

# 液压岩石破碎器在潼南航电枢纽工程基础开挖中的应用

李福海，程奇

(重庆航运建设发展有限公司,重庆 401121)

**摘要:**水运和水利水电工程施工中的石方开挖普遍采用爆破法。潼南航电枢纽一期工程石方为饱和抗压强度较低的砂岩,开挖总量仅为10.51万m<sup>3</sup>,且分布不集中,呈台阶状。针对该工程特点、地质条件和周边环境对砂岩采用机械(液压岩石破碎器)开挖具有的优势大于爆破法开挖。砂岩采用机械(液压岩石破碎器)开挖在潼南航电枢纽一期、二期工程中均得到成功实施,整个过程安全、环保、高效、简单、实用,能够保证工程质量,安全风险低,经济效益好。

**关键词:**液压岩石破碎器;砂岩;安全;环保;高效;潼南航电枢纽

中图分类号:TV7;TV52;TV53

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0004-03

## 1 概述

潼南航电枢纽工程坝址位于潼南城区涪江大桥下游约3 km处,为涪江全江渠化潼南区境内的第二级,是一座以航运为主,兼顾发电和修复水生态系统的综合利用功能工程。工程等别为Ⅱ等、大(2)型,主要建筑物——发电厂房、泄水闸、船闸以及左右岸土坝连接段为3级;次要建筑物——引航道为4级,临时建筑物级别为5级。总体布置为左岸厂房、中间泄水闸和右岸船闸。

2014年3~6月,中水珠江规划勘测设计有限公司承担该工程初步设计阶段的地勘工作,沿船闸、泄水闸、发电厂房等建筑物轴线按30~50 m钻孔间距进行地质勘探。

### 1.1 发电厂房基本地质条件

左岸全风化层缺失,强风化厚度一般为0.4~1.7 m,相应中等风化顶板高程为212.4~220.3 m,其中土坝左侧山坡强风化层厚度较大,达15.7 m,相应中等风化层顶板高程为221.72 m。

该工程厂房为低水头河床式,位于坝线左岸I级阶地岸坡上,地面高程239~243.7 m。表层第四系覆盖层为粉土、粉质粘土,厚度为1.3~10.2 m,右侧较左侧薄,下部为砂卵砾石层,厚度为12.6~18.6 m不等;下伏基岩为第二岩组(J2s2-2),以细砂岩、粉细砂岩为主,表层呈强风化状态,厚度较薄,一般为0.4~1.7 m,中等风化岩体呈中厚~厚层状,中等风化岩体顶板分布高

程为212.37~217.57 m,安装间左侧最低处达212.37 m,整体呈右高左低态势。

### 1.2 泄水闸基本地质条件

泄水闸布置在河床的主河道,可兼排漂及冲沙作用,基岩建闸,采用平底宽顶堰型,主河床高程为225.5~224.5 m,宽约310 m,基本与原主河床齐平,底板厚度为3.5 m,根据河床变化趋势分析及结构要求,在闸底板上、下游设齿槽,坝顶高程252.4 m。

泄水闸基础岩层为侏罗系中统上沙溪庙组上段第三岩组(J2s2-3)中厚层~巨厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩与厚层~中厚层细砂岩、粉细砂岩互层。

闸址部位强风化层厚度为0.3~3.4 m,相应中等风化岩体顶板高程为217.57~224.26 m。坝址区岩体表部风化一般,坝址区未发现较大规模的断层发育。

## 2 施工方案的选择

### 2.1 土石方工程的基本情况

潼南航电枢纽工程分两期施工。一期工程主要包括:发电厂房和左岸6孔泄水闸;二期工程主要包括:右岸船闸和右岸12孔泄水闸。

在水运和水利水电工程施工中常采用土石分级,依据开挖方法、开挖难易、坚固系数等划分为16级,其中土分4级,岩石分12级。根据该工程基本地质情况,主要地层为粉土、粉质黏土、砂卵

砾石、泥质粉砂岩、粉细砂岩、细砂岩,该工程将中风化和弱风化砂岩确定为岩石,其它确定为土。

一期工程基坑开挖分别在 2014 年枯水期和 2015 年汛期进行,发电厂房开挖总量为 97.68 万  $m^3$ ,其中土方开挖 89.62 万  $m^3$ ,石方开挖 8.06 万  $m^3$ ;左岸 6 孔泄水闸开挖总量为 42.56 万  $m^3$ ,其中土方开挖 40.11 万  $m^3$ ,石方开挖 2.45 万  $m^3$ 。

