

淮阴第二抽水站防渗止水系统设计

陈 坚¹, 王星梅¹, 尹红莲²

(1. 淮安市水利勘测设计研究院, 江苏 淮安 223005; 2. 山东省水利职业学院, 山东 曲阜 273100)

摘要:针对淮阴第二抽水站的工程特点, 介绍大型泵站防渗止水系统设计特点和设计要点, 阐明在砂壤土和粘土等复杂站基地质条件下泵站正向防渗设计和侧向防渗设计原理、新型止水材料的应用以及水平止水和垂直止水连接设计型式。在侧向防渗设计介绍中, 分析几种垂直防渗墙的应用条件、范围, 着重介绍振动沉模防渗墙技术的应用, 并对多种方案进行比较分析, 认为振动沉模防渗墙方案具有防渗效果好、工效快、应用范围广、投资省等优点。

关键词: 泵站; 防渗墙; 振动沉模; 止水

中图分类号: TV223.4

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2003)06-0049-02

1 工程概况

淮阴第二抽水站为南水北调东线应急工程, 与淮阴第一抽水站组成东线第三级翻水站, 已于2002年12月通过竣工验收, 目前运行良好。

1.1 工程规模与设计标准

淮阴第二抽水站位于淮安市清浦区境内头河与二河堤交汇处的二河东堤堤脚下, 与淮阴第一抽水站组成南水北调东线第三级翻水站, 承担向洪泽湖和北方地区补水的任务, 设计流量 $120 \text{ m}^3/\text{s}$, 安装3台叶轮直径3.1 m的可逆式全调节立式轴流泵, 配套电机为每台2800 kW, 站身为堤身式整体块基型结构, 肘形进水流道, 虹吸式出水流道。泵站具有挡水、抽水及反向发电等功能。工程等级为II等, 主体建筑物按2级建筑物设计, 建筑物防洪标准按50年一遇设计, 200年一遇校核。

1.2 工程水文地质概况

a. 站址地质. 站址地质剖面如图1所示。A层为重轻粉质砂壤土, 系耕作土或人工填土, 层厚0.4~3.0 m; ①层为灰黄色重轻粉质砂壤土, 层厚0.45~5.7 m; ②₁层为灰绿、青灰色局部灰黄色粉质粘土、重粉质壤土, 层厚1~2 m; ②₂层为灰黄、棕黄杂灰白色粉质粘土, 层厚1~2 m; ③层为灰黄、局部灰黄色重、轻粉质砂壤土、轻粉质壤土, 局部夹轻粉质壤土薄层及透镜体, 层厚约8 m; ④层为灰黄、棕黄杂灰白色粉质粘土, 含较多砂礓, 层厚未能穿透。

b. 水文地质. 站址内①层砂壤土为表层潜水含

水层, 室内渗透系数为 $4.1 \times 10^{-5} \sim 9.0 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$; ③层砂壤土为上部承压含水层, 室内渗透系数为 $7.6 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$; ④层粉质粘土室内渗透系数为 $1.7 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ 。

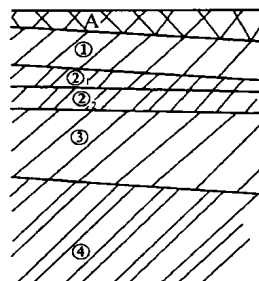


图1 站址地质剖面

2 防渗设计要点

2.1 正向防渗设计

根据泵站布置的特殊性, 进出口不在同一高程, 上游铺盖底面高程为4.3~5.9 m, 处于③层重粉质砂壤土; 站身底板底面高程为0.4~-1.1 m, 位于④层粉质粘土上; 下游护坦底板底面高程为0.5~1.1 m, 处于④层粉质粘土上。泵站地下轮廓线穿越渗透系数相差很大的两种土层, ③层砂壤土的渗透系数为④层粉质粘土渗透系数的4470倍, 可近似认为③层土为相对透水层, ④层土为相对不透水层。因此, 站基正向防渗长度从第④层土算起比较合理。考虑垂直渗径长度, 实际长度为47.9 m, 大于正向防渗所需长度26.15 m, 正向防渗布置满足规范要求。

由于基底为④层粉质粘土, 钻探深度近20 m, 尚

未穿透,为单一弱透水层,故选用改进阻力系数法计算基底渗流.经计算,泵站底板水平段水力坡降 $J = 0.114 < [J]$ ($[J] = 0.35 \sim 0.4$),出口段 $J = 0.33 < [J]$.因此闸基防渗稳定性满足规范要求.

2.2 侧向防渗设计

2.2.1 设计条件

站身侧向绕渗区段土质为③层轻粉质砂壤土或者回填土(也是粉质砂壤土),根据 SL265-2001《水闸设计规范》,轻粉质砂壤土的渗径系数取值为 11,本工程最不利水头差 $\Delta H = 5.23\text{ m}$,则所需防渗长度 $L = 57.5\text{ m}$,泵站侧向水平绕渗长度受站身正向水平长度的制约为 49.5 m ,不满足侧向防渗要求.若增加水平长度则要增加站身长度,显然这是不经济的,只有增加垂直防渗长度.

