

# 高速公路桥梁施工中的技术管理与质量控制措施

曾杨

四川省交通建设集团有限责任公司市政建设工程分公司 四川成都 610041

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19678

**[摘要]** 在现代交通网络建设中,高速公路桥梁扮演着关键角色,其建造阶段的技术规范执行与质量监督体系直接影响着桥梁结构的稳定性能、抗老化能力及服役年限。伴随着工程技术迭代更新和项目复杂程度持续提升,桥梁建造领域对工艺标准执行与品质保障机制提出了更为严苛的标准。本文重点研究高速公路桥梁建造环节的技术规范实施与品质监管体系,剖析现阶段面临的技术瓶颈与管控难题,同时给出针对性的改进方案,期望为提升桥梁建造工艺水准与质量监督效能提供有价值的实践指导。

**[关键词]** 高速公路桥梁; 技术管理; 质量控制; 措施

高速公路桥梁作为交通基础设施的关键构成要素,其建造品质直接影响着道路网络的运营安全。随着工程技术标准的不断提升,我国对高等级公路桥梁建设质量提出了更为严苛的要求。为确保这类特殊结构物的安全性能,承建单位必须强化施工全过程的监督管理,通过优化技术管理流程与完善质量保障体系,切实提升桥梁工程的可靠性与耐久性。同时,需要结合具体工程特点,制定针对性的技术实施方案与质量管控措施。由此可见,施工企业必须充分理解技术管理与质量控制在桥梁建设中的核心地位,并采取切实可行的管理手段,为工程项目的顺利实施提供有力保障。

## 1 核心技术

高速公路桥梁建设过程中涉及的关键技术主要包括三大板块:地基处理、构件强化与填充注浆工艺。在地基处理环节,重点针对结构长期稳定性进行防护,特别适用于桥面系统及水下结构部件,采用复合型防水材料、高分子保护膜以及抗腐蚀镀层等解决方案,有效抵抗水分渗透、盐分侵蚀及环境氧化作用。构件强化技术则着重提升主要承重部位的力学性能,例如运用高压喷射桩、CFG桩等工艺改良软弱地质条件,或者采用外置预应力钢绞线、碳纤维增强材料等方式优化梁体受力特性。填充注浆工艺的核心目标是改善结构内部密实程度,其中真空辅助注浆方法在预应力管道施工中得到普遍采用,借助负压条件消除气泡,保证浆料充分填充,大幅提升预应力传导效果与抗侵蚀性能。这些技术的实施必须基于详细的地质勘探、结构计算和现场条件制定专属方案,同时通过工艺测试验证和施工参数实时监测来保证工程质量,构成了确保桥梁安全运行和延长使用寿命的重要技术保

障。

## 2 高速公路桥梁施工的特点

高速公路桥梁建设过程呈现出明显的整体性与高危特征,其作业场所普遍受到复杂地质构造、不稳定气候水文及交通流干扰等复合因素制约,在跨越河流、穿越山脉的路段尤为突出,施工区域受限且安全隐患密集。工程多采用大跨度、高桥墩、薄壁结构等复杂技术方案,工艺集成程度高,涵盖桩基础、下部构造、上部构造及配套工程等多工种协同施工,对现场管理与协调水平提出严格要求。作为交通网络的核心节点,桥梁的安全性能与使用寿命直接影响运营可靠性,质量指标严格,需达到设计承载、防裂性能、耐疲劳及长期服役等综合技术要求。建设阶段需要协调设计单位、施工单位、监理单位、检测部门及材料供应商等多方参与,管理环节繁多,信息交互复杂。这些特性决定了施工过程必须依靠完善的技术管控体系与全周期质量保障机制,才能实现工程安全、品质与工期的统筹兼顾。

## 3 高速公路桥梁施工过程中的技术管理

### 3.1 桩基施工技术

在桩基钻孔作业启动阶段,需组织机械设备和施工人员协同作业,对桩位区域进行场地整平与夯实处理,以满足施工机械定位、物料储放及工作面布置等需求。冲击式钻孔工艺仅将部分土体排出地表,其余土体在强大冲击力作用下向孔周挤压,形成对孔壁的有效加固作用。针对本区域易发生孔壁坍塌的地层条件,建议优先选用冲击钻设备进行首根桩施工。钻机就位安装完成后,需全面检查设备各项准备工作,确保底座与顶部保持稳定状态,避免发生位移或沉降现象。

在冲击钻进过程中, 应依据不同岩土层特性调整钻进速率, 有效预防钻锤埋没、孔径收缩及孔壁坍塌等事故, 实施轮班连续作业制度, 并实时准确记录钻进参数。施工中应密切关注地层变化, 在达到嵌岩面之前, 每钻进 1 米或在岩层变化处采集钻渣样本; 接近设计嵌岩面时, 需根据渣样特征变化进行详细比对, 先由施工方质检人员初步判定嵌岩面位置, 再通知监理工程师现场复核确认, 确认进入嵌岩层后改为每 0.5 米取样一次。针对各类地层均应规范实施钻渣取样程序, 妥善保存样本, 与地质勘探资料进行比对验证, 并详细记录各岩土层分界面的高程数据。

