

高速公路桥梁施工过程中技术管理与质量控制分析

魏巍

浙江交工宏途交通建设有限公司, 浙江 杭州 311305

DOI:10.61369/ME.2025070023

摘要 : 高速公路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分, 其施工质量直接决定路网通行安全与使用寿命。本文以高速公路桥梁施工为研究对象, 聚焦技术管理与质量控制两大核心环节, 结合施工全流程特点, 分析当前施工中技术管理存在的流程不规范、人员能力不足、设备运维滞后等问题, 以及质量控制面临的材料监管不严、工序衔接漏洞、检测标准不统一等挑战。在此基础上, 从施工准备阶段、施工实施阶段、竣工验收阶段提出针对性优化策略, 包括完善技术管理体系、强化材料全周期管控、优化工序质量监督、创新检测技术应用等, 旨在为提升高速公路桥梁施工质量、保障工程安全耐久性提供实践参考。

关键词 : 高速公路桥梁; 施工技术管理; 质量控制; 全流程管控; 检测技术

Analysis of Technical Management and Quality Control in the Construction Process of Expressway Bridges

Wei Wei

Zhejiang Jiaogong Hongtu Transportation Construction Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 311305

Abstract : As a core component of transportation infrastructure, the construction quality of expressway Bridges directly determines the traffic safety and service life of the road network. This paper takes the construction of expressway Bridges as the research object, focusing on the two core links of technical management and quality control. Combined with the characteristics of the entire construction process, it analyzes the problems existing in the current technical management, such as non-standard processes, insufficient personnel capabilities, and lagging equipment operation and maintenance, as well as the challenges faced in quality control, such as lax material supervision, loopholes in process connection, and inconsistent inspection standards. Based on this, targeted optimization strategies are proposed from the construction preparation stage, construction implementation stage to the completion acceptance stage, including improving the technical management system, strengthening the full-cycle control of materials, optimizing the quality supervision of processes, and innovating the application of detection technologies, aiming to provide practical references for improving the construction quality of expressway Bridges and ensuring the safety and durability of the project.

Keywords : expressway bridge; construction technology management; quality control; full-process control; detection technology

前言

技术管理是高速公路桥梁施工的“生命线”, 涵盖施工方案编制、技术交底、工艺优化、设备管理等内容, 直接影响施工效率与技术落地效果; 质量控制则是工程建设的“底线”, 需贯穿材料进场、工序施工、成品检测全过程, 确保工程符合设计标准与规范要求。二者相辅相成, 缺一不可——缺乏技术支撑的质量控制易陷入“盲目监管”, 脱离质量目标的技术管理则难以实现工程价值。因此, 系统分析高速公路桥梁施工中的技术管理要点与质量控制难点, 探索科学有效的管控路径, 对推动我国高速公路桥梁建设高质量发展具有重要现实意义。

一、高速公路桥梁施工技术管理的核心内容与现存问题

(一) 技术管理的核心内容

高速公路桥梁施工技术管理核心涵盖三方面: 一是施工方案

编制与优化, 需结合桥梁类型、地质条件及环境因素制定, 明确关键工序参数, 如预应力混凝土梁施工需规定张拉顺序、应力值及持荷时间, 同时预留优化空间, 例如软土地基桥梁施工中, 可依据沉降监测数据动态调整桩基深度与承台浇筑工艺, 预防结构变形。二是技术交底与人员培训, 需实现“纵向到底、横向到

边”，从技术负责人到作业人员逐层传递要求，明确钢筋焊接、模板安装等易错工序规范；针对预制拼装、智能张拉等新技术，通过理论与实操结合开展专项培训，如预制梁拼装需培训人员掌握吊装精度（误差 $\leq 5\text{mm}$ ）、接缝灌浆配比等要点，避免拼装间隙超标。三是设备与材料技术管理，设备需按需选型，如钻孔灌注桩用匹配桩径的回旋钻机，同时建台账定期维保；材料需把控质量与存储，钢筋需查验合格证及检测报告并防潮防锈，混凝土需依环境调整配合比，夏季加缓凝剂、冬季掺早强剂，保障强度达标。^[1]

（二）当前技术管理存在的主要问题

高速公路桥梁施工技术管理存在三方面突出问题：

一是管理体系不完善，责任划分模糊，部分项目未健全技术管理责任制，施工方案审批流于形式，未联合监理、施工班组论证，技术交底仅书面传递且不跟踪理解情况，如某项目因未明确模板拆除时间，作业人员提前拆模致混凝土梁开裂。

二是人员技术能力不足，新技术应用滞后，基层作业人员缺乏系统培训，难掌握挂篮施工等复杂工序规范，技术管理人员对BIM、无人机监测等智能技术应用能力弱，依赖传统经验，如某斜拉桥施工因未用BIM查索塔钢筋碰撞，现场安装冲突被迫返工。^[2]

三是设备运维不到位，技术性能衰减，部分项目重采购轻运维，未定期检测保养设备，如张拉设备未校验压力表、钻孔设备未换磨损钻头，某项目起重机钢丝绳磨损超标未换，吊装时断裂致设备损坏、工期延误。

