



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110344752 B

(45) 授权公告日 2020.12.15

(21) 申请号 201910621656.8

E21B 7/04 (2006.01)

(22) 申请日 2019.07.10

E21B 7/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E21B 21/14 (2006.01)

申请公布号 CN 110344752 A

审查员 崔焕丽

(43) 申请公布日 2019.10.18

(73) 专利权人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72) 发明人 王国华 秦大伟 谭军 邓丽黄燊

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 张鹏

(51) Int. Cl.

E21B 4/02 (2006.01)

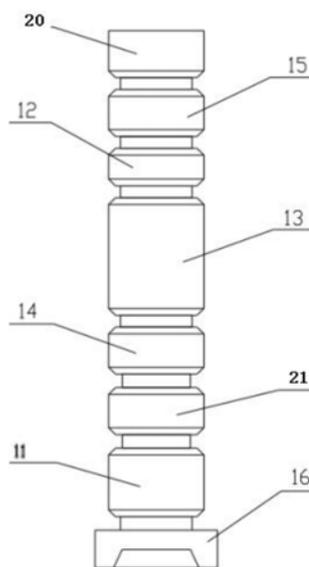
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统

(57) 摘要

基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,包括地面系统、井口装置和井下钻具组合;地面系统包括分别通过空气压缩机、液体高压泵与井口装置连通的气体储集罐和液体储集罐,再分别与气液两相流回收装置相连;气液两相流回收处理装置包括除砂器、回压阀和地面气液分离装置;井下钻具组合包括与井口装置相连的双臂钻杆I,双臂钻杆I下方依次连接短节、双壁螺杆马达、万向节、井下气液分离装置I、双臂钻杆II、钻头。本发明能够减少空气螺杆在井下易发生损坏的问题,提高破岩效率,从而实现对水平井、定向井安全、快速、经济的钻井。



1. 基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,其特征在于,包括地面系统、井口装置(5)和井下钻具组合(6);

所述地面系统包括气体储集罐(1)和液体储集罐(3),气体储集罐(1)和液体储集罐(3)分别通过空气压缩机(2)、液体高压泵(4)与井口装置(5)连通,气体储集罐(1)和液体储集罐(3)还分别与气液两相流回收处理装置(18)相连;所述气液两相流回收处理装置(18)包括与井筒环空(7)相连的除砂器(8),除砂器(8)依次连接有回压阀(9)和地面气液分离装置(10),其中,地面气液分离装置(10)的出气口连接至气体储集罐(1),地面气液分离装置(10)的出液口连接至液体储集罐(3);

所述井下钻具组合(6)包括与井口装置(5)相连的双壁钻杆I(11),双壁钻杆I(11)下方依次连接短节(12)、双壁螺杆马达(13)、万向节(14)、井下气液分离装置I(15)、双壁钻杆II(17)、钻头(16),所述双壁螺杆马达(13)包括定子(22),定子(22)内通过轴承连接有转子(23),转子(23)外表面设有螺旋形的液体流道(24),在转子(23)中心沿轴向设有气体流道(25),气体流道(25)的气体出口(27)与螺旋形液体流道(24)在双壁螺杆马达(13)的下端连通;在转子(23)顶部设有转子接头(26)。

2. 基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,其特征在于,包括地面系统、井口装置(5)和井下钻具组合(6);

所述地面系统包括气体储集罐(1)和液体储集罐(3),气体储集罐(1)和液体储集罐(3)分别通过空气压缩机(2)、液体高压泵(4)与气液混合装置(19)相连,气液混合装置(19)再与井口装置(5)连通;气体储集罐(1)和液体储集罐(3)还分别与气液两相流回收处理装置(18)相连,所述气液两相流回收处理装置(18)包括与井筒环空(7)相连的除砂器(8),除砂器(8)依次连接有回压阀(9)和地面气液分离装置(10),其中,地面气液分离装置(10)的出气口连接至气体储集罐(1),地面气液分离装置(10)的出液口连接至液体储集罐(3);

