



[12]发明专利申请公开说明书

[11] CN 85 1 06926 A

[43]公开日 1987年3月11日

[21]申请号 85 1 06926

[22]申请日 85.9.14

[30]优先权

[32] 85 5.2 [33]美国 [31] 8511149

[71]申请人 B·W·N·沃托尔·赖特斯有限公司

地址 澳大利亚维多利亚·丹登昂·帕克路4号

[72]发明人 迪尔克·阿兰·科利曼

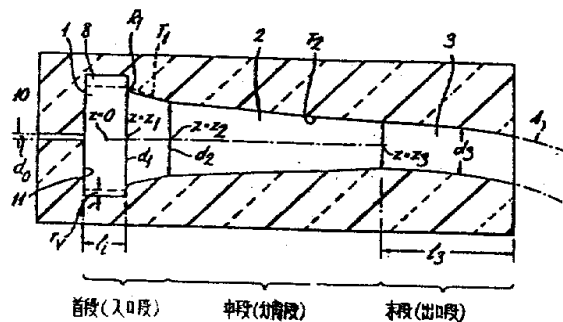
马丁·瑟马斯·塞

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部
代理人 赵善民

[54]发明名称 旋流分离器

[57]摘要

一种旋流分离器至少应包括一个基本呈一回转体、有一前端面和一后端面的首段(入口段),后端面的直径比前端面的直径小。该种分离器在前端面或邻近前端面处至少有一个单独的切向的入口,以便把需要分离的原始液体通过该入口引入旋流分离器中。该种分离器至少还应有两个出口。至少旋流分离器的首段(入口段)或中段(分离段)的一部分不是截锥体形的而是回转体形的,回转体的旋流发生器是一个连续弯曲的通道。



1. 一种至少应包括有一个首段和一个单独的入口的旋流分离器，该首段基本呈一回转体形，该回转体有一个前端面和一个后端面，后端面的直径比前端面的直径小，在前端面或邻近前端面处有一个切向的入口，以便把需要分离的原始液体通过该入口引入到旋流分离器中。该种旋流分离器至少还应有两个出口。

2. 一种根据权项 1 (即本要求书中的第一项——下同) 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中有下列的关系式：其中 d_L 是首段在入口处的直径； d_2 是首段后端面的直径； d_L 大于 d_2 ； d_1 是从旋流分离器轴线到流体进入旋流分离器时的平均点半径的两倍，并且大于 d_2 ； A_1 是旋流分离器流体入口的面积，该面积是在旋流分离器的轴线和流体流入的平均点所在的平面上计算出的，于是：

$$\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} \quad \text{的值在 3 到 12 之间。}$$

3. 一种根据权项 2 所要求的旋流分离器，该旋流分离器的

$$\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} \quad \text{值在 4 到 10 之间。}$$

4. 一种根据权项 2 所要求的旋流分离器，该旋流分离器的

$$\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} \quad \text{值在 6 到 8 之间。}$$

5. 一种根据上述权项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 在后端面处还包括一个基本呈轴对称的中段, 该中段与首段基本同轴。

6. 一种根据权项5所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中还包括一个在最末端的末段, 该末端位于远离首段的一端并基本上与中段同轴。

7. 一种或是根据权项5或是根据权项6所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中 d_1 是首段在后端面 Z_1 点处的直径, 于是在所有的 $Z > Z_1$ 处, 有这样一个最重要的条件, 即:

$$t_{an}^{-1} \left(\frac{d_1 - d}{2(Z - Z_1)} \right) < 2^\circ$$

其中 Z 是沿旋流分离器的轴线、入口下游某点与入口之间的距离。

8. 一种根据权项5至7中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 整个中段的平均半收敛角在 20° 到 2° 之间。

9. 一种根据权项8所要求的旋流分离器, 其在该种旋流分离器中半收敛角在 $30'$ 到 $52'$ 之间。

10. 一种根据权项7, 8或9所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 在所有的 $Z > Z_1$ 处, $d/d_1 > 0.98$, d_1 是中段远离首段一端的直径。

11. 一种根据权项7, 8或9所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $20^\circ < \alpha < 2^\circ$, α 是中段的收敛半角, 即:

$$\alpha = t_{an}^{-1} \frac{d_1 - d_2}{2(Z_2 - Z_1)}$$

12. 一种根据权项11所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $d_2 < 0.9 d_1$.

13. 一种根据权项12所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $d_2 < 0.9 d_1$.

14. 一种根据权项11、12或13所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $\alpha < 1^\circ$.

15. 一种根据权项14所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $\alpha < 52^\circ$.

16. 一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 入口通向一条内螺旋送料道。

17. 一种根据权项16所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 送料道按照绕轴线每单位角度基本相同的径向递减量收敛。

18. 一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 当流体从入口进入旋流器中时, 在向轴线下游的方向上有一个分量。

19. 一种根据权项5至7中任意一项所要求的旋流分离器, 在该旋流分离器中, 从在入口平面上量取的直径 d_1 到直径 d_2 之间的平均收敛在旋流器中是最快的。

20. 一种根据权项19所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 收敛角在 5° 到 45° 之间。

21. 一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $d_1 > d_2$, d_1 是首段在入口处的直径。

22. 一种根据权项19所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, $d_2 > d_1$, d_2 是中段在远离首段处的直径。

