

市政道路养护重要性及精细化管理技术

徐纤

上海嘉众市政建设工程有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i3.13612

[摘要] 市政道路养护与精细化管理中,需要实现城市道路全生命周期管理,强调预防性养护对延长道路使用寿命、保障交通安全及提升通行效率的核心作用。针对路面病害,采用分层铣刨加罩技术与结构性翻挖重建相结合的工艺,结合注浆技术治理地基沉降;环保体系贯穿施工全过程,通过装配式围挡降尘、三级沉淀池处理污水、夜间隔音屏障降噪实现污染防控,废弃沥青混合料再生利用与聚酯玻纤布抗裂技术促进资源循环;智慧工地管理系统实时监测扬尘、噪音及交通流量,动态优化施工方案,推动养护工程向绿色化、智能化转型,为城市道路可持续发展提供技术支撑。

[关键词] 市政道路;精细化管理;养护技术

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A

The importance of municipal road maintenance and refined management techniques

Xian Xu

Shanghai Jiazong Municipal Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] In the maintenance and refined management of municipal roads, it is necessary to achieve full lifecycle management of urban roads, emphasizing the core role of preventive maintenance in extending the service life of roads, ensuring traffic safety, and improving traffic efficiency. For road surface diseases, a process combining layered milling and covering technology with structural excavation and reconstruction is adopted, combined with grouting technology to treat foundation settlement; The environmental protection system runs through the entire construction process, achieving pollution prevention and control through prefabricated enclosures for dust reduction, three-stage sedimentation tanks for sewage treatment, and noise reduction barriers at night. The recycling of waste asphalt mixtures and the anti cracking technology of polyester fiberglass cloth promote resource recycling; The smart construction site management system monitors dust, noise, and traffic flow in real-time, dynamically optimizes construction plans, promotes the transformation of maintenance projects towards green and intelligent, and provides technical support for the sustainable development of urban roads.

[Key words] municipal roads; Refined management; Maintenance technology

引言

随着城市化进程的加速和交通需求的持续增长,市政道路作为城市运行的“动脉”,其功能完整性与安全性直接影响着公众出行效率、区域经济发展及城市形象。当前,以物联网、大数据、智能传感为代表的数字技术正深度赋能市政养护领域。通过建立全生命周期监测网络、优化资源循环利用路径、创新环境友好型工艺工法,精细化管理技术实现了从“被动应急”到“主动预防”、从“经验决策”到“数据驱动”的转变。本文对精细化管理技术的该种转变的实践情况进行分析。

1 市政道路的养护重要性

1.1 保障交通安全

以世盛路和春浓路的养护工程为例,两项工程均面临复杂的交通环境和道路病害挑战,但其通过针对性的技术与管理措施充分体现了养护工程对交通安全的保障作用。在世盛路项目中,针对双向四车道车流量大的特点,施工方采用半幅封闭、半幅通行的动态交通组织方案,结合夜间施工和交通标志的优化设置,既保证了施工进度,又最大限度维持了车辆通行能力;同时,对地下管线的精准探测与加固保护避免了施工中意外损坏引发的路面塌陷风险,从源头消除安全隐患。春浓路工程则通过大规模路面抬升和病害修复,显著改善了道路平整度,减少车辆颠簸失控可能;其设置的阻车杆和人行道防撞设施更是直接降低了非机动车与行人混行带来的冲突风险^[1]。

1.2 延长道路使用寿命

春浓路工程通过整体抬高车行道、交叉路口及港湾式停靠站14cm,并对无结构性病害路面进行二层式扎毛加罩处理,结合基层采用水泥稳定碎石与沥青混凝土的复合结构,显著提升了路基承载力和路面抗压性能。同时,对侧平石、窞井及排水系统的改造优化了道路排水功能,避免了水侵害导致的基层软化,从结构层面延长了道路整体寿命。而世盛路工程则对弯沉超标的区域采用注浆加固或分层摊铺ATB沥青稳定碎石基层,结合铣刨加罩技术恢复路面平整度;对轻微病害路段铺设聚酯玻纤布增强抗裂性能,精准解决了现有病害,通过增强薄弱环节(如路基加固、防水层设置)有效抑制了潜在损坏的扩散,实现了从局部修复到系统性延寿的转变。

