

水利工程隧洞施工管理分析

罗祥雄

云南省滇中引水工程有限公司 云南 昆明 650051

摘要: 本文围绕水利工程隧洞施工管理展开系统分析,结合隧洞施工环境复杂、空间狭小、安全风险高的突出特点,明确施工管理的核心目标与主要内容,详细阐述施工准备、施工过程、安全管控、进度推进及成本控制等全流程要点,剖析当前管理中现场秩序混乱、技术管控不严、人员安全意识薄弱等问题,提出健全管理制度、强化技术支撑、加强安全管控及应用信息化技术等优化对策,为水利隧洞施工管理提质增效、保障工程安全优质完工提供可靠参考。

关键词: 水利工程; 隧洞施工; 管理要点

引言: 水利工程隧洞作为水利枢纽的核心关键组成部分,承担着输水、导流、发电等至关重要的功能,其施工质量与安全稳定直接关系到整个水利工程的运行效能和使用寿命。当前,随着水利工程建设规模持续扩大,隧洞施工难度不断提升,地质条件复杂、施工工序繁琐等问题日益凸显,对施工管理工作提出了更高更严的要求。因此,深入分析水利工程隧洞施工管理要点,破解现存难题,优化管理模式,具有重要的现实意义和工程应用价值。

1 水利工程隧洞施工管理概述

1.1 水利隧洞工程特点

(1) 施工环境复杂,地质条件多变。水利隧洞大多建于山区丘陵地带,沿线地质构造繁杂,极易遭遇断层、软岩、溶洞、涌水等不良地质,且地质情况随机性强、变化快,施工不确定性极大,稍有不慎就会引发塌方、涌泥、渗漏等险情,对施工方案和应急处置要求极高。(2) 施工空间狭小,作业难度大。隧洞属于地下封闭式狭长空间,内部作业面积有限,大型机械设备进场、周转困难,开挖、支护、出渣等多工序交叉作业频繁,人员通行、物料运输空间受限,工序衔接难度大,极易出现施工冲突,制约施工效率。(3) 安全风险高,管控要求严格。地下施工潜藏坍塌、透水、有害气体泄漏、机械伤害等多重安全隐患,事故救援难度大、损失惨重,因此施工全程必须执行严苛的管控标准,落实全方位防护与监测措施,守住安全生产底线。

1.2 隧洞施工管理核心目标

(1) 保障施工全过程安全。将安全放在施工首位,落实全流程安全管控措施,全面排查整治各类安全隐患,杜绝安全事故发生,全力保障一线施工人员生命安全,保护工

程设备与财产不受损失。(2) 严控工程施工质量达标。严格遵循设计图纸、施工规范与行业标准,严把材料进场、工序施工、竣工验收各个关口,保证隧洞结构稳固、防渗性能合格,满足水利工程使用功能和耐久度要求。(3) 把控施工进度,严控工期成本。科学规划施工流程,合理调配人力、机械、物料资源,稳步推进施工进度,避免工期延误。同时推行精细化管控,减少资源浪费,严控各项施工支出,平衡工期与成本关系^[1]。

1.3 施工管理主要内容

(1) 前期准备管理。做好地质勘察复核、施工方案编制、图纸会审工作,完成场地规划、设备检修、物料筹备,开展人员技术交底和安全培训,搭建管控体系,扫清前期施工障碍。(2) 现场施工技术管理。规范开挖、支护、衬砌等关键工序操作,根据地质变化动态调整施工工艺,做好现场监测与技术指导,及时解决施工技术难题,保障施工合规有序开展。(3) 质量、安全、进度协同管理。建立一体化管控机制,统筹推进三项核心工作,不偏废任何一项,及时化解三者之间的矛盾,实现安全、质量、进度、成本的平衡统一,保障工程高效完工。

2 水利工程隧洞施工全过程管理要点

2.1 施工准备阶段管理

(1) 地质勘察与现场勘测管控。施工前期需全面复核地质勘察资料,深入现场实地勘测,精准掌握隧洞沿线的地质构造、岩土性质、地下水分布等情况,重点排查不良地质区段,做好标记与记录。结合勘测数据完善施工预案,提前制定应对塌方、涌水等问题的措施,杜绝因勘察不到位引发施工风险,为后续施工提供可靠的数据支撑。(2) 施工方案编制与优化审核。组织专

业技术人员结合工程实际、地质条件、规范要求编制专项施工方案,涵盖开挖、支护、通风、排水等全工序内容,细化施工流程与技术标准。方案完成后开展多级审核,邀请专家论证优化,针对薄弱环节调整完善,确保方案科学可行、操作性强。同时做好图纸会审工作,理清设计细节,及时解决设计与现场不符的问题,避免施工中变更延误工期^[2]。(3)人员、设备、材料筹备管理。组建专业的施工团队,筛选经验丰富、技能合格的作业人员与管理人员,开展岗前培训,普及施工规范、安全常识、操作流程,考核合格后方可上岗。按需调配钻孔、出渣、支护、通风等机械设备,提前检修调试,保证设备性能完好、运行稳定。严把材料采购关,选用符合质量标准的钢筋、水泥、混凝土等材料,做好进场检验、存放保管工作,杜绝劣质材料入场,保障施工用料充足合格。

