

# 云鹤支河堤防的综合防渗处理方法

陶广要 束正梁 徐红银

南京明辉建设有限公司 江苏南京 211200

**摘要:** 考虑该段河堤位于城区较为重要, 故需采用前后两道防渗墙方案。垂直防渗体型式一般有混凝土防渗墙和水泥土防渗墙两种。目前经验成熟且运用较多的方法主要有: 垂直铺塑法建造以塑膜为主的防渗幕墙、射水造槽法建造混凝土防渗墙、抓斗成槽法建造薄壁塑性混凝土防渗墙、振动沉模砂浆防渗板墙、高压喷射建造复合水泥浆防渗墙、振孔切槽高喷建造复合水泥浆防渗墙、多头小直径深层搅拌桩法建造复合水泥浆防渗墙等。除常规适应性、工艺工效及造价因素外, 振动沉模等成墙工艺, 压力或振动荷载大, 对防洪墙影响大; 地下连续墙等垂直开槽方案对堤防损伤较大; 而深层搅拌桩、高压旋喷桩造价适中, 质量控制及检测较为方便。

**关键词:** 堤防; 综合防渗; 处理方法

## Comprehensive anti-seepage treatment of Yunhe Branch River dike

Guangyao Tao, Zhengliang Shu, Hongyin Xu

Nanjing Minghui Construction Co., Ltd. Jiangsu Nanjing 211200

**Abstract:** Considering that this river embankment is located in an important urban area, it is necessary to adopt a scheme with two consecutive anti-seepage walls. Generally, there are two types of vertical anti-seepage structures: concrete cutoff walls and cement-soil cutoff walls. Currently, the commonly used and mature methods include: vertical plastic sheeting method using plastic film as the main anti-seepage curtain, jet grouting method for constructing concrete cutoff walls, grab bucket trenching method for constructing thin-wall plastic concrete cutoff walls, vibration-driven slurry cutoff walls, high-pressure jetting method for constructing composite cement slurry cutoff walls, vibration-hole trenching method for constructing composite cement slurry cutoff walls, and multi-head small-diameter deep mixing pile method for constructing composite cement slurry cutoff walls, among others. Apart from the conventional considerations such as adaptability, process efficiency, and cost factors, wall construction processes like vibration-driven sinking may impose significant pressure or vibration loads and have a significant impact on flood walls. Vertical trenching schemes like underground continuous walls may cause greater damage to the embankment. On the other hand, deep mixing pile and high-pressure jet grouting methods have moderate costs, and quality control and testing are relatively convenient.

**Keywords:** embankment; Comprehensive anti-seepage; Treatment method

### 一、背景技术

溧水区云鹤支河综合整治工程位于南京市溧水区和凤镇及晶桥镇, 由南京市溧水区重点水利工程建设处投资兴建, 主要建设内容包括: 堤防: 堤防加固 5.79km (右岸 2.31km, 左岸 3.48km), 其中堤防防渗处理 1.43km, 左岸 3.84km 进行白蚁防治。下桥头村为防高水倒灌, 设子堤长 323m。

常见防渗消险处理方法有堤前坡面防渗及堤身(堤顶)垂直防渗, 该段河堤堤前(防洪墙前)为河滩和树林,  $\nabla 9.0\text{m}$  处有 2.5m 宽临河步道, 局部滩地有砌石护坡或观河平台(有桩基), 不具备堤前坡面防渗处理的条件, 故采取堤顶垂直防渗方法。

根据河堤填土情况, 若采用深层搅拌桩防渗墙, 需要先开挖破除混凝土再换填黏土, 然后施工深层搅拌桩, 考虑

混凝土层埋深大, 破拆机械振动影响防洪墙安全, 故采用高压旋喷桩防渗墙型式。根据堤身填土情况来看, 若不存在混凝土板夹心层, 内松散填土和杂质等不利于成墙; 同时堤身下部存在 2m 厚的混凝土夹心层, 高压旋喷机械不能一次成孔。为了更好的保证成墙质量, 该工程采用“事先引孔, 超前灌浆, 最后实施高压旋喷桩”的综合防渗处理方法。

