

浅谈水库工程中CCFA全套管长螺旋钻成孔技术的应用

郭洪伟

中国电建市政建设集团有限公司

摘要: 随着经济社会不断发展, 人们对美好生活的向往更加强烈, 世界各国均在不同程度地加强基础设施建设, 但在工程建设中难免会遇到地质条件较差的情况, 水库工程中更甚。因此, 工程建设中通常会采用防渗墙、桩基础等施工技术来改善地质状况。本文以波兰莎莱尤夫水库建设项目为例, 对全套管长螺旋钻成孔技术进行介绍和应用, 并探讨其技术特点和应用前景, 以期今后的工程建设提供参考和帮助。

关键词: 水库工程; CCFA全套管长螺旋钻; 成孔技术; 应用前景

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.075

一、技术简介

(一) 背景介绍

全套管长螺旋钻成孔技术, 简称CCFA成孔技术(英语: Cased Continuous Flight Auger), 在20世纪70年代由德国宝峨(BAUER)公司开发, 也称为VDW成孔技术(德语: Vor Der Wand), 该技术完美地结合了经典的CFA成孔技术(英语: Continuous Flight Auger)和套管的优点。最初, 该技术仅用于桩径较小的工程项目, 随着更大、更强的钻机开发, 使得双回转系统能够安装直径达1,200mm的套管和长螺旋钻, 如今, CCFA全套管长螺旋钻成孔技术在工程项目基础处理中得到广泛应用。

(二) 主要设施

打桩机配有双回转驱动系统, 可沿套管钻进长螺旋钻, 并在压力下输送混合物。打桩机应配备目视检查和记录钻孔参数(钻孔功率[kN])、钻孔速度[m/min]、拔起速度[m/min]、套管和钻头沉入压力[bar], 泵送混合物的总量[m³], 最大钻孔深度[m]、桩直径[mm]和定义操作时间[min]的数据、来自机器桅杆的垂直度测量数据。桅杆将配备至少2个传感器, 在钻孔过程中测量桅杆的垂直度。套管的外部尺寸能够制作具有设计文件中规定的公称直径和长度特征的桩。



图1 打桩设备

辅助设备: 混合料输送泵、挖掘机、装载机、空压机、发电机、照明桅杆。

(三) 技术原理

运用CCFA全套管长螺旋钻成孔技术的钻机配有双回转驱动系统, 两个驱动单元垂直排列, 上部驱动单元转动长螺旋钻, 下部驱动单元转动套管, 驱动系统使得两个驱动单元能够相对于彼此进行有限的垂直运动, 约300mm, 钻头和套管的位置取决于地质条件。当长螺旋钻沿着顺时针钻进时, 同时驱动套管沿逆时针方向旋转, 保证钻孔过程的稳定性, 弃土沿着长螺旋钻杆向上运输, 随后通过套管上端的开口排出。当达到所需的钻进深度时, 钻头随套管一起提升, 同时将混合料通过长螺旋钻杆芯孔泵送至孔底。当桩孔被混合物完全填满并且带有套管的长螺旋钻被移除时, 如有承载力要求时, 可根据结构设计将相应的钢筋笼或型钢吊装沉入现浇的混合物中。

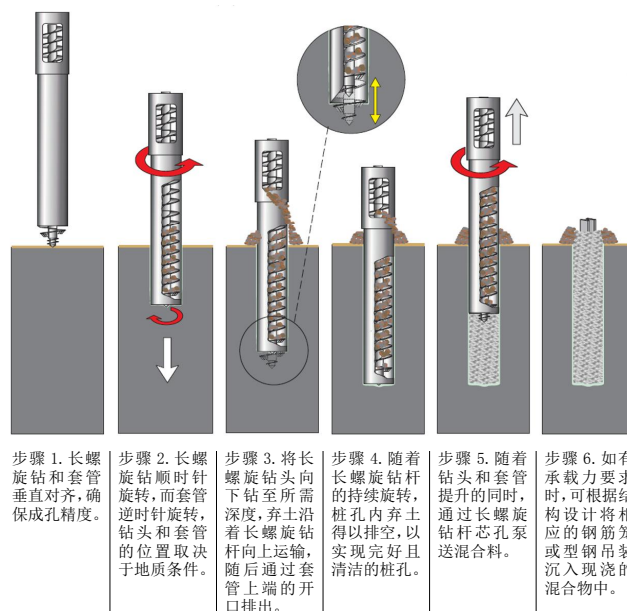


图2 技术原理图

(四) 适用条件

运用CCFA全套管长螺旋钻成孔技术需满足以下地质条件: ①没有巨石; ②黏性土壤, 非纯松散岩石土壤; ③岩石强度UCS不高于20MPa。

二、工程概况

波兰奥得河-维斯瓦河洪水管理框架项目, 其主要目的是提高波兰广大地区的防洪安全水平。在该项目中, 克沃兹科山谷规划建设四座防洪水库, 分别为: Bobosów、Roztoki Bystrzyckie、Krosnowice和Szalejów Górny, 其中Krosnowice和Szalejów Górny防洪水库项目由中国电建承建。

Szalejów Górny防洪水库项目（以下简称“波兰莎莱尤夫水库建设项目”）位于波兰西南部的Bystrzyca Dusznicka河畔，为干式防洪水库，平时不蓄水，主坝坝顶轴线长774.1m，最大坝高21m，设计最大库容为1,067万立方米，最高水位时的淹没面积为118.7公顷。

