

桥梁施工中的关键技术问题与质量控制措施

胡文明

(安徽昌达路桥工程集团有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘要 为探究桥梁施工中的关键技术问题及质量控制措施, 本文通过分析桥梁施工实际情况, 梳理出结构设计与施工工艺不匹配、材料质量、施工环境复杂、施工人员技术水平差异及安全管理不足等关键技术问题。经研究认为, 可通过强化结构设计与施工工艺衔接、严格材料进场检查与质量监控、完善施工环境监测与调控、提升施工人员技术培训与管理以及强化安全管理体系与应急预案等措施, 有效解决桥梁施工中的技术难题, 提升施工质量, 保障桥梁建设的顺利进行与工程安全。

关键词 桥梁施工; 结构设计; 质量控制; 新技术; 施工管理

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.10.032

0 引言

桥梁作为交通基础设施的关键构成, 其施工质量直接关乎交通安全与社会经济发展。在当前城市化进程加速与交通网络持续拓展的背景下, 桥梁建设项目数量与规模不断攀升。然而, 桥梁施工面临诸多挑战, 结构设计需契合复杂多样的施工工艺, 材料质量波动易影响工程耐久性, 多变的施工环境增加了施工难度, 施工人员技术参差不齐, 安全管理若不到位则可能引发严重事故。因此, 深入剖析桥梁施工中的关键技术问题, 并探寻有效的质量控制措施, 对于保障桥梁工程质量、延长使用寿命、确保交通安全等具有重要的现实意义。

1 桥梁施工中的关键技术问题

1.1 结构与施工工艺的不匹配

在桥梁施工中, 结构与施工工艺的不匹配是一个较为突出的问题。一方面, 部分结构设计方案在制定时, 未能充分考虑施工现场的实际条件与施工工艺的可行性。例如, 某些设计对桥梁构件的精度要求极高, 但现有的施工工艺和设备难以达到如此高的精度标准, 这就导致在施工过程中, 需要花费大量时间和成本去调整, 甚至可能因无法满足要求而对设计进行临时变更, 严重影响工程进度与质量。另一方面, 随着施工技术的不断更新发展, 一些新的施工工艺逐渐涌现, 但设计单位可能未能及时跟进, 依旧采用传统设计思路。例如, 在大跨度桥梁建设中, 新型的节段拼装施工工艺已较为成熟, 可大幅缩短施工周期, 但部分设计未针对此工艺优化结构设计, 导致设计与

施工工艺脱节, 无法充分发挥新技术的优势, 造成资源浪费与潜在的安全隐患。

1.2 施工过程中的材料质量问题

施工过程中的材料质量问题是影响桥梁质量的关键因素。首先, 市场上建筑材料种类繁多、质量参差不齐, 部分不法供应商为追求利润, 以次充好。例如, 钢材的实际强度可能低于设计要求的强度等级, 在桥梁承受较大荷载时, 易发生变形甚至断裂。其次, 材料在运输与储存过程中也容易出现质量问题^[1]。例如, 水泥若受潮, 其水化性能会发生改变, 导致混凝土强度下降; 沥青在高温环境下长期储存, 可能会出现老化现象, 影响其与集料的黏附性, 进而降低沥青混凝土路面的性能。最后, 施工现场对材料的检验环节若存在漏洞, 未能严格按照标准进行抽样检测, 一些不合格材料就可能流入施工环节。例如, 部分小型施工项目为节省成本, 减少检测频率, 对砂石料的含泥量、级配等指标把控不严, 这将直接影响混凝土的和易性与强度, 最终危及桥梁结构的稳定性与耐久性。

1.3 施工环境的复杂性

桥梁施工环境复杂多变, 对工程建设提出了新的挑战。在自然环境中, 不同区域气候条件差别很大。在寒区冬季施工过程中, 由于气温过低, 混凝土水化速度减慢, 甚至冻结, 导致早期强度增长受到影响, 需采取特殊保温措施, 如加温、保温等, 既增加了施工成本, 又有可能因施工方法不当而引起质量缺陷。在高温地区, 由于太阳辐射较强, 混凝土内部的水分蒸发速度很快, 容易出现收缩开裂现象。另外, 地形

条件对施工也有一定的影响。山区桥梁建设往往面对山势陡峭,地质结构复杂的情况,施工难度大,如在施工过程中可能遭遇溶洞、断层等不良地质,影响施工进度,甚至引发安全事故。从社会环境角度看,城市桥梁建设受交通疏导和周边居民生活影响较大。施工过程产生的噪声、灰尘等污染,极易引起居民的投诉,迫使施工方调整施工时间和施工方法,从而影响施工效率。

