



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207187320 U

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201720816745.4

(22)申请日 2017.07.06

(73)专利权人 国家电投集团科学技术研究院有
限公司

地址 102209 北京市昌平区未来科技城国
家电投集团科学技术研究院有限公司
院内A座8层至11层

(72)发明人 张谨奕 王含 钟佳 毛从清
刘云焰 刘雨佳 江小松

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 黄德海

(51)Int.Cl.

B01D 45/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

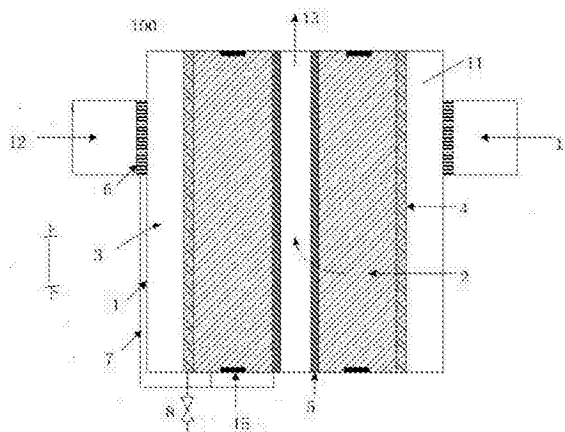
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)实用新型名称

多级气水分离装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种多级气水分离装置，多级气水分离装置包括：壳体，壳体上设有分别与壳体的内腔连通的气水混合物进口、出气口和出液口；波形板分离器，波形板分离器设在壳体的内腔中，波形板分离器包括多个波形板，多个波形板分别沿壳体的径向布置且沿壳体的周向间隔开，相邻波形板之间形成气流流道，波形板分离器与壳体之间限定出重力分离腔。根据本实用新型的多级气水分离装置，在气水分离的过程中，使得气水混合物可以由气水混合物进口进入壳体的内腔内，先经由重力分离腔进行重力分离，经重力分离腔分离后的气水混合物可以进一步流经波形板分离器进行分离，分离出的气体可以经由出气口排出，分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。



1. 一种多级气水分离装置,其特征在于,包括:

壳体,所述壳体上设有分别与所述壳体的内腔连通的气水混合物进口、出气口和出液口;

波形板分离器,所述波形板分离器设在所述壳体的内腔中,所述波形板分离器包括多个波形板,多个所述波形板分别沿所述壳体的径向布置且沿所述壳体的周向间隔开,相邻波形板之间形成气流流道,所述波形板分离器与所述壳体之间限定出重力分离腔。

2. 根据权利要求1所述的多级气水分离装置,其特征在于,每相邻的两个波形板之间呈第一预定角度的夹角,所述第一预定角度的夹角 β 在 2° 至 10° 的范围内。

3. 根据权利要求1所述的多级气水分离装置,其特征在于,还包括设在所述重力分离腔与所述波形板分离器之间的三级分离折流网。

4. 根据权利要求3所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述波形板的外端与所述三级分离折流网相连。

5. 根据权利要求3所述的多级气水分离装置,其特征在于,还包括设在所述波形板分离器的中心的五级分离丝网。

6. 根据权利要求5所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述波形板的内端与所述五级分离丝网相连。

7. 根据权利要求6所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述五级分离丝网的横截面为环形,所述出气口形成在所述五级分离丝网的上端。

8. 根据权利要求5所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述五级分离丝网的表面涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。

9. 根据权利要求5所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述气水混合物入口处设有一级分离折流网。

10. 根据权利要求9所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述三级分离折流网和所述一级分离折流网中的至少一个包括沿第一方向延伸且沿与所述第一方向正交的第二方向间隔开的多个波纹状的折流板和沿所述第二方向延伸且沿所述第一方向间隔开的多个疏水板,所述疏水板在所述折流板的波谷处与所述折流板相连。

11. 根据权利要求9所述的多级气水分离装置,其特征在于,还包括疏水排水管,所述出液口形成在所述疏水排水管上,所述疏水排水管分别与所述一级分离折流网、所述重力分离腔、所述三级分离折流网、所述波形板分离器 and 所述五级分离丝网相连用于排出分离出的水。

12. 根据权利要求10所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述折流板的表面和所述疏水板的表面均涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。

13. 根据权利要求5所述的多级气水分离装置,其特征在于,所述壳体具有圆形横截面,所述五级分离丝网具有圆环形横截面,所述三级分离丝网具有圆环形横截面,所述重力分离腔具有圆环形横截面,所述波形板分离器具有圆环形横截面。

