(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108443126 A
(43)申请公布日 2018.08.24

(21)申请号 201810393609.8

(22)申请日 2018.04.27

(71)申请人 廊坊市华海石油技术开发有限公司
地址 065000 河北省廊坊市广阳区万庄石油采油四厂华兴服务处小车队东侧

(72)发明人 赵海库 赵雪峰

(74)专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理事务所(普通合伙) 11435
代理人 朱丽丽 李冬梅

(51)Int.Cl.
F04B 47/00(2006.01)
F04B 53/16(2006.01)
F04B 53/10(2006.01)
E21B 47/00(2012.01)

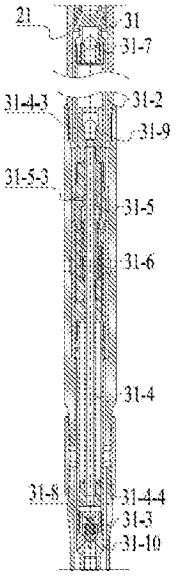
权利要求书2页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

水力活塞泵、井下泵机组及井下排液测试系统

(57)摘要

本申请公开了一种水力活塞泵、井下泵机组和井下排液测试系统，水力活塞泵包括泵座和座入在泵座内的泵芯；所述泵芯包括下活塞缸、上活塞缸、位于上活塞缸与下活塞缸之间的换向短节、换向阀、空心连杆活塞组和固定在所述下活塞缸底端的下接头；所述上活塞缸的顶端安装有转换接头。本申请的技术方案可将动力液与地层液分开，且可实现井下关井和稠油加热。



CN 108443126 A

1.一种水力活塞泵，其特征在于，包括泵座(21)和座入在泵座(21)内的泵芯(31)；所述泵芯(31)包括下活塞缸(31-3)、上活塞缸(31-2)、位于上活塞缸(31-2)与下活塞缸(31-3)之间的换向短节(31-5)、换向阀(31-6)、空心连杆活塞组和固定在所述下活塞缸(31-3)底端的下接头(31-10)；所述上活塞缸(31-2)的顶端安装有转换接头(34)；

所述空心连杆活塞组包括穿过所述换向短节(31-5)的空心连杆(31-4)和连接在空心连杆(31-4)两端并分别与上活塞缸(31-2)和下活塞缸(31-3)动密封配合的上活塞(31-4-3)和下活塞(31-4-4)；所述上活塞(31-4-3)和下活塞(31-4-4)均为上下通透的空心结构；所述转换接头(34)的内部下端设置有固定阀(31-7)；所述下接头(31-10)内设有关井阀(31-8)；所述上活塞(31-4-3)内设有游动阀(31-9)；

所述换向阀(31-6)可上下滑动地设置在所述换向短节(31-5)与空心连杆(31-4)之间。

2.根据权利要求1所述的水力活塞泵，其特征在于：

所述换向阀(31-6)位于所述换向短节(31-5)与空心连杆(31-4)之间的换向腔内并将换向腔径向分隔为动力液腔(31-5-1)和乏动力液腔(31-5-2)；所述换向短节(31-5)的上部设置有将从泵座(21)与泵芯(31)之间流入的动力液导入到动力液腔(31-5-1)的动力液入口(31-5-3)。

3.根据权利要求2所述的水力活塞泵，其特征在于：

所述泵座(21)包括外筒(28)，所述外筒(28)的中部设有外筒循环孔(26)；所述换向腔的侧壁从上至下分别设置有连通到上活塞缸(31-2)内的上活塞室入口(31-5-4)、连通到外筒循环孔(26)的乏动力液排出口(31-5-5)、连通到下活塞缸(31-3)内的下活塞室入口(31-5-6)；所述换向阀(31-6)的中部径向开设有换向口(31-6-1)；当所述换向阀(31-6)位于其下限位点时，所述上活塞室入口(31-5-4)直接与所述动力液腔(31-5-1)导通，所述乏动力液排出口(31-5-5)和下活塞室入口(31-5-6)同时与乏动力液腔(31-5-2)导通；当所述换向阀(31-6)位于其上限位点时，所述下活塞室入口(31-5-6)通过换向口(31-6-1)与所述动力液腔(31-5-1)导通，所述乏动力液排出口(31-5-5)和上活塞室入口(31-5-4)同时与乏动力液腔(31-5-2)导通；

所述换向腔的底部紧贴空心连杆(31-4)向上伸出有阀芯(31-5-7)；所述换向阀(31-6)的下部插入阀芯(31-5-7)与换向短节(31-5)之间；所述阀芯(31-5-7)的底部与所述换向短节(31-5)之间设置有传压孔(31-5-8)；所述阀芯(31-5-7)面向空心连杆(31-4)侧面的中部设置有导流槽(31-5-7-1)；所述换向短节(31-5)在所述阀芯(31-5-7)的下方设置有与外筒循环孔(26)连通的泄压孔(31-5-9)；所述空心连杆(31-4)的上部侧壁开有上换向槽(31-4-1)、下部开有一对相邻的下换向槽(31-4-2)；

当所述空心连杆(31-4)位于其下限位点位置时，所述上换向槽(31-4-1)同时连通所述泄压孔(31-5-9)与传压孔(31-5-8)；

当所述空心连杆(31-4)位于其上限位点位置时，两个所述下换向槽(31-4-2)之间的凸起部位与所述导流槽(31-5-7-1)对应，从而使得所述传压孔(31-5-8)与所述动力液腔(31-5-1)导通。

4.根据权利要求1至3任意一所述的水力活塞泵，其特征在于：所述外筒(28)内设有滑套(24)；所述滑套(24)的顶端固定有棘爪(25)；所述泵芯(31)外设有用于卡住棘爪(25)的棘爪槽(33)；所述外筒(28)内壁在所述滑套(24)的上方和下方分别设置有用于卡住张开的

棘爪的上卡台和用于支撑滑套(24)底端的下台阶，所述滑套(24)和外筒(28)上分别开设有滑套循环孔(27)和外筒循环孔(26)，所述滑套循环孔(27)和外筒循环孔(26)在所述滑套(24)位于其下死点位置时对齐、位于其上死点位置时错开的。

5.一种井下泵机组，其特征在于：包括油管(22)、封隔器(23)、空心抽油杆(32)和权利要求1至4任意一项所述的水力活塞泵，所述油管(22)、泵座(21)和封隔器(23)组成下入井下套管(10)内的作业管柱(20)，所述泵芯(31)和连接在泵芯(31)顶端的空心抽油杆(32)组成下入到作业管柱(20)内的排液管柱(30)；所述封隔器(23)位于所述泵座(23)的下方。

6.根据权利要求5所述的井下泵机组，其特征在于：所述泵芯(31)的底端安装有压力计(35)。

7.根据权利要求5或6所述的井下泵机组，其特征在于：所述封隔器(23)的下方设置有防砂管。

8.根据权利要求5或6所述的井下泵机组，其特征在于：所述转换接头(34)与泵座(21)密封连接的，所述转换接头(34)用于将从空心抽油杆(32)进入到泵芯(31)的动力液导入到泵芯(31)与泵座(21)之间的位于转换接头(34)下方的环形空间、并将从泵芯(31)内抽出的地层液排入到泵芯(31)与泵座(21)之间的位于转换接头(34)上方的环形空间。

