



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102174991 B

(45) 授权公告日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201110066471. 9

(22) 申请日 2011. 03. 18

(73) 专利权人 大庆油田有限责任公司

地址 163513 黑龙江省大庆市让胡路区龙南
胜利路 1 号

专利权人 大庆油田工程有限公司

(72) 发明人 宋承毅 赵波 王庆生 张延松
王桂秋

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 徐爱萍

(51) Int. Cl.

F17D 5/00(2006. 01)

F17D 3/01(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201723982 U, 2011. 01. 26, 说明书具体实
施方式及附图 1-2.

CN 101979118 A, 2011. 02. 23, 说明书第
[0006]-[0010] 段及附图 1-2.

CN 101402004 A, 2009. 04. 08, 全文.

CN 2610086 Y, 2004. 04. 07, 全文.

审查员 任倩倩

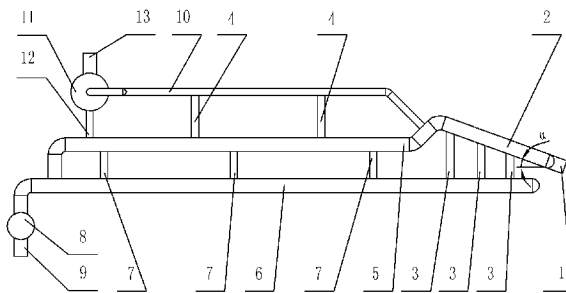
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

上倾入口双层管式段塞流捕集器

(57) 摘要

上倾入口双层管式段塞流捕集器, 它涉及一种段塞流捕集器。本发明为了解决现有的单层指状管式段塞流捕集器存在占地面积大、气中携液量大、无气相捕雾功能以及分离器入口多支管捕集器不能捕集大体积液塞的问题。两个上层管段和两个下层管段均水平并列排布, 上层管段的首端与上倾管段的末端连通, 上倾管段的首端与入口管连通, 上层管段的末端与下层管段的尾部连通, 下层管段的末端与集液管连通, 两个集气管水平并列排布, 集气管的首端与上倾管段的尾部连通, 集气管的末端与双向入口捕雾器连通, 集气管与上层管段之间通过导气管连通, 上层管段与下层管段通过连通管连通, 上倾管段与下层管段通过降液管连通, 双向入口捕雾器与上层管段的尾部通过排液管连通。本发明用于油气田地面工程油气处理中。



1. 一种上倾入口双层管式段塞流捕集器,它包括入口管(1)、集液管(8)、液出口(9)、气出口(13)和两个集气管(10),其特征在于:它还包括双向入口捕雾器(11)、两个上倾管段(2)、两个上层管段(5)、两个下层管段(6)、两个排液管(12)、多个降液管(3)、多个导气管(4)和多个连通管(7),所述两个上层管段(5)水平并列排布,所述两个下层管段(6)水平并列排布,两个上层管段(5)与两个下层管段(6)上下并列排布,且上层管段(5)与下层管段(6)上下一一对应,每个上层管段(5)的首端均与一个上倾管段(2)的末端相连通,所述两个上倾管段(2)的首端均与入口管(1)连通,每个上层管段(5)的末端均与相对应的下层管段(6)的尾部连通,两个下层管段(6)的末端均与集液管(8)连通,集液管(8)的下端连通有液出口(9),所述两个集气管(10)水平并列排布,两个集气管(10)与两个上层管段(5)上下并列排布,且集气管(10)与上层管段(5)上下一一对应,每个集气管(10)的首端均与一个上倾管段(2)的尾部相连通,两个集气管(10)的末端均与双向入口捕雾器(11)相连通,双向入口捕雾器(11)的上端连通有气出口(13),每个集气管(10)与其相对应的上层管段(5)之间通过多个导气管(4)连通,每个上层管段(5)与其相对应的下层管段(6)之间通过多个连通管(7)连通,所述连通管(7)与导气管(4)之间水平方向错位设置,每个上倾管段(2)与相对应的下层管段(6)之间通过多个降液管(3)连通,所述双向入口捕雾器(11)与两个上层管段(5)的尾部之间各通过一个排液管(12)连通,集气管(10)的首部向下弯曲后上倾管段(2)的尾部相连通。

