

拉哇水电站右岸高陡边坡快速开挖支护施工技术

唐致广¹, 李凯¹, 闫奇林², 史明泽¹

(1. 中国水利水电第四工程局有限公司西南分局拉哇项目部, 四川巴塘 627650;

2. 华电金沙江上游水电开发有限公司拉哇分公司, 四川巴塘 627650)

摘要:该工程边坡高陡, 受现场环境因素影响较大, 综合拉哇水电站整体施工规划, 需对开挖支护工艺进行优化, 笔者通过改变开挖支护工作面与施工便道空间位置关系, 优化爆破设计参数, 采取蹬渣作业, 快速支护等一系列方法以保证边坡在安全的前提下快速下卧, 实现右岸高陡边坡的快速施工, 为后续水利、矿山等多个领域边坡快速开挖支护施工提供重要的参考依据。

关键词:高陡边坡; 快速下卧; 蹬渣作业; 快速支护

中图分类号: TU94+1

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2024)03-0119-05

Rapid Excavation Support Construction Technology for High and Steep Slope on the Right Bank of Lawa Hydropower Station

TANG Zhiguang¹, LI Kai¹, YAN Qilin², SHI Mingze¹

(1. Lawa Project Department, Southwest Branch, Sinohydro Bureau 4

Co., LTD., Batang Sichuan 627650;

2. Lawa Branch, Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development

Co., LTD., Batang Sichuan 627650)

Abstract: The slope of this project is high and steep, which is greatly affected by site environmental factors. Considering the overall construction planning of Lawa Hydropower Station, it is necessary to optimize the excavation and support technology. In this paper, a series of methods such as changing the spatial position relationship between excavation and support face and construction walkway, optimizing blasting design parameters, and adopting slag pushing-off operation and rapid support are adopted to ensure that the slope is quickly and safely laid down in advance. The rapid construction of the high and steep slope on the right bank can provide an important reference for the rapid excavation and support construction of the slope in many fields such as water conservancy and mining.

Keywords: High and steep slope; Lie down quickly; Slag pushing-off operation; Rapid support

0 引言

水利水电建设工程中广泛使用边坡开挖支护技术, 该类技术较为传统, 具有普遍实用性, 在水利水电工程领域取得了较好的成绩^[1]。随着现在水电站的不断发展与开发, 受现场自然环境与水文地质等因素影响, 边坡开挖支护技术正在逐步优化和提高, 笔者简述了边坡开挖支护的快速施工方法, 能够进一步适应工程施工建设的需求, 以实现水利水电工程安全、高效、优质、高质量施工。

1 工程概况及施工难度

1.1 工程概况

收稿日期: 2024-03-15

拉哇水电站 C1 标主要负责右岸泄水建筑物进口边坡高程 2 927.00~2 612.00 m 开挖支护、右岸输水发电建筑物进口边坡高程 2 815.00~2 641.00 m 开挖支护、右岸坝肩及趾板边坡高程 2 820.00~2 664.00 m 开挖支护、右岸开关站中控楼边坡高程 2 767.00~2 682.00 m 开挖支护。

右岸泄水建筑物进口边坡最大开挖高度约 312 m, 综合坡比 1:0.3, 边坡按照设计图纸 15 m 一级, 马道宽度 3 m, 开挖坡面岩体主要是大理岩及角闪片岩, 边坡表面节理、裂隙发育, 局部有深卸荷。泄水建筑物进口边坡开挖示意图见图 1。

