



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105031977 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510468150. X

(22) 申请日 2015. 08. 03

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 许晶禹 张健 陈小平 刘硕  
郭军 吴应湘 李华 王淑京

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

B01D 19/00(2006. 01)

B01D 45/16(2006. 01)

B01D 17/038(2006. 01)

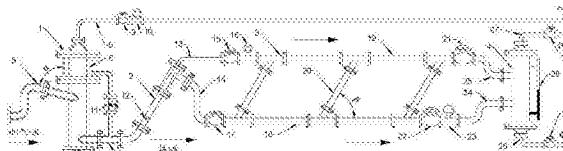
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

油气水多相分离系统及其应用方法

(57) 摘要

本发明提供一种油气水多相分离系统及其应用方法,该系统包括依次连接的气液旋流分离器、油水旋流聚并装置、倾斜式 T 型多分岔管路和油水分离缓冲装置;气液旋流分离器采用切向入口方式实现气液分离;油水旋流聚并装置实现分散相油滴和水滴的聚并,提高分离效率;倾斜式 T 型多分岔管路采用动态重力分离实现油水两相的初步分离;油水分离缓冲装置采用液位控制方法实现油水两相的完全分离。采用管道式的分离技术,实现对生产井中采出液的完全分离,具有占地面积小、处理效率高的特点,克服传统采用罐体进行分离所存在的重量大、能耗高等缺点。



1. 一种油气水多相分离系统,其特征在于,包括:

气液旋流分离器,包括柱形本体,该柱形本体上具有切向气液入口、出气口、切向出液口和底部出液口,在所述柱形本体内形成旋流场,通过离心分离使得气液两相分离;

油水旋流聚并装置,包括柱形本体和设置在该柱形本体内的起旋部件,所述柱形本体上具有轴向进口、切向出液口和富油出口,所述轴向进口与所述旋流分离器的切向出液口及底部出液口连接;在所述柱形本体内形成弱旋流场,使得粒径较小的油相或水相聚并成粒径较大的液滴;

倾斜式 T 型多分岔管路,包括上水平管、下水平管和连接在所述上水平管与下水平管之间的多跟倾斜立管,所述上水平管的入口连接所述油水旋流聚并装置的富油出口,所述下水平管的入口连接所述油水旋流聚并装置的切向出液口;通过重力对聚并后的油水两相进行初步分离;

油水分离缓冲装置,包括柱形本体和液位计,该柱形本体上具有上入口、下入口、出液口和出水口,所述上入口连接所述上水平管的出口,所述下入口连接所述下水平管的出口;在柱形本体内通过重力和膨胀作用对油水两相进行精细分离,分离后的油经所述出液口排出,分离后的水经所述出水口排出;

所述气液旋流分离器的出气口及切向出液口、所述油水旋流聚并装置的切向出液口和富油出口、所述上水平管的出口、下水平管的出口、所述油水分离缓冲装置的出液口及出水口设置有调节阀和流量计。

2. 根据权利要求 1 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述气液旋流分离器的切向气液入口自远离所述气液旋流分离器的柱形主体端到靠近所述气液旋流分离器的柱形主体端由上向下倾斜,所述气液旋流分离器的出气口设置在所述气液旋流分离器的柱形主体顶部。

3. 根据权利要求 1 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述起旋部件为安装在所述油水旋流聚并装置的柱形主体内的固定式导流板。

4. 根据权利要求 3 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述油水旋流聚并装置的柱形本体呈倾斜状设置,且与水平地面之间呈锐角,所述轴向进口位于底部,所述切向出液口位于所述起旋部件上方,所述富油出口位于顶部。

5. 根据权利要求 4 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述富油出口通过收缩管连接在所述油水旋流聚并装置内,且所述收缩管的大口径端与所述油水旋流聚并装置的柱形本体连接,所述收缩管的小口径端与所述富油出口连接。

