

新时期中国智能交通发展战略思考

张晓春^{1,2}, 孙超^{1,2}, 邵源^{1,2}, 韩广广^{1,2}, 徐丹^{1,2}

(1. 深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司, 广东 深圳 518021; 2. 深圳市交通信息与交通工程重点实验室, 广东 深圳 518021)

摘要: 国内国际双循环新发展格局加速形成, 数字中国、交通强国、新基建战略叠加, 在此背景下新一轮科技革命催生了交通基础设施、管理服务模式深刻变革。面对新时期社会经济发展和科技革命新形势以及智能交通发展新需求, 以问题和目标为导向, 阐述了新一轮国家智能交通发展顶层战略。提出推动交通设施设备升级、交通治理能力提升、城市运营组织柔性协同、物流运输高效安全服务、出行服务品质化提升、产业生态多元化发展等六大智能交通发展战略导向和路径任务。聚焦智能交通发展瓶颈问题, 在重点领域和关键环节率先推进重点建设、推动升级、鼓励示范、创新应用等四类重大行动示范, 由点及面推动形成中国智能交通发展新格局, 实现未来5~15年中国智能交通跨越式发展。

关键词: 智能交通; 新基建; 数字治理; 运营组织; 出行服务; 自动驾驶

Reflections on the Strategies for Intelligent Transportation Development in China in the New Era

ZHANG Xiaochun^{1,2}, SUN Chao^{1,2}, SHAO Yuan^{1,2}, HAN Guangguang^{1,2}, XU Dan^{1,2}

(1. Shenzhen Urban Transport Planning Center Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518021, China; 2. Shenzhen Key Laboratory for Traffic Information and Traffic Engineering, Shenzhen Guangdong 518021, China)

Abstract: The new development pattern of dual circulation in domestic and international markets is forming rapidly. With the overlay of strategies involving digital China, transportation power country, and new infrastructure construction, a new round of scientific and technological revolution has emerged. Such revolution has spurred a profound transformation in transportation infrastructure and management service models. In the era of social and economic development, scientific and technological revolution, and new demand for intelligent transportation development, this paper discusses the top-level strategies for intelligent transportation development in China based on main issues and goals. Six major strategic orientations and tasks for intelligent transportation development are proposed, including upgrading transportation facilities and equipment, enhancing traffic management capabilities, implementing flexible coordination of urban operation organization, providing efficient and safe logistics transportation services, improving the quality of travel services, and diversifying the development of industrial ecology. Focusing on bottleneck problems of intelligent transportation development, the paper demonstrates four major types of actions in key fields and critical links: advancing key construction projects, promoting upgrading, encouraging demonstration, and innovating in application. These actions will drive China's new pattern for intelligent transportation development from point to area and achieve the leapfrog development of China's intelligent transportation in the next five to fifteen years.

Keywords: intelligent transportation; new infrastructure construction; digital governance; operation organization; travel service; autonomous driving

收稿日期: 2022-09-07

基金项目: 国家重点研发计划“综合交通运输与智能交通”重点专项项目“城市交通智能治理大数据计算平台及应用示范”(2018YFB1601100)、国家发展和改革委员会2020年课题“智能交通发展战略研究”

作者简介: 张晓春(1973—), 男, 安徽太和人, 博士, 教授级高级工程师, 全国工程勘察设计大师, 深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司首席科学家、科学技术委员会主任, 深圳市智慧城市科技发展集团有限公司董事长, 主要研究方向: 交通规划、智慧交通、智慧城市。