2.2 施工阶段核心管控

(1)开挖施工技术管理。开挖是隧洞施工的核心工序,需结合地质条件选用钻爆法、盾构法等合适的开挖方式,严格控制开挖轮廓、进尺深度,杜绝超挖、欠挖。采用钻爆法施工时,精准设计爆破参数,规范钻孔、装药、引爆流程,减小爆破震动对围岩的破坏。全程做好围岩监测,实时观察围岩变化,遇到不良地质立即停止开挖,采取加固措施,防止围岩失稳坍塌。(2)支护与衬砌施工质量管控。遵循“随挖随支”的原则,开挖完成后及时开展初期支护,采用锚杆、钢筋网、喷混凝土、钢拱架等组合支护方式,牢固稳固围岩,杜绝滞后支护。施工时严格把控支护厚度、锚杆间距、混凝土强度,符合设计规范。二次衬砌施工需在围岩稳定后进行,做好钢筋绑扎、混凝土浇筑、振捣养护工作,保证衬砌结构密实、无裂缝、无渗漏,提升隧洞整体稳定性与防渗性能。(3)通风、排水、出渣作业管理。隧洞内部空间密闭,空气流通差,需安装专业通风设备,定时送风换气,排除有害气体、粉尘,保证洞内空气质量达标,保障作业人员身体健康。做好洞内排水工作,开挖排水沟、集水井,配备抽水设备,及时排出地下水、施工积水,防止积水浸泡围岩,破坏地质结构。规范出渣流程,合理规划运输路线,及时清理渣土,保持洞内道路通畅,避免渣土堆积影响施工进度与作业安全^[3]。

2.3 施工安全管理

(1)危险源辨识与风险防控。施工前全面辨识洞内坍塌、透水、有害气体泄漏、机械伤害、触电等各类危险源,划分风险等级,建立台账。针对不同危险源制定专项防控措施,落实专人负责管控。定期开展安全排

查,重点检查围岩稳定性、设备运行、用电安全、防护设施,发现隐患立即整改,形成闭环管理,从源头消除安全风险。(2)安全防护设施布设与管控。在洞内规范布设安全防护设施,在危险区域设置警示标识、防护栏杆,为作业人员配备安全帽、安全带、防尘口罩、防毒面具等防护用品,督促全员规范佩戴。定期检查防护设施完好性,及时更换破损设施,保证防护效果。同时规范洞内用电、用火管理,严禁违规操作,杜绝安全事故发生^[4]。(3)突发事故应急处置管理。制定完善的突发事故应急预案,涵盖坍塌、涌水、火灾、有害气体泄漏等场景,明确应急流程、救援措施、人员分工。定期组织应急演练,提升施工人员应急处置能力与自救互救技能。备好应急救援物资与设备,一旦发生突发事故,立即启动预案,停止施工、疏散人员,开展救援工作,最大限度降低事故损失。

2.4 进度与成本管理

(1)施工进度计划落实与动态调整。结合工程总工期要求,编制详细的施工进度计划,采用网络计划技术分解施工任务,明确各工序的开始时间、完成时间、衔接关系及关键节点,将计划落实到班组、个人。安排专人负责进度跟踪,通过每日进度台账、每周进度例会、月度进度分析会,实时比对计划进度与实际进度,分析进度滞后原因。若出现进度偏差,及时采取优化施工工序、增加人力机械投入、调整作业班次等措施进行纠偏,同时做好工序衔接协调,避免交叉作业冲突,保障施工进度稳步推进,确保工程按期完工。(2)施工成本核算与精细化管理。建立完善的成本核算体系,明确成本核算对象、核算周期与核算方法,对材料采购、设备租赁、人工费用、机械使用费、措施费等各项支出进行全程跟踪与核算,定期编制成本分析报告。推行精细化成本管控,严控材料损耗,优化材料使用方案,减少浪费;加强设备管理,提高设备利用率,降低设备闲置损耗;优化施工方案,降低施工难度,减少返工、返修成本。建立成本预算与实际对比机制,及时发现成本超支问题,分析原因并采取针对性措施整改,在保证工程质量、安全的前提下,最大限度控制工程总成本,提升项目经济效益。

