(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111039434 A
(43)申请公布日 2020.04.21

(21)申请号 201911303636.2

(22)申请日 2019.12.17

(71)申请人 深圳科力迩科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市龙岗区龙岗街道爱南路366号启正源商务中心1106室

(72)发明人 简小文 卢国富 覃德雄 石勋祥 吴华峰

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414
代理人 黄志云

(51)Int.Cl.
C02F 9/02(2006.01)

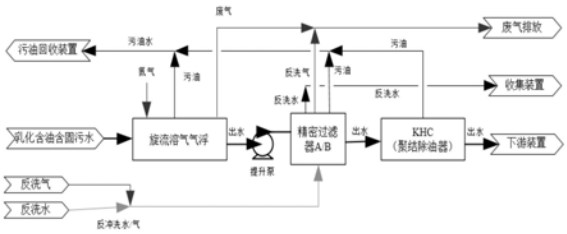
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

一种含油污水处理工艺及系统

(57)摘要

本发明提供了一种含油污水处理工艺，所述含油污水处理工艺包括如下步骤：将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。该工艺通过溶气气浮处理对含油污水的乳化油进行初破乳，使油水两相界面更加清晰；再进行过滤处理有效去除含油污水中绝大部分悬浮物和部分乳化油；进一步通过聚结除油处理将乳化油和超乳化油进行完全破乳，实现油水快速分离，同时对高度乳化油进行聚结，达到同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。



CN 111039434 A

1.一种含油污水处理工艺,其特征在于,所述含油污水处理工艺包括如下步骤:

将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物;将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物;将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

2.根据权利要求1所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中,采用溶气气浮装置进行处理,所述溶气气浮处理的处理时间为1～10分钟。

3.根据权利要求2所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中,所述溶气气浮处理的系统压差为0.05Mpa～0.06Mpa,处理压力为0.05Mpa～0.3Mpa,处理温度为0℃～85℃。

4.根据权利要求1所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物的步骤中,在绝对过滤精度≤10μm的条件下,对所述第一混合物进行过滤处理。

5.根据权利要求4所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物的步骤,包括对进行过滤处理的过滤器进行气水联合反洗步骤,且所述气水联合反洗的方法为:气洗5s～5min后,水洗1min～30min;重复所述气洗、水洗步骤2-3次。

6.根据权利要求5所述的含油污水处理工艺,其特征在于,所述气水联合反洗步骤中,控制压差为0.01MPa～0.1MPa。

7.根据权利要求1至6任一项所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水的步骤中,所述聚结除油处理的系统压差为0.01MPa～0.2MPa,处理温度为0℃～85℃。

8.根据权利要求7所述的含油污水处理工艺,其特征在于,将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水的步骤中,所述聚结除油处理的处理时间为10～60分钟。

9.一种含油污水处理系统,其特征在于,所述含油污水处理系统包括顺次连接的:溶气气浮装置,过滤装置及聚结除油处理装置。

10.根据权利要求9所述的含油污水处理系统,特征在于,所述溶气气浮装置包括可密封的罐体,罐体顶部设有污油出口,底部设有处理水出口,罐体内设有一内筒,一气液混合污水进管与内筒底部连通,所述内筒内设有一旋流发生装置,其中,所述旋流发生装置包括中心柱和绕中心柱旋转的导流片;和/或,

所述聚结除油处理装置为卧式结构,包括罐体,罐体空间从左至右被依次分成乳化聚结破乳区、流体稳定区、液液聚结填料区、液液分离区。

一种含油污水处理工艺及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理领域，尤其涉及一种含油污水处理工艺及系统。

背景技术

[0002] 石油石化行业生产过程中会产生大量含油量高、乳化严重、携带大量细微固体悬浮物含油污水，该污水含油量最高，乳化油粒径小(大部分都在20um以下)，同时乳化油包裹在固体悬浮物表面，形成稳定的乳化含油污水，长时间沉降无法分层，导致常规处理工艺无法满足要求。乳处理效果不佳，进入下游处理装置，容易造成下游装置堵塞，影响运行效果，严重时导致装置无法正常运行，需停工检修，给下游污水处理装置造成很大的困难。

[0003] 现有技术对所述含油污水的处理工艺包括重力沉降、旋流离心分离、陶瓷膜过滤、聚结破乳分离工艺等步骤，具体如下：

[0004] 重力沉降工艺通常沉降时间从40小时到800小时不等，多在50～70小时。但由于含油乳化严重，焦粉颗粒小，即使长时间沉降，分离效果仍然不明显，同时占地面积大，基建成本高，投资大，另由于沉降罐处于敞开或者半封闭状态，酸性气体外泄，严重影响周围环境和员工健康，不符合当前环保要求。

[0005] 旋流离心分离工艺虽然较重力沉降有改进，但由于乳化油粒径小，密度与水非常接近，旋流作用仍然很有限，除油、除悬浮物效果仍不明显。同时该工艺抗冲击性能差，除油效果不稳定，旋流器容易堵塞，严重时甚至造成无法正常工作。

[0006] 以陶瓷膜为核心设备处理工艺，虽膜过滤精度高，短期出水比较好，能达到要求，但该工艺投资大，运行和维护成本高，膜容易堵塞，稳定性差，同时再生时，产生大量浓水和酸洗、碱洗产生废液，存在二次污染。

[0007] 聚结破乳分离要求在聚结破乳前需要去除绝大部分细微悬浮物，否则聚结器容易堵塞，穿孔导致聚结器失效，该工艺虽然通常前端加入预过滤器，但由于乳化油和细微固体悬浮物相互包裹，且含量高，如选择高精度过滤器，则过滤器负载大，容易堵塞，反洗频繁，反洗水量大，产水率低，运行维护困难。如选择精度较低粗过滤，聚结器容易堵塞失效，无法长期稳定运行。

[0008] 基于现有方法对所述含油污水的处理步骤中，当乳化油和细微悬浮物相互包裹的情况下，无法同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种含油污水处理工艺及系统，旨在解决现有污水处理工艺对乳化油和细微悬浮物相互包裹的情况，无法同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的问题。

[0010] 为实现上述发明目的，本发明采用的技术方案如下：

[0011] 一种含油污水处理工艺，所述含油污水处理工艺包括如下步骤：

[0012] 将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行过滤处理得

到第二混合物;将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0013] 以及,一种含油污水处理系统,所述含油污水处理系统包括顺次连接的:溶气气浮装置,过滤装置及聚结除油处理装置。

[0014] 本发明所述的含油污水处理工艺,是以“溶气气浮处理-过滤处理-聚结除油处理”的工艺对含油污水进行处理,首先,对含油污水先进行溶气气浮处理,溶气气浮处理过程中,在待处理的含油污水中通入大量的、高度分散的微纳米气泡,使之作为载体与悬浮在水中的颗粒(油滴)或絮状物粘附,形成整体密度小于水的浮体,依靠浮力作用一起上浮到水面,形成浮油而加以去除,使含油污水中大部分乳化油和细微悬浮物得以去除,大幅降低后续过滤处理步骤和聚结除油处理步骤的负担,可大幅减少过滤步骤中过的反洗频率,降低反洗水量,提高过滤产水率,同时大幅延迟过滤器和聚结器堵塞周期,为后续处理步骤创造条件。

