

下桥水电站引水隧洞和调压井开挖施工处理

潘瑞勇

(广西桂能工程咨询有限公司, 广西南宁 530023)

摘要: 在简要介绍广西下桥水电站工程概况的基础上, 详细介绍了引水隧洞及调压井开挖过程中遇到的各类问题及采取的处理方法。监理工程师根据设计图纸文件, 运用“新奥法”理论, 在引水隧洞和调压井开挖过程中起到了参谋和决策作用, 加快了施工进度, 节约了工程投资。

关键词: 引水隧洞; 调压井; 开挖支护; 下桥水电站

中图分类号: TU712+.2 文献标识码: B 文章编号: 1006-7647(2007)S2-0180-02

1 工程概况

广西下桥水电站位于龙江上游河池、南丹、环江 3 个县(市)的交界处, 距黔桂铁路拨贡火车站约 12 km, 距金城江城区 70 km。装机容量 2 × 25 MW, 年发电量 1.97 亿 kW·h。电站以发电为主, 兼有灌溉、防洪等综合利用效益。枢纽工程主要建筑物由拦河大坝(中段设 5 孔溢流表孔)、厂房引水系统、发电厂房、开关站、水库放空底孔及灌溉渠首等组成。发电引水隧洞衬砌后直径为 6.2 m, 长 368.5 m, 靠厂房处设置圆形调压井, 调压井开挖直径为 11.2 m; 压力钢管主洞段开挖洞径 7.2 m, 支洞段内径均为 4.8 m, 支洞岔段开挖最大跨度 10 m。

引水工程开挖分为主平洞段、调压井、斜坡段及两支洞 4 个部分, 爆破参数引用高程 287.50 m 灌浆廊道洞开挖的爆破参数, 见图 1。

2 引水隧洞的地质条件

a. 主平洞段。桩号引 0 + 12.5 ~ 引 0 + 305 的 C_{2h}⁴⁻³ 或 C_{2h}⁴⁻⁴ 按 2 层分布, 岩性为中薄层灰岩夹少量泥页岩或厚层灰岩, 有 F₆、F₇、F₃₉、F₂₅ 断层通过, 洞身在地下水位线以上, 围岩多为 II 类, 岩体自稳能力较好, 在断层分布处为 III 类。

b. 斜坡段。C_{2h}⁴⁻⁹ 中薄层灰岩夹少量泥岩页, 有 F₂₇、F_{cl} 切割该段, 断层带溶蚀夹泥, 对围岩稳定有一定影响。

c. 出口段。围岩的 C_{2h}⁴⁻⁵ 中薄层灰岩夹少量泥页岩, F₆₃ 斜切该段上游段, 断层带溶蚀夹泥, 裂隙发育, 洞身处于地下水位以上, 围岩稳定性差, 会出现局部塌方和变形破坏, 局部为 IV 类围岩。

3 主平洞段开挖

主平洞段全长 291.12 m, 底部开挖高程 262.50 m, 顶部高程 278.50 m, 洞顶高为洞径 1 倍, 且洞脸和洞口段长 12.0 m 范围内为钙质胶结的角砾岩, 遇水易崩解, 顶部有断层通过。

3.1 施工措施

根据地质特点, 监理单位在施工单位报送来的施工方案的基础上进行补充完善, 最终采用的措施如下: ①原设计洞口段是方形, 为防止开挖中顶部发生崩裂改为拱形; ②用 ∅ 25 mm @ 1 500 mm × 1 500 mm、长 4 500 mm 的锚杆对洞脸支护, 然后用 ∅ 6.5 mm @ 200 mm × 200 mm 的钢筋布网, 再喷厚度 120 ~ 150 mm 的 C20 混凝土封闭; ③在拱部周边外

