

公路桥梁施工过程的质量监控与保障

简永贵

福建省岩成工程建设有限公司 福建龙岩 364000

摘要:公路桥梁施工质量对交通网络运行极为关键,鉴于施工中材料与工艺等问题频发,本研究聚焦施工阶段,深入剖析其质量监控策略。从施工工艺标准制定、人员培训、监测技术运用、质量管理体系构建等方面详细阐述,同时介绍创新技术应用,旨在为提升公路桥梁施工质量提供深度理论与实践指导,推动交通基建发展。

关键词:公路桥梁;质量监控;保障策略

依据《国家综合立体交通网规划纲要》,构建现代化高质量综合立体交通网是交通领域核心任务,公路桥梁作为关键构成,其施工质量直接关乎交通网络运行效率与安全。在当前公路桥梁施工中,材料质量差异大、施工工艺欠规范等问题突出,严重威胁桥梁性能与寿命,强化施工全过程质量监控势在必行。

1. 施工阶段的质量监控

1.1 施工工艺标准精细化

施工工艺标准是施工活动的基本准则。在桥梁基础灌注桩施工中,钻孔垂直度严格控制在 $\pm 0.5\%$ 以内,这要求施工设备具备高精度定位与稳定钻进能力。如采用先进的数控钻孔设备,其高精度传感器与智能控制系统可实时监测与调整钻孔角度,确保符合标准。泥浆比重维持在 1.1 - 1.3 之间、黏度 18 - 22s,需精准调配泥浆材料并持续监测其性能。通过泥浆搅拌机的精确计量与搅拌时间控制,保障泥浆质量稳定,防止塌孔、缩径等问题。钢筋笼制作偏差须契合规范,从钢筋原材料检验抓起,依据设计要求严格把控钢筋直径、强度等指标,运用自动化钢筋加工设备确保钢筋笼尺寸精度,如数控钢筋弯曲机、焊接机器人等可实现高精度加工与焊接,保证钢筋笼在桩基础中有效承载与传力^[1]。混凝土浇筑强调连续性与快速性,需优化混凝土运输与浇筑设备配置。采用大容量混凝土搅拌运输车与高效泵送设备,结合科学的浇筑顺序与振捣工艺,如分层浇筑、插入式与附着式振捣器协同作业,防止断桩、空洞等缺陷,确保桩身混凝土密实度与整体性。

1.2 施工人员专业素养提升

施工人员专业素养是施工质量的关键因素。施工工艺培

训方面,定期举办涵盖各施工环节的培训班。对于桥梁上部结构施工,邀请经验丰富的工程师讲解预应力施工工艺关键技术,包括预应力筋张拉顺序、张拉力控制方法及锚固工艺要点,结合现场模拟操作,使施工人员直观掌握操作流程与技巧,提升实操能力。质量意识教育通过剖析典型质量事故案例,如因混凝土浇筑振捣不密实导致桥梁结构开裂案例,从材料、工艺、人员操作等方面深入分析原因与后果,强化施工人员对质量重要性的认知,树立质量责任意识,促使其在施工中自觉遵循规范与标准。

1.3 监测技术深度应用

先进监测技术设备是保障施工质量的重要手段。混凝土强度监测仪基于成熟的混凝土硬化原理,在浇筑与硬化全程实时监测强度变化^[2]。通过预埋传感器,其可感知混凝土内部水泥水化热、湿度与应力变化,运用数据分析模型预测强度发展趋势,及时调整养护策略,确保强度达标。钢筋位置检测仪利用电磁感应或雷达波探测技术,精准定位钢筋在混凝土结构中的位置。在复杂钢筋密集区域,如桥梁墩柱与盖梁节点部位,能有效检测钢筋间距、保护层厚度是否合规,保障钢筋与混凝土协同受力。无损检测技术中的超声波检测依据超声波在混凝土中的传播特性,通过发射与接收超声波信号分析混凝土内部缺陷。如检测到混凝土内部存在蜂窝、疏松等缺陷,可利用雷达检测进一步确定缺陷范围与深度,为修复提供精准依据,确保结构完整性。一旦监测数据异常,应急预案即刻启动。应急小组迅速响应,依据异常数据类型与严重程度制定整改方案,如针对混凝土强度不足,采取增加养护时间、补充水泥浆等措施。钢筋位置偏差过大时,进行局部拆除调整或加固处理,确保施工质量稳定可控。

