

# 竖井施工安全控制方案与监管管控

李 谦

(四川二滩国际工程咨询有限公司, 四川 成都 610072)

**摘 要:**就玉瓦水电站压力管道竖井开挖施工过程中面临的安全风险进行了分析,对主要提升系统进行了设计与计算,确定了安全控制各系统的任务及组成,着重介绍了竖井施工采取的安全控制方法及要点,总结了此类小断面竖井安全施工的方法和特点。

**关键词:**竖井;风险;系统;安全控制;玉瓦水电站

**中图分类号:**TV7;TV554;TV51

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)增1-0058-03

## 1 概 述

玉瓦水电站压力管道竖井垂直埋深为140~200 m,水平埋深为330 m,管道轴线方向为N84°25'40"E,与层面交角为5°~10°。该段以微新岩体为主,岩体为薄层~薄板状,围岩稳定性差,竖井下部围岩以Ⅲ-2类为主,上部围岩以Ⅳ类为主。

主要开挖施工方法为:反井钻机井口平台布置及下弯段开挖完成后安装反井钻机,钻直径250 mm的导孔,反提形成直径140 cm的反导井,以此作为竖井开挖溜渣井,正井法由上而下扩挖支护形成直径460 cm的竖井。

## 2 竖井施工面临的主要安全风险

根据竖井施工工序和特点,危险因素主要有高处坠落、坍塌、物体打击、机械伤害四个类型。笔者针对该压力管道竖井开挖支护工程的施工特点及作业环境进行分析得知其存在的危险源及环境因素有:①竖井井口起吊设施的可靠是压力管道竖井、开挖支护施工安全的关键;②围岩应力集中,岩体破碎,导井开挖成型困难、扩挖稳定问题突出,存在垮塌的隐患;③竖井开挖过程中爆破材料的储存、运输和爆破过程操作不规范易产生爆破伤害;④人员上、下竖井途中或在施工过程中因防护不当存在高处坠落的安全隐患;⑤开挖机械和运输车辆的运行存在机械伤害隐患;⑥垂直起吊设备在运行过程中发生故障可能导致事故的发生。

## 3 各阶段安全控制的内容与重点

(1)竖井上弯段开挖作为竖井施工的开端,

收稿日期:2017-04-25

若锁口措施不严密,一旦发生坍塌会对后续井筒开挖造成极大地安全隐患,因此,采取有力的措施保证竖井锁口安全是有效遏制井口坍塌的关键;必须做好井口的安全防护措施,避免人员跌落。

(2)该工程所处地域存在长时间停电的风险,一旦发生停电而导致井内提升系统、照明系统全部瘫痪,对作业人员人身安全威胁较大,故保证竖井施工不受停电影响是安全控制的重点。

(3)因竖井岩体破碎、扩挖期间爆破参数设计不合理或爆破后未及时进行排险、支护不及时而造成坍塌的隐患较大,必须将爆破作业、支护作业作为控制的重点。

(4)提升系统运行频繁,若操作不当或发生故障将造成重大人身隐患,故保证提升系统安全有效的运行是竖井施工的重中之重。

## 4 安全控制方案中各系统的任务及其组成

### 4.1 提升及控制系统

竖井扩挖施工期间,设备及材料的上下采用布置在井口的提升系统进行运输,该套提升系统门架及吊笼采用型钢加工制作,提升主要由5 t及10 t卷扬机牵引,吊笼外设两个缓降器。卷扬机采用双控系统,即井内和井外双控且以井内控制为主,井外操控为辅。为确保安全,两台卷扬机之间采用同步变频器控制,确保两台卷扬机同步运行。

### 4.2 限位系统

为避免人为操作失误而导致吊笼紧靠支撑钢架而使钢丝绳断裂,在井口部位设置了两道限位器,两道限位器之间的距离按0.5 m控制。两道限位器分别与电源连接,即两道限位器采用并联

电路。

#### 4.3 信号系统

井内的施工人员和地面的操作人员依靠对讲机并事先约定好交流信号,以实现竖井到地面、地面到吊笼相互间的联系。井口对外、井口对井内均建立良好的联络机制。

#### 4.4 照明系统

在井口位置设置投光灯。为了确保安全,井内吊笼上采用 36 V 行灯照明。

#### 4.5 防坠器

在吊笼两侧设防坠器,防坠器直接与门架连接,防坠器型号为 5 t,防坠器钢绳为  $\phi 8.3$ ,防止吊笼因主绳断裂而瞬间掉落。在吊笼内设自制绞线盘,收放防坠器钢绳。