多级气水分离装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及能源化工技术领域,特别是涉及一种多级气水分离装置。

背景技术

[0002] 相关技术中,气水分离装置用于气水两相流为工质(包括蒸汽-水、空气-水)的气水分离,在工业生产两相流动过程中或两相流试验中,已有的气水分离技术主要包括:旋叶分离、大空间重力分离、折流板、波纹板、丝网,利用的分离原理包括:离心分离、重力分离、惯性分离、毛细吸附效应分离。

[0003] 以蒸汽发生器两相流试验为例,当水通过蒸汽发生器传热管束外表面时,水被加热形成汽水混合物。此后汽水混合物上升进入蒸汽发生器上筒体,通过一级汽水分离器的旋叶分离器和重力分离空间,利用离心分离原理和重力分离原理去除混合物中的大部分水分。蒸汽继续到达二级分离器,通常为波形板干燥器,利用惯性分离原理将蒸汽中的水分进一步去除,从而使蒸汽干度达到设计要求。如果汽水分离器出口的蒸汽干度不能达到设计要求,可能导致汽轮机叶片腐蚀损坏等结果。

[0004] 其中,二级分离器采用平行叠放的波形板,利用气体和液体的惯性不同进行分离。然而,平行叠放的波形板在气水分离的过程中存在占用空间大、空间利用率低等不足。

实用新型内容

[0005] 本实用新型旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本实用新型提出一种多级气水分离装置,所述多级气水分离装置的结构紧凑、空间利用率高。

[0006] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置,包括:壳体,所述壳体上设有分别与所述壳体的内腔连通的气水混合物进口、出气口和出液口;波形板分离器,所述波形板分离器设在所述壳体的内腔中,所述波形板分离器包括多个波形板,多个所述波形板分别沿所述壳体的径向布置且沿所述壳体的周向间隔开,相邻波形板之间形成气流流道,所述波形板分离器与所述壳体之间限定出重力分离腔。

[0007] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置,通过将多个波形板分别沿壳体的径向布置,并使多个波形板沿壳体的周向间隔开,有利于缩小多级气水分离装置的体积,使得多级气水分离装置的结构更加紧凑。在气水分离的过程中,使得气水混合物可以由气水混合物进口进入壳体的内腔内,先经由重力分离腔进行重力分离,经重力分离腔分离后的气水混合物可以进一步流经波形板分离器进行分离,分离出的气体可以经由出气口排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0008] 另外,根据本实用新型上述实施例的多级气水分离装置还具有如下附加的技术特征:

[0009] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置,每相邻的两个波形板之间呈第一预定角度的夹角,所述第一预定角度的夹角 β 在 2° 至 10° 的范围内。

[0010] 根据本实用新型的一些实施例,多级气水分离装置还包括设在所述重力分离腔与

所述波形板分离器之间的三级分离折流网。

[0011] 进一步地,所述波形板的外端与所述三级分离折流网相连。

[0012] 可选地,还包括设在所述波形板分离器的中心的五级分离丝网。

[0013] 进一步地,所述波形板的内端与所述五级分离丝网相连。

[0014] 更进一步地,所述五级分离丝网的横截面为环形,所述出气口形成在所述五级分离丝网的的上端。

[0015] 可选地,所述五级分离丝网的表面涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。

[0016] 具体地,所述气水混合物入口处设有一级分离折流网。

[0017] 进一步地,所述三级分离折流网和所述一级分离折流网中的至少一个包括沿第一方向延伸且沿与所述第一方向正交的第二方向间隔开的多个波纹状的折流板和沿所述第二方向延伸且沿所述第一方向间隔开的多个疏水板,所述疏水板在所述折流板的波谷处与所述折流板相连。

[0018] 在本实用新型的一些实施例中,还包括疏水排水管,所述出液口形成在所述疏水排水管上,所述疏水排水管分别与所述一级分离折流网、所述重力分离腔、所述三级分离折流网、所述波形板分离器 and 所述五级分离丝网相连用于排出分离出的水。

[0019] 具体地,所述折流板的表面和所述疏水板的表面均涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。

[0020] 可选地,所述壳体具有圆形横截面,所述五级分离丝网具有圆环形横截面,所述三级分离丝网具有圆环形横截面,所述重力分离腔具有圆环形横截面,所述波形板分离器具有圆环形横截面。

