

砂卵砾石层深基坑降排水技术的研究

山 继 红, 李 宗 宗, 赵 文 剑, 郭 红 利

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

摘 要:针对新疆亚曼苏水电站厂房基坑遇到的强透水性砂卵砾石层的降排水问题进行了研究,通过采用防渗墙+降水管井的型式进行了截水和排水,对管井水泵及自动监测记录系统进行了选型与布置,进而达到了在保证施工质量和安全的前提下顺利完成基坑降排水施工的目的。

关键词:深基坑;砂卵砾石;防渗墙;管井;亚曼苏水电站

中图分类号:TV7;TV52;TV551

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)06-0081-03

Study on Drainage Technology of Deep Foundation Pit in Sand Gravel Stratum

SHAN Jihong, LI Zongzong, ZHAO Wenjian, GUO Hongli

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

Abstract: In this paper, the drainage problem of the strong permeable sand gravel stratum encountered in the foundation pit of the power house of Yamansu Hydropower Station in Xinjiang is studied. By adopting the type of impervious wall + dewatering pipe well, the water interception and drainage are carried out, the selection and arrangement of the pipe well pump and the automatic monitoring and recording system are made, so as to achieve the purpose of successfully completing the drainage construction of the foundation pit on the premise of ensuring the construction quality and safety.

Key words: deep foundation pit; sand gravel; impervious wall; pipe well; Yamansu Hydropower Station

1 概 述

亚曼苏水电站位于新疆天山南麓托什干河流域上,厂房布置于第四系上更新统冲洪积(Q_3^{al+pl})砂卵砾石层上,建基面开挖深度达 70 m,地下水位线深度为 35 m,主要补给来源为天山融雪和降雨,水位较为稳定。

第四系上更新统冲洪积(Q_3^{al+pl})砂卵砾石层呈青灰色,结构密实,分选性差,次棱角~次圆形。卵石的一般粒径为 6~15 cm,约占 5%~10%;砾石的一般粒径为 3~5 cm,约占 65%~70%。卵砾石成分以灰岩、砂岩为主,其余为细粉砂。砂卵砾石层广泛分布于工程区场地,结构密实,属于强~中透水性,渗透系数值为 $1.34 \times 10^{-2} \sim 7.35 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。可能发生的渗透破坏形式为管涌,平均临界坡降为 0.48,允许水力比降为 0.24。钻孔 80 m 深度内未见砂层或砂层透镜体出露。

亚曼苏水电站厂房基坑水下开挖深度达 35 m,地下水丰富,基础透水性强,施工期降排水难度大。

亚曼苏水电站深达 70 m 的基坑使得开挖方

量呈几何级数增长,特别是基坑下部 30 m 为临时边坡,在建筑物施工完毕需进行回填处理,如果采用水下开挖,其稳定坡比需达到 1:2 以下,由此导致土方开挖方量增加 1 倍以上。

因此,采用降排水措施、确保开挖在地下水位线以上进行,可以提高地下水位线以下永久边坡坡比至 1:1.75、临时边坡坡比至 1:1,在保证施工质量和安全的前提下降低开挖工程量 50% 以上,经济效益十分显著。

确保开挖在地下水位线以上进行的实现方式是采用井点排水,在渗透系数较大的砂卵砾石层中对于补给丰富稳定的地下水采用截水、排水相结合的方式是一种较好的施工方法,可以减少排水压力,也可以减少因降水深度大而对基坑周边建筑物和边坡造成不均匀沉降的危害^[1]。其中截水采用地下防渗墙在基坑周边形成一圈防渗结构从而增加地下水渗径,排水采用在防渗墙内侧及基坑中部适当的位置布置降水管井,形成降水网络,使管井形成的降水漏斗连成片,从而使地下水位低于建基面,实现干地施工条件。

人工降排水系统建成后,基坑的开挖随着基坑水位的逐步降落而逐层开挖,并将地下水位控制在开挖面以下不低于1 m。

2 抽排水规划

亚曼苏水电站厂房发电机层平台的一周设有厚50 cm、深40 m的混凝土防渗墙、39口降水井和5口观测井,井深44.6 m。防渗墙与降水井形成了一套截排水体系,为厂房发电机层以下的开挖和结构施工截排水提供保障。