9.一种井下排液测试系统，其特征在于，包括权利要求5至8任一项所述的井下泵机组、动力液循环系统(40)和地层液计量系统；所述动力液循环系统(40)包括往所述空心抽油杆(32)内提供动力液的注水泵(41)、与套管(10)和油管(22)之间的环形腔连通的动力液储存罐(42)；所述地层液计量系统包括与空心抽油杆(32)和油管(22)之间的环形腔体连通的地层液储存罐(51)；所述注水泵(41)从所述动力液储存罐(42)内抽取动力液。

10.根据权利要求9所述的井下排液测试系统，其特征在于，所述动力液储液罐(41)与注水泵(42)之间设置有加热装置。

水力活塞泵、井下泵机组及井下排液测试系统

技术领域

[0001] 本公开一般涉及油井试油、测试技术领域，具体涉及采用水力驱动、封闭式循环的水力活塞泵、井下泵机组及井下排液测试系统。

背景技术

[0002] 目前，在油气井试油、测试技术领域，地层排液常采用水力泵排液或螺杆泵排液，其中水力泵主要有水力射流泵和水力活塞泵。

[0003] 目前常用的水力泵，无论是射流泵，还是活塞泵，其工作方式都是在作业管柱内投入泵芯，作业管柱自上而下至少应由油管、泵座和封隔器等组成，通过地面泵将泵芯送入井下的泵座，然后提高泵压，驱动井下泵工作，将地层液与动力液一起从油管与套管之间的环形空间(简称油-套环空)返出地面，经地面分离计量后，将一部分混合液分离出来再用作动力液泵入井下，驱动井下泵工作。起泵时从油-套环空泵入液体，从作业油管内返出，将泵芯冲出井口。也即正循环下泵并排液，反循环起泵。这种工作方式十分简单、方便，所以得到了较普遍的应用。但它们的共同缺点都是地层液与动力液混合在一起排出，这对地层液的真实液性不好判断。

[0004] 螺杆泵排液可获得单纯的地层流体，但由于抽油杆的扭矩限制以及螺杆与泵筒之间的动密封漏失，其举升能力有限，一般不超过10MPa的压差。另外，对稠油热采的应用也有很大的局限性。

[0005] 采用水力活塞泵排液是可以将动力液与地层液分开的，也就是动力液封闭循环，要想将动力液与地层液分开，就必须为动力液再提供一个循环通道。通常的做法是在大油管内再下一层小油管，形成同心管柱，排液时将活塞泵泵芯投入到小油管内并泵送入座，继续增压驱动泵芯内的活塞组往复运动后，乏动力液从小油管与大油管之间的环形空间返回地面，形成动力液封闭循环。地层液则从大油管与套管之间的环形空间排出地面。起泵时需从小油管与大油管之间的环形空间泵入液体就可将泵芯冲出井口。如刊登于《石油机械》杂志2002年第7期上的一篇文章《Ø50mm同心管柱闭式水力活塞泵的开发应用》中介绍的那样。

[0006] 上述同心管柱闭式水力活塞泵主要用于采油工艺，要用于试油、测试排液主要存在以下几方面的问题：

[0007] 一是从中心管内起下泵芯，势必要求中心管具有足够的内通径，如果内通径太小则泵芯将更小，这样不但增加了泵芯的加工难度，而且排液量也势必减小。如果在51/2″套管内作业，中心管最大只能选用$2^{3}/_{8}$″油管(内径50.8mm)，外层管最大只能选用$3^{1}/_{2}$″油管(内径76mm)，泵芯的最大外径不能超过50mm。这样$5^{1}/_{2}$″套管作业最常用的$2^{7}/_{8}$″油管都用不上，需要更换所有的作业油管，成本高、通用性差。

[0008] 二是动力液通道与地层液通道之间隔着一层乏动力液通道，如遇稠油，加热动力液的热能不能直接作用于稠油使其融化。也就是说地层液通道与动力液通道不紧邻，不利于稠油热采的实现。

[0009] 三是泵芯本身不能实现井下关井，不具备测试功能。

发明内容

[0010] 鉴于现有技术中的上述缺陷或不足，期望提供一种可将动力液与地层液分开、泵芯排量大、成本低、能够方便井下关井且可实现稠油加热的水力活塞泵、井下泵机组及井下排液测试系统。

[0011] 第一方面，本申请提供一种水力活塞泵，包括泵座和座入在泵座内的泵芯；所述水力活塞泵的泵芯包括下活塞缸、上活塞缸、位于上活塞缸与下活塞缸之间的换向短节、换向阀、空心连杆活塞组和固定在所述下活塞缸底端的下接头；所述上活塞缸的顶端安装有转换接头；

[0012] 所述空心连杆活塞组包括穿过所述换向短节的空心连杆和连接在空心连杆两端并分别与上活塞缸和下活塞缸动密封配合的上活塞和下活塞；所述上活塞和下活塞均为上下通透的空心结构；所述转换接头的内部下端设置有固定阀；所述下接头内设有关井阀；所述上活塞内设有游动阀；

[0013] 所述换向阀可上下滑动地设置在所述换向短节与空心连杆之间。

[0014] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述换向阀位于所述换向短节与空心连杆之间的换向腔内并将换向腔径向分隔为动力液腔和乏动力液腔；所述换向短节的上部设置有将从泵座与泵芯之间流入的动力液导入到动力液腔的动力液入口。

[0015] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述泵座包括外筒，所述外筒的中部设有外筒循环孔；所述换向腔的侧壁从上至下分别设置有连通到上活塞缸内的上活塞室入口、连通到外筒循环孔的乏动力液排出口、连通到下活塞缸内的下活塞室入口；所述换向阀的中部径向开设有换向口；当所述换向阀位于其下限位点时，所述上活塞室入口直接与所述动力液腔导通，所述乏动力液排出口和下活塞室入口同时与乏动力液腔导通；当所述换向阀位于其上限位点时，所述下活塞室入口通过换向口与所述动力液腔导通，所述乏动力液排出口和上活塞室入口同时与乏动力液腔导通；

[0016] 所述换向腔的底部紧贴空心连杆向上伸出有阀芯；所述换向阀的下部插入阀芯与换向短节之间；所述阀芯的底部与所述换向短节之间设置有传压孔；所述阀芯面向空心连杆侧面的中部设置有导流槽；所述换向短节在所述阀芯的下方设置有与外筒循环孔连通的泄压孔；所述空心连杆的上部侧壁开有上换向槽、下部开有一对相邻的下换向槽；

[0017] 当所述空心连杆位于其下限位点位置时，所述上换向槽同时连通所述泄压孔与传压孔；

[0018] 当所述空心连杆位于其上限位点位置时，两个所述下换向槽之间的凸起部位与所述导流槽对应，从而使得所述传压孔与所述动力液腔导通。

[0019] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述外筒内设有滑套；所述滑套的顶端固定有棘爪；所述泵芯外设有用于卡住棘爪的棘爪槽；所述外筒内壁在所述滑套的上方和下方分别设置有用于卡住张开的棘爪的上卡台和用于支撑滑套底端的下台阶，所述滑套和外筒上分别开设有滑套循环孔和外筒循环孔，所述滑套循环孔和外筒循环孔在所述滑套位于其下死点位置时对齐、位于其上死点位置时错开的。

