

浅析东坞水库岩石洞壁大口径管槽 爆破开挖施工技术

何国玮

(浙江省第一水电建设集团股份有限公司,浙江 杭州 310052)

【摘要】 为解决在东坞水库岩石洞壁开挖管槽的技术难题,研究借鉴了隧洞洞挖和平面槽挖两种开挖工艺。通过分析项目难点,以及方案比选,最终确定采用沿隧洞纵向开挖管槽、分段钻孔、控制爆破、减少震动的开挖工艺。该工艺保证了隧洞围岩的稳定,加快了施工进度,创造出在岩石洞壁分段槽挖的新技术,可推广应用于边坡陡峭的山区道路开挖工程,避免山体大开挖带来的地质灾害和生态破坏。

【关键词】 岩石洞壁;分段管槽挖;爆破开挖

中图分类号: TV554

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)05-010-04

Brief analysis on blasting excavation construction technique of large diameter pipe groove in Dongwu Reservoir rock cave wall

HE Guowei

(Zhejiang First Hydropower Construction Group Co., Ltd., Hangzhou 310052, China)

Abstract: Cave wall sectioned drilling, blasting control and shake reduction excavation technologies are adopted in order to solve the technical problems in pipe groove excavation in rock cave wall through referring to tunnel cave excavation and plane groove excavation technology, thereby ensuring stable surrounding rock of the tunnel, accelerating construction progress, and creating new technology of sectioned groove excavation on rock cave wall. The technology can be promoted and applied to excavate mountain roads with steep slope, thereby avoiding geological hazards and ecological damage caused by massive mountain excavation.

Key words: rock cave wall; sectioned pipe groove excavation; blasting excavation

岩石开挖一般分为明挖、洞挖和槽挖,这三种开挖方式工艺成熟,均有相应的质量标准和规范,即使在施工过程中遇到困难,也可以参照类似的工程经验予以克服。岩石洞壁大口径管槽爆破开挖结合了隧洞洞挖与平面槽挖两种工艺特点,既不能采用洞挖的工艺,也不能照搬平面槽挖的方式,目前尚无相应的规范和标准可以参照,也无类似经验可以参考,其施工工艺具有新颖性、原创性的特点。为了解决在老水库中增加供

水管道,且不放空水库的难题,结合已有水工隧洞布置供水管道,在洞壁采用爆破开挖管槽,待管道埋设完成后再用混凝土回填至隧洞原断面,使新设管道无须与现有建筑物交叉,减少了水工结构布置的难度,降低了工程造价,具有较高的安全性、经济性和环保性。

1 大口径管槽爆破开挖施工方法

该方法结合了洞挖掏槽和槽挖钻爆两种工艺,具

体工艺流程为:沿管槽中心线,在洞壁上按 20cm 的间距均匀布置空孔作为掏槽孔,而后沿管槽上下轮廓线同样按 20cm 的间距均匀布孔,间隔装药,采用光面爆破技术。中间空孔作为减震孔,防止隧洞出现塌方、掉石等安全隐患。

1.1 开挖方案比较

洞内管槽爆破开挖与隧洞洞挖、平面槽挖相比,有借鉴,也有明显区别,具体见下表:

开挖方案对比表

工艺特点	洞 挖	平面槽挖	管槽爆破开挖
1	中间掏槽、周边孔和光爆孔光面爆破开挖	沿轮廓线和平面钻孔槽挖	沿中心线布置空孔掏槽,沿轮廓线布置减震孔和爆破孔开挖
2	工艺成熟,有现成规范和经验可循	工艺成熟,有现成规范和经验可循	工艺创新,无现成规范和经验可循
3	每次循环 2 ~ 3m	根据爆破试验确定开挖长度	每次开挖约 20m

