



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103065538 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201210558909. X

(22) 申请日 2012. 12. 21

(73) 专利权人 中国石油大学(北京)
地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号

(72) 发明人 熊毅 樊建春 温东 王强
赵坤鹏 詹先觉 张晓昊

(51) Int. Cl.
G09B 25/02 (2006. 01)

(56) 对比文件
CN 201460863 U, 2010. 05. 12, 全文.
CN 201955275 U, 2011. 08. 31, 全文.
CN 1512032 A, 2004. 07. 14, 全文.

审查员 乔毅

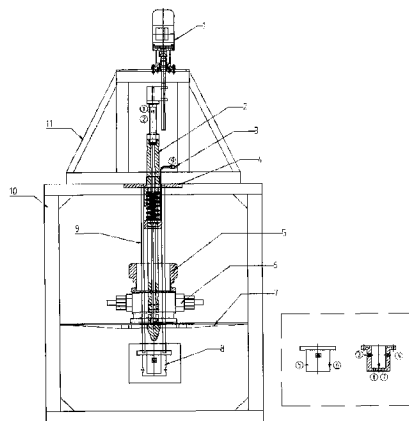
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种室内钻井事故及井控技术模拟试验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种室内钻井事故及井控技术模拟装置,该装置包括井喷模拟试验台、液压循环控制系统两个组成部分。其中井喷模拟试验台包括井架、防喷器组、套管、钻具、水龙头等模拟组件;液压循环控制系统包括流量表、压力表、电控阀门等组件,可以实现对典型钻井事故及其相应井控措施的模拟。模拟装置在实验室内构建,装置整体位于地面,无需打井作业;模拟装置采用有机玻璃管设计,可以直接观察事故模拟过程中套管内油气运输特性;模拟装置采用液压循环系统模拟事故流程中的油气流动,可以较为真实的模拟井喷事故的发生、发展过程。



1. 一种室内钻井事故模拟装置,包括:钻井事故模拟试验台架与液压循环系统,所述钻井事故模拟试验台架包括:钻具牵引电机组(1)、钻具装配体(2)、上连接法兰(4)、地面模拟板(7)、下连接法兰(8)、二层台模拟台架(10)和井架模拟台架(11),所述钻具牵引电机组(1)固定在井架模拟台架(11)上,并且通过传动机构与钻具装配体(2)连接,所述钻具牵引电机组(1)通过正反转带动所述钻具装配体(2)的上提和下放;所述上连接法兰(4)固定在所述二层台模拟台架(10)上,所述下连接法兰(8)通过固定机构固定在上连接法兰(4)上,其特征在于:所述钻井事故模拟实验台架还包括有机玻璃套管(9),所述有机玻璃套管(9)通过所述上连接法兰(4)和所述下连接法兰(8)固定安装到所述二层台模拟台架(10)上,其中所述钻具装配体(2)上设置有第一钻井液注入入口和第二钻井液/空气抽出口,所述下连接法兰(8)上设置有第三钻井液抽出口、第四钻井液注入入口、第五空气注入入口、第六钻井液抽出口、第七钻井液抽出口、第八空气注入入口,所述上连接法兰(4)上设置第九空气注入入口,以上各个钻井液注入入口、钻井液抽出口以及空气注入入口都分别与所述液压循环系统连接,所述液压循环系统包括:油箱,液位计,钻井液输入泵,减压阀,节流电磁阀,单向阀,压力传感器,液体流量计,比例溢流阀,空气压缩机,气体流量计,溢流阀,无泄漏电磁阀,安全泄压阀,气体单向阀,气体减压阀,针阀,气体节流阀,钻井液抽出泵,安全溢流阀,油层模拟泵和喷嘴,通过所述液压循环系统的调节控制,在所述钻井事故模拟实验台架内模拟钻井事故。

2. 根据权利要求1所述的室内钻井事故模拟装置,其特征在于:所述钻具装配体(2)包括方钻杆(12)、钻铤(13)、方钻杆钻铤连接头(14)、导向螺栓(15)、钻杆(17)、钻头(18)和弹簧(19),其中所述方钻杆(12)连接钻铤(13),并通过方钻杆钻铤连接头(14)与钻杆(17)连接,钻杆(17)连接钻头(18),其中所述方钻杆(12)、钻铤(13)和钻杆(17)是中空的,所述第一钻井液注入入口设置在方钻杆(12)顶部,钻井液进入该第一钻井液注入入口并流向钻杆(17)内部,通过钻杆(17)下端的开孔进入有机玻璃套管(9)内。

3. 根据权利要求2所述的室内钻井事故模拟装置,其特征在于:所述钻具装配体(2)还包括压力密封环(16),压力密封环(16)位于方钻杆钻铤连接头(14)与钻杆(17)之间,使得钻具装配体上下移动的过程中不破坏已在有机玻璃套管(9)内建立起来的压力平衡。

4. 根据权利要求3所述的室内钻井事故模拟装置,其特征在于:所述导向螺栓(15)通过螺纹连接固定在所述压力密封环(16)上,并穿过方钻杆钻铤连接头(14),为压力密封环(16)相对于钻杆(17)的轴向运动提供导向作用;所述弹簧(19)安装在方钻杆钻铤连接头(14)与压力密封环(16)之间,在钻井液充满有机玻璃套管(9)形成稳定的压力环境时保证弹簧未完全压缩,使得在方钻杆钻铤连接头(14)与压力密封环(16)之间留下一定的行程空间,为下放钻杆(17)提供缓冲环节,防止钻具牵引电机组(1)超载负荷而烧毁,同时保证钻具装配体(2)能够在压力环境下模拟起下钻。

5. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置相连的钻井液输入泵、第一节流电磁阀(5.1)和第一流量计(8.1),并连接至所述第一钻井液注入入口;在所述液压循环系统中设置相连的第二节流电磁阀(5.2)、第二流量计(8.2)和钻井液抽出泵,并连接至第三钻井液抽出口,通过开启所述钻井液输入泵并且调节第一节流电磁阀(5.1)控制钻井液注入流量,开启所述钻井液抽出泵并且调节第二节流电磁阀(5.2)控制钻井液抽出流量,所述第一流量计(8.1)测

量所述钻井液注入流量,所述第二流量计(8.2)测量所述钻井液抽出流量,当第一流量计(8.1)和第二流量计(8.2)示数相同时,在有机玻璃套管(9)内形成循环的钻井液。

6. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置相连的压力表(14.2)和溢流阀,并连接所述第七钻井液抽出口,设置所述溢流阀的溢流压力以模拟地层承受压力,所述压力表(14.2)测量有机玻璃套管(9)内钻井液压力,当所述钻井液压力大于所述溢流压力时,模拟井漏事故。

7. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置第五节流电磁阀(5.5)并连接至所述第六钻井液抽出口,通过调节第五节流电磁阀(5.5)模拟地层空洞容积,使得所述有机玻璃套管(9)内钻井液液面下降,模拟钻井液沉降事故。

8. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置单向阀,连接至所述第八空气注入口,快速上提所述钻具装配体(2)时,所述有机玻璃套管(9)内压力下降并形成负压,所述单向阀开启,外界空气通过所述单向阀进入所述有机玻璃套管(9),模拟抽吸事故。

9. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置相连的油层模拟泵(25)、第三节流电磁阀(5.3)和第一减压阀(4.2),并连接至所述第四钻井液注入口,在所述液压循环系统中设置第七节流电磁阀(5.7)并连接至所述第二钻井液/空气抽出口,开启所述油层模拟泵(25),并调节第三节流电磁阀(5.3)和第一减压阀(4.2)模拟控制地层内储油层压力侵入所述有机玻璃套管(9),通过关闭第七节流电磁阀(5.7)控制井喷事故。

10. 一种根据权利要求1-4任一项所述的室内钻井事故模拟装置的控制方法,其特征在于:在所述液压循环系统中设置相连的空气压缩机(10),调节气体减压阀(19)和气体节流阀(21),并连接至所述第五空气注入口,在所述液压循环系统中设置第七节流电磁阀(5.7)并连接至所述第二钻井液/空气抽出口,通过开启空气压缩机(10),调节气体减压阀(19)和气体节流阀(21)模拟控制地层内储气层压力入侵所述有机玻璃套管(9),模拟气侵过程,通过关闭第七节流电磁阀(5.7)控制井喷事故。

一种室内钻井事故及井控技术模拟试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及钻井事故模拟与井控技术培训系统,更具体地说,是一种能够安装在室内的,可以实现对钻井液循环、钻井液正常沉降、井漏、抽吸、溢流、油侵井喷、气侵井喷等常规钻井事故流程以及相应井控技术进行模拟的试验装置。

背景技术

[0002] 钻井事故是影响油气安全生产的重要事故形式之一,随着油田大开发战略的实施,钻井事故的发生越来越频繁,危害越来越大。因此,石油行业对钻井事故及其相应井控技术研究越来越重视。钻井事故及井控技术模拟装置就是为减小钻井事故发生频率,增加井控成功率,减少事故损失而开发的实验装置:一方面,可以为研究分析钻井事故发生流程、研究改进井控技术提供实验条件;另一方面,可以为现场岗位员工熟悉钻井事故流程、提高井控技术实战能力提供培训条件。

[0003] 传统的钻井事故及井控技术模拟试验装置主要分为两大类:一种为虚拟实验平台,通过计算机模拟构建各种钻井事故井下压力平衡状态,通过虚拟改变程序参数模拟井控技术实现;另一类为实验井模拟平台,通过构建上百米深的实验井模拟钻井事故及相应井控技术,实验井平台具有与真实油气井几乎相同的结构,只是地层内油气压力采用油泵和空气压缩机提供。

[0004] 然而,虚拟实验平台无法给参与培训人员直观的认识,所有压力条件建立过程都是通过程序实现,无法直观反映其建立过程,井控技术操作感不强;实验井平台则由于需要构建类似于真实井的实验井环境,存在投资较大,难以普及的主要缺点,且由于井下套管内油气状态无法直接观察,对钻井事故建立过程的展示性不强。

[0005] 可见,现有的钻井事故及井控技术模拟平台不能很好的满足现有钻井事故及井控技术模拟培训的需求,亟需一种可以弥补上述缺点的钻井事故及井控技术试验装置。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于,针对现有钻井事故模拟试验平台的不足之处,提供一种可以安装在室内的,无需打井作业的,能够对常见钻井事故提供可视化模拟的,低成本的钻井事故及井控技术模拟试验装置。

[0007] 本发明通过以下的技术方案实现:一种室内钻井事故模拟装置,包括:钻井事故模拟试验台架与液压循环系统,所述钻井事故模拟试验台架包括:钻具牵引电机组、钻具装配体、排气管、上连接法兰、地面模拟板、下连接法兰、有机玻璃套管、二层台模拟台架和井架模拟台架,所述钻具牵引电机组固定在井架模拟台架上,并且通过传动机构与钻具装配体连接,所述钻具牵引电机组通过正反转带动所述钻具装配体的上提和下放;所述上连接法兰固定在所述二层台模拟台架上,所述排气管贯穿所述上连接法兰;其特征在于:所述有机玻璃套管通过所述上连接法兰和所述下连接法兰固定安装到所述二层台模拟台架上,所述钻井事故模拟试验台架还包括相互独立的多个钻井液进出口,所述多个钻井液进出口

与上述液压循环系统连接所述液压循环系统通过泵和阀的调节控制,在上述模拟装置内构建不同的压力平衡条件,以实现对其井喷事故流程及相应井控技术的模拟。

[0008] 根据本发明的另一个方面,有机玻璃套管的管壁厚度及内径设计符合压力容器的强度标准。

[0009] 根据本发明的另一个方面,所述下连接法兰采用不锈钢材质,在下连接法兰上设置与上述液压循环系统连接的6个钻井液进出口。

[0010] 根据本发明的另一个方面,所述钻具装配体包括方钻杆、钻铤、方钻杆钻铤接头、导向螺栓、钻杆、钻头、弹簧,其中所述方钻杆连接钻铤,并通过方钻杆钻铤接头与钻杆连接,钻杆连接钻头,其中所述方钻杆、钻铤,钻杆是中空的,方钻杆顶部设置钻井液注入口,该钻井液注入口是所述多个钻井液进出口之一,钻井液进入该钻井液注入口并流向钻杆内部后通过钻杆下端的开孔进入有机玻璃套管内,通过下连接法兰上设置的钻井液抽出口被抽出有机玻璃套管,该钻井液抽出口是所述多个钻井液进出口之一。

[0011] 根据本发明的另一个方面,所述钻具装配体还包括压力密封环,压力密封环位于方钻杆钻铤接头与钻杆之间,密封钻具装配体与有机玻璃套管,使得钻具装配体上下移动的过程中不破坏已在有机玻璃套管内建立起来的压力平衡,其中所述压力密封环主体为不锈钢材质,其周围设置密封橡胶圈。

