

复杂地质条件下公路桥隧施工监理常见问题及优化对策研究

陈雷

北京磐石建设监理有限责任公司 北京 100000

摘要: 复杂地质条件显著提升公路桥隧施工监理难度与风险。本文界定相关核心概念,剖析复杂地质对监理工作的影响,梳理出监理人员专业适配不足、工作流程不完善、技术手段滞后及协调机制不健全等问题。基于此,从人员队伍建设、全流程管控优化、技术手段智能化提升及协同机制构建四方面提出优化对策,为复杂地质条件下公路桥隧施工监理工作提质增效提供参考。

关键词: 复杂地质;公路桥隧;施工监理;常见问题;优化对策

引言:随着公路交通网络向偏远复杂区域延伸,复杂地质条件下公路桥隧工程日益增多。此类工程施工环境特殊、风险极高,施工监理作为保障工程质量与安全的关键环节,面临严峻挑战。当前复杂地质段监理工作存在诸多短板,制约监理效能发挥,易引发工程隐患。因此,系统探究复杂地质条件下公路桥隧施工监理的核心内涵、现存问题及优化路径,对提升监理水平、保障工程建设安全有序推进具有重要现实意义。

1 复杂地质条件下公路桥隧施工监理相关基础概述

1.1 核心概念界定

公路桥隧施工监理是依托专业技术能力,对公路桥梁与隧道工程施工全过程进行监督、控制与协调,保障工程质量、安全、进度等核心目标实现的专业服务活动,其核心要义在于通过科学的监督手段与技术研判,规范施工行为,规避工程隐患。复杂地质条件是指工程区域内存在的、可能对施工产生显著影响的特殊地质环境,常见类型包括岩溶发育区、滑坡体、软弱夹层、断层破碎带、高海拔冻融区、强风化岩层等,此类地质环境具有不确定性、复杂性与风险性并存的特征,对施工工艺、安全防控等提出更高要求。二者结合形成的复杂地质条件下公路桥隧施工监理,核心是聚焦地质条件的特殊性,强化对地质风险的识别、评估与管控,实现施工过程与地质环境的适配性监督^[1]。

1.2 复杂地质条件对公路桥隧施工监理的影响

复杂地质条件从多个维度对公路桥隧施工监理产生深刻影响,一是监理工作难度的显著提升。地质环境的不确定性使施工过程中突发风险概率增加,如边坡滑塌、溶洞突水、围岩失稳等,要求监理人员具备更强的地质研判能力,实时跟踪地质条件变化并调整监督重点。

二是监理工作内容大幅拓展,相较于常规地质条件,需额外强化对地质勘察成果的复核、施工地质超前预报的监督、特殊地质段施工工艺的管控等环节,确保施工方案与地质实际相匹配。三是复杂地质条件对监理技术手段提出更高要求,传统监督方式难以满足精准管控需求,需依托先进的地质监测设备与信息化技术,实现对地质变形、应力变化等关键指标的实时监测,为监理决策提供数据支撑,保障监理工作的科学性与有效性。

2 复杂地质条件下公路桥隧施工监理常见问题梳理

2.1 监理人员层面问题

专业能力与地质适配性不足,多数监理人员缺乏复杂地质专项知识储备,对岩溶区桩基施工、断层破碎带支护等特殊工况的监理要点把握不精准。经验储备失衡,资深监理人员稀缺,年轻监理人员缺乏复杂地质施工监理实操经验,难以精准预判施工风险。责任意识存在短板,部分监理人员未充分认识复杂地质下监理工作的严谨性,存在巡检流于形式、隐患排查不彻底等问题,对施工违规行为未能及时制止^[2]。

2.2 监理工作流程层面问题

流程执行刚性不足,特殊工序监理交底不充分,针对复杂地质的专项施工方案审核流于形式,未结合地质勘察数据细化监控制点。工序衔接监理存在漏洞,对开挖、支护、衬砌等关键工序的间隔时间把控不严,未严格执行“上道工序不合格不进入下道工序”的监理要求。监理资料闭环管理缺失,地质变化记录不及时、不完整,施工参数调整的监理确认流程滞后,难以形成完整的质量追溯链条。