2. 根据权利要求1所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:上倾管段(2)的尾部向下弯曲后与上层管段(5)的首端连通。

3. 根据权利要求1或2所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:上层管段(5)的尾部向下垂直弯折后与相对应的下层管段(6)的尾部连通。

4. 根据权利要求3所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:下层管段(6)的尾部向下垂直弯折后与集液管(8)连通。

5. 根据权利要求1、2或4所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:集气管(10)的首部向下弯曲后上倾管段(2)的尾部相连通。

6. 根据权利要求5所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:导气管(4)垂直设置在集气管(10)与上层管段(5)之间。

7. 根据权利要求6所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:连通管(7)垂直设置在上层管段(5)与下层管段(6)之间。

8. 根据权利要求1、2、4、6或7所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:降液管(3)垂直设置在上倾管段(2)与下层管段(6)之间。

9. 根据权利要求8所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:双向入口捕雾器(11)为双向入口双捕雾网捕雾器。

10. 根据权利要求1、2、4、6、7或9所述的上倾入口双层管式段塞流捕集器,其特征在于:上倾入口双层管式段塞流捕集器的上倾管段(2)的倾角(α)为 15° 至 25° 。

上倾入口双层管式段塞流捕集器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种段塞流捕集器,具体涉及一种上倾入口双层管式段塞流捕集器,属于油气田地面工程油气处理设备技术领域。

背景技术

[0002] 段塞流捕集器是油气田油气集输领域里的重要设备,被设置在油气田长距离油气混输管道的末端,主要用于接收来自混输管道中的大液塞,保持后续油气分离器处于正常工作状态,向下游的气体供应不中断。国内外采用的段塞流捕集器主要有两种形式,一种是容器式,为油气分离器结构形式,主要适于中低压工况、小长度液塞和场地受限制的海上油气生产平台场合;另一种是指状管式,为并排管道式结构,主要适于高压工况、大长度液塞和海洋油气田陆岸终端场合。指状管式段塞流捕集器在国内外海洋油气田得到了广泛应用。

[0003] 现有的指状管式段塞流捕集器,采用单根管道并联设置的单层管布设方式,主要由入口分离管段和储液管段两部分构成。其中,储液管段均采用水平或微下倾单层管道并联布设方式;入口分离管段主要有两种结构形式:一种是入口分离管段向下倾斜式;另一种是入口分离罐式。其工作原理为:在正常生产工况下,油气段塞流进入捕集器的入口分离段后,先将大部分气体分离出来,并通过气出口管道进入油气分离器,液体进入储液管段,并通过液出口管道进入油气分离器;在最长液塞来临的特殊工况下,段塞流捕集器全部容纳进入其中的长液塞,并保证使气相和液相仍以连续流动方式分别流出捕集器,而后进入油气分离器。现有的指状管式段塞流捕集器主要存在以下问题:

[0004] 一是占地面积大。由于采用单层管道并联结构,其安装敷设的占地面积大,一台容积为 2000m^3 的指状管段塞流捕集器的占地面可达 4150m^2 ,在大都采用填海造地建设的海洋油田陆岸终端,捕集器的设置,将花费昂贵的占地费用。

[0005] 二是气中携液量大。无论是在正常工况还是在接收长液塞的特殊工况下,气相总是在捕集器单层管道中的液面上部流动,气相在流动过程中对液面产生吹扫效应,使液滴进入气相,导致气相携液量较大。

[0006] 三是无气相捕雾功能。从捕集器中分离出来的气体,达不到直接外输的携液滴尺寸要求,需要进行二次分离和捕雾、除液,导致后续分离设备尺寸较大。

[0007] 基于以上所述,专利名称为《组合分离式段塞流捕集器》,专利号为 201020259873.1,申请日为 2010.7.16,文中具体公开的捕集器位于上部二级气相重力分离段仅用于对从一级切线斜入式旋流分离段顶部经旋流分离与重力分离气相连通管分出的气体进行二次分离,没有其它功能,因此该捕集器尽管设置了形式上的上下两层管(上层管为二级气相重力分离段,下层管为管式液相缓冲存储分离段),但其上层管仅为一比下层管短得多的管段,其功能仍然与单层管一样,是一种形式的单层管式捕集器,在捕集同样积液塞的条件下,其占地面积与单层管式段塞流捕集器相同,为 100%;专利名称为《多支管油气液三相分离器》,专利号为 201010523746.2,申请日为 2010.10.29,文中具体公开的三