## 2.2 爆破开挖和机械开挖优缺点对比

在水运和水利水电工程施工中,石方开挖普遍采用爆破法。但针对该工程特点、地质条件和周边环境,采用爆破法存在以下不利因素:

(1) 爆破法的基本工序为钻孔、装药、联网、起爆、挖装和运卸,工序较多。因该工程一期工程施工场地基本集中在同一个基坑,在进行爆破作业时,其他工作面的非爆破工序须进行必要的警戒、保护或停工处理,无法形成流水作业和工序转化,功效低,合同工期不可控。

(2) 若采用爆破法施工需编制爆破设计施工方案,同时需委托有资质的单位进行审查和安全评估,待工程爆破方案获得评估报告后再上报区县、市公安机关审批;爆破设计方案获批后,火工产品的领用也需要到区县、市公安机关办理领用手续,批准后再到区县级民爆公司领取火工产品用于现场实施。不难看出,若采用爆破法施工,爆破设计施工方案的审批手续办理流程繁琐、周期长,火工产品领用受控环节多、操作不便。

(3) 该工程发电厂房和 6 孔泄水闸基本地质情况表明坝区部位以砂岩为主,砂岩为层状结构沉积岩,分层面不在同一水平面,若采用常规爆破法施工很难控制开挖面的平整度和松动圈影响范围,对开挖轮廓线和建基面需采用光面和预裂爆破,且对爆破技术和操作队伍要求较高,爆破难度较大,效率低。

由于枢纽一期工程发电厂房和左岸 6 孔泄水闸土方开挖占开挖总量的 94.25%,在开挖设备选型上,主要采用反铲和装载机配合自卸车进行挖、装、运,自上而下、分层开挖。发电厂房仅有 8.3% 的石方开挖,左岸 6 孔泄水闸仅有 7.76% 的石方开挖,主要分布在垂直水流方向约 192 m(上 0 - 050.062 ~ 下 0 + 142.05),顺水流方向

258 m(0 + 48.34 ~ 0 + 306.7)、高 15.97 m(高程 201.6 ~ 217.57 m) 范围,分布不集中,呈台阶状。针对该工程特点、地质条件和周边环境,对岩石采

用机械(液压岩石破碎器)开挖具有以下优势:

(1) 针对饱和抗压强度较低的砂岩,采用普通液压破碎设备加以改装即可进行到边(设计轮廓线)开挖,设备改造简单,成本较低;

(2) 采用机械(液压岩石破碎器)开挖能够很好地控制开挖面的超欠挖,确保开挖面的平整度,对基岩面扰动破坏较小;

(3) 采用机械(液压岩石破碎器)开挖工艺简单,操作灵活,它能在开挖面上更有效地清理浮动的石块和岩石缝隙中的泥土,可以根据不同的作业环境选择合适的液压岩石破碎器,同时不影响其他工作面施工,可以较好地开展流水作业;

(4) 采用机械(液压岩石破碎器)开挖,对于其他工作面不需要进行专门警戒、保护或停工处理,安全风险较低。

## 3 施工工艺

### 3.1 测量放样

放样前应全面了解设计意图,认真熟悉与审核图纸,验证设计坐标或其他几何尺寸,严格按照相关规程、规范规定的程序要求精心施测。实施中利用在施工现场已经建立的测量控制网,采用全站仪进行施工放样,精确放样出开挖轮廓线、拐点、斜角,用红油漆或白石灰标记出轮廓线、拐点、斜角。开挖轮廓线控制放样精度不大于  $\pm 1$  cm,必须经测量监理工程师复核确认后方可进行下一步工作。

### 3.2 开挖出渣

岩石开挖在土方开挖后进行,利用土方装运设备配合岩石开挖。岩石开挖主要采用改造后的液压岩石破碎器进行破碎开挖。开挖时采用分层开挖的施工方法进行施工。液压岩石破碎器施工时,由岩石断面的终点向起点进行施工,施工时,将液压岩石破碎器的钎杆压在岩石上并保持一定的压力后方可开动破碎器,利用破碎器的冲击力将岩石破碎。一层破碎完毕,采用 1.2  $m^3$  反铲挖掘机配合 3  $m^3$  装载机装渣,20 t 自卸车运渣至指定的弃渣场废弃。液压岩石破碎器开挖至预留保