所述井下钻具组合(6)包括与井口装置(5)相连的单壁钻杆(20),单壁钻杆(20)下方依次连接井下气液分离装置I(15)、短节(12)、双壁螺杆马达(13)、万向节(14)、井下气液分离装置II(21)、双壁钻杆I(11)、钻头(16)。

## 基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于欠平衡钻井技术领域,具体涉及一种基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统。

### 背景技术

[0002] 在石油钻井工程中,欠平衡钻井由于能够很好地保护油气藏,提高机械钻速,明显缩短钻井周期,防止井漏井塌事故,降低钻井成本、解放油气层,已成为油气田高效开发的重要手段。

[0003] 气体钻井或气体结合可循环泡沫形成的空气泡沫钻井,是欠平衡钻井的两种重要钻井方式,目前,该两种钻井方式主要用于直井钻进,对于定向井或水平井,目前仅有以空气螺杆为钻具的气体钻井在现场进行应用,但是,空气螺杆钻具还存在以下问题:

[0004] (1) 纯空气螺杆钻具使用时转子高速转动,螺杆转子与空气摩擦发热,导致马达柔性螺旋瓣空腔护套损毁,影响钻进速度。

[0005] (2) 纯空气螺杆钻具钻进过程中,当钻压增大时,马达进出口压差增大,马达入口的空气体积减小,输出转速也相应降低,过大的钻压会造成马达失速或制动;同时,由于空气会从压力高的一级密封腔向压力低的一级密封腔漏失,会产生爆震,造成转速不均。当钻头提离井底时,扭矩减小,马达进出口压差降低,空气体积突然变大,造成马达转速突然上升,出现“飞车”问题,影响钻头正常破岩钻进。

[0006] (3) 纯空气螺杆钻具正常钻进过程中,空气流量不足,导致动力不足和动力持久性不强,提供给钻头的扭矩小,导致钻头钻进速度减缓。

[0007] (4) 纯空气螺杆钻具的地面设备成本昂贵。

[0008] 由上可知,目前尚未有行之有效的方法来实现使用空气螺杆钻具钻进作业时对地层安全、快速、经济的钻具。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的在于提出一种基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,减少空气螺杆在井下易发生损坏的问题,提高破岩效率,从而实现对水平井、定向井安全、快速、经济的钻井。

[0010] 本发明采取的技术方案如下:

[0011] 基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,包括地面系统、井口装置和井下钻具组合;

[0012] 所述地面系统包括气体储集罐和液体储集罐,气体储集罐和液体储集罐分别通过空气压缩机、液体高压泵与井口装置连通,气体储集罐和液体储集罐还分别与气液两相流回收处理装置相连;所述气液两相流回收处理装置包括与井筒环空相连的除砂器,除砂器依次连接有回压阀和地面气液分离装置,其中,地面气液分离装置的出气口连接至气体储集罐,地面气液分离装置的出液口连接至液体储集罐;回压阀用于控制井筒环空压力,保证

作业安全。

[0013] 所述井下钻具组合包括与井口装置相连的双壁钻杆I,双壁钻杆I下方依次连接短节、双壁螺杆马达、万向节、井下气液分离装置I、双壁钻杆II、钻头。所述短节用于双壁螺杆马达与双壁钻杆I或井下气液分离装置I的连接。

[0014] 基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,包括地面系统、井口装置和井下钻具组合;

[0015] 所述地面系统包括气体储集罐和液体储集罐,气体储集罐和液体储集罐分别通过空气压缩机、液体高压泵与气液混合装置相连,气液混合装置再与井口装置连通;气体储集罐和液体储集罐还分别与气液两相流回收处理装置相连,所述气液两相流回收处理装置包括与井筒环空相连的除砂器,除砂器依次连接有回压阀和地面气液分离装置,其中,地面气液分离装置的出气口连接至气体储集罐,地面气液分离装置的出液口连接至液体储集罐;