6. 根据权利要求 5 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述油水旋流聚并装置的切向出液口自靠近所述气液旋流分离器的柱形主体端到远离所述气液旋流分离器的柱形主体端由上向下倾斜,该切向出液口设置在所述柱形主体的切向。

7. 根据权利要求 2 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述气液旋流分离器的切向气液入口的倾斜角度根据所述切向气液入口的气液的体积比设置。

8. 根据权利要求 3 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述固定式导流板与所述油水旋流聚并装置的柱形本体的轴向具有一用于形成旋流场的角度,该角度根据油水两相的混合流量和体积比设置。

9. 根据权利要求 1 所述的油气水多相分离系统,其特征在于,所述倾斜式 T 型多分岔管

路的倾斜立管与所述下水平管成一角度,该角度根据油水两相的混合流量和体积比设置。

10. 一种油气水多相分离系统的应用方法,其特征在于,包括:

步骤 1,将油气生产井产出的油气水多相混合液经气液旋流分离器的切向气液入口输入至所述油气水多相分离系统;

步骤 2,根据气液旋流分离器顶部的出气口和底部出液口中的体积含气率综合调节出气口和切向出液口与底部出液口间的调节阀,使出气口中的体积含气率高于 99.5%,底部出液口中的体积含气率低于 0.05%;

步骤 3,调节油水旋流聚并装置的切向出液口和富油出口管道上安装的调节阀,使富油出口的流量为其轴向入口流量的 30%;

步骤 4,根据倾斜式 T 型多分岔管路下水平管的出口安装的流量计,调节其上水平管出口和下水平管出口管道上安装的调节阀,控制下水平管出口的流量为其上水平管入口和下水平管入口总流量的 70%;

步骤 5,调节油水分离缓冲装置出油口和出水口管道上安装的调节阀,使所述油水分离缓冲装置的柱型主体内的油水界面控制在预设的位置,完全分离后油相和水相分别由出油口和出水口流出所述的多相分离系统。

## 油气水多相分离系统及其应用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油气资源开采技术,尤其是一种油气水多相分离系统及其应用方法,属于石油化工设备领域,主要应用于采出液的处理,实现对油气水三相的完全分离,适用于陆上油田及海上平台油气资源开采等领域。

### 背景技术

[0002] 在油气资源开采等领域,油气水多相分离系统是一种必不可少的生产装置,使生产井产出液分离成达标的油相、气相和水相,分别对油和气实现外输销售,水相进行回注或外排。目前,陆地及海上油气田开采量大幅度增加,且伴随开采的延续,油井含水率越来越高,并常伴有大量的气体,给已有油气水分离系统带来较大的压力,使传统分离技术的缺陷逐渐显现,影响海洋油气开采技术的发展。因此,发展新型高效紧凑型分离器,提高油气水分离的指标和效率,减小海上平台载重,对海洋石油工程的发展具有重要意义。

[0003] 油气水多相分离技术中物理分离的方法主要分为重力分离、离心分离、浮选除油、电脱水器和过滤分离等。授权公告号为 CN102120103B 名称为《气油水三相分离器》的专利,公开了一种主要采用重力分离技术实现油气水三相分离的装置。授权公告号为 CN102574027B 名称为《用于将油气与水分离的分离罐》的专利,公开了一种结合采用重力和离心两种分离技术的多相分离装置,能够有效增加分离的效率。授权公告号为 CN201817338U 名称为《含油污水处理机》的专利,公开了一种由斜板、核桃壳过滤器和双亲可逆纤维球过滤器组成的油水分离装置。但是在现实生产中,往往需要对大量的油气水混合液进行快速分离,重力原理和过滤技术都是有效的分离技术手段,但处理速度相对较慢,且设备结构复杂、体积庞大。授权公告号为 CN103045295B、名称为《一种含气、水原油的除水系统及其应用方法》的专利,公开了一种综合动态重力分离、膨胀分离和离心分离等技术为一体的管道式含气水原油的除水系统,但只针对采出液中的水相进行处理,相应的油相和气相不能直接达标。