#### 4.6 应急系统

##### 4.6.1 应急电源的配置

为保证突然停电时井内的人员及时安全撤离,在 6#施工支洞洞口位置布置了 1 台 500 kW 柴油发电机作为备用电源。

##### 4.6.2 应急逃生通道

为应对突发事件,设置了爬梯作为应急撤离通道,爬梯采用  $\phi 22$  钢筋、间距 20 cm 制安,爬梯外采用  $\phi 12$  螺纹钢、间排距为 30 cm 制安,安全笼设密目式防护网,安全笼每 30 m 设置 1 个休息平台,平台底部采用型钢及  $\phi 22@20$  cm 钢筋网,焊接在锚入基岩的锚杆上。

#### 4.7 现场指挥系统

每班配置一名值班长,负责生产指挥与协调、安全监管及应对突发事件,每班前组织人员对卷扬机基础、钢丝绳、控制系统、限位系统、支架吊点进行检查,通过对作业人员召开班前会、施工过程中在井口进行协调联络,监管卷扬机的运行。每班设置一名专职操作工负责卷扬机的操作运行及日常维护检查。

### 5 安全控制各提升系统的设计与计算

竖井最关键的是井口起吊设备的设置,压力管道竖井起吊门架采用 I40c 工字钢组装焊接形成(图 1、2)。

压力管道竖井卷扬机为 1 台 5 t 及 1 台 10 t 卷扬机,同步起吊。考虑到压力管道竖井开挖阶段最大起吊的物品主要为支护材料,最大重量不超过 2 t,而该竖井使用的是双卷扬机四绳运转,钢丝绳为  $\phi 19.5(6 \times 37)$ ,最小破坏拉力 1 670 kN,根据《一般用途钢丝绳》(gb/t 20118-2006),该型钢丝绳单根

起吊重量为 3.117 t(1 670 强度级的安全系数是 6 倍时的起吊重量),一台卷扬机控制两根绳,承重为 6.234 t,另外两根钢丝绳共同承重量为 6.234 t,以起到双保险的作用。

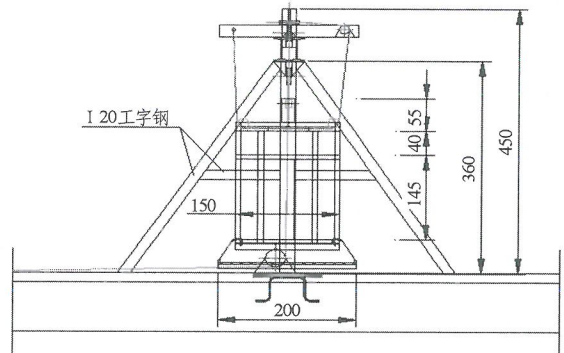


图 1 起吊设备设置图

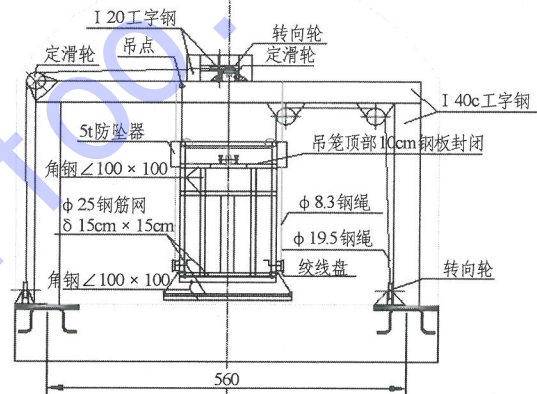


图 2 起吊设备设置图

另外,通过对压力管道竖井提升门架横梁静力计算、竖井提升门架立柱静力计算及对最不利位置强度应力(按《钢结构规范》公式)进行分析 and 计算得知:构件稳定满足要求,强度满足要求,故压力管道提升系统门架安全。

### 6 监理人员实施的管控方法及要点

#### 6.1 控制方法

承包人根据该项目施工特点编制了《玉瓦水电站压力管道竖井开挖支护专项安全技术措施》及《玉瓦水电站压力管道竖井开挖支护施工技术措施》,经监理部组织参建各方召开专题讨论与研究会议,审核方案的可行性并提出了有针对性且利于施工安全的改进意见及要求,督促承包人严格按照批复意见实施,确保了其满足现场施工安全需求。

施工前,组织施工单位相关安全生产管理人员开展竖井危险源辨识,对作业人员进行安全交

底,使作业人员掌握施工方案中的安全技术要领,交底合格率达100%;另外,施工期间严密监控危险源的动向。施工过程中,督促承包人严格按照《水电水利工程斜井竖井施工规范》(DL/T 5407—2009)以及相关安全施工规范进行施工,以保证竖井施工作业的安全。

