

文章编号:1006—2610(2017)02—0063—04

地下连续墙技术在多布水电站软基开挖中的应用

陆世彪,杨 杰

(中国人民武装警察部队水电第八支队,重庆 404120)

摘 要:多布水电站基础为巨厚砂砾石地基,地下水量丰富,对基础开挖及混凝土浇筑有着较大的影响。文章以西藏多布水电站集水井基础开挖工程为背景,介绍了地下连续墙支护加固软土地基深基坑边坡的施工工艺,采取“先围后挖,降排结合”的方式,取得了软土地基深基坑开挖的良好效果,顺利完成电站在地下涌水量大、基坑深度大的软土地基开挖及混凝土浇筑,并对加固效果进行了检测分析和探讨,取得的工程经验可为类似工程施工借鉴。

关键词:软基;地下连续墙;开挖;深厚覆盖层;多布水电站

中图分类号:TV223

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-2610.2017.02.016

Application of Underground Continuous Wall in Soft Foundation Excavation, Duobu Hydropower Station

LU Shibiao, YANG Jie

(Hydropower Engineering Detachment 8, the Chinese Armed Police Force, Chongqing 404120, China)

Abstract: The foundation of Duobu Hydropower Station in Tibet is of the largely thick sandy gravel one. In the foundation, groundwater is abundant, which largely impacts foundation excavation and concrete placement. With case of the sump foundation excavation of Duobu Hydropower Station in Tibet, the construction technology of the underground continuous wall supporting the foundation pit slope of the deep and soft foundation is introduced. The construction method of supporting the foundation area before excavation and of combining de-watering and drainage is applied. The deep foundation pit in soft foundation is excavated successfully. And the concrete placement in the foundation where underground water surge is in a large quantity and the foundation pit is deep is performed smoothly. The support effect is inspected and analyzed. The engineering practice experience provide the similar projects with reference.

Key words: soft foundation; underground continuous wall; excavation; deep and thick overburden; Duobu Hydropower Station

1 工程概况及地质条件

1.1 工程概况

西藏多布水电站工程位于西藏自治区林芝市,主要任务为发电。该电站为目前中国深厚覆盖层上最高的重力式闸坝,最大坝高 49.5 m,正常蓄水位 3 076.00 m,坝顶高程 3 079.00 m,电站装机容量 4×30 MW,单机引用流量 206 m³/s,4 台机共引水 824 m³/s。电站属Ⅲ等中型工程,主要建筑物为 3 级,次要建筑物为 4 级,临时建筑物为 5 级。

本工程在主厂房 4 号机组左下游侧布置检修、渗漏集水井(桩号:厂下 0+02.50 m~厂下 0+27.50 m,厂左 0+72.60 m~厂左 0+92.60 m),为钢筋混凝土结构,坐落在桩基上(基础施工完成灌注桩和旋喷桩)。集水井结构尺寸为 25 m×20 m,建基面开挖高程 3 025.40 m,井深 11.6 m。

由于厂房基坑地下水丰富,且集水井建基面为厂房基坑设计开挖最低点,现场开挖前的降水措施只能保证地下水位降至 3 035.00 m 高程左右(即厂房旋喷桩施工平台),为保证集水井开挖及混凝土浇筑基本处于干地施工,在集水井四周布置了 1 圈混凝土地下连续墙封闭以隔断地下渗水,在左侧布置了 1 排(共 8 口)降水井,共同解决集水井区域地下水控制及基坑边坡稳定问题。

收稿日期:2017-03-07

作者简介:陆世彪(1986-),男,贵州省都匀市人,工程师,从事工程项目管理工作。

1.2 工程地质条件

坝址区地貌表现为“峡谷”地形特征,河流流向为 NE66°,主流偏左岸,河谷呈“U”形,平水期河水位为 3 054.00 ~ 3 056.00 m,水深约 3 ~ 4 m,谷宽 158 ~ 187 m。

主要发育有现代河谷Ⅲ级阶地,峡谷进出口发育漫滩及Ⅰ级堆积阶地。左岸山顶海拔在 4 935.00 m,相对高差 1 880 m;基岩多分布在高程 3 200.00 m 以上,并构成高山斜谷地貌。右岸为一凸向左岸的条形山梁,呈“鼻状”,即临河侧山体相对宽厚,向内侧逐渐缩窄。

