

未来技术对交通运输的影响及发展建议*

Impact of Future Technologies on Transportation and Development Suggestions

孙 超 黄愉文 韩广广

SUN Chao, HUANG Yuwen, HAN Guangguang

关键词 未来技术；发展影响；未来交通；发展建议

Keywords: future technology; impact on development; future transportation; development suggestions

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202603014
文章编号 1000-3363(2026)03-0116-06

作者简介

孙 超，深城交科技集团股份有限公司副总工程师、教授级高级工程师，
sunc@sutpc.com

黄愉文，深城交科技集团股份有限公司解方部主任工程师

韩广广，深城交科技集团股份有限公司解方部副总监、高级工程师

提 要 未来技术是抢占全球科技制高点、把握发展主动权、发展新质生产力的关键引擎。综合交通运输当前发展趋势和未来技术演变方向，前瞻性构建未来交通体系，对加快建设交通强国、构建现代化综合交通运输体系具有重大意义。基于“战略导向—问题驱动—发展研判—应对建议”的思路，在深入剖析全球主要大国发展趋势的基础上，从基础设施、交通装备、空间网络、运输服务、交通运营、交通管控六个方面系统分析交通运输行业面临的趋势和挑战，进而深入研判未来技术对交通发展的影响机理。从技术突破、产业发展、场景应用、要素保障、生态构建等五个方面提出未来交通发展建议。

Abstract: Future technologies serve as a key driving force for securing a leading position in global science and technology, gaining strategic initiative in development, and fostering new quality productive forces. The current development trend and future technological advancements in comprehensive transportation, and the forward-looking development of future transportation systems, are crucial for achieving China's goal of becoming a transportation power and establishing a modern integrated transportation system. Following the framework of strategic orientation, practical problem-solving, research and assessment, and policy recommendations, this paper systematically analyzes the development trends and challenges faced by the transportation sector through and in-dept examination of major countries worldwide. The analysis covers six key aspects: infrastructure, transportation equipment, spatial network, transportation services, transportation operation, and traffic management. Furthermore, it investigates and evaluates the impacts of future technologies on transportation development. Finally, the paper offers recommendations for future transportation development from five aspects: technology supply, industrial layout, application scenarios, implementation mechanisms, and ecosystem development.

* 交通运输部2025年课题“我国交通运输未来产业发展研究”

未来技术是处于快速演进与规模化应用临界阶段的重大科学与前沿技术,具有颠覆现有产业格局、重塑社会运行模式、突破全球性挑战的变革性潜能,其发展遵循从引入期到成长期、成熟期的技术生命周期S曲线模型,正处于引入到成长阶段之间的爆发式快速发展期,面临极大的快速技术迭代、多元场景验证和跨域产业融合需求。交通运输作为国民经济基础性、战略性、先导性行业,点多、线长、面广,是未来技术落地应用与未来产业前瞻培育的天然试验场与先行区^[1-6]。系统研判未来技术对交通运输发展的潜在影响与作用路径,构建未来较长时间段内交通发展的应对策略,已成为推动交通强国建设的关键课题。

美国围绕交通安全“零死亡”愿景,积极推进车联网(cellular vehicle-to-everything, C-V2X)、基于AI的交通运行预测与主动管控等技术部署,在I-5、I-405、US-101等高速公路走廊开展试点,支撑车道动态限速、匝道弹性控制、安全风险警示等场景应用,预计每年减少13%—18%交通事故,并计划推动空地协同交通管控、智能生成式交通应急处置等新技术探索。欧盟以跨国协同管控为导向,推进建设AI驱动的C-ITS(cooperative-intelligent transportation system, 协作式智慧交通),建设全域统一的移动出行联邦可信数据空间,支持主动交通管控、一体化出行服务、交通碳排放推演等场景应用。日本聚焦人口全面减少、老龄化加剧等现实挑战,以无人化与自主化为核心,加速布局基于ETC 2.0(electronic toll collection 2.0)的智慧公路、自动驾驶物流卡车等技术应用,前瞻性探索地下无人物流、空地一体融合枢纽等新技术新业态。新加坡基于“智慧国”发展战略,持续推进交通数字孪生、基于全球卫星导航GNSS的新一代拥堵收费(electronic road pricing 2.0, ERP 2.0)等发展应用,支撑超高密度城市交通需求精准管控^[7]。与此同时,美国《关键与新兴技术国家战略》(National Strategy for Critical and Emerging Technology)、欧盟《欧洲技术主权一揽子计划》(European Technological Sovereignty Package)、日本《科技创新基本计划