亚曼苏水电站厂房的基坑抽排水根据工程特性并结合实际情况,重点分为以下四个阶段进行。

第一阶段:防渗墙及降水井施工。

防渗墙及管井在厂房基坑开挖至地下水位线高程时开始施工。砂砾石层适合采用成槽机抓斗及旋挖相互配合的方式进行,先采用旋挖钻机进行主孔钻进,每单幅槽段布置3个主孔(先两侧、后中间),再用抓斗抓取两孔中间的副孔成槽,对于局部存在胶结的地层抓斗施工较困难,则采用旋挖钻机筒钻和捞砂钻头配合进行,即三钻两抓法钻进。

降水井的钻孔孔径为800 mm,造孔深度为44.6 m,泥浆密度为 $1.05\sim 1.07\text{ g/cm}^3$,顶角偏斜为 $0.5^\circ\sim 0.8^\circ$,孔底淤积均小于孔深的0.5%。采用SD12W旋挖钻机钻孔,使用混凝土井管,井管由井壁管、过滤管、沉淀管组成,其中过滤管外包10~50目滤网,外部填粒径为3~15 mm的豆石滤料,以减少水流带走土体中细颗粒的风险。

降水井采用对称间隔的顺序施工,施工完成后分批投入使用,地下水位下降满足分层开挖要求后即可开始开挖施工,直到建基面。

第二阶段:管井抽水。

管井抽水是在各降水井内下设一台扬程为50 m的深井泵,接DN125PE塑料管抽排至发电机层排水沟内,经排水沟统一汇流至发电机层左侧已布置的大集水坑,再从集水坑抽排至厂房边坡顶部或尾水渠,顺排洪沟排放。

亚曼苏水电站厂房发电机层的一周布置有39口降水井,井深44.6 m,所有降水井中均安放了抽水泵,在形成一道连续的抽水体系后,有效降低了水位,为厂房深基坑干地开挖施工创造了条件。

第三阶段:尾水闸门全部下闸后。

尾水闸墩浇筑至发电机层、闸门全部下闸后,形成了封闭的条件,经复核算厂房结构整体稳定后厂房基坑降水管井停止抽水,水泵及管路逐步拆除,预留1~2台深井泵抽水以备厂房结构施工的临时用水。

3 管井水泵的选型及布置

水泵选型的基本条件是抽水的流量和扬程。深井潜水泵的选型还要考虑其外径应与井管内径匹配、最大出水量与渗流量相匹配;水泵外径小于井管内径并留出不小于5 cm的间隙以便于安装,最大出水量要大于补给量才能实现降水效果,但又不能过大而导致降水漏斗影响半径过小达不到抽水效果^[2]。

抽水试验管井滤管底部的最低高程为1461 m,考虑到极端情况,水泵下至滤管底部,扣除水泵高度、吸水口淹没深度及安全深度,动水位必须控制在1470 m高程以上,按照规划,抽出的水计划排至厂房左侧的乡村防洪沟内,出水口高程为1545 m,则净扬程为75 m;管路损失扬程按DN125钢管及PE管计算,最长为200 m,则管路损失扬程为10 m;动能损失水头 $V^2/2g=0.000\ 026\ 1Q^2=0.5\text{ m}$;弯管水头损失估算为0.5 m,则水泵总扬程应在 $75+10+0.5+0.5=86(\text{m})$ 以上^[3]。

综上所述,经过市场调查比选,亚曼苏水电站厂房基坑最终选用250QJ140-90/6型深井潜水泵,其设计流量为 $140\text{ m}^3/\text{h}$,扬程为90 m,转速为2875 r/min,电机功率为55 kW,机组外径为233 mm,管路尺寸为DN125。

为防止厂房抽出基坑的水流渗入砂砾石、再流入厂房基坑,在抽水管路的出口开挖延伸排水沟,沟内铺设土工膜用于防渗,将该排水沟并入前期形成的排水沟。排水沟长度初步拟定为200 m,排水沟采用梯形断面,开挖深度为1.5 m,坡比为1:0.5,沟底宽度为1 m。

4 抽排水管路、线路的安装与布置

由选定的水泵型号确定抽水管路公称直径为DN125,其中井下抽水管路采用DN125钢管,使用法兰盘连接。井上及边坡考虑防渗漏要求,最终选用DN125的PE管,采用热熔法连接。