[0004] 综上所述,油气田工程中的多相分离与处理设备逐步向高效、轻便等方向发展,本发明根据前期管道式分离与污水处理技术研究的工作积累,提出一种能够同时实现油气水三相完全分离的高效管道式分离系统及其应用方法。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种油气水多相分离系统及其应用方法,用于克服现有技术中的缺陷,减小占地面积、降低能耗、提高分离效率。

[0006] 本发明提供一种油气水多相分离系统,包括:

[0007] 气液旋流分离器,包括柱形本体,该柱形本体上具有切向气液入口、出气口、切向出液口和底部出液口,在所述柱形本体内形成旋流场,通过离心分离使得气液两相分离;

[0008] 油水旋流聚并装置,包括柱形本体和设置在该柱形本体内的起旋部件,所述柱形本体上具有轴向进口、切向出液口和富油出口,所述轴向进口与所述旋流分离器的切向出

液口及底部出液口连接；在所述柱形本体内形成弱旋流场，使得粒径较小的油相或水相聚并成粒径较大的液滴；

[0009] 倾斜式 T 型多分岔管路，包括上水平管、下水平管和连接在所述上水平管与下水平管之间的多跟倾斜立管，所述上水平管的入口连接所述油水旋流聚并装置的富油出口，所述下水平管的入口连接所述油水旋流聚并装置的切向出液口；通过重力对聚并后的油水两相进行初步分离；

[0010] 油水分离缓冲装置，包括柱形本体和液位计，该柱形本体上具有上入口、下入口、出油口和出水口，所述上入口连接所述上水平管的出口，所述下入口连接所述下水平管的出口；在柱形本体内通过重力和膨胀作用对油水两相进行精细分离，分离后的油经所述出油口排出，分离后的水经所述出水口排出；

[0011] 所述气液旋流分离器的出气口及切向出液口、所述油水旋流聚并装置的切向出液口和富油出口、所述上水平管的出口、下水平管的出口、所述油水分离缓冲装置的出油口及出水口设置有调节阀和流量计。

[0012] 优选的，所述气液旋流分离器的切向气液入口自远离所述气液旋流分离器的柱形主体端到靠近所述气液旋流分离器的柱形主体端由上向下倾斜，所述气液旋流分离器的出气口设置在所述气液旋流分离器的柱形主体顶部。

[0013] 优选的，所述起旋部件为安装在所述油水旋流聚并装置的柱形主体内的固定式导流板。

[0014] 优选的，所述油水旋流聚并装置的柱形本体呈倾斜状设置，且与水平地面之间呈锐角，所述轴向进口位于底部，所述切向出液口位于所述起旋部件上方，所述富油出口位于顶部。

[0015] 优选的，所述富油出口通过收缩管连接在所述油水旋流聚并装置内，且所述收缩管的大口径端与所述油水旋流聚并装置的柱形本体连接，所述收缩管的小口径端与所述富油出口连接。

[0016] 优选的，所述油水旋流聚并装置的切向出液口自靠近所述气液旋流分离器的柱形主体端到远离所述气液旋流分离器的柱形主体端由上向下倾斜，该切向出液口设置在所述柱形主体的切向。

[0017] 优选的，所述气液旋流分离器的切向气液入口的倾斜角度根据所述切向气液入口的气液的体积比设置。

[0018] 优选的，所述固定式导流板与所述油水旋流聚并装置的柱形本体的轴向具有一用于形成旋流场的角度，该角度根据油水两相的混合流量和体积比设置。

[0019] 优选的，所述倾斜式 T 型多分岔管路的倾斜立管与所述下水平管成一角度，该角度根据油水两相的混合流量和体积比设置。

[0020] 本发明还提供一种油气水多相分离系统的应用方法，包括：

[0021] 步骤 1，将油气生产井产出的油气水多相混合液经气液旋流分离器的切向气液入口输入至所述油气水多相分离系统；

[0022] 步骤 2，根据气液旋流分离器顶部的出气口和底部出液口中的体积含气率综合调节出气口和切向出液口与底部出液口间的调节阀，使出气口中的体积含气率高于 99.5%，底部出液口中的体积含气率低于 0.05%；

