

# 俄公堡电站调压井导井开挖方案优化

谭虢隆

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610081)

摘要: 俄公堡电站调压井导井开挖方案经过优化, 避免了施工中的不利因素影响, 达到了预期的效果, 获得了良好效益。

关键词: 俄公堡电站; 导井开挖; 方案优化

中图分类号: TV7; TV554; TV52; TV51

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)增2-0081-03

## 1 工程概述

俄公堡水电站位于四川省木里县境内的木里河上, 为低闸引水式电站, 装机容量 132 MW。调压井位于电站厂址内圆包山山顶, 为开敞阻抗式调压井, 矩形断面, 在平面上成“L”型布置。开挖成型后长 52.7 m, 宽 13.4 m, 内径 10.4 ~ 11 m。与调压井相交的引水隧洞底部高程为 2 273.1 m, 调压井井底高程为 2 279.5 m, 顶部高程为 2 345 m(图 1)。调压井井口以上为 70 m 的开挖边坡, 坡比为 1:0.3。

因工程为低价中标, 利润低, 工期紧, 受以上条件限制, 必须对调压井导井开挖方案进行优化和调整。

## 2 导井开挖方案的优化

### 2.1 原导井施工方案

调压井井体开挖出渣是工程的施工重点, 因此, 选择调压井溜渣导井方案是本工程加快施工进度、降低施工成本的难点。

根据其他工程导井施工的成功经验, 在本工程前期准备阶段, 选择 LM-200 反井钻机进行导井施工。导井必须在调压井井口高程 2 345 m 以上 70 m 的高边坡开挖完成、井口平台形成后, 用 LM-200 型反井钻机自上而下进行导孔钻孔(导孔直径为 216 mm)。导孔施工结束后, 用 LM-200 型反井钻机从调压井底部自下而上施工导井, 导井直径为 1 400 mm。最后再由人工垂直自上而下将  $\varphi 1\ 400$  导井扩挖成  $\varphi 4\ 000$  的溜渣井, 作为调压井井身开挖的出渣通道。

### 2.2 原导井施工方案存在的问题

结合工程实际情况, 采用原导井开挖方案存

在以下问题:

(1) 原导井开挖方案规定调压井边坡于 2009 年 4 月 21 日开始开挖, 8 月 5 日完成; 调压井导井于 2009 年 8 月 6 日开始开挖, 井身开挖于 2009 年 10 月 1 日开始。而实际情况是调压井边坡从 2009 年 6 月 10 日才具备开挖条件, 调压井导井在 2009 年 9 月 24 日才能开始开挖, 井身开挖则推迟到 2009 年 11 月 13 日。若采用原施工方案, 必须等待井口以上边坡开挖完成后才能进行导井施工, 同时, 因边坡开挖实际进度的滞后, 占用了调压井井身开挖的直线工期, 从而对整体工期构成了极大的压力;

(2) 勘察设计资料显示: 调压井井身岩体破碎, 大部分为 V 类围岩, 岩石强度极为不均衡。根据同类施工项目取得的经验, 若围岩地质条件差, 采用 LM-200 反井钻机容易偏钻, 一旦偏钻, 重新校正非常困难, 将出现施工中很难解决的技术难题;

(3) 本工程地处四川省木里县俄公堡, 距离成都 955 km, 其中包括木里县至施工现场 146 km 的机耕道, 交通运输条件十分恶劣, 且调压井导井垂直总长度只有 65.5 m, 工程量极小, 若单独从成都租用 LM-200 反井钻机进场, 在成本控制上不经济。

由于以上几个问题的存在, 尤以影响工期为无法克服的困难, 而且业主方明确对原先认可的工期不作调整, 因此, 在考虑进度、工期、技术难度、成本控制等综合因素的前提下, 对原有方案进行优化调整势在必行。