### 3.2 钢筋笼安装技术

施工前需确保钢筋材料表面清洁, 彻底清除油污、漆层及氧化锈蚀; 钢筋必须保持平直状态, 存在弯曲或盘卷的钢筋需预先调直后方可使用。吊装作业中采用平衡梁双吊点方式, 维持钢筋笼垂直状态并防止吊装变形。下放钢筋笼入孔时需精确对中孔位, 缓慢平稳下放, 避免与孔壁发生碰撞, 禁止快速提升、坠落或强行压入。当首节钢筋笼下放至末端加劲筋处时, 插入临时支撑工字钢, 将骨架稳固悬挂于孔口位置并调平笼顶标高, 随后进行次节骨架吊装并与首节采用镦粗直螺纹套筒连接。连接过程中需严格对位上下主筋, 确保整体轴线重合。完成连接后提升骨架, 撤除支撑工字钢后继续下放, 循环作业直至达到设计高程位置。

### 3.3 模板安装技术

圆柱墩模板选用分体式钢制模具, 每节高度设定为 3 米, 同时配备 0.5 米和 1.0 米两种调节模块。依据墩柱实际高度进行分段组装, 整体采用吊装工艺完成安装。初始节段模板的定位需精确把控, 保证安装牢固性, 所有拼缝必须严密闭合, 底部加设防水胶条以防浆液渗漏, 侧向接缝处则使用双层泡沫胶带密封。在支模作业前, 需对墩柱接合部位的混凝土表面进行凿毛处理, 待系梁混凝土强度超过 10 兆帕后, 使用风动凿毛机清除结合面上的浮浆及钢筋附着物, 直至露出新鲜混凝土层, 最后用高压水枪彻底冲洗。

钢模脱模剂必须具有防腐蚀性能, 否则会导致模板锈蚀, 进而影响混凝土结构的外观质量。支模过程中需反复校核垂直度与定位精度, 有效预防模板位移问题。定型钢模的拼缝部位需经砂轮机精细打磨处理。当墩柱与基础连接部位采用高强度砂浆找平时, 必须确保砂浆不渗入立柱内部, 防止钢筋

保护层厚度不足的质量缺陷。模板底部应加贴高密度橡胶密封条, 增强与柱头的密闭性, 所有接缝还需进行泡沫胶二次封堵。模板表面需经砂轮多次抛光处理, 确保拆模后混凝土表面光洁美观。模板安装完成后, 每隔 8~12 米设置一道防风缆索进行固定, 使用铅垂仪严格检测垂直偏差, 控制标准为 0.1%且最大不超过 20 毫米。

### 3.4 混凝土浇筑技术

构建智能化监控体系, 在混凝土拌合站部署实时预警装置, 当原材料配比偏差或搅拌时长不足时自动触发警报, 有效保障混凝土成品质量。混凝土在集中拌合站完成制备后, 通过专用运输车配送至施工现场, 采用串筒配合吊车料斗进行模板浇筑作业。布料厚度需根据柱体尺寸精确控制, 单次布料量宜保持在 0.3~0.5 米柱高对应的体积, 防止因料层过薄引发过度振捣问题。料斗表面需标注与柱体参数对应的刻度标识。混凝土浇筑采取分层施工工艺, 单层浇筑厚度宜控制在 30 厘米范围内。振捣作业选用插入式振动设备, 操作过程中需避免与钢筋骨架及模板接触, 遵循“快速插入、缓慢拔出”的原则, 保持振动棒持续上下运动, 确保振捣密实度并减少表面气孔。振动棒需深入下层混凝土 5~10 厘米 (可通过预先涂刷的刻度标识定位), 相邻振点间距保持 20~25 厘米, 与模板边缘保持 5~10 厘米安全距离。振捣至混凝土停止冒泡、表面呈现均匀浆液状态即为合格。浇筑过程需保持连续作业, 合理控制浇注速度, 防止因浇筑速率过快导致侧向应力积聚, 进而引发模板位移等质量问题。

### 3.5 梁板架设技术

在实施场外运输作业时, 必须依法办理相关行政许可手续, 并做好交通疏导与安全保障工作, 确保预制梁运输过程的安全可控。预制梁运抵现场后, 采用架桥机进行各梁段的吊装作业。整个架设过程遵循架桥机与梁体运输交替作业的工艺流程, 循环推进直至完成全部架设任务。架桥机投入使用前必须完成设备报验程序, 取得主管部门核发的使用许可文件后方可投入运行。在架桥机正式作业前, 已架设梁板的右幅区域将作为架桥机就位的工作平台, 梁体提升作业选择在左右幅中间空隙位置进行。桥下区域需配置专职安全员实施施工范围的安全管控。