[0023] 步骤 3, 调节油水旋流聚并装置的切向出液口和富油出口管道上安装的调节阀, 使富油出口的流量为其轴向入口流量的 30% ;

[0024] 步骤 4, 根据倾斜式 T 型多分岔管路下水平管的出口安装的流量计, 调节其上水平管出口和下水平管出口管道上安装的调节阀, 控制下水平管出口的流量为其上水平管入口和下水平管入口总流量的 70% ;

[0025] 步骤 5, 调节油水分离缓冲装置出油口和出水口管道上安装的调节阀, 使所述油水分离缓冲装置的柱型主体内的油水界面控制在预设的位置, 完全分离后油相和水相分别由出油口和出水口流出所述的多相分离系统。

[0026] 本发明提供的油气水多相分离系统及其应用方法, 气液旋流分离器采用切向入口的方式实现气液的完全分离; 油水旋流聚并装置主要用于实现分散相油滴和水滴的聚并, 提高分离的效率; 倾斜式 T 型多分岔管路采用动态重力分离的原理实现油水两相的初步分离; 油水分离缓冲装置采用液位控制的方法实现油水两相的完全分离; 完全采用管道式的分离技术, 实现对生产井中采出液的完全分离, 具有占地面积小、处理效率高的特点, 克服传统采用罐体进行分离所存在的重量大、能耗高等缺点; 本发明的管道式分离系统适用于陆上和海上油田, 且易于安装应用于水下, 有较好的工业应用前景。

## 附图说明

[0027] 图 1 为本发明实施例提供的油气水多相分离系统的结构示意图。

## 具体实施方式

[0028] 如图 1 所示, 本发明实施例提供一种多相分离系统, 包括依次连接的气液旋流分离器 1、油水旋流聚并装置 2、倾斜式 T 型多分岔管路 3 和油水分离缓冲装置 4。

[0029] 气液旋流分离器 1 用于气液两相的完全分离, 包括切向下倾入口 5、顶部出气口 6、底部出液口 7、切向出液口 8 和第一柱型主体, 切向出液口 8 与底部出液口 7 之间通过管道联通, 且该管道上安装有第二调节阀 11; 根据离心分离的原理, 在气液旋流分离器 1 内形成旋流场, 使气液两相进行完全分离; 分离后的气相由顶部出气口 6 流出, 与顶部出气口 6 连接的管道上安装有第一调节阀 9 和第一流量计 10; 由切向出液口 8 流出的液相最终由底部出液口 7 进入油水旋流聚并装置 2;

[0030] 油水旋流聚并装置 2 用于分散相油水的聚并, 提高分离的效率, 包括轴向入口、起旋部件 12、切向出液口 14、富油出口 13 和第二柱型主体; 根据液滴聚并和破碎机理, 在油水旋流聚并装置 2 内形成弱旋流场, 使粒径较小的油相或水相聚并成粒径较大的液滴, 易于下一步的分离和处理; 经富油出口 13 出来的粒径较大的油滴经第三调节阀 15 和第二流量计 16 进入上水平管 19, 经切向出液口 14 出来的粒径较大的水滴经第四调节阀 17 进入下水平管 18;

