

土石平衡法在老挝南俄3水电站面板堆石坝围堰施工中的应用

李锐

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川成都 610072)

摘要:介绍了老挝南俄3水电站面板堆石坝将趾板中下部开挖弃料直接用于上游围堰填筑,后期围堰拆除后填筑料就近用于面板堆石坝上游盖重料填筑,通过该土石方平衡,降低了趾板开挖、上游围堰填筑和大坝盖重料填筑的施工难度,加快了关键线路的施工进度,节约了施工成本,为类似工程建设积累了一定的经验。

关键词:南俄3水电站;土石平衡;面板堆石坝;应用

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)05-0068-03

1 工程概述

南俄河是老挝最早进行梯级水电开发的河流,共规划了5级水电站,分别为南俄1、南俄2、南俄3、南俄4、南俄5水电站(自下游向上游),其中南俄1、南俄2、南俄5水电站均已建成发电,南俄3、南俄4为在建项目。

南俄3水电站位于万象北部的赛松本特区,距离万象市公路里程约265 km,坝址位于南俄河和Nam Pha河交汇处上游约4.5 km。南俄3水电站的开发任务主要为发电,枢纽布置主要由面板堆石坝、泄水建筑物、引水发电系统和230 kV输电线路组成。拦河坝为混凝土面板堆石坝,泄水建筑物为左岸3孔岸边溢洪道,引水系统+岸边地面厂房布置在南俄河右岸,所发电能通过长130 km、230 kV输电线路送往万象NA BONG变电站进而转送至泰国。

混凝土面板堆石坝坝顶高程729.5 m,最大坝高210 m,坝顶长518.5 m,坝顶宽8 m,上游坡比为1:1.4,下游综合坡比为1:1.5,在高程700 m、670 m、600 m、565 m处设3 m宽马道,高程635 m处的马道宽5 m,用于布置观测设备。马道间坝坡坡比为1:1.4。水库正常蓄水位高程723 m时相应库容为14.11亿 m^3 ,死水位高程670 m时调节库容为9.72亿 m^3 ,属年调节水库,工程规模为一等大(1)型。电站装机容量为480 MW,安装3台、单机容量为160 MW的水轮发电机组,保证出力173 MW,多年平均年发电量2 345 GW·h,

收稿日期:2017-08-20

年利用小时数为4 885 h。

南俄3水电站面板堆石坝2017年汛期导流方式原设计方案为采用上游全年围堰挡水,施工导流洞导流,采用土石围堰结构型式,按拦挡20 a一遇洪水设计,设计流量1 999 m^3/s ,堰前水位高程581.5 m。考虑到浪高、安全超高等,确定上游围堰顶高程为583.5 m,最大堰高55.5 m,堰顶宽10 m。堰体防渗采用防渗土工膜+粘土心墙,堰基防渗采用混凝土防渗墙。为使防渗墙施工满足截流后次年围堰建成并挡水度汛的要求,应尽量降低防渗墙造孔深度。围堰防渗施工平台按拦挡11月至次年5月的10 a一遇洪水流量($Q=238 m^3/s$)计算,确定高程为546 m,防渗墙最大深度为19 m,防渗墙厚度为0.8 m,土工膜最大挡水水头为35 m。围堰上游坡比在灌浆平台以下为1:2,灌浆平台以上坡比为1:1.75,下游坡比为1:1.75。

2 堆石坝土石平衡规划

2.1 需用量计划

大坝土石开挖工程总量为287万 m^3 ,土石比例为3:7,主要岩性为强、中等风化砂岩;溢洪道土石开挖总量为311万 m^3 ,土石比例为5:5,主要岩性为强、中等风化砂岩,泄槽下部消能防冲段为微新风化片麻岩。面板堆石坝坝体填筑工程量约为1 400万 m^3 (主要为微新风化的硬岩,强制饱和和抗压强度在50 MPa以上),设计要求采用下游片麻岩料场填筑料,上游盖重料约100万 m^3 (设计为任意土石料),上游围堰填筑工程量约为40万 m^3 (设计为任意土石料)。

