



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105822257 A

(43) 申请公布日 2016. 08. 03

(21) 申请号 201510011678. 4

(22) 申请日 2015. 01. 09

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72) 发明人 刘江波 慕立俊 桂捷 王效明
张雄涛 任国富 张安康 白小佩

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
代理人 杨文娟 黄健

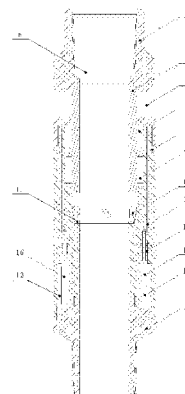
(51) Int. Cl.
E21B 34/16(2006. 01)

权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称
水平井智能滑套

(57) 摘要

本发明提供一种水平井智能滑套,首次将电磁波传导、测控技术与压裂工艺相结合,可在管柱上设置多级智能滑套,通过地面控制系统发射电磁波信号逐一控制井下智能滑套打开形成O环球座,投同一尺寸的球即可完成对各层段的压裂,从而实现了不限级数和连续压裂的技术要求;并且,本发明提供的水平井智能滑套与套管直接连接固完井后进行光套管压裂,在满足“体积压裂”大排量的前提下无需起下管柱,极大地简化了压裂工艺,提高了施工效率,同时还可实现后期可控开采等技术要求。



1. 一种水平井智能滑套, 其特征在于, 包括: 设有压裂端口的第一接头、设有凸环的滑套、设有凹槽的中芯管和第二接头; 所述第一接头的第一端连接所述中芯管的第一端, 所述中芯管的第二端连接所述第二接头的第一端, 所述第一接头、所述中芯管与所述第二接头互通, 形成一内腔;

所述滑套设置在所述内腔中, 所述滑套上的凸环与所述中芯管的凹槽之间形成第一空气腔和第二空气腔; 所述中芯管上开设有导压孔, 所述导压孔连通所述第一空气腔和所述内腔;

所述中芯管内设置有与滑套的第一端适配的 C 环球座, 所述中芯管内设置有与所述 C 环球座适配的锥台结构, 所述锥台结构上设置有用于检测所述 C 环球座的位移信息的滑套位置检测装置;

所述中芯管的第二端开设有空腔, 所述空腔内设置有命令接收装置、信号反馈装置和控制导压孔开关状态的电磁阀; 其中, 所述命令接收装置用于根据地面控制系统发送的控制信号打开所述电磁阀, 所述信号反馈装置用于将所述滑套检测装置检测到的所述 C 环球座的位移信息发送给所述地面控制系统。

2. 根据权利要求 1 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述空腔内还设有电池组, 所述电池组用于使所述滑套位置检测装置、所述命令接收装置、所述信号反馈装置和所述电磁阀处于工作状态。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述滑套的第一端开设有凹口。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述滑套内壁上开设有凹槽。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述第一接头的内壁上在压裂端口的两侧和所述第二接头的第一端分别设置有密封圈。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述滑套的第一端和凸环上分别设置有密封圈。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述第一接头的第二端和所述第二接头的第二端分别设置有螺纹, 所述水平井智能滑套通过所述第一接头的第二端的螺纹和所述第二接头的第二端的螺纹设置在相邻两级套管之间。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述中芯管的第一端设置有用于连接所述第一接头的外螺纹, 所述中芯管的第二端设置有用于连接所述第二接头的内螺纹。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平井智能滑套, 其特征在于, 所述 C 环球座为可溶球座。

水平井智能滑套

技术领域

[0001] 本发明涉及水平井压裂改造工具,尤其涉及一种水平井智能滑套,属于油气田压裂技术领域。

背景技术

[0002] 随着低渗透油气藏的开发,由于受到储层条件、压裂工艺等多重限制,单一增加裂缝长度来提高低渗透油气藏产量效果不明显。“体积压裂”通过压裂的方式对储层实施改造,在形成一条或多条主裂缝的同时,通过采用分段多簇射孔的技术,使天然裂缝不断扩张和脆性岩石产生剪切滑移,形成天然裂缝与人工裂缝相互交错的裂缝网络,从而增加改造体积,提高初始产量和最终采收率。