[0012] 根据本发明的另一个方面,导向螺栓通过螺纹连接固定在压力密封环上,并穿过方钻杆钻铤接头,为压力密封环相对于钻杆的轴向运动提供导向作用;弹簧安装在方钻杆钻铤接头与压力密封环之间,在钻井液充满有机玻璃套管形成稳定的压力环境时保证弹簧未完全压缩,使得在方钻杆钻铤接头与压力密封环之间留下一定的行程空间,为下放钻杆提供缓冲环节,防止钻具牵引电机组超载负荷而烧毁,同时保证钻具装配体能够在压力环境下模拟起下钻。

[0013] 根据本发明的另一个方面,所述液压循环系统包括:油箱,液位计,钻井液输入泵,减压阀,节流电磁阀,单向阀,压力传感器,液体流量计,比例溢流阀,空气压缩机,气体流量计,溢流阀,无泄漏电磁阀,安全泄压阀,气体单向阀,气体减压阀,针阀,气体节流阀,钻井液抽出泵,安全溢流阀,油层模拟泵和喷嘴。

[0014] 本发明的室内钻井事故及井控技术模拟装置的控制方法通过以下技术方案来实现:

[0015] 通过液压循环系统中的钻井液输入泵和第一节流电磁阀调节控制钻井液注入流量,通过液压循环系统中的钻井液抽出泵和第二节流电磁阀调节控制钻井液抽出流量,第一流量计测量所述钻井液注入流量,第二流量计测量所述钻井液抽出流量,当第一流量计和第二流量计示数相同时,在有机玻璃套管内形成稳定循环的钻井液。

[0016] 根据本发明的另一个方面,通过在液压循环系统中设置溢流阀溢流压力模拟地层承受压力,在液压循环系统中设置压力表,测量有机玻璃套管内钻井液压力,当所述钻井液压力大于所述溢流压力时,模拟地层压开,发生井漏事故。

[0017] 根据本发明的另一个方面,通过调节第三节流电磁阀模拟地层空洞容积,所述有机玻璃套管内钻井液液面下降模拟钻井液沉降,通过调节第一节流电磁阀,增加钻井液注入流量,模拟钻井液沉降事故。

[0018] 根据本发明的另一个方面,快速上提所述钻杆时,所述有机玻璃套管空间内压力

下降形成负压,液压循环系统中设置的单向阀开启,外界空气通过单向阀进入所述有机玻璃套管环空模拟抽吸事故。

[0019] 根据本发明的另一个方面,通过控制液压循环系统中的油层模拟泵,并调节第四节流电磁阀,第一减压阀模拟控制地层内储油层压力侵入所述有机玻璃套管,通过设置第一减压阀的压力高于第二减压阀的压力,模拟井喷事故模拟;通过关闭第五节流电磁阀模拟在钻进事故模拟试验台架上设置的防喷器的关闭,使得井喷事故得到控制。

[0020] 根据本发明的另一个方面,通过控制空气压缩机,调节气体减压阀,气体节流阀模拟控制地层内储气层压力入侵所述有机玻璃套管,模拟气侵过程。

附图说明

[0021] 图 1 为本发明的钻井事故及井控技术模拟试验装置整体图;

[0022] 图 2 为本发明的钻井事故及井控技术模拟试验装置的液压循环控制系统图;

[0023] 图 3 为本发明的钻具装配体结构图;

[0024] 图 4 为本发明的钻井液循环过程模拟示意图;

[0025] 图 5 为本发明的钻井液正常沉降过程模拟示意图;

[0026] 图 6 为本发明的井漏过程模拟示意图;

[0027] 图 7 为本发明的抽吸过程模拟示意图;

[0028] 图 8 为本发明的溢流过程模拟示意图;

[0029] 图 9 为本发明的井喷井涌过程模拟示意图;

[0030] 图 10 为本发明的气侵井喷过程模拟示意图。

[0031] 附图标号:

- | | | | |
|--------|------------|------------|----------|
| [0032] | 1、钻具牵引电机组 | 2、钻具装配体 | 3、排气管 |
| [0033] | 4、上连接法兰 | 5、环形防喷器 | 6、单闸板防喷器 |
| [0034] | 7、地面模拟板 | 8、下连接法兰 | 9、有机玻璃套管 |
| [0035] | 10、二层台模拟台架 | 11、井架模拟台架 | 12、方钻杆 |
| [0036] | 13、钻铤 | 14、方钻杆钻铤接头 | 15、导向螺栓 |
| [0037] | 16、压力密封环 | 17、钻杆 | 18、钻头 |
| [0038] | 19、弹簧 | | |

具体实施方式

[0039] 下面结合附图,详细描述本发明的具体实施方式,本发明不受下述实施案例限制,可根据本发明的技术方案与实际情况确定具体的实施方式。在描述中,在此所使用的某些术语仅用于参照,并不意味着进行限制。

[0040] 室内钻井事故及井控技术模拟装置,其由钻井事故模拟试验台架与液压循环系统组成。如图 1 所示,钻井事故模拟试验台架根据陆上石油钻井平台进行结构简化、尺寸缩小设计,为了便于室内地面安装,通过构建平台将模拟地面抬升,使得整个井下套管段位于室内地面上方。其包括:固定在井架模拟台架 11 上的钻具牵引电机组 1,采用钻具牵引电机组 1 代替传统的缆绳机构实现钻具起下钻,可以克服模拟钻具自重不够的缺点,钻具装配体 2,牵引电机组 1 和钻具装配体 2 通过传动机构连接,其中,传动机构可以是与牵引电机组 1

