

道路桥梁工程施工技术与安全管控分析

张振龙

北京建工路桥集团有限公司 北京 100123

摘要:道路桥梁工程施工环节多、露天野外作业占比高,施工技术应用与现场安全管控直接决定工程结构质量与建设效益。本文围绕地基处理、钻孔桩基、路面桥面铺装等核心施工技术展开要点解析,梳理三类主流地基处理工艺、钻孔灌注桩施工流程及路桥面层施工控制重点。从人员违规操作、机械设备运维缺失、现场环境与交叉工序管理混乱三方面系统归纳施工现场主要安全隐患,分别从人员教育培训、设备全生命周期闭环管理、施工现场精细化管控三个维度提出安全管控对策。通过规范各工序技术参数、落实人员资质准入、设备定期维保、现场分区防护及高危作业专项管控,既能保障路桥结构承载力、平整度与耐久性,又可全方位防范各类安全事故,为同类路桥项目质量与安全双重管控提供实践参考。

关键词:道路桥梁;施工技术;现场施工;安全管控

引言:道路桥梁作为交通基础设施的关键组成部分,施工跨度大、地质条件复杂、大型机械与多工种交叉作业频繁,对施工工艺精度与现场安全管理均提出严苛要求。地基、桩基、主体结构及路面桥面等工序环环相扣,任一环节技术管控疏漏都会引发不均匀沉降、结构强度不足等质量通病;同时人员、设备、现场环境多重不确定因素叠加,极易诱发各类安全事故。为实现工程提质保安全的建设目标,本文系统梳理路桥核心施工技术的实施要点,剖析现阶段施工现场典型安全隐患成因,针对性制定人员、设备、现场多维度安全管控措施,力求以标准化施工工艺筑牢工程质量根基,以精细化安全管理守住生产底线,推动路桥工程高效、规范、安全落地实施。

1 道路桥梁工程核心施工技术应用要点

道路桥梁工程的施工技术体系覆盖地基处理、桩基施工、桥梁主体施工、道路路面施工等多个关键核心环节,各环节的技术执行逻辑相互衔接、相互影响,前序工序的技术落地质量直接决定后续工序的作业基础条件。地基处理环节需结合项目场地的地质本底条件,针对性选择适配的处理工艺,重点管控土体加固的均匀性与结构稳定性,消除软基、不均匀沉降等潜在结构风险,为后续上部结构施工提供稳定的承载基础。桩基施工环节需严格遵循对应的技术规范流程,从桩位定位、成孔作业到后续的混凝土灌注全流程执行标准化管控,保障桩基的成桩质量与竖向承载性能,规避断桩、缩径等常见施工质量缺陷。桥梁主体施工环节需针对不同结构部位的受力特征,精准把控模板支设、钢筋绑扎、

混凝土浇筑等工序的操作细节,保障主体结构的几何形态与力学性能完全符合设计要求,避免出现结构受力薄弱点。道路路面施工环节需重点管控材料拌合、摊铺作业、压实成型等核心工序的操作规范性,保障路面结构的密实度、平整度与耐久性满足长期通行要求。所有环节的技术应用都需要结合项目实际施工场景的地形、气候、周边环境等前置条件,严格把控每一项技术操作的细节标准,最终保障路桥工程整体的结构强度、平整度与长期稳定性完全达标^[1]。

2 道路桥梁工程主要施工技术

2.1 地基处理施工技术

地基是道路桥梁工程的承重基础,地基的密实度、承载力直接影响整体工程的稳定性,是施工的首要核心环节。现阶段道路桥梁施工中,常用的地基处理技术包含换填垫层技术、夯实技术、注浆加固技术等。换填垫层技术主要适用于软土、淤泥质土等软弱地基场景,通过清理浅层软弱土层,更换砂石、灰土等高强度、高稳定性填料,分层摊铺、分层碾压夯实,有效提升地基表层承载力,避免后期地基沉降变形。夯实技术依托机械强夯作用力,冲击地基土层,压缩土层空隙,提升土体密实度,适用于多数土质路基施工,操作核心在于把控夯击力度、夯击次数与夯点间距,保证地基受力均匀。注浆加固技术主要针对深层松散地基,通过钻孔注浆的方式,将固化浆液注入土层缝隙,浆液固化后与土体结合形成整体,强化地基整体结构强度,规避不均匀沉降问题。施工过程中需根据地基土质、施工深度精准调整

