

# 市政道路桥梁与桥梁施工质量分析

钟 旭

江西建工第二建筑有限责任公司 江西 南昌 330000

**摘 要：**市政道路桥梁施工处于城市复杂环境，对质量要求严苛。本文剖析施工特点与质量核心要求，从材料设备、工艺技术、人员管理及环境因素等方面分析质量关键影响因素，指出结构安全、功能性与耐久性常见问题及成因，提出前期控制优化、过程控制强化、人员与管理提升及环境适应性改进等提升策略，为保障桥梁施工质量提供参考。

**关键词：**市政道路桥梁；施工质量；影响因素；提升策略

引言：城市发展进程中，市政道路桥梁作为关键交通基础设施，其施工质量至关重要。它不仅关乎城市交通的顺畅运行，更直接影响市民的生命财产安全与城市的整体形象。当前，市政道路桥梁施工面临城市环境复杂、地质条件多样、多工种协同等挑战，质量把控难度增大。深入分析施工质量相关问题，探寻有效提升策略，成为保障桥梁建设质量、推动城市可持续发展的紧迫任务。

## 1 市政道路桥梁施工特点与质量要求

### 1.1 施工特点

市政道路桥梁施工始终处于城市复杂环境之中，需精准适应多重约束条件。城市交通网络密集，施工区域往往与既有道路、轨道交通线路交叉，既要保障施工安全，又要最大限度减少对日常通勤的影响。地下管线纵横交错，涉及供水、排水、电力、通信等数十种类型，施工前需通过地质勘探与管线探测技术摸清分布规律，避免因挖掘作业造成管线破坏，这对施工方案的精细化设计提出极高要求<sup>[1]</sup>。地质条件差异显著，软土地基、岩溶地貌、填海区域等特殊地质需针对性采用地基加固、桩基深化等技术手段，确保结构稳定性。多工种协同作业的协调性是施工管理的核心挑战。桥梁工程涵盖桩基施工、模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、预应力张拉、桥面铺装等多个环节，每个工序需由专业队伍按技术规范衔接推进。例如，预应力张拉与混凝土养护存在时间关联性，张拉时机过早会导致结构开裂，过晚则影响应力传递效率。施工周期与城市运行的动态平衡需通过科学规划实现，高峰期调整作业时间、采用低噪音设备、设置临时交通导改方案等措施，既能保障工程进度，又能维持城市基本功能。夜间施工虽可避开交通高峰，但需解决照明、安全防护及噪音控制问题，对管理团队的组织能力形成考验。

### 1.2 质量核心要求

结构安全性是质量控制的根本。桥梁需承受车辆荷载、风振、地震等动态作用，设计阶段通过有限元分析优化结构形式，施工阶段严格把控材料强度、焊接质量、预应力损失等关键参数。耐久性设计需考虑氯离子侵蚀、碳化深度、冻融循环等环境因素，采用高性能混凝土、防腐涂层、阴极保护等技术延长结构寿命。使用功能性直接影响用户体验，行车舒适性要求桥面平整度误差控制在毫米级，排水效率需通过坡度设计、排水管径优化实现暴雨天气快速排涝。外观与环保性体现城市文明水平，桥梁造型需与周边景观融合，采用清水混凝土、装饰砌块等材料提升视觉效果；材料环保指标需符合挥发性有机物（VOC）排放标准，施工废水经沉淀处理后循环利用，减少对生态环境的扰动。

## 2 桥梁施工质量关键影响因素分析

### 2.1 材料与设备因素

桥梁工程的物质基础由各类原材料与施工设备共同构成，二者质量直接决定结构性能。混凝土作为用量最大的材料，水泥强度等级、骨料级配、外加剂掺量需严格匹配设计要求。若水泥安定性不达标，混凝土硬化后易产生体积膨胀，导致结构开裂；骨料含泥量过高会削弱骨料与水泥石的黏结力，降低抗压强度。钢筋的力学性能同样关键，屈服强度不足会削弱结构承载能力，抗拉强度偏差可能引发脆性断裂。预应力材料的质量更需重点把控，钢绞线松弛率超标会导致预应力损失过快，影响结构长期稳定性。施工设备的精度与维护状态是工艺实施的前提。打桩机的垂直度偏差超过规范值，桩基承载力将大幅下降；混凝土输送泵的泵送压力不足，易造成浇筑中断，形成冷缝缺陷；张拉设备的油压表未定期校准，预应力值误差可能超出允许范围，威胁结构安全。设备维护不当同样隐患重重，例如搅拌机叶片磨损