23. 一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器, 在该种旋

流分离器中，出口之一是一个溢流口，该溢流口位于首段的前端面上。

24. 一种根据权项21所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， $d_0 / d_1 < 0.2$ ， d_0 是一个出口的直径。

25. 一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，切向的单独入口通向一个呈渐开线状的送料道。

25. 一种根据权项21所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值小于0.75。

27. 一种根据权项26所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值大于0.25。

28. 一种根据权项25所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值在0.3到0.7之间。

29. 一种根据权项26所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，末段内部的长度是 l_1 ， l_1 / d_1 值至少是1。

30. 一种根据权项29所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， L_1 / d_1 值至少是5。

31. 一种根据权项25至28中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值在 $1\frac{1}{4}$ 到3之间。

32. 一种根据权项27至30中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_1 值至少是0.1。

33. 一种根据权项27至29中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_1 值至少是0.008。

34. 一种根据权项27至31中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_1 值在0.01到0.1之间。

35. 一种根据权项34所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_1 值在0.02到0.06之间。

36. 一种根据权项16所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,送料道对旋流分离器轴线的弧角至少是 360° 。

37. 一种根据权项16所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,送料道在经过绕轴线超过 360° 以后,其直径减至 d_1 。

38. 一种旋流分离器,它包括有一个首段,该首段带有一个单独入口以及至少两个出口,流体进入入口至少有一个切向的分量,以便把需要分离的原始液体通过该入口分入到旋流分离器中,其中至少首段的一部分是回转体形的,回转体的旋流发生器是一连续弯曲的通道。

39. 一种根据权项38所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,旋流发生器是一单调曲线的通道,该曲线在邻近入口处一端最陡,而在另一端的锥角趋向于零。

40. 一种根据权项38所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,旋流发生器是一具有一个或多个拐点曲线的通道。但整条曲线应向另一端收敛。

41. 一种根据权项38所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,首段决不向另一端离散。

42. 一种根据权项38至41中任意一项所要求的旋流分离器,在该种旋流分离器中,还设置一个中段,该中段的旋流发生器是一个连续弯曲的通道。

43. 一种根据权项38至41中任意一项所要求的旋流分离器,该种旋流分离器还具有权项1至37中任意一项所具有的特征。

44. 一种有一个回转体形首段的旋流分离器,该回转体的旋流发生器或者包括有弯曲的通道或者不是笔直的。

45. 一种基本上是参照附图如前所述的旋流分离器。

46. 一种从较大体积的较重的物相中分离出较轻的物相方法,该

方法包括把原始的物相输入到根据上述任意权项所要求的旋流分离器中，原始的物相的压力比每一出口处的压力和出口段下游端处的压力都要高。

47. 一种根据权项46所要求的方法，该方法把一份体积的较轻的物相从多达99份体积的较重的物相中分离出。

48. 一种根据权项46或47所要求的方法，在该方法中的物相一般是石油产品和水。

49. 一种根据权项46或权项47所要求的方法，在该方法中轻的物相是油，而较重的物相是水。

50. 一种根据权项46、47或48所要求的方法，在该方法中分离比大于 $1\frac{1}{2} (d_0 / d_s)^2$ 。

51. 一种根据权项50所要求的方法，在该方法中分离比大于 $2 (d_0 / d_s)^2$ 。

52. 一种根据权项46至37中任意一项所要求的方法，该方法还包括从物相中清除气体的一个预先步骤，以便使输入物料中任何气体所占的体积不大于10%。

53. 一种根据权项46所要求的、基本上如上所述的方法。

54. 用一种根据权项46至53中任意一项所要求的方法分离的较轻的物相或较重的物相。

55. 一种旋流分离器，它有一个带有一个单独的切向入口的，基本呈回转体形的入口段，该切向入口将需要分离的原始液体引入旋流分离器。邻近入口段处还有一与其同轴的基本呈轴对称的分离段，该分离段连续地向下流的一个出口段收敛，入口部分段在不与分离段相邻接的一端有一个轴向溢流口。该旋流器有下列的关系式：其中 d_s 是旋流器的入口段与分离段衔接处的直径； d_i 是从旋流分离器轴线到流体进

入旋流器时的平均点的半径的两倍； A_1 是流分离器的轴线和所说流体流入的平均点所在的平面上计算出的，于是：

$$\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} \text{ 的值在 } 4 \text{ 到 } 10 \text{ 之间。}$$

56。一种根据权项55所要求的旋流分离器，在该旋流分离器中， $\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1}$ 的值在6至8之间。

57。一种根据权项55或56所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，整个分离段的平均收敛半角在 $20'$ 到 2° 之间。

58。一种根据权项57所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，收敛半角在 $30'$ 到 $52'$ 之间。

59。一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，从在入口平面上量取的直径 d_1 到直径 d_2 之间的平均收敛在旋流器中是最快的。

60。一种根据权项59所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，收敛角在 5° 到 45° 之间。

61。一种根据上述任意一个权项所要求的旋流分离器，其中在入口段处，单独的切向入口通向一个呈渐开线状的送料道。

62。一种旋流分离器，它有一个带有一个单独的切向入口的、基本呈回转体形的入口段，该切向入口将需要分离的原始液体引入旋流分离器。邻近入口段处还有一与其同轴的基本呈轴对称的分离段，该分离段连续地向其下游的一个出口段收敛，入口段在不与分离段相邻接的一端有一个轴向溢流口。该旋流器有下列的关系式：其中 d_2 是旋流器的入口段与分离段衔接处的直径； d_1 是从旋流分离器轴线到流体进入旋

