

2025城市交通规划年会观点集萃

邵丹¹, 陈必壮¹, 樊钧², 姜科², 黄臻¹, 钱林波³, 於昊³, 黄黎晨³, 孔令铮⁴, 孙小丽⁵, 郭亮⁶, 陈小敏⁷, 姜静茹⁸, 马俊来⁹, 刘剑锋⁹, 黄彦文¹⁰, 胡芊芊¹⁰, 王志龙¹¹, 于云¹², 综凯¹², 姚子男¹³, 张涛¹³, 周军¹⁴, 徐旭晖¹⁴, 乐宜春¹⁴, 张峻屹¹⁵, 陶印华¹⁵, 许丹丹¹⁵, 管玉¹⁶, 王良⁴, 魏贺⁴, 张晓东⁴, 刘强¹⁷
(1.上海市城乡建设和交通发展研究院, 上海 200040; 2.苏州规划设计研究院股份有限公司, 江苏 苏州 215006; 3.南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司, 南京 江苏 210018; 4.北京市城市规划设计研究院, 北京 100045; 5.武汉市规划研究院(武汉市交通发展战略研究院), 湖北 武汉 430010; 6.华中科技大学, 湖北 武汉 430074; 7.上海市交通发展研究中心, 上海 200031; 8.上海交通规划设计研究院有限公司, 上海 200031; 9.北京城建交通设计研究院有限公司, 北京 100050; 10.交通与发展政策研究所(美国)北京代表处, 北京 100000; 11.广州市交通规划研究院有限公司, 广东 广州 510030; 12.北京交通发展研究院, 北京 100073; 13.上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200125; 14.深圳市规划国土发展研究中心, 广东 深圳 518040; 15.东南大学交通学院, 江苏 南京 211189; 16.北京城垣数字科技有限责任公司, 北京 100045; 17.中山大学智能工程学院, 广东 深圳 518107)

摘要: 城市交通规划年会是中国城市交通领域学术思想活跃、影响广泛的重要学术会议。2025城市交通规划年会以“新空间·新业态·新交通”为主题, 聚焦城市空间结构演变与交通系统适配、交通新业态发展与管理、绿色低碳交通体系建设、智慧交通技术集成与应用等前沿议题展开深入探讨, 实现了学术探索与工程实践创新的深度融合, 并按照规划创新、数智赋能、产业转型、理论探索和青少年视角整理形成观点集萃。本次年会由中国城市规划学会城市交通规划专业委员会主办, 广州市交通规划研究院有限公司承办, 高德地图、百度地图、杭州浙诚数据科技有限公司协办, 是城市交通规划专业委员会自1979年成立以来召开的第37次年会。

关键词: 交通规划; 都市圈综合交通; 交通治理; 人工智能(AI); 韧性交通; 绿色交通

Highlights of 2025 Urban Transportation Planning Annual Conference

SHAO Dan¹, CHEN Bizhuang¹, FAN Jun², JIANG Ke², HUANG Zhen¹, QIAN Linbo³, YU Hao³, HUANG Lichen³, KONG Lingzheng⁴, SUN Xiaoli⁵, GUO Liang⁶, CHEN Xiaomin⁷, JIANG Jingru⁸, MA Junlai⁹, LIU Jianfeng⁹, HUANG Yanwen¹⁰, HU Qianqian¹⁰, WANG Zhilong¹¹, YU Yun¹², XIAN Kai¹², YAO Zinan¹³, ZHANG Tao¹³, ZHOU Jun¹⁴, XU Xuhui¹⁴, LE Yichun¹⁴, ZHANG Junyi¹⁵, TAO Yinhua¹⁵, XU Dandan⁴, GUAN Yu¹⁶, WANG Liang⁴, WEI He⁴, ZHANG Xiaodong⁴, LIU Qiang¹⁷

(1. Shanghai Urban-Rural Construction and Transportation Development Research Institute, Shanghai 200040, China; 2. Suzhou Planning & Design Research Institute Co., Ltd., Suzhou Jiangsu 215006, China; 3. Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210018, China; 4. Beijing Municipal Institute of City Planning & Design, Beijing 100045, China; 5. Wuhan Planning & Design Institute (Wuhan Institute of Transportation Development Strategy), Wuhan Hubei 430010, China; 6. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan Hubei 430074, China; 7. Shanghai Municipal Transport Research Center, Shanghai 200031, China; 8. Shanghai Traffic Planning & Design Institute Co., Ltd., Shanghai 200031, China; 9. Beijing Urban Construction Transport Planning & Design Institute Co., Ltd., Beijing 100050, China; 10. Institute for Transportation and Development Policy (US) Beijing Representative Office, Beijing 100000, China; 11. Guangzhou Transport Planning Research Institute Co., Ltd., Guangzhou Guangdong 510030, China; 12. Beijing Transport Institute, Beijing 100073, China; 13. Shanghai Urban Construction Design & Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200125, China; 14. Shenzhen Urban Planning & Land Resource Research Center, Shenzhen Guangdong 518040, China; 15. School of Transportation, Southeast University, Nanjing Jiangsu 211189, China; 16. Beijing City Interface Technology Co., Ltd., Beijing 100045, China; 17. School of Intelligent Systems Engineering, Sun Yat-Sen University, Shenzhen Guangdong 518107, China)

Abstract: The Urban Transportation Planning Annual Conference is an important event in the field of urban transportation in China, with active exchange of academic ideas and broad influence. The 2025 annual conference had a theme of “New Space, New Business Forms, and New Transportation” and focused on in-depth discussions on cutting-edge topics, such as the evolution of urban spatial structure and the adaptation of transportation systems, the development and management of new transportation business forms, the construction of green and low-carbon transportation systems, and the integration and application of intelligent transportation technologies. The conference achieved a deep integration of academic research and practical engineering innovation, and compiled a collection of insights in planning innovation, digital intelligence empowerment, industrial transformation, theoretical exploration, and youth perspectives. The conference is organized by the Urban Transportation Planning Committee of Urban Planning Society of China

and co-hosted by Guangzhou Transport Planning Research Institute Co. Ltd., Amap, Baidu Map, and Zhejiang Zhecheng Data Technology Co., Ltd. It is the 37th annual conference since the committee's establishment in 1979.

