



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110500064 A

(43)申请公布日 2019. 11. 26

(21)申请号 201910839684.7

E21B 33/06(2006.01)

(22)申请日 2019.09.06

E21B 43/34(2006.01)

E21B 41/00(2006.01)

(71)申请人 中国石油集团川庆钻探工程有限公司

地址 610051 四川省成都市府青路1段3号
川庆钻探公司

申请人 中国石油天然气集团有限公司

(72)发明人 范黎明 邓虎 韩烈祥 邓柯
董仕明 蒋杰 李雷 黄崇君

(74)专利代理机构 成都中玺知识产权代理有限公司 51233

代理人 邢伟 谭昌驰

(51) Int. Cl.

E21B 43/00(2006.01)

E21B 43/16(2006.01)

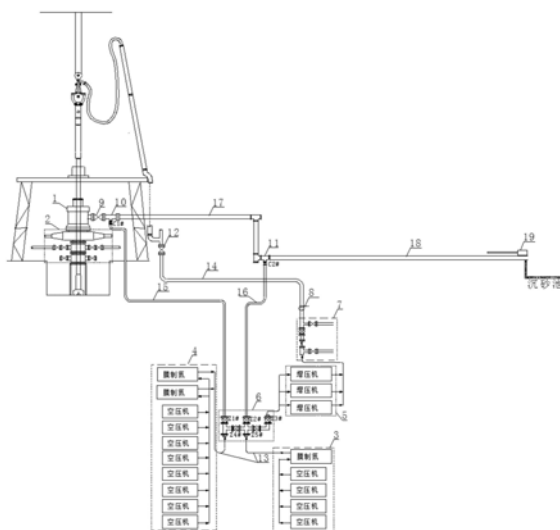
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其采用基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统来实现对井口可燃气体的抽吸作用,所述系统包括排砂管线、将井口与排砂管线连接的轴向斜喷抽吸助排机构、点火装置、注气单元和第一注气管汇;第一注气管汇将注气单元产生的惰性气体提供至斜喷抽吸助排机构以形成负压抽吸作用;点火装置设置在排砂管线出口端并将排砂管线排出的可燃气体点燃。本发明能够实现双通道抽吸、注气可调控的注氮气抽吸方法,消除了在地层出少量天然气条件下进行“起下钻、更换胶芯”等敞井作业时天然气溢出井口的安全风险,显著提升现场作业安全性,利于气体钻井提速优势发挥,适用于反循环钻井领域。



CN 110500064 A

1. 一种基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述安全作业方法采用基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统来实现对井口可燃气体的抽吸作用,所述井口安全作业系统包括排砂管线、第一轴向斜喷抽吸助排机构、点火装置、注气单元和第一注气管汇,其中,

所述第一轴向斜喷抽吸助排机构包括同轴设置的下芯管、中芯母管、中芯公管、上芯管、基础法兰、注气壳体和喷射法兰,其中,基础法兰具有能够与井口连接的左侧部,以及通过防转动构件与注气壳体紧固连接的右侧部;下芯管具有插入基础法兰并通过第一密封件与基础法兰的内圆周壁紧密接触的左侧部,以及插入喷射法兰的左侧并通过第二密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触的右侧部;喷射法兰位于注气壳体内部,且喷射法兰的圆周壁上贯穿开设有一个或两个以上的喷射孔;中芯母管具有螺纹内壁,以及插入注气壳体并与注气壳体以不可转动的方式连接的左侧部,并且中芯母管的所述左侧部通过第三密封件与注气壳体紧密接触;中芯公管具有插入喷射法兰的右侧并且通过第四密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触的左侧部,插入上芯管的左侧并且通过第五密封件与上芯管的内圆周壁紧密接触的右侧部,设置在中芯公管外壁上且能够与所述中心母管的螺纹内壁配合的螺纹,以及能够在外力作用下使中芯公管转动的回转配合部,所述回转配合部能够使所述中芯公管通过转动实现向左或向右移动,以通过中芯公管的所述左侧部的左端相应实现对上述喷射孔的关闭或打开;上芯管具有能够与排砂管线连接的右侧部,并且所述上芯管的左侧与中芯母管的右端具有间隔;注气壳体具有与所述喷射孔连通的一个或两个以上的注气接头;

所述注气单元产生惰性气体;

所述第一注气管汇将注气单元产生的惰性气体提供至第一轴向斜喷抽吸助排机构的注气壳体的所述一个或两个以上的注气接头,以在第一轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用;

所述点火装置设置在排砂管线出口端并能够将排砂管线排出的可燃气体点燃。

2. 根据权利要求1所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述井口安全作业系统还包括第二轴向斜喷抽吸助排机构和第二注气管汇,所述第二轴向斜喷抽吸助排机构设置在排砂管线的转弯处;所述第二注气管汇将注气单元产生的惰性气体提供至第二轴向斜喷抽吸助排机构以在第二轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用。

3. 根据权利要求1或2所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述井口安全作业系统还包括第三注气管汇和增压机,所述增压机的进气端通过阀门与注气单元连接,所述第三注气管汇将增压机的出气端与井口连通,第三注气管汇能够耐受预定的高压。

4. 根据权利要求3所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述井口安全作业系统还包括低压闸阀组,所述低压闸阀组设置在注气单元与第一、第二和第三注气管汇之间。

5. 根据权利要求3所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述井口安全作业系统还包括设置在第三注气管汇上的泄压撬体。

6. 根据权利要求3所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在于,所述安全作业方法用于氮气钻进作业时地层出预定量天然气的情况。

7. 根据权利要求1所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在於,所述中芯母管的左侧部的一部分设置为横截面呈多边形结构,并且所述注气壳体与中芯母管的左侧部的所述一部分配合的部分具有相应的多边形凹入,以限制中芯母管与注气壳体之间的相互转动。

8. 根据权利要求1所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在於,所述第一轴向斜喷抽吸助排机构还包括上芯管卡接件,所述上芯管卡接件能够将中芯公管的右侧部与上芯管卡紧并限制上芯管与中芯公管之间的轴向位移。

9. 根据权利要求1所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在於,所述安全作业方法用于氮气钻井期间时地层出预定量天然气时进行起下钻作业、或进行更换胶芯作业的情况。

