

# 预应力管桩渗漏水处理的施工方法

张木云<sup>1</sup> 束建军<sup>2</sup> 王 伟<sup>3</sup> 印建新<sup>4</sup>

1. 丹阳市水利局延陵水利管理服务站 江苏丹阳 212341
2. 丹阳市长江堤防管理处 江苏丹阳 212322
3. 丹阳市水利局界牌水利管理服务站 江苏丹阳 212323
4. 丹阳市水利局后巷水利管理服务站 江苏丹阳 212312

**摘 要:** 提供预应力管桩渗漏水处理的低渗透流态稳定土施工方法,旨在解决现有技术中,处理预应力管桩渗漏水的成本高的问题。预应力管桩渗漏水处理的低渗透流态稳定土施工方法:在打入土层中设定深度的管桩组的内部设置灌注导管,所述灌注导管的顶部连接有灌注斗,通过灌注斗以及灌注导管往管桩组的内部灌注封底混凝土层。

**关键词:** 预应力管桩; 渗漏水处理; 低渗透流态稳定土; 施工方法

## Construction method of leakage water treatment of prestressed pipe pile

Muyun Zhang<sup>1</sup>, Jianjun Shu<sup>2</sup>, Wei Wang<sup>3</sup>, Jianxin Yin<sup>4</sup>

1. Yanling water conservancy management service station of Danyang Water Conservancy Bureau, Danyang, Jiangsu 212341
2. Danyang Yangtze River embankment management office Jiangsu Danyang 212322
3. Jiepai water management service station of Danyang Water Resources Bureau, Danyang, Jiangsu 212323
4. Houxiang water management service station of Danyang Water Resources Bureau, Danyang, Jiangsu 212312

**Abstract:** the purpose of providing a construction method of low permeability fluid stabilized soil for the treatment of leakage water of prestressed pipe piles is to solve the problem of high cost of treating leakage water of prestressed pipe piles in the existing technology. Construction method of low permeability fluid stabilized soil for seepage water treatment of prestressed pipe piles: a pouring conduit is set inside the pipe pile group with a set depth in the driven soil layer, and the top of the pouring conduit is connected with a pouring bucket, through which a bottom sealing concrete layer is poured into the pipe pile group.

**Keywords:** prestressed pipe pile; Leakage water treatment; Low permeability fluid stable soil; Construction method

### 前言:

目前预应力管桩是在工厂采用离心法制作而成的钢筋混凝土空心管桩,由于预应力管桩在工厂一般加工为9、12、14m的标准长度运输至工地,但是设计桩长可能达到20m,甚至40m以上,因此通常采用分段拼接的方式进行施工,即每打入一节预应力管桩,将该节预应力管桩的顶部与下一节预应力管桩的底部的保护钢板焊接连接,再继续锤击打入地层,直至设计深度。由于焊接连接处是由两个圆形钢板焊接而成,在锤击打入过程中遇到坚硬夹层或软硬不均的地层,可能会因为反复锤击振动使预应力管桩承受拉压循环应力而产生裂缝,这些裂缝如果不进行处理,地下水会沿裂缝渗透进入预应力

管桩内壁,积累在预应力管桩内壁空间,造成对预应力管桩的腐蚀。

### 1 技术方案

预应力管桩渗漏水处理的低渗透流态稳定土施工方法:在打入土层中设定深度的管桩组的内部设置灌注导管,所述灌注导管的顶部连接有灌注斗,通过灌注斗以及灌注导管往管桩组的内部灌注封底混凝土层,所述封底混凝土层形成在管桩组的下部,且封闭管桩组的底部;

通过灌注斗以及灌注导管往管桩组的内部灌注超流态的稳定土,形成位于封底混凝土层上的稳定土层;所述管桩组包括多个上下依序对接的管桩,所述管桩的端部设有环形的对接钢板,相邻的管桩之间通过端部的对

接钢板对接;

