

浅谈长大不良地质隧洞施工安全管理

虞舜¹, 李家诚¹, 庞志¹, 袁鹏², 殷云清³, 范庆龙²

(1. 中国水利水电第十四工程局有限公司, 云南 昆明 650000; 2. 四川华能泸定水电有限公司, 四川 泸定 626100;

3. 中国水利水电建设工程咨询中南有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 长大不良地质隧洞具有地质条件复杂、施工风险高、分层开挖施工干扰多、施工组织难度大等特点, 确保施工安全是工程管理的重点也是难点, 以硬梁包水电站引水隧洞 5 号和 6 号施工支洞控制段为例, 通过对施工中安全管理重点和难点的过程管控, 总结提升项目安全管理水平的方法, 有效营造稳定的安全生产环境, 为工程建设保驾。

关键词: 长大隧洞; 不良地质; 安全管理

中图分类号: TV554

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)01-0060-04

Discussion on Construction Safety Management of Long and Large Tunnel under Adverse Geological Conditions

YU Shun¹, LI Jiacheng¹, PANG Zhi¹, YUAN Peng², YIN Yunqing³, FAN Qinglong²

(1. Sinohydro Bureau 14 Co., Ltd., Kunming Yunnan 650000;

2. Sichuan Huaneng Luding Hydropower Co., Ltd., Luding Sichuan 626100;

3. China Water Resources and Hydropower Construction Engineering Consulting Zhongnan Co., Ltd., Changsha Hunan 410000)

Abstract: Long and large tunnels under adverse geological conditions are characterized by complex geological conditions, high construction risks, multiple interference in layered excavation and great difficulty in construction organization. Ensuring construction safety is the key and difficult point of project management. Taking the control sections of 5 # and 6 # adits of the headrace tunnel of Yingliangbao Hydropower Project as an example, this paper summarizes the methods to improve the level of project safety management through the process control of the key and difficult points of safety management during construction. In this way, a stable and safe production environment to guarantee the project construction is effectively created.

Key words: Long and large Tunnel; Adverse geological conditions; Safety management

1 概述

硬梁包水电站位于四川省甘孜藏族自治州泸定县境内的大渡河干流上, 为电站引水式电站, 引水隧洞采用两条平行洞布置于大渡河左岸, 其中 1 号引水隧洞长度为 14 326. 402 m, 2 号引水隧洞长度为 14 427. 889 m, 引水隧洞衬砌后内径 13.1 m, 全断面钢筋混凝土衬砌, 厚度为 0.4 ~ 1.0 m。华能大渡河硬梁包水电站引水隧洞施工标 CIV 标段范围是(引)8+490~13+010 段, 总长度 9 040 m。中间下穿茶园沟和加郡沟两条冲沟, 设置 2 个转弯点, 转弯半径 200 m。

项目在施工过程中遭遇蚀变岩, 且蚀变岩地质分布范围广, 小断层和岩脉发育多, 尤其本施工

标段最为突出, 不良地质占比达 70% 左右, 揭露出绿帘石化、绿泥石化、砂化及高岭土化等不同蚀变形式, 给施工带来掉块、溜石、流沙、塌方等诸多不利影响。发育的地下水更是大断面隧洞蚀变岩体又一催化剂, 长距离大范围的不良地质给工程安全管理带来挑战。

2 大长隧洞施工安全管理难点、重点

2.1 安全管理难点

(1) 根据现场实际施工, 该标工程区域以 IV、V 类围岩为主, 围岩整体稳定性较差, 自稳时间很短, 成洞条件较差, 蚀变岩地段遇水成洞困难, 地应力大、自稳性更差; 施工过程中隧洞稳定问题突出, 安全风险较大。掌子面前方围岩地质条件的不确定性因素较多, 支护不及时或支护参数不合