1.2 大口径管槽爆破开挖的原理

a. 参照隧洞开挖自由面形成的原理,在管槽中心线位置布置空孔作为掏槽孔,解决立面槽挖的自由面问题。

b. 参照平面槽挖的原理,在管槽上下轮廓线布置两排光爆孔,根据爆破振动的控制要求,控制一次性开挖长度和炸药用量。

c. 借鉴隧洞洞挖通过不良地质段采用的密孔、小药量爆破开挖技术,沿上下轮廓线布置空孔,以降低爆破对围岩的震动。

2 典型工程应用

2.1 工程概况

因城市发展需要,东坞水库启动了取水口改造工程,即沿现有放空洞闸门井左壁外,在高程 193m、198m、202.5m 处设三道 1.0m × 1.0m 插板门,做分层供水取水口。三道取水口后为 $\phi 800\text{mm}$ 输水钢管,三条钢管在高程 190m 处接入 $\phi 1000\text{mm}$ 输水钢管,而后沿放空洞左壁穿过隧洞和原供水管道相连。输水管道

在洞内通过扩挖洞壁埋管,全长 150 米,采用钢筋混凝土衬,并与原放水洞分隔。取水口结构、供水管平面及结构布置如图 1、图 2 所示。

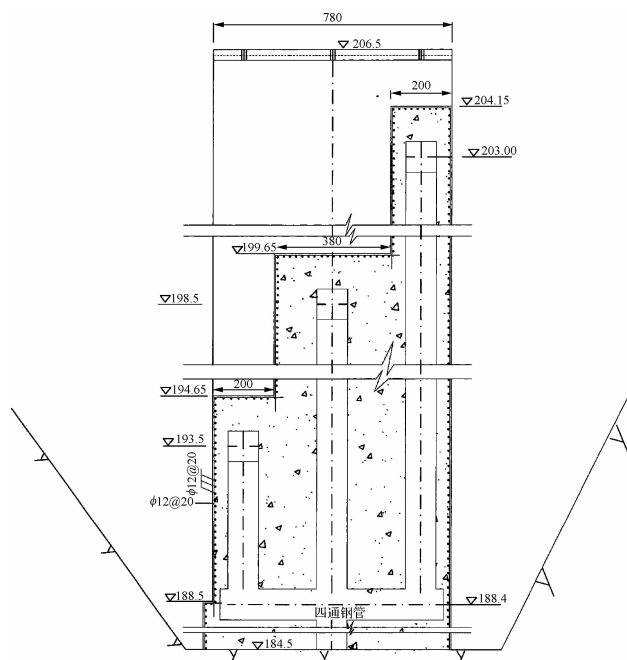


图 1 新增取水口立面 (单位:cm)

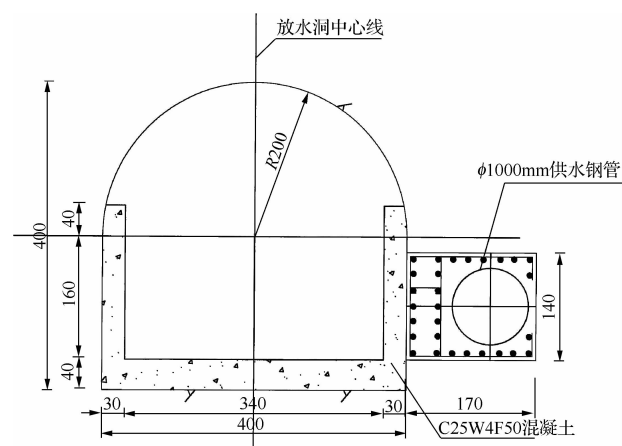


图 2 新增供水管洞内结构布置 (单位:cm)

2.2 工程地质条件

围岩岩性主要为侏罗系上统磨石山组第二段 (J_3^m) 流纹质晶屑熔结凝灰岩,围岩新鲜致密、坚硬,岩石视比重为 $2.60\text{g}/\text{cm}^3$,吸水率 0.52,饱和抗压强度 78.9MPa ,软化系数 0.86,属 II 类围岩。

放空洞沿线未见大的断层,但在隧洞进口上游段有 F_{01} 断层切割洞线, F_{01} : $\text{NW}4^\circ$, $\text{SW} \angle 89^\circ$,宽度 5 ~