2.2.2 方案比较

设计中将现浇素混凝土刺墙(简称刺墙)、射水法地下连续防渗墙(简称射水法)、多头小直径深层水泥搅拌桩(简称多头小直径)、振动沉模防渗墙(简称振动沉模)4种方案进行技术经济比较,结果见表 1.

表 1 4种垂直防渗墙方案比较

方案	综合单价 (元·m ⁻²)/(m ² ·台班 ⁻¹)	施工工效	成墙 效果	施工 质量	成墙厚 度/cm	成墙 深度/cm	适应 地层
刺墙	350~450	10~100	均匀 连续	可靠	任意		粘土、 砂土
射水法	260~300	80~100	不均匀有 时不连续	不易 控制	20~30	<4000	砂性土
多头小 直径	170~200	100~120	均匀 连续	不易 控制	15~30	≤2000	砂性土
振动 沉模	160~170	150~180	均匀 连续	可靠	10~25	≤2000	粘土或 夹砂砾、 砂土

由表 1 可知,振动沉模防渗墙具有质量可靠、施工工效高、工程造价低、适用范围广等优点,因此本工程侧向防渗采用振动沉模防渗墙.

2.3 振动沉模防渗墙设计要点

2.3.1 工作机理

振动沉模防渗墙技术在淮河入海水道滨海枢纽、洪泽湖大堤、淮阴第二抽水站等工程中得到应用并取得较好的效果.其工作机理是利用移动自如的桩机、大功率高频率的振锤等振动机械的强大激振力,将 H 形空腹钢模板插入土体至设计深度,在起拔模板的同时连续灌注防渗墙浆液材料,边提边灌,形成致密的单元防渗墙体,由两块互为导向的双模板轮流振动造模灌注浆液,避免单元墙体间垂直分叉,从而形成连续的防渗墙体.

2.3.2 设计要点

a. 墙体尺寸.本站回填土最大深度约 16 m(高程 16.5~0.8 m),成墙前要保证回填土的质量达到设计要求.墙体设计深度为 16.5 m,墙体插入④层粘

性土 80 cm.厚度取 20 cm,站身上游段两侧各 20 m.轴线定位偏差小于或等于 5 cm.深度与设计深度偏差小于或等于 10 cm.

b. 抗渗及强度要求.M20 墙体抗压强度 $R_{28} \geq 5.0\text{ MPa}$;抗渗系数 $K \geq 3.0 \times 10^{-7}\text{ cm/s}$.

c. 配合比及原材料质量要求.按 M20 进行配合比设计,并严格按配合比要求控制浆料的拌制质量;原材料中水泥为普通硅酸盐 32.5 级,砂为洁净的中细砂;掺和料为大型电厂生产的 I 级干粉煤灰,拌制浆的时间大于或等于 120 s.

2.3.3 设计难点

由于振动沉模防渗墙施工最小操作空间也要 80 cm,因此本工程设计难点是振动沉模防渗墙与泵站边墩接头处的处理,既要保证侧向防渗效果又要便于施工.本工程设计方法为:①回填土施工时,在边墩与防渗墙接头周围回填粘土,粘土块为 $7.5\text{ m} \times 5\text{ m} \times 16.5\text{ m}$ (长×宽×深);②在边墩外侧做两个悬挑齿墙形成凹槽,宽 1.2 m,间距 1.8 m,防渗墙伸入齿槽内 0.4 m;③防渗墙施工完毕后,再在齿槽内防渗墙周围进行压力灌浆,确保接头防渗满足设计要求.

2.4 止水设计要点

a. 膨胀止水橡胶适用于土质较好,不均匀沉降不大的工程.由于膨胀止水橡胶具有止水效果好、施工方便、价格便宜等优点,近年来得到广泛应用.对于大型泵站,止水系统非常重要.本站止水设计采用一主一辅两道防线,即以紫铜片止水为主,以膨胀橡胶嵌缝为辅.在所有重要部位止水伸缩缝迎水面用膨胀橡胶嵌缝,膨胀橡胶为 JBF 型,规格为 $2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ (宽×厚).

b. 止水系统设计中关键点和薄弱点是垂直止水与水平止水的连接处理问题.要使止水在沉降时不漏水,就要在止水连接处外包沥青块体,使之构成密封系统.外包沥青块体一般采用 $16\text{ cm} \times 16\text{ cm} \times 16\text{ cm}$ 预制混凝土模或木盒内灌沥青,这种做法一方面会使混凝土浇筑不实,另一方面也会使沥青灌不实.本工程外包沥青块体模采用 $12\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ (长×宽×高)钢壳,钢壳内插加热管,能确保灌沥青时流动性好、灌得实,使模板规则,有操作空间,混凝土容易浇筑密实.

3 结 语

与其它大型水工建筑物一样,大型泵站的地基防渗止水系统布置是设计中十分重要的环节,尤其是修建在江河湖泊重要防洪堤防上和松软地基上的河床式挡水泵站.本工程的防渗止水设计取得很好的成效,对于大型泵站的防渗止水设计具有很好的借鉴作用.

(收稿日期:2003-03-07 编辑:张志琴)