

西域砾石层压力管道竖井开挖施工关键技术研究

郭 辉

乌鲁木齐兵团水利水电工程技术集团公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 西域砾岩地质的特殊性和复杂性,已成为在该类地质条件下进行科学和安全施工的一大制约因素,而盲目套用其他地区岩石特性的开挖方法,不仅不能有效控制洞室的稳定性,还会给工程施工带来很大的安全隐患。本施工技术基于这类胶结性差、低强度的西域砾岩,结合水利水电行业竖井的施工特点,经科学研究、精心设计并经实际工程验证而最终形成,为我国在该类地质条件下的压力竖井施工做出了典范,尤其在竖井有下弯段需扩挖时,成效显著,具有很高的推广应用价值。

关键词: 西域砾石层;竖井开挖;关键技术

1 概述

新疆某工程电站的高压管道工程管长为1450.38m,设计排引流量为四十八点五 m^3/s ,管中流速为三点八三 m/s ,工程设计最大水头高度342.304m,设计最高水锤压力为四点二MPa。其中,高温再热器井深二二八m,由上弯段、垂直段、下弯段三个部分组成,共施工全长6.6m,总施工断面面积为34.2 m^2 ,洞体主要为地质结构属更新系习的郁砾岩构成,分为两层:上部青灰色、土黄色,泥沙质弱胶结类,厚度为30m-100m,一般渗漏水;下部灰白色,泥石灰质胶结类,厚度大于100m,一般渗漏水。初期的支护方法采用了锚网喷+钢拱架,其锚头采用 $\phi 25 \times 5mm$ 、 $L=4m$ 的自进式锚杆,而钢筋直径网使用 ϕ 钢筋直径,喷射时的砼厚度为100mm、强度等级C25,而钢拱架则采用了十六工字钢结构制作。

习郁砾岩属第四系以来所产生的一类新近水成岩,多为淤泥质、泥石灰质胶结层或零点五胶结,胶结力较弱,所形成的地质结构低,具有容易扰动,对外部条件的改变能力较差,遇水后容易变软、崩解,失水后容易干缩性裂缝,地基承载能力较差的特性。西域砾岩地质的特殊性和复杂性,已成为在该类地质条件下进行科学设计和安全施工的一大制约因素,而盲目套用其他地区岩石特性的开挖方法,不仅不能有效控制洞室的稳定性,还会给工程施工带来很大的安全隐患。

2 工艺原理

在竖井井口结合吊运、灌浆、通风等多种功能建立施工的井架系统。垂直段施工时,先井口锁口然后再进行正常掘砌施工,当岩层松软时,利用小型挖掘机直接开挖,当岩层坚硬时,利用挖掘机免爆破岩开挖,掘砌

段高为4.0m,实行"二掘一衬"循环作业方式;下弯段施工时,先在距下弯段顶部约0.5m处预注灌浆,然后再进行下弯段的扩挖,扩挖采用小型挖掘机,井壁周边采用人工风镐按照外开挖轮廓线修边完成。井筒出渣从设置在井口的竖井开挖系统出渣。

3 施工方法

3.1 地面预注灌浆

锁口开挖前先进行地面预注灌浆。地面预注浆灌浆孔采用环形布置,孔深10-15m、间距1.5m、孔距2.0m,最内侧灌浆圈距井身外轮廓线1.0-1.5m。灌浆孔可采用各种适宜的方法钻进,钻孔一次完成。宜采用袖阀管进行灌浆,孔径 $\phi 91mm$ 。灌浆孔分两序(I、II)进行灌浆,先灌I序后灌II序孔。灌浆顺序为先灌最外侧和最内侧灌浆圈,然后交替向中间收缩。考虑到西域砾岩的特征,因此钻孔和灌浆时,应尽量减少孔内水的注入量,注水试验也应尽快进行,避免注水较多造成孔壁坍塌或砾岩中的细小颗粒遇水后堵塞裂隙,从而影响灌浆质量。地面预注浆按照固结灌浆方法进行施工。

3.2 井筒锁口

为满足井口井架系统的安装工作,在完成地面预注浆后开始进行井筒临时锁口掘砌施工,临时锁口可结合永久锁口进行,锁口深度一般为8-12m,锁口采用C25钢筋混凝土整体浇筑,厚度800mm,锁扣完成后安装临时封口盘,在临时锁口施工期间平行作业安装井架及提升系统。

3.3 井架系统安装

根据现场实际情况,采用分段组对安装的方法,即先组对安装6m以下部分,再组装标高6m以上部分,最后组装天轮平台及天轮房。(如图1所示)

