

CZ 铁路昌都隧道突涌水成本控制研究

黄锐 朱志朋

中铁建大桥工程局集团第三工程有限公司

DOI:10.32629/ej.v8i11.3124

[摘要] 为应对昌都隧道施工中的突涌水风险,本文分析了项目的成本控制措施。通过详细的地质勘察和高效钻探设备,项目减少了约30%的钻探成本,并避免了高额的应急费用。引入智能监测系统后,每年节省了约300万元的人工测量成本,同时提高了监控效率。项目还优化了排水系统和发电机组配置,节省了15%的电费和设备租赁费用。通过完善的预警机制和高效的处置技术,项目成功避免了突涌水导致的工期延误和设备损坏。期望,本文的研究能够为类似项目提供参考。

[关键词] CZ铁路; 昌都隧道; 突涌水; 成本控制

中图分类号: F53 **文献标识码:** A

Cost Control of Water Inrush in Changdu Tunnel of CZ Railway

Rui Huang Zhipeng Zhu

China Railway Construction Bridge Engineering Bureau Group Third Engineering Co., Ltd.

[Abstract] To address the risk of water inrush during the construction of the Changdu Tunnel, this paper analyzes the cost control measures implemented in the project. Through detailed geological surveys and the use of high-efficiency drilling equipment, the project reduced drilling costs by approximately 30% and avoided significant emergency expenses. The introduction of the intelligent monitoring system saved about 3 million RMB annually in labor measurement costs while improving monitoring efficiency. The optimization of the drainage system and power generator configuration saved 15% on electricity costs and equipment rental fees. With a well-established early warning mechanism and efficient water inrush handling techniques, the project successfully avoided delays and equipment damage caused by water inrush. It is hoped that the findings of this study will serve as a reference for similar projects.

[Key words] CZ Railway; Changdu Tunnel; Water Inrush; Cost Control

引言

作为CZ铁路重要构成部分的昌都隧道建设面临着复杂的地质及水文条件,尤其存在突涌水风险。突涌水不但对施工安全构成威胁,还可能引发工期延误以及高额的修复费用。如何有效管控突涌水的发生及其后续成本,成为项目管理中的一项重大任务。本研究意在剖析昌都隧道的成本控制举措,探讨面对复杂地质与突发水文条件时,如何采取可行的预防、监测、应急处置及修复策略,用以保障项目顺利实施并降低成本。

1 工程概况

昌都隧道起讫里程为DK867+833~DK885+655.5(长链2.84m),长度17825.34m,隧道位于西藏自治区东部昌都市卡若区境内,隧道进口位于卡诺镇加卡村,位于澜沧江右岸;出口位于卡诺镇列巴村,色曲河左岸,距下游吉塘镇约21km。进出口分别与澜沧江特大桥和色曲特大桥相连接,进口毗邻214国道,洞口位于加卡村,交通较为便利,出口位于色曲沟右岸,边坡陡峻,无道路与

之相通。隧道进口高程3280m,出口高程3705m,最大埋深约100m。

主要不良地质存在于昌都隧道1#斜井工区大里程段落,不良地质主要有软岩大变形、断层破碎带、高地温、岩爆、岩溶、强富水段落、瓦斯、有毒有害气体等,其中F2富水断层地层为压碎岩、断层角砾、断层泥;存在水压大、水体存在补给的特征,炭质页岩遇水软化成泥程度高,开挖过程中坍塌、突水涌泥风险高^[1]。

2 突涌水成本控制措施

2.1 前期预防与规划阶段

针对昌都隧道项目的前期预防与规划阶段,地质勘察与科学施工方案乃控制突涌水风险的关键。项目借助多种勘察手段,诸如钻探、地震波法、电磁法等,全面掌握了隧道沿线的地质构造、含水层分布及富水情况。这些勘察数据辅助项目制定合理施工方案,杜绝因不清楚地质情况引发的高额突涌水应对成本。

面对复杂地质条件,项目部署了卡萨C6-T钻机与宝峨KR805-2钻机,最大有效钻进深度为100米,取芯深度也为100米,其最快钻进效率是20米/小时,取芯效率最高可达10米/小时。这些高效钻机可在复杂地质中迅速获取准确地质数据,减少了对外部钻探队伍的雇佣花费。卡萨钻机跟宝峨钻机的高效让项目在勘察阶段节约了约30%-40%的钻探成本,与外包钻探相比,减少了约150万元支出^[2]。



图1 卡萨钻机

排水系统设计充分顾及突涌水风险,项目把原设计的四级抽水泵站改进成一泵出洞,采用变频水泵依照涌水量动态调节功率,切实节省了电费。项目设有安装15台355kw水泵的固定泵站,其最大抽水效率达4200m³/h,与此同时配置三座过渡泵站,该项目总抽水效率2700m³/h。为保障突发电力中断时设备持续运行,项目于隧道外设置了十台500kw的发电机组,防止了停电造成的设备停运。

