

智能交通系统在道路、机场与桥隧工程中的应用与前景展望

姜 东

青岛国际机场集团有限公司 山东 青岛 266300

摘 要：交通工程建设场景多元、运行工况复杂，传统管控模式难以适配现代化交通体系的提质发展需求。依托智能化技术赋能，可有效补齐传统运维与管理模式的短板。本文结合道路、机场、桥隧三类主流交通工程场景，系统梳理智能交通系统的落地应用形式与完整技术架构，剖析系统应用过程中存在的场景适配不足、软硬件协同薄弱、数据共享受阻、运维体系不完善等现实问题，结合行业发展梳理多元融合、技术迭代、数据互通与智能运维的优化方向，为现代交通工程智能化升级提供科学参考。

关键词：智能交通系统；交通工程；场景应用；技术体系；运维管理

引言：现代化综合交通体系涵盖道路、机场、桥隧等多重工程载体，各类场景运行特征差异显著，通行管控与设施运维难度持续提升。传统人工管控方式存在监测盲区、响应滞后、管理粗放等诸多问题，难以适配高精度、常态化、动态化的现代化管理要求。智能交通系统依托传感采集、数据传输、智能分析、风险预警等多元技术，可适配不同交通工程的差异化运行场景，重构交通工程管控模式。推进智能交通技术落地普及，能够持续提升交通工程运行的安全性与规范性，推动交通行业向智能化、精细化方向转型。

1 智能交通系统在各类交通工程中的应用场景

1.1 智能交通系统在道路工程中的场景应用

现代道路工程包含城市主干道路、城郊公路、城际通道等多种通行载体，车流构成繁杂，不同时段路段的通行状态存在明显差异，传统人工管控模式难以适配日益复杂的动态化运维需求。智能交通系统可通过感知设备实时采集路面通行状况、车流分布密度及道路设施运行数据，精准捕捉运行中的细微变化，经系统后台数据运算梳理车流变化规律，采取调整信号灯时长、可变车道等手段灵活调配通行资源，规整各路段通行秩序。针对路面破损、设施老化等不易察觉的问题，依靠智能监测模块的常态化筛查，及时发现异常^[1]，开展针对性维护，减少封路维修降低通行效率的情况。通过覆盖全线路段的精细化动态感知，消除人工监测盲区，让道路运行状态始终处于可控可查状态。系统根据实时车流变化主动调整管控策略，弱化高峰时段通行压力。

1.2 智能交通系统在机场工程中的场景应用

机场工程属于综合性交通枢纽，内部存在航空器滑行、车辆行驶、人员集中集散等多重运行场景。行驶路线冲突等待不仅徒增油耗等机场运营成本，还会影响航班运行保障效率，各类交通要素交织重叠，管控难度远超常规交通工程项目。智能交通系统能够对机场飞行区进行精细化单元划分，结合机坪标志标识、运行规则、目的地等，规划航空器、车辆及作业人员的最优行进路线，梳理清晰顺畅的场内交通脉络。系统实时对接机场基础设施运行状态，掌握跑道、滑行道及配套设施状态，提前排查各类设施潜在运行隐患。可依据不同功能分区细化独立监测单元，针对机位、跑滑道、服务车道等实施差异化监测管理，适配机场多维度、高强度的运行特点。针对航站楼、停车场、出租、网约车候车点等进出场道路，打通机场与外部城市交通数据交互渠道，结合航班时刻灵活调整地面交通运转模式。

1.3 智能交通系统在桥隧工程中的场景应用

桥梁与隧道工程通行空间受限、整体封闭性较强，结构运行工况特殊，通行环境更易滋生各类安全隐患，传统人工管控手段存在明显的滞后短板。智能交通系统依靠高精度传感装置，不间断采集桥隧结构形变、应力数值以及周边环境数据，精准捕捉结构运行过程中的细微异常波动。系统智能识别模块可精准辨别车辆滞留、超速行驶、违规变道等危险通行行为，并触发对应的管控干预举措。可适配桥隧长期封闭、光线变化大、空气流通缓慢的特殊工况，全天候盯防结构微变与通行异常，填补人工间断巡检的管控空白。根据隧道内部通风

效率、照明亮度、能见度等环境参数，自主调控配套设备运行状态，适配不同情况下的通行环境标准。

2 智能交通系统适配交通工程的技术体系构成

2.1 信息感知采集技术应用体系

信息感知采集是智能交通系统运行的前置基础，负责捕捉交通工程现场的各类原始运行信息。依托多元化前端传感设备、图像采集设备及探测装置，覆盖道路、机场、桥隧等不同交通场景的运行监测需求。设备可独立完成车流信息、人员流动、设施结构参数、场地环境指标的全方位采集，突破人工监测存在的视野局限与时效滞后问题。技术体系可适配露天、封闭、高负荷运行等复杂工况，对交通运行中的动态变化数据进行持续捕捉^[2]。细分不同工程场景的采集维度，针对场景特性调整采集精度与采集频率，为后续技术模块运转提供真实、有效的原始数据支撑。