坝址区以燕山晚期-喜马拉雅期二长花岗岩(γ_{5-6}^3)和第四系(Q_3)地层为主,左岸上游出露有二叠系上统(P2)。

坝址区河床和左岸阶地均为覆盖层,河床区深厚覆盖层厚度 52.6 ~ 190 m,整体呈左岸厚右岸薄特征,基岩面凹凸不平,左岸台地中部位置出现 2 个较深凹沟,覆盖层厚度超过 350 m,为巨厚覆盖层。

2 设计参数

结合现场实际,设计地下连续墙厚度为 0.6 m 和 1.0 m,墙高 9.0 m,高程 3 021.00 ~ 3 030.30 m,混凝土强度等级为 C25W6(二),墙体距集水井结构边线 0 ~ 1.1 m(上游侧墙体占据集水井结构边线 80 cm)。集水井开挖从高程 3 037.00 m 地下连续墙施工平台开始,开挖深度 11.6 m,开挖方量约 1.2 万 m^3 。

3 施工难点

3.1 地下水渗流控制

由于基坑为砂砾石层和砂层的特殊地层,地下水异常丰富,集水井四周虽然做了地下连续墙防渗,但由于墙体槽段结合部位存在缝隙以及底板未封闭,地下水可能从墙体槽段结合部位、集水井底板渗入以及绕过墙底渗入,开挖对地层的扰动还可能出现地下承压水管涌现象。因此,为保证集水井施工处于干地施工,需要采取抽排水措施。

3.2 作业安全

由于集水井开挖较深,而地层为砂砾石层,加上地下水的影响,地下连续墙墙顶以上开挖形成的高边坡稳定性差。地下连续墙内侧墙顶高程面以下开挖后地下连续墙内侧形成临空面,由于地下水位高,水压力和土压力共同作用在墙体的侧压力很大,墙

体有可能遭强度破坏和整体倾倒,施工安全隐患大,因而需采取在灌注桩位置设置钢支撑对地下连续墙进行加固的措施,避免集水井施工过程中出现人员、设备安全事故。

4 主要工序及施工方法

4.1 总体施工程序

首先进行地下连续墙施工,在地下连续墙外侧四周设置排水沟,地下连续墙上游侧设置水泵坑抽水,尽可能降低地下水位。集水井高程 3 029.30 m 以上采取整体开挖方法,高程 3 029.30 m 以下地下连续墙内侧采取垂直整体开挖方法。经验算,地下连续墙内侧整体下挖形成 4 m 深基坑后,巨大的侧压力作用在地下连续墙上将对墙体产生破坏。为保证后续施工安全,开挖至 3 027.30 m 高程时对四周地下连续墙做钢支撑加固。开挖时靠近地下连续墙内侧四周的灌注桩,多余桩头暂时保留作为钢支撑的支座,待集水井底板混凝土浇筑完成后再破除多余桩头。每个桩头设置 2 个水平支撑,距离地下连续墙较远的桩头根据情况设置斜撑以提高支撑稳定性。开挖示意图如图 1、2、3 所示。

4.2 测量放线

按照设计施工图纸要求对集水井四周地下连续墙和开挖边线放样,边线控制点打入木桩标记,严格按照精确度控制标准要求,做好放样记录和技术交底。

4.3 地下连续墙设置

(1) 泥浆制备及成槽施工

地下连续墙导墙端面采用“ Γ ”形式现浇混凝土,混凝土强度等级为 C25W6(二),厚度为 0.6 m 和 1.0 m,墙高 9.0 m。导墙采用长臂挖机开挖,挖槽泥浆护壁方法成槽,开挖确保慢速均匀连续进

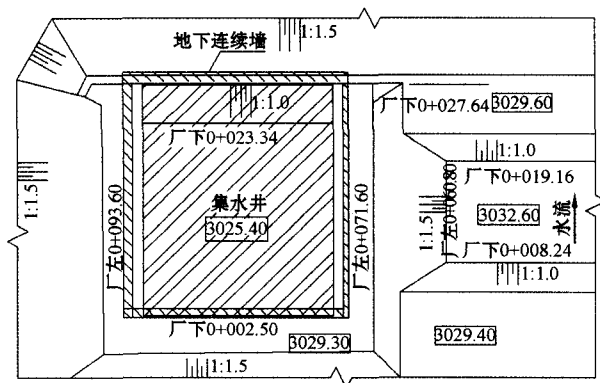


图 1 集水井开挖平面图 单位:m

行,挖槽过程中始终充满泥浆,保证泥浆的高度和稠度。泥浆主要成分采用膨润土、水及化学参剂(CMC、纯碱),施工前需通过实验对泥浆配合比进行配制,对黏度、密度、pH值等指标进行观测,熟化24 h后使用,以保持槽壁稳定。