[0020] 第二方面，本申请提供一种井下泵机组，包括油管、封隔器、空心抽油杆和上述任

意一种水力活塞泵，所述油管、泵座和封隔器组成下入井下套管内的作业管柱，所述泵芯和连接在泵芯顶端的空心抽油杆组成下入到作业管柱内的排液管柱；所述封隔器位于所述泵座的下方。

[0021] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述泵芯的底端安装有压力计。

[0022] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述封隔器的下方设置有防砂管。

[0023] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述转换接头与泵座密封连接的，所述转换接头用于将从空心抽油杆进入到泵芯的动力液导入到泵芯与泵座之间的位于转换接头下方的环形空间、并将从泵芯内抽出的地层液排入到泵芯与泵座之间的位于转换接头上方的环形空间。

[0024] 第三方面，本申请提供一种井下排液测试系统，包括上述任意一种井下泵机组、动力液循环系统和地层液计量系统；所述动力液循环系统包括往所述空心抽油杆内提供动力液的注水泵、与套管和油管之间的环形腔连通的动力液储存罐；所述地层液计量系统包括与空心抽油杆和油管之间的环形腔体连通的地层液储存罐；所述注水泵从所述动力液储存罐内抽取动力液。

[0025] 根据本申请实施例提供的技术方案，所述动力液储液罐与注水泵之间设置有加热装置。

[0026] 本申请通过将泵芯设置成双作用泵，使得水力活塞泵的工作效率高，排液量稳定；

[0027] 同时本申请将泵座与油管、封隔器等配合连接形成作业管柱、通过空心抽油杆与泵芯直接连接的方式实现了在套管内只下入一层油管就形成了动力液输入通道、动力液排出通道和地层液排出通道的闭循环通道；相比于现有技术中的在套管内下入双层油管的方式，泵芯的外径可以做到更大，使得泵芯的排量更大，加工难度更小、从而降低了泵芯的生产成本。

[0028] 根据本申请实施例提供的技术方案，泵座内采用棘爪式滑套设计，实现与泵芯的联动，当泵芯坐入滑套并通过加压推动滑套向下移动时，滑套上的棘爪收缩，卡在泵芯外的棘爪槽里，使滑套与泵芯联动，直到下死点；此时泵座上的循环通道被打开，可实现排液功能；通常情况下也即当泵芯未入泵座时，滑套上的棘爪处于张开状态并通过上卡台结构使滑套保持在上死点位置，此时泵座上的循环通道被关闭，泵座具备全通性和承压能力，可以对地层进行各种作业，如射孔、测试、酸化、压裂等作业。

[0029] 本申请的排液测试系统还具有测试功能，在经过一段时间的排液后，需要关闭产液通道测取压力恢复时，可将动力液循环通道关闭，然后从地层液通道打压，使泵芯里的关井阀处于反向加压状态并保持，此时关井阀就象一个塞子一样将地层液通道堵死，实现井下关井，压力计将记录整个排液测试过程的压力和温度变化。

[0030] 本申请的排液测试系统通过动力液通道和乏动力液通道包围地层液通道的方式，应用在稠油开采上，可通过给动力液加热的方式实现对稠油的加热。

附图说明

[0031] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述，本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0032] 图1是空心连杆位于其下死点位置时水力活塞泵的结构示意图；

[0033] 图2是空心连杆位于其上死点位置时水力活塞泵的结构示意图；

[0034] 图3是空心连杆位于其下死点位置时换向短节的结构示意图；

[0035] 图4是空心连杆位于其上死点位置时换向短节的结构示意图；

[0036] 图5是本申请中空心连杆活塞组的结构示意图；

[0037] 图6是泵芯入座前泵座的结构示意图；

[0038] 图7是泵芯入座后泵座的结构示意图；

[0039] 图8是本申请井下泵机组的结构示意图；

[0040] 图9是泵芯顶端的转换接头的结构示意图；

[0041] 图10是本申请中井下排液测试系统的结构示意图。

[0042] 图中标号：

[0043] 10、套管；20、作业管柱；30、排液管柱；40、动力液循环系统；70、油管三通；60、油管挂；

[0044] 21、泵座；22、油管；23、封隔器；24、滑套；25、棘爪；26、外筒循环孔；27、滑套循环孔；28、外筒；31、泵芯；32、空心抽油杆；33、棘爪槽；34、转换接头；35、压力计；41、注水泵；42、动力液储存罐；51、地层液储存罐；

[0045] 31-2、上活塞缸；31-3、下活塞缸；31-4、空心连杆；31-5、换向短节；31-6、换向阀；31-7、固定阀；31-8、关井阀；31-9、游动阀；31-10、下接头

[0046] 34-1、上圆柱段；34-2、下圆柱段；34-3、衔接部；34-4、第一倾斜口；34-5、第二倾斜口；

[0047] 31-4-1、上换向槽；31-4-2、下换向槽；31-4-3、上活塞；31-4-4、下活塞；

[0048] 31-5-1、动力液腔；31-5-2、乏动力液腔；31-5-3、动力液入口；31-5-4、上活塞室入口；31-5-5、乏动力液排出口；31-5-6、下活塞室入口；

[0049] 31-5-7、阀芯；31-5-8、传压孔；31-5-9、泄压孔；31-5-7-1、导流槽；

[0050] 31-6-1、换向口。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关发明，而非对该发明的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与发明相关的部分。

[0052] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0053] 如图1和图2所示为本申请提供一种水力活塞泵一种实施例的结构示意图，包括泵座21和座入在泵座21内的泵芯31；所述水力活塞泵的泵芯31包括下活塞缸31-3、上活塞缸31-2、位于上活塞缸31-2 与下活塞缸31-3之间的换向短节31-5、换向阀31-6、空心连杆活塞组和固定在所述下活塞缸31-3底端的下接头31-10；所述上活塞缸31-2 的顶端安装有转换接头34；

[0054] 所述空心连杆活塞组包括穿过所述换向短节31-5的空心连杆31-4 和连接在空心连杆31-4两端并分别与上活塞缸31-2和下活塞缸31-3 动密封配合的上活塞31-4-3和下活塞31-4-4；所述上活塞31-4-3和下活塞31-4-4均为上下通透的空心结构；所述转换接头34

的内部下端设置有固定阀31-7;所述下接头31-10内设有关井阀31-8;所述上活塞31-4-3内设有游动阀31-9;

[0055] 所述换向阀31-6可上下滑动地设置在所述换向短节31-5与空心连杆31-4之间。

[0056] 优选地,如图3和图4所示,所述换向阀31-6位于所述换向短节 31-5与空心连杆31-4之间的换向腔内并将换向腔径向分隔为动力液腔 31-5-1和乏动力液腔31-5-2;所述换向短节31-5的上部设置有将从泵座21与泵芯31之间流入的动力液导入到动力液腔31-5-1的动力液入口31-5-3。

