



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105464074 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201510818261.9

(22)申请日 2015.11.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105464074 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(73)专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193号

(72)发明人 刘凯 卢林 陈蕾 沈燕彬

张楚领 陆添阳 朱升晖 程明

李浩 尹立伟

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有

限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51)Int.Cl.

E02D 5/38(2006.01)

E02D 15/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 102140919 A,2011.08.03,全文.

CN 102051869 A,2011.05.11,全文.

CN 102767180 A,2012.11.07,全文.

CN 103104209 A,2013.05.15,全文.

CN 1107535 A,1995.08.30,全文.

CN 203307801 U,2013.11.27,全文.

JP 特开2001-20299 A,2001.01.23,全文.

审查员 陈玲

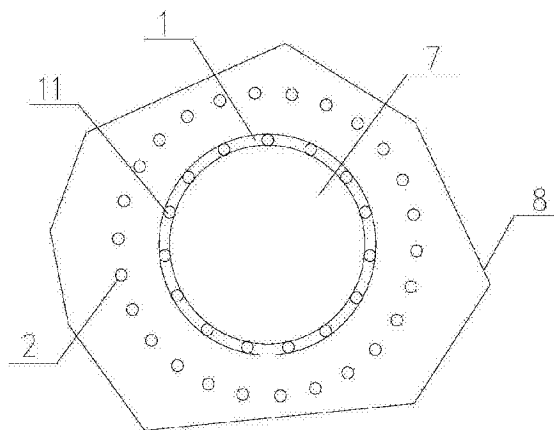
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种人工挖孔桩高聚物注浆防护结构及其  
施工方法

(57)摘要

本发明涉及一种人工挖孔桩高聚物注浆防护结构及其施工方法,其特征是设置桩孔孔壁是由高聚物注浆形成的防水支护圈;在防水支护圈顶部配置压力注浆环,在防水支护圈的外围分布有由高聚物注浆形成的补强柱;在桩孔的底部超挖段中,以石灰铺垫形成石灰加固层,在石灰加固层上摊铺级配碎石形成碎石防水层,在碎石防水层的顶面固定安装压力注浆板,通过压力注浆板上开设的底部注浆孔注入高聚物注浆液并渗透在级配碎石的空隙中,膨胀固化形成防水底板。本发明通过将施工中的防水和护壁工作提前,并兼顾底部和侧壁防水、外围支护补强,工艺简单,工程造价低;改善了挖孔桩井下作业条件,保证了后期桩体施工质量和进度,具有显著的经济效益和推广价值。



1. 一种人工挖孔桩高聚物注浆防护结构,其特征是:由高聚物注浆形成防水支护圈(1)作为桩孔孔壁;在防水支护圈(1)的顶部配置有带防护圈注浆孔(11)的压力注浆环(10),在防水支护圈(1)的外围,沿圆周间隔分布有由高聚物注浆形成的补强柱(2);在桩孔的底部超挖段中,以石灰铺垫形成石灰加固层(3),在石灰加固层(3)上摊铺级配碎石形成碎石防水层(4),在所述碎石防水层(4)的顶面通过膨胀螺栓固定安装压力注浆板(5),在所述压力注浆板(5)上开设有底部注浆孔(6),通过底部注浆孔(6)注入的高聚物注浆液渗透在级配碎石的空隙中,并膨胀固化形成防水底板。

2. 根据权利要求1所述的人工挖孔桩高聚物注浆防护结构,其特征是:所述防水支护圈(1)的厚度为4~10cm;所述补强柱(2)是处在防水支护圈(1)的外围60~100cm的位置处。

3. 根据权利要求1所述的人工挖孔桩高聚物注浆防护结构,其特征是:所述石灰加固层(3)的厚度为20~30cm,所述碎石防水层(4)的厚度为35~50cm。

## 一种人工挖孔桩高聚物注浆防护结构及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于土木施工技术领域,特别涉及人工挖孔桩高聚物注浆防护结构及其施工方法。

### 背景技术

[0002] 人工挖孔桩是指桩孔是采用人工挖掘的方法进行成孔,在桩孔中安放钢筋笼,再浇注混凝土成桩。人工挖孔桩的优点:

[0003] 一是操作空间要求小,施工方便,施工速度较快,工艺简单,不需要大型机械设备;

[0004] 二是较之木桩和混凝土打入桩的抗震能力更强,较之冲击锥冲孔、回旋钻机钻孔以及沉井基础等造价更低,且无噪声等;

