



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111467839 A

(43)申请公布日 2020.07.31

(21)申请号 202010320012.8

(22)申请日 2020.04.21

(71)申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72)发明人 朱红钧 胡昊 褚鑫 唐堂  
戚宇航

(51)Int.Cl.

B01D 17/032(2006.01)

B01D 19/00(2006.01)

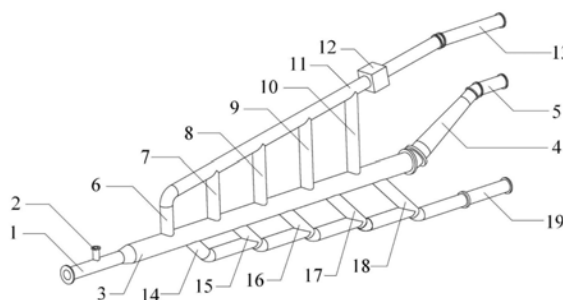
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种油气水网管式多级分离装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种油气水网管式多级分离装置及方法,装置为一体化结构,由入口管、水平主管、上倾收缩管、排油管、气液分离管、集气管、捕雾器、排气管、油水分离管、排水管及堰板组成。混合流体从入口管进入水平主管后,因管径增大,流速降低,保证了停留时长,也增强了重力分层作用。在气液分离管中,液滴受重力作用回落至水平主管,气液分离管分离效果逐级提升,气体在集气管富集后穿过捕雾器从排气管排出。受堰板阻挡,水流入油水分离管,而油流翻越堰板向下游流动。水相通过多级油水分离管呈台阶逐级下行,最终在五级油水分离管的水平管段富集,通过排水口流出。通过气液分离管和油水分离管的多级分离,水平主管末端富集了油相,最终翻越上倾收缩管从排油管排出。



1. 一种油气水网管式多级分离装置,由入口管(1)、水平主管(3)、上倾收缩管(4)、排油管(5)、气液分离管、集气管(11)、捕雾器(12)、排气管(13)、油水分离管、排水管(19)及堰板组成;气液分离管平行布置有五根,包括一级气液分离管(6)、二级气液分离管(7)、三级气液分离管(8)、四级气液分离管(9)、五级气液分离管(10);油水分离管平行布置有五根,包括一级油水分离管(14)、二级油水分离管(15)、三级油水分离管(16)、四级油水分离管(17)、五级油水分离管(18);堰板平行布置有四块,包括一级堰板(20)、二级堰板(21)、三级堰板(22)、四级堰板(23);入口管(1)、水平主管(3)、上倾收缩管(4)和排油管(5)依次连通,水平主管(3)与上倾收缩管(4)由弯头连接,上倾收缩管(4)向上倾斜且管径逐渐缩小,上倾收缩管(4)与排油管(5)由弯头连接,排油管(5)和入口管(1)管径小于水平主管(3)管径;注剂口(2)位于入口管(1)中部,注剂口(2)口径小于入口管(1)管径;气液分离管管径小于水平主管(3)管径,且等间距平行排列在水平主管(3)上方,与水平主管(3)垂直;五级气液分离管高度依次增加,即一级气液分离管(6)最短,五级气液分离管(10)最长;集气管(11)位于气液分离管上部,五根气液分离管均与集气管(11)连通,因气液分离管高度依次升高,集气管(11)呈倾斜布置,集气管(11)一端由弯头与一级气液分离管(6)相连,集气管(11)另一端通过弯头与水平的排气管(13)连接,在与排气管(13)相连的一端集气管(11)内部安装有捕雾器(12);水平主管(3)上,同级气液分离管位于油水分离管上游,且前四级油水分离管的每一级油水分离管与其紧邻下游高一级的的气液分离管之间的水平主管(3)下壁安设有堰板,五级油水分离管(18)与上倾收缩管(4)之间不设堰板;堰板为圆冠形,半径与水平主管相同;四块堰板高度从上游至下游依次降低,一级堰板(20)高度最高,四级堰板(23)高度最低;其特征在于:五根油水分离管均分布在水平主管(3)下部,每根油水分离管均由倾斜管段和水平管段两部分组成,倾斜管段一端与水平主管(3)相连,另一端与水平管段通过弯管连接,油水分离管倾斜管段与水平主管(3)的衔接和气液分离管与水平主管(3)的衔接呈交错排布,且一级气液分离管(6)位于一级油水分离管(14)上游;一级油水分离管(14)的水平管段与二级油水分离管(15)的倾斜管段底部连通,二级油水分离管(15)的水平管段与三级油水分离管(16)的倾斜管段底部连通,三级油水分离管(16)的水平管段与四级油水分离管(17)的倾斜管段底部连通,四级油水分离管(17)的水平管段与五级油水分离管(18)的倾斜管段底部连通,五级油水分离管(18)水平管段与排水管(19)相连。