1.4 施工人员技术水平的差异

施工人员技术水平的差异对桥梁施工质量有着显著影响。在桥梁施工队伍中,人员构成复杂,既有经验丰富的技术工人,也有大量刚入行的新手。经验丰富的施工人员在操作复杂施工工艺时,能够凭借自身积累的经验,灵活应对各种突发情况,确保施工质量。例如在进行桥梁预应力张拉作业时,他们能准确控制张拉力与伸长量,使预应力施加符合设计要求。然而,由于新手缺乏系统培训与实践经验,在施工过程中容易出现操作失误。如在钢筋焊接时,可能因焊接参数掌握不当,导致焊接接头强度不足^[2]。而且,部分施工单位为降低成本,大量雇用临时工人,对人员培训重视不够,使得工人技术水平难以得到有效提升。这种技术水平的参差不齐,在多人协作施工时,容易出现工序衔接不畅、质量标准不一致等问题,严重影响桥梁整体施工质量。

1.5 安全管理不足

安全管理不足在桥梁施工中是一个不容忽视的问题。部分施工单位安全意识淡薄,未能建立完善的安全管理制度。施工现场缺乏必要的安全警示标识,施工人员在没有明确安全提示的情况下,容易在危险区域活动,增加事故发生风险。例如在高空作业区域,若未设置明显的防坠落警示标识,施工人员可能因疏忽而未系好安全带,导致坠落事故。在安全培训方面,一些施工单位为节省时间和成本,培训内容简单、形式单一,施工人员未能真正掌握安全知识与操作技能。例如,对于新员工的入场培训,只是简单宣读安全规章制度,未进行实际操作演示与案例分析,施工人员难以深刻理解安全施工的重要性与具体要求。此外,安全监督检查不到位也是一个普遍问题。施工现场的安全管理人员数量不足,且检查频率低,不能及时发现和纠正施工人员的违规操作行为。如在吊装作业时,施工人员未严格按照操作规程进行作业,安全管理人员却未能及时制止,一旦发生事故,将造成严重的人员伤亡与财产损失。

2 桥梁施工技术的质量控制措施

2.1 强化结构设计与施工工艺的衔接

在桥梁工程建设中,强化结构设计与施工工艺的衔接至关重要。首先,设计单位在开展结构设计前,需深入施工现场进行详尽勘察,全面了解场地地形地貌、地质条件、周边环境以及现有施工设备与工艺水平等实际情况。例如,在山区桥梁设计时,充分考虑地形复杂、大型施工设备难以进场等因素,优化设计方案,使桥梁结构便于采用小型、灵活的施工设备进行施工^[3]。其次,设计单位与施工单位应建立紧密且常态化的沟通机制。在设计阶段,施工单位提前介入,针对设计方案从施工工艺角度提出可行性建议。如在大跨度桥梁设计中,施工单位结合自身掌握的节段拼装、挂篮施工等先进工艺,为设计单位提供关于结构分块、预应力布置等方面的参考,助力设计方案更贴合实际施工。最后,针对新技术、新工艺的应用,设计单位要及时更新设计理念,主动与施工单位共同开展技术研发与创新。例如,在采用新型复合材料建造桥梁时,设计单位与施工单位联合进行材料性能试验,依据试验结果优化结构设计与施工工艺,确保新技术、新工艺在桥梁建设中得以顺利应用,提升工程整体质量与效益。

2.2 严格材料进场检查与质量监控

要保证桥梁质量,必须严格把好原材料的进场检验和质量监控。施工单位在材料进场前,要严格审查供应商的生产能力、质量管理体系、信誉度等。对主要原材料如钢材、水泥等,优先选用有良好信誉和资质的大供应商,保证原材料的质量^[4]。材料进场后,要严格执行验货制度。例如,钢材要检验质量证明文件,抽样检验其屈服强度、抗拉强度、伸长率等主要指标,只有各项指标都满足设计和规范要求,钢材才能进场。水泥的品种、强度等级、出厂日期等都要进行检验,并检测其安定性、凝结时间和强度。在物料贮存期间,应加强对物料的质量监控。各类物料应分门别类存放,并设置明显的标识,以免混淆。水泥应贮存于干燥通风之库房,并应垫高,以防受潮;沥青应在规定的温度下贮存,以免老化。另外,施工现场应建立材料质量可追溯系统,详细记录每批材料的来源和用途。在施工过程中,一旦发现材料质量问题,可以进行快速溯源,及时采取材料替换和施工工艺调整等措施,以保证桥梁结构的正常使用。