收稿日期: 2022-08-05

理容易塌方、掉块从而引发安全事故。

(2)部分现场作业工人责任心差,不按设计要求施工,容易发生由质量事故引发的安全事故。

(3)分层开挖施工,作业面间相互干扰大,容易引发安全事故。

(4)安全技术交底不到位,作业人员无知无畏,容易引发安全事故。

2.2 安全管理重点

隧道工程具有隐蔽性大,未知因素多;作业空间有限,工作面狭窄,作业环境恶劣;施工工序综合性强,在同一工作环境下进行多工序作业相互干扰大,作业风险性大等主要特点,特别是长大隧道风险因素更多^[1]。对于水电工程长大的隧洞施工来说,地质条件复杂,多种地形、地貌共存,岩溶、高地温、有害气体、软弱破碎带、特殊岩层等复杂情况常有发生,对隧道施工有很大影响。如果不能有效解决这些问题,则可能会发生众多安全风险,影响施工进度,严重的可能会造成安全事故,威胁人身安全。笔者认为针对长大隧洞安全管理重点要针对不同围岩类别采取有针对性的开挖、支护措施,并要保障施工质量,以技术和质量保安全。其次施工安排要合理,减少各作业面间的相互干扰。

3 应对措施

3.1 安全风险管控

风险管理是隧道施工安全管理的重要组成部分,所以在施工过程中,要严格地控制施工中的各种不利因素,认真、仔细地做好安全检查工作^[2]。在提升安全风险意识方面,健全安全风险评估与论证机制,不断完善安全设防和准入标准;针对承建工程施工过程中存在的危险源,由项目总工牵头利用作业条件危险性评价法(LEC法)组织对施工过程中有潜在能量和物质释放危险的、可造成人员伤亡、健康损害、财产损失、环境破坏,在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及其位置进行危险源辨识和风险评估。在过程中根据施工现场实际情况进行“动态”辨识,补充完善处理措施,形成危险源动态台账,发现问题立即解决,做到了对危险源的动态监控,加强安全风险管控,严防风险升级转化为事故。

3.2 地质超前预报

超前地质预报作为当前隧道施工的必要工序,必须纳入日常施工组织管理^[3]。长大不良地质隧洞,由于不良地质发育的不确定性,该标段在施工中采用三维地震发射波法(TRT7000)及配套分析软件进行测试和分析进行地质超前预测预报工作,这是一项保证施工安全的重要手段和重要的安全施工措施,可以有效降低地质灾害发生的几率,确保隧道施工安全。进行地质超前预报,可进一步查清因前期地质勘察工作的局限而难以探查的、隐伏的重大地质问题,能够提前了解开挖面前方围岩的地质情况,并在施工中有针对性地采取预防措施;有了地质预报,能够及时了解隧道围岩存在的地质情况,提前对软弱岩层进行预加固,合理变更施工参数,从而确保施工质量,确保隧洞在安全的条件下连续挖进。因此,地质超前预报能够有效地控制突泥、涌水、涌砂、塌方等地质灾害的发生,从而避免或减少由此造成人员及设备的损伤等。

3.3 合理的施工方案

对于施工过程中遇到的IV、V类围岩及其他裂隙发育地段,及时观察和分析不良地质带的产状和影响范围,对跟进的施工及时采取有针对性、安全有效的施工方案,确保围岩稳定和施工安全,开挖后及时初喷一层混凝土,然后进行系统支护施工,如遇锚杆塌空严重时,采用小导管注浆、再在管内安插锚杆或采用自进式锚杆进行支护;除此之外,对于不良地质带,还可采用超前支护开挖施工方法,根据断层、裂隙发育情况、岩层走向以及结构面组合情况,适时的采用超前锚杆、小导管或大管棚进行加固,必要时采用预灌浆加固措施。

3.4 严格控制施工质量

质量与安全有着密切的关系,质量不保证难以谈安全,安全的前提是质量,两者是相辅相成的。所以在施工过程中就需要质量管理部门、工程管理部门、安全管理部门人员熟悉质量标准,把控好现场施工质量,将“三检”制认真落到实处,对施工质量进行严格把控,只有将施工质量控制好才能杜绝因质量问题而产生安全事故。

3.5 围岩变形观测

该标段使用全站仪观测法进行变形监测,变

形监测断面按照分段控制的原则。在开挖近掌子面的设计断面上埋设测点,Ⅲ类围岩不大于 40 m;Ⅳ类围岩不大于 30 m;Ⅴ类围岩不大于 20 m;断层破碎带为 5~10 m,蚀变岩带按照破碎带处置,采取每个监测断面上布设 3 个净空收敛测点,根据现场实际情况,在变形较大区域加密测点和观测频率并及时反馈处理。初次观测断面尽量靠近开挖工作面。监测频率应根据隧洞开挖情况、地质条件和积累的类似隧洞监测经验适当调整监测的时间间隔及监测频率。当出现监测数据达到报警值、监测数据变化量较大或者速率加快等情况时,应加强监测,提高监测频率,并及时向相关单位报告监测结果。

