



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105201436 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510664563. 5

(22) 申请日 2015. 10. 16

(71) 申请人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号石油工程学院

(72) 发明人 李根生 李敬彬 黄中伟 牛继磊  
宋先知 许争鸣 刘献

(51) Int. Cl.

E21B 23/04(2006. 01)

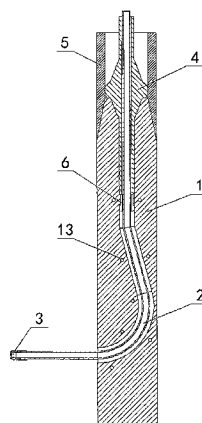
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

## (54) 发明名称

利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法

## (57) 摘要

一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其系统组成主要包括:高压软管、窄间隙短节、配套转向器、高压软管限位接头。窄间隙短节通过高压软管限位接头与高压软管形成窄间隙,并与配套转向器坐封;通过油管打液,高压流体流经窄间隙形成高速流动,在高压软管外壁面的附面层内产生较大的拖曳力,克服高压软管通过转向器的阻力,从而实现高压软管的柔性送进,极大增加径向水平井技术的延伸极限;同时,可在作业管柱下入过程中,使高压软管处于伸直状态,便于管柱下入。本发明实施方案简单有效,经济可靠,可促进径向水平井技术的极大发展。



1. 一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其系统组成主要包括:高压软管、窄间隙短节、配套转向器、高压软管限位接头,其特征是:窄间隙短节内壁与高压软管外壁形成窄间隙,并与配套转向器坐封,当高压流体流经窄间隙时高速,在高压软管外壁产生轴向拖曳力,实现高压软管的送进。

2. 根据权利要求1所述的一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其特征是:窄间隙短节为外形陀螺状,中心通透的金属短节,在其下部存在一个锥面,锥面尺寸与配套转向器锥面尺寸一致,密封油管与配套转向器之间的流动通道,其内径与高压软管配合可形成窄间隙。

3. 根据权利要求1所述的一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其特征是:窄间隙产生的拖曳力由高压软管外壁面附面层内流体粘性产生,与窄间隙长度成正比关系,根据使用的排量与压力关系以及期望产生的送进力确定窄间隙长度。

4. 根据权利要求1所述的一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其特征是:地面泵组将流体从油管与作业管柱的环空中注入,流经窄间隙后,流经配套转向器内轨道进入井筒,返回地面。

5. 根据权利要求1所述的一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法,其特征是:高压软管送进是指利用窄间隙高速流体产生的均布轴向拖曳力克服高压软管通过转向器的阻力,实现无法承受轴向推力的高压软管的柔性送进。

## 利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到石油开采领域,是超短半径径向水平井技术中一种能够利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法。

### 背景技术

[0002] 超短半径侧钻水平井钻井技术(又称径向水平井钻井技术)是指在垂直井眼内沿径向钻出呈辐射状分布的一口或多口水平井眼。该技术是近几十年来发展起来的一项新型油田增产技术。利用该技术可使死井复活,大幅度提高油井产量和原油采收率,且能降低钻井成本,是油田老井改造、油藏挖潜和稳产增产的有效手段,尤其适合于薄油层,垂直裂缝、稠油、低渗透等油藏的开发。但是该技术发展缓慢,主要有以下四项问题亟待解决:1)形成一定直径的孔眼;2)具有一定的射流钻进速度;3)能够实现一定的延伸长度;4)钻出形状较为规则的孔眼。