[0021] 本实用新型的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本实用新型的实践了解到。

附图说明

[0022] 本实用新型的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0023] 图1是根据本实用新型实施例的多级气水分离装置的一个剖视图;

[0024] 图2是根据本实用新型实施例的多级气水分离装置的俯视图;

[0025] 图3是根据本实用新型实施例的多级气水分离装置中折流网的示意图。

[0026] 附图标记:

[0027] 多级气水分离装置100,

[0028] 壳体1,壳体1的内腔11,气水混合物进口12,出气口13,卡槽15,

[0029] 波形板分离器2,波形板21,气流通道22,

[0030] 重力分离腔3,三级分离折流网4,五级分离丝网5,一级分离折流网6,折流板61,疏水板62,疏水排水管7,控制阀8。

具体实施方式

[0031] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始

至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0032] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“左”、“右”“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0033] 相关技术中,蒸汽发生器上部的二级汽水分离器为平行叠放的波形板,分离原理为惯性分离,阻力较大、体积大、有液滴二次夹带的可能、分离效率有待进一步提高。在二级汽水分离器中,液滴二次夹带的原理主要包括:其一,已分离出来的液滴溅落到疏水液面出现皇冠状飞溅,形成二次液滴重新被携带进入气流中;其二,固体表面的液膜被高速流动的气水混合物撕破,形成二次液滴重新卷入气流;其三,已分离出的水形成液面,被高速气流撕裂形成二次液滴。

[0034] 本实用新型属于能源化工行业气水分离技术领域,以及核电厂热工水力试验研究领域。多级气水分离装置100可应用于气水两相流为工质(包括蒸汽-水、空气-水)的气水分离,及气相含量的控制。在工业生产两相流动过程中或两相流试验中,可以更高效地实现气水分离、降低液滴二次夹带现象,提高蒸汽干度或空气-水气水混合物的含气率(干度),相较于相关技术中已有分离技术,该技术具有阻力损失较小、气水分离效率较高等优点,在两相流试验中可实现在装置出口两相流含气率的连续、稳定、精确控制,在工业生产中可实现低阻力、紧凑和高效的气水分离。

[0035] 下面结合附图描述根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100。

[0036] 如图1-3所示,根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100,包括:壳体1和波形板分离器2。

[0037] 具体而言,壳体1可以为不锈钢外筒等。壳体1上设有分别与壳体1的内腔11连通的气水混合物进口12、出气口13和出液口。也就是说,壳体1上设有气水混合物进口12、出气口13和出液口,并且气水混合物进口12、出气口13和出液口分别与壳体1的内腔11连通。气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0038] 气水混合物进口12可以形成在壳体1的侧壁上。优选地,气水混合物进口12可以设在壳体1沿上下方向高度的二分之一至五分之四之间,这样有利于气水混合物更加充分地由多级气水分离装置100进行分离,提高分离效率。气水混合物进口12在壳体1上的位置也可以根据具体应用设置。

[0039] 在一些实施例中,壳体1的横截面可以呈圆环形或多边形环形等。为了便于描述,在下面的实施例中,以壳体的横截面呈圆环形为例进行说明,然而,这并不能理解为对本实用新型的限制。

[0040] 波形板分离器2设在壳体1的内腔11中,波形板分离器2包括多个波形板21,多个波形板21分别沿壳体1的径向布置,并且多个波形板21可以沿壳体1的周向间隔开,相邻波形板21之间形成气流流道22,波形板分离器2与壳体1之间限定出重力分离腔3。由此,气水混

合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,先经由重力分离腔3进行重力分离,通过重力分离腔3可以分离出气液混合物中大量的液体,经重力分离腔3分离后的气水混合物可以进一步流经波形板分离器2经由气流流道22进行进一步分离,分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0041] 例如,参照图2,多个波形板21可以以壳体1的中心向外呈放射。可选地,多个波形板21可以关于壳体1的轴线呈中心对称。使得气液混合物可以由波形板分离器2的外侧相对均匀地流入气流流道22进行气液分离,提高分离效率。另外,还使得多个波形板21的布置更加紧凑,有利于缩小多级气水分离装置100的体积,减小占用空间。

