

浅埋深特大断面溢洪洞开挖技术研究与应用

杨小华, 王良兵

(中国葛洲坝集团第一工程有限公司, 湖北 宜昌 443000)

摘要:浅埋深特大断面溢洪洞开挖技术的成功研究与应用不但为水利水电行业在各种复杂地质条件下的取水建筑物和泄洪建筑物等的实施提供了成功的案例和研究改进思路,而且给设计方面在特定位置布置何种溢洪设施提供了参考,可在今后类似工程中具有借鉴和参考意义。

关键词:特大断面开挖;施工方案;施工方法;创新

中图分类号:U455.41+2;TV651.1

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)05-0116-03

1 工程概况

猴子岩水电站位于四川甘孜孔玉乡,其枢纽建筑物主要由拦河坝、两岸泄洪及放空建筑物、右岸首部式地下引水发电系统等组成。拦河坝为混凝土面板堆石坝,最大坝高223.50 m;泄洪建筑物由右岸溢洪洞和泄洪放空洞,左岸深孔泄洪洞和非常泄洪洞组成;引水发电系统布置于大渡河右岸,采用首部式地下厂房,电站装机容量1700 MW(4×425 MW),为大(1)型工程。

溢洪洞置于右岸,洞身进口高程为1805.51 m,洞身出口高程为1784.42 m,纵坡坡比为2.5%。洞开挖断面为城门洞型,宽×高尺寸为18.4 m×26.2 m,其中顶拱高为6.5 m,长825 m。围岩为白云岩、白云质灰岩、变质灰岩,整个洞段地质结构复杂,围岩类型变化频繁,大多为Ⅳ类围岩,位于强卸荷带内,稳定性差,局部为Ⅲ类围岩,特别是进出口局部还为Ⅴ类围岩,洞顶及临河侧向埋深浅且破碎覆盖层较多,现场测量含覆盖层在内最小埋深仅6 m,平均埋深约50 m,埋深岩埂厚度最小仅2 m,成洞难度大。

2 主要施工方案

2.1 进洞方案

洞断面尺寸大,进洞口岩石破碎、裂隙发育且位于强卸荷带内,洞脸已完全暴露且洞脸前已有施工操作平台距离洞顶高差达到29.71 m。采用在洞脸前回填石渣至离洞顶较小高差形成操作平台后从洞顶拱开始进行施工的方法取代常规的靠洞一侧从洞口底板开始打斜导洞至洞顶,到洞顶

后水平转向到另一侧,再靠另一侧从内向洞口进行水平导洞开挖的施工方法。

2.2 分层开挖方案

由于洞高度超过26 m,部分洞段下部存在交叉洞室、闸门井且之间岩埂厚度较小,开挖采用自上而下分层进行。顶拱层高度为9.5 m,底板保护层高度为1.5 m,中下层除存在交叉洞室、井的洞段按厚度不大于3 m分层外,其余洞段分为两层,中层高度8 m、下层高度7.2 m。

2.3 顶拱层开挖方案

Ⅲ类围岩段顶拱层全断面进行开挖;Ⅳ类、Ⅴ类围岩段顶拱层分左右半幅进行开挖。

2.4 中下层开挖方案

中下层设计结构面采用深孔预裂一次性爆破成型,中间采用梯段爆破、分层开挖。

2.5 分块开挖方案

溢洪洞外侧为河侧基坑且覆盖层和岩埂均较薄,在钻爆施工中有效降低对浅埋深薄岩埂的震动,减少浅埋深薄岩埂受破坏甚至滑动、垮塌的可能性是关键,因此,为减少爆破对浅埋深边坡的震动确保边坡稳定,分块开挖时,首先开挖的半幅靠内侧山体进行,以便在进行靠外侧山体部分开挖时已形成较好临空面降低对外侧山体岩埂或覆盖层的挤压破坏力。

3 主要施工方法

3.1 进洞施工方法

3.1.1 摒弃传统施工方法

靠洞一侧从洞口底板开挖一条斜坡导洞至顶拱层,然后水平转向90°至另一侧,再沿另一侧向

收稿日期:2014-09-04

洞口方向开挖一条水平导洞,水平导洞贯通后利用斜坡导洞和水平导洞为通道从上而下分层开挖成型并完成支护项目。

3.1.2 现场实施施工方法

回填一条斜坡道至顶拱层底板并在洞前顶拱层底板高程形成施工平台后,直接从洞顶拱层开始按设计断面结构线进行开挖的方法进行施工,每开挖一循环即按设计要求进行顶拱层支护项目施工。首先在洞前方平台上回填一条斜坡道(满足装载机通行即可)至顶拱层底板,然后再在洞前顶拱层底板高程形成施工平台(平台大于洞尺寸范围方便爆破时钻爆台车停放),钻爆台车在施工平台上拼装后直接投入使用,前期洞渣料直接用于斜坡道降缓,待斜坡道降缓至自卸汽车可通行后利用自卸汽车将渣料运输至指定渣场堆放。

