



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109184575 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201811003681.1

审查员 许杰

(22)申请日 2018.08.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109184575 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(73)专利权人 辽宁工程技术大学

地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路
47号

(72)发明人 李文华 李建辉 柴博

(74)专利代理机构 北京华夏正合知识产权代理

事务所(普通合伙) 11017

代理人 陈晓宁 王雪飞

(51)Int.Cl.

E21B 10/36(2006.01)

E21B 7/04(2006.01)

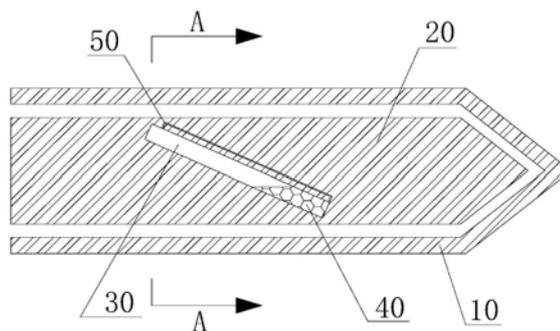
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种用于穿地龙机器人的钻头及控制该钻头运动的方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于穿地龙机器人的钻头,包括壳体、冲击体、空心腔和冲击液体,冲击液体装设在空心腔内,用于在惯性作用下沿空心腔运动带动冲击体对壳体进行二次冲击;还包括空气通道,形成于空心腔外部并连通空心腔的前端和后端,用于冲击体冲击壳体后,冲击液体在惯性力的作用下向前推进,空心腔前端的空气在冲击液体的推力下流经空气通道到达空心腔后端,冲击液体对空心腔前端进行二次冲击。通过将冲击体内倾斜设置空心腔,并在空心腔内设置冲击液体,实现冲击体每次冲击壳体之后,冲击液体由于惯性作用沿空心腔进一步冲击壳体,达到对壳体的二次冲击的效果,提高了冲击效率。本发明还公开了一种控制用于穿地龙机器人的钻头运动的方法。



1. 一种用于穿地龙机器人的钻头,包括:
 - 壳体 (10);
 - 冲击体 (20),位于所述壳体 (10) 内部且可相对于壳体 (10) 转动或来回冲击运动,用于对壳体 (10) 进行冲击;其特征在于,还包括:
 - 空心腔 (30),倾斜设置在所述冲击体 (20) 内;
 - 冲击液体 (40),装设在所述空心腔 (30) 内,用于在惯性作用下沿所述空心腔 (30) 运动带动冲击体 (20) 对所述壳体 (10) 进行二次冲击;
 - 空气通道 (50),形成于所述空心腔 (30) 外部并连通所述空心腔 (30) 的前端和后端,用于冲击体 (20) 冲击壳体 (10) 后,冲击液体 (40) 在惯性力的作用下向前推进,空心腔 (30) 前端的空气在冲击液体 (40) 的推力下流经空气通道 (50) 到达空心腔 (30) 后端,冲击液体 (40) 对空心腔 (30) 前端进行二次冲击。
2. 如权利要求1所述的用于穿地龙机器人的钻头,其特征在于,所述冲击体 (20) 和壳体 (10) 同轴设置,所述空心腔 (30) 的中心轴线的中点位于所述冲击体 (20) 的中心轴线上。
3. 如权利要求1所述的用于穿地龙机器人的钻头,其特征在于,所述冲击液体 (40) 为水银,且冲击液体 (40) 的体积为所述空心腔 (30) 体积的四分之一。
4. 如权利要求2所述的用于穿地龙机器人的钻头,其特征在于,所述空心腔 (30) 的中心轴线与所述冲击体 (20) 的中心轴线呈 30° 角度设置。
5. 一种控制如权利要求1至4任一项所述的用于穿地龙机器人的钻头运动的方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - A1、冲击体 (20) 相对于壳体 (10) 来回冲击运动对壳体 (10) 进行冲击;
 - A2、冲击体 (20) 冲击壳体 (10) 后,倾斜设置在冲击体 (20) 内的空心腔 (30) 中的冲击液体 (40) 在惯性作用下沿所述空心腔 (30) 运动带动冲击体 (20) 对所述壳体 (10) 进行二次冲击。
6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,还包括冲击体 (20) 转动的步骤,并结合步骤A1和步骤A2,使钻头具有直线运动和定向转动两种运动状态。
7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,控制钻头直线运动的步骤为:
 - B1、将冲击体 (20) 内的空心腔 (30) 停留于初始位置;
 - B2、经冲击体 (20) 对壳体 (10) 的一次冲击和冲击液体 (40) 在惯性作用下带动冲击体 (20) 对壳体 (10) 进行二次冲击后,顺时针转动冲击体 (20);
 - B3、经过时间间隔 (t),重复步骤B2,直至冲击体 (20) 内的空心腔 (30) 回到初始位置;
 - B4、循环上述步骤B1、B2和B3,完成钻头的整个直线运动。
8. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,控制钻头定向转动的步骤为:
 - C1、以R角度逆时针转动冲击体 (20);
 - C2、经过时间间隔 (t),经冲击体 (20) 对壳体 (10) 的一次冲击和冲击液体 (40) 在惯性作用下带动冲击体 (20) 对壳体 (10) 进行二次冲击后,以R/2角度顺时针转动冲击体 (20);经过时间间隔 (t),经冲击体 (20) 对壳体 (10) 的一次冲击和冲击液体 (40) 在惯性作用下带动冲击体 (20) 对壳体 (10) 进行二次冲击后,以R/2角度逆时针转动冲击体 (20);
 - C3、经过时间间隔 (t),经冲击体 (20) 对壳体 (10) 的一次冲击和冲击液体 (40) 在惯性作用下带动冲击体 (20) 对壳体 (10) 进行二次冲击后,以R/2角度逆时针转动冲击体 (20);经过