10. 根据权利要求6或9所述的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,其特征在於,所述安全作业方法用于处理地层出可燃气体的量 $\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$ 的情况。

基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钻井(钻探)工程技术领域,具体来讲,涉及一种采用惰性气体(例如,氮气)抽吸井口可燃气体的安全作业方法,可用于石油天然气钻井技术领域,也适用于反循环钻井领域。

背景技术

[0002] 通常,气体钻井技术具有提速、治漏及保护储层等优势,近年来在川渝、新疆、青海等油气区块得到了广泛应用,同比常规钻井提速3倍以上。难钻性差的含气层段采用气体钻井提速愈发普遍,一旦钻遇地层出少量天然气时($\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),循环介质转换为惰性气体氮气以避免井下燃爆事故发生,但常常因为缺少环形防喷器、钻具尺寸大无法通过旋转控制头总成等原因,在起下钻、更换胶芯等敞井作业时,存在天然气可能溢出井口,带来了较大安全隐患。

[0003] 现阶段没有解决地层出少量天然气条件下进行“起下钻、更换胶芯”等敞井作业时天然气溢出井口这一难题的有效措施,当前主要通过开启钻台上下防爆排风扇吹散可能溢出的天然气,防止其聚集。此处理方法存在诸多不足:①属被动控制措施,不能从根本上阻止天然气溢出井口,而仅能通过排风扇吹散可能溢出的天然气;②尽管防爆排风扇能够吹散溢出天然气,避免聚集,但钻台、井口操作人员仍需直接面对可能溢出的天然气,存在较大安全隐患,尤其进行敲击作业;③因无法确保现场作业安全,在钻遇地层出少量天然气时($\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),常常被迫提前终止气体钻井作业,不利于提速优势发挥。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决现有技术存在的上述不足中的至少一项。

[0005] 例如,本发明的一个目的在于提供一种能够对石油天然气钻井或钻探井口所形成的可燃气体进行安全处理的方法。本发明的另一目的在于解决地层出少量天然气条件下气体钻井敞井作业时的安全难题,以提高含气层段气体钻井敞井作业安全性,延长气体钻井进尺,从而利于气体钻井提速优势发挥,甚至于填补地层出少量天然气时气体钻井敞井作业安全工艺措施的空白。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法,所述安全作业方法采用基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统来实现对井口可燃气体的抽吸作用,所述井口安全作业系统包括排砂管线、第一轴向斜喷抽吸助排机构、点火装置、注气单元和第一注气管汇,其中,所述第一轴向斜喷抽吸助排机构包括同轴设置的下芯管、中芯母管、中芯公管、上芯管、基础法兰、注气壳体 and 喷射法兰,其中,基础法兰具有能够与井口连接的左侧部,以及通过防转动构件与注气壳体紧固连接的右侧部;下芯管具有插入基础法兰并通过第一密封件与基础法兰的内圆周壁紧密接触的左侧部,以及插入喷射法兰的左侧并通过第二密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触的右侧部;喷射法兰位于注气壳体内部,且喷射法兰的圆周壁上贯穿开设有一个或两个以上的喷射孔;中芯母管具有

螺纹内壁,以及插入注气壳体并与注气壳体以不可转动的方式连接的左侧部,并且中芯母管的所述左侧部通过第三密封件与注气壳体紧密接触;中芯公管具有插入喷射法兰的右侧并且通过第四密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触的左侧部,插入上芯管的左侧并且通过第五密封件与上芯管的内圆周壁紧密接触的右侧部,设置在中芯公管外壁上且能够与所述中心母管的螺纹内壁配合的螺纹,以及能够在外力作用下使中芯公管转动的回转配合部,所述回转配合部能够使所述中芯公管通过转动实现向左或向右移动,以通过中芯公管的所述左侧部的左端相应实现对所述喷射孔的关闭或打开;上芯管具有能够与排砂管线连接的右侧部,并且所述上芯管的左侧与中芯母管的右端具有间隔;注气壳体具有与所述喷射孔连通的一个或两个以上的注气接头;所述注气单元产生惰性气体;所述第一注气管汇将注气单元产生的惰性气体提供至第一轴向斜喷抽吸助排机构的注气壳体的所述一个或两个以上的注气接头,以在第一轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用;所述点火装置设置在排砂管线出口端并能够将将从排砂管线排出的可燃气体点燃。所述安全作业方法可用于氮气钻井期间时地层出预定量天然气时进行起下钻作业、或进行更换胶芯作业的情况。例如,所述安全作业方法可用于处理地层出可燃气体的量 $\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$ 的情况。

[0007] 在本发明的一个示例性实施例中,所述井口安全作业系统还可包括第二轴向斜喷抽吸助排机构和第二注气管汇,所述第二轴向斜喷抽吸助排机构设置在排砂管线的转弯处;所述第二注气管汇将注气单元产生的惰性气体提供至第二轴向斜喷抽吸助排机构以在第二轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用。

[0008] 在本发明的一个示例性实施例中,所述井口安全作业系统还可包括第三注气管汇和增压机,所述增压机的进气端通过阀门与注气单元连接,所述第三注气管汇将增压机的出气端与井口连通,第三注气管汇能够耐受预定的高压。此外,所述井口安全作业系统还可包括低压闸阀组,所述低压闸阀组设置在注气单元与第一、第二和第三注气管汇之间。另外,所述井口安全作业系统还可包括设置在第三注气管汇上的流量计、立管平板阀和/或泄压撬体。这里,所述安全作业方法可用于氮气钻进作业时地层出预定量天然气的情况。例如,所述安全作业方法可用于处理地层出可燃气体的量 $\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$ 的情况。

[0009] 在本发明的一个示例性实施例中,所述注气单元可包括一组或两组以上的制氮单元。另外,所述制氮单元可以由一台或两台以上的膜制氮和一台或两台以上的空压机构成。

[0010] 在本发明的一个示例性实施例中,所述中芯母管的左侧部的一部分设置为横截面可呈多边形结构,并且所述注气壳体与中芯母管的左侧部的所述一部分配合的部分具有相应的多边形凹入,以限制中芯母管与注气壳体之间的相互转动。

[0011] 在本发明的一个示例性实施例中,所述第一轴向斜喷抽吸助排机构还可包括上芯管卡接件,所述上芯管卡接件能够将中芯公管的右侧部与上芯管卡紧并限制上芯管与中芯公管之间的轴向位移。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括以下内容中的一项或多项:

[0013] (1) 在排砂管线的特定位置增设轴向斜喷抽吸助排机构,通过向排砂管线内注入一定量氮气,氮气在排砂管线内的高速流动,在井口位置产生一定抽吸力,将井筒天然气吸导至排砂管线内,避免其溢出井口;

[0014] (2) 所增设的两个轴向斜喷抽吸助排机构,分别安装在井口旋转控制头侧出口位置及井场内排砂管线“Z”字型落地三通位置;

[0015] (3) 优化改进注气单元结构及连接方式,引入低压闸阀组,通过对其闸阀的操控,实现不同工况条件下氮气注入模式的切换,及不同轴向斜喷抽吸助排机构处注入氮气量的独立调控;

[0016] (4) 在排砂管线出口处设置自动点火装置,将抽吸至排砂管线出口的天然气点火燃烧排空;

[0017] (5) 该方法提供了在地层出少量天然气条件下进行“起下钻、更换胶芯”等敞井作业时安全作业方法,消除了井筒天然气溢出井口可能引发的安全风险,提高含气层段气体钻井作业安全性,更利于气体钻井提速优势发挥。

附图说明

[0018] 图1a示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构沿轴向的剖面结构示意图;

[0019] 图1b示出了图1a中的M的局部放大示意图;

[0020] 图2示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构的外观示意图;

[0021] 图3示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构处于打开状态的剖面结构示意图;

[0022] 图4示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构在更换喷射法兰的示意图;

[0023] 图5示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构的外观效果图;

[0024] 图6示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统的结构示意图。

[0025] 附图标记说明:

[0026] A1-下芯管、A2-基础法兰、A3-注气壳体、A4-喷射法兰、A5-中芯管(母)、A6-上芯管卡环、A7-上芯管法兰、A8-上芯管、A9-中芯管(公)、A10-注气接头、A11-内六角螺钉、A12-上芯管卡环紧定螺栓;

[0027] 1-旋转控制头、2-井口防喷器组、3-第一制氮单元、4-第二制氮单元、5-增压机组、6-低压闸阀组、7-泄压撬体、8-流量计、9-井口液动平板阀、10-1#轴向斜喷抽吸助排机构、11-2#轴向斜喷抽吸助排机构、12-立管平板阀、13-低压注气管线、14-高压注气管线、15-1#抽吸管线、16-2#抽吸管线、17-井场内排砂管线、18-井场外排砂管线、19-自动点火装置。

具体实施方式

[0028] 在下文中,将结合示例性实施例来详细说明本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法。

[0029] 在本发明的一个示例性实施例中,所述基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法采用基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统来实现对井口和/或排砂管线的转弯处的可燃气体、砂子、混合物等的抽吸作用。

[0030] 基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统可包括排砂(或排沙)管线、第一轴向

斜喷抽吸助排机构、点火装置、注气单元和第一注气管汇。

[0031] 第一轴向斜喷抽吸助排机构能够将井口与排砂管线直接或间接连接。具体来讲,第一轴向斜喷抽吸助排机构的上游端可与井口直接或间接连接,第一轴向斜喷抽吸助排机构的下游端可与排砂管线连接。例如,第一轴向斜喷抽吸助排机构的上游端可通过井口液动平板阀与井口的旋转控制头连接。然而,本发明不限于此。另外,第一轴向斜喷抽吸助排机构可设置有一个或多个轴向倾斜喷孔,所述一个或多个轴向倾斜喷孔与第一注气管汇连通,以产生与轴向倾斜的喷射气流,从而形成负压抽吸作用。所述轴向是指沿第一轴向斜喷抽吸助排机构的中心轴线的方向。所述第一轴向斜喷抽吸助排机构的上游端和下游端是相对于沿所述轴向流动的流体流动方向而言的。

[0032] 注气单元用于产生惰性气体(例如,氮气)。例如,注气单元相当于一个惰性气源。注气单元可包括一组或两组以上的制氮单元。制氮单元可以由一台或两台以上的膜制氮和一台或两台以上的空压机构成。然而,本发明不限于此,其它能够形成惰性气体的装置亦可。

[0033] 第一注气管汇能够将注气单元产生的惰性气体提供至第一轴向斜喷抽吸助排机构,以在第一轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用。例如,第一注气管汇可将惰性气体提供至第一轴向斜喷抽吸助排机构的所述一个或多个轴向倾斜喷孔,以产生与轴向倾斜的喷射气流,从而在第一轴向斜喷抽吸助排机构的内周壁中形成负压抽吸作用,进而对与第一轴向斜喷抽吸助排机构连接的井口处的含有可燃气体的流体产生良好的抽吸作用。对于在地层出少量天然气条件下(例如, $\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),氮气钻井期间进行更换胶芯作业或起下钻作业等敞井作业的情况,对于仅设置第一注气管汇而不设置第二注气管汇和第二抽吸短接的情况,第一注气管汇中的氮气流量视排沙管线长度和直角转弯的数量而定,通常可以为 $30\sim 60\text{m}^3/\text{min}$ 。然而,本发明不限于此。

[0034] 点火装置可设置在排砂管线出口端,并能够将排砂管线排出的可燃气体点燃。点火装置可以为自动或远程点火装置,以进一步提高操作安全。

[0035] 在本发明的一个示例性实施例中,第一轴向斜喷抽吸助排机构可包括:同轴设置的下芯管、中芯母管、中芯公管、上芯管、基础法兰、注气壳体和喷射法兰。

[0036] 基础法兰的左侧能够与井口直接或间接连接;其右侧通过防转动构件与注气壳体紧固连接。例如,基础法兰的左侧可通过井口液动平板阀与井口的旋转控制头连接。防转动构件能够限制注气壳体与基础法兰之间的相对转动。例如,防转动构件可以为内多角螺钉,然而本发明不限于此。此外,这里的防转动构件还可具有便于人为拆卸的结构,从而在需要更换不同规格的喷射法兰时便于拆卸操作。