(2026—2030)》[Science, Technology, and Innovation Basic Plan (2026—2030)]、新加坡《国家人工智能战略2.0》(National Artificial Intelligence Strategy 2.0)等一批国家级战略规划密集发布,积极推进商业航天、量子信息、智能交互等未来技术与交通深度融合,前瞻性布局未来交通体系。

我国高度重视未来技术与交通运输协同发展,积极布局空天信息、下一代大飞机、高速磁浮、氢能交通、具身智能等前沿交通技术及产业应用。在产业发展方面,陆续发布《关于推动未来产业发展的实施意见》《“人工智能+交通运输”实施意见》等一批重大国家战略,前瞻性布局人工智能、具身智能、未来能源、未来空间等领域^[8-10]。在技术攻关方面,依托“交通基础设施”“交通载运装备与智能交通技术”等国家重点研发计划专项,大力推进自主式交通系统、综合交通大模型、交通设施增韧智慧维养、自动驾驶货车编队运行、交通能源自治系统等创新突破。总体上,以场景为牵引,以前沿技术重大创新为核心,以创新产业为支撑,推动未来技术与交通运输深度融合,引领未来生产生活革新已成为交通运输创新发展的重点方向(图1)。但目前主要以局部场景探索、单一技术试验为主,尚未形成系统性的发展体系与实施路径。面向未来交通发展需求,前瞻性研究未来潜在技术影响以及产业演进方向,既要立足当前行业发展瓶颈挑战,又要兼顾未来技术

布局与未来产业储备,筑牢长远发展基础。本文从基础设施、交通装备、空间网络、运输服务、交通运营、交通管控等六个维度,系统分析交通运输面临的趋势和挑战,研判未来技术对交通运输的影响机理,在此基础上形成覆盖技术突破、产业发展、场景应用、要素保障、生态构建的未来交通发展建议。

1 趋势挑战

随着交通强国、综合立体交通网等战略深入推进,人工智能、数字孪生等新技术快速突破,交通运输由要素驱动的大规模增量扩张阶段进入数智驱动的存量优化阶段。利用数智化技术,支撑设施智慧扩容、无人装备安全运行、立体空间高效运行、出行服务便捷灵活、跨域弹性互馈、多维精准管控,成为行业迫切需求。

1.1 基础设施投资呈现下降趋势,存量设施智慧扩容势在必行

我国交通固定资产投资总体呈现下降趋势,2024年、2025年的下降幅度分别达3.2%、3.1%^[11]。与此同时,交通出行需求持续增长,2025年全国新注册登记机动车3535万辆,已连续11年超过3000万辆^[12]。基本稳定的交通设施网络与持续增加的出行需求矛盾突出。2024年,交通运输部、财政部联合印发《关于支持引导公路水路交通基础设施数字化转型的通知》,要求推动基础设施

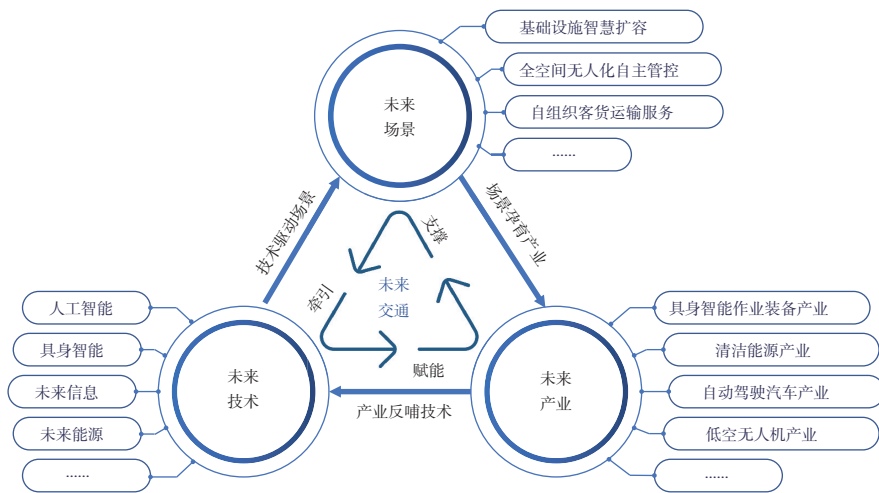


图1 未来交通技术—场景—产业三维模型

Fig.1 A three dimensional model of future transportation: technology-scenario-industry