相连接的具有外螺纹的杆件和与钻具装配体 2 相连接的具有内螺纹的套件组成,通过牵引电机组 1 的正反转带动钻具装配体 2 的上提和下放。模拟实验台架还具有上连接法兰 4、其固定在二层台模拟台架 10 上,排气管 3 贯穿上连接法兰 4,用以收集并处理模拟过程中产生的由天然气、甲烷、氢气等可燃气体组成的混合气体。地面模拟板 7 上方设置有环形防喷器 5 和单闸板防喷器 6,防喷器也可以由单闸板、双闸板、环形和旋转防喷器任意一种和几种组合使用。通过多根固定柱固定连接于上连接法兰 4 上的下连接法兰 8,下连接法兰 8 采用不锈钢材质,为了便于事故模拟过程中进行观察,采用有机玻璃套管 9 模拟实际套管,应用压力容器标准对有机玻璃套管的内径及厚度进行设计校核,有机玻璃套管 9 通过上连接法兰 4 和下连接法兰 8 固定安装到二层台模拟台架 10 上,采用有机玻璃套管可以使使用者可以清楚的看到钻井事故的状态,有机玻璃套管 9 的管壁厚度及内径设计符合压力容器的强度标准,模拟实验台架还包括 9 个钻井液进出口,其中所述钻具装配体上设置有第一钻井液注入入口和第二钻井液 / 空气抽出口,所述下连接法兰上设置有第三钻井液抽出口、第四钻井液注入入口、第五空气注入入口、第六钻井液抽出口、第七钻井液抽出口、第八空气注入入口,所述上连接法兰上设置第九空气注入入口,这 9 个钻井液进出口通过高压软管与液压循环系统连接,所述液压循环系统通过泵和阀的调节控制,在所述模拟试验台架内构建不同的压力平衡条件,以实现井喷事故流程及相应井控技术的模拟。钻井液进出口相互独立,这里的相互独立是指每个钻井液进出口都可以被独立控制,并且可以与其它钻井液进出口组合起来协同工作,以模拟不同的钻井事故。

[0041] 为了模拟多种钻井事故及其相应井控技术,本发明设计了如图 2 所示的液压循环系统,通过各个电磁阀门、流量计、压力表的联合工作,控制有机玻璃套管内压力平衡状态,实现对各个钻井事故及其相应井控技术模拟,如图 2 所示,所述液压循环系统包括:顺序连接的钻井液注入泵 3 与减压阀 4.1、节流电磁阀 5.1、单向阀 6.1、高精度压力传感器 7.1、流量计 8.1,并与钻井液注入入口①连接,用于控制钻井液注入;钻井液 / 空气抽出口②依次连接比例溢流阀 9、节流电磁阀 5.7 和喷嘴 26,在油侵或气侵过程中可通过喷嘴 26 观察井喷事故,通过调节节流电磁阀 5.7 模拟防喷器组关闭,控制井喷事故。钻井液抽出口③依次连接节流电磁阀 23、钻井液抽出泵 22、液体流量计 8.2、高精度压力传感器 7.2、节流电磁阀 5.2,用于钻井液的抽出;钻井液注入入口④依次连接液体流量计 8.3、高精度压力传感器 7.3、单向阀 6.2、节流电磁阀 5.3、减压阀 4.2 和油层模拟泵 25,用于模拟油层压力侵入;空气注入入口⑤依次连接气体单向阀 18、气体流量计 12、低精度压力传感器 11、气体节流阀 21、针阀 20、气体减压阀 19 和空气压缩机 10,用以模拟气侵;钻井液抽出口⑥依次连接安全溢流阀 24、液体流量计 8.4、压力表 14.1、节流电磁阀 5.5,用以模拟地层空洞容积;钻井液抽出口⑦依次连接液体流量计 8.5、压力表 14.2、溢流阀 13、节流电磁阀 5.6,用以模拟井漏事故;空气注入入口⑧,连接单向阀 15,用以模拟抽吸事故;空气注入入口⑨并联无泄漏电磁阀 16 和安全泄压阀 17,在模拟装置工作时开启阀门连通空气,防止模拟装置内压力过高;其中,钻井液输入泵 3、节流电磁阀 5.2,5.5,5.6、油层模拟泵 25 和油箱 1 相连。优选的,将钻井液抽出泵 22 连接至钻井液抽出口⑥依次连接安全溢流阀 24、液体流量计 8.4、压力表 14.1、节流电磁阀 5.5 的液路上,由于模拟装置油量自身重力不足,采用钻井液抽出泵 22 可以使地层空洞的模拟效果更好。

[0042] 如图 3 所示,钻具装配体 2 由方钻杆 12、钻铤 13、方钻杆钻铤连接头 14、导向螺栓

15、压力密封环 16、钻杆 17、钻头 18、弹簧 19 组成,其中方钻杆 12 顶部开孔①为钻井液注入口,钻井液进入钻杆 17 内部后通过钻杆 17 下端的开孔进入有机玻璃套管 9 内,通过下连接法兰 8 的孔③被抽出有机玻璃套管 9,形成钻井液环空,导向螺栓 15 通过螺纹连接固定在压力密封环 16 上,并穿过方钻杆钻铤接头 14,为压力密封环 16 相对于钻杆 17 的轴向运动提供导向作用;弹簧 19 安装在方钻杆钻铤接头 14 与压力密封环 16 之间,在钻井液充满有机玻璃套管 9 形成稳定的压力环境时保证弹簧未完全压缩,使得在方钻杆钻铤接头 14 与压力密封环 16 之间留下一定的行程空间,为下放钻杆 17 提供缓冲环节,防止钻具牵引电机 1 超载负荷而烧毁,同时保证钻具装配体 2 能够在压力环境下模拟起下钻。由于模拟装置是室内地面安装,无需配套打井作业,无法如传统模拟试验装置一样依靠钻井液自身重力形成井下压力环境,本发明装置利用安装在钻杆 17 上的压力密封环 16 在有机玻璃套管 9 内形成密闭空间,利用液压循环系统为有机玻璃套管 9 内的钻井液提供压力,模拟实际套管内的钻井液井下压力,其中压力密封环主体为不锈钢材质,其周围设置密封橡胶圈。

[0043] 本发明通过液压循环系统的控制可以模拟以下几种钻井事故流程,结合图 2 及图 4-10,其具体控制方式说明如下:

[0044] 1、钻井液循环过程模拟:通过开启钻井液输入泵并且调节第一节流电磁阀 5.1 和减压阀 4.1 控制钻井液注入流量,当钻井液液面达到指定高度时,开启所述钻井液抽油泵并且调节第二节流电磁阀 5.2 控制钻井液抽出流量,所述第一流量计 8.1 测量所述钻井液注入流量,所述第二流量计 8.2 测量所述钻井液抽出流量,当第一流量计 8.1 和第二流量计 8.2 示数相同时,在有机玻璃套管 9 内形成稳定循环的钻井液。钻井液在 9 有机玻璃套管内的流动方向如图 4 所示。

[0045] 2、钻井液沉降及井控技术模拟:如图 5 所示,通过调节第五节流电磁阀的开度 5.5 模拟地层空洞容积,使得所述有机玻璃套管 9 内钻井液液面下降模拟钻井液沉降,模拟钻井液沉降事故。可通过调节节流电磁阀 5.1 开度,增加钻井液注入流量维持液面稳定,模拟钻井液沉降事故井控技术。

