

旋风分离器结构改进的研究

梁朝林

茂名学院(广东省茂名市 525000)

摘要 根据旋风分离器的工作原理及应用特点,分析了影响旋风分离器分离效率的因素及结构存在的问题,并提出了改进措施,即内管外壁增设螺旋翼片,扩散形锥体改为悬挂挡板。通过实验观察,改进结构的旋风分离器分离效率比常规旋风分离器高。实践证明,对于密度差异较小的非均相物系的分离,只要对旋风分离器作适当改进,仍能取得令人满意的效果,这大大拓宽了旋风分离器的应用领域。

主题词 旋风分离器 结构 改进 效率 提高

旋风分离器结构种类非常多,但都是利用含固体颗粒的气体旋转所产生的离心力,将颗粒从气流中分离出来的一种干式气固分离装置。旋风分离器结构简单,制造、安装投资省,属静设备,操作维护容易,性能稳定,操作弹性大,不受气体种类、气体中固体颗粒浓度以及温度、压力的限制,应用范围非常广^[1~5]。只要非均相混合物(如液-液、液-固、液-气、气-固等)存在密度差,都可以考虑用旋风分离器进行两相分离^[6~9]。

尽管旋风分离器应用广泛,也得到了不少研究和发 展^[4],然而仍存在不足,主要是对细小颗粒(粒径 $\leq 5 \mu\text{m}$)的介质分离效率不高。这方面的原因是气体旋转不够以及内旋转涡流易将已分离下来的颗粒物扬起夹带走。为讨论便利,本研究以分离气固混合物为例,研究旋风分离器结构存在的问题及其改进措施。

1 影响旋风分离器分离效率的因素

旋风分离器结构虽然简单,但因其内部的两相流动及分离机理很复杂,迄今尚未建立令人满意的数学物理模型,许多影响因素的分析尚停留在定性阶段。因此,掌握各种因素对旋风分离器分离性能的影响规律,对正确设计选用很有必要。本研究只讨论结构参数及操作条件,不涉及制造安装质量。

根据斯托克斯定律,颗粒在重力场和离心力场中的沉降速度^[10]分别为

$$\text{万方数据 } v_g = \frac{d^2(\rho_d - \rho)}{18\mu} g \quad (1)$$

$$V_c = \frac{d^2(\rho_d - \rho)}{18\mu} r\omega^2 = \frac{d^2(\rho_d - \rho)}{18\mu} \cdot \frac{V_t^2}{r} \quad (2)$$

旋风分离器的分离因数为

$$F_r = \frac{V_c}{V_g} = \frac{V_t^2}{rg} \quad (3)$$

根据颗粒在离心力场中自由沉降和气体在旋风分离器内的停留时间相等的关系可导出临界颗粒直径。

$$\frac{b}{V_c} = \frac{2\pi r N}{V_t} \quad (4)$$

$$d_{100} = \sqrt{\frac{9\mu b}{\pi N V_c (\rho_d - \rho)}} = 3 \sqrt{\frac{\mu r}{\pi N V_c (\rho_d - \rho)} \left(1 - \frac{r}{D}\right)} \quad (5)$$

根据式(4)分析,对一定的分离物系,旋风分离器气流切向速度、气流宽度、旋转半径、旋转圈数与离心沉降速度有关。根据式(5)分析,除 $(\rho_d - \rho)$ 外,影响分离效果(d_{100})的主要因素是 V_t , N 和 b 。

1.1 气体旋转切向速度

气体旋转切向速度(可视同入口气速)是个关键参数,由式(2)及式(4)可知, V_t 越大,处理气量可增大,最重要的是颗粒受离心力大,易甩向外筒内壁被分离捕集下来。但 V_t 过大则有三个不利因素:①气体湍流及甩到边壁的颗粒因切向速度太大发生碰撞弹跳被重新扬起,返回气相而形成返混现象;②使径向气速加大,上行轴向气速也加

收稿日期 2002-02-28。

作者简介 副教授,硕士,茂名学院化工学院院长,长期从事化学工程与工艺专业的教学与科研工作。

大,颗粒停留时间缩短,灰斗返气夹带变多;③压力降增大。

①和②严重时,会明显降低分离效率。大量的理论计算及实验结果表明 V_1 在 $12 \sim 26 \text{ m/s}$ 较为适宜。

1.2 气流平均旋转半径与旋风分离器外筒内径

由式(2)及式(5)可知, r 越小,颗粒受的离心力越大,即离心沉降速度越大; D 越小, d_{100} 也越小,即更细小的颗粒都能分离捕集下来。处理气量较大时,首选多个旋风分离器并联而非单个大型旋风分离器,一般旋风分离器(外筒)直径不大于 2 m ,当然也不能太小。