### 二、技术方案

针对现有的堤防存在施工难度大, 不利用大型机械设备施工的问题, 采用一种先引导后旋喷的堤防的综合防渗处理方法。技术方案是:

云鹤支河堤防的综合防渗处理方法, 其特征是它包括以下步骤:

- (1) 沿防渗墙走向测量放线定位, 确定灌浆孔位置;

(2) 利用钻机对所有放线孔进行钻孔至设定深度, 利用钻机穿过混凝土层, 形成先导孔;

(3) 向每间隔至少二个的先导孔内反复灌注水泥黄土浆, 直至出现返浆为止;

(4) 待灌浆先导孔凝固后, 与其余先孔导一并进行高压旋喷施工, 高压旋喷施工时应隔孔进行并对暂不施工的先导孔孔口堵塞, 待相邻先导孔内的高压旋喷桩凝固后再进行移孔作业, 直至所有先导孔高压旋喷施工结束; 所有同一直线上的高压旋喷桩相连成一道防渗墙。

### 三、附图说明

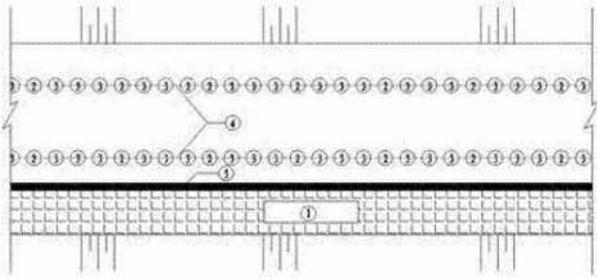


图 1 是本方案堤防施工平面图

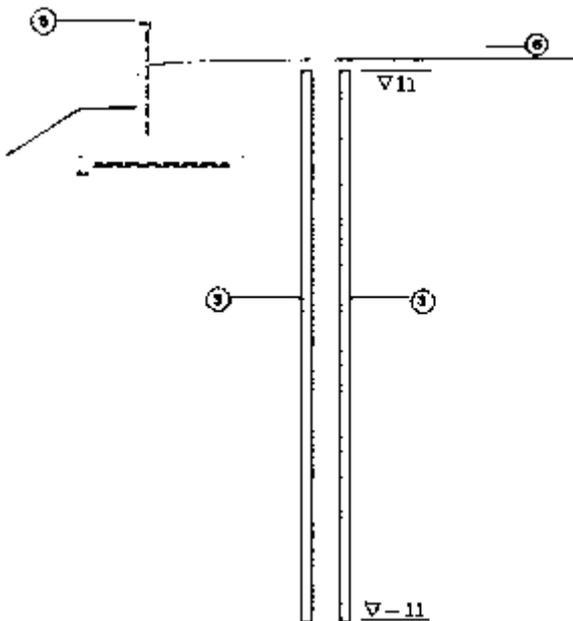


图 2 是本方案施工结束后的堤防断面图

图中: ①临河步道; ②先导孔 (前期实施超前灌浆, 后期实施高压旋喷桩); ③高压旋喷桩; ④防渗墙轴线; ⑤既有防洪墙; ⑥堤顶道路。

### 四、具体实施方式

如图 1-2 所示。

堤防的综合防渗处理方法, 它包括以下步骤:

首先, 沿防渗墙走向测量放线定位, 确定灌浆孔位置;

其次, 利用钻机对所有放线孔进行钻孔至设定深度, 利用钻机穿过混凝土层, 形成先导孔;

第三, 向每间隔至少二个的先导孔内反复灌注水泥黄土浆, 直至出现返浆为止;

第四, 待灌浆先导孔凝固后, 与其余先孔导一并进行高压旋喷施工, 高压旋喷施工时应隔孔进行并对暂不施工的先导孔孔口堵塞, 待相邻先导孔内的高压旋喷桩凝固后再进行移孔作业, 直至所有先导孔高压旋喷施工结束; 所有同一直线上的高压旋喷桩相连成一道防渗墙。详细如下:

为了实现防渗需要, 采用 2 道防渗墙设计, 2 道防渗墙均采用双管法高压旋喷桩成墙, 前后间距 1.5m, 前排防渗墙距前沿防洪墙后趾不小于 2m。防渗墙底高程-11.0m, 墙顶高程 11.0m。高压旋喷桩桩径 0.6m、桩距 0.44m, 成墙厚度 0.4m。喷射注浆采用强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥, 防渗墙渗透系数不大于  $(1\sim 9)\times 10^{-6}\text{cm/s}$ 。高喷墙体抗压强度 (28d 龄期) 不小于 1.5MPa; 钻孔位置的允许偏差不大于 50mm, 垂直偏差不大于 0.3%; 喷射管分段提升的搭接长度不小于 100mm。水泥浆液的水灰比 0.8~1.2, 浆液喷射压力 20~40MPa, 流量 70~120L/min, 土层中提升速度 10~20cm/min, 旋转速度 8~20r/min。

#### 4.1 施工流程

本工程高压旋喷桩防渗墙施工采用两管法, 先采用 KY100J 钻机施工先导孔, 孔径 0.8m。然后每隔 3 个孔, 在高喷桩先导孔 (引孔) 内注水泥黄土浆 (黄土重量百分比 85%, 水泥重量面百分比 15%, 加水制作成浆液), 灌浆孔间距 1.75m, 孔底高程  $\nabla 0.0\text{m}$ 。

复灌三次, 待达到一定凝期后, 再施工高压旋喷桩。高喷施工时, 将相邻孔空口堵塞。施工时的平面图, 施工效果图如图所示。

#### 4.2 施工顺序

为防止高压旋喷桩施工时由于相邻两桩施工距离太近或间隔时间太短, 造成相邻桩孔施工时串浆, 采取分批跳孔施作, 施工时按每间隔 2 孔施作。根据现场情况配备多套设备, 分别从两端向中间施工。具体施工顺序可依据现场实际情况调整。

#### 4.3 施工方法

(1) 测量放线定位

施工场地的基准点、基轴线及水准点经复核及各方签证后方可使用。

对于标定的基准点要做好明显的标志和编号,并做好保护工作。使用全站仪和钢卷尺等,采用坐标法进行桩位测定。施工前对施工区域内的所有桩分段进行测量定位,并做好明显、牢靠的桩位标志。做好测量记录,以便复核。

#### (2) 钻机就位

将钻机安置在设计孔位上,使钻杆头对准孔位中心,偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。为保证钻孔达到设计要求的垂直度,钻机就位后,作水平校正,钻机钻杆采用钻杆导向架进行定位,使钻杆轴线垂直对准钻孔中心位置,垂直度偏差 $\leq 0.3\%$ 。

#### (3) 引孔(先导孔施工)

引孔的目的是事先穿透混凝土等障碍层,为后续高喷施工创造条件。孔位及垂直度偏差按照高压旋喷桩参数执行。

#### (4) 超前灌浆(先导孔灌浆)

超前灌浆压力 $0.1\text{MPa}$ ,浆液比重控制在 $1.5$ 左右。

充填式灌浆采用分段灌注方法,由下至上,下套管分段灌注,段长 $5\sim 10$ 米。先对最底段进行灌浆,当灌浆达到设计要求,提升套管 $5\sim 10$ 米,然后进行上段的灌浆,直至该孔灌浆结束。

灌浆开始先用稀浆,经过 $3\sim 5\text{min}$ 后再加大泥浆稠度。若孔口压力下降和注浆管出现负压(压力表读数为 $0$ 以下),应再加大浆液稠度,浆液的容重应按设计技术要求控制。在灌浆中,应采用“少灌多复”的方法。

当浆液升至孔口,经连续复灌 $3$ 次不再吃浆时,或者灌浆孔的灌浆量、灌浆孔口压力达到设计要求,终止灌浆。

#### (5) 制备固化剂浆液

实验室负责浆液配合比设计,严格按设计要求配置水泥浆,待压浆前将水泥浆倒入集料斗中。旋喷注浆的材料用 $42.5$ 级普通硅酸盐水泥。制备固化剂浆液可采用与现有类似灌浆桩相同的浆液配比。

