

城市市政道路工程施工质量控制研究

张志忠

包头市市政事业发展中心 内蒙古 包头 014030

摘要：城市市政道路工程施工质量直接关系到道路使用寿命与行车安全。当前工程中普遍存在路基沉陷、路面裂缝、检查井周边破损等质量通病，影响工程耐久性。本文梳理了市政道路工程分类与结构组成，分析了施工特点与质量控制难点，归纳了路基、路面及附属设施常见质量缺陷，从材料控制、工艺执行、检测验收等维度提出质量控制对策，并探讨了全过程动态控制与信息化管理手段的应用。研究表明，构建覆盖材料进场、工序施工、检测验收到信息化管控的全链条质量保证体系，是提升施工质量的有效路径。

关键词：市政道路；施工质量；质量控制

引言：城市市政道路工程承担着交通出行、管线载体、城市景观等多重功能，其建设质量直接关系到城市安全运行与公众出行体验。随着城镇化率提升，建设规模不断扩大，施工标准日趋严格。然而，市政道路面临场地狭窄、管线复杂、交通疏导压力大、气候影响显著等约束，加之工期紧张、交叉作业频繁，质量管控难度远高于一般公路工程。路基沉陷、路面开裂、检查井破损等质量通病屡见不鲜，缩短使用寿命并带来安全隐患。本文从工程分类与质量特征入手，分析常见质量问题及成因，提出全过程质量控制对策，旨在为施工质量管理提供系统性技术参考。

1 城市市政道路工程概述与质量特征

1.1 市政道路工程的分类与结构组成

城市市政道路按道路等级划分为快速路、主干路、次干路和支路四个等级，不同等级道路在功能定位、设计速度和车道规模上存在显著差异。快速路设计速度通常为60~80km/h，主干路为40~60km/h，次干路居中，支路多为20~30km/h。按路面类型划分，主要有沥青混凝土路面和水泥混凝土路面两大类，其中沥青路面凭借行车舒适、维修便捷等优势应用最为广泛。在结构组成方面，市政道路采用多层弹性体系，自上而下依次为面层、基层、垫层和路基。面层直接承受车辆荷载和自然环境作用，基层是主要承重层，垫层起排水、防冻和扩散荷载作用，路基是道路的基础支撑体。另外，市政道路还配套有排水设施、人行道、路缘石、交通标志标线及绿化照明等附属系统，各组成部分共同保障道路功能的完整发挥。

1.2 市政道路工程的施工特点与质量控制难点

市政道路工程位于城区建成区，施工环境具有显著局限性。场地狭窄是首要制约，多数项目难以设置大规模材料堆放场和加工区。地下管线复杂是区别于公路工程的典型特征，给水、排水、燃气、电力、通信等各类管线纵横交错，施工中既要保护既有管线，又要统筹新建管线敷设时序，对施工组织协调提出极高要求。露天作业受气候影响显著，雨季土方含水量难以控制，冬季材料性能劣化^[1]。工期紧与质量标准之间的矛盾尤为突出，赶工导致压实遍数不足、养护时间缩短等质量隐患频发。此外，市政道路常采用半幅施工、半幅通行模式，交通不中断条件下施工进一步增加质量控制难度。隐蔽工程占比较高，路基压实、管道安装等关键工序完成后即被覆盖，质量问题不易及时发现。上述特点决定了市政道路施工质量控制必须依托系统性的管理手段和技术措施。

模材料堆放场和加工区。地下管线复杂是区别于公路工程的典型特征，给水、排水、燃气、电力、通信等各类管线纵横交错，施工中既要保护既有管线，又要统筹新建管线敷设时序，对施工组织协调提出极高要求。露天作业受气候影响显著，雨季土方含水量难以控制，冬季材料性能劣化^[1]。工期紧与质量标准之间的矛盾尤为突出，赶工导致压实遍数不足、养护时间缩短等质量隐患频发。此外，市政道路常采用半幅施工、半幅通行模式，交通不中断条件下施工进一步增加质量控制难度。隐蔽工程占比较高，路基压实、管道安装等关键工序完成后即被覆盖，质量问题不易及时发现。上述特点决定了市政道路施工质量控制必须依托系统性的管理手段和技术措施。

2 城市市政道路工程常见施工质量问题

2.1 路基工程施工质量缺陷

路基是道路结构的基础支撑层，其质量缺陷集中在压实度不足、不均匀沉降和路床处理不到位三方面。压实度不足最为普遍，原因包括碾压遍数不够、压路机型号不当、填料含水量偏离最佳含水率及碾压速度控制不严，导致路基在荷载作用下产生压缩变形引发路面沉陷。不均匀沉降表现为纵向起伏和横向差异沉降，根源在于填筑厚度不均、填料性质差异大、新旧路基衔接不当或基底软弱层未加固。路床处理不到位表现为顶面回弹模量不达标，不良地质条件下未采取换填或加固措施。此外，雨季施工中排水措施不到位，易造成边坡冲刷坍塌或坡脚掏空。

