

构皮滩水电站通风竖井开挖支护技术综述

刘大贵, 谢新志, 周 松

(中国水利水电第十四工程局, 云南 昆明 650041)

摘要: 本文结合构皮滩水电站通风竖井平面布置及通道布置, 综合阐述了该通风竖井开挖支护的施工技术方案, 可作为类似工程超高竖井施工的借鉴。

关键词: 水利水电工程施工; 通风竖井; 开挖支护; 构皮滩水电站

中图分类号: U455.8 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-0133(2006)03-0027-02

0 概述

构皮滩水电站通风竖井位于主厂房下游左侧, 其典型断面为方形, 断面尺寸为 $8.2\text{ m} \times 7.3\text{ m}$ ($5.5\text{ m} \times 7.3\text{ m}$)。该通风竖井高度较高(总高为 216.51 m , $652.11 \sim 435.60\text{ m}$ 高程), 有较大的施工难度, 为此共布置了4条施工通道, 即 640.92 m 高程安全通道、 582 m 高程送风洞、 457.3 m 高程通风洞和 435.6 m 高程安全通道。

该通风竖井从2004年6月中开始进行反导井施工, 于2005年12月底顺利完成竖井开挖支护。

1 通风竖井开挖及支护

1.1 开挖方法

通风竖井分成4段自上而下逐段进行开挖, 采取先导井、再扩挖的方式施工。扩挖时分别在通风竖井 640.92 , 582.78 , 457.3 m 高程设工作平台(在通风竖井各段扩挖 3 m 后开始制作安装该工作平台), 然后继续扩挖。

1.1.1 上段($652.11 \sim 640.92\text{ m}$)开挖

本段高度 11.19 m , 采用人工反井法开挖导井($1.6\text{ m} \times 1.6\text{ m}$), 然后采用手风钻自上而下扩挖(周边光爆), 边开挖边进行支护(以 5.0 m 为一循环进行喷锚)。爆破岩渣采用人工扒渣经导井溜至 640.92 m 高程安全通道, 其施工程序见图1。

1.1.2 中段($640.92 \sim 457.32\text{ m}$)开挖

本段高度 183.6 m 。先采用反井钻机打反导井再进行人工扩挖。

1.1.2.1 反导井施工

采用 LM-120 反井钻机打反导井($\Phi 140\text{ cm}$): 在通风竖井 640.92 m 高程平台采用混凝土浇筑反井钻机基础, 并设反井钻机工作平台, 钻机就位后先自上而下打 $\Phi 216\text{ mm}$ 导孔贯通 457.32 m 高程通

风洞, 然后换钻头自下而上将导孔扩大为 $\Phi 140\text{ cm}$ 导井。采用 LM-120 反井钻机施工速度较快, 平均每天的进尺达到 10.2 m 。

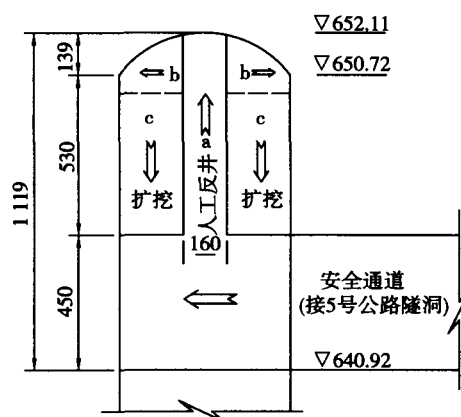


图 通风竖井上段开挖程序示意图(单位: cm)

1.1.2.2 扩挖

中段在反导井开挖完成后又分为2段进行扩挖, 分别在竖井 640.92 m 和 582.78 m 高程设置工作平台以卷扬机提升吊笼运送施工人员及施工设备, 用人工手风钻自上而下进行扩挖(周边光爆, 控制最大块径 60 cm), 边开挖边支护(以 5.0 m 为一循环进行喷锚), 其开挖程序及要求为:

(1) $640.92 \sim 582.78\text{ m}$ 竖井段: 本段分2次扩挖, 其中一次扩挖要相对超前 5 m 左右, 二次扩挖随后跟进自上而下进行, 其施工程序见图2(a)。

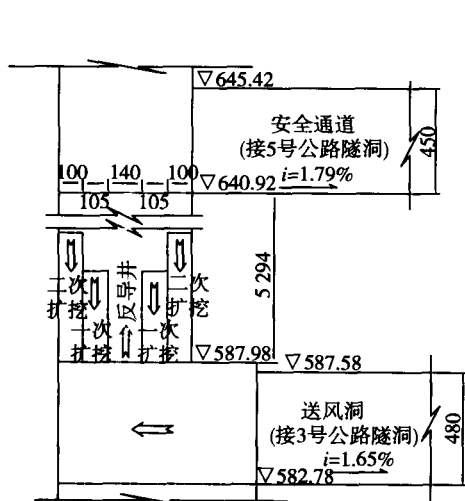
(2) $582.78 \sim 457.3\text{ m}$ 竖井段: 本段分2次扩挖, 一次扩挖为打 1 m 辐射孔将导孔扩为 3.4 m , 二次扩挖则挖至设计边线。爆破岩渣采用人工扒渣经导井溜至 457.3 m 高程通风洞出渣。其开挖程序