[0015] 其次,再进行过滤处理,过滤处理步骤主要是为了去除经溶气气浮处理后的第一混合物中大部分的悬浮物质,除去含油污水中的固态物,为后续聚结除油处理步骤提供低固含量的污水,使聚结除油处理效果较好。

[0016] 最后,在进行聚结除油处理,聚结除油处理主要是将低固含量的第二混合物聚结进而去除水中乳化油,含乳化油污水经聚结处理的过程中,乳化态和超乳化态油滴被聚结成较大的油滴,大油滴聚结成大油团进而实现快速分离,以达到除油的效果。

[0017] 该工艺通过溶气气浮处理对含油污水的乳化油进行初破乳,使油水两相界面更加清晰;再进行过滤处理有效去除含油污水中绝大部分悬浮物和部分乳化油,为后续聚结除油创造有利条件;进一步通过聚结除油处理将乳化油和超乳化油进行完全破乳,实现油水快速分离,同时对高度乳化油进行聚结,达到同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。此工艺步骤少,处理时间短,有利于应用于焦化酸性水、气田冷凝水、蒸汽冷凝水等高度乳化含油含固污水处理过程中。

[0018] 本发明所述的一种含油污水处理系统,所述含油污水处理系统包括顺次连接的:溶气气浮装置,过滤装置及聚结除油处理装置。

[0019] 本发明以“溶气气浮装置-过滤装置-聚结除油处理装置”作为含油污水处理系统,以实现采用“溶气气浮处理-过滤处理-聚结除油处理”的工艺对含油污水进行处理,采用该含油污水系统对含油污水进行处理,作用效果好,处理时间短,能够同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。

附图说明

[0020] 图1是本发明实施例提供的工艺流程图。

[0021] 图2是本发明实施例提供的工艺流程图。

[0022] 图3是本发明实施例提供的旋流溶气气浮装置的结构示意图。

[0023] 图4是本发明实施例提供的旋流溶气气浮装置的旋流发生装置的结构示意图。

[0024] 图5是本发明实施例提供的聚结除油处理装置(多根立式的聚结芯)的结构示意图。

[0025] 图6是本发明实施例提供的聚结除油处理装置(多根卧式的聚结芯)的结构示意图。

[0026] 图7是本发明实施例提供的述聚结除油处理装置的工作过程示意图。

[0027] 图8是本发明实施例1提供的第一天(4月14日)下午16:00的含油污水和处理得到的污水的样品。

[0028] 图9是本发明实施例1提供的第二天(4月15日)上午10:00的含油污水和处理得到的污水的样品。

[0029] 图10是本发明实施例1提供的第二天(4月15日)下午15:00的含油污水和处理得到的污水的样品。

[0030] 图11是本发明实施例1提供的第三天(4月16日)上午10:00的含油污水和处理得到的污水的样品。

[0031] 图12是本发明实施例1提供的第三天(4月16日)下午15:00的含油污水和处理得到的污水的样品。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和技术效果更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。结合本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0034] 本发明实例提供一种含油污水处理工艺,所述含油污水处理工艺包括如下步骤:

[0035] S01.将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物;

[0036] S02.将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物;

[0037] S03.将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0038] 本发明所述的含油污水处理工艺,是以“溶气气浮处理-过滤处理-聚结除油处理”的工艺对含油污水进行处理,首先,对含油污水先进行溶气气浮处理,溶气气浮处理过程中,在待处理的含油污水中通入大量的、高度分散的微纳米气泡,使之作为载体与悬浮在水中的颗粒(油滴)或絮状物粘附,形成整体密度小于水的浮体,依靠浮力作用一起上浮到水面,形成浮油而加以去除,使含油污水中大部分乳化油和细微悬浮物得以去除,大幅降低后续过滤处理步骤和聚结除油处理步骤的负担,可大幅减少过滤步骤中过的反洗频率,降低反洗水量,提高过滤产水率,同时大幅延迟过滤器和聚结器堵塞周期,为后续处理步骤创造条件。

[0039] 其次,再进行过滤处理,过滤处理步骤主要是为了去除经溶气气浮处理后的第一混合物中大部分的悬浮物质,除去含油污水中的固态物,为后续聚结除油处理步骤提供低固含量的污水,使聚结除油处理效果较好。

[0040] 最后,在进行聚结除油处理,聚结除油处理主要是将低固含量的第二混合物聚结进而去除水中乳化油,含乳化油污水经聚结处理的过程中,乳化态和超乳化态油滴被聚结成较大的油滴,大油滴聚结成大油团进而实现快速分离,以达到除油的效果。

[0041] 具体的，在上述步骤S01中，将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物。在溶气气浮处理过程中，在待处理的含油污水中通入大量的、高度分散的微纳米气泡，使之作为载体与悬浮在水中的颗粒(油滴)或絮状物粘附，形成整体密度小于水的浮体，依靠浮力作用一起上浮到水面，形成浮油而加以去除，使含油污水中大部分乳化油和细微悬浮物得以去除，使含油污水中大部分乳化油和细微悬浮物得以去除，大幅降低后续过滤处理步骤和聚结除油处理步骤的负担，可大幅减少过滤步骤中过的反洗频率，降低反洗水量，提高过滤产水率，同时大幅延迟过滤器和聚结器堵塞周期，为后续处理步骤创造条件。

[0042] 优选的，将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中，采用溶气气浮装置进行处理，所述溶气气浮处理的处理时间为1～10分钟。优选的，所述溶气气浮装置为同时设置有旋流离心分离组件与溶气气浮分离组件的装置。溶气气浮装置首先利用部分回流气浮选的技术，装置的出水和气体被旋流溶气泵吸入，通过高速旋转的泵叶轮将液体与气体混合，气体充分溶解于液体中，溶解效率可达95％以上。同时在溶气罐内设置内件，使气体与水成分接触来进一步提高溶气效率。含有微小气泡(粒径5～30微米)的水进入到高效旋流气浮入口管线与进水混合后由底部切向进入到溶气气浮装置，在底部产生弱旋流，弱旋流一方面使油滴和微纳米气泡向容器中心运移，另一方面也促进强化两者之间的碰撞粘附，然后发生气浮作用，浮升到液面的油滴-气泡-悬浮物-水的多相混合物由容器顶部靠压力排出，处理后的水由底部排出。含油污水在溶气气浮装置内部旋流离心分离和溶气气浮分离综合作用，效果远高于单独旋流和气浮作用，因此可以在很短的处理时间达到较高的效率。