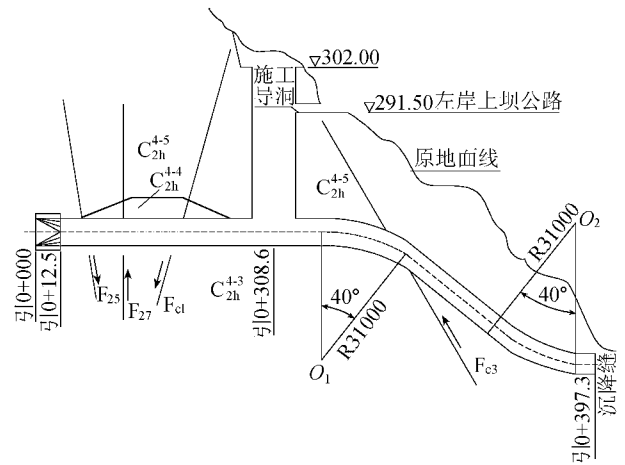


图 1 下桥水电站引水隧洞纵剖面

300 mm 处,安设钢筋 $\varnothing 25 \text{ mm} @ 500 \text{ mm}$ 、长 4 500 mm 锁口锚杆 1 排;④先限定每次挖掘进尺为 500 m,待顶拱成型后,在拱部横向用 $\varnothing 25 \text{ mm} @ 500 \text{ mm}$ 纵向 $\varnothing 12 \text{ mm} @ 500 \text{ mm}$ 的加强钢筋,挂网钢筋 $\varnothing 6.5 \text{ mm} @ 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$,喷厚 150 ~ 200 mm 的 C20 混凝土,并紧紧跟进 $\varnothing 25 \text{ mm} @ 1 500 \text{ mm} \times 1 500 \text{ mm}$ 、长 4 500 mm 的系统锚杆,按此方法施工直至桩号引 0 + 005。实施后效果良好。自桩号引 0 + 005 以后,除在局部的断层处进行喷锚支护外,其他地方岩石较好,均取消了各种支护。

3.2 出碴及洞内通风

处理好洞脸和洞口后,主平洞段开挖的主要问题就是出碴及洞内通风。洞内通风主要采用 2 台 11 kW 的轴流鼓风机,1 台放置在洞口,另 1 台放在洞内桩号 0 + 160 处,洞内送风道用缝成直径约 1 m 的圆形断面彩条布做成。主平洞段洞身开挖采用先导洞然后扩挖的方式进行,先挖小导洞,然后再进行洞面扩挖,底部预留 1.7 m 作为施工交通道路,当整个主平洞段与斜洞段开挖贯通后,再由里向外倒挖预留的 1.7 m。主平洞段每天可掘进 6 m,每天放 2 排爆,每排炮进尺 3 m,洞内出碴使用 3 m^3 装卸车配合 3.5 t 农用小四轮车。由于主平洞段岩石较好,半孔率可达到 90% 以上,每道炮台阶差距 150 ~ 200 mm。

4 调压井开挖

4.1 开挖难点

调压井开挖存在的主要难点是如何有效出碴及对邻近运行的老电厂导流洞出口启闭机房设备的安全保护。调压井原位于桩号引 0 + 288.62 处,井顶高程 330.00 m,前方距正施工的消力池 120 m,距已建的导流洞启闭机平台仅 80 m,右侧距还在运行的老下桥电站 65 m,距 3 号公路约 40 m,右侧为陡壁。

在此条件下,对洞顶明挖部分的开挖,其安全防护和施工运输有一定的难度。作为监理单位方,我们建议将调压井沿轴线下移 20.0 m,此时,井顶高程为 301.00 m,距 3 号公路 22 m,右侧距上坝公路路面高程 291.50 m,段长约 10 m。通过修改后开挖条件有所改善,但对邻近还在运行的老电厂及导流洞出口启闭机房设备的安全危害并没有降低。同时,如若从 302.00 m 高程往下进行开挖,碴料必然将底下高程 291.50 m 处的施工道路堵死,还影响左岸上坝公路交通。