根据地勘文件显示，主坝正下方存在粉质和砂质黏土以及具有不同稠度和密度指数的砂和砾石的第四纪地层。在第四纪地层之下，有一个由泥灰岩构成的岩体，其特征是强度和变形参数的变化非常大。波兰莎莱尤夫水库建设项目采用水泥膨润土防渗墙和钢筋混凝土灌注桩的施工技术分别来提高主坝坝基的抗渗透能力和泄洪道结构物基础承载力，从而保证主坝整体结构的稳定性和降低溃坝风险，在施工过程中均应用了CCFA全套管长螺旋钻成孔技术。

水泥膨润土防渗墙工程与主坝轴线平行且向迎水面方向前移2.5m，防渗墙的结构设计为咬合桩墙的形式，由直径880mm的单桩每隔650mm组成，单桩桩长根据地质条件分为12.5m或15m两种长度类型，共1,426根，累计21,470延米。

钢筋混凝土灌注桩工程主要为提高泄洪道（通水主廊道含水闸）结构物的地基承载力，除消力池和挡土墙外，泄洪道结构均建立在采用CCFA全套管长螺旋钻成孔技术制成的桩径880mm的钢筋混凝土灌注桩群桩基础上，设计的单桩桩长根据荷载情况分为8m、11m和12m三种长度类型，共132根，累计1,853延米。

下文主要通过波兰莎莱尤夫水库建设项目水泥膨润土防渗墙工程的实施来具体介绍CCFA全套管长螺旋钻成孔技术的施工方法和技术措施。

三、施工方法和技术措施

（一）准备工作

详细的质量保证计划（专项施工方案）和材料报验需经项目部技术负责人和监理工程师批准，必要时需经过相关领域技术专家会审，并进行相应的技术交底和安全交底。

材料、设备动员。打桩机、拌合站及其他辅助设备和材料运输至现场，根据技术规范要求安排专业技术人员组装打桩机和水泥膨润土拌合站。用于防渗墙材料的装载、搬运、卸载和储存应以维持其技术参数的方式进行。

人员配置。防渗墙工程技术经理1名，现场施工经理1名，作业队长1名，打桩机操作手1名，拌合站操作手1名，挖掘机操作手1名，打桩机操作手助手1名，监理工程师1-2名。

（二）测量放线

根据设计图纸和质量保证计划准备测量资料，包括但不限于平台、导墙的轴线、边线和高程等，并在后续的施工作业中提供测量服务和技术支持。

（三）施工平台填筑

在防渗墙工程开始之前，需要对场地进行整平，并根据打桩机的操作条件进行施工平台的填筑。施工平台必须保证打桩机的承载能力和稳定性，并且能够在所有天气条件下运行。如果在施工平台填筑过程中出现非承

重土（含水率过高），则应将其清除并使用集配碎石和块石进行换填，施工平台施工应按50cm分层进行，压实至压实系数 $I_o < 3.0$ 。

由于打桩机重量大约为100-120t，因此工作平台上层所需承载能力应为 $E_{v2} > 50\text{MPa}$ 且 $I_o = E_{v2}/E_{v1} < 3.0$ 。施工平台的承载能力应在打桩路线上距离防渗墙轴线2m处每隔50m放置VSS板进行测试。

（四）混凝土导墙浇筑

根据设计图纸和质量保证计划在施工平台上对导墙进行精确放线，钢模板内部先用预先定制的直径为880mm的聚苯乙烯泡沫片填充，然后对模板进行微调和紧固，随后浇筑C16/20混凝土。由于技术原因和钻孔精度要求，导墙高度至少为50cm，同时也是为了保护桩头在拆除引导墙期间免遭损坏，从而保证防渗墙的上部没有质量缺陷。施工平台和导墙布置如下图所示：

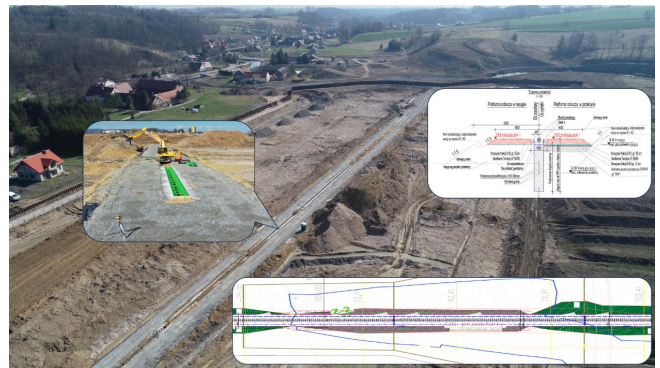


图3 导墙及平台布置图

（五）防渗墙施工

水泥膨润土防渗墙施工采用CCFA全套管长螺旋钻成孔技术，在施工期间，应记录与钻孔有关的所有必要数据，并在打桩记录中注明。其主要施工流程如下图所示：

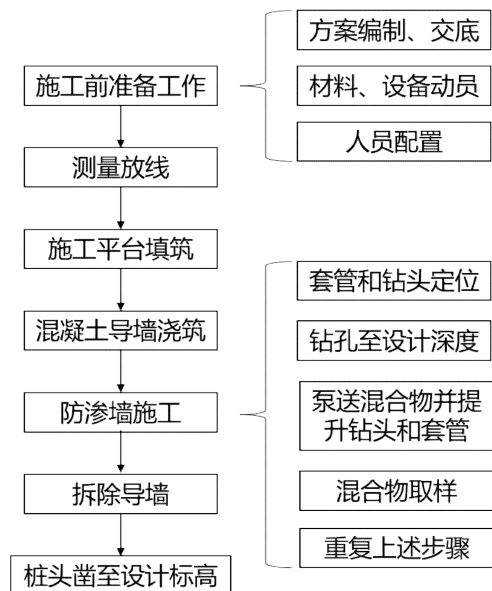


图4 工艺流程图