1.3 气流宽度 b 与入口高度 a

对切向式入口的旋风器, b 值偏小时颗粒易到达外筒内壁,但惯性作用易撞壁弹跳起来。特别是 b 值太小时,由于内旋气流作用,在外筒边壁处扬起的颗粒极易进入内管; b 值增大时,扬起及夹带现象大为减少,近内管外壁处的颗粒浓度远远小于外筒边壁,有利于提高分离效率。但 b 值过大时,在 N 有限的情况下, d_{100} 值小,但难以保证颗粒都能到达外筒边壁,从而降低效率。

矩形入口高度 a (相当于流体旋转一圈的高度)随 b 值而变。当气体流量一定时, b 小则 a 大,即旋转气流的螺距大,气流流动的轴向作用增强,而径向切线作用减弱,既削弱离心作用又引起锥体灰斗处颗粒物重新扬起。 b 大则 a 小,将导致较大的外筒直径及削弱离心力(r 增大, V_c 下降)。文献[2]推荐, a/b (高宽比)约为 $2.2 \sim 2.5$,最大不超过 $3.75 \sim 4$ 。但据实验观察,对于小型旋风分离器, a/b 值取下限更合适。在保证 V_1 最佳及 N 一定时, b 宜大不宜小。对于小型旋风分离器,实验观察入口形状对分离效率影响不大。为了简化管道连接,可直接采用圆管螺旋面进口,仍可获得理想效果。

1.4 旋转圈数

N 小时,颗粒尚未到达外筒边壁,就被气体携带进入内管排出,降低分离效率。 N 大, d_{100} 就小,换言之分离效率高,伴随的是压力降也大,但这是次要问题。工业实践为了获得较多的旋转圈数,多采用旋风分离器串联(即二级甚至三级)安装,保证有较多的旋转圈数,从而提高分离效率;但压力降增大,且设备庞杂、安装麻烦。能否在单个旋风分离器内获得较多的旋转圈数是个值得探讨的

问题。

1.5 排气内管与灰斗

一般旋风分离器都是依靠下行气流将已浓集在器壁处的颗粒插入灰斗的。因此不可避免地会有一部分气体进入灰斗,这部分气体总会夹带部分细颗粒返回旋风分离器筒体,进入排气管,从而影响分离效率。

文献[2~3]推荐,排尘口径应大于内旋流径,锥顶角 α 在 $10 \sim 20^\circ$ 为宜(高效结构取小值),排气管下端到灰斗内粉尘表面的距离大于 10 倍的内管内径,这些在设计选型时都可加以考虑。为了减小灰斗返气的夹带还可采用扩散锥体及带中间开孔的反射屏。结构是复杂了,但提高了效率,仍是值得的。

2 旋风分离器结构的两点改进

影响旋风分离器分离效率的三类因素是结构参数、操作条件与制造安装质量,设计、选用方面能调整的就是结构参数。只要能使气流在旋风分离器中旋转圈数足够,又能有效地避免已分离的气固相返混,则旋风分离器可进一步提高分离效率及扩大应用范围。

2.1 内管外壁增设螺旋翼片

实验室内管的插入深度是通过旋风分离器顶水平盖的螺纹来调节的,内管与外筒都用透明的有机玻璃制作,并且在内管外壁、外筒内壁沿轴向每隔 1 cm 涂上宽 1 cm 的环状黄油条纹(让它粘白土粉尘颗粒)。对 $D = 150 \text{ mm}$ 的 D_{III} 旋风分离器,白土的堆密度为 738 kg/m^3 ,在气体入口线速 $15.9 \sim 16.6 \text{ m/s}$,气体入口粉尘浓度 $180 \sim 191 \text{ g/m}^3$ 的情况下,实验结果见表 1。

表 1 内管插入深度与旋转圈数、分离效率变化情况

内管插入深度相当于 入口管内径的倍数	气体在外筒内 壁旋转圈数	分离效率, %
1	2.3	73
2	3.4	83
2.5	3.8	86
3	3.5	84
4	2.0	70
5	1.4	58
6	1.1	47

实验结果表明,适当增加内管插入深度可获得较高的效率,即获得较大的 N 值;但插入过深则适得其反,分离效率不升反降;严重时气体在内

筒外壁与外筒内壁环隙间的流动由旋转变为接近于直线的向下运动,此时旋风分离器旋转加速分离的功能基本丧失。

根据旋流式分离原理及轴向型旋分分离管的结构,对旋风分离器的内管外壁增设螺旋翼片,如图 1 所示。增设螺旋翼片,既可保证含固体颗粒气体的旋转圈数,减少 d_{100} ,提高分离效率;又可避免串联安装多台旋风分离器造成设备庞杂,连接安装麻烦以及操作时压力降偏大的问题。这种改进结构已成功应用在工业生产实践中的高效旋风分离器上^[8-9,11-12]。

