



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106493005 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201610901982.0

B04C 5/12(2006.01)

(22)申请日 2016.10.17

B04C 5/081(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B04C 5/181(2006.01)

申请公布号 CN 106493005 A

B04C 5/30(2006.01)

(43)申请公布日 2017.03.15

审查员 王震

(73)专利权人 东北石油大学

地址 163316 黑龙江省大庆市高新区发展
路199号

(72)发明人 赵立新 刘琳 梁冰 王圆

徐保蕊 蒋明虎

(74)专利代理机构 大庆知文知识产权代理有限

公司 23115

代理人 李建华

(51)Int.Cl.

B04C 5/04(2006.01)

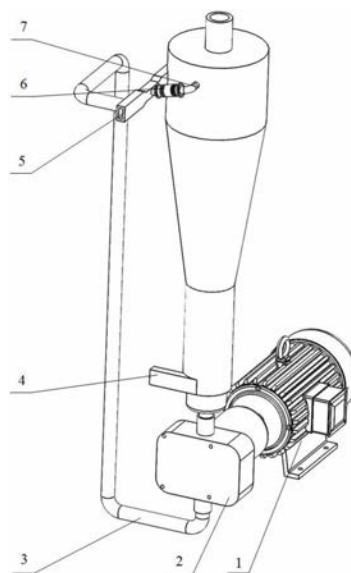
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种两相旋流分离系统

(57)摘要

一种两相旋流分离系统。主要目的在于使旋流分离系统在操作维护方便的情况下有更高的分离效率。其特征在于：所述系统由电机、增压泵、长循环管道、短循环管道、旋流体以及单向阀连接后构成；所述旋流体由旋流腔筒体、分离锥段锥体、外部底流段筒体以及带有缩径台阶的底流管顺次连接后构成，所述旋流体内包括两个溢流口和两个底流口。本系统中的旋流器相对于现有的旋流器，具有能够消除短路流、减少循环流以及大幅度降低底流口轻质相含量等特点，提高了旋流器中流场的稳定性，促进了混合相的高效分离处理。此外，本系统不仅能够对短路流以及底流口中带有轻质相的混合相进行循环处理，而且还具有占用空间小，操作管理简单等优点。



1. 一种两相旋流分离系统,由电机、增压泵、长循环管道、短循环管道、旋流体以及单向阀连接后构成;

其中,所述旋流体由旋流腔筒体、分离锥段锥体、外部底流段筒体以及带有缩径台阶的底流管顺次连接后构成;

旋流腔筒体的顶端由第一端盖封闭,在所述第一端盖下方固定有第二端盖,贯穿所述第一端盖和第二端盖的中心,固定有内侧溢流管,所述第二端盖的中心孔壁与所述内侧溢流管的外管壁不相触,二者之间形成环形空间,所述环形空间构成环形溢流口;所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖上方的部分为旋流上腔,所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖下方的部分为旋流下腔,所述内侧溢流管的底端开口位于所述旋流下腔内;

在所述旋流腔筒体外连接有拉伐尔喷管式切向入口,所述拉伐尔喷管式切向入口伸入所述旋流腔筒体内的切向入口接入端位于所述环形溢流口的下方;

所述短循环管道的一端与所述旋流上腔相连通,所述短循环管道的另一端经过所述单向阀与所述拉伐尔喷管式切向入口相连通;

所述底流管上的缩径台阶与所述外部底流段筒体之间为封闭连接,位于所述缩径台阶之上,沿所述外部底流段筒体的外壁切向接入外部切向底流口;位于所述缩径台阶之上,在所述外部底流段筒体的中央固定有空心倒锥下段,所述空心倒锥下段的锥台形体上开有若干贯穿锥台形体壁且与锥台形体内壁相切的切向导流孔,所述空心倒锥下段的锥台形体空腔与所述底流管相连通;

所述空心倒锥下段的锥台形体上还连接有空心倒锥上段;所述空心倒锥上段位于所述分离锥段空心锥体内;所述分离锥段空心锥体内的空腔为分离锥段;

所述外部切向底流口伸入所述外部底流段筒体内的外部切向底流口接入端位于所述外部底流段筒体的内壁和所述空心倒锥下段的外壁之间形成的环空底端;

所述底流管的出口端与所述增压泵的一个液流入口端相连接;所述增压泵的液流出口端与所述长循环管道的一端相连接,所述长循环管道的另一端与所述拉伐尔喷管式切向入口相连接;