Keywords: transportation planning; comprehensive transportation in metropolitan areas; transportation governance; Artificial Intelligence (AI); resilient transportation; green transportation

收稿日期: 2025-08-27

作者简介: 邵丹(1978—), 男, 江苏南通人, 硕士, 正高级工程师, 综合交通所所长, 研究方向为综合交通规划与政策、绿色低碳可持续交通、城市更新与交通改善、大型活动交通组织等, 电子邮箱sd_nt@163.com。

规划创新

从蓝图式规划到定制化咨询：存量时代交通领域价值创造新路径

城市更新推动传统交通行业从蓝图式规划向定制化咨询转型, 其核心在于坚持以人、以数据为支撑、以协同为路径, 通过系统治理实现交通与城市功能的深度融合。行业亟须突破传统范式, 积极融入跨界合作、制度创新和技术变革, 才能在存量发展中持续创造新价值。

城市更新的本质是提升存量空间的运营绩效

中央城市工作会议提出中国城镇化和城市发展正经历“两个转向”, 意味着当前城市更新已超越传统意义土地开发的范畴, 本质上成为存量背景下提升空间运营绩效的关键途径, 是一场深层次的城市治理变革。更新仍以发展为核心目标, 既要为新质生产力和生产关系提供空间载体与应用场景, 也需借此弥补存量空间的功能短板和更好回应民生需求。不同空间尺度的绩效内涵存在差异: 宏观区域尺度更强调城镇体系与产业体系的协同、跨区域基础设施布局及生态共保; 中观城市尺度侧重空间结构与动能优化, 通过更新释放存量价值; 微观街区尺度应回归人的真实需求, 将提升人的体验作为更新的最终落脚点。

交通对空间绩效的价值定位与重塑

交通不仅是实现外部可达性的载体, 也是塑造内部公共空间的重要组成部分, 承担区域交通衔接、停车设施配置与管理、空间环境营造等诸多功能, 是体现职住平衡、出行便利性和空间品质等社会绩效的重要维度。城市更新中的交通功能须实现精准匹

配, 即基于出行行为模式和交通需求的细分研究, 依托结构性优化——如加密路网、重构路权、融合多元交通方式、优化交通模式等——而非简单扩建, 以实现功能升级和价值提升。

结构性更新需以价值判断和排序为前提

存量更新面临两个核心问题: 空间资源限制(物理层面)和权属关系复杂(社会层面)。空间有限决定了只有通过结构性优化才能提升功能; 权属多元则意味着利益诉求多样。在交通系统中, 无论是非机动车空间品质提升、停车设施配置与管理、街巷打通、末端配送组织还是临时停车安排, 均涉及空间资源整合与权属协调。为此, 必须建立以价值导向为引领、系统思维与跨界协同为基础的工作方法: 在空间紧约束、全龄友好及创新氛围导向下, 精准识别不同人群需求; 推动多专业前期介入, 促进交通规划与城市空间、业态布局和运营管理深度融合; 构建政府、技术团队、市民与企业等多方协同机制, 推动方案深化与共识形成。

构建“思维-技术-人才-制度”四维协同的转型策略

1) 推动思维转型, 从宏大叙事转向价值赋能, 注重以定制化方案解决具体问题。加强顶层设计, 统筹城市空间结构优化与重大基础设施建设, 充分发挥交通系统红利, 科学把握更新空间与时序。树立全周期管理(规划-设计-建设-运营-评估)和财务可持续性思维。

2) 推动技术体系创新, 发展面向实际问题的“非标准化”技术工具, 开展专项规划与针对性体检评估。融合多学科知识, 构建“数字底座+智能体+行业专家”协同的数据治理体系。

3) 推动组织与人才转型, 培养懂用

户、懂跨界、懂实施的“产品经理型”规划师，提升专业咨询在利益协调中的磨合效率。加强与互联网企业、国际机构合作，引入前沿数据与创新理念。

4) 加强政策创新，借鉴国内外成功经验，突破制度瓶颈，构建适应城市更新的规则体系，并通过“小切口”项目示范引领。

(邵丹，陈必壮，樊钧，姜科，黄臻)

都市圈综合交通体系高质量发展路径探析

2025年7月，中央城市工作会议在北京召开，“人民城市”理念贯穿会议始终。会议将“着力优化现代化城市体系”列为七大任务之首，并明确提出“发展组团式、网络化的现代化城市群和都市圈”。构建高效畅达、安全可靠、绿色低碳的都市圈综合交通体系，是实现产业深度协同、满足居民高品质出行需求、提升区域综合竞争力的关键支撑，对推进现代化都市圈建设具有重要战略意义。在当前都市圈发展的关键阶段，综合交通体系正从传统的“追随式”配套建设，转向以“主动价值设计”为核心的战略引领。面对系统整合不足、网络衔接不畅、出行体验不佳、通勤效率不高等现实挑战，需深入研究强化顶层设计、优化空间布局、创新组织模式、完善治理机制的务实举措，以全面提升都市圈交通承载能力、服务品质与可持续发展水平。

秉持先进理念，多维度构建以人为本的综合交通体系

都市圈综合交通体系高质量发展应坚持以绿色、高效、人本、协同、安全、共享、创新和经济为价值导向。要紧扣现代化都市圈“1小时通勤圈”交通服务需求，以“硬联通”支撑空间融合、以“软联通”推动治理协同、以“智联通”引领系统变革。并应聚焦以下维度：支撑和引导都市圈国土空间紧凑集约发展；构建有利于提升区域和国际竞争力的交通环境；提升空间联系的时间效率和网络化水平；推动综合交通体系发展方式转型；构建多层次、多模式网络融合的服务体系；强化公共交通综合枢纽服务效能；完善产业服务与应急救援韧性网络；提升中心城市交通服务品质；依托数智技术构建超智慧交通服务体系。

以轨道交通为核心重构通勤网络，破解极端通勤难题

极端通勤已成为影响都市圈居民生活品质、制约人才流动的显著瓶颈。破解这一难题，关键在于构建以轨道交通为骨干的多层次、快速化通勤网络，通过“盘活存量、做优增量”，实现从被动承受向主动引导转变。一方面，应通过优化轨道交通运营方式(快慢结合)、实施公共交通提速工程、加强公共汽车与地铁接驳、完善非机动车停放及车站综合开发等措施，提升既有设施服务效能；另一方面，依托多源数据与智能算法，基于通勤人口画像精准布局新线，推动低效车站提质与职住平衡引导，促进城市功能疏解与空间重组，从源头减少超长距离通勤需求，系统提升通勤体验与空间组织效率，助力实现人本导向的高质量发展。