## 4 高速公路桥梁施工过程中的质量控制

### 4.1 强化人员与材料管理

在人员管理环节,需构建岗位资格认证与技能评估体系,针对项目负责人、技术主管、质量检测专员、实验操作员、焊接技工、预应力施工人员等核心岗位实施资质审核制度,同时定期开展专项技能提升培训与质量管控意识培养,着重加强对施工标准、操作流程及常见质量缺陷预防方案的掌握程度与实施效果,保证施工操作符合标准化要求。在物资管控环节,需要建立贯穿采购、验收、检测、保管、领用及消耗全流程的闭环监管系统。严格落实材料进场检验程序,对钢材、胶凝材料、骨料、掺合料、预应力构件、连接装置、支撑部件等主要工程材料,按照技术标准实施分批次抽样试验,重点检测其机械特性、元素组成、稳定性及使用寿命参数,严禁质量不达标材料进入施工作业区。完善材料标记与溯源档案,优化仓储管理制度,避免钢材氧化、胶凝材料吸湿等品质劣化情况。大力推广使用高强混凝土、免振捣混凝土、防腐钢筋、耐候结构钢等具备优异耐久性能的新型建材,从根本上提升工程结构的抗开裂、抗渗透及抗侵蚀性能,为项目品质奠定坚实的物质基础。

#### 4.2 施工工艺与方案的改进措施

在钻孔灌注桩施工过程中,需根据地质勘探数据科学确定成孔方法,精确调整护壁泥浆的各项参数指标,包括密度、流动特性及颗粒含量,以维持钻孔结构的完整性;同步记录钻进取芯速率、穿透深度与轴线偏差,防范孔壁坍塌、孔径收缩及位置偏移现象;完成清孔作业后,残留沉淀物高度必须符合技术标准,确保桩基承载性能达标。混凝土作业环节,需科学设计材料配比,在保证施工和易性的同时优化水灰比例,掺入高性能矿物添加剂以提高结构致密性和抗侵蚀能力;规范混凝土入模温度管理,实施分段浇注、均匀振捣及适时保湿养护等工艺,有效控制热应力裂缝和早期收缩裂缝的产生。桥梁上部结构施工中,防水材料铺装应做到表面平整、接缝严密且无损伤,沥青混凝土摊铺需保持均匀性和连续性,精准把握材料温度、压实次数与密实程度,确保铺装层达到设计要求的平整度和强度。针对大型混凝土构件、深基础工程、高墩柱及大跨度悬臂浇筑等特殊工况,必须制定详细的施工技术方案,通过工艺性试验验证方案可行性,并邀请专业技术人员进行评审,确保各项技术措施安全有效、施工风险处于可控状态。

#### 4.3 完善质量管理机制建设

建立规范化、体系化的质量管控机制是确保项目全周期、多维度质量监管的关键支撑。为此,需切实贯彻工程质量终身追责制度,清晰界定各参建主体及责任人员的质量义务,制定详细的责任分工表,实施“施工方担责、验收方负责”的溯源体系,并在重点环节实行质量否决制度。加强施工环节的质量检查,全面落实“三级检验”模式(自主检查、交叉检查、专项检查),针对钢筋绑扎、预应力管定位、混凝土浇捣、张拉灌浆等隐蔽工程及关键节点实施监理全程旁站与质检人员跟踪监督,同步保存影像记录。积极采用超声波检测、雷达探测、红外线扫描等非破坏性检测手段,对焊接质量、混凝土内部结构、保护层尺寸等指标进行精确诊断。借助数字化管理平台,整合BIM模型、施工记录、检测报告、监测数据与整改台账,达成质量数据的实时采集、统一存储与溯源查询。贯彻全员质量管理思想,构建质量问题PDCA循环(计划、执行、核查、改进)优化体系,按期组织质量研讨会议,发动全员参与质量提升行动,培养精益求精的质量意识,稳步提高工程建设品质。

#### 结论

通过上述分析可以明确,在高速公路桥梁建设过程中,技术管控与质量监督发挥着关键性作用,其成效直接影响着工程最终品质。为此,在具体施工实践中,需要强化对技术规范与质量标准的执行力度,构建科学合理的技术管理体系和质量保障机制,清晰界定各岗位人员的责任范围,严格规范施工操作流程与工艺标准。同时要重点强化对建筑材料、施工设备及工艺技术的全过程监管,从而确保高速公路桥梁建设中的各项技术管理与质量把控措施得到有效落实。

#### [参考文献]

- [1]温静艳.探究公路桥梁施工中预应力技术的应用[J].四川建材,2023(3):109-110+112.
- [2]杜承志.高速公路桥梁施工中人工挖孔桩技术的应用分析[J].运输经理世界,2022(35):86-88.
- [3]黄雷.公路桥梁施工中的质量管理及控制策略[J].运输经理世界,2023(1):116-118.
- [4]易婧.公路桥梁施工技术的质量控制分析[J].城市建设理论研究,2023(14):84-86.