

公路桥梁的施工技术与质量管理

邓开阔

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830501

摘要: 随着交通建设规模持续扩大,公路桥梁地位凸显。本文聚焦公路桥梁施工技术与质量管理。首先阐述公路桥梁建设具有技术复杂性、环境敏感性、安全高风险性等特征;接着介绍地基处理、主体结构施工、桥面系施工等关键技术;然后分析施工质量管理中存在材料管理缺陷、工艺执行偏差、监管体系漏洞等问题;最后提出材料全周期管控、工艺标准化与智能化、强化监管与责任追溯、人员培训与考核等质量管理措施,旨在为公路桥梁施工提供技术与质量管理参考。

关键词: 公路桥梁; 施工技术; 存在的问题; 质量管理措施

引言: 公路桥梁作为交通基础设施的关键组成部分,对区域经济发展、人员物资流通起着至关重要的作用。随着我国交通建设的飞速发展,公路桥梁建设规模不断扩大,施工技术也日益复杂。然而,在公路桥梁施工过程中,由于技术、环境、管理等多方面因素影响,质量问题时有发生,不仅影响桥梁的使用寿命和安全性,还可能造成严重的经济损失和社会影响。因此,深入研究公路桥梁施工技术,加强施工质量管理,确保工程质量,已成为当前公路桥梁建设领域亟待解决的重要课题。

1 公路桥梁建设的主要特征

1.1 技术复杂性

公路桥梁建设技术复杂程度极高。从设计阶段看,需综合考虑桥梁的力学性能、结构稳定性以及与周边环境的适应性,涉及结构力学、材料科学等多学科知识。施工环节更是技术多样,地基处理要根据不同地质条件采用桩基础、换填等多种方式;主体结构施工包含预制拼装、现浇等多种工艺,对模板制作、混凝土浇筑等工序精度要求严苛;桥面系施工涉及防水、铺装等,材料性能与施工工艺紧密配合。

1.2 环境敏感性

公路桥梁建设对环境极为敏感。自然环境方面,地质条件差异大,软土地基、岩石地基等处理方式截然不同;气候条件影响显著,高温下混凝土易开裂,低温时混凝土强度增长缓慢,大风、暴雨等恶劣天气还会阻碍施工进度与安全。生态环境上,桥梁建设可能破坏周边植被、影响水域生态,干扰野生动物栖息。

1.3 安全高风险性

公路桥梁建设安全风险贯穿项目始终。施工前期,地质勘察不准确可能导致基础不稳,引发坍塌等事故。

施工中,高空作业频繁,防护不当易造成人员坠落;大型机械设备操作失误会危及人员安全;桥梁结构复杂,模板支撑、脚手架搭设等若不符合规范,可能引发整体失稳^[1]。

2 公路桥梁施工的关键技术

2.1 地基处理技术

公路桥梁地基处理需针对地质条件采用差异化技术。对于软土地基,常用碎石桩加固法通过振动成桩提高承载力,适用于杂填土、粘土等,其原理是通过碎石桩与软土形成复合地基,分散上部荷载;深层密实加固法则采用爆破、挤压等方式,适用于多种软土地基,通过强制压缩土体孔隙提升密实度。对于湿陷性黄土地基,灰土挤密桩法通过在桩孔内分层填筑灰土并夯实,形成直径5-15米的加固区,有效消除湿陷性并提升承载力,施工时需严格控制桩孔位置均匀分布,避免因受力不均导致土层断裂。若遇深厚软土层,可采用PHC管桩法,利用高强度混凝土管桩直接穿透软土层至持力层,其锤击能量需 ≥ 35 千焦以确保桩身贯入深度,适用于各类软弱地基且施工效率高。

2.2 主体结构施工技术

主体结构施工以模板工程与混凝土浇筑为核心。墩柱模板多采用定型钢模板,截面为圆形或矩形时,单次吊装长度控制在4-8米,拼缝处需密封处理防止漏浆;薄壁墩台则使用钢木混合模板,通过整体起吊安装就位。混凝土浇筑时,墩柱结构需分层浇筑,单层厚度 ≤ 0.3 米,采用插入式振捣器密实,并在模板底部铺垫5-10厘米厚水泥砂浆,确保与混凝土配合比一致。对于大跨径桥梁,预应力技术是关键,通过在混凝土结构中预设高强度钢绞线并施加预应力,可有效抵抗荷载产生的拉应力,减少裂缝风险。例如,在连续梁施工中,需在梁体