以机制协同为保障，破除行政壁垒，推动协同治理

推动都市圈综合交通体系高质量发展，核心难点与突破点在于体制机制协同。都市圈涉及不同行政主体、多种运输方式和复杂利益格局，传统各自为政的管理模式已成为一体化发展的主要障碍。必须打破行政壁垒和行业分割，探索建立更高层级的常态化的协调决策机构，全面统筹国土空间与综合交通协同发展，实现目标协同、机制协同、系统协同、编制协同。在此基础上，重点完善规划、建设、运营、管理全链条协同机制，推动数据信息共享互认，探索基础设施统一标准、运营服务一票通达、成本共担利益共享等创新模式。通过全过程互动、全方位支撑、全要素整合、全链条优化与全周期统筹，推动都市圈综合交通体系实现从规模扩张向质量跃升、从物理叠加到化学融合的根本转变。

(钱林波，於昊，黄黎晨)

适应与引领：城市综合交通体系规划的十年转型

在中央城市工作会议提出“五个转变”战略部署的新形势下，城市综合交通体系规划如何主动响应适应城市更新需求、精准对接多元化出行群体，已成为新时期中国城市交通发展的关键课题。

价值重构与发展转型：从问题应对到愿景引领

城市交通领域正经历从“设施建设驱动”向“价值重构驱动”的深层变革。城市综合交通体系规划应适应存量提质阶段的特征，从问题导向(破解现状瓶颈)、目标导向(支撑城市格局)、需求导向(响应民生诉求)和实施导向(衔接建设计划)等多个维度优化编制方法，推动规划向“愿景型、引领型”升级，使交通成为塑造城市空间、提升生活品质的重要抓手。

战略协同与区域融合：从单点布局到系统耦合

交通规划与城市发展需实现“空间、功能、要素”的深度融合。立足城市发展阶段与特点，在空间协同方面，既要聚焦都市圈与区域一体化，也要提升国际枢纽能级，增强全球资源配置能力。同时，应完善跨区域协同机制，推动人口、产业、城镇与交通的一体化规划，促进交通与城市空间、城市功能有机结合，形成“以交通带空间、以空间聚要素”的良性发展循环。

存量优化与效能提升：从规模扩张到资源挖潜

随着城市进入存量发展阶段，交通系统提质增效已成为城市更新的核心任务，将显著提升城市运行效率。应着力破解“设施闲置与供需错配”矛盾，通过激活低效资产、重塑能源角色与重构服务生态，实现资源盘活与高效利用。具体策略包括提升既有城市轨道交通网络运营效率、推动枢纽节点土地与交通资源协同开发、实施低效城市轨道交通车站定向改造、推进道路空间动态适配交通需求等，全面提升城市轨道交通重大资产的利用效能。

精细治理与人本关怀：从车本位到人本位

应突出以人为本的规划理念，结合人口结构变化，精准识别不同人群的交通需求特征，统筹全龄友好与微空间体验。在非机动交通系统方面，应划分街道功能类型，明确路权分配规则，营造特色空间。针对城中村、老旧小区等特殊区域，通过优化路网结构、增设安全设施、规范停车管理等手段，解决人车混行、安全隐患等问题，兼顾多样出行需求，提升交通服务的公平性与包容性。

创新驱动与智慧赋能：从传统运维到数智转型

创新是推动交通高质量发展的关键动力，数字化与智能化技术正在重塑交通服务与治理模式。通过智慧高速试点、自动驾驶场景落地、MaaS生态圈培育、交通与城市数字孪生平台构建等创新举措，可有效提升系统效率与可持续性，增强交通网络的动态适应与抗干扰能力。

绿色低碳与安全韧性：迈向可持续交通体系

积极推进交能融合，在公共交通场站、停车场等设施内配套建设充电桩与换电站，构建“交通设施+能源网络”复合系统，优化能源结构，加强充电桩、加氢站等绿色基础设施建设。推动货运体系转型，促进货运“公转铁”和多式联运发展，创新物流组织模式，推进物流枢纽低碳化改造，实现全链条降本增效。同时，应提升交通基础设施的抗灾能力和应急响应水平，完善智慧应急机制，保障城市交通系统安全可靠运行。

(孔令铮)

绿色交通引领城市空间与产业转型发展路径

当前，中国城镇化已进入存量提质增效的关键阶段。中央城市工作会议明确了“现代化人民城市”的建设方向，城市交通作为统筹城市空间、产业布局与低碳转型的核心纽带，其发展模式亟须优化调整。武汉市规划研究院(武汉市交通发展战略研究院)深耕超大城市绿色交通融合发展领域，提出在城市轨道交通成网背景下，重构公共汽电车交通与非机动交通系统功能定位，推动建立轨道交通车站与区域产业功能适配协同的转型路径。促进轨道交通升级为发展引擎、公共汽电车交通转型为协同补充、共享出行转向提质增效，是破解交通拥堵与碳排放难题、优化空间及产业布局的关键举措，对构建低碳出行生态、提升城市竞争力具有重要意义。

轨道交通：从基础设施到发展引擎，驱动空间与产业深度融合

城市轨道交通是绿色发展的核心抓手，其价值不仅在于交通疏导，更在于引领城市空间结构优化与产业集聚。武汉市通过“轨

道交通+TOD”模式，将300余座地铁车站划分为枢纽门户、地铁街区、地铁组团、地铁小镇和地铁微中心五类功能区，推动70%人口与就业岗位集聚于车站周边，实现“人沿轨道交通线路集聚”的组团式发展；宁波市通过TOD分级开发，划分城市级、区域级、组团级和社区级综合开发区块，匹配差异化的用地开发强度与交通衔接策略，提升城市轨道交通对产业的辐射能力。同时，轨道交通与城市融合需注重多尺度协同。上海市依托市域(郊)铁路和城际铁路，构建“都市圈-市域-城区”三级可达性网络，强化城市群产业联动，印证了轨道交通是国际大城市保持综合竞争力的关键要素。

