

公路桥梁隧道工程施工质量管控要点研究

马毓彬

山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250014

摘要：结合公路桥梁隧道工程露天作业多、地质条件复杂、隐蔽工序密集、施工干扰因素繁杂的特殊施工特性，系统梳理影响工程成型质量、结构稳定性的各类核心因素，客观分析现阶段施工全环节普遍存在的管控漏洞与不规范实操问题。围绕工程施工全流程，从前期筹备、现场施工、后期验收等维度探索科学的质量管控路径，本文明确各施工工序的质量控制核心要点。通过针对性的问题分析与策略研究，规范桥梁隧道施工操作标准，优化质量管控体系，提升公路基础设施施工整体质量与结构稳定性，保障工程投入使用后的安全性与耐久性。

关键词：公路工程；桥梁隧道；施工质量；管控要点

引言

公路桥梁隧道是陆路交通网络的关键组成载体，工程建设质量直接决定道路通行安全与交通运营效率。此类工程施工环境复杂、技术工序繁杂、质量影响因素众多，施工管控难度远高于普通土建工程。伴随交通基建行业的快速发展，工程建设标准持续提升，传统粗放的管控模式已无法适配现代化施工要求。本文结合当下公路桥梁隧道施工现状，梳理施工质量常见问题，探究科学有效的精细化管控要点。

1 工程施工特性与质量管控研究概述

1.1 工程施工特点

公路桥梁隧道工程属于高难度交通基建项目，多数施工区域地形复杂、地质条件多变，地下水、断层等不良地质因素极易干扰施工过程，影响工程成型质量。桥梁核心承重构件施工精度要求严苛，桩基、梁板、支座的施工质量直接决定整体结构稳定性。隧道施工存在大量开挖、支护、衬砌等隐蔽工序，作业空间狭小、施工难度大，后期检修整改极为不便。此外，项目露天作业多、建设周期长、工序交叉繁杂，极易受到天气、地质、设备工况等外部条件影响，单道工序出现质量问题便容易引发连锁隐患，对工程整体结构安全与长期使用年限造成不利影响。

1.2 质量管控核心内涵

公路桥梁隧道工程质量管控是适配工程施工特性、贯穿项目建设全流程的综合性管理工作，覆盖前期勘察筹备、现场施工操作、隐患排查及竣工检测整改等关键环节。管控工作以行业规范和设计标准为核心依据，聚焦结构安全、施工合规与工程耐久三大重点，通过细

化各阶段管控标准，规范现场施工行为，及时排查并消除各类质量隐患。针对路桥隧道工程工序隐蔽、技术标准高、系统性强的施工特征，落实精细化一体化管控模式，可有效解决传统碎片化管理的弊端，全面把控施工质量，为道路工程长期安全、稳定运营提供可靠保障。

1.3 质量管控重要价值

完善的质量管控机制是公路桥梁隧道工程品质保障的关键，兼具安全防控与成本控制作用。常态化质量管控能够规范现场施工行为，杜绝粗放作业与违规操作，有效减少结构沉降、开裂、渗漏等常见病害，提升工程整体稳定性。标准化施工管理可减少返工现象，降低材料浪费与工期延误问题，合理控制建设成本^[1]。同时，优质的施工质量能够延长工程使用年限，降低后期运维成本，保障交通设施长期安全稳定运行，也有助于规范行业施工标准，持续提升路桥隧道工程的施工与管理整体水平。

2 公路桥梁隧道施工质量现存问题

2.1 前期筹备管控不足

施工前期筹备是路桥隧道工程质量管控的首要环节，当前多数项目前期管控存在明显漏洞，为后续施工埋下诸多质量隐患。不少施工现场地质勘察工作流于形式，点位布设不合理、数据采集不全面，无法精准掌握区域岩土结构、地下水及地层承载力等关键参数，导致施工方案脱离现场实际。设计工作多依赖理论计算，缺乏实地踏勘核对，未能结合场地地形与气候条件优化工艺，造成施工方案可操作性不足，极易出现工序衔接混乱等问题。此外，建材与设备管理管控松散，原材料进场质检流程简化，部分规格、性能不达标的建材投入使

用。施工设备长期缺乏定期检修与精度校准,老化、精度偏移问题得不到及时处理,直接降低现场施工精度,严重影响工程基础施工质量。

2.2 现场施工工艺落实不到位

现场施工工艺执行不标准是工程质量缺陷产生的主要原因,桥梁与隧道施工中的不规范操作,会直接破坏工程结构的整体稳定性。桥梁桩基施工阶段,现场常出现钻孔参数把控不严、泥浆调配不合理、钢筋笼安装错位及混凝土振捣不实等问题,极易造成桩基承载力不达标、桩身空洞开裂等结构性问题。梁板预制安装期间,养护周期与温度管控落实不到位,容易出现构件变形、开裂现象,支座安装精度偏差也会改变桥梁受力结构,造成受力不均^[2]。隧道施工抢工现象较为普遍,施工人员未严格按照分层开挖工艺作业,开挖尺度把控不当,过度扰动原有围岩土体,诱发围岩松动、局部坍塌等隐患。同时支护、衬砌工序施工粗放,支护构件布设间距不规范、喷射混凝土厚度与配比不达标,混凝土浇筑断续、振捣不均且后期养护滞后,使得隧道墙体普遍存在麻面、裂缝、渗水等病害,直接降低隧道整体施工质量与使用安全性。

