

智能化技术在市政公路建设中的应用及前景分析

罗宏焱

泸县综合行政执法局 四川 泸州 646000

摘要：市政公路是城市基础设施的核心，其建设质量与运维效能直接影响城市运转。本文概述了市政公路建设与智能化技术的核心内涵及特征，梳理BIM、IoT、大数据等核心智能化技术，分析其在规划设计、施工、运维全建设周期的实际应用，探讨智能化技术的应用前景。研究表明，智能化技术可有效适配市政公路建设需求，未来将实现技术深度融合、场景拓展及行业规模化应用，为市政公路建设高质量发展提供支撑。

关键词：智能化技术；市政公路建设；全建设周期；应用；前景分析

引言：随着城市化进程加快，传统市政公路建设模式面临效率低、管控难等瓶颈，难以满足城市高质量发展需求。智能化技术的快速迭代为市政公路建设转型提供了新路径。作为城市基础设施建设的重要组成部分，市政公路的规划、施工与运维亟需智能化技术赋能。基于此，本文系统分析智能化技术在市政公路建设中的核心应用，展望其发展前景，为同类地区市政公路智能化建设提供参考与借鉴。

1 市政公路建设中与智能化技术概述

1.1 市政公路建设的内涵与特点

市政公路建设是城市基础设施建设的核心组成部分，内涵涵盖城市道路、桥梁、隧道、排水配套及附属设施的规划、设计、施工与运维全流程，是保障城市正常运转、衔接城市功能分区、便利市民出行的重要载体。其核心特点兼具公益性与复杂性：公益性体现在服务于全体市民，注重通行效率与公共安全，不以盈利为主要目的；复杂性则源于建设场景多元，需适配城市既有建筑、地下管线等设施，施工空间受限且对周边交通、居民生活影响较大。同时，市政公路建设具有长效性，需兼顾短期建设质量与长期运维便捷性，对工程耐久性、安全性和经济性有着较高要求。

1.2 智能化技术的定义与核心特征

智能化技术是依托计算机技术、物联网、大数据、人工智能等前沿技术，实现数据自动采集、分析、决策与执行的综合性技术体系，在市政公路建设领域，特指适配工程全流程、提升建设与运维效能的各类智能技术的统称。其核心特征突出三点：（1）数据驱动，通过各类传感器、智能设备实现工程数据实时采集，为决策提供精准支撑；（2）协同联动，可实现规划、设计、施工、运维各环节的数据互通，打破信息壁垒；（3）智能决策，借助算法模型对工程数据进行分析，自动识别问

题、优化方案，减少人工干预，提升工作效率与决策科学性，契合市政公路建设高质量、高效能发展的需求^[1]。

2 市政公路建设中应用的核心智能化技术

2.1 BIM技术（建筑信息模型）

BIM技术是市政公路建设中应用最广泛的智能化技术之一，以三维数字化模型为核心，整合公路工程的几何信息、材料信息、工序信息等各类数据。其核心是构建全生命周期的数字化模型，可涵盖道路、桥梁、地下管线等所有构件，实现工程信息的可视化呈现，模型可根据施工进度实时更新，适配规划、设计、施工各环节的实际需求，无需复杂的人工绘图与信息整合。

2.2 IoT物联网技术

IoT物联网技术主要依托各类智能传感器、无线传输模块，构建覆盖建设现场及公路设施的感知网络。在市政公路建设中，常用的传感器包括路面沉降传感器、结构应力传感器、环境监测传感器等，可部署在施工区域、桥梁桩基、路面结构等关键位置，实现数据的实时采集与无线传输，无需人工现场值守记录，保障数据收集的及时性与准确性。该技术可实现施工与运维阶段的数据实时同步，为后续工序开展提供精准的数据支撑，适配市政公路多场景、多节点的监测需求。

2.3 大数据与人工智能技术

大数据技术主要用于处理市政公路建设全流程产生的海量数据，包括勘察数据、施工数据、监测数据等，通过数据清洗、分类、分析，挖掘数据背后的关联规律。人工智能技术则依托算法模型，实现数据的自动分析与判断，常用的有图像识别算法、预测分析算法，可适配施工质量检测、设施隐患识别等实际场景，无需人工逐一对数据进行分析筛选。二者协同应用，可快速处理工程全流程海量数据，精准提取有效信息，大幅减少人工干预，适配市政公路建设高效化、精准化的发展

需求。

2.4 智能监测技术

智能监测技术是市政公路建设中保障工程质量与安全的核心技术，分为施工阶段监测与设施健康监测两类。施工阶段主要采用测量机器人、激光扫描、无人机巡检等设备，实现对施工放线、结构尺寸、沉降变形的精准监测；设施健康监测则通过固定传感器与移动监测设备结合，对桥梁、隧道、路面等核心设施进行常态化监测，适配市政公路长期运维的实际需求。