相分离器入口处设置的多支管捕集器为组合结构单管式,主要用于捕集油气混输短管产生的小体积液塞,而且其结构形式也属于单层管式捕集器。

发明内容

[0008] 本发明的目的是为解决现有的单层指状管式段塞流捕集器存在占地面积大、气中携液量大、无气相捕雾功能以及分离器入口多支管捕集器不能捕集大体积液塞的问题,进而提供一种上倾入口双层管式段塞流捕集器。

[0009] 本发明的技术方案是:上倾入口双层管式段塞流捕集器包括入口管、集液管、液出口、双向入口捕雾器、气出口、两个上倾管段、两个上层管段、两个下层管段、两个集气管、两个排液管、多个降液管、多个导气管和多个连通管,所述两个上层管段水平并列排布,所述两个下层管段水平并列排布,两个上层管段与两个下层管段上下并列排布,且上层管段与下层管段上下一一对应,每个上层管段的首端均与一个上倾管段的末端相连通,所述两个上倾管段的首端均与入口管连通,每个上层管段的末端均与相对应的下层管段的尾部连通,两个下层管段的末端均与集液管连通,集液管的下端连通有液出口,所述两个集气管水平并列排布,两个集气管与两个上层管段上下并列排布,且集气管与上层管段上下一一对应,每个集气管的首端均与一个上倾管段的尾部相连通,两个集气管的末端均与双向入口捕雾器相连通,双向入口捕雾器的上端连通有气出口,每个集气管与其相对应的上层管段之间通过多个导气管连通,每个上层管段与其相对应的下层管段之间通过多个连通管连通,所述连通管与导气管之间水平方向错位设置,每个上倾管段与相对应的下层管段之间通过多个降液管连通,所述双向入口捕雾器与两个上层管段的尾部之间各通过一个排液管连通。

[0010] 本发明与现有技术相比具有以下效果:

[0011] 1、本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器设计了上、下两层管段的捕集器整体结构,实现了在最长液塞来临工况下,接收整个最长液塞体的液体,与单层管结构形式的捕集器相比,节省占地面积 50%。

[0012] 2、本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器设计了上倾管段的结构形式,使得在正常工况下,进入入口的气液混合物迅速进行气液分离,并依靠上倾管段产生的附加液柱重力作用,使液相快速进入下层管段中,避免液体被推入上层管段,保证了上层管段只输气体,以利于气相除液,使捕集器起到气液分离作用。在最长液塞来临工况下,在液塞进入的初始阶段,使液体能够先行进入下层管段,保证上层管段处于不满液流状态,下层管段中的气体能够通过连通管经上层管段排出,减少下层管段的进液排气阻力,使进液更加顺畅;在液塞进入的中后期阶段,将液塞向上、下两层管段分流,使捕集器起到储液、输液的作用,避免大液塞贯入后续分离器,造成液位突变,运行不稳定。

[0013] 3、本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器在上、下层管段之间设置连通管,使上、下层管段有机地连为一体,储液、输液、输气的整体功能得到充分发挥。

[0014] 4、本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器将捕雾器设置在捕集器的气相管道末端,并采取双向入口结构形式,具有降低气体流速的作用。同时,将其排液管直接接入捕集器的上层管段,实现了重力式自力排液。捕雾器的采用,解决了常规捕集器出气需要再次进入气液分离器除液的问题,充分利用了捕集器在正常工况下的气液分离能力,使得段