2.3 监理技术手段层面问题

监测技术适配性不足,传统监测手段难以满足复杂

地质下实时、精准监测需求,对围岩变形、地下水位变化、结构应力等关键指标的监测精度和频率不足。具体表现为:(1)多源监测数据融合分析能力缺失,未能将位移、应力、渗流等多维度数据进行协同解读,难以实现风险的提前预判;针对岩溶发育区、采空区等特殊地质段,缺乏专项监测技术方案,常规监测点布设无法覆盖隐蔽风险区域。(2)信息化技术应用滞后,未充分利用BIM、物联网等技术开展可视化监理,难以实现对复杂地质区域施工全过程的动态管控。当前多数监理工作仍依赖线下巡检与纸质记录,BIM技术仅停留在设计图纸可视化层面,未与施工进度、监测数据实时联动,无法实现施工过程的动态碰撞检查与风险预警;物联网感知网络布设不完善,深埋隧道、高陡边坡等区域传感器覆盖不足,数据传输存在延迟或中断,难以支撑远程实时管控。(3)检测设备老化或配置不足,针对复杂地质材料(如抗滑桩混凝土、注浆材料)的性能检测设备精度不足,无法准确判定材料质量是否符合要求。(4)缺乏针对软岩大变形、围岩塌方等极端工况的专项检测设备,如高精度光纤光栅传感器、便携式地质雷达等设备配置缺口较大;检测设备校准溯源体系不健全,部分现场检测仪器未按规定周期校验,进一步降低了检测数据的可靠性,可能导致对工程质量关键控制点的误判^[3]。

2.4 监理安全管理体系层面问题

风险预判机制不完善,未结合复杂地质勘察报告建立专项风险评估体系,对坍塌、突水突泥等地质灾害风险识别不全面、不精准。安全监理管控链条不完整,对施工单位的安全防护措施审核不严格,现场安全巡查重点不突出,对临时支护稳定性、作业人员防护装备佩戴等关键环节监管不到位。应急监理响应滞后,未针对复杂地质灾害制定专项监理应急方案,突发地质风险时难以快速协同开展应急处置监理工作。

2.5 监理质量控制层面问题

质量控制点设置不精准,未结合复杂地质特性细化质量控制指标,对地质敏感区域的工程实体质量(如隧道衬砌厚度、桥梁桩基嵌岩深度)管控标准不明确。过程质量检测缺失,对隐蔽工程的质量验收流于形式,未严格执行旁站监理制度,难以及时发现复杂地质下的工程质量隐患。质量问题整改跟踪不闭环,对检查发现的质量缺陷,未建立“整改-复核-销号”的全流程监理机制,存在问题整改不彻底、反复出现的情况。

2.6 监理协调机制层面问题

多方协同沟通不畅,与施工、勘察、设计单位的信息传递不及时,针对地质勘察与实际施工不符的情况,

未能快速组织协同研判。问题处置协调效率低,复杂地质下出现施工技术难题或安全隐患时,监理单位的协调统筹作用发挥不足,难以推动相关方形成高效的解决方案。跨专业监理协调缺失,未建立地质、结构、机电等多专业监理协同机制,对复杂地质下各专业施工的交叉干扰管控不到位。

3 复杂地质条件下公路桥隧施工监理优化对策

3.1 强化监理人员队伍建设

复杂地质条件下的桥隧施工监理工作,对监理人员的专业知识、实践经验和应急处置能力有着严苛要求。

(1)强化监理人员队伍建设是提升监理工作成效的首要任务,要严格监理人员准入标准,明确复杂地质桥隧监理岗位的专业资质要求,优先选拔具备地质勘察、桥隧工程施工技术、安全管理等相关专业背景,且拥有5年以上复杂地质工程监理经验的人员,确保监理队伍的专业基础。(2)要建立常态化培训机制,定期组织监理人员开展复杂地质识别、风险预判、施工工艺监管、应急处置等专项培训,每年培训时长不少于80学时,同时邀请地质专家、资深工程技术人员开展专题讲座,分享地质风险管控经验,提升监理人员对复杂地质条件的认知能力和问题处置能力。(3)要完善考核激励机制,将监理人员的专业能力、工作成效与薪酬待遇、职称晋升直接挂钩,激发监理人员主动学习、提升专业素养的积极性,打造一支专业能力强、责任意识高、应急处置高效的监理队伍。

3.2 优化监理工作全流程管控

复杂地质条件下公路桥隧施工不确定性强、风险点多、环节关联度高,传统事后监理模式难以有效防控风险。需构建“事前预防、事中控制、事后复盘”全流程监理管控体系,贯穿施工准备、实施、竣工验收全阶段,实现质量、安全、进度动态管控。(1)施工准备阶段,重点开展地质勘察成果复核与施工方案审查。协助对接建设与勘察单位,全面复核勘察报告地质数据及风险评估结果,复核钻孔数不低于总勘察数30%;严格审查施工组织设计及专项方案,关键环节专项方案需经专家论证,未通过严禁施工。同时核查施工机械设备性能及原材料质量,确保符合施工要求与标准。(2)施工实施阶段,强化现场巡查与关键工序旁站监理。建立“日常巡查+重点抽查”机制,监理人员每日至少2次全面巡查,对隧道开挖、支护、衬砌及桥梁桩基钻孔、混凝土浇筑等关键工序全程旁站。针对坍塌、突水突泥等风险制定专项监测方案,实时监测地质变化与结构变形,每2小时记录数据,异常即下达停工指令督促整改。严格执