[0046] 3、井漏事故模拟:如图 6 所示,设置所述溢流阀的溢流压力以模拟地层承受压力,调节节流阀 5.2,减小钻井液抽出流量,钻井液液面上升模拟井下压力升高,通过压力表 14.2 读数观察有机玻璃套管内压力状态,当井下压力值超过溢流阀 13 设定值时,溢流阀 13 开启模拟井漏,可通过流量计 8.5 观察井漏流量,模拟井漏事故。

[0047] 4、抽吸事故模拟:如图 7 所示,钻具牵引电机 1 带动钻杆上提模拟钻具上提过程,当提升速度达到一定值时有机玻璃套管 9 内压力下降形成负压,所述单向阀开启,外界空气通过所述单向阀进入所述有机玻璃套管 9,模拟抽吸事故。停止提升钻杆模拟井控技术,如地层结构已破坏则进入溢流事故模拟环境。

[0048] 5、溢流事故及井控技术模拟:如图 8 所示,开启所述油层模拟泵 25,并调节第三节流电磁阀 5.3 和第一减压阀 4.2 模拟控制地层内储油层压力侵入所述有机玻璃套管 9,通过流量计 8.3 观察溢流流量,同时观察到套管内钻井液面上升,模拟发生溢流事故;可通过调节减压阀 4.1 模拟泵入高密度钻井液,通过压力表 7.1 观察套管内压力升高,当套管内压力升高大于油层压力时溢流停止,流量计 8.3 示数为零,模拟溢流事故井控技术。

[0049] 6、油侵井喷事故模拟:如图 9 所示,油层模拟泵 25 开启,调节节流电磁阀 5.3,减压阀 4.2 模拟地层内储油层原油侵入套管,且减压阀 4.2 设置压力高于钻井液注入泵减压

阀 4.1 设置压力,溢流井控失效,通过喷嘴 26 观察井喷事故模拟;可以通过关闭节流电磁阀 5.7 模拟防喷器组关闭,井喷事故得到控制。

[0050] 7、气侵井喷事故模拟:如图 10 所示,在所述液压循环系统中设置相连的空气压缩机 10,调节气体减压阀 19 和气体节流阀 21,并连接至所述第五空气注入口,在所述液压循环系统中设置相连的第七节流电磁阀 5.7 和喷嘴 26,并连接至所述第二钻井液/空气抽出口,空气压缩机 10 开启,调节气体减压阀 19,气体节流阀 21 模拟地层内储气层天然气侵入套管,通过喷嘴 26 观察井喷事故模拟;可以通过关闭节流电磁阀 5.7 模拟防喷器组关闭,井喷事故得到控制。

