

市政道桥施工质量控制与安全管理策略探讨

范汉杰

(上海三维工程建设咨询有限公司合肥分公司, 安徽 合肥 230001)

摘要 市政道桥作为城市交通系统的关键构成部分,其施工品质及安全管理能力直接关乎城市交通的流畅性、民众出行的安全性以及城市形象的构建。本文深入分析了市政道桥施工的特点,针对质量控制面临的挑战和安全管理的必要性,论述了严控原料、精细管理工序、优化结构设计等质量控制措施,以及筑牢人员培训、夯实现场防护、健全机械巡检、优化风险预警等安全管理策略,以期提升市政道桥施工质量和安全管理水平提供参考。

关键词 市政道桥; 施工质量控制; 安全管理

中图分类号: U415; U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.04.033

0 引言

市政道桥作为城市基础设施的核心构成部分,其施工品质及安全管理不仅影响城市交通的顺畅与便利,更直接关系到城市居民的生活品质与安全感。在市政道桥的建设过程中,质量控制是工程达到设计标准、实现预期功能的关键步骤。然而,施工过程因其复杂性和多变性,质量控制常遭遇诸多挑战,诸如材料质量波动、施工工艺不稳、施工人员技能参差不齐等。同时,安全管理在市政道桥施工中占据举足轻重的地位,施工现场安全风险众多,一旦发生事故,后果极其严重。因此,强化市政道桥施工的质量控制与安全管理,既是确保工程顺利实施的必要条件,也是维护社会和谐、推动经济发展的重要措施。

1 市政道桥施工特点

1.1 质量要求高

城市的正常运行有赖于道路桥梁的畅通无阻,每日承载着庞大的车流量,从巨型货运车辆到小型私家车,各类交通工具络绎不绝。倘若出现质量问题,比如路面凹凸不平、桥梁结构失稳,不仅会削弱行车的舒适度,更将威胁交通安全,引发车辆损毁、交通堵塞乃至重大事故^[1]。随着城市化进程的加快,民众对出行体验的需求日益增长,这促使市政道路桥梁建设必须遵循更严格的标准。当前,新型建筑材料与施工技术层出不穷,在追求卓越质量的过程中,施工环节的每一道关卡均需严格把控,从地基的坚实夯实到路面的精细铺设,从桥墩的稳固构筑到桥梁的整体框架,均需遵循严格的工程规范,不容半点差错,以保障道路桥梁投入使用后能够持久稳定运行,经受住时间的考验及高强度的使用。

1.2 地下管线复杂

市政道桥施工区域地下犹如一张繁复交织的“网路”,各类管线密布其间,交错纵横。供水、排水、电力、通讯、燃气等多样管线,依据城市初期规划或后期改建,散落于不同土层深度与地理位置。这些管线堪称城市运行的“命脉”,施工中一旦疏忽造成损坏,即便是细微之伤,也可能触发停水、断电、通信故障等一系列连锁效应,对周边民众生活、商业活动及市政服务带来严重困扰。此外,各管线分属不同管理部门,施工前期的勘查协调任务艰巨,既要精确把握各类管线的走向布局,又要与各管理部门商榷施工计划,确保道桥建设在不妨碍管线功能的前提下顺利进行。况且,随着城市更新迭代,部分老旧管线图纸与实际状况存在出入,进一步增加了施工难度,这要求施工队伍需掌握较高的探测技能与丰富的现场处置经验,小心应对地下纷繁复杂的状况。

1.3 交通影响大

市政道桥施工常选址于城市繁忙区域,车流、人流密集交织。施工围挡的迅速搭建,骤然改变了原有的交通布局,致使原本宽敞的道路变得狭窄拥挤,通行效率显著下降。交通高峰期间,车辆频繁拥堵,行人也不得不调整出行路径,导致周边区域交通秩序混乱^[2]。公共交通系统同样遭受影响,公交线路或需绕行、站点临时调整,给依赖公交的市民带来诸多不便。交通变动亦会波及周边商业,物流配送受阻绕、顾客流量减少,商家运营遭遇挑战。

2 市政道桥施工质量控制措施

2.1 严控原料入场关卡,确保材质达标无误

市政道路桥梁工程环境错综复杂,长期面临车辆荷载作用、自然因素侵蚀等诸多挑战,因此,原材料

质量成为工程品质的基石。钢筋进场时,除进行常规质保书审核、关键强度参数抽样检验外,还需采用金相显微镜对钢筋的微观组织构成进行抽样分析,保证金相组织满足相关标准,避免钢材因轧制工艺瑕疵导致性能问题。对于水泥材料,除抽检其凝结时间、安定性和强度外,还应根据施工的不同季节和部位要求,明确水泥水化热的指标区间,以防大体积混凝土因水化热过高而开裂。在砂石骨料的控制上,增加针片状颗粒含量测试,确保高标号混凝土中针片状颗粒含量不超过5%,以免其对混凝土的流动性和强度造成不利影响。建立原材料全链条追溯体系,实现从开采、加工到运输各环节信息的可追溯,保障原料质量稳定性从源头至进场的全过程控制。