未及时更换,混凝土匀质性变差;电焊机电流不稳定,钢筋焊接接头强度不达标。定期检测、校准设备参数,建立维护档案,是保障施工质量的基础环节。

## 2.2 施工工艺与技术

基础施工是桥梁工程的根基。桩基施工需根据地质条件选择合适成桩方式,在软土地基中采用钻孔灌注桩时,泥浆比重控制不当易引发塌孔;岩溶地区施工若未提前注浆加固,可能因溶洞导致桩基偏位。承台施工需解决大体积混凝土水化热问题,温度应力超过混凝土抗拉强度时会产生裂缝,需通过分层浇筑、埋设冷却水管等措施控制温差<sup>[2]</sup>。主体结构施工对工艺精度要求极高。支架搭设需验算承载力与稳定性,立杆间距过大或斜撑缺失可能引发坍塌事故;模板安装需保证刚度与平整度,接缝处漏浆会导致混凝土表面蜂窝麻面;混凝土浇筑需控制分层厚度与振捣时间,过振会引发骨料下沉,欠振则形成空洞缺陷。预应力张拉需遵循对称、分级、同步原则,张拉顺序错误会导致结构应力分布不均,桥面铺装需注重平整度与黏结强度,空鼓或开裂会缩短铺装层使用寿命。

## 2.3 人员与管理因素

施工人员技能水平是工艺落地的关键。电焊工未掌握不同钢材的焊接工艺参数,接头质量难以保证;混凝土工未根据环境温度调整养护方式,易引发早期开裂;张拉操作人员未熟悉设备性能,可能因操作失误导致预应力损失超标。经验丰富的技术工人能通过观察混凝土坍落度、听钢筋敲击声等细节,及时发现潜在质量问题。现场管理组织效率直接影响施工节奏。技术交底不清晰会导致工人误操作,工序衔接不畅会造成窝工或赶工,质量责任划分模糊易引发推诿现象。质量检测与监控体系需覆盖全流程,原材料进场检验、工序交接验收、成品无损检测等环节缺一不可。利用智能传感器实时监测混凝土应力、支架变形等参数,结合大数据分析预判质量风险,可实现从被动检测到主动防控的转变。

## 2.4 环境因素

地质条件是基础施工的首要挑战。软土地基承载力低,需通过换填、强夯或桩基加固提升地基性能;岩溶地区溶洞发育,需提前进行地质雷达探测,采用跨桩或注浆填充处理;膨胀土地区需设置隔水层,防止土体干湿循环引发不均匀沉降。气候条件对施工影响显著,高温天气混凝土凝结速度加快,需调整配合比并加强养护;低温环境需添加防冻剂并采取保温措施,避免冻胀破坏;降雨导致基坑积水,需配备足够排水设备,防止支护结构失稳。周边环境干扰同样不可忽视,交通繁忙

区域施工需设置防撞设施,居民区附近需控制夜间噪音与粉尘排放,跨河桥梁施工需防范水流冲刷对临时结构的破坏。

## 3 桥梁施工质量常见问题与成因

### 3.1 结构安全问题

裂缝是桥梁结构最常见的病害之一,成因复杂且影响深远。混凝土收缩分为塑性收缩与干缩两种类型,塑性收缩发生在浇筑后数小时内,因水分快速蒸发导致表面张力失衡,形成龟裂状细纹;干缩则因混凝土内部水分持续散失,体积收缩受钢筋约束产生拉应力,当应力超过抗拉强度时引发开裂<sup>[3]</sup>。温度应力同样不可忽视,大体积混凝土浇筑后水化热积聚,内部温度可达60℃以上,与表面形成20℃以上温差,降温阶段收缩变形受内部约束,易在截面中部产生贯穿性裂缝。荷载超限则多因设计荷载标准偏低或超载车辆频繁通行,结构长期处于疲劳状态,微裂缝逐渐扩展形成宏观裂缝,严重削弱承载能力。沉降不均问题往往与地基处理密切相关。软土地基未进行加固或加固深度不足,承载力无法满足设计要求,在上部荷载作用下产生过量沉降;岩溶地区未探明溶洞分布,桩基施工时未穿透溶洞顶板,导致基础悬空;施工顺序错误也会引发沉降差异,例如先施工主梁后施工引桥,主梁自重压迫地基产生沉降,引桥接缝处出现错台。某跨河桥梁因两侧地基处理方式不同,一侧采用换填法另一侧采用桩基法,运营三年后沉降差达15厘米,造成桥面伸缩缝严重破坏。

### 3.2 功能性缺陷

桥面平整度直接影响行车舒适性与安全性。铺装层施工工艺缺陷是主要成因,混凝土浇筑时振捣不密实会形成孔洞,表面收浆时间控制不当易产生波浪形起伏;沥青铺装层摊铺温度过高会导致材料老化,温度过低则难以压实,均会降低平整度。某城市高架桥因铺装层施工时未严格控制摊铺速度,局部区域压实度不足,通车后三个月即出现车辙深度达3厘米的病害。排水系统失效多源于设计不合理或施工疏漏。桥面横坡设置过小或排水管径偏细,暴雨天气时雨水无法及时排出,积水渗透至铺装层内部,削弱层间黏结力;排水管安装角度不足或连接处密封不严,导致水流倒灌至梁体内部,加速钢筋锈蚀。某跨线桥因排水管被施工垃圾堵塞,连续降雨后桥面积水深度达10厘米,造成多辆车辆打滑失控。