二、高速公路桥梁施工质量控制的关键环节与常见风险

（一）质量控制的关键环节

1. 材料质量控制：材料是工程质量的“源头”，需建立“进场验收—存储管控—使用跟踪”全周期控制体系。进场验收时，需严格执行“双检制”——施工单位自检合格后，报监理单位平行检测，不合格材料严禁进场。例如钢筋进场需检测屈服强度、抗拉强度、伸长率等指标，混凝土骨料需检验颗粒级配与含泥量；存储管控需分类存放，避免不同材料混杂污染，如水泥需存储在防雨防潮的仓库，避免受潮结块；使用跟踪需记录材料使用部位与数量，如混凝土浇筑时需记录每罐混凝土的坍落度与浇筑时间，确保可追溯。

2. 工序质量控制：工序质量是工程质量的“基础”，需针对关键工序实施“旁站监督+过程抽检”。以桥梁基础施工为例，钻孔灌注桩需控制成孔深度、孔径、垂直度，浇筑时需防止断桩——浇筑前需检查孔底沉渣厚度（ $\leq 50\text{mm}$ ），浇筑过程中需保持导管埋深在2~6m，避免导管拔出混凝土面；以桥面铺装施工为例，需控制平整度与厚度，摊铺时采用摊铺机匀速推进，振捣密实，初凝后及时覆盖洒水养护，防止表面开裂。此外，工序衔接需满足质量要求，如混凝土浇筑完成后需达到设计强度75%以上方可进行后续工序施工，避免因强度不足导致结构损伤。

3. 成品检测控制：成品检测是质量控制的“最后防线”，需结合桥梁结构特点选择合适的检测方法。外观检测需检查结构表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面等缺陷，如混凝土梁表面裂缝宽度需 $\leq 0.2\text{mm}$ ；内在质量检测需采用无损检测技术（如超声波检测、回弹法），检测混凝土强度、内部密实度，对大跨度桥梁需开展荷载试验，验证结构承载能力；几何尺寸检测需使用全站仪、水准仪等设备，检测桥梁轴线偏位、标高、跨径等指标，确保符合设计要求。例如某高速公路大桥竣工验收时，通过超声波检测发现某桩基存在断桩缺陷，及时采取压浆补强措施，避免投入使用后引发安全事故。^[3]

（二）质量控制中的常见风险与成因

1. 材料质量风险：监管不严导致不合格材料流入现场：部分项目为降低成本，放松材料进场验收标准，存在“以次充好”现象——如使用不合格钢筋（抗拉强度不达标）、劣质外加剂（导致混凝土强度不足）；部分材料供应商提供虚假检测报告，施工单位未进行复检，导致不合格材料用于工程。例如某项目使用含泥量超标的砂石骨料配制混凝土，导致混凝土密实度不足，后期出现渗漏问题。

2. 工序质量风险：操作不规范与监督缺位叠加：基层作业人员因技术能力不足，存在违规操作——如钢筋焊接时焊缝长度不足、焊条型号错误；模板安装时拼接缝隙过大，导致混凝土浇筑时出现漏浆；监理单位旁站监督不到位，未及时制止违规操作，导致工序质量失控。例如某桥梁墩柱施工中，因模板加固不牢固，浇筑混凝土时出现模板变形，导致墩柱垂直度超标，需进行返工处理。

3. 检测质量风险：检测方法不当或数据造假：部分检测人员未按规范要求开展检测，如回弹法检测混凝土强度时未避开钢筋密集区，导致检测结果偏高；部分项目为应付验收，存在检测数据造假现象，如篡改混凝土试块强度试验报告，掩盖工程质量缺陷。检测质量失控会导致质量隐患无法及时发现，如某项目因未如实检测预应力张拉值，导致梁体出现预应力损失，长期使用后可能引发结构开裂。^[4]

三、高速公路桥梁施工技术管理与质量控制的优化策略

（一）完善技术管理体系，明确责任分工

1. 建立分级责任制：构建“项目总工—技术部门—施工班组—作业人员”四级技术管理责任体系，明确各层级职责——项目总工负责审批施工方案与技术难题攻关；技术部门负责编制方案、技术交底与现场技术指导；施工班组组长负责组织作业人员按技术要求施工；作业人员需严格执行操作规范，确保技术落地。同时建立技术管理考核机制，将技术交底到位率、方案执行率纳入考核指标，考核结果与绩效挂钩，倒逼责任落实。

2. 优化方案审批与交底流程：施工方案编制需组织技术、质量、安全、监理等多方共同论证，结合现场地质勘察报告、环境监测数据进行优化，确保方案的可行性与针对性；审批流程需实

行“多级审核”，项目总工审核后报监理单位审批，重大方案（如大跨度桥梁施工方案）需报业主单位与专家评审。技术交底需采用“书面+现场演示”结合的方式，交底后组织作业人员进行考核，考核合格方可上岗；建立交底跟踪台账，记录交底内容、接收人、考核结果，确保技术要求传递无偏差。