技术参数,杜绝盲目施工导致的地基稳定性不足问题。

2.2 桥梁桩基施工技术

桩基承担桥梁主体全部荷载,是桥梁工程的核心承重结构,桩基施工质量直接决定桥梁的使用寿命与使用安全性。当前主流的桩基施工技术以钻孔灌注桩技术为主,整体施工流程包含钻孔、清孔、钢筋笼安装、混凝土灌注等关键步骤。钻孔环节需精准控制钻孔垂直度、孔径与孔深,实时监测孔内土层变化,避免出现塌孔、缩孔等问题。清孔分为初次清孔与二次清孔,核心目的是清除孔底沉渣与孔壁淤泥,保障桩基与地基的贴合度,防止沉渣过厚导致桩基承载力下降。钢筋笼安装需保证骨架焊接牢固、保护层厚度达标,精准对位、垂直下放,避免钢筋笼偏移、变形。混凝土灌注采用水下连续灌注方式,把控灌注速度与导管埋深,杜绝断桩、夹渣、空洞等质量缺陷,保障桩基结构的完整性与强度^[2]。

2.3 路面及桥面施工技术

道路路面与桥梁桥面直接承受车辆荷载与外界环境影响,施工技术重点在于保障平整度、密实度与防水性。路面施工主要分为沥青路面与水泥混凝土路面施工,沥青路面施工需严格把控沥青混合料的配比、拌合温度、摊铺速度与碾压温度,采用分层摊铺、分段碾压的方式,保证路面密实均匀,避免出现裂缝、坑槽、起皮等问题。水泥混凝土路面施工需把控模板安装精度、混凝土振捣密实度,做好切缝、养护工作,规避混凝土收缩裂缝、断板等缺陷。桥面施工核心在于桥面铺装与防水层施工,桥面铺装前需清理桥面板表面杂物、浮浆,保证基面平整干净;防水层施工需保证涂层均匀、无破损、无漏涂,杜绝雨水渗入桥梁主体结构,腐蚀钢筋、侵蚀混凝土,保障桥梁主体结构耐久性。同时,需严格把控铺装层厚度与平整度,提升行车舒适度与桥面抗压耐磨性能。

3 道路桥梁工程施工安全隐患分析

3.1 人员操作安全隐患

施工人员是现场作业的核心主体,人员操作不规范是最主要的安全隐患来源。道路桥梁施工现场一线作业人员整体专业素养参差不齐,部分人员缺乏系统的施工安全培训,安全防范意识薄弱,存在侥幸心理。在高空作业、吊装作业、机械操作等高危环节,频繁出现不佩戴安全防护用具、违规操作设备、违章冒险作业等行为。同时,部分作业人员对施工技术规范、安全操作流程掌握不熟练,作业过程中仅凭经验施工,操作流程不

标准,不仅容易引发工程质量问题,还极易诱发高空坠落、机械伤害、物体打击等安全事故。此外,现场人员流动性较大,临时用工人员管控难度高,进一步加剧了人员操作层面的安全风险。

3.2 机械设备安全隐患

道路桥梁施工涉及挖掘机、压路机、钻机、起重机、混凝土输送泵等大量大型机械设备,设备运行安全直接影响现场施工安全。一方面,部分施工单位对设备运维管理重视度不足,机械设备长期超负荷运行,日常检修、保养工作流于形式,设备零部件磨损、老化、故障等问题无法及时发现,运行过程中易出现设备失灵、故障停机、倾覆等安全问题。另一方面,设备操作人员资质管理不严格,存在无证操作、多人混用设备、违规操作设备的情况,操作过程中未严格遵循设备运行规范,容易引发机械安全事故。同时,施工现场设备摆放、调度不合理,多设备交叉作业时安全间距不足,易发生设备碰撞、挤压等风险^[3]。

3.3 施工现场环境与工序隐患

道路桥梁工程多为露天、野外施工,施工环境复杂多变,存在诸多不可控的安全隐患。户外施工易受天气影响,大风、暴雨、高温、低温等恶劣天气,会直接影响高空作业、吊装作业、混凝土施工的安全性,增加坍塌、滑落、施工失效等风险。同时,施工现场场地杂乱,土方、建材、废料堆放不规范,临时用电线路铺设混乱、防护不到位,易引发触电、坍塌、物料坠落等安全问题。此外,工程交叉作业较多,土建、钢筋、模板、铺装等工序同步开展,各工序施工衔接紧密,若工序衔接管控不当、作业区域划分不清晰,不同工种作业相互干扰,极易诱发各类安全隐患,增加现场安全管控难度。

4 道路桥梁工程施工安全管控策略

4.1 强化施工人员专项管控与培训

人员是现场所有施工作业的执行主体,人员管控自然成为全链条安全管控的核心环节,需建立覆盖准入、培训、考核、追责全流程的常态化人员管理与培训机制。(1)严格落实全维度人员准入管理要求,所有进场作业人员必须完成系统性岗前培训,培训内容重点覆盖各工序施工安全规范、高危作业专项注意事项、个人防护用具规范使用方法、现场突发状况应急处置常识等核心模块,通过标准化考核验证能力达标后方可正式上岗作业。针对高空作业、大型机械操作、特种电气作业等特殊岗位,额外执行岗位专属专项培