[0005] 三是人工挖孔桩不产生泥浆,有利于文明环保施工及减小周围的环境影响。在建筑施工中,当因场地条件及地质条件限制时,人工挖孔桩便成为主要的施工方式。

[0006] 挖孔桩井下作业条件差、环境恶劣、劳动强度大,实际施工管理中一些细节问题都会导致施工进度延误,施工质量和安全得不到保证。人工挖孔桩施工中需要注意以下三点:一是在挖深约一米时,必须浇注混凝土护筒。除在地表墩台位置四周挖截水沟外,还应对孔内排出孔外的水妥善引流远离桩孔;二是在灌注桩基混凝土时,如数个桩孔均只有少量渗水,应采取措施同时灌注,以免将水集中一孔增加困难。如多孔渗水量均大,影响灌注质量,则应于一孔集中抽水,降低其他各孔水位,抽水孔最后采用水下混凝土灌注施工;三是挖孔达到设计标高后,应进行孔底处理,必须做到平整、无松渣、污泥及沉淀等软层。

[0007] 现有技术中,人工挖孔桩的挖孔施工所存在的主要问题包括:

[0008] 一、护壁费功耗时;人工挖孔桩开挖深度每达到1.0m时,均要使用不低于桩身混凝土强度的混凝土进行护壁,待护壁达到强度要求后方可继续进行挖孔施工,过程繁琐,需要材料工具量大,工人劳动量大,材料运输堆放不方便,材料消耗较大,导致了工期长,并增加了工程造价。

[0009] 二、施工安全性差;当地下水丰富,地基土为渗透系数较大的土层时,若不能承受水、土侧压力,未及时采取降水措施,极易出现渗水、涌泥现象,造成孔壁坍塌;由于桩孔内多水、潮湿,且施工面较窄,若使用的通风设备、照明设备的电线出现破损等,均易发生触电事故。

[0010] 三、孔底积水;由于一个工程需要多个桩基,一个人工挖孔桩的挖孔施工完成后,往往不能及时进行桩体填筑,需等待挖孔施工全部完成才能进行桩体填筑,因此孔底容易发生积水,桩体填筑时还要再次进行抽水作业,影响施工质量和施工进度。

[0011] 高聚物注浆是20世纪70年代发展起来的地基基础快速加固技术。该技术通过向地基中注射多组份高聚物材料,利用高聚物材料发生化学反应后体积迅速膨胀并固化的特性,达到加固地基、填充脱空或提升地板的目的。目前,高聚物注浆材料的生产和应用范围正在迅速扩大和推广,高聚物注浆技术在国民经济各个领域的发展中发挥着越来越重要的作用,主要应用于工业与民用建筑的地基加固和道路维修,尤其是近年来在路基路面微创

养护与修复中得到了很好的应用。目前,国内还未见人工挖孔桩高聚物注浆防护技术的相关报道。

### 发明内容

[0012] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足之处,提供一种工艺简单、可操作性强的一种人工挖孔桩高聚物注浆防护结构及其施工方法,通过提前完成施工过程中的防水和护壁工作,改善挖孔桩井下作业条件,降低施工人员的劳动强度,以期提高效率,并保证人工挖孔桩的施工质量和施工安全。

[0013] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0014] 本发明人工挖孔桩高聚物注浆防护结构的特点是:设置桩孔孔壁是由高聚物注浆形成的防水支护圈;在防水支护圈的顶部配置有带防护圈注浆孔的压力注浆环,在防水支护圈的外围,沿圆周间隔分布有由高聚物注浆形成的补强柱;在桩孔的底部超挖段中,以石灰铺垫形成石灰加固层,在石灰加固层上摊铺级配碎石形成碎石防水层,在所述碎石防水层的顶面通过膨胀螺栓固定安装压力注浆板,在所述压力注浆板上开设有底部注浆孔,通过底部注浆孔注入的高聚物注浆液渗透在级配碎石的空隙中,并膨胀固化形成防水底板。

[0015] 本发明人工挖孔桩高聚物注浆防护结构的特点也在于:

[0016] 所述防水支护圈的厚度为4~10cm;所述补强柱是处在防水支护圈的外围60~100cm的位置处。

[0017] 所述石灰加固层的厚度为20~30cm,所述碎石防水层的厚度为35~50cm。

[0018] 本发明人工挖孔桩高聚物注浆防护结构的施工方法的特点是按如下步骤进行:

[0019] 步骤1:按挖孔桩成孔直径预制防护圈钢管,在与挖孔桩同轴的位置上将所述防护圈钢管分节逐次振动或静压沉入土中,在入土深度比人工挖孔桩设计深度大80~100cm时,移除防护圈钢管形成厚度为4~10cm的环形空腔,采用压力注浆环封堵环形空腔,所述压力注浆环配重固定在地面上,在所述压力注浆环上以30~50cm的间隔设置各防护圈注浆孔,在各防护圈注浆孔上分别连接防护圈注浆管,各防护圈注浆管的另一端与注浆连通器相连通,所述注浆连通器的顶部中心设置有注浆口,通过所述注浆口向所述环形空腔中注入高聚物浆料;

[0020] 步骤2:在防护圈钢管的外围,距离防护圈钢管60~100cm的位置处,采用钻机垂直施工补强注浆孔,所述补强注浆孔的间距为40~60cm,若是含有松散土层、流砂层或高压压缩性淤泥层的不良地质情况,补强注浆孔深度不小于挖孔桩设计深度,反之则深度不小于挖孔桩设计深度的2/3,在补强注浆孔顶面采用压力注浆孔板进行封堵,所述压力注浆孔板配重固定在地面上,在压力注浆孔板的中心通孔中置入补强孔注浆管,通过补强孔注浆管向所述补强注浆孔中注入高聚物浆料;

[0021] 步骤3:根据地质勘测资料确定注浆顺序,若是含有松散土层、流砂层或高压压缩性淤泥层的不良地质情况,则先进入步骤4进行补强注浆孔的注浆施工,再进入步骤5进行防水支护圈注浆施工;反之则先进入步骤5进行防水支护圈注浆施工,再进入步骤4进行补强注浆孔注浆施工;

[0022] 步骤4:通过补强注浆管进行高聚物注浆,注浆液迅速发生膨胀反应,向四周扩散直到完全填满补强注浆孔及其周围土体空隙,并随之固化定型形成补强柱体;

[0023] 步骤5:通过防护圈注浆管和连通器进行高聚物注浆,注浆液迅速发生膨胀反应,向四周扩散直到完全填满环形空腔及其周围土体空隙,随之固化定型并联接形成防水支护圈,注浆结束后清理注浆连通器;

[0024] 步骤6:在防水支护圈中按桩孔设计深度进行挖孔,并在桩孔底部继续向下超挖,超挖达到设计深度时,抽干孔底积水,摊铺并人工夯实形成石灰加固层,在石灰加固层上均匀摊铺级配碎石形成碎石防水层;在碎石防水层的顶面通过膨胀螺栓固定安装压力注浆板,在所述压力注浆板上开设有底部注浆孔,通过底部注浆孔进行高聚物注浆,使高聚物注浆液渗透在级配碎石的空隙中,随之膨胀固化,形成底部防水底板,并与侧壁防水支护圈构成一个防水圆筒整体。

[0025] 本发明施工方法的特点也在于:按如下方式确定单个补强注浆孔和防水支护圈中高聚物浆料的用量,所述高聚物浆料是指尚未反应的呈液态的浆料,是以原料A与原料B等体积混合而成,高聚物浆料的质量M为:

$$[0026] \quad M = \rho_2 \frac{V_1}{2} + \rho_3 \frac{V_1}{2} = \rho_1 V_1$$

[0027] 其中, $V_1$ 为单个补强注浆孔或防水支护圈所用高聚物浆料的体积;

[0028]  $\rho_2$ 为原料A的密度; $\rho_3$ 为原料B的密度; $\rho_1$ 为高聚物浆料的混合密度;

$\rho_1 = \frac{1}{2}(\rho_2 + \rho_3)$ ,根据高聚物浆料反应前后总质量守恒的原则,有: $M = a\rho_4 V_2 = \rho_1 V_1$ ;

[0029] 其中, $V_2$ 为单个注浆孔或防水支护圈的内腔容积, $\rho_4$ 为高聚物浆料的自由发密度;

[0030]  $a$ 为防水灌注系数,根据不同的防水需要取 $a$ 为1.5~4.0;

[0031] 则有: $V_1 = \frac{2a\rho_4 V_2}{\rho_2 + \rho_3}$ 。

[0032] 与已有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0033] 1、本发明中设置防水支护圈效防止了施工过程中孔壁渗水、涌泥及坍塌现象的发生,同时大幅改善了挖孔桩井下作业条件,减少了施工人员的劳动强度,保障了施工的顺利进行及施工人员的生命财产安全;

