



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102287136 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201110239504. 5

(22) 申请日 2011. 08. 20

(73) 专利权人 大庆井泰石油工程技术股份有限公司

地址 163316 黑龙江省大庆市高新区产业三区新航路 8 号

专利权人 张朝纯

(72) 发明人 张亚胜 张朝纯

(74) 专利代理机构 大庆市建华专利事务所
23119

代理人 常瑛

(51) Int. Cl.

E21B 7/18(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202176263 U, 2012. 03. 28,

CN 1959058 A, 2007. 05. 09,

CN 2497034 Y, 2002. 06. 26,

CN 201744417 U, 2011. 02. 16,

US 5730358 A, 1998. 03. 24,

WO 91/08371 A1, 1991. 06. 13,

审查员 高黎黎

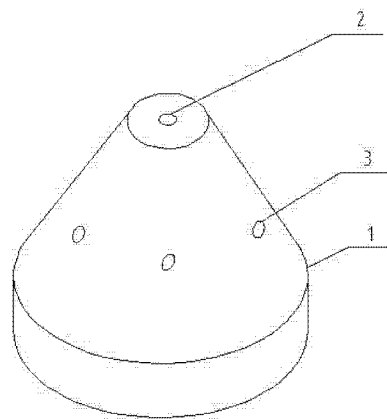
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

水力喷射钻井喷头

(57) 摘要

本发明公开了一种水力喷射钻井喷头,包括喷头本体(1),喷头本体(1)上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴;所述的喷头本体(1)为前端为平端的锥形;所述的出水孔包括中孔(2)和边孔(3),中孔(2)位于喷头本体(1)前端的平端上,边孔(3)位于喷头本体(1)的锥形斜面上,且边孔(3)以中孔(2)为中心呈辐射状排列;中孔(2)的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔(3)的出水通道分别沿切线方向倾斜 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$,并且边孔(3)的出水通道倾斜方向一致。本发明使用时一边喷射一边缓慢送进,可形成一个直径达 $120\sim 130\text{mm}$ 的成孔,并且水力喷射过程中能够有效地防止喷头和钢管的接头处产生倒扣现象。



1. 一种水力喷射钻井喷头,包括喷头本体(1),喷头本体(1)上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴,其特征在于:所述的喷头本体(1)为前端为平端的圆锥形;所述的出水孔包括中孔(2)和边孔(3),中孔(2)位于喷头本体(1)前端的平端上,边孔(3)位于喷头本体(1)的锥形斜面上,且边孔(3)以中孔(2)为中心呈辐射状排列;中孔(2)的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔(3)的出水通道分别沿切线方向倾斜 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$,并且边孔(3)的出水通道倾斜方向一致。

2. 根据权利要求1所述的水力喷射钻井喷头,其特征在于:所述的边孔(3)的出水通道在背向中孔(2)的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

3. 根据权利要求1或2所述的水力喷射钻井喷头,其特征在于:所述的边孔(3)的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角。

4. 根据权利要求1或2所述的水力喷射钻井喷头,其特征在于:所述的边孔(3)分为内、外两圈,内圈边孔(3a)和外圈边孔(3b)的出水通道分别沿切线方向形成的倾角大小一致,方向相反。

5. 根据权利要求4所述的水力喷射钻井喷头,其特征在于:所述的内圈边孔(3a)的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,外圈边孔(3b)的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角。

水力喷射钻井喷头

技术领域

[0001] 本发明涉及的是钻井用的水力喷射工具,具体的是一种水力喷射钻井喷头。

背景技术

[0002] 水平井是指井斜角达到或接近 90° , 井身沿着水平方向钻进一定长度的井。一般来说,水平井适用于薄的油气层或裂缝性油气藏,目的在于增大油气层的裸露面积。水平井钻井技术是指利用特殊的井底动力工具与随钻测量仪器,钻成井斜角达到或接近 90° , 并保持这一角度钻进一定长度井段的定向钻井技术,包括随钻测量技术、井眼轨迹控制技术、井壁稳定技术、钻井完井液技术等。石油钻井方法经过几十年的发展更新,还是以旋转钻井为主,即利用转盘或螺杆钻具带动钻头破岩。但是从垂直井段转变为水平井段的曲率半径越小,施工难度越大。一般来说,长半径水平井的曲率半径为 $300\text{m}\sim 900\text{m}$,中半径水平井的曲率半径为 $86\text{m}\sim 215\text{m}$,短半径水平井的曲率半径为 $10\text{m}\sim 20\text{m}$ 。近年来相继出现了超短半径水平井钻井工艺,由于短半径钻井需采用柔性钻杆,受柔性钻杆传递扭矩的限制,如果继续采用旋转钻井方法将会使短半径钻井的水平段长度也受到限制。目前,已有人将旋转钻井方法改进为水力喷射进行破岩,但是传统的水力喷射采用的喷头出水孔径较小,成孔孔径为 $20\text{mm}\sim 50\text{mm}$,当地质发生变化时,喷孔容易发生闭塞,给生产带来很多不便。而在一个喷头上设置多个出水孔,破岩时会在岩石面上形成多个直径较小的单孔。如何在保持水压不变的情况下,在岩石上形成一个直径较大的成孔是要解决的重要问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是针对上述问题提供一种水力喷射钻井喷头,解决目前水力喷射使用的喷头成孔孔径较小,无法形成一个大的成孔的问题。