流器时的平均点的半径的两倍； A_1 是旋流分离器流体入口的面积，该面积是在旋流分离器的轴线和所说流体流入的平均点所在的平面上计算出的，轴向溢流口的最小内径是 d_0 ，流体进入的入口段处的最小内径是 d_2 （忽略任何送料道），分离段收敛端的最小内径是 d_3 ，于是：

$$d_0 / d_2 < 0.2$$

$$d_1 > d_2$$

$$d_2 > d_3$$

63. 一种根据权项62所要求的旋流分离器，该旋流分离器还具有权项1至7中任意一项所具有的特征。

64. 一种根据权项62或63所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_2 值小于0.75。

65. 一种根据权项62、63或64所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_2 值大于0.25。

66. 一种根据权项62或63所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0 / d_2 值在0.3到0.7之间。

67. 一种根据权项62至67中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，下游出口段的内部长度是 l_0 ， l_0 / d_3 值至少是1。

68. 一种根据权项67所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， l_0 / d_3 值至少是5。

69. 一种根据权项62至68中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值在 $1\frac{1}{4}$ 到3之间。

70. 一种根据权项62至69中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_1/d_2 值最大是0.1,

71. 一种根据权项62至70中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_1/d_2 值至少是0.008.

72. 一种根据权项62至71中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_1/d_2 值在0.01到0.1之间.

73. 一种根据权项72所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_1/d_2 值在0.02到0.06之间.

74. 一种旋流分离器, 它有一个带有一个单独的切向入口的、基本呈回转体形的入口段, 该切向入口将需要分离的原始液体引入旋流分离器。邻近入口段处还有一与其同轴的基本呈轴对称的分离段, 该分离段连续地向其下游的一个出口段收敛。入口段在不与分离段相邻接的一端有一个轴向溢流口, 其中分离段呈一回转体形, 它的旋流发生器是一连续弯曲的通道.

75. 一种根据权项74所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 旋流发生器是一单调曲线的弯曲的通道, 该曲线在入口段一端最陡, 而在旋流发生器出口端的锥角趋向于零.

76. 一种根据权项74所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 旋流发生器是一具有一个或多个拐点曲线的弯曲的通道, 但整条曲线应向出口段的下游收敛.

77. 一种根据权项76所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 分离段决不向出口段下游离散.

78. 一种根据权项74至77中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 入口段呈一回转体形, 它的旋流发生器是一连续弯曲的通道.

79。一种根据权项74至79中任意一项所要求的旋流分离器，该种旋流分离器还具有权项55至73中任意一项所具有的特征。

80。一种有一呈回转体形分离段的旋流分离器，回转体的旋流发生器或者包括有弯曲的通道或者不是笔直的。

81。一种基本上是参照附图如前所述的旋流分离器。

82。一种从较大体积的较重的物相中分离出较轻的物相的方法，该方法还包括把原始的物相输入到根据上述任意权项所要求的旋流分离器中，原始的物相的压力比轴向溢流口处和下游出口段的下游端处的压力都要高。

83。一种根据权项82要求的方法，该方法把一份体积的较轻的物相从多达99份体积的较重的物相中分离出。

84。一种根据权项83所要求的方法，在该方法中较轻的物相是油，而较重的物相是水。

85。一种根据权项82、83或84所要求的方法，在该方法中分离比大于 $1\frac{1}{2}(d_0/d_1)^2$ 。

86。一种根据权项85所要求的方法，在该方法中分离比大于 $2(d_0/d_1)^2$ 。

87。一种根据权项82至86中任意一项所要求的方法，该方法还包括物相中清除气体的一个预先步骤，以便使输入物料中任何气体不超过 $\frac{1}{2}\%$ 。

88。一种根据权项82所要求的、基本上如上所述的方法。

89。用根据权项82至88中任意一项所要求的方法分离较轻的物相或较重的物相。

90。一种旋流分离器，它有一个带有一个单独入口的、基本是一

回转体形的入口段。该入口将需要分离的原始液体引入旋流分离器，邻近入口段处还有一与其同轴的基本是轴对称的分离段，该分离段向其下游的一个出口段收敛，入口段在不与分离段相邻接的一端有一个轴向溢流口，该旋流器有下列 (i) — (v) 五个关系式：其中 d_1 是旋流器在入口段处的直径（忽略任何送料道），流体在入口段进入旋流器； d_i 是流体进入旋流器处的半径的两倍（也就是入口中心线的切线与旋流器轴线最小距离的两倍）； A_i 是旋流分离器流体入口的横截面积，该面积是在平行于旋流器轴线并垂直于入口中心线的切线的平面上计算出的，该入口中心线的切线不与旋流器的轴线平行； d_2 是旋流器的入口段与分离段衔接处的直径，该衔接处在旋流器轴向位置 z_2 处（从入口平面标起），于是对所有的 $z > z_2$ 处有这样一个最重要的条件：

$$t \tan \alpha \left(\frac{d_2 - d}{2(z - z_2)} \right) < 2^\circ \quad \text{其中 } d \text{ 是旋流}$$