[0003] 作为“体积压裂”的代表技术,水平井分段压裂改造技术是高效开发复杂油气藏特别是低渗透及页岩气资源的重要举措,水平井压裂改造工具则是其关键组成部分。目前,水力喷射工艺仍为国内水平井分段压裂改造的主体技术,其基本原理是根据伯努利方程,将压力能转化为动能,油管流体加压后经喷嘴喷射而出的高速射流穿透套管和岩石形成射孔,通过环空注入液体使井底压力刚好控制在裂缝延伸压力以下,环空注入的液体在压差作用下进入射流区,使地层产生压力并向前延伸,通过拖动管柱或逐层打滑套方式,实现对不同层段的分段压裂改造。

[0004] 随着油气田水平井“体积压裂”的快速发展,对压裂改造技术提出了更高的要求。水平井分段压裂改造在满足大排量的同时,还应满足不限级数、连续压裂以及后期可控开采等技术要求。

[0005] 但现有技术中,对于油田水力喷射,其关键工具水力喷射器易损坏,通过拖动油管进行分段压裂改造的过程中,段间需进行 5~7h 的放喷泄压,无法实现连续压裂,压裂效率低;而对于气田水力喷射,通过在油管上从近井口向远井口的方向依次设置内径逐减的水力喷射器,采用逐级投球的方式,虽可以实现连续压裂,但受级差限制,只能实现有限级压裂,并且无法满足大排量和后期可控开采的技术要求。

发明内容

[0006] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供一种水平井智能滑套,在满足大排量的同时,还可实现不限级数、连续压裂等技术要求,以及实现后期作业的可控开采和套管全通径。

[0007] 本发明提供一种水平井智能滑套,包括:设有压裂端口的第一接头、设有凸环的滑套、设有凹槽的中芯管和第二接头;第一接头的第一端连接中芯管的第一端,中芯管的第二端连接第二接头的第一端,第一接头、中芯管与第二接头互通,形成一内腔;

[0008] 滑套设置在内腔中,滑套上的凸环与中芯管的凹槽之间形成第一空气腔和第二空气腔;中芯管上开设有导压孔,导压孔连通第一空气腔和内腔;

[0009] 中芯管内设置有与滑套的第一端适配的 C 环球座,中芯管内设置有与 C 环球座适

配的锥台结构,锥台结构上设置有用于检测 C 环球座的位移信息的滑套位置检测装置;

[0010] 中芯管的第二端开设有空腔,空腔内设置有命令接收装置、信号反馈装置和控制导压孔开关状态的电磁阀;其中,命令接收装置用于根据地面控制系统发送的控制信号打开电磁阀,信号反馈装置用于将滑套检测装置检测到的 C 环球座的位移信息发送给地面控制系统。

[0011] 在本发明的一实施例中,空腔内还设有电池组,电池组用于使滑套位置检测装置、命令接收装置、信号反馈装置和电磁阀处于工作状态。

[0012] 在本发明的一实施例中,滑套的第一端开设有凹口。

[0013] 在本发明的一实施例中,滑套内壁上开设有凹槽。

[0014] 在本发明的一实施例中,第一接头的内壁上在压裂端口的两侧和第二接头的第一端分别设置有密封圈。

[0015] 在本发明的一实施例中,滑套的第一端和凸环上分别设置有密封圈。

[0016] 在本发明的一实施例中,第一接头的第二端和第二接头的第二端分别设置有螺纹,水平井智能滑套通过第一接头的第二端的螺纹和第二接头的第二端的螺纹设置在相邻两级套管之间。

[0017] 在本发明的一实施例中,中芯管的第一端设置有用于连接第一接头的外螺纹,中芯管的第二端设置有用于连接第二接头的内螺纹。

[0018] 在本发明的一实施例中,C 环球座为可溶球座。

[0019] 本发明提供的水平井智能滑套,首次将电磁波传导、测控技术与压裂工艺相结合,可在管柱上设置多级智能滑套,通过地面控制系统发射电磁波信号逐一控制井下智能滑套打开形成 O 环球座,投同一尺寸的球即可完成对各层段的压裂,从而实现了不限级数和连续压裂的技术要求;并且,本发明提供的水平井智能滑套与套管直接连接固完井后进行光套管压裂,在满足“体积压裂”大排量的前提下无需起下管柱,极大地简化了压裂工艺,提高了施工效率,同时还可实现后期可控开采等技术要求。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的智能滑套的结构示意图;