2.3 施工管理体系不完善

目前国内多数公路桥梁隧道项目的现场管理体系均存在不同程度的短板,管理制度落地性较差,难以真正约束现场施工行为。很多施工企业的岗位权责划分为笼统,管理、技术、施工及监督岗位工作界限模糊,出现质量问题后难以定位责任主体,管理制度形同虚设。同时现场质量巡查工作缺乏常态化机制,巡查覆盖面不足,对关键施工工序与隐蔽工程的监管存在盲区,细小的质量隐患无法及时排查整改,长期积累后演变为严重质量病害。除此之外,现场作业人员综合能力参差不齐,多数一线作业人员缺少系统化岗前培训与质量教育,对规范施工标准认知匮乏,实操中普遍存在习惯性违规行为。加之现场技术交底工作较为粗略,技术指导人员配比不足,各类不规范施工问题难以及时纠正,整体施工质量难以有效把控。

2.4 质量检测与验收不规范

质量检测与竣工验收是把控公路桥梁隧道工程建设质量的最后一道防线,现阶段不少工程项目的检测验收工作普遍存在流程松散、标准执行不严的现实问题。部分施工单位为追赶施工进度,刻意简化检测步骤,对混凝土实体强度、结构成型尺寸、隧道支护稳定性、防水密闭性等关键质量指标检测覆盖不全,存在漏检、数据

失真等问题,难以客观反映现场真实施工质量。验收环节普遍存在重外观、轻内核的片面化核查问题,工作人员多聚焦表层施工质量与可见工序,忽视桥梁桩基深部、隧道衬砌内部、防水结构等隐蔽工程的细致核验,致使大量隐性质量隐患无法及时发现^[3]。同时多数项目缺少完善的隐患整改闭环机制,排查出的质量问题仅做简单处置,缺少标准化复核复检流程,整改落实不到位的问题反复出现,导致工程最终施工质量难以契合设计及行业规范标准。

3 公路桥梁隧道施工质量管控要点研究

3.1 强化前期筹备质量管控

公路桥梁隧道工程的前期准备工作是把控整体施工质量的关键前提,需要采用精细化管理方式,从现场勘察、方案设计、材料管控、设备维护等多个维度夯实施工基础。现场勘察阶段,工作人员需要严格依照行业标准布设勘察点位,全面收集施工区域的地质结构、水文条件及气候数据,精准掌握场地实际施工情况,为施工方案的编制提供真实有效的数据依据。设计人员必须结合施工现场真实工况,对照工程建设标准优化施工工艺与作业流程,针对复杂地质和特殊地形编制专项施工方案以及应急处置预案,确保施工方案具备较强的实操性与合理性。在材料与设备管理方面,施工单位要搭建完善的采购、验收与存储管理制度,择优选择合作供应商,严格核查各类建材的出厂资质与检测报告,对进场材料进行抽样复检,坚决清退不合格产品,同时依据材料特性做好防潮、防晒、防锈防护工作。施工设备进场前需完成调试、检修与精度校准,施工全过程定期开展设备维保工作,及时更换老化破损零部件,持续保障设备运行精度与稳定性,为现场标准化施工筑牢基础保障。

3.2 规范现场施工工艺管控

现场施工工艺是决定桥梁隧道工程成型质量的核心要素,施工阶段需紧盯各关键工序,细化实操标准,严格落实标准化作业要求,杜绝各类违规施工行为。桥梁施工过程中,桩基作为核心承重结构,施工时需精准把控钻孔深度、孔径尺寸与整体垂直度,科学调配泥浆配比,彻底清理孔底杂物,保障桩基成型均匀规整。钢筋笼加工制作需严格对照设计图纸把控尺寸规格,精准定位安装位置,有效规避偏移、变形等问题。混凝土浇筑作业遵循分层施工原则,合理把控浇筑速度与振捣力度,杜绝结构内部出现空洞、蜂窝、裂缝等质量缺陷。梁板预制完成后,结合环境温度开展常态化养护工作,保证构件强度稳步达标,验收合格后方可开展吊