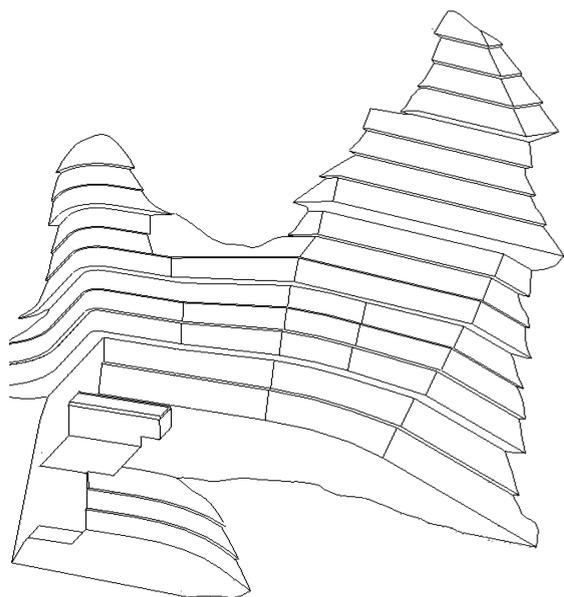


图1 泄水建筑物进口边坡开挖示意图

右岸输水发电建筑物进口边坡最大开挖高度约 174 m,综合坡比 1:0.2,边坡按照设计图纸 15 m 一级,马道宽度 3 m,开挖坡面岩体主要是大理岩及角闪片岩,边坡表面节理、裂隙发育,局部有深卸荷。

右岸坝肩边坡最大开挖高度约 156 m,综合坡比 1:0.2,边坡按照设计图纸 15 m 一级,马道宽度 3 m,开挖坡面岩体主要是大理岩,边坡表面节理、裂隙发育,局部有深卸荷。

右岸开关站中控楼边坡最大开挖高度约 85 m,综合坡比 1:0.4,边坡按照设计图纸 8 m 一级,马道宽度 3 m,开挖坡面岩体主要是大理岩,边坡表面节理、裂隙发育,局部有深卸荷。

1.2 施工难度

(1)受“新冠”疫情影响,施工期间人员、材料及机械设备进场困难,局部工作面受地理位置及现场资源限制无法大面积施工,导致右岸边坡开挖支护工程工期较为紧张;

(2)右岸边坡地势最大高差达 315 m,边坡坡度以 1:0.3 为主,马道宽度以 3.0 m 居多;

(3)开挖坡面岩体局部较薄,风化较为严重,边坡表面节理、裂隙发育,局部有深卸荷,地质条件多以大理岩岩石为主,由于因岩体破碎频繁出现卡钻等现象,极大影响现场施工进度;

(4)安全问题突出,主要集中体现在边坡高陡,高差大,排架搭设拆除危险;边坡施工过程中

危石及爆破飞石较多;上下层施工交叉作业干扰影响较大,尤其是汛期安全问题会更加突出;

(5)该标段明挖与支护施工范围广、支护类型繁多、工程量大、高差大、工期紧、强度高,开挖与支护的进度关系控制要求高,支护对开挖进度的影响大,锚索施工已经成为制约高边坡开挖的关键工序。因此,如何有效结合开挖与支护的协同关系,达到快速施工的目的是值得研究的^[1]。

2 总体施工方案规划

2.1 开挖炮区分区分层

根据下发蓝图、设计通知等文件结合现场实际情况,AB区布置有泄水区边坡,C区布置有输水发电区边坡,D区布置有坝肩及趾板边坡,E区布置有开关站与中控楼边坡。针对不同的地质、不同时段、不同部位的需要,采用自上而下逐层爆破开挖、台阶式分层爆破开挖和薄层爆破开挖等多种方法^[2]。同时自上而下按照边坡开挖高度分区分层进行,形成多个工作面,以确保开挖爆破、浅层支护、深层支护施工相随,保证边坡安全稳定的前提下进行流水施工。该工程边坡石方开挖广泛应用了微差毫秒起爆、开挖一次预裂成型技术,利用不同雷管段位有微小时差,采用小段位雷管先行爆破,形成裂缝和附加自由面,改变了后爆破炸药的最小抵抗线方向,使其作用方向平行于孔壁,减少了抛掷距离和爆破宽度,极大控制了爆破飞石,岩石破碎均匀,爆破开挖后的预裂面平整,减小了爆破振动对边坡结构体型的破坏^[3],提高了开挖施工效率。主要利用移动式履带式潜孔钻机及全液压钻机爆破钻孔,局部辅助 100B/E 风动潜孔钻,主要采取混装炸药,局部开挖揭露岩体采用乳化炸药。

2.2 施工道路布置

根据现场地形地貌,对比施工蓝图与原始地形的几何关系,在开挖区形成多通道、短运距的施工道路,满足机械设备及材料运输的通道;减少开挖区以外原始地形的扰动,增加每个作业面的联动性,为大型机械作业创造有利条件。