## 6.2 控制要点

### 6.2.1 安全教育培训到位

督促承包人对竖井施工进场的工人统一进行安全教育,增强其质量、安全意识。实行逐级安全技术交底制。开工前,由技术负责人向竖井施工人员进行交底,只有经过培训交底后达到合格的职工方允许上岗操作。

### 6.2.2 提升系统控制

竖井提升系统作为施工过程中主要且频繁使用的核心设备发挥着重要作用,但其同时又是可能造成安全事故的重大危险源。因此,项目部将提升系统的稳定运行作为控制要点。提升机安装后,由监理部、总承包项目部及承包人安全部门负责人按规范和设计规定进行联合检查验收,确认其合格后方交付使用。在竖井扩挖过程中,提升系统垂直运输的最大深度为87 m。为保证其稳定性,该竖井采用双线钢丝绳提升,同时严格控制提升速度及载重(速度小于30 m/min,载重不超过1 t),并且严禁人、物混载。吊笼运行时,其下方严禁站人。在井架顶部0.5 m以下安装限位器,避免提升过限拉倒井架,并在卷扬机旁设隔离开关,以备卷扬机失控时直接关闭电源。

### 6.2.3 现场施工的安全防护

竖井扩挖时,每个循环断面都特意预留成斜坡,对钻孔、装药、支护尤其是人工放渣等施工造成较大的安全隐患。首先,工人施工时必须佩戴符合规范要求的安全帽、安全绳、安全带且正确使用;其次,放渣时由高向低,相邻的工人相互间要保持一定的距离。另外,为防止人员从导井坠落,在导井上放置安全井盖,利用在大井口设置的卷扬机提升井盖,当工人在工作面上钻孔装药与支护时,将井盖吊至导井口,而在人工放渣时则将其提升至距井口50 cm左右。

### 6.2.4 爆破施工的安全控制

在爆破施工方面,严格按《水电水利工程爆破施工技术规范》的有关规定对爆破进行控制;爆破后处理井壁危石、浮石,并由井壁边缘逐步下降扒渣。对火工材料的临时存放、运输及使用进

行严密监控。爆破作业警戒遵循“谁爆破,谁警戒”的原则,爆破警戒的距离要保证有足够的安安全,爆破警戒人员提前清场,爆破信号明确,做到爆破警戒不留死角,确保爆破安全。

### 6.2.5 其它方面的控制

竖井开挖支护前,按规范要求全面做好洞内风、水、电等各项安设工作。井下作业需保证作业面充分通风,防止缺氧造成作业人员窒息;井内风、水管路连接牢靠;井内用电线路在井壁上架空布设;井内照明满足现场需要并设置应急照明系统。督促承包人严格做到“一机一闸一漏电保护装置”,一切电气设备均设有良好的接地装置。

竖井作业面划分安全区域,充分并正确使用安全标志,布置适当的安全标语和标志牌,各种施工机械均挂设操作规程,杜绝违章指挥、违规作业和违反劳动纪律的现象。

健全并完善应急救援机制,配备相应的救援物资、装备等保障措施,确保出现意外突发事件时能及时开展救援行动。

## 7 安全控制取得的效果

竖井安全生产体系健全。通过建立安全生产管理小组和安全生产管理微信群,明确项目部管理人员及作业班组负责人的各级责任,对现场发现的问题能够及时有效进行沟通并予以解决,解除了“因相互推诿扯皮导致隐患或问题整改率低”的弊端。

该竖井施工注重安全生产管理工作的过程控制。在施工过程中,检查施工单位安全生产制度的落实情况,每周检查一次,发现问题,限期整改,及时消除隐患,以保证人员和设备的安全。整个竖井施工期间,未发生任何伤亡或重伤事故,达到了安全生产五无目标,即:“无死亡事故,无重大伤人事故,无重大机械事故,无坍塌事故,无中毒事故”,安全工作得到了有效控制。

## 8 结语

积极贯彻“安全第一,预防为主,综合治理”的安全生产方针,落实各级安全生产责任制,采取各项安全生产措施,满足竖井施工相关规范要求。通过总结该小断面竖井采用的施工方法和特点,期望促进安全生产管理工作达到新起点和高标准。

### 作者简介:

李 谦(1992-),男,山东德州人,助理工程师,从事水利水电工程安全监理工作。(责任编辑:李燕辉)