



## 权利要求书

1、一种催化裂化提升管反应器包括底部预提升区(I)，中部催化剂与油气直接接触反应区(II)和顶部反应产物与催化剂快速分离区(III)，其特征在于提升管反应器底部是扩大管(20a)，扩大管(20a)与提升管(27a)是相连通的；在扩大管(20a)内安装内输送管(25a)，内输送管(25a)的入口端型式为25G(a,b,c)；而其出口端型式为25R(d,e,f,g)；内输送管上开设各种型式的小孔，内输送管(25a)的入口端(24a)位于再生斜管(29a)之下部，也可位于(29a)上部；而内输送管出口端(26a)位于原料油喷嘴(28a)之下部，预提升气体管(23a)插入内输送管(25a)入口端(24a)的中心部位。在扩大管(25a)的底部设置流体气体管(21a)和流化气体分布环管(22a)，流化气体分布环管(22a)上有许多向下的小孔。且流化气体分布环管(22a)的中径(D<sub>3a</sub>)大于内输送管(25a)入口端(24a)的直径(M)。

2、一种催化裂化提升管反应器包括底部预提升区(I)，中部催化剂与油气直接接触反应区(II)和顶部反应产物与催化剂快速分离区(III)，其特征在于提升管反应器底部(I)是扩大管(20b)，而扩大管(20b)是通过内输送管(25b)与提升管(27b)串连通的，扩大管(20b)的上部为气室(E)，其下部为密相床(3b)，内输送管(25b)的入口端(24b)和出口端(26b)为25G(a,b,c)和25R(d,e,f,g)，且内输送管(25b)的入口端(24b)位于再生斜管(29b)入口上方；内输送管(25b)的出口端(26b)伸出扩大管(26b)之外部并位于原料油喷嘴(28b)之下方，提升气体管(23b)位于内输送管(25b)入口端(24b)之上方的气室(E)内，流化气体管(21b)和流化气体分布环管(22b)设置在再生斜管(29b)下方的扩大管(20b)内，流化气体分布环管(22b)上有许多向下的小孔。

# 说明书

## 催化裂化提升管反应器

本实用新型属于石油炼制领域,尤其涉及对催化裂化装置的提升管反应器进行改进。

众所周知催化裂化装置是炼油工业中最为重要的二次加工手段,而该装置的反应器—再生器系统又是催化裂化反应过程中最主要的设备之一,几十年来,随着原料及加工工艺的不断改变,其工艺流程和加工设备也不断地改进,反应过程也逐渐由床层裂化发展成为提升管裂化。提升管反应器可分为三个工况区:底部预提升区(I),反应区(II)和出口快速分离区(III)(见附图1),在提升管底部预提升区来自再生器的催化剂经再生斜管进入其中,在预提升气体的作用下,沿提升管上升的同时与喷嘴喷出的油气接触反应,在提升管出口处进行快速分离,分离出的油气进入分馏系统,而催化剂则经汽提后进入再生器进行再生,烧掉催化剂表面的积碳,然后,再由再生斜管进入提升管,完成一个催化剂的循环过程。目前国内工业装置所使用的提升管反应器,大多是直筒式和底部缩径两种。由于这两种结构形式的提升管反应器底部无缓冲空间,且预提升蒸汽直向上吹,对再生斜管下料口有阻遏作用,使再生斜管催化剂下料阻力加大,从而造成催化剂进入提升管反应器时下料不稳即产生压力波动,影响平稳操作。这也是目前多数工业装置中催化剂循环强度小,剂油比操作弹性低的主要原因。同时再生催化剂经斜管进入提升管反应器的一侧易形成偏流;且使得催化剂颗粒群具有侧向速度,在其向上提升过程中与提升管器壁反复碰撞、弹射,形成“S”型运动轨迹,直到一定高度后才能消失。这就加剧了提升管下部区域,由边壁效应所造成径向分布不均匀状况,从模拟试验中可看出,目前的工业装置中催化剂的径向密度分布,边壁比中心区密度高出3倍左右。为了解决这些问题,工业采用加长预提升管高度的办法来解决这一矛盾,现工业提升管反应器预提升段高度大多在2~4m范围,个别装置甚至达到6m左右。但增加预提升高度只能减小催化剂在与原料油接触反应前的“S”型轨迹分布;而对改善边壁效应及压力波动效果不明显。目前生产装置的预提升线速大多在1m/s左右,有