[0037] 下芯管的左侧插入基础法兰,并通过第一密封件与基础法兰的内圆周壁紧密接触,以便使下芯管与基础法兰密封套接;下芯管的右侧插入喷射法兰的左侧,并通过第二密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触,以便使下芯管与喷射法兰密封套接。第一密封件、第二密封件可以由相互配合的密封圈与密封槽构成,然而,本发明不限于此,其它能够实现有效密封作用的构件亦可。

[0038] 喷射法兰位于注气壳体内部,且喷射法兰的圆周壁上贯穿开设有一个或两个以上的喷射孔。喷射孔的中轴线可与喷射法兰的中轴线呈锐角、直角或钝角。

[0039] 中芯母管具有螺纹内壁。中芯母管的左侧插入注气壳体,并与注气壳体以不可转

动的方式连接;并且中芯母管的该左侧的外圆周壁通过第三密封件与注气壳体的内周壁紧密接触,以便使中芯母管与注气壳体密封套接。第三密封件可以由相互配合的密封圈与密封槽构成,然而,本发明不限于此,其它能够实现有效密封作用的构件亦可。此外,中芯母管的左侧的一部分可设置为横截面呈多边形结构,并且注气壳体与中芯母管的左侧的该一部分配合的部分具有相应的多边形凹入,以避免中芯母管与注气壳体之间发生相互转动。

[0040] 中芯公管的左侧插入喷射法兰的右侧,并且通过第四密封件与喷射法兰的内圆周壁紧密接触,以便使中芯公管与喷射法兰密封套接。中芯公管的右侧插入上芯管的左侧,并且通过第五密封件与上芯管的内圆周壁紧密接触,以便使中芯公管与上芯管密封套接。第四密封件或第五密封件可以由相互配合的密封圈与密封槽构成,然而,本发明不限于此,其它能够实现有效密封作用的构件亦可。中芯公管还具有设置在其外壁上且能够与上述中心母管的螺纹内壁配合的螺纹,以及能够在转动外力作用(例如,人工或机械的转动动力)下使中芯公管围绕其中轴线转动的回转配合部。例如,回转配合部可以为设置在中芯公管的外壁上位于上芯管与中芯母管之间的位置处的一个或多个回转孔。这里,回转配合部能够使中芯公管通过外力转动实现沿螺纹的向左移动,从而通过中芯公管的左侧的端部实现对喷射法兰的喷射孔的关闭或遮挡,以阻止经由注气壳体进入喷射法兰的喷射孔的气流进入管路。回转配合部也能够使中芯公管通过外力转动实现沿螺纹的向右移动,从而通过中芯公管的左侧的端部实现对喷射法兰的喷射孔的打开或远离,以使经由注气壳体进入喷射法兰的喷射孔的气流进入管路。

[0041] 上芯管的右侧能够与排砂管线直接或间接连接,并且上芯管的左侧与中芯母管的右端之间具有间隔。中芯公管的回转配合部即可位于该间隔内。此外,抽吸助排机构还可在上述结构基础上进一步包括上芯管法兰。上芯管法兰便于将上芯管的右侧与排砂管线连接。

[0042] 注气壳体具有一个或多个注气接头。注气接头能够通过第一注气管汇将注气单元产生的惰性气体(例如,氮气)注入注气壳体内。注气接头可直接与喷射法兰的喷射孔连通,也可通过注气壳体的内部空间与喷射法兰的喷射孔连通,以便将惰性气体通过喷射法兰的喷射孔喷射入管路中。

[0043] 此外,第一轴向斜喷抽吸助排机构还可在上述结构基础上进一步包括上芯管卡接件。上芯管卡接件能够将中芯公管的右侧与上芯管卡紧,并限制上芯管与中芯公管之间的轴向位移,从而能够更加有效地确保上芯管与中芯公管的密封效果,避免因中芯公管的左右移动而导致中芯公管与上芯管的密封不牢固。然而,本发明不限于此,例如,可以通过合理设置第五密封件的结构、或者中芯公管的右侧与上芯管的左侧之间的重合方式和重合尺度来确保上芯管与中芯公管的密封效果,进而避免因中芯公管的左右移动而导致中芯公管与上芯管的密封不牢固。

[0044] 上述第一轴向斜喷抽吸助排机构可以安装在井口位置,其产生的抽吸作用可将井口流体(如天然气等可燃气体或气固混合相、气液固混合相等多相流体等)吸至排砂管汇内,从而提高了作业安全性。

[0045] 在本发明的另一个示例性实施例中,基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法所使用的安全作业系统在包括上述示例性实施例对应的安全作业系统的结构的基础上,还可进一步包括第二轴向斜喷抽吸助排机构和第二注气管汇。

[0046] 第二轴向斜喷抽吸助排机构可设置在排砂管线的转弯处,例如,直角转弯处。第二轴向斜喷抽吸助排机构能够将排砂管线的转弯处彼此临近的两个管体连接起来,并对所述转弯处形成负压抽吸作用。具体来讲,第二轴向斜喷抽吸助排机构的上游端可与转弯处连接,第二轴向斜喷抽吸助排机构的下游端可与随后的一个管体连接。然而,本发明不限于此。另外,第二轴向斜喷抽吸助排机构可设置有一个或多个轴向倾斜喷孔,一个或多个轴向倾斜喷孔通过第二注气管汇与注气单元连通,以产生与轴向倾斜的喷射气流,从而形成负压抽吸作用。这里的轴向是指沿第二轴向斜喷抽吸助排机构的中心轴线的方向。所述第二轴向斜喷抽吸助排机构的上游端和下游端是相对于沿第二轴向斜喷抽吸助排机构的轴向流动的流体流动方向而言的。

[0047] 第二注气管汇可以将注气单元产生的惰性气体提供至第二轴向斜喷抽吸助排机构,以在第二轴向斜喷抽吸助排机构中形成负压抽吸作用。例如,第二注气管汇可将惰性气体提供至第二轴向斜喷抽吸助排机构的一个或多个轴向倾斜喷孔,以产生与第二轴向斜喷抽吸助排机构的轴向倾斜的喷射气流,从而在第二轴向斜喷抽吸助排机构的内周壁中形成负压抽吸作用,进而对第二轴向斜喷抽吸助排机构连接所处的排砂管线的转弯处的固体(例如,砂)、气体、液体或混合相产生良好的抽吸作用。对于在地层出少量天然气条件下(例如, $\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),氮气钻井期间进行更换胶芯作业或起下钻作业等敞井作业的情况,对于同时设置第一注气管汇和第二注气管汇的情况,第一注气管汇中的氮气流量可以为 $50\sim 75\text{m}^3/\text{min}$,第二注气管汇中的氮气流量可以为 $25\sim 50\text{m}^3/\text{min}$ 。然而,本发明不限于此。