2.2 路面工程施工质量缺陷

沥青路面质量缺陷主要表现为裂缝、车辙、松散剥落和泛油。横向裂缝由低温收缩应力超过混合料抗拉强度所致；纵向裂缝多出现在接缝或半幅施工结合部位；

网状裂缝反映基层承载力不足。车辙是高温重载下的永久变形,与混合料高温稳定性不足有关。松散剥落源于沥青与集料黏附力不足,多因集料含泥量超标。水泥混凝土路面缺陷以断板、裂缝、错台和接缝损坏为主,断板成因涉及基层平整度差导致板底脱空、切缝时机不准及过早开放交通。此外,路面平整度超标、厚度不足和横坡偏差过大也是常见尺寸偏差类问题^[2]。

2.3 附属设施与隐蔽工程质量问题

附属设施质量问题主要表现为检查井周边下沉与破损(井盖高差超标、井周开裂塌陷),成因包括井筒砌筑质量差、井周回填不实、井圈安装不牢固及车辆冲击破坏;雨水口设置不当导致收水不畅或安全隐患;路缘石线形不直顺、高差大、基础不牢固。隐蔽工程质量问题隐蔽性强、治理成本高。管道安装问题包括管接口渗漏、轴线偏位、坡度不符,闭水试验不合格时难以返工。沟槽回填密实度不足最为常见,因分层厚度超标、压实机具不当或含水量失控,开放交通后表现为带状沉陷。雨水支管与检查井连接处处理不到位,易造成管道脱落或土体掏空,形成路面隐蔽性空洞。

3 施工质量控制对策

3.1 原材料与混合料质量控制

原材料质量是工程的基础保障。在供应商管理层面,应建立合格供应商准入与动态考核制度,对沥青、集料、水泥等主要材料的生产厂家进行资质审查和实地考察,定期进行履约评价,实行不合格退出机制。进场验收环节应严格执行资料检查与实物检测并行的“双检”制度,核查质量证明文件和出厂检验报告,按规范进行取样送检。沥青需重点检测针入度、软化点、延度等指标;集料需检测含泥量、压碎值、针片状含量和级配;水泥需检测安定性、凝结时间和强度等级。混合料质量控制是承上启下的关键环节,沥青混合料应严格控制矿料级配和沥青用量,每日开工前进行配合比验证试验,施工过程中按频率抽取混合料进行马歇尔试验,确保稳定度、流值、空隙率等指标符合设计要求。水泥混凝土混合料应严控水灰比和坍落度,防止因用水量过大导致强度下降或干缩裂缝。基层混合料需严格控制水泥或石灰剂量及含水率。现场材料保管方面,各类集料应按规格分级堆放并设置防雨措施,不同规格材料间设置隔离墙防止混堆,材料标识牌应清晰标明品种、规格、产地、进场日期及检验状态。

3.2 路基与路面关键工序质量控制

路基与路面关键工序质量控制的核心在于明确工艺标准、严控参数指标和落实工序验收。路基填筑应严格

执行分层填筑、分层碾压、逐层检测制度,每层松铺厚度不宜超过30cm。填料含水率应控制在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内,碾压遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则,压实度逐层检测合格后方可进行上一层填筑。基层施工应严格控制混合料含水率和压实厚度,水泥稳定类基层应在水泥初凝前完成碾压,碾压完成后及时覆盖保湿养生,养生期不少于7d。沥青路面施工应重点管控拌合温度、摊铺温度、初压温度和终压温度四个关键参数。普通沥青混合料拌合温度宜控制在140~160℃,摊铺温度不低于135℃,初压温度不低于130℃,终压温度不低于70℃。碾压作业应做到“紧跟、慢压、高频、低幅”,压路机往返行程中重叠1/2轮宽。接缝处理是薄弱环节,横向接缝应采用垂直平接缝,纵向接缝应错开15~20cm。水泥混凝土路面施工中,重点控制振捣密实度,切缝作业应在混凝土抗压强度达到6~12MPa时进行,切缝时间不宜超过24h。推行首件工程认可和样板引路制度,每类分项工程的首个施工段经参建各方联合验收确认后,作为后续施工的质量参照标准^[3]。

3.3 隐蔽工程与附属设施质量管控

隐蔽工程实行“报验制”和“旁站制”双重管控。管道安装前应逐根检查管材外观质量,确认无裂缝、缺边等缺陷后方可使用。承插式管道的橡胶密封圈应安装到位无扭曲,抹带接口的砂浆应饱满密实。管道安装完成后及时进行闭水试验,试验合格后方可进入下一工序。沟槽回填前必须清除槽内积水和杂物,回填材料优先选用级配良好的砂砾或碎石类土。回填应分层对称进行,分层厚度控制在20~30cm,采用小型压实机具配合压路机逐层压实,每层压实度经检测合格后方可回填上一层。检查井周边回填应采用小型冲击夯分层夯实,压实度标准不得低于道路结构相同深度的要求。附属设施质量控制重在细节到位,检查井砌筑应采用强度等级不低于MU10的砖或预制混凝土砌块,砂浆饱满度不低于80%,井筒内壁应抹面平整。井圈安装应稳固,确保路面完工后井盖与路面齐平,高差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。雨水口设置应根据道路纵横坡计算确定标高,确保收水效果好。路缘石安装前应精确放线,安砌稳固后浇筑后背混凝土,勾缝缝宽控制在8~12mm。