[0042] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100,通过将多个波形板21分别沿壳体1的径向布置,并使多个波形板21沿壳体1的周向间隔开,有利于缩小多级气水分离装置100的体积,使得多级气水分离装置100的结构更加紧凑。在气水分离的过程中,使得气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,先经由重力分离腔3进行重力分离,经重力分离腔3分离后的气水混合物可以进一步流经波形板分离器2进行分离,分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0043] 参照图2,在一些实施例中,每相邻的两个波形板21之间呈第一预定角度的夹角,第一预定角度的夹角 β 可以在 2° 至 10° 的范围内。采用数值计算表明在相同的体积内,带夹角布置的波形板21的分离效率大于平行布置的波形板,流道总阻力小于平行布置的波形板。通过使相邻两个波形板21之间呈第一预定角度的夹角,有利于减小阻力,提高多级气水分离装置100的分离效率。

[0044] 每相邻两片波形板21之间的夹角 β 越大,阻力大,分离效果好,但会有压力损失。每相邻的两个波形板21之间所呈的夹角 β 可以为 2° 、 3° 、 5° 、 6° 、 8° 或 10° 等。

[0045] 例如,当 $\beta=2^{\circ}$ 时,气水混合物由气水混合物进口12进入多级气水分离装置100时的入口压力可以在6Mpa至7Mpa的范围内,在出口(例如出气口13)处会有1000Pa的压力损失(或压降);夹角 β 大,压力损失大,分离效果好。夹角 β 的大小可以根据气水混合物的液相质量份额、液滴平均直径确定。

[0046] 多个波形板21可以关于多级气水分离装置100的轴线呈中心对称布置,全部的波形板21形成环柱形(多个扇面状)的流道,气水混合物从气流流道22的邻近重力分离腔3的一端向中心轴向流动。使得多级气水分离装置100的空间利用率高,分离效果好。

[0047] 可选地,参照图1,壳体1上形成有多个卡槽15,多个波形板21适于与多个卡槽15卡接。由此,通过卡槽15易于实现多个波形板21在壳体1上的安装。在本实用新型的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0048] 进一步地,参照图1,卡槽15形成在壳体1的顶部和/或底部,且卡槽15的个数不小于(大于或等于)波形板21的个数。使得在气水混合物流动工况改变较大时,可以根据需要适应性增加或减少波形板21的数量或改变相邻波形板21之间的夹角 β ,从而提高气水分离效率。

[0049] 参照图1和图2,在另一些实施例中,多级气水分离装置100还包括设在重力分离腔3与波形板分离器2之间的三级分离折流网4。也就是说,多级气水分离装置100还包括三级分离折流网4,三级分离折流网4可以设在重力分离腔3与波形板分离器2之间。其中,三级分离折流网4与壳体1之间可以限定出重力分离腔3。在三级分离折流网4之后,设置了波形板

分离器2,利用液滴和气体的惯性不同而分离。使得气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,气水混合物可以依次经由重力分离腔3、三级分离折流网4和波形板分离器2,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0050] 参照图2,在一些具体示例中,波形板21的外端与三级分离折流网4相连。例如,图2中波形板21的远离壳体1的轴线的一端可以与三级分离折流网4相连。使得气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,气水混合物可以依次经由重力分离腔3和三级分离折流网4,经由三级分离折流网4分离后的气水混合物可以由波形板21的外端进入气流通道22内,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0051] 可选地,参照图1和图2,多级气水分离装置100还包括设在波形板分离器2的中心的五级分离丝网5。也就是说,多级气水分离装置100还包括五级分离丝网5,并且五级分离丝网5可以设在波形板分离器2的中心。五级分离丝网5的内周壁可以形成有中心管道。由此,使得气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,气水混合物可以依次经由重力分离腔3、三级分离折流网4、波形板分离器2和五级分离丝网5进行多重分离,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0052] 参照图2,在一些具体示例中,波形板21的内端与五级分离丝网5相连。例如,图2中波形板21的邻近壳体1的轴线的一端可以与五级分离丝网5相连。使得气水混合物可以由气水混合物进口12进入壳体1的内腔11内,气水混合物可以依次经由重力分离腔3和三级分离折流网4,经由三级分离折流网4分离后的气水混合物可以由波形板21的外端进入气流通道22内,再由波形板21的内端流入五级分离丝网5进行分离,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0053] 结合图1和图2,五级分离丝网5的横截面可以为环形(例如圆环形、多边形环形等),出气口13形成在五级分离丝网5的上端(参照图1中五级分离丝网5的上端)。使得经由多级气水分离装置100分离后的气体易于经由出气口13排出。

[0054] 可选地,五级分离丝网5的表面涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。使得气水混合物中的液体不易吸附或粘在五级分离丝网5的表面,从而更有利于提高多级气水分离装置100的分离效率。

