



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113356778 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(21) 申请号 202110618147.7

(22) 申请日 2021.06.03

(71) 申请人 中国船舶科学研究中心  
地址 214082 江苏省无锡市山水东路222号

(72) 发明人 刘浩 李玲珑 季红涛 卢宝雷  
李文跃 杨申申

(74) 专利代理机构 无锡华源专利商标事务所  
(普通合伙) 32228

代理人 聂启新

(51) Int.Cl.

E21B 25/00 (2006.01)

E21B 25/10 (2006.01)

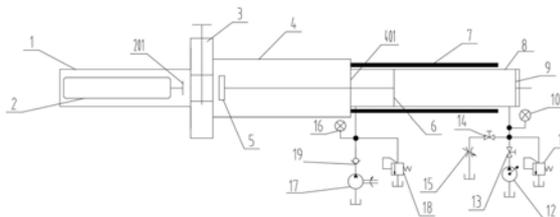
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种超高压高温岩芯样品转移系统及其工作过程

(57) 摘要

本发明涉及一种超高压高温岩芯样品转移系统及其工作过程,包括转移舱,所述转移舱为圆环型耐压舱室,所述转移舱的一端密封安装有开关阀,所述转移舱的另一端密封连接有油缸筒,油缸筒的活塞杆穿过转移舱的舱盖后进入转移舱的内部,所述油缸筒的尾部配合安装有转动把手,所述油缸筒的外壁面配合安装有水冷套;所述开关阀的外端位置密封连接有取芯舱或制备舱,所述取芯舱内有岩芯,所述岩芯的头部设置有夹持机构,所述夹持机构与活塞杆对应并匹配,能在超高压、高温状态下,克服样品岩芯从取芯舱取出时与密封件的巨大摩擦力,实现岩芯样品的转移。



1. 一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:包括转移舱(4),所述转移舱(4)为圆环型耐压舱室,所述转移舱(4)的一端密封安装有开关阀(3),所述转移舱(4)的另一端密封连接有油缸筒(8),油缸筒(8)的活塞杆(5)穿过转移舱(4)的舱盖(401)后进入转移舱(4)的内部,油缸筒(8)的活塞(6)在内部滑动,所述油缸筒(8)的尾部配合安装有转动把手(9),所述油缸筒(8)的外壁面配合安装有水冷套(7);所述开关阀(3)的外端位置密封连接有取芯舱(1)或制备舱(20),所述取芯舱(1)内有岩芯(2),所述岩芯(2)的头部设置有夹持机构(201),所述夹持机构(201)与活塞杆(5)对应并匹配。

2. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:所述油缸筒(8)的驱动油路为:包括电动超高压油泵(17),所述电动超高压油泵(17)通过管路与有杆腔连接,所述管路上依次安装有止回阀(19)、溢流阀(18)和有杆腔压力表(16);还包括超高压手动泵(12),所述超高压手动泵(12)的输出端安装第一手动截止阀(13),第一手动截止阀(13)的输出端分支成三路,一路直接与油缸筒(8)的无杆腔连接,并在这第一路管路上安装无杆腔压力表(10),另一路安装安全阀(11),最后一路串联第二手动截止阀(14)和背压阀组(15)。

3. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:所述夹持机构(201)为光滑的圆柱结构,在夹持机构(201)的头部设置有两组交错的第一双耳(20101)和第二双耳(20102)。

4. 如权利要求3所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:第一双耳(20101)和第二双耳(20102)在轴向方向上的间距是L。

5. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:所述活塞杆(5)头部设置有圆环形结构,圆环形结构的内部设置有一组第三双耳(501)。

6. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:所述活塞(6)的端面设置有第四双耳(601)。

7. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:活塞(6)的外径与转动把手(9)头部的直径相同。

8. 如权利要求1所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:所述转动把手(9)位两级阶梯轴结构,分别为小阶梯(901)和大阶梯(902),所述小阶梯(901)穿过油缸筒(8)的端盖,大阶梯(902)通过密封件与油缸筒(8)的内壁面紧密配合,大阶梯(902)的外端面设置有第五双耳(903)。

9. 如权利要求8所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统,其特征在于:油缸筒(8)的端盖处设置有台阶,所述台阶与小阶梯(901)和大阶梯(902)的交接处匹配。

10. 一种利用权利要求1所述的超高压高温岩芯样品转移系统的工作过程,其特征在于:包括如下操作步骤:

初始状态:开关阀(3)打开,转移舱(4)内部常温常压,电动超高压油泵(17)和超高压手动泵(12)均未工作,活塞杆(5)伸出至末端;

将取芯舱(1)和开关阀(3)的外端连接,然后将取芯舱(1)转动角度,使得第一双耳(20101)和第三双耳(501)抵接,之后将取芯舱(1)和开关阀(3)连接紧固,之后转移舱(4)的温度和压力控制系统启动工作,将转移舱(4)内部加热到和取芯舱(1)内部环境相同;水冷套(7)相配套的系统启动工作,油缸筒(8)内的油液温度控制于60℃以下;

驱动活塞杆(5)向右移动,直至活塞(6)和转动把手(9)抵接;

转动小阶梯(901),从而带动活塞(6)发生转动,直至第三双耳(501)和第二双耳(20102)抵接;

将开关阀(3)关断,取下取芯舱(1),将制备舱(20)和开关阀(3)外端面连接密封,之后制备舱(20)内部加热加压至和转移舱(4)内部环境压力相同;

打开开关阀(3),活塞杆(5)向左移动,推动岩芯(2)完全进入制备舱(20)内部;

之后活塞杆(5)向左移动收回至转移舱(4)内部,关闭开关阀(3);

如上,完成了在超高压高温环境下,将岩芯样品(2)从取芯舱(1)内部转移至制备舱(20)内部的操作过程。

## 一种超高压高温岩芯样品转移系统及其工作过程

### 技术领域

[0001] 本发明涉及样品转移设备技术领域,尤其是一种超高压高温岩芯样品转移系统及其工作过程。

### 背景技术

[0002] 持续、安全、绿色的能源供应是经济高速发展的基本保障,随着浅部资源的逐渐枯竭,资源开发不断走向地球深部,深部资源的开采成为新常态,因此,围绕提升深部资源获取能力而开展的基础理论研究成为世界采矿强国的重要标志。