## 说明书

时为了提高催化剂循环量，将线速提高到  $2 \sim 3\text{m/s}$ ，但因预提升速度的提高相应增加了斜管下料阻力，所以预提升线速的提高对循环量的增加并无明显效果。综上所述，在目前的装置结构及操作条件下，原料油进入提升管反应器与分布不均匀的催化剂流接触，会产生过裂化和结焦，或裂化深度不够，从而影响目的产品产率及质量，同时装置的操作弹性也小。有关催化裂化提升管反应器预提升方面的专利较多，比较典型的为美国专利 U.S. 4,820,493 (如图 5)。在提升管反应器底部设扩大管(4)，管内设输送管(14)，预提升蒸汽通过管(3)进入输送管(14)，催化剂经再生斜管(10)进入扩大管(4)，顶部为气室，下部为催化剂。催化剂在扩大管(4)气室压力作用下进入输送管(20)中心。在输送管周边布置多个喷嘴。原料油经喷嘴雾化后与提升管内的催化剂流直接接触，产生裂化反应。扩大管(4)内设有蒸汽调节系统，通过调节(44)的蒸汽量来控制扩大管(4)的顶部气室压力，从而达到调节扩大管(4)料位高度的目的。对该结构来讲，由于催化剂从输送管(14)直接喷入提升管(20)中心，使催化剂与原料油能有效接触。在此专利中，扩大管(4)是封闭式的，扩大管(4)与提升管(20)实际上是经过管 14 串联的两个单元，剂、汽只能经过管(14)进入提升管(20)。其缺点是：(1) 进入扩大管(4)上部气室的气体(44)没有出路，只能经再生斜管上行或随催化剂经输送管(14)进入提升管，这样将直接影响斜管内催化剂的流动；且催化剂靠气室压力将其压入输送管，这就需要较高的气室压力，而它会造成再生斜管下料中断，从而大大降低装置的操作平稳性。(2) 由于扩大管(4)内不设流化汽，催化剂在管内会形成移动床或死床，不利于催化剂的提升，从而导致催化剂循环量下降，影响效率。(3) 由于设置料位调节系统使操作复杂化。

本实用新型的目的是针对上述提升管反应器存在的缺陷为了改善再生斜管的下料状态和催化剂在预提段的分布状态，从而改善提升管中催化剂和原料油接触条件，提高目的产品的收率及质量；提供两种新型催化裂化提升管反应器，使其提升能力大为增强，提高装置的操作弹性，并降低能耗。