[0055] 结合图1和图2,气水混合物入口12处设有一级分离折流网6。一级分离折流网6可以对气水混合物进行初步分离,使得气水混合物可以由气水混合物进口12经一级分离折流网6分离后进入壳体1的内腔11内,经一级分离折流网6分离后的气水混合物可以依次经由重力分离腔3和三级分离折流网4,经由三级分离折流网4分离后的气水混合物可以由波形板21的外端进入气流通道22内,再由波形板21的内端流入五级分离丝网5进行分离,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0056] 在一些实施例中,结合图1和图2,多级气水分离装置100还包括疏水排水管7,出液口形成在疏水排水管7上,疏水排水管7分别与一级分离折流网6、重力分离腔3、三级分离折流网4、波形板分离器2和五级分离丝网5相连用于排出分离出的水。使得通过多级气水分离装置100分离出的液体例如水等可以经由疏水排水管7排出。

[0057] 多级气水分离装置100还可以包括控制阀8例如电磁阀等,控制阀8可以与疏水排

水管7相连,控制阀8可以用于控制疏水排水管7的打开和关闭,更好地实现对多级气水分离装置100的控制。

[0058] 具体地,在波形板分离器2分离之后,气水混合物可以通过五级分离丝网5,利用毛细吸附原理将剩余的小液滴分离。五级分离丝网5表面涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷,具有极强的疏水性,当液滴被五级分离丝网5捕集后能够迅速形成液柱下降流入疏水排水管7,从而减小了液滴二次夹带的可能性和液体堵塞的可能性,降低了阻力损失。在五级分离丝网5的底部连接疏水排水管7,通过电磁阀进行排水;最后气水混合物从多级气水分离装置100的中心管道经由出气口13流出,出气口13可以连接其他用气管道。

[0059] 参照图3并结合图1和图2,三级分离折流网4和一级分离折流网6中的至少一个包括沿第一方向延伸且沿与第一方向正交的第二方向间隔开的多个波纹状的折流板61和沿第二方向延伸且沿第一方向间隔开的多个疏水板62,疏水板62在折流板61的波谷处与折流板61相连。

[0060] 换言之,三级分离折流网4和一级分离折流网6中的至少一个可以包括多个折流板61和多个疏水板62,折流板61可以呈波纹状。其中,波纹状的折流板61可以沿第一方向(例如,图3中所示的左右方向)延伸,并且多个波纹状的折流板61沿第二方向(例如,图3中所示的上下方向)间隔开,第二方向与第一方向正交;多个疏水板62沿第二方向延伸,并且多个疏水板62可以沿第一方向间隔开;疏水板62在折流板61的波谷处与折流板61相连。具体地,折流板61的表面和疏水板62的表面均涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷涂层。

[0061] 在一些实施例中,一级分离折流网6可以呈与气水混合物进口12适配的板体状(例如圆形板体或多边形板体等),三级分离折流网4可以呈环形,并且三级分离折流网4可以环绕波形板分离器2设置。在多级气水分离装置100的气水混合物进口12处设置一级分离折流网6,一级分离折流网6为带折流结构的丝网,一级分离折流网6可以用于初步分离气水混合物中的大液滴。折流板61之间的距离为D,折流角度为 $\alpha=120^\circ$ 。折流板61之间的距离可以根据液滴的平均直径计算。折流板61和疏水板62的表面均涂覆有纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷,具有极强的疏水性,当液滴碰撞到折流板61时能够迅速形成液柱下降流入疏水排水管7,从而减小了液滴二次夹带的可能性和液体堵塞的可能性,降低了阻力损失。大液滴和液团沿折流板61流向疏水板62,形成液柱沿着疏水板62流向疏水排水管7,经过控制阀8流出多级气水分离装置100。控制阀8可以为电磁阀等,当疏水排水管7中液位到达设置液位时,电磁阀打开进行排水。

[0062] 在经过重力分离腔3重力分离之后,设置有环状的三级分离折流网4。三级分离折流网4中相邻的两个折流板61之间的距离D不大于(小于或等于)一级分离折流网6中相邻的两个折流板61之间的距离,这样可以更好地进行气水分离。折流板61的折流角度 $\alpha=120^\circ$ 。折流板61和疏水板62的表面涂覆有强疏水材料,采用纳米级二氧化硅或聚二甲基硅氧烷喷涂表面。此阶段,中等直径的液滴和液团沿折流板61流向疏水板62,形成液柱沿着疏水板62流向疏水排水管7,打开控制阀8经由出液口流出多级气水分离装置100。控制阀8可以为电磁阀,当疏水排水管7中液位到达设置液位1(按需设置)时,电磁阀立即打开进行排水;当疏水排水管7中液位到达设置液位2(例如排空)时,电磁阀关闭。