[0003] 现有技术中,对于深部煤岩特征的研究方法是利用取芯技术进行深部取样,而后在实验室内进行分析研究,这个过程分为三个步骤:井内采集、转运至实验室、实验室内样品分割研究。现有理论上,从地面向岩层,每下降100米,压力平均增加2.5MPa,温度平均升高3℃,地球深部高温高压,而深部岩体的物理和化学性能大大依赖于温度和压力状态,因此在“井内采集、转运至实验室、实验室内样品分割研究”这三个步骤实施过程中,如不能保障岩芯样品的温度和压力状态,则岩芯样品的理化性质将会发生不可逆变化。

[0004] “井内采集”一般是指开采下地球深部样品岩芯,并当时当场保温保压存储于取芯舱内,因此岩芯和取芯舱之间存在径向密封件,当保压压力很高时(比如100MPa以上),将岩芯从取芯舱内取出所需的力将非常巨大(可能重达一吨),而为了对取芯舱内的样品岩芯开展原位力学研究,必须将取芯舱内的岩芯样品在保温保压的环境条件下,转移至实验设备内,因此需要一种在超高压高温条件下,将岩芯样品从取芯舱转移至实验设备(通常为制备舱)内的装置。

[0005] 现有的保压岩芯转移装置及方法、一种天然气水合物岩心样品保压转移装置,均是解决这一问题的尝试,但是两者在原理上均无法提供较大拉力,以克服超高压环境下并不光滑的岩芯样品和径向密封件之间的巨大摩擦力。因此我们要解决这样一个问题:超高压高温环境下条件下,克服岩芯样品和径向密封件间的巨大摩擦力,将其从取芯舱转移至实验室设备(通常为制备舱)内。

### 发明内容

[0006] 本申请人针对上述现有生产技术中的缺点,提供一种超高压高温岩芯样品转移系统及其工作过程,从而使其能在超高压、高温状态下,克服样品岩芯从取芯舱取出时与密封件的巨大摩擦力,实现岩芯样品的转移。

[0007] 本发明所采用的技术方案如下:

[0008] 一种超高压高温岩芯样品转移系统,包括转移舱,所述转移舱为圆环型耐压舱室,所述转移舱的一端密封安装有开关阀,所述转移舱的另一端密封连接有油缸筒,油缸筒的活塞杆穿过转移舱的舱盖后进入转移舱的内部,油缸筒的活塞在内部滑动,所述油缸筒的尾部配合安装有转动把手,所述油缸筒的外壁面配合安装有水冷套;所述开关阀的外端位置密封连接有取芯舱或制备舱,所述取芯舱内有岩芯,所述岩芯的头部设置有夹持机构,所

述夹持机构与活塞杆对应并匹配。

[0009] 其进一步技术方案在于：

[0010] 所述油缸筒的驱动油路为：包括电动超高压油泵，所述电动超高压油泵通过管路与有杆腔连接，所述管路上依次安装有止回阀、溢流阀和有杆腔压力表；还包括超高压手动泵，所述超高压手动泵的输出端安装第一手动截止阀，第一手动截止阀的输出端分支成三路，一路直接与油缸筒的无杆腔连接，并在这第一路管路上安装无杆腔压力表，另一路安装安全阀，最后一路串联第二手动截止阀和背压阀组。

[0011] 所述夹持机构为光滑的圆柱结构，在夹持机构的头部设置有两组交错的第一双耳和第二双耳。

[0012] 第一双耳和第二双耳在轴向方向上的间距是L。

[0013] 所述活塞杆头部设置有圆环形结构，圆环形结构的内部设置有一组第三双耳。

[0014] 所述活塞的端面设置有第四双耳。

[0015] 活塞的外径与转动把手头部的直径相同。

[0016] 所述转动把手位两级阶梯轴结构，分别为小阶梯和大阶梯，所述小阶梯穿过油缸筒的端盖，大阶梯通过密封件与油缸筒的内壁面紧密配合，大阶梯的外端面设置有第五双耳。

[0017] 油缸筒的端盖处设置有台阶，所述台阶与小阶梯和大阶梯的交接处匹配。

[0018] 一种超高压高温岩芯样品转移系统的工作过程，包括如下操作步骤：

[0019] 初始状态：开关阀打开，转移舱内部常温常压，电动超高压油泵和超高压手动泵均未工作，活塞杆伸出至末端；

[0020] 将取芯舱和开关阀的外端连接，然后将取芯舱转动角度，使得第一双耳和第三双耳抵接，之后将取芯舱和开关阀连接紧固，之后转移舱的温度和压力控制系统启动工作，将转移舱内部加热到和取芯舱内部环境相同；水冷套相配套的系统启动工作，油缸筒内的油液温度控制于60℃以下；

[0021] 驱动活塞杆向右移动，直至活塞和转动把手抵接；

[0022] 转动小阶梯，从而带动活塞发生转动，直至第三双耳和第二双耳抵接；

[0023] 将开关阀关断，取下取芯舱，将制备舱和开关阀外端面连接密封，之后制备舱内部加热加压至和转移舱内部环境压力相同；

[0024] 打开开关阀，活塞杆向左移动，推动岩芯完全进入制备舱内部；

[0025] 之后活塞杆向左移动收回至转移舱内部，关闭开关阀；

[0026] 如上，完成了在超高压高温环境下，将岩芯样品从取芯舱内部转移至制备舱内部的操作过程。

[0027] 本发明的有益效果如下：

[0028] 本发明结构紧凑、合理，操作方便，通过转移舱、油缸筒、开关阀、取芯舱和制备舱的互相配合工作，可以方便的完成对岩芯样品的转移工作，能在超高压、高温状态下，克服样品岩芯从取芯舱取出时与密封件的巨大摩擦力，实现岩芯样品的转移，操作方便，工作可靠性好。

[0029] 数千米深度的岩芯样品获取代价极其高昂，而超高压环境下的样品岩芯，从取芯舱内取出时，和密封件之间摩擦力巨大，本发明采用油缸提供动力，可靠性高，驱动力大，可