公共汽电车交通转型：从主体服务到协同补充，深化与轨道交通网络的融合发展

城市轨道交通成网后，公共汽电车交通功能需从“主体网络”转向“补充延伸”，核心是构建“轨道交通为主、公共汽电车交通为辅”的两网融合格局。广州市通过“骨干网+接驳网+特色网”重构公共汽电车交通线网，取消低效重叠线路79条，打造高频骨干线覆盖主要客流走廊，接驳网延伸至社区末端，定制公交匹配个性化需求，有效破解了“高重复、低效率”困境；上海市从绿色低碳角度推动公共汽车交通装备电动化(公共汽车电动化率超90%)，并通过强化设施主动式管理和提升应急响应效率，增强绿色交通系统韧性。此外，提升公共汽电车交通吸引力的关键在于时间可靠性与服务精准性，需通过“类轨道化”高频发班、控制接驳时间(不超过全程出行时间的40%)等措施，实现与城市轨道交通的“功能错位、优势互补”。

共享出行提质：从规模扩张到协同赋能，筑牢低碳出行生态基底

共享骑行作为绿色交通的重要组成部分，应充分发挥在低碳出行与空间活力塑造中的关键作用。其发展应从规模扩张转向质量提升，与城市公共交通协同。南京市通过多年实证研究发现，当共享单车布局在城市轨道交通车站周边并与非机动车网络无缝衔接时，可显著提升公共交通可达性与绿色交通整体效率，共享单车使用量与公共交通乘客量呈正相关关系；针对盐城市的研究显示，共享电单车超过一定规模后会对公共汽

车交通出行产生负面影响(订单量每增加1%，公共汽车乘客量下降0.62%)，需通过“总量管控+电子围栏”规范停放，并进行道路空间再分配，避免挤占非机动车交通资源。同时，共享出行优化需兼顾效率与体验。济宁市借助智慧平台推动公众共治，既提升资源利用效率，又通过优化安全、连续的骑行环境使共享出行成为公共交通的协同者，而非竞争者，助力构建高效、低碳的城市出行体系。

(孙小丽，郭亮)

数智赋能

数智驱动城市交通精细化治理

随着智能化升级与数字化转型的深入推进，传统交通运输行业正加速融合数字孪生、大数据分析、模拟仿真等新技术。在综合交通体系规划、公共交通多网融合以及交通拥堵治理等精细化治理场景中，数智化技术的广泛应用显著提升了管理效率，实现了系统提质增效，并构建了可感知、可落地的城市交通现代化治理应用体系。进一步探索数智化技术在交通领域的适配场景，深化精细化治理，对提升整体治理效能具有重要意义。

数字技术赋能交通关键场景，应用成效显著

数字技术已在综合交通规划、拥堵治理、旅游交通管理、公共交通多网融合等多个交通治理场景中得到实际应用。通过构建专业化交通规划与管理模型平台，并引入动态仿真技术，有效推动了交通规划由单点布局向系统协同转变，显著增强了规划对发展需求的动态适应能力。在重大活动组织、公共汽电车线网及车站优化等具体场景中，数字技术的应用切实提升了运行效率与管理精度，有力促进了交通系统的智慧化升级。

数字底座是实现数智技术与交通场景深度融合的基础

建立“能用、好用、管用”的数据底座，加强面向交通场景的数字化能力建设，是发展各类交通应用模型的关键基础。当前，需加快建立健全大数据相关法律法规与标准规范，破解数据壁垒和隐私保护等数据

资源约束困境，为数据共享及技术应用提供坚实的制度保障，从而推动数字底座在交通治理中的有效落地和持续优化。

多源数据融合与AI驱动全流程自治是城市交通治理的发展趋势

积极探索“大数据+小数据”相结合的技术路线，以提升数据质量为前提，以具体场景闭环为切入点，以业务实效为导向，实现多源异构数据的高效采集与深度挖掘，正在成为城市交通治理的重要发展趋势。挖掘业务需求与大模型能力的结合点，逐步构建可持续进化的智能治理生态，形成具备自诊断、自学习、自决策、自响应和自进化能力的智慧交通治理系统，将全面推动城市交通治理向自治化、智能化方向演进。

(陈小敏，姜静茹)

AI与交通融合的发展趋势

随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术浪潮迅速席卷各行各业，城市交通领域的智能化变革正以前所未有的广度和深度加速推进。从技术研究、规划设计到产品研发、建设运营与管理等各个层面，AI赋能的相关实践正在广泛而深入地展开。城市交通系统逐步迈向一种技术深度耦合、业务全链贯通、多方共治共享，并具备自组织与进化能力的新型智能范式。

基础架构重塑：AI赋能自主式交通管控与交通安全事前防控

“平行交通”理论正与分布式自组织运营(Decentralized Autonomous Operation, DAO)深度融合，构建起“平行交通—管控智能体—社会共识体”的一体化框架。该框架依托大模型驱动的数字人与智能体网络，贯通执行、认知、决策与进化层级，并通过虚实交互实现人机协同与系统自组织进化，最终形成基于分布式自组织运营的平行交通管控体系。

利用多源异构数据融合技术，可实现交通风险动态感知与时空关联分析；通过数据驱动方法构建风险致因挖掘模型，能够揭示交通安全事故的内在机理；融合人因工程理论，可开发多层级智能防控策略，并借助驾驶模拟与SUMO等微观仿真平台实现方案优化。通过技术迁移与模式泛化，最终系统化

实现“感知—决策—防控—泛化”的技术闭环，推动交通安全管理从事后处置向事前预防的根本性转变。

关键路径转变：深度学习助力交通需求预测与系统优化

中国城镇化进程已从规模化扩张进入存量提质阶段，城市发展模式由外延扩展转向内涵提升，城市交通的工作重心也逐步由中长期战略规划转向近期实施管控和运营服务。传统交通规划理论和模型在面对复杂交通系统模拟、方案自动生成与动态评估等新任务时已显不足，亟须推进AI深度学习技术与交通规划方法的深度融合。

一方面，可借助深度学习技术从海量人车轨迹数据中精准提取行为规律，构建路径选择大模型，为出行路径和出发时间优化提供支持；另一方面，通过挖掘全国典型城市的交通与土地利用关系，建立通用地理神经网络大模型，可为空间布局和交通网络优化提供高效、科学的决策依据。

应用场景突破：多元数据驱动智能公共交通、物流与车路协同落地

面对城市公共交通运营中普遍存在的提质、降本、增效等挑战，依托多元数据融合与AI技术，可构建“OR+AI”一体化智能公共交通解决方案，有效应对大数据分析、线网优化、排班调度等技术难题，推动公共交通系统数字化转型与智慧化运营，为行业发展开辟新路径。