器在 z 处的直径；

d_0 是旋流器的分离段与下游部件衔接处的直径，该直径亦是 z_0 处的直径，对所有的 $z > z_0$ 处， $d/d_0 > 0.98$ ； d_0 是轴向溢流口的最小内径，于是：

$$(i) \quad 3 \leq \frac{\pi d_2 d_i}{4 A_i} \leq 12$$

$$(ii) \quad 20^\circ \leq \alpha < 2^\circ$$

α 是分离段的收敛半角，即：

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d_1}{2(z_2 - z_1)} \right)$$

$$(iii) \quad d_1 / d_2 < 0.2$$

$$(iv) \quad 0.9 d_1 > d_2$$

$$(v) \quad 0.9 d_2 > d_1$$

91. 一种旋流分离器，它有一个带有一个单独的切向入口的。基本是一回转体形的入口段，该切向入口将需要分离的原始液体引入旋流分离器。邻近入口段处还有一与其同轴的基本是轴对称的分离段，该分离段连续地向其下游的一个出口段收敛，入口段在不与分离段相邻接的一端有一个轴向溢流口。该旋流器有下列(i) — (iv)四个关系式：其中 d_1 是旋流器在入口段处的直径（忽略任何送料道），流体在入口段进入旋流器； d_2 是从旋流分离器轴线到流体进入旋流器时的平均点的半径的两倍； A_1 是旋流分离器流体入口的面积，该面积是在旋流分离器的轴线和所说流体流入的平均点所在的平面上计算出的； d_2 是旋流器的入口段与分离段衔接处的直径，该衔接处在旋流器轴位置 z_2 处（从入口平面算起），于是对所有的 $z > z_2$ 处有这样一个最重要的条件：

$$\tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d}{2(z - z_2)} \right) < 2^\circ \quad \text{其中 } d \text{ 是旋流}$$

器在 z 处的直径；

d_0 是旋流器的分离段与下游部件衔接处的直径，该直径亦是 Z_0 处的直径，对所有的 $Z > Z_0$ 处， $d/d_0 > 0.98$ ； d_0 是轴向溢流口的最小内径，于是：

$$(i) \quad 20^\circ < \alpha < 2^\circ$$

α 是分离段的收敛半角，即：

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d_1}{2(Z_2 - Z_1)} \right)$$

$$(ii) \quad d_0/d_2 < 0.2$$

$$(iii) \quad d_1 > d_2$$

$$(iv) \quad d_2 > d_1$$

92. 一种根据权项 90 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0/d_2 值最大是 0.15。

93. 一种根据权项 91 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_0/d_2 值最大是 0.1。

94. 一种根据权项 90 或 92 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， α 值小于 1° 。

95. 一种根据权项 94 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， α 值小于 52° 。

96. 一种根据权项 90、92、94 或 95 所要求的旋流分离

器，在该种旋流分离器中， α 值大于 30° 。

97. 一种根据权项91或93所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， α 值在 30° 到 50° 之间。

98. 一种根据权项90、92、94、95或96所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1/d_2 值小于0.7。

99. 一种根据权项90、92、94、95、96或98所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1/d_2 值大于0.3。

100. 一种根据权项91、93或97所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1/d_2 值在0.3到0.7之间。

101. 一种根据权项90、92、94、95、96、98或99所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，至少入口段或分离段的旋流发生器的一部分，或者是这两者的旋流发生器的一部分是弯曲状的。

102. 一种根据权项91、93、97或100所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，分离段的旋流发生器包括有弯曲的通道或者没必要是笔直的。

103. 一种根据权项91、93、97或100所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，分离段的旋流发生器是一连续弯曲的通道。

104. 一种根据权项91、93、97、100或103所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，入口段的旋流发生器是一连续弯曲的通道。

105. 一种根据权项101、103或104所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，旋流发生器是一单调曲线的弯曲的通道，该曲线在入口端最陡，而在旋流发生器出口端的锥角趋向于零。

106. 一种根据权项101, 103或104所要求的旋流分离器, 在该旋流分离器中, 旋流发生器是一具有一个或多个拐角曲线的弯曲的通道, 但整条曲线向下游出口部分收敛。

107. 一种根据权项102或106所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 旋流发生器决不向下游端离散。

108. 一种根据上述权项中任意一项要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中: $\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1}$ 的值在4到10之间。

$$4 A_1$$

109. 一种根据权项108所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中:

$$\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} \text{ 的值在6到8之间。}$$

110. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, 从在入口平面上量取的直径 d_1 到直径 d_2 之间的平均收敛角在 5° 到 45° 之间。

111. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_2 / d_1 值小于0.75。

112. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_2 / d_1 值大于0.25。

113. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_0 / d_2 值至少是0.008。

114. 一种根据权项113所要求的旋流分离器, 在该种旋流分离器中, d_0 / d_2 值在0.01到0.1之间。

115. 一种根据权项114所要求的旋流分离器, 在该种旋流分

分离器中， d_0 / d_1 值在 0.02 到 0.06 之间。

116. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，从入口平面到量取 d_0 那一点的轴向距离小于 $4d_1$ 。

117. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，入口通向一条内螺旋送料道。

118. 一种根据权项 117 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，送料道对旋流分离器轴线的弧角至少是 360° 。

119. 一种根据权项 118 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，送料道按照绕轴线每单位角度基本相同的径向递减量收敛。

120. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，流体从入口进入旋流器中时，在向轴线下游的方向上有一个分量。

121. 一种根据权项 120 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，送料道在绕轴线超过 360° 以后，其直径减至 d_1 。

122. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中，下游出口部分的内部长度是 l_1 ， l_1 / d_1 值至少是 1。

