深水围堰防渗和加固的施工方法

王　丰　邓迪强　王　乐
江阴市璜塘水利工程有限公司　江苏江阴　214400

摘　要：进行深水围堰防渗和加固的施工方法，步骤为：勘探围堰周围的情况，在防渗墙轴线上游设置若干固结灌浆孔，在固结灌浆孔口分别埋设注浆管和回浆管，以利于向孔内注浆和排气，在初始灌注时，采用孔口自流无压注浆形式，并在灌注过程中通过排气孔向孔内灌注速凝剂，待灌浆孔无压力注满后，封堵排气管持续灌浆，沿防渗墙轴线的孔间距为 1m，根据围堰地质变化部分孔间距调整为 0.8m，在上部覆盖层及全风化岩石 0~23m 采用高压旋喷施工工艺进行，在下部强风化岩石层 22~32m 采用帷幕灌浆施工工艺进行，在防渗墙下游 5m 的位置设计 1.5m 宽的高压旋喷加固桩。该方案既不渗水又安全。

关键词：深水围堰；防渗和加固；施工方法

Construction methods for seepage prevention and reinforcement of deep water cofferdams

Feng Wang, Diqiang Deng, Le Wang
Jiangyin Huangtang Water Conservancy Engineering Co., Ltd. Jiangsu Jiangyin 214400

Abstract: The construction method for seepage prevention and reinforcement of deep water cofferdams is as follows: explore the surrounding conditions of the cofferdams, set several consolidation grouting holes upstream of the axis of the cutoff wall, embed grouting pipes and grout return pipes at the consolidation grouting holes to facilitate grouting and venting into the holes. At the initial stage of grouting, adopt the form of orifice gravity free pressure grouting, and inject accelerator into the holes through the vent holes during the grouting process, After the grouting hole is filled without pressure, the vent pipe shall be plugged for continuous grouting. The hole spacing along the axis of the cutoff wall shall be 1m, and the hole spacing shall be adjusted to 0.8m according to the geological changes in the cofferdam. The high-pressure rotary jet grouting construction process shall be adopted for the upper overburden layer and completely weathered rock from 0 to 23m, and the curtain grouting construction process shall be adopted for the lower strongly weathered rock layer from 22 to 32m. A 1.5m wide high-pressure rotary jet grouting reinforcement pile shall be designed at a position 5m downstream of the cutoff wall. This scheme is both impermeable and safe.

Keywords: Deep water cofferdam; Anti-seepage and reinforcement; Construction method

一、背景技术

现有的水下围堰防渗主要有混凝土防渗墙、帷幕灌浆、高压旋喷灌浆等，混凝土防渗墙施工工艺复杂，施工周期长，成本较高；帷幕灌浆多针对岩石部位防渗处理，对于覆盖层部位需要设置多排孔，其施工成本较高；高压旋喷施工适用于碎石土，砂砾石(最大粒径小于 20cm)等均质材料的防渗施工，对于材料中存在较大孤石和空腔，将影响高压旋喷防渗施工效果。

围堰加固方法通常有固结灌浆、钢管桩等。固结灌浆施工范围要求较大，施工材料用量大，成本高；钢管桩加固后的围堰拆除难度大。

在专利技术方案中，公开了一种临水深厚淤泥区域的吹填施工场界围堰加固方法，它包括：步骤一，砂袋缝制，用裂膜丝类土工布缝制成袋，袋中充填细沙；所述砂袋包括至少二层砂袋，各层砂袋宽度自下而上递减；步骤二，砂袋铺放，通过人工或者船只将砂袋运至指定位置进行分层铺放；步骤三，现场吹填，吹填分层依次进行，并按划分的段落由远至近逐段吹填，分段长度为 15m～20m。

二、技术方案

针对现有技术存在的不足之处，提供了一种在复杂地质条件下进行深水围堰防渗和加固的施工方法。

一种进行深水围堰防渗和加固的施工方法，具体包括以下步骤：

步骤 1、勘探混凝土子堰周围的情况，在上游区段，混凝土子堰底部外侧垂直轴线设置若干固结灌浆孔，固结灌浆孔间距为 2m，单个固结灌浆孔穿过覆盖层的底部，固结灌浆孔的钻孔深度为 15m，采用 HTYM-400 型潜孔钻进行钻孔作业，将 套管跟管钻进至固结灌浆孔底部，套管下部设有附带 花眼的 PVC 护管；