2.2 数据传输与交互技术应用体系

数据传输与交互技术承担智能交通系统数据流转的核心职能，搭建前端采集设备与后台处理终端之间的信息通道。依托稳定的网络传输架构，远距离输送各类感知设备采集的海量数据，规避数据积压、丢失、错乱等问题。针对机场、桥隧等信号环境复杂的特殊场景。技术体系可优化传输链路，适配不同场地的信号传输条件。搭建多终端数据交互通道，打通不同设备、不同监测模块之间的信息壁垒，实现各类交通数据的互通流转。统一数据传输规范与输出标准，保障各类数据能够稳定输送至后台处理终端。

2.3 智能分析与调度技术应用体系

智能分析与调度技术是实现交通工程智能化管控的核心载体，主要对传输汇总的各类交通数据进行深度梳理与研判。依托后台运算架构，拆解繁杂的交通数据信息，梳理交通运行的动态规律与运行特征，结合道路通行压力、机场枢纽流转效率、桥隧运行状态等不同场景需求，开展针对性数据研判工作。依托数据分析结果匹配对应的管控方案，科学调配通行资源与运维力量。根据现场实时运行状态动态调整管控策略，完成交通资源的科学化分配与统筹调度。

2.4 智能预警与管控技术应用体系

智能预警与管控技术聚焦交通工程的风险防控与现场管控，是保障交通系统安全稳定运行的关键环节。依托预设的行业管控标准，对比分析实时运行数据，精准识别交通运行中的异常状态与潜在隐患。针对车流拥堵、设施异常、违规通行、环境超标等各类问题划分不

同的风险等级，触发对应的预警机制。联动现场管控设备启动干预操作，约束各类不规范通行行为，整改现场潜在安全隐患。搭建全时段风险防控模式，持续强化各类交通工程现场动态管控能力。

3 智能交通系统在交通工程应用中的现存瓶颈

3.1 多场景适配融合程度不足

道路、机场、桥隧三类交通工程的运行属性、环境条件、管控需求存在明显差异，场景运行逻辑具备较强独立性。现有智能交通系统设计模式偏向通用化架构，针对单一场景的专项优化力度不足，难以适配不同工程的差异化运行需求。系统功能模块大多针对常规通行场景开发，面对机场枢纽高密度人流车流、桥隧封闭受限空间、复杂路况道路通行等特殊场景，存在功能适配不到位问题^[3]。各场景智能管控模块独立运行，缺乏有效联动机制，难以形成统一的管控整体。

3.2 软硬件设备协同适配性较弱

智能交通系统的落地运行依赖硬件设备与软件程序深度配合，设备协同质量直接影响整体管控效能。现阶段感知、传输、管控类硬件设备品类繁杂，设备生产标准、运行参数不统一。配套软件系统的运算逻辑、控制端口与各类硬件设备适配度偏低，部分硬件采集的数据无法被软件系统有效识别与解析。硬件老化、软件迭代不及时问题普遍存在，新旧设备与程序混用进一步拉低协同效率。

3.3 多源数据融合共享存在壁垒

交通工程运行过程中会产生结构监测、环境监测、通行流量、设备运行等多类型数据，数据来源分散、格式各异。不同监测模块、管控系统存储的数据相互独立，数据传输端口与存储格式不统一，造成大量有效数据孤立留存。数据处理方式较为单一，缺乏成熟的整合、筛选、归类处理机制，原始数据无法转化为有效的管控参考依据。各管理单元之间数据互通渠道闭塞，信息流转不畅制约整体管控工作的推进效率。

3.4 场景化智能运维体系不完善

智能交通系统长期处于连续运行状态，设备损耗、程序故障、参数偏移问题会随运行时间不断累积。目前行业内通用的运维模式较为粗放，多以故障被动处置为主，缺少针对不同交通场景的预防性运维机制。运维工作缺乏细化的场景标准，针对机场、桥隧、道路的差异化运维流程划分不够清晰，运维作业针对性不足。运维人员大多依托传统经验作业，对智能化设备与系统的精细化运维能力有所欠缺。