塞流捕集器的后续分离器以接收不含游离气的液相介质为主,从而使分离器的尺寸大大减少,工程投资降低。

[0015] 5、本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器与一般的压力容器式设备不同,从理论上讲,指状管式段塞流捕集器可由多个单元体并联而成,并联后的组合体仍构成一个单台设备,故其尺寸或容积可以做到任意大,而单台压力容器式设备就难以实现大容积。因此,按照本发明的方案,采用有机玻璃管道加工制作了样机,模拟指状管式段塞流捕集器单元体,建设了试验装置以及与样机等容积的最长液塞发生器,以空气、水为介质,进行了上倾入口双层管式段塞流捕集器的气液两相流动正常工况与最长液塞来临工况的模拟试验,以验证本发明的效果。试验结果表明,本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器,具有在正常工况下,进行气液分离,在最长液塞来临工况下,接收液塞、保证气相不断流的功能,具体效果如下:

[0016] (1) 在正常工况下,下层管段处于不满液流状态,液体经过下层管段流入集液管,并在集液管中保持一定液位,而后排出捕集器。由于集液管中存在液位,阻止了游离气进入液出口,达到了使气液混合物中 100% 的游离气体进入双向入口捕雾器除液,仅含溶解气的液体进入后续油气分离器的目的。与此同时,上层管段处于无液面、充满气体的状态,因液面在下层管段中,气体流动过程中吹扫不到液面,从而减少了气体的携液量,上层管段的管壁不断吸附气体中携带的液滴,使之聚结并经连通管滴入下层管道,起到气中除液作用。气体通过上层管段经导气管流入集气管,而后进入捕雾器,除去液滴后,排出捕集器。与常规捕集器相比,可减少后续油气分离器的游离气处理量 100%。

[0017] (2) 在长液塞来临工况下,下层和上层管段均处于瞬态充满含气泡液体的状态。由于在该工况下,长液塞以较高速度贯入捕集器,引起捕雾器进液,但进液量始终不超过捕雾器体积的 1/2,液面上部充满气体,且进入捕雾器的液体在长液塞来临工况过后即迅速排空,在进液流速高达 8m/s 的条件下,捕雾器从进液到排空仅耗时 7.2s,使气体保持了连续流动状态,实现了向下游不间断供气。

[0018] (3) 本发明的上倾入口双层管式段塞流捕集器与常规单层管式捕集器相比,在同样容积和处理最长液塞能力的条件下,设备占地面积减少了 50%,气体除液净化度提高,后续分离器体积减少 20% 以上。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的整体结构主视图,图 2 是图 1 的俯视图。

具体实施方式

[0020] 具体实施方式一:结合图 1 和图 2 说明本实施方式,本实施方式的上倾入口双层管式段塞流捕集器包括入口管 1、集液管 8、液出口 9、双向入口捕雾器 11、气出口 13、两个上倾管段 2、两个上层管段 5、两个下层管段 6、两个集气管 10、两个排液管 12、多个降液管 3、多个导气管 4 和多个连通管 7,所述两个上层管段 5 水平并列排布,所述两个下层管段 6 水平并列排布,两个上层管段 5 与两个下层管段 6 上下并列排布,且上层管段 5 与下层管段 6 上下——对应,每个上层管段 5 的首端均与一个上倾管段 2 的末端相连通,所述两个上倾管段 2 的首端均与入口管 1 连通,每个上层管段 5 的末端均与相对应的下层管段 6 的尾部连通,

两个下层管段 6 的末端均与集液管 8 连通,集液管 8 的下端连通有液出口 9,所述两个集气管 10 水平并列排布,两个集气管 10 与两个上层管段 5 上下并列排布,且集气管 10 与上层管段 5 上下一一对应,每个集气管 10 的首端均与一个上倾管段 2 的尾部相连通,两个集气管 10 的末端均与双向入口捕雾器 11 相连通,双向入口捕雾器 11 的上端连通有气出口 13,每个集气管 10 与其相对应的上层管段 5 之间通过多个导气管 4 连通,每个上层管段 5 与其相对应的下层管段 6 之间通过多个连通管 7 连通,所述连通管 7 与导气管 4 之间水平方向错位设置,每个上倾管段 2 与相对应的下层管段 6 之间通过多个降液管 3 连通,所述双向入口捕雾器 11 与两个上层管段 5 的尾部之间各通过一个排液管 12 连通。