本实用新型是一种构思两个方案均是针对催化裂化提升管反应器底

## 说明书

部预提升区(I) 进行改进而获得两种新型的催化裂化提升管反应器, a 方案和 b 方案均为提升管反应器底部预提升区(I)是扩大管(20)(见附图 1), 在扩大管(20)内设置内输送管(25), 提升气体管(23), 流化气体管(21), 流体气体分布环管(22), 这是两个不同方案的共同构思, 由于内输送管(25)设置在扩大管(20)内不同的位置及提升气体管设置在不同位置, 及扩大管(20)与提升管(27)的连接形式不同, 而形成了两种不同的方案均能达到共同的目的和相同的效果。第一种方案为(a)见附图 2, 提升管反应器底部是扩大管(20a), 扩大管(20a)与提升管(27a)是相连通的, 在扩大管(20a)内安装输送管(25a)可以是文丘里式, 其上可开设各种形式的小孔, 内输送管(25a)的入口端(24a)见附图 4, 25G 有 a, b, c 三种形式, 出口端为(26a)见附图 4, 25R 有 d, e, f, g 四种形式, 内输送管的(25a)的入口端(24a)位于再生斜管(29a)端下部或上部, 内输送管(25a)的出口端(26a)位于原料油喷嘴(28a)之下部, 提升气体管(23a)插入内输送管(25 a)入口端(24 a)的中心部位, 在扩大管(25a)的底部设置流化气体管(21a)和流化气体分布环管(22a), 流化气体分布环管(22a)上有许多孔心向下的小孔, 且流化气体分布环管(22a)的中径( $D_{3a}$ )大于内输送管(25a)入口端(24a)的直径(M)。提升气体(1a)经提升气体管(23a)进入内输送管(25a)内, 内输送管(25a)位于扩大管(20a)中心, 提升气体介质可以是蒸汽、汽油、原料油、干气等, 用干气作提升气体可以钝化重金属对催化剂的污染. 扩大管(20a)内床层 3a 的催化剂是由再生催化剂流(31a)提供的, 再生催化剂流(31a)是经过滑阀(30a)及再生斜管(29a)进入扩大管(20a)内, 催化剂床层 3a 内的催化剂在提升气体(1a)的作用下, 由内输送管(20a)的入口端(24a)的周边进入内输送管(25a)内, 然后从出口端(26a)进入提升管(27a); 内输送管(25a)位于扩大管(20a)内部, 内输送管(25a)出口端(26a)距原料油喷嘴(28a)的高度  $Z < 4000\text{mm}$ , 内输送管(25a)的长度以其伸入提升管(27a)中为原则, 即保证其能伸入至提升管(27a)中即可, 内输送管(25a)内的气体线速为  $0.1 \sim 18\text{m} / \text{s}$ ; 流化气体(2a)经流化气体管(21a)进入流化气体分布环管(22a), 从流化气体分布环

## 说明书

管(22a)上的许多向下的小孔喷入扩大管(20a)内使床层(3a)内的催化剂处于流化状态,分布环管(22a)的中径 $D_{3a}$ 大于内输送管(25a)入口端(24a)的直径(M)即 $D_{3a} > M$ ,就可保证流化气体从内输送管(20a)外部环隙内进入提升管(27a)内,流化气体分布环管(22a)距内输送管(25a)入口端(24a)的距离为 $L > 20\text{mm}$ ,流化气体的线速在 $0.01 \sim 5.0\text{m/s}$ 。

原料油经喷嘴(28a)雾化后进入提升管(27a)与提升管(27a)中上游来的催化剂直接均匀接触进行催化裂化反应,反应生成的产物与催化剂一同经提升管(27a)出口(37a)进入沉降器(35)(参见附图1),在沉降器(35)内催化剂经沉降后,反应产物进入一级旋风分离器(36a)和二级旋风分离器(36B),分离出的反应产物进入分馏塔;旋风分离下来的催化剂进入密相床层(4),床层(4)内的催化剂与汽提蒸汽(33)接触,除去催化剂流携带的裂化产品,汽提段内设挡板(34),汽提后的催化剂离开本装置而进入催化剂的再生器内进行再生,然后返回预提升管区。

本实用新型(a)技术方案实现过程见附图2。

再生催化剂流(31a)从再生斜管(29a)进入扩大管(20a)内,再生催化剂靠滑阀(30a)调节,进入扩大管(20a)的催化剂有缓冲空间,既可减少压力波动,又能消除其水平力作用。这就消除了直筒式提升管反应器催化剂的“S”型运动轨迹,有利于其在提升管中均匀分布。

扩大管(20a)内的催化剂在压力与预提升气体(1a)的作用下进入内输送管(25a)沿管(25a)上升经管口(26a)喷入提升管(27a)中心。由于内输送管管径(25a)小于提升管(27a)管径,喷入提升管的催化剂流将呈放射型流动状态,在催化剂流动到提升管(27a)边壁,还没有形成边壁密中心稀的地方,设置原料油喷嘴(28a)。这样就保证了喷嘴区催化剂分布均匀,在该区内催化剂径向密度分布,高、低点仅相差20%左右,从而有效改善了预提升段边壁效应对径向密度分布的不良影响。原料油喷嘴(28a)从提升管(27a)周围把雾化后的原料油喷入分布均匀的催化剂流中,使剂、油接触更趋均匀,反应效率得以提高。内输送管(25a)是一个独立系统,因其埋入扩大管(20a)催化剂密相床(3a)内,在扩大管(20a)