智慧扩容。与此同时,人工智能、数字孪生等新技术进入到“性能跃升—成本优化”双轮驱动新阶段,设备感知成本降低50%,单芯片算力成本降低60%,算力利用率提升3倍,部分算法研发周期降低70%。融合应用数智化技术,推动广域网络承载力动态推演、关键廊道级联管控、车道弹性配置,实现供需时空动态均衡与整体效能升级,成为行业发展重要方向。

例如:沪宁高速公路江苏段建成了全国首个高速公路车道主动管控系统,支持交通态势研判、动态车道管控、网络级诱导分流等功能应用,将协同联动范围延伸至城市路网,实现通行效率提升12%,通行速度提高9%^[13]。英国以全域高速公路主动交通管控为核心,持续推进可变限速、应急路肩动态开放等场景应用,实施以来最繁忙的高速公路通行能力提高33%^[14]。

1.2 交通装备无人化加速,混合交通流高效安全运行成为行业焦点

自动驾驶车辆、低空无人机等新型载运工具快速发展,2025年我国实名登记无人机总数突破328万架,累计飞行4530万h,同比增长近70%^[15]。新乘用车L2级及以上自动驾驶的渗透率达60%,预计2035年将达到83%,同期美国为72%^[16]。有人驾驶与无人驾驶、低空交通与地面交通等多模式交通进入规模化应用阶段。混合交通流环境下,异智主体之间具有不同的感知能力、决策逻辑、行为模式、意图表达机制、博弈特征,将导致交通安全运行风险大幅上升,亟待转变现有交通运行管控体系,强化人机个体意图表达与群体协同管控能力,并以安全稳慎的运行环境支撑无人装备迭代优化。

以广州市为例,累计投放155台自动驾驶出租车,开通30余条自动驾驶公交线路,覆盖市中心至白云机场、广州南站等热点线路,累计运营里程超过260万km,自动驾驶运输服务逐步成为出行新选择^[17]。与此同时,深圳市2025年无人载货飞行超100万架次、同比增长29%,直升载人飞行超3万架次、同比增长10%,低空运输应用规模加速扩大^[18]。

1.3 空间网络立体化延伸,亟待构建空地协同集约发展新模式

空间紧约束已成为制约大城市高质量发展的重要挑战,如深圳建设用地开发强度约50%,远超国际城市30%的平均水平^[19]。交通运输作为城市空间资源利用的重要组成部分,亟待加快地上地下空间复合利用,构建立体化空间协同发展模式。与此同时,适配自动驾驶、无人机等新型运输工具的精准控制特性,需逐步探索缩短车道宽度、减少车道数量,以及低空公共航路集约划设、多功能低空交通枢纽复合改造等空地协同的混合空间利用模式。

例如:深圳地铁11号线依托“福田—碧海湾—深圳机场”等地铁场站打造“空中无人机+地面驿站+地下无人车+地铁”无缝衔接的空铁轨联运物流运输场站,高峰日均超3万单,快递运输时长平均节省50%^[20]。美国重点城市以立体化复合开发为核心,对停车场、公共交通场站、码头等既有交通枢纽进行改造升级,拓展低空运输功能,目前已在洛杉矶、迈阿密等地建成一批空地融合的交通枢纽^[21]。

1.4 运输服务需求日益多元,弹性灵活的运输组织成为必然要求

随着社会经济和新技术的持续发展,远程办公、灵活办公、就近居住等比例不断增长,出行目的从路线固化的通勤出行,转向商务、娱乐、探亲等路线动态变化的多元化出行,对运输服务的灵活性、实时性、服务品质提出了更高要求。融合利用动态交通客流预测、多元主体利益均衡的协同调度等技术,推动运输服务从“固定时刻表”走向“动态响应”,是精准适配未来个性化服务需求的关键举措。

例如,2023年麦肯锡发布的《未来交通》研究提出,相较于2022年,2035年全球私家车出行占比预计从45%降至29%,微型交通工具出行占比从16%增至19%,自动驾驶出租车等新型交通方式出行占比从1%增至8%。结合深圳市交通模型预测,2035年全市通勤出行比例将由现状约64%降至50%^[22],地面公交呈现小型化灵活化趋势,响应式的公交、网约车和出租车共同构成共享式服

