



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107365607 B

(45) 授权公告日 2023.04.18

(21) 申请号 201710662059.0

B01D 50/40 (2022.01)

(22) 申请日 2017.08.04

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107365607 A

CN 102620524 A, 2012.08.01

CN 104667683 A, 2015.06.03

CN 104673417 A, 2015.06.03

(43) 申请公布日 2017.11.21

US 2008134754 A1, 2008.06.12

(73) 专利权人 上海米素环保科技有限公司  
地址 201514 上海市金山区张堰镇松金公路2758号1幢A3533室

审查员 王宏亮

(72) 发明人 刘懿谦 杨强 黄燎云 徐道尉  
张毅文

(74) 专利代理机构 上海华工专利事务所(普通合伙) 31104  
专利代理师 缪利明

(51) Int. Cl.  
C10L 3/10 (2006.01)

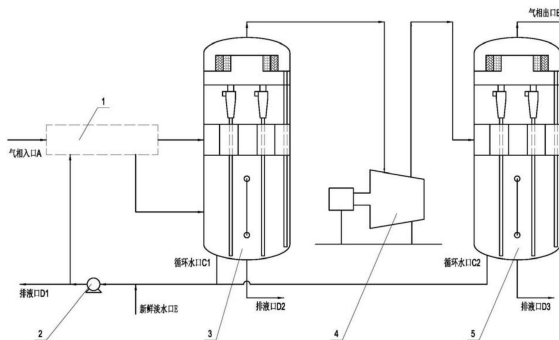
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法

(57) 摘要

本发明涉及海上平台天然气深度净化处理方法,对海上平台原有压缩机前后天然气脱液方法进行优化,适用于海上天然气开采平台采出的天然气深度处理。开采出的天然气经过紧凑式在线处理装置的在线处理后,脱除天然气中的可溶性盐离子和大部分水。随后进入进口高效涤气罐,经进口高效涤气罐脱水后进入压缩机,压缩机后设置的出口高效洗涤罐对压缩机排出气体进行进一步高效除液体。所述的进、出口高效涤气罐具有相同的内部结构,气体依次通过惯性分离分布器、微旋流器、翅片分离模块、纤维凝聚模块,达到天然气高效脱液的效果。该方法将天然气中的可溶性盐离子去除,随后进行高效脱液,从源头上解决了由于天然气带含盐液体造成的压缩机偏心停机,管道腐蚀等问题。



CN 107365607 B

1. 海上平台天然气深度净化处理方法,其特征在於,包括如下步骤:

(1) 开采出的天然气由气相入口A进入系统,经紧凑式在线处理装置(1)处理后,气相流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液,脱除的液体进入进口高效涤气罐(3);

(2) 步骤(1)中进口高效涤气罐(3)中的液体作为循环液从循环水口C1经由管道循环泵(2)重新注入紧凑式在线处理装置(1),除此外,在循环液循环一段时间后,经由排液口D1或D2排出,同时通过新鲜水口E注入新鲜淡水,置换系统钟的高盐水,每次排水、注水时间根据现场液位计液位进行操作,当液面高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下;

(3) 步骤(1)中所述流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液的气相,经进口高效涤气罐(3)处理后,气相流入压缩机(4);

(4) 步骤(3)中所述流入压缩机的气相,经压缩机后进入出口高效涤气罐(5)处理;

(5) 步骤(4)中所述进入出口高效涤气罐(5)的气相,经出口高效涤气罐(5)处理后,气相通过气相出口B排出系统进入下一步工艺流程,脱除的液体部分通过循环水口C2作为循环水使用,部分经排液口D3排出系统,通过观察出口高效涤气罐(5)上液位计的情况判断罐内液位高度,当液面高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,气相入口A的气速范围为2~40m/s。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述紧凑式在线处理装置包含如下几个部分:紧凑式管体(1-1),喷雾洗涤单元(1-2),伞状气液均布单元(1-3),天然气、洗涤水混合传质单元(1-4),造旋单元(1-5),天然气、洗涤水分离单元(1-6)。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述进口高效涤气罐(3)与出口高效涤气罐(5)具有相同的内构件形式,包含以下几个部分:翅片分离模块(3-1),纤维凝聚模块(3-2),微旋流器(3-3),惯性分离分布器(3-4),液位计(3-5),降液管(3-6)。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述紧凑式在线处理装置(1)可脱除天然气中95%以上的可溶性盐离子,并对90%以上的水进行在线高效脱除。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述进口高效涤气罐(3)与出口高效涤气罐(5)可脱除进入其中的99%以上的液体。