[0063] 例如,一级分离折流网6中相邻两个折流板61之间的距离可以为6毫米等。三级分离折流网4中相邻两个折流板61之间的距离可以为3毫米等。

[0064] 可选地,壳体1具有圆形横截面,五级分离丝网5具有圆环形横截面,三级分离丝网4具有圆环形横截面,重力分离腔3具有圆环形横截面,波形板分离器2具有圆环形横截面。由此,使得整个多级气水分离装置100为多层圆柱形,气水混合物从壳体1(例如圆柱筒体)上的气水混合物进口12经由一级分离折流网6流入空腔11内,先进入到多级气水分离装置100最外层环柱形的重力分离大空间,该设计使得气水混合物能够在最外层大直径的空间内流动,流速降低,以进行充分的重力分离,此阶段大液团和大液滴从混合物中分离。经重力分离腔3分离后的气水混合物可以再经由三级分离折流网4,经由三级分离折流网4分离后的气水混合物可以由波形板21的外端进入气流通道22内,再由波形板21的内端流入五级分离丝网5进行分离,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。

[0065] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100,通过结构设计和工艺设计(例如设置疏水涂层等)来提高气水分离效率,且具有良好的阻力特性,另外还使得多级气水分离装置100的结构紧凑,缩小占用体积。

[0066] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100,可应用于气水两相流为工质(包括蒸汽-水、空气-水)的气水分离,及气相含量的控制。例如在核电厂蒸汽发生器两相流动试验中,采用该装置可作为二级汽水分离器,实现两相流中蒸汽和水分离,使得蒸汽发生器出口汽水混合物的干度控制到试验工况的理想值,以较小的阻力损失和更高的空间利用率提高了分离效率,减小了液滴的二次夹带现象。气水分离装置出口干度能够保证在试验中实现对核电厂蒸汽发生器运行工况的模拟,保持试验系统两相流含气率的连续、稳定、精确控制,提高试验数据的有效性和可靠性。

[0067] 例如,当相邻两个波纹板21之间的夹角 $\beta=2^\circ$ 时,试验测得入口干度为10%,出口干度为1%。

[0068] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100,采用多种分离原理(包括丝网毛细分离、波形板惯性分离、重力分离),设计形状为圆环柱,利用圆环柱分离器外环流入和内环流出的设计形成了大空间的重力分离、及波形板对称有角度的布置从而提高了液滴分离效率,还采用了防止二次液滴夹带的强疏水设计,以上多级气水分离的设计方式使得气水分离器体积更小、阻力更小、分离效率更高。目前,国内尚无类似原理和设计的多级气水分离装置,相关研究有待进一步的探索和论证。

[0069] 下面结合图1至图3详细描述根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100的工作过程。

[0070] 气水混合物可以由气水混合物进口12经一级分离折流网6分离后进入壳体1的内腔11内,经一级分离折流网6分离后的气水混合物可以依次经由重力分离腔3和三级分离折流网4,经由三级分离折流网4分离后的气水混合物可以由波形板21的外端进入气流通道22内,再由波形板21的内端流入五级分离丝网5进行分离,最后分离出的气体可以经由出气口13排出,分离出的液体例如水等可以经由出液口排出。至此完成根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100的工作过程。

[0071] 根据本实用新型实施例的多级气水分离装置100的其他构成以及操作对于本领域普通技术人员而言都是已知的,这里不再详细描述。

[0072] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示

例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0073] 尽管上面已经示出和描述了本实用新型的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本实用新型的限制,本领域的普通技术人员在本实用新型的范围