有效将岩芯样品从取芯舱内转移至实验室设备。

### 附图说明

- [0030] 图1为本发明的结构示意图。
- [0031] 图2为本发明从取芯舱将岩芯样品转移至制备舱内的过程图(一)。
- [0032] 图3为本发明从取芯舱将岩芯样品转移至制备舱内的过程图(二)。
- [0033] 图4为本发明从取芯舱将岩芯样品转移至制备舱内的过程图(三)。
- [0034] 图5为本发明从取芯舱将岩芯样品转移至制备舱内的过程图(四)。
- [0035] 图6为本发明从取芯舱将岩芯样品转移至制备舱内的过程图(五)。
- [0036] 图7为本发明岩芯头部的结构示意图。
- [0037] 图8为本发明活塞杆局部结构示意图。
- [0038] 图9为本发明活塞局部结构示意图。
- [0039] 图10为本发明转动把手局部结构示意图。
- [0040] 图11为本发明转动把手驱动活塞转动时的结构示意图。
- [0041] 图12为图11中沿A-A截面的全剖视图。
- [0042] 图13为本发明活塞杆在初始状态时,活塞杆头部和岩芯头部的相互位置示意图;
- [0043] 图14为本发明活塞杆拉动岩芯向右移动时,活塞杆头部和岩芯头部的相互位置示意图。
- [0044] 图15为本发明活塞杆推动岩芯向左移动时,活塞杆头部和岩芯头部的相互位置示意图。
- [0045] 其中:1、取芯舱;2、岩芯;3、开关阀;4、转移舱;5、活塞杆;6、活塞;7、水冷套;8、油缸筒;9、转动把手;10、无杆腔压力表;11、安全阀;12、超高压手动泵;13、第一手动截止阀;14、第二手动截止阀;15、背压阀组;16、有杆腔压力表;17、电动超高压油泵;18、溢流阀;19、止回阀;20、制备舱;
- [0046] 201、夹持机构;
- [0047] 20101、第一双耳;20102、第二双耳;
- [0048] 401、舱盖;
- [0049] 501、第三双耳;
- [0050] 601、第四双耳;
- [0051] 901、小阶梯;902、大阶梯;903、第五双耳。

### 具体实施方式

- [0052] 下面结合附图,说明本发明的具体实施方式。
- [0053] 如图1-图15所示,本实施例的超高压高温岩芯样品转移系统,包括转移舱4,转移舱4为圆环型耐压舱室,转移舱4的一端密封安装有开关阀3,转移舱4的另一端密封连接有油缸筒8,油缸筒8的活塞杆5穿过转移舱4的舱盖401后进入转移舱4的内部,油缸筒8的活塞6在内部滑动,油缸筒8的尾部配合安装有转动把手9,油缸筒8的外壁面配合安装有水冷套7;开关阀3的外端位置密封连接有取芯舱1或制备舱20,取芯舱1内有岩芯2,岩芯2的头部设置有夹持机构201,夹持机构201与活塞杆5对应并匹配。

[0054] 油缸筒8的驱动油路为:包括电动超高压油泵17,电动超高压油泵17通过管路与有杆腔连接,管路上依次安装有止回阀19、溢流阀18和有杆腔压力表16;还包括超高压手动泵12,超高压手动泵12的输出端安装第一手动截止阀13,第一手动截止阀13的输出端分支成三路,一路直接与油缸筒8的无杆腔连接,并在这第一路管路上安装无杆腔压力表10,另一路安装安全阀11,最后一路串联第二手动截止阀14和背压阀组15。

[0055] 夹持机构201为光滑的圆柱结构,在夹持机构201的头部设置有两组交错的第一双耳20101和第二双耳20102。

[0056] 第一双耳20101和第二双耳20102在轴向方向上的间距是L。

[0057] 活塞杆5头部设置有圆环形结构,圆环形结构的内部设置有一组第三双耳501。

[0058] 活塞6的端面设置有第四双耳601。

[0059] 活塞6的外径与转动把手9头部的直径相同。

[0060] 转动把手9为两级阶梯轴结构,分别为小阶梯901和大阶梯902,小阶梯901穿过油缸筒8的端盖,大阶梯902通过密封件与油缸筒8的内壁面紧密配合,大阶梯902的外端面设置有第五双耳903。

[0061] 油缸筒8的端盖处设置有台阶,台阶与小阶梯901和大阶梯902的交接处匹配。

[0062] 本实施例的超高压高温岩芯样品转移系统的工作过程,包括如下操作步骤:

[0063] 初始状态:开关阀3打开,转移舱4内部常温常压,电动超高压油泵17和超高压手动泵12均未工作,活塞杆5伸出至末端;

[0064] 将取芯舱1和开关阀3的外端连接,然后将取芯舱1转动角度,使得第一双耳20101和第三双耳501抵接,之后将取芯舱1和开关阀3连接紧固,之后转移舱4的温度和压力控制系统启动工作,将转移舱4内部加热到和取芯舱1内部环境相同;水冷套7相配套的系统启动工作,油缸筒8内的油液温度控制于60℃以下;

[0065] 驱动活塞杆5向右移动,直至活塞6和转动把手9抵接;

[0066] 转动小阶梯901,从而带动活塞6发生转动,直至第三双耳501和第二双耳20102抵接;

[0067] 将开关阀3关断,取下取芯舱1,将制备舱20和开关阀3外端面连接密封,之后制备舱20内部加热加压至和转移舱4内部环境压力相同;

[0068] 打开开关阀3,活塞杆5向左移动,推动岩芯2完全进入制备舱20内部;

[0069] 之后活塞杆5向左移动收回至转移舱4内部,关闭开关阀3;

[0070] 如上,完成了在超高压高温环境下,将岩芯2从取芯舱1内部转移至制备舱20内部的操作过程。

[0071] 本发明所述的一种超高压高温岩芯样品转移系统的具体结构和功能如下:

[0072] 转移舱4为圆环型耐压舱室,其左侧密封连接开关阀3,右侧密封连接油缸筒8;活塞杆5伸出油缸筒8筒盖后穿过转移舱舱盖401进入转移舱4内部;转动把手9为两级阶梯轴结构,大阶梯902和活塞6直径相同,且与油缸筒8内孔径向密封,小阶梯901穿过油缸筒8底部端盖,且两者配合间隙0.2~1mm;水冷套7环形敷于油缸筒8靠近转移舱4部分的外壁。

[0073] 开关阀3左侧可分别与取芯舱1、制备舱20密封连接。

[0074] 油缸的驱动油路为:电动超高压油泵17出口串联止回阀19后连接有溢流阀18、有杆腔压力表16、油缸有杆腔;超高压手动泵12出口串联第一手动截止阀13后连接有安全阀

11、无杆腔压力表10、第二手动截止阀14、油缸无杆腔；第二手动截止阀14另一端串接背压阀组15后通入油箱；油缸无杆腔的油口设置于活塞6和转动把手9之间。

[0075] 岩芯2头部设有夹持机构201，夹持机构201上设有两组相同但正交的第一双耳20101和第二双耳20102，双耳是内径 $d_2$ 外径 $d_1$ 圆环上的部分中心轴对称片段，第一双耳20101和第二双耳20102之间的间距为 $L$ ，夹持机构201其余部分为光滑的圆柱结构，直径为 $d_2$ 。

