



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102423549 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 25

(21) 申请号 201110220538. X

(22) 申请日 2011. 08. 02

(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 吴应湘 许晶禹 史仕荧 郭军 张军

(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 王艺

(51) Int. Cl.

B01D 17/038(2006. 01)

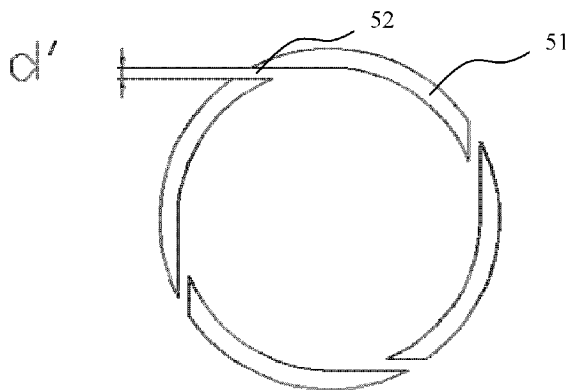
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种管道式导流片型油水分离器的除水装置 和油水旋流分离器

(57) 摘要

本发明公开了一种管道式导流片型油水分离器的除水装置,包括:除水管道,该除水管道具有油水输入口和输出口,在该除水管道上沿管的轴向方向开设有一组以上的除水孔,所述除水孔的外圆周面与所述除水管道的内壁相切,且所述除水孔的孔径 d' 为 :d' ≤ bD-c α D,其中,所述 b、c 为常数,D 为输出口处的直径,α 为入口含油率。本发明还公开了一种油水旋流分离器。本发明除水装置开设的除水孔的外圆周面与除水管道的内壁相切,且除水孔的孔径 d' 设为 d' ≤ bD-c α D,这样,就能够进一步根据含油率来调整不同孔径的除水孔,提高了油水分离效果。



1. 一种管道式导流片型油水分离器的除水装置,其特征在于,包括:

除水管道,该除水管道具有油水输入口和输出口,在该除水管道上沿管的轴向方向开设有一组以上的除水孔,所述除水孔的外圆周面与所述除水管道的内壁相切,且所述除水孔的孔径  $d'$  为: $d' \leq bD - c \alpha D$ ,其中,所述  $b$ 、 $c$  为常数, $D$  为输出口处的直径, $\alpha$  为入口含油率。

2. 如权利要求 1 所述的除水装置,其特征在于,所述  $b$  为 0.25,所述  $c$  为 0.8925。

3. 如权利要求 2 所述的除水装置,其特征在于,所述除水管道的管径从所述输入口至所述输出口逐渐减小。

4. 一种管道式导流片型油水分离器,其特征在于,包括:依次连接的进液管段、旋流生成管段和除水管段,所述旋流生成管段进一步包括:旋流管道和可固定倾斜安装在该旋流管道中的 2 片以上的导流片,所述导流片沿所述旋流管道的周向均布,并在所述旋流管道的轴向依次叠置;当油水混合的流液流经所述导流片时,形成中心对称的旋流场,从而将油和水离心分离;所述除水管段包括:除水管道,该除水管道具有油水输入口和输出口,在该除水管道上沿管的轴向方向开设有一组以上的除水孔,所述除水孔的外圆周面与所述除水管道的内壁相切,且所述除水孔的孔径  $d'$  为: $d' \leq bD - c \alpha D$ ,其中,所述  $b$ 、 $c$  为常数, $D$  为输出口处的直径, $\alpha$  为入口含油率。

5. 如权利要求 4 所述的分离器,其特征在于,所述  $b$  为 0.25,所述  $c$  为 0.8925。

6. 如权利要求 5 所述的分离器,其特征在于,所述  $b$  为 0.25,所述  $c$  为 0.8925。所述除水管道的管径从所述输入口至所述输出口逐渐减小。

7. 如权利要求 6 所述的分离器,其特征在于,每组除水孔的数量与所述导流片的数量相同,且沿所述除水管道周向均匀分布。

8. 如权利要求 4 所述的分离器,其特征在于,所述导流片为半椭圆形,该导流片的长轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\theta$  为: $10^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 。

9. 如权利要求 8 所述的分离器,其特征在于,所述导流片的短轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\alpha$  为: $0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ 。

10. 如权利要求 9 所述的分离器,其特征在于,所述导流片的短轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\alpha$  为  $0^\circ$ 。