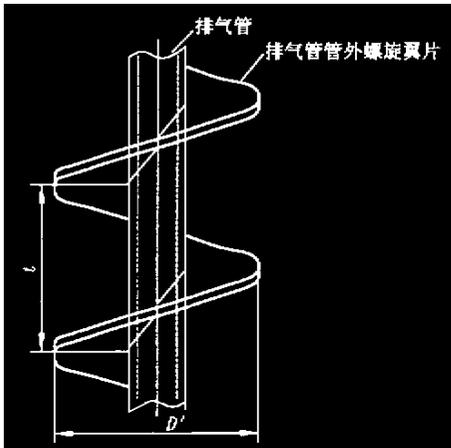


图 1 气体排出管外螺旋翼片示意

2.2 扩散形锥体改为悬挂挡板

扩散形锥体要求中间孔口很小,过大则不起作用。为了较好地克服灰斗处局部涡流,防止将分离下来的颗粒重新卷起进入上升的内旋流,又不致于使结构复杂,将旋风分离器外筒与锥体连接处至排气管下端管口的距离加长至 $3D$ 以上,旋风分离器锥体也适当加长,在锥体-筒体连接处与排气管口下端间的中部增设一个挡板(可由排气管吊挂,也可由外筒支撑),锥体下部取消灰斗,如图 2 所示。这样也能有效地防止颗粒扬起返混,结构则相对简单。

2.3 改进前后实验结果对比

选用 D_{III} 常规旋风分离器与增设螺旋翼片及防涡流挡板的改进型旋风分离器作对比实验。三种旋风分离器均为圆管狭缝进口形式,均不设灰斗,其排气管直径分别相同;为保证能够增设螺旋翼片及防涡流挡板,三种旋风分离器的圆筒及锥体均为加长型,长度分别相同。 D_{III} 常规旋风分离器排气管插入深度等于入口内径。对 $D = 150 \text{ mm}$

的 D_{III} 旋风分离器,在气体入口粉尘浓度 $180 \sim 191 \text{ g/m}^3$ 的条件下,实验结果见表 2。

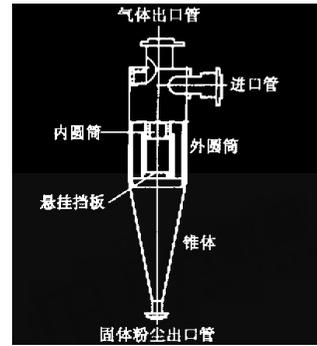


图 2 旋风分离器结构示意图

表 2 三种旋风分离器性能对比实验

项 目	D_{III} 常规旋风分离器	设 6 圈螺旋翼片,不防涡流挡板的旋风分离器	设 6 圈螺旋翼片及防涡流挡板的旋风分离器
气速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	16.3	17.3	16.3
分离效率, %	78.4	89.1	90.6
压力降/Pa	896	1 275	1 305

由表 2 可见,设螺旋翼片及防涡流挡板的旋风分离器效果最好,由于压力降增加不多,换取高的分离效率仍是可取的。

3 结束语

改进的各种旋风分离器已成功应用于胺液雾沫分离^[8]、煤油-水分离^[9]、白土输送的粉尘回收^[11-12]系统,取得较为满意的效果。目前也应用于润滑油生产装置从气提气体中回收油滴液沫的分离系统。

符号说明

- a ——气流高度(假定与入口矩形高度同), m ;
- b ——气流宽度(内管外径与外筒直径的间隙,一般等于矩形进口宽度), m ;
- d ——颗粒直径, μm ;
- D ——旋风分离器外筒直径, m ;
- D' ——螺旋翼片直径(略小于 D ,视气体中颗粒直径、浓度而定), m ;
- F_r ——分离因数;
- N ——气体旋转圈数;
- r ——气体的平均旋转半径, m ;
- t ——螺距, μm ;
- V_c ——颗粒在斯托克斯定律范围内的离心速度,即在离心力场的

沉降速度 m/s ;

V_g ——颗粒在重力场中自由沉降速度 m/s ;

V_t ——切向速度(假定与气体进口速度相等) m/s ;

η ——分离效率, % ;

μ ——气体粘度, $Pa \cdot s$;

ρ, ρ_d ——气体密度及固体颗粒密度 kg/m^3 ;

ω ——角速度。

参考文献

- 1 梁朝林. 化工原理. 广州: 广东高等教育出版社, 2000. 82 ~ 89
- 2 《化学工程手册》编辑委员会. 北京: 化学工业出版社, 1989. 72 ~ 133
- 3 化工设备设计全书编辑委员会. 除尘设备设计. 上海: 上海科