[0004] 本发明通过以下技术方案来实现:水力喷射钻井喷头,包括喷头本体,喷头本体上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴;所述的喷头本体为前端为平端的锥形;所述的出水孔包括中孔和边孔,中孔位于喷头本体前端的平端上,边孔位于喷头本体的锥形斜面上,且边孔以中孔为中心呈辐射状排列;中孔的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔的出水通道分别沿切线方向倾斜 $5^\circ\sim 15^\circ$,并且边孔的出水通道倾斜方向一致。

[0005] 边孔的出水通道在背向中孔的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0006] 边孔的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角。

[0007] 边孔分为内、外两圈,内圈边孔和外圈边孔的出水通道分别沿切线方向形成的倾角大小一致,方向相反。

[0008] 内圈边孔的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,外圈边孔的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角。

[0009] 采用上述技术方案的积极效果:本发明在使用时连接柔性钢管,由高压泵车给压,不需钻头旋转,只靠高压射流就能破岩,破岩速度快,耐磨程度高;由于喷头的中孔的出水

通道与喷头轴线方向一致,边孔的出水通道分别沿切线方向倾斜,使得各个喷孔的喷射面积部分重叠,多个喷孔即可喷出一个大的成孔;由于边孔在背向中孔的方向上向外倾斜,使喷头边孔喷出的水柱向外形成一定的扩散,使得喷出的成孔直径可扩大到120~130mm;边孔分别沿切线方向形成顺时针倾角,或者将边孔分为内、外两圈,内圈边孔分别沿切线方向形成逆时针倾角,外圈边孔分别沿切线方向形成顺时针倾角,这样使得本发明在射流时在喷头轴向上产生顺时针扭矩,防止喷头和钢管的接头处产生倒扣现象。

[0010] 四、附图说明

[0011] 图1是本发明的整体示意图;

[0012] 图2是本发明的仰视图;

[0013] 图3是本发明的纵剖视图;

[0014] 图4是本发明的边孔的侧面展开图;

[0015] 图5是本发明另一实施方式的整体示意图;

[0016] 图6是本发明另一实施方式的仰视图;

[0017] 图7是本发明另一实施方式的纵剖视图;

[0018] 图8是本发明另一实施方式中内圈边孔的侧面展开图;

[0019] 图9是本发明另一实施方式中外圈边孔的侧面展开图;

[0020] 图10是单孔喷头的整体示意图;

[0021] 图11是单孔喷头的仰视图;

[0022] 图12是直孔喷头的整体示意图;

[0023] 图13是直孔喷头的仰视图;

[0024] 图14是本发明中边孔的力的分解图。

[0025] 图中:1 喷头本体,2 中孔,3 边孔,3a 内圈边孔,3b 外圈边孔。

[0026] 五、具体实施方式:下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0027] 图1是本发明的整体示意图,图2是本发明的仰视图,图3是本发明的纵剖视图,图4是本发明的边孔的侧面展开图,结合图1、图2、图3、图4所示,水力喷射钻井喷头,包括喷头本体1,喷头本体1上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴,喷嘴起到为水柱增压的作用。喷头本体1为前端为平端的锥形,前端为平端是为了给喷头本体1内的喷嘴留有一定的壁厚,防止反射回来的石英砂颗粒打磨喷头本体1,使其磨损,导致喷嘴飞出去。出水孔包括中孔2和边孔3,中孔2位于喷头本体1前端的平端上,边孔3位于喷头本体1的锥形斜面上,且边孔3以中孔2为中心呈辐射状排列。中孔2位于喷头本体1的最前端,它可以提供最大的喷射力用以破岩。边孔3由于位于喷头本体1的锥形斜面上,因此提供的水柱喷射力稍小于中孔2。喷头本体1为前端为平端的锥形,这种结构有利于逐级破岩,中孔2的速度最大,首先破岩,然后有助于边孔3射流形成均匀规则的成孔,另外,锥形结构也有利于喷头的推进以及岩屑的排出。

[0028] 中孔2的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔3的出水通道分别沿切线方向倾斜 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$,并且边孔3的出水通道倾斜方向一致。边孔3的出水通道分别沿切线方向倾斜的作用主要是扩大边孔3的喷射面积,由于喷头在破岩时一边喷射一边送进,使得具有倾角的边孔3不停变换着喷射点,大大扩大了喷射面积,并且各个出水孔之间的喷射面积达到部分重合,喷头喷出的喷射孔不再是单孔,而是形成一个大的成孔。 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 倾角的设置要满

足射流在喷头轴向分解力要大于破岩力,还要使得相邻两个出水孔的喷射面积部分重叠,角度过大或者过小都不合适。

[0029] 为了扩大本发明的喷射面积,边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角,作用是使边孔 3 喷出的水柱向喷头本体 1 的外侧发散,扩大在岩石上的喷射面积,喷头直径在 100mm 左右,距离岩石 100mm 处喷射可形成大约 120~130mm 的成孔,方便本发明在水力喷射时一边喷射一边送进。

[0030] 使用时,将喷头连接柔性钢管,由高压泵车给压,直接进行喷射破岩即可。为了防止本发明喷射时产生逆向的扭矩力,从而导致喷头和钢管的连接处产生倒扣,将边孔 3 的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角,这样,会产生一定的正向扭矩力,使喷头和钢管之间的螺纹连接更加严密,防止倒扣。