### 2.3 方案优化

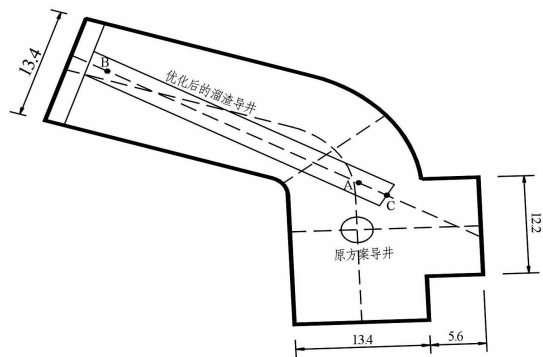
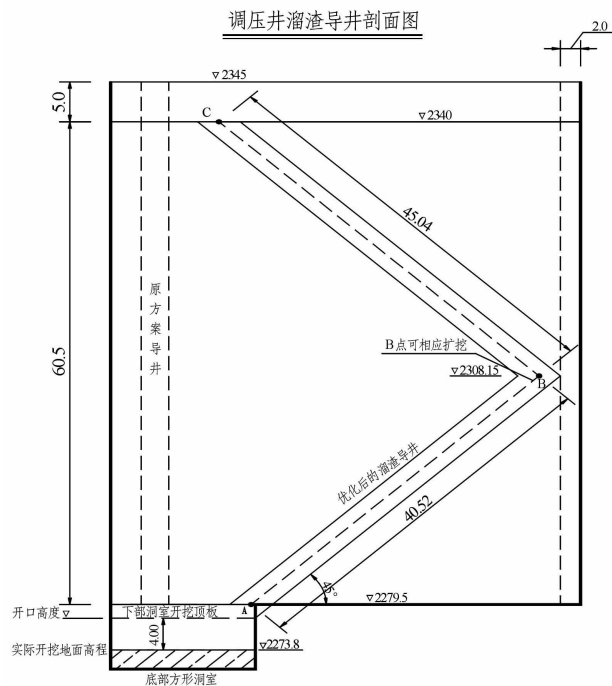
经论证并结合采矿业普遍采用的人工开挖

导井的既有经验,决定对原有方案进行优化,由反井钻机施工正导井修改为采用人工开挖反导井进行施工。

将导井起点选择在调压井下部引水隧洞洞室

的检修闸门槽部位的 A 点,顶部出口选择在调压井井身的 C 点,因调压井为 L 形,在井身中间设置转弯点 B(图 1)。

导井与水平方向的夹角为 45°,全长 85.56



调压井溜渣导井平面布置图

图 1 调压井导井布置对比图

m,开挖断面为直径 3 m 的圆形断面。

导井开挖施工采用光面爆破技术,选用 φ25 乳化炸药,导爆索传爆,开挖循环进尺 1.5 m。

由于导井的开挖角度较陡,人很难直接站立在井壁进行钻爆施工,故每次开挖前在井壁搭设简易操作平台,在井壁底部预埋 φ28 插筋,插筋与操作平台绑扎为一体,工人在操作平台上施钻。

导井因调压井井身形状限制而不能直接到顶,故在高程 2 308.15 m 处设置转弯点 B,为防止溜渣过程中在 B 点堵塞,导井开挖过程中,可将 B 转弯点进行扩挖。

溜渣导井根据实际地质情况增加了随机支护锚杆并随机喷护混凝土,以确保洞内施工安全。

导井开挖过程中,可能伴随有毒有害气体(如氨气。氨气密度小于空气,容易聚集在斜井开挖掌子面,给施工人员带来伤害)。针对该问题,采用从现有引水隧洞通风系统中设置叉管,用 φ100 胶管接至开挖面进行通风。通风胶管顺着导井的顶部安装,B 点转弯处采用钢筋网进行保

护,可以防止溜渣过程中石渣对通风胶管的损坏。

导井在 2 308.15 m 高程设置 B 转弯点。虽然 B 点经过扩挖,但当其遇到 2 块或者 2 块以上、粒径稍大的石渣同时溜下时,仍然有发生渣料堵塞的可能。一旦堵塞,应立即停止再往导井内送渣。派遣工人从导井顶部到达 B 点,工人在系好安全带及防毒面具等安全防护设施后,对卡在 B 点的石渣进行钻孔,然后采用放小炮的形式对堵塞斜井的石渣进行解小处理,从而解决了 B 点发生渣料堵塞的问题。

通过以上方案的优化,解决了施工中存在的问题,达到了预期的效果。

### 3 方案优化后产生的效益

#### 3.1 工期效益

根据原方案,调压井溜渣导井采用反井钻机施工。反井钻机施工须浇筑钻机安装平台(底座为 10 cm 厚混凝土基础,混凝土浇筑及等强 3 d)→钻机就位安装(2 d)→φ216 导孔开挖(每天钻进 5 m,65.5 m 长导孔需用时 13 d)→φ1 400 导