（二）强化材料全周期管控，从源头把控质量

1. 建立供应商准入与评价机制：制定供应商准入标准，优先选择信誉好、产能强、检测能力完善的供应商；建立供应商评价体系，从材料质量、供货及时性、售后服务等方面进行动态评价，对不合格供应商实行黑名单制度，禁止参与项目投标。例如某项目通过招标选择具有国家认证资质的砂石骨料供应商，确保骨料质量稳定。

2. 严格材料进场验收与复检：材料进场时，施工单位需查验出厂合格证、质量证明文件，并按规范要求进行抽样复检，复检合格后方可使用；对关键材料（如钢筋、预应力钢绞线、支座）需委托第三方检测机构进行平行检测，确保检测结果真实可靠。建立材料进场台账，记录材料名称、规格、数量、进场时间、检测报告编号，实现材料可追溯。

3. 规范材料存储与使用管理：根据材料特性制定存储方案，如水泥采用“上盖下垫”存储方式，避免受潮；钢筋采用防雨棚存储，涂刷防锈漆防止锈蚀；预应力锚具需存储在干燥通风环境，避免锈蚀影响锚固性能。材料使用时需遵循“先进先出”原则，记录使用部位与数量，对超期材料（如水泥存储超3个月）需重新检测，合格后方可使用。^[5]

（三）创新技术应用，提升管理效率与质量精度

1. 推广智能建造技术：将BIM技术贯穿施工全流程，利用BIM模型进行施工方案模拟、钢筋碰撞检查、工序衔接优化，减少现场返工；应用智能张拉、智能压浆系统，实现预应力张拉应力与压浆量的精准控制，避免人为操作误差；采用无人机监测技术，对桥梁墩柱、索塔等高空结构进行外观检测，提高检测效率与安全性。例如某斜拉桥施工中，通过BIM模型模拟挂篮施工流程，优化挂篮行走轨迹，缩短施工周期15%；通过智能张拉系统，将张拉应力偏差控制在±1%以内，提升预应力施工质量。

2. 引入信息化管理平台：搭建“施工技术与质量管控平台”，

整合施工方案、技术交底、材料检测、工序验收等数据，实现信息实时共享与动态监管。例如通过平台上传材料检测报告，监理单位可在线审核；施工班组通过平台接收技术交底文件，反馈现场技术问题；管理人员通过平台查看工序验收情况，及时发现质量隐患。同时利用大数据分析技术，对施工数据进行分析，识别质量风险点，如通过混凝土强度发展数据预测强度达标时间，指导后续工序施工。^[6]

（四）加强人员培训与考核，提升专业能力

1. 分层开展技术培训：针对技术管理人员，开展智能建造技术（BIM、无人机）、规范标准（如《公路桥涵施工技术规范》）培训，提升技术创新与方案编制能力；针对施工组长，开展工序组织与现场协调培训，提升技术交底与问题处理能力；针对作业人员，开展实操技能培训，重点培训关键工序（如钢筋焊接、混凝土浇筑）的操作规范，通过“师带徒”“实操考核”等方式，确保作业人员掌握技术要点。例如某项目定期组织“技术比武”活动，通过钢筋焊接精度比拼、混凝土坍落度控制竞赛，提升作业人员实操水平。

2. 建立质量意识教育机制：通过案例教学、现场观摩等方式，开展质量意识教育——组织人员学习桥梁质量事故案例（如因混凝土强度不足导致桥梁坍塌），分析事故原因与教训；组织参观优质工程现场，学习先进的质量控制方法，让“质量第一”的理念深入人心。同时建立质量责任追究制度，对因违规操作、监管缺位导致质量事故的人员，严肃追究责任，形成震慑。

四、结语

高速公路桥梁施工技术管理与质量控制是一项系统工程，需统筹“技术、质量、人员、设备、材料”等多要素，贯穿施工全流程。当前，我国高速公路桥梁建设正朝着“大跨度、智能化、绿色化”方向发展，对技术管理与质量控制提出更高要求。通过完善技术管理体系、强化材料管控、创新技术应用、提升人员能力，可有效解决施工中存在的技术落地难、质量风险高的问题，推动高速公路桥梁施工从“经验驱动”向“技术驱动”“质量驱动”转型。

参考文献

- [1] 刘庆松.高速公路桥梁施工关键技术及质量控制措施 [J].四川水泥, 2025, (4): 166-168.
- [2] 梁俊.三江至柳州高速公路桥梁桩基质量评估探讨 [J].西部交通科技, 2019, (7): 123-127.
- [3] 张祥茂.高速公路桥梁工程施工技术管理分析 [J].四川建材, 2020, (6): 207-208.
- [4] 张瑞兵.大跨度预应力混凝土连续梁桥施工技术及质量控制 [J].工程机械与维修, 2022, (6): 270-272.
- [5] 张君瑞.高速公路桥梁施工过程中技术管理与质量控制 [J].绿色环保建材, 2021, (11): 80-81.
- [6] 周芸芸.高速公路桥梁工程施工项目质量管理探析 [J].工程技术研究, 2024, (9): 150-152.