10cm,断层面光滑,压碎岩组成,泥质充填。节理裂隙有分布,一般以陡倾角为主,不连续,规模小,延伸长度较短。

2.3 项目难点分析

该项目供水管道布置在已开挖成型的放空洞左侧洞壁,管槽开挖尺寸宽×高为1.7m×1.4m,而放空洞最大尺寸仅为4m×4m。原隧洞开挖后,由于围岩应力重新分布、节理裂隙暴露、围岩松动等原因,若对洞壁再进行爆破开挖,将面临较大的技术难度,稍有不慎有可能出现掉块、塌方甚至冒顶的危险,同时爆破质量也难以控制。如采用常规隧洞的开挖工艺施工,由于临隧一边是临空面,在爆破作业环境与常规的隧洞开挖有根本不同,管槽与隧洞交界处极有可能出现塌方等现象,不仅影响工程质量,也会出现较大的超挖而增加工程投资,因此要求在工艺上进行创新。

2.4 管槽开挖方案比较及确定

洞内管槽全长约150m,宽×高为1.7m×1.4m,隧洞为4m×4m城门洞形,围岩为Ⅱ类。

a. 方案一。沿管槽横断面钻孔,按正常隧洞光面爆破开挖工艺钻爆。优点是有一定的技术积累,工人操作熟练;缺点主要有:①管槽临隧面上下两个直角难以控制,或成为不稳定区域,特别是上直角,若控制不当可能导致隧洞出现大面积塌方或更为严重的安全隐患和成本超支;②进尺工效低,钻孔→装药爆破→出渣循环多,不利于快速形成管道安装条件,影响洞内安全通水。

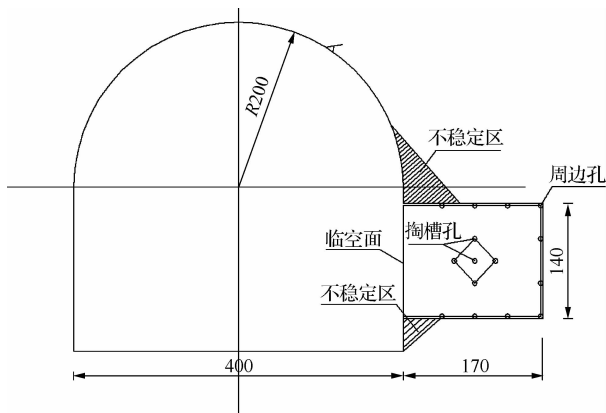


图3 方案一 管槽横断面开挖(单位:cm)

b. 方案二。沿管槽纵向钻孔开挖,优点是临隧洞面上下直角可控,进尺工效高,一次开挖可沿轴线进尺十几米;缺点是无现有技术规范和案例,需要创新开挖方法。

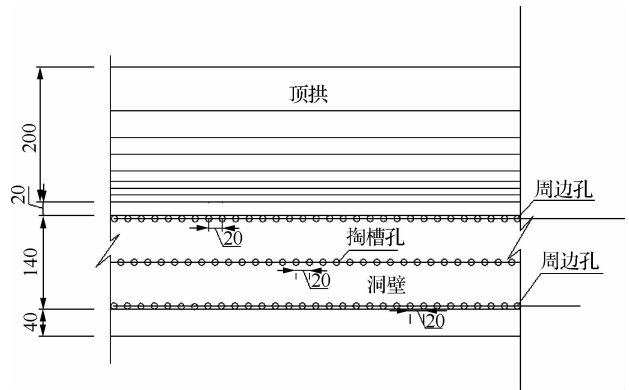


图4 方案二 管槽纵断面开挖(单位:cm)

经过仔细比较分析和试验,该项目采用方案二,即沿隧洞纵向开挖管槽,掏槽孔布置在管槽中心线上,孔深1.7m,孔距20cm,为不装药的空孔;周边孔布置在轮廓线上下两边,孔深1.5m,孔距20cm,间隔装药,线性装药密度200g/m。一次钻孔装药爆破开挖的长度需通过围岩监测来确定,项目控制在20m范围内。