围绕国家绿色货运配送示范城市建设中出现的“三难问题”，基于多元数据与AI技术，可突破车辆行程提取、停靠点优选、充电风险评估及多目标布局优化等关键技术，建立数据驱动的临停点规划方法框架，助力绿色智慧物流体系构建。

“车路云一体化”已成为智能网联汽车发展的核心方向。海量多元数据与AI深度学习技术的融合，正广泛应用于车辆端、路侧设施端与城市治理端，支撑云控平台构建、智能设施规划与运维等多类场景，为系统级智慧交通提供坚实基础。

底层技术进化：交通需求推动AI垂直领域创新

AI正深刻推动交通工程领域的技术重生，而交通行业的转型需求也反过来促进AI

技术在垂直领域的深度进化。在自动驾驶算法层面,借助轻量化网络(蒸馏、剪枝、量化、神经架构搜索)、向量化与稀疏表征、流式/异步并行等方法提升算法效能,结合TensorRT与FPGA等硬件加速技术,构建软硬件协同的车路协同边缘端计算算法体系。该体系还需与路侧智能感知的站址规划、覆盖范围与时延预算协同设计,在有限算力下实现精度、时延、能耗与稳定性的统筹优化,保障车路协同系统在边缘端的高效稳定运行。

在大型语言模型(Large Language Model, LLM)与交通大数据融合方面,基于城市多源时空数据底座,通过语义化标注、RAG、NL2SQL与智能体等技术,实现AI驱动的交互式数据分析与洞察,为规划决策提供可靠支撑;依托海量交通与城市空间数据,建立空间拓扑标注,训练生成式大模型以深度学习交通系统与城市形态间的复杂关联,有望实现交通规划方案的自动化生成,带来领域性突破。

(马俊来, 刘剑锋)

AI赋能城市交通：从效率提升到系统重塑

当前, AI技术已在城市交通领域展现出显著能力。规划方案的生成可缩短至分钟级, 多源异构数据的融合分析得以实现, 复杂交通问题也能够通过推演模拟进行过程复盘与决策支持。面向实际应用的AI系统应坚持问题导向、场景驱动和标准引领, 在开放、透明和可持续的框架下发展, 并与城市规划、管理及运行体系协同演进。

以问题为导向的技术路径

推动大模型从信息查询工具转向任务执行主体, 关键在于构建以问题为核心的AI协作机制。用户应以“问题—约束条件—目标”的结构化方式组织输入, 引导AI系统调用相关算法与数据资源, 实现方案的快速生成与迭代优化。

中国城市规划设计研究院开发的CoPlanner平台, 已从基础语义检索演进为支持智能体工作流的集成系统。该平台能够协调既有分析模型, 实现“提问—调用—记录”的闭环流程。用户通过自然语言输入即可触发后台分析模块, 自动生成专题图表与可视化成果, 大幅压缩从问题提出到结论输

出的周期, 提升决策响应效率。

对于缺乏历史数据或先例的开放性课题, 可采用“大语言模型+隔离计算环境”(如Linux沙盒)的方式, 在有限范围内进行逻辑推理与假设验证, 支持对新型议题的探索性分析, 为人类决策提供可追溯、可验证的技术依据。

聚焦真实场景的商业化应用拓展

AI在城市交通中的价值正从数据分析延伸至物理系统的实时干预与服务优化。

在交通运行管理方面, AI已应用于视觉识别驱动的事件监测, 如高速公路异常停车识别和隧道火灾早期预警; 在应急场景中, 可基于多源数据快速评估灾损并优化信号控制恢复策略; 在静态交通管理中, 借助图像识别技术实现停车位状态监测与违法停车自动识别, 提升执法效率与资源利用率。

在新型出行服务领域, 通过制定人机共用的空间与交互标准, 推动城市基础设施兼容自动驾驶车辆、配送机器人及行动不便人群的通行需求。具身智能机器人已在部分商业与工业场景完成基于仿真训练的部署应用, 初步实现服务自动化。

技术的可持续性最终取决于实际应用成效。真正具备推广价值的AI解决方案, 必须源于真实需求、服务于具体场景, 并通过市场化机制验证其稳定性与经济性。

标准体系是规模化落地的前提

AI技术在城市交通中的广泛应用面临技术兼容性、系统安全性与治理合规性等多重挑战。当前社会对AI的角色定位尚存分歧: 一部分观点强调AI应作为辅助工具, 保留人类在伦理判断与体验感知中的主导地位; 另一部分则认为, 随着技术成熟, AI在特定任务中的渐进式接管不可避免, 但需通过制度设计前置控制风险。

为推动AI从试点走向规模化应用, 亟须建立统一的技术与治理标准。在技术层面, 应推动行业共同制定通用接口协议, 解决专业软件与大模型平台之间工具链割裂的问题, 实现系统互操作。在治理层面, 统一的数据标准、接口规范与安全框架是保障系统协同、数据安全与公众信任的基础。

唯有建立清晰、开放、可执行的标准体系, AI才能真正融入城市交通的日常运行, 支撑系统级的智能化转型。

(黄彦文, 胡芊芊)

存量发展背景下智慧交通发展与创新治理

城市交通发展的重点已由增量建设转向存量优化。随着大数据、数字孪生、人工智能等新技术的快速发展，交通数字化与智能化进程持续加快，智慧交通建设及其与城市空间的协同治理已成为关键议题。

应对多维挑战，推动交通存量提质与系统重构

城市交通正从增量建设阶段步入存量优化与高质量发展时期，亟须破解多维度转型难题。在区域协同层面，应重构都市圈交通网络，运用数字化手段识别空间圈层结构，促进不同层级交通设施互联互通与一体化规划，并创新跨区域建设运营机制；在枢纽发展层面，需强化交通枢纽与城市功能融合，推动其由单一交通节点向“交通+产业+生活”复合场所转型，同时促进交通与旅游、邮政、产业等领域深度融合；在拥堵治理层面，应以数字化为核心，构建覆盖全流程的治理技术框架，推动“轨道交通+公共汽车+非机动车”三网融合，通过设施整合、数据共享与运营协同提升绿色出行比例，并优化停车资源配置与交通政策调控。

构建产业互联网平台，破解智慧出行的数据与协同障碍

智慧出行需实现从消费互联网向产业互联网升级，构建以数据驱动和全要素协同为特征的新生态。平台应整合出行服务、生活服务、支付系统等多方资源，依托物联网、大数据、人工智能与区块链等技术，实现出行供需精准匹配与资源高效配置。关键任务包括建立跨主体数据共享机制，破除数据壁垒，统筹数据利用与隐私保护，并探索可持续商业模式。同时，应推动技术与业务深度融合，开发交通状态感知、出行链还原、安全预警等垂类模型，打造适用于信号控制优化、拥堵治理、公共交通服务等场景的智能体，以技术创新提升全产业链运行效率。

