

公路桥梁施工技术中的安全管理措施

陈旺云 王飒

内乡县宛西公路工程有限公司, 中国·河南 南阳 411327

摘要: 公路桥梁是交通基础设施中极为重要的组成部分, 建设质量与安全对社会经济发展以及人民生命财产安全影响重大。科学施工技术能保证工程顺利开展并提升工程质量, 完善的安全管理措施还可降低施工中安全事故发生概率, 减少人员伤亡与财产损失。这既有助于维持施工秩序, 又能让施工企业的社会形象和经济效益得到提升, 能有力促进公路桥梁建设行业良性可持续发展。论文研究了公路桥梁施工技术中的安全管理措施, 期望能为相关人员提供参考。

关键词: 公路桥梁; 施工技术; 安全管理措施

Safety Management Measures in Highway Bridge Construction Technology

Wangyun Chen Sa Wang

Nexiang County Wanxi Highway Engineering Co., Ltd., Nanyang, Henan, 411327, China

Abstract: Highway bridges are an extremely important component of transportation infrastructure, and their construction quality and safety have a significant impact on social and economic development as well as the safety of people's lives and property. Scientific construction technology can ensure the smooth progress of engineering and improve the quality of the project. Sound safety management measures can also reduce the probability of safety accidents during construction, reduce casualties and property losses. This not only helps maintain construction order, but also enhances the social image and economic benefits of construction enterprises, which can effectively promote the healthy and sustainable development of the highway and bridge construction industry. The paper studies the safety management measures in highway bridge construction technology, hoping to provide reference for relevant personnel.

Keywords: highway bridges; construction technology; safety management measures

0 前言

经济快速发展促使公路桥梁工程规模及数量不断扩大, 中国公路桥梁施工技术虽已有相当进步, 但施工安全管理方面依旧面临许多挑战。在施工时存在各种不安全因素, 如人员操作不规范、设备陈旧老化以及环境状况复杂等, 这些因素若无法妥善解决, 必将严重威胁施工安全。为此, 公路桥梁施工需要强化在施工技术方面的安全管理措施, 这不仅能够守护施工人员生命安全, 提升工程质量, 且可减少工程成本, 对推动中国公路桥梁建设事业发展意义重大。

1 公路桥梁施工安全管理的重要性

公路桥梁施工涉及大量一线工人在复杂环境中作业, 其间高处坠落、物体打击、触电等各类安全风险普遍存在。所以, 施工方应实施有效的安全管理, 为施工人员提供安全培训以使他们掌握正确操作技能与安全知识, 从而规范他们的施工行为, 同时还要配备完善的安全防护设备安全带、安全帽等, 以此最大程度降低事故伤害并保障施工人员生命安全。在工程质量方面, 安全管理与之联系紧密, 施工时只有安全措施到位才能遵循既定的技术标准和工艺流程正常施工。例如, 在混凝土浇筑时, 严格的安全管理能确保模板安

装牢固, 防止模板坍塌使混凝土结构出现质量缺陷, 而且安全管理还可及时发现并处理质量隐患, 避免质量事故发生, 进而保证公路桥梁的整体质量和使用年限。从经济层面看, 公路桥梁建设项目往往投资庞大, 一旦出现安全事故, 不但会有人身伤亡, 还会引发工程停工、设备损坏以及赔偿费用增加等直接经济损失, 同时还会损害企业声誉, 间接影响市场竞争力以及后续项目承接, 因此施工方需要借助有效的安全管理降低事故率、减少经济损失, 确保项目顺利推进以及企业的经济效益。