3.2 顶拱层施工方法

3.2.1 III类围岩段

摒弃常规的特大断面洞室顶拱层开挖所采用

孔名	孔径 /mm	孔深 /cm	孔距 /cm	孔数(个)	药径 /mm	单孔药量 /kg	总药量 /kg
掏槽孔	42	320		7	32	2.20	15.40
崩落孔	42	300	85~100	162	32	1.80	291.6
周边孔	42	300	50	61	32	0.60	36.60
合计							343.60

3.2.2 IV类围岩段

摒弃特大断面洞室顶拱层常规的导洞施工方法:分两个半幅相隔一定安全距离一前一后同时进行开挖支护的施工方法或中导洞先行施工、两侧扩挖相隔一定安全距离后同时进行开挖支护的施工方法,采用全断面台车一次性造孔,然后分成两个半幅进行爆破,将先爆破半幅渣料进行简单整平并排险确保后爆破半幅临空面后再进行后半幅装药爆破,最后将两个半幅渣料一起挖装运输,渣料挖装运输完成后再进行全断面支护。在先爆破半幅爆破前将靠近先爆破半幅的后爆破半幅两排崩落孔和周边孔用与孔径大小相当的PVC管插入孔内以防止塌孔堵塞现象。

先施工半幅采用直孔掏槽,周边孔采用光面爆破,后施工半幅以先施工半幅为临空面采取分段爆破,周边仍采用光面爆破。钻机选用YTP-28汽腿钻和CM351型履带钻,人工手持汽腿钻机站立在自制钻爆台车上进行周边孔和崩落孔造孔,而CM351型履带钻机主要进行先施工半幅中

的先导洞开挖、后扩挖的施工方法,采取全断面一次性完成造孔(中间直孔掏槽,周边光面爆破)、一次性完成装药爆破、非电网络进行施工,选用的爆破材料有 $\phi 32$ mm 乳化炸药、毫秒非电雷管、毫秒延期导爆管雷管和导爆索。

钻机选用YTP-28汽腿钻和CM351型履带钻机,人工手持汽腿钻机站立在自制钻爆台车上进行周边孔和崩落孔造孔,而CM351型履带钻机主要进行中间2个不装药的掏槽孔造孔(CM351型履带钻机钻孔直径大,在中间造的不装药的孔相当于爆破临空面)。周边孔孔位全部由测量队采用全站仪根据爆破设计要求进行放样并用油漆标出,专人进行钻孔验收,钻孔验收合格后方进行装药,其中周边孔采用不耦合装药,选用 $\phi 32$ mm 乳化炸药,竹片绑扎,导爆索串联,单循环单耗为 0.89 kg/m^3 ,周边孔抵抗线不大于70 cm,单响起爆最大装药量不大于36 kg,有效进尺2.7 m。爆破参数如下:

间2个不装药的掏槽孔造孔(CM351型履带钻机钻孔直径大,在中间造的不装药的孔相当于爆破临空面)。周边孔孔位全部由测量队采用全站仪根据爆破设计要求进行放样并用油漆标出,专人进行钻孔验收,钻孔验收合格后方进行装药,其中周边孔采用不耦合装药,选用 $\phi 32$ mm 乳化炸药,竹片绑扎,导爆索串联,单耗为先施工半幅 0.74 kg/m^3 、后施工半幅 0.60 kg/m^3 ,周边孔抵抗线不大于60 cm,单响起爆最大装药量不大于20 kg,有效进尺为1.5 m。爆破参数如下:

3.3 中下层侧墙施工方法

中下层结构面采取一次性完成造孔深孔预裂爆破施工、非电网络进行施工,中间采用松动梯段微差爆破,预裂孔前设置一排缓冲孔。选用的爆破材料有 $\phi 32$ mm和 $\phi 70$ mm 乳化炸药、毫秒非电雷管、毫秒延期导爆管雷管和导爆索。