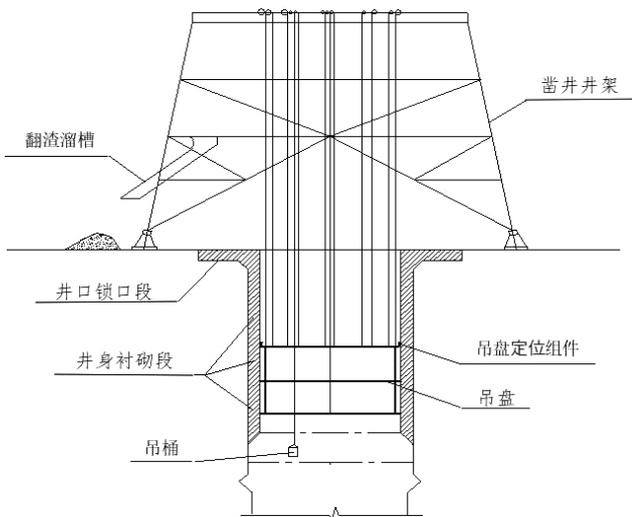


图1 竖井开挖施工系统

3.3.1 井架提升系统安装

(1) 机械设备安装流程

滚动轴承梁安装→安装滚轮（主轴安装）→安装减速机（安装就位、初始、精找平找正）→安装主风机（安装就位、初始及精找平找正）→主风机地脚枪机的一次浇注→安装主风机（精找平找正）→安装盘式刹车（找平找正）→安装液压站→安装配套设备（如轴承机构安装、配套液压和润滑油管）→对滚轮、减速机、主风机、盘形闸等进行二次浇注及基础抹面→安装滚筒

(2) 电气设备安装流程

基础槽钢板加工制造、除锈以及安装→电控箱（高压开关箱、高压换向机构箱、转子柜、低压电源箱、动力制动柜）安装→操作纵台安装→加工制造电阻架、安装电阻→电缆铺设设计与施工→接地电缆铺设→空、高重载试操作。

3.3.2 井筒吊挂系统安装

压风管采用双绳悬吊，专用卡子固定，在压风管卡子上附有供水管及动力照明电缆卡子，安装时，压风管和供水管的接头应错开，每根管路不少于1个卡子。

溜灰管采用双绳悬吊，专用卡子固定，每根管路不少于1个卡子。信号电缆、通讯电缆采用单悬吊，专用卡子固定在吊盘钢丝绳上。

风筒采用下降井壁吊落法，以膨胀螺栓或紧固钢丝绳于下降井壁，风筒吊挂于井壁的钢丝绳受力上。

3.3.3 垂直段井身开挖

利用25t吊车将90型挖掘机下到井底，进行开挖，每2m一个段高，当岩层松软时，利用90型小型挖掘机直接开挖，当岩层坚硬时，利用挖掘机免爆破岩。为不扰动沉降井壁且防止超挖，外开挖周边沉降井壁用人工风镐

按照外开挖的轮廓线修边完成。井内出渣采用90型小型挖掘机装渣，主提升JKZ-2.8型绞车提升，配3m³座钩式吊桶提升至井口集渣平台，然后在地面采用装载机配自卸汽车进行装渣运输。下弯段的出渣从平段直接拉出。

井身掘砌段高6.0m，实行“二掘一衬”循环作业方式。一次衬砌时采用了一种可适于长短段竖井衬砌相结合的模组装置及其施工方法，采用2m段移动模板浇筑，壁厚0.5m。；支护采用锚杆（锚筋桩）+钢筋网+型钢拱架+挂网喷护措施进行支护。支护的方法与传统开挖循环进尺方式相同，但在喷锚支护的开挖时应对支护围岩进行测试，以确定其支护的形式及其支护系数。

3.4 下弯段开挖

3.4.1 灌浆支护

由于竖井垂直段与下弯段开挖直径不同，从而会在下弯段镇墩上形成水平悬空，在开挖过程存在水平面悬空塌方的安全隐患，因此应在镇墩开挖位置上方0.5m处增加灌浆，采用无缝钢管作灌浆管，从而形成水泥钢管柱，以保证在开挖镇墩时水平悬空面不会塌方，避免安全事故发生。

灌浆采用φ130普通钢管预埋套管，在竖井垂直段一衬混凝土浇筑前将φ130普通钢管预埋穿透混凝土，然后采用100B潜孔钻进行造孔（如不成孔则采用跟管钻机跟管钻进），造孔深度以超过镇墩开挖线约2m为宜；采用φ75无缝钢管做为灌浆管，普硅42.5水泥灌浆；利用无缝钢管灌浆后使岩体保持良好的整体性，且无缝钢管灌浆后形成水泥钢管柱，对悬空胶结砂砾石有一定支撑作用，从而保证开挖施工安全。

3.4.2 开挖施工

1.1段开挖及支护

该段开挖支护形式为：锚筋桩+挂网+型钢拱架+喷混的支护措施。每开挖1.5m~1.7m为一个开挖支护循环，每一开挖循环支护的施工工艺流程为：定位放线→开挖→挂钢筋网→钢拱架安装→喷射混凝土→锚筋桩施工。

(1) 定位放线

①将管道轴线测设于竖井顶部封口盘上，然后将竖井中心线采用钢线垂直垂吊于垂直段与下弯段交接平面标记；

②采用全站仪分别将开挖外轮廓线测设于开挖面水平面并将中心线纵横向的十字交叉方标记于竖井井筒一衬混凝土上便于随时复核垂直方向；

③高程控制采用100m钢尺从井口封口盘沿竖井一衬混凝土井壁垂直向下量测并标记于井壁混凝土上，随时控制开挖高程。

(2) I段开挖

开挖采用90型挖掘机进行开挖,开挖料直接装入3m³吊斗,为防止开挖料溢出料斗,装料时吊斗不能装满,装至料斗80%左右即可;然后由内部通讯网通知井上控制室,采用井架其中绞车将料斗提升至地面二平台卸渣平台卸料;为了不扰动井壁且避免超挖,开挖周边井壁采用人工风镐按照外开挖轮廓线修边完成。