深井潜水泵电机功率为55 kW,每台水泵配置一台75 kW的自耦降压启动柜,其安装严格按照

安装说明书由专业电工及水泵工进行,下井前做好相序标记并摇测电机的绝缘电阻,下井过程中电缆按规范固定在出水管上以确保运行安全^[4]。

水泵的下井采用 1 台 25 t 汽车吊下放,逐节连接排水管,总体下井深度与过滤管深度保持一致。

井上的抽水管路选用 PE 管,主要采用 25 t 汽车吊配合人工安装,管路的连接主要采用热熔法。

厂房基坑的抽水是一个系统工程,抽水周期长,管线的布置需要避开厂房结构施工时的干扰进行合理布置。根据降水管井的布置特点和抽水规划,从降水管井井口到发电机层排水沟的所有排水管均暗埋于地下,埋深约 80 cm 并做好线路标记,防止施工时造成管路破坏。

5 自动监测记录系统

为对抽水状况、过程进行记录和研究,亚曼苏水电站厂房抽水系统设计并布置了流量、水位自动监测记录系统。

流量监测采用接入管路的 LDB-125SM2112 型电磁流量计,用法兰与抽水管路连接,选用 DN125、流量范围为 100~160 m³/h 的流量计,采用一体式设计,可显示瞬时流量、累计流量值等并可输出脉冲信号、4~20 mA 电流信号等。

水位监测采用浸入式监测仪,由探头感应水压反算水位变化情况。根据该工程特点,要求水位计最大量程达到 50 m,精度准确到 cm 且需要频繁快速读数,故最终采用 TY-1002N-50 m 型投入式液位计进行水位监测。投入式液位计是一款具备水位检测、数据采集的专用地下水位监测仪器,具有精度高、功耗低、体积小、防潮防水、投入水下随时监测等诸多特点,输出信号为 4~20 mA 电流信号。

监测记录系统采用多通道数据记录仪。根据上述水位计、流量计的选型情况,采用 XRB30 系列 80 通道无纸记录仪,输入信号为 4~20 mA 电流信号,它具有可将水位计及流量计的数据按照设定时间频率进行采集存储、试验完成后导出筛选分析等特点。

流量计选用的是与抽水管路同规格的法兰连接,根据现场实际情况安装在井外抽水管路的适当位置,并用标准二相屏蔽线连接至数据记录仪。

投入式液位计放入水下最低动水位以下即

可,井上采用标准二相屏蔽线连接至数据记录仪。

6 抽水时的注意事项

抽水过程中应做好基坑内的明排水准备工作,若开挖时遇到降雨,则需及时将基坑内的积水引流抽排。

抽水阶段要经常检查泵的工作状态,一旦发现不正常则需及时更换水泵并修复。

保证电源供给,如遇系统临时停电,必须提前半天通知抽排水施工人员以便其及时采取措施,保证降水效果。

在施工过程中必须由专人看守抽水设备,以防碰坏井管、降低降水效果。

降水施工前,对周围建筑物进行排查,对降水可能影响到的重要建筑物进行监测^[5]。

7 结 语

亚曼苏水电站砂卵石深基坑按照先降水、再开挖的思路有效地降低了水下施工在质量及安全方面存在的风险,同时也使大坡比开挖成为可能,从而大大减少了开挖方量,节省了成本。

工程实践证明:亚曼苏水电站采用的防渗墙+降水管井的方案进行截水和排水是正确的,通过长达一年时间的运行证明,该抽水方案完全满足要求,实现了厂房基坑开挖、结构施工、回填的全过程干地施工。

该工程的实践对于类似强渗水、深基坑降排水施工具有参考价值。

参考文献:

- [1] 吴林高.工程降水设计施工与基坑渗流理论[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 杨 臣,等.管井井点降水法综述[J].水利科技与经济,2009,15(3):269-273.
- [3] 姚天强.基坑降水手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4] 毛鸿煜.某工程深基坑降排水施工技术控制[J].山西建筑,2011,37(34):61-62.
- [5] 程永胜.建筑工程深基坑降排水施工技术控制要点分析[J].江西建材,2014,34(20):95-95.

作者简介:

山继红(1973-),男,四川德阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

李宗宗(1984-),男,河南洛阳人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

赵文剑(1989-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

郭红利(1991-),男,甘肃张掖人,助理工程师,二级建造师,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)