以数智化推动交通治理全流程协同与创新

数智技术是实现交通精细化治理与系统协同的核心路径。推进交通数智化转型，应注重多元时空数据融合，借助前沿技术构建智能分析模型，精准识别交通态势与出行规

律。需搭建集数据汇聚、处理与应用于一体的综合决策支持平台，整合交通设施、运行状态、出行需求等全要素资源，建立标准化数据体系与动态更新机制，推动交通数据与城市用地、管线、产业等多维数据融合，支撑交通规划、设施布局到运营管理等全流程智能决策，从而提升规划科学性与治理精准度。在技术应用层面，依托交通大模型、数字孪生等工具，实现交通运行仿真、政策评估与智能决策，拓展低空交通等新场景，并通过技术突破应对安全保障与设施适配等挑战，最终推动交通治理从经验主导向数据与技术双轮驱动转变。

(王志龙)

AI驱动交通数智化转型：范式重构与创新应用

近年来，以大语言模型为代表的AI技术迅猛发展，正驱动交通领域发生全方位的范式转移，系统性地重构交通规划、设计、管理及服务的核心流程和转型路径。探索AI在交通数智化转型中的创新应用，对提升城市交通运行效率、破解复杂系统难题具有重要战略意义。

重构交通预测：从数据拟合到行为仿真

AI技术正在重构交通预测的方法体系。通过构建出行行为预测与路径选择模型，AI突破了传统预测方法的技术瓶颈与逻辑局限，推动交通预测实现从数据拟合到规律仿真的跨越。基于大语言模型的PathGen-LLM创新性地将路网节点序列与时间戳编码为自然语言格式，攻克了超大规模路网高精度路径生成与流量分配难题，为智能导航与交通规划提供了兼顾效率与真实性的新方案。融合生成式AI与智能体建模技术的出行预测模型，通过构建具有活动需求与决策模型的虚拟智能体，模拟人类出行中“需求驱动行为、行为反作用于需求”的动态过程，实现了预测方法从传统的现象拟合升级为基于人类移动本质的规律仿真。

主动智能管控：从响应处置到预见性调控

AI技术赋能下的交通治理，正经历从响应式处置向预见性调控的范式革新，交通时空资源自优化已从愿景变为现实。“AI+智能主动管控”技术采用“数据感知—拥堵预判

一主动管控一效果评估”的全链条主动管控框架，依托多源异构数据融合与交通语义关联，突破了拥堵传播推演、时空资源失衡诊断、信号协同优化等关键技术，实现了“主动发现、自动识别、科学诊断、智能解决、反馈优化”的交通治理闭环，显著提升了路网通行效率与系统响应能力。

大模型驱动城市计算：迈向通用智能新阶段

以大语言模型为代表的AI技术正在重塑城市计算的边界与发展路径。通过对多源异构城市时空数据进行语义化理解与生成式挖掘，推动了城市计算向更高效、精准、通用化的智能阶段演进。基于扩散概率模型的轨迹预测技术，通过融合轨迹数据的时空结构并引入频率敏感机制，能够有效捕捉居民出行的周期性与随机性。基于大语言模型开发的时空大模型，突破了传统深度学习的任务局限性，实现了从数据感知、管理到挖掘的全流程贯通，大幅提升了交通分析预测的效率、精度与泛化能力。

科学决策赋能：从经验主导到数据驱动

AI技术正在推动交通决策从经验主导向数据驱动转变，实现更精准、更科学的交通治理，赋能交通系统可持续发展。将AI技术与系统优化理论深度融合，通过神经网络模型量化天气、节假日等情景因素对客流的影响，实现了城市轨道交通运行图在线动态规划，助力城市轨道交通运力精准匹配与降本增效。针对高速公路交通量预测场景，采用STAEformer神经网络模型，引入时空自适应嵌入与异常检测机制，能够精准捕捉交通流的复杂时序关系与突变情况，实现大范围、细粒度的高速公路短时交通量高精度预测。AI技术正在深度赋能交通决策全链条，推动交通行业智能升级与可持续发展。

(于云，缘凯)

产业转型

新质生产力驱动交通新业态，助推行业高质量发展

在科技革命与产业变革加速演进的新时代背景下，以人工智能、智能网联、低空经济为代表的新质生产力，正通过技术、模式

和业态三重创新，突破传统发展桎梏，成为推动交通行业创新升级的核心引擎，为行业高质量发展注入强劲动力。新质生产力催生交通新业态，但如何更好地服务于交通行业高质量发展的整体目标，仍需持续探索和深入思考。

融合与协同：新业态发展的关键路径

以eVTOL为代表的新型航空器是新质生产力的典型代表。低空交通作为一种新型交通方式，改变了低空空域与近地空间的利用模式，通过在不同时空尺度发挥自身优势，能够满足交通运输对高品质、个性化和强时效的需求。然而，新业态若独立发展，容易导致基础设施重复建设、运营效率低下和管理成本增加等问题，在超大城市还面临资源约束、运行风险和制度适配等挑战。应通过“规划同图、建设同步、运营一体、管理协同”的策略促进公路、铁路、水运和航空等运输方式在多个维度产生系统效应，使新业态有效补齐现有网络短板，带动交通运输行业整体升级。低空交通等新业态充分融入综合立体交通体系，是实现其可持续发展的关键。

规划与实施：建设模式与应用场景的创新

2025年作为低空经济的建设元年，全国多个城市开始了从规划到实施的探索。武汉市已建成低空起降设施220多处，批复航线25条，初步形成“五位一体”发展策略。武汉市编制了总体方案、专项规划与实施规划等各层次规划，按照“边建设、边应用、边完善”原则，探索低空经济与城市片区开发的融合模式，在物流园区、高新区、汤逊湖等重点区域开展了“低空+”智慧交通示范区建设。

上海市基于超大城市高质量发展的要求，从提升空间利用效能、增强精细治理能力和破解公共服务痛点出发，对低空飞行服务管理体系进行顶层设计，搭建了城市低空空域数字底座，启动了复杂场景配送、融合飞行和跨区域协同等试点工作。

