

# 振动沉模板墙在曹妃甸工业区防渗工程中的应用

王厚星<sup>1</sup>, 杨生彬<sup>2</sup>, 刘立平<sup>1</sup>

(1. 河北建设勘察研究院有限公司, 河北 石家庄 050031; 2. 西北电力设计院, 陕西 西安 710075)

**摘要:**通过曹妃甸工业区供水工程蓄水池利用振动沉模板墙作为防渗帷幕的工程实例, 详细介绍了振动沉模板墙的施工工艺及施工过程, 并对墙体进行了相应的检测, 检测结果表明, 振动沉模板墙起到了良好的防渗效果, 为类似工程的设计与施工提供可借鉴的经验。

**关键词:**振动沉模板墙; 渗透系数; 围井试验

**中图分类号:**TV543+.85 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)01-0060-03

**Application of Vibratory Model Sinking Sheet Wall in Anti-seepage Project in Caofeidian Industrial Area/WANG Hou-xing<sup>1</sup>, YANG Sheng-bin<sup>2</sup>, LIU Li-ping<sup>1</sup>** (1. Hebei Construction Exploring Institute Co., Ltd., Shijiazhuang Hebei 050031, China; 2. Northwest Electric Power Design Institute, Xi'an Shaanxi 710075, China)

**Abstract:** The paper introduced the technology of vibratory model sinking sheet wall and its construction process with the project of vibratory model sinking sheet wall as anti-seepage curtain for water supply reservoir in Caofeidian. Relevant detection was made for the wall body, which showed the good anti-seepage effect and provided the experience for similar project design and construction.

**Key words:** vibratory model sinking sheet wall; permeability coefficient; enclosed well test

## 0 引言

振动沉模板墙的基本原理是利用机械振动力将空腔模板沉入到预订位置, 从而形成具有一定厚度和深度的槽体, 然后在槽体内注入按照要求制作的浆液, 待浆液凝固达到一定强度后即形成具有防渗功能的连续性墙体。振动沉模板墙防渗技术近年来在国际上已被广泛采用, 它主要用于江河、湖泊、水库、堤坝的防渗工程, 适用于砂性土、粘性土、淤泥质土地层, 处理深度可达 20 m, 墙体厚度 10~20 cm, 形成的墙体厚度均匀、完整性好, 墙体抗压强度、抗渗坡降、渗透系数等物理参数均能满足设计要求, 具有机理明确、工艺简单、工程质量好、工效高、造价低等优点。

本文以曹妃甸工业区某供水工程蓄水池成功应用振动沉模板桩墙进行防渗处理为例, 介绍了该工艺的具体实施过程, 墙体防渗效果检验表明, 防渗效果明显, 并大大节约了工程投资。

## 1 工程概况

曹妃甸工业区供水工程蓄水池是供水工程的重要配套设施, 担负着供水工程事故检修时的临时供水和正常运行时的调节任务, 对于保障用户水量和

提高供水系统保证率有着重要作用。蓄水池占地 19.78 万 m<sup>2</sup>, 总容积 94.6 万 m<sup>3</sup>, 有效容积 90 万 m<sup>3</sup>, 设计水深 7.5 m, 池底高程 0.00 m, 设计蓄水位 7.50 m。

蓄水池基础设置在全新统海相层顶部的粉砂、砂壤土层中, 该岩性渗透系数  $(4.9 \sim 7.4) \times 10^{-4}$  cm/s, 渗透性中等, 为了防止蓄水渗漏或海水倒渗污染供水水质, 所以蓄水池必须采取防渗处理。经过多种方案论证, 决定采用振动沉模板墙工艺对其进行全断面防渗处理。

## 2 岩土工程条件

蓄水池地处曹妃甸岛的西北侧、通岛公路西侧约 200 m 处, 属唐海县海域, 地貌上位于滦河三角洲前缘与滨海浅滩的交接地带。地下水为吹填未消散海水, 水位埋深 0.5~0.9 m, 水位高程 3.41~4.06 m。地面高程 4.18~4.76 m, 工程区内分布的地层岩性由老至新依次为:

(1) 第四系上更新统海相沉积(Q<sub>3</sub><sup>m</sup>)

粘土: 浅灰色, 硬塑, 土质不均, 局部与粉砂互层, 分布在高程 -44.45 m 以下, 埋深 48.7 m, 揭露厚度 1.3 m。

收稿日期: 2009-09-02

作者简介: 王厚星(1977-), 男(汉族), 河北沧州人, 河北建设勘察研究院有限公司项目经理, 岩土工程专业, 从事岩土工程设计及施工管理工作, 河北省石家庄市建华南大街 58 号, wanghouxing2006@163.com。

壤土:灰色,硬塑,含贝壳碎屑及锈斑,切面光滑,韧性好,局部夹粉砂微薄层,分布在高程 -43.79 m 以下,埋深 48.0~48.4 m,揭露最大厚度 11.6 m。

(2)第四系上更新统陆相沉积(Q<sub>3</sub><sup>al</sup>)

