

水平定向钻孔填充的防渗材料及防渗施工方法

薄贤波¹ 汤文豪² 肖宁²

1. 常州市新北区供销合作总社, 中国·江苏 常州 213100

2. 常州市新北区水利管理服务中心, 中国·江苏 常州 213100

摘要: 通过将水泥、PVC 胶水、粘土和水混合制浆, 通过高压灌浆压入水平定向钻孔中, 凝固形成一种渗透系数小于周边土壤的防渗材料, 达到防渗效果。解决了通信管道通过水利工程而导致漏水的问题, 施工方便, 保护了水利工程, 特别是保护了堤防的安全, 具有很大的社会效益。

关键词: 水平定向钻孔填充; 防渗材料; 防渗; 施工方法

Anti Seepage Materials and Construction Methods for Horizontal Directional Drilling and Filling

Xianbo Bo¹ Wenhao Tang² Ning Xiao²

1. Changzhou Xinbei District Supply and Marketing Cooperative Federation, Changzhou, Jiangsu, 213100, China

2. Changzhou Xinbei District Water Conservancy Management Service Center, Changzhou, Jiangsu, 213100, China

Abstract: By mixing cement, PVC glue, clay, and water into a slurry, high-pressure grouting is used to press it into a horizontal directional borehole, solidifying to form an anti-seepage material with a permeability coefficient lower than the surrounding soil, achieving anti-seepage effect. Solved the problem of water leakage caused by communication pipelines passing through water conservancy projects, made construction convenient, protected water conservancy projects, especially the safety of embankments, and has great social benefits.

Keywords: horizontal directional drilling and filling; anti-seepage materials; impervious; construction method

1 背景技术

在通信工程施工中, 为了节省空间, 好多通信线路铺在地下。在遇到堤防或河道时, 通常采用水平定向钻孔, 管线通过钻孔穿过堤防或河道。

这样, 通信问题解决了, 同时对水利工程也产生了影响, 特别是给防汛带来隐患。主要是由于河中水渗漏到钻孔中, 通过钻孔流到堤防外面。

2 技术方案

解决的技术问题: 针对上述技术问题, 提供一种用于水平定向钻孔填充的防渗材料及防渗施工方法, 采用高压灌浆填充管道间隙, 具有抗渗效果好、施工方便等优点。

技术方案: 一种用于水平定向钻孔填充的防渗材料, 防渗材料按质量百分数计由以下原料组成: 水泥 6%~12%、PVC 胶水 10%、粘土 30%~40% 和水 38%~54%, 其中 PVC 胶水按质量份数配比如下: 聚苯乙烯丁二烯共聚物 59.5 份、碳酸钙 37.6 份、二氧化钛 0.8 份、抗氧剂 1.3 份、紫外线吸收剂 0.5 份。

上述用于水平定向钻孔填充的防渗材料的防渗施工方法, 方法包括以下步骤:

步骤一: 制浆, 将水泥、PVC 胶水、粘土和水搅拌均匀

得到混合浆液。

步骤二: 压力灌浆, 将泥浆压力泵进水管插入步骤一制备的混合浆液中, 然后将泥浆压力泵的出水管软管从钻孔进口用绳子拖入至 P 点, P 点为河道水位线水平延长线与近出口侧钻孔交点, 然后开启泥浆压力泵, 使泥浆进入钻孔中 PVC 通风管道的孔隙处, 当泥浆在钻孔中灌浆至钻孔出口处时, 往回匀速拉出水管软管, 使水管软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔进口; 步骤二中泥浆压力泵为 HB80/10 灌浆泵。

步骤三: 抽水, 由于压力灌浆导致的钻孔进口水位上升, 在钻孔进口放入一个小型水泵把高出地下水水位的水抽出。

步骤四: 从钻孔出口灌浆, 把泥浆压力泵出水管软管口从钻孔出口放入至 P 点, 然后开启泥浆压力泵, 使泥浆进入钻孔中 PVC 通风管道的孔隙处, 当泥浆在钻孔中灌浆至钻孔进口处时, 往回匀速拉出水管软管, 使水管软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔出口。

步骤五: 养护, 钻孔进口、出口灌水养护 28 天。

3 附图说明

水平定向钻孔示意图见图 1, 图 1 中 A-A 向截面图见图 2。

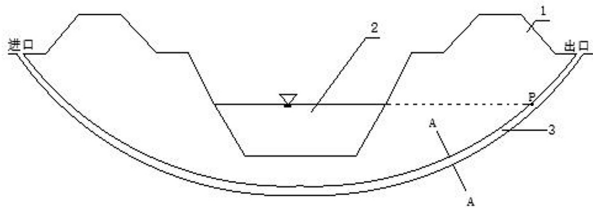


图 1 水平定向钻孔示意图

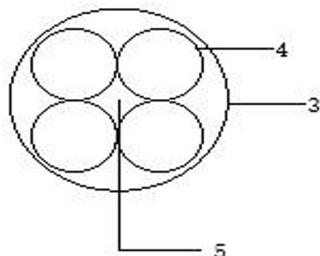


图 2 图 1 中 A-A 向截面图

图中各数字标号代表如下: 1—堤防; 2—河道; 3—钻孔; 4—PVC 通信管道; 5—孔隙。

4 具体实施方式

防渗材料的制作过程如下: 把水泥、PVC 胶水、粘土和水按一定质量比制浆, 凝固成土样。使土壤渗透系数小于周边土壤即可。

渗透系数的测定: 达西定律求得:

$$q=KI$$

式中, q 为单位渗流量, 也称渗透速度 (米/日); K 为渗透系数 (米/日), 各种土质的渗透系数经验值见表 1; I 为水力坡度, 无量纲。可见, 当 $I=1$ 时, $q=K$, 表明渗透系数在数值上等于水力坡度为 1 时, 通过单位面积的渗流量。岩土渗透系数愈大, 透水性越强, 反之越弱。

变水头试验法就是试验过程中水头差一直随时间而变化, 水从一根直立的带有刻度的玻璃管 (水头测管 10) 和 U 形管自下而上流经土样 12。试验时, 打开开关 11, 将玻璃管充水至需要高度后, 开动秒表, 测记起始水头差 Δh_1 (单位: m), 经时间 t (单位: d) 后, 再测记终止水头差 Δh_2 (单位: m), 通过建立瞬时达西定律, 即可推出渗透系数 k 的表达式。

设试验过程中任意时刻 t 作用于两段的水头差为 Δh , 经过时间 dt 后, 管中水位下降 dh , 则 dt 时间内流入试样的水量为:

$$dVe=-a \cdot dh$$

式中, a 为玻璃管断面积 / (单位: m^2); 右端的负号表示水量随 Δh 的减少而增加。

根据达西定律, dt 时间内流出试样的渗流量为:

$$dVo=k \times i \times A \times dt=k \times (\Delta h/L) \times A \times dt$$

式中, A ——试样断面积 (单位: m^2); L ——试样长度 (单位: m)。

根据水流连续原理, 应有 $dVe=dVo$, 即得到:

$$k=(a \times L/A \times t) \ln (\Delta h_1/ \Delta h_2)$$

或用常用对数表示, 则上式可写为:

$$k=2.3 \times (a \times L/A \times t) \log (\Delta h_1/ \Delta h_2)$$

地下水流速的确定: 在地下水等水位图上的地下水流向上, 求出相邻两等水位线间的水力梯度, 然后利用公式计算地下水的流速:

$$V=KI$$

式中: V ——地下水的渗流速度 (m/d); K ——渗透系数 (m/d); I ——水力梯度。

实施例 1:

一种用于水平定向钻孔填充的防渗材料, 防渗材料按质量百分数计由以下原料组成: 水泥 10%、PVC 胶水 10%、粘土 35% 和水 45%, 其中 PVC 胶水按质量份数配比见表 1。

表 1 PVC 胶水按质量份数配比表

| 成分名称 | Cas | 质量份数 / 份 |
|---------------|------------|----------|
| 聚苯乙烯丁二烯共聚物 | 9003-55-8 | 59.5 |
| 碳酸钙 | 471-34-1 | 37.6 |
| 二氧化钛 | 1317-80-2 | 0.8 |
| 抗氧剂 1076 | 2082-79-3 | 0.6 |
| 抗氧剂 168 | 31570-04-4 | 0.2 |
| 抗氧剂 264 | 128-37-0 | 0.5 |
| 紫外线吸收剂 UV-329 | 3147-75-9 | 0.5 |

PVC 胶水性能: 抗剪: PVC/PVC > 40; PE 膜 /PE 膜 > 8; 橡胶 > 25; 金属 / 海绵、泡沫、撕裂。浸水后: 强度基本无变化: 固含量 40%~50%。

水泥为硅酸盐水泥, 水泥性能: 强度高, 稳定性好, 耐久。

泥浆 (黏土和水混合物) 性能: 和易性好, 可以根据强度要求在水中加入土量。其中, 粘土为过 2mm 筛的细粘土粉末。

防渗材料的性能: 经过 28 天的凝固, 具有很好的抗渗性。该材料既能和 PVC 管道结合又能和周边的土壤结合。本实施例中周边土壤为黄土 (泥质)。

上述水平定向钻孔的防渗材料的防渗施工方法, 包括以下步骤:

步骤一: 制浆, 将水泥、PVC 胶水、粘土和水搅拌均匀得到混合浆液。

步骤二: 压力灌浆, 参见图 1、图 2 和图 3, 将泥浆压力泵 6 进水管 8 插入步骤一制备的混合浆液 (即泥浆 7) 中, 然后将泥浆压力泵 6 的出水管 9 软管从钻孔进口用绳子拖入至 P 点, P 点为河道水位线水平延长线与近出口侧钻孔交点, 然后开启泥浆压力泵 6, 使泥浆 7 进入钻孔 3 中 PVC 通风

管道 4 的孔隙 5 处,当泥浆 7 在钻孔 3 中灌浆至钻孔出口处时, 往回匀速拉出水管 9 软管, 使水管 9 软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔 3 进口, 泥浆压力泵为 HB80/10 灌浆泵。