1.3 提升城市形象与居民生活质量

春浓路工程对原有道路结构性病害进行翻修,抬升路面14厘米,重新敷设雨水管道,解决积水问题,避免雨季泥泞。交叉口及停靠站整体抬高并用钢筋混凝土加固,增设阻车杆,优化标线设计,降低人车混行隐患,保障行人安全。世盛路工程采用分段封闭施工,完成3.69公里车行道铣刨加罩,应用ATB沥青稳定碎石基层和SMA-13面层技术,提升抗车辙性能,减少噪音和颠簸,改善居民通勤舒适度^[2]。

2 市政道路养护的精细化管理技术分析

2.1 道路检测技术

在市政道路养护工作实践中,基于其对交通安全、道路寿命、城市形象和居民生活质量产生的重要影响,在应用精细化管理技术手段期间,应始终以保证市政道路整体质量与良好性能为基础,故可有效应用无损检测技术和智能检测技术完成道路病害检测。

在无损检测技术中,可应用探地雷达、超声波检测仪等设备检测道路结构层,通过接发电磁波,探索路面以下是否存在裂缝、空洞等隐患,根据具体的内部缺陷、路面厚度等实际情况,制定针对性的养护决策。在智能检测技术中,应用无人机、智能检测车等设备,搭载激光扫描、图像采集等传感器,通过人工操控行进路线,自动采集路面坑洼、裂缝等病害信息,精准确定病害分类与位置。

2.2 养护决策管理技术

在市政道路养护精细化管理中,可利用大数据技术构建养护决策系统。通过收集气象数据、交通流量、道路检测等多源信息,结合大数据分析 with 人工智能算法,构建科学的养护决策模型,精准预测道路病害发展趋势,为养护计划提供支持。例如,基于实时与历史数据,提前预测路段病害并开展针对性养护。

在养护决策环节,应用全寿命周期成本分析方法,综合对比多个养护方案的成本与效益,实现市政道路养护成本效益最大化。例如,对使用年限长的道路,通过横向比较不同方案在未来几年内的成本与效益,选择最经济合理的养护决策。

2.3 养护管理信息技术

在市政道路养护中,可有效应用GIS技术加强道路养护信息

的可视化管理与分析、开发养护管理移动端应用程序,通过平板、手机等完成信息采集与上传,为养护管理提供可靠支持。

3 市政道路中精细化管理技术的应用情况

3.1 施工前准备与部署

春浓路和世盛路养护维修工程在技术性内容上布局系统。春浓路在技术准备阶段组织技术人员研读图纸,联合设计单位优化横断面,复测竖曲线并动态调整方案;施工现场设置L型水泥墩石基座PVC围挡,配套三级沉淀池,采用半幅封闭、夜间低峰时段作业模式。世盛路建立“图纸复核—管线调查—材料预检”体系,针对弯沉值差异制定分层铣刨与注浆方案^[3],施工现场采用双回路供电并配备移动发电机^[4],创新“下行车道分段施工”策略,划分多个独立作业单元实施流水线作业,优化资源配置。

3.2 材料与设备的控制维护

在两个市政道路工程中,材料控制与维护方面表现出色。沥青混合料严格遵循规范级配,采用厂拌工艺和导热油加热系统,控制沥青温度在155-165℃,集料温度在170-180℃,避免温度离析或烧焦。水泥稳定碎石基层施工中,春浓路采用40cm厚分层摊铺,松铺系数1.25,振动压路机碾压,结合实验室实时检测,确保密实度与弯沉值达标;世盛路则根据弯沉值差异,选用30cm或40cm基层厚度,精准匹配工程实际需求^[5]。