井开挖(每天钻进5 m,65.5 m长导孔需用时13 d)→ $\phi 4\ 000$ 溜渣导井扩挖(人工扩挖,每循环1.5 m,每天2个循环,总扩挖时间需22 d)。

采用原方案,65.5 m长溜渣导井施工总时间将达到53 d,且必须等待调压井边坡施工完毕才能进行,在工期上将占用调压井井身开挖53 d的时间。加上实际因前期边坡开挖的滞后时间50 d(边坡开挖从2009年4月21日推迟至2009年6月10日),调压井井身开挖总进度将滞后103 d。

优化后的导井虽然总长度达到85.56 m,较原方案的65.5 m有所增长,但人工开挖导井可以和调压井边坡开挖同时进行(从2009年6月10日开始施工,导井每循环1.5 m,每天安排3个循环,19 d可完成导井开挖,则在2009年6月30日

可完成导井开挖),在调压井边坡2009年9月24日开挖完成之前,导井开挖已经结束。与原方案比较,优化后的方案省去了反井钻机占用的直线工期53 d。虽然对于因边坡开挖推迟的50 d不能弥补,但井身开挖却可以在边坡开挖完成前的9月24日进行,较原先合同规定的井身开挖开始时间2009年10月1日反而提前了7 d,从而保证了项目的总体进度。

### 3.2 经济效益

根据合同中的施工组织设计,调压井导井采用反井钻机施工,而后由人工扩挖成 $\phi 4\ m$ 的圆形溜渣井。根据2007版四川省水利水电建筑工程预算定额,调压井采用反井钻机施工导井和人工扩挖费用分析情况见表1。

表1 反井钻机开挖导井费用表

导井断面	导井深度/m	导井开挖方量/ $m^3$	开挖单价/ $\text{元}\cdot m^{-1}$	总费用/万元
$\phi 1\ 400$ 圆形断面(反井钻机)	65.5	101	281.4	2.8
$\phi 4\ 000$ 圆形断面(人工扩挖)	65.5	722	129.41	9.3

因俄公堡水电站地处四川省木里县,从成都运输反井钻机进场费用为2万元,退场费用为0.8万元,采用原方案导井施工总费用约为14.9万元。

方案优化后由人工直接从底部开挖反导井,导井断面为 $\phi 3\ m$ ,长度为85.56 m的圆形溜渣井。施工费用分析情况见表2。

表2 人工开挖反导井费用表

导井断面	导井长度/m	导井开挖方量/ $m^3$	开挖单价/ $\text{元}\cdot m^{-1}$	总费用/万元
$\phi 3\ m$ 圆形断面	85.56	605	129.41	7.8

引进专业施工人员6人,进场和退场费用按照1.5万元计算,采用人工施工反导井总费用约为9.3万元。

牌效应。

经过对比得知,采用人工开挖反导井的方案较反井钻机施工导井在费用上将节省5.1万元。

## 4 结语

### 3.3 综合效益

方案的优化使工期得到了保证,经济上节约了成本,取得了多方面的效益,得到了业主和监理的一致好评,为企业赢得了声誉,提高了企业的品

俄公堡水电站调压井溜渣导井施工方案的成功优化,为今后相关单位陆续进入西部不发达、偏远地区进行水电工程建设、对类似的工程施工提供了参考。

作者简介:

谭斌隆(1981-),男,重庆开县人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

## 中国计划将风能及太阳能发电量翻一番

根据中国最新的联合国气候变化承诺报告,中国计划2020年至2030年间每年新增与当前英国国家电网容量相当的清洁能源装机容量,21世纪40年代后中国每年新增非石化装机容量900亿瓦。报告称,到2030年中国计划新增9000亿瓦的风能、核能及太阳能发电量,是目前全球可再生能源装机容量的2倍,中国长期能源规划投资预计为6.6万亿美元。到2050年中国经济增长将与碳排放脱钩,各单位能源消耗较2005年将下降61%。GWC能源分析师表示,尽管中国正积极进行经济结构调整,转变经济增长方式,但这一过程不是一蹴而就的,经济下行压力将是一个巨大的挑战,如果中国的经济增长进入困境,或者无法寻找足够的天然气代替燃煤,中国的碳排放目标可能会受到影响。