

混合配筋预应力管桩在水工建筑物 深基坑支护中的应用

贾 涛

(沧州水利勘测设计院, 河北 沧州 061000)

【摘要】 混合配筋预应力管桩(PCR)除保留传统预应力混凝土管桩的力学性能外,还提高了传统管桩的水平抗剪性能,可在水工建筑物深基坑支护中推广应用。该管桩采用锤击式施工与预应力锚索组成支护体系,支护效果良好,缩短了施工工期,节省了施工费用。可在同类工程中推广应用。

【关键词】 混合配筋预应力管桩;深基坑支护;泵站;推广应用

中图分类号: TV332

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)03-0011-05

Application of pre-stressed reinforcement concrete pipe pile in the deep foundation pit support of hydraulic structures

JIA Tao

(Cangzhou Water Conservancy Survey and Design Institute, Cangzhou 061000, China)

Abstract: Pre-stressed reinforcement concrete pipe pile (PCR) reserves the mechanical performance of traditional pre-stressed concrete pipe piles on the one hand, it also improves the horizontal shear-resistant performance of traditional pipe piles on the other hand. PCR can be promoted and applied in deep foundation pit support of hydraulic structures. The pipe piles adopt hammer-based construction and pre-stressed anchor cable to form a support system. Supporting effect is good, the construction period is shortened, and the construction cost is saved. The method can be applied in the similar projects.

Key words: pre-stressed reinforcement concrete pipe pile; deep foundation pit support; pumping station; popularization and application

1 前 言

近来随着城市建设的迅速发展,土地资源日益紧缺,传统水工建筑物深基坑多采用大开挖放坡的方式,其优点是施工工艺简单、安全性较高,缺点是开挖面较大、工程占地较多、对周边建筑物及埋管线容易造成影响。为确保基坑周围的安全、保障施工进度、减少占地,选择技术可行、造价合理的支护方案成为重要的前

提。混合配筋预应力管桩(PCR)基坑支护技术作为一种多用于工业及民用建筑基坑支护的型式,具有环保降噪、结构可靠、经济合理、施工安全、施工速度快的特点,同时,较传统预应力管桩,该型管桩除保留传统预应力管桩的性能外,在桩体内加入了一定数量的非预应力钢筋,提高了传统管桩的水平抗剪性能,有效提高了基坑支护结构整体稳定性。

2 工程概况

大浪淀枢纽泵站位于河北省沧州市大浪淀水库以南淀南排干渠首,该泵站是李家岸位山(潘庄)引黄连通工程中的重要节点性工程。该泵站设计引水流量 $12\text{m}^3/\text{s}$,主要建筑物包括站前清污闸、前池、泵房、出水池、泵站管理用房等,顺水流方向全长 87m ,站址处地下水埋深 $2.15\sim 4.55\text{m}$ 。基坑深度分别为清污闸 7.20m 、泵室 9.10m 、出水池 9.40m 。由于站址处东北侧 100m 紧邻水库大堤,南侧河岸 5m 处为国道,为保证大堤安全及

交通要求,该泵站基坑无法采用传统的放坡开挖方式,在综合考虑工程造价及工期要求的前提下,采用混合配筋预应力管桩(PRC)作为支护结构主体。

3 工程地质条件

勘探深度范围内揭露地层均为第四系松散沉积物,按其成因类型、岩性特征、分布埋藏条件和物理力学性质划分为11个主要工程地质层,地基主要特性指标见表1。

表1 地基土层物理力学指标建议值

层号	岩性	物性指标				抗剪(固结快剪)	
		重度 γ	干重度 γ_d	孔隙比 e_0	渗透系数 $K/(\text{cm}/\text{s})$	黏聚力 C_{cq}/kPa	内摩擦角 $\varphi_{cq}/(^{\circ})$
		/(kN/m^3)					
1	砂壤土	18.6	14.9	0.769	8.0×10^{-5}	6	24.9
2	壤土	18.3	13.6	0.972	4.0×10^{-6}	30	10.6
3	砂壤土	19.5	15.6	0.69	8.6×10^{-5}	7	26
4	壤土	18.5	14.1	0.902	6.5×10^{-6}	29	10.1
5	砂壤土	19.2	15.4	0.712	2.0×10^{-4}	7	25
6	壤土	18.2	13.4	0.997	5.0×10^{-6}	25	8.2
7	砂壤土	19.9	16.4	0.613	5.0×10^{-5}	6	25.3
8	壤土	19.4	15.2	0.762	4.3×10^{-6}	34	12.4
9	砂壤土	19.6	15.8	0.667	7.3×10^{-5}	7	24.9
10	壤土	19.4	15.3	0.756	4.5×10^{-6}	34	12.7
11	砂壤土	19.1	15.3	0.723	2.0×10^{-4}	5	25.9