[0021] 本实施方式的入口管 1 的主要作用是气液的分离与分流。在正常工况下(气液混输管道处于无长液塞产生的流动型态),使进入入口管 1 的气液混合物分离成气液两相,气相进入双层管道的上层管段 5,液相进入双层管道的下层管段 6。在最长液塞来临工况下(气液混输管道处于长液塞的流动型态:从长距离油气混输管道的首端向末端发送清管器进行清管作业时,产生的清管长液塞;或由管道起伏敷设与油气输量巧合作用产生的间歇性水力长液塞),使进入入口管 1 的长液塞迅速的分流,一路液体进入下层管段 6,另一路液体进入上层管段 5,避免了液体完全充满捕集器,保证了气相连续流动并不间断地向下游供应。

[0022] 本实施方式的降液管 3 的主要作用是将从上倾管段 2 中分离出来的液相充分导入下层管段 6。

[0023] 本实施方式的下层管段 6 的主要作用为输送和储存液相。以形成气液层状流动的机理设计管道直径,在正常工况下,下层管段 6 处于液相不满流的气液层状流动型态,具有气液分离功能;在最长液塞来临工况下,下层管段 6 处于被液相高度满流状态,至少可存储长液塞最大 1/2 体积的液体。

[0024] 本实施方式的上层管段 5 的主要作用为降低气相携液量和存储液相。在正常工况下,上层管段 5 处于输送气相的状态,由于气相流体充满整个管道截面,避免了气相在液面上吹扫引起的气体携液(液相在上层管段 5 下方的下层管段 6 中),同时,由于充分利用了管壁对液滴的吸附作用,具有降低气相含液量的功能;在最长液塞来临工况下,上层管段 5 处于瞬态高度满流状态,至少可存储最长液塞最大 1/2 体积的液体。

[0025] 本实施方式的导气管 4 的主要作用是将上层管段 5 中的气体充分导入集气管 10,使气体尽快流出上层管段 5,为在最长液塞来临工况下液体进入腾出空间。

[0026] 本实施方式的连通管 7 的主要功能是实现上层管段 5 和下层管段 6 之间的互通,使气体自下而上、液体自上而下顺畅对流。用于将下层管段 6 中的气体引至上层管段 5,为下层管段 6 腾出储液空间;将上层管段 5 中的液体导入下层管段 6,减少上层管段 5 中气体的携液量。在正常工况下,连通管 7 使下层管段 6 实现储液、输液功能,上层管段 5 实现输气、除液功能;在最长液塞来临工况下,连通管 7 使液体同时进入下层和上层管段,实现整体储液、输液和接收全部液塞体。

[0027] 本实施方式的集液管 8 用于汇集来自下层管段 6 和上层管段 5 的液体。

[0028] 本实施方式的液出口 9 用于将集液管 8 中的液体排出设备外。

[0029] 本实施方式的集气管 10 用于汇集来自导气管 4 的气体。

[0030] 本实施方式的双向入口捕雾器 11 用于捕集气体中的液滴,降低气体中的含液率,

由于采用了双向入口结构,使气体流速降低,提高了气体的除液净化度。

[0031] 本实施方式的排液管 12 用于将捕雾器中的液体排至上层管段 5,而后进入集液管 8。

[0032] 本实施方式的气出口 13 用于将经过捕雾器除液后的气体排出设备外。

[0033] 具体实施方式二:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的上倾管段 2 的尾部向下弯曲后与上层管段 5 的首端连通。如此设置,以避免液体流出上倾管段尾端后,反向回流至上倾管段(与上倾管段尾部上层管段水平连接相比)降低气液分离效率,并利用上倾管段尾端下倾产生的气液层状流型,使气体聚集在高于上层管段顶部的位置,利于气体排出。其它组成和连接关系与具体实施方式一相同。

