

取水竖井开挖施工安全措施探讨

曾军伟

(中国水利水电第九工程局有限公司, 贵州 贵阳 550000)

摘要: 水利水电工程施工中, 取水竖井开挖, 包含断面大、地质复杂、邻近河道、渗水量大、人的不安全行为等因素, 常常造成竖井开挖安全隐患突出, 安全管理难度大。本文主要探讨取水竖井开挖施工中安全事故的预防和管理实践。

关键词: 临河大断面竖井开挖; 爆破开挖; 突水突泥

中图分类号: V554 **文献标志码:** A



1 工程概况

某引黄工程年引水量为2.47亿 m³, 设计流量为20 m³/s。工程引水干线总长度为59.6 km。引水干线部分主要建筑物包括取水口、引水隧洞、调压井、引水压力管道、地下泵站、出水压力管道和出水池等。取水口竖井邻近库区, 底板高程为227 m, 顶高为

281 m, 高差为56.5 m, 竖井的直径为24 m。

2 取水口竖井开挖危险因素

根据取水口竖井所处地理位置、开挖工序及特点, 取水口竖井开挖存在的危险因素主要为高处坠落、坍塌、物体打击、突水突泥、机械伤害、起重伤害, 见表1^[1]。

表1 取水口竖井开挖危险因素一览表

序号	危险因素	伤害原因	危害程度	应对措施
1	高处坠落	①人员从临边井口坠落 ②人员从施工平台坠落 ③人员从脚手架上坠落 ④人员从爬梯上坠落	人员伤亡	①加强人员安全教育 ②做好临边防护 ③加强施工平台、脚手架验收 ④监督落实劳保用品规范使用
2	坍塌	①开挖过程中井壁失稳引起围岩坍塌 ②施工平台堆放材料过于集中或超负载堆放引起施工平台倒塌 ③脚手架拆除未按照要求进行引起脚手架坍塌	人员伤亡、设备损坏	①加强围岩观测 ②加强技术交底, 严格按照方案进行施工 ③加强脚手架施工验收, 严禁材料乱堆乱放 ④加强现场监管
3	物体打击	①交叉作业时工具材料未按照要求进行堆放 ②井口爆破后废渣未及时清理或未清理干净 ③人行通道处工具掉落	人员伤亡、设备损坏	①加强人员安全教育 ②加强现场监管 ③及时清除井口爆破后残留的石渣 ④加强施工材料工具堆放情况的检查验收, 防止掉落
4	突水突泥	根据近几年数据统计, 5月初库区水位下降至EL262高程以下, 9月下旬库区水位上涨至EL262高程, 持续时间约140 d。其余时间段水位均在EL262高程以上, 部分时间段水位超过EL270。取水口竖井邻近黄河, 最低开挖底板高程为EL224.5 m, 最高水头差超过45.5 m, 在爆破作业时, 可能发生突水突泥事故	人员伤亡、设备损坏、竖井被淹	①加强水情水位监测, 做好应急准备 ②遵循“短进尺、强支护、勤测量”原则 ③加强现场监管
5	机械伤害	装载机、挖机、弯钢机、断钢机等施工机械设备在作业过程中对人体产生的伤害	人员伤亡	①加强人员安全教育、增强作业人员自我保护意识 ②特殊作业工作要求人员持证上岗 ③按照操作规程进行作业 ④加强安全警示
6	起重伤害	①圆筒式门机未按照操作规程进行吊装作业, 引起门机倒塌 ②门机在吊装机械设备物资材料及运行时, 对施工现场作业人员产生的伤害	人员伤亡、设备损坏	①严格按照操作规程执行 ②特殊作业工作要求人员持证上岗 ③加强现场监管

3 主要安全管理措施

3.1 安全保证体系

(1) 建立健全安全生产管理体系, 成立安全生产

委员会, 健全安全生产责任制, 坚持党政同责、管生产必须管安全的原则, 从组织上、制度上、管理措施上保障安全生产。

(2) 落实安全管理部门日常安全管理业务工作,行使安全管理和安全监察职能。成立以安全生产委员会为核心,专(兼)职安全员为主体的安全监察体系,时刻监督施工现场安全生产情况,从源头上杜绝安全事故。

(3) 施工作业队伍建立相应的安全管理体系,配合专职安全员对施工过程进行管控。

(4) 逐级签订安全生产责任书,落实安全生产责任制。全面覆盖由项目部到各部门及各作业队伍、由施工作业队伍到各班组、由各班组到作业人员的三级安全生产责任网络体系。

3.2 安全管理措施

(1) 在竖井施工过程中坚持贯彻以“安全第一、预防为主”为主导思想的安全管理方针,以本质安全管理理念为指导思想,紧紧围绕“人、机械、制度、环境”四要素开展安全管理工作。

