

高速公路桥梁标准化施工技术及安全管理研究

李红焱

邹城市交通运输管理服务中心 山东 邹城 273500

摘要:为改善高速公路桥梁施工粗放作业、安全管控薄弱问题,本文结合山区、平原高速桥梁施工现场工况,剖析标准化施工与安全管理内在关联,梳理现阶段现场执行、人员机具、部门协同现存管控短板。围绕临建设施、基础、下部及上部结构、特殊工况五大分项,梳理实操标准化施工工艺,划分施工全周期安全风险等级,从责任制度、源头管控、现场防护、智慧管控四方面搭建配套安全管理体系。

关键词:高速公路桥梁;标准化施工;关键技术;安全管理

引言:当下高速公路路网建设持续推进,桥梁作为道路核心构筑物,高墩、跨线、临水施工场景逐年增多,施工质量与安全管控压力持续加大。现阶段各地路桥项目普遍存在重外观标准化、轻工序标准化,重施工进度、轻安全协同管理的问题,非标作业、防护缺位引发施工隐患频发。基于地方公路施工管控规范,立足基层交通工程监管视角,本文结合现场施工实操,探究桥梁分项标准化施工技术,配套完善现场安全管控体系,为区域高速桥梁施工现场管控提供实操参考。

1 高速公路桥梁标准化施工与安全管理关联性分析

二者相辅相成、高度绑定,属于高速桥梁施工现场一体化管控内容。一方面,标准化施工固定作业流程、防护搭设标准、机械操作规范,从源头减少违规作业、非标施工行为,直接削减安全隐患,是安全管理落地的基础;另一方面,安全管理划定高危工序管控红线,倒逼施工工艺、现场工装全面标准化,杜绝非标施工带来的安全漏洞。现阶段工地事故大多源于工序不规范、防护非标准化,落实标准化施工可简化安全管控难度,完善安全管理制度也能夯实标准化施工落地成效,二者协同推进,可同步提升桥梁施工质量与现场安全水平^[1]。

2 高速公路桥梁施工标准化、安全管控现存问题

结合国内山区、平原高速桥梁施工现场管控实况,现阶段项目施工标准化落地、现场安全管控仍存在多项实操性问题,管控漏洞集中于现场执行、人员管理、工序管控、协同管理四大方面,具体问题如下:(1)施工标准化落地执行流于形式。多数项目仅完成项目部驻地、围挡外观标准化搭设,桩基钢筋加工、模板拼装、混凝土养护等核心工序标准不统一;劳务班组自主作业随意性较强,模板尺寸、保护层厚度、预埋构件施工未

严格遵从省级路桥施工标准化导则。(2)现场安全防护标准化配置不足。高墩柱、深基坑、跨路梁板吊装高危点位防护设施简易搭设,临边防护、安全平网、人行通道未按统一规格布设。(3)人员及机具管控标准化程度偏低,特种作业人员实操水平参差不齐;桩机、架桥机、吊车老旧机具未执行定期核验维保标准,设备进场验收、日常台账管理不规范,机具带病作业问题长期存在。(4)标准化施工与安全管理协同脱节。施工技术部门只管控工艺质量,安全部门独立开展隐患排查,工序施工、安全防护未一体化交底^[2]。

3 高速公路桥梁分项工程标准化施工关键技术

3.1 桥梁临时场站及临建设施标准化施工技术

高速桥梁临建设施执行厂区模块化、尺寸统一化施工标准,统一搭设用材、场地布局、构造规格,实操要点如下:(1)钢筋加工场标准化施工。场地采用 20cm 厚 C20 混凝土硬化,设置 2% 横向排水坡度,分区划分原材料、加工、成品堆放三区;钢筋笼采用国标槽钢定型胎架加工,胎架统一间距 1.5m,镀锌钢管防雨棚高度 $\geq 4.5\text{m}$,场内钢筋托架离地 30cm 布设,避免钢筋接地锈蚀。(2)拌和站及临时便道标准化施工。拌和站全区域封闭围挡,料仓隔墙高度 $\geq 2.5\text{m}$,配套防雨防渗顶棚;场内便道采用 20cm 级配碎石 +15cm 混凝土硬化,跨沟渠便道预埋 $\Phi 800$ 钢筋混凝土涵管,两侧布设 50cm $\times$ 40cm $\times$ 80cm 定型防撞墩。(3)临水临电标准化布设。现场用电落实三级配电、两级保护,配电箱统一防雨制式,线路架空高度 $\geq 2.8\text{m}$;临水区域搭设定型防滑步道与救生平台,步道扶手统一高度 1.2m。