壤土:黄褐色或褐黄色,湿,硬塑,切面光滑,粘性中~强,韧性较好,局部夹灰色条纹及锈斑,偶含贝壳碎屑,局部夹粉砂或粉土薄层,分布在高程 -23.78~-41.53 m 范围,层厚 1.3~12.7 m,平均厚度 6.43 m。

砂壤土:褐黄色,饱和,中密,含贝壳碎屑,分布在高程 -23.54~-44.45 m 范围,层厚 0.7~5.8 m,平均厚度 2.25 m。

粉砂:褐黄色,饱和,密实,含锈斑及云母片,上部砂质不纯净,下部较纯净,局部夹粘性土,分布在高程 -31.39~-44.16 m 范围,层厚 1.3~3.8 m,平均厚度 2.3 m。

(3)第四系全新统海相沉积(Q<sub>4</sub><sup>m</sup>)

淤泥质壤土:褐灰色,饱和,流塑~软塑,局部可塑,土质不均,局部夹粉砂或粉土,含较多贝壳碎屑,主要分布于吹填砂以下即原海底表面和海相沉积粉砂层以下,分布高程 1.16~-23.95 m,层厚 0.9~12.5 m,平均厚度 5.45 m。

壤土:灰色,湿,软塑,切面有光泽,土质不均,夹薄层粉砂或粉土,局部呈薄层互层状,含贝壳碎屑,分布在高程 0.96~-30.79 m 范围,层厚 0.5~18.4 m,平均厚度 6.27 m。

砂壤土:灰色,饱和,稍密,切面粗糙,含贝壳碎屑,偶见有机质,局部夹粉砂,分布在高程 0.43~-28.27 m 范围,层厚 1.6~6.0 m,平均厚度 3.4 m。

粉砂:浅灰色,饱和,中密~密实,砂质较纯,成分以石英长石为主,含云母及贝壳碎屑,局部夹粉土或壤土,分布在高程 1.23~-25.59 m 范围,层厚 0.9~7.7 m,平均厚度 4.5 m。

(4)第四系全新统人工填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)

人工吹填土:为砂壤土和粉砂的混合土,土质不均,以砂壤土为主,夹杂粉砂,局部夹薄层淤泥质土。浅灰色,湿~饱和,松散,含少量贝壳碎屑及云母,分布高程范围 4.76~0.05 m,层厚 3.3~4.2 m,平均厚度 3.73 m。

各土层物理力学指标见表 1。

3 墙体参数设计

- (1)墙体厚度:≥120 mm;
- (2)墙体深度:13.5 m(要求沉模板墙进入第四

表 1 各土层物理力学性质指标

岩性	厚度 h/m	天然重度 γ /(kN·m <sup>-3</sup> )	孔隙 比 e	渗透系数 K /(cm·s <sup>-1</sup> )	饱和快剪 c/kPa	饱和快剪 φ/(°)
吹填砂壤土	3.73	19.9	0.72	7.38×10 <sup>-4</sup>	5	18
壤土	6.27	19.1	0.92	6.37×10 <sup>-5</sup>	10	11
砂壤土	3.40	19.8	0.75	4.91×10 <sup>-4</sup>	7.4	18
粉砂	4.50				5	23
淤泥质壤土	5.45	18.4	1.10	3.55×10 <sup>-6</sup>	9.1	10
壤土	6.43	19.9	0.86	1.91×10 <sup>-5</sup>	16	15
砂壤土	2.25	20.6	0.54		12	17
粉砂	2.30					25

系全新统海相沉积层淤泥质壤土或壤土 1.5 m);

- (3)墙体防渗系数:≤1×10<sup>-6</sup> cm/s;
- (4)墙体抗压强度:≥3.0 MPa;
- (5)弹性模量:≤1500 MPa。

4 施工工艺

4.1 施工设备配置

根据工作量及工期要求,本工程共投入沉模板墙施工机械 3 套,每套设备组成情况见表 2。

表 2 振动沉模板墙设备组成

类别	名称	规格及型号	数量
沉模系统	步履式沉模板机	DJB25	1
	振锤	DZ90A	1
	液压夹头	DZ90	1
	模板	10 cm×69 cm×350 cm	2
	清水泵	4SNS	1
灌浆系统	搅拌机	TDY350	1
	输送泵	HBT30A	1
动力系统	发电机	300 kW	1

4.2 墙体材料

水泥采用 P. O32.5 水泥,粘土采用普通粘性土,砂采用细河砂,使用 SRA-1 型混凝土防腐剂,配合比为:水泥:粘土:砂:水:外加剂=1:0.8:2:1.32:0.02。

4.3 施工工艺

振动沉模板墙的施工工艺流程见图 1。

4.4 施工过程

4.4.1 测量放线

根据建设单位给定的施工控制点及图纸,使用全站仪每隔 30 m 测放防渗帷幕中心线控制点,使用钢尺、白灰洒出中心线,测放的中心线与设计中心线偏差控制在 1 cm 以内。