2. 一种油气水网管式多级分离方法,采用如权利要求1所述的油气水网管式多级分离装置,油气水混合流体从入口管(1)进入,根据需从注剂口(2)加入破乳剂,其特征在于:混合流体进入水平主管(3)后,由于管径增大,流速降低,保证混合流体在分离器内的停留时长,也增强了重力分层作用;此外,由于过流截面积的增大,压力降低,气体膨胀,气相更容易上浮,液相更容易下沉;在水平主管(3)中发生初步的气液分层后,气相主要聚集在水平主管(3)的上部,上浮进入一级气液分离管(6)进行进一步的气液分离;在气液分离管中,受重力影响,气相携带液体上行受阻,液体受重力作用将回落至水平主管(3)中,从而达到气液两相分离的目的;气液分离管越高,液相克服重力所消耗的能量越多,越不容易到达气液分离管顶部,因此气液分离管中的分离效果逐级提升;通过气液分离管的多级分离,集气管(11)将富集大量来自气液分离管中的气体,气体通过倾斜的集气管(11)向排气管(13)方向流动;因集气管(11)倾斜布置,在气流爬升的过程中,其夹带的液滴受重力作用会不断沉降,回落至气液分离管后下行至水平主管(3);在气流到达捕雾器(12)时,捕雾器(12)将捕

集气体中存留的液滴,进一步提高排气管(13)的气体浓度;水平主管(3)中的堰板消耗了液相的流动能量,进一步减小了液相流速,此外,受堰板的阻挡,大部分水进入了油水分离管中,而油流翻越堰板继续向下游流动;由于每级气液分离管对气的分流作用以及每级油水分离管对水的分流作用,翻越每一级堰板后的气体量减少,同时水层高度减小,油层高度增加,因此用于油水分离的堰板高度逐级减小,确保油相在水平主管(3)中流通顺畅;在一级油水分离管(14)的倾斜管段中,受重力作用,油滴聚集在倾斜管段上部,并上浮回流至水平主管(3),而水相进入二级油水分离管(15)继续前行,在流至二级油水分离管(15)倾斜管段底部时,受到二级油水分离管(15)倾斜管段中下行流体的冲击,加剧了掺杂在水相中的油滴碰撞,油滴合并形成大油滴和油团,紧贴倾斜管段上壁面上浮至水平主管(3)中;水相通过多级油水分离管呈台阶逐级下行,最终在五级油水分离管(18)的水平管段富集,然后通过排水口(19)流出;油水分离管的倾斜管段与水平主管(3)存在夹角,能够减小液相进入油水分离管时产生的压力损失;通过气液分离管和油水分离管的多级分离,水平主管(3)末端富集了油相,上倾收缩管(4)起到了与堰板等同的作用,油相需要翻越上倾收缩管(4)到达排油管(5)后排出;在油流爬升的过程中,残留于油流的水滴会继续沉降,提高了排油管(5)油相的浓度,且上倾收缩管(4)管径减小,增加了流动阻力,加强了水滴沉降效果。