材料利用率方面,春浓路对铣刨废料分类存放,剔除杂质后用于低等级道路基层或厂拌再生料;世盛路通过试验段验证掺配比例,规定再生料使用前需破碎筛分且沥青含量不低于原路面30%,形成全流程控制体系。

设备配置上,两工程采用进口高端设备与国产机械协同作业。春浓路使用德国维特根铣刨机和西安达刚摊铺机,世盛路则以英格索兰压路机为核心,辅以徐工装载机。项目部建立“三检一备”制度,每日点检、动态巡检、全面检修,并按比例配置备用设备,确保设备故障率低于2%,关键设备完好率达95%以上。

3.3 施工技术管理

在施工技术管理中,精细化管理通过系统化流程控制和动态资源调配,提升工程质量和效率。春浓路和世盛路项目均贯穿技术管理全过程。春浓路针对车行道病害采用分层修复策略,36cm水泥稳定碎石基层与ATB沥青稳定碎石层梯度施工,挂线法和松铺系数控制确保基层厚度误差在±5mm内。世盛路则根据弯沉值差异,采用二层铣刨加罩或注浆处理,地聚合物注浆技术将弯沉值从52.44降至36.39(0.01mm)。两项目均采用半幅封闭施工,动态调整机械班组作业时段,结合网络计划技术监控关键节点,工期误差控制在3%以内。安全文明方面,春浓路用三维激光扫描仪预判地下管线位置,配合注浆加固规避风险;世盛路采用聚酯玻纤布+双层沥青结构修复轻度病害,提升抗裂性能并降低造价18%。

3.4 质量检测

春浓路和世盛路道路工程的质量检测贯穿施工全过程,从原材料到验收均严格执行技术标准。春浓路基层施工严格控制

水泥稳定碎石基层的含水量、级配和水泥剂量，水泥剂量高出设计值0.5个百分点，摊铺后通过核子密度仪和灌砂法检测压实度与密实度，弯沉值控制在27.38以内。沥青面层施工中，严格监控摊铺温度(145–165℃)和碾压温度(不低于140℃)，终压后表面温度不低于70℃，并通过钻芯取样检测厚度和平整度。春浓路建立完善检测体系，关键工序设置质量控制点，实行“三检制”（自检、互检、专检），并根据天气调整沥青混合料出厂温度，优化施工工艺。

世盛路针对不同弯沉值路段采取差异化处理，弯沉超过52.44的路段需注浆加固，注浆材料需符合《公路路基与基层地聚物注浆加固技术规程》的强度与渗透性指标，注浆后通过弯沉复测确认加固效果^[6]。在铣刨加罩工艺中引入聚酯玻纤布抗裂层，要求粘结料喷洒均匀且温度控制在165–180℃，铺设后通过3m直尺检测接缝平整度。世盛路通过试验段验证施工参数，确保混合料级配、油石比等指标符合《公路沥青路面施工技术规范》要求，利用弯沉检测数据指导注浆孔位布置，实现工程质量的系统性保障。

3.5安全防护管理

在两个市政道路工程中，安全防护是保障施工顺畅和人员安全的重要举措。春浓路和世盛路均建立了“三级安全保证体系”，通过危险源识别、应急预案和动态监控实现风险预控。春浓路针对地下管线复杂的特点，采用“探控+监测”双重保障机制，施工前对重点管线区域进行地质雷达扫描，并在焊接作业区设置智能温感报警装置。世盛路创新实施“时段分级管控”，早高峰时段采用“半幅封闭+智能诱导屏”组合模式，通过AI摄像头实时调控车流，使交通延误率降低40%。治安管理上，春浓路配置5G智能门禁系统，对施工人员进行生物识别考勤；世盛路设置“夜间巡逻无人机”，配备红外热成像设备进行全覆盖巡查。