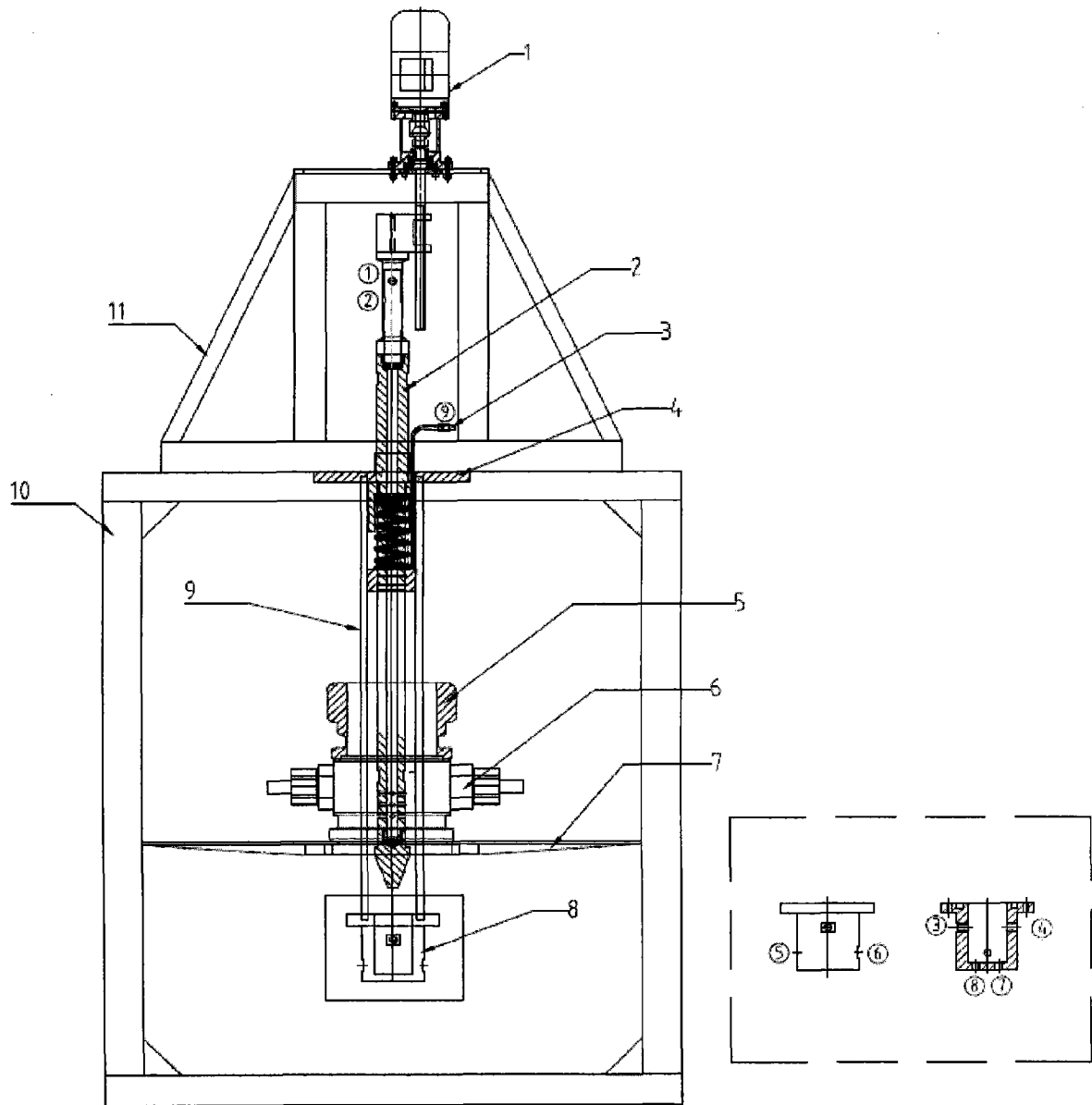


图 1

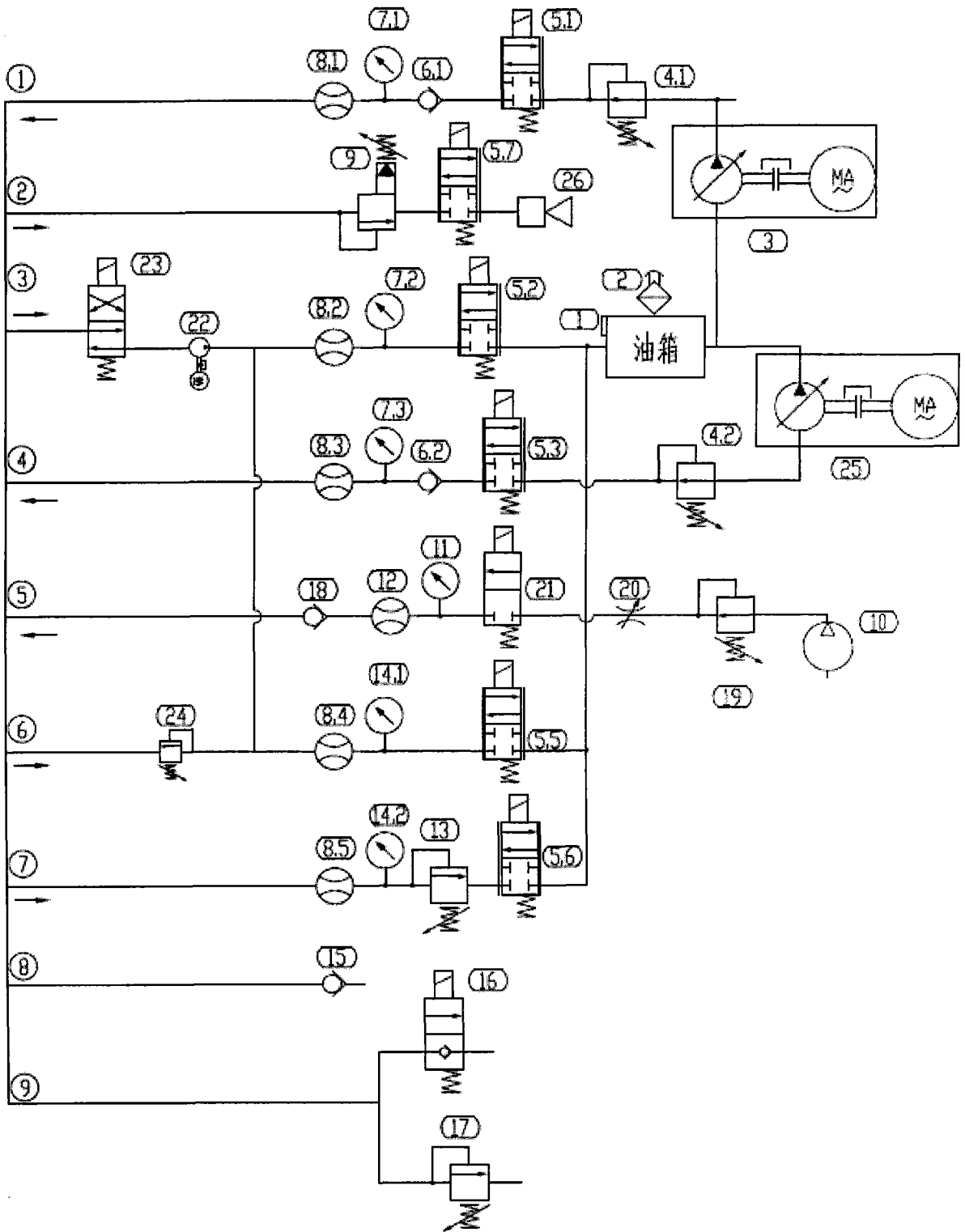


图 2

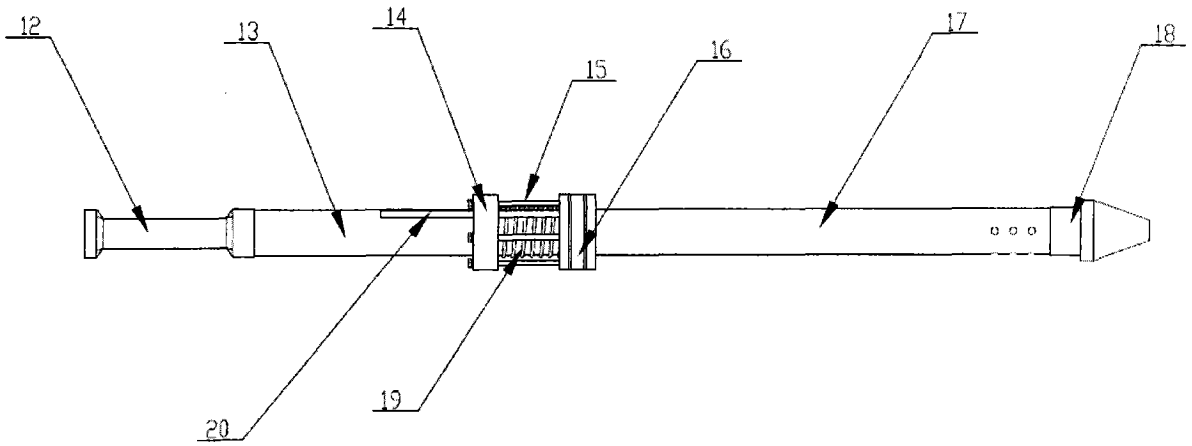


图 3