123. 一种根据权项 122 所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， l_1 / d_1 值至少是 5。

124. 一种根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器，在该种旋流分离器中， d_1 / d_2 值在 1.25 到 3 之间。

125. 一种基本上是参照附图如前所述的旋流分离器。

126. 一种从较大体积的较重的物相中分离出较轻的物相的方法，该方法包括把原始的物相输入到根据上述权项中任意一项所要求的旋流分离器中，该输入的原始的物相的压力比轴向溢流口处和下游出口

段下游端处的压力都要高。

1 2 7. 一种根据权项 1 2 6 所要求的方法, 该方法把一份体积的较轻的物相从多达 9 9 份体积的较重的物相中分离出。

1 2 8. 一种根据权项 1 2 6 或 1 2 7 所要求的方法, 在该方法中, 较轻的物相是油, 而较重的物相是水。

1 2 9. 一种根据权项 1 2 6, 1 2 7 或 1 2 8 所要求的方法, 在该方法中, 分离比大于 $1 \frac{1}{2} (d_o / d_s)^2$ 。

1 3 0. 一种根据权项 1 2 9 所要求的方法, 在该方法中, 分离比大于 $2 (d_o / d_s)^2$ 。

1 3 1. 一种根据权项 1 2 6 至 1 3 0 中任意一项所要求的方法, 该方法还包括从物相中清除气体的一个预先步骤, 以便使输入物料中任何气体所占的体积不超过 1 0%。

1 3 2. 一种根据权项 1 2 6 所要求的、基本上如上所述的方法。

1 3 3. 用根据权项 1 2 6 至 1 3 2 中任意一项所要求的方法分离的轻的物相或较重的物相。

旋流分离器

本发明所论及的是旋流分离器。本发明的分离器可用于从大体积的较重的物相（即比重较大的液体）中分离出较轻的物相（即比重较小的液体），比如从油水混合物中分离油，使较大体积的物相中的杂质保持在最小范围内。一般来说，旋流分离器是为与上述相反的目的而设计的，即设计成从大体积的较轻的物相中分离出较重的物相，使较小体积的物相中的杂质保持在最小范围内。以本发明的一种情况而言，在典型的液——液弥散体中，最初较轻的（不很稠的）物相体积所占比小于1%，但也可更大些。

根据本发明的一个观点所提供的旋流分离器，它至少应包括一个首段（入口段）和一个单独的入口。该首段基本呈一回转体形，它有一个前端面和一个后端面。后端面的直径比前端面的直径小。在前端面或邻近前端面处至少有一个切向的入口，以便把需要分离的原始液体通过该入口引入到旋流分离器中。该旋流分离器至少还应有两个出口。

本发明中旋流分离器的一种形式；其中 d_1 是首段在入口处的直径； d_2 是首段在后端面的直径； d_1 大于 d_2 。 d_1 是从旋流分离器轴线到流体进入旋流分离器时的平均点半径的两倍，并且大于 d_2 ； A_1 是旋流分离器流体入口的面积，该面积是在旋流分离器的轴线和流体流入的平均点所在的平面上计算出的，于是：

$$\frac{\pi d_1 d_2}{4 A_1} \text{ 的值在 } 3 \text{ 到 } 12 \text{ 之间, 若在 } 4 \text{ 到 } 10 \text{ 之间则更可}$$

取，而以6到8为最佳。上述的数值称为“涡流系数”，这将在后面进行较详细的讨论。

旋流分离器还可包括一个基本呈轴对称的中段（分离段），该中段位于首段后端面上并与首段同轴。旋流分离器的另一种形式还可包括一个末段（出口段），该末段基本上与中段同轴，位于中段远离首段的一端。若在末段之外还有附加段将更理想。

在本发明的一个特别形式中， d_1 是首段在后端面的直径， d_2 是在点 Z_2 处量取的，对于所有的 $Z > Z_2$ 处，有下列一个最重要条件：

$$\tan^{-1} \left(\frac{d_1 - d_2}{2(Z - Z_2)} \right) < 2^\circ$$

Z 是沿旋流分离器的轴线、入口下游某点与入口之间的距离。

入口最好是通向一个内螺旋的送料道，该送料道可以是一渐开线形状的。有一种送料道，它对旋流器轴线的弧角至少是 360° 。送料道也可以按照绕轴线每单位角度基本相同的径向递减量收敛。流体在进入旋流器时，在向轴线下游的方向上可以有一个分量。

在本发明的另一种形式中旋流分离器的详细说明如下：旋流分离器有一个基本呈回转体形的首段并带有一个单独的入口（最好是切向的，并且最好有一条内螺旋送料道，比如一条渐开线形状通道），需要分离的原始液体通过入口引入旋流分离器，邻近首段有一与其同轴基本上呈轴对称的中段，该中段向一个末段收敛（最好是连续的收敛）。首段在不与中段相邻接的一端有一个轴向溢流口（即在首段的端壁上）。该旋流分离器有下列 (i) — (v) 五个关系式：其中 d_1 是旋流器在

