

三岔口泵站钻孔灌注桩基坑支护工程设计

魏艳秀

(水利部河北水利水电勘测设计研究院，天津 300250)

摘 要：三岔口泵站位于天津市南运河与子牙河交汇处的闹市区，交通拥挤，基坑开挖受到极大地限制，通过对站址地质资料的勘察分析，经过多方案的比较，确定采用钻孔灌注桩基坑支护结构的设计。实践证明，采用该技术经济合理，安全性能良好。

关键词：钻孔灌注桩；基坑支护；泵站

中图分类号：TV52 文献标识码：B

1 工程概况

三岔口泵站是天津市区河道综合治理水源工程的龙头，通过泵站从子牙河提水注入南运河内，使整个津河水流动起来。泵站位于天津市南运河与子牙河交口，毗邻引滦纪念碑公园、子牙河护岸和居民区，交通拥挤，且地下水位较高，施工开挖受到极大的限制，并尽量减少开挖、弃土以及噪声污染对居民生活的影响。根据泵站站址的具体情况，考虑锚杆式挡土墙、板桩式挡土墙和钻孔灌注桩等支护方法施工。由于地下水位较高，锚杆式挡土墙施工困难，施工质量不易保证；板桩式挡土墙需要大量的支撑结构，且施工噪声影响周边居民的生活，不利于施工作业；钻孔灌注桩支护方法很好地解决了上述矛盾。

深浅基坑采用不同桩径、间距，桩顶设水平支撑；止水帷幕采用双排双头水泥搅拌桩，并设大口井基坑降水。经计算，基坑整体稳定满足要求。

2 地质资料

2.1 工程地质

站址所在位置各土层物理力学性质指标，见表 1。

表 1 土层及主要物理力学性质指标									
序 号	土 名	厚 (m)	底深 (m)	W (%)	I _p	I _L	γ (kN/m ³)	φ (°)	C (kPa)
1	杂填土	3.70	3.70						
2	粉土	6.40	10.10	25.7	7.4	1.22	19.5	33.1	6.5
3	粉土	1.50	11.60	28.2	7.6	1.45	19.3	31.8	9.7
4	粉质粘土	4.50	16.10	28.3	9.2	0.97	19.2	27.6	16.9
5	粉质粘土			24.9	10.5	0.56	20.0	19.0	24.0

2.2 水文地质

地下水位位于地表下 4.20 m。地基土埋深

3.70~6.40 m 为粉土层，渗透系数为 1.42×10^{-4} cm/s，属于透水层。各土层的渗透系数见表 2。

表 2 土层渗透系数					
序号	土 名	厚(m)	底深(m)	渗透系数 K (cm/s)	透水性
1	杂填土	3.70	3.70		
2	粉土	6.40	10.10	1.42×10^{-4}	透水
3	粉土	1.50	11.60	2.3×10^{-4}	透水
4	粉质粘土	4.50	16.10	7.22×10^{-5}	弱透水
5	粉质粘土				

3 基坑支护设计

3.1 泵房结构型式

泵房布置采用岸边式，主体为全地下整体式结构，长 18.7 m，宽 9.4 m，底板高程 -3.70 m，底板厚 0.8 m，下铺设 0.1 m 的素混凝土垫层。泵房后设阀门井，长 3.8 m，宽 9.4 m，底板高程 1.10 m，底板厚 0.5 m，下铺设 0.1 m 的素混凝土垫层。在泵房与阀门井之间留 0.02 m 的伸缩缝。

3.2 基坑支护设计

3.2.1 方案拟定

根据泵房结构形式确定挖深 9.1 m，出水管阀门井挖深 3.9 m。由于基坑挖深的不同，根据经验经多方案比较，拟定深基坑采用直径 800 mm，间距为 900 mm 的钻孔灌注桩，桩长 21.0 m；浅坑采用直径 600 mm，间距为 700 mm 钻孔灌注桩，桩长 13.0 m。桩顶采用钢筋混凝土梁作为水平支撑。另外，为降低灌注桩的工程量和造价，采取了降低桩顶标高的做法。