[0003] 传统径向水平井技术主要是指20世纪80年代由美国Bechtel投资公司和Petrophysics公司最早研制的径向水平井钻井系统,简称URRS系统,它能在一口垂直井的同一深度向四周钻24口辐射状水平井,其钻井时间一般不超过64h。其工艺原理为:首先在油气井的预定深度对套管进行锻铣,再利用大直径的扩孔工具对锻铣后的井眼进行扩径,然后下入并锚定斜向器,通过液压或者机械的方式使斜向器沿预定的方位支起,柔性钻管在液压作用下,经斜向器90°弯曲后进入地层,高压射流破碎岩石并清洗井眼,最终形成径向水平井眼。由于扩孔工艺复杂,成功率不高,导致完井周期长,风险较大,成本过高,极大的限制了该技术的应用。欠扩孔径向水平井技术(也称套管开窗侧钻径向水平井技术)是指不需要套管段铣和大直径扩孔等复杂的前期准备的径向水平井技术。该技术从根本上克服了传统径向水平井技术成本高、风险大、钻井效率低的难题。但在欠扩孔的条件下,受到最小转弯半径的限制,只能使用高压软管作为作业管线。由于高压软管无法传递轴向力,且在高压作业条件下,斜向器对管线的摩擦阻力较大,使得送进困难,极大的限制了水平孔眼的延伸。通过对钻进管柱受力分析发现,高压软管在通过转向器时受到较大的阻力,严重消耗了自进式射流破岩钻头提供的自进力。尽管国内外学者针对转向器结构及其内部轨道开展了大量研究,但室内实验研究表明,在正常工作压力条件下,高压软管通过转向器的摩擦阻力仍占自进力的一半左右;同时受到高压软管最小转弯半径的限制,所选用的高压软管尺寸较小,内径一般在10mm左右,当高压流体通过时,其沿程压力损失较大,受高压软管承压能力限制,使所允许的使用的排量较小,而自进式射流破岩钻头需在小排量条件下同时完成高效破岩与强力自进,这严重限制了径向水平井技术的发展与应用。因此,提出一种新型的高压软管送进技术,克服高压软管通过转向器的阻力,并进一步送进地层,对于套管内转向径向水平井技术的发展具有重要意义。

[0004] 在工程实际中,任何流体都有粘性,当雷诺数较大时,流体速度较高,宏观上其粘性可以忽略,但对于某些问题则无法忽略,例如:绕过某流线型物体的流动,由于存在粘性,靠近物体表面的流速为零,在物体表面的极薄一层(附面层)内粘性极为显著,对流体或运

动物体产生极大的运动阻力,有时可利用流体的这种性质产生拖曳力,利用流动带动物体运动。

[0005] 综合考虑以上径向水平井技术优势与存在问题,本发明人根据多年从高压水射流方面的实践和径向水平井技术研究经验,以克服高压软管通过转向器通过阻力为目的,提出了一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的方法。

### 发明内容

[0006] 为了克服现有欠扩孔径向水平井技术中高压软管在高压条件下通过转向器阻力较大的不足,本发明提供了一种利用窄间隙高速流体拖曳力送进高压软管的新方法,该方法能在不改变现有工艺与设备的条件下实现高压软管的柔性送进,克服高压软管通过转向器的阻力,而且实现该方法的工具结构简单可靠,能够保证井下作业安全高效开展。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:设计了一种窄间隙短节,高压软管能够穿过该短节,并与之形成窄间隙,该短节在下入高压软管时能够起到加重短节的作用使高压软管处于伸直状态;当高压软管下入到转向器时,该短节与转向器坐封,使油管与高压软管之间的流体仅能通过窄间隙到达转向器内部轨道而进入油套环空返回地面;地面开泵,通过油管打液,当高压流体通过窄间隙时,流体压能转化为流体的动能形成窄间隙高速流动;在高压软管外壁面形成较薄的附面层,由于垂直于流动方向速度梯度较大,流体粘性极为明显,产生较大的粘性轴向力,即拖曳力,从而可实现高压高速流体对高压软管的柔性送进;若产生的拖曳力足够大,则能克服高压软管在工作压力条件下通过转向器的阻力,大大增加径向水平井技术的延伸极限;甚至可改变现有自进式射流钻头结构,使其能够更加高效的完成破岩。

[0008] 该技术方案思路极具创新性,工具结构简单可靠,能够在不改变现有技术设备的前提下,实现径向水平井技术的极大发展。主要有以下优点:

[0009] 1、工具结构较为简单。尤其在复杂的井下条件下,简单的结构能够保证工具的可靠性;

[0010] 2、下入作业管柱时,使得高压软管处于伸直状态便于管柱下入作业;

[0011] 3、柔性均布力送进高压软管,克服了高压软管无法承受轴向力的缺点;

[0012] 4、克服高压软管过转向器时的阻力,甚至可将高压软管送进地层一定距离,大大增加了径向水平井的延伸极限;