2.2 精细施工工序管理,强化过程质量监控

道桥施工犹如一场精密的协同战役,各工序环环相扣。在路基填筑阶段,不仅需依靠压实设备严格分层控制厚度,还需针对不同土质类型优化含水量调整方案,例如,黏土填筑时含水量应控制在最佳含水量的±2%范围内,以确保压实成效均匀且稳固^[3]。路面铺设过程中,除要精确控制温度、保持匀速铺设外,还应引入高精度激光平整系统辅助摊铺作业,实时动态校正铺设平整度,将平整度误差缩小至3mm以下。桥梁构件预制环节,采用自动化数控加工装置,对钢筋骨架焊接、模板组装等精细步骤实施精确控制,将构件尺寸误差控制在毫米级别;同时,利用物联网传感器实时监控混凝土养护的温湿度条件,保障养护质量恒定。通过大数据分析施工进度与质量数据的关联性,提前预测工序延误风险,及时调配资源,确保施工进度与质量协同并进。

2.3 优化桥梁结构设计,提升施工安全系数

桥梁作为道桥工程的关键部位,其结构设计的合理性是质量保障的核心要素。在设计初期,设计团队便进行跨学科合作,融合了结构力学、材料科学、流体力学等多个领域的知识,运用多物理场耦合仿真技术,全面评估风荷载、水流冲击力、地震等动态荷载对结构的长期影响。针对新型组合结构桥梁,例如钢—混凝土组合梁桥,设计团队通过精细模拟不同连接部位的应力分布情况,优化连接件的类型与布局,增强了结构的整体性。在耐久性设计方面,除了根据环境条件确定保护层厚度、优化混凝土配比外,还创新性地引入了混凝土自修复微胶囊技术。当混凝土出现微裂缝时,微胶囊会破裂释放修复剂,自动填充裂缝,从而延缓结构的老化过程。

2.4 完善验收整改流程,保障工程品质优良

工程交付前的验收整改环节是至关重要的质量检查关口。在常规的分项验收之外,对于隐蔽工程,例如桥梁的灌注桩基础,我们采用超声波无损检测技术进行全面扫描,以精确判断桩身的完整性,对缺陷位置进行准确定位和量化评估,若缺陷面积占比超过5%,则必须进行返工处理。在道路排水工程方面,通过模拟暴雨条件进行功能性测试,检验排水坡度和流速是否符合标准,对于积水深度超过15mm的区域,需重新优化排水系统设计。在外观质量控制上,我们引入色差仪来量化混凝土的色泽差异,确保色泽的均匀度在规定的色差范围之内^[4]。在问题整改过程中,利用项目管理软件实现线上协作,整改负责人实时上传整改过程的资料,验收团队进行远程审核,有效缩短了整改周期。此外,我们还将地理信息系统(GIS)与验收数据相整合,构建了市政道桥的数字孪生模型,为运维管理提供了可视化、精确化的质量数据基础,确保了工程在全生命周期内的质量可靠性。

3 市政道桥施工安全管理策略

3.1 筑牢人员培训根基,提升安全素养

市政道路桥梁施工包含桥梁桩基浇筑、道路路基土方压实等诸多复杂工序,且高空作业篮施工、深基坑开挖与支护等高风险环节也时常出现。人员作为施工全过程的核心驱动力,其安全素养水平对事故发生率具有决定性影响。施工单位应建立一套严密而全面的三级安全教育培训机制:对于新入职员工,公司层面培训重点阐述国家及地方安全法规政策,使工人明确法律底线;项目层面培训则集中讲解施工现场特定操作规程,包括各类起重机吊装作业流程、各种电焊机操作规范等;班组层面培训则强调日常作业中的事故应急处理,包括初期火灾扑灭、人员受伤基本急救等知识,且总培训时长不得低于72小时。此外,应定期举办技能强化培训,积极采用先进的虚拟现实(VR)技术和实操模拟软件,模拟诸如暴雨后深基坑边坡坍塌应急处理、大风条件下高空作业吊篮晃动控制等施工风险情境,使工人在仿真环境中增强实操应对技能。同时,设立专项安全奖励资金,根据工人全年无违章操作记录、安全知识考核成绩优异等标准,给予切实的物质激励,从而调动全体员工主动学习、提高安全素养的积极性。