[0016] 所述井下钻具组合包括与井口装置相连的单壁钻杆,单壁钻杆下方依次连接井下气液分离装置I、短节、双壁螺杆马达、万向节、井下气液分离装置II、双壁钻杆I、钻头。

[0017] 进一步的,所述双壁螺杆马达包括定子,定子内通过轴承连接有转子,转子外表面设有螺旋形的液体流道,在转子中心沿轴向设有气体流道,气体流道的气体出口与螺旋形液体流道在双壁螺杆马达的下端连通;在转子顶部设有转子接头。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 本发明利用气液两相流混合驱动代替常规空气驱动和液体驱动,配合气液分离装置和双壁钻杆技术进行钻井作业。

[0020] 相比于常规的气液两相流体钻井(如背景技术中的气体结合可循环泡沫,只能进行直井钻井),可进行定向井和水平井钻井;

[0021] 相比于空气螺杆钻井,采用气液两相流双壁螺杆的驱动源和辅助破岩射流应用于水平井、定向井钻井作业,并形成了整套的施工方案,很好的解决了目前空气螺杆钻井作业中由于空气流量不足引起的钻具钻进动力不足、钻井速度缓慢的问题;同时气液两相流驱动螺杆马达,有效减弱了空气螺杆的热磨损、避免了“飞车”问题,提高螺杆钻具寿命,延长钻具持续作业能力;气液两相射流在辅助破岩时,高压液流有利于井底岩层表面裂纹的产生和扩展,在钻头的切削作用下,提高破岩效率,空气射流流量快,有利于岩屑的上返;由于气液两相混合流的密度较低,在井底实现欠平衡条件,减小了压持效应,有利于井底破岩和清岩,进而提高钻井速度。

[0022] 本发明的重点在于井下钻具组合中双壁螺杆马达、与之相连的部件,及其该连接结构,通过该结构以及对应的部件,使得气液两相流体能够分开到达井底,并能限定各自的流道,完成各自的功能,最终实现提高钻井速度的目的,具体性能表现在:

[0023] (1) 气液两相驱动双壁螺杆时,利用液体密度比气体密度大的特点,增加了双壁螺杆的扭矩,增加了双壁螺杆马达的输出动力,使得钻头持续高速钻进;

[0024] (2) 气液两相驱动双壁螺杆时,液体通过双壁螺杆转子与定子之间的环空流道,气体通过转子中空流道,液体在双壁螺杆定子与转子之间起到了润滑作用、吸热作用,解决了空气驱动螺杆钻孔过程中出现的热磨损和“飞车”问题,保证了钻井作业的安全,延长了钻井的使用寿命;

[0025] (3) 气液两相流在辅助破岩过程中,高压液体有利于岩石内部裂纹的产生和扩展,

气体射流有利于岩屑的及时排出,解决了纯气体辅助破岩能力差的问题,有效地提高了破岩效率,钻井速度高于普通空气螺杆钻井方式;

[0026] (4) 气液两相流射流作用后,混合流体的密度较低,使得近井地带地层始终处于欠平衡状态,有利于后期开采作业。

### 附图说明

[0027] 下面结合附图与具体实施例对本发明做进一步说明:

[0028] 图1是地面注入方式为气液两相分流注入的钻井系统示意图;

[0029] 图2是地面注入方式为气液两相混合注入的钻井系统示意图;

[0030] 图3是地面注入方式为气液两相分流注入的钻井系统井下钻具组合示意图;

[0031] 图4是地面注入方式为气液两相混合注入的钻井系统井下钻具组合示意图;

[0032] 图5是本发明井下气液两相驱动的双壁螺杆马达整体剖面图;

[0033] 图6是本发明井下气液两相驱动的双壁螺杆马达圆截面图;

[0034] 图7是井底岩石在气液两相射流和钻头切削下破碎机理图;