## 一种油气水网管式多级分离装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于油气资源生产及运输技术领域,具体涉及一种油气水网管式多级分离装置及方法。

### 背景技术

[0002] 在油气生产领域,由于地层出水以注气、注水提高采收率等原因,井口采出流体通常不是单一相流体,而是油、气、水的多相混合形式。若将采出的多相流体直接汇入管道运输,则会大大增加管道的输送压力,同时,多相流运输过程中的流型、流态等不稳定变化是高效管输潜在的安全隐患。因此,通常将井口的采出多相流就地预分离,再将各相流体单独管输或回注或排放。陆上油气井采出流体后一般采用大容积罐体进行沉降,依靠重力进行分离,常见的如卧式、立式分离器。此类沉降式分离器需要足够长的停留时间使油、气、水充分分离,效率较低,同时沉降式分离器占地面积大、成本较高。而在海洋油气生产中,受空间限制和恶劣环境影响,卧式、立式等大容积分离器不适用于水下或海上平台。

[0003] 网管式分离器是一种结构紧凑的新型分离器,能够实现流体的在线分离,其基本原理是多相流经过分岔管路时,不同流体会产生不均等的流量分配,利用这种差异可以达到多相分离的目的。相比于大型的容积分离器,网管式分离器中的多相流体多次通过分岔管路实现多级分离,在分离器中停留的时间较短。同时,网管式分离器占地面积小,建造成本低,外部的承压能力强,适用于海上油气生产领域。

### 发明内容

[0004] 为解决背景技术所提出的问题,本发明的目的在于提供一种结构紧凑、建造及运营成本低的油气水网管式多级分离装置及方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种油气水网管式多级分离装置,由入口管、水平主管、上倾收缩管、排油管、气液分离管、集气管、捕雾器、排气管、油水分离管、排水管及堰板组成。气液分离管平行布置有五根,包括一级气液分离管、二级气液分离管、三级气液分离管、四级气液分离管、五级气液分离管;油水分离管平行布置有五根,包括一级油水分离管、二级油水分离管、三级油水分离管、四级油水分离管、五级油水分离管;堰板平行布置有四块,包括一级堰板、二级堰板、三级堰板、四级堰板。入口管、水平主管、上倾收缩管和排油管依次连通,水平主管与上倾收缩管由弯头连接,上倾收缩管向上倾斜且管径逐渐缩小,上倾收缩管与排油管由弯头连接,排油管和入口管管径小于水平主管管径。注剂口位于入口管中部,注剂口口径小于入口管管径。气液分离管管径小于水平主管管径,且等间距平行排列在水平主管上方,与水平主管垂直。五级气液分离管高度依次增加,即一级气液分离管最短,五级气液分离管最长。集气管位于气液分离管上部,五根气液分离管均与集气管连通,因气液分离管高度依次升高,集气管呈倾斜布置,集气管一端由弯头与一级气液分离管相连,集气管另一端通过弯头与水平的排气管连接,在与排气管相连的一端集气管内部安装有捕雾器。五根油水分离管均分

布在水平主管下部,每根油水分离管均由倾斜管段和水平管段两部分组成,倾斜管段一端与水平主管相连,并与水平主管呈 $45^{\circ}$ 夹角,倾斜管段另一端与水平管段通过弯管连接,油水分离管倾斜管段与水平主管的衔接和气液分离管与水平主管的衔接呈交错排布,且一级气液分离管位于一级油水分离管上游。一级油水分离管的水平管段与二级油水分离管的倾斜管段底部连通,二级油水分离管的水平管段与三级油水分离管的倾斜管段底部连通,三级油水分离管的水平管段与四级油水分离管的倾斜管段底部连通,四级油水分离管的水平管段与五级油水分离管的倾斜管段底部连通,五级油水分离管水平管段与排水管相连。水平主管上,同级气液分离管位于油水分离管上游,且前四级油水分离管的每一级油水分离管与其紧邻下游高一级的的气液分离管之间的水平主管下壁安设有堰板,五级油水分离管与上倾收缩管之间不设堰板;堰板为圆冠形,半径与水平主管相同;四块堰板高度从上游至下游依次降低,一级堰板高度最高,四级堰板高度最低。