## 一种适用于海上平台的紧凑式天然气预处理净化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海上平台天然气深度净化处理方法,适用于海上平台采出天然气的深度处理净化。

### 背景技术

[0002] 随着经济的迅猛发展,人口数量不断激增,能源消费量不断增加,温室气体等各种有害气体排放日益严重,人类的生存环境不断恶化。清洁环保、热值高的天然气能源日益收到我国及世界各国的重视,大力发展天然气工业已经成为各国发展可持续经济、改善国民生存环境的必然选择。

[0003] 随着经济的快速发展和工业化、城市化的快速推进,我国能源消费总量持续快速增长。近年来,我国天然气已进入快速发展期。加快发展天然气,是增加能源供应、优化能源结构、保护生态环境、控制温室气体排放十分现实的选择。我国东海、南海均发现了大量天然气储备,可见日后海上天然气的开采必将成为一个我国重点发展的领域。

[0004] 由于天然气中天然含油大量水蒸气,且天然气中的水蒸气一般处于饱和状态,具体含量与其所处的温度、压力、天然气成分等有很大联系。随着天然气从地下采出,其温度压力等参数必然发生变化。此时,会有部分天然气中的水蒸气变成液态水析出,而天然气中含油液态水对后续工艺有很大危害。具体表现如下:(1)天然气的某些气体分子嵌入水分子晶格中会形成水合物,天然气水合物是一种形态类似于雪或松散的冰的固体物质,产生的水合物会在管线、阀门及仪表处累积进而堵塞管线、阀门及仪表,对其产生物理性破坏,因此要防止水合物的产生。(2)含有H<sub>2</sub>S、CO<sub>2</sub>等酸性气体的天然气,在这些酸性气体溶于水后会形成腐蚀性较强的酸性溶液,导致管线及设备的腐蚀损坏。(3)天然气在开发过程中,带出的地底水往往含有浓度很高的矿物盐,当地面工艺流程设备除液效率不高时,就会导致少量含高浓度矿物盐的游离水随天然气进入了压缩机,在多级压缩过程中,气体温度升高,在高温条件下水分蒸发,可溶性盐析出并附着在压缩机转子的叶轮表面,形成盐垢,使压缩机的动平衡状态遭到破坏,发生偏心,最终导致压缩机发生严重震动进而关停。

[0005] 目前常用的脱水技术有低温冷凝脱水、三甘醇脱水、分子筛脱水等方法。低温冷凝脱水低温冷凝法属于物理脱水。最常见的设备有J-T阀和透平膨胀机,由于该方法对高压天然气净化十分经济,但一般需要添加抑制剂来防止水合物的生成;深度脱水时需额外增加制冷设备,成本较高;对于透平机中的高速旋转部件制造难度大。三甘醇脱水属于溶剂吸收法,在工业中应用十分广泛,该方法稳定性高但系统过于复杂,维护不便,且三甘醇再生需要能耗较高且极易损失。分子筛脱水法属于固体吸附法,其吸附选择性强,吸附效率高,但其操作费用高昂,设备投资巨大,吸附剂价格高且再生能耗极高。最主要的这些方法均是针对天然气中的水分进行脱除,并未除去天然气夹带的地底高矿物含量水中的可溶性盐,这样一旦有少量水未脱除,仍会对后续压缩机等设备的运行产生巨大影响。为此,亟需一种方法在高效脱除天然气中水分的同时把天然气夹带的可溶性盐离子进行去除。