[0048] 需要说明的是,第二轴向斜喷抽吸助排机构可具有与第一轴向抽吸助排机构相同的结构,区别仅在于第二轴向斜喷抽吸助排机构安装在排砂管线的转弯处并通过第二注气管汇与注气单元连接;而第一轴向斜喷抽吸助排机构安装井口位置处并通过第一注气管汇与注气单元连接。具体来讲,对于第二轴向斜喷抽吸助排机构而言,其通过基础法兰的左侧能够与排砂管线拐弯处的连接,通过上芯管的右侧能够与拐弯处之后的管体连接,并通过注气壳体的一个或多个注气接头和第二注气管汇与注气单元连通。

[0049] 上述第二轴向斜喷抽吸助排机构可以安装在管线转弯下游等位置,其产生的抽吸作用可进一步为排砂管线内的流体(如天然气等可燃气体或气固混合相、气液固混合相等多相流体等)提供抽吸力,也可大幅降低转弯处对流体造成的局部损失或堆积。

[0050] 在本发明的另一个示例性实施例中,基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法所使用的安全作业系统在包括上述任一示例性实施例对应的安全作业系统的结构的基础上,还可进一步包括第三注气管汇和增压机。

[0051] 增压机的进气端通过阀门与注气单元连接,增压机能够对来自注气单元的惰性气体进行增加。增压机的数量可以为一个或两个以上。第三注气管汇将增压机的出气端与井口连通,以便将经过增压后的惰性气体提供至井口。通过设置第三注气管汇和增压机能够向井口提供高压惰性气体(例如,氮气),从而能够使本示例性实施例的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业系统具备氮气钻井作业所需高压氮气。第三注气管汇能够耐受预定的高压。高压范围可根据现场情况确定。例如,高压的具体压力范围可不低于 21MPa 。另外,在本示例性实施例中,还可在第三注气管汇上设置流量计、立管平板阀、泄压撬体等中的一个或多个,以使检测流量和开关、泄压操作更加方便。

[0052] 此外,在这个示例性实施例中,基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法所使

用的安全作业系统还可包括设置在注气单元与第一、第二和第三注气管汇之间的低压闸阀组,从而便于通过注气单元独立为第一、第二、第三注气管汇中的一个或多个进行供气。

[0053] 图6示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统的结构示意图。

[0054] 如图6所示,在本发明的一个示例性实施例中,基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法对应的安全作业系统可包括:注气单元、注气管汇、排砂管线、轴向斜喷抽吸助排机构及自动点火装置。

[0055] 注气单元包括第一制氮单元3、第二制氮单元4、增压机组5。第一制氮单元3由4台空压机和1台膜制氮组成,剩余的空压机和膜制氮组成第二制氮单元4,两个制氮单元通过 ϕ 76.2mm-4MPa软管并联至低压闸阀组6,低压闸阀组6的三个出口端分别连接1#抽吸管线10、2#抽吸管线11及增压机组5进气低压软管,通过低压闸阀组6通道切换,满足不同工况下氮气注入模式改变。

[0056] 注气管汇包括低压注气管汇13、高压注气管线14、低压闸阀组6、1#抽吸管线15、2#抽吸管线16、泄压撬体7及流量计8。低压注气管汇13指串联空压机、膜制氮至低压闸阀组6,及低压闸阀组6至增压机组5进口所需要的 ϕ 76.2mm-4MPa软管。高压注气管线14指连接增压机组5高压出口端至立管平板阀12所采用 ϕ 76.2mm-21MPa钢制管线,依次将泄压撬体7、流量计8串联在高压注气管线14上。1#抽吸管线15从低压闸阀组6-Z1#闸阀端口采用 ϕ 76.2mm-4MPa软管连接至1#轴向斜喷抽吸助排机构10;2#抽吸管线16从低压闸阀组6-Z2#闸阀端口采用 ϕ 76.2mm-4MPa软管连接至2#轴向斜喷抽吸助排机构11。

[0057] 旋转控制头1可采用M42螺栓法兰连接安装在井口防喷器组2的顶部,从旋转控制头1侧出口依次连接井口液动平板阀9、1#轴向斜喷抽吸助排机构10及井场内排砂管线17,井场内排砂管线17通径 ϕ 244.5mm,压力级别7MPa,法兰连接;平直接出至井场后,三通变向落地,依次连接2#轴向斜喷抽吸助排机构11、取样短接、降尘短接后至沉沙池,井场外排砂管线18通径 ϕ 254mm,压力级别4MPa,卡箍连接。

[0058] 自动电子点火装置11安装在井场外排砂管线18出口,通过远程控制点火开关,实现将抽吸出的天然气点火燃烧排放。

[0059] 图1a示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构沿轴向的剖面结构示意图;图1b示出了图1a中的M的局部放大示意图。图2示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构的外观示意图。

[0060] 如图1a、图1b和图2所示,在本发明的一个示例性实施例中,轴向斜喷抽吸助排机构(例如,图6中的1#轴向斜喷抽吸助排机构10或2#轴向斜喷抽吸助排机构11)可包括以下部件:下芯管A1、基础法兰A2、注气壳体A3、喷射法兰A4、中芯管(母)A5、上芯管卡环A6、上芯管法兰A7、上芯管A8、中芯管(公)A9、注气接头A10、内六角螺钉A11和上芯管卡环紧定螺栓A12(图2中示出)。

[0061] 上芯管法兰A7与上芯管A8之间通过螺纹连接,也可以通过焊接的方式连接,还可

以将上芯管法兰A7和上芯管A8作为一个整体加工件。上芯管法兰A7用来与下游硬管线连接,可以是法兰连接,也可以是卡箍连接。

[0062] 基础法兰A2左侧,与井口或上游硬管线连接,可以是法兰连接,也可以是卡箍连接。基础法兰A2的右侧通过一组内六角螺钉A11与注气壳体A3紧固。

[0063] 注气壳体A3径向开一组孔(数量不限),并通过螺纹连接的方式与注气接头A10连接。

[0064] 下芯管A1左侧插入基础法兰A2,二者通过密封圈密封。下芯管A1右侧插入喷射法兰A4中。喷射法兰A4位于注气壳体A3内部,其上开设一组喷射孔,喷射法兰A4属于可随时更换的部件。

