



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102716819 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 10

(21) 申请号 201210196492. 7

(22) 申请日 2012. 06. 14

(71) 申请人 东北石油大学

地址 163318 黑龙江省大庆市高新区发展路
199 号

(72) 发明人 蒋明虎 李枫 赵立新 张勇
王凤山

(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 3/00 (2006. 01)

B04C 3/06 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种变截面多叶片导流式内锥型分离器

(57) 摘要

一种变截面多叶片导流式内锥型分离器。主要解决现有的水力旋流器对细小油滴去除效果差的问题。其特征在于：在稳流导向腔中有导流体，在导流体的上端，固定有一个稳流导向锥，锥面采用圆弧曲线连接光滑过度；导流体由至少 3 片导流叶片和中心轴连接后构成，导流叶片为变螺旋升角结构；稳流导向锥的大径端与所述导流体的中心轴做同轴连接；旋流分离腔的内底面封闭，在内底面的中心处固定有带有内置溢流出口管的内锥台，在底面上部的侧壁上开有切向出口，并连接底流切向出口管；底流切向出口管允许的液体旋流方向与导流体形成的液体旋流方向相同。所述分离器具有对细小油滴分离效率高的优点，可用于气液分离、油水分离，也可用于固液分离。



1. 一种变截面多叶片导流式内锥型分离器,包括依次连接的入口腔(8)、稳流导向腔(9)以及旋流分离腔(4);

其中,在稳流导向腔(9)中有一个导流体(3),所述导流体(3)固定在入口腔(8)和稳流导向腔(9)的结合处,在导流体(3)的上端,位于入口腔(8)的空间内固定有一个倒置的稳流导向锥(2),所述稳流导向锥(2)的锥面采用圆弧曲线连接光滑过度;所述导流体(3)由至少3片导流叶片(13)和中心轴(14)连接后构成,所述导流叶片(13)为变螺旋升角结构;所述稳流导向锥(2)的大径端与所述导流体(3)的中心轴做同轴连接;

所述旋流分离腔(4)的内底面封闭,在内底面的中心处固定有一个带有内置溢流出口管(6)的内锥台(5),在所述底面上部的侧壁上开有一个切向出口,并连接有一个底流切向出口管(7);

所述底流切向出口管(7)允许的液体旋流方向与所述导流体(3)形成的液体旋流方向相同。

2. 根据权利要求1所述的一种变截面多叶片导流式内锥型分离器,其特征在于:所述稳流导向锥(2)的锥面母线由两段圆弧线和一段直线组成,分为上圆弧段、下圆弧段和直线段,三条线相切使其整体光滑过度。

3. 根据权利要求1或2所述的一种变截面多叶片导流式内锥型分离器,其特征在于:所述导流叶片为变截面结构,即导流叶片呈两端薄而中间厚的结构,即导流叶片中间厚度不变,而其两端变薄并逐渐收缩到呈一条直线状态。