## 发明内容

[0006] 鉴于以上问题,本发明提供了海上平台天然气深度净化处理方法。

[0007] 具体的技术方案如下:

[0008] 海上平台天然气深度净化处理方法,包括如下步骤:

[0009] (1) 开采出的天然气由气相入口A进入系统,经紧凑式在线处理装置(1)处理后,气相流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液;

[0010] (2) 开采出的天然气由气相入口A进入系统,经紧凑式在线处理装置(1)处理后,脱除的液体进入进口高效涤气罐(3);

[0011] (3) 步骤(1)、(2)中所述的,经过紧凑式在线处理装置(1)处理,具体包括,天然气依次通过喷雾洗涤单元(1-2)将循环水注入天然气中,伞状气液均布单元(1-3)对混合物料进行预分布,使气液两相均匀混合进入后续混合传质单元,天然气、洗涤水混合传质单元(1-4)采用高效混合元件,使气液两相充分接触,充分洗涤,造旋单元(1-5)将混合物料的水平运动转化为旋转运动,利用离心力实现气液两相的在线快速分离,天然气、洗涤水分离单元(1-6)利用经过造旋单元后的气液两相在管线中的位置不同,将气液两相分离开,处理后的气液两相分别前往下一工艺流程;

[0012] (4) 步骤(2)中进口高效涤气罐(3)中的液体作为循环液通过循环水口C1,经由管道循环泵重新注入紧凑式在线处理装置(1);

[0013] (5) 步骤(2)中进口高效涤气罐(3)中的液体除步骤(3)中去向外,在循环液循环一段时间后,经由排液口D1或D2排出,同时通过新鲜水口E注入新鲜淡水,置换系统钟的高盐水;

[0014] (6) 步骤(5)中所述的排水、注水,每次排水、注水时间根据现场液位计液位进行操作,当液面高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下;

[0015] (7) 步骤(1)中所述流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液的气相,经进口高效涤气罐(3)处理后,气相流入压缩机,脱除的液体部分通过循环水口C2作为循环液在系统内循环,部分通过排液口D2排出系统;

[0016] (8) 步骤(7)中所述流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液的气相,在进口高效涤气罐(3)内依次流过:惯性分离分布器(3-4),微旋流器(3-3),翅片分离模块(3-1),纤维凝聚模块(3-2),将天然气中夹带的液体进行高效脱除;

[0017] (9) 步骤(8)中所述脱除的液体,经降液管(3-6)汇集在进口高效涤气罐(3)的底部;

[0018] (10) 步骤(8)中所述天然气依次经过的单元,惯性分离分布器(3-4)有效实现气液分离及气体均布,微旋流器(3-3)利用旋流或离心场与压力梯度场耦合实现气液两相的分离,翅片分离模块(3-1)采用多层翅片层叠的形式对液体进行拦截分离,并将部分微小液滴凝聚长大,纤维凝聚模块(3-2)通过亲疏水性不同的纤维进行特定形式的编制,对液滴进行凝聚,分离精度为15 $\mu\text{m}$ ;

[0019] (11) 步骤(7)中所述流入压缩机的气相,经压缩机后进入与进口高效涤气罐(3)相同构造的出口高效涤气罐(5),经过与进口高效涤气罐(3)相同的流程后,气相进入下一流程,液相部分通过循环水口C2作为循环液循环,部分通过排液口D3排出,排液流程与进口高效涤气罐(3)一致。

[0020] 本发明的有益效果在于：

[0021] (1) 采用紧凑式在线处理装置 (1) 对开采天然气进行洗涤除可溶性盐离子, 并预脱除大部分水分, 从根本上解决了可溶性盐析出导致的管道结垢、压缩机叶轮结垢造成偏心震动等现象, 可脱除天然气中95%以上的可溶性盐离子, 并对90%以上的水进行在线高效脱除。