流体进入首段处的直径（忽略任何送料道）； d_1 是流体进入旋流器的半径的两倍（也就是入口中心线的切线与旋流器轴线之间最小距离的两倍）； A_1 是流体进入旋流器时入口的横截面积。该面积是在平行于旋流器轴线并垂直于入口中心线的切线的平面上计算出的，该入口中心线的切线不与旋流器的轴线平行； d_2 是旋流器的首段与中段衔接处的直径，该衔接处在旋流器轴向位置 z_2 处（从入口平面算起），于是对所有的 $z > z_2$ 处有这样一个最重要的条件：

$$\tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d}{2(z - z_2)} \right) < 2^\circ$$

d 是旋流器在 z 处的直径； d_3 是旋流器的中段与末段衔接处的直径，即 z_3 处的直径；对所有的 $z > z_3$ 处， $d/d_3 > 0.98$ ； d_0 是轴向溢流口的最小内径，于是：

$$(i) \quad 3 < \frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1} < 12$$

$$(ii) \quad 20' < \alpha < 2^\circ$$

α 是中段的收敛半角，即：

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{d_2 - d_3}{2(z_3 - z_2)} \right)$$

$$(iii) \quad d_0 / d_1 < 0.2$$

$$(iv) \quad 0.9 d_1 > d_2$$

$$(v) \quad 0.9 d_2 > d_3$$

送料道与一个基本上切向进入首段的通道相连通，送料道(外)壁的直径按照绕旋流器轴线每单位角度相同的径向递减量收敛，最好是绕轴线 360° 后收敛到首段的主直径 d_1 。

送料道没必要位于与旋流器轴线垂直的平面上，而是偏移开垂直平面基本呈一螺旋的形状，在经过绕轴线超过 360° 以后(比如 720°)送料道直径才收敛到 d_1 。该旋流分离器仅使用一个单独的入口通道。这样可以方便装配且少占用空间，这在船和钻井平台上有极大的优点；此种安排也为其制造提供了方便。

上述的表达式 $\frac{\pi d_2 d_1}{4 A_1}$ 称为涡流系数 S ，它是对进入旋流器

并已达到 d_2 所在平面的流体的切向速度与轴向速度比值的一个较好推测(其中流体中分散有较轻的物相)。特别重要的是，为了产生理想的内部流场，以便在大约为 1% 这样一个较小的分离比下进行分离操作，整个中段的平均收敛半角应在 $20'$ 到 2° 之间，该半角小于 1° 较可取，而小于 $52'$ 则更佳，但最好为 $30'$ 。 S 值在 3 到 12 之间，以 4 到 10 比较可取，而在 6 到 8 之间则更佳。从在入口平面量取的直径 d_1 到直径 d_2 ，这一段是旋流器中平均收敛最快的一段(具有最大的锥半角)，该段平均收敛半角可在 5° 至 45° 之间。(入口平面垂直于旋

流器的轴线，面积 A_1 的矩心在该平面上)。首段应使从入口进入的物料的动量矩在到达中段时基本守恒。

d_1 / d_2 值应小于 0.75 (小于 0.7 则更佳) 并且大于 0.25 (大于 0.3 则更佳)。 l_1 是下游末段的内部长度， l_1 / d_1 应至少是 1，是 5 则更佳；一般情况下大约为 10，但也可根据需要取得更大些，比如取 40。为节省占用空间，希望把较重的物相的出口段做成略微弯曲的形状，有可能的话曲率半径取为 $50 d_1$ 左右。旋流分离器的轴线有些弯曲是允许的。 d_3 / d_2 值 (分离比 = (通过轴向溢流口的流量) / (通过入口的流量))，可以在 $1\frac{1}{4}$ 到 3 之间。 d_4 / d_2 值最好取在 0.008 到 0.15 之间，有可能的话取在 0.01 到 0.1 之间，比如取在 0.02 到 0.06 之间。轴向溢流口处的压降不应过大，因此向溢流口处的“ d_4 ”部分的长度应尽可能地短。轴向溢流口应通过突变或平滑的过渡立刻达到“ d_4 ”直径，然后通过圆锥或台阶展宽。从入口平面到“ d_4 ”点的轴向距离最好小于 $4 d_2$ 。 d_2 的实际大小根据旋流器的工作情况和制造工艺的便利程度选取，比如可以在 10 到 100 毫米之间选取。

另一方面，根据本发明，至少首段或分离段或是这两者的旋流发生器的一部分是弯曲状的。比如旋流发生器可以：(1) 是一条单调曲线形状的 (没有拐点)，在入口段一端最陡，而在出口一端的锥角趋向于零；(11) 是一条有一个或多个拐点的曲线形状的，但其总体向下游的末段收敛，最好是绝不向下游末段离散。

本发明扩展了一种从较大体积的较重的物相中分离出较轻的物相的方法，该方法还包括如何把原始的物相输入到一个上述旋流分离器中，原始的物相的压力要比轴向溢流口处和末段的出口端处的压力高；实际情况中，一般出口段以外的压力要高于轴向溢流口以外的压力。

该方法尤其注重从多于 19 份体积的水中（较重的物相）（比如多达 99 份体积的水）分离出 1 份体积的油（较轻的物相）。当由于漏油、海事，石油平台井喷或象油舱清洗和平台钻井这样的常规操作造成油田生产用水或海水被油污染时，就可施用本方法。为保持油的良好分离，上游出口的流量与下游出口的流量的比率（也就是分离比）有一个最小值。该值由旋流器的几何形状确定（特别是 d_0 / d_1 的值），旋流器最好在大于这个最小值的条件下运行，例如该最小值可通过由设置在旋流器外面的阀门或节流元件所提供的背压来控制。因此，本方法最好使分离比大于 $1 \frac{1}{2} (d_0 / d_1)^2$ ，而大于 $2 (d_0 / d_1)^2$ 则更佳。

