



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113107564 A

(43) 申请公布日 2021.07.13

(21) 申请号 202110548146.X

(22) 申请日 2021.05.19

(71) 申请人 长安大学

地址 710000 陕西省西安市雁塔区南二环
路中段

(72) 发明人 邱军领 施王帅胤 史兴浩
赖金星 刘炽 牛方园 李炳龙
王强

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 朱海临

(51) Int. Cl.

E21D 21/00 (2006.01)

E21D 20/00 (2006.01)

E21D 20/02 (2006.01)

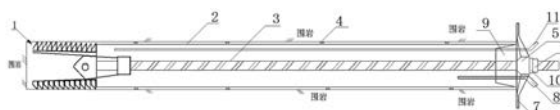
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构及其使用方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构及其使用方法,通过涨壳式锚固头增加了锚头和围岩间的接触面积;增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用,通过对锚杆设置预应力,并经过锚头传递给围岩,在围岩表面施加主动压力,使其处于三轴应力分布达到稳定状态,增强了围岩自身的承载强度,浆液饱满充填于锚杆内部,杆体居中性良好,砂浆可以将整个杆体包裹,不仅耐腐蚀性良好还可以使得应力的分布更加均匀。



1. 一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,包括插入钻孔内的保护管(2)以及插入保护管(2)内的锚固组件;所述保护管(2)贯通设置,所述锚固组件包括涨壳式锚固头(1)、锚杆(3)和密封组件;所述锚杆(3)的一端设置涨壳式锚固头(1);其中涨壳式锚固头(1)通过保护管(2)与钻孔的内侧围岩接触;锚杆(3)的另一端设置密封组件,用于密封钻孔和保护管(2);所述密封组件上插入设有注浆导管(11),水泥砂浆通过注浆导管(11)注入至保护管(2)内,实现了保护管(2)对锚固组件的保护以及对围岩钻孔的固定强度的增强。

2. 根据权利要求1所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述涨壳式锚固头(1)包括锚固头滑动件(12)、上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14);所述上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)的一端通过连接杆(15)连接;所述锚固头滑动件(12)上设有滑动槽,上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)通过连接杆(15)在滑动槽内移动的同时带动上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)沿着锚固头滑动件(12)移动,所述锚杆(3)通过锚固头滑动件(12)顶在连接杆(15)上,用于推进连接杆(15)并同时带动上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)沿着锚固头滑动件(12)移动。

3. 根据权利要求2所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)与围岩侧壁接触的一侧分别设有若干个涨壳锁片(16),用于增加上涨壳锚固件(13)和下跌壳锚固件(14)与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力。

4. 根据权利要求1所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述密封组件包括垫圈(5)、螺母(6)和止浆塞(9);所述止浆塞(9)和垫圈(5)依次套入锚杆(3)的尾端,其中止浆塞(9)塞紧设置在保护管(2)的外端口内,垫圈(5)盖在保护管(2)的外端口上设置,所述螺母(6)螺纹连接在锚杆(3)的尾端,顶紧在垫圈(5)上设置。

5. 根据权利要求4所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述垫圈(5)的外延固定设置有垫板(7)。

6. 根据权利要求4所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述锚杆(3)上设有应力计(10),所述应力计(10)环绕螺母(6)设置。

7. 根据权利要求4所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,还包括排气管(8),所述排气管(8)通过垫圈(5)和止浆塞(9)插入至保护管(2)内设置。

8. 根据权利要求1所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述注浆导管(11)的管口沿着保护管(2)的管体伸入至保护管(2)内侧一端设置,由保护管(2)内侧一端至保护管(2)外侧一端的填充水泥砂浆。

9. 根据权利要求1所述的一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,其特征在于,所述保护管(2)上沿着管体设有若干个沙浆输出孔(4)。

10. 一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构的使用方法,基于权利要求1-9任意一项所述的锚杆结构,其特征在于,包括如下步骤:

在固定富水岩溶隧道围岩处进行布孔,并进行钻孔、验孔、清孔、并将孔口进行找平;将保护管(2)插入钻孔内,并将锚固组件插入在保护管(2)内设置,锚固组件的涨壳式锚固头与钻孔的内侧围岩接触,增加了与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力;密封组件对钻孔和保护管(2)进行密封;通过密封组件对钻孔内进行注浆,直至泥浆注满钻孔,工作结束。

一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及溶洞地质隧道工程施工领域,具体为一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构及其使用方法。

背景技术

[0002] 台阶法作为一种施工方法广泛应用于隧道工程建设中,是隧道Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级和部分Ⅴ级围岩深埋段常用的施工方法。近年来地下空间的发展需求迅速增大,然而地下暗河的分布错综复杂,十分广泛,由于暗河涌水、岩溶作用导致的塌方和突水涌泥现象在地下工程的施工建设中越来越普遍,不仅给隧道的支护结构和施工设备带来损坏,更有可能造成经济损失、人员伤亡为生态环境带来无可估量的破坏,传统支护工艺不仅耗费大量的成本而且在加固围岩方面收效甚微。

[0003] 现有锚杆施工工艺在富水岩溶地质进行施工的过程中,由于围岩条件较差加之在开挖过程中地下含水构造的上覆岩层及土层发生失稳破坏,甚至发生突水涌水情况使得尚未平衡的岩层及土层内部的有效应力发生突变,从而造成严重的地表沉降和坍塌等问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术中对富水岩溶地质进行施工时无法固定隧道围岩存在严重的地表沉降和坍塌的问题,本发明提供一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构及其使用方法,能够有效的固定富水岩溶隧道围岩,降低地表沉降和坍塌的风险,大大提高了隧道作业的安全性能。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,包括插入钻孔内的保护管以及插入保护管内的锚固组件;保护管贯通设置,锚固组件包括涨壳式锚固头、锚杆和密封组件;锚杆的一端设置涨壳式锚固头;其中涨壳式锚固头通过保护管与钻孔的内侧围岩接触;锚杆的另一端设置密封组件,用于密封钻孔和保护管;密封组件上插入设有注浆导管,水泥砂浆通过注浆导管注入至保护管内,实现了保护管对锚固组件的保护以及对围岩钻孔的固定强度的增强。

[0007] 优选的,涨壳式锚固头包括锚固头滑动件、上涨壳锚固件和下跌壳锚固件;上涨壳锚固件和下跌壳锚固件的一端通过连接杆连接;锚固头滑动件上设有滑动槽,上涨壳锚固件和下跌壳锚固件通过连接杆在滑动槽内移动的同时带动上涨壳锚固件和下跌壳锚固件沿着锚固头滑动件移动,锚杆通过锚固头滑动件顶在连接杆上,用于推进连接杆并同时带动上涨壳锚固件和下跌壳锚固件沿着锚固头滑动件移动。

[0008] 进一步的,上涨壳锚固件和下跌壳锚固件与围岩侧壁接触的一侧分别设有若干个涨壳锁片,用于增加上涨壳锚固件和下跌壳锚固件与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力。

[0009] 优选的,密封组件包括垫圈、螺母和止浆塞;止浆塞和垫圈依次套入锚杆的尾端,其中止浆塞塞紧设置在保护管的外端口内,垫圈盖在保护管的外端口上设置,螺母螺纹连

接在锚杆的尾端,顶紧在垫圈上设置。

[0010] 进一步的,垫圈的外延固定设置有垫板。

[0011] 进一步的,锚杆上设有应力计,应力计环绕螺母设置。

[0012] 进一步的,还包括排气管,排气管通过垫圈和止浆塞插入至保护管内设置。

[0013] 优选的,注浆导管的管口沿着保护管的管体伸入至保护管内侧一端设置,由保护管内侧一端至保护管外侧一端的填充水泥砂浆。

[0014] 优选的,保护管上沿着管体设有若干个沙浆输出孔。

[0015] 一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构的使用方法,基于上述所述的锚杆结构,其特征在于,包括如下步骤:

[0016] 在固定富水岩溶隧道围岩处进行布孔,并进行钻孔、验孔、清孔、并将孔口进行找平;将保护管插入钻孔内,并将锚固组件插入在保护管内设置,锚固组件的涨壳式锚固头与钻孔的内侧围岩接触,增加了与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力;密封组件对钻孔和保护管进行密封;通过密封组件对钻孔内进行注浆,直至泥浆注满钻孔,工作结束。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0018] 本发明提供了一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,通过涨壳式锚固头增加了锚头和围岩间的接触面积;增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用,通过对锚杆设置预应力,并经过锚头传递给围岩,在围岩表面施加主动压力,使其处于三轴应力分布达到稳定状态,增强了围岩自身的承载强度,浆液饱满充填于锚杆内部,杆体居中性良好,砂浆可以将整个杆体包裹,不仅耐腐蚀性良好还可以使得应力的分布更加均匀。

[0019] 进一步的,涨壳式锚固头包括锚固头滑动件、上涨壳锚固件和下跌壳锚固件;上涨壳锚固件和下跌壳锚固件的一端通过连接杆连接;所述锚固头滑动件上设有滑动槽,上涨壳锚固件和下跌壳锚固件通过连接杆在滑动槽内移动的同时带动上涨壳锚固件和下跌壳锚固件沿着锚固头滑动件移动,所述锚杆通过锚固头滑动件顶在连接杆上,通过推动锚杆,锚杆顶在连接杆上,使得上涨壳锚固件和下跌壳锚固件撑开,增加了与钻孔的内侧围岩的接触面积,增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用。

[0020] 更进一步的,上涨壳锚固件和下跌壳锚固件与围岩侧壁接触的一侧分别设有若干个涨壳锁片,增加了锚头和围岩间的接触面积;增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用。

[0021] 进一步的,密封组件包括垫圈、螺母和止浆塞;止浆塞和垫圈依次套入锚杆的尾端,其中止浆塞塞紧设置在保护管的外端口内,垫圈盖在保护管的外端口上设置,所述螺母螺纹连接在锚杆的尾端,顶紧在垫圈上设置,密封组件增强了对保护管与钻孔的密封性,避免注浆外溢。

[0022] 更进一步的,垫圈的外延固定设置有垫板,用于增加锚杆尾部的受力强度。

[0023] 更进一步的,锚杆上设有应力计,所述应力计环绕螺母设置,有效的对螺母进行预应力测量。

[0024] 更进一步的,排气管通过垫圈和止浆塞插入至保护管内设置,用于排解保护管内的空气。

[0025] 进一步的,注浆导管的管口沿着保护管的管体伸入至保护管内侧一端设置,由保护管内侧一端至保护管外侧一端的填充水泥砂浆,可有效的通过注浆导管的注浆检测到保

护管内的水泥砂浆的填充情况。

[0026] 进一步的,保护管上沿着管体设有若干个沙浆输出孔,便于对钻孔内进行有效的填充。

[0027] 一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构的使用方法,通过入钻孔内的保护管以及插入保护管内的锚固组件可以有效阻截地下水向锚杆杆体的渗透,避免了因为地下水的侵蚀作用使得杆体自身发生化学反应降低强度,很好的减小了岩溶作用和地下水侵蚀对围岩和锚杆结构的破坏。

附图说明

[0028] 图1为本发明中锚杆结构插入围岩孔的施工结构示意图;

[0029] 图2为本发明中涨壳式锚固头闭合状态的结构示意图;

[0030] 图3为本发明中涨壳式锚固头撑开状态的结构示意图;

[0031] 图4为本发明中保护管中空锚杆的结构示意图;

[0032] 图5为本发明中锚杆结构密封结构示意图;

[0033] 图6为本发明中锚杆结构密封结构主视图;