[0076] 活塞杆5头部为内径为 $D_1$ 的圆环形结构，圆环型结构上设置有第三双耳501，双耳是内径 $D_2$ 外径 $D_1$ 圆环上的部分中心轴对称片段，第三双耳501的厚度为 $h$ ； $L$ 比 $h$ 大20~30mm； $D_1$ 比 $d_1$ 大5~10mm， $d_2$ 比 $D_2$ 小5~10mm。

[0077] 大阶梯902的端面上设有第五双耳903，活塞6的端面上设有第四双耳601，两者基本相同，均为内径 $d_3$ 外径 $d_4$ 圆环上的部分轴对称片段，第四双耳601高度比第五双耳903高度高5~10mm。

[0078] 油缸驱动回路用油为最高温度不超过300℃导热油，比如长城牌LQJB300；溢流阀18调定压力为转移舱4内部压力的50%~80%，最大不能超过80MPa。

[0079] 本发明所述的油缸的工作原理如下：

[0080] (一) 活塞杆5向左移动时：第二手动截止阀14关闭，第一手动截止阀13打开，超高压手动泵12工作，压力油进入无杆腔，推动活塞杆5向左移动，移动速度受超高压手动泵12控制，此时安全阀11仅充当安全作用；同时电动超高压油泵17工作，有杆腔油液和电动超高压油泵17泵出的油液一起通过溢流阀18溢出，有杆腔压力为溢流阀18的调定压力，如此可以降低舱盖401左右两侧的压差，有利于活塞杆5和舱盖401之间径向密封件的寿命和工作可靠性；由于活塞杆5承受转移舱4内部环境压力，有杆腔压力为转移舱4内部环境压力的50%~80%（最大不超过80MPa），因此通过设置合适的活塞杆5和活塞6的面积比，可以使得无杆腔的工作压力低于80MPa，因此油缸的最大工作压力不超过80MPa，无需经过特殊设计；

[0081] (二) 活塞杆5向右移动时：第一手动截止阀13关闭，第二手动截止阀14打开，活塞杆5在转移舱4内部环境压力的作用下向右移动，此时背压阀组15通过提供合适的背压控制活塞杆5右移速度；此时电动超高压油泵17工作，泵出的油液一部分进入有杆腔补充，另一部分通过溢流阀18溢流，此时有杆腔压力为溢流阀18的调定压力，如此可以降低舱盖401左右两侧的压差，有利于活塞杆5和舱盖401之间径向密封件的寿命和工作可靠性。