[0007] 利用所述的油气水网管式多级分离装置提供一种油气水网管式多级分离方法。油气水混合流体从入口管进入,根据需从注剂口加入破乳剂,混合流体进入水平主管后,由于管径增大,流速降低,保证混合流体在分离器内的停留时长,也增强了重力分层作用;此外,由于过流截面积的增大,压力降低,气体膨胀,气相更容易上浮,液相更容易下沉。在水平主管中发生初步的气液分层后,气相主要聚集在水平主管的上部,上浮进入一级气液分离管进行进一步的气液分离。在气液分离管中,受重力影响,气相携带液体上行受阻,液体受重力作用将回落至水平主管中,从而达到气液两相分离的目的。气液分离管越高,液相克服重力所消耗的能量越多,越不容易到达气液分离管顶部,因此气液分离管中的分离效果逐级提升。通过气液分离管的多级分离,集气管将富集大量来自气液分离管中的气体,气体通过倾斜的集气管向排气管方向流动。因集气管倾斜布置,在气流爬升的过程中,其夹带的液滴受重力作用会不断沉降,回落至气液分离管后下行至水平主管。在气流到达捕雾器时,捕雾器将捕集气体中存留的液滴,进一步提高排气管的气体浓度。水平主管中的堰板消耗了液相的流动能量,进一步减小了液相流速,此外,受堰板的阻挡,大部分水进入了油水分离管中,而油流翻越堰板继续向下游流动。由于每级气液分离管对气的分流作用以及每级油水分离管对水的分流作用,翻越每级堰板后的气体量减少,同时水层高度减小,油层高度增加,因此用于油水分离的堰板高度逐级减小,确保油相在水平主管中流通顺畅。在一级油水分离管的倾斜管段中,受重力作用,油滴聚集在倾斜管段上部,并上浮回流至水平主管,而水相进入二级油水分离管继续前行,在流至二级油水分离管倾斜管段底部时,受到二级油水分离管倾斜管段中下行流体的冲击,加剧了掺杂在水相中的油滴碰撞,油滴合并形成大油滴和油团,紧贴倾斜管段上壁面上浮至水平主管中。水相通过多级油水分离管呈台阶逐级下行,最终在五级油水分离管的水平管段富集,然后通过排水口流出。油水分离管的倾斜管段与水平主管呈 $45^{\circ}$ 夹角,能够减小液相进入油水分离管时产生的压力损失。通过气液分离管和油水分离管的多级分离,水平主管末端富集了油相,上倾收缩管起到了与堰板等同的作用,油相需要翻越上倾收缩管到达排油管后排出。在油流爬升的过程中,残留于油流的水滴会继续沉降,提高了排油管油相的浓度,且上倾收缩管管径减小,增加了流动阻力,加强了水滴沉降效果。

[0008] 本发明由于采取以上技术方案,具有以下优点:

[0009] 1、本发明装置实现了油气水三相在线分离,极大地减少了分离停留时间,显著提

高了分离效率；

[0010] 2、本发明装置结构简单，安装方便，除了可以用于水下油气生产系统，也可以用于陆上油气矿场。

### 附图说明

[0011] 图1为本装置整体结构示意图；

[0012] 图2为本装置内部结构示意图

[0013] 图3为本装置工作原理示意图；

[0014] 其中：1、入口管；2、注剂口；3、水平主管；4、上倾收缩管；5、排油管；6、一级气液分离管；7、二级气液分离管；8、三级气液分离管；9、四级气液分离管；10、五级气液分离管；11、集气管；12、捕雾器；13、排气管；14、一级油水分离管；15、二级油水分离管；16、三级油水分离管；17、四级油水分离管；18、五级油水分离管；19、排水管；20、一级堰板；21、二级堰板；22、三级堰板；23、四级堰板