2.3 完善施工环境监测与调控措施

完善施工环境监测与调控措施是应对施工环境复

杂性的有效手段。在自然环境监测方面,针对不同地区的气候特点,设置相应的监测设备。在寒冷地区冬季施工时,通过布置温度传感器,实时监测混凝土浇筑及养护环境温度,当温度低于规定值时,自动启动加热与保温设备,如暖风机、保温棉被等,确保混凝土水化反应正常进行。在高温地区,利用湿度传感器监测空气湿度,当混凝土表面水分蒸发过快时,采用喷雾养护等措施,降低混凝土表面温度,减少收缩裂缝产生。对于山区复杂地形,在基础施工前,运用地质雷达等设备进行详细地质勘察,提前探明溶洞、断层等不良地质分布情况,制定针对性施工方案。在社会环境方面,城市桥梁施工时,设置噪声、粉尘监测仪,实时监测施工污染情况^[6]。当噪声超过规定限值时,调整施工时间,避免在居民休息时间进行高噪声作业,或采用低噪声施工设备与工艺。对于粉尘污染,通过洒水降尘、设置围挡等措施进行控制,减少对周边居民生活的影响,确保施工顺利进行,提升施工效率与质量。

2.4 提升施工人员的技术培训与管理

提升施工人员的技术培训与管理对保障桥梁施工质量意义重大。施工单位应制定系统、全面的培训计划。对于新入职施工人员,开展基础技能与安全知识培训,通过理论讲解、现场演示等方式,使其掌握基本施工操作流程与安全注意事项。例如,在钢筋加工培训中,详细讲解钢筋调直、切断、弯曲等操作要点,并现场示范正确操作方法,让新员工上手练习,直至熟练掌握。对于有一定经验的施工人员,定期组织技能提升培训,结合桥梁施工新技术、新工艺,邀请专家进行授课。如在桥梁预制构件拼装施工培训中,专家详细讲解新型拼接工艺原理、操作要点及质量控制标准,提升施工人员技术水平。同时,建立完善的施工人员考核与激励机制。定期对施工人员进行技能考核,考核结果与薪酬、晋升挂钩。对技术水平高、施工质量优的施工人员给予物质奖励与精神表彰,激发施工人员提升技术的积极性。

此外,合理安排施工人员岗位,根据施工人员技术专长进行分工,确保各工序由技术熟练的施工人员负责,保障施工过程中工序衔接顺畅,提升桥梁整体施工质量。

2.5 强化安全管理体系与应急预案

强化安全管理体系与应急预案是桥梁施工安全的重要保障。施工单位要建立健全安全管理体系,明确

各级管理人员与施工人员的安全职责,形成层层负责、全员参与的安全管理格局。在施工现场设置明显的安全警示标识,在危险区域如高处作业面、基坑周边等设置防护栏杆、安全网,并张贴醒目的警示标语,时刻提醒工人注意安全。加强安全培训,采用多样化培训方式,除传统的安全规章制度宣读外,还可组织观看安全事故警示教育片、开展安全知识竞赛等,提高工人安全意识与操作技能。同时,制定完善的应急预案。针对桥梁施工中可能出现的高处坠落、坍塌、火灾等事故,分别制定相应应急处置方案。明确应急救援组织机构、职责分工、响应程序与救援措施。定期组织应急演练,通过模拟事故场景,检验应急预案的可行性与有效性,使施工人员熟悉应急救援流程,提高应急处置能力。一旦发生安全事故,能够迅速启动应急预案,有效开展救援,最大程度降低事故损失,保障施工人员生命安全与桥梁工程顺利推进。

3 结束语

桥梁施工面临结构与施工工艺不匹配、材料质量问题、施工环境复杂、人员技术差异及安全管理不足等诸多关键技术问题。通过强化结构与施工工艺衔接、严格把控材料质量、完善环境监测调控、提升人员技术培训管理以及强化安全管理体系与应急预案等一系列质量控制措施,可有效应对这些难题,提升桥梁施工质量,保障桥梁工程安全、高效建设,为交通基础设施的长远发展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 曾丽梅.道路与桥梁施工技术中的关键细节问题分析[J].运输经理世界,2023(21):68-70.
- [2] 孙洪庆.预制节段拼装桥梁施工关键技术分析[J].石河子科技,2025(01):50-52.
- [3] 张明.大跨度市政道路桥梁施工关键技术探讨[C]//中国智慧工程研究会.2024工程技术与施工管理交流论文集(上).浙江昌辉市政园林建设有限公司,2024.
- [4] 王捷理,王平,牛力强,等.桥梁工程下穿既有铁路桥梁施工关键技术和安全控制措施[C]//中国建设科技集团股份有限公司,中国建筑学会工程总承包专业委员会,中国中建设计集团有限公司,亚太建设科技信息研究院有限公司.第二届工程总承包项目管理经验交流会暨2019中国建筑学会工程总承包专业委员会年会论文集.西南交通建设集团股份有限公司,2019.
- [5] 王健.市政桥梁施工关键技术与施工质量控制技术[J].工程建设与设计,2024(12):168-170.