[0013] 5、充分利用起固定作用的生产油管,在提高作业效率的同时不会引起作业成本的大幅增加。

### 附图说明

[0014] 以下附图对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明工具的范围。

[0015] 图 1A 为本发明专利的窄间隙高速流体柔性送进高压软管装置示意图的正视图和侧视图;

[0016] 图 1B 为本发明专利的窄间隙高速流体柔性送进高压软管装置示意图的剖视图;

[0017] 图 2 为本发明专利的窄间隙高速流体柔性送进高压软管方法的窄间隙短节示意图;

[0018] 图 3 为本发明专利的窄间隙高速流体柔性送进高压软管方法的转向器示意图；

[0019] 图 4 为本发明专利的窄间隙高速流体柔性送进高压软管方法的高压软管限位接头示意图。

### 具体实施方式

[0020] 在图 1A 与图 1B 中,转向器 1 通过油管 5 固定在井下预定位置;带有自进式射流破岩喷嘴 3 的高压软管 2 穿过窄间隙短节 4,高压软管限位接头 6 将窄间隙短节 4 限制在高压软管 2 之上,在高压软管 2 与窄间隙短节 4 之间形成窄间隙(间隙宽度 1-2mm);在工具串下入过程中,由于窄间隙短节 4 重力的作用,高压软管 2 处于伸直状态,便于下入;当窄间隙短节 4 下入到预定位置时,窄间隙短节 4 与转向器 1 坐封,形成油管高压软管环空、窄间隙、转向器内轨道、油管与套管环空的流动通道,作业时通过油管 5 注入高压流体,当高压流体流经窄间隙时,流体压能转化为流体动能形成高速流动,由于流体具有一定粘度,在高压软管 2 外壁面形成较薄的附面层,由于垂直于流动方向速度梯度较大,从而产生较大的粘性轴向力,即拖曳力,从而可实现高压高速流体对高压软管 2 的柔性送进,若产生的拖曳力足够大,则能克服高压软管 2 在工作压力条件下通过转向器 1 的阻力,这将极大增加径向水平井技术的延伸极限。

[0021] 图 2 为窄间隙短节 4 结构示意图,其结构较为简单,主要用于与高压软管 2 配合形成窄间隙,在窄间隙的下端存在一个锥面 41,与转向器上端锥面 15 尺寸相同,可与之密封油管 5 与高压软管 2 之间的环空;在下锥面 41 的下部为窄间隙空心圆柱部分,其外径与转向器 1 内轨道相当,用于导向及辅助密封油管 5 与高压软管环空;窄间隙短节内径 42 稍大于高压软管接头尺寸,窄间隙短节内径 42 与高压软管 2 外径之差为窄间隙的宽度;由于高压软管接头与高压软管外径差一般为定值,所以窄间隙宽度一般略大于高压软管外径与高压软管接头的尺寸,要在一定排量条件下产生足够自进力,可通过改变窄间隙短节 4 的长度进行调节;在窄间隙短节 4 的末端存在对称分布的销钉孔 43,主要用于与高压软管限位接头 6 上的销钉孔眼 61 相配合,将窄间隙短节 4 限制在高压软管 2 之上。

[0022] 图 3 为辅助转向器 1 结构示意图,由转向器本体 11、转向器本体 12、转向器轨道 13、固定销钉 14、转向器上锥面 15 组成。转向器本体 1 上部设计为统一整体,并在上端面存在锥面 15,便于与窄间隙短节下锥面 41 坐封,内部为圆柱状轨道;转向器 1 的下部为分片式设计,主要是为了方便加工复杂形状轨道;当高压软管 2 到达转向器 1 时,在上锥面 15 的导向作用下,高压软管 2 与窄间隙短节 4 进入转向器上部圆柱状轨道,当下入到一定位置后,窄间隙短节 4 与转向器 1 坐封,形成油管 5 与高压软管 2 环空密封,使得来自油管 5 的流体只能通过窄间隙进入转向器轨道 13 进而进入油管与套管环空返回地面,当高压流体进入窄间隙后转变为高速流体,在高压软管 2 外壁面形成较薄的附面层,由于垂直于流动方向速度梯度较大,流体粘性极为明显,产生较大的粘性轴向力,即拖曳力,从而可实现高压高速流体对高压软管 2 的柔性送进。