混凝土强度达到设计值的80%后进行张拉，并采用智能张拉系统精确控制张拉力，确保预应力损失 $\leq 5\%$ 。

2.3 桥面系施工技术

桥面系施工涵盖铺装层、防水层及伸缩装置三大模块。铺装层施工时，沥青混凝土铺装需分层实施：上层采用细粒式沥青混凝土（厚度 ≥ 40 毫米），提供抗滑、耐磨性能；下层为中粒式沥青混凝土（厚度 ≥ 40 毫米），承担传力、承重功能。施工前需对桥面进行预处理，包括清除杂物、修补蜂窝缺陷，并喷洒适量水保持湿润状态。防水层施工需在基层混凝土强度达到设计值80%后进行，采用喷涂或刷涂基层处理剂，干燥后铺设防水卷材或涂布防水涂料。对于钢桥面，需先进行喷砂除锈至Sa2.5级，再涂布环氧富锌底漆，最后铺设热熔型防水卷材，搭接缝宽度 ≥ 20 厘米并热熔封边。伸缩装置安装时，需核对预留槽尺寸，调整定位值后吊装就位，通过钢筋连接固定，浇筑预留槽混凝土后需养护7天方可开放交通，确保伸缩装置能适应桥梁纵、横、竖三向变形。

2.4 绿色施工技术

公路桥梁施工中融入绿色技术，是践行可持续发展理念的关键举措。在材料应用方面，优先选用工业废渣制备的环保建材，如以粉煤灰、矿渣微粉部分替代水泥，减少天然资源消耗与碳排放，同时降低混凝土水化热，提升结构耐久性。施工废料管理上，推行分类回收与循环利用，钢筋余料经加工后用于临时支护，混凝土碎块破碎后作为路基垫层，实现资源最大化利用。能源优化方面，采用变频施工机械，根据负载自动调节功率，较传统设备节能15%-20%；施工现场照明使用LED灯具，搭配智能感应控制，避免无效能耗。污染防控中，设置隔音屏障与低噪声设备，将施工噪声控制在昼间70dB、夜间55dB以内；对电焊作业区加装挡光板，减少光污染对周边居民的影响。此外，通过雨水收集系统与洒水降尘措施，有效控制扬尘污染，保护生态环境。

3 公路桥梁施工质量管理存在的问题

3.1 材料管理缺陷

公路桥梁施工材料管理存在诸多缺陷。采购环节，部分采购人员为谋取私利，选择质量不达标但价格低廉的材料，或未严格按设计要求采购，导致材料性能与工程需求不符。存储时，场地条件简陋，缺乏防潮、防晒、防雨等措施，使水泥受潮结块、钢材生锈，影响材料质量。使用过程中，未遵循先进先出原则，造成材料过期变质仍被使用，且材料发放无严格登记，出现浪费和挪用现象，难以追溯材料去向，影响工程质量与成本控制。

3.2 工艺执行偏差

公路桥梁施工工艺执行偏差问题突出。施工人员对工艺标准理解不透彻，凭经验操作，如在混凝土浇筑时，未按规定分层振捣，导致混凝土内部出现空洞、蜂窝等缺陷。部分工序为赶工期，擅自简化流程，跳过必要的养护环节，使混凝土强度增长缓慢，影响结构耐久性。而且，新工艺、新技术推广应用时，施工人员培训不足，无法准确掌握操作要点，导致工艺执行效果大打折扣，无法发挥新工艺提升工程质量的作用^[2]。

3.3 监管体系漏洞

公路桥梁施工监管体系存在明显漏洞。监管主体多元化，职责划分不清晰，导致监管工作出现重叠或空白地带，如质量监督部门与建设单位、监理单位之间权责不明，遇到问题相互推诿。监管手段落后，仍依赖人工巡查和纸质记录，难以实时掌握施工动态和质量数据，无法及时发现和处理问题。此外，对违规行为的处罚力度不够，违规成本低，使得一些施工单位心存侥幸，不严格遵守监管要求，给工程质量带来隐患。

3.4 人员素质对质量管理的综合影响

人员素质对公路桥梁施工质量管理影响显著。施工人员技术不精，在混凝土浇筑、预应力张拉等关键工序中易操作失误，造成结构强度不足、裂缝等隐患；质量意识淡薄，对施工规范和验收标准一知半解，常凭经验施工，导致钢筋保护层厚度偏差、模板安装倾斜等质量问题频发；管理人员专业能力不足，监管流于形式，难以及时发现并纠正偏差，使质量缺陷在施工过程中不断累积，最终影响工程整体安全与耐久性。