4 智能交通系统在交通工程领域的发展前景

4.1 多场景一体化融合发展方向

现代综合交通体系由道路、机场、桥隧等多个独立工程单元共同组成，各场景长期处于分散管控的运行模式，整体联动性较弱。交通行业不断向集约化、一体化方向推进，单一场景的智能化管控模式已难以适配综合交通的发展节奏。未来智能交通建设会打破各工程场景的独立运行边界，统筹不同交通载体的运行特点与管控需求，构建能够兼容多元场景的统一管控架构。针对机场枢纽集散通行、桥隧密闭通行、城市道路长线通行的差异化特征，嵌入专属功能模块，弱化场景之间的管割裂问题^[4]。依托跨场景联动机制统筹各类资源，重塑综合交通运行管控格局。通过搭建全域统一的管控平台，打通各类场景运行壁垒，实现多场景协同管控。依托专属功能模块适配差异化场景需求，兼顾管控统一性与场景针对性，提升综合管控能力。

4.2 软硬件智能化迭代升级方向

智能交通系统的运行质量依托软硬件设备的适配能力与运行性能，技术迭代能够持续激活交通工程管控的升级潜力。当前市面应用的智能设备与配套程序仍存在适配局限、老旧设备性能短板、软件功能单一等问题。各类传感设备、采集终端会朝着高精度、低损耗、强适配的方向持续更新，适配复杂场地与极端环境的长期运行需求。后台软件程序会依托前沿技术持续优化运算逻辑，拓展数据处理、风险研判、智能干预的功能边界。更新软硬件配套体系架构，筑牢智能交通长效运行的技术底座。新型智能硬件可适配高温、高湿、密闭等复杂工况，大幅降低故障率。软件系统可依托人工智能大模型智能算法持续优化研判与调度能力，不断拓展智能化管控的覆盖范围与精细度。

4.3 全域数据互联互通发展方向

数据是智能交通系统开展研判、调度、管控的核心支撑，零散、孤立的数据资源难以发挥智能化管控的真正潜力。现阶段各类监测数据分类杂乱、标准不一，不同终端、不同模块产生的数据无法实现有效流转与整合。行业发展会逐步统一各类交通数据的采集口径、存储格式与传输标准，搭建覆盖全场景的交通数据资源池。对通行数据、结构监测数据、环境数据、设备运行数据进行分类整合与深度挖掘，提炼适配不同工程场景的管控参考规律。打通各部门、各模块的数据壁垒，

实现交通数据资源的高效复用。统一化的数据标准可彻底解决格式混乱无法互通的问题，实现全域数据集中管理。深度挖掘整合后的海量数据，能够为交通调度、隐患排查、运维规划提供精准的数据支撑。

4.4 常态化智能运维体系发展方向

智能交通设备与系统长期高频运转，结构损耗、参数偏移、程序故障都会逐步积累，对常态化运维工作提出更高要求。传统故障后置处置模式无法适配智能化的管护需求，难以提前规避各类运行隐患。运维模式会彻底摆脱经验化、被动化的作业方式，建立依托数据预判的预防性运维机制。结合道路、机场、桥隧设备运行环境与损耗规律，制定差异化、场景化的运维作业标准与检修周期。依托智能监测数据判别设备运行状态，精准定位故障点位与性能短板，提升运维作业的针对性与高效性，以精细化运维模式保障智能交通系统持续稳定运转。依托实时监测数据预判设备性能衰减趋势，提前开展检修养护，从源头减少故障停机问题^[5]。标准化、差异化的运维规范，可全面提升各类智能设备与系统的长效运行稳定性。

结束语

智能交通系统的深度融入，为各类交通工程的精细化管控提供全新技术支撑，有效弥补传统管理模式的各种短板。不同交通场景的差异化应用模式与成熟技术体系，构成现代交通智能化管理的核心支撑。现存场景融合不足、设备协同薄弱、数据壁垒突出、运维体系不完善等问题，仍会制约智能交通技术的落地成效。持续推进多场景融合、软硬件迭代、数据互通与智能运维体系建设，能够持续优化交通工程管控模式，夯实综合交通体系高质量发展的技术根基。

参考文献

- [1] 孙国良. 智能交通系统在道路、机场与桥隧工程中的应用与前景展望 [J]. 运输经理世界, 2024(31):58-60.
- [2] 曹峻涛, 赵亚娟. 智能交通系统在道路、机场与桥隧工程中的应用 [J]. 越野世界, 2025, 20(12):85-87.
- [3] 朱瑞辛, 李源, 魏连浩. 机场道路与桥隧工程中的智能化施工技术研究 [J]. 建筑与装饰, 2025(13):130-132.
- [4] 徐旭, 王立鹏, 李敬文. 道路、机场与桥隧工程的环保与节能技术应用 [J]. 越野世界, 2026, 21(3):51-53.
- [5] 管爱民. 道路、机场与桥隧工程新型功能材料的应用现状及发展路径探析 [J]. 越野世界, 2026, 21(2):116-118.