

一种水平定向钻孔填充的防渗材料及防渗施工方法

李忠良¹ 谢国兵² 吴健³

1 江苏兴厦水利水电建设工程有限公司, 江苏扬州, 225600;

2 泗洪县梅花水利站, 江苏宿迁, 223900;

3 江苏盐城水利建设有限公司, 江苏盐城, 224000;

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

DOI: 10. 69979/3060-8767. 24. 2. 040

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 通信管道的孔隙处, 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 通信管道的孔隙处, 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

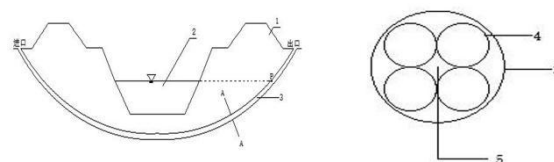


图 1 为水平定向钻孔示意图 图 2 为图 1 中 A-A 向截面图

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

防渗材料的制定过程如下: 把水泥、PVC 胶水、粘土和水按一定质量比制浆, 凝固成土样。使土样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参见下表； 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，再测记终了水头差 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

$$dV_e = -a \cdot dh$$

式中 a 为玻璃管断面积/（单位：m²）；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：

$$dV_o = k \cdot i \cdot A \cdot dt = k \cdot (\Delta h / L) \cdot A \cdot dt$$

式中， A ——试样断面积（单位：m²）； L ——试样长度（单位：m）。

根据水流连续原理，应有 $dV_e = dV_o$ ，即得到

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

或用常用对数表示，则上式可写为

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

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如下表 2：

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（粘土和水混合物）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 2 mm 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 通信管道 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，使出水管 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位的水抽出；

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 通信管道 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，使出水管 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,表 3:

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(粘土和水混合物)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 2 mm 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 通信管道 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,使出水管 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位的水抽出;

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 通信管道 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,使出水管 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]张胤,张朝利,程大鹏,等.一种用于水平定向钻孔填充的防渗材料及防渗施工方法:CN201910890484.4 [P].CN110627435A[2024-11-11].
- [2]喻蔚然,傅琼华,马秀峰.简岭水库坝下涵管出险原因分析[C]//水库大坝建设与管理中的技术进展——中国大坝协会 2012 学术年会论文集.2012. DOI: ConferenceArticle/5af1b48ec095d71bc8cb5a25.
- [3]喻蔚然,傅琼华,马秀峰.江西安义县简岭水库坝下涵管出险原因分析[J].人民长江,2012(20):4. DOI: 10.3969/j.issn.1001-4179.2012.20.009.