[0057] 优选地,所述泵座21包括外筒28,所述外筒的中部设有外筒循环孔26;所述换向腔的侧壁从上至下分别设置有连通到上活塞缸31-2 内的上活塞室入口31-5-4、连通到外筒循环孔26的乏动力液排出口 31-5-5、连通到下活塞缸31-3内的下活塞室入口31-5-6;所述换向阀 31-6的中部径向开设有换向口31-6-1;当所述换向阀31-6位于其下限位点时,所述上活塞室入口31-5-4直接与所述动力液腔31-5-1导通,所述乏动力液排出口31-5-5和下活塞室入口31-5-6同时与乏动力液腔 31-5-2导通;当所述换向阀31-6位于其上限位点时,所述下活塞室入口31-5-6通过换向口31-6-1与所述动力液腔31-5-1导通,所述乏动力液排出口31-5-5和上活塞室入口31-5-4同时与乏动力液腔31-5-2导通;

[0058] 所述换向腔的底部紧贴空心连杆31-4向上伸出有阀芯31-5-7;所述换向阀31-6的下部插入阀芯31-5-7与换向短节31-5之间;所述阀芯31-5-7的底部与所述换向短节31-5之间设置有传压孔31-5-8;所述阀芯31-5-7面向空心连杆31-4侧面的中部设置有导流槽31-5-7-1;所述换向短节31-5在所述阀芯31-5-7的下方设置有与外筒循环孔26连通的泄压孔31-5-9;如图5所示,所述空心连杆31-4的上部侧壁开有上换向槽31-4-1、下部开有一对相邻的下换向槽31-4-2;

[0059] 当所述空心连杆31-4位于其下限位点位置时,所述上换向槽 31-4-1同时连通所述泄压孔31-5-9与传压孔31-5-8;

[0060] 当所述空心连杆31-4位于其上限位点位置时,两个所述下换向槽31-4-2之间的凸起部位与所述导流槽31-5-7-1对应,从而使得所述传压孔31-5-8与所述动力液腔31-5-1导通。

[0061] 如图1～图4所示,从从泵芯31顶端泵入的动力液通过转换接头 34进入到泵芯31和泵座21之间环形腔内。接着通过泵芯31上的换向短节31-5的动力液入口31-5-3进入到动力液腔31-5-1内;

[0062] 如图1和图4所示,当所述换向阀31-6处于下限位点时,所述上活塞室入口31-5-4直接与所述动力液腔31-5-1连通,动力液通过上活塞室入口31-5-4进入到上活塞缸31-2内,推动空心连杆活塞组向上运动,下活塞缸31-3内的压力减小,井下压力推动关井阀31-8打开,地层液被吸入到下活塞缸内,此时,由于上活塞缸31-2的地层液腔内的压力增大,使游动阀31-9关闭,固定阀31-7打开,位于上活塞缸 31-2的地层液腔内的地层液从固定阀31-7排出;同时所述乏动力液排出口31-5-5和下活塞室入口31-5-6同时与乏动力液腔31-5-2导通;位于下活塞缸31-3内的乏动力液依次通过下活塞室入口31-5-6、乏动力液排出口31-5-5和外筒循环孔26排出,进入到泵座21与套管10之间的环形空间。

[0063] 如图2和图3所示,当空心连杆活塞组运动到上死点位置时,两个所述下换向槽31-4-2之间的凸起部位与所述导流槽31-5-7-1对应,从而使得所述传压孔31-5-8与所述动力

液腔31-5-1导通，高压动力液同时作用于换向阀31-6的底部，推动换向阀向上移动到上限位点位置。此时，所述下活塞室入口31-5-6通过换向口31-6-1与所述动力液腔 31-5-1导通，动力液通过下活塞室入口31-5-6进入到下活塞缸31-3的动力液腔内，推动空心连杆活塞组向下运动；此时固定阀31-7关闭，游动阀31-9打开，地层液通过空心连杆活塞组的中心孔被吸入到上活塞缸31-2的地层液腔内。同时所述乏动力液排出口31-5-5和上活塞室入口31-5-4同时与乏动力液腔31-5-2导通，位于上活塞缸31-2的动力液腔内的乏动力液依次通过上活塞室入口31-5-4、乏动力液排出口31-5-5和外筒循环孔26排出，进入到泵座21与套管10之间的环形空间。

[0064] 优选地，如图6和图7所示，所述泵座21的外筒28内设有滑套 24；所述滑套24的顶端固定有棘爪25；所述泵芯31外设有用于卡住棘爪25的棘爪槽33；所述外筒28内壁在所述滑套24的上方和下方分别设置有用于卡住张开的棘爪的上卡台和用于支撑滑套24底端的下台阶，所述滑套24和外筒28上分别开设有滑套循环孔27和外筒循环孔26，所述滑套循环孔27和外筒循环孔26在所述滑套24位于其下死点位置时对齐、位于其上死点位置时错开的。

[0065] 如图6所示，泵芯31未坐入时，滑套24处于其上死点位置，此时外筒28的外筒循环孔26与滑套24上的滑套循环孔27错开，外筒 28被关闭，同时滑套24上的棘爪25处于张开状态使滑套24保持在其上死点位置。如图7所示，当泵芯31随着排液管柱30坐入泵座21 时，滑套24上的棘爪25与泵芯31的棘爪槽33对齐，通过加压推动滑套24向下移动时，棘爪25收缩，使滑套24与泵芯31联动，直到滑套24的底端达到其下死点位置。此时外筒28上的外筒循环孔26 与滑套24上的滑套循环孔27对齐，泵座21的循环通道被打开。

[0066] 排液结束后起出泵芯31时，通过给排液管柱30顶端以向上的提升力，由于坐入泵芯31时泵座21里的滑套24上的棘爪25已收缩，卡在了泵芯31外面的棘爪槽33里与泵芯形成联动，所以起出泵芯31 时泵座21里的滑套24也将随同泵芯31回到上卡台的位置，然后释放泵芯31，泵芯31被取出，从而将泵座21上的循环通道同步关闭。当上述水力活塞泵应用在井下排液时，泵座21起开后可恢复作业管柱 20的全通性和承压能力，还可以进行其它任何作业。

[0067] 如图8本申请提供的水下泵机组的结构示意图所示，水下泵机组包括油管22、封隔器23、空心抽油杆32和上述任意一种水力活塞泵，所述油管22、泵座21和封隔器23组成下入井下套管10内的作业管柱20，所述泵芯31和连接在泵芯31顶端的空心抽油杆32组成下入到作业管柱20内的排液管柱30；所述封隔器23位于所述泵座23的下方。上述泵座21的上下两端分别设有母扣和公扣，以便与油管或其它下井工具丝扣连接。

[0068] 现场作业时，先将设计好的作业管柱20按顺序下入施工井眼的套管10内，并将封隔器23坐封在井下预定位置；需要排液时再将排液管柱30下入作业管柱20内，使得泵芯31坐到泵座21内；排液时，动力液从空心抽油杆32内进入，给泵芯31提供往复运动的动力，泵芯31从井下抽上来的地层液从空心抽油杆32与油管22之间的环形空间排出，泵芯31的乏动力液从油管22与套管10之间的环形空间排出；优选地，可以在泵芯31的底端连接压力计35，压力计35随着排液管柱30一起下到井下，用于随时监测井下的压力和温度变化。