[0034] 图7为本发明中锚杆结构插入围岩孔的施工流程图。

[0035] 图中:1-涨壳式锚固头;2-保护管;3-锚杆;4-沙浆输出孔;5-垫圈;6-螺母;7-垫板;8-排气管;9-止浆塞;10-应力计;11-注浆导管;12-锚固头滑动件;13-上涨壳锚固件;14-下涨壳锚固件;15-连接杆;16-涨壳锁片。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0037] 本发明提供了一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构,如图1所示,包括插入钻孔内的保护管2以及插入保护管2内的锚固组件;所述保护管2贯通设置,所述锚固组件包括涨壳式锚固头1、锚杆3和密封组件;所述锚杆3的一端设置涨壳式锚固头1;其中涨壳式锚固头1通过保护管2与钻孔的内侧围岩接触;锚杆3的另一端设置密封组件,用于密封钻孔和保护管2;所述密封组件上插入设有注浆导管11,水泥砂浆通过注浆导管11注入至保护管2内,实现了保护管2对锚固组件的保护以及对围岩钻孔的固定强度的增强,本发明中锚杆呈中空结构设置。

[0038] 根据图2和图3所示,涨壳式锚固头1包括锚固头滑动件12、上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14;所述上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14的一端通过连接杆15连接;所述锚固头滑动件12上设有滑动槽,上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14通过连接杆15在滑动槽内移动的同时带动上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14沿着锚固头滑动件12移动,所述锚杆3通过锚固头滑动件12顶在连接杆15上,用于推进连接杆15并同时带动上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14沿着锚固头滑动件12移动,通过推动锚杆,锚杆顶在连接杆上,使得上涨壳锚固件和下涨壳锚固件撑开,增加了与钻孔的内侧围岩的接触面积,增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用。

[0039] 上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14与围岩侧壁接触的一侧分别设有若干个涨壳

锁片16,用于增加上涨壳锚固件13和下涨壳锚固件14与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力,增加了锚头和围岩间的接触面积;增加了锚杆和围岩间的摩擦阻力,增强了锚杆的锚固作用。

[0040] 根据图5和图6所示,密封组件包括垫圈5、螺母6和止浆塞9;所述止浆塞9和垫圈5依次套入锚杆3的尾端,其中止浆塞9塞紧设置在保护管2的外端口内,垫圈5盖在保护管2的外端口上设置,所述螺母6螺纹连接在锚杆3的尾端,顶紧在垫圈5上设置,密封组件增强了对保护管与钻孔的密封性,避免注浆外溢。垫圈5的外延固定设置有垫板7,用于增加锚杆尾部的受力强度。锚杆3上设有应力计10,所述应力计10环绕螺母6设置,有效的对螺母6进行预应力测量。密封组件还包括排气管8,所述排气管8通过垫圈5和止浆塞9插入至保护管2内设置,用于排解保护管内的空气。

[0041] 注浆导管11的管口沿着保护管2的管体伸入至保护管2内侧一端设置,由保护管2内侧一端至保护管2外侧一端的填充水泥砂浆,可有效的通过注浆导管的注浆检测到保护管内的水泥砂浆的填充情况。

[0042] 根据图4所示,保护管2上沿着管体设有若干个沙浆输出孔4,便于对钻孔内进行有效的填充。

[0043] 本发明中涨壳式锚固头为 $\Phi 70$ 涨壳式锚固头;锚杆由 $\Phi 32$ 涨壳式预应力中空锚杆组成;螺母6安装于锚杆3结构的底部位置,对着杆体的正中心处,用于固定锚杆与球形垫圈。垫圈5采用球形垫圈,球形垫圈由柱状圆环金属块构成,安装在锚杆底部和螺母交界处,注浆导管11由105mm钢管构成,注浆导管11的底部安装与锚杆3内,于螺母6周围露出关口进行注浆及排气使用。

[0044] 本发明中锚杆属于端头锚固的锚杆,在锚杆的前端有一金属制的楔形涨壳头,将锚杆送入围岩上事先钻好的孔部位置后,向后拉,涨壳头就会产生滑动,在与围岩的接触面上产生摩擦力,然后拧紧螺母;在75mm直径的钻孔内置 $\Phi 32$ 中空锚杆,锚杆3长度为5m,同时检验锚固能力必须满足强度要求。