[0043] 优选的，所述溶气气浮处理的处理时间为1～10分钟。控制溶气气浮处理的处理时间较短，保证在1～10分钟的时间内对含油污水完成溶气气浮处理。

[0044] 优选的，将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中，所述溶气气浮处理的系统压差为0.05Mpa～0.06Mpa，处理压力为0.05Mpa～0.3Mpa，控制所述溶气气浮处理的系统压差和处理压力，可保证其对含油污水的处理过程中，压力适中，确保可以对含油污水中大颗粒固态杂质进行去除，同时也能保证其使用寿命，确保不会因为压力过大而造成设备损坏。

[0045] 优选的，将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中，所述溶气气浮处理的处理温度为0℃～85℃，若处理温度过低，会导致含油污水的粘度增加，增加气泡与悬浮物、油滴的接触，进而影响处理效果，使油滴、悬浮物与污水的分离效果差;若处理温度过高，会导致溶气水中溶解气含量减少，使微气泡数量不足，进而影响气浮效果，使油滴、悬浮物与污水的分离效果差。在本发明优选实施例中，所述溶气气浮处理的处理温度为30℃～60℃，在上述温度条件下，有利于含油污水中悬浮物及油滴与微气泡结合，使气浮效果高，保证其分离效果佳。

[0046] 优选的，所述将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的步骤中，采用旋流溶气气浮处理的方法对含油污水进行处理。

[0047] 在本发明具体实施例中，采用所述旋流气浮装置将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物的具体操作方法如下:将含油污水通入旋流气浮装置(CDFU装置)，经混合装置与溶气水释放出来的大量超微气泡，控制所述气泡的直径5～30μm;将所述含有污水与所述超微气泡进行混合后，沿着CDFU罐壁切向进入溶气气浮罐内，在切向动力流和内部流体构

件的作用下，快速形成一定强度的均匀旋流流场，通过旋流产生的离心力作用，大量超微气泡和乳化油滴快速碰撞、粘附并向中间集聚形成浮油后，逐步上浮进入收油内筒再经排油口排入浮油收集系统；浮选后析出废气经气浮顶部排气口排入废气处理系统，得到第一混合物。

[0048] 具体的，在上述步骤S02中，将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物；过滤处理步骤主要是为了去除经溶气气浮处理后的第一混合物中大部分的悬浮物质，除去含油污水中的固态物，为后续聚结除油处理步骤提供低固含量的污水，使聚结除油处理效果较好。

[0049] 优选的，将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物的步骤中，在绝对过滤精度≤10μm的条件下，对所述第一混合物进行过滤处理。在绝对过滤精度≤10μm的条件进行过滤处理，可以保证所述第一混合物中大颗粒杂质被除去，为后续聚结除油处理步骤提供低固含量的污水，使聚结除油处理效果较好。由于过滤处理是将悬浮物进行吸附于过滤介质上进行过滤，经过时候之后，悬浮物的吸附会影响过滤介质的吸附性能，优选的，将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物的步骤中，包括进行气水联合反洗步骤，进行气水联合反洗步骤，能够使过滤介质中吸附的悬浮物在液体冲洗过程中随着气体一起向上浮动，更有利于将吸附在过滤介质上的悬浮物去除。

[0050] 优选的，所述气水联合反洗的方法为：气洗5s～5min后，水洗1min～30min；重复所述气洗、水洗步骤2-3次。先采用气洗的方式将悬浮物冲散，使悬浮物与过滤介质的粘附性较差；再使用水洗的方式对悬浮物进行冲洗，去除过滤介质中的悬浮物。其中，气洗5s～5min，若气洗时间过短，无法将悬浮物进行冲散，导致悬浮物仍与过滤介质的粘附性较强，不利于去除；再进行水洗1min～30min，若水洗时间过短，则无法将悬浮物冲洗干净，若水洗时间过长，则影响反应效率。

[0051] 进一步优选的，所述气水联合反洗的方法为：气洗5s～5min后，水洗1min～30min；重复所述气洗、水洗步骤2-3次。反复上述清洗周期2～3次即可。反复上述清洗周期2～3次，即可将悬浮物清洗干净。

[0052] 优选的，所述气水联合反洗步骤中，控制压差为0.01MPa～0.1MPa。控制压差为0.01MPa～0.1MPa，保证在过滤过程中能实现气水联合反洗过程，压力适中，能够确保去除大部分悬浮物。在本发明优选实施例中，所述压差为0.03MPa～0.05MPa，能够确保去除大部分悬浮物，同时也能保证其使用寿命，确保不会因为压力过大而造成设备损坏。

[0053] 具体的，在上述步骤S03中，将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。聚结除油处理主要是将低固含量的第二混合物聚结进而去除水中乳化油，含乳化油污水经聚结处理的过程中，乳化态和超乳化态油滴被聚结成较大的油滴，大油滴聚结成大油团进而实现快速分离，以达到除油的效果。

[0054] 优选的，将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水的步骤中，所述聚结除油处理的系统压差为0.01MPa～0.2MPa，保证在聚结除油处理过程中压力适中，能够确保达到除油的效果。

[0055] 优选的，将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水的步骤中，所述聚结除油处理的处理温度为0～85℃。若处理的温度过低，会导致污油粘度过大，当粘度大于50mpas时会导致聚结芯上聚结的油无法分离，粘附在滤芯上导致滤芯受损，无法达到

破乳效果，无法达到除油效果；若温度过高，则滤芯材料物理性质发生变化，无法保证除油效果。

[0056] 优选的，将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水的步骤中，所述聚结除油处理的处理时间为10～60分钟。若处理时间太短，则无法较完整地实现除油的效果；若处理时间太长，则处理效率低下，影响处理效率。在本发明具体实施例中，选用聚结除油装置对所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0057] 优选的，将含油污水经过溶气气浮处理得到第一混合物的步骤之前，还包括对所述含油污水进行粗过滤处理。在溶气气浮处理之前，对含油污水进行粗过滤处理，目的是为了将含油污水中的大颗粒固体杂质去除，方便后续处理步骤的进行。

[0058] 优选的，所述粗过滤处理的步骤中，选用孔径为10～100um的过滤网进行过滤，目的是为了是使焦粉、悬浮物等颗粒大的固体杂质去除。若孔径过大，则起不到过滤的效果；若孔径过小，则会导致粗过滤的过滤精度太高，使粗过滤器的寿命较短。在本发明优选实施例中，所述粗过滤处理的步骤中，选用孔径为20～50μm的过滤网进行过滤，采用上述孔径的过滤网进行过滤，可较好地将颗粒较大的固体杂质去除。