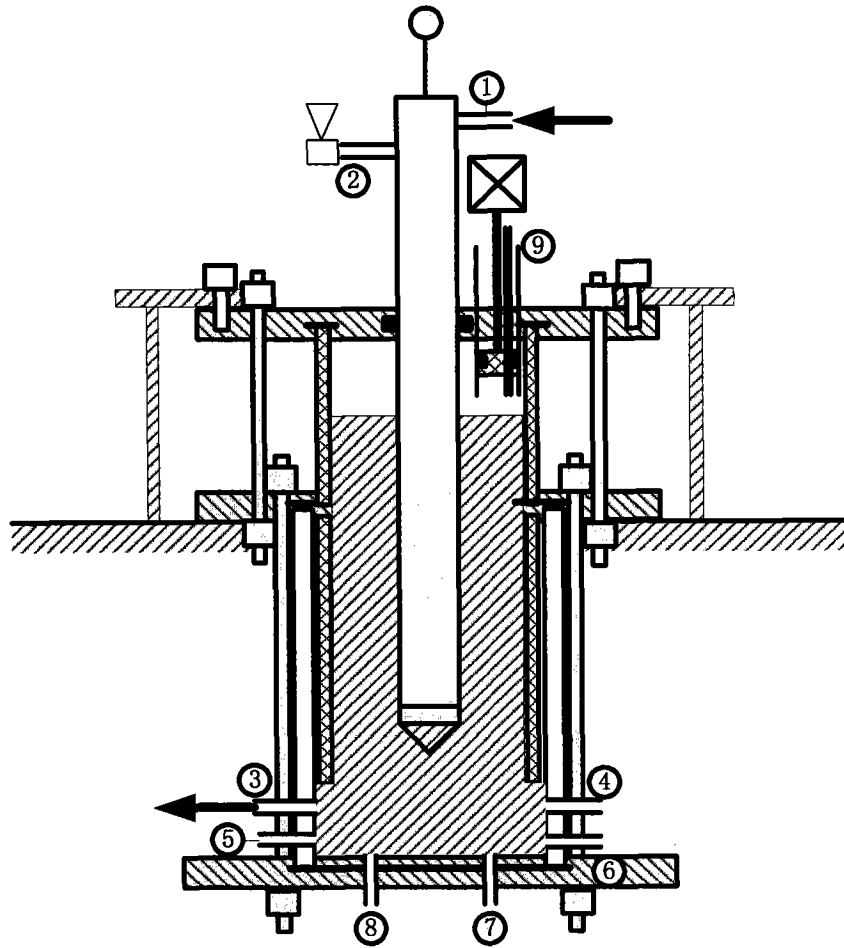


图 4

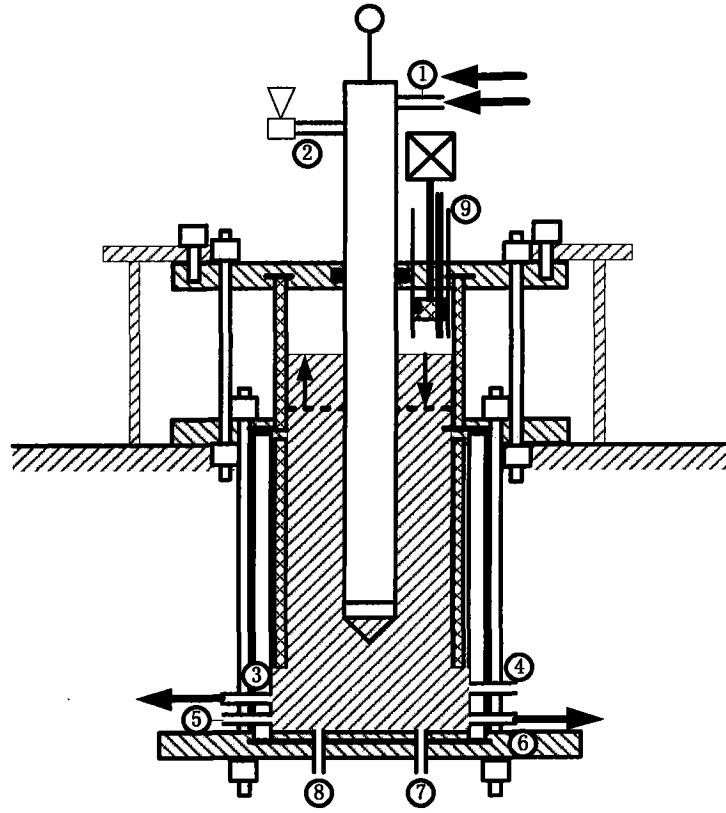


图 5

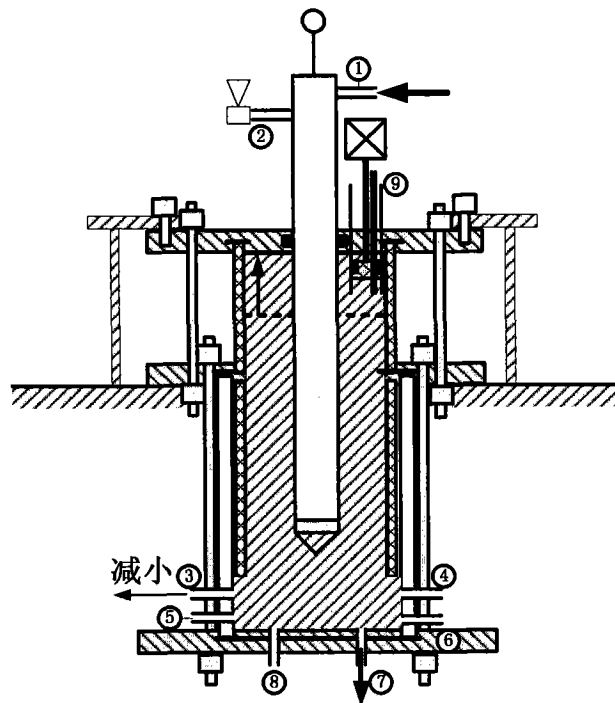


图 6

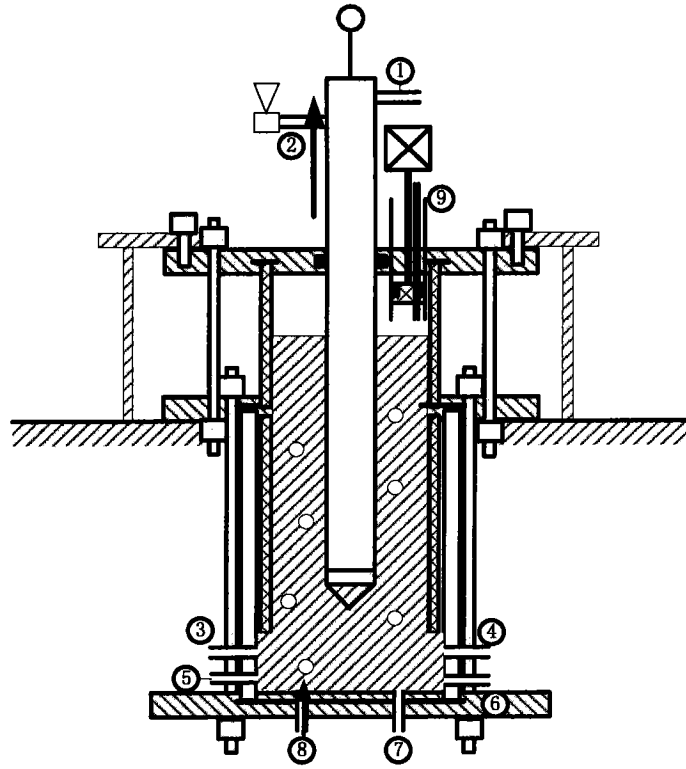


