

智能交通系统的信息技术

康 静

四川数智慧通规划设计咨询有限公司 四川 成都 610000

摘要：智能交通系统（ITS）以信息技术为核心，通过融合物联网、大数据、云计算、人工智能及通信技术，构建“感知-传输-决策-服务”一体化智慧交通生态。其技术体系涵盖多源数据采集（如传感器、摄像头、IoT设备）、5G/C-V2X高速通信、AI算法分析与决策，以及智能信号控制、自动驾驶协同等应用层技术。该系统可提升交通效率、减少拥堵、降低事故率，并推动新能源与智慧城市发展，是未来交通现代化转型的关键方向。

关键词：智能交通系统；信息技术；挑战与对策

引言：随着城市化进程加速与交通需求激增，传统交通系统面临效率低下、事故频发、污染严重等挑战。智能交通系统（ITS）作为信息技术与交通工程深度融合的产物，通过物联网、大数据、人工智能及5G通信等核心技术，实现对交通流的实时感知、动态分析与智能调控。其不仅可优化交通资源配置、提升出行效率，还能推动自动驾驶与车路协同发展，为构建安全、绿色、高效的现代交通体系提供关键支撑。本文将系统探讨ITS的核心信息技术及其应用挑战与发展路径。

1 智能交通系统概述

1.1 定义与内涵

(1) ITS的概念界定：智能交通系统（ITS）是融合交通工程、信息技术、人工智能、通信技术、控制工程等多学科的综合系统，通过对交通数据的实时采集、传输、处理与应用，实现交通流优化、出行效率提升与安全保障，核心是用技术打破传统交通的信息孤岛，构建“感知-传输-决策-服务”一体化的智慧交通生态。(2) 系统组成：感知层、传输层、处理层、应用层。感知层以传感器、摄像头、IoT设备为核心，负责采集车辆位置、交通流量、路况等数据；传输层依托5G/C-V2X、卫星导航等技术，实现数据高速低时延传输；处理层通过大数据平台、AI算法对数据进行分析与决策；应用层则将处理结果落地于交通管理、出行服务等场景，形成完整技术闭环。

1.2 发展历程与现状

(1) 国际ITS发展阶段：欧美、日本起步早，20世纪80年代，美国启动“智能车辆高速公路系统”计划，90年代欧洲推出“尤里卡”交通项目；如今，美国聚焦自动驾驶测试与车路协同，日本已实现城市交通信号智能联动，德国在高速公路自动驾驶试点中形成成熟技术方案，整体进入“智能化协同”阶段。(2) 我国ITS建设

进展与政策支持：我国2000年后加速布局，目前已建成全国高速公路ETC联网、城市智能信号系统等基础设施；政策层面，“十四五”规划明确推动ITS与5G、北斗融合，多地出台自动驾驶测试管理办法，北京、上海等地已开放高快速路自动驾驶试点，建设进度跻身国际前列。

1.3 典型应用场景

(1) 智能交通管理：通过AI算法动态调整红绿灯配时，如深圳“智慧交通信号系统”可根据车流变化实时优化，使主干道通行效率提升15%；同时，结合实时路况数据推送拥堵预警，引导车辆绕行。(2) 智慧出行服务：高德、百度导航依托实时交通数据提供最优路线，共享单车/网约车平台通过大数据调度车辆，减少供需失衡，如滴滴的“智慧调度系统”可缩短乘客等待时间约20%。(3) 车路协同与自动驾驶：国内多地试点V2X车路协同，车辆可接收路侧设备推送的路况信息，提前规避风险；自动驾驶出租车已在深圳、重庆等城市商业化运营，实现“招手即停”的智慧出行体验。(4) 智慧物流与供应链优化：物流平台通过ITS实时追踪货车位置、规划运输路线，如京东物流的“智能路径规划系统”可降低运输成本10%，同时实现货物实时溯源，提升供应链效率。

2 智能交通系统的核心技术信息技术

2.1 数据感知与采集技术

(1) 传感器技术：雷达技术中，毫米波雷达可穿透雨雾等恶劣天气，精准检测车辆速度与距离，广泛用于车辆防撞预警；高清摄像头能捕捉路况细节，识别车牌、交通标识及行人行为，支撑违章监测与交通流统计；激光雷达凭借超高分辨率，可构建三维路况模型，为自动驾驶提供厘米级环境感知数据，是L4及以上级别自动驾驶的核心感知设备。(2) 物联网（IoT）设备部署与边缘计算：在道路沿线、停车场、车辆终端部署