步骤三: 抽水, 由于压力灌浆导致的钻孔进口水位上升, 在钻孔 3 进口放入一个小型水泵把高出地下水的水抽出。

步骤四: 从钻孔出口灌浆, 把泥浆压力泵 6 出水管 9 软管口从钻孔 3 出口放入至 P 点, 然后开启泥浆压力泵 6, 使泥浆 7 进入钻孔 3 中 PVC 通风管道 4 的孔隙 5 处, 当泥浆 7 在钻孔 3 中灌浆至钻孔进口处时, 往回匀速拉出水管 9 软管, 使水管 9 软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔 3 出口。

步骤五: 养护, 钻孔 3 进口、出口灌水养护 28 天。

经试验, 工程位置土壤防渗系数 k 为 $1e^{-5}cm/s$, 经过本实施例方法制得的防渗材料防渗系数 k 为 $1e^{-8}cm/s$ 。

实施例 2:

一种用于水平定向钻孔填充的防渗材料, 防渗材料按质量百分数计由以下原料组成: 水泥 6%、PVC 胶水 10%、粘土 30% 和水 40%, 其中 PVC 胶水按质量份数配比见表 2。

表 2 PVC 胶水按质量份数配比表

| 成分名称 | Cas | 质量份数 / 份 |
|---------------|------------|----------|
| 聚苯乙烯丁二烯共聚物 | 9003-55-8 | 59.5 |
| 碳酸钙 | 471-34-1 | 37.6 |
| 二氧化钛 | 1317-80-2 | 0.8 |
| 抗氧剂 1076 | 2082-79-3 | 0.6 |
| 抗氧剂 168 | 31570-04-4 | 0.2 |
| 抗氧剂 264 | 128-37-0 | 0.5 |
| 紫外线吸收剂 UV-329 | 3147-75-9 | 0.5 |

PVC 胶水性能: 抗剪: PVC/PVC > 40; PE 膜 /PE 膜 > 8; 橡胶 > 25; 金属 / 海绵 / 泡沫、撕裂。浸水后: 强度基本无变化: 固含量 40%~50%。

水泥为硅酸盐水泥, 水泥性能: 强度高, 稳定性好, 耐久。

泥浆 (黏土和水混合物) 性能: 和易性好, 可以根据强度要求在水中加入土量。其中, 粘土为过 2mm 筛的细粘土粉末。

防渗材料的性能: 经过 28 天的凝固, 具有很好的防渗性。该材料既能和 PVC 管道结合又能和周边的土壤结合。本实施例中周边土壤为黄土 (泥质)。

上述水平定向钻孔的防渗材料的防渗施工方法, 包括以下步骤:

步骤一: 制浆, 将水泥、PVC 胶水、粘土和水搅拌均匀得到混合浆液。

步骤二: 压力灌浆, 参见图 1、图 2 和图 3, 将泥浆压力泵 6 进水管 8 插入步骤一制备的混合浆液 (即泥浆 7) 中, 然后将泥浆压力泵 6 的出水管 9 软管从钻孔进口用绳子拖入至 P 点, P 点为河道水位线水平延长线与近出口侧钻孔交点, 然后开启泥浆压力泵 6, 使泥浆 7 进入钻孔 3 中 PVC 通风管道 4 的孔隙 5 处, 当泥浆 7 在钻孔 3 中灌浆至钻孔出口处时, 往回匀速拉出水管 9 软管, 使水管 9 软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔 3 进口, 泥浆压力泵为 HB80/10 灌浆泵。

步骤三: 抽水, 由于压力灌浆导致的钻孔进口水位上升, 在钻孔 3 进口放入一个小型水泵把高出地下水的水抽出。

步骤四: 从钻孔出口灌浆, 把泥浆压力泵 6 出水管 9 软管口从钻孔 3 出口放入至 P 点, 然后开启泥浆压力泵 6, 使泥浆 7 进入钻孔 3 中 PVC 通风管道 4 的孔隙 5 处, 当泥浆 7 在钻孔 3 中灌浆至钻孔进口处时, 往回匀速拉出水管 9 软管, 使水管 9 软管口始终在混合浆液中, 防止间断, 直至拉回到钻孔 3 出口。

步骤五: 养护, 钻孔 3 进口、出口灌水养护 28 天。

5 有益效果

①防渗材料具有很好的抗渗性, 该材料既能和 PVC 管道结合又能和周边的土壤结合。

②方法施工方便, 保护了水利工程, 特别是保护了堤防的安全, 具有很大的社会效益。

③与现有技术中采用普通泥浆填充渗透系数 k 为 $5e^{-2} \sim 1e^{-4}cm/s$, 经过本发明方法处理后渗透系数 k 可以达到 $1e^{-8}cm/s$ 。

参考文献:

[1] 张贵金,汪夏菲,李毅,等.白云水库放空修复混凝土防渗面板效果评价[J].水利水电技术(中英文),2021(4):171-179.
 [2] 陈志光,谌永强,何清举.坝体防渗面板裂缝处理之我见[J].河南水利,2003(3):22.
 [3] 唐志丁.水工大坝施工中防渗面板施工关键技术研究[J].中国新技术新产品,2017(24):110-111.