[0035] 图中:(1) 气体储集罐,(2) 空气压缩机,(3) 液体储集罐,(4) 液体高压泵,(5) 井口装置,(6) 井下钻具组合,(7) 井筒环空,(8) 除砂器,(9) 回压阀,(10) 地面气液分离装置,(11) 双壁钻杆I,(12) 短节,(13) 双壁螺杆马达,(14) 万向节,(15) 井下气液分离装置I,(16) 钻头,(17) 双壁钻杆II,(18) 气液两相流回收处理装置,(19) 气液混合装置,(20) 单壁钻杆,(21) 井下气液分离装置II,(22) 定子,(23) 转子,(24) 液体流道,(25) 气体流道,(26) 转子接头,(27) 气体出口,(28) 液相,(29) 气相,(30) 井底岩石,(31) 原生裂纹,(32) 岩屑。

### 具体实施方式

[0036] 为了对本发明的技术特征、目的和有益效果有更加清楚的理解,现结合图1至图7对本发明的实施方式进行了说明:

[0037] 实施例1

[0038] 如图1所示,基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,包括地面系统、井口装置5和井下钻具组合6;

[0039] 所述地面系统包括气体储集罐1和液体储集罐3,气体储集罐1和液体储集罐3分别通过空气压缩机2、液体高压泵4与井口装置5连通,气体储集罐1和液体储集罐3还分别与气液两相流回收处理装置18相连;所述气液两相流回收处理装置18包括与井筒环空7相连的除砂器8,除砂器8依次连接有回压阀9和地面气液分离装置10,其中,地面气液分离装置10的出气口连接至气体储集罐1,地面气液分离装置10的出液口连接至液体储集罐3;回压阀用于控制井筒环空压力,保证作业安全。

[0040] 如图3所示,所述井下钻具组合6包括与井口装置5相连的双壁钻杆I11,双壁钻杆I11下方依次连接短节12、双壁螺杆马达13、万向节14、井下气液分离装置I15、双壁钻杆II17、钻头16。

[0041] 如图5和6所示,所述双壁螺杆马达13包括定子22,定子22内通过轴承连接有转子23,转子23外表面设有螺旋形的液体流道24,在转子23中心沿轴向设有气体流道25,气体流道25的气体出口27与螺旋形液体流道24在双壁螺杆马达13的下端连通;在转子23顶部设有

转子接头26。

[0042] 本发明进行水平井、定向井钻井作业的工艺流程是(地面注入方式为气液两相分流注入)：

[0043] (1) 连接地面系统、组装井下钻具组合6并下入井下；

[0044] (2) 分别开启空气压缩机2和液体高压泵4,使气、液两种流体按照比例沿各自的管道流至井口,在井口装置5处分别进入双壁钻杆I11的环空流道和中空流道,进而通过螺杆马达连接装置12进入双壁螺杆马达13,液体走双壁螺杆转子23与定子22之间环空流道,驱动双壁螺杆马达13的转子旋转,最终带动钻头16转动切削井底岩石30,进行钻井作业,气体走双壁螺杆中空流道,从双壁螺杆底部孔道流出,然后气、液一起进入气液分离装置I15,通过分离后,气、液再次分别通过双壁钻杆II17流向钻头,液体经双壁钻杆II17中部流道流至钻头中央高压喷嘴处,气体经双壁钻杆II17环空流道流至钻头边缘喷嘴处,并经过钻头水眼喷嘴喷出,形成气液两相射流(液相28、气相29,如图7所示),高压液体射流作用于井底岩石,有利于井底岩石的原生裂纹31的延伸扩展,配合钻头的切削作用,提高破岩效率,同时,气体射流携带岩屑32快速上返,减少岩屑在井底停留,避免重复破碎,提高钻进速度(钻头中央高压喷嘴喷射处液体辅助破岩,钻头边缘处喷嘴喷射处气体携带钻头切削岩屑经环空返出)；

[0045] (3) 破碎的岩屑通过气、液两相流从环空携带出地面,井筒环空7中气体因温度和压力变化,发生膨胀,增加井筒环空7内的上返排量,有利于岩屑的返出,提高携岩效率；