3.2.2 基坑排水设计

基坑排水采用坑内降水，在坑内布置 2 眼大口井，井深 14.2 m。基坑开挖前 15 天使水位降至基坑底下 1.0 m。基坑的止水采用双排双头水泥搅拌

桩止水帷幕，与围堰、浅坑处形成闭合止水结构。坑内降水与外围止水帷幕相结合，保证基坑开挖的干场作业。

3.2.3 结构分析

泵站站址处为非均质土，灌注桩支护结构为悬臂式结构(水平支撑作用的部位按桩顶给定位移考虑)。结构设计通过嵌固深度、结构强度及结构顶端的位移计算判断拟定尺寸是否满足要求。

(1)嵌固深度 Y

计算非均质土中的嵌固深度 Y 考虑转动点 b 的力矩平衡条件，以嵌固深度 Y 为未知变量，根据各力对 b 点取距通过试算决定，根据力矩平衡条件可得：

$$\sum_{i=1}^n E_{ai}b_{ai} = \sum_{j=1}^m E_{pj}b_{pj}$$

式中 E_{ai} 、 E_{pj} ——分别为作用在支护结构上的各层土的主动土压力和被动土压力

b_{ai} 、 b_{pj} ——分别为主动土压力合力和被动土压力合力作用点至桩端 b 点的距离，与 Y 值有关

悬臂支护的计算长度 L 为：

$$L = H + a + 1.2 Y$$

式中 a——开挖面以下支护结构所受压力为零点的距离

(2)最大弯距 M_{max}

求得剪力层为零的土层 j 层后，计算结构的最大弯距值 M_{max} ：

$$M_{max} = \sum_{i=1}^n E_{ai} \cdot y_i - \sum_{j=1}^k E_{pj} \cdot y_i$$

式中 k——第 k 层土中满足 $\sum_{i=1}^n E_{ai} - \sum_{j=1}^k E_{pj} = 0$ 的上部分土层

y_i ——剪力 $Q = 0$ 以上各层土主动土压力 E_{ai} 对剪力为零处的距离

y_j ——被动土压力 E_{pj} 对剪力为零处的距离

(3)悬臂端变形 S

水平位移 Δ 及相应转角按 m 法进行计算，结构顶点处的总变形 S 为：

$$S = \delta + \Delta + \theta H$$

式中 H ——上段结构长度

δ ——悬臂梁上段(开挖面以下)结构柔性变形值

Δ ——开挖面处结构水平位移值

θ ——开挖面处结构转角值(弧度)

计算简图如图 1 所示，计算成果见表 3、表 4。拟定结构尺寸满足受力要求。

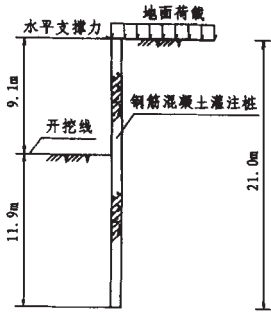


图 1 计算简图

表 3 深 9.1 m 基坑的支护桩计算成果表

序号	桩顶位移 (mm)	S_{max} (mm)	M_{max} (kN·m)	支撑力(kN)
1	悬臂	275.0	16830	0
2	0	25.4	727.7	225.0
3	0.5	27.1	701.5	221.0
4	1.0	28.7	680.2	217.0
5	2.0	32.8	637.7	228.0
6	3.0	37.5	595.0	211.2

表 4 深 3.9 m 基坑的支护桩计算成果表

序号	桩顶位移 (mm)	S_{max} (mm)	M_{max} (kN·m)	支撑力(kN)
1	悬臂	5.5	143.0	0

3.3 基坑整体稳定分析

通过计算，桩最不利情况下整体稳定安全系数为 1.23，大于规范要求的最小安全系数 1.20，基坑整体稳定满足要求。

4 结论

钻孔灌注桩基坑支护结构既作为施工期的基坑围护，同时又可为主体结构承受部分永久荷载，采用该结构形式改善了主体结构的受力情况，代替了施工期的大量支撑结构，节省了工程费用，为施工创造了优越的工作条件。三岔口泵站采用基坑支护工程设计成果，为天津市河道综合治理水源工程的按时、顺利完工提供了可靠的保证，为今后类似的市政工程积累了经验。

(收稿日期：2000-12-20)

启 示

根据国科财便字(2001)002 号文精神，经科学技术部批准，《河北水利水电技术》由季刊变更为双月刊。河北省科学技术厅转发冀科政字(2001)4 号文，河北省新闻出版局同意，本刊自 2001 年第 2 期开始双月刊发行。

(本刊编辑部)