## 说明书

保持一定床层高度即维持一定的催化剂输送推动力条件下,可大大提高内输送管的提升能力。在相同提升线速条件下,内输送管(27a)内催化剂的循环强度比直筒式预提升结构装置提高一倍以上。这说明在装置催化剂循环量相同的前题下,本实用新型结构较直筒式结构可减少预提升气体用量,达到节能降耗之目的。由于采用内输送管提升催化剂,预提线速对催化剂循环强度的影响显著增强,使剂、油比的调节变得灵活,整个装置的操作弹性得以提高。

流化气体(2a)进入扩大管(20a)内使床层(3a)内催化剂得以流化,在流化状态下床层(3a)即可保证再生斜管(29a)下料畅通,又能使催化剂在提升气体1a作用下,沿周边进入内输送管入口端(24a)内。

在扩大管(20a)底部设置流化气体环管(22a),使扩大管(20a)内的催化剂处于流化状态,流化线速在 $0.01 \sim 5 \text{ m/s}$ 范围内。既可保证再生斜管下料畅通,又能保持一定的床层高度,保证输送管(25a)的提升能力。另外流化气体(2a)从内输送管入口端(24a)周围的环隙进入提升管边壁区,有利于催化剂在提升管反应器中心流动,降低边壁效应的影响。

本实用新型(a)方案达到的效果如下:

(1) 扩大管(20a)与提升管(27a)是连通的,易于实现连续平稳操作。

(2) 内输送管(25a)是一个独立系统,预提升气体进入内输送管,能降低再生斜管下料阻力,可用调节预提升气体量来控制提升反应器催化剂循环量,提高装置操作弹性。

(3) 扩大管(20a)内设流化气体管,使扩大管内的催化剂处于流化状态,既可减少来波动,又有保证再生斜管下料畅通,且能提高内输送管(25a)的提升能力,减少预提升气体耗量。

(4) 流化气体最终从周边进入提升管边壁区,促使催化剂在提升管中心流动,可降低整个提升管反应器边壁效应的影响,有利于油、剂均匀接触反应。

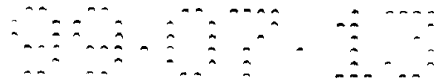
本实用新型的(b)方案见附图3,催化裂化提升管反应器包括底部预

## 说明书

提升区(I),中部催化剂与油气直接接触反应区(II)和顶部反应产物与催化剂快速分离区(III),其特征在于提升管反应器底部(I)是扩大管(20b);而扩大管(20b)是通过内输送管(25b)与提升管(27b)串连的,扩大管(20b)的上部为气室E,其下部为催化剂的密相床(3b),内输送管(25b)的入口端(24b)见附图4(a--c),出口端见附图4(d--f),且内输送管(25b)的入口端(24b)位于再生斜管(29b)端口之上方;其距离 $H > 5\text{mm}$ ,内输送管(25b)出口端(26b)伸出扩大管(20b)之外部并位于原料油喷嘴(28b)之下方,提升气体管(23b)位于内输送管(25b)入口端(24b)之上方的气室(E)内,距内输送管入口端距离 $L > 5\text{mm}$ ,流化气体管和流化气体分布环管(22b)设置在再生斜管(29b)下方的扩大管(20b)内,流化气体分布环管(22b)上有孔心向下的许多小孔,流化气体分布环距再生斜管(29b)端口距离 $L_b > 20\text{mm}$ 。

提升气体(1b)从提升气体管(23b)进入气室(E)然后从内输送管(25b)入口端(24b)周边进入内输送管(25b),并在内输送管中心区形成低压区,在吸力作用下使催化剂沿内输送管(25b)中心进入其内,催化剂与气体在内输送管(25b)均匀混合后喷入提升管(27b)中心;密相床(3b)的催化剂来自再生催化剂流(31b),催化剂流(31b)经滑阀(30b)及再生斜管(29b)进入扩大管(20b)内,流化气体(2b)经流化气体管(21b)和流化气体分布环(22b)上的多个小孔喷入扩大管(20b)内,使催化剂密相床(3b)内的催化剂预流化,催化剂在气体作用下呈现出较好的流动性。