1.4 监测数据高效反馈与利用

完善的监测数据反馈机制是施工质量动态管控的关键。监测人员运用专业数据分析软件定期处理监测数据,绘制时间-强度、时间-位移等数据变化曲线,通过对比设计标准曲线与实际曲线,精准判断数据趋势。如发现混凝土强度增长曲线偏离正常范围,及时排查原材料、配合比、养护条件等因素,向施工管理人员与技术人员提交详细报告。施工管理者依据反馈迅速组织专家研讨,调整施工方案与工艺。若因环境温度骤降影响混凝土强度发展,及时增加保温措施、优化配合比,如提高水泥用量或添加早强剂,确保施工质量与进度不受影响,实现施工过程动态优化^[3]。

1.5 质量管理体系全面构建与完善

健全的质量管理体系是施工质量保障的制度基石。项目经理作为首要责任人,依据项目特点与质量目标制定详细管理计划,涵盖质量控制流程、资源配置、进度安排等内容,并组织各方实施。技术负责人从专业角度严格审核施工方案,如在大跨度桥梁悬臂浇筑施工方案审核中,运用结构力学原理与施工经验,对挂篮设计、浇筑顺序、预应力施加等环节进行模拟分析与论证,确保技术可行、安全可靠。施工班组在施工中严格执行工艺标准与质量要求,每道工序完成后进行自检、互检与交接检。如在桥梁防水层施工中,施工人员先对基层处理质量自检,包括平整度、干燥度检查,相邻施工人员互检,工序交接时由班组长与质量员联合检查,合格后方可进入下道工序,确保施工质量层层把控。

实施全过程、全方位质量管理,施工准备阶段的技术交底需详细、精准。技术人员依据设计文件与施工规范,向施工人员阐明施工技术要点、质量标准与安全注意事项,如桥梁基础施工中,对不同地质条件下的成孔工艺、钢筋笼安装细节进行重点交底,并形成书面记录与影像资料,便于追溯与查询。材料检验严格执行国家标准,对钢材、水泥、砂石等原材料从进场检验、抽样复试到使用过程跟踪检测全程管控。比如对每批次水泥检验其安定性、强度、凝结时间等指标,不合格材料立即退场,防止流入施工环节。施工过程中,工序质量控制采用“样板引路”制度,在大规模施工前制作样板工程,如桥梁防撞护栏样板段,经各方验收合格后作为后续施工参照标准,确保施工一致性与规范性。隐蔽工程验收严格执行“三检制”与旁站监理制度,如桥梁桩基钢筋笼隐蔽前,施工班组自检、施工队复检、项目部终

检合格后,报监理工程师旁站验收,验收内容涵盖钢筋笼规格、焊接质量、保护层设置等,验收合格后方可隐蔽,并留存影像资料。竣工验收阶段的质量检测依据规范采用多种方法全面检测桥梁性能,确保交付工程质量合格。

施工现场环境管理注重营造良好施工条件。合理规划施工场地布局,设置材料堆放区、加工区、施工通道等功能区域,如在预制梁场,依据预制梁生产流程与吊运路线规划场地,确保材料运输、构件吊运顺畅,避免相互干扰与碰撞^[4]。对施工设备定期维护保养,依据设备使用手册制定保养计划,如桥梁张拉设备定期校准油压表、检查千斤顶密封性能,确保设备精度与可靠性,降低设备故障对施工质量的影响。

质量检查与评估工作常抓不懈。日常检查由施工班组与现场质量管理人员高频次巡查,重点检查施工工艺执行、人员操作规范、安全防护措施落实等情况,发现问题现场督促整改。专项检查针对关键施工环节或易出现质量问题部位深入检查,如桥梁伸缩缝安装专项检查,对伸缩缝选型、安装平整度、预留间隙等详细检测,确保伸缩缝功能正常。定期大检查由项目经理部组织全面排查,依据质量检查评分标准量化评估项目质量,对各施工区域、各施工环节进行细致检查与评分,梳理质量问题清单,制定整改计划。同时,定期评估质量管理体系运行效果,收集施工过程中的质量数据、问题反馈与整改情况,运用质量管理工具分析体系运行有效性与适应性,如采用因果图分析问题根源、控制图监控质量波动趋势,针对体系缺陷及时修订完善,持续提升施工质量。