[0059] 优选的，所述粗过滤处理的步骤中，还包括反洗步骤。进一步优选的，所述反洗步骤中，控制所述反洗压差为0.01MPa～0.1MPa，若反洗压差过小，则会导致反洗频率较高，效率低下；若反洗压差过大，则会导致成本较高。同时，若反洗压差过大，容易导致滤膜损坏，影响滤膜寿命；且易造成过大悬浮物进入滤膜膜孔中，导致滤膜堵塞，影响反洗效果。在本发明优选实施例中，所述反洗步骤中，控制所述反洗压差为0.013MPa～0.05MPa，在上述压差条件下进行反洗，可以保证含油污水中大颗粒固体杂质被除去，同时保证不易造成过滤器堵塞，反洗效果优异。

[0060] 在一些实施例中，当含油污水的悬浮物含量≥300mg/L，且所述含油污水中固体杂质的粒径为10～100um的情况下，将含油污水经过溶气气浮处理得到第一混合物的步骤之前，还包括对所述含油污水进行粗过滤处理。如图1所示的工艺流程图，所述含油污水的处理工艺包括如下步骤：将所述含油污水进行粗过滤处理，将粗过滤处理得到的含油污水经旋流溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行精密过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水；

[0061] 其中，所述旋浮溶气气浮处理的系统压差为0.05Mpa～0.06Mpa，处理压力为0.05Mpa～0.3Mpa，处理温度为0℃～85℃，处理时间为1～10分钟；

[0062] 所述粗过滤处理和精密过滤处理均包括进行气水联合反洗步骤，控制压差为0.01MPa～0.1MPa，所述气水联合反洗的方法为：气洗5s～5min后，水洗1min～30min；重复所述气洗、水洗步骤2-3次；

[0063] 所述聚结除油处理的系统压差为0.01MPa～0.2MPa，处理温度为0℃～85℃，处理时间为10～60分钟。

[0064] 在一些实施例中，当含油污水的悬浮物含量＜300mg/L，且所述含油污水中固体杂质的粒径＞10um的情况下，将含油污水经过溶气气浮处理得到第一混合物的步骤之前，不需要对所述含油污水进行粗过滤处理。如图2所示的工艺流程图，所述含油污水的处理工艺包括如下步骤：将所述含油污水经旋浮溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行精密过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的

污水；

[0065] 其中，所述旋浮溶气气浮处理的系统压差为0.05Mpa～0.06Mpa，处理压力为0.05Mpa～0.3Mpa，处理温度为0℃～85℃，处理时间为1～10分钟；

[0066] 所述精密过滤处理均包括进行气水联合反洗步骤，控制压差为0.01MPa～0.1MPa，所述气水联合反洗的方法为：气洗5s～5min后，水洗1min～30min；重复所述气洗、水洗步骤2-3次；

[0067] 所述聚结除油处理的系统压差为0.01MPa～0.2MPa，处理温度为0℃～85℃，处理时间为10～60分钟。该工艺通过溶气气浮处理对含油污水的乳化油进行初破乳，使油水两相界面更加清晰；再进行过滤处理有效去除含油污水中绝大部分悬浮物和部分乳化油，为后续聚结除油创造有利条件；进一步通过聚结除油处理将乳化油和超乳化油进行完全破乳，实现油水快速分离，同时对高度乳化油进行聚结，达到同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。此工艺步骤少，处理时间短，有利于应用于焦化酸性水、气田冷凝水、蒸汽冷凝水等高度乳化含油含固污水处理过程中。

[0068] 相应的，本发明实施例还提供了一种含油污水处理系统，所述含油污水处理系统包括顺次连接的：溶气气浮装置，过滤装置及聚结除油处理装置。

[0069] 本发明所述的一种含油污水处理系统，所述含油污水处理系统包括顺次连接的：溶气气浮装置，过滤装置及聚结除油处理装置。本发明以“溶气气浮装置-过滤装置-聚结除油处理装置”作为含油污水处理系统，以实现采用“溶气气浮处理-过滤处理-聚结除油处理”的工艺对含油污水进行处理，采用该含油污水系统对含油污水进行处理，作用效果好，处理时间短，能够同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。

[0070] 优选的，所述溶气气浮装置选用旋流溶气气浮装置，如图3所示，所述旋流溶气气浮装置包括可密封的罐体1，罐体顶部设有污油出口8，底部设有处理水出口10，罐体1内设有一内筒5，内筒5与罐体1同轴心设置，一气液混合污水进管与内筒底部连通，内筒内设有一旋流发生装置7，在旋流发生装置与内筒底部间还设有多孔整流板6。内筒5顶端开口，开口部52呈倒喇叭状，中间51为圆筒状，底部53为锥形。沿内筒外壁设有环形的挡板9，挡板向下倾斜，与罐体内壁间留有缝隙。气液混合污水进管与污水进管2、气液混合入口管3通过一混合器4连接在一起，所述旋流溶气气浮装置罐体由内筒分成筒内区域102和筒外区域103。如图4所示，所述旋流发生装置7包括中心柱71和绕中心柱旋转的导流片72。

[0071] 所述旋流溶气气浮装置的工作过程如下：含油污水经污水进管2进入，经混合器4与气液混合入口管3中携带有大量微气泡的气液混合液混合后，通过气液混合污水进管进入到内筒5底部，经多孔整流板6后，向上流动进入到旋流发生装置7，在内筒3和中心柱72之间的导流片71的作用下，产生旋流，微气泡携带油滴逐步向内筒区域101中间运动并上升到气液界面102，气泡析出，油滴形成浮渣经污油排出口8或排油口12排出。与此同时浮选后的污水漫过内筒5的倒喇叭口52向下运动到筒外区域103，绕过斜挡板4后，经处理水出口10排出。

[0072] 所述旋流溶气气浮装置罐体由内筒分成筒内区域和筒外区域，将气浮区域隔分成多个功能区域，细化了气浮内部流场，将污油和处理后污水的流动路线分开，避免油滴被处理水携带走，减少出口含油量，分离效率更高。同时本装置内部流场组织的更为合理，空间利用率更高，容器结构更为紧凑。其次，通过在内筒底部设有旋流发生装置，能够产生更大

的旋转速度，获得更大的离心加速度，促使油滴更快向内筒中间聚结，缩短停留时间，使结构更为紧凑，同时经过旋流发生装置产生的旋流更为稳定，流场更均匀，更有利于气浮作用，提高了除油效率；再者，处理水出口上部安装有一环形挡板，起到缓和水流，使得处理水出口水流更均匀平缓，防止出口水携带泥沙，降低出口水中含油量，提高分离效率。所述旋流溶气气浮装置为旋流离心分离技术与溶气气浮分离技术结合的装置，其内部流场组织更合理、产生的离心强度更大、结构更为紧凑，能够获得更好的除油和除砂效果。