本实用新型(b)实现过程如下:参见附图3。再生催化剂从再生斜管(29b)进入扩大管(20b),既可减少压力波动,又能克服水平力的作用。流化气体(2b)使床层(3b)中的催化剂得流化,保证再生斜管下料畅通。流化气体(2b)最终从内输送管(25b)进入提升管(27b),又可起到提升风作用。提升气体(1b)从管(23b)进入内输送管与扩大管环隙(B)中向内输送管提供预提升气。扩大管(25b)中上部是气室,下部是密相床。催化剂在压力和提升气体(1b)的作用下从内输送管进入提升管,催化剂沿内输送管(25b)入口管(24b)进入内输送管中心,然后经端口(26b)喷入



## 说 明 书

提升管中心。原料油喷嘴设置在适当的位置，就可保证喷嘴区催化剂分布均匀，使预提段的边壁效应基本得以消除。扩大管(20b)料位高于内输送管入口(24b)催化剂循环量可由预提升气量(1b)来调节。

本实用新型(b)方案达到的效果:

(1) 流化气体(1b)最终进入内输送管起到提升作用，从而减少气体用量。

(2) 提升气体(1b)从内输送管入口(24b)周边进入内输送管，在管中心产生低压，使催化剂沿中心上升，可有效减轻内输送管的边壁效应，从而有利于提升管反应器催化剂径向分布均匀。

附图及其说明。

附图 1 是本实用新型催化裂化提升管反应器示意图。

附图 2 是本实用新型(a)方案示意图。

附图 3 是本实用新型(b)方案示意图。

1	1a	1b	提升气体
2	2a	2b	流化气体
3	3a	3b	扩大管(20a 和 20b)下部的密相床
20	20a	20b	扩大管
21	21a	21b	流化气体入口管
22	22a	22b	流化气体分布环管
23	23a	23b	提升气体入口管
24	24a	24b	内输送管(25a 和 25b)的入口管
25	25a	25b	内输送管
26	26a	26b	内输送管(25a 和 25b)的出口管
27	27a	27b	提升管
28	28a	28b	原料油喷嘴
29	29a	29b	再生斜管

## 说 明 书

---

- 30 30a 30b 滑阀
- 31 31a 31b 再生后的催化剂
- 32 去再生器的循环催化剂
- 33 汽提蒸汽
- 34 挡板
- 35 沉降器
- 36A 一级旋风分离器
- 36B 二级旋风分离器
- 37 提升管(27)的出口
- A 内输送管(25)的直径
- B 内输送管(25)和提升管(27)之间的空隙空间为气室
- C 为提升管(27)的直径
- D<sub>1a</sub> D<sub>1b</sub> 为提升气体管直径
- D<sub>2a</sub> D<sub>2b</sub> 为流化气体管直径
- D<sub>3a</sub> D<sub>3b</sub> 为分布环中径, 中径是环之内径加上管的直径, F 为扩大管(20)的直径
- N 为内输送管(25)出口端直径
- M 内输送管(25)入口端直径
- H<sub>1</sub> 为扩大管(20)的高度
- H<sub>2</sub> 为内输送管(25)的高度
- Z 为原料油喷咀(28)至内输送管(25)出口端(26)之距
- H 为再生斜管(29)与内输送管(25)入口端(24)之间的距离
- La 为流化气体分布环管 22a 与内输送管入口端 24a 之间的距离
- Lb 为流化气体分布环管 22b 与再生斜管(29b)端口之距离
- E 为附图 3 中扩大管(20b)的上部, 由输送管(25b)之外壁和扩大管(20b)的内壁所形成的环隙气室
- I 为内输送管外壁与提升管内壁形成的环隙