3.2 夯实现场防护壁垒,消除隐患风险

施工现场宛若危机重重的“战场”,作业环境复

杂多变,施工人员与机械频繁交错,处处隐藏着安全事故的触发因素^[6]。首先,需根据施工区域的风险级别,采用科学严谨的方式划定安全防护区域。譬如,对于深度超 5 m 的深基坑,其四周需安装坚固的双层防护围栏,围栏高度不得低于 1.2 m,竖杆间距需小于 0.15 m,并在显著位置设置包含危险警示、防护指南等内容的警告标志。对于高空作业区域,应确保脚手板铺设完整、稳固,临边防护网的密度需达到 2 000 目/100 cm² 以上,从根本上消除坠物隐患。其次,要建立严密的隐患排查机制。每日开工之际,由班组长率领组员对施工工具、作业面进行初步检查;施工期间,专职安全员需每两小时进行一次巡查,特别关注人员违章操作、设备异常声响等情况;收工之时,再次进行全面排查,以防工具遗失、设备未断电等风险。在排查过程中,应充分利用无人机进行高空巡视,迅速掌握大范围区域的防护设施状况,同时借助热成像仪精确检测电气线路过热、短路等隐患。结合人工的细致检查,对发现的任何隐患立即详细记录,并规定在 24 小时内完成整改,全程跟踪复查,确保隐患得到彻底根除,不留后患。

3.3 健全机械巡检机制,确保运行安稳

市政道桥施工高度依赖各类机械设备,无论是大型盾构机、架桥机,还是小型混凝土振捣棒、电焊机,它们的稳定运行都是工程按期完成的可靠保障。施工企业应为每台设备建立全寿命周期档案,从采购时记录设备品牌、供应商信息,进场时登记到场日期、初始性能数据,使用过程中详细记录每日运行时间、维修保养情况,直至退场时注明原因、评估设备残值。

另外,实施严格的日常检查制度至关重要。操作人员每日开工前,需依据专属检查清单,逐一仔细检查设备外观是否损坏、关键部件连接是否牢靠、仪表显示是否正常等,并准确记录相关数据,一旦发现异常立即停机并报告维修;专业维修团队则每周开展一次深度检查,利用探伤仪器检测起重机吊钩、塔吊塔身等关键金属结构内部裂纹,借助油液分析仪器评估装载机、压路机等设备的传动系统润滑状况及液压油质量。根据检测结果,提前一周制定详尽的维修计划,及时更换磨损部件、补充润滑剂,确保设备始终保持最佳状态投入施工,有效避免施工过程中因突发故障导致的工期延误。

3.4 优化风险预警流程,强化应急能效

市政道桥施工因露天与地下作业交织,易受自然环境、地质条件等外界因素强烈影响,如暴雨致城市

内涝损毁路基、地震使桥梁结构受损、地下溶洞引隧道坍塌等突发风险屡见不鲜。施工团队应与气象、地质等专业权威机构携手,共同构建一套实时、准确的风险监控体系。在施工现场及周边关键区域广泛布设传感器,如低洼地带安装雨量监测器、山体附近设置位移监测器、河流邻近区域部署水位监测器等,对风速、降雨量、地下水位等数据实施 24 小时连续监测。监测数据通过高速稳定的 5G 网络实时传送至控制中心,运用预先建立的大数据分析模型,融合历史数据与实时监测信息,精确预判风险等级。

一旦预警阈值被触发,立即同步启动应急响应机制。一方面,通过现场广播系统循环播报疏散路径、避险场所,利用短信平台向所有施工人员及管理人员发送详尽的应急指令,并为处于嘈杂环境或远离广播区的人员配备智能手环,通过震动方式及时警示;另一方面,根据风险类型,储备充足且适宜的应急资源,如汛期备足防汛沙袋、排水泵,临水作业区配备足够救生衣,施工现场医务室常备急救药品、担架等。同时,定期组织应急救援队伍进行实战演练,模拟火灾中的灭火、疏散、伤员救治协同操作,坍塌事故中的废墟搜寻、支撑加固配合,透水事故中的排水抢险、被困人员救援等复杂场景,全面提升协同救援能力,确保在突发险情时能够迅速控制局面,有效保障人员生命安全。

4 结束语

市政道路工程的品质是衡量城市发展的重要标志,彰显着城市及区域的精神与物质文明建设成就。为保障工程品质,施工过程需实施严密监管,严格遵守并执行设计及施工规范的技术标准,确保市政工程质量持续提升,为城市现代化进程贡献力量,最终实现创建优质工程的目标。

参考文献:

- [1] 魏强.市政工程施工中的安全管理与质量控制研究[J].城市建设理论研究:电子版,2024(24):187-189.
- [2] 闫奇.市政工程施工中的安全管理及质量控制[J].四川建材,2024,50(06):235-237.
- [3] 夏雄标.市政工程施工中的安全管理与质量控制研究[J].城市建设理论研究:电子版,2023(29):201-203.
- [4] 罗德泉.市政工程施工安全管理与质量控制研究[J].工程技术研究,2023,08(16):120-122.
- [5] 张宗旭,宿联启,滕锦进,等.市政工程施工中的安全管理与质量控制研究[J].大众标准化,2023(01):49-51.