[0031] 倾斜式 T 型多分岔管路 3 用于对油水两相进行初步分离, 包括下水平管 18、上水平管 19 和若干个倾斜式立管 20, 上水平管 19 的一端为分岔管路上入口即上水平管 19 的入口, 与油水旋流聚并装置 2 的富油出口 13 相连, 另一端为分岔管路上出口 25 即上水平管 19 的出口, 安装有第五调节阀 21, 下水平管 18 的一端为分岔管路上入口即下水平管 18 的入口, 与油水旋流聚并装置 2 的切向出液口 14 相连, 另一端为分岔管路的下出口 24 即下水

平管 18 的出口,安装有第六调节阀 22 和第三流量计 23 ;

[0032] 根据重力分离的原理,使用倾斜式 T 型多分岔管路流动式重力分离的特性对聚并后的油水两相进行初步分离;分离后的水相由下出口 24 流出,进入油水分离缓冲装置 4 ;分离后的油相上出口 25 流出进入油水分离缓冲装置 4 ;

[0033] 油水分离缓冲装置 4 用于对油水两相进行精细分离,包括上下入口、出油口 27、出水口 26、第三柱型主体和液位控制系统 28,根据重力和膨胀分离的原理,将上述倾斜式 T 型多分岔管路处理后的油水各相流入管径更大的油水分离缓冲装置,对油水两相进行精细分离;分离后的达标水相和油相分别从下出口 26 和上出口 27 流出,最终实现油气水三相的完全分离。

[0034] 如图 1 所示,气液旋流分离器的切向下倾入口与柱型主体成一定的角度  $\alpha$ ,角度的数值根据入口气液的体积比决定,当入口混合流量为  $30\text{m}^3/\text{h}$ ,常压下体积气液比低于 5:1 时,角度  $\alpha$  的数值为  $15^\circ$ 。

[0035] 油水旋流聚并装置柱型主体内安装的起旋部件为固定式导流板,与轴向成一定的角度,用于形成旋流场,使油水各相在离心力的作用下聚并成粒径较大的液滴,导流板的角度由油水两相的混合流量和体积比决定。

[0036] 倾斜式 T 型多分岔管路的倾斜立管与下水平管成一定的角度  $\beta$ ,角度的数值由油水两相的混合流量和体积比决定,当油水混合流量为  $10\text{m}^3/\text{h}$ ,含油率低于 30% 时,角度  $\beta$  的数值为  $45^\circ$ 。

[0037] 如图 1 中所示,对于油气水混合流量为  $20\text{--}30\text{m}^3/\text{h}$ 、常压下体积气液比低于 5:1、液体中含油率低于 30% 的混合流体进入本发明提出的多相分离系统进行处理,具体实施例的尺寸如下:气液旋流分离器 1 的柱型主体内径为 200mm、切向下倾入口 5 内径为 50mm、角度  $\alpha$  的数值为  $15^\circ$ 、出气口管道 6 内径为 25mm、底部出液口 7 的内径为 50mm;油水旋流聚并装置 2 的柱型主体内径为 50mm、起旋装置 12 的角度为  $45^\circ$ 、切向出液口 14 的内径为 50mm、富油出口 13 的内径为 25mm;倾斜式 T 型多分岔管路 3 上水平管 18、下水平管 19 和倾斜立管 20 的内径均为 50mm、倾斜立管数量为 3 根、角度  $\beta$  的数值为  $45^\circ$ ;油水分离缓冲装置 3 的柱型主体内径为 200mm、上出口 27 和下出口 26 的内径均为 32mm。

[0038] 气液旋流分离器 1、油水旋流聚并装置 2 和倾斜式 T 型多分岔管路 3 均采用流量控制的方法,对各个分支管路的流量进行调节并控制在预设值,充分实现分离的效率;

[0039] 采用界面控制的方法,对油水分离缓冲罐 3 的运行进行控制,实现油水两相的精细分离。

[0040] 利用上述实施例的新型高效管道式油气水多相分离系统的方法包括以下步骤:

[0041] (1) 将油气生产井产出的油气水多相混合液经气液旋流分离器的切向下倾入口输入至所述的多相分离系统;