[0069] 在上述实施例中，例如套管10为$5^{1}/_{2}$″套管，油管32为常用的$2^{7}/_{8}$″油管内径62mm，则本实施例中泵芯的外径可以做到58～60mm，单冲排量可比50mm同心管柱水力活塞泵提高

50％左右。

[0070] 为防止地层出砂进入产液通道对排液造成不利影响，可在作业管柱 20中封隔器23下方设置防砂管，以防止地层砂等机械杂质进入作业管柱内部。

[0071] 上述动力液可以是清水或在清水中添加一些润滑剂制成，配制十分方便，成本低。

[0072] 优选地，所述转换接头34与泵座21密封连接的，所述转换接头 34用于将从空心抽油杆32进入到泵芯31的动力液导入到泵芯31与泵座21之间的位于转换接头34下方的环形空间、并将从泵芯31内抽出的地层液排入到泵芯31与泵座21之间的位于转换接头34上方的环形空间。如图9所示，所述转换接头34包括上圆柱段34-1、下圆柱段 34-2和衔接上圆柱段34-1与下圆柱段34-2之间的衔接部34-3；所述衔接部34-3向外凸出与泵座21密封连接，使得泵芯31与泵座21之间的环形空间分隔成上下两部分；所述衔接部34-3内设有第一倾斜口34-4和第二倾斜口34-5；从空心抽油杆32内进入的动力液通过第一倾斜口34-4转换进入泵芯31与泵座21之间的位于衔接部34-3下方的环形空间，并将泵芯31内抽出的地层液通过第二倾斜口34-5排入到泵芯31与泵座21之间的位于衔接部34-3上方环形空间。

[0073] 所述固定阀31-7、游动阀31-9和关井阀31-8都是单向阀，地层液只能向上通过上述单向阀，而不能向下通过；当空心连杆活塞组向上运动时，游动阀31-9关闭，固定阀31-7打开，处于上活塞31-4-3 上方的地层液被举升到固定阀31-7的上方，从而进入空心抽油杆32 与油管22之间的环形空间；当空心连杆活塞组向下运动时，固定阀 31-7关闭、游动阀31-9打开，地层液通过游动阀31-9进入上活塞上方，如此反复可将地层液源源不断地举升到地面，在此排液过程中关井阀31-8一直处于打开状态。

[0074] 如图10所示，本申请提供的井下排液测试系统的结构原理图所示，井下排液测试系统包括上述任意一种井下泵机组、动力液循环系统40和地层液计量系统；所述动力液循环系统40包括往所述空心抽油杆32内提供动力液的注水泵41、与套管10和油管22之间的环形腔连通的动力液储存罐42；所述地层液计量系统包括与空心抽油杆32 和油管22之间的环形腔体连通的地层液储存罐51；所述注水泵41从所述动力液储存罐42内抽取动力液。本领域的技术人员依据常识可知，上述井下排液测试系统中还设有连接各个系统和组件的管道以及安装在管道上的阀门。

[0075] 现场作业时，先将设计好的作业管柱20按顺序下入施工井眼内，并将封隔器23坐封在井下预定位置，并坐好油管挂60，连接油管三通70。此时可以对目的层进行各种作业，如射孔、酸化、压裂等。

[0076] 需要排液时再将排液管柱30按顺序下入作业管柱20内，并使泵芯 21坐入泵座31，通过排液管柱30下放加压使泵座31上的循环通道打开，再连接好动力液循环系统40和地层液计量系统。然后启动注水泵41，动力液通过空心抽油杆输送到泵芯21，驱动泵芯21内的空心连杆活塞组往复运动，将地层液通过空心抽油杆32与油管22之间的环形空间举升到地面进行分离、计量。乏动力液则通过油管22与套管10之间的环形空间返回到动力液储液罐42，经过滤后再进入注水泵增压，形成动力液封闭循环，驱动井下泵活塞组不停地往复运动，从而将地层液不断地举升到地面。

[0077] 需要关井时，可从产液通道打压使关井阀31-8处于反向加压状态，就可使产液通道关死，从而实现井下关井，操作十分方便。

[0078] 优选地，所述动力液储液罐41与注水泵42之间设置有加热装置；如果是稠油井，则

在动力液循环系统40中动力液储液罐41与注水泵42 之间设置加热装置，例如加热炉，将动力液加热到一定温度后再从空心抽油杆32内泵入井下，这样，空心抽油杆32散发的热量将直接使稠油融化，从而得以顺利排液。动力液的加热温度以能够使稠油融化为准。

[0079] 以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明。本领域技术人员应当理解，本申请中所涉及的发明范围，并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案，同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下，由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于) 具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成的技术方案。