[0023] 图 4 为高压软管限位接头 6 结构示意图,由两片相同结构的半圆柱片组成,主要用于将窄间隙短节 2 限制在高压软管 2 之上,以便形成窄间隙;其内径比高压软管 2 接头外径小但比高压软管 2 外径略大,在防止窄间隙短节 4 滑落的同时保证高压软管 2 顺利通过;在其侧面存在未穿透的销钉孔眼 61,用于与窄间隙短节 4 上的销钉孔眼 43 相配合,将窄间隙

短节 2 限制在高压软管 2 之上,同时不会限制高压软管 2 通过窄间隙。

[0024] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围,任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化与修改,均属于本发明保护的范畴。而且需要说明的是,本发明的个组成部分并不仅限于上述整体应用,本发明的说明书中描述的各技术特征可以根据实际需要选择一项单独采用或选择多项组合使用,因此本发明当然地涵盖了与本案发明点有关的其他组合及具体应用。

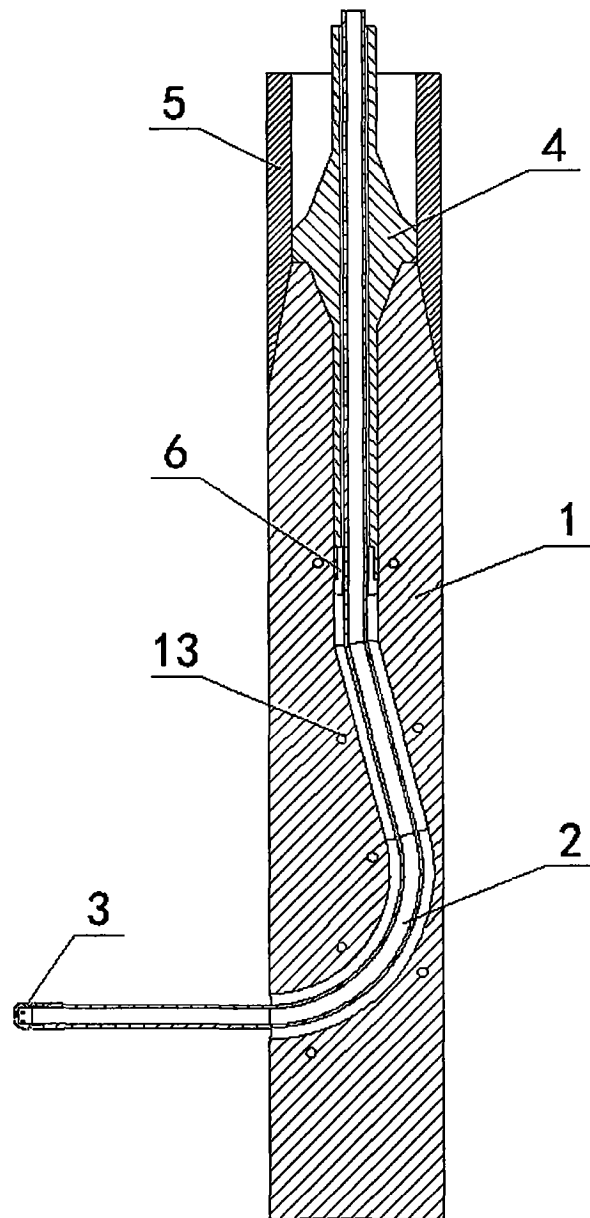


图 1A