[0042] (2) 根据气液旋流分离器顶部出气口和底部出液口中的体积含气率综合调节出气口和切向出液口与底部出液口间的调节阀,使出气口的体积含气率高于 99.5%,底部出液口的体积含气率低于 0.05%;

[0043] (3) 调节油水旋流聚并装置切向出液口和富油出口管道上安装的调节阀,使富油出口的流量为其轴向入口流量的 30%;

[0044] (4) 根据倾斜式 T 型多分岔管路下出口安装的流量计,调节其上出口和下出口管

道上安装的调节阀,控制下出口的流量为其上下入口总流量的 70% ;

[0045] (5) 调节油水分离缓冲装置上出口和下出口管道上安装的调节阀,使柱型主体内的油水界面控制在预设的位置,完全分离后油相和水相分别由上出口和下出口流出所述的多相分离系统。

[0046] 经过本发明提出的系统处理后,气中含液小于 0.5%,油中含水小于 1.0%,水中含油小于 30ppm。

[0047] 本发明提供了一种新型高效管道式油气水多相分离系统,完全采用管道式的分离技术,实现对生产井中采出液的完全分离,分离后的气中含液小于 0.5%,油中含水小于 1.0%,水中含油小于 30ppm,在处理指标、分离效率及占地面积等方面均具有较大的优势,能够较好替代油气开采中采用的罐体式分离系统。本发明的管道式分离系统适用于陆上和海上油田,且易于安装应用于水下,有较好的工业应用前景。且具有占地面积小、处理效率高的特点,克服传统采用罐体进行分离所存在的重量大、能耗高等缺点。



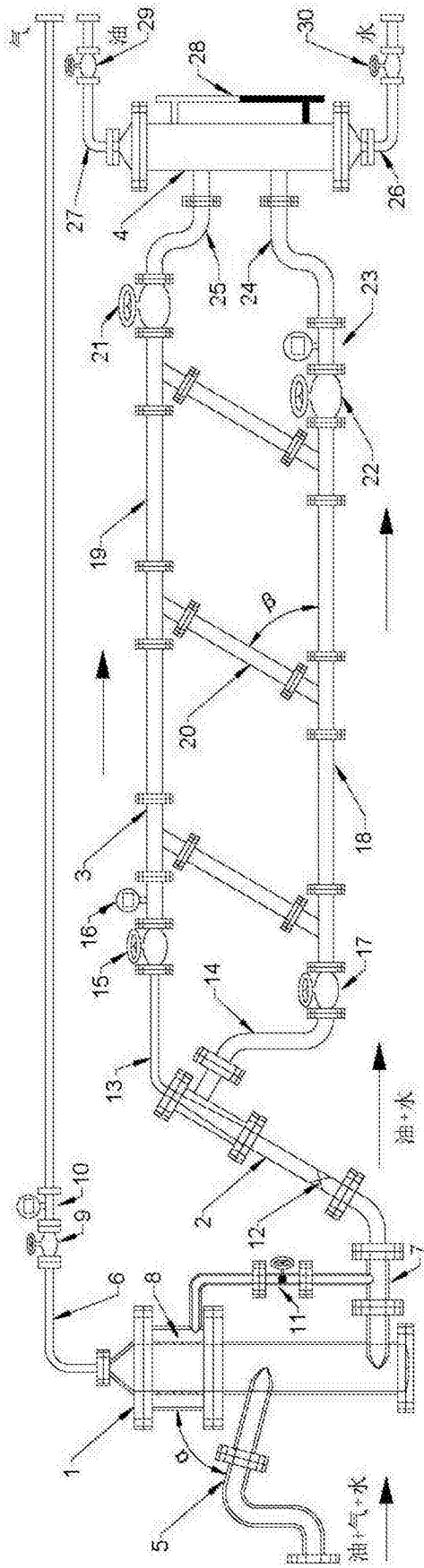


图 1