行工序交接验收制度,上道工序不合格严禁进入下道,保障施工质量^[4]。(3)竣工验收阶段,做好质量评定与资料归档。依据施工记录、监测数据等资料全面评定工程质量,重点核查复杂地质区域结构安全稳定性;规范监理资料归档,确保监理规划、旁站记录等资料完整准确规范,为竣工验收提供可靠依据。通过全流程精细化监管,可有效降低复杂地质施工风险,保障工程质量与进度。

3.3 提升监理技术手段智能化水平

传统监理技术手段以人工巡查、肉眼观测、手工记录为主,效率低下且精准度不足,难以适应复杂地质条件下桥隧施工对监理工作的高效性、精准性要求。提升监理技术手段智能化水平,是突破传统监理模式局限的关键。(1)要引入先进的智能化监测设备,如在隧道施工区域布设智能围岩收敛仪、多点位移计、渗压计等设备,在桥梁基础施工区域安装沉降观测仪、应力传感器等,实现对地质变形、围岩应力、地下水压等关键指标的实时监测,监测数据可通过无线传输至监管平台,实现数据实时共享和异常预警,当监测指标超过预警阈值时,平台可自动向监理人员和施工单位发送预警信息,响应时间不超过10秒。(2)要搭建智能化监管平台,整合地质勘察数据、施工方案、监测数据、监理记录等信息,运用大数据分析技术对施工过程中的地质风险进行预判,为监理决策提供数据支撑。(3)借助无人机航拍技术对桥隧工程施工现场进行全方位巡查,尤其是对高空、陡坡等人工难以到达的区域,可实现施工场景的实时可视化监控,提升监理巡查的覆盖面和效率。(4)推广应用BIM技术,构建桥隧工程三维模型,将地质勘察数据与BIM模型相结合,实现施工过程的可视化模拟和碰撞检测,提前发现施工方案与地质条件不匹配的问题,提升监理对施工方案审核的精准度^[5]。

3.4 构建高效协同监管机制

复杂地质条件下桥隧工程施工涉及施工单位、监理单位、勘察设计单位等多个主体,各主体之间的协同配合程度直接影响监管工作效率。构建高效协同监管机制,需从信息共享、责任划分、沟通协调等方面入手。(1)建立一体化信息共享平台,整合各主体的相关信

息,如施工单位的施工进度、质量检测数据,勘察设计单位的地质勘察成果、设计变更方案,监理单位的监管记录、验收结果等,实现信息实时共享,避免信息不对称导致的监管工作滞后。(2)明确各主体的职责分工,签订协同监管协议,清晰界定监理单位、施工单位、勘察设计单位在地质风险管控、施工质量控制、问题处置等方面的职责,避免出现责任推诿现象。(3)建立常态化沟通协调机制,每周召开一次协同工作会议,通报施工进展情况、监管发现的问题、地质监测数据异常情况,共同研讨解决方案;针对紧急问题,建立应急沟通渠道,确保问题能够快速响应、及时处置。(4)推行联合巡查制度,由监理单位牵头,联合施工单位、勘察设计单位组成联合巡查小组,每月开展一次专项地质风险巡查,共同排查施工过程中的地质风险隐患,提升风险处置的协同效率。通过构建高效协同监管机制,实现各主体之间的良性互动,形成监管工作合力,提升复杂地质条件下桥隧施工监管的整体效能。

结束语:复杂地质条件下公路桥隧施工监管是兼具技术性与挑战性的系统工程,其质量直接关乎工程建设成败。本文针对该领域现存的人员、流程、技术及协调层面问题,提出针对性优化对策。未来监管工作需持续强化专业能力建设,推动技术创新与机制完善。唯有不断提升监管工作的科学性与精准性,才能有效应对复杂地质挑战,为公路桥隧工程的质量安全与高效推进提供坚实保障,助力公路交通事业高质量发展。

参考文献

- [1]冯英达.复杂不良地质条件下的公路桥梁桩基施工技术[J].中国高新科技,2024,(21):158-160.
- [2]熊卓品.公路桥梁施工工程监管问题识别与解决方法[J].石油工程建设,2024,46(1):134-136.
- [3]曾文彬.分析公路工程监管过程中的关键问题及措施[J].工程技术研究,2024,6(8):79-81.
- [4]卢洪宇.基于复杂地质条件的路桥施工技术研究[J].石河子科技,2023,(06):45-46+53.
- [5]蒋新平.复杂地质条件下桥梁基础施工技术的创新[J].大众标准化,2025,(04):43-45.