务的主体,占比从10%增加到18%,私家车占比从20%下降到17%。

1.5 交通运营呈现跨域耦合特征,亟待推进交通能源信息弹性互济

电动化、网联化、智能化等新趋势下,跨域融合发展成为行业共识,“交通—能源—信息”由单向供需关系转向网状互馈结构。目前我国新能源汽车应用规模持续增长,预计至2030年保有量将达1.5亿辆,约为2025年3.4倍^[23]。在此背景下,高效稳定的补能需求爆发式增长,若供电中断,将导致大规模车辆补能中断、客货运网络瘫痪。如2025年西班牙发生了欧洲史上最大规模停电,断电达12h、覆盖92%国土,导致交通系统大面积停摆,电气化交通全部瘫痪^[24]。利用数智化技术,推进适配“交通—能源—信息”耦合机理的跨域设施协同布局与智能调控,是促进交通低碳发展与保障交通能源安全的关键举措。

以山东枣菏高速为例,基于“自发自用、余电上网”模式,依托全路网边坡、服务区、收费站等设施资源,推动零碳智慧服务区、光储直柔建筑、交通能源统一管控平台等创新应用,打造源网荷储一体化的全国首个全路域交能融合示范,减少二氧化碳排放超4万t^[25]。与此同时,深圳建成电力充储放一张网平台,聚合全市44.2万个充电设施、5100个5G储能基站、2300个光伏站、1155个超充站等分布式能源。

1.6 交通管控复杂度持续上升,亟须强化自主式决策与优化能力

随着自动驾驶车辆、无人机等规模化应用,交通载具演变为自主运行智能体,交通系统将逐步从人类主导向机器主导系统性转移,由人在环内转向人在环边、人在环上、人在环外。研究^[26]表明,随着自动驾驶车辆的规模化应用,道路通行能力将大幅提升,当其渗透率达30%时路段通行能力将提升27%,渗透率达100%时路段通行能力将提升120%。传统依赖人工经验决策的“感知—决策—控制”模式,难以应对规模化智能体动态博弈协调、长尾场景与复杂工况安全管控等挑战,亟须利用人工智能技术,推动基于自主涌现的端到端

“感知—决策”范式跃迁,实现交通系统运行的自感知、自研判、自决策、自优化。

例如:北京市设立了全球首个高级别自动驾驶示范区,推进无人小巴、无人清扫车等规模化应用,支持道路裂缝、道路积水、井盖破损等一站式自主识别、上报及跟踪复核^[27]。与此同时,深圳市福田、前海、龙岗等持续推进无人化城市治理片区建设,打造“无人车+无人机”AI城市管家新范式,通过超百辆无人车支撑城市环卫清洁,通过无人机自主巡查支撑市容市貌立体监测,未来将进一步探索构建面向自主式交通系统的融合测试验证先导区^[28]。

2 影响研判

未来技术深刻影响交通发展方向,将推动基础设施转向多网络联网联控、交通装备转向具身自组织、空间网络转向空天地一体融合、出行服务转向时空弹性组织、交通运营转向多态跨时空交织、交通管控转向主动式预见性管控,实现交通运输范式变革。

2.1 基础设施:从局部示范验证转向多网络规模化连续贯通

随着区域一体化、都市圈同城化的加速发展以及新一代智能传感、边缘计算等技术的融合应用,交通基础设施数字化正从点线示范向线网一体化升级,从公路为主向公路网与城市道路网融合转变。一方面,持续扩大现有交通基础设施数字化转型规模,在局部试点的基础上向跨省通道、省域骨干通道拓展,打造一批网络化联通的场景应用,并完善跨省之间、部省之间的业务联动机制;另一方面,加快推动公路网与城市道路网融合衔接,围绕都市圈常态跨城通勤、节假日非常态爆发式出行等场景,推进城市道路数字化转型升级,支撑高速公路与城市快速路、主干道等城市路网级联管控,促进整体设施网络效能升级。

