

红旗渠雨水泵站施工技术研究

刘海涛

中化学交通建设集团第三工程有限公司 山东济南 250200

摘要: 以临清市城区雨污分流管网整体改造提升工程红旗渠雨水泵站施工为例, 阐述强排泵站施工中采用的技术措施。

关键词: 基坑支护; 地下水控制; 沉井

Study on Construction Technology of Rainwater Pumping Station in Red Flag Canal

Haitao Liu

China Chemical Transportation Construction Group Third Engineering Co., Ltd. Jinan, Shandong 250200

Abstract: Taking the construction of the Red Flag Canal rainwater pump station of the overall transformation and upgrading project of Linqing urban rain and sewage diversion pipe network as an example, the technical measures adopted in the construction of a strong drainage pump station are expounded.

Keywords: Foundation pit support; groundwater control; open caisson

引言:

本文阐述了雨水泵站在施工中遇到的关键问题, 限于篇幅提取其中的重点供讨论指正。对工程中基坑支护设计、地下水控制设计、沉井(沉井下沉验算)、沉井制作与下沉允许偏差等进行了简单介绍。

1、工程概况

1.1 工程背景

红旗渠泵站位于漳卫运河右岸大堤外侧, 是冀、鲁两省外界河道。左岸途径河北省馆陶县、临西县、清河县、故城县; 右岸途径山东省冠县、临清市、夏津县、武城县。到四女寺枢纽分流入漳卫新河和南运河。漳卫运河是典型的复式断面蜿蜒型半地上河, 运河两侧为大堤。漳卫运河临清段大堤堤顶设计高程为38.8m(黄海高程), 设计防洪标准50年一遇, 防洪流量为4000立方米/秒, 水位为36.78米; 设计排涝标准3年一遇, 排涝流量为9000立方米/秒, 水位为34.24米。红旗渠雨水泵站工程主要服务于红旗渠西段(京九铁路以西)约3.93km的汇水区域, 排涝标准为20年一遇, 泵站设计流量13.0m³/s。红旗渠雨水泵站工程主要建设内容为站内进水渠、格栅渠、沉井泵房、出水管、闸门井、泵站配电室; 同时

配套建设厂区道路、管线综合、围墙(含挡墙)、大门等附属工程。

1.2 工程地质情况

工程场地位于临清市城区西北侧, 该工程共布置勘探孔32个。在勘察揭露深度范围内, 场地地层主要由第四系冲洪积成因的粉土、粘性土、粉砂组成, 地表为杂填土, 共分9层, 按其成因和岩性自上而下描述: 第一层杂填土: 结构松散、均匀性差, 堆积时间一般为1~5年, 厚度1.10~35.00m, 平均9.60m。第二层粉土夹黏土: 该层以②层粉土为主厚度3.00~8.40m, 平均4.62m。第三层粉质黏土: 该层以③层粉质黏土为主厚度2.20~6.50m, 平均4.69m。第四层粉土夹粉质黏土: 该层以④层粉土为主厚度1.70~9.10m, 平均3.41m。第五层粉质黏土, ⑤层粉质黏土厚度2.10~11.50m, 平均4.78m; 层底标高0.85~17.06m, 平均8.54m; 层底埋深14.10~30.20m, 平均22.60m。第六层粉土, ⑥层粉土厚度5.00~5.50m, 平均5.25m; 层底标高1.96~2.33m, 平均2.15m; 层底埋深28.20~28.50m, 平均28.35m。第七层粉砂, ⑦层粉砂厚度1.70~4.30m, 平均2.87m; 层底标高8.01~9.21m, 平均8.79m; 层底埋

深22.40 ~ 23.30m, 平均22.73m。第八层粉质黏土, ⑧层粉质黏土厚度2.10 ~ 11.50m, 平均4.78m; 层底标高0.85 ~ 17.06m, 平均8.54m; 层底埋深14.10 ~ 30.20m, 平均22.60m。第九层粉质黏土, ⑨层粉质黏土本次勘察未揭穿, 最大揭露厚度为8.5m, 最大揭露深度为20.0m, 棕黄色-浅棕黄色, 可塑偏硬, 切面稍有光泽, 含少量氧化物, 干强度及韧性中等, 无摇振反应。

地基稳定性及均匀性情况: 拟建场区主要为中冶造纸厂空闲地, 勘探期间实测钻孔孔口标高一般为30.46 ~ 32.78m, 整体地势较平坦, 局部回填土较厚。拟建建筑地基范围内, 各岩土层分布较均匀, 同层土力学性质差异较小, 地基持力层及下卧层坡度小于10%, 属均匀地基。

1.3 主要分项工程施工工艺

支护桩截水帷幕分项工程施工工艺: 场地平整→支护桩及截水帷幕交叉施工→降水井→冠梁施工→土方开挖至锚杆作业面→锚杆施工→钢腰梁锁定→土方开挖至基底→喷射混凝土面层。