[0073] 优选的，所述聚结除油处理装置为卧式结构，包括罐体，罐体空间从左至右被依次分成乳化聚结破乳区、流体稳定区、液液聚结填料区、液液分离区。

[0074] 优选的，设置一乳化聚结破乳区，待分离不相溶液液两相乳化液首先进入聚结破乳区，聚结破乳区由单根或多根特殊材料制成的聚结破乳滤芯组成，在液态通过聚结破乳滤芯的过程中，乳化态和超乳化态离散态液相液滴经过聚结破乳滤芯时，被滤芯上的微纳米纤维捕捉、聚结成大液滴，同时游离态液相也直接通过聚结滤芯进入到流体稳定区。优选的，所述聚结破乳区由纳米纤维聚结破乳滤芯组成。进一步的，所述聚结芯选用单根聚结芯或多根聚结芯，布置方式选用立式或卧式。如图5所示，所述聚结除油处理装置中为多根立式的聚结芯。如图6所示，所述聚结除油处理装置中为多根卧式的聚结芯。

[0075] 优选的，所述纤维聚结芯有大量微纳米超细纤维丝编织成，所述超细纤维材料选自金属纤维、玻璃纤维、聚四氟乙烯纤维、聚丙烯纤维、聚酯纤维等的一种或者多种。在本发明优选实施例中，所述超细纤维材料选自聚四氟乙烯、聚酯纤维、聚丙烯纤维的至少一种。进一步优选的，可对上述纤维进行改性或进行表面涂层，使纤维表面具有超亲水性、超亲油性或超不亲油不亲水性，以便更好地对液液两相乳化态、超乳化态进行破乳、分离。

[0076] 优选的，所述流体稳定区内设有多孔稳流板；进一步优选的，所述稳流板为单块稳流板或多块稳流板。设置稳流板，主要是使流体快速成层流状态，聚结后携带聚结后大液滴的液体经多孔稳流板迅速消除动能，流体快速成层流状态后进入液液聚结填料区。

[0077] 优选的，所述液液聚结填料区设有专用高效聚结分离填料；携带大液滴的液态处于层流状态进入聚结填料区，在聚结填料的作用下，大液滴迅速聚集、聚合成液团甚至连续的液相后进入液液分离区。进一步优选的，所述聚结填料选自波纹填料、斜板填料、斜管填料、特殊波纹填料的任意一种。进一步优选的，所述填料的厚度为200mm～4000mm。

[0078] 优选的，所述液液分离区的作用是分离液体经破乳、聚结后形成大液团，轻组分大液团在浮力作用下迅速上浮，形成亲组分液体层，再从顶部集液包中排出；重组分在重力的作用下迅速下沉形成重组分液体层，从底部出口排出，密度较轻的液相从顶部集液包中排出。

[0079] 所述聚结除油处理装置的工作过程如图7所示，含乳化油污水经入口首先进入聚结破乳滤芯，在经过聚结芯的过程中，乳化态和超乳化态油滴被滤芯上的微纳米纤维捕捉、聚结成较大的油滴(游离态油滴)后到流体稳定区；在多孔稳流板的作用下，污水流态快速处于层流状态，为后端聚结提供稳定流体条件，处于层流状态污水进入专用高效聚结分离填料在聚结填料的作用下，破乳后较大的液滴迅速聚集、聚合成油团或油层后进入油水液液分离区；在液液分离区分离内油团或油层迅速上浮到分离器罐上部并形成油层，再从顶部集液包中排出；污水迅速下沉进入污水层再从底部出口排出。优选的，所述含油污水处理系统中，还包括粗过滤装置，且所述粗过滤装置设置在溶气气浮装置背离所述过滤装置的

一端。设置一粗过滤装置目的是为了是使焦粉、悬浮物等颗粒大的固体杂质去除。

[0080] 在一些实施例中，当含油污水的悬浮物含量≥300mg/L，且所述含油污水中固体杂质的粒径为10～100um的情况下，所述含油污水处理系统中，所述含油污水处理系统包括顺次连接的：粗过滤装置，溶气气浮装置，过滤装置及聚结除油处理装置。优选的，所述含油污水的处理工艺包括如下步骤：将所述含油污水进行粗过滤处理，将粗过滤处理得到的含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0081] 在一些实施例中，当含油污水的悬浮物含量＜300mg/L，且所述含油污水中固体杂质的粒径＞10um的情况下，所述含油污水处理系统包括顺次连接的：溶气气浮装置，过滤装置及聚结除油处理装置。优选的，所述含油污水的处理工艺包括如下步骤：将所述含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0082] 具体的以下述实施例的内容进一步进行说明。

[0083] 实施例1

[0084] 中石化洛阳分公司焦化酸性水处理试验

[0085] 2019年4月14日～2019年4月16日，采用本发明所述的含油污水处理工艺对中石化洛阳分公司焦化酸性水进行处理试验，试验过程如下：

[0086] 以洛阳石化分公司焦化酸性带油污水为试验对象，该污水颜色为乳白色的超乳化油，将所述含油污水通过如下处理工艺进行处理，所述处理工艺包括如下步骤：

[0087] 将含油污水经溶气气浮处理得到第一混合物；将所述第一混合物进行过滤处理得到第二混合物；将所述第二混合物进行聚结除油处理得到除油除固的污水。

[0088] 对污水进行为期3天的处理，同时分别对第一天(4月14日)下午16:00、第二天(4月15日)上午10:00、第二天(4月15日)下午15:00、第三天(4月16日)上午10:00、第三天(4月16日)下午15:00的含油污水和处理得到的污水进行收集，分别测定其含油量。

[0089] 结果分析：

[0090] 对污水进行为期3天的处理，同时分别对第一天(4月14日)下午16:00、第二天(4月15日)上午10:00、第二天(4月15日)下午15:00、第三天(4月16日)上午10:00、第三天(4月16日)下午15:00的含油污水和处理得到的污水进行收集并分别测定其含油量，结果如表1所示：

[0091] 第一天(4月14日)下午16:00的含油污水的含油量为14800mg/L；处理得到的污水的含油量为46mg/L，其样品如图8所示，可以发现，含油污水原液中含有大量乳白色的超乳化油，含油量较高；而处理后得到的污水基本不含有乳白色的超乳化油，含油量较低，水质无油且透明。

[0092] 第二天(4月15日)上午10:00的含油污水的含油量为13750mg/L；处理得到的污水的含油量为42mg/L；其样品如图9所示，可以发现，含油污水原液中含有大量乳白色的超乳化油，含油量较高；而处理后得到的污水基本不含有乳白色的超乳化油，含油量较低，水质无油且透明。

[0093] 第二天(4月15日)下午15:00的含油污水的含油量为23690mg/L；处理得到的污水的含油量为51mg/L；其样品如图10所示，可以发现，含油污水原液中含有大量乳白色的超乳

化油，含油量较高；而处理后得到的污水基本不含有乳白色的超乳化油，含油量较低，水质无油且透明。

[0094] 第三天(4月16日)上午10:00的含油污水的含油量为28000mg/L；处理得到的污水的含油量为124mg/L；其样品如图11所示，可以发现，含油污水原液中含有大量乳白色的超乳化油，含油量较高；而处理后得到的污水基本不含有乳白色的超乳化油，含油量较低，水质无油且透明。