IoT设备，如智能车位检测器、车载传感器等，实时采集车位占用、车辆能耗等数据；边缘计算技术将数据处理任务下沉至设备终端或就近边缘节点，减少数据传输时延，例如在高速公路场景中，边缘节点可快速处理车辆感知数据，及时反馈危险预警信息，避免因云端传输延迟导致的安全风险^[1]。（3）多源数据融合与预处理方法：通过数据对齐、去重、降噪等预处理手段，整合传感器、IoT设备、交通管理平台等多源数据，消除数据冗余与误差；采用卡尔曼滤波、贝叶斯估计等融合算法，结合不同设备的感知优势，提升数据准确性，例如将摄像头的图像数据与雷达的距离数据融合，可更精准判断车辆位置与行驶状态，降低单一设备感知偏差带来的影响。

2.2 通信与网络技术

（1）专用短程通信（DSRC）与C-V2X技术：DSRC技术支持车辆与车辆（V2V）、车辆与基础设施（V2I）之间的短距离高频通信，传输速率快，适用于路口碰撞预警、闯红灯提醒等场景；C-V2X技术在DSRC基础上拓展了与云端（V2C）、行人（V2P）的通信能力，覆盖范围更广且兼容性更强，目前已在多个城市的车路协同试点中应用，助力实现“车路云一体化”通信。（2）5G/6G在ITS中的应用：5G技术的毫秒级时延与千兆级带宽，可满足自动驾驶车辆实时传输高清路况数据、远程控制指令的需求，同时支撑交通管理平台大规模连接IoT设备；6G技术进一步提升通信速率与覆盖范围，引入空天地一体化通信，可解决偏远地区交通通信盲区问题，为跨区域智能交通协同提供技术支撑。（3）卫星导航与定位技术：GPS技术广泛用于车辆导航、物流运输定位，但在高楼密集区、隧道等场景易出现信号遮挡；北斗导航系统具备高精度定位能力，定位精度可达米级甚至厘米级，且支持短报文通信，在恶劣天气或通信中断时，可实现车辆位置上报与应急信息传输，提升交通出行安全性^[2]。

2.3 数据处理与分析技术

（1）大数据存储与管理：智能交通系统每日产生海量数据，分布式数据库通过多节点存储与并行计算，可高效管理交通流、车辆轨迹等数据，确保数据存储安全与访问高效；云平台如阿里云、华为云，为数据提供弹性存储资源，支持多部门、多场景的数据共享与协同分析，例如交通管理部门可通过云平台调取不同区域的交通数据，实现跨区域交通调度。（2）人工智能与机器学习算法：基于机器学习的交通预测算法，通过分析历史交通数据，可精准预测未来1-2小时内的路况拥堵情况，为用户提供避堵路线推荐；深度学习算法可对车辆行驶

行为、行人过马路行为进行分析，识别危险驾驶、闯红灯等行为，及时发出预警；强化学习算法用于优化交通信号控制，根据实时交通流动态调整信号时长^[3]。（3）数字孪生与仿真建模技术：构建城市交通数字孪生系统，将道路、车辆、交通设施等物理实体映射到虚拟空间，通过仿真建模模拟不同交通场景，如极端天气、大型活动期间的交通运行情况，为交通管理方案制定提供测试依据；例如在城市道路改造前，可通过数字孪生系统仿真改造后的交通流量变化，优化改造方案，减少施工对交通的影响。

2.4 决策与控制技术

（1）智能交通信号优化算法：传统固定配时信号无法适应动态交通流，智能信号优化算法结合实时交通数据与预测结果，采用自适应控制策略，动态调整红绿灯配时，例如“绿波带”控制算法，可使车辆在主干道上连续通过多个路口时遇到绿灯，提升通行效率；在拥堵路段，算法可优先放行公交车辆，保障公共交通通行效率。（2）自动驾驶决策系统：自动驾驶决策系统分为感知、规划、控制三个环节，感知环节通过传感器获取环境信息，规划环节根据目的地与路况，制定最优行驶路线与车速规划，如避开障碍物、选择车道；控制环节通过控制车辆油门、刹车、转向系统，实现车辆平稳行驶，同时具备应急处理能力，在突发危险时可快速做出刹车、避让等决策^[4]。（3）应急管理与协同调度机制：建立交通应急管理平台，整合交警、消防、医疗等部门资源，当发生交通事故、道路坍塌等突发事件时，平台可快速获取事件位置与现场信息，通过协同调度机制，调度救援车辆优先通行，同时发布交通管制信息，引导社会车辆绕行；例如在高速公路交通事故中，平台可联动收费站关闭相关车道，调度拖车快速清理现场，缩短交通拥堵时间。