4. 根据权利要求3所述的一种变截面多叶片导流式内锥型分离器,其特征在于:所述导流叶片(13)的准线采用椭圆线和圆弧线相结合的形式。

一种变截面多叶片导流式内锥型分离器

技术领域：

[0001] 本发明专利申请涉及一种应用于石油、化工、环保等领域中用于实现两相分离的旋流分离装置。

背景技术：

[0002] 目前,用于两相(以油水两相为例进行说明)的快速分离方法主要有旋流分离、气浮选、过滤和膜分离等。旋流分离具有设备体积小等优点,但对于细小油滴的去除能力有限;气浮选则适应含油浓度变化的范围较小;过滤可以较好地实现油水两相的分离,但对于高含油污水却需要频繁的反冲洗来保证设备的长期稳定运行;膜分离设备成本较高,对介质条件要求又较为严格。其中应用于旋流分离法中的水力旋流器,其分离原理是利用介质间的密度差而进行离心分离的,密度差越大,分散相的粒径越大,分离效果相对就越好。该种分离器最早是作为固-液分离设备而产生的,目前作为一种分离设备也已在我国获得了一定的应用,对此,东北石油大学先后申请了多项相关技术专利,如 ZL98211681.0、ZL01279933.5、ZL01277425.1、ZL200620021175.1、ZL200920099307.6、201110088801.4、201010556583.8 以及 201110089218.5 等。但是,这些已有装置应用在水处理技术领域后,逐渐被发现还存在着对细小油滴去除效果差等实际问题。尤其是在油田开发进入中高含水开采期后,随着聚驱规模不断扩大,含聚污水采出量逐年增多,含聚污水粘度大,油田地面工艺中沉降段除油效率低,从而增加了过滤段的负荷,造成滤料污染严重,过滤水质变差。目前,越来越多的水驱污水站也已见到聚合物,引起处理水质变差,难以满足注水要求。同时随着三元复合驱油技术的推广应用,可以预见水质形势将更加严峻。因此,如何提高分离器的分离效果而有效改善水质已成为技术人员亟需解决的一个技术问题。

发明内容：

[0003] 为了解决背景技术中所提到的技术问题,本发明提供一种变截面多叶片导流式内锥型分离器,该种分离器具有对细小油滴分离效率高、设备体积小、轴向入流、同向出流等突出的优点,可用于气液分离、油水分离,也可用于固液分离。

[0004] 本发明的技术方案是:该种变截面多叶片导流式内锥型分离器,包括依次连接的入口腔、稳流导向腔以及旋流分离腔。

[0005] 其中,在稳流导向腔中有一个导流体,所述导流体固定在入口腔和稳流导向腔的结合处,在导流体的上端,位于入口腔的空间内固定有一个倒置的稳流导向锥,所述稳流导向锥的锥面采用圆弧曲线连接光滑过度;所述导流体由至少 3 片导流叶片和中心轴连接后构成,所述导流叶片为变螺旋升角结构;所述稳流导向锥的大径端与所述导流体的中心轴做同轴连接;

[0006] 所述旋流分离腔的内底面封闭,在内底面的中心处固定有一个带有内置溢流出口管的内锥台,在所述底面上部的侧壁上开有一个切向出口,并连接有一个底流切向出口管;所述底流切向出口管允许的液体旋流方向与所述导流体形成的液体旋流方向相同。

[0007] 另外,在以上方案基础上的优选方式为:所述稳流导向锥的锥面母线由两段圆弧线和一段直线组成,分为上圆弧段、下圆弧段和直线段,三条线相切使其整体光滑过度。

[0008] 此外,还可以使所述导流叶片为变截面结构,即导流叶片呈两端薄而中间厚的结构,即导流叶片中间厚度不变,而其两端变薄并逐渐收缩到呈一条直线状态。两端薄设计的目的是使液流在接触导流叶片和离开导流叶片时减少涡流存在,稳定流场,降低能耗;中间厚的设计目的是增强导流叶片强度和刚度,保证导流叶片使用寿命。

[0009] 同时,还可以使所述导流叶片的准线采用椭圆线和圆弧线相结合的形式,采用椭圆线可以使叶片出口处方向水平,从而最大限度的使轴向流速转变为切向流速,采用上凸出的圆弧曲线是为了避免已形成的切向流在相邻叶片之间的过度撞击,可以减少撞击效果使流体顺利进入旋流腔。