收稿日期: 2006-04-05

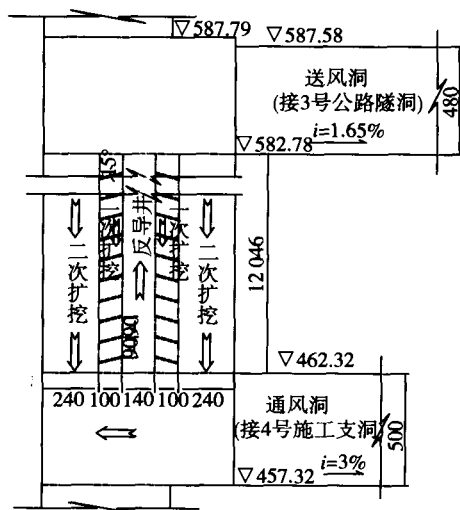
作者简介: 刘大贵(1982-), 男, 云南省昭通市人, 助理工程师, 主要从事水利水电施工技术工作。

见图2(b)。

1.1.3 下段(457.32~435.60 m)开挖



(a) 640.92~582.78 m竖井段



(b) 582.78~457.3 m竖井段

图2 通风竖井中段扩挖示意图(单位: cm)

本段高度21.72 m, 首先在457.32 m高程采用潜孔钻打 $\Phi 156$ mm孔贯通下部安全通道, 在457.32 m高程设工作平台, 利用卷扬机、钢绳、吊笼分2次进行扩挖施工。一次扩挖采用自下而上方式施工, 二次扩挖采用自上而下扩挖施工(周边光爆), 边开挖边支护(以5.0 m为一循环进行喷锚)。爆破岩渣采用人工扒渣经导井溜至436.6 m高程安全通道。其开挖程序见图3。

喷, 通风竖井随开挖下降逐层进行喷锚支护。

2 爆破施工

通风竖井爆破施工时一次扩挖辐射孔的单孔装药量为0.4 kg, 单响装药量为32.4 kg, 排炮进尺为7.2 m; 二次扩挖的单孔装药量为1.8 kg, 光爆孔的单孔装药量为1.2 kg, 单响装药量为151.2 kg, 排炮进尺为2.5 m。典型断面爆破的钻孔布置见图4。

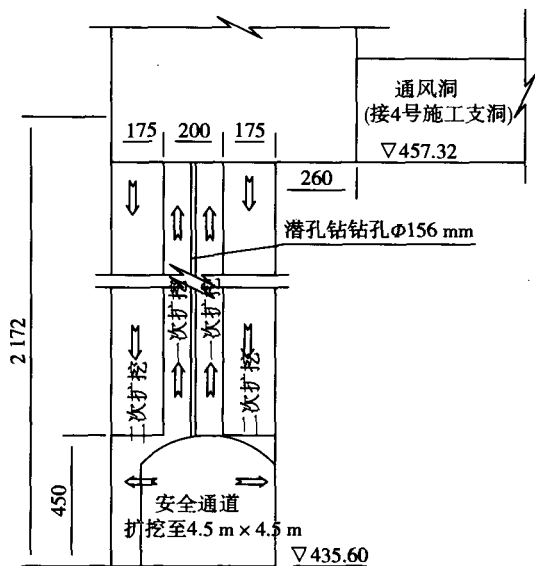


图3 通风竖井下段(457.3~435.6 m)扩挖示意图(单位: cm)

1.2 系统喷锚支护

通风竖井及安全通道的锚杆支护, 均采用人工手风钻钻锚杆孔、人工安装锚杆, 用注浆机注浆; 喷混凝土采用移动拌合机拌制、喷射机干喷工艺施

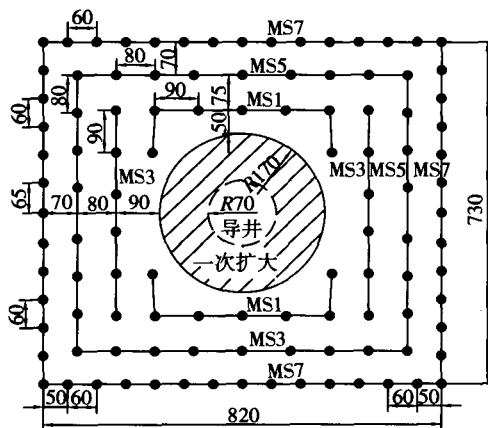


图4 通风竖井典型断面爆破布孔示意图(单位: cm)