4.4.2 设备就位、调直

模板以中心线为放样基准,移动桩基轨道,采用经纬仪校正,使夹头中心线、立柱中心线与中心线吻合,控制平面定位误差在 ±2.0 cm;使用经纬仪来调

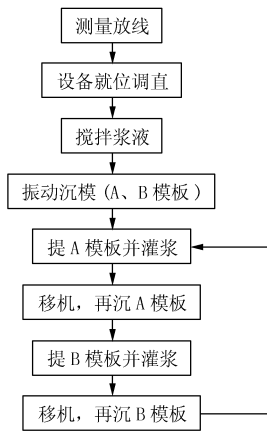


图1 施工工艺流程图

整立柱转盘及立柱斜撑,立柱倾斜度 $\geq 2\%$ 。

#### 4.4.3 搅拌浆液

现场配合比以试验室配合比为基础,根据细砂、粘土的含水量实际调整。拌制浆液所采用的骨料应清洁,不得含有易腐烂及易冻裂物质,浆液拌制时间 $\leq 2$  min,保证浆液拌制均匀。

#### 4.4.4 振动沉模

首先启动振锤,将 A 模板沿中心线沉入地层,达到设计深度。A 模板为先导模板,有起始、定位、导向作用。再将 B 模板沿施工轴线与 A 模板紧密挤接,沉入地层设计深度。B 模板为前接模板,起到延长板墙长度的作用。

#### 4.4.5 提模灌浆

使用输送泵向 A 模板空腹内灌注搅拌好的浆液,待浆液冒出地面后,边振动、边上拔 A 模板,提升速度为 2~2.5 m/min。在提模过程中要保证模板内浆液的数量,确保浆液灌到防渗墙顶设计高程。浆液的充盈系数 $\leq 1.15$ 。

#### 4.4.6 再沉 A 模板

A 模板提出地面后,移动桩机,使 A 模板在 B 模板前就位,开动振锤沉入 A 模板,此时 A、B 模板作用互换,即 B 模板成为先导模板,A 模板成为前接模板。

#### 4.4.7 重复工序

重复提模灌浆、振动沉模工序,形成连续墙体。

### 5 墙体检测

#### 5.1 钻孔取样检测

使用岩心钻机在墙体上垂直钻孔,钻头直径 100 mm,钻孔取样过程中未发现墙体脱空或钻孔偏离墙身的情况,这说明墙体是连续垂直的,且厚度 $> 120$  mm。取样岩心的抗压强度为 3.5 MPa,满足抗压强度 $\leq 3.0$  MPa 设计要求。

#### 5.2 围井注水试验

在场内地内共施工 4 处围井,围井施工工艺与防渗墙施工工艺相同,围井形成 28 天后进行注水试验,试验数据见表 3。围井注水试验结果验证了墙体没有集中渗漏通道,其抗渗性能各项指标均达到设计要求。

表3 围井试验数据

项目	板墙厚度 t/cm	围井深度 H/m	围井周长 L/m	稳定流量 Q /(L·h <sup>-1</sup> )	渗透系数 K /(cm·s <sup>-1</sup> )
1 号	12	13.5	5.6	18	$5.6 \times 10^{-7}$
2 号	12	13.5	5.6	20	$6.2 \times 10^{-7}$
3 号	12	13.5	5.6	22	$6.9 \times 10^{-7}$
4 号	12	13.5	5.6	16	$4.9 \times 10^{-7}$

### 6 结语

沉模板墙施工完 28 天后,在防渗帷幕内进行了蓄水池开挖与筑堤施工,开挖深度 4 m,开挖过程中使用明沟排水,边坡没有出现管涌、坍塌等现象,沉模板墙隔水效果明显;在工程造价上使用振动沉模板墙防渗墙比高压旋喷防渗墙节省 30%。

#### 参考文献:

- [1] 河北省水利水电第二勘测设计研究院. 唐山市曹妃甸供水工程蓄水池工程地质勘察报告[R], 2007.
- [2] DL/T 5200-2004, 水电水利工程高压喷射灌浆技术规范[S].
- [3] 黄太早,等. 海河流域堤防防渗处理中采用振动沉模板墙技术的探讨[J]. 水利水电技术, 2001, (11).
- [4] 潘维宗,等. 振动沉模防渗板墙新技术的试验[J]. 水利水电科技进展, 2002, (4).

## 山东:断裂带打出构造控制型地热井

**国土资源网消息** 日前,从山东省地矿局八〇一水文地质工程地质大队获悉,该队运用构造控制地热理论与方法,经过半年钻探施工,在临沂成功打出一眼高产优质地热井,标志着山东省断裂带找热取得重大突破。

据介绍,该井是临沂市获“中国地热城”称号以来勘探出的第一眼地热探采结合井,属构造控制型地热井,井深 1900

m,水温 52℃ 摄氏度以上,含有锶、锂等多种具有医疗效果的有益元素,达到了医疗矿泉地热的国家标准。日出水量超过 500 m<sup>3</sup>。

据地热专家介绍,该队采用地热水构造控制理论勘探地热资源的技术手段已基本成熟,今后将根据此继续开展断裂构造带地热资源勘探。