4 公路桥梁施工质量管理的相关措施

4.1 材料全周期管控

材料全周期管控是公路桥梁施工质量管理的核心环节。在采购规划阶段，需依据工程设计要求精准核算材料种类、规格与数量，制定科学合理的采购计划，避免材料积压或缺货影响施工进度与质量。材料进场时，严格遵循检验制度，对材料的质量证明文件进行细致审核，并按照规范要求的抽检比例进行实地检验，确保材料性能指标符合标准。对于关键材料，如高强度钢材、高性能混凝土等，实施全数检验或增加抽检频次。存储过程中，根据材料特性提供适宜的存储环境，如防潮、防锈、防火等。建立材料库存台账，实时更新材料出入库信息，做到账物相符。施工使用环节，实行限额领料制度，根据施工进度与需求精准发放材料，避免浪费。同时，对剩余材料及时回收管理，对可再利用材料进行妥善保存，以便后续工程使用，实现材料资源的最大化

利用,保障工程质量与经济效益。

4.2 工艺标准化与智能化

工艺标准化与智能化是提升公路桥梁施工质量的关键支撑。工艺标准化方面,需依据行业规范与工程实际,制定详尽且统一的施工工艺标准,涵盖各分项工程从基础施工到主体成型的全流程,明确操作步骤、技术参数与质量要求,让施工人员有清晰、精准的作业指引,减少因操作差异导致的质量波动。智能化则借助现代信息技术赋能施工工艺。利用传感器、物联网技术实时采集施工数据,如混凝土浇筑的温度、振捣力度等,实现对施工过程的精准监控。引入智能施工设备,像自动化焊接机器人、智能张拉压浆系统等,提高施工精度与效率,降低人为因素干扰。同时,借助大数据与人工智能技术,对施工数据深度分析,挖掘潜在质量问题与改进方向,提前预警并优化工艺参数。通过工艺标准化与智能化融合,推动公路桥梁施工向精细化、高效化、高质量方向发展。

4.3 强化监管与责任追溯

强化监管与责任追溯是确保公路桥梁施工质量的重要保障。在监管层面,构建多层次、全方位的监管体系,整合施工单位自检、监理单位抽检以及政府监督部门巡检的力量。明确各监管主体的职责与权限,形成相互协作又相互制约的监管格局。利用信息化手段,如安装高清摄像头、运用质量监管软件等,对施工现场进行实时监控,及时发现并纠正违规行为。责任追溯方面,建立详细的质量责任档案,记录施工过程中的每一个环节、每一道工序的责任人信息。从材料采购、施工操作到质量验收,都要做到责任明确、记录可查。一旦出现质量问题,能够迅速追溯到具体责任人,按照相关规定进行严肃问责。通过强化监管与责任追溯,增强施工人员的质量责任意识,促使他们严格遵守施工规范和质量标准,有效预防和减少质量问题的发生,保障公路桥梁的施工质量。

4.4 人员培训与考核

人员培训与考核是公路桥梁施工质量管理中不可或

缺的环节。针对不同岗位人员,需开展系统且有针对性的培训。对于管理人员,着重培养其质量管理意识、工程统筹规划能力以及应对突发质量问题的决策能力,使其能从宏观层面把控工程质量。技术人员则需掌握最新的施工技术、工艺标准和质量检测方法,提升专业技术水平。一线施工人员要强化操作技能培训,确保熟悉施工流程和规范要求,严格按照标准作业。考核是检验培训效果、督促人员提升素质的重要手段。建立科学合理的考核机制,将理论知识考核与实际操作考核相结合,全面评估人员的业务能力。考核结果与薪酬、晋升、奖励等挂钩,对考核优秀者给予表彰和奖励,激发其工作积极性和主动性;对考核不合格者,进行补考或再培训,直至达到要求,以此保证施工队伍整体素质,为公路桥梁施工质量提供坚实的人力保障^[1]。

结束语

公路桥梁作为交通基础设施的关键构成,其施工技术与质量管理意义重大。先进的施工技术是打造优质工程的基石,从基础施工到主体结构成型,每一环节都需精准把控、创新应用。而严格的质量管理则是保障工程安全与耐久性的核心,贯穿项目全生命周期。二者相辅相成,共同推动公路桥梁建设水平提升。未来,随着科技不断进步,我们应持续探索新技术、新工艺,完善质量管理体系,以更高标准、更严要求打造更多精品工程,为经济社会发展和人民便捷出行筑牢坚实基础,开启公路桥梁建设新篇章。

参考文献

- [1]于汇淦.公路桥梁施工技术的质量控制[J].中国建筑金属结构,2020(08):56-57.
- [2]王馨刚.公路桥梁加固施工技术与质量控制[J].全面腐蚀控制,2020,34(06):45-46.
- [3]田国瑞.浅析公路工程桥梁施工管理技术[J].科技风,2021(10):165.