[0034] 具体实施方式三:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的上层管段 5 的尾部向下垂直弯折后与相对应的下层管段 6 的尾部连通。液相在重力作用下流入下层管段 6。其它组成和连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0035] 具体实施方式四:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的下层管段 6 的尾部向下垂直弯折后与集液管 8 连通。液相在重力作用下快速进入集液管 8 中。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二或三相同。

[0036] 具体实施方式五:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的集气管 10 的首部向下弯曲后上倾管段 2 的尾部相连通。以在最大液塞来临工况下,使气体先期导入集气管 10 中,减少由上倾管段来的液塞将气体推入上层管段产生的气阻,使进液更加顺畅。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。

[0037] 具体实施方式六:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的导气管 4 垂直设置在集气管 10 与上层管段 5 之间。使上层管段 5 中的气体更加充分的导入集气管 10,使气体尽快流出上层管段 5,为在最长液塞来临工况下液体进入腾出空间。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三、四或五相同。

[0038] 具体实施方式七:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的连通管 7 垂直设置在上层管段 5 与下层管段 6 之间。更好的实现上层管段 5 和下层管段 6 之间的互通,使气体自下而上、液体自上而下顺畅对流。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三、四、五或六相同。

[0039] 具体实施方式八:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的降液管 3 垂直设置在上倾管段 2 与下层管段 6 之间。将从上倾管段 2 中分离出来的液相更加充分的导入下层管段 6。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三、四、五、六或七相同。

[0040] 具体实施方式九:结合图 1 和图 2 说明本实施方式,本实施方式的双向入口捕雾器 11 为双向入口双捕雾网捕雾器。更有效的降低了气体中的含液率,气体流速降低,捕雾效果得到强化,提高了气体的除液净化度。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三、四、五、六、七或八相同。

[0041] 具体实施方式十:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的上倾入口双层管式段塞流捕集器的上倾管段 2 的倾角 α 为 15° 至 25° 。如此设置,在正常工况下,更好的对进入设备的段塞体起气液分离作用,将段塞体中的液相引入下层管段 6,气相导入上层管段 5,实现气液有效分离;在最长液塞来临工况下,对刚进入设备的液塞体起到分离分流作用,先将液塞体中的一部分气泡分离出,使该部分气泡进入上层管段 5,以减少液塞体的体积,

提高设备的载液率；同时，将从液塞体中分离出部分气泡的液相引入下层管段 6，使液相先进入下层管段 6，而后进入上层管段 5，以使气体自下而上顺畅排出，减少管段中气泡和气塞的形成，提高设备的载液率。当液塞体以高流速进入设备时，该上倾管段 2 将液塞同时分流成两路，分别进入下层和上层管段，以接纳长液塞。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三、四、五、六、七、八或九相同。

[0042] 实施例：

[0043] 按照本发明的技术方案，制造了一台上倾入口双层管式段塞流捕集器。

[0044] 该捕集器包括口径为 DN80 的两根下层管段 6 和口径为 DN80 的两根上层管段 5，每根管道的长度为 6.5m，入口采用上倾结构，在气体出口汇管末端设有捕雾器。该捕集器可接收最大液塞的总容积为 0.13m³，与入口管 1 连接的油气混输管道的口径为 DN65，可接收的最大液塞长度为 36m（体积为 0.12m³），其结构形式如图 1 和图 2。

[0045] 捕集器的主体采用上下两层管道结构，两层管道之间以一定间距设置连通管，使两条管道呈竖向连通状态；气体经双向入口捕雾器除去液滴后，进入后续分离器；上倾管段 2 的倾角为 20°（见图 1）。

[0046] 上倾入口双层管式段塞流捕集器与常规单层管式段塞流捕集器样机对比试验数据如表 1：

[0047] 表 1

[0048]

序号	捕集器结构形式	正常工况			最长液塞来临工况					
		上层管段状况	下层管段状况	捕雾器状况	最长液塞体积 (m)	液塞进入速度 (m/s)	上层管段状况	下层管段状况	捕雾器状况	捕雾器进液至排空时间 (s)
1	上倾入口 双层管式	全气相 无液位	层状流 有液位	全气相 无液位	0.12	8.2	泡状流 满液	泡状流 满液	最高液位不超过 1/2D	7.2