2.2 交通装备:从依赖人工操作转向人机环境具身耦合的自组织

物理AI是AI的终极发展形态,交通装备作为AI集成应用的重要领域将迎来

率先突破,自动驾驶汽车、无人机、智能船舶等无人载运工具逐步成为主流形态,交通作业具身智能装备正从局部单一能力向设施巡检、政务服务、应急救援等全领域深度渗透,促进交通行业整体治理效能与服务水平升级。一是推动无人化载运工具规模化应用,综合技术成熟度、需求迫切性等因素,优先支持疏港通道自动驾驶物流运输、低空无人机末端即时配送等场景应用,并完善车路云一体化、低空通信导航监视等智能设施,建立智能互联的安全运行环境。二是推动软硬一体的交通作业具身智能装备突破应用,支持山区、高桥隧比、雨雾多发等复杂环境下的设施建设,推广应用轻量化智能路面检测车、恶劣气象通行安全预警设备、交通事故救援机器人等软硬一体智能装备,强化交通安全风险防控与应急保障能力。

2.3 空间网络:从以地面为主转向空地一体化与虚实融合

随着数字孪生、自动驾驶等技术逐步成熟应用,将打破以地面、常规空域为主的传统交通物理空间边界,交通运行空间延伸至低空、地下、虚拟数字空间,实现空地一体化与虚实融合。一是构建空地协同的立体化空间网络。针对大城市空间资源约束难题,以立体化、复合化、集约化为导向,依托公路、水路、铁路、交通枢纽等陆路交通资源,通过复合改造实现低空起降、候乘、能源补给、维修等交通枢纽功能延伸,并通过车道压缩、车道减少、转弯半径优化等措施实现交通道路空间重构。二是建设虚实融合的数字空间网络。2026年,国家发展和改革委员会提出加快具身智能训练基础设施建设。针对自动驾驶等新型载运工具规模化应用面临的长尾场景挑战,聚焦真实环境测试成本高、场景难穷尽、安全风险大等问题,打造虚实融合的数字训练场,以仿真数据合成扩展长尾工况与事件样本覆盖,支撑技术验证与迭代优化。

2.4 运输服务:从点到点物理位移转向时空折叠式生产生活体验

随着生活水平持续提升,以及远程办公、共享出行等新生产生活方式不断

涌现,运输服务从方式单一、运营独立的点对点运输转向更加灵活的多维时空一站式服务,要求实现服务的柔性适配、快速响应与精准供给。一方面,加快构建动态需求响应的时空出行服务,突破单一方式、线路固定的传统客运服务模式,支持有条件的城市、都市圈和城市群打造一站式联运客票服务平台,探索跨制式轨道贯通运营、无人公交柔性调度等运营新模式,实现更弹性的需求响应式运输组织;另一方面,持续创新多式联运物流运输模式,围绕物流运输从单一环节降本向系统性、结构性降本转变的发展要求,围绕重点港口、大宗物资运输通道等探索仓储、装卸、运输、配送等全流程无人化技术应用,推进“空—地—轨”联运、公铁联运、铁水联运等新模式创新突破,促进物流运输各环节降本增效。

2.5 交通运营:从单一链式结构转向多态跨时空交织网络

随着新能源车辆、车网互动等应用规模持续扩大,现有交通规划技术体系并未充分考虑人、车、桩、网的差异化需求特征及其复杂互动规律,跨网络设施供给与资源调度的时空错配问题愈加凸显。一是推动跨域设施网络协同布局,综合交通用能需求、载运工具运行特征和能源流动规律,建立融合车桩网、电网和分布式能源网络的“交通—能源”协同规划设计方法体系,推动高速公路服务区、港口码头、综合交通枢纽等逐步向源网荷储充一体化综合枢纽升级。二是加速跨域供需动态调控,针对充能需求空间分布广、随机性大、供需错配等难题,依托交通枢纽、公路服务区等设施,加快新能源柔性汇聚、智能微电网、车网互动等技术应用,实现交能供需预测和多目标联合调度优化。

2.6 交通管控:从被动式滞后处置转向主动式预见型全链条管控

无人化、自主化发展趋势下,智能机器逐步替代人成为集感知、决策、控制与执行于一体的综合智能体,要求加快构建深度嵌入AI技术的自主式交通系统,支撑多智能体高效互操作与协同管控。一方面,以“数据融通—模型推