3 智能交通系统发展中的挑战与对策分析

3.1 技术挑战

（1）数据安全与隐私保护问题：智能交通系统运行中需持续采集车辆轨迹、用户出行频次、目的地等海量数据，这些数据兼具敏感性与重要性。一旦遭遇黑客攻击，可能导致车载控制系统被入侵，出现车辆失控、行驶路线被篡改等安全风险；若数据违规泄露，用户出行隐私可能被不法分子利用，如通过分析出行规律实施精准诈骗，或用于商业营销骚扰，严重侵犯用户合法权益。（2）异构系统互联互通标准缺失：当前智能交通领域设备与系统供应商众多，不同厂商的传感器、通信模块、管理平台采用差异化技术体系。例如，甲厂商的交

通流量监测设备数据格式与乙厂商的交通信号控制系统不兼容，导致监测数据无法直接用于信号配时优化；部分城市的智慧停车系统与导航平台数据不通，用户难以通过导航实时获取车位信息，造成资源浪费与用户体验不佳，制约整体交通效率提升。（3）高精度地图与定位技术瓶颈：自动驾驶需依赖厘米级精度的地图与定位，而当前高精度地图制作成本高昂，每公里成本可达数千元，且城市道路施工、新建建筑等会导致地图快速失效，更新周期难以满足实时需求。在高楼密集的“城市峡谷”或隧道、地下停车场等场景，卫星信号被遮挡，定位精度骤降，甚至出现定位漂移，影响自动驾驶车辆判断，增加安全隐患。

3.2 管理挑战

（1）跨部门协同机制不完善：智能交通涉及交通、公安、城管、通信、应急等多部门，各部门数据资源与管理权责独立。例如，交通部门掌握道路规划与公交调度数据，公安部门拥有交通违法与事故数据，二者未建立常态化共享机制，事故发生后需人工对接调取数据，延误救援与拥堵疏导效率；城管部门的道路养护信息未及时同步至导航平台，导致车辆误入施工路段，加剧交通拥堵。（2）公众接受度与伦理争议：部分公众对智能交通技术存疑，尤其是自动驾驶，担心系统故障引发事故，不愿放弃人工驾驶主导权，调研显示仅30%的用户愿意完全信任L4级自动驾驶车辆。同时，伦理争议突出，若自动驾驶车辆面临“撞向行人”或“牺牲车内人员”的两难选择，系统决策缺乏统一伦理标准；事故责任认定也无明确法规，一旦发生事故，车企、软件开发商、车主间责任划分困难，纠纷难以解决。

3.3 发展对策

（1）加强核心技术自主研发：针对核心技术“卡脖子”问题，加大研发投入，突破车载高算力芯片、智能交通专用操作系统等关键技术。例如，国内企业可借鉴华为昇腾芯片的研发经验，开发适配智能交通场景的低功耗、高可靠性芯片，降低对国外芯片的依赖；研发自主可控的交通操作系统，构建安全防护体系，抵御外部

网络攻击，保障系统稳定运行^[5]。（2）完善法律法规与标准体系：加快出台《智能交通数据安全管理条例》，明确数据采集、存储、使用的边界，对违规泄露数据行为处以高额罚款；制定异构系统互联互通国家标准，统一设备接口、数据格式与通信协议，实现不同系统无缝对接。同时，修订《道路交通安全法》，增设自动驾驶责任认定条款，明确车企、开发商、用户的责任划分，化解伦理争议。（3）推动产学研用深度融合：搭建政府引导、企业主导、高校与科研机构参与的协同创新平台。例如，政府设立智能交通专项基金，支持高校研发高精度定位算法，企业将算法转化为车载定位产品，再由政府推动产品在公交、出租车等公共交通领域试点应用，通过实际场景验证优化技术，形成“研发-转化-应用-迭代”的闭环，加速技术落地。

结束语

智能交通系统作为信息技术驱动的交通变革引擎，正深刻重塑现代出行与物流模式。其通过多源数据融合、AI算法优化与车路协同通信，显著提升了交通效率与安全性，并助力碳中和目标实现。然而，数据安全、标准统一与公众接受度等挑战仍待突破。未来，需持续加强核心技术攻关、完善法规标准体系，并深化产学研协同创新，以推动智能交通系统向全场景自主化、全要素数字化演进，最终构建人-车-路-云深度融合的智慧交通新生态。

参考文献

- [1]王伟.电子信息技术在交通管理中的应用研究[J].交通科技,2022,11(03):33-40.
- [2]刘婷婷.信息技术在智能交通系统中的基础应用研究[J].信息技术与信息化,2019,31(12):94-96.
- [3]李娜.信息技术在智能交通系统中的应用研究[J].电子技术与软件工程,2023,(01):25-27.
- [4]王艳.信息技术助力解决交通拥堵问题[J].科技与创新,2022,35(07):38-40.
- [5]张丽丽.信息技术在提升交通安全与舒适度方面的作用[J].交通与运输,2021,37(06):56-58.