E-mail: zxc@sutpc.com

0 引言

作为交通现代化建设的重要内容,智能交通在提升交通效率、保障安全、服务公众等方面成效显著,是未来交通发展的重要方向。纵观国际发展,以美国、欧洲、日本为代表的发达国家和地区结合自身特点和交通发展实际需求选择了合适的智能交通发展路径,通过借助新技术、新理念不断拓展智能交通新领域应用,滚动式制定国家智能交通发展战略规划,持续指导国家和地区智能交通发展。1995年美国推出《国家智能交通系统规划》(National ITS Program Plan),此后以五年规划为蓝图布局并不断优化国家智能交通发展战略计划,2020年美国交通运输部(Department of Transportation)发布《智能交通系统战略规划(2020—2025)》(Intelligent Transportation Systems (ITS) Joint Program Office: Strategic Plan 2020-2025),重点推动新兴技术研发、自动驾驶、完整出行、数据共享、网络安全、加速 ITS 部署六大行动计划^[1]。欧盟2001年颁布欧洲第一个智能交通框架体系(European ITS Framework Architecture, EITSFA),此后致力于通过区域网络设施升级和服务整合推进欧洲交通协同发展;2020年9月发布《可持续与智能交通战略》(Sustainable and Smart Mobility Strategy),为欧盟交通运输系统实现绿色和数字化转型提供依据^[2]。1996年日本制定《日本智能交通系统总体规划》(Comprehensive Plan for ITS in Japan),此后以高速公路和交通枢纽为重点,持续推动车路协同一体化发展;2019年发布《智能交通手册2019》(ITS Handbook 2019),重点聚焦无人驾驶、ETC2.0服务,构建日本新时期智能交通服务新生态^[3]。

早在2001年中国就提出《中国智能交通系统体系框架》^[4],明确智能交通系统的8大领域、34项服务和138项子服务,为智能交通发展提供了重要支撑。在这一体系框架下,十余年来中国智能交通发展以大城市重大赛事保障和重点应用示范为抓手持续推动城市智能交通建设升级,重点关注交通数据信息壁垒打通、数据融合挖掘应用、交通管理创新服务、新技术创新示范等方面。新时期面临经济发展新常态、新型冠状病毒感染疫情蔓延等内外部环境,国家提出国内国际双循环相互促进的新发展格局,前瞻布局数

字中国、交通强国等战略^[5-6]。与此同时,世界新一轮科技革命推动交通领域深刻变革,自动驾驶、智慧公路、共享经济等新业态新模式不断涌现,催生了新的基础设施、新的交通工具、新的运营组织模式、新的治理模式和新的出行服务。在这样一个重要窗口期,迫切需要从顶层战略角度探索基础设施智能化、运行管控协同化、出行服务一体化等领域的智能交通发展战略导向和实施路径,前瞻性明确中国智能交通发展战略任务,助力中国智能交通在未来5~15年实现从跟随者到领跑者的跨越式发展。

1 新时期智能交通发展形势研判

1) 智能交通成为加快构建双循环新发展格局和实现社会经济转型的重要抓手。

新型冠状病毒感染疫情形势下反全球化浪潮叠加世界经济衰退使国际社会经济形势发生显著变化,中国经济发展也进入了新常态。党的十九大报告指出,中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期^[7]。中国着力推动数字化消费等消费新模式,并通过供给侧改革促进生产、分配、流通、消费全供应链转型升级,不断孕育经济增长新动能。智能交通作为综合交通运输体系的重要环节,通过不断加速信息流、人才流、资本流、要素流等各环节贯通,为社会经济发展提供了源源不断的动力,逐渐成为国家经济高质量发展与实现治理体系和治理能力现代化的关键性力量。

2) 科技革命推动交通基础设施、运输管理和服务模式发生深刻变革。

近代以来,世界经历了蒸汽化、电气化、信息化和数字化四次科技革命,当前正处于第四次科技革命的风口浪尖。以人工智能、5G、物联网、大数据等数字化技术主导的世界新一轮科技革命和产业变革风起潮涌,逐渐从导入期转向拓展期,自动驾驶、智慧公路、共享交通、超级高铁等新技术、新业态、新产业、新模式不断涌现,为交通变革式发展提供新契机。在世界处于百年未有之大变局背景下,新兴科技不断加速交通与制造、能源、信息等多个产业的深度融合,催生了新的管理服务模式,不断推动交通基础设施、运营组织、治理模式、出行方式和能源结构等层面发生颠覆性变革,为未

来智能交通发展带来了机遇与挑战^[8]。

3) 智能交通成为中国抢占国际竞争制高点、实现交通强国战略目标的重要载体。

为迎接新一轮科技革命的发展浪潮，美国、欧洲和日本等发达国家及地区结合自身发展诉求因地制宜地制定了智能交通发展战略，明确中远期(15~30年)和近期(3~5年)的战略措施。美国全面推进多模式多场景车联网应用^[9]，欧洲推进设施服务一体化协同发展^[10]，日本推动基于ETC2.0的高速公路网精准需求管控^[3]，新加坡推动基于电子道路收费(Electronic Road Pricing System, ERP)的主动需求管控^[11]。中国智能交通经过近二十年的高速发展，在基础设施信息化、交通治理现代化、运输服务共享化等方面取得了一定的成果。然而，面向国际国内经济骤变、供给侧改革诉求、技术革命驱动以及出行需求演变等新形势新要求，中国智能交通发展缺少持续性的顶层战略性指引，仍存在基础设施智能化水平低、治理体系和治理能力不高、综合运输效能低下、公众出行服务水平落后等“卡脖子”难题，迫切需要探索适合中国基本国情的未来智能交通发展路径。