2.5 智能施工装备技术

智能施工装备技术聚焦市政公路施工环节的自动化与智能化，常用设备包括智能摊铺机、智能压路机、无人运输车等。此类装备搭载定位系统、传感器与自动控制系统，可实现施工工序的自动化操作，如摊铺机的自动找平、压路机的智能碾压，减少人工操作误差，适配市政公路施工中路面铺设、路基压实等核心工序的实际场景，提升施工的标准化水平^[2]。

3 智能化技术在市政公路全建设周期的应用

3.1 在市政公路规划设计阶段的应用

市政公路规划设计阶段的应用主要聚焦于提升设计精度、适配现场实际，减少设计与施工的脱节，核心围绕数据采集、方案推演与设计优化展开，具体如下：

(1) 大数据与GIS技术的场地勘察应用。规划前期，依托大数据技术整合城市地形地貌、地质条件、地下管线分布、交通流量、人口密度等各类基础数据，无需人工逐区域勘察统计，可快速梳理出场地核心限制条件与建设适配性。搭配GIS地理信息系统，将各类数据可视化呈现，精准标注地下管线、既有建筑的位置与埋深，明确规划路线的避让区域，避免后期施工中出现管线破损、建筑拆迁等问题，适配城市核心区、老旧城区等复杂场地的规划需求。(2) BIM技术的规划方案推演与设计应用。规划阶段，利用BIM技术构建市政公路三维数字化模型，将道路线形、桥梁结构、排水设施等规划要素融入模型，可直观呈现规划方案的整体效果。设计阶段，采用BIM正向设计模式，替代传统二维绘图，设计师可在三维模型中完成道路断面、交叉口、附属设施的细节设计，同时实现多专业协同设计，道路、排水、照明、交通信号等专业可在同一模型中同步作业，减少专业间的设计冲突。(3) 参数化设计与碰撞检测技术的实际应用。针对市政公路中交叉口、桥梁衔接等复杂节点，采用参数化设计技术，预设设计参数，可快速生成多种设计方案，适配不同场地条件的需求。同时，利用BIM模型的碰撞检测功能，自动识别设计中的不合理之处，

比如管线与道路结构的碰撞、桥梁桩基与地下管线的冲突等，提前完成设计纠错，无需等到施工阶段再进行整改，贴合实际设计工作流程^[3]。

3.2 在市政公路施工阶段的应用

施工阶段智能化技术的应用聚焦于施工过程的精准控制、数据采集与现场管控，具体应用如下：(1) 施工测量与放线的智能化应用。摒弃传统人工测量方式，采用测量机器人、激光扫描仪等智能设备，实现施工放线、高程控制、结构尺寸测量的自动化操作。测量机器人可精准定位道路中线、路基边线，实时反馈测量数据，无需人工反复校对；激光扫描仪可快速扫描施工区域，生成三维点云模型，对比设计模型，精准把控路基、路面的施工尺寸，适配路基开挖、路面铺设等核心工序。(2) 施工过程的智能化监测应用。在施工关键部位部署IoT物联网传感器，包括路基沉降传感器、桥梁桩基应力传感器、混凝土养护传感器等，实时采集施工过程中的各项数据，通过无线传输模块同步至后台系统，无需人工现场值守记录。比如在桥梁桩基施工中，传感器可实时监测桩基浇筑的密实度、应力变化；在路基施工中，监测路基沉降与压实度，确保施工过程符合规范要求。(3) 智能施工装备的现场应用。结合市政公路施工工序，投入智能摊铺机、智能压路机、无人运输车等装备。智能摊铺机搭载定位与自动找平系统，可根据设计参数自动控制摊铺厚度、速度，确保路面摊铺的平整度；智能压路机可自动识别碾压区域，调整碾压力度与频率，避免漏压、过压问题；无人运输车可实现物料的自动运输，适配施工现场物料运输频繁、作业空间狭窄的实际场景，减少人工操作。(4) 施工安全的智能化防控应用。在施工现场部署智能监控设备，包括AI视频监控、人员定位设备、安全预警设备等。AI视频监控可自动识别未佩戴安全防护用品、违规操作等行为，实时发出预警；人员定位设备可精准掌握施工人员的位置，避免人员进入危险作业区域；安全隐患智能识别设备可监测基坑、脚手架等部位的安全状态，及时发现隐患并反馈。