按照重量分数配比,所述稳定土包括以下稳定粉剂:水泥10-15份,矿渣微粉40-60份,脱硫石膏10-20份,粉煤灰15-25份,硅灰5-10份,钠基膨润土5-10份,硅酸钠5-10份,膨胀剂2-6份;所述稳定粉剂混合水体以及土壤后进行搅拌,形成超流态的稳定土。具体如下:

1.1 水泥为强度42.5MPa或52.2MPa的硅酸盐水泥,所述水泥的比表面积 $\geq 400\text{m}^2/\text{kg}$ 。

1.2 矿渣微粉为S105级且经过高温煅烧的矿物废渣,所述矿渣微粉的比表面积 $\geq 500\text{m}^2/\text{kg}$ ,所述矿渣微粉的7d活性指数不小于95%。

1.3 脱硫石膏为火电厂排放的工业副产品,所述脱硫石膏中的二水硫酸钙含量 $\geq 95\%$ ,所述脱硫石膏的比表面积 $\geq 400\text{m}^2/\text{kg}$ 。

1.4 粉煤灰采用I级粉煤灰,所述粉煤灰中其氧化钙含量大于10%;所述硅灰为工业冶炼烟气副产物,所述硅灰中的二氧化硅含量大于85%。

1.5 钠基膨润土通过 $75\mu\text{m}$ 筛孔筛除后的筛余不大于2%,所述钠基膨润土中的蒙脱石矿物含量不小于80%。

1.6 硅酸钠粉的模数在1-2之间;所述的膨胀剂为硫铝酸钙膨胀剂。

1.7 稳定土的制备步骤如下:

1.7.1 在施工现场选择松散土壤进行筛分,筛分后的土壤形成土壤粉,所述土壤粉的最大颗粒的粒径不大于5mm;

1.7.2 搅拌桶内依次分比例添加水体和稳定粉剂,所述稳定粉剂的重量为后续添加的土壤粉的重量15-25%,所述水体的重量为后续添加的土壤粉的重量2-3倍;将水体与稳定粉剂的混合物振动搅拌超过5分钟后,再分批加入土壤粉,每次加入的土壤粉的体积不超过搅拌桶容积的1/5,再继续振动搅拌土壤粉、水体以及稳定粉剂的混合物超过20分钟后,形成超流态且流动扩展度大于600mm的稳定土;

1.7.3 搅拌桶的底部设有振动座,所述振动座带动搅拌桶上下振动;所述搅拌桶的内部设有容置水体、土壤粉以及稳定粉剂的搅拌腔,所述搅拌腔中设有纵向布置的搅拌轴,所述搅拌轴上连接有多个搅拌叶片,多个所述搅拌叶片沿着搅拌轴的周向间隔布置,沿着搅拌轴的周向,所述搅拌叶片呈倾斜状布置;

1.7.4 搅拌轴上活动连接有两个压盘,当所述搅拌轴转动时,所述压盘相对于搅拌轴转动以及上下移动,所述搅拌轴活动穿过压盘的中部,两个压盘之间围合形成压合空间,所述搅拌叶片位于压合空间的中部;所述压盘具有朝向压合空间的夹持面,所述夹持面上朝向压合空间设有尖端状的打击块;

1.7.5 压盘的外周分别与搅拌腔的内侧壁之间具有环形间隔,所述压盘中具有多个镂空区域,所述镂空区域上下贯穿压盘;位于搅拌叶片下方的压盘的底部通过下弹簧与搅拌腔的底部连接,位于搅拌叶片上方的压盘的顶部通过上弹簧与搅拌腔的顶部连接;

1.7.6 搅拌叶片中设有扁平状的穿开口,所述穿开口沿着搅拌轴的径向扁平延伸布置,所述穿开口的高度小于4mm;所述搅拌叶片具有背离搅拌轴的转动方向的背离表面,所述背离表面上凸设有多个弹性片,多个所述弹性片沿着穿开口的周向间隔环绕布置,相邻的弹性片之间形成有夹缝,所述夹缝的宽度小于4mm;