时间间隔(t),经冲击体(20)对壳体(10)的一次冲击和冲击液体(40)在惯性作用下带动冲击体(20)对壳体(10)进行二次冲击后,以R/2角度顺时针转动冲击体(20);

C4、经过时间间隔(t),重复步骤C2和C3,冲击体(20)内的空心腔(30)回到最开始冲击体(20)以R角度逆时针转动后的位置;

C5、循环上述步骤C1、C2、C3和C4,完成钻头的整个定向转动。

9.如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述冲击体(20)和壳体(10)同轴设置,所述空心腔(30)的中心轴线的中点位于所述冲击体(20)的中心轴线上;

所述冲击液体(40)为水银,且冲击液体(40)的体积为所述空心腔(30)体积的四分之一。

10.如权利要求7或8所述的方法,其特征在于,所述时间间隔(t)的取值范围为0.1-100毫秒。

一种用于穿地龙机器人的钻头及控制该钻头运动的方法

技术领域

[0001] 本发明属于非开挖的技术领域,尤其涉及一种用于穿地龙机器人的钻头及控制该钻头运动的方法。

背景技术

[0002] 在城市建设的大规模发展中,需要在城市中铺设地下管道或者地下电缆等设备,较常用的方法是开挖槽以埋埋管埋线,这会造成环境污染,引起交通堵塞,并且存在施工安全隐患。针对上述问题,开发了一种非开挖铺管技术,即一种利用岩土钻掘手段,在路面不挖沟、不破坏大面积地表面层的情况下,铺设、修复和更换地下管线的施工技术。使用非开挖技术具有周期短、成本低、污染少、安全性能好等优点,而且不会影响正常的交通秩序。

[0003] 现有的非开挖技术主要包括定向钻进、冲击矛、微型隧道、水平螺旋钻、夯管锤等各种非开挖铺管技术,以及各种各样的非开挖管道修复和探测技术。其中,利用冲击矛进行非开挖施工,具有设备简单、操作方便、投资较小和施工成本低等优点,是应用广泛的非开挖施工设备之一。但是,常用的冲击矛只能钻进直线孔,应用范围受到一定的限制,为更好地发挥冲击矛在非开挖施工中的优势,扩大其应用范围,国内外展开了对方向可控的非开挖管线铺设技术的研究。目前,主要通过钻头的头部设置摆动轴,靠油缸来驱动钻头头部绕摆动轴运动,来实现穿地龙机器人的转向。

