

道路桥梁安全施工技术的管理与设计

王卷卷

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 道路桥梁施工安全设计以安全性优先、适配性、动态优化为核心原则,涵盖临时结构安全设计、专项工序安全设计、现场防护体系设计三大关键点。在核心技术层面,基坑施工采用精细化开挖与动态监测技术,高空作业落实标准化平台搭设与物料防坠技术,桥梁吊装采用双机协同对称受力技术。管理措施方面,从人员技术管控、全过程工序管理、现场隐患排查三个角度构建技术管理体系。本文系统梳理了道路桥梁安全施工设计原则、设计要点、核心技术与管理措施,强调设计与施工全过程的技术管控是保障施工安全的根本途径,可为同类工程提供技术参考。

关键词: 道路桥梁; 安全施工; 施工设计; 技术管理

引言: 道路桥梁工程施工环境复杂、工序关联紧密,高空作业、深基坑开挖、大型构件吊装等高危环节频繁交叉,安全风险突出。传统设计偏重结构功能,对施工过程中安全风险识别不足,设计与施工脱节导致安全事故时有发生。安全施工设计以施工安全为核心导向,将安全风险防控前置设计阶段,从源头降低施工安全隐患。本文围绕道路桥梁安全施工设计的核心原则、关键设计要点、核心技术应用及技术管理措施展开系统论述,旨在构建覆盖设计、施工、管理全过程的安全技术体系,提升道路桥梁工程施工安全管控水平。

1 道路桥梁安全施工设计的核心原则

道路桥梁安全施工设计区别于常规工程设计,核心是以施工安全为首要导向,兼顾结构稳定性、施工可行性与作业安全性,所有设计方案均围绕现场施工实操展开,规避不合理设计带来的施工风险,为现场安全作业提供基础保障。整体设计需遵循三项核心原则,贯穿前期方案设计、专项工序设计、临时结构设计全流程。(1) 安全性优先原则,所有施工设计方案须优先识别并规避施工安全风险,摒弃只注重施工进度、忽视安全隐患的设计思路。针对高空作业、深基坑开挖、大型构件吊装、临时支护体系搭设等高危施工环节,须从结构设计与施工工序两方面同步优化,设置足够的安全冗余,明确安全防护措施及应急处置方案,杜绝因设计缺陷引发的安全事故。(2) 适配性原则,施工设计须紧密结合工程现场地形地质条件、场地空间布局、施工设备配置能力、作业人员技术水平等实际情况,杜绝通用化、模板化设计,确保设计方案与现场施工场景高度匹配,具备可落地、可操作的特点,避免设计方案与实际施工脱节。(3) 动态优化原则,施工设计并非一成不变,须根据施工过程中地质条件变化、工序调整、设备更替、环境因素波动等情况,

及时优化细化设计细节,建立设计变更与反馈机制,消除滞后设计带来的安全隐患,确保设计方案始终与施工实际保持一致^[1]。

2 道路桥梁安全施工关键设计要点

2.1 临时结构安全设计

道路桥梁施工过程中,脚手架、模板支撑、基坑支护、临时围挡、施工栈桥等临时结构,是现场作业的基础载体,其设计合理性直接关系现场作业安全,也是安全施工设计的重点内容。在临时结构设计中,需重点把控结构承载力、稳定性、刚度三大核心指标,结合施工荷载、设备自重、人员荷载、风雪荷载等综合荷载进行精准计算,杜绝凭经验设计的情况。(1) 针对桥梁高空作业脚手架设计,需根据作业高度、作业范围、施工材料堆放重量,确定脚手架立杆间距、横杆层数、扫地杆设置位置,同时优化连墙件、剪刀撑的布局方式,提升脚手架整体稳定性,避免出现架体晃动、倾覆、变形等问题。(2) 针对深基坑支护设计,需结合现场土层结构、基坑开挖深度、周边土体荷载,选择适配的支护形式,优化支护桩间距、支护深度、横向支撑布局,同时设计合理的基坑排水、防渗结构,避免雨水浸泡导致土体坍塌、支护结构变形。(3) 针对模板支撑体系设计,需根据混凝土浇筑厚度、浇筑速度、构件跨度,精准计算支撑荷载,优化支撑立杆排布方式,杜绝局部荷载过大引发的模板坍塌、混凝土变形等安全问题^[2]。

2.2 专项施工工序安全设计

道路桥梁各施工工序关联性强,工序衔接不合理、施工流程不规范是引发安全隐患的重要原因,因此需针对核心工序开展专项安全设计,优化施工顺序与作业方式,规避工序施工风险。重点针对桩基施工、桥梁吊装、混凝土浇筑、土方开挖四项核心工序进行专项设计优化。