3.2 桥梁基础工程标准化施工技术

项目桥梁基础以钻孔灌注桩、现浇承台为主,全工

序标准化管控施工工艺、结构尺寸及垂直度。(1) 钻孔灌注桩标准化施工。桩位放样偏差 $\leq 50\text{mm}$; 6mm 厚钢板护筒直径大于桩径 20cm, 埋深 $\geq 1.5\text{m}$, 顶面高出地面 30cm。回转钻机施工泥浆比重控制 1.1-1.3, 摩擦桩孔底沉渣 $\leq 200\text{mm}$, 端承桩沉渣 $\leq 50\text{mm}$; 钢筋笼工厂分段预制, 主筋双面焊接焊缝长度 5d, 每 2m 布设一圈高强砂浆保护层垫块, 每圈 4 块均匀布置。水下混凝土首批灌注导管埋深 $\geq 1\text{m}$, 施工全程导管埋深维持 2-6m。(2) 承台标准化施工。基坑开挖放坡统一 1:0.75, 深基坑边坡挂网喷锚防护; 承台采用定型钢模板, 拼缝加装海绵止浆条; 钢筋依托卡槽定位架安装, 间距偏差 $\pm 10\text{mm}$; 混凝土分层浇筑单层厚度 $\leq 50\text{cm}$, 混凝土强度达 75% 设计强度后方可拆模^[3]。

3.3 墩柱、盖梁下部结构标准化施工技术

桥梁下部结构统一使用整体精加工钢模, 禁止散拼模板作业, 统一外观施工标准。(1) 墩柱标准化施工。钢模板平整度误差 $\leq 2\text{mm}$; 桩基结合面凿毛深度统一 2cm, 凿至新鲜混凝土基面; 主筋采用直螺纹套筒连接, 同一截面接头率小于 50%; 墩柱布设可调缆风绳, 垂直度偏差 $\leq 0.15\%$; 混凝土一次性连续浇筑, 插入式振捣器振捣间距 40cm, 完工后土工布包裹喷淋养护, 养护周期不少于 7d。(2) 盖梁标准化施工。矮墩采用抱箍支架、高墩采用预埋牛腿支架, 支架施工前完成预压; 盖梁钢筋定型胎架整体吊装绑扎, 施工前复核底模标高; 支座垫石顶面平整度 $\leq 0.5\text{mm}$, 标高偏差 $\pm 2\text{mm}$, 保障梁板受力均匀。

3.4 梁板预制安装及桥面系标准化施工技术

辖区高速小箱梁、T 梁实行集中预制, 统一桥面系施工工序标准。(1) 梁板预制施工。预制台座预设 2cm 下挠反拱, 台座两侧镶嵌橡胶止浆条; 预应力波纹管采用 50cm 间距定位钢筋固定; 张拉执行油压、伸长量双控标准, 张拉完毕 48h 内压浆, 压浆压力 0.5-0.7MPa。(2) 梁板安装施工。架桥机支腿加固垫实, 梁板就位中线偏差 $\leq 10\text{mm}$, 支座与梁底密贴无空鼓; 湿接缝基面凿毛清理, 采用同标号微膨胀混凝土浇筑。(3) 桥面系标准化施工。桥面铺装采用摊铺机一体化施工, 钢筋网片点焊固定; 防撞护栏定型钢模一次性浇筑成型; 伸缩缝优选 15-25℃ 气温安装, 结合气温调节缝隙宽度。

3.5 临水、高墩、跨线特殊工况桥梁专项标准化施工技术

针对高危施工工况制定专项标准化工艺, 适配复杂作业环境。(1) 临水桥梁施工。水上桩基搭设钢管作业

平台, 钢管桩入土深度 $\geq 3\text{m}$, 作业面满铺防滑钢板, 周边搭设 1.2m 防护栏杆, 配齐救生器材; 汛期护筒预留 50cm 防汛超高。(2) 高墩桥梁施工。墩高超 20m 采用液压自爬模, 附着螺栓施工前全数探伤; 作业层布设双层防护, 墩身单次浇筑高度统一 4.5m。(3) 跨既有道路桥梁施工。搭设带双层防坠钢板防护门洞, 保障道路通行净空; 吊装区域划定硬质警戒区, 实行交通定时封锁吊装, 杜绝人车穿插作业。

4 高速公路桥梁施工全周期安全风险辨识与分级管控

4.1 施工全周期危险源实地辨识

结合桥梁施工准备、基础、下部结构、梁板架设、桥面施工全流程, 采用现场踏勘、工序复盘、班组问询相结合方式辨识危险源, 贴合现场实况开展排查。(1) 环境类危险源: 深基坑水土扰动、临水水位暴涨、高墩大风作业、跨路车流干扰、高温雷雨天气五类固有现场风险。(2) 作业类危险源: 桩基塌孔、支架失稳、高处临边作业、架桥机吊装、临时用电漏电、动火焊接六大高危作业隐患。(3) 管理类危险源: 特种作业无证上岗、机械设备维保缺位、防护设施私自拆除、工序安全交底缺失四类管理漏洞, 全面排查显性、隐性施工危险源。

4.2 施工风险分级及现场管控措施

依据公路桥梁风险管控规范, 结合事故发生概率、危害程度将风险划为三级, 实施差异化管控。一级重大风险: 高墩爬模、跨主干道梁板吊装、深水桩基施工, 由项目总工旁站管控, 作业前专项验算, 施工时段封闭作业区域。二级较大风险: 基坑开挖、高空钢筋绑扎、临时支架搭设, 专职安全员定点巡查, 严控边坡放坡、支架预压施工标准。三级一般风险: 场内物料转运、钢筋加工、桥面附属施工, 由班组自主管控, 常态化自查整改。现场建立风险台账, 落实隐患排查、整改、复查闭环管理, 结合现场工况动态调整风险等级^[4]。