沉井分项工程施工工艺: 测量放线→开挖基坑→铺筑砂垫层→浇筑砼垫层→砌筑刃脚砖胎模→安设刃脚铁件、绑扎钢筋→支刃脚、井身模板→浇筑第一节井壁混凝土→养护→井壁第二次接高→挖土下沉→封底及底板→浇筑一步顶板→井壁第三次接高→设备安装→浇筑第二步顶板。

2、关键技术

2.1 基坑支护设计

桩锚支护参数: 支护桩采用钻孔灌注桩, 反循环钻机成孔, 桩径800mm, 桩间距1.3m, 支护桩施工效率为8根/班组、台。桩身混凝土等级为C30。顶部设置900×600mm钢筋混凝土冠梁。采用自钻式锚杆, 锚杆型号为52/34(极限承载力不小于500KN), 锚杆横向设2根25a槽钢作为腰梁。灌注桩采用商品混凝土, 为控制

其质量, 商品砼到场后由项目部试验人员测量砼坍落度(180mm ~ 220mm)并取样做混凝土试块; 不合格应进行二次搅拌, 再不合格应退回厂家。当孔内砼面接近和进入钢筋骨架时, 为防止钢筋笼上浮应注意下列事项: ①砼面接近钢筋骨架时, 导管保持稍大埋深, 放慢灌注速度, 减少砼的冲击力。②砼面进入钢筋骨架4m以上后, 适当提升导管, 使钢筋骨架在导管下口有2m以上的埋深后, 方可恢复正常的灌注速度。

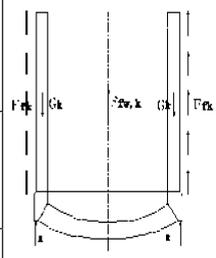
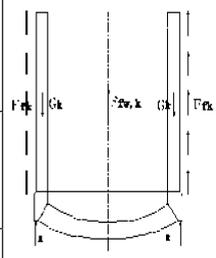
锚杆横向设2根25a槽钢作为腰梁。锚杆完成注浆并且达到一定强度后安排进行腰梁的施工。双槽钢间采用壁厚16mm钢板焊接, 焊缝连接采用贴角焊, 缀板焊接间距1.3m, 双槽钢间间距应满足锚钉锁定要求。槽钢对接时上下槽钢接口应错开, 长度不小于50cm。保证腰梁与面层的全面接触, 当有因面层偏差过大腰梁无法充分接触时应在张拉前采用混凝土充填。锚杆处使用钢腰梁时, 需待注浆体强度达到15MPa或设计强度的75%, 约注浆7d后进行。采取隔一拉一的方式进行, 可减小锚杆张拉时腰梁的变形对已锁定锚杆的影响。

2.2 地下水控制设计

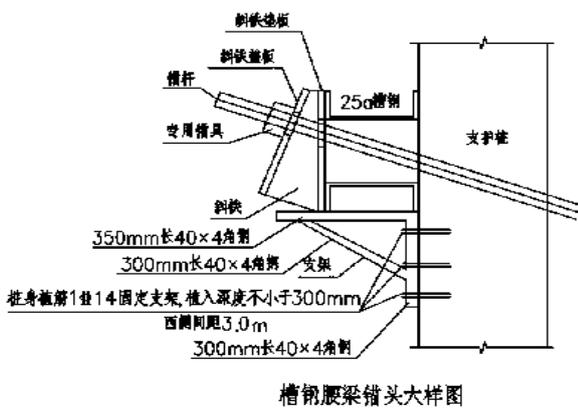
本工程基坑降水设计采用基坑四周布设降水井、坑内布设疏干井, 坑外设置截水帷幕及回灌井的方案。降水井外侧设置双排高压旋喷桩截水帷幕, 桩径600mm, 搭接不小于250mm, 桩间距350mm, 排距350mm, 高压旋喷桩水泥用量460kg/m³, 桩顶标高30.8m, 桩底标高10.8m。降水井采用管井, 沿基坑周边布置降水井, 降水井间距为10.0-12.0m; 基坑内布设疏干井; 帷幕外设置回灌井, 回灌井间距约12.0m。降水井、疏干井、回灌井规格: 井管外径不小于380mm, 成孔直径不小于700mm, 井管采用无砂混凝土滤水管, 反滤层滤料采用中粗砂, 回灌井应保证基坑帷幕外地下水不低于正常水位1.0m。

2.3 沉井(沉井下沉验算)

表2.3.1 沉井下沉计算土层参数

| 序号 | 土名称 | 土厚度 h _s (m) | 井壁与土的摩阻系数 f _k (kN/m ²) | 土的极限承载力 f _u (KN/m ²) |  |
|----|-----|------------------------|---|---|---|
| 1 | 粉土 | 8.4 | 17 | 300 |  |
| 2 | 粉土 | 2.2 | 16 | 300 | |