根据结构体型分析,开挖出渣将占用直线工期,为避免开挖占用直线工期,采取尽早形成 A、B、C、D 区的联通,形成多通道作业条件,加快施工进度。

根据现场地形及设计结构线局部进行“前沿

瘦身,预留保护层开挖”形成施工道路,保证主体结构不受扰动并形成临时施工道路,增加作业面,尽快形成蹬渣流水作业施工,紧凑施工工序,减少开挖面的暴露时长。

2.3 深浅层支护

施工边坡浅层支护锚杆、排水孔,主要采取 D7 型等大型液压钻机设备蹬渣钻孔作业,边坡挂网钢筋支撑点紧随出渣设置,利用出渣时段采用定型钻孔排架提前部分边坡锚索成孔穿索,锚索墩头混凝土采取高强度早强混凝土浇筑。剩余浅

层及深层支护随边坡下卧梯段高度搭设排架实施,马道等硬化混凝土紧随边坡支护实施。

3 快速开挖

灵活利用现场有利地形地貌,对右岸岸坡开挖方式进行调整,纵向分区、横向(高程方向)分层、区段分块、区段前后预留保护层,利用前沿瘦身施工,尽早形成施工平台,满足 2 708.50 m 以下作业面开始施工的条件。右岸边坡快速开挖情况见图 2。

同时充分利用分区开挖爆破→集渣蹬渣→翻

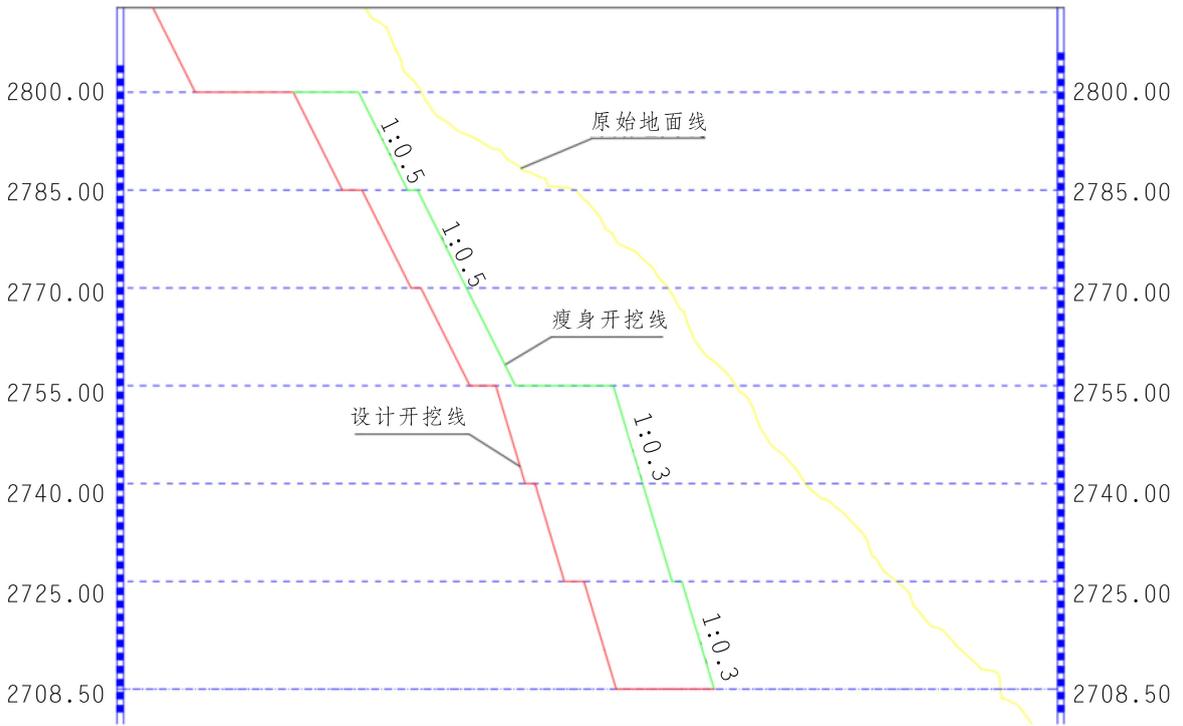


图 2 右岸边坡快速开挖示意图(单位:m)