学技术出版社, 1985. 17 ~ 37, 44 ~ 155

- 4 刘金红. 化工装备技术, 1998, 19(5): 49 ~ 50
- 5 袁惠新等. 化工装备技术, 1999, 20(2): 16 ~ 19
- 6 邓志安. 石油化工设备, 1997, 26(2): 16 ~ 19
- 7 谢国佳等. 石油炼制与化工, 1994, 25(11): 21 ~ 25
- 8 梁朝林. 炼油设计, 1997, 27(3): 20 ~ 22
- 9 程丽华, 梁朝林. 石油化工高等学校学报, 2001, 14(3): 69 ~ 73
- 10 全国化工设备设计技术中心站机泵技术委员会. 工业离心机选用手册. 北京: 化学工业出版社, 1999. 5
- 11 梁朝林. 硫磷设计, 2000, 1(1): 17 ~ 20
- 12 梁朝林. 茂名学院学报, 2001, 11(3): 26 ~ 29

(编辑 吕艳芬)

IMPROVEMENT ON CYCLONE STRUCTURE

Liang Chaolin

Maoming College (Maoming, Guangdong 525000)

Abstract Factors affecting the separation efficiency of cyclone and its structure have been analyzed according to the working principles and application features. Improving measures have been proposed as well, i. e. adding spiral wing pieces on the outside of the inner pipe and replacing the diffusion taper by suspended baffle. The practice shows that separate efficiency of the improved cyclone is much better than that of the normal one. For the separation of non-homogeneous materials with little density difference, satisfactory effect can be obtained by the proper improvement on cyclone. So the application area of cyclone has been greatly widened.

Keywords cyclone, structure, modification, efficiency, increasing

征订启事

2003 年《炼油技术与工程》(原刊名《炼油设计》)征订启事

《炼油设计》, 2003 年 1 月将改名为《炼油技术与工程》, 英文名称“Petroleum Refinery Engineering 简称(PRE)”不变。是一份由中国石化集团公司洛阳石油化工工程公司主办的炼油和石油化工方面的科技期刊, 在世界权威性强文摘杂志“化学文摘(CA)”上的摘录率平均在 80% 以上。该杂志侧重工程, 突出应用, 主要报道国内外炼油、石油化工科学研究和工程技术开发的新成果及其应用, 设有工厂设计、加工工艺、设计方法、机械设备、配管技术、自动控制、计算机应用、油品储运、催化剂和助剂、油品与添加剂、能量利用、环境保护、安全卫生、技术经济、工程管理、数据图表等栏目。刊物改名后, 在保持原来特色和原有栏目的基础上, 将紧跟炼油技术的发展动态, 追踪世界炼油新技术, 加强炼油工程规划、优化、设计、建设和运行等内容的报道, 同时将扩大信息量。该杂志以从事工程设计、工业生产、科研和教学的技术人员为主要读者对象。宣传新产

品、新技术, 还承做广告业务。该杂志 1992 年和 1996 年两获全国优秀科技期刊二等奖, 2001 年 10 月进入中国期刊方阵“双百期刊”, 2001 年获得中国石化集团公司科技期刊评比一等奖。

该杂志为月刊, 每月 25 日出版, 国内外公开发行, 标准大 16 开本, 单价 8.00 元, 全年 96 元。国内邮发代号为 36-31, 全国各地邮局均可订阅。漏订者可随时与编辑部联系补订。

地址 河南省洛阳市 063 信箱《炼油技术与工程》编辑部

邮编 471003

电话 0379-4887019

传真 0379-4887689

E-mail: ljsj@lpec.com.cn

旋风分离器结构改进的研究

作者: [梁朝林](#)
 作者单位: [茂名学院, 广东省 茂名市 525000](#)
 刊名: [炼油设计](#) **ISTIC PKU**
 英文刊名: [PETROLEUM REFINERY ENGINEERING](#)
 年, 卷(期): 2002, 32(9)
 引用次数: 3次

参考文献(12条)

1. [梁朝林](#) [化工原理](#) 2000
2. [《化学工程手册》编辑委员会](#) [查看详情](#) 1989
3. [《化工设备设计全书》编辑委员会](#) [除尘设备设计](#) 1985
4. [刘金红](#) [旋风分离器的发展与理论研究现状](#)[期刊论文]-[化工装备技术](#) 1998(5)
5. [袁惠新](#) [查看详情](#) 1999(2)
6. [邓志安](#), [袁敏](#) [油水分离器中承受特殊力液滴运动分析](#)[期刊论文]-[石油化工设备](#) 1997(2)
7. [谢国佳](#) [查看详情](#) 1994(11)
8. [梁朝林](#) [查看详情](#) 1997(3)
9. [程丽华](#), [梁朝林](#) [改进型旋风分离器的新应用](#)[期刊论文]-[石油化工高等学校学报](#) 2001(3)
10. [全国化工设备设计技术中心站机泵技术委员会](#) [工业离心机选用手册](#) 1999
11. [梁朝林](#) [查看详情](#) 2000(1)
12. [梁朝林](#) [查看详情](#) 2001(3)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [钱付平](#) [不同排尘结构及操作条件旋风分离器分离特性的研究](#) 2006