2 总体思路

充分肯定交通在国民经济中的基础性和先导性以及智能交通在交通体系中的关键性支撑作用，进一步明确智能交通在社会经济大框架中的新内涵和新意义，在此基础上，本文从社会经济、综合交通、生态协作、行业发展、技术发展等角度梳理分析智能交通发展顶层战略布局的方向。

1) 社会经济视角：以智能交通贯通全产业链供应链环节，打造现代化经济体系。

全面提升智能交通认识高度，将智能交通发展上升到构建现代化经济体系框架中，明确智能交通在社会经济中的新内涵。从社会经济发展循环、全产业链供应链安全、提升交通现代化水平的角度出发，将智能交通融入生产、分配、流通和消费全产业链供应链(见图1)。以智慧道路、智慧高速公路等硬设施网络促进生产效能；以数字政府、物流运输信息化平台等软信息基建推进合理分配；以自动驾驶汽车、高速铁路、大型客货运飞机等新载运工具提升流通效率；以交通+旅游、交通+餐饮等新服务模式促进新型消费，以智能交通促进产业降本增效和消费

升级，实现双循环新发展格局下的智慧赋能。

2) 综合交通视角：推动新技术与交通融合发展，构建多网融合的智能交通体系。

将新一代信息技术与综合交通运输体系深度融合，全面升级铁路、水运、航空、公路、城市交通五位一体的综合交通智能化水平，着力构建设施网、装备网、能源网、通信网、服务网等多网融合的综合交通智能化体系(见图2)，指明综合交通运输体系的智能化、信息化发展战略导向。同时，考虑将智能交通融入国家“十四五”综合交通发展和国家综合立体交通网络发展中，以智能交通促进综合交通运输的提质增效和赋能升级，着力推动构建安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通运输体系。

3) 生态协作视角：充分发挥市场与政府互动作用，构建多方协调的政企生态圈。

结合新时期智能交通发展需要，转变“十三五”时期规划建设的企业主导发展思路(见表1)，探索政府引导、企业主导的新型合作生态圈建设。“十四五”时期以及未来智能交通发展中要充分发挥政府、行业、企业不同角色的作用，强化投融资模式、建设模式、运营管理模式等发展策略研究。按照重大工程举国推动、基础政策政府统筹、行业示范企业主导的原则，探索国家一省市一地方多层次全链条战略政策传导路径，政府、行业、企业应各司其职、合力发展，针对不同的建设模式和发展任务形成可持续的智能交通发展路径。

4) 行业发展视角：以标准制定、技术突破、示范应用为抓手，创新发展路径。

面向未来5~15年，结合中国基本国情、不同城市发展特征及出行需求，针对智能交通发展的“卡脖子”关键共性问题，解析新基建模式、交通大脑路径、自动驾驶路线、出行服务模式等行业热点，明确如何推



图1 智能交通融入全产业链供应链示意

Fig.1 Illustration of intelligent transportation integrated into industry-wide supply chain

动交通运输融合新基建、如何建设城市交通大数据平台、如何选择自动驾驶技术路径、如何升级出行服务体系等行业战略导向和发展脉络,针对政府、行业、企业等不同利益相关者的观点凝聚行业共识,推动整个智能交通行业的可持续发展。本文针对大城市和中小城市的城市交通大数据平台提出差异化建设策略(见表2),大城市通过构建全息感知体系实现全方位采集,中小城市利用配建和共享实现初级采集;大城市的平台建设以分布式承载海量数据,中小城市充分发挥数据集中利用的优势实现基础支撑;大城市的管理服务目标是实现精细化管理和出行服