装施工,严控支座安装精度,保障桥梁整体受力均匀稳定^[4]。隧道施工严格遵循短进尺、弱扰动、强支护、早封闭的核心原则,精准控制开挖轮廓与单次进尺长度,最大限度降低施工对周边围岩的扰动,及时清理松动岩土体。规范锚杆、钢架的布设间距与植入深度,保证支护结构与围岩紧密贴合,严格管控喷射混凝土的配比与厚度,提升整体支护强度。衬砌施工保证混凝土连续浇筑,规避施工冷缝,同步做好温控养护、防水铺设与排水管道安装工作,从根本上规避隧道开裂、渗漏等常见质量病害。

3.3 完善施工管控管理体系

想要切实提升公路桥梁隧道工程质量管控实效,施工企业需要结合项目实际工况与现行行业规范,搭建一套贴合现场、落地性强的质量管理体系。企业需针对性完善内部管控制度,细化各施工工序的质量执行标准,清晰划分管理、技术、一线施工及监督人员的岗位职责,搭建权责分明、逐级落实的管理机制。同时配套完善质量追责体系,针对现场违规操作、施工质量缺陷等问题落实责任到人,有效强化全体施工人员的质量责任意识。日常施工过程中,项目应当建立常态化现场巡查制度,组建专职质量监督队伍,对施工全过程实施动态监管,重点核查关键工序与各类隐蔽工程的施工细节,第一时间排查并处置质量隐患。

3.4 优化质量检测验收流程

为有效弥补传统验收模式的短板,施工单位需要持续优化工程质量检测与验收流程,搭建覆盖施工全流程、覆盖全部施工点位的标准化验收体系。实际施工过程中,需改变传统竣工一次性验收的模式,推行分段检测、实时抽检的工作方式,各道施工工序完成后都要及时开展自检、互检与专项质检,确认质量达标后方可进入下一施工环节。针对混凝土实体强度、结构成型尺寸、隧道围岩稳定状态、防水密闭性能等关键质量指标,需搭配精密检测设备开展常态化检测,杜绝漏检、误检、数据造假等问题,保障检测结果真实反映现场施工质量。同时需重点强化桩基、衬砌、防水结构等隐蔽工程的验收管理,采用专项检测与全程旁站监督相结合的方式,全方位排查隐蔽部位的质量缺陷,从根源上规避隐性质量隐患。项目需建立完整的问题整改闭环管理制度,针对检测验收中发现的质量问题,明确整改标准、责任人员与完成时限,整改结束后严格执行二次复核验收,确保隐患彻底清零。工程整体竣工后,严格依

照国家及行业规范开展综合核验,全面核查工程施工质量、结构稳定性与实际使用功能,确保项目整体质量达标,满足正式投运的各项要求。

3.5 落实施工环境风险管控

公路桥梁隧道工程大多处于户外复杂场地,受天气、地质、场地条件等外界环境干扰较大,环境风险管控是保障施工质量的重要辅助手段。施工单位需重视施工全过程的环境管控工作,施工前期全面排查施工现场的水文地质、气候特征等潜在风险,结合雨季、高温、低温等不同天气工况编制专项施工方案,针对性规避恶劣气候对混凝土浇筑养护、隧道开挖支护等关键工序的负面影响^[5]。雨季重点落实现场排水与边坡防护作业,有效防范雨水冲刷造成的基坑坍塌、地基沉降等质量问题;高温时段严格把控混凝土温控养护流程,杜绝构件出现高温开裂病害;低温天气及时落实防冻保温举措,保障混凝土成型效果。面对山地、河谷等受限施工场地,需提前完成场地平整、边坡加固作业,科学规划现场布局,缓解场地条件对施工操作的制约。同时全程动态监测区域地质变化,及时处理围岩松动、地下水渗漏等隐患,搭建稳定安全的施工作业环境,为工程施工质量达标提供基础保障。

结束语

综上所述,公路桥梁隧道工程作为道路交通基础设施体系的核心组成部分,其施工质量直接决定工程使用寿命、通行安全与社会效益,也是新时期交通基建高质量发展核心抓手。本文系统梳理了公路桥梁隧道工程施工全流程的质量影响因素,围绕基础施工、主体结构、隧道开挖、支护衬砌等关键施工环节,明确了材料管控、工艺规范、设备运维、人员管理、动态监测等核心质量管控要点。

参考文献

- [1] 汪治强.公路桥梁涵洞隧道工程施工技术应用研究[J].智能建筑与工程机械,2021,3(6):19-21.
- [2] 叶小莹.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术应用分析[J].大众科学,2025,46(11):163-165.
- [3] 罗汉勇.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的运用研究[J].中国设备工程,2021,(18):169-170.
- [4] 张聪.公路桥梁涵洞隧道工程施工技术应用研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(2):147-148.
- [5] 李秋甫.公路隧道工程施工质量缺陷成因及防治对策研究[J].汽车周刊,2024,(7):0095-0097.