旋风分离器作为一种重要的气固分离设备,因其具有结构简单、高效、能承受高温高压等优点,在能源、化工、冶金、环保等诸多领域有着广泛的应用。旋风分离器比较成功的应用是PFBC(增压流化床燃烧)、IGCC(整体气化联合循环)、CFBC(循环流化床燃烧)以及:FCC(催化裂化)装置等。在这些苛刻的运行条件下,旋风分离器是唯一一种可以商业应用的除尘和分离设备。然而,旋风分离器的主要缺点是对于粒径小于 $5\mu\text{m}$ 的颗粒除尘效率较低。

要提高旋风分离器的分离效率、改进结构和优化尺寸,必须深入地研究旋风分离器内湍流场分布规律以及气固两相分离特性。本文利用试验和数值模拟两种途径分析了小同结构及操作条件旋风分离器内强旋流场以及气固两相分离特性。试验研究包括气相流场和分离性能的测试,即应用先进的粒子图像测速技术(PIV)测量不同排尘结构旋风分离器灰斗及直管内的气相流场;测试了不同排尘结构以及不同入口颗粒浓度下旋风分离器的压力损失和分离效率。数值模拟时,气相场采用能反映各向异性湍流的雷诺应力输运模型(RSTM),各方程对流项采用具有二阶精度的QUICK差分格式。对颗粒相的计算,针对不同的入口颗粒浓度,分别采用单、双向耦合的离散颗粒模型以及简化的欧拉模型一代数滑移混合模型(ASMM)。针对工作在高温高压以及高入口颗粒浓度条件下旋风分离器非常有限的试验数据,本文还利用数值模拟技术对不同温度和压力下旋风分离器分离性能进行了预测,并预测了PFBC、IGCC以及CFBC典型工作温度、压力以及入口颗粒浓度下旋风分离器的分离性能。同时,论文还比较了数值模拟结果和相关的试验数据,结果表明:

- 1、数值模拟结果和有关的经验和半经验公式以及试验数据比较,能获得更为满意的结果,从而也表明,应用数值模拟技术来研究不同结构和操作条件下旋风分离器的分离特性是方便且可行的。
- 2、旋风分离器底部加直管及直管底部少量抽气使得气流向下移动,增加颗粒有效分离空间,有效降低已分离颗粒的二次扬尘,改善分离效果。然而,当直管长度增至一定值后,分离效率却有下降的趋势。说明,直管有一个最优长度,对于一定筒体直径的旋风分离器,其最优直管长度约为 $2D$ (D 为筒体直径)。虽然直管太长反而不利于粉尘的分离,但是,在直管底部抽取一定量的气体后,又能提高此时旋风分离器的分离效率。抽气量为2%时就能明显提高旋风分离器的分离效率。值得注意的是,和直管长度一样,抽气率也有一个最佳值,超过这个最佳值,分离效率增加不明显。本文中,旋风分离器的最佳抽气量约为2%。
- 3、压力损失和分离效率都随着温度的升高而降低,而且温度主要对粒径较小颗粒产生影响;压力增加使得压力损失和分离效率提高。从这个意义上看,温度增加而导致减小的分离效率会由于操作压力的提高而得到一定程度的补偿;
- 4、随入口颗粒浓度的增加,旋风分离器分离效率相应提高,尤其是小粒径颗粒,分离效率提高明显。但是,随着入口颗粒浓度的进一步增加,分离效率增加并不明显。在本文试验的入口颗粒浓度范围内,旋风分离器的压降会随入口颗粒浓度的增加而减小;
- 5、利用简化的欧拉模型一代数滑移混合模型计算循环流化床旋风分离器不但可以节省大量的计算时间,还能获得较为满意的结果,在实际应用时,可以利用该模型来定性分析颗粒入口浓度对旋风分离器分离性能的影响。