[0031] 图 14 是本发明中边孔的力的分解图,如图所示,在水力喷射时,由于边孔 3 为倾斜设计,当喷出水柱时,每个出水孔的力都可以分解为 x 轴、y 轴、z 轴三个方向,但由于喷头本体 1 为圆锥形,边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致,当多个边孔 3 的力进行综合时,x 轴和 z 轴方向的力基本被抵消掉,这对喷头进尺时所形成的井眼轨迹基本没有影响,防止井眼轨迹出现偏差。

[0032] 图 5 是本发明另一实施方式的整体示意图,图 6 是本发明另一实施方式的仰视图,图 7 是本发明另一实施方式的纵剖视图,图 8 是本发明另一实施方式中内圈边孔的侧面展开图,图 9 是本发明另一实施方式中外圈边孔的侧面展开图,结合图 5、图 6、图 7、图 8、图 9 所示,本发明的另外一种实施方式是边孔 3 分为内、外两圈,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角大小一致,方向相反。由于每个出水孔的力都可以分解为 x 轴、y 轴、z 轴三个方向,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 沿切线方向形成的倾角方向相反,使得 x 轴和 z 轴方向的力被相互抵消一部分,防止喷头喷射时对井眼轨迹造成影响。内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成顺时针倾角。由于外圈边孔 3b 的数目多于内圈边孔 3a 的数目,因此,喷射时外圈边孔 3b 产生的顺时针扭矩力将会大于内圈边孔 3a 产生的逆时针扭矩力,二者抵消掉一部分后,余值仍为顺时针扭矩力,此力使喷头和钢管之间的螺纹连接更加严密,防止倒扣。

[0033] 图 10 是单孔喷头的整体示意图,图 11 是单孔喷头的仰视图,结合图 10、图 11 所示,目前现有的喷头是单孔喷头,即喷头上只有一个出水孔,因为水力喷射需要很大的压强,即 45~50MPa,才能破岩,因此喷头的出水孔的孔径受限,只有 5mm 左右,喷射后形成的成孔孔径只能达到 20~50mm。形成成孔后,如果地球发生一定的地质变化,成孔很容易发生堵塞甚至消失。

[0034] 图 12 是直孔喷头的整体示意图,图 13 是直孔喷头的仰视图,结合图 12、图 13 所示,直孔喷头是对单孔喷头做的改进,由于单孔喷头喷射后形成的孔径较小,无法满足生产的需要,因此改造成多孔的直孔喷头。但直孔喷头的缺点是,由于直孔喷射的水柱垂直于岩石面,受到喷头面积的限制,出水孔数目也同样受限,使得直孔喷头喷射后形成一个个的单孔,单孔的喷射面积不能形成重叠,无法形成一个大的成孔,喷头喷射后不能随之跟进。

[0035] 下面结合实施例对本发明做进一步的解释:

[0036] 实施例一

[0037] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的

出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形。出水孔包括一个中孔 2 和六个边孔 3,中孔 2 位于喷头本体 1 前端的平端上,六个边孔 3 位于喷头本体 1 的锥形斜面上,且边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔 3 的出水通道分别沿切线方向倾斜 5° ,形成顺时针倾角,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0038] 实施例二

[0039] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形。出水孔包括一个中孔 2 和六个边孔 3,中孔 2 位于喷头本体 1 前端的平端上,六个边孔 3 位于喷头本体 1 的锥形斜面上,且边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔 3 的出水通道分别沿切线方向倾斜 8° ,形成顺时针倾角,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0040] 实施例三

[0041] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形。出水孔包括一个中孔 2 和六个边孔 3,中孔 2 位于喷头本体 1 前端的平端上,六个边孔 3 位于喷头本体 1 的锥形斜面上,且边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔 3 的出水通道分别沿切线方向倾斜 10° ,形成顺时针倾角,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0042] 实施例四

[0043] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形。出水孔包括一个中孔 2 和六个边孔 3,中孔 2 位于喷头本体 1 前端的平端上,六个边孔 3 位于喷头本体 1 的锥形斜面上,且边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔 3 的出水通道分别沿切线方向倾斜 12° ,形成顺时针倾角,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0044] 实施例五

[0045] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形。出水孔包括一个中孔 2 和六个边孔 3,中孔 2 位于喷头本体 1 前端的平端上,六个边孔 3 位于喷头本体 1 的锥形斜面上,且边孔 3 以中孔 2 为中心呈辐射状排列。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,边孔 3 的出水通道分别沿切线方向倾斜 15° ,形成顺时针倾角,并且边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。边孔 3 的出水通道在背向中孔 2 的方向与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0046] 实施例六

[0047] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的

出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形,出水孔包括一个中孔 2、内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b,中孔 2 位于锥形喷头本体 1 前端的平端,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 均位于锥形喷头本体 1 的锥形斜面上,并以中孔 2 为中心呈辐射状排列,其中,内圈边孔 3a 为 5 个,外圈边孔 3b 为 10 个。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向倾斜 5° ,并且同一圈边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。即内圈边孔 3a 的出水通道倾斜方向一致,外圈边孔 3b 的出水通道倾斜方向一致。并且内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角方向相反,即内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,内圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角。两圈边孔 3 的出水通道均在背向于中孔 2 的方向上与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0048] 实施例七