[0022] (2) 采用进口高效涤气罐 (3) 对进气进行深度脱液处理, 气体依次经过四级气液分离装置, 实现分级分步脱液, 可脱除进入其中的99%以上的液体, 最大程度降低进入压缩机中气体的带液量, 维持压缩机高效稳定运行, 提高压缩机运转周期。

[0023] (3) 采用出口高效涤气罐 (5) 对进气进行深度脱液处理, 气体依次经过四级气液分离装置, 实现分级分步脱液, 可脱除进入其中的99%以上的液体, 避免了水合物及酸性溶液的产生, 减少对后续管线、阀门等装置的冲击。

[0024] (4) 与平台现有的压缩机前后脱液处理方法相比, 改进后的处理方法降低了装置的占地面积30%~60%, 同时提高了收液效率3~5倍。

## 附图说明

[0025] 图1是平台上现有的压缩机前后涤气罐脱液流程图；

[0026] 图2是海上平台天然气深度净化处理方法流程图；

[0027] 图3是紧凑式在线处理装置图；

[0028] 图4是进、出口高效涤气罐装置图；

[0029] 图5是进、出口高效涤气罐I-I截面图。

[0030] 符号说明：

[0031] 1紧凑式在线处理装置；2管道循环泵；3进口高效涤气罐；

[0032] 4压缩机；5出口高效涤气罐；

[0033] 1-1紧凑式管体；1-2喷雾洗涤单元；1-3伞状气液均布单元；

[0034] 1-4天然气、洗涤水混合传质单元；1-5造旋单元；

[0035] 1-6天然气、洗涤水分离单元。

[0036] 3-1翅片分离模块；3-2纤维凝聚模块；3-3微旋流器；

[0037] 3-4惯性分离分布器；3-5液位计；3-6降液管。

## 具体实施方式

[0038] 下面, 通过实施例对本发明进行具体描述。有必要在此指出的是, 以下实施例只用于对本发明作进一步说明, 不能理解为对本发明保护范围的限制, 该领域的专业技术人员根据本发明的内容作出的一些非本质的改进和调整, 仍属于本发明的保护范围。

[0039] 图2所示, 海上平台天然气深度净化处理方法, 包括如下步骤：

[0040] (1) 开采出的天然气由气相入口A进入系统, 经紧凑式在线处理装置 (1) 处理后, 气相流入进口高效涤气罐 (3) 进行高效脱液, 脱除的液体进入进口高效涤气罐 (3) ；

[0041] (2) 步骤 (1) 中进口高效涤气罐 (3) 中的液体作为循环液从循环水口C1经由管道循环泵 (2) 重新注入紧凑式在线处理装置 (1), 除此外, 在循环液循环一段时间后, 经由排液口D1或D2排出, 同时通过新鲜水口E注入新鲜淡水, 置换系统钟的高盐水, 每次排水、注水时间

根据现场液位计液位进行操作,当液面高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下;

[0042] (3)步骤(1)中所述流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液的气相,经进口高效涤气罐(3)处理后,气相流入压缩机(4);

[0043] (4)步骤(3)中所述流入压缩机的气相,经压缩机后进入出口高效涤气罐(5)处理;

[0044] (5)步骤(4)中所述进入出口高效涤气罐(5)的气相,经出口高效涤气罐(5)处理后,气相通过气相出口B排出系统进入下一步工艺流程,脱除的液体部分通过循环水口C2作为循环水使用,部分经排液口D3排出系统,通过观察出口高效涤气罐(5)上液位计的情况判断罐内液位高度,当液面高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下。

[0045] 上述紧凑式在线处理装置包含如下几个部分:紧凑式管体(1-1),喷雾洗涤单元(1-2),伞状气液均布单元(1-3),天然气、洗涤水混合传质单元(1-4),造旋单元(1-5),天然气、洗涤水分离单元(1-6)。

[0046] 上述进口高效涤气罐(3)与出口高效涤气罐(5)具有相同的内构件形式,包含以下几个部分:翅片分离模块(3-1),纤维凝聚模块(3-2),微旋流器(3-3),惯性分离分布器(3-4),液位计(3-5),降液管(3-6)。