所述电机驱动所述增压泵。

一种两相旋流分离系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于石油、化工以及环保领域中进行污水处理的旋流分离设备,具体为两相分离处理设备,可适用于固-液、液-液以及气-液的分离。

背景技术

[0002] 目前,对于旋流分离装置而言,不论两相分离还是多相分离,在分离设备入口附近出现短路流以及循环流是不可避免的。由于短路流的存在,使得一些进入旋流器的重质相未经分离而直接从溢流口排出,对分离效果造成一定的影响。而循环流对整个旋流器流场稳定性的影响较大,尤其是对旋流下腔和大锥段。之前有研究发现,旋流下腔与大锥段的切向速度在准自由涡出现了一些波动,其原因之一就是在此两端内有循环流的影响。此外循环流对液体的径向流动有一定的阻碍作用,进而阻碍了两相介质的分离。另一个值得注意的问题是,通常情况下,混合相在经过旋流器分离后所得的大部分重质相直接由底流口排出,而排出的重质相中同时还夹杂着大量的轻质相,比如用于固液分离的旋流器底流口除了包括大量的重质相外,同时也包含了大量的轻质相,这样就使得旋流器的分离效率大大降低。如果想对底流口流出的介质进行进一步处理,又会增加更多工艺流程,可能带来设备占用空间大以及操作复杂化等缺点。综上所述,研究一套可以消除短路流、减少循环流以及简化工艺流程的旋流分离系统已成为油气田地面工程系统及相关行业实践中的一个亟待解决的问题。

[0003] 旋流分离系统或装置在我国相关行业已经获得了一定的应用,对旋流分离系统或装置的发明专利,如(CN201310063840.8、CN201610184831.8、CN201610157839.5、CN201610126588.4、CN201620006971.1、CN201520974246.9)等,但是以上的这些发明在对液流进行分离时均会存在短路流以及循环流,这样就降低了分离效率,而且其中一些发明装置比较复杂,占用空间大,不便于操作和维护。

发明内容

[0004] 为了解决背景技术中所提到的技术问题,本发明提供一种两相旋流分离系统,该种两相旋流分离系统相对于现有的旋流器,具有能够消除短路流、减少循环流以及大幅度降低底流口轻质相含量等特点,提高了旋流器中流场的稳定性,促进了混合相的高效分离处理。此外,本系统不仅能够对短路流以及底流口中带有轻质相的混合相进行循环处理,而且还具有占用空间小,操作管理简单等优点。

[0005] 本发明的技术方案是:该种两相旋流分离系统,由电机、增压泵、长循环管道、短循环管道、旋流体以及单向阀连接后构成;

[0006] 其中,所述旋流体由旋流腔筒体、分离锥段锥体、外部底流段筒体以及带有缩径台阶的底流管顺次连接后构成;

[0007] 旋流腔筒体的顶端由第一端盖封闭,在所述第一端盖下方固定有第二端盖,贯穿所述的第一端盖和第二端盖的中心,固定有内侧溢流管,所述第二端盖的中心孔壁与所述

内侧溢流管的外管壁不相触,二者之间形成环形空间,所述环形空间构成环形溢流口;所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖上方的部分为旋流上腔,所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖下方的部分为旋流下腔,所述内侧溢流管的底端开口位于所述旋流下腔内;

[0008] 在所述旋流腔筒体外连接有拉伐尔喷管式切向入口,所述拉伐尔喷管式切向入口伸入所述旋流腔筒体内的切向入口接入端位于所述环形溢流口的下方;

[0009] 所述短循环管道的一端与所述旋流上腔相连通,所述短循环管道的另一端经过所述单向阀与所述拉伐尔喷管式切向入口相连通;

[0010] 所述底流管上的缩径台阶与所述外部底流段筒体之间为封闭连接,位于所述缩径台阶之上,沿所述外部底流段筒体的外壁切向接入外部切向底流口;位于所述缩径台阶之上,在所述外部底流段筒体的中央固定有空心倒锥下段,所述空心倒锥下段的锥台形体上开有若干贯穿锥台形体壁且与锥台形体内壁相切的切向导流孔,所述空心倒锥下段的锥台形体空腔与所述底流管相连通;

[0011] 所述空心倒锥下段的锥台形体上还连接有空心倒锥上段;所述空心倒锥上段位于所述分离锥段空心锥体内;所述分离锥段空心锥体内的空腔为分离锥段;