3.6 安全技术交底

首先依据施工组织设计中的安全措施,结合具体施工方法以及现场的作业条件及环境,编制操作性、针对性强的安全技术交底书面材料,在施工前逐级进行安全技术交底,交底须覆盖全员,确保通过交底使施工人员了解工程规模、建设意义、工程特点;明确施工任务、施工工艺、施工方法、质量标准、安全文明施工要求、环境保护控制措施、安全、质量、进度措施等,确保施工质量符合规定要求,实现工程项目安全、质量、进度目标。

3.7 应用新技术开展隐患排查治理

隧道工程项目的施工程序较多,且各环节的施工难度也较高,面临的安全风险和隐患多,因此必须做好现场的安全检查工作,降低事故发生概率^[4]。项目部积极推行高千隐患排查治理系统,该系统是基于微信平台的一套集隐患排查、隐患整改、隐患验证于一体的排查系统,所有人均可以上传、共享各项安全亮点图片;现场管理人员发现隐患并上传至隐患排查治理平台,并将该隐患分类并发送至责任单位,指定责任人、整改措施与整改期限并向责任单位发出提醒,隐患治理完成后由责任单位上传整改完成图片,该系统可以做到随时发现隐患并发布,保证了隐患治理的及时性与闭环管理。同时系统按照月、季自动统计生成隐患数量,识别隐患类型分布。通过高千隐患排查系统的运用,项目部做到了快速检查,精准检查,高效整改反馈的落实,提升了现场安全检查效果。

4 安全管理机制

4.1 组织机构

成立以项目第一负责人为安委会主任,分管安全副经理为副主任的安全生产管理委员会,安委会是项目部安全管理工作的最高决策机构,对工程建设过程中安全生产方面的问题进行决策;并建立了以项目经理为第一责任人的安全行政管理体系,以总工程师为第一责任人的安全技术支撑体系,以生产副经理为第一责任人的安全生产实施体系,以安全总监为第一责任人的安全监督体系,做到安全生产管理体系纵向到底、横向到边,并保证各体系间相互联系、互为补充,为安全生产工作提供基础保障。同时设置独立的安全环保部,负责日常安全生产归口管理工作,配备专职安全员,对施工现场进行监督管理。

4.2 制度建设

根据项目施工特点及危险源/环境因素辨识、评价成果,以安全管理目标为核心,依据识别的国家、地方政府、业主等安全生产法律法规,结合工程实际编制《安全生产责任制度》《安全生产管理规定》《安全生产目标管理办法》《安全教育培训管理办法》《安全生产检查管理办法》等一系列安全生产管理制度管理办法。通过制度约束现场作业人员安全施工、文明施工,杜绝“三违”行为,使安全管理有理可依。

4.3 人员安全教育

施工人员对于工程建设的安全具有决定性的影响,因此施工单位必须增强其对于施工人员的管控^[5]。其中利用多媒体培训工具箱开展入场安全教育培训、专题教育培训、专项教育培训等就是一项重要措施,通过系统的安全教育培训可以强化现场作业人员安全意识,提高操作技能,多媒体培训工具箱集人员信息录入、培训视频(幻灯片)、培训考核、效果评估等一体的全新培训工具,可以为安全管理人员提供简便高效的培训,受教育者也能清晰明确地认识到培训的目的,对于实际工作有较大帮助。同时要狠抓班前安全教育、班组安全建设等班组活动,大力开展事故案例警示教育、事故推演、教训共享、“反三违”教育,确保将安全技能真正传达到一线作业人员,使所有人员能将所学到的安全知识、安全技能变成保护自己的盔甲。