# 说 明 书

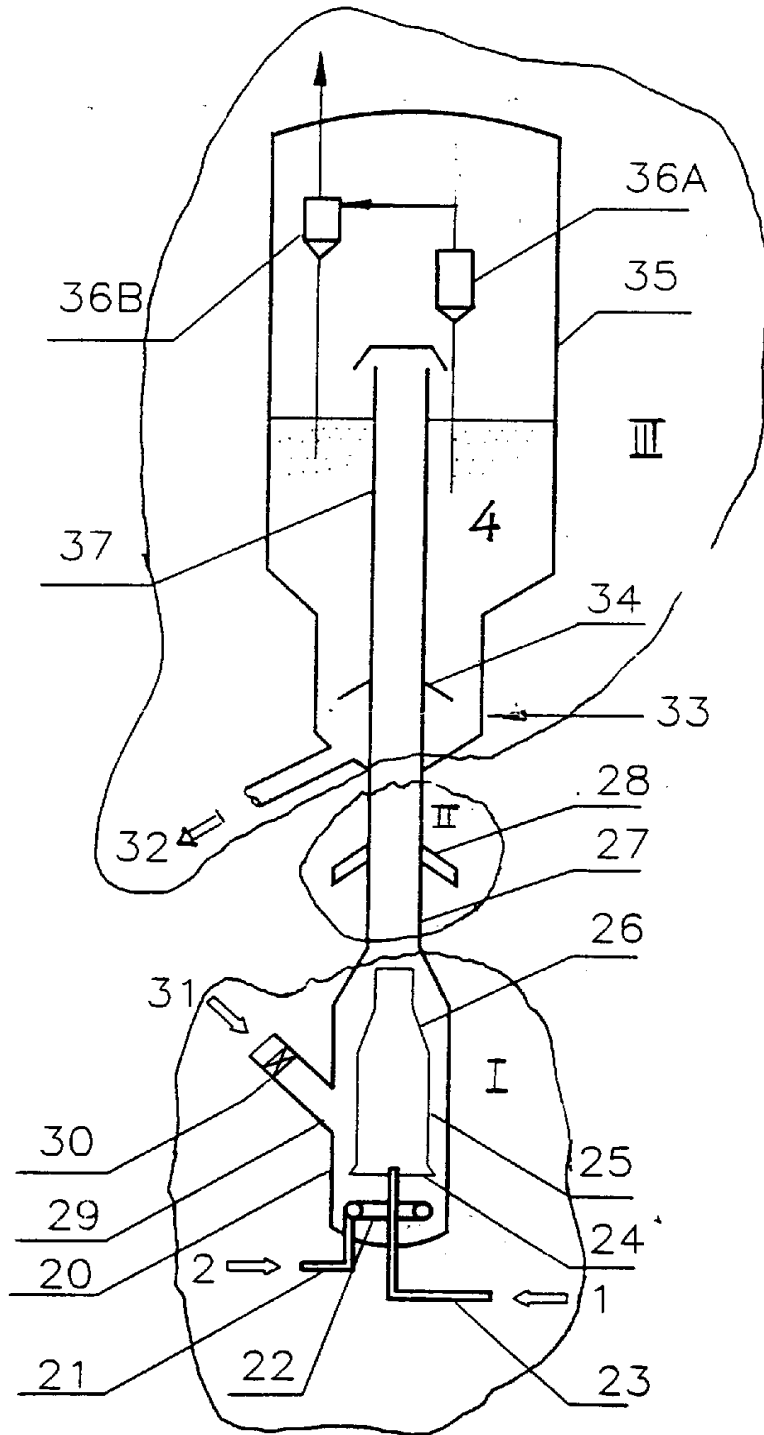
附图 4 是内输送管 (25) 形式图, 其中 25G 为 a、b、c 三种入口形式, 25R 为 d、e、f、g 四种出口形式

附图 5 是美国专利 4,820,493 提升管示意图

- |          |         |
|----------|---------|
| 3—预提升蒸汽管 | 10—再生斜管 |
| 4—扩大管    | 14—输送管  |
| 6—扩大管的内壁 | 20—提升管  |
| 8—蒸汽     | 44—蒸汽   |