理—虚实测试—工程化验证”为路径,面向未来不同智能等级载运工具混合运行的复杂管控挑战,支持高校、研究机构等联合开展自主式交通系统技术攻关与产品研发,构建交通高质量数据集支撑交通垂域模型与智能体应用开发,通过交通垂域模型支撑复杂交通运行态势推演与主动管控,通过搭建虚实仿真引擎支撑自动驾驶车辆等能力验证与功能优化。另一方面,有序推进自主式交通系统试点示范,围绕综合交通枢纽、城市重点片区等区域,建设面向未来自主式交通系统的融合测试验证先导区,重点验证测试网络级信号自适应控制、大规模智能网联车辆编队行驶、高密度高频次低空飞行管控、复杂交通系统群智管控、枢纽大客流自主运营等复杂场景。

3 发展建议

未来技术的颠覆性突破与深度渗透,将系统性重塑交通设施、装备、空间、服务、运营、管控的发展范式,催生全新的技术体系、产业形态、场景逻辑,对与之相适应的政策、制度、标准等提出系统性适配需求。为此,围绕技术突破、产业培育、示范应用、要素保障及生态体系构建等方面,提出未来交通发展建议。

3.1 加大引领范式跃迁的重大关键技术供给

综合业务需求迫切性、技术成熟度等因素,按照先导性、前沿性和探索性发展思路,分类推进全链条技术创新突破,筑牢未来交通技术基座。

首先,推动先导性技术突破应用,结合“人工智能+交通运输”、公路水路交通基础设施数字化转型、现代化都市圈综合交通运输体系建设等重点任务,支持深圳、杭州等人工智能先锋城市,优先推进交通垂域大模型、交通数字孪生底座、车路云一体化主动交通管控、跨制式轨道贯通运营等创新应用。其次,加速前沿技术研发试点,面向空地协同、地下物流、混合交通管控等行业前沿方向,支持交通领域重点实验室、龙头企业等,联合推进空地多模融合高可靠感知、物流运输全流程自主作业、异智多

主体协同增强等技术攻关,实现技术基础试验与局部试点验证。最后,构建探索性技术体系,面向未来高度无人化的全自动驾驶运行、自主式交通管控、太空运输等不确定性方向,依托高校和科研机构推进适配无人化载具的新型交通运行规则、多智能体博弈协同、空天地联合运输调度等探索性技术研究,实现基础理论与关键技术突破。

3.2 布局新质多域智能融合的未来交通产业

结合地域产业特征及资源禀赋,以“梯次布局、中试验证、稳步推广”为导向,前瞻性布局未来交通产业体系,实现从技术策源到价值创造的跨越式发展。

一是以跨域产业协同为导向,梯次化布局未来交通产业空间布局,以都市圈、城市群空间载体支撑产业链闭环发展,支持北京、上海、深圳等智力资源密集地区发展自主式交通系统、综合交通大模型等关键性系统平台产业,支持重庆、武汉、沈阳等工业制造优势地区发展自动驾驶汽车、无人机等装备制造与系统集成产业。二是结合国家人工智能中试基地、重点实验室等战略部署,围绕交通运输大模型、都市圈智能综合立体交通网、空地协同运输等领域建设一批前沿性科研载体,支撑智能交通产品研发与应用验证,筑牢产业推广基础。三是坚持以应用定产业的思路,合理控制未来交通产业布局节奏,避免同质化发展与过度建设。

3.3 实施技术场景双轮驱动的先导示范应用

以需求为牵引,聚焦交通基础设施、运行管控、运输服务等关键领域,围绕跨域立体网络适配、分布式群智调控、多维时空精准服务等方面,构建“技术—场景”双轮循环迭代的未来交通先导示范体系。

首先,以网络一体衔接为导向,围绕粤港澳大湾区、长三角城市群等交通设施基本稳定、可扩展空间稀缺的区域,推进跨域立体网络自主适配创新示范,突破大小模型融合的异质交通需求动态预测、多模式交通网络运行效能评估与自优化等技术及装备,实现交通承载力

综合评价、交通运行瓶颈点精准识别、交通网络结构优化智能决策,促进跨区域网络融合衔接。其次,以路网级联管控为导向,围绕深圳、广州等交通运行强度高的城市道路与轨道线路,推进分布式群智调控创新示范,应用分布式自组织与涌现调控、跨制式轨道贯通运营等技术及装备,推动实现高速公路主线、匝道、衔接道路及城市路网柔性联动控制,支持超大规模异构轨道网络一体化运营。最后,以全过程一体衔接、跨方式协同服务为导向,围绕都市圈跨城通勤、大宗物资运输等重点场景,应用自动驾驶汽车、自主航行船舶等技术及装备,将运输服务重塑为集移动办公、沉浸娱乐与即时服务于一体的高度个性化、功能复合化的生产生活节点,打造“出行即服务、空间即平台”的未来运输范式。