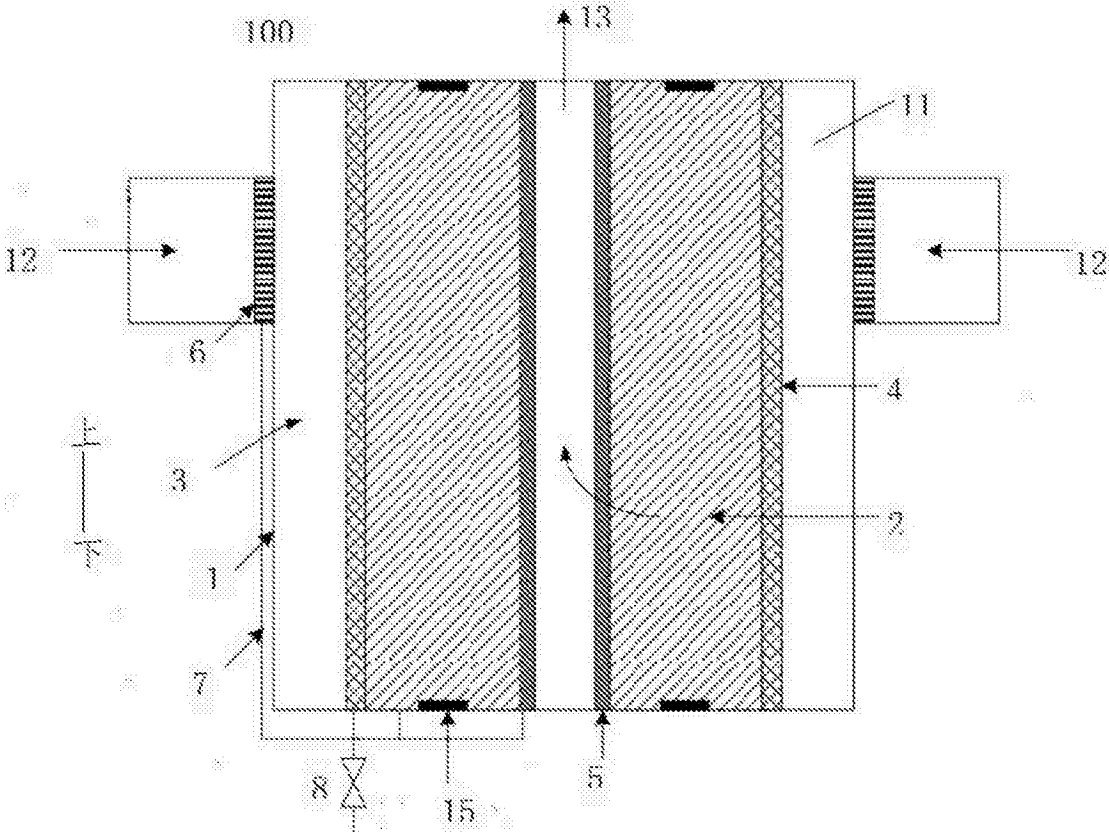


图1

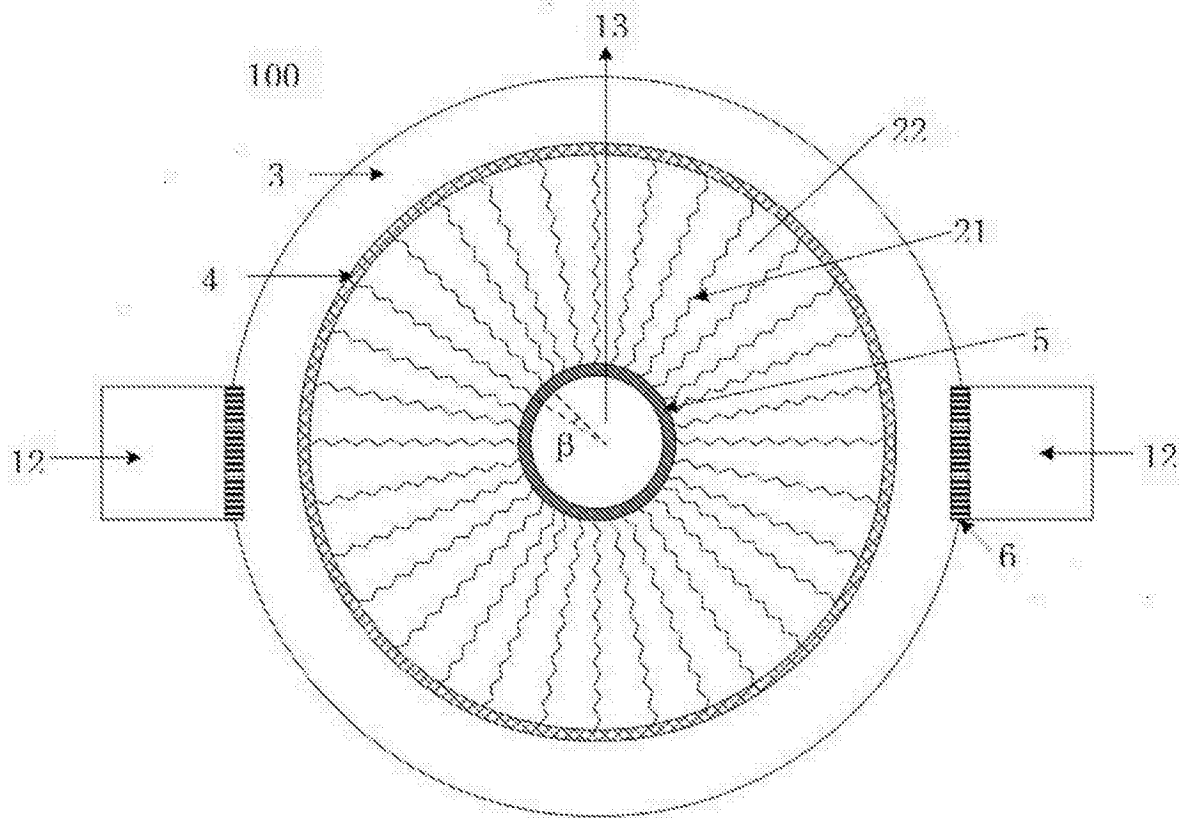