[0021] 图 2 是图 1 中压裂端口的一结构示意图;

[0022] 图 3 是图 2 的 A-A 向剖视图;

[0023] 图 4 是图 1 中压裂端口的另一结构示意图;

[0024] 图 5 是图 4 的 A-A 向剖视图;

[0025] 图 6 是本发明的智能滑套的另一结构示意图;

[0026] 图 7 是本发明的智能滑套的又一结构示意图。

[0027] 附图标记说明:

- | | | |
|--------|-----------|------------|
| [0028] | 1- 第一接头; | 2- 中芯管; |
| [0029] | 3- 第二接头; | 4- 压裂端口; |
| [0030] | 5- 滑套; | 6- 内腔; |
| [0031] | 7- 第一空气腔; | 8- 第二空气腔; |
| [0032] | 9- 导压孔; | 10- C 环球座; |

- [0033] 11- 滑套位置检测装置； 12- 空腔；
[0034] 13- 命令接收装置； 14- 信号反馈装置；
[0035] 15- 电磁阀； 16- 电池组；
[0036] 17- 凹口； 18- 密封圈。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0038] 图 1 是本发明的智能滑套的结构示意图，如图 1 所示，本实施例提供的水平井智能滑套包括：设有压裂端口 4 的第一接头 1、设有凸环的滑套 5、设有凹槽的中芯管 2 和第二接头 3；第一接头 1 的第一端连接中芯管 2 的第一端，中芯管 2 的第二端连接第二接头 3 的第一端，第一接头 1、中芯管 2 与第二接头 3 互通，形成一内腔 6；滑套 5 设置在内腔 6 中，滑套 5 上的凸环与中芯管 2 的凹槽之间形成第一空气腔 7 和第二空气腔 8；中芯管 2 上开设有导压孔 9，导压孔 9 连通第一空气腔 7 和内腔 6；中芯管 2 内设置有与滑套 5 的第一端适配的 C 环球座 10，中芯管 2 内设置有与 C 环球座 10 适配的锥台结构，锥台结构上设置有用于检测 C 环球座 10 的位移信息的滑套位置检测装置 11；中芯管 2 的第二端开设有空腔 12，空腔 12 内设置有命令接收装置 13、信号反馈装置 14 和控制导压孔 9 开关状态的电磁阀 15；其中，命令接收装置 13 用于根据地面控制系统发送的控制信号打开电磁阀 15，信号反馈装置 14 用于将滑套 5 检测装置检测到的 C 环球座 10 的位移信息发送给地面控制系统。

[0039] 具体的，C 环球座 10 可以在滑套 5 的滑动作用下沿中芯管 2 中部的锥台结构下滑，当其下滑到锥台结构的台阶处时，可以形成 O 环球座，投入适配的水溶球即可封堵下部通道。

[0040] 压裂端口 4 可以如图 1 所示的在第一接头 1 的管壁上垂直开设 2 个；图 2 是图 1 中压裂端口的一结构示意图，图 3 是图 2 的 A-A 向剖视图，在本发明的一实施例中，压裂端口 4 也可以如图 2 和图 3 所示的在第一接头 1 的管壁上垂直开设多个；图 4 是图 1 中压裂端口的另一结构示意图，图 5 是图 4 的 A-A 向剖视图，在本发明的一实施例中，压裂端口 4 也可以如图 4 和图 5 所示的在第一接头 1 的管壁上以一定倾斜角度均匀开设多个，本实施例中优选图 4 和图 5 所示的设置方式，可使压裂液更容易切开岩层。此外，本实施例中，压裂端口 4 设置为长条形，可以加大压裂体积，提高后期的采油产量。进一步的，可以在压裂端口 4 的外表面贴覆一层薄膜，或者在压裂端口 4 内填入填充物（如石灰），以防止水泥浆进入压裂端口 4，消耗后期压裂液的压力而影响压裂深度。

[0041] 电磁阀 15 可以设置一个或多个，本实施例中优选设置为两个，可避免只设置一个电磁阀 15 时电磁阀 15 出现故障无法打开而导致滑套 5 打开失败的情况，并且，可同时打开两个电磁阀 15 实现导压，从而能够加快滑套 5 打开的速度。