[0095] 第三天(4月16日)下午15:00的含油污水的含油量为26400mg/L；处理得到的污水的含油量为85mg/L；其样品如图12所示，可以发现，含油污水原液中含有大量乳白色的超乳化油，含油量较高；而处理后得到的污水基本不含有乳白色的超乳化油，含油量较低，水质无油且透明。

[0096] 该工艺通过溶气气浮处理对含油污水的乳化油进行初破乳，使油水两相界面更加清晰；再进行过滤处理有效去除含油污水中绝大部分悬浮物和部分乳化油，为后续聚结除油创造有利条件；进一步通过聚结除油处理将乳化油和超乳化油进行完全破乳，实现油水快速分离，同时对高度乳化油进行聚结，达到同时有效、稳定实现乳化油破乳和悬浮物去除的效果。此工艺步骤少，处理时间短，在达到环保要求的同时，实现降本增效。

[0097] 表1

[0098]

NO.	日期	时间	处理量(m^3/h)	CDFU 入口含油(mg/L)	KHC 除油器出口含油（mg/L）
1	4.14	16:00	2.8	14800	46
2	4.15	10:10	2.9	13750	42
3		15:00	2.9	23690	51
4	4.16	10:00	2.9	28000	124
5		15:20	2.9	26400	85

[0099] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

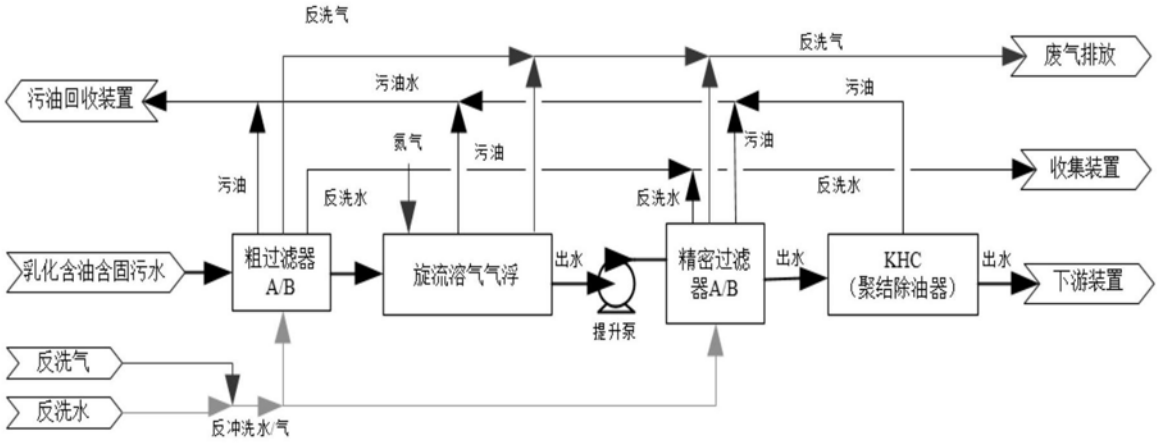

反洗气
反洗气
废气排放
污油回收装置
污油水
污油
氮气
污油
污油
污油
反洗水
反洗水
反洗水
收集装置
乳化含油含固污水
粗过滤器
A/B
旋流溶气气浮
出水
精密过滤
器A/B
出水
KHC
(聚结除油器)
出水
下游装置
提升泵
反洗气
反洗水
反冲洗水/气

图1

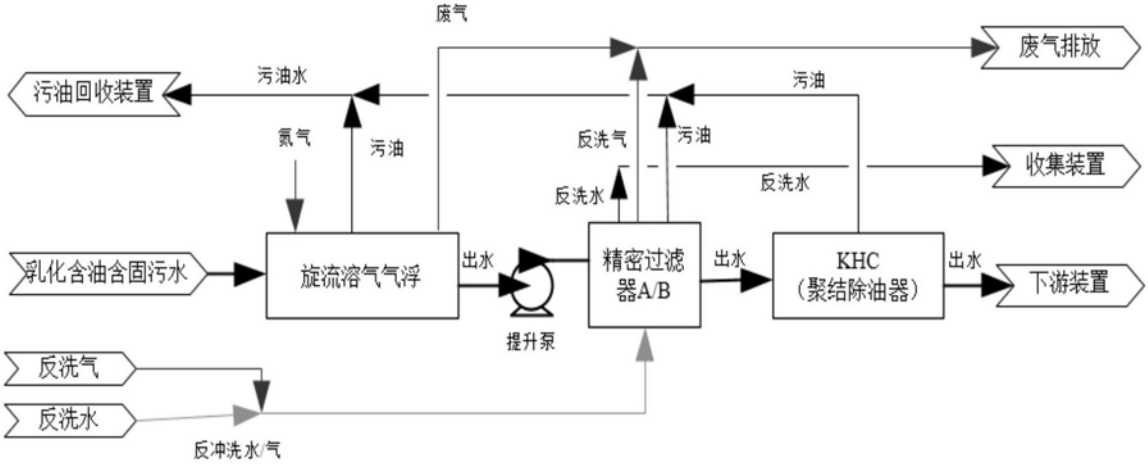

废气
废气排放
污油回收装置
污油水
污油
氮气
污油
反洗气
污油
反洗水
反洗水
收集装置
乳化含油含固污水
旋流溶气气浮
出水
精密过滤
器A/B
出水
KHC
(聚结除油器)
出水
下游装置
提升泵
反洗气
反洗水
反冲洗水/气