5 适配标准化施工的桥梁施工现场安全管理体系构建

5.1 层级化施工安全责任标准化管理制度搭建

依托项目部、工区、班组三级管理架构, 划定标准化权责体系, 梳理岗位职责, 规避责任推诿问题。(1) 管理层权责标准化。项目经理为现场安全第一责任人, 统筹标准化防护搭设、专项施工方案审批; 项目总工负责高墩、深水桩基、梁板吊装专项安全验算, 核定配套安全技术参数; 专职安全员分区定点值守, 对照工序标准化检查表, 每日核查现场防护、机械设备合规性。(2) 作业层权责标准化。劳务班组长

为本班组安全第一责任人,上岗核验人员资质、劳保防护穿戴情况;特种作业人员持证上岗,严格遵照标准化工艺作业,严禁私自改动支架搭设、吊装作业施工参数。(3)考核追责标准化。统一项目安全考核细则,将标准化施工执行度纳入绩效考核,对非标施工、防护搭设不规范行为,统一执行停工整改、绩效扣分处理,落实标准化追责机制。

5.2 人员、机械设备、物料进场标准化安全管控机制

落实源头准入管控,统一人员、机具、防护物料进场核验标准,匹配桥梁标准化施工要求。(1)作业人员管控。进场人员开展工序专项安全交底,贴合钢筋加工、墩柱施工、梁板吊装标准化作业要求;特种作业人员证件原件归档,每季度开展实操考核,不合格人员直接清退;高空作业人员定期体检,严禁高血压、恐高人员从事高墩作业。(2)机械设备管控。架桥机、桩机、吊车等大型设备进场核验资质文件,进场后完成荷载试吊调试;建立标准化维保台账,每日检查爬模构件、吊装钢丝绳损耗情况,超标构件及时更换,禁止非标改装机具进场作业。(3)安全物料管控。防护栏杆、安全网、配电箱等防护物资统一采购规格,材质尺寸符合省内桥梁施工标准化标准,进场抽样复检,不合格物料直接清退出场。

5.3 现场防护、作业流程、应急处置标准化管理细则

结合桥梁各分项施工工艺,制定全域统一管控细则,实现作业、防护、应急一体化管控。(1)定型化现场防护。基坑周边统一搭设 1.2m 高钢管防护栏,外挂密目安全网;高墩作业层布设双层防护网,施工走道采用装配式定型通道;现场用电执行一机一闸一漏标准,全场地线路架空布设标准统一。(2)标准化工序管控。所有工序落实技术、安全双交底,高风险工序执行作业票审批制度,无证无票不得施工;工序完工后由技术、安全人员联合验收,施工及防护达标后方可开展后续作业。(3)规范化应急管理。统一高处坠落、基坑坍塌、水上溺水、机械倾覆四类险情处置流程,应急物资定点分类存放;项目每月开展标准化应急演练,固定救援流

程与点位,提升现场应急处置能力。

5.4 智慧化信息技术在施工安全管控中的应用路径

依托轻量化智慧工地设备,补齐人工管控短板,助力标准化安全管理落地。(1)人员智能管控。施工现场设置人脸识别门禁,绑定作业员工种、作业区域,禁止无关人员进入作业区;高墩作业人员佩戴定位手环,违规越界、滞留作业区系统自动报警。(2)施工工况动态监测。深基坑布设沉降位移传感器,爬模支架安装应力监测装置,数据实时上传后台,参数超标即刻预警停工;跨线吊装区域布设高清监控,全过程监管吊装标准化作业行为。(3)资料数字化闭环管理。依托工地管理平台,统一录入安全培训、机具维保、隐患整改资料,生成标准化电子台账,方便业主、监理核查,实现安全管理资料闭环归档^[5]。

结束语: 本文梳理高速桥梁全流程标准化施工要点,明确施工与安全管理互为支撑、协同赋能的关系,总结当前管控流于形式、防护不足、机具管理混乱、部门脱节四大现实问题。结合桩基、墩柱、梁板及特殊工况施工要求,确定各分项标准化施工参数,完成危险源分级管控并搭建一体化安全管理体系。

参考文献

- [1] 查前亮. 高速公路桥梁标准化施工技术及安全管理研究 [J]. 标准生活, 2026(2): 45-47.
- [2] 林红良. 高速公路桥梁高墩施工安全管理研究 [J]. 行车指南, 2026(6): 0124-0126.
- [3] 段平. BIM 技术在高速公路桥梁预制构件生产与拼装施工管理中的应用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2026(1): 93-95.
- [4] 陈文广. 高速公路路基桥梁施工中软土地基处理技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2026(3): 013-016.
- [5] 王浩全. 高速公路施工现场安全管理策略研究 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2026(2): 134-137.