(1) 桩基施工工序设计中, 需结合地质条件优化钻孔顺序、成孔速度、护筒埋设深度, 避免钻孔偏位、塌孔、缩颈等问题, 同时设计合理的清孔、钢筋笼安装、混凝土浇筑衔接流程, 杜绝工序间隔过久引发的孔壁坍塌风险。(2) 桥梁吊装工序设计中, 需根据桥梁构件重量、尺寸、安装位置, 确定吊装设备选型、吊装点位、吊装顺序, 优化构件起吊、平移、就位、固定的全流程工序, 杜绝单点受力不均、吊装偏移引发的构件坠落、倾覆问题。(3) 土方开挖工序设计中, 遵循分层、分段、对称开挖的原则, 优化开挖厚度、开挖顺序, 杜绝超挖、乱挖行为, 同时设计边坡坡度, 保障土体稳定性。混凝土浇筑工序设计中, 优化分层浇筑厚度、浇筑速度、振捣点位, 避免浇筑不均引发的结构裂缝、局部空鼓等质量安全隐患。

2.3 现场安全防护体系设计

安全防护体系是阻隔施工风险、保护作业人员安全的重要屏障, 需结合道路桥梁施工高危作业场景, 开展系统化、全覆盖的防护设计, 涵盖高空防护、临边防护、机械作业防护、场地防护等多个角度。高空作业防护设计中, 针对桥梁墩柱、桥面铺装等高空作业区域, 设计标准化防护栏杆、安全网、操作平台, 明确防护设施的高度、间距、固定方式, 杜绝防护设施薄弱、固定不牢引发的坠落风险。基坑、沟槽临边区域, 设计封闭式防护围挡与警示防护结构, 同时优化防护设施的防撞、防倾覆性能, 避免人员、设备意外坠落。机械作业区域防护设计中, 划分专属作业防护区域, 设计隔离防护设施, 规避交叉作业中机械碰撞、物料飞溅伤人的风险。同时结合施工现场运输通道、作业盲区、物料堆放区等关键区域, 优化防护布局与警示防护结构, 构建全方位的现场安全防护体系, 从物理层面杜绝安全事故发生。

3 道路桥梁安全施工核心技术应用

3.1 基坑安全施工技术

深基坑施工是道路桥梁路基、承台施工中的高危环节, 土体坍塌、边坡失稳是主要安全隐患。(1) 施工过程中须采用精细化基坑开挖与支护配套施工技术, 严格按照前期设计确定的分层厚度开展开挖作业, 杜绝超挖、掏挖及无序开挖操作, 每层开挖完成后及时跟进支护结构施工, 有效缩短土体裸露时间, 降低边坡失稳风险。(2) 配套应用基坑动态监测技术, 在基坑边坡顶部、支护结构关键部位及周边地面布设位移监测点与沉降观测点, 实时监测基坑边坡水平位移、竖向沉降、支护结构内力及变形等数据, 设定各监测项目预警阈值, 一旦数据接近或超过预警值, 立即停止施工作业, 采取增设内

支撑、回填反压等应急处置措施。针对多雨、潮湿施工环境, 同步落实基坑排水技术, 在基坑底部设置集水井, 周边布设排水沟, 通过水泵强制排水与自然排水相结合的方式及时排出坑内积水, 避免雨水长时间浸泡基坑土体导致土体抗剪强度下降, 引发边坡坍塌问题, 保障基坑施工全过程安全可控^[3]。

3.2 高空作业安全施工技术

桥梁墩柱施工、桥面施工、挂篮施工等均属于高空作业范畴, 高空坠落、物料坠落是核心安全风险。(1) 施工中须采用标准化高空作业施工技术, 所有高空作业平台、脚手架搭设完成后, 严格执行先验收、后使用制度, 逐项检查架体连接节点、立杆间距、横杆设置及防护栏杆完整性, 确保架体结构稳定、防护设施齐全后方可投入作业。(2) 作业过程中, 须落实物料固定、工具防坠技术, 所有高空作业物料、小型工具均须采取绑扎固定或放入工具袋等防坠措施, 严禁高空抛物、随意放置物料, 杜绝物料坠落伤人事故。针对挂篮、模板等高空移动作业结构, 须采用同步移位、对称受力施工技术, 各移动作业点保持一致的位移速度与受力状态, 保障结构移动过程中受力均匀, 避免因受力不均导致结构偏移、倾覆。同时采用分区作业技术, 在高空作业区域下方设置安全警戒区, 划分高空作业专属区域, 禁止无关人员进入, 合理安排工序衔接, 杜绝上下交叉作业引发的安全风险, 保障高空施工全过程安全可控。