(2) 钢筋笼制作及吊装

槽段开挖完成后再向沟槽两端放入接头管,下钢筋笼前需对槽底泥浆进行清理,使底部泥浆沉淀物相对密度不大于1.15,厚度不大于10 cm,将事先加工好的钢筋笼插入槽段内设计高度。



图2 左右岸方向剖面图 单位:m

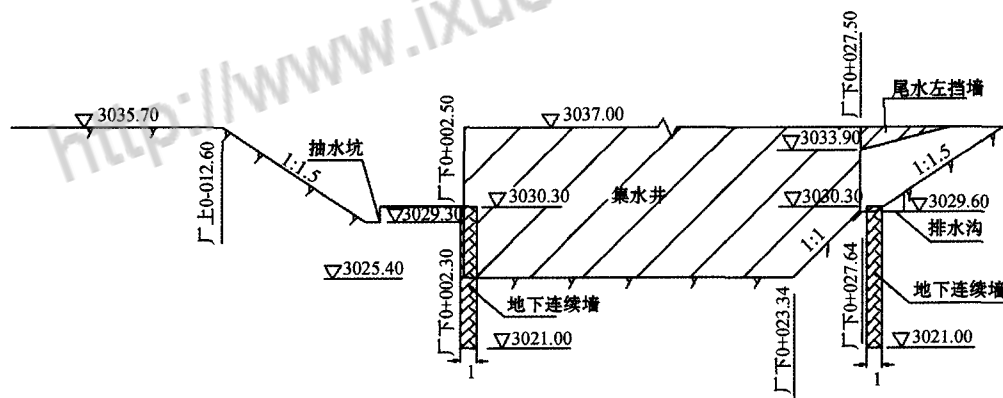


图3 上下游方向剖面图 单位:m

(3) 墙体混凝土浇筑

墙体混凝土采用导管法进行浇筑,浇筑过程中,混凝土导管埋入混凝土内2~4 m,使从导管下口流出的混凝土将表层混凝土向上推动而避免与泥浆直接接触浇筑成型,接头采用圆形接头管连接,满足防渗、承受土水压力要求。

4.4 高程3 029.30 m以上开挖

依据测量标线自上而下分层开挖,分层高度3~5 m,共分2层,每开挖一层,边坡修整一层。使用1.2 m³短臂挖掘机以及0.3 m³长臂挖掘机为主要机械进行开挖。短臂挖掘机挖土,长臂挖掘机装车,自卸车运料至上游渣场。

开挖过程中,基坑内有大量的涌水,通过加大了对集水井四周井点降水的抽水量,尽量降低地下水位,同时在不影响机械作业的地方设置明排点,配置2~3台污水泵进行抽水,基本保证了基础开挖过程处于干地施工。

4.5 地下连续墙外侧排水系统设置

开挖到3 029.30 m高程以后,在地下连续墙外侧四周设置排水沟,上游侧设置相对永久的抽水坑,根据实际涌水量大小配置一定数量的水泵进行相对永久性抽水,直至集水井施工完成,大大减小了水压力对地下连续墙的侧压作用。

4.6 安全监测点设置及变形观测

施工中地下连续墙顶部每个槽段的 $1/3$ 和 $2/3$ 位置各布置了 1 个监测点,进行变形观测,实时掌握地下连续墙内侧开挖形成空面后的变形情况。监测点标志桩采用 $40\text{ cm}\Phi 20$ 钢筋植入墙体,外露 2 cm ,钢筋顶面打磨光滑并加工 1 个“十”字印槽作为点位标志。观测仪器采用莱卡全站仪,安排专门的人员进行观测,每天至少观测 1 次,发现异常及时报告,确保了基坑开挖过程中的安全稳定。

4.7 高程 $3\ 029.30\sim 3\ 027.30\text{ m}$ 开挖

采用了整体往下开挖方法,基坑开挖时靠近地下连续墙内侧四周的灌注桩,多余桩头暂时保留作为钢支撑的支座,待底板混凝土浇筑完成后再破除多余桩头。使用 1.2 m^3 短臂挖掘机以及 0.3 m^3 长臂挖掘机为主要机械进行开挖。短臂挖掘机挖土,长臂挖掘机装车。通过在开挖过程中在不影响机械作业的地方设置明排点,配置 $2\sim 3$ 台污水泵进行抽水,基本保证了基础开挖过程均处于干地施工。