3.3 在市政公路运维管理阶段的应用

运维管理阶段是保障市政公路长效运行的关键，智能化技术的应用聚焦于设施监测、隐患排查与日常管控，具体应用如下：(1) 公路设施的智能化监测应用。构建覆盖市政公路全路段的智能监测网络，在桥梁、隧道、路面、排水设施等关键部位部署固定传感器，同时搭配无人机巡检设备，实现常态化监测。传感器可实时采集路面破损、桥梁沉降、隧道裂缝、排水管道堵塞等数据；无人机可快速巡检长距离公路路段，拍摄路面与设施状态，替代人工徒步巡检，提升巡检效率，适配城

市主干道、桥梁隧道等重点区域的运维需求。(2) 运维数据的智能化管理应用。依托大数据技术, 搭建市政公路运维管理平台, 整合监测数据、养护记录、维修档案等各类信息, 实现数据的集中管理与查询。平台可对采集的设施数据进行分类整理, 建立设施健康档案, 精准记录设施的使用年限、维修历史、当前状态, 无需人工手动整理档案, 方便运维人员快速掌握设施情况, 为运维决策提供基础数据。(3) 隐患排查与应急处置的智能化应用。利用人工智能图像识别技术, 对无人机巡检拍摄的影像、监控设备采集的画面进行自动分析, 快速识别路面坑槽、裂缝、桥梁结构破损等隐患, 精准定位隐患位置与严重程度, 无需人工逐帧查看影像。同时, 搭建应急处置联动系统, 当监测到突发情况(如路面塌陷、桥梁异常)时, 系统可自动发出预警, 同步推送隐患信息至相关运维部门, 实现应急响应与处置的快速联动。(4) 日常养护的智能化应用。采用智能养护设备, 包括路面裂缝修补机器人、排水管道疏通机器人等, 替代人工开展高强度、高风险的养护作业。路面裂缝修补机器人可自动识别裂缝位置, 完成切割、清理、修补等工序; 排水管道疏通机器人可进入地下管道, 清理堵塞物、检测管道破损, 适配市政公路地下管线复杂、人工作业难度大的实际场景, 提升日常养护的标准化水平^[4]。

4 智能化技术在市政公路建设中的应用前景展望

随着城市化进程持续推进和前沿技术不断迭代, 智能化技术在市政公路建设中的应用将逐步深化, 覆盖全建设周期、实现多场景突破, 前景广阔且贴合行业实际需求, 具体展望如下:(1) 技术融合应用更加深入。未来, BIM、IoT、大数据、人工智能等核心智能化技术将打破信息壁垒, 实现深度融合。例如, BIM与数字孪生技术结合, 构建市政公路全生命周期数字镜像, 同步呈现规划、施工、运维各环节的实时状态; 5G技术与智能监测、智能施工装备联动, 提升数据传输效率与设备响应速度, 适配复杂市政公路建设场景的多样化需求。应用场景持续拓展延伸。智能化技术将从当前核

心环节, 延伸至市政公路建设的全场景、全细节。规划阶段将引入更精准的大数据分析模型, 结合城市发展规划实现动态优化; 施工阶段将推广更多智能化装备, 实现全工序自动化作业; 运维阶段将构建全域智能监测网络, 实现设施隐患的提前预判与精准处置, 覆盖城市主干道、老旧道路、桥梁隧道等各类场景。(3) 行业标准化与规模化推进。随着技术应用不断成熟, 市政公路建设领域的智能化技术标准将逐步完善, 明确技术应用规范、数据接口标准等, 解决当前技术适配性不足的问题。同时, 智能化技术的投入成本将逐步降低, 推动中小城市推广应用, 实现规模化普及, 助力市政公路建设向数字化、智能化、标准化转型, 契合城市基础设施高质量发展趋势^[5]。

结束语: 本文围绕智能化技术在市政公路建设中的应用及前景展开研究, 明确了核心智能化技术类型, 阐述了其在全建设周期的实际应用场景, 展望了技术融合、场景拓展与行业标准化的发展方向。智能化技术在市政公路建设中的应用, 是破解传统建设瓶颈、推动行业转型的关键。未来需持续完善技术应用体系, 降低应用成本, 推动智能化技术规模化落地, 助力市政公路建设向数字化、智能化升级, 更好地服务于城市发展与市民出行。

参考文献

- [1]梁绍鹏,郭建国.市政道路建设中的智能化施工技术与管理应用[J].漫科学(新健康),2025(4):227-227.
- [2]蒋威. BIM技术在市政路桥施工中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市,2025(10):97-99.
- [3]尹英民.智能化施工技术与机械装备在公路工程中的应用研究[J].移动信息,2025,47(7):455-457.
- [4]赖子钦.智能化技术在市政路桥设计中的应用与实践分析[J].建材发展导向,2025,23(18):79-81.
- [5]张国琼,刘强.智能化新能源桥梁技术在未来城市交通建设中的应用前景分析[J].自动化应用,2025,66(S1):13-15.