2 公路桥梁施工安全管理的影响因素

2.1 人员因素分析

施工时会涉及混凝土浇筑、预应力张拉等复杂技术工艺, 施工人员专业知识技能若不达标, 便无法正确操作设备和执行流程。例如, 预应力张拉作业时, 若参数设置有误, 导致预应力不足或过大, 桥梁结构稳定性就会受影响。施工不同环节需要多专业人员协同工作, 一旦他们素质高低不一, 施工的衔接配合也会被影响, 安全隐患由此增加。部分施工人员为赶进度, 常不遵守安全操作规程, 施工现场不戴安全帽和安全带是常有的事, 这种侥幸心理很容易引发高处

坠落、物体打击等安全事故。管理人员必须高度具备安全管理意识,一旦他们欠缺该意识,安全管理制度便难以有效执行,安全检查及隐患排查也会沦为形式。另外,施工人员心理状态和工作态度对施工安全有影响,长时间高强度工作会让让他们产生疲劳厌烦情绪,注意力不集中以及操作失误等情况也会增多。

2.2 施工设备与材料因素

公路桥梁施工所需要的施工设备以大型机械设备为主,它们的质量与可靠性是确保工程质量的关键,设备本身若有质量问题,运行时便易故障频发,还可能引发安全事故。例如,起重机钢丝绳磨损严重未及时更换,起吊重物时就可能断裂致重物坠落伤人。另外,施工设备的维护保养工作必须做好,定期进行相关操作能及时察觉设备潜在问题并修复,能让设备维持良好运行状态。设备若长期疏于维护,零部件老化、磨损加剧,故障发生概率必然大增。不合格材料会使桥梁承载能力、耐久性都大打折扣,如强度不足的钢材使用后,桥梁承受荷载时可能变形甚至坍塌。此外材料的存储、运输都要严格管理,存储中材料受潮生锈,运输中材料受损等情况都会对其质量造成影响^[1]。

2.3 环境因素的作用

在暴雨、大风、高温、严寒等恶劣天气条件下,桥梁工程的施工安全会遭遇许多难题。暴雨天气会让施工现场积水严重,对基础施工稳定性产生影响;大风天气使高空作业风险剧增,脚手架会晃动,物体也易被吹落;高温天气下施工人员易中暑,工作效率和注意力都会降低;严寒天气会给混凝土浇筑质量带来不良影响,致使出现裂缝等问题。地质条件的影响也不容忽视,若施工现场地质条件复杂,存在软土地基、溶洞等,便需要采取特殊基础处理措施,不然桥梁基础会沉降不均匀,危及桥梁结构安全。周边居民可能会对施工不满而阻拦施工车辆、破坏施工设施,社会车辆与施工车辆在施工场地混行易引发交通事故,这些来自社会环境方面的因素也会影响桥梁施工安全。同时,施工单位需要遵守当地政策法规并尊重文化习俗,若违规或未尊重习俗引发纠纷,施工安全便会受影响。

2.4 技术工艺的影响

公路桥梁施工时需要依工程特点要求来制定详细技术方案,一旦技术方案不合理,如施工顺序安排失误、施工方法选错等情况,施工过程中便会滋生种种问题。例如,桥梁上部结构施工时,如果先拆除了部分支撑结构再推进后续工作,结构受力会不均,进而引发坍塌事故。与此同时,技术方案还要具有可行性,若在实际施工中难以施行,施工人员就可能采取不规范操作,安全风险自然会增加。当今科技飞速发展,公路桥梁施工领域涌现出许多新工艺新技术,如新型混凝土浇筑工艺、装配式桥梁施工工艺等,这些新工艺的安全性、效率更高。以装配式桥梁施工工艺为例,它可减少现场作业时间和工作量,让高空作业风险得以降低。当面对

复杂工程条件及施工难题时,施工单位必须具备技术创新能力,要开发新的技术工艺来破解难题,若施工单位毫无创新能力,只会依赖传统技术工艺,工程要求则会无法满足,施工安全也会受到影响。