## 一种管道式导流片型油水分离器的除水装置和油水旋流分离器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在新型油水旋流分离器中除水装置和油水旋流分离器,特别是涉及到一种应用在井下油水分离系统中油水分离器中的除水装置和油水旋流分离器。

### 背景技术

[0002] 随着油田开发时间的延长,产水量持续增加,使得生产成本增加,为了降低开采成本,采用井下油水分离器将水分离并就地回注地层成为共识。

[0003] 当前井下油水分离所采用的分离原理主要是重力和离心两种,例如专利公开号:CN 101025080A,多杯等流型井下油水分离器实现高含水井同井注采的方法,其利用重力原理进行自然沉降分离油水;公开号:CN2931780,一种井下油水分离器,描述的是采用离心分离原理分离油水的锥形旋流器。由于在实际生产中,往往需要对油水分离实现快速分离以提高生产效率,重力分离虽然是有效的分离技术,但是处理速度相对较慢,且所需的竖直高度较大,因此一般倾向于使用离心原理分离油水,从而提高分离效率。

[0004] 基于离心分离原理进行井下油水分离结构形式有很多种,但大部分形状可归于锥形旋流器。在井下应用分离器进行油水分离,主要是为了将水分出回注地层,而不能将油回注地层。而锥形旋流器的分离原理是利用旋流场中的两相反向流动实现分离的目的,其中油相分布在中心向溢流管运动,水分布在壁面附近反向向底流口运动。其缺点是一旦操作参数设置不当或者入口工况发生波动,有可能使部分油相被水相从底流口流出被一起回注地层。为了除掉水而不回注油,一般在锥形旋流器中采用细长锥。例如公开号为CN101607147A,油水旋流分离器,其除水装置采用细长型双锥段来加强旋流除去水而不除去油相。采用细长锥段作为除水装置,既增大了压降,又限制了处理量。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对以上油水旋流分离器在除水结构上的不足,提出一种管道式导流片型油水分离器除水装置和油水旋流分离器,能够辅助管道式导流片型油水分离器进行除水,具有很好的除水效果。

[0006] 本发明的一种管道式导流片型油水分离器除水装置包括:

[0007] 除水管道,该除水管道具有油水输入口和输出口,在该除水管道上沿管的轴向方向开设有一组以上的除水孔,所述除水孔的外圆周面与所述除水管道的内壁相切,且所述除水孔的孔径  $d'$  为:  $d' \leq bD - c \alpha D$ , 其中,所述  $b$ 、 $c$  为常数,  $D$  为输出口处的直径,  $\alpha$  为入口含油率。

[0008] 优选地,所述  $b$  为 0.25,所述  $c$  为 0.8925。

[0009] 优选地,所述除水管道的管径从所述输入口至所述输出口逐渐减小。

[0010] 本发明的一种管道式导流片型油水分离器包括:

[0011] 依次连接的进液管段、旋流生成管段和除水管段,所述旋流生成管段进一步包括:

旋流管道和可固定倾斜安装在该旋流管道中的 2 片以上的导流片,所述导流片沿所述旋流管道的周向均布,并在所述旋流管道的轴向依次叠置;当油水混合的流液流经所述导流片时,形成中心对称的旋流场,从而将油和水离心分离;所述除水管段包括:除水管道,该除水管道具有油水输入口和输出口,在该除水管道上沿管的轴向方向开设有一组以上的除水孔,所述除水孔的外圆周面与所述除水管道的内壁相切,且所述除水孔的孔径  $d'$  为: $d' \leq bD - c\alpha D$ ,其中,所述  $b$ 、 $c$  为常数, $D$  为输出口处的直径, $\alpha$  为入口含油率。

[0012] 优选地,所述  $b$  为 0.25,所述  $c$  为 0.8925。

[0013] 优选地,所述除水管道的管径从所述输入口至所述输出口逐渐减小。

[0014] 优选地,每组除水孔的数量与所述导流片的数量相同,且沿所述除水管道周向均匀分布。

[0015] 优选地,所述导流片为半椭圆形,该导流片的长轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\theta$  为: $10^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 。

[0016] 优选地,所述导流片的短轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\alpha$  为: $0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ 。

[0017] 优选地,所述导流片的短轴与所述旋流管道的横截面的夹角  $\alpha$  为  $0^\circ$ 。

[0018] 本发明具有如下优点:

[0019] 1、除水装置开设的除水孔的外圆周面与除水管道的内壁相切,且除水孔的孔径  $d'$  设为  $d' \leq bD - c\alpha D$ ,这样,就能够进一步根据含油率来调整不同孔径的除水孔,提高了油水分离效率;

[0020] 2、本发明是利用旋流原理的油水分离设备,进液管段与出水管段的内径相同,只需在需要处理的采液管线上截下一段安装此分离器,不改变管流方向,适应性好,与传统的重力沉降分离设备相比,处理效率明显得到提高,且其所占空间较小;

[0021] 3、当油水以一定的比例进入旋流生成管段时,遇到导流片,由于导流片周向同向倾斜,沿环形方向每个导流片导流的那部分流体流动基本相同,因此能够达到一致的涡旋效果,这样就保证了经过导流片后,所形成的旋流场是中心对称的。而油水混合液经过导流片导流后在管道中向一个方向运动,在其向前运动过程中,所受的外来流场干扰少,因此,所形成的对称流场较稳定。油水在对称稳定的旋流场中,由于油相密度较小,所受到的向心浮力大于离心力,因此向管中心运动,水则向相反的方向运动,即分布在管壁附近;在对称稳定流场中,油核稳定的分布在圆形管道中心区域,不会发生大位移的摇晃;这样,就能够起到很好的油水分离效果;

[0022] 4、本发明的静态导流片安装方法回避了利用动态导流片在井下高压环境下的密封问题,另外,本发明的起旋方式克服了采用切向式入口导流对已形成的旋流场的干扰,使旋流场更加对称稳定,且不存在切向式导流后的油水两相反向流动,能够避免因油水两相反向运动所带来的油水重混现象,从而提高分离效率;

[0023] 5、本发明旋流生成管段安装在管道中,不需要像切向式入口一样,需要另外加一根管子变成二维结构,节省空间,从而能够更有效的利用井下空间,提高了处理量,更适合应用在井下油水分离系统中;另一方面,在深水高压环境下,切向式入口使得相切处成为薄弱环节,需要额外加强该处的焊接强度,而轴向式安装在管道内壁的导流片则不存在这一问题,因此本发明具有良好的工业应用前景。

## 附图说明

- [0024] 图 1 为本发明结构示意图；  
[0025] 图 2 为图 1 的旋流生成管段结构示意图；  
[0026] 图 3 为图 2 的导流片的结构示意图；  
[0027] 图 4 为图 1 除水孔的结构示意图。

## 具体实施方式

[0028] 如图 1 所示,本发明包括:依次连接设置的进液管段 1、渐扩管段 2、旋流生成管段 3 和渐收除水管段 5,由于旋流生成管段 3 的旋流管道的内径大于进液管段 1 的管道的内径,因此在进液管段 1 和旋流生成管段 3 之间设置渐扩管段 2,进液管段 1 的进液管上装有流量计 14。

[0029] 如图 2 ~ 3 所示,旋流生成管段 3 进一步包括可固定倾斜安装在旋流管道 35 中的 4 片导流片 31、32、33、34,导流片 31、32、33、34 沿旋流管道 35 的周向均布,并在旋流管道 35 的轴向依次叠置。当油水混合的流体沿流向 A 的方向流经导流片 31、32、33、34 时,就会形成中心对称的旋流场,在旋流场中油水因密度不同所受到离心力不同而被分离。

[0030] 如图 3 所示,导流片 31、32、33、34 采用半椭圆形的不锈钢或者其它耐磨材料制成,导流片 31、32、33、34 的长轴与旋流管道 35 的横截面的夹角  $\theta$  为  $45^\circ$ ,短轴与旋流管道 35 的横截面相平行,即短轴与旋流管道 35 的横截面的夹角  $\alpha$  为  $0^\circ$ 。

[0031] 传统的切向式入口起旋方式形成旋流场,在旋流场中油相向中心区域运动形成油核,并利用油核与水在不同区域的反向流动实现油水分离,当旋流场不稳定时,油核中的部分油有被反向流动的水带走的可能,从而增加了油水分离的难度。而本发明的起旋方式即利用轴向安装的静态导流片 31、32、33、34 导流后形成旋流场,在旋流场中油相所形成的油核与在管壁附近分布的水相向相同的方向运动,则减小了上述风险。