3 水利工程隧洞施工管理现存问题及优化对策

3.1 施工管理常见问题

(1)现场管理混乱,责任落实不到位。不少水利隧洞项目缺少完善的管理体系,岗位权责划分模糊,管理人员分工不清、履职不力,现场施工秩序杂乱。物料随意堆放、工序衔接脱节,交叉作业冲突频发,不仅拉低

施工效率,还容易引发安全纠纷。现场监管力度薄弱,常态化巡查流于形式,对违规作业行为管控不严,问题整改不及时,各类隐患长期留存,严重影响工程正常推进。(2)技术管控不严,质量隐患突出。部分施工团队重进度、轻质量,不严格遵照设计图纸和施工规范作业,擅自改动施工工艺,核心工序管控宽松。技术交底工作流于表面,一线作业人员专业技能不足,容易出现超挖欠挖、支护厚度不达标、混凝土振捣不实等问题。材料进场验收松懈,质量检测流程简化,劣质建材入场使用,导致隧洞结构强度、防渗性能达不到设计标准,留下永久性质量缺陷。(3)安全意识薄弱,风险防控不足。施工现场普遍存在安全意识淡薄的问题,施工人员抱有侥幸心理,不规范佩戴防护用具、违规操作机械设备的现象屡见不鲜。危险源排查不全面、不细致,对塌方、涌水、有害气体泄漏等重大风险预判不足,防控措施浮于表面。安全防护设施布设不规范、日常维护缺位,应急体系不健全,应急物资储备不足,应急演练走过场,突发状况下处置能力薄弱,极易引发安全事故。

3.2 优化的对策措施

(1)健全管理制度,压实管理责任。建立健全专项施工管理制度,细化现场管控、工序操作、监督考核等细则,明确各岗位人员权责,构建层层压实的责任体系。推行专人负责制和常态化巡查机制,加大现场督查力度,对违规操作、失职渎职行为严肃追责,整顿施工秩序。完善奖惩机制,激发管理人员和施工人员的责任心,规范现场作业行为,营造有序、高效的施工环境。(2)强化技术管控,提升施工质量。严守技术规范,严格按照设计方案施工,严禁擅自变更工艺。落实全方位技术交底,定期开展技能培训,提升作业人员专业水平。严把材料进场关,执行严格的检验检测流程,杜绝不合格材料入场。加强开挖、支护、衬砌等关键工序旁站监督,做好施工记录和隐蔽工程验收,发现质量问题立即停工整改,牢牢守住工程质量底线^[5]。(3)加强安全培训,完善应急体系。常态化开展安全培训和警示教育,普及安全操作规范和风险防范知识,强化全员安全意识,杜绝违规作业。全面排查施工现场危险源,建立风险台账,落实针对性防控措施,定期检修维护安全防护设施,及时消除隐患。完善应急预案,配齐应急

救援物资,定期开展实战演练,提升人员自救互救和应急处置能力,严防安全事故发生。

3.3 信息化技术在施工管理中的应用

(1)智能化监测系统应用。依托现代科技搭建智能化监测体系,在隧洞内部布设围岩变形、渗水量、有害气体、震动频率等监测设备,实现24小时不间断实时监控。系统能自动采集、分析数据,出现异常立即发出预警,帮助管理人员提前处置险情,替代传统人工监测,大幅提升风险防控的精准度和时效性,有效防范塌方、涌水等突发事件。(2)数字化管理平台搭建。搭建工程数字化管理平台,整合施工进度、质量、安全、成本、人员设备等各类信息,实现数据共享和统一管控。管理人员通过平台实时掌握施工动态,远程调配资源、处理施工问题,打破信息壁垒。同时全程留存施工数据,方便后期追溯核查,实现精细化、智能化管理,提升整体管控效率,推动工程管理提质增效。

结束语

综上所述,水利工程隧洞施工管理是一项系统性、复杂性极强的工作,需统筹兼顾安全、质量、进度与成本四大核心目标,全面贯穿施工全流程各个环节。面对施工中的各类复杂难题,需通过健全完善管理制度、强化技术管控力度、提升全员安全意识、推广应用信息化技术等有效措施,不断优化管理模式,规范施工行为。唯有如此,才能有效防范各类施工风险,确保隧洞工程质量达标、安全可控、按期完工,为水利工程长效稳定运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 郝玉鹏.水利工程隧洞施工管理分析[J].建筑技术开发,2021,48(24):75-76.
- [2] 李明,刘其勇.水利工程施工管理质量控制措施探索[J].人民黄河,2023,45(S2):148-151.
- [3] 谢玉轩.水利工程输水隧洞施工安全管理分析[J].建材发展导向,2022,20(16):102-104.
- [4] 马德华.疏勒河引水工程输水隧洞施工处理措施分析[J].甘肃水利水电技术,2025,61(3):25-29.
- [5] 王发.水利隧洞施工技术管理的重点分析[J].内蒙古煤炭经济,2021,14(8):175-176.