护层面后停止开挖,预留保护层采用人工配合手风钻剥离开挖至设计建基面,手风钻采用  $12 \text{ m}^3/\text{min}$  移动式柴油空压机供风。

### 3.3 施工安全注意事项

(1)操作前,检查螺栓和连接头是否松动,以及液压管路是否有泄漏现象;

(2)严禁采用液压岩石破碎器在坚硬的岩石上啄洞,不能在液压缸的活塞杆全伸或全缩状况下操作破碎器;

(3)液压破碎器工作时的最佳液压油温度为  $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ,最高不得超过  $80^\circ\text{C}$ ,否则,应减轻液压破碎器的负载;

(4)使用时,液压破碎锤及钎杆应垂直于工作面,以不产生径向力为原则,被破碎对象已出现破裂或开始产生裂纹时应立即停止破碎器的冲击,以免出现有害的“孔打”;

(5)液压岩石破碎锤施工时,现场人员必须远离施工机械,防止开挖施工时飞溅的石渣伤人。

## 4 结语

机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩在潼南航电枢纽一期工程发电厂房和左岸6孔泄水闸基坑中的成功实施,使项目在合同工期内完成了开挖任务,确保了首仓混凝土按时浇筑,实现了工程初期蓄水和首台机组的发电任务。整个过程不仅安

(上接第3页)

混凝土浇筑高峰强度为  $2.6 \text{万 m}^3/\text{月}$ ,优化前的混凝土浇筑高峰强度为  $3.7 \text{万 m}^3/\text{月}$ ,即优化后相对优化前可减少投入一座90型混凝土拌和站。考虑拌和站的安装、拆卸及施工期设备折旧以及与90型混凝土拌和站相匹配的临时建筑部分,减少一座90型混凝土拌和站,可以减少工程投资约75万元。

综合比较后得知:优化后的方案较优化前项目施工投资增加约20万元。

## 5 结语

围堰工程的施工往往是航电工程建设的关键。涪江流域航电枢纽工程通常采用左、右岸分期导流施工的方式进行施工。理想状态下的围堰施工是在满足围堰设计功能的前提下,尽可能快地完成围堰施工,让围堰施工不“占压”主体工程

全、环保、高效,也减少了超欠挖,确保了平整度,对基岩面扰动破坏较小,从而保证了工程质量,同时也创造出良好的经济效益,使项目成本在可控范围内。

该方案的实施也证明中等风化岩体、强度在承载力  $[R] = 0.9 \sim 1 \text{ MPa}$  时采用机械(液压岩石破碎器)开挖是可行的。

随着潼南航电枢纽二期工程于2015年10月底开工进场,在重庆航运建设发展有限公司潼南项目部的组织下,对采用机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩进行了宣传推广,成功地在二期工程右岸船闸和右岸12孔泄水闸基坑中得到应用,同样创造出良好的经济效益,降低了成本,承建潼南航电枢纽二期工程施工的中国水利水电第十二工程局有限公司对采用机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩的施工方法赞不绝口,认为该方法不仅安全、环保、高效,而且操作更加简单、实用,非常适合二期工程地质条件和周边环境。

### 作者简介:

李福海(1974-),男,重庆市人,高级工程师,从事航电枢纽工程建设技术与管理工作;

程 奇(1967-),男,重庆市人,高级工程师,从事企业管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

施工工期,使围堰基坑内的主体工程尽早具备施工条件。通常,由于征地或招标原因,围堰工程有时不能按期开工,若围堰开工延期时间较长,则围堰不能按期完工,工程度汛风险将增大,枢纽工程建设总工期也会延后至少一个枯水期,从而造成工程效益不仅会推迟实现,工程建设成本亦将大大增加。

笔者根据潼南航电枢纽围堰晚开工的情况,详细分析了工程风险,并对二期围堰布置进行了优化,在投资增加较少的前提下确保了工程按期完工,可为类似工程建设提供参考。

### 作者简介:

刘大川(1963-),男,重庆市人,高级工程师,从事企业管理工作;

李福海(1974-),男,重庆市人,高级工程师,从事航电枢纽工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)