图2

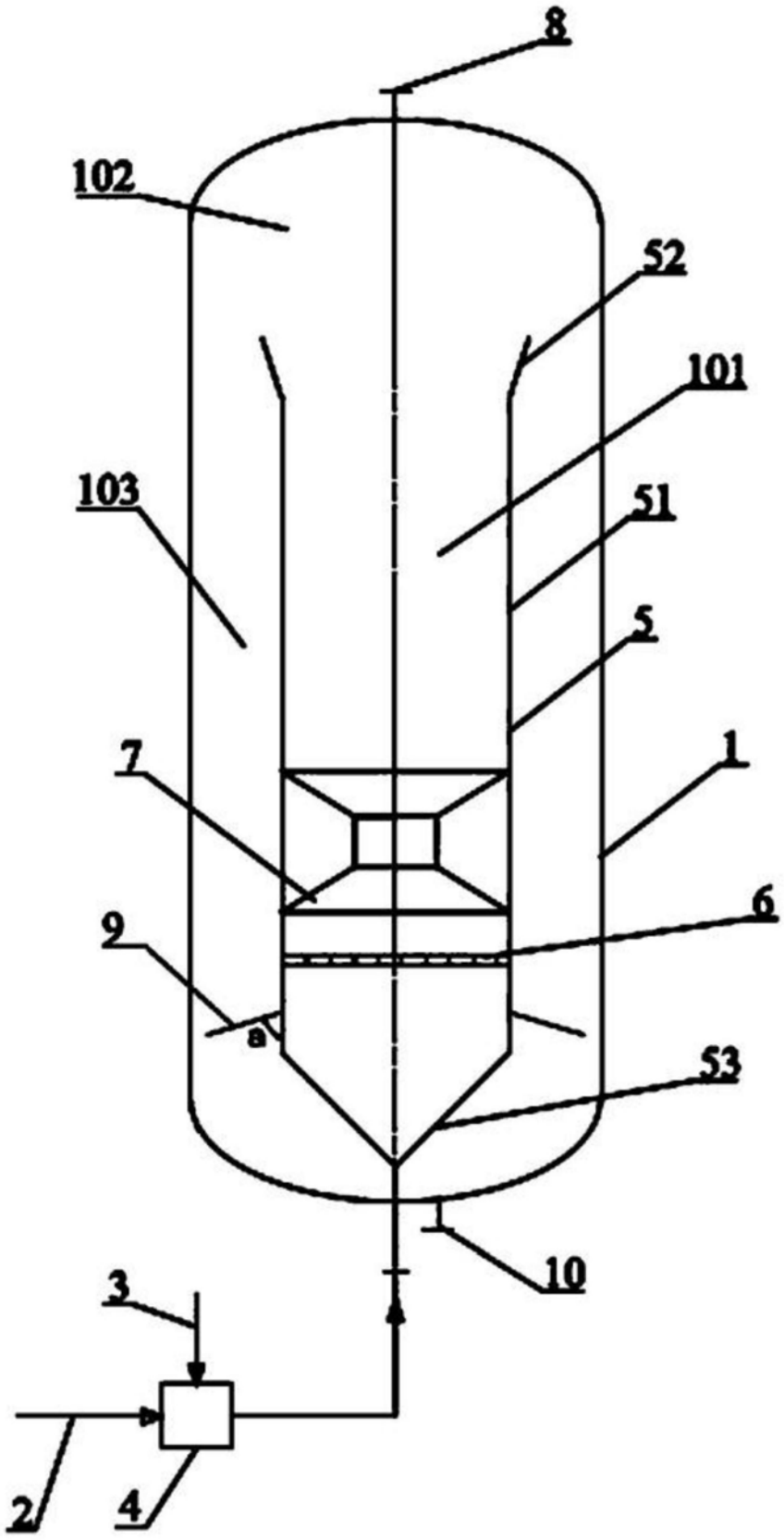


图3

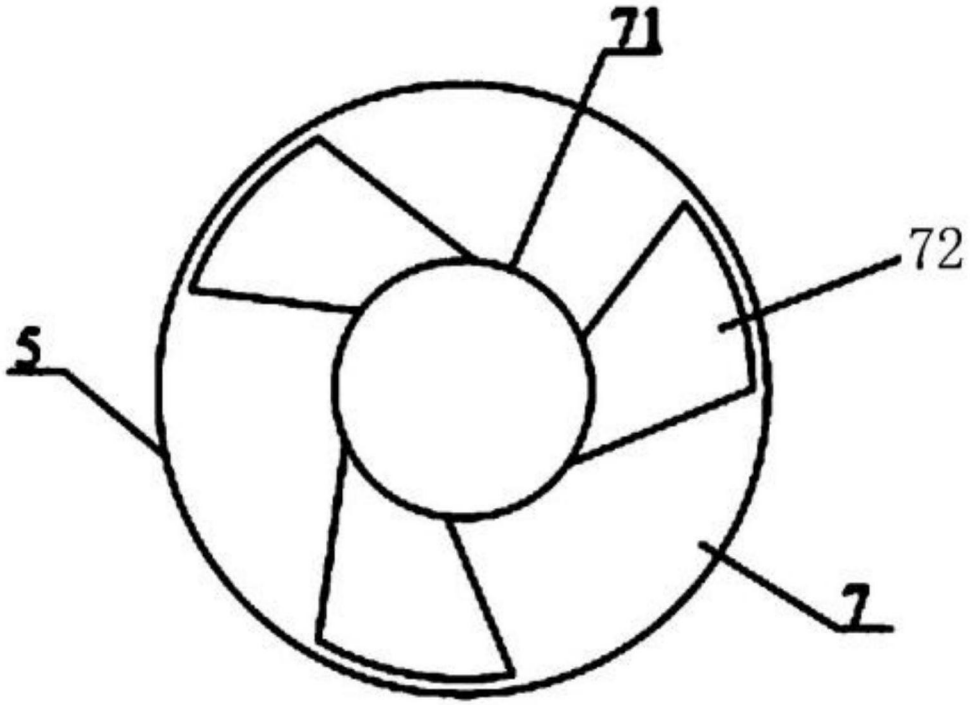

71
72
5
7

图4

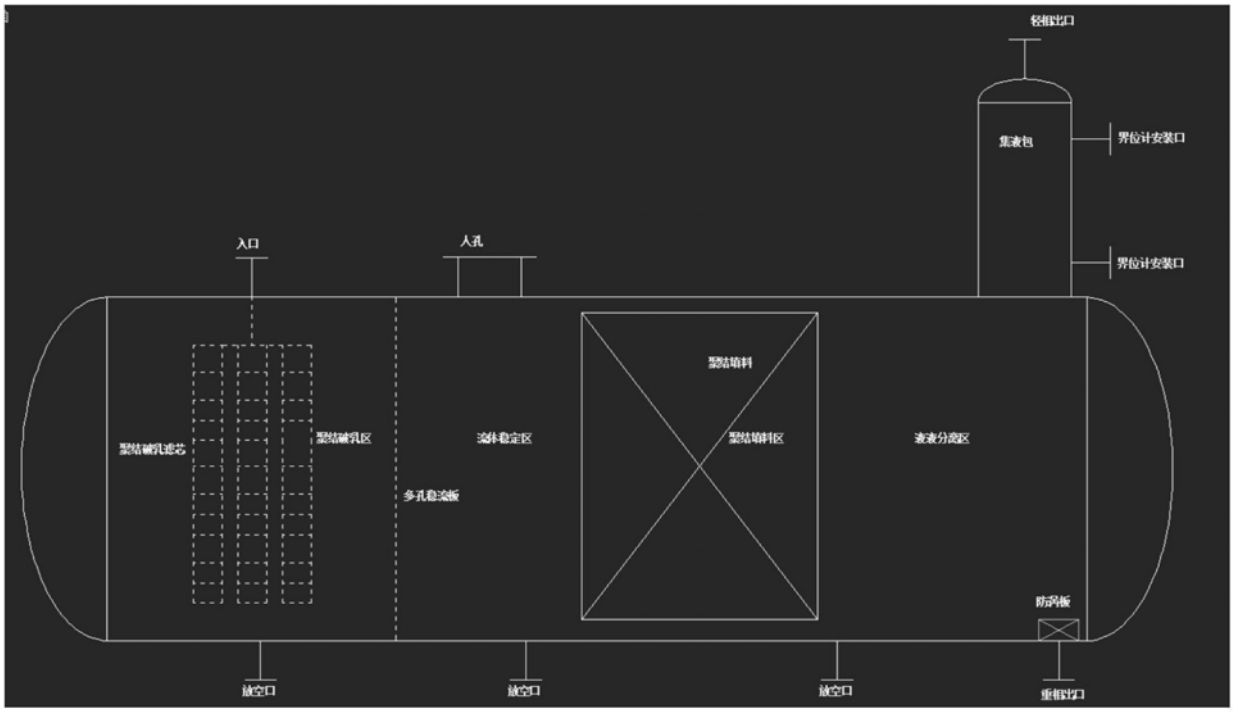

轻相出口
集液包
界位计安装口
界位计安装口
入口
入孔
聚结材料
聚结破乳区
聚结破乳滤芯
液体稳定区
聚结填料区
液液分离区
多孔稳流板
防涡板
放空口
放空口
放空口
重相出口