[0047] 上述紧凑式在线处理装置(1)可脱除天然气中95%以上的可溶性盐离子,并对90%以上的水进行在线高效脱除。

[0048] 上述进口高效涤气罐(3)与出口高效涤气罐(5)可脱除进入其中的99%以上的液体。

[0049] 上述的翅片分离模块(3-1)采用多层翅片层叠的形式对液体进行拦截分离,并将部分微小液滴聚结长大;所述的纤维凝聚模块(3-2)通过亲疏水性不同的纤维进行特定形式的编制,对液滴进行凝聚,分离精度为15 $\mu\text{m}$ ;所述的微旋流器(3-3)使用专利《利用旋流或离心场与压力梯度场耦合进行液体脱气的装置》(CN 103071318 B)中介绍的利用旋流或离心场与压力梯度场耦合进行气液两相分离的技术;所述的惯性分离分布器(3-4)使用专利《气液惯性分离与分布耦合单元及应用其的分离器》(CN 102671502 B)中介绍的气液惯性分离分布器,有效实现气液分离及气体均布的功能;所述的液位计(3-5)可设置成就地液位计或远传液位计,以观测高效洗涤罐内的收液情况,便于对高效洗涤罐内的液位进行控制;所述的降液管(3-6)为多根降液管,多根降液管分别连接微旋流器(3-3)的底流口,连接并贯穿翅片分离模块(3-1)、纤维凝聚模块(3-2)的底部支撑板,使通过微旋流器(3-3)、翅片分离模块(3-1)、纤维凝聚模块(3-2)分离的液体可以通过降液管收集到高效涤气罐的底部。

[0050] 实施例1

[0051] 本申请的发明人经过广泛而深入的研究后发现,海上气田的压缩机经常发生结垢,由于结垢不均与使压缩机发生偏心,随着结垢的日益严重,偏心越来越严重,进而引发压缩机强烈的震动,使压缩机发生停机,严重影响海上气田平台的正常生产。经分析,这种现象是由于地下气藏中的矿物盐在地底高温高压的条件下,会溶于地层水,这种高矿化水会与天然气共同分布于气藏空隙中。气藏开发后,天然气从孔隙中不断向井筒运动,在此过程中溶解有矿物盐的高矿化度水被天然气携带出地面。现有的压缩机前后脱液处理流程如

图1,仅采用进口涤气罐对开采的天然气进行脱液,进口涤气罐中设置旋流器进行脱液,部分会在罐顶设置丝网除沫器,这种设计脱液效率低,就会导致游离水随天然气进入了压缩机,在多级压缩过程中,气体温度升高,在高温条件下水分不断蒸发,随着水分的减少,溶有矿物盐的水溶液达到过饱和状态,最终矿物盐以结晶体析出,导致压缩机叶轮结垢。于此同时,天然气带液还会产生水合物、形成腐蚀性强的酸性气体,对输运管道、管路上的阀门、仪表等产生物理冲击,影响正常生产的运输。为此设计了海上平台天然气深度净化处理方法。通过紧凑式在线处理装置对开采的天然气进行洗涤除盐,同时在线去除其中的大部分水,使用进口高效涤气罐进行高效液体脱除,提高压缩机的运转周期,使用出口高效涤气罐进行高效液体脱除,保证后续工艺流程、管路、阀门、仪表等不会因水合物、腐蚀性酸性溶液、盐离子析出对生产运输产生不良影响。

[0052] 如图2所示,其主要包括:紧凑式在线处理装置1;管道循环泵2;进口高效涤气罐3;压缩机4;出口高效涤气罐5,如图5是进、出口高效涤气罐I-I截面图。对于进、出口高效涤气罐的外形尺寸及内构件的设计要根据气田实际生产量,实际气体组分,操作条件等因素专门设计。

[0053] 如图3所示,紧凑式在线处理装置主要包括:紧凑式管体1-1;喷雾洗涤单元1-2;伞状气液均布单元1-3;天然气、洗涤水混合传质单元1-4;造旋单元1-5;天然气、洗涤水分离单元1-6。