[0049] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形,出水孔包括一个中孔 2、内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b,中孔 2 位于锥形喷头本体 1 前端的平端,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 均位于锥形喷头本体 1 的锥形斜面上,并以中孔 2 为中心呈辐射状排列,其中,内圈边孔 3a 为 5 个,外圈边孔 3b 为 10 个。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向倾斜 8° ,并且同一圈边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。即内圈边孔 3a 的出水通道倾斜方向一致,外圈边孔 3b 的出水通道倾斜方向一致。并且内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角方向相反,即内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,内圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角。两圈边孔 3 的出水通道均在背向于中孔 2 的方向上与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0050] 实施例八

[0051] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形,出水孔包括一个中孔 2、内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b,中孔 2 位于锥形喷头本体 1 前端的平端,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 均位于锥形喷头本体 1 的锥形斜面上,并以中孔 2 为中心呈辐射状排列,其中,内圈边孔 3a 为 5 个,外圈边孔 3b 为 10 个。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向倾斜 10° ,并且同一圈边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。即内圈边孔 3a 的出水通道倾斜方向一致,外圈边孔 3b 的出水通道倾斜方向一致。并且内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角方向相反,即内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,内圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角。两圈边孔 3 的出水通道均在背向于中孔 2 的方向上与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0052] 实施例九

[0053] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形,出水孔包括一个中孔 2、内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b,中孔 2 位于锥形喷头本体 1 前端的平端,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 均位于锥形喷头本体 1 的锥形斜面上,并以中孔 2 为中心呈辐射

状排列,其中,内圈边孔 3a 为 5 个,外圈边孔 3b 为 10 个。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向倾斜 12° ,并且同一圈边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。即内圈边孔 3a 的出水通道倾斜方向一致,外圈边孔 3b 的出水通道倾斜方向一致。并且内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角方向相反,即内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,内圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角。两圈边孔 3 的出水通道均在背向于中孔 2 的方向上与喷头轴线形成 2° 夹角。

[0054] 实施例十

[0055] 水力喷射钻井喷头,包括喷头本体 1,喷头本体 1 上有出水孔,内部有纵向排列的出水通道与出水孔相通,出水通道中内置喷嘴。喷头本体 1 为前端为平端的锥形,出水孔包括一个中孔 2、内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b,中孔 2 位于锥形喷头本体 1 前端的平端,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 均位于锥形喷头本体 1 的锥形斜面上,并以中孔 2 为中心呈辐射状排列,其中,内圈边孔 3a 为 5 个,外圈边孔 3b 为 10 个。中孔 2 的出水通道与喷头轴线方向一致,内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向倾斜 15° ,并且同一圈边孔 3 的出水通道倾斜方向一致。即内圈边孔 3a 的出水通道倾斜方向一致,外圈边孔 3b 的出水通道倾斜方向一致。并且内圈边孔 3a 和外圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成的倾角方向相反,即内圈边孔 3a 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角,内圈边孔 3b 的出水通道分别沿切线方向形成逆时针倾角。两圈边孔 3 的出水通道均在背向于中孔 2 的方向上与喷头轴线形成 2° 夹角。