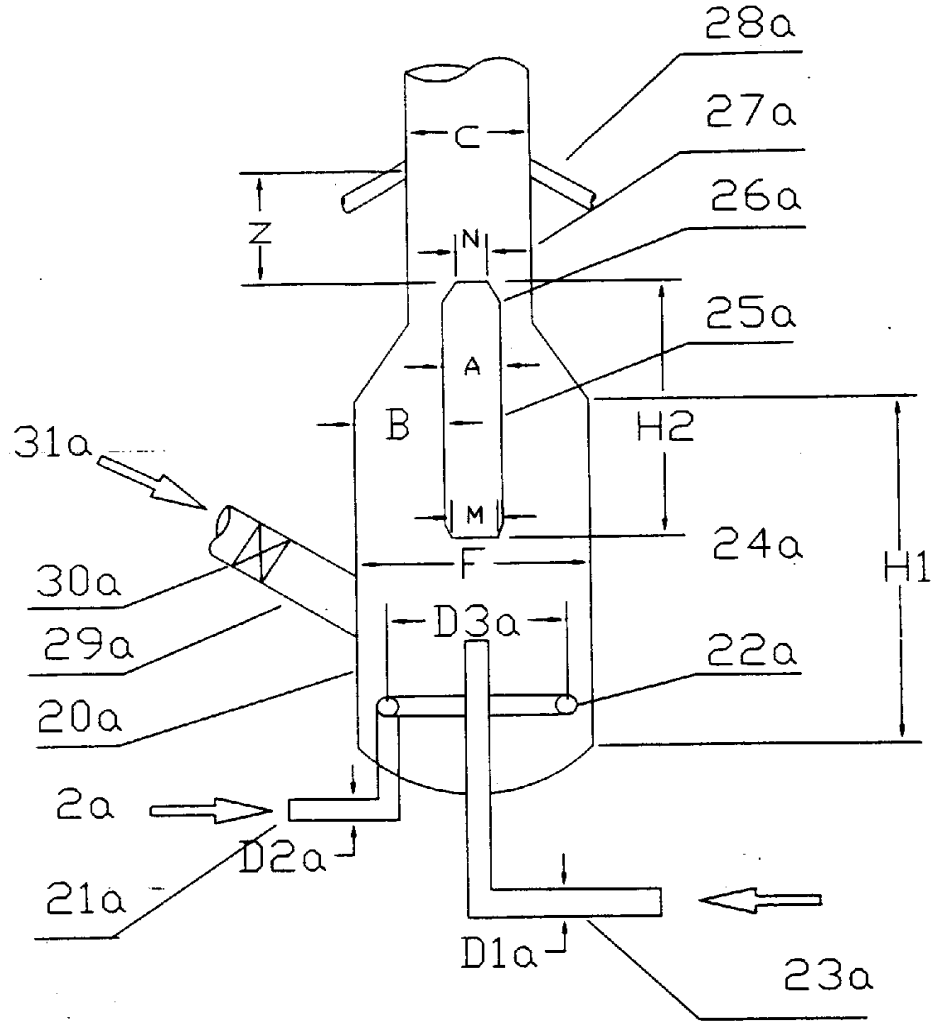
实施例分类	a 方 案		b 方 案	
提升管反应器设备参数和工艺参数	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
F / H <sub>1</sub> mm	φ 1800 / 4000	φ 1400 / 3100	φ 1600 / 4000	φ 1250 / 3000
A / H <sub>2</sub> mm	φ 1000 / 3800	φ 800 / 2800	φ 900 / 3000	φ 700 / 2800
D <sub>1</sub> mm	φ 159	φ 108	φ 159	φ 108
D <sub>2</sub> mm	φ 108	φ 89	φ 108	φ 89
Z	1800	1600	1800	1600
H	450	400	1000	800
L <sub>b</sub>			800	600
D <sub>3</sub> mm	φ 1400	φ 1100	φ 1200	φ 1000
内输送管提升气体线速 m / s	2.0	1.8	2.0	1.8
提升流化气体线速 m / s	0.1	0.1	0.08	0.08
提升管反应器处理量 t / a	140 × 10 <sup>4</sup>	80 × 10 <sup>4</sup>	120 × 10 <sup>4</sup>	60 × 10 <sup>4</sup>
提升管反应器规格 (直径 × 高)	φ 1300/43500	φ 1000/38000	φ 1150/4000	φ 900/3400
生焦 W%	8.25	7.5	8.3	8.15
提升管入口 / 出口温度 °C	520 / 510	520 / 510	495 / 485	510 / 500
提升管入口 / 出口压力 MPa	0.3 / 0.27	0.25 / 0.21	0.28 / 0.26	0.24 / 0.21

