

专栏：低空经济与新人居环境									
		谭刚毅	白晓霞	1	专栏导语				
			樊志宏	4	产业文明范式变革视野下空间与时间生产的内在机理研究				
		王鹏	武廷海	9	具身智能背景下的城市空间适应性——迈向人机友好的人居环境				
			焦永利	16	立体城市的空间革命——低空经济驱动的新人居形态及其社会适应性协同				
		宋晓一	杨青娟	马雷	22	低空经济背景下未来城市空间发展与规划设计响应			
		姚东升	朱晓明	丁晓明	28	立体红线：低空经济的三维产权与空间治理			
周钰	夏熙梓	谭刚毅	巫溢涵	曹宇童	33	面向低空经济的城市上空界面形态研究——基于中西比较的视角			
		董贺轩	赵曼彤	吴昇玥	39	低空利用驱动下立体城市空间三维营建思考——组织模式、更新设计与实施机制			
		邹康	罗忆帆	谭刚毅	黄文声	46	面向低空经济的高密度城市设计——以香港九龙低空风场智能规划为例		
		陈喆妍	刘瑞骥	刘合林	梁婧娜	53	城市低空医疗物流规划建设的实践进展及体系建构		
		白晓霞	王沐	周钰	巫溢涵	60	城市建筑学视阈下低空风场与航行安全的关联机制		
		傅嘉言	谢星杰	袁烽	67	无人机3D打印智能建造技术体系研究			
张昕楠	周思阳	牛一凡	李清朋	鲍威	田栢苓	72	低空载人飞行与新人居环境融合背景下建筑设计课程改革——以天津大学低空经济规划与应用研究院教研实践为例		
作品									
		同庆楠	项阳	王墨泽	刘克成	78	筑石为城——石峁遗址博物馆		
			赵遼	李之洋	罗振鸿	82	当代语境下的传统木廊桥转译实践——湖北宣恩鸽子花桥		
设计研究									
		高晓明	王航	李超先	李晓东	86	当代数字技术驱动下的动态建筑设计趋向研究		
				王文韬	93	“开放共享”下的公共建筑类型转换的设计方法研究			
乡村建设与城乡融合									
		黄晶涛	盛明洁	吴静子	马龙	98	基于地域环境的乡村聚落单元识别、分类和施策框架——以长株潭绿心为例		
王瑶	苗丽婷	浦欣成	王竹	周从越	105	基于知识图谱的浙北乡村人居环境研究演进综述与视野流变			
		韦语	刘志宏	许志龙	112	盐业遗产视角下诺邓古村空间演化逻辑及保护路径			
城乡韧性与绿色低碳									
		马源鸿	王文波	付本臣	李晴川	118	城市应急避难场所研究进展及前瞻		
		林兵	王建宁	宾国澍	刘丽荣	126	基于古建筑原态维持的屋面防雷措施优化研究		
研究广角									
		陈剑飞	林轶男	潘文特	周小璐	131	TOD导向下我国地铁站域空间研究综述及发展趋势		
			韩洁	王怡鑫	高聿	138	城市形态学视角下近代厦门骑楼街建设研究——以开元路为例		
			刘永辉	李晓峰	145	多缘信俗影响下的福建书院建筑功能空间衍化研究			
		宋霖	赵阳	赵纪军	苏畅	162	成为保护地：近现代风景名胜区内涵的演变		
		封面	飞行建造：无人机3D打印构筑未来人居 (来源：傅嘉言、谢星杰、袁烽制作；底图由ChatGPT 5.2生成)						

低空经济背景下未来城市空间发展与规划设计响应

Future Urban Spatial Development and Planning Responses in the Context of Low-altitude Economy

宋晓一 杨青娟* 马雪 | SONG Xiaoyi YANG Qingjuan MA Xue

中图分类号 TU984.11
文献标志码 A
收稿日期 2025-10-30
文章编号 1000-3959 (2026) 01-0022-06
DOI 10.12069/j.na.202510059

摘要 在无人机、电动垂直起降飞行器等低空技术的驱动下, 低空经济正在通过开发利用低空空域资源改变城市各要素间的关系, 进而引发城市空间的转型和重构。文章系统梳理了技术革命驱动城市空间演变的历史脉络, 从历史维度阐释城市空间演进的特征与机制, 在此基础上解析低空技术驱动城市空间发展的内在逻辑, 预测“低空技术—人—空间”三元关系下城市空间的发展趋势。进而提出以空地协同理念、低空产业空间集群引导、功能混合与弹性空间规划、三维立体交通网络重构、空地一体化基础设施建设、风险控制导向的低空城市空间治理为核心的城市空间响应策略。旨在为构建面向低空经济发展的未来城市空间提供理论支撑与规划参考, 推动城市高质量发展。