[0046] (4) 气液两相流携带岩屑32从井筒环空7上返至地面,通过除砂器8,将岩屑与气液两相分离开,气液两相再经过回压阀9进入地面气液分离装置10进行分离处理,最终通过地面管汇重新进入气液两相流体储存装置(气体储集罐1和液体储集罐3)实现循环利用。

[0047] 实施例2

[0048] 如图2所示,基于气液两相驱动的双壁螺杆钻井系统,包括地面系统、井口装置5和井下钻具组合6；

[0049] 所述地面系统包括气体储集罐1和液体储集罐3,气体储集罐1和液体储集罐3分别通过空气压缩机2、液体高压泵4与气液混合装置19相连,气液混合装置19再与井口装置5连通;气体储集罐1和液体储集罐3还分别与气液两相流回收处理装置18相连,所述气液两相流回收处理装置18包括与井筒环空7相连的除砂器8,除砂器8依次连接有回压阀9和地面气液分离装置10,其中,地面气液分离装置10的出气口连接至气体储集罐1,地面气液分离装置10的出液口连接至液体储集罐3；

[0050] 如图4所示,所述井下钻具组合6包括与井口装置5相连的单壁钻杆20,单壁钻杆20下方依次连接井下气液分离装置I15、短节12、双壁螺杆马达13、万向节14、井下气液分离装置II21、双壁钻杆I11、钻头16。

[0051] 如图5和6所示,所述双壁螺杆马达13包括定子22,定子22内通过轴承连接有转子23,转子23外表面设有螺旋形的液体流道24,在转子23中心沿轴向设有气体流道25,气体流道25的气体出口27与螺旋形液体流道24在双壁螺杆马达13的下端连通;在转子23顶部设有转子接头26。

[0052] 本发明进行水平井、定向井钻井作业的工艺流程是(地面注入方式为气液两相混合注入)：

[0053] (1) 连接地面系统、组装井下钻具组合并下入井下；

[0054] (2) 分别开启空气压缩机和液体高压泵，使气、液两种流体按照比例沿各自的管道汇合至气液两相混合装置19，混合流体经过井口装置进入单壁钻杆20，之后在单壁钻杆下方的气液分离装置I15内进行第一次气液分离，气液两相分别进入双壁螺杆马达13的中空流道和环空流道，液体走螺杆转子与定子之间环空流道，驱动双壁螺杆马达13的转子旋转，最终带动钻头转动切削井底岩石，进行钻井作业，气体走螺杆中空流道，从螺杆底部孔道流出，然后，气、液一起再次进入下方的气液分离装置II21，被分离后，气、液分别通过双壁钻杆流向钻头，并经过钻头水眼喷嘴喷出，形成气液两相射流，高压液体射流作用于井底岩石，有利于井底岩石裂纹的延伸扩展，配合钻头的切削作用，提高破岩效率，同时，气体射流携带岩屑快速上返，减少岩屑在井底停留，避免重复破碎，提高钻进速度；

[0055] (3) 破碎的岩屑通过气、液两相流从环空携带出地面，环空7中气体因温度和压力变化，发生膨胀，增加井筒环空7内的上返排量，有利于岩屑的返出，提高携岩效率；

[0056] (4) 气液两相流携带岩屑32从井筒环空7上返至地面，通过除砂器8，将岩屑与气液两相分离开，气液两相再经过回压阀9进入地面气液分离装置10进行分离处理，最终通过地面管汇重新进入气液两相流体储存装置（气体储集罐1和液体储集罐3）实现循环利用。