### 具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明的具体实施作进一步描述。

[0016] 如图1和图2所示，一种油气水网管式多级分离装置，由入口管1、水平主管3、上倾收缩管4、排油管5、气液分离管、集气管11、捕雾器12、排气管13、油水分离管、排水管19及堰板组成。气液分离管平行布置有五根，包括一级气液分离管6、二级气液分离管7、三级气液分离管8、四级气液分离管9、五级气液分离管10；油水分离管平行布置有五根，包括一级油水分离管14、二级油水分离管15、三级油水分离管16、四级油水分离管17、五级油水分离管18；堰板平行布置有四块，包括一级堰板20、二级堰板21、三级堰板22、四级堰板23。入口管1、水平主管3、上倾收缩管4和排油管5依次连通，水平主管3与上倾收缩管4由弯头连接，上倾收缩管4向上倾斜且管径逐渐缩小，上倾收缩管4与排油管5由弯头连接，排油管5和入口管1管径小于水平主管3管径。注剂口2位于入口管1中部，注剂口2口径小于入口管1管径。气液分离管管径小于水平主管3管径，且等间距平行排列在水平主管3上方，与水平主管3垂直。五级气液分离管高度依次增加，即一级气液分离管6最短，五级气液分离管10最长。集气管11位于气液分离管上部，五根气液分离管均与集气管11连通，因气液分离管高度依次升高，集气管11呈倾斜布置，集气管11一端由弯头与一级气液分离管6相连，集气管11另一端通过弯头与水平的排气管13连接，在与排气管13相连的一端集气管11内部安装有捕雾器12。五根油水分离管均分布在水平主管3下部，每根油水分离管均由倾斜管段和水平管段两部分组成，倾斜管段一端与水平主管3相连，并与水平主管3呈 $45^\circ$ 夹角，倾斜管段另一端与水平管段通过弯管连接，油水分离管倾斜管段与水平主管3的衔接和气液分离管与水平主管3的衔接呈交错排布，且一级气液分离管6位于一级油水分离管14上游。一级油水分离管14的水平管段与二级油水分离管15的倾斜管段底部连通，二级油水分离管15的水平管段与三级油水分离管16的倾斜管段底部连通，三级油水分离管16的水平管段与四级油水分离管17的倾斜管段底部连通，四级油水分离管17的水平管段与五级油水分离管18的倾斜管段底部连通，五级油水分离管18水平管段与排水管19相连。水平主管3上，同级气液分离管位于油水分离管上游，且前四级油水分离管的每一级油水分离管与其紧邻下游高一级的

分离管之间的水平主管3下壁安设有堰板,五级油水分离管18与上倾收缩管4之间不设堰板;堰板为圆冠形,半径与水平主管相同;四块堰板高度从上游至下游依次降低,一级堰板20高度最高,四级堰板23高度最低。

[0017] 如图2所示,利用所述的油气水网管式多级分离装置提供一种油气水网管式多级分离方法。油气水混合流体从入口管1进入,根据需从注剂口2加入破乳剂,混合流体进入水平主管3后,由于管径增大,流速降低,保证混合流体在分离器内的停留时长,也增强了重力分层作用;此外,由于过流截面积的增大,压力降低,气体膨胀,气相更容易上浮,液相更容易下沉。在水平主管3中发生初步的气液分层后,气相主要聚集在水平主管3的上部,上浮进入一级气液分离管6进行进一步的气液分离。在气液分离管中,受重力影响,气相携带液体上行受阻,液体受重力作用将回落至水平主管3中,从而达到气液两相分离的目的。气液分离管越高,液相克服重力所耗费的能量越多,越不容易到达气液分离管顶部,因此气液分离管中的分离效果逐级提升。通过气液分离管的多级分离,集气管11将富集大量来自气液分离管中的气体,气体通过倾斜的集气管11向排气管13方向流动。因集气管11倾斜布置,在气流爬升的过程中,其夹带的液滴受重力作用会不断沉降,回落至气液分离管后下行至水平主管3。在气流到达捕雾器12时,捕雾器12将捕集气体中存留的液滴,进一步提高排气管13的气体浓度。水平主管3中的堰板消耗了液相的流动能量,进一步减小了液相流速,此外,受堰板的阻挡,大部分水进入了油水分离管中,而油流翻越堰板继续向下游流动。由于每级气液分离管对气的分流作用以及每级油水分离管对水的分流作用,翻越每一级堰板后的气体量减少,同时水层高度减小,油层高度增加,因此用于油水分离的堰板高度逐级减小,确保油相在水平主管3中流通顺畅。在一级油水分离管14的倾斜管段中,受重力作用,油滴聚集在倾斜管段上部,并上浮回流至水平主管3,而水相进入二级油水分离管15继续前行,在流至二级油水分离管15倾斜管段底部时,受到二级油水分离管15倾斜管段中下行流体的冲击,加剧了掺杂在水相中的油滴碰撞,油滴合并形成大油滴和油团,紧贴倾斜管段上壁面上浮至水平主管3中。水相通过多级油水分离管呈台阶逐级下行,最终在五级油水分离管18的水平管段富集,然后通过排水口19流出。油水分离管的倾斜管段与水平主管3呈 $45^{\circ}$ 夹角,能够减小液相进入油水分离管时产生的压力损失。通过气液分离管和油水分离管的多级分离,水平主管3末端富集了油相,上倾收缩管4起到了与堰板等同的作用,油相需要翻越上倾收缩管4到达排油管5后排出。在油流爬升的过程中,残留于油流的水滴会继续沉降,提高了排油管5油相的浓度,且上倾收缩管4管径减小,增加了流动阻力,加强了水滴沉降效果。