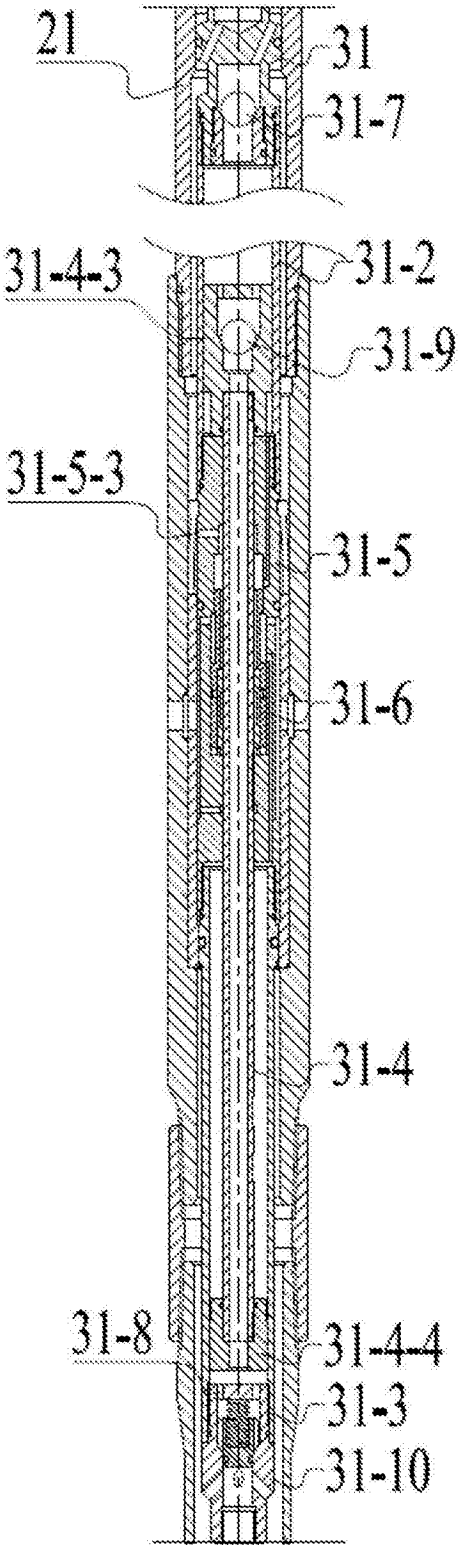


图1

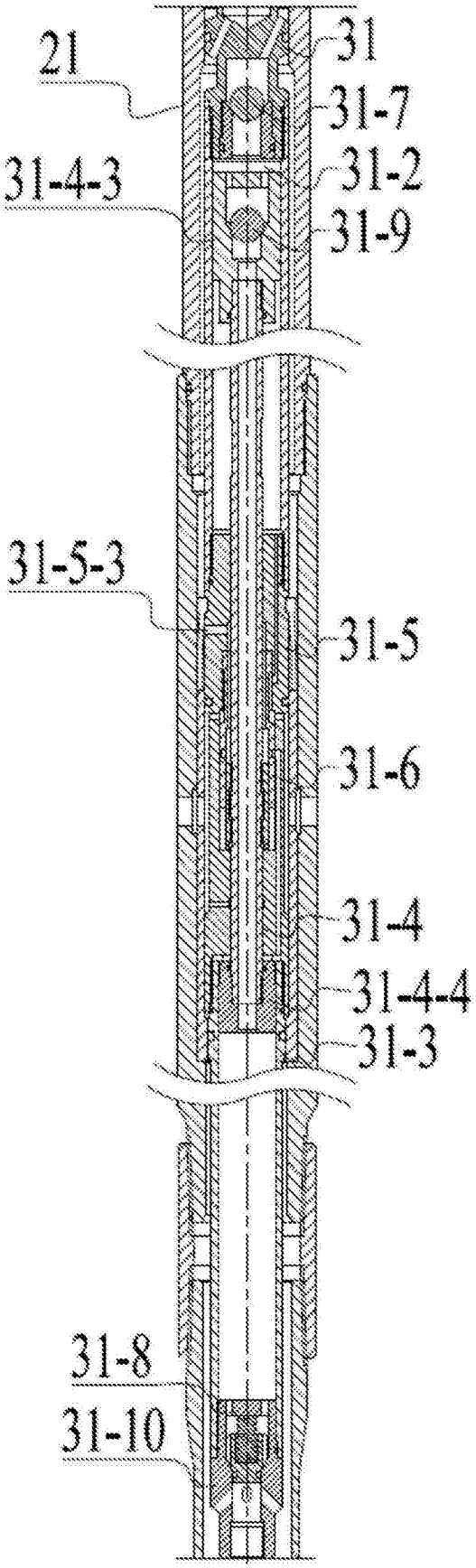


图2

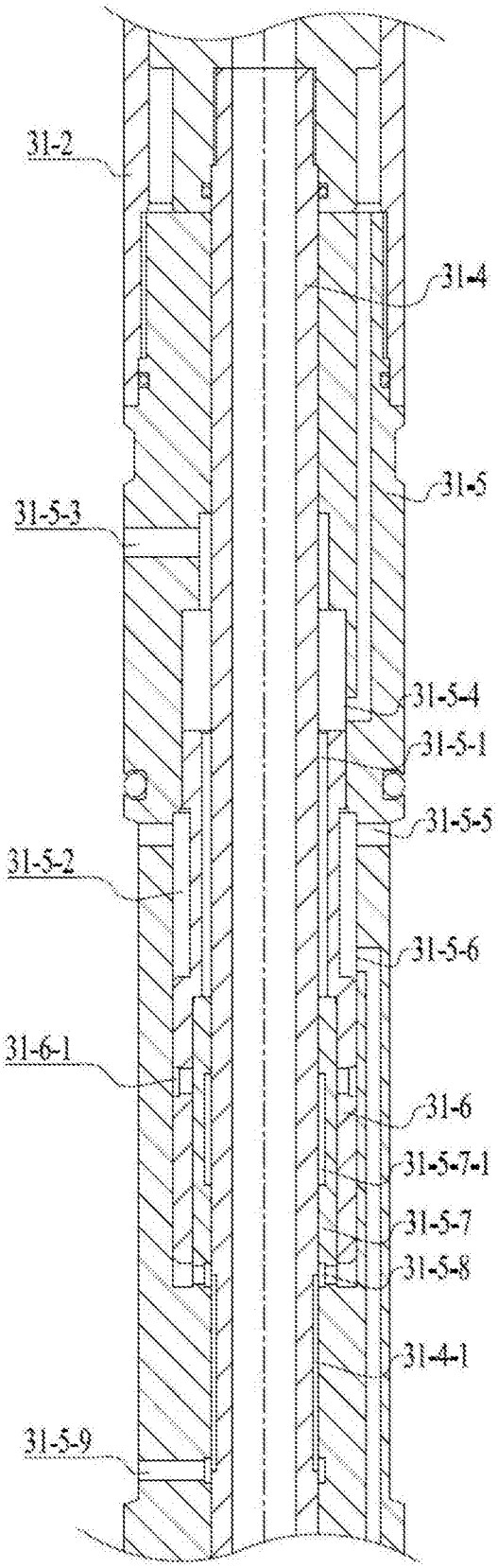

31-2
31-4
31-5
31-5-3
31-5-4
31-5-1
31-5-5
31-5-2
31-5-6
31-6-1
31-6
31-5-7-1
31-5-7
31-5-8
31-4-1
31-5-9

图3

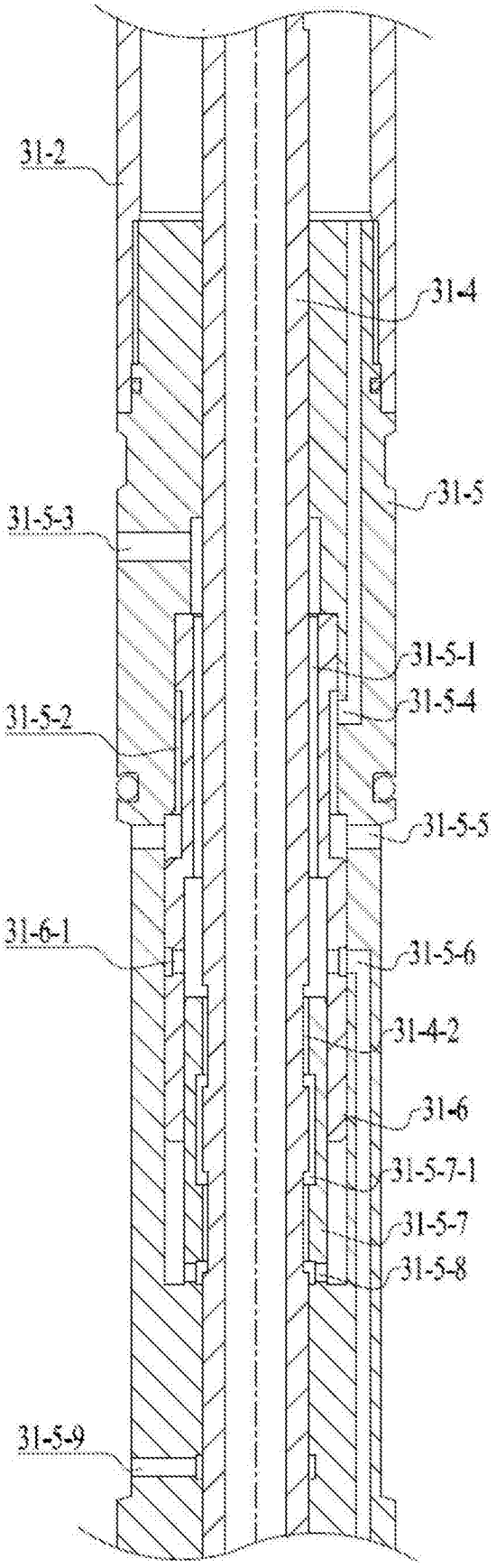

31-2
31-4
31-5
31-5-3
31-5-1
31-5-4
31-5-2
31-5-5
31-6-1
31-5-6
31-4-2
31-6
31-5-7-1
31-5-7
31-5-8
31-5-9