3 结束语

纵观通风竖井的整个施工过程, 大断面超深竖井开挖是施工中的难题, 而制定合理的施工方案是关键。构皮滩水电站通风竖井的施工难度大, 但通过施工方案的不断优化和施工现场的精心组织, 仍

构皮滩水电站地下洞室群施工通道规划

字继权¹, 侠光恒², 孙兴宇², 薛小伟²

(1. 天津大学, 天津 300072; 2. 中国水利水电第十四工程局, 云南 昆明 650041)

摘要: 根据贵州构皮滩水电站地下洞室群施工通道布置情况, 阐述大型水电站地下洞室群施工通道规划原则和思路, 供类似工程设计、施工参考。

关键词: 水利水电工程施工; 地下洞室群; 施工通道规划; 构皮滩水电站

中图分类号: TV554

文献标志码: B

文章编号: 1007-0133(2006)03-0029-04

0 前言

随着国家西部大开发、西电东送战略的实施, 众多世界级的大型水电工程在中国纷纷启动, 水电建设进入了最具重要意义的历史时期, 水电建设中的大型地下洞室群也呈现出超大型化和密集化布置的特性。

有代表性的大型地下厂房水电站一般以主厂房、主变压器室和尾水调压室三大洞室为中心, 通过引水和尾水隧洞及灌浆廊道、排水廊道等辅助洞、井群的平、斜、竖等形式环绕和交织相贯, 形成庞大、复杂的地下洞室群。比如: 在建的贵州构皮滩水电站地下厂房系统, 在不到 0.5 km² 的山体

内布置有 70 多个(条)大小洞室, 洞长近 15 km, 洞室布置的高差超过 250 m, 这些洞室纵横交错、平竖相贯, 形成了庞大复杂的地下洞室群, 成为工程量浩大的系统工程; 同时该工程具有工期紧、多专业、多工种交叉作业及施工干扰较大等特点。因此, 规划合理通畅的施工通道, 就成为水电站大型地下洞室群施工的关键。

本文结合构皮滩水电站大型地下洞室群施工经验, 阐述大型地下洞室群施工通道规划, 以供类似

收稿日期: 2006-04-05

作者简介: 字继权(1967-), 男(白族), 云南省大理市人, 高级工程师, 天津大学在读工程硕士, 主要从事水利水电施工技术与管理工。

然顺利地完成了施工任务。笔者对技术方案实施有以下心得:

(1) 竖井开挖一般均采用先导井、再扩挖的方法进行施工, 每一支护循环按 5 m 高度控制为宜, 要边开挖边支护进行施工。

(2) 本工程通风竖井自上而下分 4 段进行开挖, 各段所采用的开挖程序均有一定不同之处, 也具有不同的优缺点: a. 上段采用人工反井法开挖导井, 然后由人工手风钻自上而下扩挖, 此开挖方法主要用于上部无施工通道且开挖高度不大(一般小于 20 m 为宜)的部位; b. 中段(640.92 ~ 582.78 m)采用 LM-120 反井钻机打 140 cm 反导井, 一次扩挖相对二次扩挖超前 5 m 左右, 系统支护跟进的方法进行施工, 此种施工方法优点在于能够保证施工安全, 但爆破石渣容易堵孔, 由于堵孔后处理非常困难对施工影响较大, 故选用此施工方法需慎重; c. 中段(582.78 ~ 457.3 m)采用 LM-120 反井钻机打 140 cm 反导井, 自上而下进行扩大, 再进行全断面扩挖、系统支护跟

进的方法施工, 但第一次扩大开挖时每次爆破后需人工扒渣、处理危石, 需占用一定时间, 同时随着扩挖深度的增加不稳定块石容易掉落, 需特别注意施工安全问题。若采用自下向上反扩进行施工, 则能减少人工扒渣及处理危石的时间, 从而大大加快施工进度。但采用自下向上反扩进行施工对反导井施工精度要求较高, 如果反导井斜度大则扩挖所用吊笼容易卡在岩壁上, 甚至会拉断钢绳, 要解决吊笼卡壁问题就需要在吊笼周角安装滑轮或沿洞壁设简易轨道; d. 下段采用潜孔钻打 $\Phi 156$ mm 孔贯通下部安全通道, 由人工自下而上一次扩挖、自上而下二次扩挖方法施工。由于减少了导井施工, 故施工速度相对较快, 但高度应小于 30 m 为宜, 且要求围岩条件要比较好。

(3) 支护在二次扩挖后跟进施工, 按 5 m 一循环进行系统锚杆和喷混凝土支护, 在各个通道设工作平台, 采用干喷方法进行喷混凝土施工, 是比较合适的。