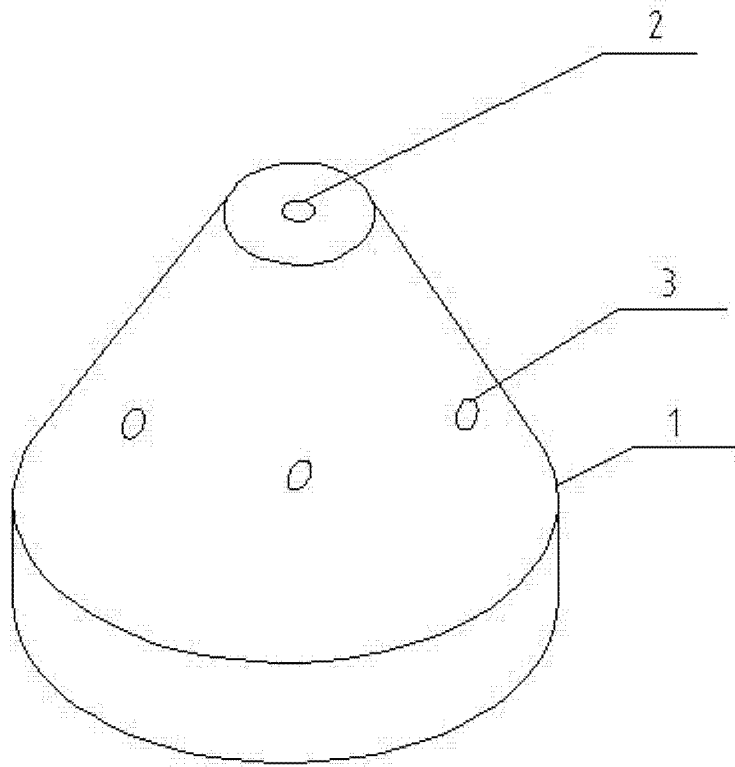


图 1

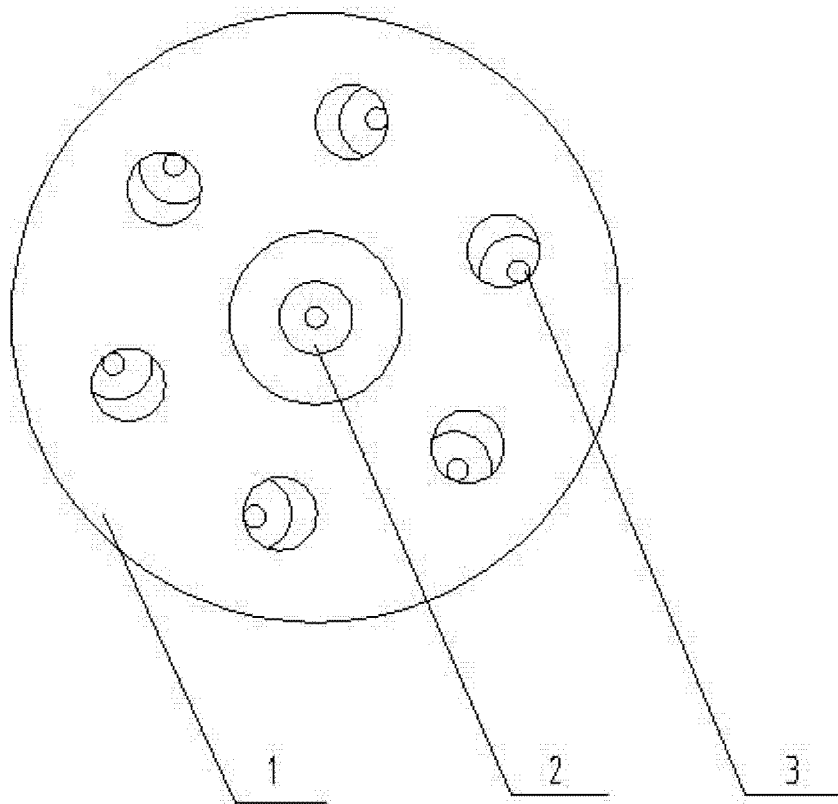


图 2

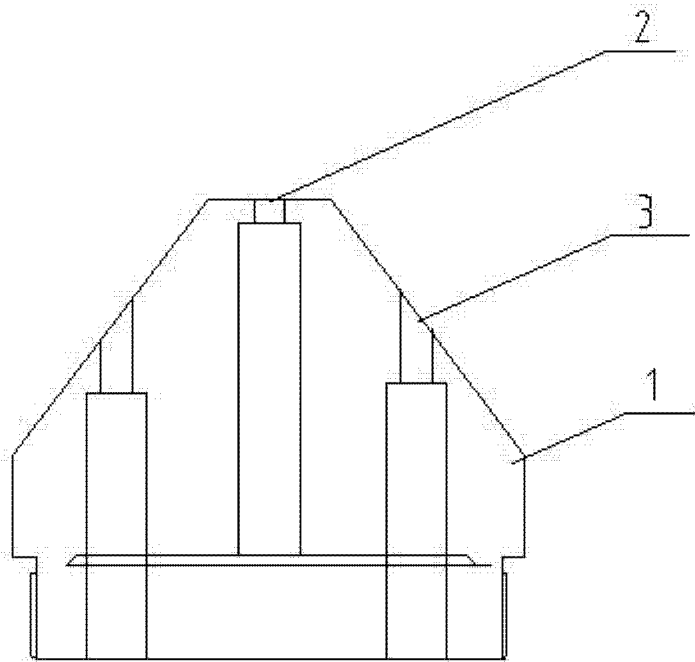


图 3

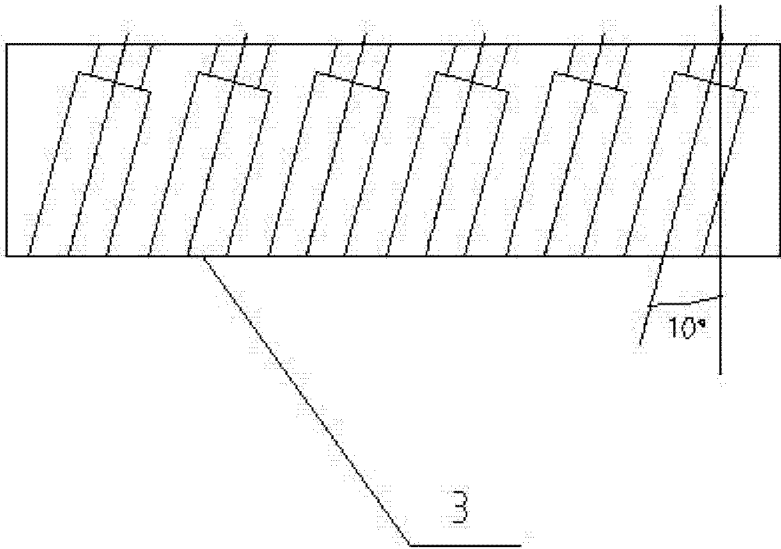