质量检测技术方面，春浓路采用EDTA滴定法检测水泥剂量，要求7天无侧限抗压强度大于3.5MPa，并引入核子密度仪进行压实度检测，确保压实度在98%以上。世盛路针对沥青面层采用3米直尺+激光平整度仪联合检测，要求IRI值 $\leq 2.0\text{m/km}$ ，并在注浆加固路段采用地质雷达扫描验证加固效果，要求注浆体28天无侧限抗压强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 。材料管控环节，春浓路对HDPE双壁波纹管进行环刚度与冲击性能检测，要求环刚度 $\geq 10\text{kN/m}^2$ 且落锤冲击试验合格率100%；世盛路建立沥青混合料“出厂-到场-摊铺”三级温度监控体系，通过RFID温度标签实现全过程温度追溯，确保摊铺温度控制在145–165℃。两项工程在180天工期内实现了一次性验收合格，为市政道路养护提供了标准化范式。

3.6环保管理

在环保管理方面，春浓路和世盛路项目贯穿施工全周期，形成从源头控制到末端治理的闭环系统。春浓路采用PVC装配式围

挡与一体化基座结构，结合移动雾炮机、洒水车动态降尘及防尘网覆盖裸露土方，形成立体化抑尘屏障；同时，将旧路面铣刨产生的沥青废料再生为混合料原料，采用边坡开挖同步喷播植草技术实现即时生态修复。世盛路通过三级沉淀池分级过滤施工废水，确保达标排放；运用聚酯玻纤布铺装技术减少沥青加铺层材料损耗，通过中水回用系统收集施工污水，经处理后用于绿化和降尘，显著提升水资源利用率；运用透水混凝土基层增强雨水下渗能力，结合海绵城市理念降低地表径流系数。

在噪声管理方面，两项目均配置低噪音设备，夜间施工增设隔音屏障，并依托智能监测系统实时追踪声环境数据，通过预警机制动态调整施工强度，保障敏感区域声环境质量。智慧化管理平台的应用进一步强化环保效能，通过物联网传感器实时采集PM2.5、噪音等数据，联动喷淋系统与施工机械形成自适应调节机制，AI图像识别技术自动监测渣土车密闭状态，确保扬尘管控措施100%落实。此类精细化模式不仅满足现行环保标准，更通过永临结合道路设计、装配式构件应用等技术创新推动绿色施工升级，如围挡喷淋与雾炮机组网运行形成微环境调控系统，智能洗车平台实现进出车辆全自动清洁，配合数字化管理平台的环境评估模块，为施工过程提供全生命周期环保数据支撑。

4 结语

综上所述，面对交通荷载的持续增长、环境约束的日益严格以及公众对出行品质的多元需求，以智能感知、数据驱动、绿色低碳为核心的精细化管理技术，不仅为道路病害的精准防治、资源的高效利用及环境风险的可控管理提供了科学路径，更推动了市政基础设施运维从“被动修补”向“全周期健康管理”的升级。

【参考文献】

- [1]李雨静.市政道路施工精细化管理及质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(03):201–203.
- [2]杨冬华.市政道路管理中预防性养护的重要性及具体方法[J].汽车画刊,2024,(12):231–233.
- [3]刘秋茹.市政道路施工精细化管理与质量控制[J].中国住宅设施,2024,(11):93–95.
- [4]王良峰.市政道路快速养护精细化施工设备分析[J].中国设备工程,2024,(18):63–65.
- [5]罗熹.市政道路养护的重要性及精细化管理探析——评《市政道路养护与管理》[J].现代城市研究,2024,(01):133.
- [6]陈洲.市政道路施工精细化管理及质量控制措施研究[J].散装水泥,2023,(06):28–30.

作者简介：

徐纤(1982—)，男，汉族，上海嘉定人，本科，中级工程师，研究方向：市政工程。