该方法还可包括从原始的物相中清除气体的一个予先步骤，以便使输入物料中任何气体所占的体积不超过 10%，比如不超过 $\frac{1}{2}\%$ 。

由于液体一般加热后会变得不太粘稠，比如水，它在 50°C 时的粘稠度大约是 20°C 时的一半，因此，在尽可能高的温度下使用本方法比较理想。本发明已进展到用上述方法生产产品（如浓缩油或净化水）的程度。

下面将参照附图举例对本发明进行描述，其中：

图 1 是沿本发明的旋流分离器的轴线方向剖开的筒略剖面图；

图 2 是垂直于旋流分离器轴线的剖面图。附图中未标尺寸。

一个基本呈回转体形的首段 1，它有一个螺旋的送料道 8。送料道 8 的一种形式是渐开线状的，送料道 8 与在首段最宽处切向进入的通道 9 相连通。通道 9 的宽度（径向）是 $r_v(\max)$ ，送料道 8 的直径平滑地向入口段的主直径 d_1 收敛；即 r_v 从通道 9 进入旋流分离器

的那一点起，经绕轴线 360° 后线性地减至零。这从图 2 可清楚地看到，图 2 是垂直于旋流分离器轴线的剖面图，其中旋流分离器的端壁 11 已剖去，中段 2 与首段 1 同轴并与其相邻接，中段的另一端通向下流的末段 3，末段基本呈一圆筒并与中段同轴。末段 3 通向收集导管 4。另一方面，送料道 8 可略向中段倾斜，以便赋予速度一个轴向的分量，在这种情况下，可将送料道 8 做成螺旋状的，送料道 8 的直径在送料道 8 回旋 2 周后减至主直径 d_1 。

在首段 1 的一个端面上有一个轴向溢流口 10，该端面在中段的另一侧。

在本发明的旋流分离器中，实际关系式如下：

$$d_1 / d_2 = 1.5$$

中段 2 的半锥度 = $40'$ (图中 T_2)。

首段 1 的平均半锥度 = 10° (图中 T_1)。

通道 9 的轴向长度是 l_1 ， $l_1 / d_1 = 1/2$ (更精确地说是 $30/57$)。

$$l_2 / d_2 = 40$$

$$d_0 / d_2 = 0.04$$

因此本旋流器应该在分离比大于 $1\frac{1}{2}(0.04)^2$ (即大于 0.24%) 的条件下运行。

其中：

$$\text{分离比} = \frac{\text{通过上游出口的流量}}{\text{通过入口的流量}}$$

对于首段的主直径 d_1 ，必须给螺旋形的入口附加上一个径向量 γv ， γv 平滑地从 $9\frac{1}{2}$ 毫米（最大）减至零。

$$\frac{\pi d_2 (d_1 + \gamma v (\max))}{4 l i \gamma v (\max)} = 7$$

应注意，如前面所限定的， $l i \gamma v (\max) = A i$ ，

$(d_1 + \gamma v (\max)) = d_i$ ，上述表达式是本旋流器的涡流系数 S 。得出的平均锥度 T_1 实际上是从一个圆角 R_1 （半径为 5 毫米）弯向首段 1 的一个截锥体部分。

$d_2 = 38$ 毫米。这被认为是“旋流器的直径”，对于各种不同的用途，它可以取在 10—100 毫米范围内，比如取在 15—60 毫米范围内；若 d_2 取得过大，为了维持有效的分离操作就需耗用很大的能量，而若取得太小，则雷诺数增大，引起不良作用并会产生过大的剪切应力。

旋流分离器的取向是任意的，并且无任何不良作用。

一般来说表面不平度会扰乱旋流器中流体理想的流型，因而端壁 11 应是平坦光滑的。为得到最佳性能，旋流器的所有内表面都应该是光滑的。然而，端壁 11 没必要是平面的，它可以是碟形的（或凸或凹）或有一个与出口 10 同心的环形小凸台，以帮助流体在靠近端壁和涡流的外缘处沿径向向内流动，从而使流体大至在向下游的方向上再循环以便进行再分离。出口 10 如图所示是一个圆柱形孔，但它的最小直径 d_0 也可通过端壁 11 的光滑弯曲逐渐趋近的，出口 10 在通过最小直径 d_0 以后扩散。最小直径也可由平放在端壁 11 上的一个孔板提

供。该孔板上有一个直径为 d_0 的中心孔，该孔直接通向一个与其相连的大孔，这样对大孔流体特性会有一些轻微的影响，虽然不严重，但对旋流器的运行也会是不利的。出口10向溢流方向扩散是较有利的，出口展宽扩散的半锥度可达 10° 。这样，沿出口的压降就较小，根据使用者的要求为使较轻的物相的水液滴聚结，该压降必须与图示的圆柱孔的形状相一致。

为将油和水分离开（仍然是举例说明），油/水混合物通过送料道以70—110升/分的流量输入旋流器，混合物中任何气体所占体积限制在 $\frac{1}{2}\%$ 以下。当混合物温度为 15.5°C 时，它相当于在99.85份体积的净水中分散有0.15份体积的Forties油田的原油的油/水混合物。收敛角 T_1 对轴线的平均角度为 10° ， T_1 由一个圆角部分 R_1 （半径为5毫米）和一个截锥体部分组成，入口段以收敛角 T_1 向分离段延伸。换句话说， 10° 是理论上的正截锥体的锥度（半角），用 T_1 表示。分散的物相维持其动量距不变旋入中段2，在中段的轴向涡流中，大部分油与水分离开，形成一个轴向油芯。