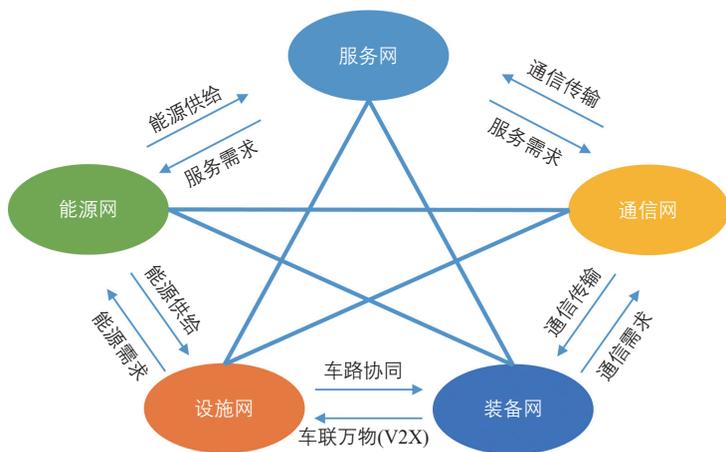


图2 综合交通智能化体系示意
Fig.2 Illustration of intelligent system of comprehensive transportation

表1 新时期交通发展思路转变
Tab.1 Change of transportation development concepts in the new era

项目	“十三五”时期	“十四五”时期
交通发展目标	安全、便捷、高效、绿色的现代综合交通运输体系	人民满意、保障有力、世界前列的交通强国
社会主要矛盾	人民日益增长的物质文化需要同落后的社会生产之间的矛盾	人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾
交通发展重点	重视铁路、公路等传统基础设施	统筹新型基础设施和传统基础设施
交通发展模式	强化企业创新主体地位和主导作用	构建政府引导、企业主导的新发展模式(重点领域举国体制)

表2 城市交通大数据平台建设策略
Tab.2 Strategies for developing big data platform for urban transportation

项目	大城市(高度城镇化阶段)	中小城市(初级城镇化阶段)
采集方式	经济实力强,以自建、配建、共享等多方式构建全方位的全息感知体系	采用基础设施配建模式、互联网接入为主,实现数据的初级感知
平台建设	分布式建设城市级智慧交通大脑(大数据平台),以满足全面的、精细化治理需求为主	集中式建设数据资源中心及基础数据支撑平台,以满足基本运营管理需求为主
服务模式	重视精细化管理和出行服务	注重基本交通管理和出行服务

务,中小城市是实现基本交通管理和出行服务,保障城市畅通运行。

5) 技术发展视角:结合技术演进成熟度和行业需求差异,制定技术发展路线图。

精准研判5G、区块链、云计算、数字孪生、自动驾驶、出行即服务(Mobility as a Service, MaaS)及新能源等技术的演进成熟度,避免盲目追求技术热点,始终结合智能交通发展战略需求和战略导向,按照“近期成熟规模推广、远期成熟示范建设”的原则,形成以战略发展瓶颈定向突破为要点的多元化发展路径,制定大型动力装备自主创新 and 高速运载工具保持优势等不同技术的差异化发展路线图,为智能交通发展实现由点及面突破提供可落地实施的方向指引。

3 发展战略

立足中国基本国情,深入探究智能交通发展趋势和战略任务,形成中国未来5~15年的战略导向和推进路径。

1) 推动融合基建发展,打造设施设备升级新体系。

世界新一轮技术革命以数字化为主导,将引发交通设施设备的大调整、大变革。智慧道路、智慧高速公路、智慧枢纽等新型融合基建的建设模式、运营模式、投资模式和大型智能化装备工具的发展路径、发展方向面临不确定性,迫切需要战略指引。一是构建自主化、融合式的智能交通新基建。创新立项审批模式,通过同步规划、同步建设、同步运营,探索更加高效的建设运营模式;以标准规范为抓手,由点及面推动智慧道路、智慧枢纽、智慧高速公路等示范建设。二是构建先进智能、特色自主的交通装备体系。突破超高速列车、大飞机等核心装备技术,提升基础设施的大型建管养装备智能化水平,推动港口、园区、矿山等区域的自动驾驶装备工具应用。

2) 拓展数字治理路径,打造多元交通治理新范式。

中国大城市进入到以核心城市辐射国际国内、带动周边城市发展的新阶段。数字化发展为中国深度参与甚至领导全球数字治理提供了重要舞台,智能交通成为国际国内高效联通、区域城市互联互通的重要载体,因此亟须提升区域和城市交通治理能力。一是推进以大城市为载体的区域交通治理。以“一带一路”倡议为牵引,推进一批国际智