1.7.7 弹性片的内端对接在穿开口的外周边缘,沿着背离背离表面的方向,所述弹性片的外端偏离穿开口倾斜布置;所述弹性片具有朝向穿开口的打击侧壁,所述打击侧壁上凸设有多个呈尖端状凸起。

## 2 附图说明

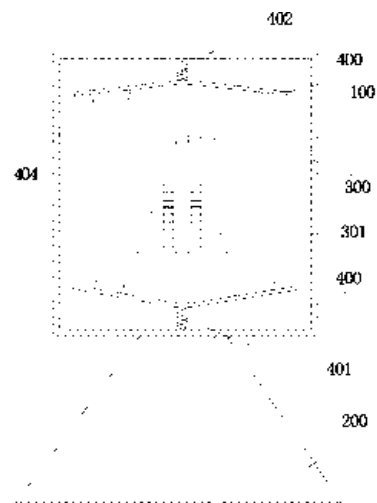


图 2.1 提供的制备稳定土的搅拌桶的结构示意图

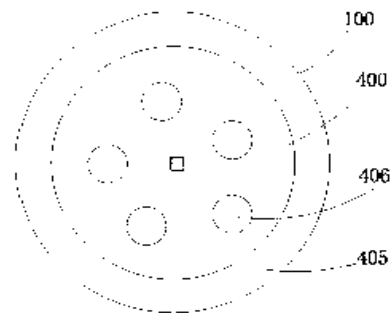


图 2.2 搅拌桶的俯视结构示意图

## 3 具体实施方式

预应力管桩渗漏水处理的低渗透流态稳定土施工方法,在打入土层中设定深度的管桩组的内部设置灌注导管,灌注导管的顶部连接有灌注斗,通过灌注斗以及灌注导管往管桩组的内部灌注封底混凝土层,封底混凝土层形成在管桩组的下部,且封闭管桩组的底部;

通过灌注斗以及灌注导管往管桩组的内部灌注超流态的稳定土,形成位于封底混凝土层上的稳定土层;管桩组包括多个上下依序对接的管桩,管桩的端部设有环形的对接钢板,相邻的管桩之间通过端部的对接钢板对接;

按照重量分数配比,稳定土包括以下稳定粉剂:水泥10-15份,矿渣微粉40-60份,脱硫石膏10-20份,粉煤灰15-25份,硅灰5-10份,钠基膨润土5-10份,硅酸钠5-10份,膨胀剂2-6份;稳定粉剂混合水体以及土壤后进行搅拌,形成超流态的稳定土。

这样,先往管桩组的内部灌注封底混凝土,来封闭管桩组的底部,再用上述稳定粉剂和水体及土壤制成的低渗透流态稳定土,由于土壤可以直接在施工现场获取,水体可以直接采用自来水,而稳定粉剂的各个组分均为市场上常见的销售商品,廉价易得,因此制作成本低;另外该稳定粉剂与土壤拌和形成的稳定土在较少的掺量下,用于浇灌充填存在渗漏的管桩组内,仍具有较高的抗渗性和强度,同时具有微膨胀性和良好的防渗功能,与现有的管桩防渗用的膨胀水泥砂浆或膨胀混凝土相比。

水泥为强度42.5MPa或52.2MPa的硅酸盐水泥,水泥的比表面积 $\geq 400\text{m}^2/\text{kg}$ 。

水泥属于水硬性胶凝材料,遇水后,水泥中的矿物,包括硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙在水中与水反应分别生成水化硅酸钙凝胶、水化铝酸钙凝胶和水化铁酸钙凝胶。

另外水泥中的部分氧化钙提供了合适的碱性环境,促进了矿渣微粉中的氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )和二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )的分解和解离,分离出的铝离子、硅离子与氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )反应进一步生成水化硅酸钙,凝固后的上述各种化合物形成骨架充填土体孔隙。