[0012] 所述外部切向底流口伸入所述外部底流段筒体内的外部切向底流口接入端位于所述外部底流段筒体的内壁和所述空心倒锥下段的外壁之间形成的环空底端;

[0013] 所述底流管的出口端与所述增压泵的一个液流入口端相连接;所述增压泵的液流出口端与所述长循环管道的一端相连接,所述长循环管道的另一端与所述拉伐尔喷管式切向入口相连接;

[0014] 所述电机驱动所述增压泵。

[0015] 本发明具有如下有益效果:本种系统由一个旋流器外筒、一个增压泵以及外部的循环管道组成。由于:所述的旋流器内部有两个溢流口和两个底流口,内侧溢流口固定于旋流器顶部的第一端盖上,外侧环形溢流口与内侧溢流口同轴并且固定于第一端盖下面的第二端盖上;在第二端盖附近,旋流器圆柱段外壁处开设有拉伐尔喷管式切向入口,这里简称为切向入口,内侧溢流口与旋流器的第一端盖、第二端盖及旋流器边壁组成一个与外侧环形溢流口相通的旋流上腔,该旋流上腔与切向入口通过短循环管道连接,管道上安装有单向阀,使流体只能流进入口,旋流器的底流段设计了一个倒置的空心倒锥,它由空心倒锥上段和空心倒锥下段组成,空心倒锥下段的壁面上开设有导流孔,这样可以减少对流体的阻力,使流场更加稳定;所述的空心倒锥将底流段分成了外部底流段(与外部切向底流口连接)与内部底流段(与底流管连接),底流管由长循环管道经过增压泵与切向入口相连,整个旋流分离装置形成一个循环的系统。

[0016] 本系统的原理是混合相在旋流器中进行离心分离时,密度较小的轻质相在离心力的作用下处于旋流器的中心轴线附近,通过内侧溢流管排出。由于旋流器结构原因产生的短路流和部分循环流则通过外侧的环形溢流口进入旋流上腔,旋流上腔的混合相经过与其连接的带有单向阀的短循环管道流进切向入口,再进入旋流器进行分离。这里由于切向入口设计成拉伐尔喷管式,入口与短循环管道连接的部分横截面积小于入口的其它部分,所以从入口进入的混合相经过该段时,液体在该段的流速增大,在该段的压强就减小,最终降低了该段与短循环管道之间的压力差,促进了从短循环管道液流顺利地进入入口,来实现再次分离。而密度较大的重质相则在离心力的作用下向旋流下腔筒体以及分离锥段空心锥

体运动,并经由分离锥段向下运动至底流段。由于空心倒锥的内径和外径从底流段的上部到下部逐渐增大,所以进入外部底流段的混合相将继续进行离心分离,即重质相在离心力作用下主要分布在外部底流段筒体附近,并经过外部切向底流口接入端由外部切向底流口排出,如此的设计就提高了外部切向底流口的重质相浓度。而轻质相通过导流孔进入内部底流段,最终由底流管经过增压泵流进切向入口再次进行分离,这就完成了整个旋流分离系统的分离过程。

[0017] 本系统所采用的这种全新的设计理念,从根本上提高了内侧溢流口轻质相以及外部切向底流口重质相的纯度,从而提高了该旋流分离系统的分离效率。除此之外,外部循环管道的连接减少现有旋流器溢流口和底流口排出介质的后处理工艺。

[0018] 综上所述,本系统的优点可以概括为:

[0019] 1、双溢流口中的外侧环形溢流口可以消除短路流、减少循环流对旋流器中流场的影响,进而使内侧溢流口中的轻质相纯度更高;2、双底流口的设计可以使得外部底流口中获得的重质相浓度更高,从而提高底流的重质相的浓度;3、底流段带有导向孔的空心倒锥的设计,使得到达外部底流口的混合相可继续进行分离;4、采用循环分离的设计理念可以在获得更高的分离效率的同时,减少后续对溢流和底流的介质处理的工艺流程,大大减少了作业空间,同时整个分离系统结构简单,操作方便;5、切向入口设计成拉伐尔喷管式,有利于降低段循环管道与入口横截面积较小段的压力差,从而促进短循环管道的液流顺利地流入切向入口。

[0020] 附图说明:

[0021] 图1为双溢流口及双底流口两相旋流分离系统的轴侧图;

[0022] 图2为系统中旋流分离器的结构剖面图;

[0023] 图3为系统中旋流分离器各部分的尺寸标注图;

[0024] 图4为系统中双锥结构旋流分离器的结构剖面。

[0025] 图中1-电机;2-增压泵;3-长循环管道;4-外部切向底流口;5-拉伐尔喷管式切向入口;6-单向阀;7-短循环管道;8-底流管;9-内部底流段;10-外部切向底流口接入端;11-空心倒锥下段;12-切向导流孔;13-外部底流段;14-分离锥段;15-旋流下腔;16-切向入口接入端;17-旋流上腔;18-环形溢流口;19-内侧溢流管;20-第一端盖;21-第二端盖;22-旋流腔筒体;23-分离锥段空心锥体;24-空心倒锥上段;25-外部底流段筒体。

[0026] 具体实施方式:

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0028] 由图1、2和图4所示,本种两相旋流分离系统,由电机、增压泵、长循环管道、短循环管道、旋流体以及单向阀连接后构成;

[0029] 其中,所述旋流体由旋流腔筒体、分离锥段锥体、外部底流段筒体以及带有缩径台阶的底流管顺次连接后构成;

[0030] 旋流腔筒体的顶端由第一端盖封闭,在所述第一端盖下方固定有第二端盖,贯穿所述的第一端盖和第二端盖的中心,固定有内侧溢流管,所述第二端盖的中心孔壁与所述内侧溢流管的外管壁不相触,二者之间形成环形空间,所述环形空间构成环形溢流口;所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖上方的部分为旋流上腔,所述旋流腔筒体内位于所述第二端盖下方的部分为旋流下腔,所述内侧溢流管的底端开口位于所述旋流下腔内;

[0031] 在所述旋流腔筒体外连接有拉伐尔喷管式切向入口,所述拉伐尔喷管式切向入口伸入所述旋流腔筒体内的切向入口接入端位于所述环形溢流口的下方;

[0032] 所述短循环管道的一端与所述旋流上腔相连通,所述短循环管道的另一端经过所述单向阀与所述拉伐尔喷管式切向入口相连通;

[0033] 所述底流管上的缩径台阶与所述外部底流段筒体之间为封闭连接,位于所述缩径台阶之上,沿所述外部底流段筒体的外壁切向接入外部切向底流口;位于所述缩径台阶之上,在所述外部底流段筒体的中央固定有空心倒锥下段,所述空心倒锥下段的锥台形体上开有若干贯穿锥台形体壁且与锥台形体内壁相切的切向导流孔,所述空心倒锥下段的锥台形体空腔与所述底流管相连通;

[0034] 所述空心倒锥下段的锥台形体上还连接有空心倒锥上段;所述空心倒锥上段位于所述分离锥段空心锥体内;所述分离锥段空心锥体内的空腔为分离锥段;

[0035] 所述外部切向底流口伸入所述外部底流段筒体内的外部切向底流口接入端位于所述外部底流段筒体的内壁和所述空心倒锥下段的外壁之间形成的环空底端;

[0036] 所述底流管的出口端与所述增压泵的一个液流入口端相连接;所述增压泵的液流出口端与所述长循环管道的一端相连接,所述长循环管道的另一端与所述拉伐尔喷管式切向入口相连接;

[0037] 所述电机驱动所述增压泵。

[0038] 下面给出本系统详细的工作过程:

[0039] 本旋流分离系统中旋流器的分离原理是利用两相互不相溶介质的密度差在离心力作用下进行分离的。首先,混合相通过拉伐尔喷管式切向入口5通过切向入口接入端16进入旋流器的旋流下腔15,随即打开增压泵2,混合液进入旋流器后在压力作用下,密度较小的轻质相在旋流器的中心附近,通过内侧溢流口19排出,由于旋流器结构原因产生的短路流和部分循环流则通过外侧的环形溢流口18进入旋流上腔17,该旋流上腔17是由内侧溢流口19与旋流器的第一端盖20、第二端盖21及旋流器边壁组成,同时环形溢流口18将旋流上腔17与旋流下腔15相连通。旋流上腔17中的混合相经过与其连接的带有单向阀6的短循环管道7流进切向入口5,再进入旋流器进行分离。这里由于切向入口5设计成拉伐尔喷管式,切向入口5与短循环管道7连接的部分横截面积小于入口的其它部分,所以从入口5进入的混合相经过该段时,液体在该段的流速增大,在该段的压强就减小,最终降低了该段与短循环管道7之间的压力差,促进了从短循环管道7流出的液流顺利地进入切向入口5,来实现再次分离。而密度较大的重质相则在离心力的作用下向旋流腔筒体22以及分离锥段空心锥体23运动,并经由分离锥段14向下运动至底流段。在旋流器的底流段设计了一个空心的倒锥,它由空心倒锥上段24和空心倒锥下段11组成,该倒锥将旋流器底流段分为内部底流段9(与底流管连接8)和外部底流段13(与外部切向底流口4连接),同时空心倒锥下段11的壁面上开设有导流孔12,这样可以减少对流体的阻力,使流场更加稳定。由于整个空心倒锥的内径和外径从底流段的上部到下部逐渐增大,所以进入外部底流段13的混合相将继续进行离心分离,即重质相在离心力作用下主要分布在外部底流段筒体25附近,并经过外部切向底流口接入端10由外部切向底流口4排出(外部底流口设计为切向更加有利于旋流器里面的旋转分离),如此的设计就提高了外部切向底流口4的重质相浓度。而流至外部底流段13的轻质相就通过空心倒锥下段11壁面上的导流孔12进入内部底流段9,接着它们经过增压泵2的

加速后进入长循环管道3,并最终流向切向入口5再次进行分离。这就完成了整个旋流分离系统的分离过程。

[0040] 图3是旋流分离器各部分的尺寸标注图,是本发明的一个优选实施方案。图中,主要参数及尺寸限制如下:

[0041] l_1 ——环形溢流口尺寸; $l_1=(0.05-0.2)D_2$, D_2 为旋流腔直径,根据所分离介质的物性参数及入口流量确定;

[0042] l_2 ——环形溢流口伸入旋流上腔长度; $l_2=(0.3-0.8)l_1$;

[0043] l_3 ——环形溢流口伸入旋流下腔长度; $l_3=(0.5-0.8)l_2$;

[0044] l_4 ——内侧溢流口伸入旋流下腔长度; $l_4=(1.5-2.5)D_0$,

[0045] l_5 ——旋流上腔高度; $l_5=(0.1-0.4)D_2$;

[0046] l_6 ——旋流下腔长度; $l_6=(0.7-1.2)D_2$;

[0047] l_7 ——锥段长度; $l_7=(0.4-0.8)l$; l 为旋流器总长,根据旋流腔直径 D_2 确定,一般 $l=(8-12)D_2$;

[0048] l_8 ——底流段长度; $l_8=(2-4)D_3$;

[0049] D_0 ——拉伐尔喷管式切向入口的当量直径,图中以矩形入口为例, D_0 根据入口速度和流量来确定,一般保证速度在8-15m/s;

[0050] D_1 ——内侧溢流口直径; $D_1=(0.15-0.5)D_2$;

[0051] D_2 ——旋流腔直径;根据所分离介质的物性参数及入口流量确定;

[0052] D_3 ——底流段直径; $D_3=(0.25-0.5)D_2$;

[0053] D_4 ——倒锥底端的内径; $D_4=(0.5-0.8)D_3$;

[0054] D_5 ——外部切向底流口当量直径; $D_5=(0.2-0.4)D_3$;

[0055] α ——分离锥段锥角;一般为 $0-30^\circ$;

[0056] β ——空心倒锥上段锥角;一般为 $0-60^\circ$;

[0057] γ ——空心倒锥下段锥角;一般为 $0-30^\circ$;

[0058] t ——旋流器壁厚; $t=2-5\text{mm}$;