[0082] 以上描述是对本发明的解释，不是对发明的限定，本发明所限定的范围参见权利要求，在本发明的保护范围之内，可以作任何形式的修改。

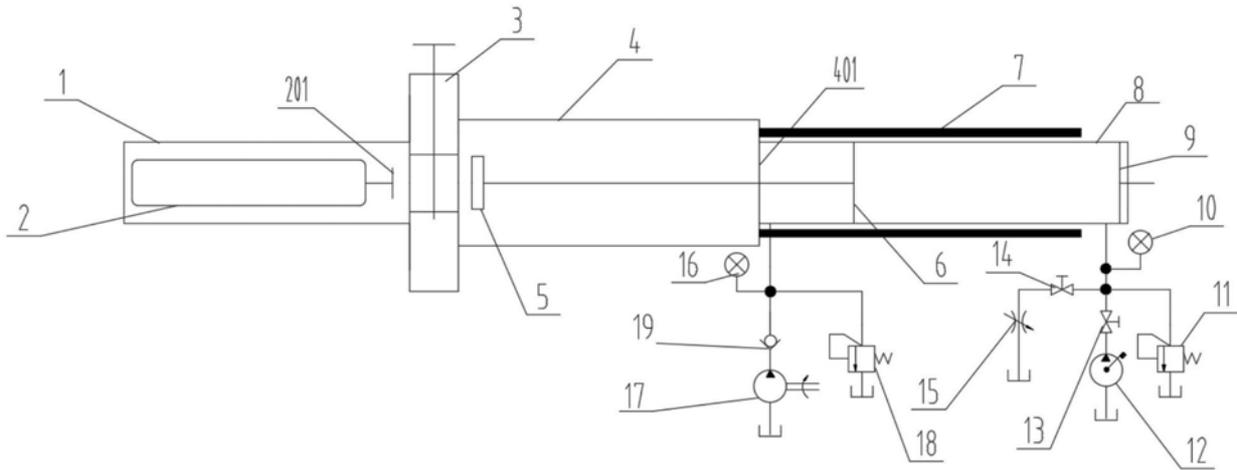


图1

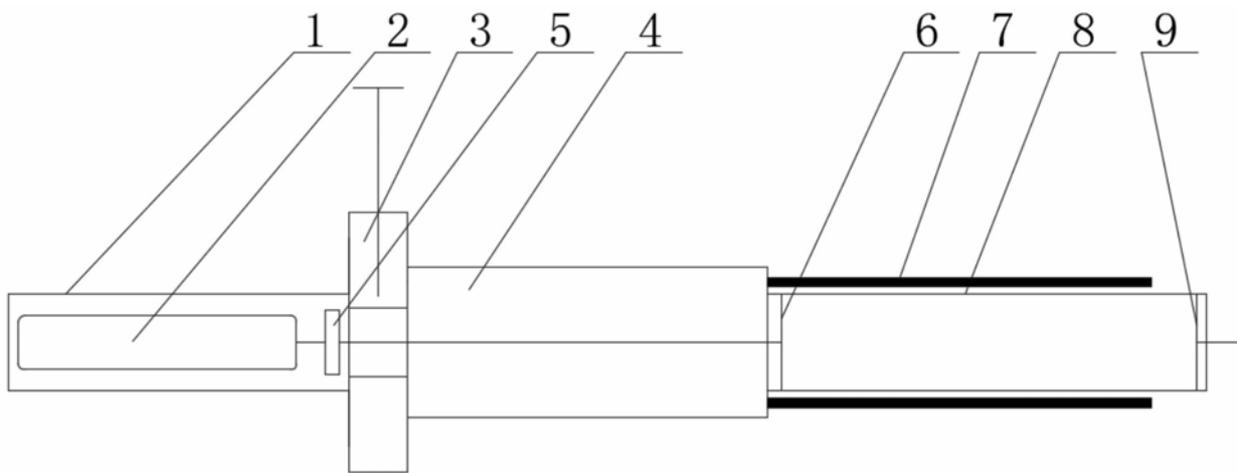


图2

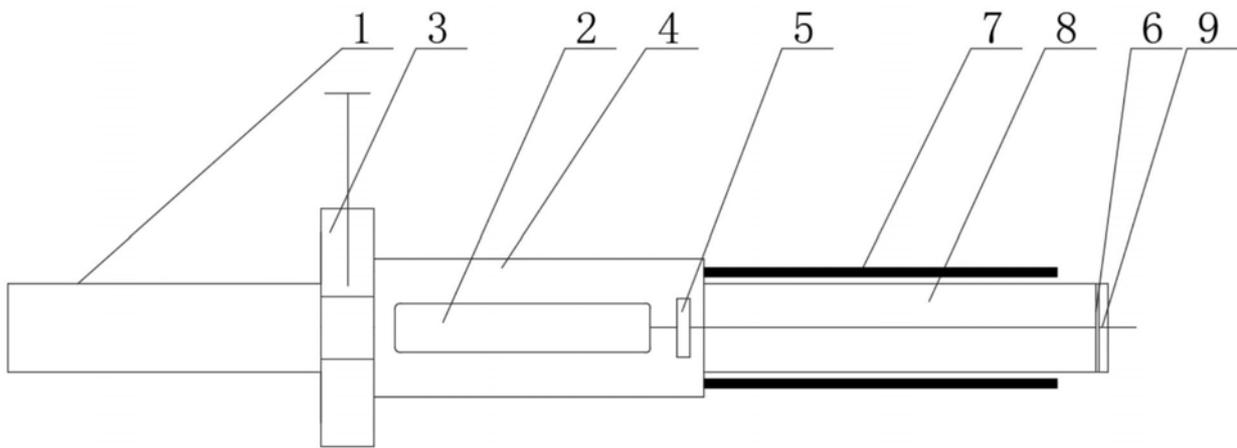