(2) 严格按照施工需要和上级部门要求投入安全措施经费,确保施工现场安全防护措施到位,作业人员防护用具落实到人。

(3) 不断完善施工方案和安全技术措施,所有方案要经监理审批报备业主后方可施工。

(4) 完善规章制度,针对项目部实际情况编制“项目部安全生产管理制度”,并将“爆破施工安全管理规定”及“竖井施工安全管理规定”张贴在竖井施工现场,在施工全过程中形成监督管理、隐患排查、落实整改有序的氛围。

(5) 完善操作规程,编制各工种操作规定,并张贴在现场。

(6) 强化安全生产风险管控,加强安全风险预控、危险源动态识别和评价,通过安全生产风险分析,确立危险源等级,分析重点监控项目,制定控制计划和检查计划。同时在施工现场设置重要危险源辨识一览表,将施工现场存在的重要危险源进行公布,并落实责任人。

(7) 落实安全技术交底。作业人员进场前进行安全教育,并经考试合格后方可进行施工作业。在施工现场设置安全知识宣讲教育室,定期针对施工作业人员进行安全教育,以视频、图片、宣讲、标语横幅、事故案例等多种形式进行教育,丰富教育培训内容,增强培训效果。

(8) 规范开展班前5 min、班后学习会,利用多种形式的班组活动对作业人员进行安全教育。

4 主要安全技术措施

4.1 爆破作业

竖井开挖爆破作业严格按照《爆破施工安全管理规定》的相关规定执行,民爆物品的运输、临时储存、加工、现场装药、连线、起爆及盲炮处理均是由持有相关证件的人员按照《爆破施工安全管理规定》的相关规定进行操作。

(1) 装药前工作面非爆破作业人员和机械设备撤离至指定安全地点,无法撤离的机械设备采取相应的防护措施。

(2) 装药前,检查周边围岩情况及支护的稳定情况,清理杂物、导电体、易燃易爆物品。

(3) 起爆前,对钻孔工序进行检查验收,检查合格后进行装药。装药由专业爆破员按设计爆破参数实施。装药完成后,由爆破员分区分片检查,连接爆破网络,然后撤退工作面设备、材料至安全位置,由安全员通知各部位施工人员撤离,引爆电雷管进行爆破。

(4) 爆破完毕后,作业人员在竖井口处对竖井内进行通风及洒水除尘,并清理井口周边飞石,待30 min后,爆破员进入爆破现场检查有无盲炮、危石和支护破坏现象。

4.2 支护作业

(1) 施工前,针对井壁工作面的岩石进行安全处理,确保具备安全条件后方可进行施工作业。

(2) 施工作业平台上必须设置响应安全防护措施,设置护栏及安全网,施工作业人员按照要求佩戴安全带。

(3) 定期针对井壁围岩情况进行变形观测,如果发生异常情况及时报告有关部门及人员,并立刻组织人员、机械撤离。

(4) 加强竖井高处作业人员安全教育,高空作业的工作平台必须牢固可靠,并定期进行检查维修,确保工作平台的安全性。高空作业人员必须正确穿反光衣、佩戴安全帽和安全带,方能进入施工现场进行作业。

(5) 施工过程中,尽量避免交叉作业。若无法避免交叉作业,必须派专人指挥、专人巡查。如果发现事故隐患必须立刻停止作业,消除隐患后方可继续施工作业。在相互交叉的作业面之间设置安全防护栏杆、安全警示标识等安全防护措施。

(6) 施工现场实行施工前、施工过程中、施工后,现场安全员及技术员24 h值班蹲点监督、检查,交接班在施工现场进行,交班人员将值班过程中发现的问题及时告知接班人员,确保施工安全^[2]。

4.3 劳动保护

(1) 保障施工通风。采用75 kW风机、直径80 cm的通风带对井下作业现场进行送风,使用4A型四合一气体检测仪定期检测竖井内的氧气和有害气体的含量,一旦发现异常即进行必要的处理。降尘采取喷雾洒水的方式,施工人员佩戴防尘口罩。

(2) 满足施工照明要求。供电线路配置漏电保护器(三级)、24 V低压变压器,采用24 V金属卤化物投光灯和24 V LED(发光二极管)灯相配合进行集中照明,井下作业采用电缆线作为低压照明线路,使用

PVC(聚氯乙烯)管将电缆线进行穿管后固定在井壁上预先设置的绝缘体上。进行爆破作业时将照明线路撤出,爆破完成后恢复照明线路。

(3)提供劳动保护用品。为施工作业人员配置正规厂家生产的合格安全帽、反光衣、安全绳、安全带、安全口罩、水鞋、雨裤、手电筒、胶皮手套等劳动保护用品,并定期更换发放。