图 4

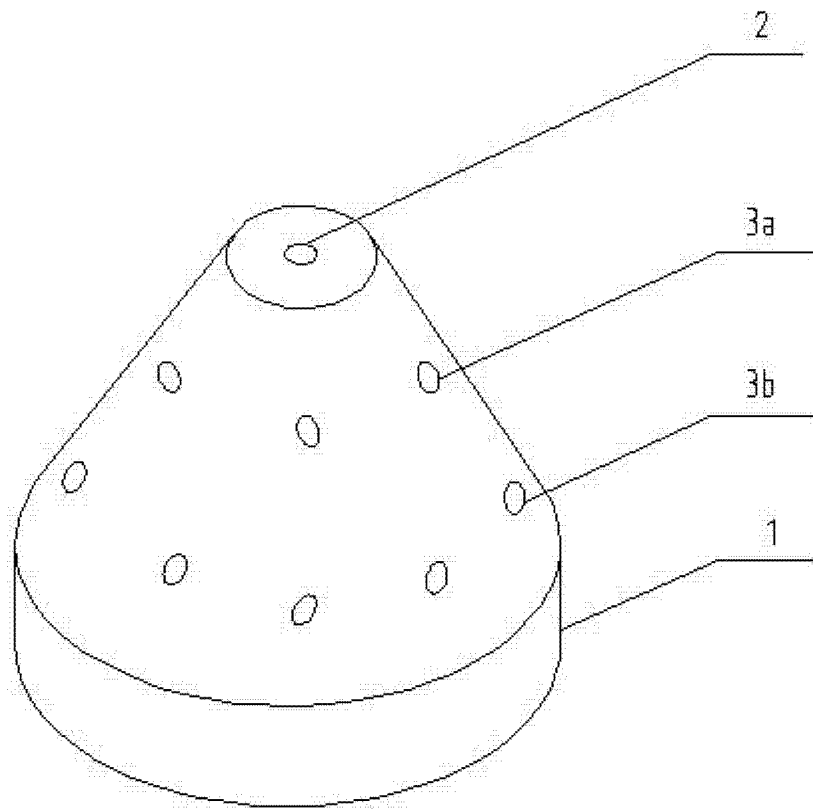


图 5

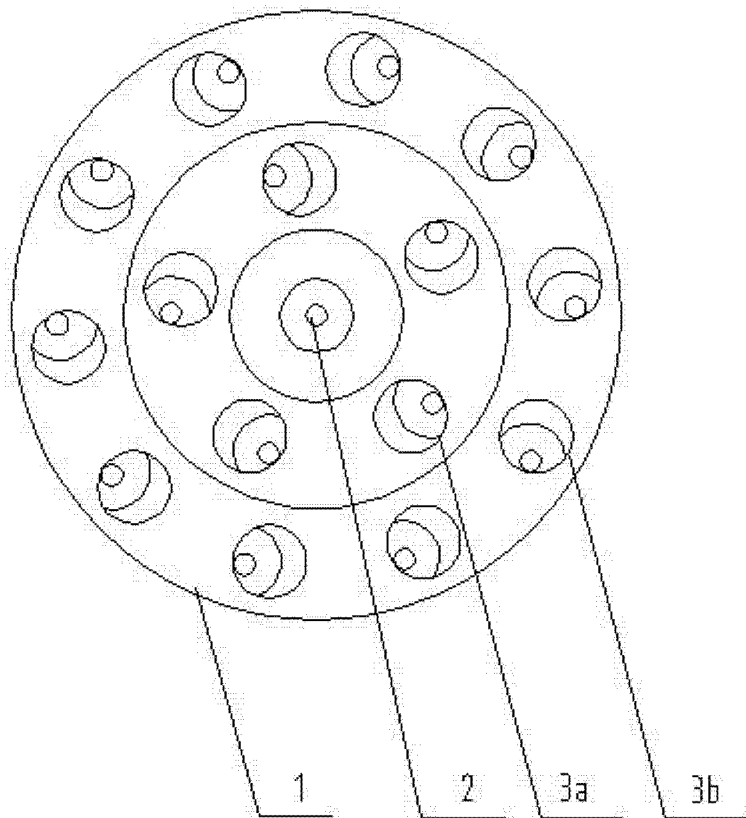


图 6

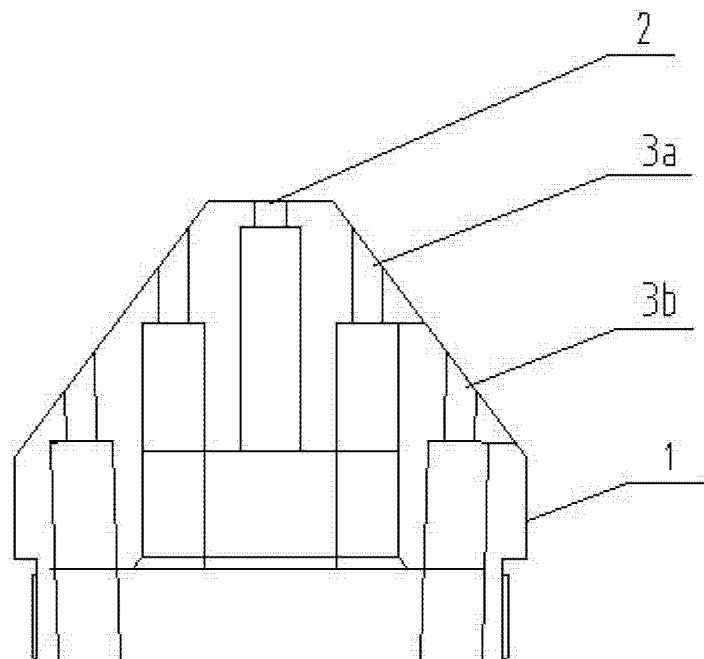


图 7