[0054] 如图4所示,进、出口高效涤气罐主要包括:翅片分离模块3-1;纤维凝聚模块3-2;微旋流器3-3;惯性分离分布器3-4;液位计3-5;降液管3-6。

[0055] 某气田的部分生产参数如下:

	操作流量	85000Nm <sup>3</sup> /h
	操作温度	33.2℃
	操作压力	5MPaG
	操作状态下体积流量	1700m <sup>3</sup> /h
[0056]	气体密度	1.0796 相对工况下的空气密度
	气体成分组成	甲烷 41.0%
		乙烷 1.2%
		丙烷 0.1%
		二氧化碳 49.0%
		氮气 8.6%
		碳六及以上 0.1%

[0057] 开采出的天然气由气相入口A进入系统,气相入口A的气速范围为2~40m/s。经紧凑式在线处理装置(1)处理后,气相流入进口高效涤气罐(3)进行高效脱液,脱除的液体进入进口高效涤气罐(3)作为循环液经管道循环泵(2)再次通过喷雾洗涤单元注入到天然气中。在液位计高度1/2时进行排液,排至封头切线位置停止,同时注入新鲜淡水,以置换系统中的高盐水。经紧凑式在线处理装置(1)处理过的低盐天然气进入进口高效涤气罐(3),气相流入压缩机,液体经降液管(3-6)汇集在进口高效涤气罐(3)的底部,部分通过循环水口

C1作为循环液在系统内循环,部分通过排液口D2排出系统,通过观察液位计(4-5)判断进口高效涤气罐(3)中液位的高度,当高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,通过排液口D2进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下时停止。经压缩机后的天然气进入出口高效涤气罐(5)进行深度脱水处理,气相进入下一步工艺流程,液体经降液管汇集在出口高效涤气罐(5)的底部,部分通过循环水口C1作为循环液在系统内循环,部分通过排液口D3排出系统,通过观察液位计判断出口高效涤气罐(5)中液位的高度,当高度达到液位计高度1/4到1/2时候进行排液,通过排液口D3进行排液,排液排至罐体封头切线位置上下时停止。

[0058] 当采用该方法对海上平台天然气进行深度处理净化时,压缩机稳定运行1年未发生结垢现象,后续管路、阀门、仪表未发生由于可溶性盐析出、形成水合物、形成强腐蚀性的酸溶液导致的物理性破坏。