渣→分区等施工工艺^[4]。爆破后采用反铲将石渣翻至基坑,翻渣完成后增加边坡支护作业面。(翻渣过程中已做好环水保措施)。右岸边坡爆破设计见图 3。

4 快速支护

4.1 蹬渣作业

在每一级梯段边坡各工作面完成开挖集渣后,通过增加液压型履带锚索钻机进行蹬渣支护作业,快速对边坡进行封闭锚固,减少开挖面外露时间,提高整体安全及稳定性^[5],剩余浅深层支护随设计图纸边坡高度搭设排架实施。快速支护的关键技术在于空间上分层分面分梯段施工,时间上采取蹬渣及排架分期进行深浅层支护,形成了

以“一次预裂、多次爆破、分层出渣、随层支护、系统跟进”为核心的边坡快速开挖支护工艺^[1]。右岸边坡蹬渣作业情况见图 4。

4.2 脚手架快速施工

脚手架采取单元分区的方式进行施工,按梯段高度(15 m)及纵向长度(20 m)形成单元,爆破完成后集中清理该 20 m 的渣体,形成脚手架搭设平台,开始脚手架施工。由于施工道路坡度较大,出渣时间较长,为减少时间浪费,剩余部分的渣料随高程分层剥离至基坑,保证每天必要的出渣强度,出渣的同时满足锚索履带钻机蹬渣施工的条件,配置液压履带锚索钻机进行(蹬渣)锚索、锚杆孔的造孔施工,渣体开挖完成后,未施工完成

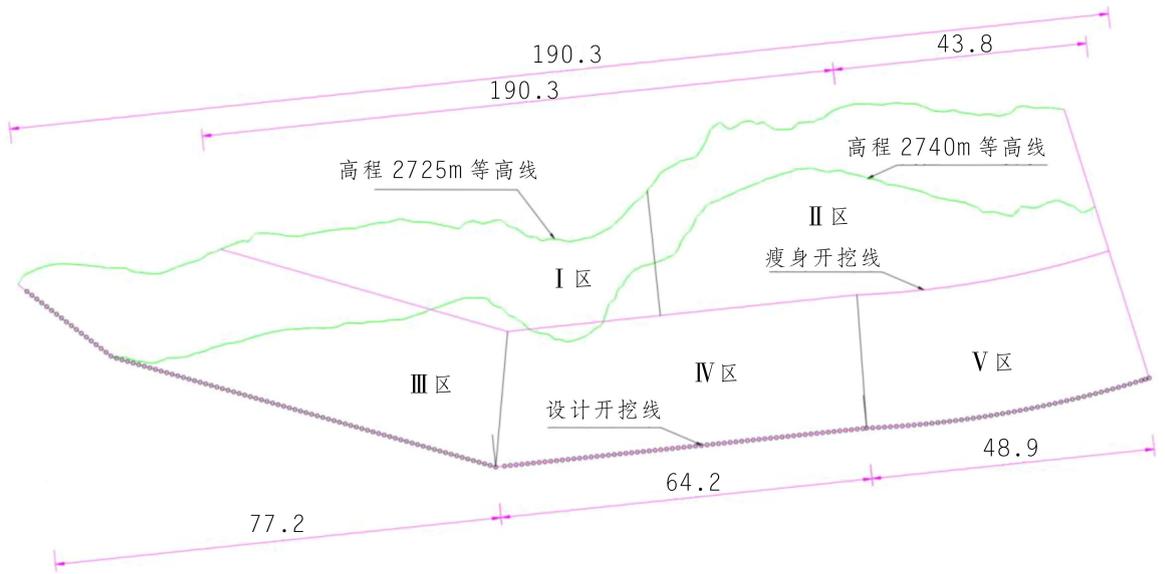


图3 右岸边坡爆破设计图(单位:m)