[0065] 中芯管(公)A9左侧插入喷射法兰A4右端,其右侧插入上芯管A8中。中芯管(公)A9与喷射法兰A4、上芯管A8之间,开设密封槽,通过密封圈实现密封。中芯管(公)A9外圆柱面(大径)设有螺纹和回转孔。中芯管(公)A9通过螺纹与中芯管(母)A5连接,回转孔配合相应的工具后可用于旋转中芯管(公)A9。

[0066] 中芯管(母)A5右端通过螺纹与中芯管(公)A9连接,左侧挂入注气壳体A3中,并通过注气壳体A3上的密封槽配合密封圈实现密封。同时,中芯管(母)A5左端位于注气壳体A3内部的部分为六方(或四方,或其它多边形)结构,通过六方(或四方,或其它多边形)结构与注气壳体A3连接,实现径向固定(即不可旋转)。

[0067] 喷射法兰A4在下芯管A1、基础法兰A2、注气壳体A3和中芯管(母)A5的共同作用下实现轴向固定。

[0068] A6上芯管卡环有一组(2个),通过A12上芯管卡环紧定螺栓相互拉紧。中芯管(公)A9和上芯管A8通过A6上芯管卡环限制相互之间的轴向位移。

[0069] 当轴向斜喷抽吸助排机构左右两端固定时(例如,基础法兰A2左侧与上游硬管线连接,上芯管法兰A7与下游硬管线连接;或者,基础法兰A2左侧与井口连接,上芯管法兰A7与上游硬管线连接),轴向斜喷抽吸助排机构的所有部件中只有中芯管(公)A9为活动件。通过对回转孔(图1a中示出)操作,可转动中芯管(公)A9。在螺纹的作用下,中芯管(公)A9可左右移动(移动距离可根据需求自行设计)。当中芯管(公)A9向左移动到尽头时,关闭喷射法兰A4的喷射孔(此时无抽吸作用);当中芯管(公)A9向右移动时,可逐渐打开喷射法兰A4的喷射孔。中芯管(公)A9右端始终在上芯管A8内部移动。图1b的M局部放大示意图清晰的示出了中芯管(公)A9关闭喷射法兰A4的喷射孔的状态。图3示出了中芯管(公)A9的左侧向右移动并打开喷射法兰A4的喷射孔的状态。

[0070] 注气壳体A3上的注气接头A10的数量,可根据所需气量大小来选择。气量大时,注气接头A10数量适当增加;气量小时,可封堵多余的注气接头A10。惰性气体(例如,氮气)通过注气接头A10注入到注气壳体A3内部,并通过喷射法兰A4上的喷射孔高速喷射至主通道中。这里,喷射孔的倾角、数量、直径等可根据需求自行设计。高速气流的引射和卷吸作用使基础法兰A2附近产生负压,从而抽吸上游流体,同时降低上游流体的流动阻力。当轴向斜喷抽吸助排机构安装在井口附近时,可用于抽吸井口附近的流体(可燃气体、钻井循环流体等),以避免其溢出井口;当轴向斜喷抽吸助排机构安装在直角弯头下游时,可用于降低流体流经该直角弯头时的局部损失,使流动更顺畅。

[0071] 喷射法兰A4可根据需求制作多组。当需要通过改变喷射孔的数量,或倾角,或直径

来提高恒定气量条件下的抽吸力时,可直接更换喷射法兰A4,而不用将轴向斜喷抽吸助排机构从已安装好的管汇系统中拆卸下来。图4示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构在更换喷射法兰的示意图。图5示出了本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法的一个示例性实施例使用的安全作业系统中的轴向斜喷抽吸助排机构的外观效果图。在需要更换喷射法兰时,首先,拧下内六角螺钉A11;然后将注气壳体A3、中芯管(母)A5和中芯管(公)A9整体右移,此时中芯管(公)A9更加深入上芯管A8内;接着将喷射法兰A4取出并更换准备好的另一块喷射法兰A4。

[0072] 以下结合图6说明本示例性实施例的安全作业方法。

[0073] 在地层出少量天然气条件下($\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),氮气钻进作业时,关闭Z1#、Z2#、C1#、C2#平板阀,打开Z3#、Z4#、Z5#平板阀,第一制氮单元3及第二制氮单元4共同产出的氮气经低压闸阀组6,从Z3#平板阀端口进入增压机组5,增压后经高压注气管线14进入立管,满足氮气钻井作业所需氮气体量。

[0074] 在地层出少量天然气条件下($\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),氮气钻井期间进行起下钻作业时,未取出旋转控制头1总成时,井口密封,地层产出少量天然气逐步侵入井筒内,溢出井筒的天然气进入排砂管线燃烧排空;取出旋转控制头1总成,井口敞开,实施氮气抽吸方法,确保将井筒天然气吸导至排砂管线燃烧放空,打开Z1#、Z2#、C1#、C2#平板阀,关闭Z3#、Z4#、Z5#平板阀,开启第一制氮单元3、第二制氮单元4分别向1#轴向斜喷抽吸助排机构10、2#轴向斜喷抽吸助排机构11注入抽吸用氮气,根据实际情况,可调控不同轴向斜喷抽吸助排机构处的注入氮气体量,确保井口无天然气溢出。例如,1#轴向斜喷抽吸助排机构10的氮气体量可以为 $45\sim 75\text{m}^3/\text{min}$;2#轴向斜喷抽吸助排机构11的氮气体量可以为 $15\sim 45\text{m}^3/\text{min}$ 。

[0075] 在地层出少量天然气条件下($\leq 10000\text{m}^3/\text{d}$),氮气钻井期间进行更换胶芯作业时,停止向立管注入氮气,通过泄压撬体7将氮气排空,调整氮气排量满足抽吸需要,建立抽吸通道,先打开Z1#、Z2#、C1#、C2#平板阀,再关闭Z3#、Z4#、Z5#平板阀,实现对井筒内天然气抽吸至排砂管线燃烧排空,保障更换胶芯作业全过程无天然气溢出井口,确保施工安全。