4.8 地下连续墙钢支撑设置

利用靠近地下连续墙内侧四周的灌注桩作为钢支撑的支座,四周每根灌注桩位置设置钢支撑,对地下连续墙进行加固。工字钢加固支撑如图 4 所示。

4.9 高程 $3\ 027.30\sim 3\ 025.40\text{ m}$ 开挖

该区域处于集水井最深部位,涌水量巨大,采用整体开挖方式完成该高程开挖。使用 1.2 m^3 短臂挖掘机以及 0.3 m^3 长臂挖掘机为主要机械进行开挖。短臂挖掘机完成大面层土层开挖,长臂挖掘机完成边角处开挖及渣料装车,自卸车运料至上游渣场。大面开挖至建基面高程时,进行灌注桩桩头破除,破桩完成后进行剩余边角部位开挖,至满足设计要求。基坑开挖过程中设置临时抽水坑,根据水量配置 4 台水泵进行抽水。临时抽水坑在集水井左下角底板结构线外的位置,待开挖至设计高程时,底板

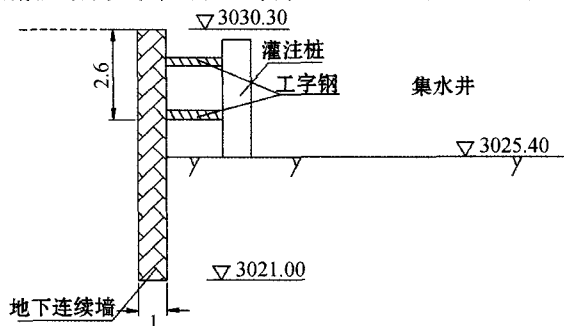


图 4 地下连续墙工字钢支撑示意图 单位:m

混凝土浇筑完成后,对临时抽水坑用 C15 混凝土进行回填。

5 注意事项

基坑开挖过程中,要密切注意施工过程中的质量安全问题,保证施工顺利进行。主要采取的工程措施如下:

(1) 针对开挖过程中对地层扰动可能出现地下承压水管涌的现象,预备一定数量的麻袋混凝土和卵石,采用铺填卵石和麻袋混凝土的方式进行处理;

(2) 针对开挖后地下连续墙单侧揭露可能出现变形过大的问题,预备一定数量的工字钢,加强变形观测,随时掌握墙体变形情况,出现变形过快或者变形接近临界值时,停止基坑施工作业,人员设备撤出安全地带,同时采用工字钢加强对墙体的斜撑,加强支护,继续监测变形情况,待变形稳定后再进行施工;

(3) 针对雨季可能出现的暴雨情况,预备足够数量的水泵并安装到位,一旦出现暴雨,立即开启备用水泵进行基坑强抽水;

(4) 混凝土龄期到达之前不得进行基础开挖;

(5) 对于地下连续墙与集水井之间的缝隙,要按照水下混凝土浇筑的方式进行处理,以保证集水井周围各建筑物基础的稳定。

6 结 语

多布水电站基础地质条件复杂,丰富的地下水以及砂砾石基础层给基坑开挖带来了较大的困难。在集水井基础开挖前,本工程建筑物基础结构开挖基本在无水条件下采取机械加人工的方式进行,仍然易出现边坡扰动、基础不稳等情况。施工单位进行了试挖,因地下水丰富加之砂层易流动而导致基础不稳,使开挖难以进行,为保证工期目标,施工单位不得不先进行厂房机组基础施工,并选择地下连续墙支护进行集水井基础开挖。

根据现场实际情况来看,加大地下连续墙厚度,使用钢筋混凝土地下连续墙能达到更好的边坡支护稳定效果。开挖过程中地下连续墙在工字钢的支撑下,变形幅度较小,工效高。在考虑施工成本的同时真正达到了安全稳定的目的。利用地下连续墙的防渗作用,在井点降水及明排降水的配合下,开挖基础涌水影响较小,较好解决了涌水对开挖的影响,

(下转第 84 页)

坝基稳定,坝坡的稳定安全系数满足规范要求。

(8) 在设计和校核地震下,大坝的设计总体满足抗震安全性要求。

综上所述,坝体下游设置反压平台附加振冲碎石桩方案,在静动力条件下的应力变形性状较好,防渗墙和防渗土工膜的应力与应变满足要求,设计地震工况下坝基砂层不会发生液化,坝体、坝基稳定。该方案设计合理,技术上可行。