[0042] 电磁阀 15 可以与命令接收装置 13 相互配合控制导压孔 9 的开关状态，相对应的，即命令接收装置 13 控制电磁阀 15 打开的时候，相应的，导压孔 9 的状态为开启状态；当命令接收装置 13 控制电磁阀 15 关闭的时候，相应的，导压孔 9 的状态为关闭状态。本实施例

中,导压孔 9 可以设置为一条或多条,本实施例中优选设置两条。

[0043] 命令接收装置 13 和信号反馈装置 14 可以如图 1 所示的分开设置,也可以集成在一电路板上,本实施例不做限制。

[0044] 智能滑套中设有命令接收装置 13、信号反馈装置 14 和电磁阀 15 的空腔 12 可以设置为连通的两个扇形空腔,也可以设置为一个圆形空腔,本实施例中优选设置为一个圆形空腔。

[0045] 与传统的在油管上从近井口向远井口的方向依次设置内径逐减的水力喷射器不同,采用本实施例中的结构,每级智能滑套的形状与规格尽可以设计为相同的,即智能滑套为无级差设计。也就是说工艺管柱上设置的各级智能滑套的内径是相同的,投同一尺寸水溶球即可完成所有层段的压裂,能够实现不限级数压裂。

[0046] 在本实施例中,将电磁波传导技术、测控与压裂工艺相结合,通过地面控制系统发送电磁波信号逐一控制智能滑套的开启动作,具体的,智能滑套的工作原理如下:

[0047] 地面控制系统发射与井下智能滑套可识别的电磁波控制信号,命令接收装置 13 接收到控制信号,控制电磁阀 15 动作,打开导压孔 9,连通智能滑套的内腔 6 和第一空气腔 7,管柱中注入的高压液体通过导压孔 9 流入第一空气腔 7 内,推动滑套 5 下行,露出压裂端口 4;同时,滑套 5 沿中芯管 2 内部锥台结构的锥面推动 C 环球座 10 收缩下行,形成 O 环球座;在 C 环球座 10 下行过程中,固定在中芯管 2 中部锥台结构上的滑套位置检测装置 11 检测 C 环球座 10 的位移信息,由信号反馈装置 14 以电磁波的形式将该位移信息发送给地面控制系统,告知地面操作人员滑套 5 和 C 环球座 10 的下行情况。当下行距离达到打开压裂端口 4 和使 C 环球座 10 形成 O 环球座的要求时,即可投水溶球进行压裂改造。

[0048] 可选的,本实施例提供的智能滑套,还可以通过连续油管下入滑套开关工具以机械方式打开或关闭;同时,在后期开采过程中或需要重复改造的情况下,也可通过连续油管下入滑套开关工具打开或关闭智能滑套,以实现对各层段的可控开采及重复改造。例如,在进行采油的过程中,当总产液含水较高时,可采用滑套开关工具以机械方式逐一仅打开单一层段进行排除式找出出水层段,并将对应的智能滑套关闭,结束该层段的开采,从而实现可控开采。

[0049] 本实施例中的智能滑套可以通过多级套管与浮箍、浮鞋和爆破阀连接后组成工艺管柱,下入水平井中进行压裂改造,具体的工作过程如下:

[0050] 第一步:首先进行钻井和测井,确定压裂层位和各压裂段的位置,根据各压裂段的位置计算并裁定各级智能滑套间套管的长度,以及确定智能滑套的下入位置。地面控制系统对各级智能滑套进行编码校对,确定各智能滑套对应的位置编码,并发送检测信号给各级智能滑套,根据智能滑套是否发回应答信号来判断智能滑套是否正常;在确定各级智能滑套都处于正常状态的情况下,发送休眠信号给各级智能滑套,使各级智能滑套处于休眠状态。将各级智能滑套与已裁定好的不同长度的套管按照上述所述的方式连接,并下入管柱。

[0051] 第二步:地面控制系统对井下各级智能滑套的命令接收与反馈系统(具体包括命令接收装置 13 与信号反馈装置 14)进行检测,具体通过发送唤醒信号给各级智能滑套,根据各级智能滑套是否发回响应信号来判断智能滑套的是否正常;若检测失败,则起出管柱进行调试或者更换智能滑套,然后重新下入管柱进行检测;若全部检测成功,则可进行固井