4 支护方案

4.1 支护总体布置

根据实际地形及周边建筑物位置,泵站整体基坑支护布置型式分别如下:基坑南侧、西侧主泵房、安装间、出水池部位紧邻道路,场地受限,采用垂直开挖,桩锚支护;安装间南北两侧有约 7m 放坡空间,采用复合土钉墙支护,设置前排桩和两道预应力锚杆,坑内留土台反压处理;基坑北侧出水池及基坑南侧清污闸基坑场地较为宽裕,采用放坡开挖与支护防滑桩相结合的支护方式;北侧出水池两侧紧邻U形槽,场地受限,采用垂直开挖,桩锚支护;北侧主泵房、安装间、出水池部

位场地较为宽裕,采用放坡开挖。场地地下水位埋深高于基底面,拟采用帷幕止水;东侧淀南排干水深 1.5m 左右,施工前应做临时围堰,防止明水涌入基坑内部。基坑支护共分为8个拐点(即拐点A~拐点H),共分为7段(见图1)。

4.2 支护结构选型

计算根据围护结构时采用等刚度代换的原则,将PRC桩替换为相应直径的C30钻孔灌注桩参与计算,得到弯矩设计值及剪力设计值后进行桩选型设计。PRC预制桩结构型式见图2,该工程所采用的预制管桩类型及力学性能见表2。