3.3 桥梁吊装安全施工技术

桥梁梁板、盖梁等大型构件吊装施工难度大、风险高, 构件倾覆、坠落是主要安全隐患。(1) 施工过程中须严格按照专项吊装设计方案落实各项施工技术, 吊装作业前对吊具、钢丝绳、卸扣、吊装点位进行全面检查, 逐项确认受力部件无磨损、无变形、连接可靠, 受力点位与构件重心匹配精准, 杜绝带病作业。(2) 吊装作业须采用匀速起吊、平稳平移、缓慢就位的标准化技术, 严格控制起吊速度与运行轨迹, 杜绝快速起吊、急停急转、突然变向等违规操作, 避免构件因惯性晃动引发偏移、坠落。针对大跨度、大吨位构件吊装, 须采用双机协同、对称受力施工技术, 两台起重设备保持同步起吊、同步运行, 平衡构件两端受力状态, 避免单点受力不均导致的构件变形、倾覆。构件就位后, 须及时开展临时固定与焊接加固作业, 经检查确认结构稳定、连接可靠后, 方可依次拆除吊具, 彻底规避吊装作业全过程安全风险^[4]。

4 道路桥梁安全施工技术管理措施

4.1 施工人员技术管控管理

施工人员的技术水平与操作规范性直接决定道路桥梁

梁施工安全质量,是技术管理的核心对象。(1)须严格落实岗前技术交底管理制度,针对各工序施工人员,结合施工设计方案、施工技术要点及安全操作规范,逐项开展专项技术交底,明确作业流程、技术标准、风险点位与防控方法,确保所有参建人员充分熟知本岗位技术要求与安全操作要点,杜绝未经交底即上岗作业的违规行为。(2)须开展常态化技术培训,针对高空作业、吊装作业、深基坑施工等高危岗位人员,定期组织实操技术培训与安全技能考核,及时纠正不规范操作行为,持续提升人员安全施工技术水平。同时,须严格落实岗位技术责任制,明确各岗位人员的技术职责与安全责任边界,建立违规操作追责机制,杜绝违章指挥、违规操作、盲目施工等问题,从人员层面全面把控施工安全。

4.2 施工全过程工序技术管理

为避免工序施工偏差、技术落实不到位引发安全隐患,须对施工全工序开展动态技术管控。(1)施工前期,严格审核专项施工设计方案与技术方,结合现场地形地质、场地条件及设备配置等实际情况,优化不合理设计细节,确保方案兼具安全性与可行性,杜绝方案缺陷带入施工环节。(2)施工过程中,安排专职技术人员全程旁站管控,实时监督各工序施工流程、技术参数、施工工艺是否符合设计标准,发现违规施工、工艺偏差等问题须立即叫停并整改,确保施工过程严格受控。严格落实工序验收制度,每道工序施工完成后,须先开展技术验收,逐项核查施工质量与技术指标,验收合格后方可进入下一道工序,杜绝隐患工序向后续工序传递。针对工序衔接环节,重点把控技术衔接标准与工艺转换要求,确保各工序施工连贯、技术参数统一,避免衔接漏洞引发安全风险^[5]。

4.3 施工现场技术隐患排查管理

依托专业技术手段开展现场隐患排查,是提前识别并规避安全风险的重要举措。(1)须建立常态化现场技术排查机制,每日针对临时结构、支护体系、安全防护设施、施工设备运行状态及各工序施工质量开展专项技

术排查,从技术层面系统识别结构变形、承载力不足、防护薄弱、施工工艺不达标等隐性安全隐患,杜绝凭经验判断、凭目测排查的粗放模式。(2)对排查出的各类隐患,须结合施工技术标准制定针对性整改方案,明确整改技术措施、责任人员及整改时限,安排专人全程跟踪落实整改进度。整改完成后须开展技术复核,逐项核查隐患消除情况,确认达标后方可恢复施工作业,确保隐患彻底消除、不留死角。同时,须结合施工进度推进与工况条件变化,动态调整排查重点与排查频次,针对新增施工工序、临时结构搭设、新作业区域等,及时开展专项技术排查,实现隐患早发现、早处置、早闭合,全方位保障施工现场安全。

结束语

道路桥梁安全施工设计是一项贯穿工程全周期的系统性工作,需将安全性优先、适配性、动态优化三项原则落实于设计与施工各环节。临时结构设计须精准计算承载力与稳定性,专项工序设计须优化施工流程规避工序风险,防护体系设计须实现高危区域全覆盖。基坑、高空、吊装三大核心技术的规范应用,以及人员管控、工序管理、隐患排查三类管理措施的协同推进,共同构成安全施工的技术保障体系。工程实践中应持续强化设计与施工的技术衔接,动态优化设计方案,切实提升道路桥梁施工安全水平。

参考文献

- [1]李伟.道路桥梁施工管理养护及加固维修研究[J].运输经理世界,2023,(15):124-126.
- [2]宋树才.道路桥梁的施工建设与加固技术研究[J].运输经理世界,2022,(26):113-115.
- [3]宿永玮.道路桥梁施工管理中存在的问题及优化措施[J].江苏建材,2022,(04):147-148.
- [4]王慧婷.城市道路桥梁施工及安全管理措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(4):145-147.
- [5]陈思.道路桥梁施工安全控制技术与管理[J].运输经理世界,2024(25):64-66.