当沿沉井深度土层为多类别时, 单位摩阻力可取各层土单位摩阻力标准值的加权平均值。



槽钢腰梁锚头大样图

单位摩阻力 f_{ka} :

$$f_{ka} = \sum 1nfkihsi / \sum 1nhsi = (6.9 \times 17) / 6.9 = 17 \text{ kPa}$$

沉井自重标准值 G :

$$G = \pi (D-t) tH (G_2k + G_1k) = 3.14 \times (10.6 - 0.8) \times 0.8 \times 10.25 \times (24 + 1) = 6311.46 \text{ kN}$$

沉井下沉重力标准值 (包括沉井顶部附加荷载) G_k :

$$G_k = G + G_j = 6311.46 + 0 = 6311.46 \text{ kN}$$

由于沉井排水下沉, 下沉过程中水的浮托力标准值 F_{fw} , $k=0$

假定摩阻力随土深而加大, 并在 5m 深时达到最大值, 5m 以下时, 保持常值。

井壁总摩阻力标准值 F_{fk} :

$$F_{fk} = \pi D (H_w - 2.5) f_{ka} = 3.14 \times 10.6 \times (6.9 - 2.5) \times 17 = 2490.906 \text{ kN}$$

下沉系数 k_{st} :

$$k_{st} = (G_k - F_{fw, k}) / F_{fk} = (6311.46 - 0) / 2490.906 = 2.534$$

$$k_{st} = 2.534 \geq 1.05$$

下沉满足要求!

2.4 沉井制作与下沉允许偏差探讨

本工程沉井制作与下沉允许偏差情况如下: (1) 沉井制作尺寸与设计尺寸允许偏差小于 20mm; (2) 井壁厚度小于 $\pm 15\text{mm}$; (3) 混凝土保护层 $\pm 5\text{mm}$; (4) 轴线位置水平差: 下沉后位移值/下沉深度之比小于 1%; (5) 沉井刃脚平均标高与设计标高偏差 $\pm 50\text{mm}$; (6) 沉井四角 (圈井为相互垂直两直径与圆周的交点) 中任何两角的刃脚踏面高差不得超过该两点水平距离 1%。

沉井位置的控制是在井外地面设置纵横十字控制桩、水准基点。下沉时, 在井壁上设十字控制线, 并在四周设水平点。于壁外侧用红漆画出标尺, 以测沉降, 井内中心线与垂直度的观测, 在井内壁四边标出垂直轴线, 各吊垂球一个, 对准下部标志板来控制, 并定时用两台经纬仪进行垂直偏差观测。沉井下沉之前, 应确保将地下水降至起沉标高以下 3.5m。地下水应排至沉井位置的

下游方向, 距离沉井不小于 20m, 并采取措施防止地下水回灌。另需确保抽水管完好, 无漏水现象。挖土时随时观测垂直度, 当垂球离墨线边达 50mm 或四面标高不一致时, 立即纠正, 沉井下沉过程中, 每班至少观测两次, 并在每次下沉后进行检查, 做好记录, 当发现倾斜、位移、扭转时, 及时通知值班队长, 指挥操作工人纠正, 使允许偏差范围控制在允许范围以内。沉井在下沉过程中, 最大沉降差均控制在 90mm 以内。当沉井下沉至设计标高以上 1000mm 时, 应适当减慢下沉速度, 下沉速度不大于 0.3m/d, 锅底开挖深度应适当减少, 刃脚下掏土应慎重, 避免发生流砂现象, 防止突沉和超沉事故发生。终沉前或下沉过程中有失控迹象及出现流砂时应及时向井内灌水或采取其它阻沉措施并通知有关人员至现场会审处理措施。

3、结束语

本文通过临清市城区雨污分流管网整体改造提升工程红旗渠雨水泵站, 结合实际工程案例, 分析了支护桩及截水帷幕、沉井施工技术 in 市政公用工程中的实际应用, 其中沉井施工是工程中的关键性技术和环节。沉井下沉过程中, 观测点下沉量的变化需特别注意, 沉井出现倾斜可通过调整挖土和施加荷载进行调整, 沉井施工技术在市政公用工程施工中具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 张新宇. 大型竖井混凝土施工技术研究[J]. 电力勘测设计. 2021 (12).
- [2] 陈海丹, 马骏. 大中型泵站验收依据选定的探讨[J]. 小水电. 2013 (03).
- [3] 纪秀斌. 小型泵站施工技术分析[J]. 民营科技. 2011 (04).
- [4] 毛威敏, 胡凌. 现代城市中排水泵站设计的探讨[J]. 中国市政工程. 2002 (04).
- [5] 余小飞. 排涝泵站的运行维护分析[J]. 机械管理开发. 2021 (12).