关键词 低空经济 技术驱动 城市空间演变 空间规划设计

ABSTRACT Driven by low-altitude technologies such as drones and electric vertical takeoff and landing aircraft, the low-altitude economy is transforming the relationships between various urban elements through the development and utilization of low-altitude airspace resources, thereby triggering the transformation and reconstruction of urban space. This paper systematically traces the historical trajectory of technological revolutions driving urban spatial evolution, elucidating the characteristics and mechanisms of urban spatial development from a historical perspective. Building upon this foundation, it analyzes the intrinsic logic of low-altitude technology-driven urban spatial development. It forecasts urban spatial trends within the triadic relationship of “low-altitude technology-people-space”, proposing spatial response strategies centered on: the air-ground coordination concept, guidance for low-altitude industrial spatial clusters, functional mixing and resilient spatial planning, reconstruction of three-dimensional transportation networks, integrated air-ground infrastructure development, and risk control-oriented governance of low-altitude urban space. This framework aims to provide theoretical support and planning references for constructing future urban spaces oriented toward low-altitude economic development, thereby advancing high-quality urban growth.

KEY WORDS low-altitude economy; technology-driven; urban spatial evolution; spatial planning and design

技术变革是一切社会的发展动力, 直接推动社会生产力的发展与演变, 城市作为革命性技术产生与实践的主要载体, 生产力提升的结果最终都将体现在城市空间上^[1]。亨利·列斐伏尔 (Henri Lefebvre) 在《空间的生产》中指出: 空间并非社会关系演变的静止“容器”或平台, 而是社会生产的产物, 每一种生产方式都会生产出其相应的独特空间^[2]。因此, 生产方式的变革必然伴随着新空间的生产, 空间在历史发展进程中不断产生或重构。自18世纪以来, 技术变革经历了从蒸汽技术、电气技术、信息技术到数字技术的跃迁, 作为城市发展的核心驱动力之一^[3], 在不同时期深刻影响和改变着人们的生产生活方式, 驱动城市空间的转型和重构。

在当前土地资源日益稀缺的背景下, 低空经济正以无人机、电动垂直起降飞行器 (eVTOL) 等低空交通运载工具为核心载体, 依托深度融合航空制造、通信导航、人工智能、新能源等多领域技术形成的低空技术集群^[4], 对低空空域资源进行开发与利用, 以拓展城市空间

利用维度^[5], 驱动既有城市空间结构和功能布局的重构, 为提高资源利用效率提供创新有效的解决方案。低空技术将改变人们的生产生活方式, 并在提升生活品质的同时激发原有空间无法满足的空间想象, 人们对美好城市空间的想象与现实空间的矛盾即是城市空间不断演变的内在推动力^[6]。

低空经济作为多领域融合发展的综合性新兴经济形态, 已引起社会各界广泛关注。现阶段学术界关于低空经济的研究主要集中在以下方面。

①概念内涵与发展现状、趋势: 目前相关学者、政府部门及研究机构基于经济学^[7]、技术^[8]、产业^[9]等不同研究视角, 对低空经济概念内涵进行了多元化探讨, 但尚未形成统一标准, 在此基础上还进一步讨论了国内外低空经济发展存在的问题及未来趋势^[10]。②低空产业与管理体系完善: 现有研究主要集中在产业体系及产业链构建^[11]、区域经济发展^[12]、政策法规完善^[13]等方面。③低空空域资源利用: 包括低空空域分层分区规划的国际经验^[14]、航线网络设计^[15]及无人机路径规划^[16]等研究。④核心技术创新与应用场景拓

宋晓一, 西南交通大学建筑学院, 博士研究生
杨青娟, 西南交通大学建筑学院, 教授、博士生导师;
通讯作者 (yqj@home.swjtu.edu.cn)
马雪, 西南交通大学建筑学院, 博士研究生

文中图片除注明外均由作者绘制



(12) 发明专利申请

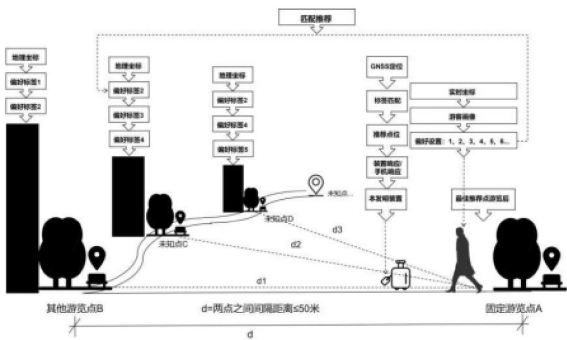
(10) 申请公布号 CN 122195262 A
(43) 申请公布日 2026. 06. 12