4.2 采取的措施

经现场考察分析后采取以下措施:

a. 批准施工单位从下游处设 1 个洞高 2 m、洞

宽 1.7 m 的施工支洞,用支洞来解决开挖出碴问题。为防止开挖时飞石的危害,在距洞口 8 m 处设简单的竹排拦护。

b. 调压井分 3 次开挖成型:第一次开挖 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 导井,和主平洞开挖贯通前,出碴采用卷扬机提升吊运经施工支洞,手推车出碴;第二次扩挖直径 5 ~ 6 m,在高程 293.50 ~ 301.00 m 的上方保留圆形厚度为 5 m 的岩层,其上方和周边喷厚 80 mm 的 C20 素混凝土封闭,扩挖出碴经主平洞运至出口,在第三次扩前,从洞顶下部向上反钻 3.0 m 深的爆破孔,爆开后,仅剩 2 m 厚的顶部,从上往下明挖。

c. 为保证下方老电厂、导流洞启闭机设备及消力池的施工安全,自洞顶往下进行第三次扩挖时,采用了 6 m 长的 $\varnothing 150 \text{ mm}$ 钢管作为骨架支柱加双层竹篾(竹子)在距调压井中心 10 m 的坡面上和临时上坝公路的外侧设两道防护屏,并对装药量进行严格控制,用量不超过 100 g/m^3 ,采取单孔微差松动爆破。爆破后少量飞石滚到第一道防护屏后受到阻拦,只有极少量滚到第二道防护屏。自高程 301.00 m 挖至高程 291.00 m 后,已无垂直向上飞出井外的块石。

5 斜洞段开挖

斜洞段开挖的难点是出碴和右侧洞壁支护,因为坡度较陡,无法使用机械进行出碴,所以每次爆破后都必须由人工从上往下扒料,再由装卸车铲出洞外。右侧洞壁岩层破碎且夹泥较多,进行锚杆施工时常有卡钻现象,但有了分支洞的施工和处理经验后,施工单位都能克服困难,按监理的要求做好锚喷支护工作。

6 水平支洞

6.1 1 号、2 号支洞

1 号、2 号支洞交叉口离出口坡面分别为 38 m 和 24 m,2 条岔管交汇处拱最大跨距 10 m,高 10 m,长 12 m。1 号、2 号支洞口位于厂房背面开挖的坡面上,从开挖出露岩面看,表现为强烈溶蚀破碎带,岩层视倾向坡外,为顺向坡。岩层夹页岩软弱夹层。先对洞脸用 $\varnothing 25 \text{ mm}$ 的 2.5 m 长钢筋进行锚杆加固,再挂 $\varnothing 6.5 \text{ mm} @ 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 的钢筋网,最后喷 150 mm 厚度的 C20 混凝土进行封闭。为加快施工进度,对水平分支洞开挖采取 2 个洞同时掘进的方法施工。当 2 号支洞掘进 10 m 左右时,顶部发现有黄色夹泥层块的情况,再掘进 5 m 时,顶部发现大量以黄色黏土为主夹灰岩、泥岩灰岩的团块,不时的往下崩落。

(下转第 186 页)

5 结 语

桩基技术是成熟的工程技术,该技术在柳州防洪工程堤防建设中的应用表明,在杂填土地质条件下的水利工程可以利用桩基技术来处理复杂地基问题,为桩基施工的技术发展起到了促进作用。但工程桩的施工目前还没有相应的施工质量评定规程,只有检测结论,施工过程中到底有多少桩优良即为优良工程,多少桩合格即为合格工程,目前国家还没

有相应的标准来规范工程的施工质量管理。施工单位、设计单位、监理单位、业主都呼唤这方面的规范出台,以完善这项工程技术的施工质量管理。

参考文献:

[1] JGJ94—94 建筑桩基技术规范[S].
[2] JGJ/T93—96 基桩低应变动力检测规范[S].
[3] JGJ106—97 基桩高应变动力检测规范[S].