3.4 筑牢人才标准资金全链条创新要素基础

围绕未来交通技术颠覆性、战略性与幼小性等典型特征,构建适应新技术、新产品和新业态发展应用的全链条创新要素支撑体系,形成人才支撑创新、标准引领产业、资金赋能发展的良性循环。

一是构建分层分类的“人才培育矩阵”。结合跨学科融合特性,前瞻布局具身智能载运工具、陆空协同交通系统、低碳交通工程等交叉学科专业,推动交通与人工智能、空天信息等前沿技术交叉融合,实现复合型青年科技人才培养。二是构建适配技术迭代的标准体系。前瞻布局综合交通运输大模型、陆空一体智能管控、跨制式轨道贯通运营、交通运输高质量数据集等新兴领域标准,建立标准动态更新机制,及时将成熟的标准上升为国家或行业标准,抢占未来交通产业规则话语权。三是构建多元化资金投入体系。鼓励风险投资、产业资本通过股权投资等方式,支持自动驾驶、具身智能巡检装备等未来技术转化与初创企业成长。

3.5 构建跨领域开放融合的可持续生态体系

结合未来交通发展的多域交叉与跨界融合复杂性,围绕制度创新、机制创

新、平台创新等方面,构建多元主体共生共赢、创新要素高效流转的可持续发展生态。

首先,围绕未来交通“技术—产品—场景”一体化发展思路,持续推进制度创新,加快完善都市圈智能综合立体交通网建设运营、自动驾驶汽车运行管理法规、低空无人机运输服务飞行规则等制度。其次,通过“揭榜挂帅”“赛马制”等新型机制,激励关键技术攻关,通过重大示范项目建设引导和支持创新产品落地应用,打造“政产学研用”协同创新环境。最后,支持行业龙头企业、高校、科研机构等,联合组建未来交通技术协会、产业发展联盟等创新组织,构建“资本、技术、人才、应用”产业协同体系,形成未来交通产业发展合力。

4 结语

未来技术是兼具颠覆性与战略性的前沿技术,已成为参与全球科技博弈、抢占产业制高点、把握发展主动权的关键载体。本文在系统分析基础设施、交通装备、空间网络、运输服务、交通运营、交通管控等6个方面趋势挑战的基础上,深入研判未来技术对交通运输发展的影响,并立足当前发展需求和未来技术演进方向,从技术突破、产业发展、场景应用、要素保障、生态构建等5个方面提出未来交通发展建议。未来技术在技术路线、迭代路径等方面具有较大的不确定性,可在多路径探索、交叉融合机制和颠覆性技术供给等方面进一步开展研究,为未来交通体系安全健康发展提供支撑。