[0018] 实施例:

[0019] 本发明为一体化结构,安装本发明装置时,首先使水平主管3保持水平,同时保持气液分离管垂直布置。然后将入口管1、排气管13、排油管5和排水管19与上、下游管路连接,注剂口2与注剂管路连接。

[0020] 油气水混合流体从入口管1进入,根据需从注剂口2加入破乳剂,混合流体进入水平主管3后,由于管径增大,流速降低,保证混合流体在分离器内的停留时长,也增强了重力分层作用;此外,由于过流截面积的增大,压力降低,气体膨胀,气相更容易上浮,液相更容易下沉。在水平主管3中发生初步的气液分层后,气相主要聚集在水平主管3的上部,上浮进入一级气液分离管6进行进一步的气液分离。在气液分离管中,受重力影响,气相携带液体上行受阻,液体受重力作用将回落至水平主管3中,从而达到气液两相分离的目的。气液

分离管越高,液相克服重力所耗费的能量越多,越不容易到达气液分离管顶部,因此气液分离管中的分离效果逐级提升。通过气液分离管的多级分离,集气管11将富集大量来自气液分离管中的气体,气体通过倾斜的集气管11向排气管13方向流动。因集气管11倾斜布置,在气流爬升的过程中,其夹带的液滴受重力作用会不断沉降,回落至气液分离管后下行至水平主管3。在气流到达捕雾器12时,捕雾器12将捕集气体中存留的液滴,进一步提高排气管13的气体浓度。水平主管3中的堰板消耗了液相的流动能量,进一步减小了液相流速,此外,受堰板的阻挡,大部分水进入了油水分离管中,而油流翻越堰板继续向下游流动。由于每级气液分离管对气的分流作用以及每级油水分离管对水的分流作用,翻越每一级堰板后的气体量减少,同时水层高度减小,油层高度增加,因此用于油水分离的堰板高度逐级减小,确保油相在水平主管3中流通顺畅。在一级油水分离管14的倾斜管段中,受重力作用,油滴聚集在倾斜管段上部,并上浮回流至水平主管3,而水相进入二级油水分离管15继续前行,在流至二级油水分离管15倾斜管段底部时,受到二级油水分离管15倾斜管段中下行流体的冲击,加剧了掺杂在水相中的油滴碰撞,油滴合并形成大油滴和油团,紧贴倾斜管段上壁面上浮至水平主管3中。水相通过多级油水分离管呈台阶逐级下行,最终在五级油水分离管18的水平管段富集,然后通过排水口19流出。油水分离管的倾斜管段与水平主管3呈 $45^{\circ}$ 夹角,能够减小液相进入油水分离管时产生的压力损失。通过气液分离管和油水分离管的多级分离,水平主管3末端富集了油相,上倾收缩管4起到了与堰板等同的作用,油相需要翻越上倾收缩管4到达排油管5后排出。在油流爬升的过程中,残留于油流的水滴会继续沉降,提高了排油管5油相的浓度,且上倾收缩管4管径减小,增加了流动阻力,加强了水滴沉降效果。