数值模拟以及试验所得结果对进一步认识不同排尘结构以及操作条件下旋风分离器的分离机理具有一定的指导意义。

通过数值模拟和试验研究发现,对于常规旋风分离器,其锥体底部以及灰斗内仍具有较强的旋流,据此可以认为,常规旋风分离器内的涡旋反转点并非停留在锥体部分,如果给其提供分离空间的话,气流仍会向下运动。正是从这一点来看,可以认为,常规旋风分离器的自然旋风会长人于其本体长度。本文利用数值模拟技术,并基于响应曲面法对旋风分离器自然旋风长进行了较为全面的研究,得到了一个有关自然旋风长的公式,该公式除了考虑入口面积、排气管直径对自然旋风长的影响外,还考虑了入口风速、旋风分离器高度以及排气管的插入深度的影响,和相关文献试验结果比较后表明,和文献中提出的公式相比,本文预测模型能更好地反映旋风分离器结构尺寸以及运行参数对其性能的影响,有助于进一步优化旋风分离器的结构设计。针对工业上应用较多的旋风分离器结构(除了筒体和锥体外,还包括灰斗及底部直管),利用新的自然旋风长公式,并考虑了颗粒在边界层中的受力情况,基于经典的边界层分离理论,对旋风分离器的分离效率模型进行了修正。对于不同结构尺寸旋风分离器,比较了修正模型和其它经典模型,结果表明,修正后的模型对不同旋风分离器结构尺寸都能获得较好的吻合程度。而不同的经验模型和不同结构的旋风分离器具有不同的吻合程度,从而也表明本文对自然旋风长以及颗粒受力的修正是合理的。

2. 学位论文 [张颖](#) [环氧丙烷系统旋风分离器的数值模拟和结构优化分析](#) 2006

本文对某石化公司环氧丙烷系统管路和设备早期失效的原因进行了分析研究。在此基础上,运用计算流体力学(CFD)的方法对旋风分离器结构上存在的问题进行了仿真研究,并优化了旋风分离器的结构。首先,用RNG $k-\epsilon$ 模型模拟了Kim和Lee的旋风分离器,把分级分离效率和Kim和Lee的实验数据作对比,验证RNG $k-\epsilon$ 模型模拟旋风分离器内部流场的可行性。其次,模拟了环氧丙烷系统旋风分离器,分析旋风分离器内部流场,并在此基础上改进旋风分离器的结构尺寸。最后,模拟了通用型旋风分离器,分析流场结构是否比环氧丙烷系统中旋风分离器流场结构更加有助于颗粒的分离。并在此基础上提出了针对通用型旋风分离器结构的改进方向和措施。本文的创新点在于,对环氧丙烷系统中旋风分离器采用分块混合网格,通用型旋风分离器采用分块结构网格;对通用型旋风分离器采用收缩进口、排气管偏心和排尘口加直管的情况进行了数值模拟分析。

3. 学位论文 乔靖杰 催化裂化沉降器顶部旋风分离器排灰结构内抑制结焦的研究 2005

针对催化裂化(FCC)沉降器顶部旋风分离器排灰结构的结焦问题,为达到减少进入灰斗气量,减少气体在旋风分离器排灰结构内停留时间的目的,提出了两种利于抑制结焦的新灰斗结构。首先,采用五孔球探针测量基准结构及两种新排灰结构内的流场;然后,采用气体示踪检测技术,测量基准结构及两种新结构内气体停留时间分布;最后采用加粉实验分析新结构的性能。主要获得的结论如下: 1. 灰斗内流场与上部分离空间内流场相比,速度分布变化不大。在灰斗内上部约100mm区域内,有明显的内循环气流存在,使气体停留时间大增,从而导致油气易于在排灰结构内结焦。 2. 灰斗采用第一种新开发的导流锥结构与基准结构相比,使灰斗上部最外侧的上行流消失,进而使灰斗内的内循环气量大大减少,由此可减少排灰结构内结焦的可能性。采用第二种新开发的阻流挡板结构能在不影响上部空间流场的基础上有效的减少进入灰斗和料腿的气量,也可达到防结焦的目的。 3. 采用气体示踪检测技术测量表明,基准结构的排灰结构有一部分气体进入灰斗内作循环流动,这部分气体由于在排灰结构内停留时间长而易导致结焦的发生。灰斗采用新开发的导流锥、阻流挡板两种结构可使气体在旋风分离器内的平均停留时间有所减小;并有效地减少气体在灰斗内的平均停留时间。由此可看出两种灰斗新结构都有利于防结焦。 4. 从性能对比试验看出,两种灰斗新结构在减少气体停留时间有利于抑制结焦的基础上,分离效率还都有所增加,而且压降还没有明显变化,证实两种灰斗新结构可适用于工业应用。

4. 期刊论文 钱付平, 章名耀, QIAN Fu-ping, ZHANG Ming-yao 不同排尘结构旋风分离器的分离特性 - 燃烧科学与技术 2006, 12(2)