2.2 开挖弃渣场的布置

老挝南俄3水电站面板堆石坝区域地形狭窄,为深“V”形河谷,两岸山势陡峭,左、右岸坝坡开挖高度均超过300 m,除右岸导流洞进口闸体前有一条较大的冲沟外,冲沟上部800 m高程以上地势较开阔,下部陡峭,大坝上游左、右岸其余地形均较陡,无法布置弃渣场,因此,枢纽区开挖弃渣场均布置在大坝左、右岸下游侧冲沟。其中右岸坝后约300 m处的导流洞出口冲沟规划布置1#弃渣场,高程为540~645 m,弃渣容积约为100万 m^3 ,主要是堆存大坝右岸趾板边坡高程830~650 m的开挖弃渣(80万 m^3);左岸溢洪道下游300 m处冲沟规划布置2#弃渣场,高程为540~720 m,弃渣容积约为450万 m^3 ,主要就近堆存溢洪道边坡高程795~520 m开挖弃渣(311万 m^3)和大坝左岸趾板边坡高程740~650 m开挖弃渣(100万 m^3);3#弃渣场布置在右岸坝后2 km处,高程为540~700 m,弃渣容积约为500万 m^3 ,主要就近堆存堆石坝片麻岩料场覆盖层开挖弃渣(300万 m^3)、大坝底部高程540~519.5 m开挖弃渣(40万 m^3)及基坑开挖弃渣(10万 m^3)。

2.3 主要施工时段安排

面板堆石坝边坡开挖施工时段为2015年12月~2017年5月,溢洪道工程开挖施工时段为2016年1月~2018年2月(考虑泄槽下部消能防冲段部分微新风化片麻岩直接上坝填筑),上游围堰填筑施工时段为2017年3~5月,大坝填筑为2017年9月~2019年12月,上游盖重料施工时段为2020年3月~2021年3月。

根据弃渣场规划布置,上游围堰填筑和上游盖重料填筑均需从大坝下游渣场回采,最近的回采位置为2#左岸溢洪道下游弃渣场,需要绕行左岸上游下基坑道路,运距约7 km;或就近在左岸上游选址开挖。

2.4 围堰填筑料的选择

经过与设计、老挝业主沟通,为保证堆石坝基坑一汛(2017年6~9月)防洪度汛安全及河道下游当地村民汛期安全,决定将上游围堰防洪标准从20 a一遇洪水标准提高至50 a一遇,洪水流量增加为2 625 m^3/s ,堰顶高程提高至593 m,围堰填筑工程量增加到85万 m^3 。

根据上游围堰填筑、面板堆石坝上游盖重料填筑及堆石坝边坡开挖、溢洪道边坡开挖、料场覆

盖层剥离施工时段,并结合弃渣就近、成本最低要求进行综合考虑,初步选择大坝趾板边坡开挖与上游围堰填筑结合的施工方案,将面板堆石坝左岸边坡650~540 m高程段、右岸边坡650~540 m高程段开挖弃渣(开挖自然方量约为80万 m^3)直接装运到上游进行上游围堰填筑,平均运输距离为300 m。

3 面板堆石坝开挖及围堰填筑的实施过程

老挝南俄3水电站面板堆石坝开挖从2015年12月开始,左岸于2017年2月底开挖至650 m高程,右岸于2017年3月开挖至650 m高程,2017年2月底导流洞过水,大坝截流,2017年4月20日完成围堰防渗墙处理,2017年4月21日~5月31日完成上游围堰530~593 m高程段的填筑。为保证围堰至导流洞进口闸体施工交通道路,对围堰体型进行了坡度放缓处理,实际土石填筑工程量为65万 m^3 。截至2017年5月底,大坝左右岸均开挖至540 m高程,满足了汛前围堰挡水、大坝开挖的施工进度要求。

4 土石平衡施工在工程中的应用效果

老挝南俄3水电站土石平衡的策划及实施在以下几个方面取得了较好的实施效果。

4.1 加快施工进度方面

南俄3水电站面板堆石坝坝高210 m,大坝左岸开挖高程为795~519.5 m,开挖高度为275 m,开挖工程量为150万 m^3 ;大坝右岸开挖高程为837~519.5 m,开挖高度为317 m,开挖工程量为131万 m^3 。施工计划安排的开挖时间为2016年1月~2017年5月,扣除2016年7~9月3个月雨季停工影响,开挖工期为14个月,左岸平均月开挖下降高度为19.6 m/月,月开挖工程量为10.7万 m^3 /月;右岸平均月开挖下降高度为22.6 m/月,月开挖工程量为9.4万 m^3 /月。

由于大坝上游无法布置弃渣场,因此,所有大坝趾板开挖渣料均需通过大坝左右岸下游开挖施工道路运输至右岸下游1#弃渣场和左岸溢洪道下游2#弃渣场。由于左右岸地形较陡,石方较多,道路开挖施工难度极大,造成边坡开挖进度缓慢,加之前期施工准备时间不足,截止2017年2月,大坝左右岸实际开挖高程为650 m,平均月开挖下降高程为16 m/月,很难在计划的2017年5月底实现开挖至河床540 m高程的节点目标,大坝开挖施工进度计划严重滞后。通过采用将大坝