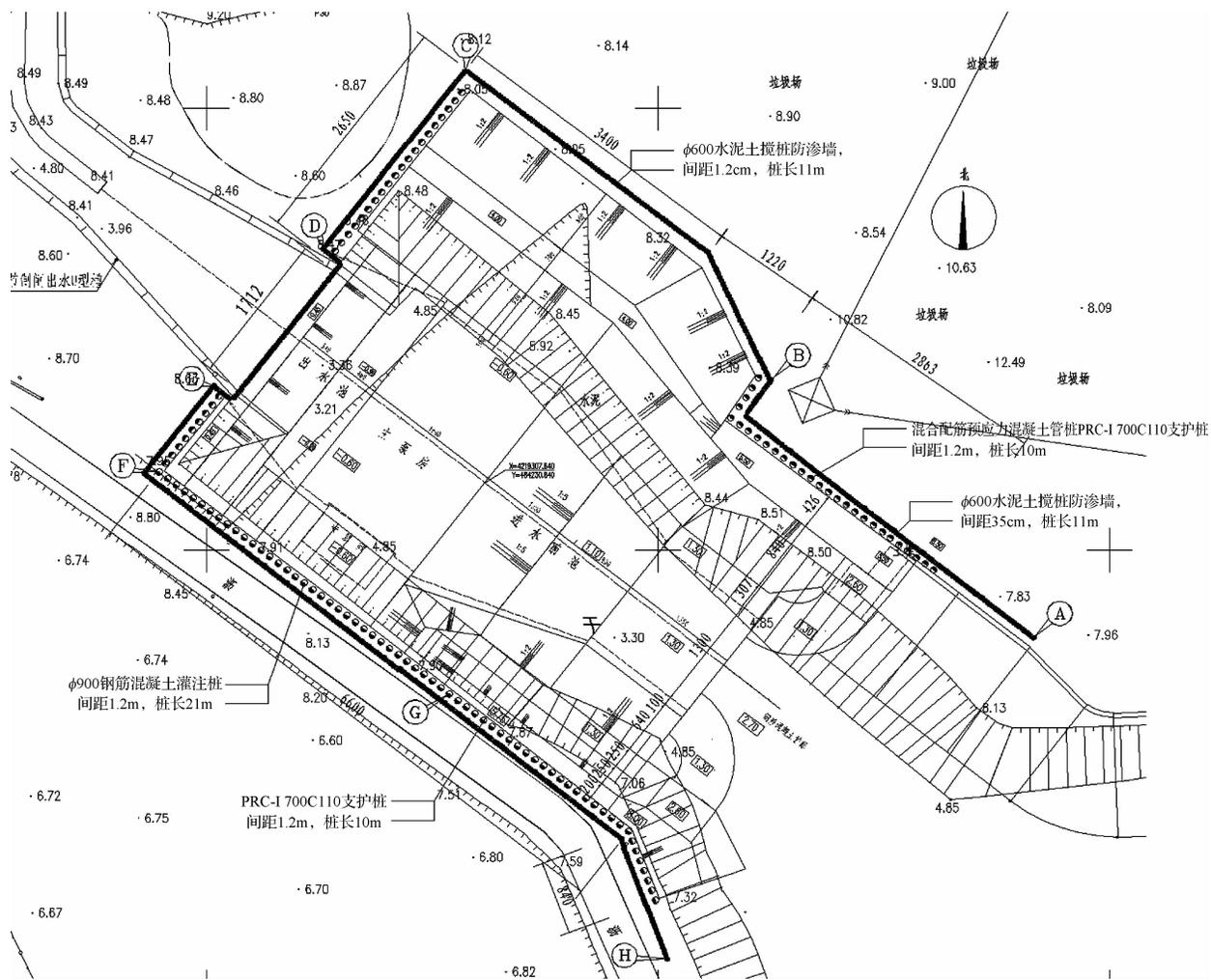


图1 基坑支护平面布置

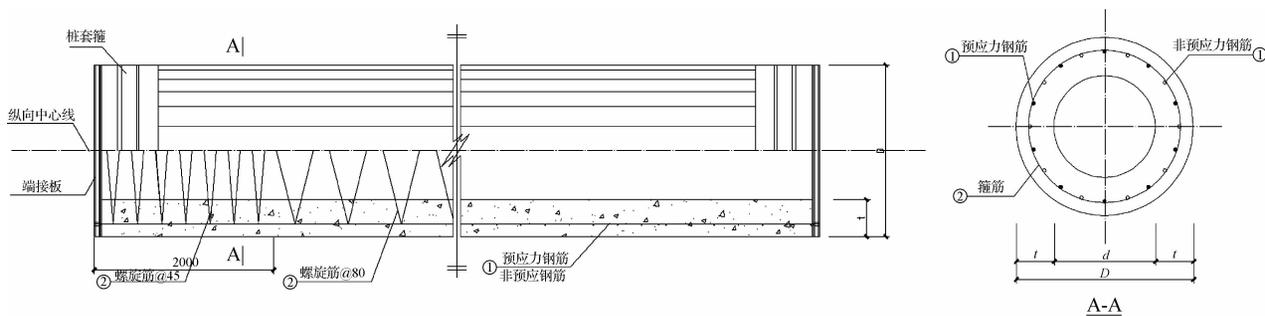


图2 PRC 桩配筋结构

表2 混合配筋预应力管桩力学性能

外径 D/mm	型号	壁厚 t/mm	预应力筋 中心所在 圆直径 D_p/mm	单节 桩长 L/m	混凝土 强度 等级	混凝土 有效预 压应力 σ_{pe}/MPa	预应 力筋	螺旋 箍筋	非预应 力筋	抗裂弯矩 $M_{cr}/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	弯矩设计 值 $M/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	抗剪承载 力设计值 V_u/kN	抗裂剪力 Q/kN
700	C	110	590	≤ 15	C80	10.87	20A12.6	A ^b 6	20C12	472	780	450	497
800	B	110	690	≤ 15	C80	8.15	24A10.7	A ^b 6	24C12	547	899	495	552

4.3 支护结构设计

4.3.1 AB段、GH段、DE段

采用放坡和防滑支护桩相结合的支护型式。采用1:2放坡,边坡中部及顶部设平台。排桩采用混合配筋预应力混凝土管桩(PRC-I 700C110 型),桩长 10.0m,桩间距 1.2m。帽梁高度 0.6m,宽度 1.0m;支护桩后设 $\phi 600$ 水泥土搅桩防渗墙,桩长 11.0m;桩间土挂钢板网片喷射 50mm 厚 C20 细石混凝土护面(见图 3)。