[0032] 当油水以一定的比例进入到本发明时,遇到导流片 31、32、33、34,由于导流片 31、32、33、34 同向倾斜,沿环形方向每个导流片导流的那部分流体流动基本相同,因此能够达到一致的涡旋效果,这样就保证了经过导流片后,所形成的旋流场是中心对称的。又油水混合液经过导流片 31、32、33、34 导流后在旋流管道 35 中向一个方向运动,在其向前运动过程中,所受的外来流场干扰少,因此,所形成的对称流场较稳定,油水在对称稳定的旋流场中,由于油相密度较小,所受到的向心浮力大于离心力,因此向管中心运动,水则向相反的方向运动,即分布在管壁附近;在对称稳定的旋流场中,油核稳定的分布在圆形旋流管道 35 中心区域,不会发生大位移的摇晃;这样,就能够起到很好的油水分离效果。

[0033] 油水在对称稳定的旋流场中,由于油相密度较小,所受到的向心浮力大于离心力,因此向管中心运动,水则向相反的方向运动,即分布在管壁附近。在对称稳定流场中,油核稳定的分布在圆形管道中心区域,不会发生大位移的摇晃,同时,轴向安装的导流片使油滴的径向运动距离减小,能促使油滴更快的运动到轴心。

[0034] 在本发明实施例中,导流片 31、32、33、34 以长轴与旋流管道 35 的横截面的夹角  $\theta$  为  $45^\circ$  的角度同向安装在旋流管道 35 中,当然,也可以是  $10^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 。短轴与旋流管道 35 的横截面相平行,即短轴与旋流管道 35 的横截面的夹角  $\alpha$  为  $0^\circ$ ,当然,也可以是

$0^{\circ} \leq \alpha \leq 45^{\circ}$ 。在导流片 31、32、33、34 的厚度  $h$  通常可以设置在  $2\text{mm} \sim 7\text{mm}$ ，以保证足够的强度，旋流管道 35 的管径  $d$  为  $75\text{mm}$ ，导流片的厚度为  $2\text{mm}$ 。

[0035] 在本发明实施例中，导流片的安装数目也可以设置在  $2 \sim 6$  片，也可以起到相同或是类似的油水分离效果。各导流片在圆形旋流管道 35 中心区域依次重叠，保持中心重叠点紧靠在一起，从而保证油水混合液经过导流片导流。

[0036] 如图 1 所示，渐收除水管段 5 包括沿油水流向主流方向直径逐渐变小的除水管道 51 和在该除水管道 51 上开设的沿油水流向主流方向间隔适当间距的 1 组以上除水孔 52，每组除水孔 52 的数量与导流片 31、32、33、34 的数量相同，且沿除水管道 51 周向均匀分布。除水孔 52 的外圆周面与除水管道 51 的内壁相切，如图 4 所示，且除水孔 52 的孔径  $d'$  为： $d' \leq bD - c\alpha D$ ，其中， $b$ 、 $c$  为常数， $D$  为输出口处的直径， $\alpha$  为入口含油率。在本发明实施例中， $b$  为  $0.25$ ， $D$  为  $0.05\text{m}$ ， $c$  为  $0.8925$ 。通过这样设置除水孔 52，大大减小了油从除水管道流出的几率，且可以减小压降损失，从而能够进一步提高除水的效率。

[0037] 在除水管道 51 的外部还设置有与除水管段 5 形成一个腔室，该腔室包括用于容纳从除水孔 52 排出的液体的圆筒 4 和与该圆筒 4 通过相贯的形式连通起来的出水管段 6，水通过出水管段 6 排出，出水管段 6 上装有一个球阀 7 和流量计 9，通过调节球阀 7 来控制从出口 8 分流掉的流量占进液管段 1 流量的百分比。其余的来液通过主流下游的出口 10 排出，不改变主流的流动方向，出口 10 即为安装在出水管段 51 的输出端的管道 11 的出口，出口 10 为富油出口。

[0038] 在上述技术方案中，渐扩管段 2 的内径由进液管与旋流生成管段 3 的旋流管道 35 内径决定，旋流管道 35 的内径为进液管内径的  $1.2 \sim 1.5$  倍的关系，其目的是未来为后来的渐收除水管段 5 有较大的空间除水。将出水管段 6 与圆筒 12 垂直连接，两管中心线正交。出水管段 6 上装上流量计 9 和球阀 7，形成出水口 8。

[0039] 下面举例具体应用的实例。

[0040] 含油浓度在  $5\% \sim 20\%$  之间的油井采出液，以  $15\text{m}^3/\text{h}$  的流量，从进液管段 1 沿流体流向 A 经流量计 14 进入，入口的流量计 14 记录入口流量；