[0010] 本发明具有如下有益效果:以油水分离为例,本种分离器同传统的两相分离水力旋流器相比,首先由于在分离器顶部中心设计有一个稳流导向锥,该稳流导向锥的存在可有效减少以至消除涡流的存在,从而降低旋流器压力损失,同时改善入口液流的流态,保证两相分离的处理效果。其次,与稳流导向锥相连的导流叶片采用多叶片设计,可以形成多入口流道,能够增强流场稳定性,利于旋流分离;此外,该导流叶片采用了变截面、变升角螺旋以及椭圆线和圆弧线相结合的准线形式,使得液流沿轴向流入,在离开导向叶片处升角降到接近0度,从而形成切向旋转液流;另外,本种分离器通过构建了一个内部锥台,而在旋流分离腔内形成了一个变截面环空锥段,即采用内锥的设计形式,在外壁面尺寸不变的情况下,通过内锥设计形成变截面环空内腔,由此实现平衡旋转速度衰减,保持旋转能量;内锥面的设计还可促进油滴的分离和聚结,形成大油滴并聚集向上,在旋转混合介质的带动下,由内锥台的中心孔进入内锥台中,向下由溢流出口管排出。与此同时,水相被甩至旋流器壁,向下运动,由底流切向出口排出,从而实现油水两相的旋流分离。底流矩形截面切向出口的设计可以延长有效分离段,提高分离效率,减小旋流分离器的长度。本种分离器在出口处由于采用了同向出流的设计,可在一定程度上避免旋流器内部上、下旋流的同时存在,这样在旋流器内部在主体上只有向下部出口一个方向的旋流运动存在,使得紊流减少,流场稳定,分离效率提高。概括地说,本种分离器是由国家863计划课题(2012AA061303)资助而完成的最新科技成果,具有分离效率高、设备体积小、轴向入流、同向出流等突出的优点,可用于气液分离、油水分离,也可用于固液分离。该技术方案的出现将对分离技术的提高及水力旋流器的进一步推广应用起到积极的促进作用。

附图说明:

[0011] 图1是本发明的外观结构示意图。

[0012] 图2是展示本发明内部结构的结构示意图。

[0013] 图3是展示本发明所述导流体和稳流导向锥结构的结构示意图。

[0014] 图4是本发明优选实施方式中导流叶片的结构示意图一。

[0015] 图5是本发明优选实施方式中导流叶片的结构示意图二。

[0016] 图6是本发明优选实施方式中导流叶片的结构示意图三。

[0017] 图中1-入口管,2-稳流导向锥,3-导流体,4-旋流分离腔,5-内锥台,6-溢流出口管,7-底流切向出口管,8-入口腔,9-稳流导向腔,11-导流叶片上端,12-导流叶片下端,

13- 导流叶片, 14- 中心轴。

具体实施方式：

[0018] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0019] 由图 1 结合图 2、图 3 所示, 该种变截面多叶片导流式内锥型分离器, 包括依次连接的入口腔 8、稳流导向腔 9 以及旋流分离腔 4, 上述腔体均为轴对称结构。

[0020] 其中, 在稳流导向腔 9 中有一个导流体 3, 所述导流体 3 由至少 3 片导流叶片 13 和中心轴 14 连接后构成。导流体的结构如图 3 所示, 该图中给出的为 4 片叶片, 在实际应用时, 可以更多。所述导流叶片 13 为变螺旋升角结构; 所述导流体 3 的上端固定在入口腔 8 和稳流导向腔 9 的结合处, 在导流体 3 的上端, 位于入口腔 8 的空间内固定有一个倒置的稳流导向锥 2, 所述稳流导向锥 2 的锥面采用圆弧曲线连接光滑过度; 所述稳流导向锥 2 的大径端与所述导流体 3 的中心轴做同轴连接。对于稳流导向锥, 考虑到实际加工情况, 锥顶尖端处可做导圆处理。

[0021] 此外, 所述旋流分离腔 4 的内底面封闭, 穿过所述内底面的中心处固定有一根溢流出口管 6, 在所述底面上部的侧壁上开有一个切向出口, 并连接有一个底流切向出口管 7;

[0022] 所述底流切向出口管 7 允许的液体旋流方向与所述导流体 3 形成的液体旋流方向相同。

[0023] 前文所述的变螺旋升角结构中的螺旋升角即为在平面坐标系中叶片准线的倾斜角度, 即面对入口轴向液流处的导流叶片方向为轴向, 使得液流沿轴向流入; 在液流进入后, 导向叶片螺旋升角逐渐减小, 直至在离开导向叶片处升角降到接近 0 度, 以形成多束切向旋转液流。这样, 就可以形成多入口流道, 提高分离器内旋转液流的对称性, 增强流场稳定性, 利于旋流分离。