[0059] d_0 ——导流孔孔径; $d_0=(0.3-0.8)d_1$, d_1 为混合相中的固相颗粒的平均粒径或重质相液滴的平均粒径。

[0060] 外部循环管道的相关尺寸根据增压泵尺寸以及作业空间等因素来确定。

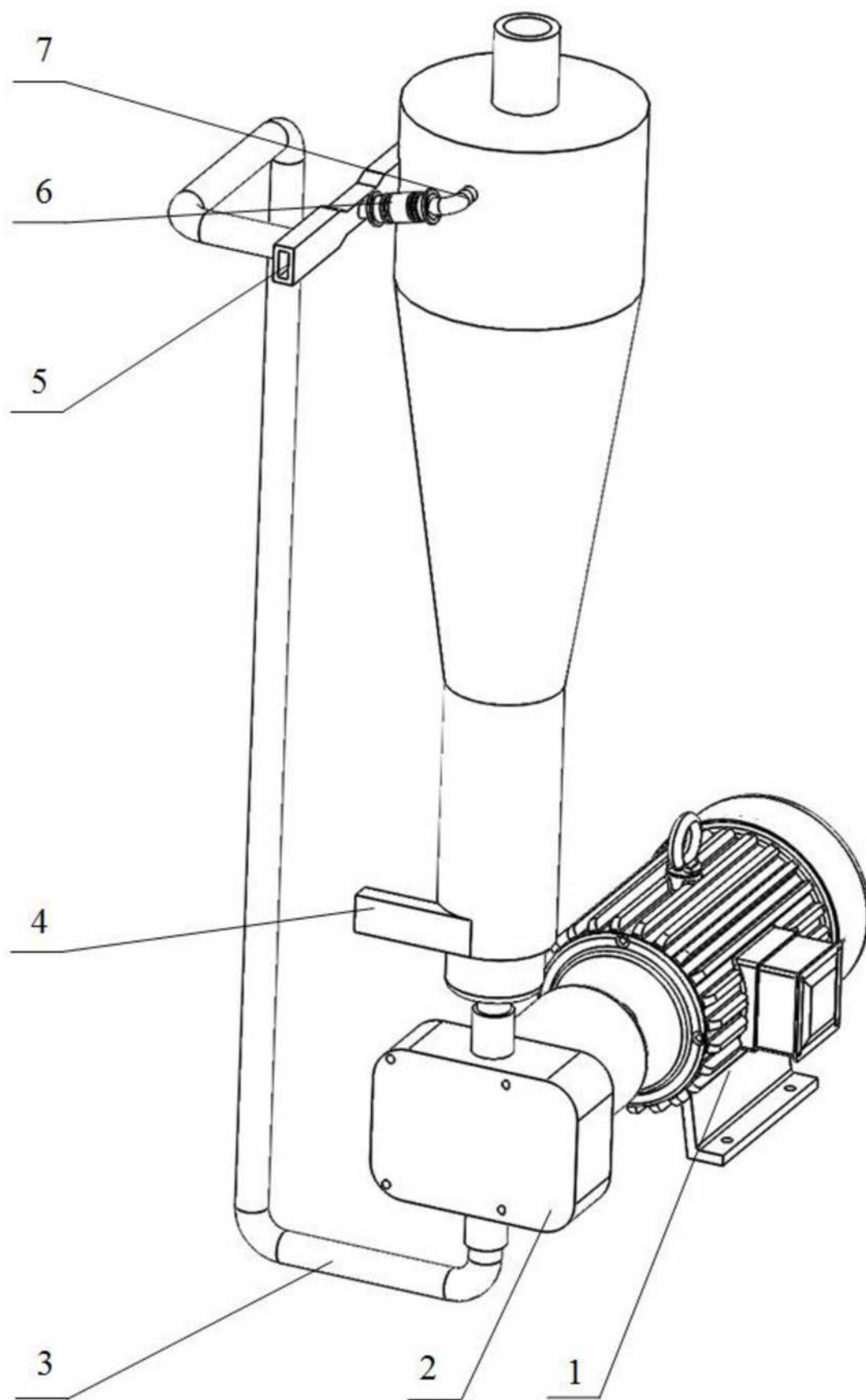


图1

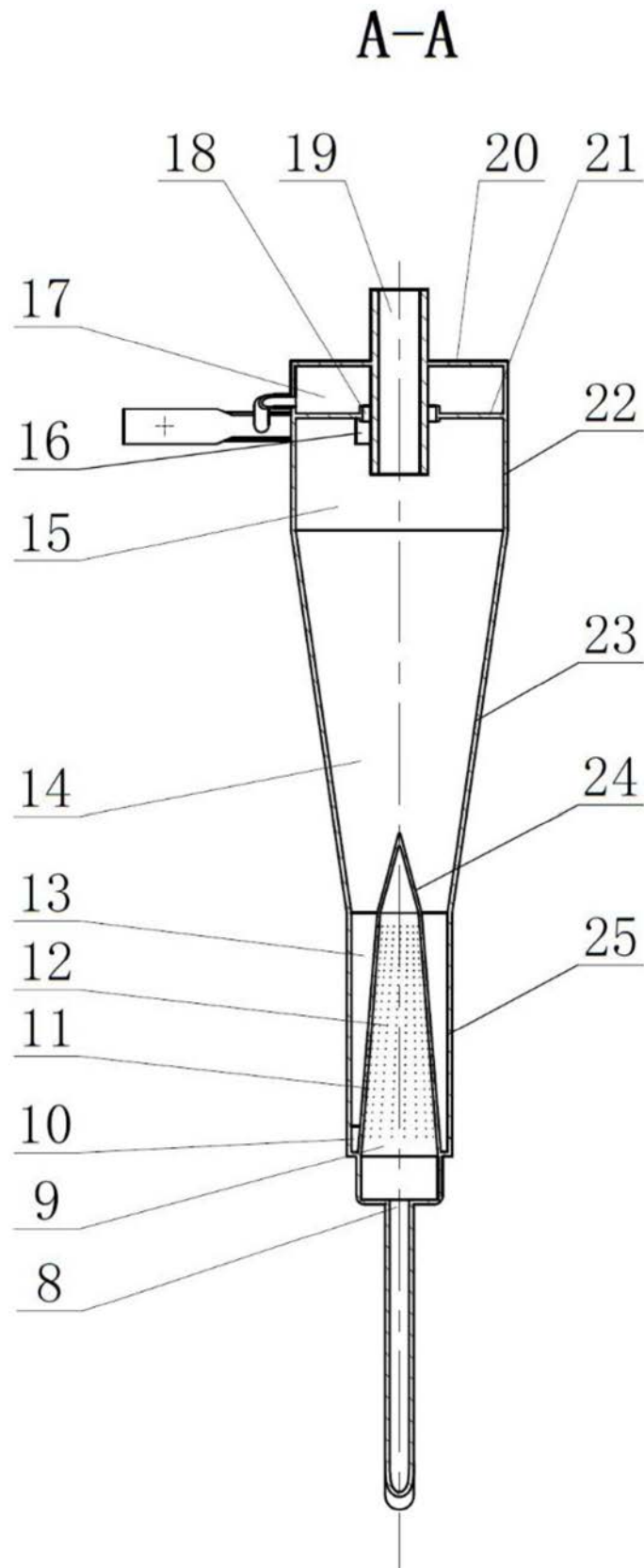