说明书附图



附图1

说明书附图

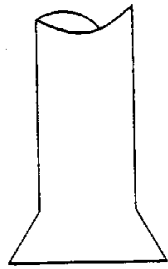


附图2

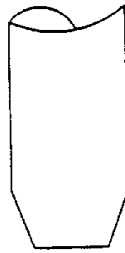


说明书附图

---



a

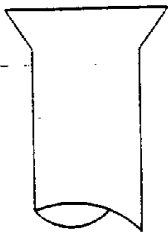


b

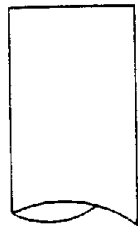


c

25 G



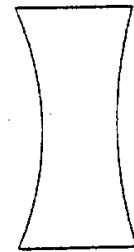
d



e



f

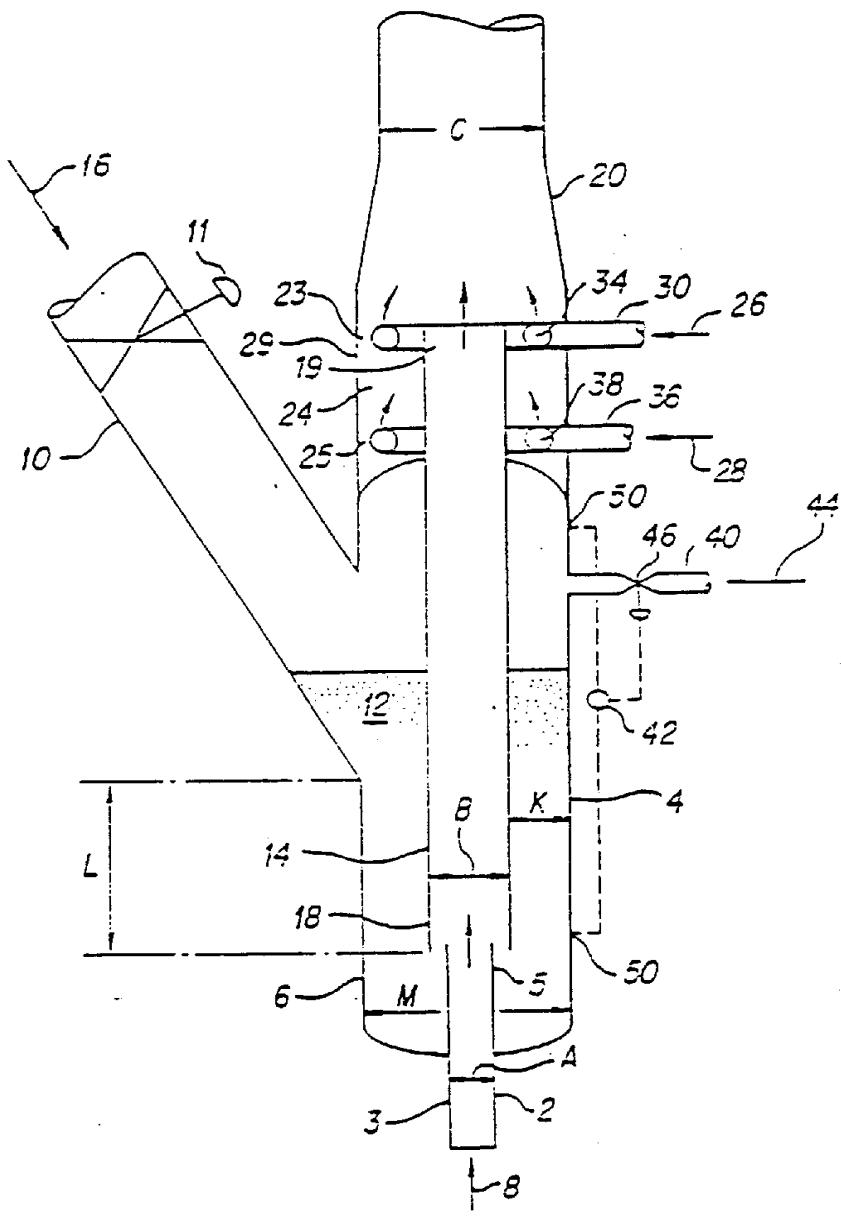


g

25 R

附图 4

说明书附图



附图5