图 7

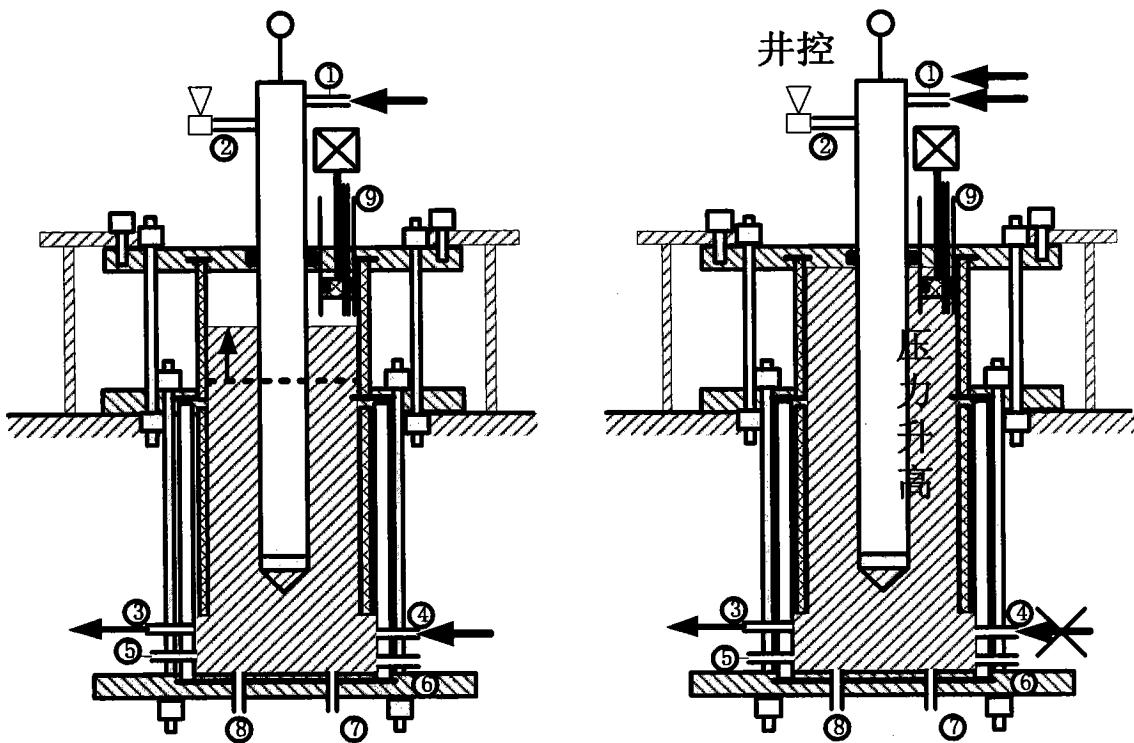


图 8

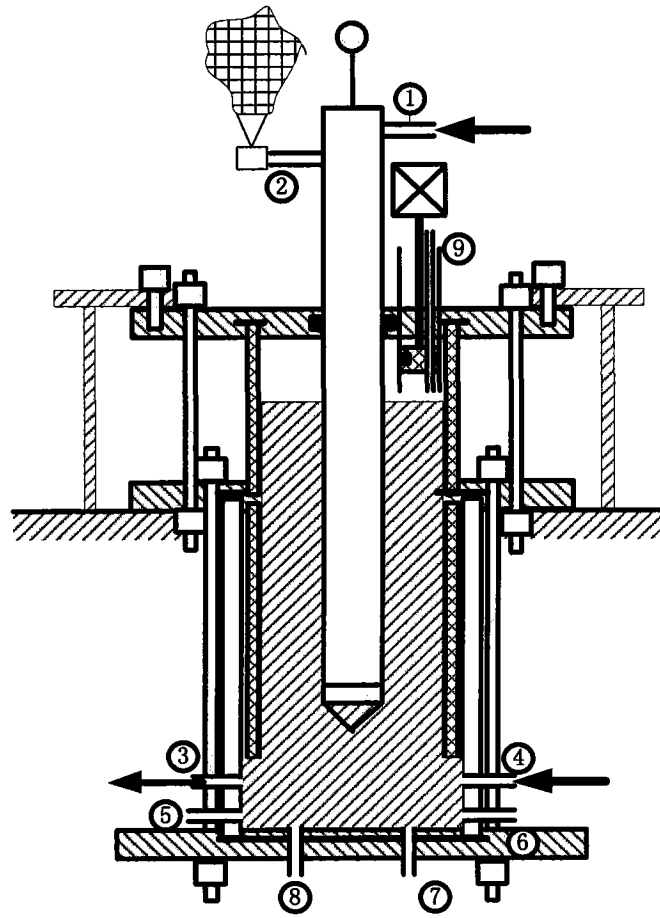


图 9

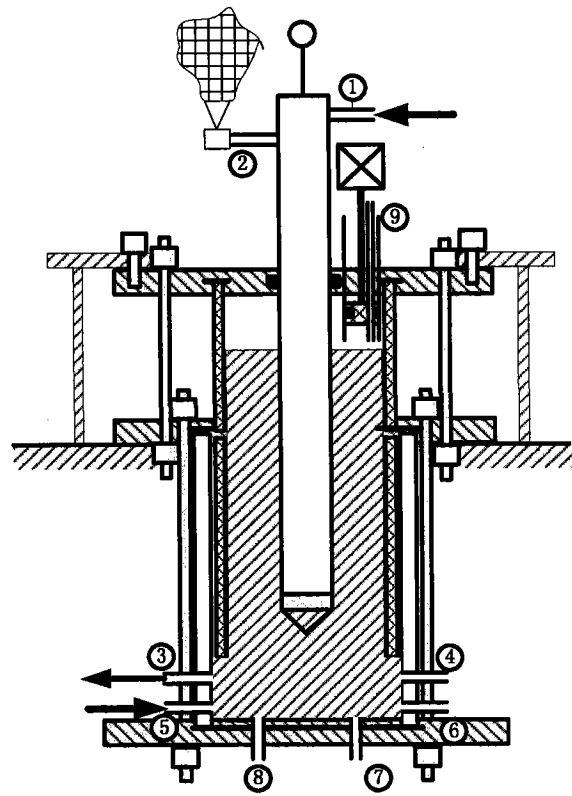


图 10