图5

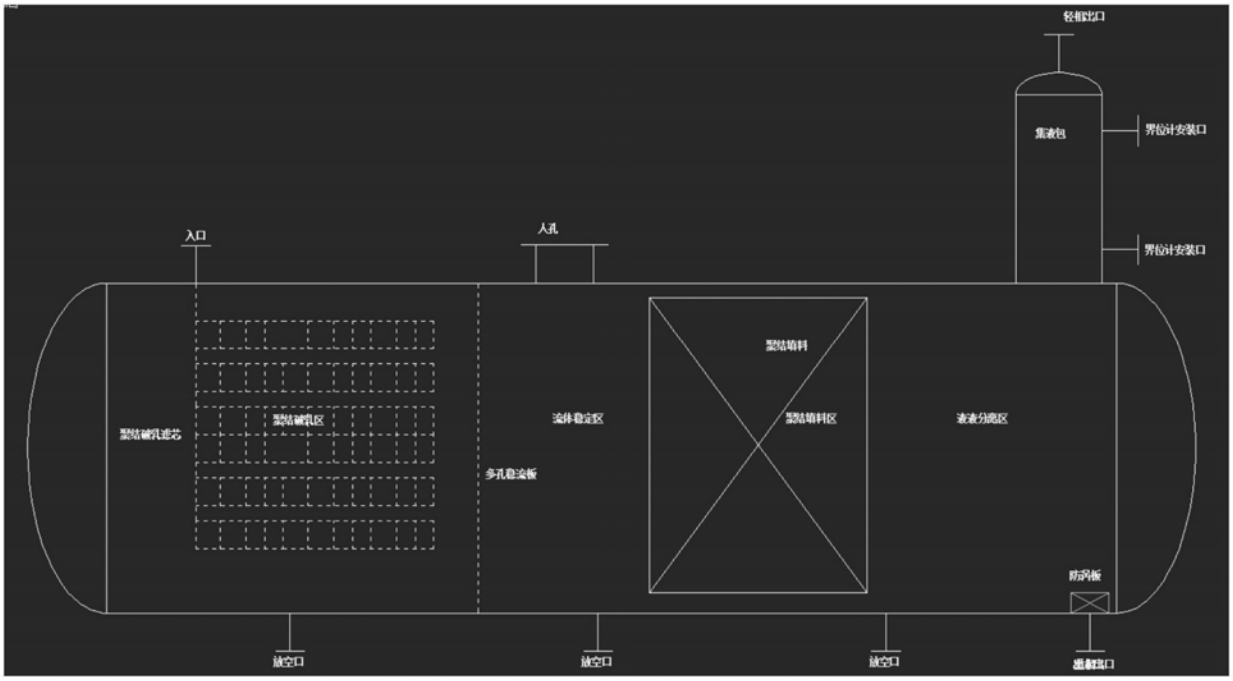

轻相出口
集液包
界位计安装口
界位计安装口
入口
人孔
聚结填料
聚结破乳区
聚结破乳滤芯
流体稳定区
聚结填料区
液液分离区
多孔稳流板
防涡板
放空口
放空口
放空口
出水口

图6

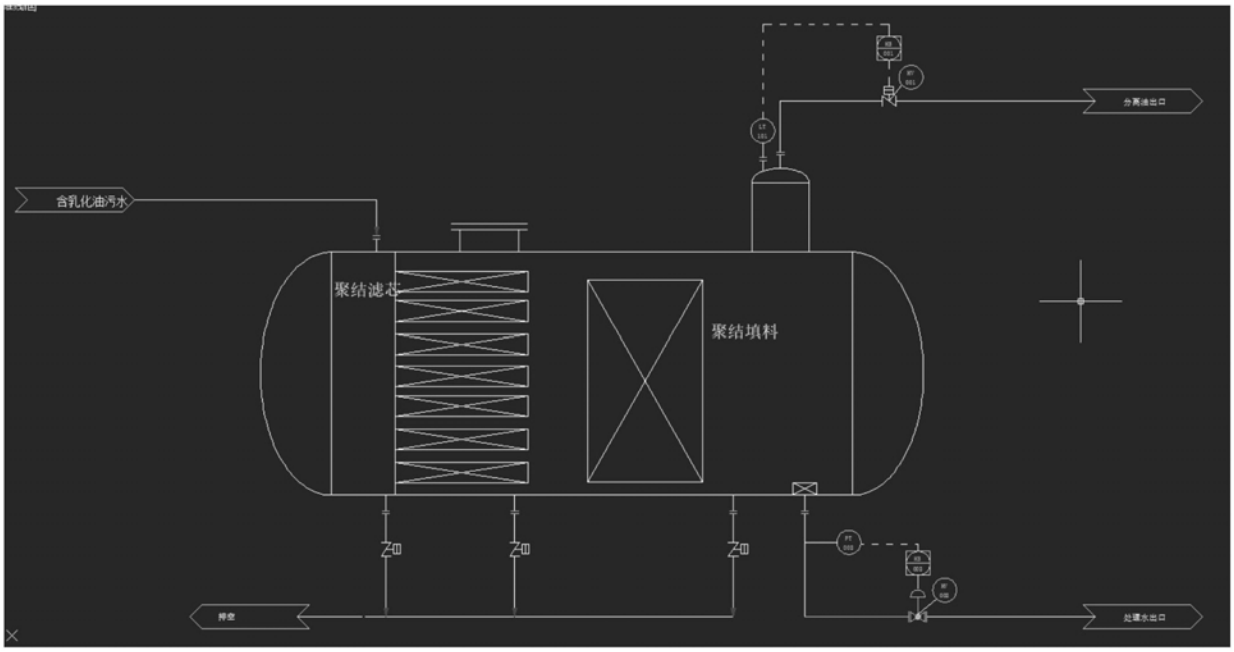

分离油出口
含乳化油污水
聚结滤芯
聚结填料
排水
处理水出口

图7



图8



图9



图10



图11



图12