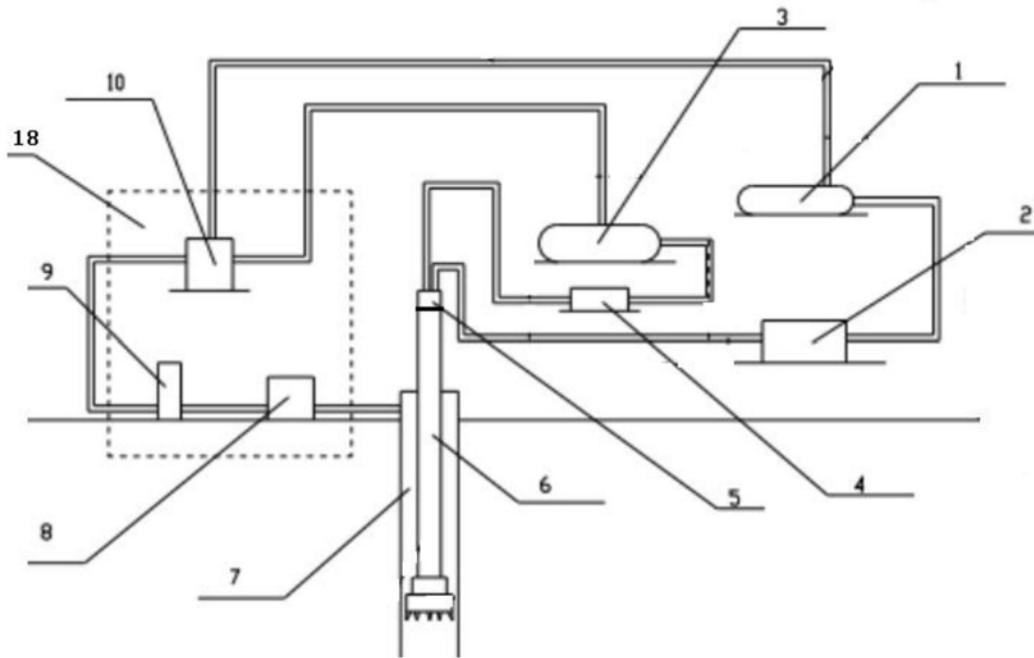


图1

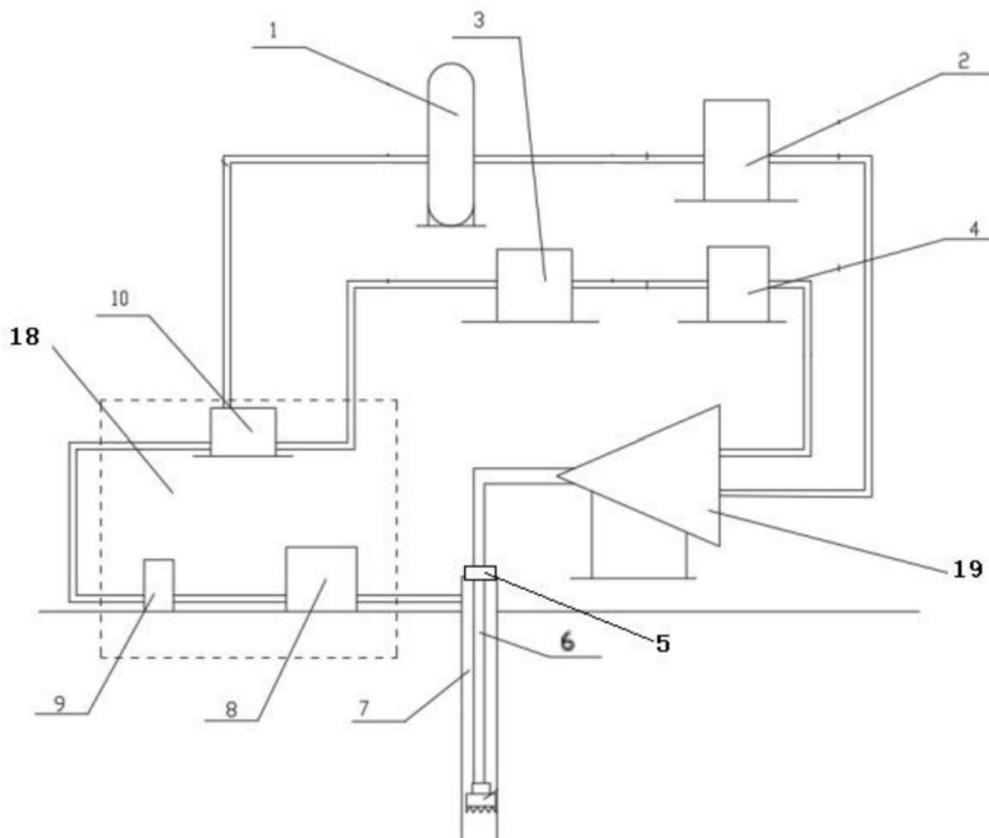


图2