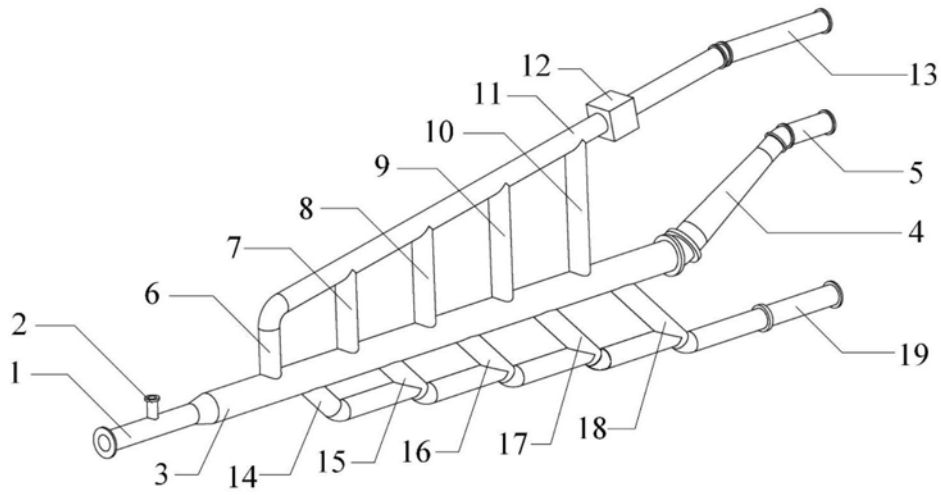


图1

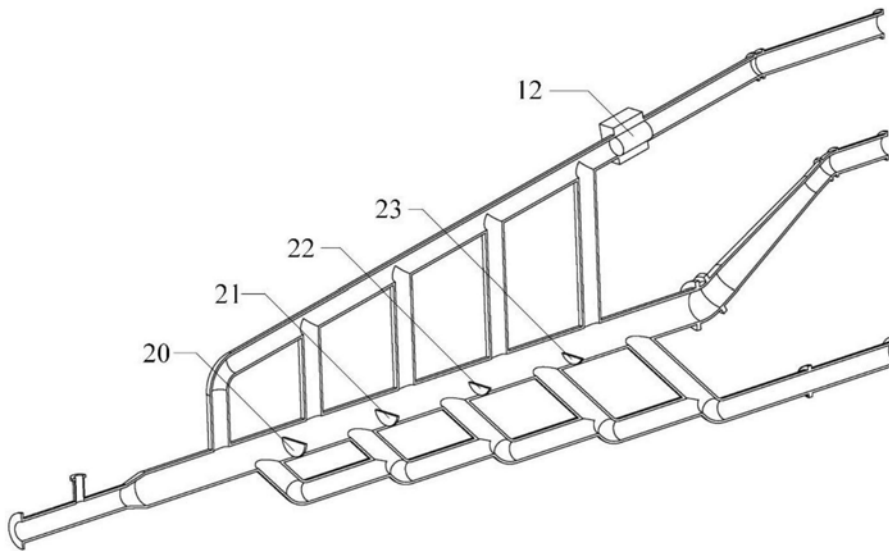


图2

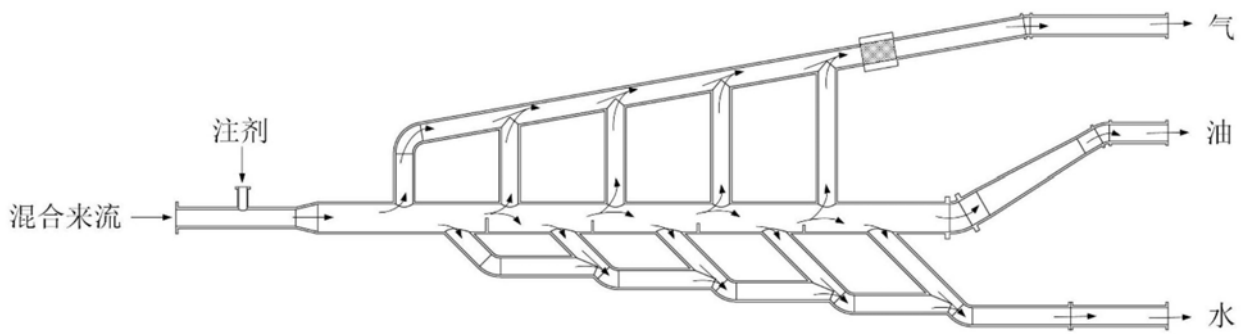


图3