周边预裂孔和缓冲孔选用100B型潜孔钻机进行造孔,中间梯段爆破孔选用CM351型履带钻机进行造孔。周边预裂孔孔位全部由测量队采用

	孔名	孔径 /mm	孔深 /cm	孔距 /cm	孔数 /个	药径 /mm	单孔药量 /kg	总药量 /kg
先施工	掏槽孔	42	170		7	32	0.75	8.25
	半幅	崩落孔	42	150	65~80	32	0.53	65.72
		周边孔	42	150	35	32	0.12	5.28
		合计						79.25
后施工	崩落孔	42	150	65~80	112	32	0.53	59.36
	半幅	周边孔	42	150	35	32	0.12	5.16
		合计						64.52

全站仪根据爆破设计要求进行放样并用油漆标出, 专人进行钻孔验收, 合格后方进行装药, 其中周边孔采用不耦合装药, 选用 $\phi 32$ mm 乳化炸药, 竹片绑扎, 导爆索串联, 缓冲孔和爆破孔选用 $\phi 70$ mm 乳化炸药。

3.4 开挖分层分块控制

3.4.1 顶拱层的分层分块

根据中下层侧墙深孔预裂爆破钻孔机具 100B 型潜孔钻机的特点, 100B 型潜孔钻机支架架设高度约 2.5 m, 为了便于后期侧墙深孔预裂爆破孔钻孔, 顶拱层开挖高度为 9.5 m, III 类围岩段宽度按全断面进行, IV 类、V 类围岩段宽度分两个半幅进行, 为减少爆破对浅埋深边坡的震动确保边坡稳定, 首先开挖的半幅靠内侧山体进行, 以便在进行靠外侧山体部分开挖时已形成较好临空面。

3.4.2 中下层的分层分块

(1) 中下层分两个半幅进行开挖, 为减少爆破对浅埋深边坡的震动确保边坡稳定, 首先开挖的半幅靠内侧山体进行, 以便在进行靠外侧山体部分开挖时已形成较好临空面。

(2) 溢洪洞下部有洞、井部位的岩埂厚度一般在 15 m, 采用薄层、短进尺、弱爆破方式进行施工, 分层厚度不大于 3 m, 底板预留 1.5 m 保护层单独开挖, 长度进尺不大于 5 m, 单次最大起爆装药量控制在 15 kg 以内。

(3) 溢洪洞下部无其它洞、井部位分 3 层进行开挖, 除顶拱层外从上而下分层厚度为 8 m、7.2 m 和 1.5 m (保护层)。

4 施工技术或施工方法的创新

(1) III 类围岩段顶拱层开挖采用全断面一次性钻爆开挖的施工方法;

(2) IV 类围岩段顶拱层采用全断面一次性钻孔、分两个半幅爆破的施工方法取代常规中导洞法和前后半洞法进行施工;

(3) 效仿明挖边坡和地面、地下厂房常用的深孔预裂爆破法, 将洞室侧墙采用垂直深孔预裂爆破取代中间先松动爆破侧墙预留保护层进行水平光面爆破或垂直光面爆破;

(4) 断面大, 洞底和洞顶高差大, 进洞口采用填筑形成施工平台从顶拱层开挖进洞取代常规从洞底斜导洞法到洞顶再反扩的方法进洞。

5 结语

随着各级政府、机构对各种工程建设环境保护的日渐重视, 从长期运行安全、减少乃至杜绝植被破坏、减少水土流失考虑, 水利水电工程中的各种取水、泄洪建筑物采用洞挖的形式越来越多, 浅埋深特大断面的洞室设计型式市场前景广阔。本次浅埋深特大断面溢洪洞开挖技术的成功研究与应用不但为水利水电行业在各种复杂地质条件下的取水建筑物和泄洪建筑物等的实施提供了成功的案例和研究改进思路, 而且给设计方面在特定位置布置何种溢洪设施提供了参考, 可在今后类似工程中具有借鉴和参考意义。

作者简介:

杨小华(1980-), 男, 四川宜宾人, 工程师, 从事水利水电工程施工技术与管理工作;

王良兵(1987-), 男, 四川邛崃人, 助理工程师, 从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑: 卓政昌)

九龙峡水电站首部枢纽浇筑启动

9月26日上午10时, 明珠集团九龙峡水电站首部枢纽正式浇筑。首部枢纽浇筑的启动, 为该电站2015年年底实现首台机组发电奠定了基础。九龙峡水电站是白龙江干流武都以上河段梯级开发的第五座水电站, 设计装机容量 3×27 兆瓦, 最大坝高 68 米, 引水隧洞 5.8 千米, 库容约 1 220 万立方米, 工程总投资 10 亿元。该项目是明珠水电开发史上地域环境最差、困难问题最多、施工难度最大的项目。