2.5 管理体系的缺陷

公路桥梁施工时,需要构建完善的安全管理制度,清晰界定各部门及人员的安全职责,一旦此制度出现安全责任划分含混、安全考核机制缺漏等问题,安全管理工作便易陷入无人担责或执行疲软的困局。例如,施工现场突发安全事故,就可能因责任不清而引发相互推诿的乱象^[2]。安全管理流程不规范也会给施工安全带来威胁,施工各环节都应遵循严格流程,如施工设备从采购、安装、使用直到维护,还有施工材料自检验、存储再到使用。若施工管理流程失序,施工设备与材料的品质必无法保障,进而加重安全风险,如采购施工设备时不严谨质检,便可能购进劣质品致使用途故障。另外,管理体系存在一大显著短板即安全监督机制有缺,安全监督可及时察觉施工中的安全风险并予以整改,如果安全监督机制存有疏漏,如安全检查不勤、覆盖不全,将难以及时分析安全隐患,最终诱发安全事故。

3 公路桥梁施工技术安全管理的重要措施

3.1 强化人员安全培训教育

公路桥梁施工单位构建施工人员安全培训体系需要基于施工全流程风险评估模型,依照《公路桥涵施工技术规范》将培训模块按层级划分,涵盖新入场三级教育、特种作业专项培训、风险源动态识别训练等方面。一线作业人员的培训内容应包括高墩大跨施工模拟场景演练,利用虚拟现实技术打造复杂工况下应急响应训练系统,重点强化对高空坠落、坍塌事故的前期处理能力;技术骨干则要开展基于 BIM 模型的施工安全预演培训,借三维可视化技术剖析复杂节点受力变化及防控要点;安全管理人员的培训体系需要引入风险矩阵评估工具,使其具备运用蒙特卡洛模拟方法量化风险概率的能力。培训考核机制要与薪酬绩效深度挂钩,形成“培训—考核—复训”的闭环管理体系。施工单位还应和高校、科研机构合作开发定制化培训教材,将最新抗震设计规范和抗风性能测试标准编入教学内容,以确保时效性与前瞻性。

3.2 完善施工设备与材料管理

施工设备全生命周期管理系统建立过程中,需要引入物联网以实现远程监控及故障诊断,如大型起重设备配备多传感器融合智能监测终端来实时采集载荷、倾角、风速等关键参数,之后利用边缘计算技术在设备端初步分析数据,监测值临近预警阈值时自动触发多级报警机制。在材料管理方面要构建基于区块链的追溯体系,将原材料采购、进场检验、使用过程等环节数据上链存证,运用智能合约促使质量验收自动化流转。对于高性能混凝土等关键材料,还要建立环境参数监测系统实时跟踪温度、湿度对性能的影响,建立

数学模型预测强度发展曲线为拆模时间提供科学依据^[3]。至于设备维护方面,应采用预防性维护策略,依据设备运行工况大数据分析结果建立维护模型,运用粒子群优化算法确定最优维护周期。材料存储区域配备智能环境调控系统,按照不同材料特性设定温湿度控制参数,利用模糊控制算法做好精准环境调节以确保材料性能稳定。

3.3 应对环境风险的策略

在复杂地质条件下进行桥梁施工,施工方需要建立多源数据融合的地质灾害监测预警平台,如在滑坡、泥石流易发区域要综合运用 InSAR 卫星遥感和光纤传感等技术,并且结合传统监测手段构建可实时更新三维地质模型的系统。在深水基础施工中就应建立水文-结构耦合分析模型,利用 CFD 计算流体动力学模拟分析水流冲刷桩基效应并结合水位变化预测构建动态安全评估体系。到高海拔地区施工又要开展高原环境适应性研究还要建立低氧环境中混凝土性能衰减模型,借助正交试验设计求取外加剂最优配比。对于极端气候的应对,需要构建以数值天气预报为基础的窗口预测系统且运用机器学习算法分析气象数据和施工进度关联性实现提前 72 小时精准预测适应的作业时段。在生态保护方面则要融入生命周期评估理念,利用建立生态足迹核算模型量化施工活动对周边生态的影响,运用生态补偿技术让施工推动区域的植被的恢复。