图4

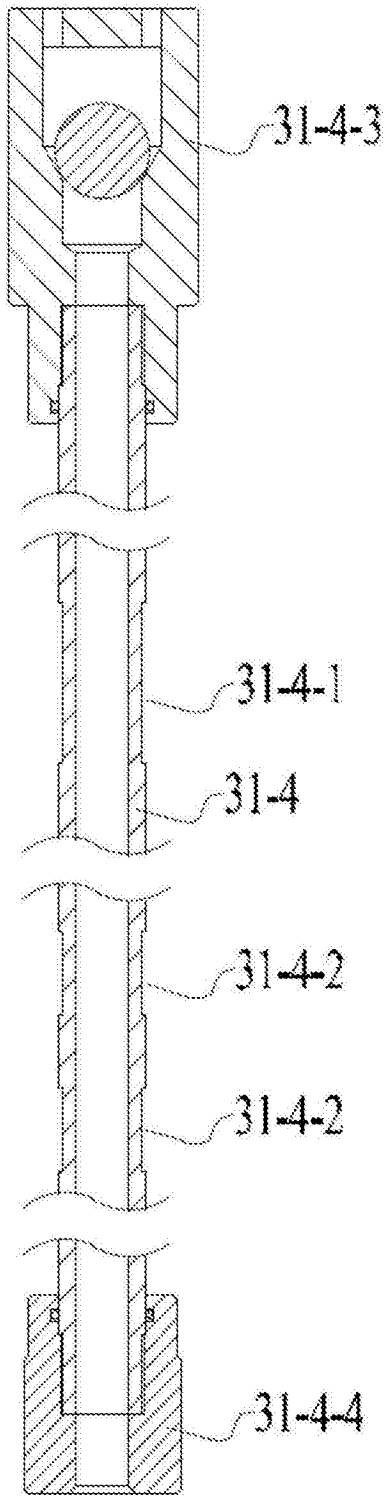


图5

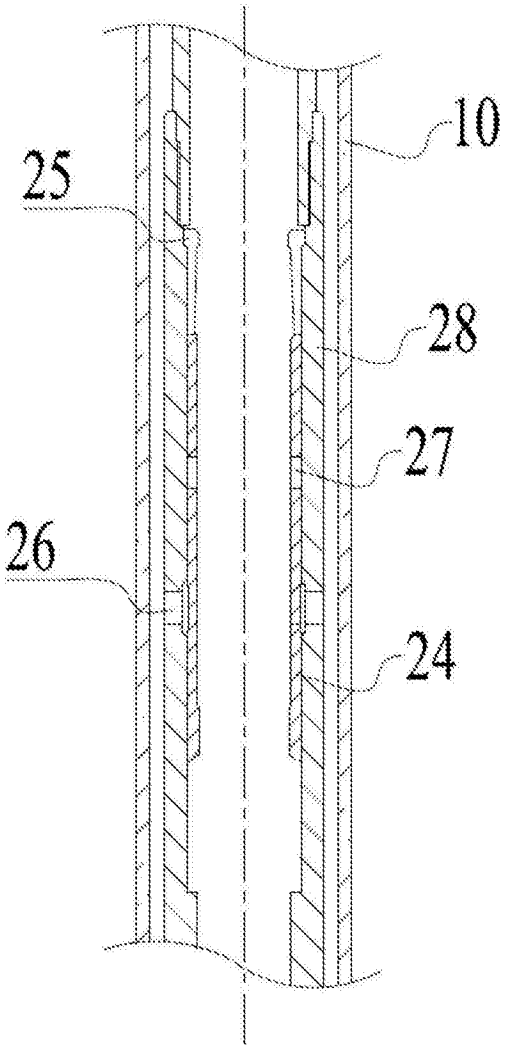


图6

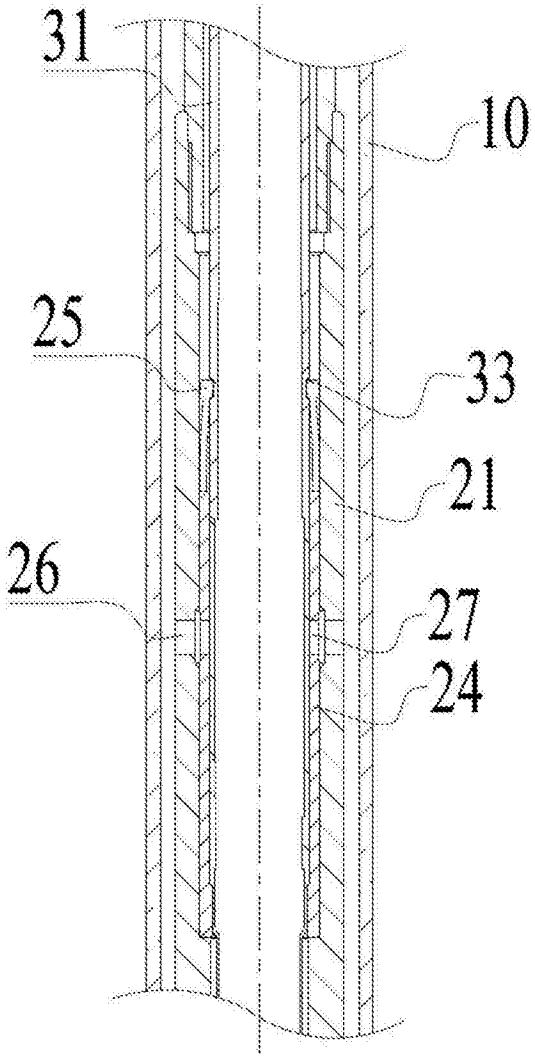