[0076] 综上所述,本发明的基于轴向斜喷抽吸助排的井口安全作业方法包括以下特点中的一项或多项:

[0077] (1) 在排砂管线上增设轴向斜喷抽吸助排机构,通过向排砂管线内注入氮气,在氮气向排砂管线出口方向高速流动时,在井口位置产生一定抽吸力,将地层产出的天然气吸导至排砂管线内,避免天然气溢出井口,提升起下钻、更换胶芯等敞井作业的安全性;

[0078] (2) 安装两个轴向斜喷抽吸助排机构,确保抽吸效果,1#轴向斜喷抽吸助排机构安装在旋转控制头近侧出口位置,2#轴向斜喷抽吸助排机构安装在井场内排砂管线“Z”字型落地三通位置,双轴向斜喷抽吸助排机构设置大幅提升抽吸力,确保井筒天然气吸导至排砂管线内,而且可有利于排砂;

[0079] (3) 采用了分体式注气管汇结构设计,引入低压闸阀组,通过对其通道切换以满足不同工况条件下氮气注入模式需要,及不同轴向斜喷抽吸助排机构位置氮气注入量调控;将制氮设备分解成两个制氮单元(例如,其中一个制氮单元包含4台空压机和1台膜制氮,剩余的空压机和膜制氮作为另一个制氮单元),两个制氮单元产出的氮气并联至低压闸阀组,低压闸阀组其中一个端口连接低压软管进增压机,低压闸阀组其余两个端口分别连接两个

低压软管至1#、2#轴向斜喷抽吸助排机构,从而可根据不同工况,切换低压闸阀组通道实现以下功能:钻井时提供氮气钻井所需氮气量,抽吸时提供抽吸用所需氮气量,且可对不同轴向斜喷抽吸助排机构注入氮气量进行调控;

[0080] (4) 排砂管线出口安装自动点火装置,氮气抽吸作业期间,通过自动点火装置将抽吸至排砂管线出口的天然气点火燃烧,实现安全清洁排放;

[0081] (5) 通过对轴向斜喷抽吸助排机构进行不同数量、不同位置的综合应用,可实现对井口流体(除包含前述可燃气体外,还包含钻井过程中返排到地表的多相流体)的有效抽吸,将井口流体(如可燃气体:天然气;如多相流体:气固、气液固等)吸至排砂管汇内,并在地表排砂管汇流动输送过程中大幅降低局部损失。

[0082] 尽管上面已经结合示例性实施例及附图描述了本发明,但是本领域普通技术人员应该清楚,在不脱离权利要求的精神和范围的情况下,可以对上述实施例进行各种修改。