[0004] 穿地龙机器人本体由锥形钻头、转向机构、测试部件及冲击机构等部分组成,穿地龙机器人钻孔工作过程为:将目标轨迹限定条件输入到计算机仿真系统中,调整入土支架与地表至合适角度,使机器人本体获得一定的入土角;控制系统发出指令以实现机器人土中的穿孔作业在直线钻孔时,控制转向机构产生旋转运动,使锥形钻头不断进行旋转,产生冲击运动,形成的孔轨迹近似为直线;在曲线钻孔时,控制转向机构产生旋转运动,使锥形钻头获得不同的转角,机器人将沿着锥形钻头偏转的方向前进;同时检测机器人姿态数据,根据机器人实际运行轨迹与目标轨迹偏差,再调整机器人锥形钻头的转角;当从地表的另一端出土后,拆下机器人本体,换上欲铺设的管线,反拉或正拉管线,完成一条管线的铺设。

[0005] 然而在实际施工中,上述穿地龙机器人的钻头冲击效率较低,此外,现有的穿地龙机器人钻头的转向结构及其复杂,且对控制方式要求相当高。

发明内容

[0006] 基于以上现有技术的不足,本发明所解决的技术问题在于提供一种易转向、控制方式简单的用于穿地龙机器人的钻头及控制该钻头运动的方法,钻头的冲击效率高。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明通过以下技术方案来实现:本发明提供一种用于穿地龙机器人的钻头,包括:

[0008] 壳体;

[0009] 冲击体,位于所述壳体内部且可相对于壳体转动或来回冲击运动,用于对壳体进行冲击;

[0010] 空心腔,倾斜设置在所述冲击体内;

[0011] 冲击液体,装设在所述空心腔内,用于在惯性作用下沿所述空心腔运动带动冲击体对所述壳体进行二次冲击;

[0012] 空气通道,形成于所述空心腔外部并连通所述空心腔的前端和后端,用于冲击体冲击壳体后,冲击液体在惯性力的作用下向前推进,空心腔前端的空气在冲击液体的推力下流经空气通道到达空心腔后端,冲击液体对空心腔前端进行二次冲击。

[0013] 由上,通过冲击体内倾斜设置空心腔,并在空心腔内设置冲击液体,实现冲击体每次冲击壳体之后,冲击液体由于惯性作用沿空心腔进一步冲击壳体,达到对壳体的二次冲击的效果,提高了冲击效率。

[0014] 作为上述技术方案的改进,在本发明的一个实施例中,所述冲击体和壳体同轴设置,所述空心腔的中心轴线的中点位于所述冲击体的中心轴线上。

[0015] 由上,通过空心腔的中心轴线的中点位于所述冲击体的中心轴线上,不管冲击体怎样转动,均能使空心腔的中心轴线的中点位于所述冲击体的中心轴线上,不影响冲击体对壳体冲击的效果。

[0016] 在本发明的一个实施例中,所述冲击液体为水银,且冲击液体的体积为所述空心腔体积的四分之一。

[0017] 可选的,所述空心腔的中心轴线与所述冲击体的中心轴线呈 30° 角度设置。

[0018] 由上,通过使冲击液体的体积为所述空心腔体积的四分之一,使冲击液体在惯性作用下沿所述倾斜设置空心腔运动,能更有力的带动冲击体对壳体进行二次冲击,冲击效率高。

[0019] 另外,本发明还提供了一种控制上述用于穿地龙机器人的钻头运动的方法,包括以下步骤:

[0020] A1、冲击体相对于壳体来回冲击运动对壳体进行冲击;

[0021] A2、冲击体冲击壳体后,倾斜设置在冲击体内的空心腔中的冲击液体在惯性作用下沿所述空心腔运动带动冲击体对所述壳体进行二次冲击。

[0022] 进一步的,还包括冲击体转动的步骤,并结合步骤A1和步骤A2,使钻头具有直线运动和定向转动两种运动状态。

[0023] 具体地,控制钻头直线运动的步骤为:

[0024] B1、将冲击体内的空心腔停留于初始位置;

[0025] B2、经冲击体对壳体的一次冲击和冲击液体在惯性作用下带动冲击体对壳体进行二次冲击后,顺时针转动冲击体;

[0026] B3、经过时间间隔 t ,重复步骤B2,直至冲击体内的空心腔回到初始位置;

[0027] B4、循环上述步骤B1、B2和B3,完成钻头的整个直线运动。

[0028] 控制钻头定向转动的步骤为:

[0029] C1、以 R 角度逆时针转动冲击体;

[0030] C2、经过时间间隔 t ,经冲击体对壳体的一次冲击和冲击液体在惯性作用下带动冲击体对壳体进行二次冲击后,以 $R/2$ 角度顺时针转动冲击体;经过时间间隔 t ,经冲击体对壳体的一次冲击和冲击液体在惯性作用下带动冲击体对壳体进行二次冲击后,以 $R/2$ 角度逆时针转动冲击体;

[0031] C3、经过时间间隔 t ，经冲击体对壳体的一次冲击和冲击液体在惯性作用下带动冲击体对壳体进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度逆时针转动冲击体；经过时间间隔 t ，经冲击体对壳体的一次冲击和冲击液体在惯性作用下带动冲击体对壳体进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度顺时针转动冲击体；

[0032] C4、经过时间间隔 t ，重复步骤C2和C3，冲击体内的空心腔回到最开始冲击体以 R 角度逆时针转动后的位置；

[0033] C5、循环上述步骤C1、C2、C3和C4，完成钻头的整个定向转动。

[0034] 优选的，所述时间间隔 t 的取值范围为0.1-100毫秒。

[0035] 由上，通过将冲击体内倾斜设置空心腔，并在空心腔内设置水银，实现冲击体每次冲击壳体之后、水银由于惯性作用沿空心腔进一步冲击壳体的目的，达到对壳体的二次冲击的效果，提高了冲击效率，此外，通过在冲击过程中实时调节空心腔位置可实现定向转动的目的。

[0036] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂，以下结合优选实施例，并配合附图，详细说明如下。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍。

[0038] 图1是本发明优选实施例的用于穿地龙机器人的钻头的结构示意图；

[0039] 图2是图1中的A-A截面图；

[0040] 图3是本发明优选实施例的用于穿地龙机器人的钻头的空心腔存在的各个工作位置示意图。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式，其作为本说明书的一部分，通过实施例来说明本发明的原理，本发明的其他方面、特征及其优点通过该详细说明将会变得一目了然。在所参照的附图中，不同的图中相同或相似的部件使用相同的附图标号来表示。

[0042] 如图1-3所示，本发明的用于穿地龙机器人的钻头主要由冲击体20和壳体10组成，冲击体20位于壳体10内部，并且冲击体20可相对于壳体10转动或来回冲击运动，所述冲击体20内倾斜设置有空心腔30，空心腔30中心轴线的中点位于冲击体20中心轴线上，空心腔30内设置有冲击液体40，在本发明中，优选水银作为冲击液体40，所述水银的体积为空心腔30体积的四分之一，所述空心腔30外部还设置有连通空心腔30前后两端的空气通道50；所述空心腔30中心轴线与冲击体20中心轴线成30度角设置。空心腔30的前端是指靠近壳体10的尖端部的一端，空心腔30的后端是指远离壳体10的尖端部的一端，在图1中，空心腔30的前端水平朝下，空心腔30的后端水平朝上。

[0043] 另外，本发明的控制上述钻头运动的方法包括冲击体20冲击壳体10的步骤；水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10的步骤；冲击体20转动的步骤，具体包括以下步骤：