[0034] 2、本发明在未开挖桩基前,外围设置补强柱、紧贴人工桩周边形成防水支护圈,有效固结了挖孔桩周围土体,减小了挖孔桩施工过程中土体局部失稳的可能性,提高了防水支护圈的支护强度及防水性能,大幅降低了施工的危险性;

[0035] 3、本发明在桩孔底部超挖后设置碎石防水层,有效防止了挖孔施工完成后、未及时进行桩体填筑而造成的孔底积水问题,保证了后期桩体填筑的施工质量和施工进度,安全可靠,操作简单。

[0036] 4、本发明通过高聚物注浆形成的防水支护圈是早于人工挖孔桩进行的施工,提前完成了施工过程中的防水和护壁工作,不需要再进行混凝土护壁,可直接施工至挖孔桩的设计标高,省去了混凝土施工及养护过程,工艺简单,便于快速施工,大幅降低了工程造价;

[0037] 5、本发明可以根据工程实况计算所需注浆量,避免盲目注浆造成资源浪费,最大程度的保证防水支护层的阻水效果,提高挖孔桩后期的稳定性,具有显著的经济效益和推广价值;

[0038] 6、本发明根据有无不良地质来确定注浆顺序,打破传统施工中任意安排不同功能

注浆孔的注浆顺序,科学合理的完成高聚物注浆施工,更好地发挥了各功能层的作用。

### 附图说明

[0039] 图1为本发明人工挖孔桩防护结构平面图;

[0040] 图2为本发明人工挖孔桩防护结构立体图;

[0041] 图3为本发明防护结构立面示意图;

[0042] 图4为本发明注浆连通器结构示意图;

[0043] 图5为本发明压力注浆板的结构示意图;

[0044] 图中标号:1防水支护圈,2补强柱,3石灰加固层,4碎石防水层,5压力注浆板,6底部注浆孔,7人工挖孔桩,8地面,9防护圈注浆管,10压力注浆环,11防护圈注浆孔,12注浆连通器。

### 具体实施方式

[0045] 参见图1、图2、图3、图4和图5,本实施例中人工挖孔桩高聚物注浆防护结构是设置桩孔孔壁是由高聚物注浆形成的防水支护圈1;在防水支护圈1的顶部配置有带防护圈注浆孔11的压力注浆环10,在防水支护圈1的外围,沿圆周间隔分布有由高聚物注浆形成的补强柱2;在桩孔的底部超挖段中,以石灰铺垫形成石灰加固层3,在石灰加固层3上摊铺级配碎石形成碎石防水层4,在碎石防水层4的顶面通过膨胀螺栓固定安装压力注浆板5,在压力注浆板5上开设有底部注浆孔6,通过底部注浆孔6注入的高聚物注浆液渗透在级配碎石的空隙中,并膨胀固化形成防水底板,防水支护圈1可有效防止施工过程中孔壁渗水、涌泥及坍塌现象的发生,改善挖孔桩井下作业条件;补强柱2有效固结了挖孔桩周围土体,减小了挖孔桩施工过程中土体局部失稳的可能性,降低了施工的危险性;具体实施中,防水支护圈1的厚度为4~10cm;补强柱2是处在防水支护圈1的外围60~100cm的位置处;石灰加固层3的厚度为20~30cm,碎石防水层4的厚度为35~50cm。

[0046] 如图5所示,压力注浆板5是由4~8块扇形板拼接组装而成的圆形不锈钢钢板,扇形板的厚度为10~15mm,各扇形板之间焊接连接,在扇形板分别设置固定孔和底部注浆孔6,膨胀螺栓穿过固定孔直至石灰加固层3以下60cm深度处,实施压力注浆板5的固定安装。

[0047] 石灰加固层的物料是将石灰与砂性土或粘性土拌合而成,两者在地面8拌合均匀后送至孔底用于施工,石灰的掺入量按重量百分比是石灰加固层物料的5%~7%;高聚物注浆料是非水反应类,水不敏感型,双组份发泡体闭孔材料,其注浆压力为15~30MPa。

[0048] 本实施例中人工挖孔桩高聚物注浆防护结构的施工方法是按如下步骤进行:

[0049] 步骤1:按挖孔桩成孔直径预制防护圈钢管,在与挖孔桩同轴的位置上将防护圈钢管分节逐次振动或静压沉入土中,在入土深度比人工挖孔桩7设计深度大80~100cm时,移除防护圈钢管形成厚度为4~10cm的环形空腔,采用压力注浆环封堵环形空腔,压力注浆环配重固定在地面上,在压力注浆环上以30~50cm的间隔设置各防护圈注浆孔,在各防护圈注浆孔上分别连接防护圈注浆管9,各防护圈注浆管9的另一端与注浆连通器12相连通,注浆连通器12的顶部中心设置有注浆口,通过注浆口向环形空腔中注入高聚物浆料。

[0050] 步骤2:在防护圈钢管的外围,距离防护圈钢管60~100cm的位置处,采用钻机垂直施工补强注浆孔,补强注浆孔的间距为40~60cm,若是含有松散土层、流砂层或高压压缩性淤

泥层的不良地质情况,补强注浆孔深度不小于挖孔桩设计深度,反之则深度不小于挖孔桩设计深度的2/3,在补强注浆孔顶面采用压力注浆孔板进行封堵,压力注浆孔板配重固定在地面上,在压力注浆孔板的中心通孔中置入补强孔注浆管,通过补强孔注浆管向补强注浆孔中注入高聚物浆料。

[0051] 按如下方式确定单个补强注浆孔和防水支护圈中高聚物浆料的用量,高聚物浆料是指未尚反应的呈液态的浆料,是以原料A与原料B等体积混合而成,高聚物浆料的质量M为:

$$[0052] \quad M = \rho_2 \frac{V_1}{2} + \rho_3 \frac{V_1}{2} = \rho_1 V_1,$$

[0053] 其中, $V_1$ 为单个补强注浆孔或防水支护圈所用高聚物浆料的体积;

[0054]  $\rho_2$ 为原料A的密度; $\rho_3$ 为原料B的密度; $\rho_1$ 为高聚物浆料的混合密度;

$$\rho_1 = \frac{1}{2}(\rho_2 + \rho_3),$$

[0055] 根据高聚物浆料反应前后总质量守恒的原则,有: $M = a\rho_4 V_2 = \rho_1 V_1$ ;

[0056] 其中, $V_2$ 为单个注浆孔或防水支护圈的内腔容积, $\rho_4$ 为高聚物浆料的自由发密度;

[0057]  $a$ 为防水灌注系数,根据不同的防水需要取 $a$ 为1.5~4.0;

$$[0058] \quad \text{则有: } V_1 = \frac{2a\rho_4 V_2}{\rho_2 + \rho_3}。$$

[0059] 施工中,根据工程实况计算所需注浆量,避免了盲目注浆造成资源浪费,最大程度地保证了止水效果,提高挖孔桩后期的稳定性。

[0060] 步骤3:根据地质勘测资料确定注浆顺序,若是含有松散土层、流砂层或高压缩性淤泥层的不良地质情况,则先进入步骤4进行补强注浆孔的注浆施工,再进入步骤5进行防水支护圈注浆施工;反之则先进入步骤5进行防水支护圈注浆施工,再进入步骤4进行补强注浆孔注浆施工。

[0061] 步骤4:通过补强注浆管进行高聚物注浆,注浆液迅速发生膨胀反应,向四周扩散直到完全填满补强注浆孔及其周围土体空隙,并随之固化定型形成补强柱体。

[0062] 步骤5:通过防护圈注浆管和连通器进行高聚物注浆,注浆液迅速发生膨胀反应,向四周扩散直到完全填满环形空腔及其周围土体空隙,随之固化定型并联接形成防水支护圈,注浆结束后清理注浆连通器。

[0063] 步骤6:如图2所示,在防水支护圈1中按桩孔设计深度进行挖孔,并在桩孔底部继续向下超挖,超挖达到设计深度时,抽干孔底积水,摊铺并人工夯实形成厚度为20~30cm的石灰加固层3,在石灰加固层3上均匀摊铺级配碎石形成厚度为35~50cm的碎石防水层4;在碎石防水层1的顶面通过膨胀螺栓固定安装压力注浆板,在压力注浆板上开设有底部注浆孔,通过底部注浆孔进行高聚物注浆,使高聚物注浆液渗透在级配碎石的空隙中,随之膨胀固化,形成底部防水底板,并与侧壁防水支护圈构成一个防水整体,以此保证后期桩体填筑的施工质量和施工进度。