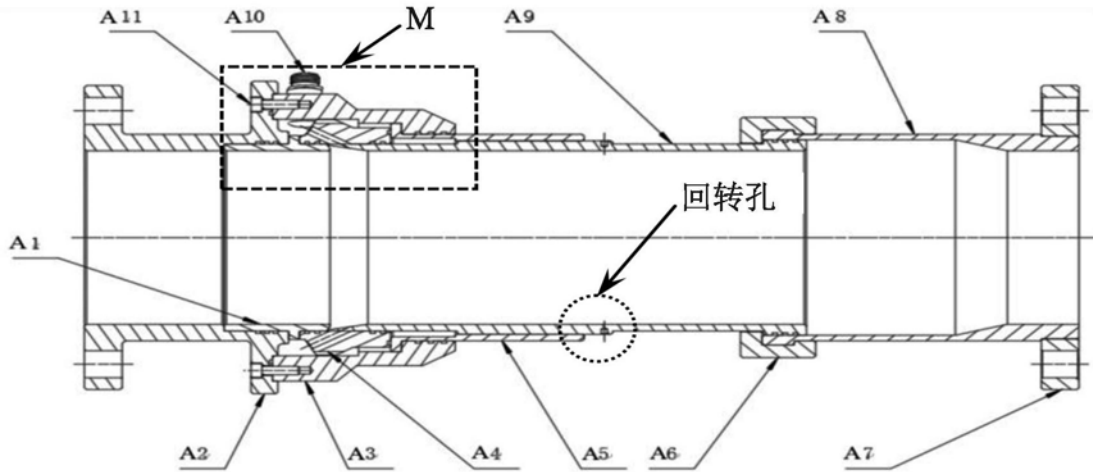


图1a

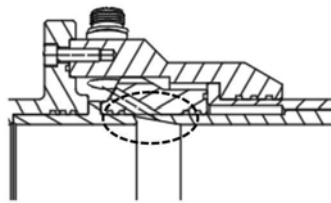


图1b

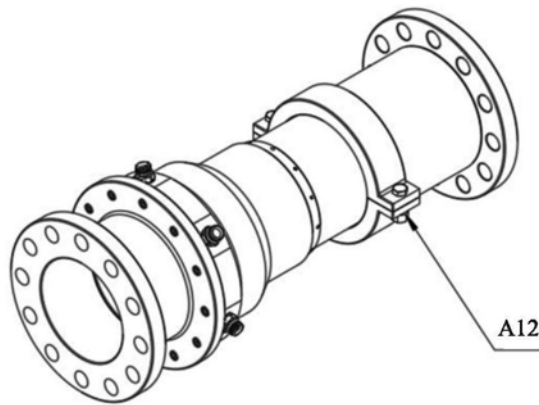


图2

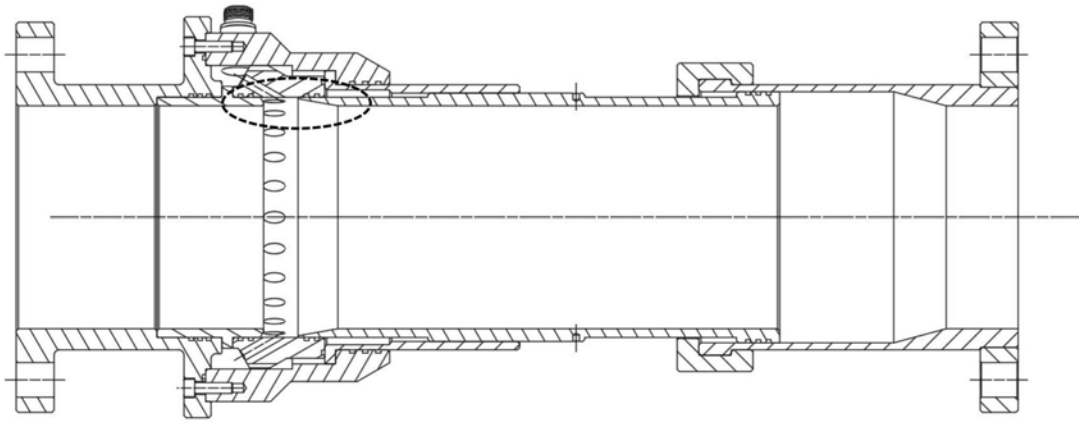


图3

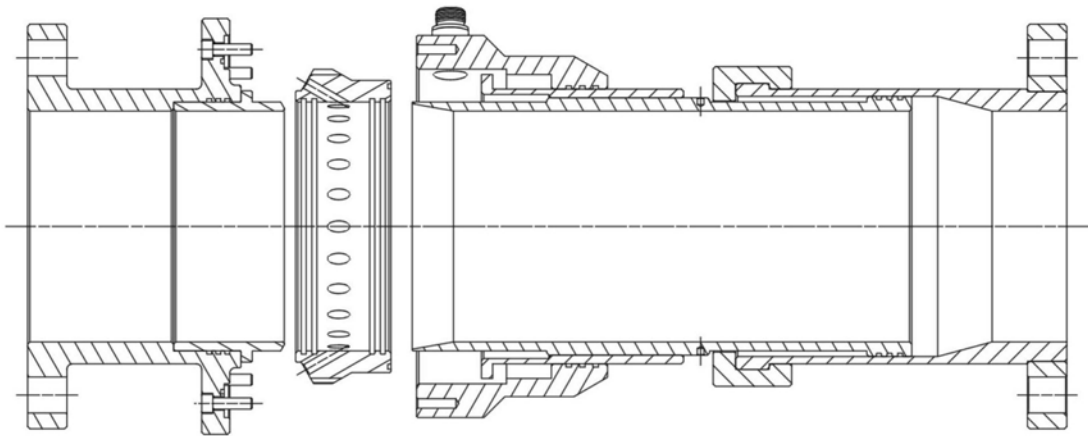


图4



图5

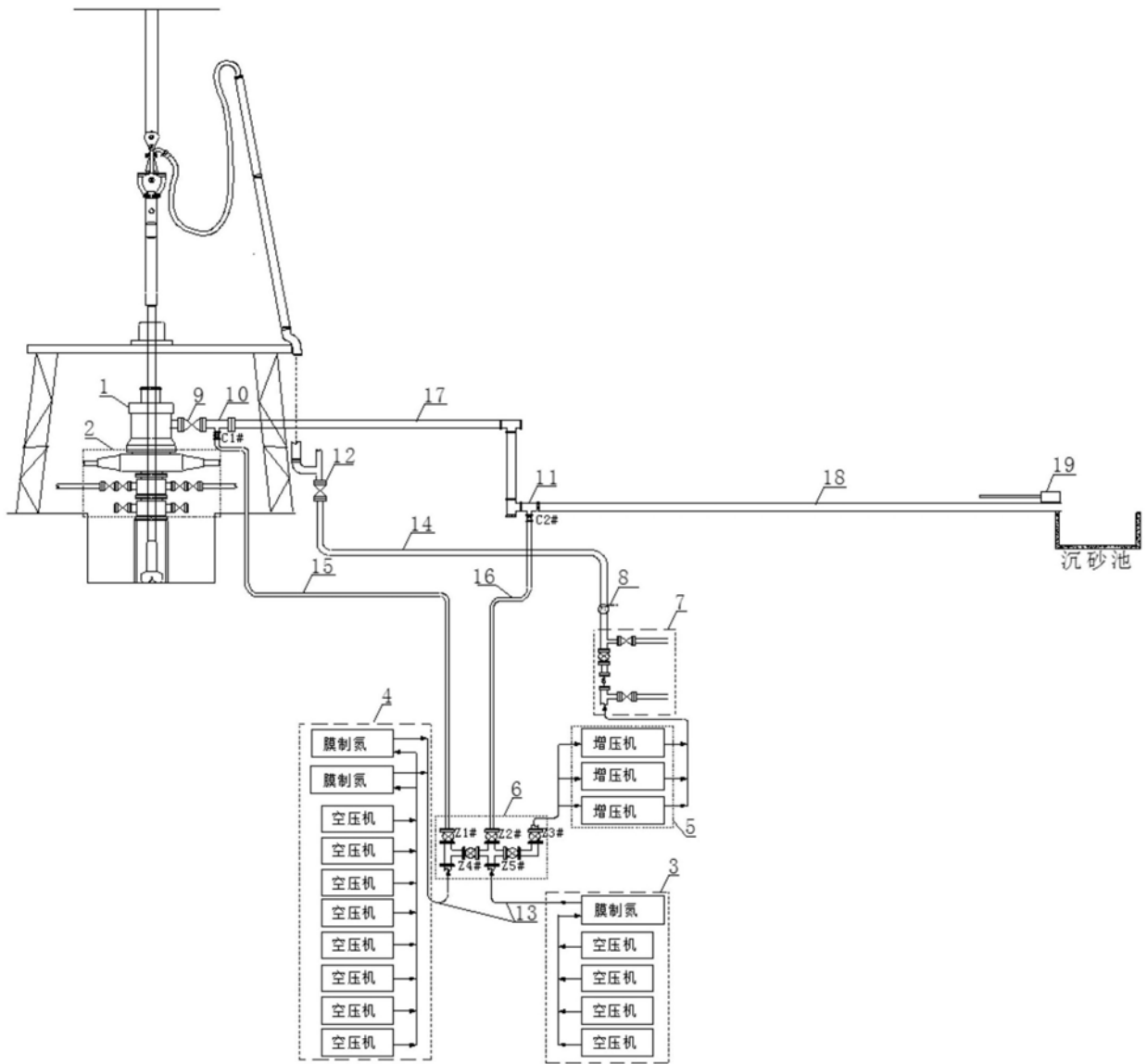


图6