- [0044] A1、冲击体20相对于壳体10来回冲击运动对壳体10进行冲击；
- [0045] A2、冲击体20冲击壳体10后，倾斜设置在冲击体20内的空心腔30中的冲击液体40在惯性作用下沿所述空心腔30运动带动冲击体20对所述壳体10进行二次冲击。
- [0046] 通过冲击体20转动的步骤，并结合步骤A1和步骤A2，使钻头具有直线运动和定向转动两种运动状态。
- [0047] 控制钻头直线运动的步骤为：
- [0048] B1、将冲击体20内的空心腔30停留于初始位置；
- [0049] B2、经冲击体20对壳体10的一次冲击和冲击液体40在惯性作用下带动冲击体20对壳体10进行二次冲击后，顺时针转动冲击体20；
- [0050] B3、经过时间间隔 t ，重复步骤B2，直至冲击体20内的空心腔30回到初始位置；
- [0051] B4、循环上述步骤B1、B2和B3，完成钻头的整个直线运动。
- [0052] 当然，可以理解的是，在控制钻头直线运动的过程中，也可以逆时针转动冲击体20，让冲击体20回到初始位置。
- [0053] 控制钻头定向转动的步骤为：
- [0054] C1、以 R 角度逆时针转动冲击体20；
- [0055] C2、经过时间间隔 t ，经冲击体20对壳体10的一次冲击和冲击液体40在惯性作用下带动冲击体20对壳体10进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度顺时针转动冲击体20；经过时间间隔 t ，经冲击体20对壳体10的一次冲击和冲击液体40在惯性作用下带动冲击体20对壳体10进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度逆时针转动冲击体20；
- [0056] C3、经过时间间隔 t ，经冲击体20对壳体10的一次冲击和冲击液体40在惯性作用下带动冲击体20对壳体10进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度逆时针转动冲击体20；经过时间间隔 t ，经冲击体20对壳体10的一次冲击和冲击液体40在惯性作用下带动冲击体20对壳体10进行二次冲击后，以 $R/2$ 角度顺时针转动冲击体20；
- [0057] C4、经过时间间隔 t ，重复步骤C2和C3，冲击体20内的空心腔30回到最开始冲击体20以 R 角度逆时针转动后的位置；
- [0058] C5、循环上述步骤C1、C2、C3和C4，完成钻头的整个定向转动。
- [0059] 其中， R 角度优选地 90 度， $R/2$ 角度优选为 45 度。可以理解的是，在控制钻头定向转动的过程中，可以先以 R 角度顺时针转动冲击体20，再依次以 $R/2$ 角度进行逆时针和顺时针转动冲击体20，以完成钻头定向转动的目的。
- [0060] 下面结合图3对本发明的钻头的直线运动和定向转动两种运动状态进行具体描述，控制钻头直线运动的步骤为：
- [0061] a、冲击体20初始位置为将空心腔30停留于位置A，经过时间间隔 t ，冲击体20先冲击壳体10一次，水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次，然后冲击体20顺时针转动 45 度空心腔30到达位置B；
- [0062] b、再经过时间间隔 t ，冲击体20先冲击壳体10一次，水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次，然后冲击体20顺时针转动 45 度空心腔30到达位置C；
- [0063] c、再经过时间间隔 t ，冲击体20先冲击壳体10一次，水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次，然后冲击体20顺时针转动 45 度空心腔30到达位置D；
- [0064] d、再经过时间间隔 t ，冲击体20先冲击壳体10一次，水银40冲击冲击体20、冲击体

20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30到达位置E;

[0065] e、再经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30到达位置F;

[0066] f、再经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30到达位置G;

[0067] g、再经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30到达位置H;

[0068] h、再经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30回到初始位置A;

[0069] i、循环上述步骤a-h,直到完成整个直线运动任务。

[0070] 控制钻头向C方向定向转动运动的步骤为:

[0071] 第一步:冲击体20初始位置为将空心腔30停留于位置A,冲击体20首先将逆时针转动90度,空心腔30到达位置G,经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30到达位置H;

[0072] 第二步:经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20逆时针转动45度空心腔30到达位置G;

[0073] 第三步:经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20逆时针转动45度空心腔30到达位置F;

[0074] 第四步:经过时间间隔t,冲击体20先冲击壳体10一次,水银40冲击冲击体20、冲击体20进一步冲击壳体10一次,然后冲击体20顺时针转动45度空心腔30回到位置G;

[0075] 第五步:重复上述步骤一至四,直到完成整个向C方向定向转动运动任务。

[0076] 优选地,所述时间间隔t的取值范围为0.1-100毫秒。

[0077] 另外,上述冲击体20的顺时针或逆时针转动是以自身的中心轴线为旋转中心线进行转动,转动后的空心腔30的中心轴线的中点始终位于所述冲击体20的中心轴线上。