[0045] 本发明在进行台阶开挖隧道掌子面后,立刻封闭围岩防止过多扰动围岩稳定性,采用 $\Phi 32$ 涨壳式预应力中空锚杆联结松散岩体使之成为整体,提高强度。和传统锚杆相比。涨壳式锚固头通过增大锚头和围岩层的接触面积从而提高接触阻力,对锚杆和锚固头设置预应力满足强度设计标准,中空锚杆在装入的过程中尽量居中。随后进行注浆堵水加固,使用M35型号水泥砂浆进行注射,控制好水泥砂浆的水灰比同时控制注浆压力在0.8MPa以下,涨壳锚固头的锚固力不小于1.4倍设计预应力值。

[0046] 本发明一种用于固定富水岩溶隧道围岩的锚杆结构的使用方法,基于上述所述的锚杆结构,包括如下步骤:

[0047] 在固定富水岩溶隧道围岩处进行布孔,并进行钻孔、验孔、清孔、并将孔口进行找平;将保护管2插入钻孔内,并将锚固组件插入在保护管2内设置,锚固组件的涨壳式锚固头与钻孔的内侧围岩接触,增加了与钻孔的内侧围岩侧壁之间的摩擦力;密封组件对钻孔和保护管2进行密封;通过密封组件对钻孔内进行注浆,直至泥浆注满钻孔,工作结束。

[0048] 实施例

[0049] 根据图7所示,首先进行施工准备步骤,事先确认合适的锚杆布孔位置;随后在毛感上进行机械钻孔,钻孔孔径不小于75mm,孔深不小于5m且不超过5.1m,锚杆钻孔轴线偏斜

率不大于杆长的2%，钻孔完成以后进行验孔并人工凿除找平，凿平孔口以后施加预应力速率不能大于50KN/min；

[0050] 组装涨壳式锚固头1，锚杆3，注浆导管11和止浆塞9；在掌子面开挖以后，立即封闭围岩在钻孔直径 $\Phi 75\text{mm}$ 的孔内安装“ $\Phi 32$ 中空锚杆+ $\Phi 70$ 锚头”的涨壳式预应力中空锚杆，并检验锚杆锚固力能否达到设计要求，锚杆3在装入孔内时尽量居中，杆体保护层厚度不小于20mm，将保护管2放入钻孔内；锚杆3装入保护管2内时注意对注浆导管11的保护与固定，防止堵管造成浆液无法饱满孔内；安装垫圈5，本实施例中垫圈5采用球形垫圈、垫板7、应力计10和螺母6，垫板7尺寸为20cm(长) $\times$ 20cm(宽) $\times$ 10mm(厚)，垫板7在1.3倍预张拉力时，垫板7高度方向永久变形量 $\Delta 1.3$ 不超过5%。当垫板7承受的载荷值达到杆体极限拉力时，垫板7高度方向永久变形量 ΔR 不超过30%，半球形垫圈应满足锚杆体任意方向转动不小于100的要求，而且螺母6的极限拉脱力应不小于中空预应力锚杆杆体极限拉力并确保止浆塞完全封闭锚杆底部； $\Phi 32$ 涨壳式预应力中空锚杆设计预应力为90KN，锁定初始预加力为60KN并使用扭力扳手对锚杆施加69Kn的预应力；于24h后测定预应力损失值，在锚杆预应力损失测试完成后，进行锚固头锚固力的测试。

[0051] 将锚杆3张拉预应力增加至84Kn进行检测确定涨壳锚固头的锚固力不小于1.4倍设计预应力值，在锚头锚固力试验检测合格后进行注浆，此外在施加预应力后不得任意敲击杆体，也不得在杆体上悬挂重物；注浆采用 M35水泥砂浆，控制浆液的水灰比并将注浆压力控制在0.8MPa以下，以注浆量和溢浆管排出浆液连续来判定注浆孔内饱满程度；进行锚杆质量评估，对没有达到预期强度的锚杆进行补强处理。