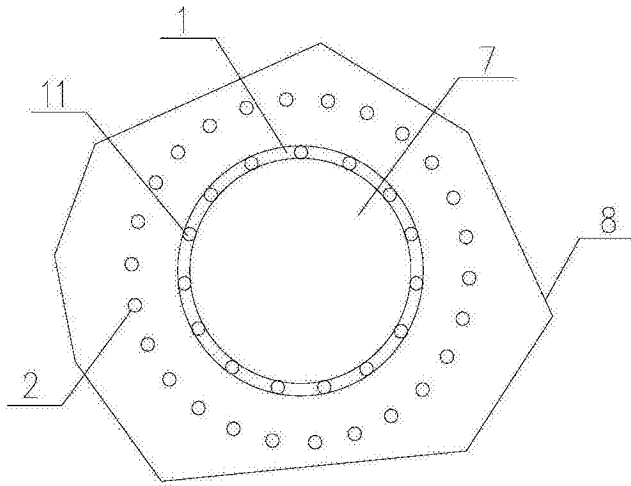


图1

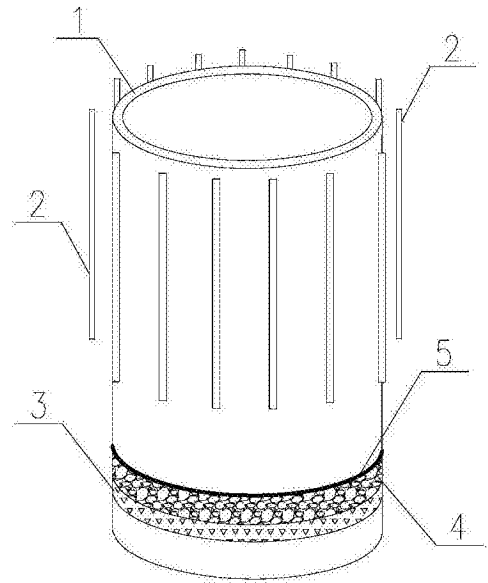


图2

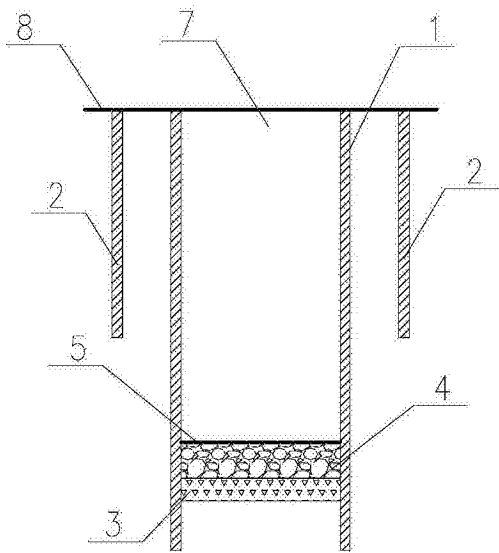


图3

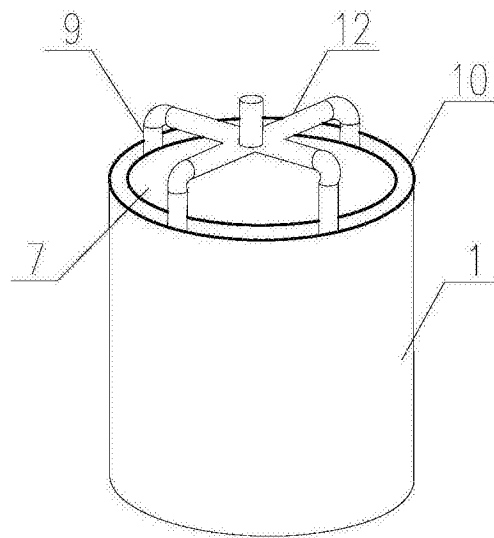


图4



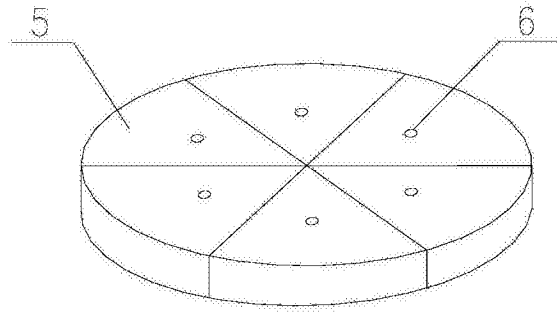


图5