能交通系统工程和以国际枢纽为载体的智慧枢纽建设，推动区域一体化交通赋能平台建设，打通跨区域跨行政数据壁垒。二是构建迭代升级的城市交互式治理体系。探索基于城市信息模型(City Information Model, CIM)的交通数字孪生底座建设，叠加城市空间、政务、交通运行等动静态数据，支撑多源数据可关联、城市活动可推演和交通治理可评估。同时，将大数据支撑重大战略、规划、政策和基建项目评估纳入法定程序，通过大数据技术主动精准识别全量交通个体出行活动链规律，支撑城市级交通供需时空动态综合调控。

3) 创新运营组织模式，打造交通柔性运营新格局。

中国主要大中城市普遍进入到建管并重的新阶段，面对大城市公共汽车补贴持续增加但客运量普遍下降的困境，构建多方式协同的大公共交通体系是关键突破口。面对新业态新模式快速发展，以安全为底线促进新技术进步是未来发展新方向。一是构建精准可靠的大公共交通运营体系。全面整合升级城际铁路、城市轨道交通、公共汽车、城市公共交通枢纽等全方式公共交通资源，以数据驱动公共交通精准供应和协同发展。二是以城市综合客运枢纽为载体推动多方式多业态协同运营。提升城市综合客运枢纽运行智能监测、柔性调度能力，建设多业态融合运营的枢纽型智慧社区。三是建立适应自动驾驶发展的弹性管理体系。创新智能网联汽车立法，构建区域测试互认机制，推广多模式多场景和极端环境测试。四是构建以安全为底线的主动管控体系，实现复杂网络日常运营和应急状态下全业务运营安全。

4) 优化物流运输结构，构建高效安全运输新模式。

与发达国家相比，中国货运量总体保持世界前列，但运输结构不合理、运输成本居高不下严重制约了货运的进一步发展。科技革命为中国发挥后发优势、推动运输模式提质增效提供重大机遇。一是统一信息资源提升多式联运能力。中国海铁联运比例仅为1.8%(美国40%、日本38%)，需建立全国统一货运信息服务平台，夯实基础设施、打通标准壁垒、优化运输与消费衔接。二是推广区块链等技术在物流领域应用。中国物流市场集中度低、运力分散，如零担运输集中度仅为3%(美国75%)，需推进区块链技术在电子提单、货物溯源等方面的应用，加强多式

联运、交通枢纽、物流园区、城市配送等专业化经营平台信息互联互通。

5) 重塑出行服务体系，打造品质完整出行新体验。

十九大报告指出中国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。由于交通系统是公众生产、生活的重要载体，随着人民生活水平的提高和交通网络可达性的改善，交通需求日益旺盛。未来科技将颠覆传统出行模式，催生全程全时、高附加值的综合出行服务。一是自上而下，推动MaaS顶层设计研究。以政府为引导，突破现有行政、数据壁垒，明确MaaS不同发展阶段的重点和任务，推动需求精准识别、一体化路径规划等关键技术研发，探索可持续化的商业运营模式。二是自下而上，由点及面推广MaaS应用。推动城际、城市交通方式整合和信息服务综合一体，以应用场景为导向，推进MaaS+交通枢纽、MaaS+通勤出行、MaaS+休闲娱乐等试点应用。

6) 重视产业融合发展，构建开放聚合交通新生态。

新时期，数字化、智能化、绿色化的科技发展浪潮将倒逼传统产业重新洗牌和转型升级，构建可持续的智能交通发展模式是未来发展的关键性抉择。一是共建开放聚合生态。坚持政府引导、市场主导的发展策略，打通技术与市场的连接通道，逐步完善市场化运作机制，以开放数据、开放平台、开放场景推动构建智能交通可持续的产业生态圈。二是完善制度体系保障。重视基础研究和关键技术科研攻关，完善智能交通科技创新与科技人才培养制度，构建新产品新技术的全过程资金扶持和政策支持体系，为智能交通产业可持续、有序发展提供体制机制保障。

4 重大行动

聚焦中国智能交通发展阶段特征和面临的迫切需求，综合考虑国家一省市一地方多层次全链条政策传导机制，兼顾应用实际，按照重大工程举国推动、基础应用政府统筹、行业示范企业主导的原则，提出“十四五”时期中国智能交通发展四类重大行动。