图7

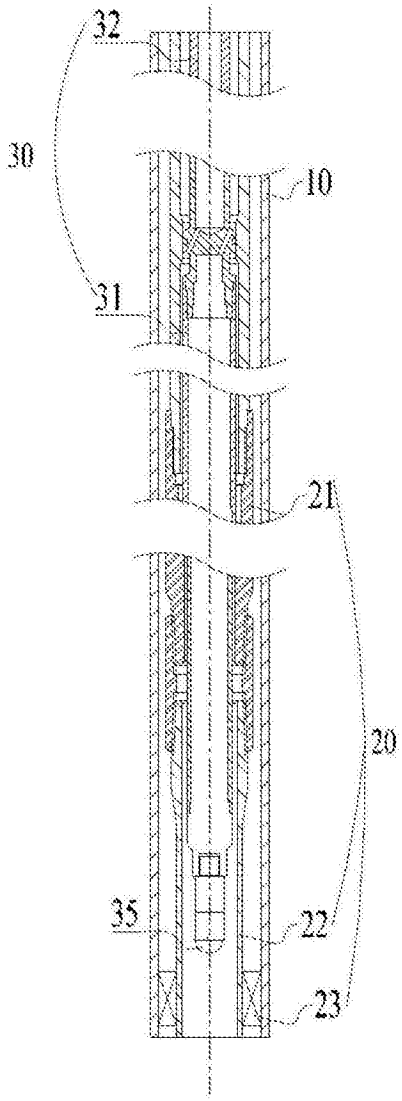


图8

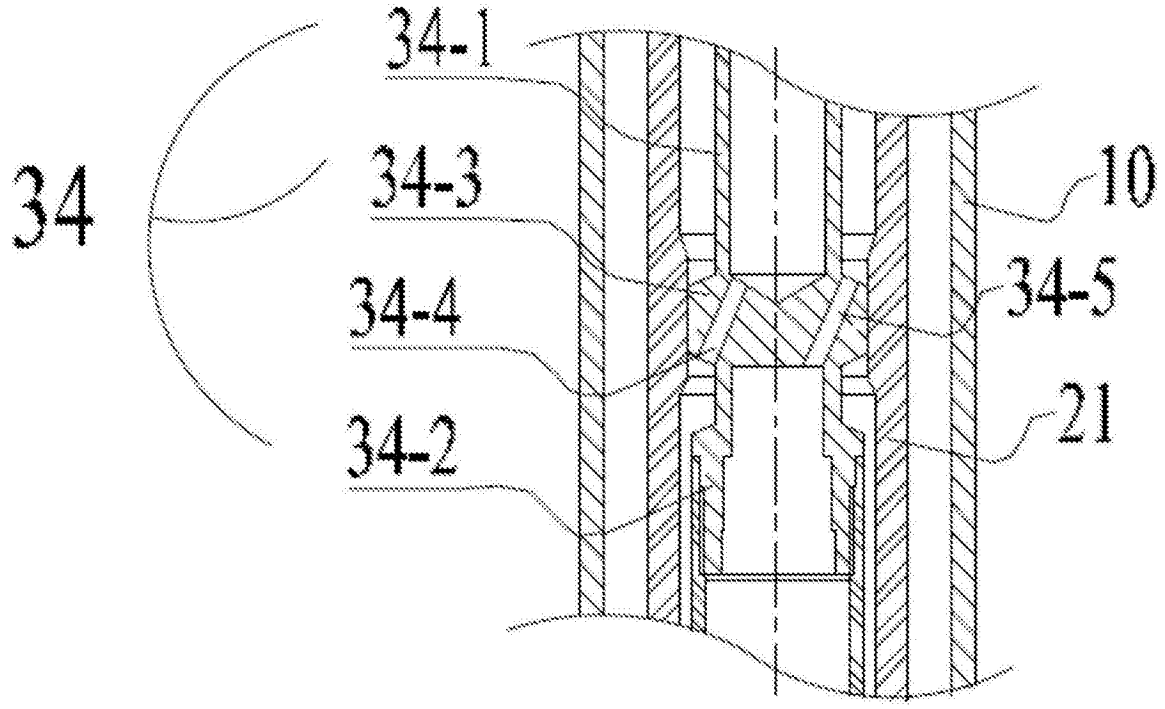


图9

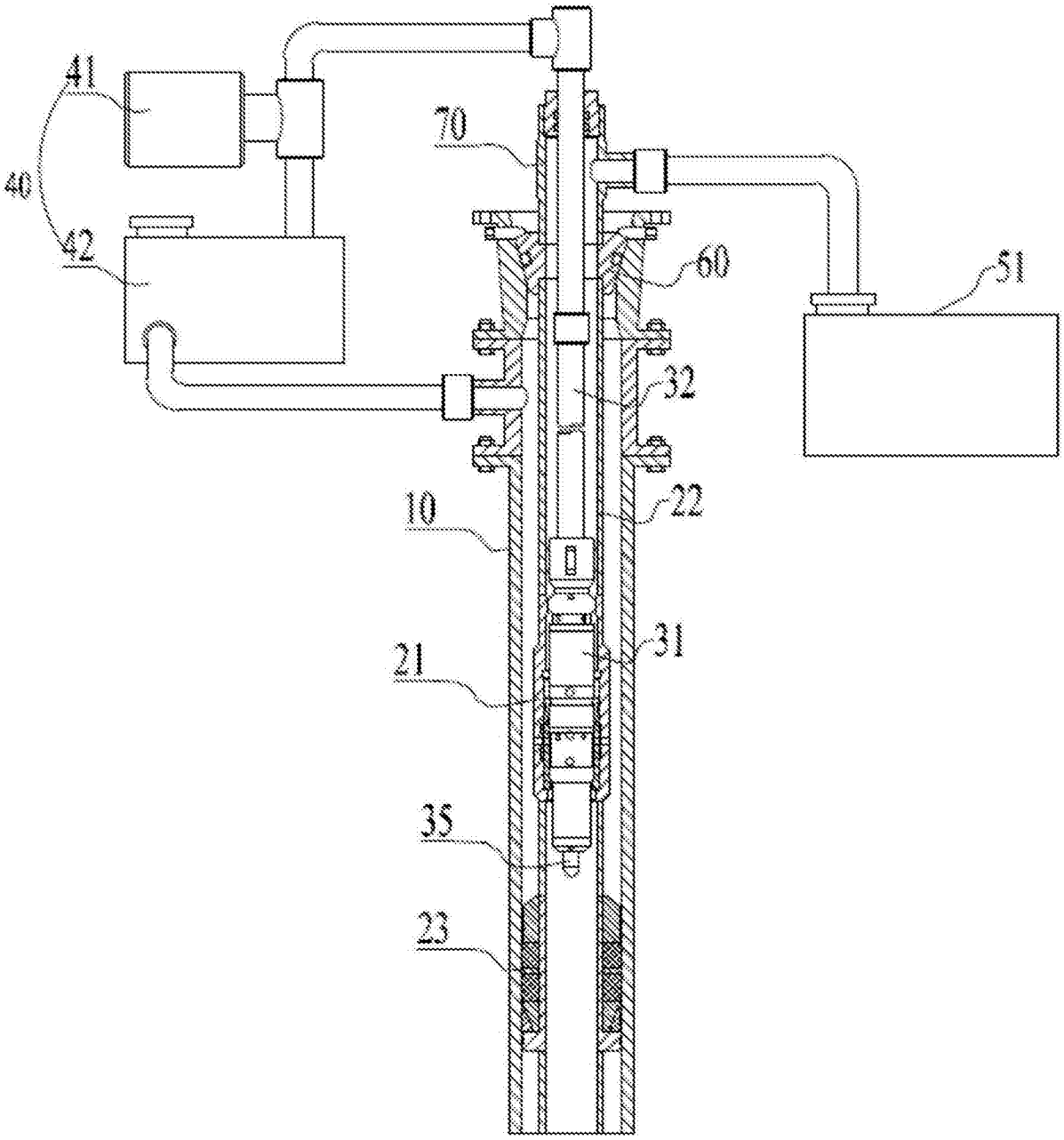


图10