图2

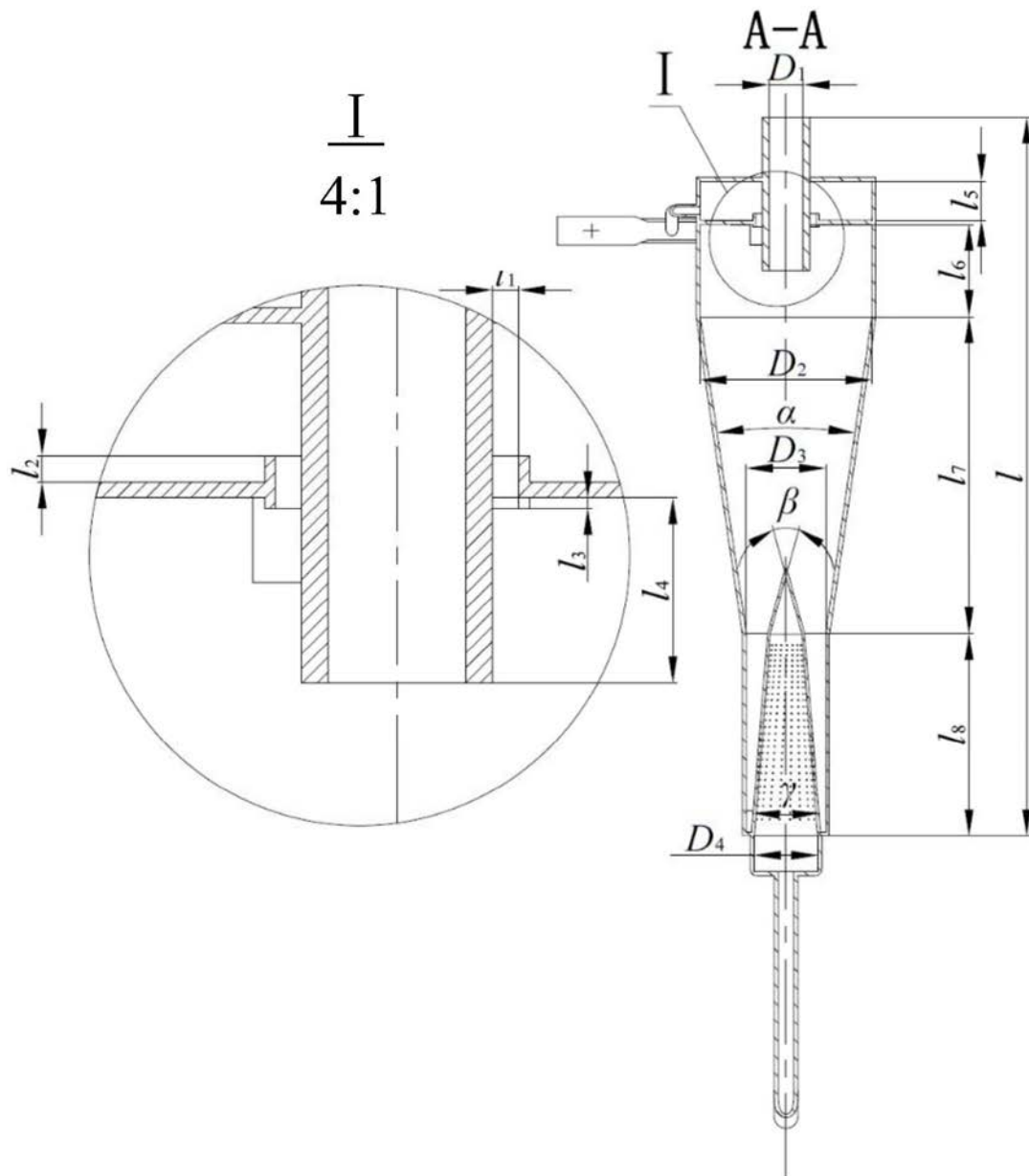


图3

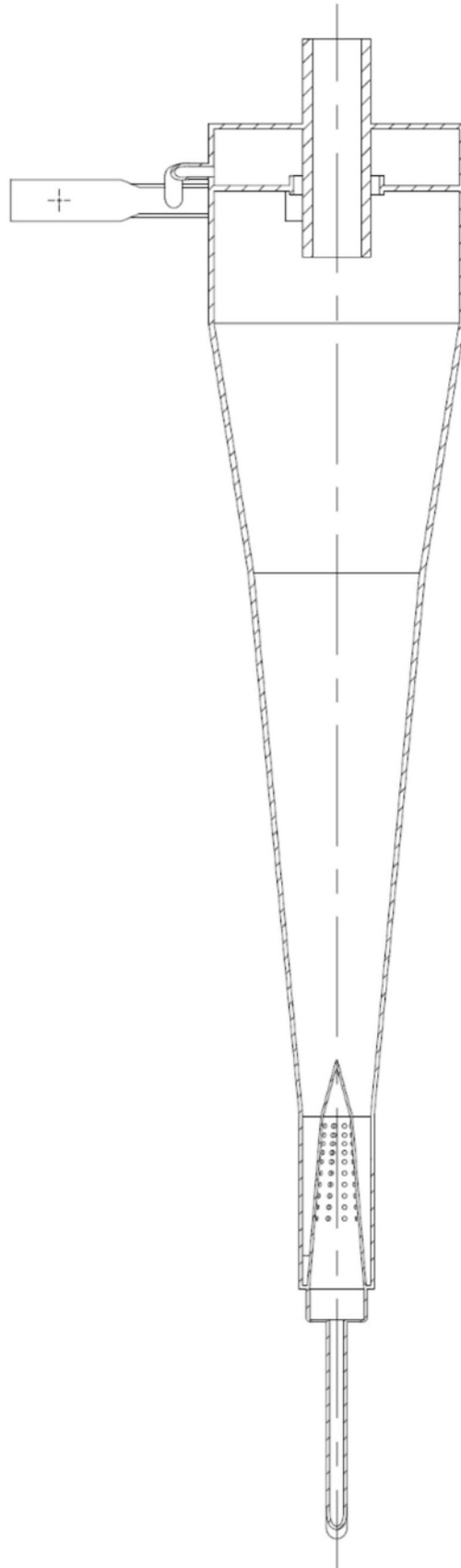


图4