4.4 应急处置措施

为保证整个施工能安全有序地开展,降低安全风险,项目部应成立应急管理领导小组、应急救援队伍,及时解决应急能力建设管理中存在的问题,制定措施,安排应急能力建设等工作。同时要根据《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》编制符合该项目的《应急管理制度》《应急救援预案》《现场处置方案》。预案要明确应急救援的组织机构和职责、预防与预警、应急响应、新闻发布、后期处置、应急保障、培训与演练、奖惩等通用内容。预案制定后,要及时开展应急预案的培训与演练,从实战的角度去体验事故中的应对技巧经验和自我保护所需注意的事项,提高应急管理人员应急处置能力,确保应急救援工作能安全、及时、有效开展。做好应急监测与预警能力,与地方政府、工程区内其余施工单位等建立应急救援互助协议,及时了解可能出现的紧急情况,确保在应急处置过程中能得到更有效的帮助。

5 结 语

长大不良地质隧洞施工中安全管理需要各级管理人员和作业人员要高度重视安全生产工作,将“安全第一”的原则和理念贯彻落实到日常管理过程和生产施工过程中,自觉遵守守纪,规范自身行为,有效防范化解各类安全风险隐患。施工过程中的安全风险管控和隐患排查治理格外重要,

(上接第 47 页)

覆盖层开挖料);作为库区垫高防护使用的规划开采量约 245 万 m³。仅 50 万 m³ 位于下游大岗山水电站正常蓄水位以下,无法回采利用,该工程开挖料利用率达 95%。

基于对工程开挖料的统筹规划,合理分配,开挖料为工程混凝土骨料及填筑料料源,施工期回采后,各暂存料场、渣场剩余的渣料全部回采用于库区垫高防护区填筑料,最终无剩余渣料,无需设置弃渣场,规避了永久堆渣可能造成的泥石流次生灾害风险,减少了总占地面积。回采利用工程开挖料对于减少工程弃渣对环境的影响,节约工程投资均具有重要意义,可供其他工程参考。

参考文献:

[1] 《水电工程天然建筑材料勘察规程》[S].

将分险等级降到最低,将安全隐患消除到位,保证了隧洞施工的安全和效益。安全管理有效实际管理是提升项目管理水平的重要部分,是工程建设顺利推进的保护伞。

参考文献:

[1] 杨秀权,平正杰.复杂地质条件下长大隧道施工安全管理对策探讨[J].隧道建设,2009,29(S2):7-12.
[2] 覃家秀.隧道施工的安全管理工作研究[J].企业科技与发展,2018,(9):209-210.
[3] 田惠生.山区高速公路隧道施工安全控制[J].交通世界,2019,(13):116-117.
[4] 叶智聪.隧道施工安全管理及坍塌应对处置措施[J].智能城市,2021,7(17):81-82.
[5] 唐志强.水利工程施工的质量控制与安全隐管理探究[J].建筑技术开发,2021,48(20):141-142.

作者简介:

虞 舜(1988-),男,云南祥云人,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

李家诚(1996-),男,云南腾冲人,本科,助理工程师,从事水利水电工程项目施工安全管理工作;

庞 志(1987-),男,湖北咸宁人,本科,助理工程师,从事水利水电工作项目施工技术管理工作;

袁 鹏(1988-),男,湖北荆门,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

殷云清(1981-),男,陕西咸阳,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

范庆龙(1973-),男,重庆丰都人,硕士研究生,高级工程师,注册一级建造师、注册安全工程师,从事水电工程建设管理工作。

(责任编辑:吴永红)

[2] 《水电工程料源选择与料场开采设计规范》[S].

[3] 《水工混凝土施工规范》[S].

[4] 《水工混凝土砂石骨料试验规程》[S].

[5] 何良,张理理,王君.硬梁包水电站混凝土骨料料源选择[J].中国水能及电气化,2011(5):48-53.

作者简介:

胡 鹏(1996-),男,四川成都人,中国电建成都勘测设计研究院有限公司,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工组织设计工作;

张慧霞(1982-),女,河南开封人,中国电建成都勘测设计研究院有限公司,正高级工程师,学士,从事水利水电工程施工组织设计工作;

乔 曙(1982-),男,江苏淮安人,四川华能泸定水电有限公司,高级工程师,硕士,从事项目合同管理工作;

温哲昊(1992-),男,四川成都人,四川华能泸定水电有限公司,工程师,学士,从事水利水电工程管理工作。

(责任编辑:吴永红)