[0052] 由于采用了以上技术方案，本发明结构简单，搭配合理施工工艺，不仅确保施工安全围岩强度，还便于操作，减少工作人员施工时间，使用方便，效果明显，成本低，适宜在富水岩溶隧道施工中推广应用。

[0053] 以上内容仅为说明本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

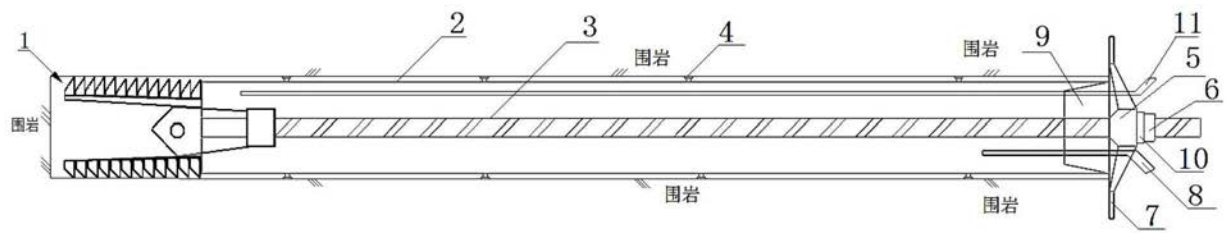


图1

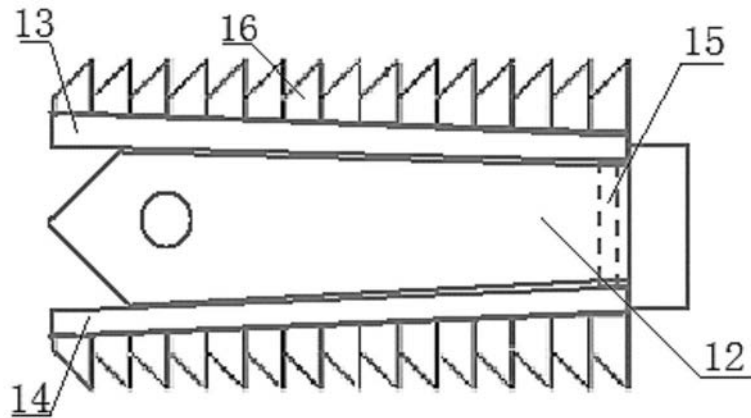


图2

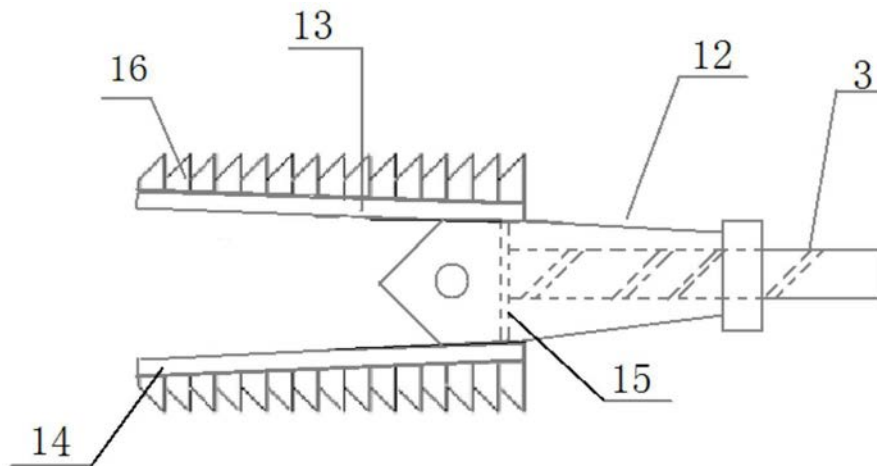


图3