#### (6) 高压旋喷注浆

当高压喷射注浆管插入预定深度后,由下而上进行高压喷射注浆,施工参数为:迎水侧压力 $25\text{MPa}$ ,提升速度 $20\text{cm/min}$ ;背水侧压力 $28\text{MPa}$ ,提升速度 $10\text{cm/min}$ 。其他施工参数同可参照相关手册或规范进行。

#### (7) 冒浆处理

高压旋喷注浆过程中,冒浆量超过 $20\%$ 或完全不冒浆时应查明原因,并采取相应处理措施。

冒浆量过大的主要原因是有效喷射范围与注浆量不相适应,注浆量大大超出喷浆固结所需浆量所致。减少冒浆量的措施为:

①提高压力;②加快旋速。③为确保旋喷桩质量,对冒出地面的浆液不再利用。

不冒浆采取措施为:

①首先查明具体地质条件;②多次复喷,填满空隙后再继续正常喷浆。

#### (8) 拔管、冲洗

高压旋喷作业结束后,迅速拔出注浆管,用清水将注浆管等机具设备冲洗干净,管内机内不得残存水泥浆。

#### (9) 桩机移位

待旋喷桩机注浆管全部提出地面后,先关闭电机,然后将桩机移至新的桩位。

### 4.4 质量控制重点

(1) 原材料质量控制。施工前,对原材料(包括水泥、黄土)等取样检测,杜绝使用不合格材料。

(2) 先导孔质量控制。先导孔施工对后续高喷施工质量起到决定性作用,应从测量放样、孔位、垂直度方面加强控制。施工完成的先导孔要注意加以保护,高喷施工前,必要时应对先导孔进行扫孔处理。

(3) 浆液比重控制。无论是超前灌浆中的水泥黄土浆,还是高压旋喷中的纯水泥浆,其比重控制都是重点,施工过程中,应加强检查。

(4) 高喷桩施工压力、提升速度控制。压力参数确定需要考虑对防洪墙安全影响,提升速度控制要综合考虑地质条件和孔口返浆情况。

(5) 各工序间隔时间的控制。先导孔施工完成后可以立即进行超前灌浆施工,但超前灌浆施工完成 $7\text{d}$ 后进行高压旋喷桩施工。高喷桩分序施工,每序也应有一定时间间隔。

## 五、有益效果

(1) 施工进度快:采用“事先引孔,超前灌浆,最后实施高压旋喷桩”的综合防渗处理方法,高压旋喷桩日进尺可达 $800\text{m/d}$ ,工程进度加快。

(2) 质量得到保证:检测结果显示,高压旋喷桩桩体抗压强度、防渗墙防渗系数均能满足要求。

(3) 不受狭小空间制约:城区土地需求紧迫,一般堤防坡脚外侧早就存在了各企事业单位,与郊区堤防不同,城

区堤防防渗处理中，一般工作面小，大型设备难以适用，而本方法不受狭小工作面的影响。

(4) 不受混凝土-杂填土夹心土的影响：部分城市堤防因历史更迭，多次正式或不正式的翻建，堤防填土也相对复杂。对于存在混凝土-杂填土，类似“汉堡”式的堤防，同时又不满足重建条件的，使用本方法进行防渗处理是合适的。

(5) 对已有防洪墙安全无大的影响：防渗处理工程实施过程中，保护现有防洪设施无疑是很重要到，该方法采用相对小型设备，产生的振动小，对现有防洪墙安全无大的影

响。

#### 参考文献：

[1]李殿球;张琳;汪繁荣.水库防护区泵站设计排水量实例分析[J].长江工程职业技术学院学报,2013(01).

[2]邹福华 某水库防渗墙设计及地质构造影响下的渗透与应力特性研究[J].水利技术监督,2023(01).

[3]杜雪儿;袁刚烈;车爱兰堤防防渗墙完整性快速检测方法[J].河北工业大学学报,2022(06).