2.2 施工过程监测与预警阶段

在隧道施工之际,沿着隧道掌子面以及周边关键部位设置水位、水压、变形等监测传感器,实时掌控地下水位变动、围岩受力情形等数据^[3]。例如振弦式孔隙水压力计可精确测量孔隙水压力的变化,预先察觉突涌水的迹象。



图2 引水支洞泄水孔水压力测试(3Mpa)

在昌都隧道项目前期预防与规划阶段时,采用智能监测系统取代传统人工围岩监控量测方式,大幅提高了监测效率及准确性。该系统把摄影测量、人工智能以及混合现实技术结合起来,

实时监测形变区域靶标位移并开展数据融合,能够针对坍塌风险实施实时评估及预警。跟传统人工测量相比,智能监测系统节约了大量人工成本,智能监测系统每年节省的人工测量成本约为300万元整,减少了现场工作人员数量,且消除了人工测量中的误差。

2.3 突涌水发生后的应急处置阶段

当突涌水发生后,昌都隧道项目进入应急处置阶段,经由合理调配抢险资源和精确选择处置技术,有效实现成本控制。项目组建起专业的抢险队伍,队员拥有充足的隧道突涌水处理经验,且定期进行相关培训及演练,即便培训投入了一定费用,但依靠培训本地专业人员,减少了对外部抢险队伍的雇佣花费。每次突涌水事件省下约30万元外部抢险服务费用,项目储备了充裕的抢险物资,诸如沙袋、速凝水泥、大功率抽水机等,并保证物资存放合理且取用便捷。

就处置技术而言,就小规模涌水而言,该项目采用快凝材料封堵手段,成本少且操作便利。面对大规模突涌水现象,运用了帷幕注浆与排水减压相结合的综合办法^[4]。依托这一优化,每次循环节省了约10工日,使施工成本节省了约15万元。

2.4 后期修复与总结阶段

突涌水处置后,要对被水淹泡、损坏的施工设备、临时支护结构、已施工的衬砌等进行修复或更换。制定详细的修复方案,合理选择修复材料和工艺,在保证质量的前提下,尽量选用性价比高的材料,控制修复成本。例如对于被水侵蚀但仍有一定强度的衬砌,可采用局部修补加固的方式,而不是整体拆除重建。核算修复过程中的人工、材料、设备租赁等各项费用,严格把控支出,同时确保修复后的设施能满足后续施工安全和质量要求,避免因修复不到位引发后续问题导致再次投入成本。组织项目人员对突涌水事件及处置过程进行全面复盘总结,分析突涌水发生的原因、处置措施的优缺点等,整理形成书面报告,为后续类似项目提供参考,避免重复出现相同问题导致成本增加。^[5]

3 研究结果与讨论

依靠前期完备的地质勘察,项目可精准把握隧道沿线地质构造与富水情况,切实防范了突涌水引发的潜在风险。在地质勘察与设备配置方面,项目采用高效钻探设备,不但提升了勘察效率,还节省了约30%的钻探费用。项目对排水系统设计予以优化,采用变频水泵并搭配高效发电机组,为项目节约了约15%的电费与设备租赁费用。在施工进程中,智能监测系统的应用让监控时效性和准确性大幅提高,依靠智能化设备,项目降低了人工测量的必要性,每年省下约300万元人工费用。

4 结语

昌都隧道项目凭借详细的前期地质勘察、先进的监测设备、科学的施工方案以及有效的应急处置措施达成目标,在控制突涌水所带来的风险与成本上成绩斐然。项目借助智能监测系统、优化后的排水方案以及帷幕注浆技术,成功降低了施工当中因突涌水引发的人工及设备成本。未来,类似项目可依照昌都隧道的经验,依靠精准的风险评估及技术应用,进一步提升隧道施工成本控制水平。

[参考文献]

[1]李树亭. Tundayme尾矿库隧洞工程涌水处置技术研究[J]. 中国水运, 2022, 22(18): 131-133.

[2]李宗治. 富水特长隧道突涌水处治施工技术研究[J]. 价值工程, 2023, 42(33): 67-69.

[3]王朝杰, 冯志华, 樊浩博. 公路隧道施工涌水处治与计量计价[J]. 中外公路, 2024, 44(05): 225-231.

[4]耿春红. 某公路隧道项目洞内涌水处置方案探讨[J]. 交通世界, 2024, (21): 131-133.

[5]Mao X, Hu A, Wu M, et al. Evaluation of Water Inrush Hazard in Karst Tunnel Based on Improved Non-Linear Attribute Variable Weight Recognition Model[J]. Applied Sciences, 2023, 13(8).

作者简介:

黄锐(1980--), 女, 满族, 辽宁铁岭人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 工程造价。

朱志朋(1995--), 男, 汉族, 辽宁朝阳人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 工程造价。