[0024] 在以上方案基础上得到如下优选实施方案。

[0025] 优选实施方案 1, 即所述稳流导向锥 2 的锥面母线由两段圆弧线和一段直线组成, 分为上圆弧段、下圆弧段和直线段, 三条线相切使其整体光滑过度。

[0026] 优选实施方案 2, 如图 6 所示, 所述导流叶片为变截面结构, 即导流叶片呈两端薄而中间厚的结构, 即导流叶片中间厚度不变, 而其两端变薄并逐渐收缩到呈一条直线状态。虚线为叶片厚度的外轮廓线, 虚线中间的实线为叶片的准线, 叶片中间厚度不变为 B , 叶片入口处轮廓线收缩到一起, 收缩段长度为 S_1 , 叶片出口处轮廓线收缩到一起, 收缩段长度为 S_2 , 两段收缩段与中间段外轮廓线相切光滑过度。两端薄设计的目的是使液流在接触导流叶片和离开导流叶片时减少涡流存在, 稳定流场, 降低能耗; 中间厚的设计目的是增强导流叶片强度和刚度, 保证导流叶片使用寿命。

[0027] 在具体实施时, 导流叶片按照以下模式构建：

[0028] 如图 4、图 5 所示, 叶片准线设计的主要参数包括叶片准线包角 ϕ 、叶片直线段包角 α , 如图 5 中的直线段包角 α 、叶片准线出口角 β , 叶片准线出口角即为叶片准线直线段的倾角、叶片高 h 和叶片内外准线的半径 r_1 、 r_2 , 准线半径即准线所在圆柱面的圆柱半径。以上参数确定后便可计算出导流叶片的内外准线方程。

[0029] 设 ϕ 为叶片包角, α 为直线段包角, β_2 、 β_1 分别为叶片内外准线出口角, 准线

半径即准线所在圆柱面,如图 5 中所示准线所在的圆柱面的圆柱半径,包弧长即为包角所对应的弧长,如图 5 中所对应的叶片包角 ϕ , r_1 、 r_2 分别为叶片的内准线半径和叶片的外准线半径。则外准线叶片包弧长 $l_1 = \phi r_1 \pi / 180$, 叶片外准线基本段包弧长 $m_1 = (\phi - \alpha) r_1 \pi / 180$, 叶片外准线直线段包弧长 $n_1 = \alpha r_1 \pi / 180$ 。则在平面坐标系中外准线基本段椭圆方程的一般式是:

$$[0030] \quad (x - a)^2/a^2 + y^2/b^2 = 1 \quad (0 < x < m)$$

[0031] 对于叶片外准线来说,当叶片外准线出口角度 β_1 和叶片高 h 固定后,便可求出基本段和直线段的交点 A 的坐标:

$$[0032] \quad ((\phi - \alpha) r_1 \pi / 180, h - \alpha r_1 \pi \tan \beta_1 / 180)$$

[0033] 就可由 A 点坐标计算出直线段的方程:

$$[0034] \quad y_1 = k_1 x + c \quad (m_1 < x < l_1)$$

[0035] 式中直线的斜率 $k_1 = \tan \beta_1$, $c = h - l_1 \tan \beta_1$;

[0036] 从而计算出基本段方程:

$$[0037] \quad y_1 = b((2a - x)x)^{1/2}/a, \quad (0 < x < m_1)$$

[0038] 式中 $a = (m_1^2 \tan \beta_1 - (h - n_1 \tan \beta_1)m_1) / (2l_1 \tan \beta_1 - n_1 \tan \beta_1 - h)$

$$[0039] \quad b = a(h - n_1 \tan \beta_1) / ((2a - m_1)m_1)^{1/2}$$

[0040] 由于内外准线所对应的包角相等,则: $l_1/l_2 = r_1/r_2$, 内出口角 β_2 与外出口角 β_1 的关系为: $\tan \beta_2 = (r_1/r_2) \tan \beta_1$, 通过以上的内准线方程与外准线方程之间的关系,便可由平面坐标系中的外准线方程求取内准线方程。

[0041] 准线计算过程中涉及到的部分参数含义如下:

[0042] ϕ - 叶片内外准线包角; α - 叶片内外准线中直线段包角; β_1 - 叶片外准线出口角; β_2 - 叶片内准线出口角; h - 叶片准线高度; r_2 、 r_1 - 分别为叶片内外准线的半径; l_2 、 l_1 - 分别为叶片内外准线包弧长; m_2 、 m_1 - 分别为叶片内外准线基本段包弧长; n_2 、 n_1 - 分别为叶片内外准线直线段包弧长。

[0043] 在此基础上,如果将入口管的直径定义为 D_1 , 稳流导向锥的高度定义为 H , 旋流分离腔的高度定义为 H_1 , 内锥台的高度定义为 H_2 , 底流切向出口管直径为 D_0 , 则按照如下尺寸关系构建的结构实施效果最好:

[0044] 即出口角度 β 的范围是: $0^\circ < \beta < 50^\circ$; 叶片内外准线包角 ϕ 的范围是: $80^\circ < \phi < 360^\circ$; 叶片内外准线中直线段包角 α 的范围是: $10^\circ < \alpha < 120^\circ$; 叶片准线高度 $h = (0.5 \sim 4)D_1$; 叶片厚度 $B = (0.08 \sim 0.12)D_1$; $S_1 = (0.1 \sim 0.4)D_1$; $S_2 = (0.1 \sim 0.4)D_1$; 叶片内准线半径 $r_2 = (0.2 \sim 0.8)D_1$; $H = (0.8 \sim 2)D_1$; $D_0 = (0.15 \sim 0.3)D_1$; $H_1 = (6 \sim 10)D_1$; $H_2 = (2 \sim 5)D_1$; 底流出口矩形截面长 = $(0.2 \sim 0.4)D_1$; 底流出口矩形截面宽 = $(0.1 \sim 0.2)D_1$

[0045] 本种分离器的具体工作过程如下:

[0046] 本种分离器是利用两种不互溶液体介质的密度差而进行离心分离的。油水混合液由入口腔 8 的入口管 1 进入后从上向下运动,运动至稳流导向锥 2 处,由于稳流导向锥与流体的中心轴相连,其锥面采用圆弧曲线连接光滑过度,因此可有效减少以至消除涡流的存在,降低旋流器压力损失,同时改善入口液流的流态,保证两相分离的处理效果,另外稳流导向锥还可实现对沿轴向进入旋流器的液流起到导向的作用,使其自然进入任意两叶片的间隙中,也可在一定程度上减少能量损耗。油水混合液经过由导流叶片形成的多入口流

道后形成旋转液流进入到旋流分离腔 4 中,生成的旋流进入该腔后,在内锥台的作用下平衡旋转速度衰减,保持旋转能量,以及促进油滴的分离和聚结,形成大油滴并聚集向上,在旋转混合介质的带动下,由内锥台中心孔进入内锥台中,向下由溢流出口管排出。与此同时,水相被甩至旋流器壁,向下运动,由底流切向出口排出,从而实现油水两相的旋流分离。底流矩形截面切向出口的设计可以延长有效分离段,提高分离效率,减小旋流分离器的长度。该设计由于采用了同向出流的设计,可在一定程度上避免旋流器内部上、下旋流的同时存在,这样在旋流器内部在主体上只有向下部出口一个方向的旋流运动存在,使得紊流减少,流场稳定,分离效率提高。