广州市开始探索基于供需平衡的超大城市eVTOL起降场规模研究，通过分析需求端高收入人群比例、人均出行次数、飞行分担率，以及供给端起降场通行能力、飞行器载客能力和机位数量等因素，为不同类型起降场地用地规模测算和行业标准制定提供参考。

制度与运营：可持续发展的保障机制

新业态发展中普遍存在着重建设轻运营、制度匹配不足等问题，亟须建立健全适应新业态发展的制度体系。重点包括：加快制定新业态运行环境下整合城市空间与立体交通的规划与运营标准，完善城市更新改造响应机制，建立军民地协同管理机制，构建以数据互通为核心的运营平台，理顺新型交通方式与传统交通方式的关系等。通过制度创新与运营优化的双轮驱动，实现交通运输效益和城市运行效率的协同提升，保障新业态的可持续发展，持续助力交通行业的高质量发展。

(姚子男，张涛)

规模化、网络化背景下城市轨道交通的可持续发展路径

中国城市轨道交通运营里程已达1.2万km，实现了从无到有、再到全球领先的跨越式发展。中央城市工作会议明确指出，中国城镇化正从快速增长期转向稳定发展期，城市发展正从大规模增量扩张阶段转向存量提质增效为主的阶段。与此相应，城市轨道交通正处于由规模扩张型向质量效益型转变的关键时期，亟须探索覆盖“规划—建设—管理”全过程的可持续发展路径。

城市轨道交通线网规划：由增量扩张转向存量优化

中国超大城市轨道交通已进入“大规模运营网、大规模建设网、大规模远景网”三网共存的阶段，面临客流效益和经济可持续性的双重挑战。以往依赖扩大线网规模支撑城市外延式发展的模式已难以为继，存量优化阶段的线网规划亟待进行思路转型与方法创新。

在总体思路，应确立“严控增量、优化存量、弹性适应”的规划原则，以较小的实施代价实现网络效能最大化，并通过弹性线网布局增强对城市发展不确定性的应对能力。在技术方法上，既有线网规模、结构和布局已基本稳定，规划重点应转向通过精细化客流预测评估线网覆盖盲区、走廊效率瓶颈和车站客流堵点，并借助建设时序推演研判网络阶段性断点，为线网优化提供科学依据。在规划策略上，应通过“中心控量、精准增量、精细减量、局部改造”等差异化策略优化存量线网布局、提升线网效益与效

率，构建“客流匹配、经济持续、弹性适应”的城市轨道交通线网。

城市轨道交通建设：聚焦客流效益和成本管控

《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》(国办发〔2018〕52号)对城市轨道交通建设发挥了重要指导作用，但在实施过程中部分指标仍存在不足。1)随着运营里程增长、客运强度逐年下降，客流边际效益递减；2)通过控制系统制式和敷设方式未能有效控制建设成本，部分城市因环保等因素无法实施高架敷设的中运能轻轨，被动选择大运能地铁，导致投资增大和运能闲置，单向高峰小时断面客流量达3万人次的线路不足20%。

未来城市轨道交通建设应更加强调效益导向和成本管控，结合经济社会发展实际优化审批机制与指标体系。1)强化规模合理性论证，在现有财政收入、GDP等财力指标基础上，加强对建成网络合理规模的分析论证；2)细化客流效益指标，按大运能地铁、中运能轻轨和市域快速轨道交通等类型，分类优化客运强度、客流密度和人口/就业岗位密度等下限指标；3)创新造价控制机制，加强客流预测审查，合理确定设计运能，并采用“每公里直接工程造价”指标替代现有敷设方式指标。

多维协同治理：保障城市轨道交通可持续发展

为适应城市存量提质发展和城市轨道交通大规模网络化运营的新要求，应从城市融合、交通协同和企业经营等多维度推进协同治理，保障城市轨道交通可持续发展。

1) 围绕城市轨道交通优化城市空间资源配置。优先将有限的增量空间资源投放到城市轨道交通车站周边，借助车站客流和站域热力关联分析方法，科学识别城市更新潜力区，引导人口和就业岗位向现有城市轨道交通车站周边集聚。同时，完善综合开发规划编制和政策保障体系，推动综合开发理念向“商业化、社区化”转变，为城市轨道交通持续引流。

2) 提升城市轨道交通在交通体系中的竞争力。围绕城市轨道交通重构公共汽电车交通网络结构和运营组织，合理调控小汽车出行需求，着力打造以城市轨道交通车站为核心、高效安全舒适的交通接驳系统，全面

提升城市轨道交通客流吸引力。

3) 增强轨道交通企业的可持续经营能力。通过开行大站快车、组织跨线运营等方式提升客流吸引力,采用灵活编组、不对称发车等措施精准配置运力,实现降本增效;突破传统“轨道+物业”反哺模式,拓展“轨道+”多元化经营方向,提升企业造血功能。

(周军,徐旭晖,乐宜春)

理论探索

城市交通免疫系统：理论与构建路径

城市交通系统是“城市病”的集中体现领域,长期面临拥堵、污染、能耗与安全等多重压力。要根治交通问题,必须从城市整体入手,从根本上改善其运行“体质”。在此背景下,将城市视为有机生命体,系统提升其韧性、自适应与持续优化能力,构建“城市免疫学”(Urbanimmunology),不仅有助于保障交通生命线的安全畅通,也将为城市系统的整体健康提供创新性的研究视角和交叉学科支撑。

城市免疫学的理论基础

城市免疫学以人类免疫系统为参照,将城市视为生命体,提出涵盖依赖性、规制性、强制再生性等九大原则的系统理论框架,旨在提升城市面对复杂挑战时的抵御能力,实现动态适应与可持续演化。该理论聚焦空间干扰、低空经济、交能融合、交旅健康融合、地下空间利用、灾害应对及边境城镇发展等议题。例如,低空经济可借鉴免疫监视机制建立动态空域响应体系,而洪水、拥堵和基础设施老化等问题则可通过多层级防御、冗余设计与自我修复机制提升系统韧性。通过整合多领域应用,城市免疫学为构建集健康(Health)、生态(Ecology)、人工智能(AI)、韧性(Resilience)、旅游(Tourism)与向往(Yearning)于一体的未来城市新范式——“HEARTY City”提供理论支撑。