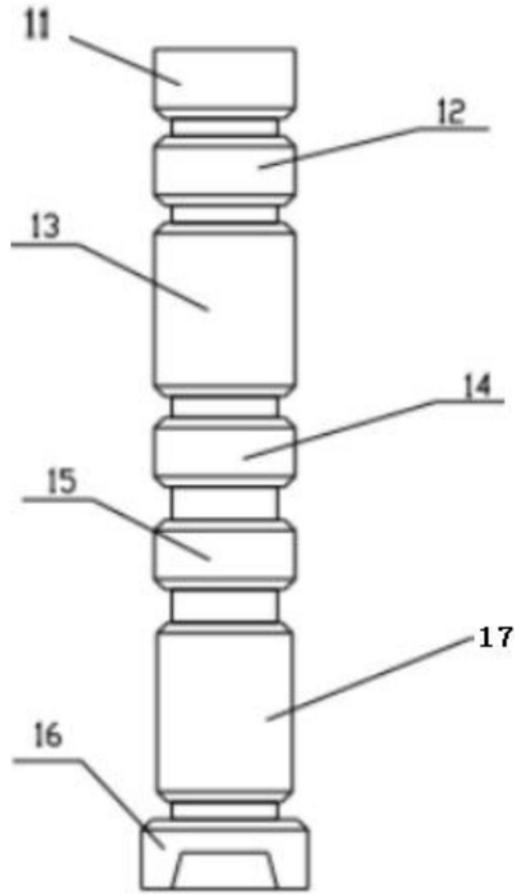


图3

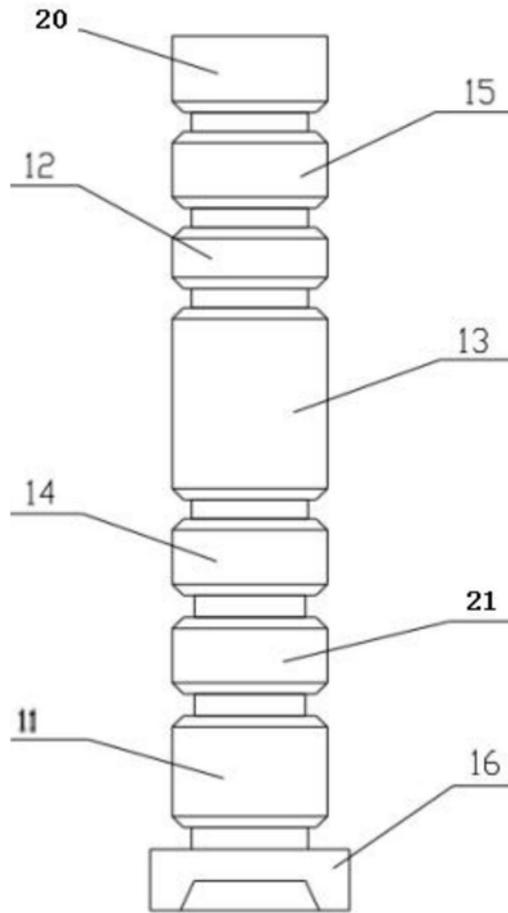


图4

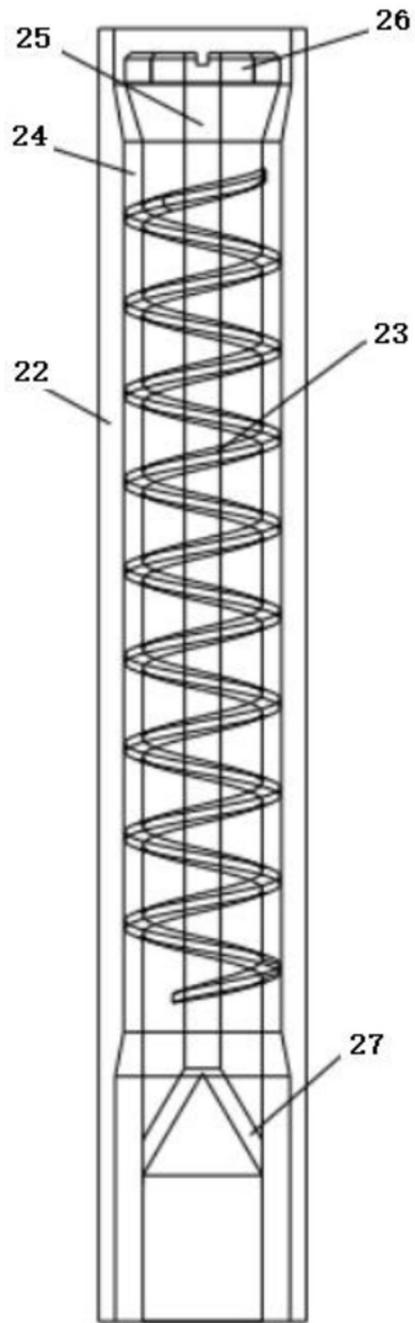