2. 创新举措与实践应用

2.1 BIM 技术革新施工管理模式

BIM 技术为公路桥梁施工带来全新管理视角。在施工前,基于设计图纸构建的三维 BIM 模型整合桥梁结构、施工进度、材料信息,实现施工方案虚拟推演。如在复杂互通立交桥施工中,通过 BIM 模型模拟不同施工顺序与工况,提前发现桥梁匝道与主线施工空间冲突、吊装设备作业半径不足等问题,利用模型的可视化与碰撞检测功能优化施工顺序与设备选型,减少施工变更与延误。施工过程中,将现场质量检测数据与 BIM 模型关联,如混凝土强度、钢筋保护层厚度等数据实时录入模型,通过模型的可视化展示快速定位质量问题部位与关联构件,追溯问题根源,如施工过程中

某桥墩混凝土强度偏低,可在BIM模型中查看该部位混凝土原材料信息、浇筑记录与养护情况,精准分析原因并制定整改措施,提升质量管理效率与精度。

2.2 物联网技术赋能实时远程监测

物联网技术在桥梁施工质量监控中发挥关键作用。施工现场布置的应力、应变、温度等传感器构成实时监测网络。应力传感器依据电阻应变片原理或光纤光栅技术,精准测量桥梁结构关键部位受力情况,如桥梁梁体在施工荷载与自重作用下的应力变化,通过物联网将数据传输至监控中心^[5]。应变传感器采用高精度电阻应变计或振弦式传感器,监测结构变形与应变分布,如在大跨径桥梁悬臂施工中,实时监测悬臂端变形,为施工线形控制提供数据支持。温度传感器监测环境温度与混凝土内部温度变化,防止温度应力导致结构裂缝。监控中心接收数据后,利用大数据分析 with 智能预警算法,一旦数据超出预设阈值,系统自动发出警报,同时推送问题信息至相关人员手机终端,确保及时响应与处理,保障施工安全与质量。

2.3 绿色施工理念推动可持续发展

绿色施工理念在公路桥梁施工中意义深远。再生骨料混凝土应用是资源循环利用的重要体现。废弃混凝土经专业破碎、筛分设备处理后,制备的再生骨料依据其性能特点优化配合比用于新混凝土生产。在中小跨径桥梁基础与下部结构施工中,适量使用再生骨料混凝土,可减少天然骨料开采对环境的破坏,降低工程成本。施工设备选型优先考虑能耗低、污染小的设备,并结合太阳能、风能发电装置为施工设备与现场照明提供补充电源。如在偏远山区桥梁施工中,安装太阳能光伏发电系统为混凝土搅拌站、小型施工机具供电,减少柴油发电机使用,降低碳排放与施工噪音,实现施工与生态环境协调发展。

施工废弃物分类处理与回收利用是绿色施工的关键环节。施工现场设置专门废弃物分类存放区域,对废弃钢材、木材等可回收材料进行集中收集、分类标识,定期运往专业

回收加工企业再利用,如废弃钢材加工成钢筋网片、预埋件等。对于不可回收废弃物,严格按照环保法规要求,采用专业运输车辆运往指定填埋场或处理厂进行无害化处置,防止污染土壤与水体,提升施工项目环保水平与可持续性^[6]。

3. 结论

公路桥梁施工质量保障是系统性工程,需设计、施工、验收各阶段协同推进,尤其施工阶段的质量监控是核心重点。通过精细化施工工艺标准、提升施工人员素养、深度应用监测技术、完善质量管理体系等多维度举措,结合BIM、物联网等创新技术与绿色施工理念实践,构建全方位质量保障体系。实践表明,严格落实这些措施可有效提升公路桥梁施工质量,稳固交通基础设施,为经济社会快速发展筑牢根基,推动公路桥梁建设高质量发展,适应现代交通体系建设需求。

参考文献:

- [1] 侯新琼.公路桥梁施工过程中的质量管理研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(9):0092-0095
- [2] 杨琳.公路桥梁双柱墩系梁施工及安全保障措施[J].中国厨卫,2024,23(1):178-180
- [3] 宋晶晶.公路桥梁施工过程质量监控管理对策[J].交通世界,2018(10):160-161
- [4] 魏贤明.公路桥梁施工过程质量监控管理措施[J].低碳世界,2020,10(2):173-174
- [5] 胥正洪.公路桥梁施工中的质量控制及提升策略研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(11):056-059
- [6] 谢思文.混凝土公路桥梁施工中的质量控制与管理[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(9):0160-0163

作者简介:

简永贵(1972年11月-)男,汉族,籍贯:福建永定人,专科,机械中级工程师,就职于福建省岩成建设工程有限公司做施工管理工作