图3

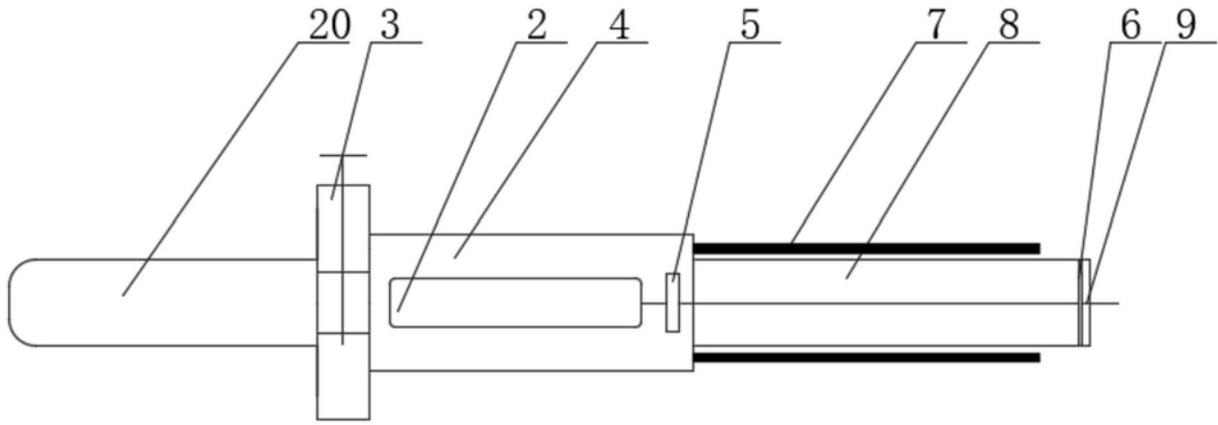


图4

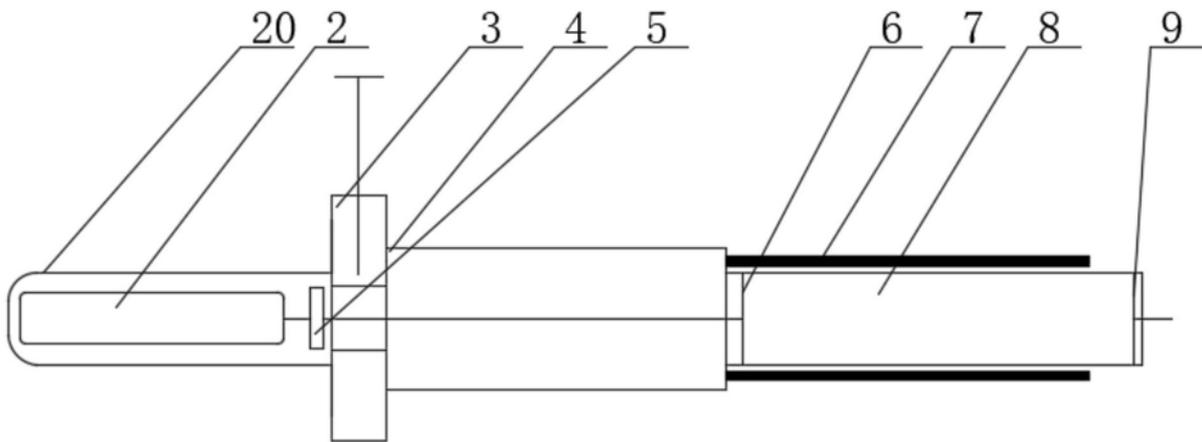


图5

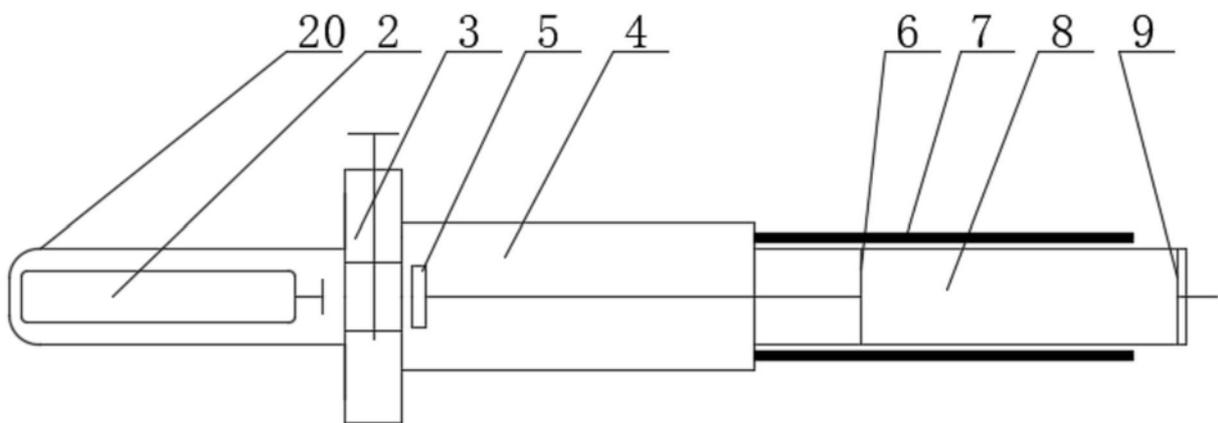


图6

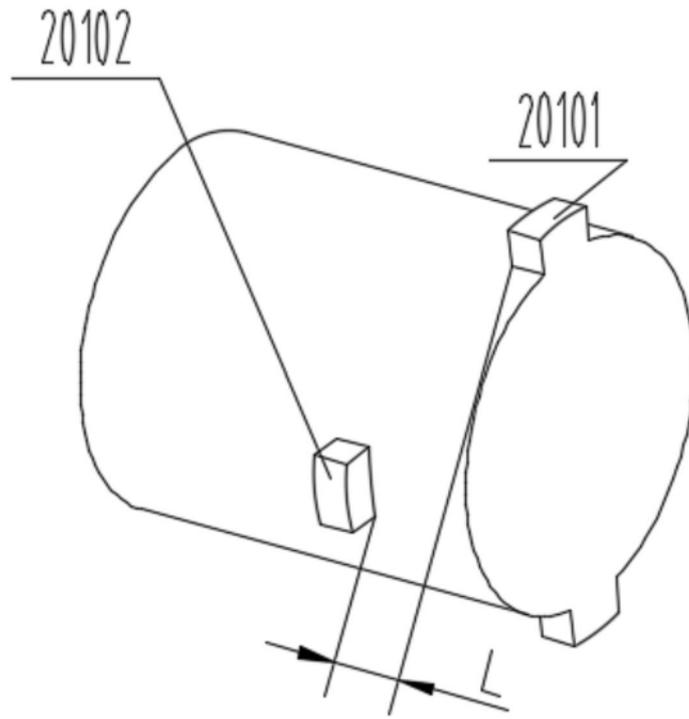