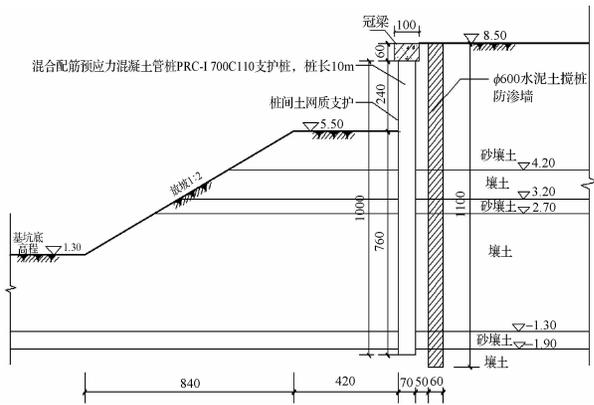


图3 AB段、GH段、DE段基坑支护型剖面

4.3.2 BC段剖面

采用放坡型式。采用 1:2 放坡,高程 4.00m 处设 3m 宽平台。距离边坡上口线 1.5m 处设 $\phi 600$ 水泥土搅桩防渗墙,桩长 11m。

4.3.3 CD段、EF段、FG段

采用桩锚结合的支护型式。排桩采用混合配筋预应力混凝土管桩(PRC-I 800B110 型),桩长 21m,桩间距 1.2m。支护桩后设 $\phi 600$ 水泥土搅桩防渗墙,桩长 11m;桩间土挂钢板网片喷射 50mm 厚 C20 细石混凝土护面。预应力锚索设置两道,水平间距 1.2m,锚索长 28m,桩间土挂钢板网片喷射 50mm 厚 C20 细石混凝土护面(见图 4)。

5 施工技术要求

5.1 工艺流程

施工准备、场地平整→测量放线→压桩→第一步挖土→冠梁施工→分步分段挖土→桩间挂钢筋网片喷

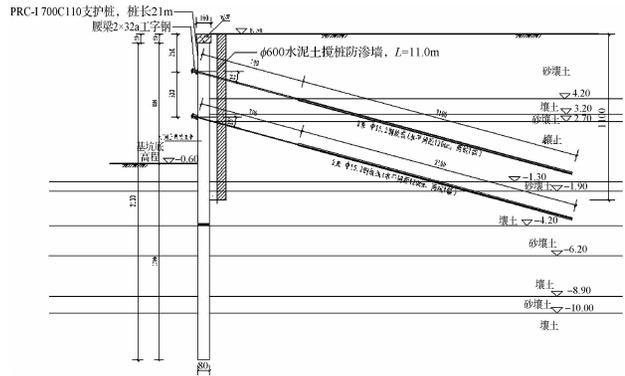


图4 CD段、EF段、FG段基坑支护剖面

射混凝土→锚索成孔、注浆→设置腰梁→锚索张拉→下一步挖土→基坑监测。

5.2 打桩

打桩前先确定打桩顺序,采取隔一桩跳打。打桩时根据放出的桩位点把桩机就位,打桩应桩位准确、桩身垂直,把桩压至设计标高,桩位偏差不应大于 50mm。

5.3 桩间土挂钢筋网片喷射混凝土

在喷射混凝土前,进行人工修整桩间土体,挂网钢筋采用 $\phi 6 @ 200 \times 200$ mm。喷射混凝土强度等级为 C20,喷射作业应分段进行,同一段内应自下而上进行喷射,同时要在坡面上设置厚度标尺,喷射混凝土终凝 2h 后,浇水养护 7d。

5.4 锚索施工

钻机应在锚孔定位前准确就位,垫平底座,控制钻杆的倾斜角度,确保偏差不应大于 2° ,高差不超过 30mm,超过时应准确校核。预应力锚索设置两道,水平间距 1.2m,锚头标高分别为 6.0m 和 3.0m,第一道锚索,采用 2×15.2 1860 级钢绞线,长度 28m,锚固段长度 21m;第二道锚索,采用 3×15.2 1860 级钢绞线,长度 28m,锚固段 21m。锚索钻孔注浆浆液搅拌均匀,随搅随用,浆液保证在初凝前用完,并严防石块和杂物等混入。若注浆出现间歇,必须采取措施。实际注浆量不得少于锚杆的理论计算量,即注浆充盈系数不得小于 1.0。注浆体终凝前严禁扰动锚杆。