(收稿日期 2007-04-30 编辑 骆超)

(上接第 181 页)

6.2 施工措施

针对开挖地质情况采取以下应急措施:

a. 暂停 2 号支洞的开挖,改从未发现夹泥掉块的 1 号叉管挖进,在 1 号、2 号岔管已挖地段,重点检查顶拱,对漏打系统锚杆的部位进行补打,在局部地段增加锚杆。

b. 先对 2 号岔管掉块部位用喷混凝土进行封闭,待塌方稳定后,据“新奥法”原理,采用弱爆破、短进尺、早支护的方法:①打 $\varnothing 25$ mm 间距 300 ~ 400 mm、长 4 500 mm 的超前锚杆;②上导洞挖掘;③向两侧扩挖,每道工序均边挖边锚喷支护,每次进尺不大于 500 mm;④再往下扩挖成型。

c. 顶拱锚杆施工的填料改采用锚固剂。以往锚杆注浆都习惯用水泥砂浆或是纯水泥浆,这种方法只适用于水平及倾斜孔的锚杆。对于起拱线以上的锚杆,无论用水泥砂浆或是纯水泥浆,浆液过稀就会倒流,浆液过稠又难以注浆。而且浆液短时间内无法达到强度要求,如果在容易坍塌部位锚杆不能及时起到锚固作用,就极有可能导致塌方。有效解决这一问题的关键是加快锚杆施工。监理工程师支持施工单位使用锚杆加固剂的方案。锚固剂使用非常方便有效,使用前只需用清水浸泡 5 ~ 6 min,待其充分吸水后就塞入锚杆孔内,插杆后强度在 10 min 内就达 50%。锚杆剂施工时间短、效率高、安全性好,不必担心浆液稠稀或倒流问题。

6.3 洞顶支护

水平支洞开挖遇到的另一个难题是 2 条支洞与主洞交汇处的洞顶支护。3 个洞交汇处拱顶跨度最大有 10 m,洞身发现有夹泥、掉块的情况。最安全的方法是用钢拱架支承,如果采用钢拱架,必须全断面开挖,并且较原跨度加大 400 mm。在扩挖中来不及用钢支撑将会引起更大的坍塌,且洞的右侧全为夹泥层,基础软弱,钢拱架自身无法稳定,也无法支承

上部岩石应力。考虑到施工工期紧,为不影响施工进度计划,根据开挖出露的岩石进行分析研究,决定采用 $\varnothing 25$ mm@500 mm、长 4 500 mm、梅花型布置的长系统锚杆,挂 $\varnothing 8$ mm@150 mm $\times$ 150 mm 的钢筋网,喷射厚 200 mm 的 C20 混凝土进行封闭。要求开挖出一段马上进行支护封闭,处理完成后才能进行下一段的施工。在 1 号支洞的岔段顶拱设置观测点加强对围岩的变形观测,在跨度 10 m 的岔管交叉段,对岩性差的右侧暂保留 2 m 不挖,以减小顶拱跨度。通过以上处理,在开挖到洞中心位置时对拱顶进行全面检查,并对测量点进行检测,结果表明支护是成功的。虽有数条小裂缝,但经分析都属于爆破震动或初期变形引起的,并不影响周边岩层的自身稳定。当挖到斜洞段和水平主洞段贯通、通风条件大为改善后,再返回来处理交叉段所欠挖的部分区域,从而赢得了工期。

7 结 语

下桥水电站工程在引水隧洞和调压井的开挖过程中,监理工程师根据设计图纸文件,在参建各方的支持下,深入施工第一现场,运用“新奥法”理论,不断总结经验,在地质不良的岔管交叉段和调压井上部明挖难度较大的过程中,起着既是参谋者又是决策者的作用,克服各种困难,加快施工进度,节约了工程投资,且做到无一例伤亡事故发生,得到建设单位的好评。

参考文献:

[1] SL47—94 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范[S].
[2] DL/T5181—2003 水利水电工程锚喷支护施工技术规范[S].
[3] YBJ226—91 喷射混凝土施工技术规范[S].
[4] GB6722—2003 爆破安全规程[S].

(收稿日期 2007-04-30 编辑 熊水斌)