图7

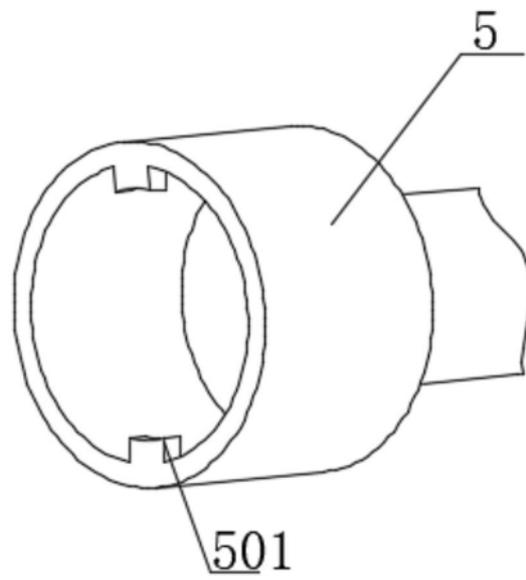


图8

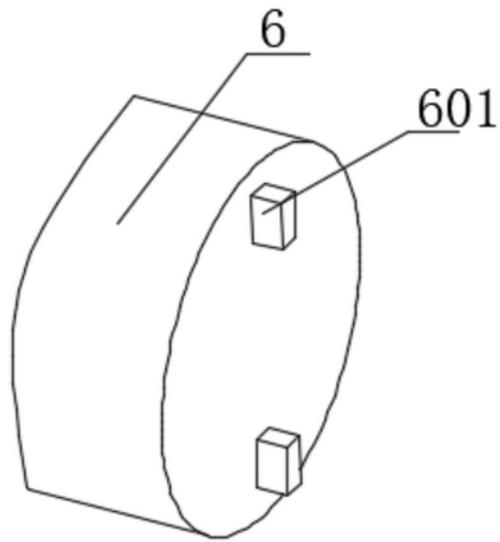


图9

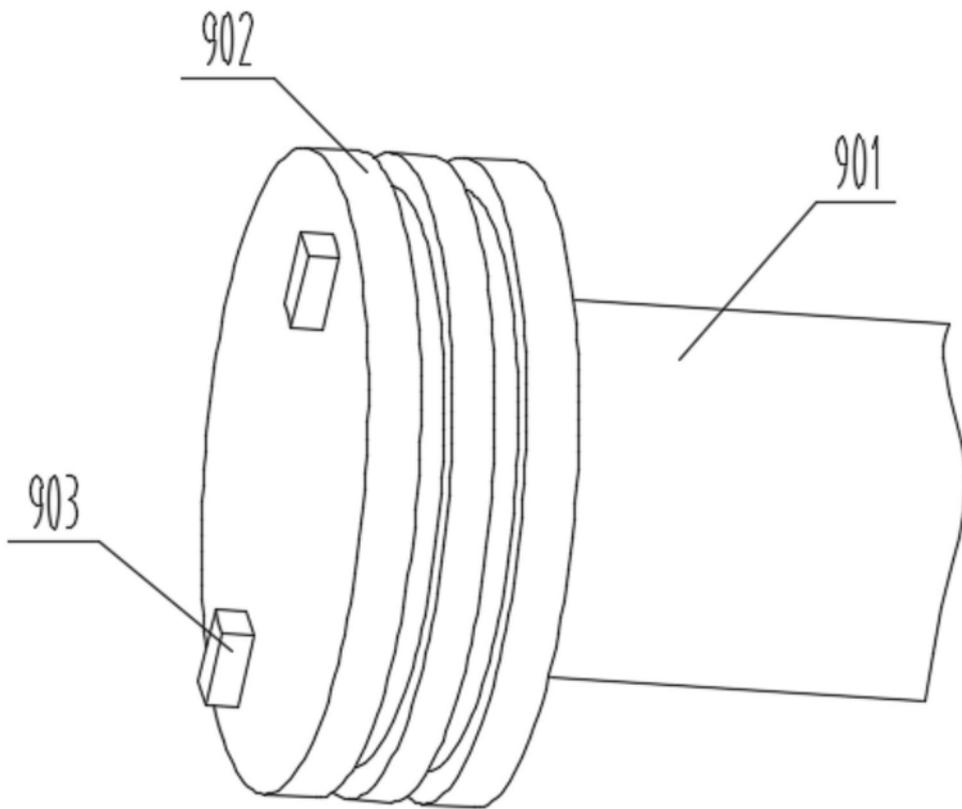


图10

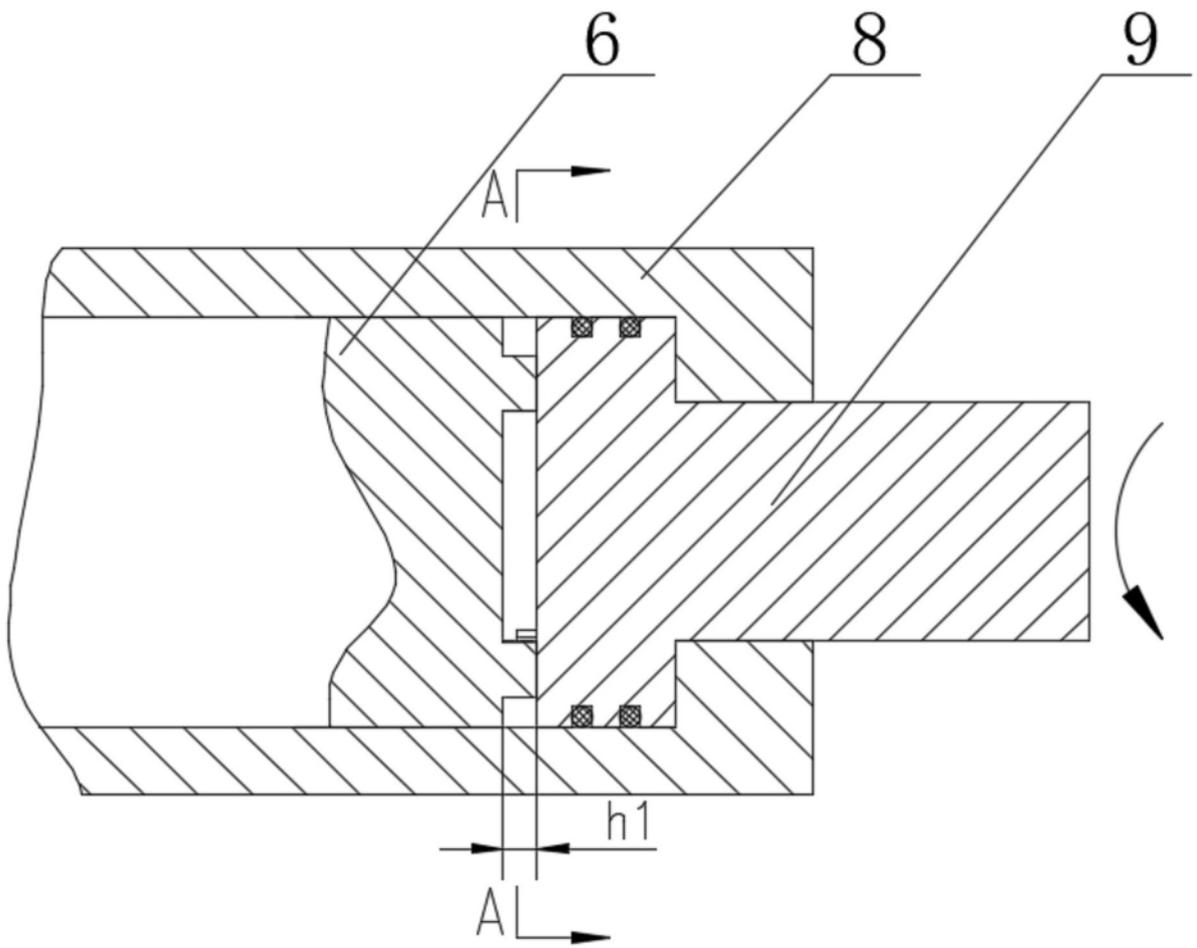