参考文献

- [1] 王伟光,吴传波.战略性技术创新与企业未来产业布局[J]. 工业技术经济, 2026, 45(1): 33-42.
- [2] 赵光辉,朱贇,卓娅.人工智能赋能交通运输的应用场景、主要挑战与未来走向[J]. 未来与发展, 2025, 49(12): 1-10.
- [3] 陈科海,孟子立,张海刚.从DeepSeek看未来大模型技术发展及落地[J]. 计算, 2025, 1(9): 66-69.
- [4] 吴志强,甘惟,李舒然,等.“城市众脑”:理论模式及关键议题[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 20-26.
- [5] 吴志强,沈清基,王雅娟,等.新规划范式:概念提出、方法体系与实践路径[J]. 城市规划学刊, 2025(6): 11-17.
- [6] 吴志强,甘惟,刘朝晖,等.AI城市:理论与模型架构[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 17-23.
- [7] 交通信息化.前沿技术赋能出行升级 多国智能交通实现新突破 | ITS国际前沿动态资讯[EB/OL]. (2026-02-12) [2026-07-11]. https://mp.weixin.qq.com/s/013XuekP1B_m9XBmcAs4UA.
- [8] 工业和信息化部等七部门关于推动未来产业创新发展的实施意见[EB/OL]. (2024-01-29) [2026-02-14]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/kjs/wjfb/art/2024/art_a9950c3b3cbe47b4b45519ce4a376687.html.
- [9] 新华社.中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议[EB/OL]. (2025-10-28) [2026-02-14]. https://www.gov.cn/zhengce/202510/content_7046052.htm.
- [10] 新华社.第一观察 | 开局之年中央政治局首次集体学习聚焦未来产业发展[EB/OL]. (2026-02-3) [2026-02-14]. https://www.cac.gov.cn/2026-02/03/c_1771851454446443.htm.
- [11] 交通运输部.2025年交通运输行业发展统计公报[EB/OL]. (2026-06-22) [2026-07-04]. https://xxgk.mot.gov.cn/jigou/zhghs/202606/t20260618_4207752.html.
- [12] 新华社.2025年全国机动车达4.69亿辆 驾驶人达5.59亿人[EB/OL]. (2026-01-26) [2026-07-04]. https://www.gov.cn/lianbo/202601/content_7056115.html.
- [13] 加快建设交通强国督查 | 智慧扩容创造超饱和和高速运行“江苏样本”[N/OL]. 中国交通报 (2025-12-23) [2026-07-11]. <https://mp.weixin.qq.com/s/9eq2PaQaL-FEE0tZebX3kMw>.
- [14] 公安部道路交通安全研究中心.英国智慧高速公路建设发展的经验与启示[EB/OL]. (2020-11-11) [2026-07-11]. https://mp.weixin.qq.com/s/zlxwMT476kMx_d4lo73diw.
- [15] 交通运输部.2025年民航行业发展统计公报[EB/OL]. (2026-06-22) [2026-07-04]. <https://www.mot.gov.cn/shuju/index.html>.
- [16] 波士顿咨询集团.自动驾驶汽车:时间表和未来路线图[R]. 美国:世界经济论坛, 2025.
- [17] “南方都市报.自动驾驶车将开进十五运,岭南特色小巴亮相这场博览会引关注[EB/OL]. (2025-09-24) [2026-07-04]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1842348090043378667&wfr=spider&for=pc>.”
- [18] 深圳市交通运输局(深圳市港务管理局).深圳市交通运输局2025年工作总结和2026年工作计划[EB/OL]. (2026-03-04) [2026-07-11]. https://jty.s.gov.cn/gk-mlpt/content/12/12668/mpost_12668427.html.
- [19] 存量建设用地再开发与低空经济产业空间适配机制研究:以深圳市宝安区为例[EB/OL]. 南粤规划 (2026-01-30) [2026-07-11]. <https://mp.weixin.qq.com/s/8LvTD-laxSF933km46e12Xw>.
- [20] 深圳市无人机行业协会.集货时长节省50% | 丰翼无人机助力“空铁轨联运”物流运输网络构建[EB/OL]. (2024-10-17) [2026-07-04]. https://mp.weixin.qq.com/s/Q8ZqbtB3QRltWuXTI_0xKQ.
- [21] 孙超,黄愉文,韩广广.低空运输路空协同新交通体系框架构建与深圳市实践[J]. 城市交通, 2026, 24(1): 79-86.
- [22] 邓琪,周军,邹兵,等.体系治理、服务驱动、空间减量:深圳市综合交通体系规划转型的关键路径[J]. 城市交通, 2025, 23(6): 12-25.
- [23] 沙爱民.交通与能源融合发展技术序言[J]. 交通运输工程学报, 2024, 24(4): 2.
- [24] 欧洲史上最大规模停电,还没找到原因[EB/OL]. 虎嗅网 (2025-04-29) [2026-07-11]. <https://www.huxiu.com/article/4294104.html>.
- [25] 山东枣菏高速公路交能融合(源网荷储一体化)示范工程累计发电量突破1亿千瓦时[EB/OL]. 中能电力建设 (2025-10-30) [2026-07-11]. <https://mp.weixin.qq.com/s/eUFtjxDQla95MwzNQBa4eA>.
- [26] 宗芳,石佩鑫,王猛,等.考虑前后多车的网联自动驾驶车辆混流跟驰模型[J]. 中国公路学报, 2021, 34(7): 105-117.
- [27] 北京自动驾驶加速“驶”向全球[N/OL]. 北京日报 (2025-06-23) [2026-07-11]. https://www.beijing.gov.cn/ywdt/yaowen/202506/t20250623_4118833.html.
- [28] 龙岗依托城管AI大模型探索非标场景智慧管理[N/OL]. 深圳特区报 (2026-07-08) [2026-07-11]. https://www.lg.gov.cn/gab/zwdt/content/post_12882386.html.

修回: 2026-06