螺旋的水流加上残余的油进入末段。其中一些残余的油在末段3的轴向涡流中与水分离。净化的水通过导管4流出，导管4中可装设一些必要的节流元件，净化的水经收集后或送回海中或者再进一步净化，比如送入第二台相同的或类似的旋流器中或是送入一组并列的旋流器中。

通过阀门控制两个出口的流量本旋流器在大约0.9%的分离比下运行，夹带的油沿涡流轴线向溢流口轴向流动，流出的油可以收集起来运走、贮存或进行进一步分离，因为油中可能还含有一些水。在这种情况下，进一步的分离操作同样也包括使用第二台类似的或相同的旋流器。

当油滴的平均直径为70微米时，

$$\text{分离效率} = 1 - \frac{\text{导管 4 中油的浓度}}{\text{送料道 8 中油的浓度}}$$

随着流量从70升/分升至110升/分，分离效率从0.955提高到0.966，因此建议为了获得较恒定或下降的分离效率，不应有明显的液滴分裂。对于已知的双切向入口旋流器，在100升/分的流量下，效率是衡定的。

当油滴平均直径较小，为50微米，流量为100升/分时，则所获得的效率为0.922（在已知的旋流器中为0.924）。其它特性如通过溢流口10的流量与通过导管4的流量的比，或送料道8与导管4之间的压降，都近似于已知的旋流器，即英国21023号说明书所描述的旋流器。

使用单独一个通道9，除具有装配、制造简单和节省空间等优点外，流量的调节控制也比多个入口容易；在通道中设置一个可调节的活动板或注液塞或活动门，通过改变通道的有效横截面积就可控制入口的流量，从而达到控制涡流系数S的目的。

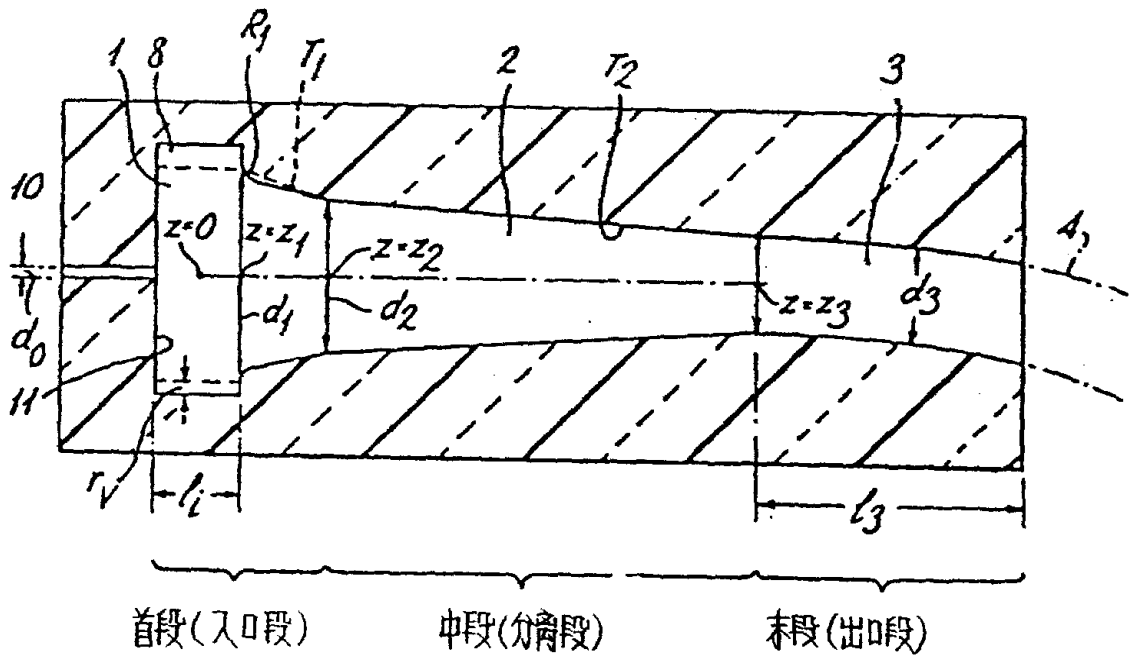


图1

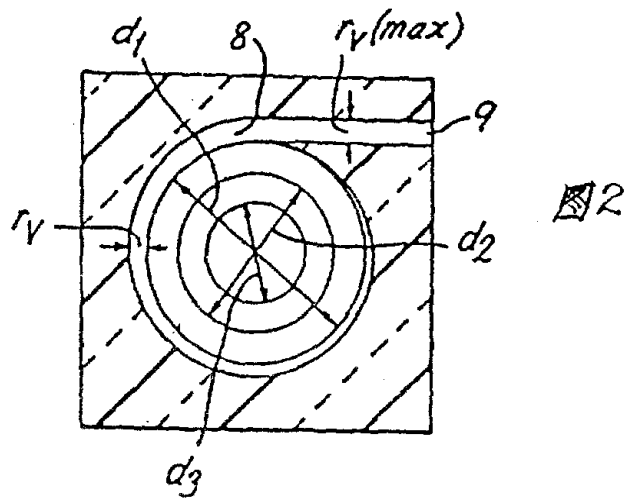


图2