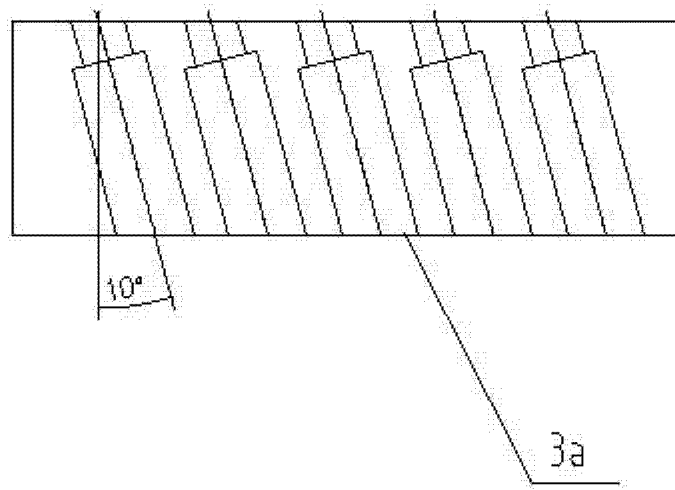


图 8

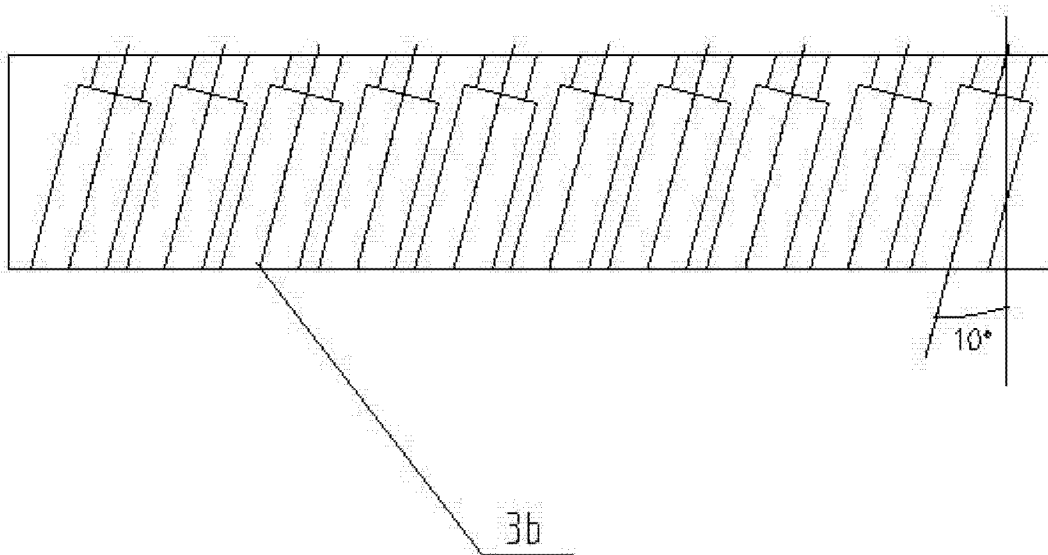


图 9

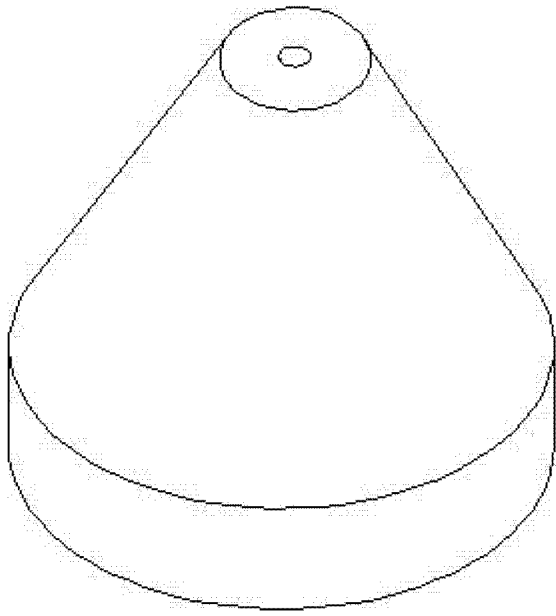


图 10

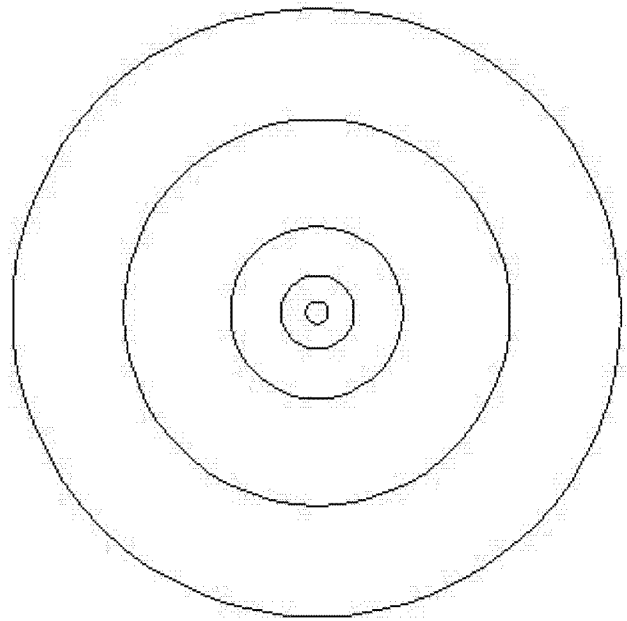