1) 重点建设类行动：政府主导重点完善标准规范和基础设施建设。

“十四五”时期，政府主导推进交通大数据能力、新型智能化基础设施、智能车路

协同体系三类建设行动，完成数据标准体系、新型基础设施示范及车路协同多模式多场景应用。一是推进交通大数据能力建设。建立全国统一的数据标准体系，推动航空、铁路与城市交通的数据开放共享与融合应用。二是推进新型智能化基础设施建设。完成智慧道路、智慧高速公路、智慧枢纽标准或指引编制，有序推动智能交通融合基础设施建设。三是推进智能车路协同体系建设。推进基于5G网络的车路协同基础设施改造工作，打造城市级5G-V2X应用示范先导区。积极推进大城市高密度区域复杂交通环境下基于车路协同的安全管控与辅助驾驶服务应用，重点在公共交通走廊、条件允许的道路交叉口、封闭园区等区域分别开展智慧公交、智慧交叉口和智慧园区等示范工程。

2) 推动升级类行动：在现有基础上政企协同推进赋能能力全面提升。

“十四五”时期，政企协同推动交通治理精细化、基础设施数字化两类升级行动，推进城市交通大数据平台、交通数字孪生平台、基础设施全生命周期管理平台等升级应用。一是推动交通治理精细化升级。推动区域、城市、片区精细化治理，完成不同规模城市级交通大数据平台、城市交通一体化智慧管控平台和交通数字孪生平台示范建设。二是推动基础设施数字化升级。深化建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)、北斗高精度定位等技术在重大基础设施项目中的应用；推进人工智能、北斗高精度定位等技术在高危边坡、重大桥梁、高速公路路面病害识别和维修保养方面的综合应用，推动建设基础设施全生命周期管理平台。

3) 鼓励示范类行动：政府引导、企业主导合理有序推动新业态和新模式示范。

“十四五”时期，政企合作鼓励智慧交通运营组织、智慧出行、智慧运输示范建设，着力推动大公共交通体系、一体化出行服务平台、智慧机场、智慧港口等示范运营。一是鼓励智慧交通运营组织示范。推进城市级智慧信号管控平台、新型精准公共交通管理服务体系、智慧地铁示范建设，实现基于精准客流预测的协同组织和灵活调度。二是鼓励智慧出行示范。从上而下政府主导、从下而上企业主导推动区域和城市层面MaaS服务示范，实现区域出行信息互通、票务互联和服务集成，建成区域级MaaS一体化出行服务平台。三是鼓励智慧运输示

范。鼓励各城市积极推进智慧机场、智慧港口示范建设，以“一带一路”为纽带，至“十四五”期末打造一批全球领先的智慧机场和智慧港口。

4) 创新应用类行动：企业主导推动新领域和新技术的创新应用。

“十四五”时期，企业主导创新自动驾驶应用和智能装备工具应用，推动自动驾驶多模式多场景测试和商业化运营，实现高铁、飞机等大型装备工具关键技术的自主化创新应用。一是自动驾驶创新应用。完善自动驾驶汽车测试、准入、运营、监管和事故处置等法律法规，开展自动驾驶多模式多场景示范，建设安全监管平台，强化运营监管。二是智能装备工具创新应用。大力推进超高速轨道交通、重型直升机、智能船舶、大型建管养工具等装备自主创新。

5 结语

经过二十多年的发展，中国智能交通进入到发展的快车道，未来十年是中国现代化建设的关键阶段，也是智能交通发展的关键窗口期。通过系统性梳理中国智能交通发展形势和趋势，明确智能交通发展的宏观思路，前瞻性提出未来中国智能交通发展战略导向和重大行动，为国家“十四五”时期智能交通发展的战略路径和政策制定提供重要支撑。今后一个时期，立足中国国情，以新技术应用为手段，构建具有中国特色的新一代智能交通系统，将是中国智能交通发展的重要方向，对建设交通强国具有重要意义。

参考文献：

References:

- [1] Sharon C E, Stephanie F, Suzanne S, et al. Intelligent transportation systems (ITS) joint program office: strategic plan 2020-2025: FHWA-JPO-18-746[R]. USA: Department of Transportation, 2020.
- [2] European Commission. Sustainable & smart mobility strategy: SWD(2020) 331 final[R]. European: European Commission, 2020.
- [3] Highway Industry Development Organization. ITS handbook: version 2019[R]. Japan: HIDO, 2019.

(下转第59页)