[0049]

2	上倾入口 双层管式	全气相 无液位	层状流 有液位	全气相 无液位	0.12	5	泡状流 满液	泡状流 满液	最高液位 不超过 1/2D	5.9
3	常规 单层管式	/	层状流 有液位	全气相 无液位	0.06	7.5	/	泡状流 满液	/	/
4	常规 单层管式	/	层状流 有液位	全气相 无液位	0.06	4.2	/	泡状流 满液	/	/

[0050] 注：1、D 为捕雾器直径。2、常规单层管式段塞流捕集器由并联设置的一层管段构成，无上层管段，无捕雾器。3、捕集器的容积等于最长液塞的体积。

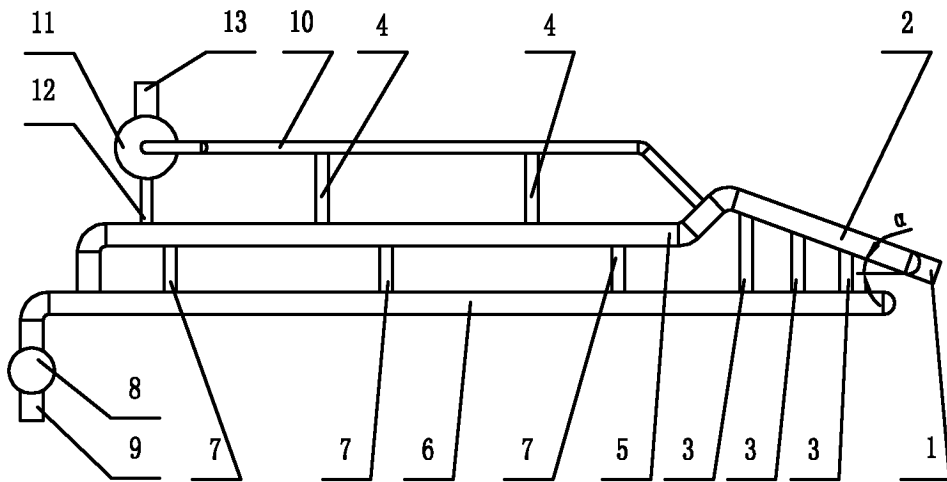


图 1

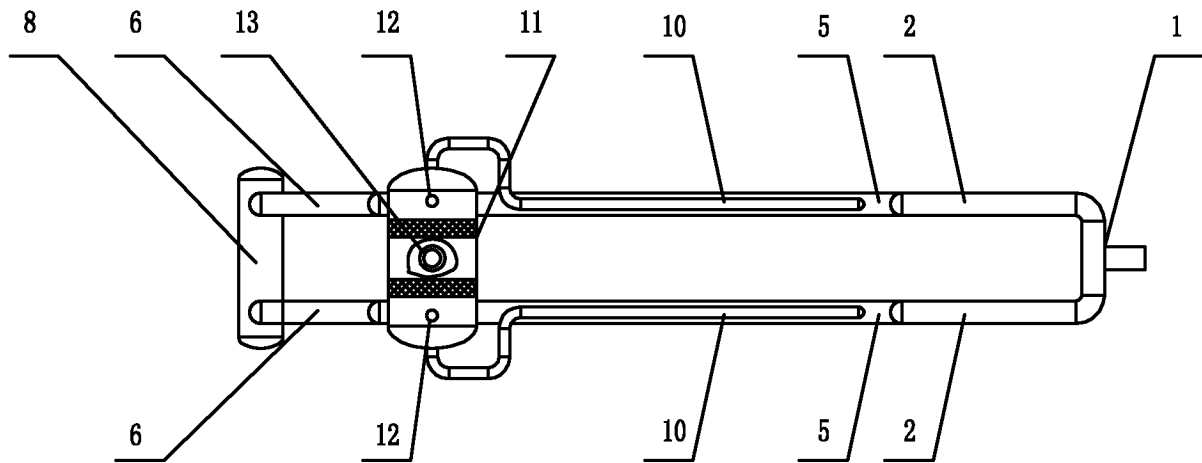


图 2