在欧拉-拉格朗日坐标系中对常规旋风分离器和两个不同直管长度旋风分离器内气固流动特性进行了数值模拟。模拟时气相场采用雷诺应力输运模型,应用随机轨道模型模拟湍流场中颗粒的运动轨迹,并考虑气固两相之间的双向耦合,给出了不同排尘结构旋风分离器的速度、湍动能分布。对不同排尘结构旋风分离器的分离性能进行了实验研究。结果表明,底部加延长的直管可以使灰斗中气流的速度和湍动能得到较大衰减,能有效防止已分离颗粒的二次扬尘。直管内仍具有一定的分离能力,分级效率实验表明,加直管后旋风分离器分级效率有一定的提高。对于给定的旋风分离器,直管长度应有一最优值。

5. 学位论文 钱付平 静电旋风分离器结构优化 2003

静电旋风分离器在旋风分离器的基础上,在其内部设置电晕极综合利用离心力和静电力,在旋风分离器高效捕集粗颗粒粉尘的基础上更有效地捕集微细粉尘。国内外现有的旋风分离器结构尺寸设计方法有多种,归纳起来均经验型设计和半经验型设计。前者是在研究了旋风分离器结构尺寸变化对其性能的影响后来确定结构尺寸的,这种方法由于没有数学模型作指导,故无法定量估计它的性能。半经验设计是以Leith法为代表,它理论性较强,构造的数学模型与实际吻合较好,是目前较为先进的设计方法,但其数学模型不够完善,通用性较差,有进一步研究的必要。该文在前人工作的基础上对静电旋风分离器中粒子的运动规律进行了详细的研究,建立了设计变量、目标函数、约束函数一体化的优化设计数学模型,应用优化理论对静电旋风分离器的最优结构尺寸进行了预测。根据优化结果加工了A、B型静电旋风分离器,对其性能进行了测试。并对电晕极的合理结构进行了初步的探讨。结果表明:该文得出的结构尺寸在同类静电旋风分离器中分离效率最高;在分离器中电晕极根数并非越多越好,该文通过实验得出,电晕极为8根时较16根时分离效率高;电晕极靠近筒壁有利于分离效率的提高。最后,该文还从静电学及旋风分离器的基本理论出发,对所研究的扩散式静电旋风分离器的分离机理进行了理论的探讨,从而为静电旋风分离器的工业化应用提供理论依据。

6. 期刊论文 张建, 金有海, ZHANG Jian, JIN You-hai 不同锥体结构旋风分离器的分离特性数值研究 - 石油化工设备 2007, 36(6)

采用CFD软件FLUENT对3种排尘口直径不同的旋风分离器以及长锥型旋风分离器中的气相流动规律进行数值模拟,模拟结果与试验结果基本吻合。模拟结果表明,随着排尘口直径的减小,分离性能有所提高。长锥型旋风分离器轴向速度分布呈现与高效Stairmand型旋风分离器不同的不稳定分布状态,出现明显的短路流现象,通过改进其结构尺寸可得到稳定流场,从而提高分离效率。CFD数值模拟方法可以很好地预测旋风分离器结构尺寸变化对内部流场的影响。

7. 学位论文 胡(王乐)元 旋风分离器内强旋湍流场流动结构的研究 2002

本文研究蜗壳式旋风分离器内强旋湍流场的流动结构。从国内外对旋风分离器的大量研究工作看来,以往的工作主要集中在时均流场的研究上,对分离器内湍流结构的研究涉及甚少。而本文不仅对时均流场的研究更为细致,而且通过对湍流参数的统计分析,给出了对旋风分离器内强旋湍流场结构的一些新的认识。

8. 学位论文 王洪英 煤气化炉高温高压旋风分离器的设计研究 2007

加压流化床煤气化炉用旋风分离器的设计是当前旋风分离器应用所面临的一项挑战。煤气化工艺要求该旋风分离器在1000℃左右高温和几个MPa的加压条件下,具有良好的分离性能和可靠的设备机械强度与安全使用寿命。而高温和加压工作条件,给旋风分离器的机械设计提出了一系列新的亟待解决的工程技术问题:高温不但使旋风分离器的效率大幅下降,而且带来了严重的设备系统膨胀、热应力问题,以及隔热衬里过厚导致的设备本体体积庞大,开停工困难等;加压则更增加了旋风分离器设备机械强度设计的困难。 本文根据加压流化床煤气化的应用要求,对高温高压旋风分离器的工程设计问题进行研究探索。主要研究内容有:承压隔热衬里外置旋风分离器方案与压力容器内置旋风分离器方案进行的技术经济比较,结果表明外置旋风分离器方案适宜于加压流化床煤气化系统使用;应用ANSYS软件应力分析和Φ800 mm旋风分离器大冷模性能对比实验,考察了矩形180°蜗壳入口、矩形直切入口、弯管圆形入口旋风分离器的承压能力与分离效率、压降性能,计算及实验结果表明弯管圆形入口的旋风分离器是承压外置旋风分离器的适宜结构;通过调研分析比较了硅酸钙板、多晶莫来石纤维、BPDI-G、BL-G隔热衬里的厚度及费用,综合比较后选择了经济技术性能最佳的硅酸钙板做为隔热材料,并探讨了双层衬里的连接方式;进行了设备热膨胀及安装支撑计算,探讨了高温高压旋风分离器热位移的解决方案;并以1.0MPa加压流化床煤气化炉的工艺参数为例,进行了承压隔热两级外置旋风分离器的设计。