左右岸开挖弃渣料直接用于大坝上游围堰填筑方案,极大地缩短了趾板开挖弃渣料的运距,由原来的3 km减少至平均300 m,运输道路直接在开挖范围内修建,宽度也由原来的7 m更改为12 m,从而加快了左右岸趾板边坡的开挖速度。2017年4月20日~5月31日,在上游围堰填筑期间,大坝左右岸趾板开挖完成高程为650~540 m,开挖下降高度达到110 m/月,月开挖工程量达到60万m³/月,满足了大坝开挖在2017年5月开挖至河床的施工进度节点要求。

4.2 提高防洪标准方面

由于大坝开挖施工进度的加快,将开挖弃渣料直接用于上游围堰填筑,提高了围堰填筑强度,使其在短期内将围堰填筑高度增加成为可能,因此,我们将围堰防洪标准从原设计的20 a一遇提高至50 a一遇,大大增加了2017年汛期工程度汛的安全保障,可以在50 a一遇标准全年围堰的保护下进行基坑开挖、趾板浇筑、大坝填筑等施工工作,也降低了下游沿河村庄和下游南俄2水电站由于超标洪水可能导致围堰溃坝的安全风险。

4.3 节约施工成本方面

在节约施工成本方面,项目部综合考虑了大坝趾板边坡开挖弃渣运输距离减小、围堰填筑料

3 牛腿混凝土施工

3.1 模板施工

预制模板严格按设计尺寸制作成型,运输及拼装过程中注意保护,避免模板周边棱角损坏。

模板安装就位前,先行完成立柱排架及后拉条的施工,立柱距混凝土设计结构线水平距离 ≥ 1 m。模板吊装采用布置于大坝上游的MQ600B门机,模板均按与水平面呈45°角进行吊装就位,首层模板置于下层预埋的模板定位筋上,仓内通过花篮螺栓或手动葫芦精调至设计结构线后用拉筋与立柱排架焊接固定。

3.2 混凝土施工

混凝土浇筑采用平层铺筑法,混凝土下料由内向牛腿斜面的顺序,混凝土按0.3~0.5 m层厚施工。为防止牛腿模板变形,应严格控制混凝土上升速度。混凝土振捣过程中严禁触碰拉杆、立柱及模板。浇筑中设专人监护模板,全过程检查模板在浇筑过程中的变形情况,发现问题及时采

运输距离减小、面板堆石坝上游盖重料填筑运输距离减少等三个方面的因素,预估节约施工成本约5 000万元人民币。

5 结语

针对面板堆石坝的特性,该工程综合考虑了大坝边坡开挖弃渣的处置、弃渣场的布置、上游围堰防洪标准、上游盖重填筑重复利用围堰渣料等四个方面的关系,前期将大坝左右岸趾板边坡开挖弃渣直接用于上游围堰填筑,后期将上游围堰拆除弃渣直接用于上游盖重填筑,减少了弃渣运距,提高了大坝边坡的开挖强度及上游围堰防洪度汛标准,在防洪度汛安全、施工进度要求及经济方面均取得了较好的实施效果,保证了南俄3工程面板堆石坝施工进度和2017年防洪度汛安全,也为今后的面板堆石坝施工提供了土石平衡策划方面的实践经验。

参考文献:

- [1] DL/T 5397—2007,水电工程施工组织设计规范[S].
- [2] DL/T 5397—2007,混凝土面板堆石坝设计规范[S].
- [3] DL/T 5128—2009,混凝土面板堆石坝施工规范[S].

作者简介:

李锐(1977-),男,四川盐边人,项目经理,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

取处理措施,以保证模板及支撑的牢固、浇筑结构体型的准确。

4 结语

建筑物在具备吊装的条件,对于特殊结构的混凝土施工采用大块混凝土预制模板,模板适时提前制作成型,拼装简便易行,从而加快施工进度、节省人工及材料占用费等,并能大幅度降低安全隐患。

参考文献:

- [1] 河海大学,大连理工大学,西安理工大学,清华大学,合编.水工钢筋混凝土结构学教材(第三版)[M].北京:中国水利水电出版社,1996.

作者简介:

谭万开(1978-),男,四川中江人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

李锐(1977-)男,四川盐边人,项目经理,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

苟仕文(1968-),男,四川都江堰人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

郑强(1976-),男,重庆荣昌人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)