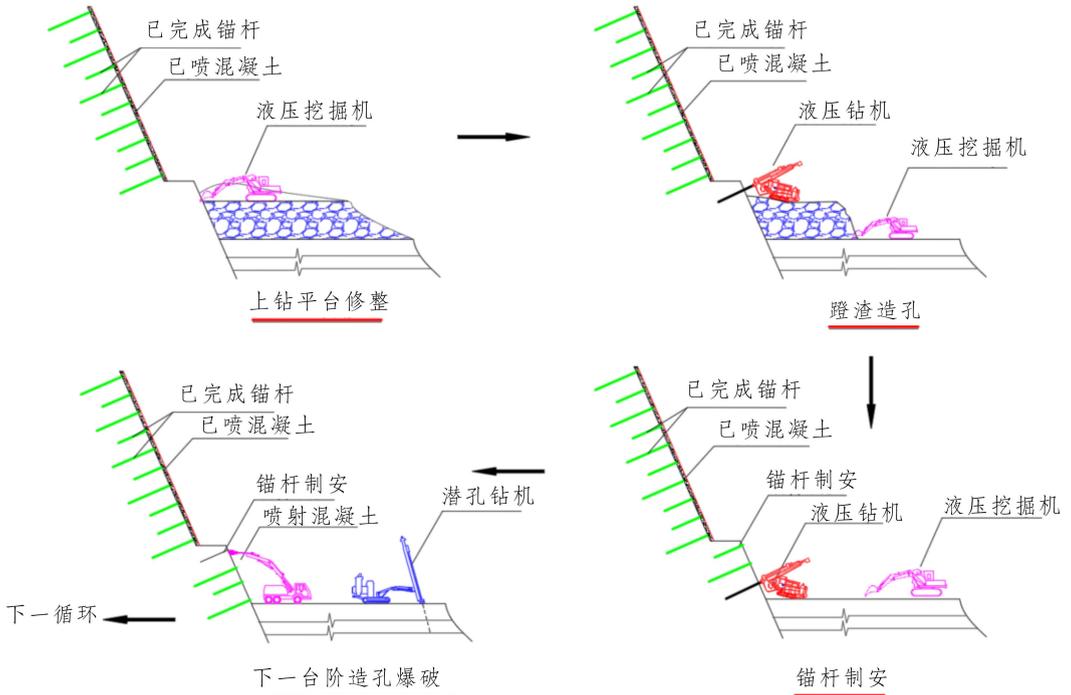


图4 右岸边坡蹬渣作业示意图

部分的锚索、锚杆造孔施工搭设脚手架进行施工,并完成挂网、喷护等后续项目的施工。右岸边坡锚索快速施工情况见图5。

4.3 锚索快速施工

对锚索施工工艺进行优化,对岩层破碎带锚索造孔施工采用“跟管+固壁造孔”增加成孔率;注浆前经试验室和现场生产性试验,根据地质岩层及锚索部位(锚固段、自由段)使用快硬水泥或

掺入外加剂进行锚索及锚杆的注浆施工及固壁灌浆,调整及优化水泥净浆配合比,大幅度改善预应力锚索的锚固性能,增强内锚固段浆液早期强度,大大缩短其等强时间。

锚墩头采用三种方式快速施工:一种为提高标号等级,由原来的C40混凝土提高至C50混凝土,降低其等强时间;二种采用快硬水泥拌制混凝土;三种掺入外加剂拌制混凝土。通过优化配合