[0059] 与原处理方法相比,改进后的处理方法降低了装置的占地面积30%~60%,同时提高了收液效率3~5倍。



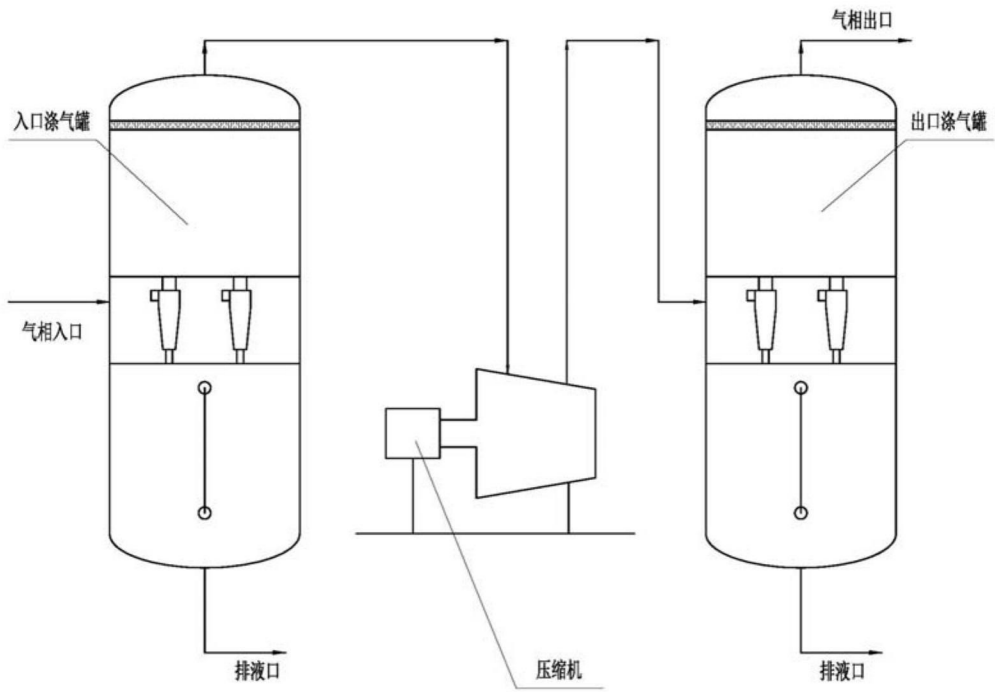


图1

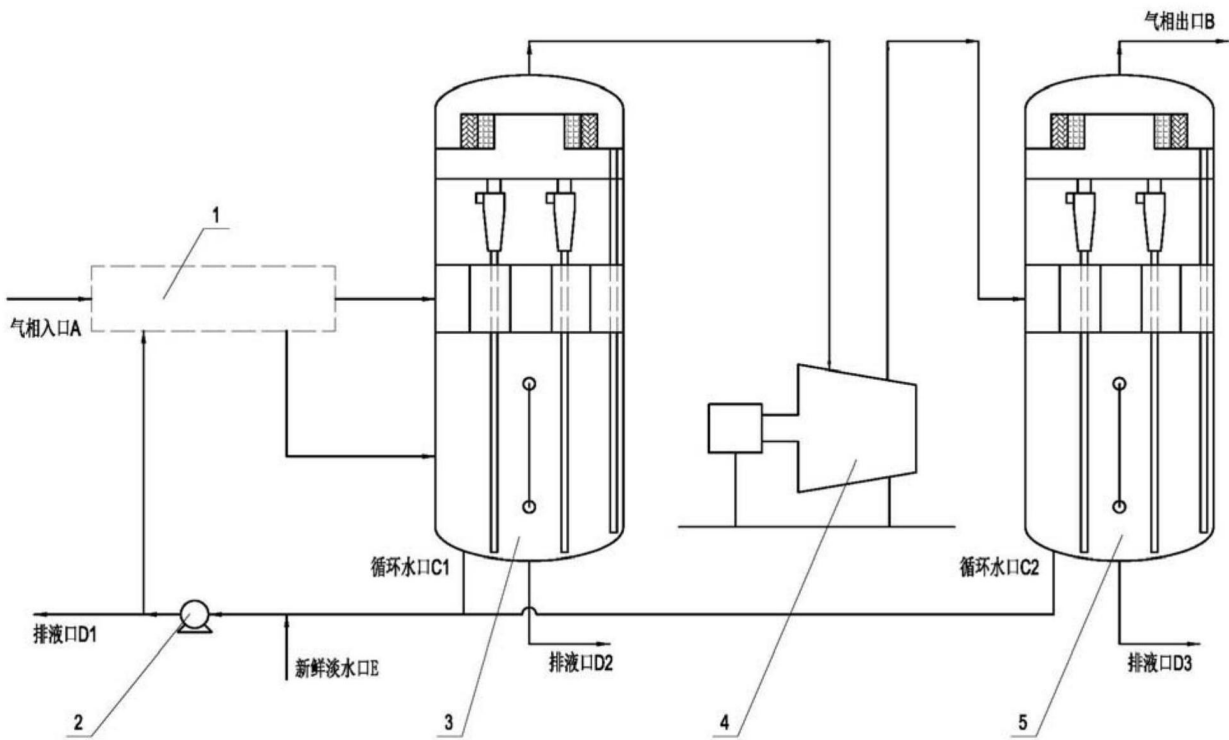