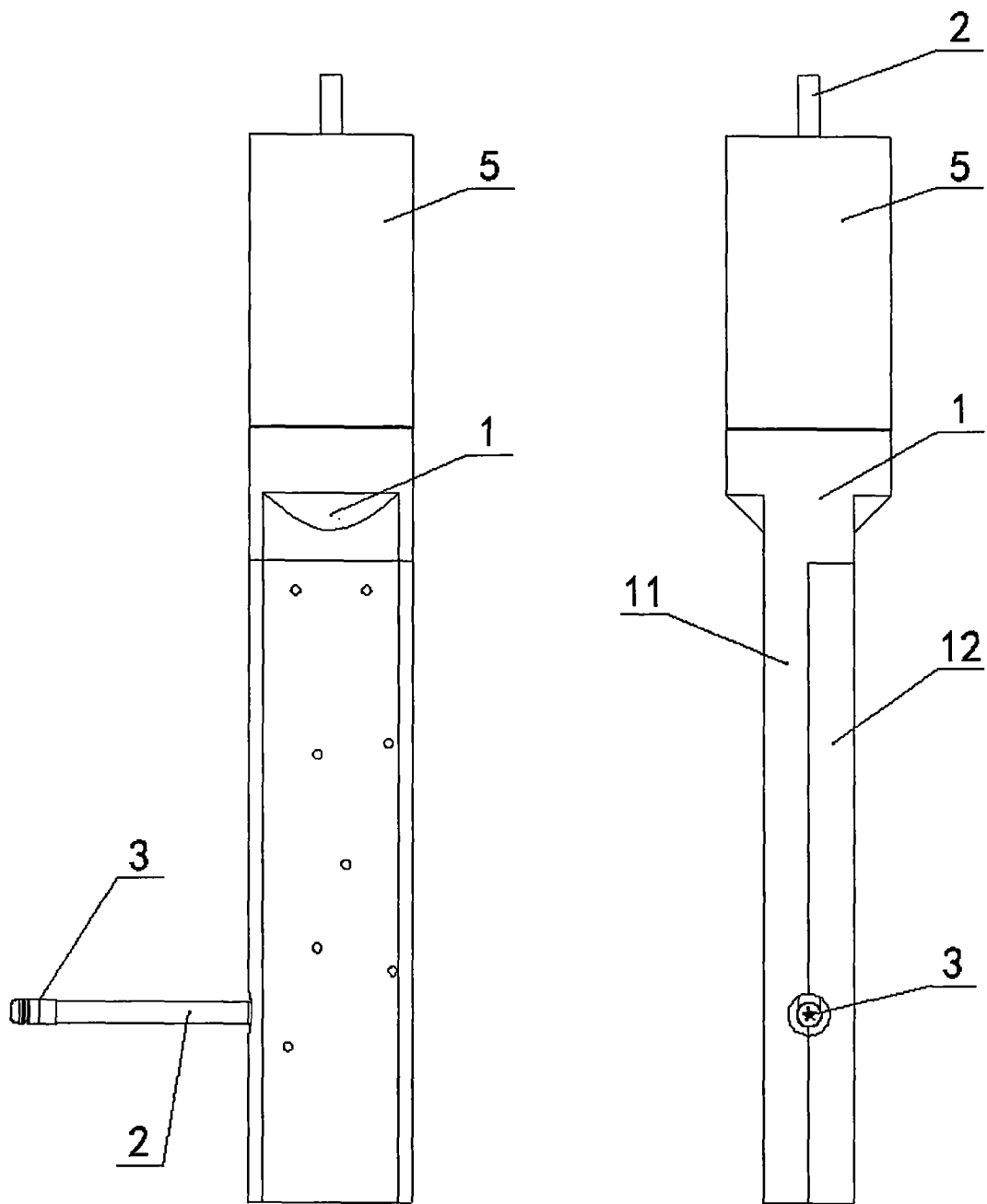


图 1B



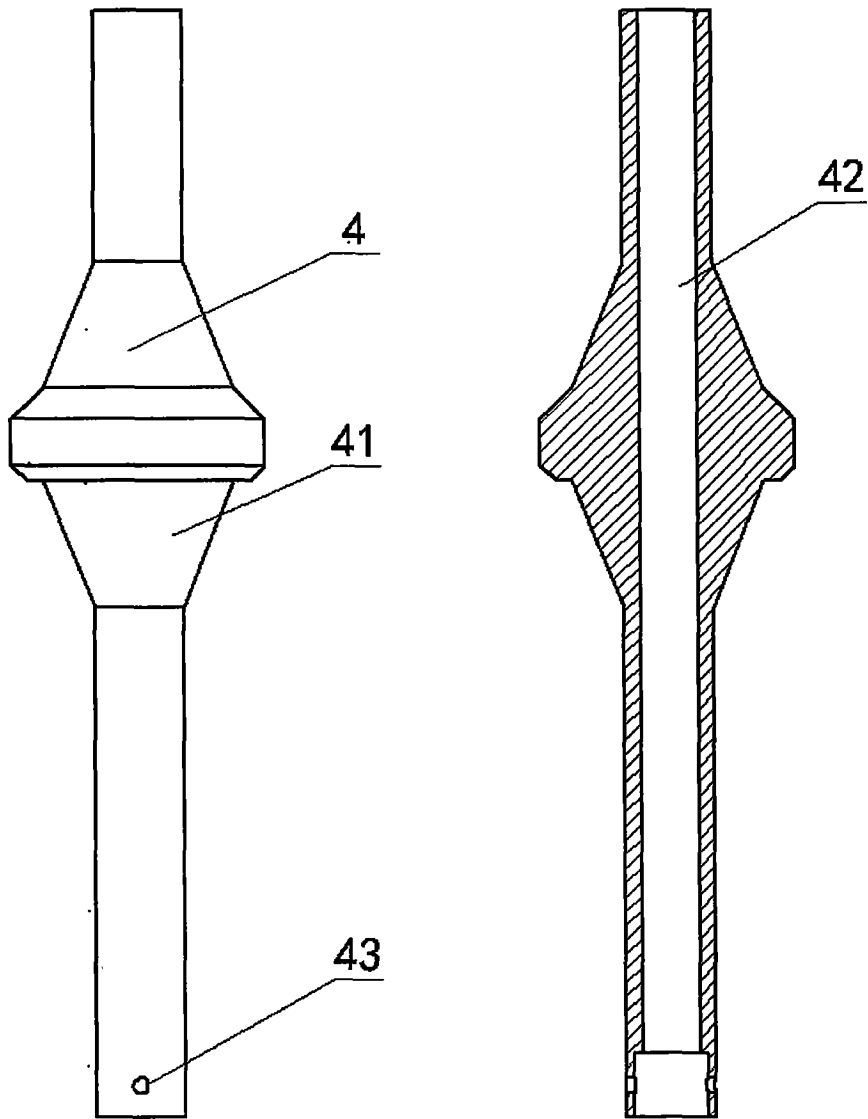


图 2

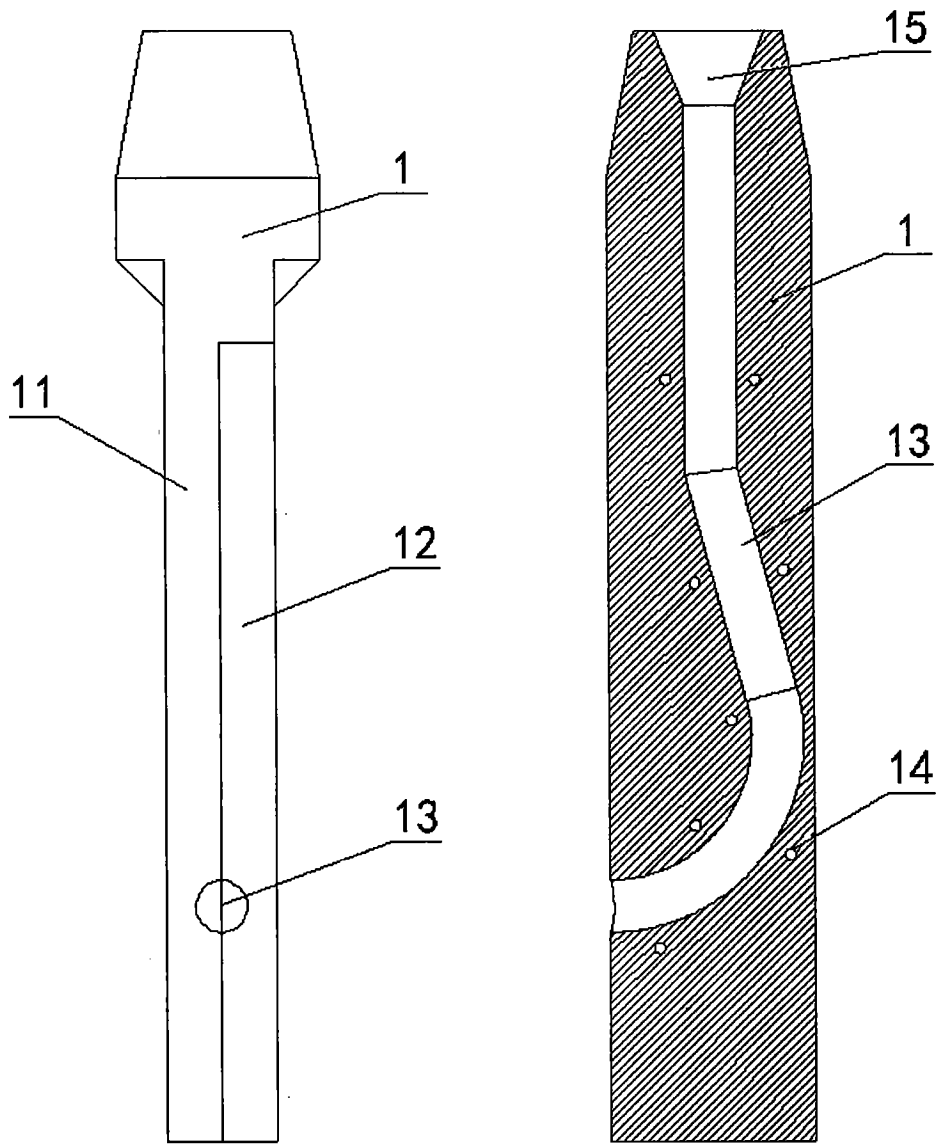


图 3

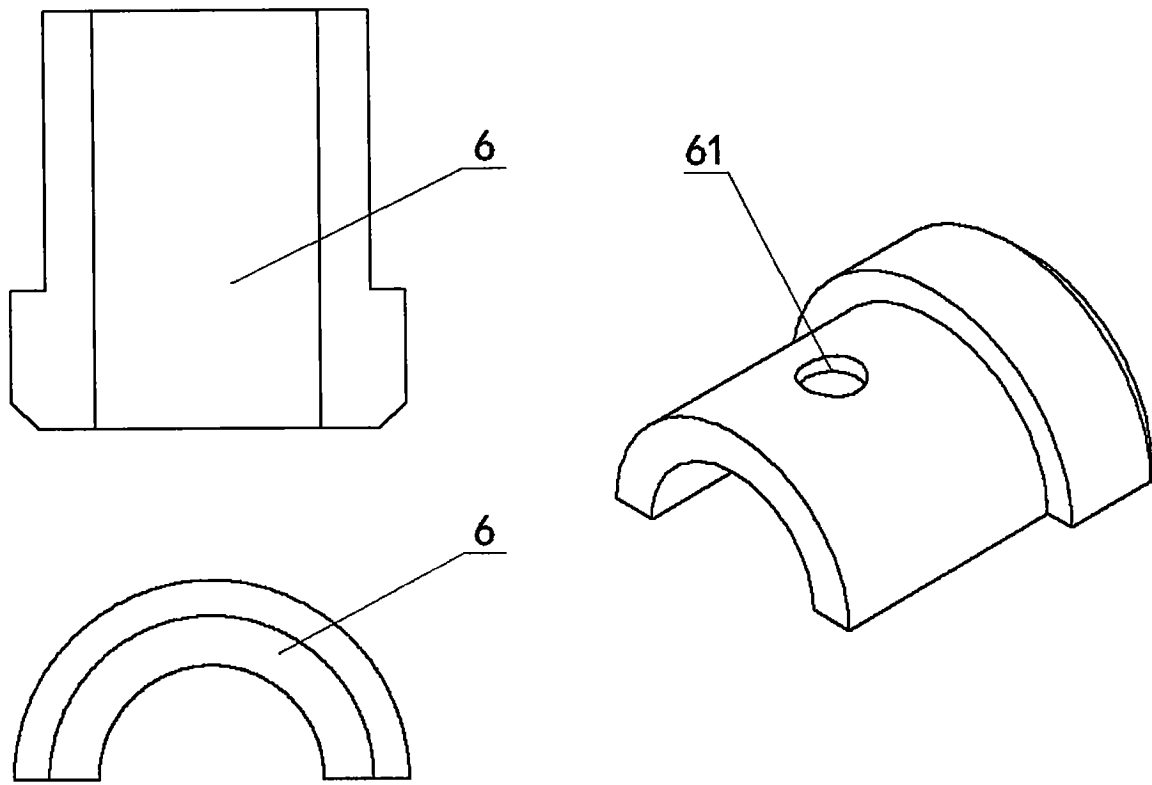


图 4