5.5 腰梁施工

腰梁采用 $2 \times 32a$ 工字钢腰梁,钢梁位置管桩设置高度为500mm套箍,钢梁与套箍采用焊接连接,套箍采用DN800mm无缝钢管加工而成采用螺栓与管桩连接,见图4。

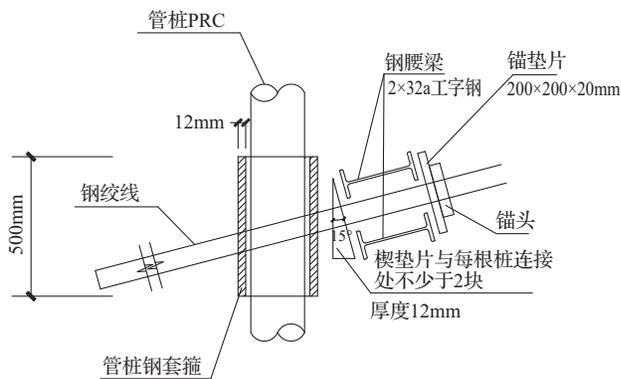


图4 支护桩马锚索及腰梁连接

6 基坑观测

为了保证周边道路、相邻建筑物及支护结构自身的稳定安全,在基坑开挖及支护期间设置位移监测点8个、基坑边地面沉降点6个,对周边25m范围内建筑物进行沉降和水平位移监测。基坑边坡土体顶部水平

(上接第43页)

5 结论

广州市河道沉积物主要来源于地表径流带入,工业废水和生活污水排放带入以及大气沉降带入,部分河道建筑垃圾和生活垃圾沉积严重;河道淤泥质地变化大,总体偏砂,广州市河道淤泥的固化工艺宜采用带格栅或不带格栅的淤泥管道搅拌固化工艺技术。该技术的推广应用能有效解决河道、湖泊淤泥的污染,改善水质,改善生态环境;减少疏浚淤泥的堆放占地和污染物的二次生成和二次转移;将疏浚淤泥处理成能够满足工程要求、性质良好的土工材料,用作河道堤防加固、公路路基回填等建筑材料,达到变害为利、废弃资源再生利用的目的;提供良好的水环境空间,改善城市人居环境,提高城市的竞争能力。◆

位移和支护结构侧移须每日观测。如基坑开挖深度逐渐挖深或发现坑壁土体变形发展较大时,需采取有效措施,避免基坑支护失事。

7 结语

大浪淀枢纽泵站基坑支护采用PHC预应力管桩锚索支护与水泥土搅拌桩止水帷幕相结合的施工技术,基坑支护可靠,在保证施工安全的同时,极大提高了工程进度。施工过程实时对基坑周边土体沉降及位移进行监测,监测结果表明基坑变形量在规定范围内,周围水库围堤、道路及地面未出现沉降现象,支护效果理想。混合配筋预应力管桩的使用,可逐步在该地区其他水工建筑物深基坑支护中应用推广。◆

参考文献

- [1] 聂庆科,梁金国.深基坑双排桩支护结构设计理论与应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [2] 郭杨,杨成斌.预应力混凝土管桩应用新技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3] 李娟,吴书义,刘玉利.旋喷桩止水帷幕与桩锚联合支护在深基施工中的应用[J].建筑施工,2009,31(4):258-260.

参考文献

- [1] 卢少勇,金相灿,张焯,等.滇池内湖滨带底泥的有机质分布规律[J].湿地科学,2009,7(2):135-141.
- [2] 滑丽萍,华璐,高娟,等.中国湖泊底泥的重金属污染评价研究[J].土壤,2006,38(4):366-373.
- [3] 薛世浩,汪竹茂.利用淤泥制砖的半工业性试验[J].砖瓦,1999(3):26.
- [4] 童丽萍,吴本英.黄河淤泥承重烧结多孔砖的试验研究[J].郑州大学学报(理学版),2004,36(3):87-90,94.
- [5] 彭涛,葛少亭,武威,等.吹填淤泥填海造陆技术在深圳地区的应用[J].水文地质工程地质,2001,28(1):68-70,72.
- [6] 朱本岳,朱荫涓.西湖底泥加工复混肥的研究[J].农业环境保护,2001,20(3):175-176.
- [7] 宋海云,王凯.河道疏浚淤泥用于公路路基填料的技术研究[J].城市道桥与防洪,2011(7):259-261.