和通洗井。

[0052] 第三步:向套管内注入压裂液,打开爆破阀,压裂第一段;然后地面控制系统发送电磁波信号打开第一级智能滑套,再根据井下滑套位置检测装置 11 发回的 C 环球座 10 的位移信息确定 C 环球座已形成 O 环球座之后,从井口投入水溶球进行压裂;第二段压裂完成之后,地面控制系统发送与第二级智能滑套对应的电磁波信号,控制井下智能滑套形成 O 环球座,投同一尺寸的水溶球进行压裂;重复此过程,依次控制剩余各级智能滑套打开形成 O 环球座,分别对剩余各层段进行压裂改造。压裂完所有层段后,待各段所投水溶球溶解,则进行合层排液、求产。

[0053] 本发明实施例提供的水平井智能滑套,首次将电磁波传导、测控技术与压裂工艺相结合,可在管柱上设置多级智能滑套,通过地面控制系统发射电磁波信号逐一控制井下智能滑套打开形成 O 环球座,投同一尺寸的球即可完成对各层段的压裂,从而实现了不限级数和连续压裂的技术要求;并且,本发明提供的水平井智能滑套与套管直接连接固完井后进行光套管压裂,在满足“体积压裂”大排量的前提下无需起下管柱,极大地简化了压裂工艺,提高了施工效率,同时还可实现后期可控开采等技术要求。

[0054] 图 6 是本发明的智能滑套的另一结构示意图,如图 6 所示,在上述实施例的基础上,空腔 12 内还设有电池组 16,电池组 16 用于使滑套位置检测装置 11、命令接收装置 13、信号反馈装置 14 和电磁阀 15 处于工作状态。

[0055] 在上述实施例中,命令接收装置 13 或信号反馈装置 14 内部可集成有供电装置,为各装置提供电量;本实施例中,在空腔 12 内设置的电池组 16 可以作为备用供电装置,保证各装置的正常工作。

[0056] 另外,本实施例中,滑套 5 的第一端开设有凹口 17,当压裂液推动滑套 5 下滑时,滑套 5 上开设的凹口 17 可进行收缩,使得滑套 5 能够顺利下滑。具体的,凹口 17 可以如图 6 所示的开设 1 个,也可以在滑套 5 的第一端对称可设 2 个或均匀开设 3 个,具体个数和位置分布,本实施例不做限制。

[0057] 此外,为了便于通过连续油管下入的滑套开关工具以机械方式打开或关闭智能滑套,本实施例中还可以在滑套 5 的内壁上开设有凹槽,滑套开关工具可以卡在凹槽上移动滑套 5,从而可以进一步保证智能滑套的顺利打开或关闭。具体的,凹槽可以如图 6 所示的在滑套 5 的内壁上均匀开设 4 个,也可以开设 2 个或 3 个,具体开设个数和位置,本实施例不做限制。

[0058] 本实施例中,在第一接头 1 的第二端和第二接头 3 的第二端分别设置螺纹,水平井智能滑套通过第一接头 1 的第二端的螺纹和第二接头 3 的第二端的螺纹设置在相邻两级套管之间;其中,第一接头 1 和第二接头 3 上设置的螺纹可以如图 6 所示的将第一接头 1 的第二端的螺纹设置为内螺纹,将第二接头 3 的第二端的螺纹设置为外螺纹,也可以将第一接头 1 的第二端的螺纹设置为外螺纹,将第二接头 3 的第二端的螺纹设置为内螺纹,具体可根据需要设置,本实施例不做限制。

[0059] 进一步的,在中芯管 2 的第一端设置用于连接第一接头 1 的外螺纹,中芯管 2 的第二端设置用于连接第二接头 3 的内螺纹。对应的,在第一接头 1 的第一端设置内螺纹,在第二接头 3 的第一端设置外螺纹。

[0060] 此外,本实施例中,C 环球座 10 可以设置为可溶球座,投产后,可溶球座见油溶解,

从而实现了后期作业的套管全通路。

[0061] 本发明实施例提供的水平井智能滑套,在滑套的第一端开设凹口,使得滑套能够更加顺利地打开;另外,在滑套的内壁上开设凹槽,方便了后期下入的滑套开关工具打开或关闭智能滑套,进一步保证智能滑套的顺利打开或关闭;此外,将C环球座设置为可溶球座,实现了后期作业的套管全通路。