### 3.3 耐久性隐患

钢筋锈蚀是桥梁耐久性衰退的典型表现。混凝土保护层厚度不足时,氯离子、二氧化碳等侵蚀性介质易渗透至钢筋表面,破坏钝化膜引发电化学腐蚀,锈蚀产物

体积膨胀导致混凝土开裂,形成恶性循环。某沿海桥梁因保护层厚度偏差达-5毫米,运营五年后钢筋锈蚀率超过20%,主梁承载力下降30%。混凝土碳化则与环境侵蚀或材料配比问题直接相关。碳化深度超过保护层厚度时,钢筋失去碱性环境保护,锈蚀风险骤增。水泥用量不足、水灰比过大、养护不到位均会加速碳化进程,某工业区桥梁因混凝土配合比中水泥用量偏低,碳化深度达4厘米时钢筋即开始锈蚀,远低于设计预期的10年耐久寿命。

#### 4 市政桥梁施工质量提升策略

##### 4.1 前期控制优化

精细化设计审查是质量提升的首道关卡。设计阶段需组织多专业团队对结构计算书、构造细节、荷载组合等关键内容进行交叉复核,重点验证特殊地质条件下的基础设计、大跨度结构的抗风抗震性能<sup>[4]</sup>。施工方案优化需结合现场条件,对支架搭设、模板安装、混凝土浇筑等工序进行三维模拟,提前发现空间冲突与工艺缺陷。例如,跨河桥梁施工方案需考虑水流速度对临时结构的影响,城市高架桥需优化交通导改方案以减少对周边通行的影响。原材料质量分级管控需建立全链条追溯体系。水泥、钢筋、外加剂等主材按性能指标划分为不同等级,优先在关键部位使用高等级材料。动态监测机制通过物联网技术实现,在料场设置传感器实时采集材料温度、湿度数据,混凝土搅拌站安装配合比自动校准系统,确保每车混凝土质量稳定。某工程通过引入区块链技术,实现原材料从出厂到使用的全程数据上链,质量责任可精准定位至具体批次。

##### 4.2 过程控制强化

施工工艺标准化需编制可视化作业指导书,将钢筋绑扎间距、混凝土振捣时间等关键参数转化为具体操作标准。流程再造通过工序拆解与重组提升效率,如将桥面铺装施工划分为基层处理、防水层铺设、混凝土摊铺三个独立模块,每个模块设置质量停检点。实时质量监控技术中,传感器网络可监测支架应力、混凝土应变等参数,BIM技术通过三维模型与施工进度关联,提前预警碰撞风险。某项目在预应力张拉环节应用智能张拉设备,数据自动上传至监管平台,误差率控制在1%以内。

##### 4.3 人员与管理提升

专业化施工队伍培训需构建“理论+实操+考核”

闭环体系。理论课程涵盖新材料性能、新工艺原理等内容,实操训练在模拟工况下进行,考核通过后方可上岗。考核机制实行“一票否决制”,关键岗位人员需定期参加技能比武,连续两次不合格者调离岗位。责任追溯制度通过编码技术实现,每个构件设置唯一身份标识,质量问题可快速定位至具体班组与操作人员。质量奖惩体系与信用评价挂钩,对连续三个月质量达标的班组给予奖金激励,对出现重大质量事故的单位列入黑名单。

##### 4.4 环境适应性改进

地质勘察数据深度分析需采用多源数据融合技术,将地质雷达探测、钻孔取样、原位测试等进行三维建模,准确识别软弱夹层、岩溶发育区等不良地质。施工参数根据地质变化动态调整,如在软土地基段增加桩基长度,在岩溶区采用跨桩设计<sup>[5]</sup>。气候补偿措施中,高温天气采用冷却水管降温,低温环境添加早强剂并覆盖保温层,雨季施工时设置防雨棚并调整混凝土配合比。某跨海大桥通过安装气象监测站,实时获取风速、浪高数据,当风力超过8级时自动启动应急预案,暂停高空作业。

#### 结束语

市政道路桥梁施工质量受多因素制约,结构安全、功能性与耐久性等方面问题不容忽视。通过前期控制优化设计审查与原材料管控,过程控制强化工艺标准与实时监控,人员与管理提升培训与责任追溯,环境适应性改进地质分析与气候补偿等策略,可有效提升施工质量。需持续关注施工各环节,严格落实质量管控措施,确保桥梁长期稳定运行,为城市发展提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1]丁雅.市政道路桥梁绿色施工技术与质量控制分析[J].中州建设,2025(5):26-27.
- [2]尹月华,贾志贺,马泽林.市政道路桥梁施工质量通病防治处理分析[J].运输经理世界,2024(3):118-120.
- [3]董耀森.市政道路桥梁施工中现浇箱梁施工技术应用分析[J].运输经理世界,2025(10):75-77.
- [4]姚建超,张静.加强市政工程道路与桥梁施工质量管理对策分析[J].运输经理世界,2022(20):35-37.
- [5]姜宇坤,杨岗.市政道路桥梁工程中的质量控制难点与对策分析[J].模型世界,2025(5):180-182.