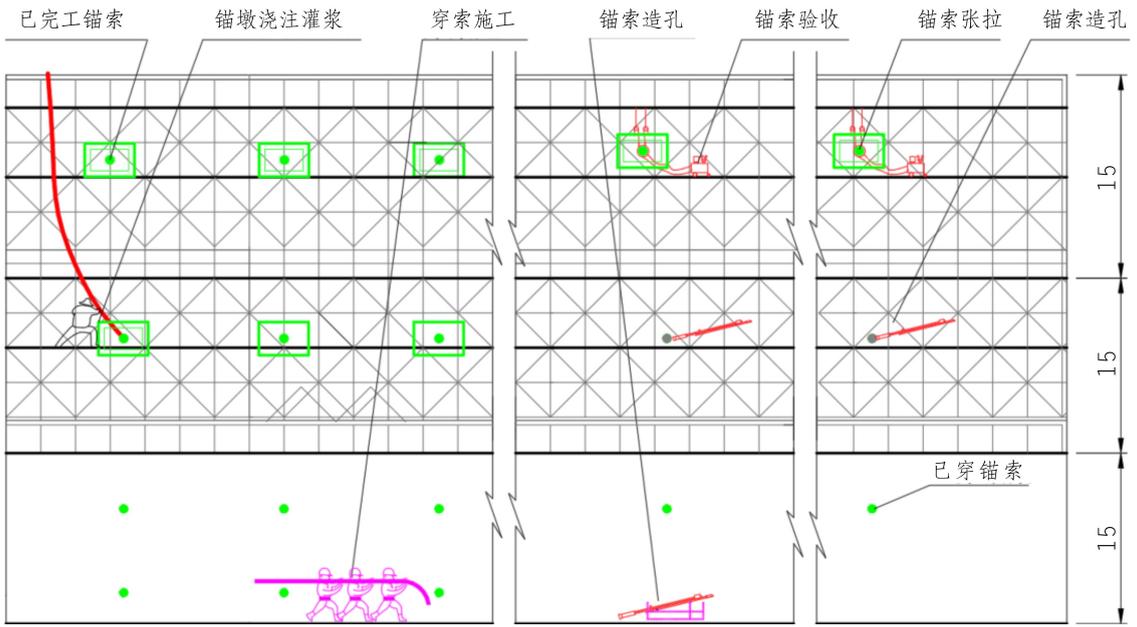


图 5 右岸边坡锚索快速施工示意图(单位:m)

比的方式提高混凝土强度,减少混凝土施工龄期,以最快速度使锚墩强度满足张拉要求,提高锚索施工效率,加快施工进度,减少外露面的暴露时间。

5 结 语

在拉哇水电站右岸岸坡开挖及支护施工过程中,采用合理机械化技术与优化后的传统工艺相融合,前沿瘦身、分区分级爆破、蹬渣作业、翻渣等多种开挖方式结合,合理利用现有条件,攻克解决诸多现场技术难题,在保证安全、质量、环水保满足施工现场的前提下,对右岸边坡快速下卧支护,可对相类似的高陡边坡快速施工提供重要的参考。

参考文献:

[1] 吴俊丽,米元桃.叶巴滩水电站边坡开挖快速施工技术研
究[J].四川水力发电,2021,40(1):48-52.

[2] 丁善锋,罗文广,张显为.巴塘水电站左岸高边坡快速施工
技术[J].四川水力发电,2021,40(2):19-23,32.
[3] 杨箫.高顺向边坡开挖与支护快速施工方法研究[J].贵州
水力发电,2008(2):5-10.
[4] 秦民生.高边坡快速开挖支护施工技术应用分析[J].河南
科技,2021,40(20):65-68.
[5] 邓斌,王永鹏.白鹤滩水电站高陡边坡快速开挖与支护技
术[J].青海水力发电,2018(4):3.

作者简介:

唐致广(1979-),男,甘肃永靖人,工程师,本科,从事水利水电工
程施工管理工作;
李 凯(1997-),男,河南开封人,助理工程师,本科,从事公路隧
道及水电工程施工质量与技术工作;
闫奇林(1987-),男,河南方城人,工程师,本科,从事水利水电工
程工程建设管理工作;
史明泽(1999-),男,河南开封人,本科,从事水电工程施工技术与
质量管理工作.

(编辑:吴永红)

四川省水力发电工程学会召开九届六次常务理事会会议

2024 年 5 月 30 日,四川省水力发电工程学会在成都召开九届六次常务理事会会议,余挺理事长出席并作工作报告,冯学敏副理事长兼秘书长主持会议,学会常务理事及代表参加了会议。会议集中学习了近期习近平总书记关于党的纪律建设的重要论述,学习了《中共四川省科协社会组织联合党委党纪学习教育工作方案》,进一步增强了理事会成员的政治意识和纪律意识。会议传达学习了四川省科协第十次代表大会精神,重点学习了省委书记、省人大常委会主任王晓晖在开幕式的讲话。会议听取并审议通过了理事会工作报告、财务收支报告等 6 项议题。余挺理事长在总结讲话中对各会员单位的大力支持表示感谢,对与会代表提出的意见建议要求秘书处落实到后续工作中。学会工作靠大家,希望大家一如既往地支持学会工作,共同努力实现今年的目标任务。

(学会秘书处 廖益斌)