步骤 2、在固结灌浆孔口分别埋设注浆管和回浆管；

步骤 3、在步骤 2 的基础上，初始灌注时，采用孔口自流无压注浆形式，并在灌注过程中通过排气孔向固结灌浆孔内灌注速凝剂；

在步骤 3 中，当覆盖层中存在空腔，固结灌浆过程中漏浆，采用水泥膨润土粘土配制的膏浆灌注，并采用间歇待凝的方法灌浆，灌浆压力为 0.1～0.2Mpa。

步骤 4、待固结灌浆孔无压力注满后，封堵排气管持续灌浆，持续灌注 10～15 分钟后结束；

在步骤 4 中，固结灌浆若干区域后进行高压喷射注浆，然后固结灌浆与高压喷射注浆梯次进行，高压喷射注浆的回浆作为后序的固结灌浆孔的灌浆浆液，循环进行固结灌浆与高压喷射注浆。

步骤 5、混凝土子堰中部垂直轴线并排钻探若干个高压旋喷注浆孔，高压旋喷注浆孔的间距为 1m，根据混凝土子堰周围的地质情况将其中若干个高压旋喷注浆孔的间距调整为 0.8m；

步骤 6、在上部覆盖层和全风化岩石层，即距地表深度为 0～23m 的范围内，采用高压旋喷注浆方式通过高压旋喷注浆孔进行注浆，在下部强风化岩石层，即距地表深度为 22～32m 的范围内，采用帷幕灌浆方式进行注浆，帷幕灌浆区与高压旋喷注浆区的搭接长度为 1m；

步骤 7、在下游区域的混凝土子堰后侧 5m 的位置设计 1.5m 宽的高压旋喷加固桩，高压旋喷加固桩由两排高压旋喷桩组成，排距为 0.7m，间距为 0.8m，高压旋喷加固桩的打孔穿过覆盖层和全风化层，深度至引水渠底板线处，高压旋喷加固桩的打孔深度为 23m。

在步骤 7 中，在高压旋喷桩底部增设一排钢管排桩，钢管排桩由 Q345 钢花管和 3 个Φ32 管内钢筋组成，钢管采用壁厚 6mm、外径 110mm 的无缝钢管，钢管上每隔 20cm 沿四周对称开 4 个直径 12mm 的小孔作为灌浆溢流孔。

进一步地，在步骤 7 中，钢管排桩间距为 0.8m，长度为 4m，伸入至强风化岩石，钢管排桩底部高程为 EL465.0m，钢管排桩顶部高程位于引渠底板以下。

三、附图说明

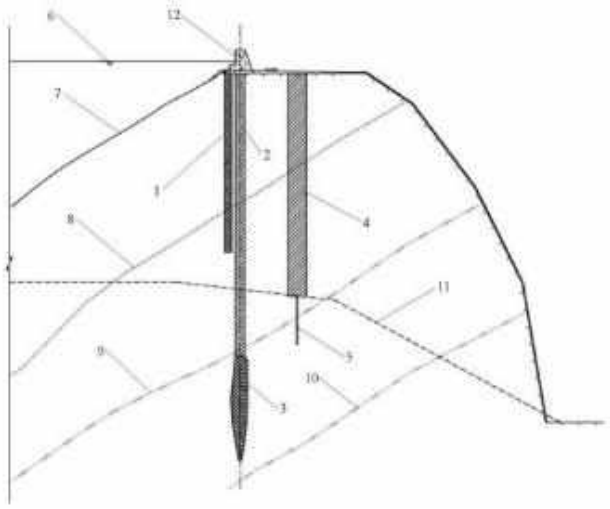

图 1 为深水围堰施工方法的剖面示意图

图中：1-固结灌浆孔，2-高压旋喷注浆区，3-帷幕灌浆区，4-高压旋喷墙加固桩，5-钢管排桩加固，6-围堰设计水位，7-原始地面线，8-覆盖层分界线，9-全风化岩石分界线，10-强风化岩石分界线，11-引水渠底板线，12-混凝土子堰。