4.4 出渣安全

竖井配置MQ600/30T圆筒式高架门机,竖井开挖石渣用PC120挖掘机将料装入吊罐中,门机吊运装车,20t自卸汽车运输至指定弃渣场。

竖井出渣吊罐为长2.5m、宽2m、高2m长方体,装满石渣时最大质量为18.2t,门机额定载重量为30t,满足使用要求。

出渣车辆车头、车身、车尾处均设置反光标识,且每天组织人员对车况进行检查,车况良好的车辆方可进行施工作业。

出渣车辆进出道路设置限速标识及安全警示标识,并在道路两侧设置反光柱,拉设三角警示旗,对施工车辆及过往行人进行警示。

4.5 人员上下竖井安全

竖井开挖施工过程中,在井壁预先设置锚杆,采用 $\phi 32$ 钢筋及 $\phi 48$ 钢管设置人行爬梯。爬梯分上下两道,中间采用钢管隔开,爬梯周边设置防护圈,每隔10m设置一处休息平台。爬梯配置安全绳及自锁器,安全绳一端固定在预先浇筑的混凝土墩上,人员上下佩戴安全带,配合使用自锁器上下爬梯^[3]。

4.6 井口安全防护

(1)EL262m以上浇筑完成后,在井口位置设置1.2m高护栏(采用 $\phi 48$ 钢管制作),护栏底部设置20cm高挡脚板,并敷设安全网,确保人员上下及行走安全。

(2)在井口人行道两侧护栏及竖井爬梯护栏设置安全警示标识,警示提醒过往作业人员。

(3)每轮爆破完成后,安排人员及时清理爆破后飞射在井圈上的石渣,防止石渣掉入井内伤人。

4.7 吊装安全

(1)采用QU70钢轨,轨距为7m,设置门机轨道,轨道下方为混凝土台,混凝土台预埋钢板、螺栓,将轨道固定。轨道两端头设置防撞墩,并设置限位装置。

(2)门机由专业工程师指导安装,并进行荷载试验。所有现场安装完成的提升系统实行安全检查验收制度,经四方验收合格后方可投入使用,并悬挂验收合格标识牌。

(3)在井口位置设置4个防爆型HD1080P的高清摄像头,将摄像头监控视屏牵引至门机操作室,从而消除操作人员的视野盲区,对作业人员的指挥

起到监控作用。门机操作人员可以随时观察井下施工情况,并与信号工使用对讲机进行协调吊装作业。

(4)根据《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》(GB/T 5972—2016)中的规定报废钢丝绳。使用钢丝绳智能探伤仪实时数据报警器每半个月针对钢丝绳进行检测,及时了解钢丝绳情况,达到报废标准后及时更换。

(5)定期针对门机进行安全性能的检查 and 日常维护保养,在日常维修中应注意所有机械的转动和铰接部分。例如:车轮、滑轮、吊具等是否灵活转动、有无卡阻现象,特别要注意机械转动时不应有噪声和振动,转动时有异常声音出现应立即停止并进行检查。日常检查重点检查如下部位:①零件之间连接是否产生裂纹(如螺栓、压板、挡板等);②零部件润滑是否良好;③机械密封部位有无漏油现象;④电机设备工作及散热情况;⑤限位开关、过负荷控制器、安全联锁装置是否灵敏可靠。

(6)吊装机具发现如下情况必须立即更换:①用20倍放大镜检查吊钩,滑轮轴、吊钩栋梁、吊钩板表面有裂纹;②钩的断面磨损超过该断面的10%~20%;③机具外罩与滑轮之间间隙应保持5mm左右,间隙过大钢丝绳极易脱槽;④钢丝绳能否继续使用,应严格按《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》(GB/T 5972—2016)的有关规定执行;⑤滑轮槽磨损不得超过3mm,轮缘厚度不少于80%;⑥联轴器的内外齿套发现有裂缝时,必须立即报废,不得修补。

5 结束语

综上所述,竖井施工是地下工程施工,不确定因素较多。取水口竖井邻近黄河岸边,相比于其他竖井开挖,增加许多不确定性及施工安全风险。因此,不仅要建立健全相应的安全管理体系,制定各种安全风险识别、防范和应急处置机制,而且要加强施工过程中的沟通,及时反馈信息,加强施工的管理和过程控制,密切注意施工现场的变化,出现异常情况及时采取相应措施,以确保施工安全。

参考文献

- [1] 刘凤丽.白石水库电站竖井衬砌混凝土滑模设计与施工技术[J].水利规划与设计,2017(5):138-140.
- [2] 陈雪万,王强.白鹤滩水电站竖井滑模混凝土施工测量控制研究[J].中国水利,2019(18):74-76.
- [3] 吴梅.竖井开挖支护施工安全风险分析及预防措施[J].四川水利,2018(2):28-30.