3.4 优化施工技术与工艺

桥梁施工时,BIM+GIS 数字化施工管理平台是工艺优化的重要基础,有了它才能实现从设计到施工的信息高效传输。大跨度桥梁施工要利用有限元分析技术模拟结构施工中的内力变化,参数化模型可优化挂篮设计以及预应力施加顺序。智能建造技术是桥梁施工的关键突破点,如混凝土智能温控系统要集成光纤光栅传感器和变频制冷机组,实现对混凝土内部温差的精准调控。在复杂钢结构安装工程,要基于机器视觉的空间定位系统,借助云数据将安装精度控制在毫米级。施工过程的信息化管理要用边缘计算架构,让现场传感器采集的数据经本地初步处理后靠 5G 专网实时传至云端数据中心,再凭借深度学习算法自动化判定施工质量。技术工艺需要持续改进,为此要建立技术经济分析模型,用蒙特卡洛模拟评估不同工艺方案成本效益比,还要利用灰色关联分析法确定关键工艺参数最优组合,才能保证技术优化方案有经济可行性和可靠性^[4]。

3.5 健全安全管理体系建设

安全管理体系的完善需要构建基于风险管理之动态管控机制,此中要建立风险识别知识库,将历史事故案例及专家经验转化成结构化数据,借关联规则挖掘技术来识别潜在

风险关联;安全监督检查机制可采取“四不两直”(不发通知、不打招呼、不听汇报、不陪同接待以及直奔基层、直插现场)跟智能化巡检合二为一的方式。智能巡检机器人要负责高风险区域的常态化巡查,且要借助图像识别技术自动识别安全防护设施有无缺失;安全信息管理平台需要整合 BIM 模型、物联网数据及企业资源计划系统,以安全要素可视化管理;应急管理体系的建设要基于情景构建法制定出多层次应急预案,用沙盘推演和实战演练相结合的方式验证预案有效性,并利用事件树分析法评估应急响应是否完整;安全文化建设要建立安全行为观察制度,记录正向安全行为并强化激励机制,构建安全信用评价体系,让信用等级同招投标资格、履约保证金等挂钩^[5]。为达到体系运行持续改进的目的,建立基于六西格玛管理的绩效评估模型,运用 DMAIC 方法(定义、测量、分析、改进、控制)实现安全管理持续优化,以此保证安全管理体系的适应性、充分性和有效性。

4 结语

公路桥梁施工过程中,施工技术的合理运用和安全管理措施的有效执行是工程顺利开展的关键。施工涉及人员、设备、环境等许多因素,这些都需要进行综合管理。例如,强化安全培训、完善管理体系以及加强监督检查等,上述措施能大幅提升施工安全水平,相应地也会减少施工安全事故。有效的安全管理措施既能保障施工人员生命安全和工程质量,还对施工企业的经济效益和社会效益的提高很有好处。随着科技不停地发展,公路桥梁施工技术会更先进,安全管理也会朝着智能化、信息化方向迈进,这将有力推动中国公路桥梁建设事业持续发展。

参考文献:

- [1] 巴海龙.公路与桥梁工程施工安全管理措施分析[J].工程建设(维泽科技),2023,6(1):168-170.
- [2] 白雪.公路桥梁施工安全管理措施分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2023(6):3965-3966.
- [3] 许宝辉.探析加强公路桥梁施工安全管理的控制措施[J].工程建设(维泽科技),2023,6(7):13-15.
- [4] 徐瑞春.公路桥梁施工中的质量管理及控制措施[J].建筑技术研究,2023,6(6):61-63.
- [5] 毛彪.公路桥梁施工技术中的安全管理措施[J].汽车周刊,2024(12):168-170.

作者简介:陈旺云(1994-),男,中国河南内乡人,助理级工程师。