3.4 质量检验与检测体系完善

质量检验与检测应从能力建设、制度完善和方法优化三个维度推进。在检测能力方面,项目部应配备满足工程需求的检测设备和专职试验检测人员,常规设备应包括灌砂筒、环刀、弯沉仪、平整度尺、核子密度仪等,大型项目宜配备探地雷达等无损检测设备。在检测

制度方面,严格落实施工单位的“自检、互检、交接检”三级检验制度,均有书面记录和签字确认,形成可追溯的质量档案。在此基础上引入第三方独立检测机构,按不低于规范频率的20%进行平行抽检,与施工单位自检数据比对印证,形成相互制约的检测监督机制。在检测方法方面,推行实体检测与外观检查并重,路基和路面各结构层的厚度、压实度、弯沉值等关键指标必须经实测合格,同时加强外观检查。检测数据应及时汇总分析,发现指标异常波动时启动预警和原因排查程序,将质量隐患消除在萌芽阶段。

4 施工过程动态控制与信息化管理

4.1 全过程质量动态控制机制

全过程质量动态控制以“预防为主、过程控制、持续改进”为核心思想,其运行基础是PDCA循环管理方法。P阶段针对各分项工程编制详细的质量控制计划,明确控制目标、工艺参数、检测方法和责任人。D阶段严格按照计划组织施工,落实每道工序的技术交底和现场指导。C阶段通过自检、互检、交接检和专职质检相结合的方式,对工序质量进行全面检验。A阶段对检查发现的问题分析原因、制定整改措施,并将改进经验纳入后续施工工艺标准。在运行机制方面,建立质量偏差预警与纠偏制度。设定各工序质量指标的控制界限,将允许偏差范围划分为正常区、预警区和超标区。当检测数据进入预警区时即启动原因分析和工艺调整程序,防止偏差扩大进入超标区^[4]。质量问题实行台账制和闭环管理,每项问题从发现、登记、分析原因、制定措施、整改落实到复查验收,形成完整处理链条,确保所有质量问题“件件有记录、事事有落实”。对于重复出现的同类问题,应组织专题分析,从工艺、材料、机具或人员层面查找系统性原因,从根本上消除隐患。

4.2 信息化技术辅助质量管理

信息化技术在市政道路施工质量管理中的应用日益广泛。在关键工艺参数实时监控方面,物联网技术可实现碾压遍数、速度和温度的实时追踪。通过在压路机上安装GPS定位和温度传感器,系统自动记录每一碾压轨迹的覆盖次数和作业温度,生成碾压质量热力图,有效杜

绝漏压、欠压现象。沥青拌合站的数字化监控系统可实时采集每盘料的拌合温度及各料仓用量,自动比对设计配合比,出现偏差即发出报警,同时生成可追溯的生产记录。BIM技术在管线综合与碰撞检查中发挥重要作用。基于BIM建立地下管线三维模型,将各类管线的平面位置、埋深、管径等信息集成在统一平台中,在施工前即可发现管线之间的标高冲突或水平间距不足,提前优化排布方案,避免因管线冲突导致的返工和质量缺陷。数字化质量验收与资料管理平台使现场管理人员通过移动终端APP录入检测数据、拍摄现场照片、填写验收表格,信息实时同步至云端数据库,支持多维度快速检索和数据统计分析。无人机航拍定期对施工全线进行正射影像采集,通过不同时期影像对比,可直观监测工程进度和现场管理状况,为质量管理的宏观把控提供可视化辅助手段。

结束语

城市市政道路工程施工质量控制是涵盖材料、工艺、检测、管理等环节的系统工程。本文分析了施工特点与质量控制难点,归纳了路基、路面及附属设施常见质量缺陷,并提出了针对性控制对策。研究表明,质量控制的核心在于将要求落实到每道工序,通过材料把关、工艺细化、验收严格与检测科学的有机结合,实现从被动修补向主动预防的转变。全过程动态控制与信息化技术的应用,为质量管理提供了系统化实现路径。随着智能化检测与大数据技术的发展,施工质量控制将更加精准高效。

参考文献

- [1]陈小文.市政道路工程沥青混凝土面层施工质量控制研究[J].运输经理世界,2026(1):64-66.
- [2]薛玉琪.市政道路桥梁工程施工技术应用及质量控制措施研究[J].散装水泥,2026(4):47-49.
- [3]阎晓霞.市政道路施工的质量控制与管理[J].智能建筑与工程机械,2025,7(4):96-98.
- [4]张楠.市政道路工程施工质量控制与通病防治研究[J].建筑与预算,2026(5):28-30.