(3) 挂网钢筋

当开挖完成1.5~1.7m后,将井壁上松动石块及松动物清理干净,直到岩壁稳定;挂网钢筋在地面钢筋场统一加工,利用井架主绞车垂直运输至镇墩开挖支护工作面。挂网钢筋为φ6、HPB235,间排距按照20cm布置,挂网前按照设计要求,先对岩壁进行预喷至一定厚度,一是保证挂网钢筋保护层,二是封闭岩面,确保岩层卸荷后不出现局部垮塌危及人员安全。

挂网钢筋采用临时的锚索固定安装在岩层,锚索用φ25钢筋直径,高度为一m入岩后零点八m间排距为2m,成梅花形安装。

(4) 钢拱架安装

型钢拱架采用工16型工字钢,间距50cm。

①为确保钢支柱能贴近岩层,钢支柱在加工厂各节按设计规格并根据开挖孔壁的长度进行设计编号,其连接钢管、枪栓螺帽、钢楔等配备齐全;

②岩层较疏松时架设钢支柱时,要对岩层实施随机锚杆和初喷射混凝土保护,以确保钢支柱架设工程时的安全性;

③钢支柱安装在由稳车的配合下通过人工或操作平上并固定,钢支柱分段间通过连接的钢板螺钉衔接并紧固;

④钢所支撑的围岩和缝隙均用钢楔楔紧,并使其完全和周围的岩体密贴;

(5) 喷射混凝土施工

选用符合国家标准普通硅酸盐水泥,强度等级不低于42.5MPa。喷射总厚度10cm(扣除挂网前预喷的3~5cm),喷射混凝土采用分层喷射的方式,喷射作业分段自下而上顺序进行。

① II段开挖及支护

该段开挖支护形式为:锚筋桩+挂网+型钢拱架+喷混的支护措施。该段开挖从下平洞由外向内水平分层开挖,水平进尺按照2m每循环,由上至下分2~3层施工,每一层开挖完成后及时进行拱架支护及挂网喷护。开挖支护水平方向每2~3m一循环,分层开挖支护高度4~5m一循环。

② III段开挖及支护

该段开挖支护与II段开挖及支护相同。

3.5 一衬混凝土浇筑

一衬砼由水泥浇筑在工作面内每掘进四点零m的高度上进行,并采取“二掘一衬”的循环作业方式,待模板脱模并由信号工与井上联系后,再将模具恢复到设计长度并进行重新组立,用高压阀门打到减压部位时,使模具恢复到设计长度并锁死,以便于使模具进行重新找正,并保持稳定牢靠。打开了模具上的脚踏板,模具随即组立完成,在模具的刃脚处用混凝土摊铺好,以防止水泄漏。

井壁浇筑工程时,在吊盘下层盘的喇叭口上安装着灰盒工字钢梁,将灰盒固定并设置在工字钢梁上,在灰盒下安装了二根的铠装型耐磨胶管,并均匀入模;而对于浇灌砼时所采用的溜灰管下材,均采用了分灰器对称、并均匀入模。下材应均匀分布,连续分层施工,层厚为300mm,要随浇筑随捣,振捣分布的层间距一般为400mm,入模混凝土采用侵入式的振动棒,利用合茬窗口进行分层施工。在混凝土浇筑连茬后,边施工边捣实,以保证砼结构丰满,连茬紧密。脱模时混凝土强度达到0.7~1.0Mpa。

4 结论

(1)采用非爆破综合机械化短段掘砌施工工艺,实行“二掘一衬”循环作业方式,有效的简化了西域砾岩层竖井施工工序复杂的问题,在开挖与初期支护工序中实现了流水作业,提高了施工效率,降低了劳动组织定员;

(2)针对西域砾石层的特点,建设了一套可用于西域组砾岩竖井施工的井架系统,解决了竖井开挖中的出渣、灌浆、通风等技术难题。

(3)创新了竖井正井法施工工艺,采用井架系统及“二掘一衬”循环作业大大降低了施工作业过程中安全风险,为安全施工提供了可靠的技术支撑。

参考文献

[1]陈华慧,林秀伦,关康年等.新疆天山地区早更新世沉积及其下限[J].第四纪研究,1994(01):38-47.
 [2]赵一霖.新疆帕米尔东北缘晚上新世一早更新世西域砾岩沉积特征及其构造意义[D].中国地质科学院,2019.
 [3]刘云涛.BZ区块砾石层地层特征及井壁失稳机理分析[D].西南石油大学,2018.
 [4]刘厚彬,王佳璐,王延民等.山前构造砾石层气体钻井井壁稳定评价新方法[J].科学技术与工程,2019,19(33):146-150.