图 11

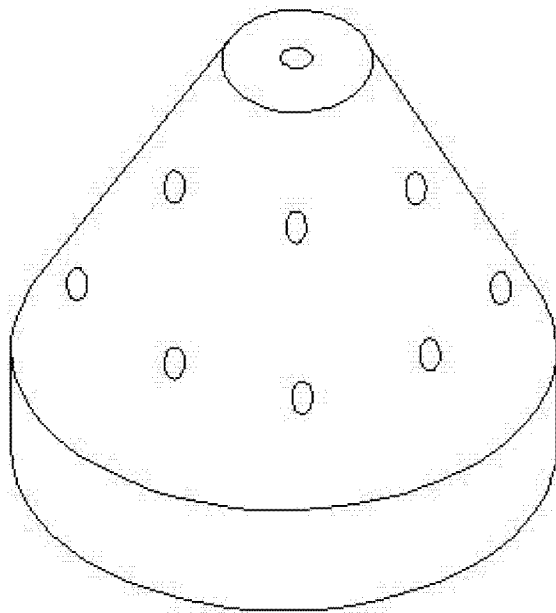


图 12

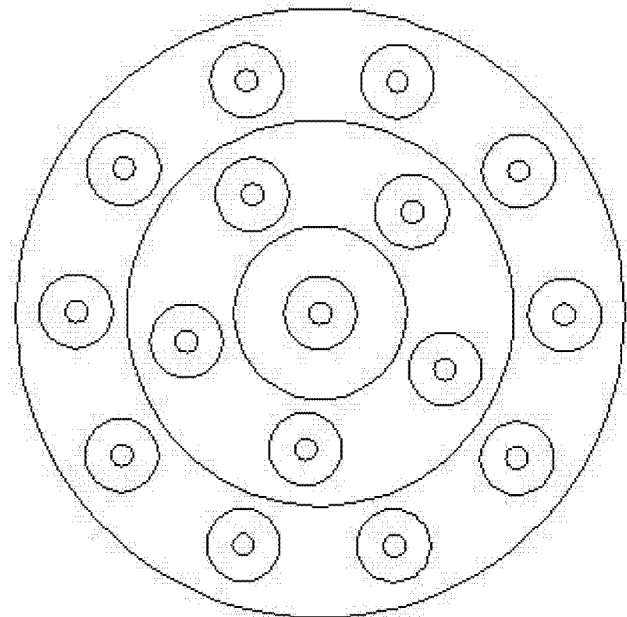


图 13

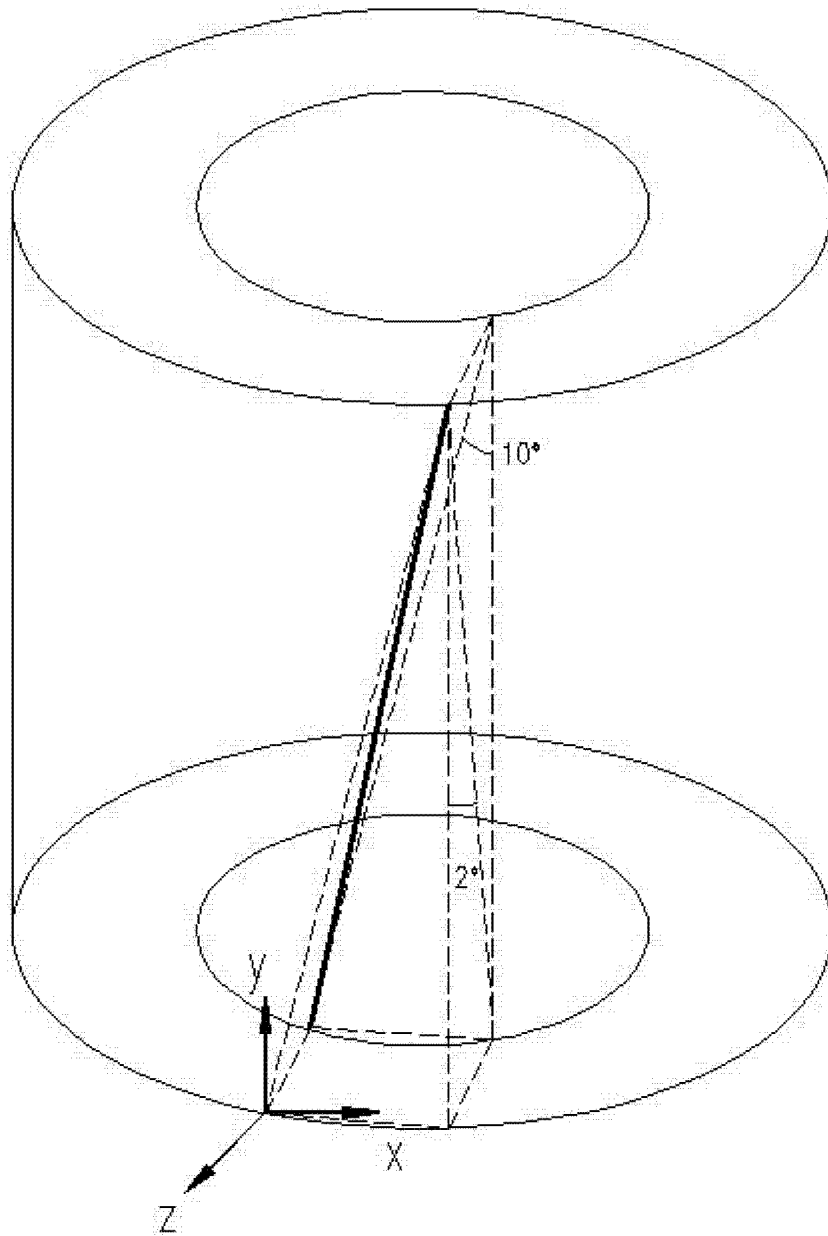


图 14