[0041] 经过渐扩管段 2 的导流，油水两相混合液顺利过渡到旋流生成管段 3，流经导流片 31、32、33、34 形成高速旋转的流体，油水两相在离心力作用下，快速分离，密度较大的水相富集在管内壁，而密度较小的油相则富集在管中心；

[0042] 分离好的油水两相在惯性作用进入渐收除水管段 5，在渐收除水管段 5 中，离心效应得到增强，油相富集在管中心，分布在除水管道 51 内壁附近的水则由管壁上的除水孔 52 流出从而实现油水分离，通过调节出水管段 6 上的球阀 7，监测流量计 9 和 14 的视数，使流量计 9 的视数在流量计 14 的  $50\%$  左右，分离掉  $50\%$  左右的水；在本实施例中，除水孔 52 的孔径  $d'$  为  $2\text{mm}$ 。通过渐收除水管段 5 的作用，剩下  $50\%$  的油水混合物输送到平台或者井口进行精细分离。

[0043] 经过本设备处理后的回注水含油率小于  $1000\text{ppm}$ ，达到国家井下或者海底水下处理系统处理标准。

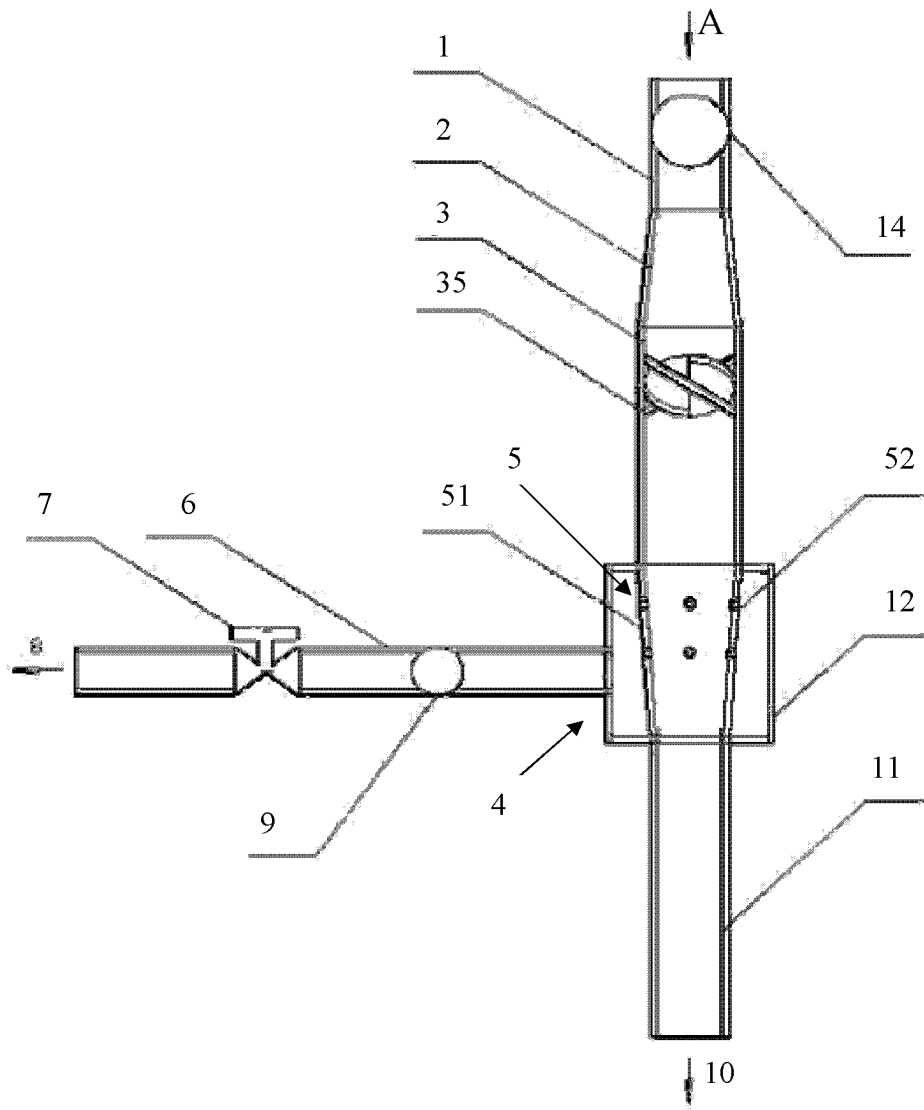


图 1

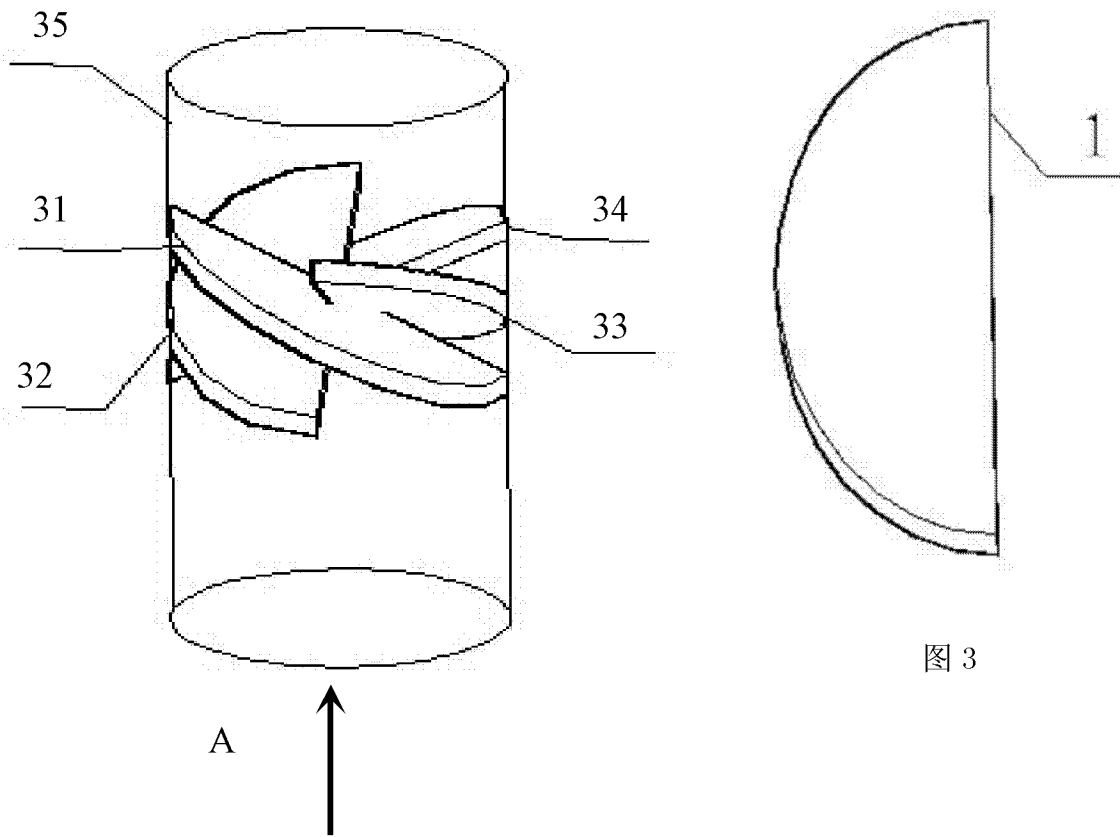


图 2

图 3

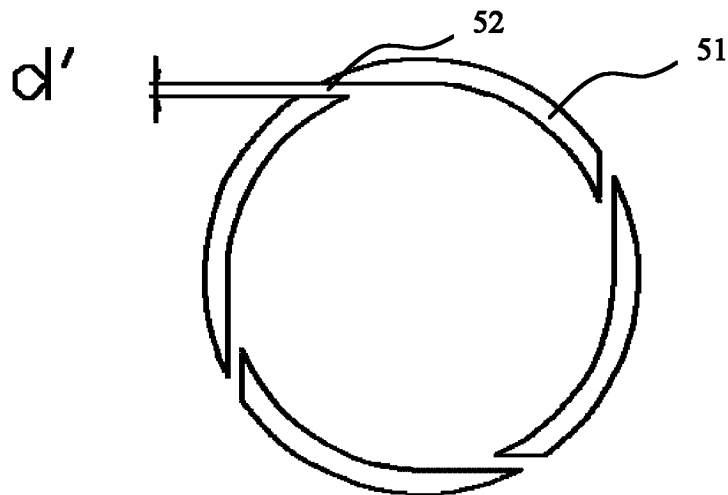


图 4