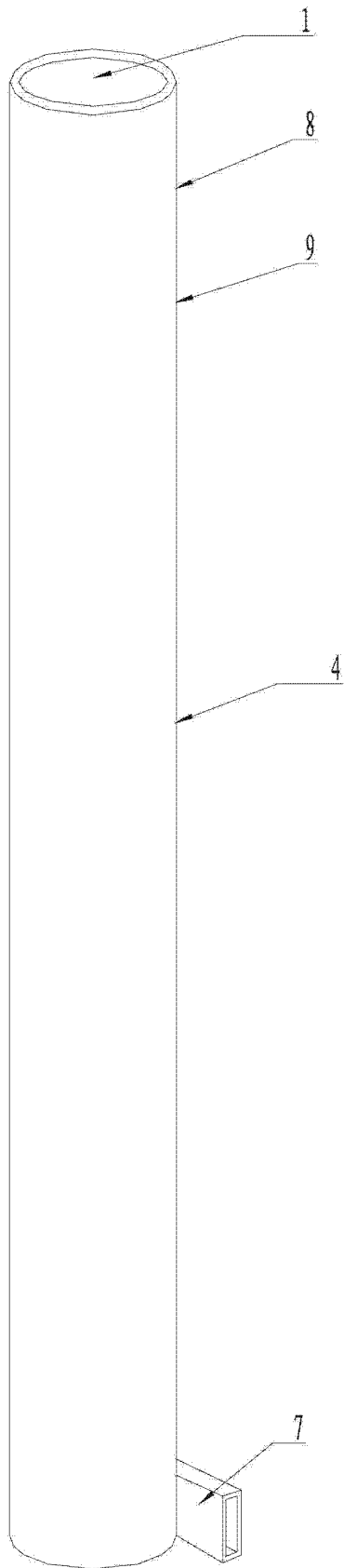


图 1

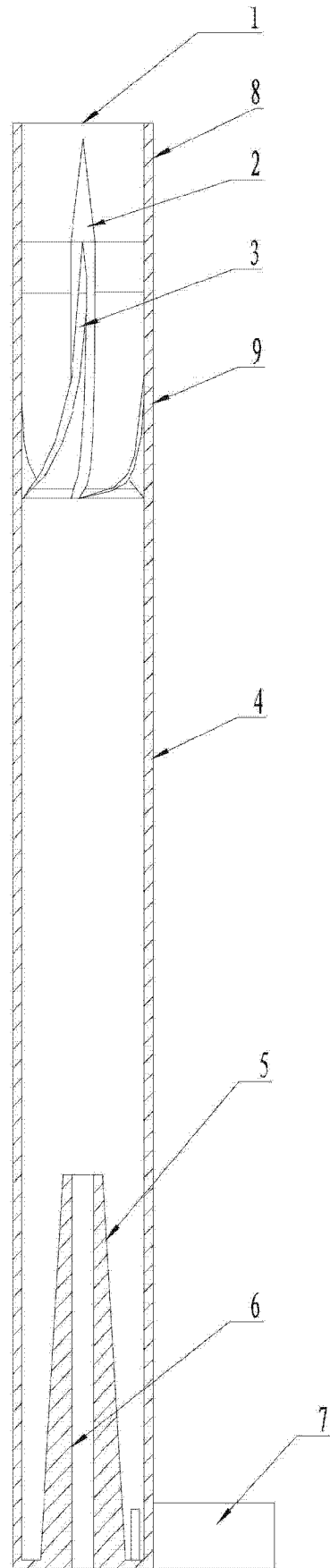


图 2

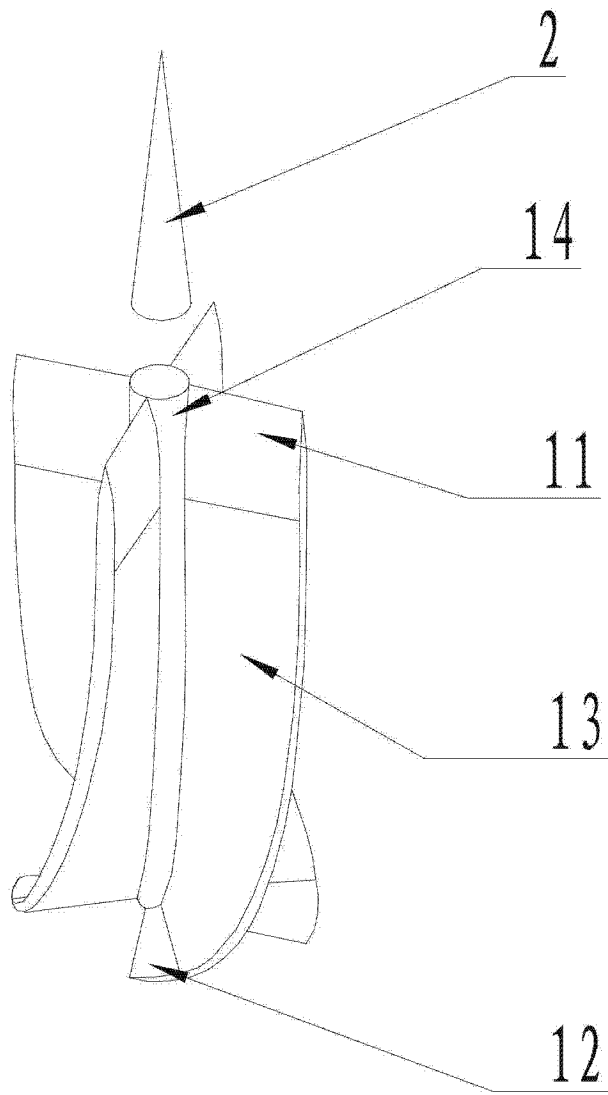


图 3