3 开挖方案的实现过程

开挖方案实施步骤如图5所示。

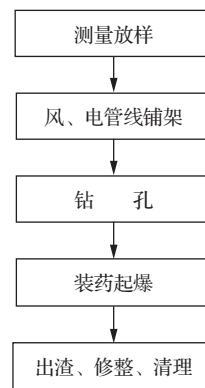


图5 开挖流程

a. 测量放样:沿洞轴线测出管槽上下轮廓线及周边孔、掏槽孔的位置,周边孔位于轮廓线上,掏槽孔位于上下两排周边孔中间,要求各孔孔位偏差均不大于±5cm。

b. 风、电管线布置于不受开挖影响的管槽对面的洞壁上,高度不小于 1.8m,以防止因爆破需再次架立以及施工安全,管线在爆破前移至安全距离以外,爆破结束后再随工作面延伸。

c. 造孔采用 YT28 型手风钻,掏槽孔采用直线掏槽,布置在上下两排光爆孔中间,沿管槽轴线每间隔 20cm 设一只,孔径为 42mm,掏槽长度超深 30cm,与开挖轴线交角约 30°;周边孔沿管槽上下各布置一排,与掏槽孔所用设备及工艺相同,超深 10cm,垂直洞壁钻孔,间距 20cm。

d. 炸药采用抗水的乳化炸药。掏槽孔为空孔,不装药;周边孔装 $\phi 25\text{mm}$ 乳化炸药药卷,线装药密度约为 200g/m,不耦合,间隔 1 孔装药,中间空孔作为减震孔,最大单段爆破开挖长度控制在 20m 以内。

e. 起爆:采用半秒雷管微差起爆,上排装药光爆孔采用 11 段非电半秒雷管同时引爆,下排装药光爆孔采用 13 段非电半秒雷管同时引爆。

f. 出渣、修整、清理:采用 2m³装载机进洞直接装渣至弃渣场,开挖一段出渣一段;采用风镐修整,铁锹清理。

4 应用效果评价

a. 该技术解决了在洞壁进行大口径管槽爆破开挖的技术难题,具有创新性。

b. 相对于隧洞开挖的常规工艺,每个循环进尺长

度仅为 2~4m(I~III 类围岩),本开挖方案可一次性开挖近 20m,工作效率大幅提高。

c. 减少了爆破循环次数,在隧洞不间断导流的情况下,将爆破开挖对隧洞运行的影响降到最低。

d. 提高了机械的利用率,减少了避炮次数和时间,加快了施工进度,增加了经济效益。

e. 确保了隧洞的安全,避免了大量掉石,开挖质量能满足埋管要求。

f. 相比重新开挖引水隧洞埋设引水管,缩短了工期,降低了工程造价。

g. 不影响现有工程的功能,减少了工程占地,降低了工程布置的难度,更加科学、环保。

5 结语

与传统岩石开挖工艺相比,此工艺具有以下特点:

a. 在采用钻密孔、小药量、间隔装药的前提下,可以保证洞壁管槽的安全爆破开挖。

b. 具有快速、安全、经济、环保的特点,特别适用于水库除险加固、取水管改造等工程,对满足日益提高的居民用水要求,为老水库发挥新活力,增添了新的途径。

展望该技术的发展前景,除了在水利水电工程、市政管网工程中充分发挥技术优势外,也可以推广应用于边坡陡峭的山区道路开挖施工中,通过在岩体内槽挖出通行空间,避免山体大开挖带来的地质灾害和生态破坏,以较小的代价取得较好的经济和社会效益。◆

(上接第 38 页)

5.5 含气量指标检测

为保证混凝土达到要求的抗冻性能指标,现场拌和配置的混凝土,应控制其含气量在 4%~6% 之间,当现场检测超过此范围时,可根据实际情况调整混凝土引气剂的掺量,以满足混凝土含气量在 4%~6% 之间。

5.6 拆模及养护

应将混凝土的拆模和养护作为一项重要工作予以要求。由于混凝土中掺有粉煤灰等掺合料,混凝土的早期强度较低,拆模时间可适当延长;混凝土的早期养

护十分重要,否则更容易产生开裂。混凝土的养护时间应在保证 28d 的基础上,尽可能延长至 90d 龄期的养护。

6 结论

该工程作为山西面板堆石坝的试验坝,在面板混凝土抗裂方面无任何经验可以参考。通过分期分段试验、逐层筛选优化、细部论证研究,确保了面板混凝土的各项指标满足要求,防裂设计得到了充分保障。在后期运用中,面板裂缝处于正常统计水平,很好地匹配了试验结果。◆