图2

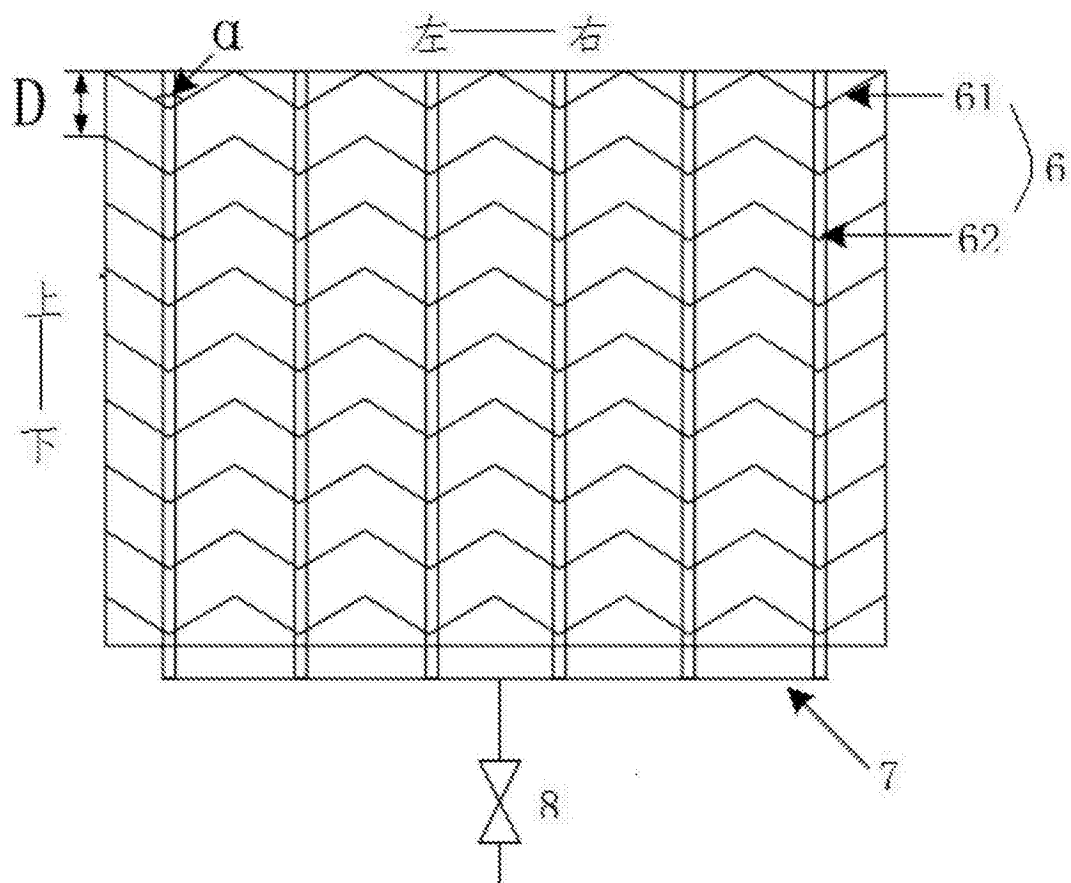


图3