图5

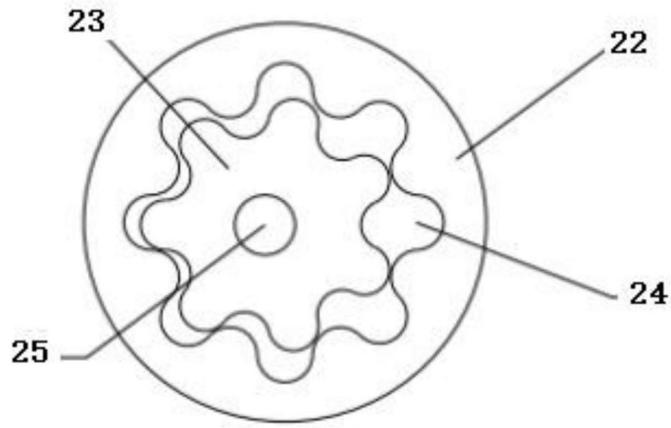


图6

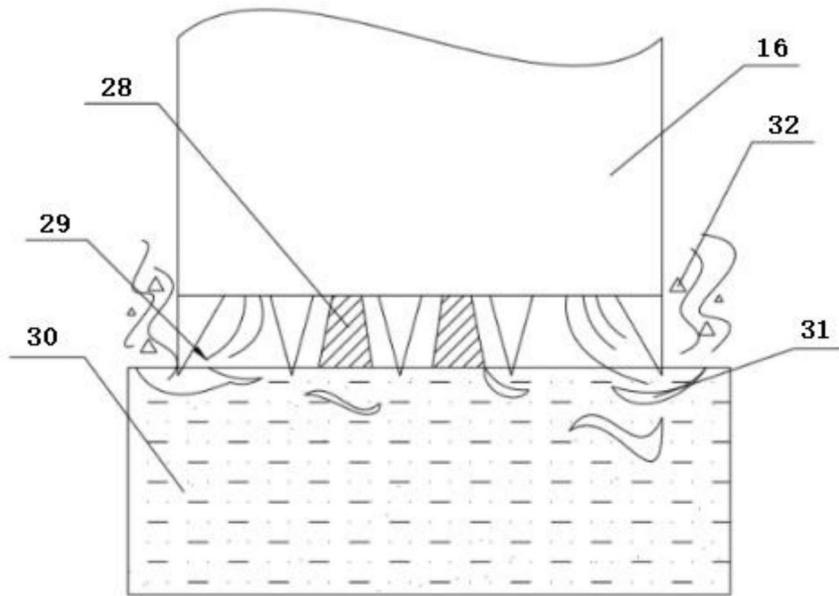


图7