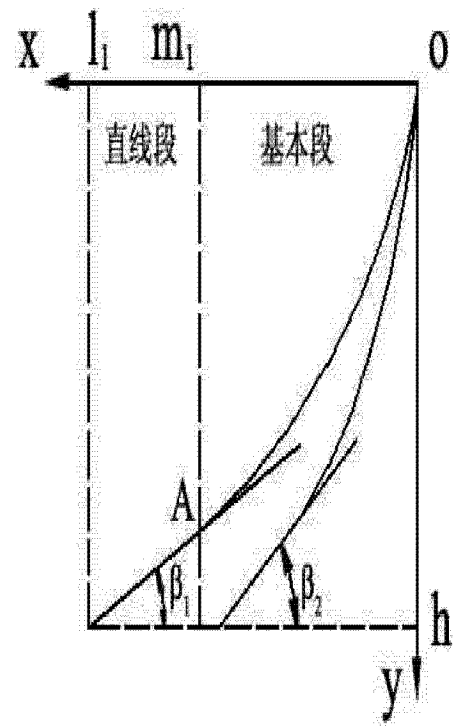


图 4

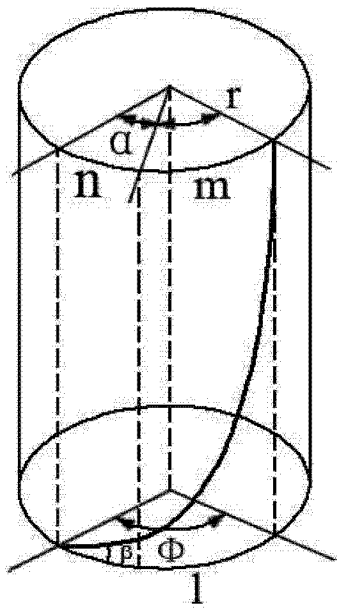


图 5

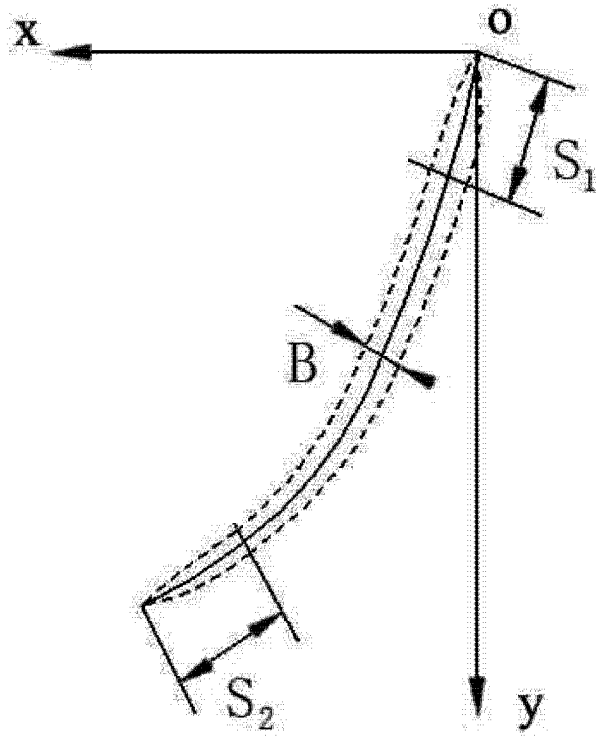


图 6