[0062] 图7是本发明的智能滑套的又一结构示意图,在上述实施例的基础上,进一步的,如图7所示,本实施例中,第一接头1的内壁上在压裂端口4的两侧和第二接头3的第一端分别设置有密封圈18;进一步的,滑套5的第一端和凸环上分别设置有密封圈18。

[0063] 其中,第一接头1的内壁上在压裂端口4的两侧设置的密封圈18,可以防止压裂液通过第一接头1与滑套5之间的缝隙进入压裂端口4造成压力泄漏;第一接头1的第一端设置的密封圈18可以防止智能滑套内腔6中的压裂液通过中芯管2与下接头连接处的缝隙进入空腔12,对命令接收装置13和信号反馈装置14造成损坏;滑套5的第一端和凸环上设置的密封圈18可以防止智能滑套内腔6中的压裂液和经由导压孔9进入第一空气腔7中的压裂液,通过滑套5与中芯管2之间的缝隙进入第二空气腔8造成压力泄漏,进而影响滑套5的打开。

[0064] 本实施例提供的水平井智能滑套,在各级智能滑套内设置密封圈,有效的防止了压力泄露,同时也保护了智能滑套中的命令接收装置和信号反馈装置免受压裂液的损坏。

[0065] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

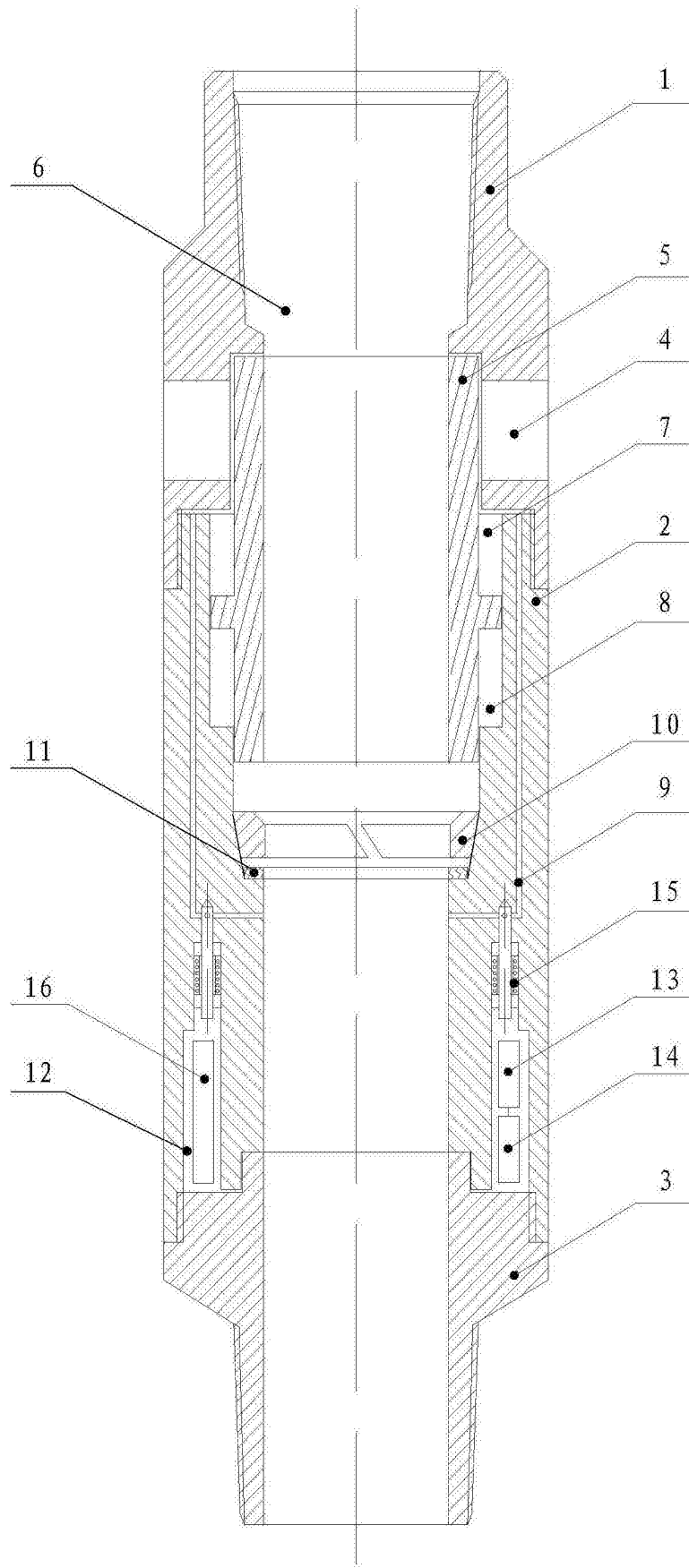


图 1

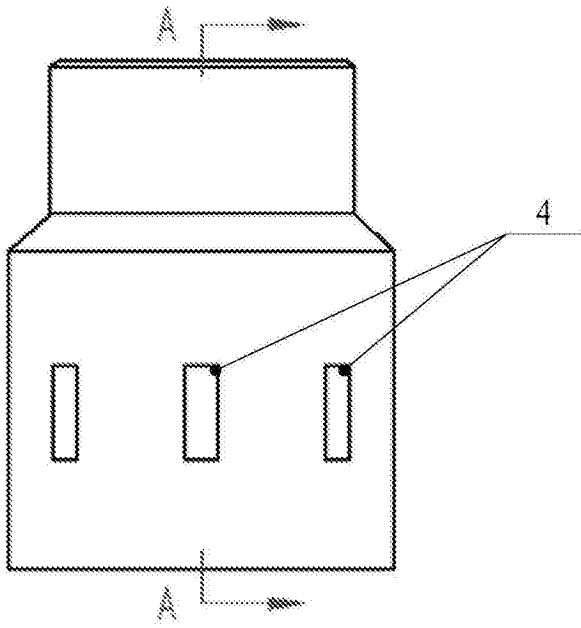


图 2

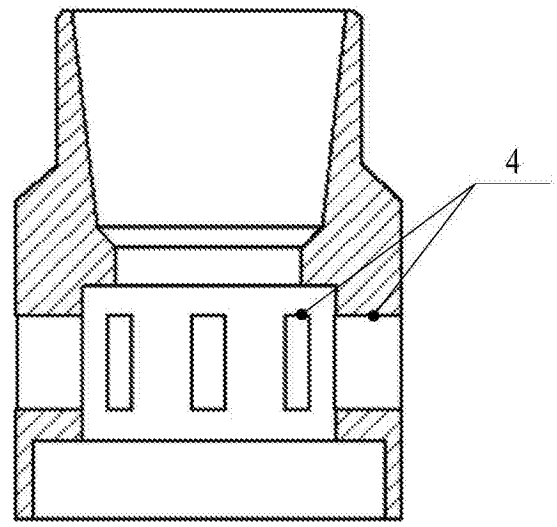


图 3

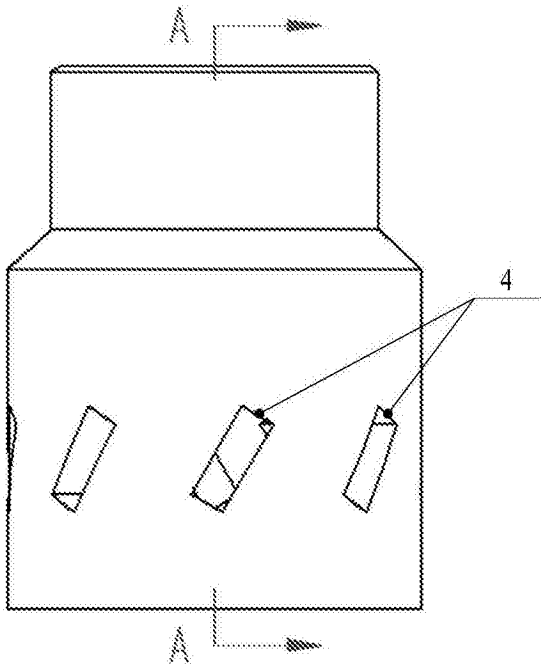


图 4

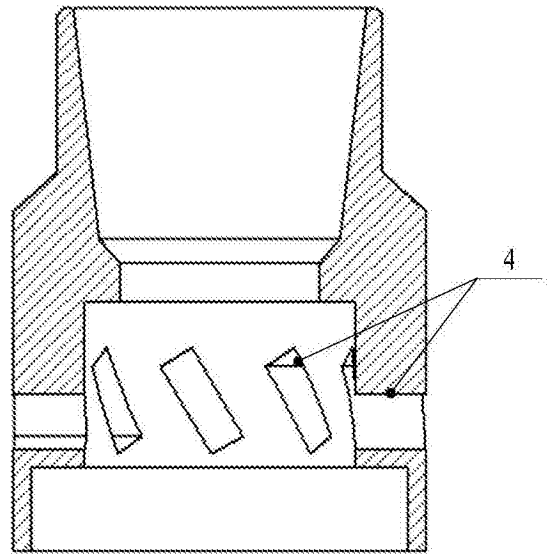


图 5

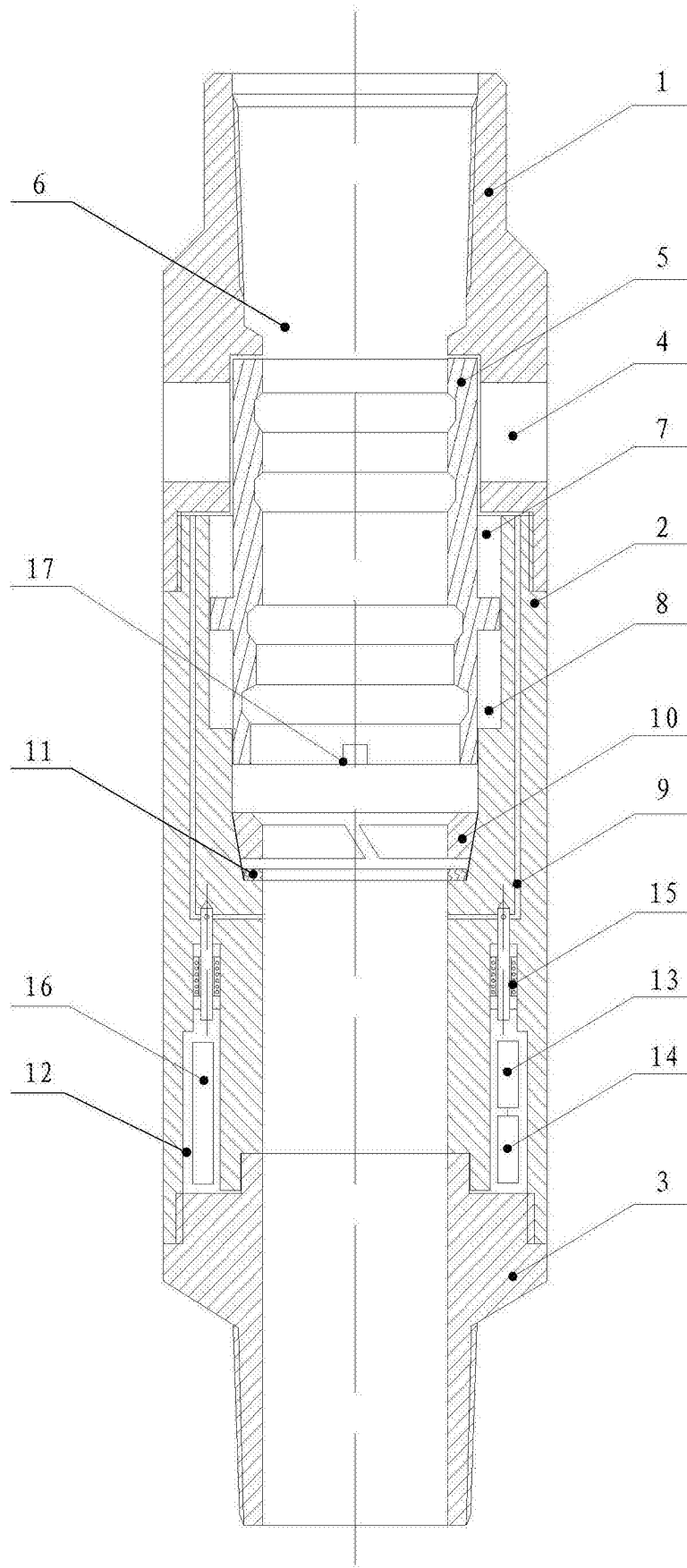


图 6