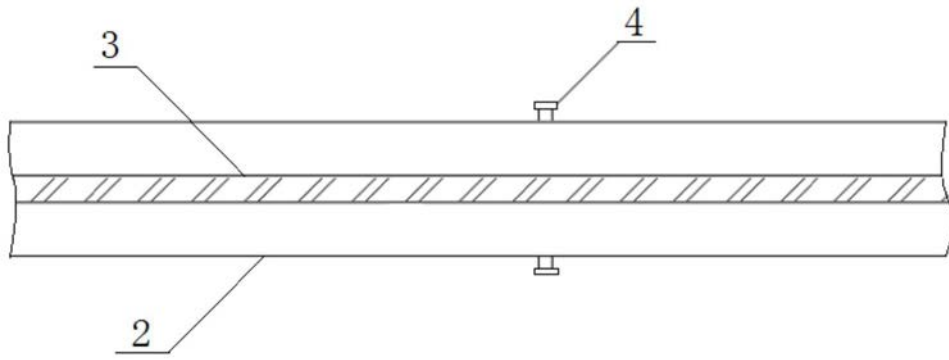


图4

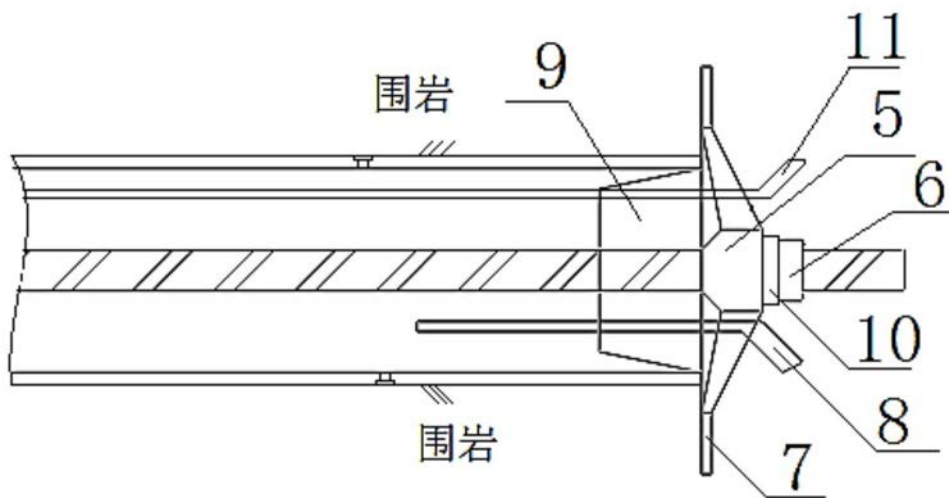


图5

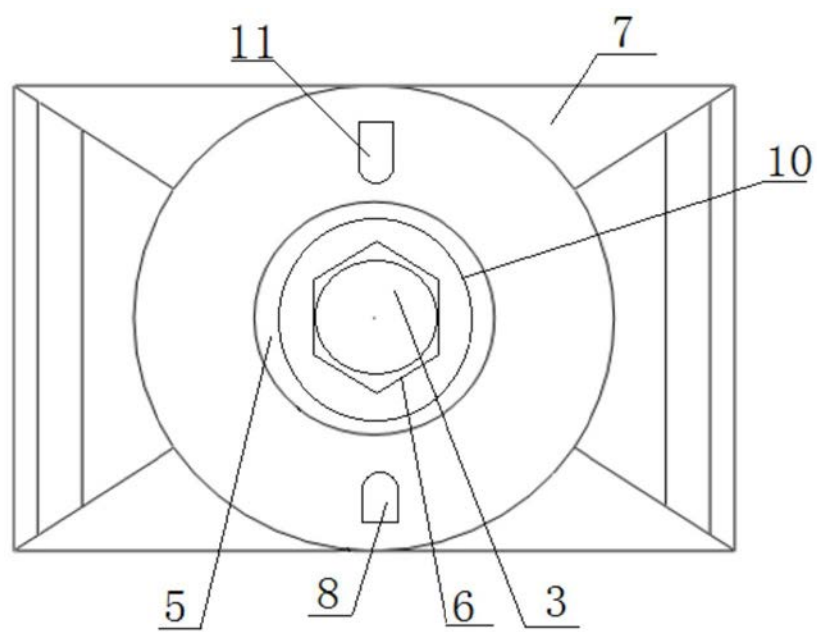


图6

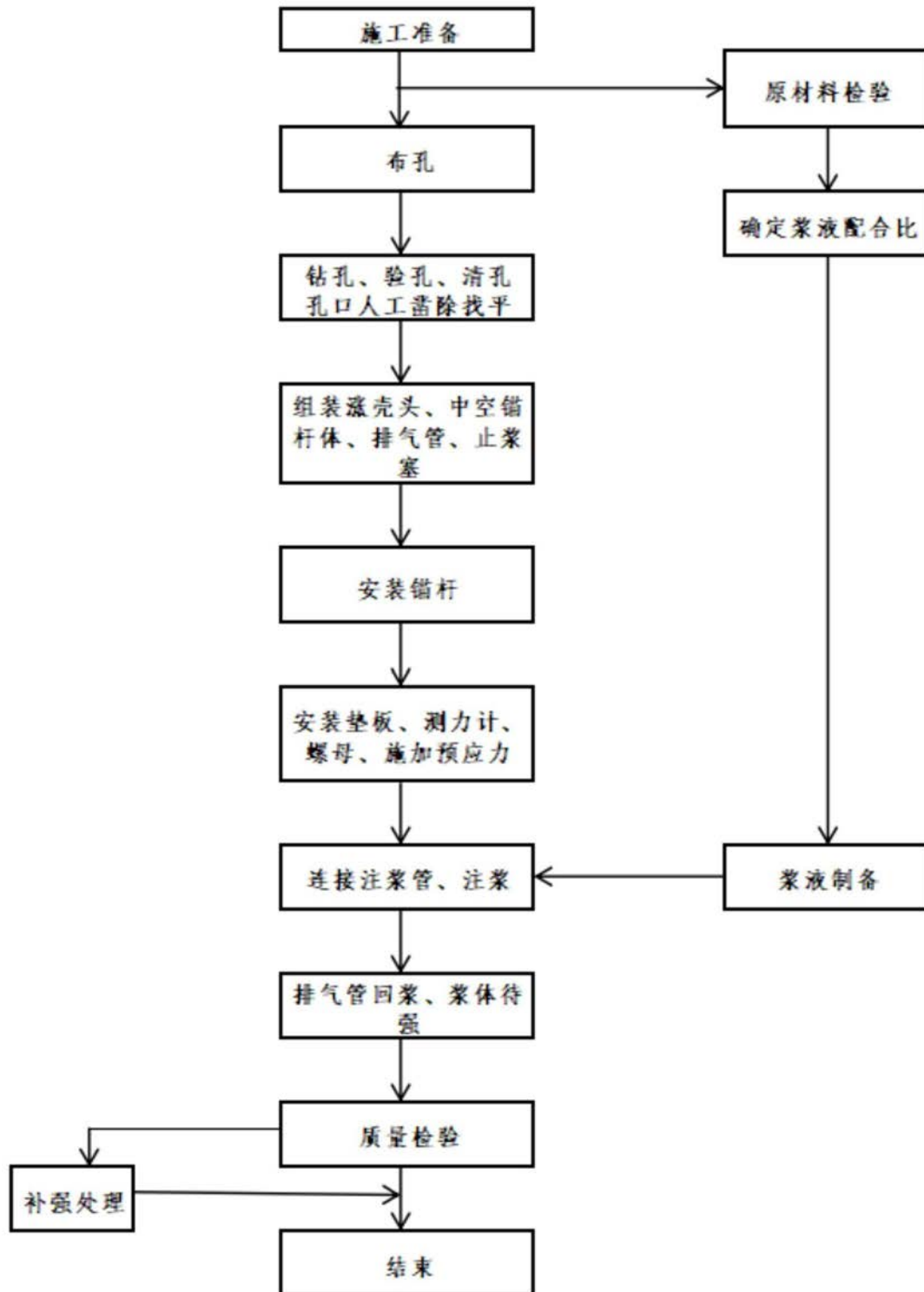


图7