四、具体实施方式

如图 1 所示，施工方法具体包括如下步骤：

步骤 1：勘探混凝土子堰周围的情况，在上游区段，混凝土子堰底部外侧垂直轴线设置若干固结灌浆孔，固结灌浆孔间距为 2m，单个固结灌浆孔穿过覆盖层的底部，固结灌浆孔的钻孔深度为 15m，采用 HTYM-400 型潜孔钻进行钻孔作业，将套管跟管钻进至固结灌浆孔底部，套管下部设有附带花眼的 PVC 护管，保证起拔套管时，不因孔壁坍塌造成下部无法注浆；

步骤 2：在固结灌浆孔口分别埋设注浆管和回浆管，以利于向孔内注浆和排气；

步骤 3：在步骤 2 的基础上，初始灌注时，采用孔口自流无压注浆形式，并在灌注过程中通过排气孔向固结灌浆孔内灌注速凝剂，以加快水泥浆液凝固速度，避免水泥浆液扩散过远；

步骤 4：待固结灌浆孔无压力注满后，封堵排气管持续灌浆，持续灌注 10～15 分钟后结束；

步骤 5：混凝土子堰中部垂直轴线并排钻探若干个高压旋喷注浆孔，高压旋喷注浆孔的间距为 1m，根据混凝土子堰周围的地质情况将其中若干个高压旋喷注浆孔的间距调整为 0.8m；

步骤 6：在上部覆盖层和全风化岩石层，即距地表深度为 0～23m 的范围内，采用高压旋喷注浆方式通过高压旋喷注浆孔进行注浆，在下部强风化岩石层，即距地表深度为 22～32m 的范围内，采用帷幕灌浆方式进行注浆，帷幕灌浆区与高压旋喷注浆区的搭接长度为 1m；

步骤 7、在下游区域的混凝土子堰后侧 5m 的位置设计 1.5m 宽的高压旋喷加固桩，高压旋喷加固桩由两排高压旋喷桩组成，排距为 0.7m，间距为 0.8m，高压旋喷加固桩的打孔穿过覆盖层和全风化层，深度至引水渠底板线处，高压旋喷加固桩的打孔深度为 23m。

（1）在步骤 3 中，当覆盖层中存在空腔，固结灌浆过程中漏浆，采用水泥膨润土粘土配制的膏浆灌注，并采用间歇待凝的方法灌浆，灌浆压力为 0.1～0.2Mpa。

（2）在步骤 4 中，固结灌浆若干区域后进行高压喷射注浆，然后固结灌浆与高压喷射注浆梯次进行，高压喷射注浆的回浆作为后序的固结灌浆孔的灌浆浆液，循环进行固结灌浆与高压喷射注浆。

（3）在步骤 7 中，在高压旋喷桩底部增设一排钢管排桩，钢管排桩由 Q345 钢花管和 3 个Φ32 管内钢筋组成，钢管采用壁厚 6mm、外径 110mm 的无缝钢管，钢管上每隔 20cm 沿四周对称开 4 个直径 12mm 的小孔作为灌浆溢流孔。

（4）在步骤 7 中，钢管排桩间距为 0.8m，长度为 4m，伸入至强风化岩石，钢管排桩底部高程为 465m，用于提高围堰整体稳定性和抗剪能力，同时钢管排桩顶部高程位于引渠底板以下，以方便于围堰的拆除施工。

五、有益效果

（1）成功解决了开挖料弃渣的坡积土夹石部位，地下存在大量孤石及空腔，地质条件复杂部位的高喷施工；

（2）围堰经高压旋喷和帷幕灌浆后，现场监测围堰下游基坑渗水量仅为 3m 3 /h，证明围堰防渗施工效果良好，围堰几乎不渗水；

（3）对覆盖层较厚，全风化程度较高部位的岩石，采用高压旋喷墙加固，并在其底部增加钢管排桩，有效的提高了围堰的整体稳定和抗剪能力，确保了围堰的安全。

参考文献：

[1]彭溢.一种水利枢纽围堰防渗的双液灌浆塞.中国专利:CN212052776U,2020-12-01.

[2]叶明;聂文俊.大型导流洞进出口围堰水下拆除爆破施工工法[J].水利建设与管理,2011(10).

[3]陈鹏.大型引水支洞开挖围岩爆破技术及其参数优化设计研究[J].水利规划与设计,2019(01).