(21) 申请号 202610509669.6
(22) 申请日 2026.04.17
(71) 申请人 西南交通大学
地址 610000 四川省成都市郫都区犀安路
999号
(72) 发明人 杨青娟 李宜晓 张鑫 宋晓一
马雪 王一博 王沁琳
(74) 专利代理机构 成都智弘知识产权代理有限公司 51275
专利代理师 贺银飞
(51) Int. Cl.
G06F 3/01 (2006.01)
G01S 19/42 (2010.01)
G06F 3/16 (2006.01)
G06F 16/9535 (2019.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称
一种基于偏好匹配的智能互动导游装置及其导游方法
(57) 摘要

本发明涉及智慧文旅技术领域,具体而言,涉及一种基于偏好匹配的智能互动导游装置及其导游方法,本发明针对现有城市漫游导览中交互繁琐、缺乏无感触发及个性化不足的问题,提出轻量化便携装置,集成GNSS定位模块、存储模块、偏好分析模块、匹配触发模块、交互响应模块及手势识别模块。方法包括:构建带偏好标签的旅游资源数据库;实时获取游客位置并记录历史轨迹;分析生成游客偏好标签集;当位置距景点小于阈值且标签匹配度超阈值时自动触发提醒;游客通过双击或摇晃手势确认是否进入。若拒绝,则以50米为步长扩大搜索半径、以5%为步长降低匹配度阈值进行阶梯式自适应重搜。本发明实现无感化、个性化的智能导览,提升沉浸式游览体验。





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 122308616 A

(43) 申请公布日 2026. 06. 30

(21) 申请号 202610509071.7

B64U 20/87 (2023.01)

(22) 申请日 2026.04.17

B64U 101/20 (2023.01)

B64U 101/30 (2023.01)

(71) 申请人 西南交通大学

地址 610000 四川省成都市郫都区犀安路
999号

(72) 发明人 张鑫 杨青娟 李宜晓 宋晓一

马雪 张静 王强

(74) 专利代理机构 成都智弘知识产权代理有限
公司 51275

专利代理师 贺银飞

(51) Int. Cl.

G06F 3/01 (2006.01)

G06T 19/00 (2011.01)

G06Q 30/0645 (2023.01)

G06Q 50/14 (2012.01)

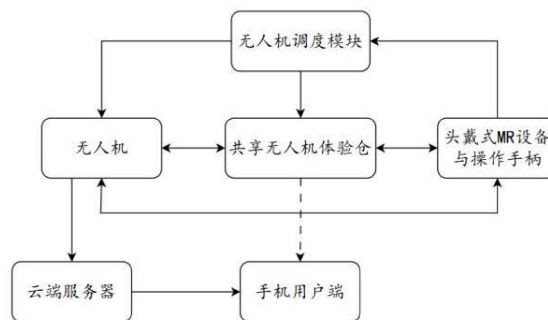
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种结合共享无人机的景区混合现实体验
系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及无人机技术领域,具体而言,涉及一种结合共享无人机的景区混合现实体验系统及方法。所述系统包括共享无人机体验仓、头戴式MR设备、操作手柄、无人机调度系统及云端服务器。游客租赁无人机后,佩戴MR设备并选择预设航线,无人机沿航线飞行并实时回传画面,MR设备叠加三维虚拟动画进行历史文化讲解。飞行至特色节点时,限时开放操作手柄权限,供游客在电子围栏内多角度拍摄并切换显示模式。本发明将共享无人机与MR技术融合,提供第一视角空中沉浸式体验,平衡操作自由度与导引性,支持个性化叙事游览,适用于大型室外文化遗产景区的数字化展示与科普教育。



科研项目证明材料

宋晓一同学参与了本人负责的科研项目，现就其工作量情况进行认定和说明：

1. 在国家自然科学基金项目“都江堰灌区“水-粮-生”复杂关系协同机理及乡村空间规划响应研究”（编号：52678116）中，工作量比例为 50%。
2. 在四川省科技计划项目“基于文旅融合的文化遗产数字化保护与活化关键技术研究及应用示范”（编号：2024YFFK0441）中，工作量比例为 40%。
3. 在成都水生态文明建设研究中心项目“低碳约束下成渝地区双城经济圈跨界河流廊道水污染生态治理关键技术研究”（编号：SST2026-04）中，工作量比例为 60%。
4. 在成渝地区双城经济圈科技创新与新经济研究中心项目“低空经济赋能成渝双城经济圈城乡融合的路径与策略研究”（编号：CYCX2026ZC41）中，工作量比例为 60%。
5. 在成都市科技项目“智慧文旅视域下成都文化遗迹的数字化保护与价值活化研究”（编号：2026-YF05-00581-SN）中，工作量比例为 30%。

项目负责人：杨青娟
日期：2026.9.9