[0078] 本发明的用于穿地龙机器人的钻头的完整动作过程为:首先,冲击体20冲击壳体10,冲击完毕,在此冲击过程中空心腔30内的水银40在惯性力的作用下,向空心腔30后端运动,空心腔30后端的空气在水银40推力作用下、流经空气通道50到达空心腔30前端,壳体10停止,此时,水银40位于空心腔30后端;然后,由于惯性力的作用下,水银40向前推进,空心腔30前端的空气在水银40推力下流经空气通道50到达空心腔30后端,水银40对空心腔30前端进行冲击,使得冲击体20进一步对壳体10进行冲击,达到对壳体10的二次冲击的效果;此外,由于水银40冲击方向与冲击体20中心轴方向成一定角度,可通过在冲击过程中实时调节空心腔30的位置,达到控制钻头转向的目的,该结构和控制方式简单、易实现。

[0079] 以上所述是本发明的优选实施方式而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和变动,这些改进和变动也视为本发明的保护范围。

[0080] 例如,在上述实施例中,利用冲击液体40沿空心腔30的运动使冲击体20对壳体10进行二次冲击,然而并非局限于此,也可以在空心腔30内设置质量块和弹簧,通过弹簧带动质量块运动,以使冲击体20对所述壳体10进行二次冲击。

[0081] 再例如,在上述实施例中,冲击体20顺时针或逆时针转动45度,然而并非局限于此,也可以将冲击体20顺时针或逆时针转动其它角度(例如60度、20度等等),只要能使冲击体20回到起始位置,完成钻头的直线运动和定向转动即可。

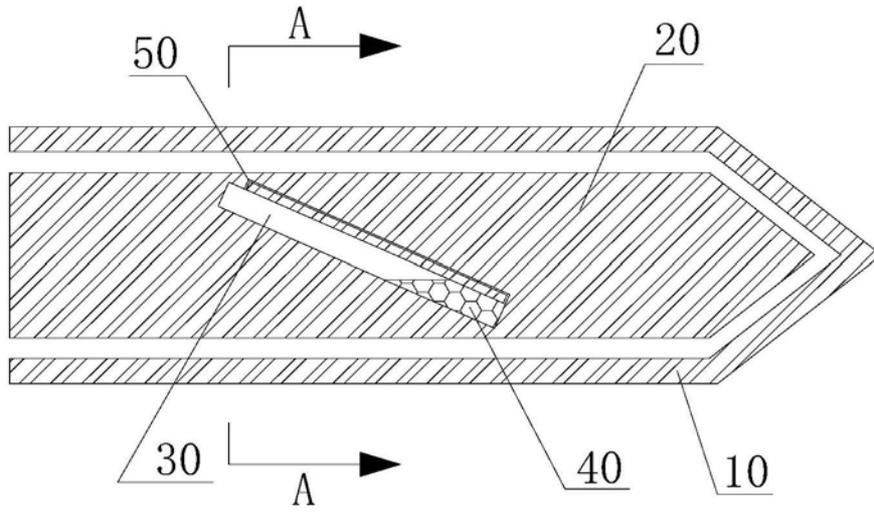


图1

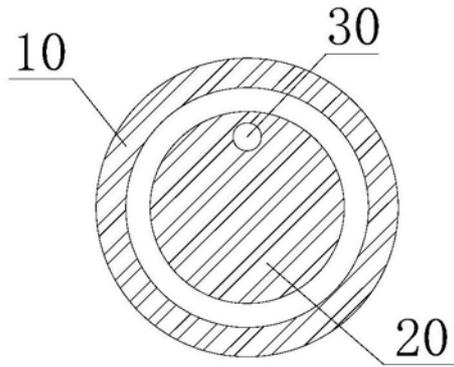


图2

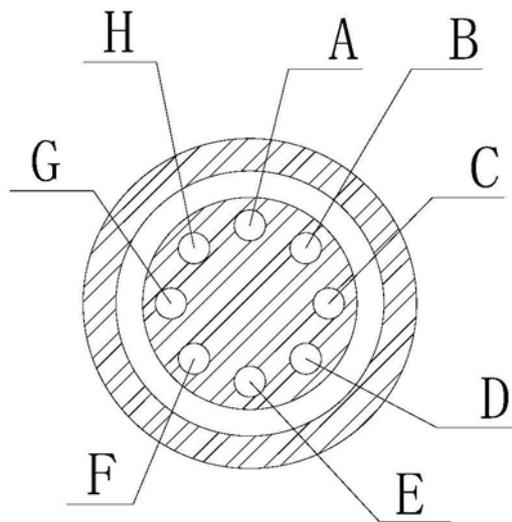


图3