图2

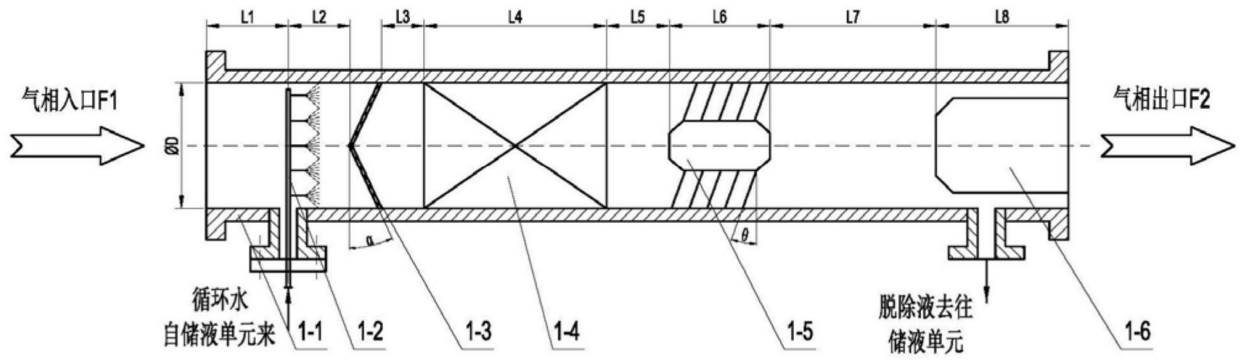


图3

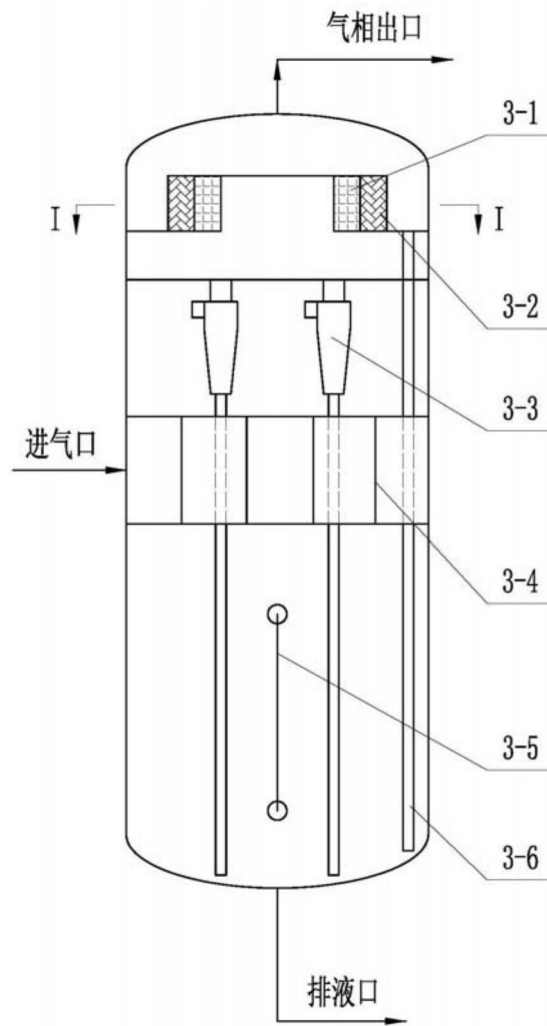
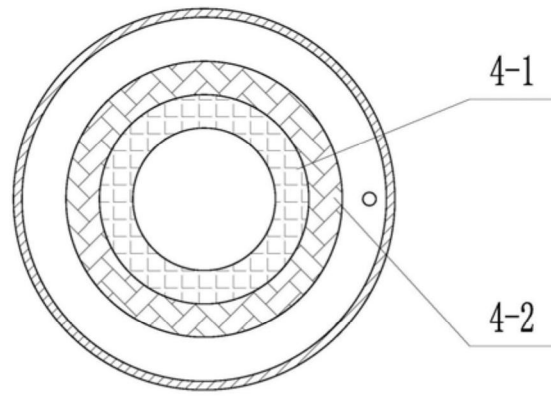


图4



I-I截面图

图5