训与资质核验流程,从准入层面彻底杜绝无证上岗、资质不符违规上岗的问题。(2)定期开展常态化安全警示教育,结合本项目施工现场已出现的常见违规操作问题、排查发现的典型安全隐患类型开展针对性拆解讲解,从认知层面纠正作业人员的侥幸心理,持续强化全员的安全防范意识。同步严格落实现场人员定岗定责制度,明确各岗位对应的安全职责边界,将安全管控责任直接落实到具体个人,对现场发现的违规操作行为第一时间督促整改并开展对应追责,从制度层面全面规范现场各类作业行为^[4]。

4.2 完善机械设备全流程管控

需建立覆盖机械设备进场、运行、检修、退场全生命周期的闭环管控体系,从全流程维度全面降低设备相关的安全风险。(1)在设备进场核验环节,严格执行设备准入核查机制,逐台核验设备的实际运行性能、整体完好度、法定检测状态,老旧超期设备、带故障进场设备、核心性能不达标设备一律严禁进场投入施工作业,从源头层面拦截不合格设备进入现场。(2)设备正式运行过程中,安排专属持证人员负责设备的统一调度与动态监管,严格规范每类设备的标准化操作流程,严禁设备超负荷、超设计适用范围开展作业,严格控制多设备交叉作业时的安全间距,从运行层面规避设备碰撞、倾覆等恶性安全风险。同步建立全设备专属日常运维台账,每日开展设备班前运行状态检查,定期组织设备全面检修与系统性保养,及时更换磨损超限、性能老化的零部件,提前排查设备内部的潜在隐性故障,保障所有设备始终处于良好运行工况。同时固定每台设备的专属操作人员,杜绝作业人员随意调换、无证人员顶岗操作的情况,定期开展设备操作技能专项培训,提升操作人员的专业作业水平,从人员操作端彻底规避设备使用环节的安全风险。

4.3 落实现场精细化安全管理

针对路桥工程复杂多变的施工现场环境,需全面推行精细化、常态化的现场安全管控模式。(1)规范施工现场的场地整体布置,结合作业动线与施工需求合理规划分作业区、物料堆放区、设备停放区、人员通行通道,进场建材、开挖土方、施工废料全部分类有序堆放,保持施工现场整体整洁通畅,彻底杜绝杂物随意堆积引发的通行受阻、消防通道堵塞等安全隐患。同步优化施工现场临时用电全流程管理,严格规范线路的铺设方式,做好线路的绝缘、防护处理,定期开展全域用电隐

患排查,从制度层面杜绝私拉乱接、漏电触电类安全问题。(2)强化高危作业的全流程管控,高空作业、大型吊装作业等高危场景启动前必须提前完成专项防护措施布设,在作业边界设置醒目的安全警示标识与硬质防护围栏,作业前对现场环境安全性完成全面核验,遇极端恶劣天气条件时立即叫停所有高危作业。同步做好各施工工序的衔接管控,合理规划各分项工程的施工顺序,主动错开多工序交叉作业的冲突时段,明确各独立作业区域的安全管控边界,安排专职现场安全员开展全天候动态巡查,第一时间发现并整改各类现场安全隐患,实现现场隐患的动态清零^[5]。

结束语

总而言之,道路桥梁工程质量依托标准化施工技术落地实现,安全生产则依靠全流程精细化管控予以保障。通过合理选用换填、强夯、注浆等地基处理方式,严格把控钻孔灌注桩成孔、清孔、水下灌注关键工序,精细化管控路面桥面材料拌合、摊铺碾压及防水层施工,能够从技术层面规避沉降、结构破损、面层病害等质量缺陷。针对人员、机械设备、作业环境三类安全风险,通过完善岗前培训与资质准入制度、建立设备进场运维闭环机制、规范现场分区布置与高危作业防护,可从源头减少违章操作、设备故障、环境诱发类安全事故。技术管控与安全管理双向协同,既能提升路桥工程整体结构可靠性与服役耐久性,又能有效降低事故发生率,为交通基础设施工程高质量建设提供可靠保障。

参考文献

- [1] 张小宾.道路桥梁工程施工过程中常见病害成因分析及防治技术研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(5):070-074.
- [2] 叶茂军.道路桥梁工程中路面振捣压实施工技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(5):105-108.
- [3] 胡六胜.道路桥梁工程路面压实施工技术分析[J].中国地名,2026(3):0109-0111.
- [4] 吕继涛.道路与桥梁工程施工质量控制关键技术及优化措施研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(5):075-078.
- [5] 侯延波,齐绍辉,张开元.道路桥梁工程中的沉降段路基施工技术研究[J].门窗,2026(3):70-72.