图11

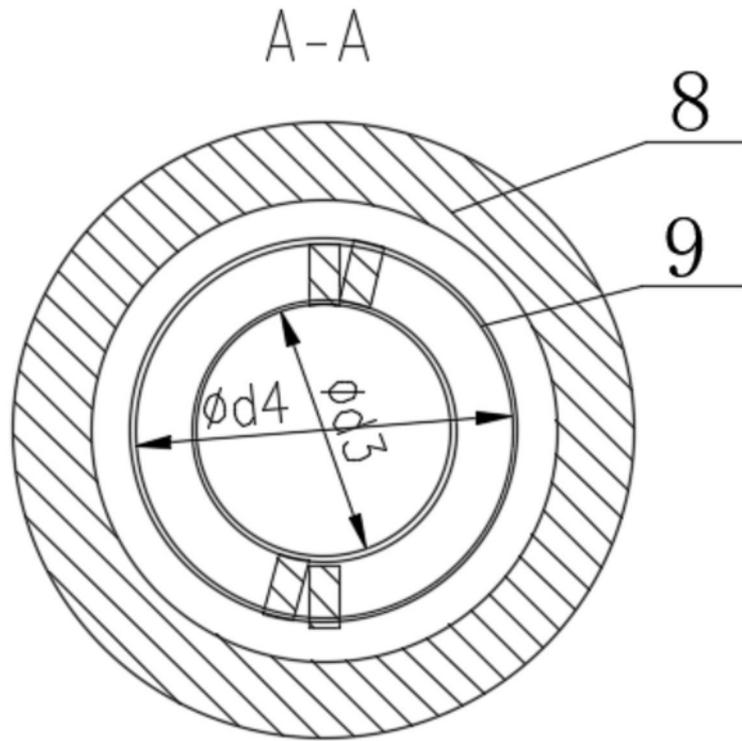


图12

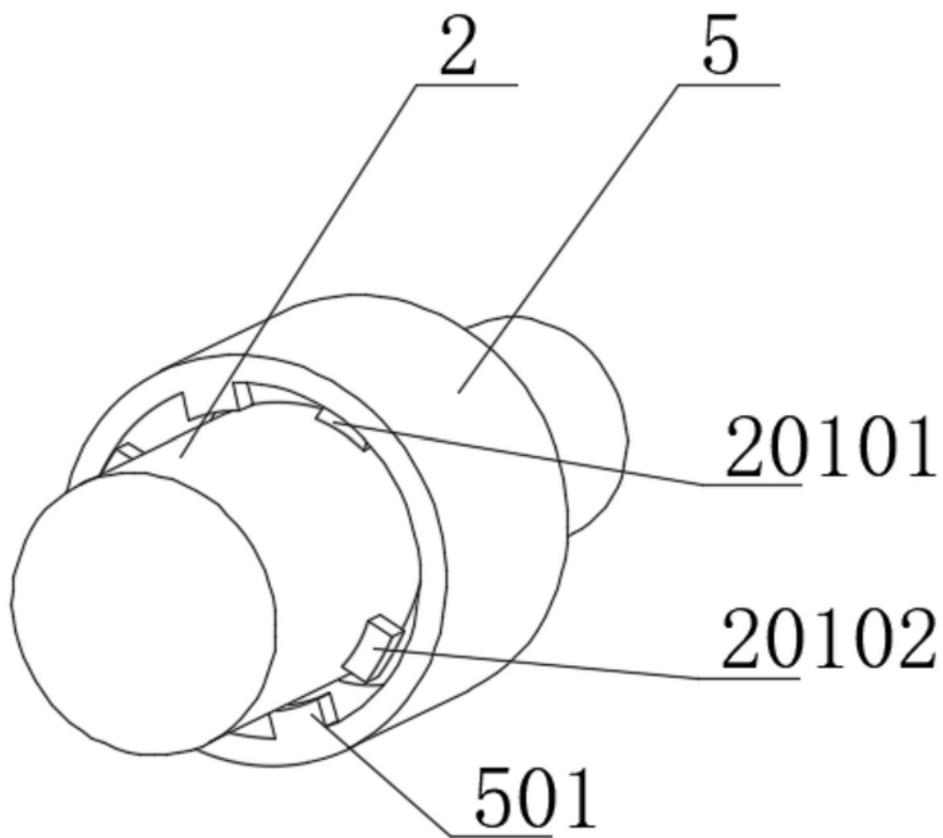


图13

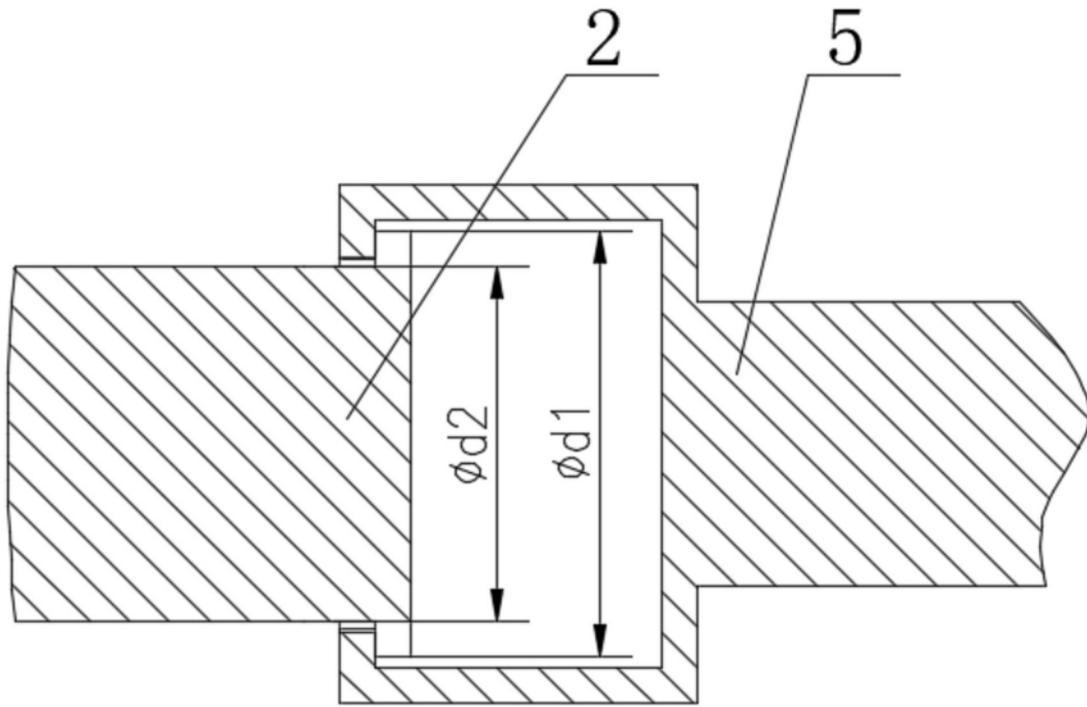


图14

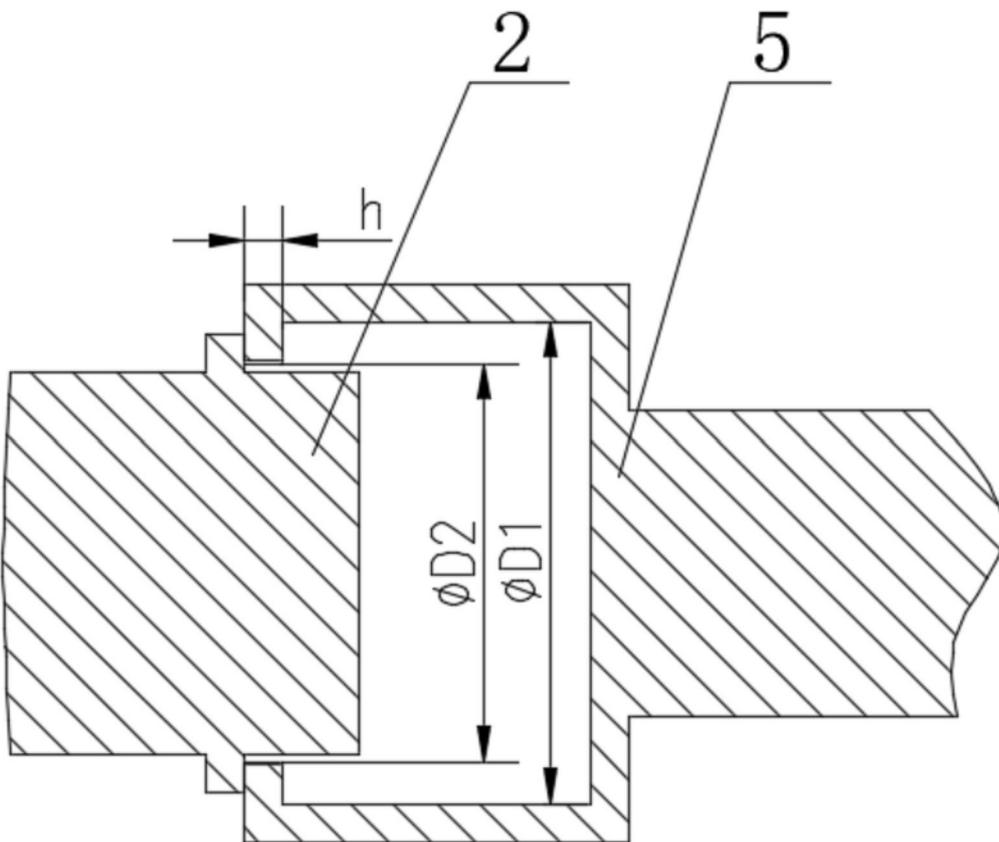


图15