矿渣微粉为S105级且经过高温煅烧的矿物废渣,矿渣微粉的比表面积 $\geq 500\text{m}^2/\text{kg}$ ,矿渣微粉的7d活性指数不小于95%。

矿渣微粉是经过高温煅烧的废渣,矿渣微粉一般不具有活性,但是在碱性环境下具有活性。加入水泥、粉煤灰后,水泥和粉煤灰中的氧化钙促进了矿渣微粉中的矿物分解,二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )和氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )分解出硅离子和铝离子,与溶液中的氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )生成水化硅酸钙和水化铝酸钙凝胶。

另外矿渣微粉中的氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、氧化钙与石膏中的硫酸根离子生成钙矾石,这些胶体或晶体最终逐渐硬化,并变为脆性硬化体。

脱硫石膏为火电厂排放的工业副产品,脱硫石膏中的二水硫酸钙含量 $\geq 95\%$ ,脱硫石膏的比表面积 $\geq 400\text{m}^2/\text{kg}$ ;铝离子和钙离子与脱硫石膏中的硫酸根离子生成钙矾石晶体,使得流态稳定土的流动性较好。

粉煤灰采用I级粉煤灰,粉煤灰中其氧化钙含量大于10%;硅灰为工业冶炼烟气副产物,硅灰中的二氧化硅含量大于85%。

粉煤灰由于含有大量的活性 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等氧化物,一方面在碱性环境下氧化物分解为硅离子,铝离子,铁离子,与矿渣微粉中的钙离子生成水化硅酸钙凝胶、水化铁酸钙凝胶和水化铝酸钙凝胶。另外粉煤灰的部分铝离子和钙离子与脱硫石膏中的硫酸根离子生成钙矾石晶体;另一方面粉煤灰颗粒细小,对稳定粉剂中各种矿物的孔隙具有很好的填充作用,可以进一步提高抗渗性能。

钠基膨润土通过 $75\mu\text{m}$ 筛孔筛除后的筛余不大于2%,钠基膨润土中的蒙脱石矿物含量不小于80%。

钠基膨润土主要成分为蒙脱石矿物,其颗粒形状呈片状,长度为水泥颗粒的1/100,厚度为水泥颗粒的1,5000,遇水后体积膨胀30倍,在碱性环境下,硅离子、铝离子分解,与氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )生成水化硅酸钙、水化铝酸钙凝胶,部分铝离子与硫酸根离子、氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )生成钙矾石晶体。这些凝胶或晶体硬化后不仅提高了稳定土的强度,而且填充了矿物之间的间隙,具有较好的抗渗性能。

硅酸钠粉的模数在1-2之间,硅酸钠容易与溶液或土壤中的氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )反应,该反应分为两个阶段,第一个阶段与矿渣微粉、粉煤灰或水泥中的钙离子反应生成水化硅酸钙;第二个阶段与土壤中的氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )再次反应生成水化硅酸钙凝胶,硬化后的凝胶颗粒填塞在土壤孔隙之中,从而提高土壤的强度和抗渗性。

#### 4 结语

提供的预应力管桩渗漏水处理的低渗透流态稳定土施工方法,先往管桩组的内部灌注封底混凝土,来封闭管桩组的底部,再用上述稳定粉剂和水体及土壤制成的低渗透流态稳定土,由于土壤可以直接在施工现场获取,水体可以直接采用自来水,而稳定粉剂的各个组分均为市场上常见的销售商品,廉价易得,因此制作成本低;另外该稳定粉剂与土壤拌和形成的稳定土在较少的掺量下,用于浇灌充填存在。

#### 参考文献:

- [1]柳斌,翟智超.柳树沟水电站厂房渗漏水原因分析及处理措施[J].中国水能及电气化,2014(12):30-34.
- [2]蒋守健.浅谈水电站冲砂底孔流道及工作门槽渗漏水处施工方法和工艺[J].区域治理,2018
- [3]谢海林,杨文庆.黄竹林2号隧道二衬混凝土带模注浆施工技术应用[J].云南水力发电,2020,36(09):34-37.