9. 学位论文 王成 旋风分离器灰斗结构的试验研究 2007

试验采用两种方法对旋风分离器的灰斗结构加以改进。第一种方法是在排尘口处加装了一段管壁开缝的直管,另一种方法是通过变化灰斗的直径和高度对旋风分离器灰斗尺寸加以优化匹配。试验结果表明在排尘口处加装管壁开缝直管的设计方法不能使旋风分离器的性能得到改善。分别对一台标准型PV分离器和一台芯管结构经过改进后的PV型分离器进行了灰斗尺寸优化匹配试验,从试验结果中可以归纳出灰斗直径的最佳值应为0.7到0.75倍的旋风分离器筒体直径值,其最佳高度值应为1.2到1.5倍的灰斗筒体直径值,并且灰斗尺寸变化对分离器压降影响很小。灰斗结构经过优化匹配后的旋风分离器其综合性能因子较未优化前提高了14%~18%,并且这一优化结构具有相对的稳定性,不受旋风分离器操作条件和其他部分结构尺寸改变的影响。通过对多个灰斗加尘状态下流场的观察,发现灰斗内也存在着头顶灰环和偏流现象,且尘斗内也存在着头顶灰环和偏流现象,且尘斗内灰斗顶灰环的高度约为50mm~70mm。借助于前人对灰斗内流场的测量和本试验的观察本文还对灰斗最优结构的产生的机理进行了初步分析。

10. 学位论文 周雷 旋风分离器新型排气芯管的研究开发 2007

旋风分离器结构简单、高效、无需维护并能耐高温高压侵蚀,广泛应用于许多气固分离过程,特别是在石化行业昂贵催化剂的回收和煤粉燃烧的高温除尘中,已成为必要的分离装置。降低分离器压降和提高分离效率一直是人们追求的目标。本文以PV型高效旋风分离器为基础,针对旋风分离器排气芯管插入深度及排气芯管结构开发进行了一系列的结构性能对比试验研究和数值模拟分析。 试验结果表明,旋风分离器压降以排

气芯管下口末端与分离器进气口下沿平齐的插入深度时最高，排气管插入深度低于或高于进气口下沿时，压降都有所降低；分离效率则随芯管插入深度增加而增加；排气芯管零插入(无排气芯管)时，压降与效率最低，其压降约是芯管插入深度为进气口高度时的70%，效率约为75%~80%。用CFD软件对不同芯管插入深度的分离器内时均流场进行了模拟分析，获得了不同芯管插入深度下旋风分离器内气体三维速度分布和旋涡摆动特征，为分析排气芯管插入深度的影响提供了依据。最后进行了PV型旋风分离器新型排气芯管(塔式排气芯管)的试验研究，试验考察了塔式排气芯管插入深度、分离器筒体高度、扩口锥环的位置和直径、分离器入口面积比等因素对分离性能的影响，获得了在压降有所降低的情况下分离效率仍可比PV型提高近2%的好结果。这些试验结果为进一步深入开发更高效的第二代PV型旋风分离器打下了良好的基础。

引证文献(6条)

1. [赵文平, 张德刚, 孙晓宏](#) [玻璃纤维湿法薄毡生产线白水、粘结剂循环系统的开发](#)[期刊论文]-[山东建材](#) 2007(06)
2. [张红星, 张金利, 马文耀](#) [BY型旋风分离系统在催化裂化装置上的应用](#)[期刊论文]-[石化技术](#) 2007(01)
3. [陈宏基](#) [旋风除尘器机理性能研究及改进](#)[学位论文]硕士 2006
4. [刘振斌](#) [旋风分离器排气结构的改进试验](#)[学位论文]硕士 2006
5. [祝传钰](#) [内部结构变形对旋风分离器性能影响的数值仿真研究](#)[学位论文]硕士 2006
6. [王瑶, 王建松, 邓毛程, 阳元娥, 张远平](#) [一种高效旋风分离器在谷氨酸发酵中的应用](#)[期刊论文]-[广西蔗糖](#) 2005(02)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_lys200209003.aspx

下载时间: 2009年10月6日