地震引起的砂土液化是地震活跃地区影响堤坝安全的一个主要问题,中国西部地区水能蕴藏丰富却位于强震区,水能开发面临着深厚覆盖层和地震的双重考验,地震过程中坝体安全至关重要。本文采用了三维有限元方法对多布水电站进行了静、动力分析,对坝体安全进行了相应的评价,就目前数值计算水平而言,数值模型结果基本能够反映施工实际应力变形规律,为多布水电站砂砾石坝设计提供了依据,所获研究成果以及采用的研究方法对类似工程问题的研究具有较好的参考和借鉴意义。

参考文献:

- [1] 高尔希金,编,曹相云,等译.土工问题第1集:砂液化的实验研究[M].北京:地质出版社,1955.
- [2] 汪闻韶.饱和砂土振动孔隙水压力的产生、扩散和消散[C]//

(上接第66页)

取得了良好的效果。同时,整个施工过程对集水井周边建筑如4号机组基础混凝土浇筑影响较小,在集水井基础开挖前基本上能完成4号机组基础开挖,为工程建设争取了工期。

地下连续墙基础支护在多布水电站深厚覆盖层基础上的应用,极大地提高了工程的施工效率。地下连续墙的挡土及防渗作用,结合明排降水及井点降水极大地降低了开挖时基坑的水位,保证集水井基础开挖的质量安全,取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 水利水电工程施工组织设计手册[M].中国水利水电出版社,1990.
- [2] 高谦.现代岩土施工技术[J].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [3] 地基处理手册编写委员会.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.

中国土木工程学会第一届土力学及基础工程学术讨论会论文选集,1964.

- [3] 中国水利水电科学研究院.水工建筑物抗震设计规范:DL5073-2000[S].北京:中国电力出版社,2001.
- [4] 严祖文,杨建民.坝基地震液化特性及动力稳定性分析[J].世界地震工程,2008,24(03):140-145.
- [5] 严祖文,李敬梅.水库大坝地基地震液化特性及动力有限元分析[J].水力发电学报,2006,25(06):45-49.
- [6] 夏志凡,叶冠林,王建华,叶斌,张锋.不同库区水位下坝基地震液化的有效应力分析[J].上海交通大学学报,2009,43(02):173-177.
- [7] 周斌,李蕾,李先梅.胜利油田孤东海堤地震液化及稳定性评价[J].华南地震,2004,24(09):25-31.
- [8] 高大水,叶俊荣.花凉亭水库砂壳坝的抗震性能分析与加固研究[J].岩土工程学报,2008,30(12):1921-1924.
- [9] 王玲玲,何蕴龙,费文平.水牛家心墙堆石坝地震永久变形及液化分析[J].岩土力学,2004,25(01):165-168.
- [10] 王宇,谢罗峰,段祥宝.干桥水库大坝地震液化判别和动力分析[J].中国农村水利水电,2013(08):133-141.
- [11] 李广信.高等土力学[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [12] 雷晓燕, G Swoboda, 杜庆华.接触摩擦单元的理论及其应用[J].岩土工程学报,1994(03):23-32.
- [13] 顾淦臣,沈长松,岑威钧.土石坝地震工程学[M].北京:中国水利水电出版社,2009.
- [14] 沈珠江,徐刚.堆石料的动力变形特性[J].水利水运科学研究所,1996(02):143-150.

- [4] 乐学兰.大型深基坑分层降水与开挖工艺的应用[J].建筑施工,2007(07):494-495.
- [5] 郑刚.深基坑工程设计理论与工程应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [6] 林仕德.地下连续墙施工技术在水利工程中的应用[J].建筑技术与设计,2014(25):519.
- [7] 王乐.水利工程地下连续墙支护结构的施工技术[J].科技创新导报,2011(09):95-95.
- [8] 于秀军.水利工程地下连续墙的施工技术浅析[J].陕西水利,2011(03):99-100.
- [9] 高春学.地下连续墙施工技术应用探讨[J].中国住宅设施,2010(01):46-47.
- [10] 谢树成.地下连续墙再深基坑支护工程中的应用[J].广东建材,2009(07):102-104.
- [11] 黄新华.地下连续墙施工技术应用研究[J].河南科技,2010(7下):23-23.
- [12] 李浩浩,党永平.西藏多布水电站厂房坝段施工井点降水技术[J].四川水利,2013(04):46-50.
- [13] 邹玉生,陈福明.井点降水在地铁深基坑施工中的应用[J].施工技术,2009(S1):91-94.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