城市交通免疫系统的理论与规划思考

城市交通免疫系统需明确可靠性、韧性与免疫能力之间的区别与联系。可靠性强调交通系统在既定条件下维持稳定运行的确定性,韧性关注系统在遭遇扰动后的恢复与再

生能力,而免疫能力则进一步强调系统通过自我感知、调节与学习,主动识别风险、抑制蔓延并形成免疫记忆的高级功能。三者相互关联、层层递进。在城市交通规划中,交通免疫系统强调交通与空间的协同发展,通过实时监测、动态诊断和迭代优化机制,使交通系统在规划阶段即具备免疫逻辑,并逐步形成稳定高效的免疫记忆,从而有效应对交通拥堵与运行低效并存的复杂挑战。

城市交通免疫系统助力交能融合发展

交能融合发展需协调交通免疫系统与能源免疫系统的不同运行逻辑。即使在行程时间相同的前提下,不同驾驶工况的排放与能耗仍存在显著差异,因此交通环境优化不能简单等同于交通效率提升。借鉴城市免疫学理论,可构建“动态监测—精准调控—反馈自适应”的技术路径,以车辆比功率(Vehicle Specific Power, VSP)为核心建立精细化能耗与排放模型,依托车联网和多维大数据实现路网级排放清单的实时生成,并通过生态驾驶引导、货运载重远程识别等方式精准调控出行行为,逐步形成具备自我修复与持续优化能力的交通能源免疫体系。

智慧赋能城市交通免疫系统

人工智能与云计算正成为交通免疫系统发展的核心驱动力。基于多模态交通数据与检索增强生成等技术,交通行业大模型实现了从被动响应向主动预测与智能决策的跨越,已在高速公路事故秒级预警、基础设施健康监测、自动驾驶公共交通调度和低空物流规划等场景中展现出应用价值。在此背景下,“城市交通工程医院”——TranStar交通大模型构建了覆盖“体检—防治—评估”全流程的技术体系,打破多部门壁垒,服务于规划、建设、管理与运维等各个环节。通过智慧赋能,交通系统的免疫功能得到系统性增强,为城市高质量发展提供有力支撑。

(张峻屹,陶印华)

智慧交通与运筹优化的交叉融合

智慧交通的发展应坚持需求导向、坚守安全与公平的底线。技术创新的根本价值在于回应现实需求、解决实际问题,而跨学科融合是应对交通系统复杂性的关键路径。站在网联化、协同化与智慧化的新起点上,智

慧交通与运筹优化的交叉融合，将推动城市交通系统向更安全、更高效、更可持续的方向发展。

以需求为导向推进理论创新

城市交通是支撑城市可持续发展的复杂系统，需统筹安全、效率、人文与生态等多重目标。城市交通系统日益网联化、协同化与智慧化，愈加呈现复杂动态特征，为治理带来前所未有的挑战。因此，如何在复杂系统中把握科学发展规律，在高度不确定性中保持系统韧性，成为智慧交通与城市治理必须共同应对的核心议题。面对日益突出的交通问题，应重点把握交通系统与城市功能、交通空间与公共空间、交通效率与设施布局、主干交通与辅助交通、交通组织与设施能力、技术创新与应用需求的六大关系，推动空间融合与多元协同。坚持需求与问题导向，实现从流线控制到个体响应的范式变革。针对当前交通系统所面临的新的安全底线保障、系统韧性需求、既有设施效能优化等挑战，应以需求驱动理论创新，实现基础研究与行业发展的“双向赋能”。

以融合为路径探索应用实践

多学科知识的引入为交通系统治理提供新视角和新工具。智慧交通与运筹优化的深度融合，既是学科发展的趋势，也是解决交通领域“卡脖子”问题的必然要求。应围绕以下3个关键方向集中攻关：1)强化基础研究，在底层模型、复杂网络建模与优化算法等方面实现原创突破，为复杂系统认知提供坚实支撑；2)聚焦高维、强时空关联、多模态混杂等核心难题，围绕运行规律识别、精准预测与动态调控等关键问题，改进传统交通模型，整合运筹优化、图论、张量学习与因果推断等跨学科方法，形成研究合力；3)注重场景验证，将研究成果嵌入交通管理、设施调度与出行服务等实际场景，推动从理论创新到实践落地的有效转化，以融合路径探索应用实践，实现根本性突破。

以协同机制强化发展合力

推进智慧交通与运筹优化的深度融合，需构建数据、算法、平台与产学研一体的协同生态。具体可从以下4个方面着手：1)推进数据开源共享，建立合规、安全、标准统一的交通行业开源数据集，打破基础研究与行业应用之间的数据壁垒，促进数据价值在

科研、治理与产业之间流动；2)攻坚关键算法，在多目标优化、复杂网络鲁棒性、智能调控等领域集中突破，形成可复制、可推广的核心算法体系；3)建设一体化融合仿真平台，打造跨学科协同研究与应用平台，促进运筹优化与交通学科的长期互动，实现方法创新与实践应用的双向循环；4)推动产学研深度融合，以重点技术攻关项目为纽带，构建政府、企业、高校、研究机构与产业之间的深度合作体系，形成从基础研究到产业落地的完整创新链条，实现科研成果快速转化与规模化应用。通过夯实基础、聚合数据、激活算法、促进融合与激发创新，为全面推进中国式现代化提供基础性、战略性与科学性的支撑。

(许丹丹，管玉，王良，魏贺，张晓东)

青少年视角

青少年视角的绿色交通和智慧城市发展实践

在教育强国建设和城市高质量发展战略的引领下，广大青少年学子积极投身于城市交通领域的科技创新与实践探索。在2025年城市交通规划年会特别论坛中，涌现出一批兼具前瞻性和实用性的研究成果，展现了年轻一代为构建高效、安全、绿色、智能的未来城市交通体系所贡献的智慧与活力。

智慧感知赋能交通精准治理

人工智能技术正深刻改变传统交通治理模式。基于无人机航拍与计算机视觉融合的交通监测方案，通过轻量化目标检测与语义分割模型，实现了对路侧违法停车行为的高精度识别，系统识别准确率超过90%，为城市交通智能监管提供了低成本、高效率的技术路径。针对应急交通指示系统的创新设计采用可折叠结构与模块化接口，支持太阳能供电与物联网接入，显著提升了应急响应效率与设备复用率，体现出基础设施智能化改造的可行性。

绿色低碳践行生态友好理念

节能环保技术是推动城市交通可持续发展的重要支撑。基于传感器网络的智能路灯控制系统通过实时监测车辆位置实现按需照

(下转第129页)