

无内旋流旋风分离器排气管入口 加十字架的阻力特性优化实验研究

王 蓉 王怀彬 张子栋 (哈尔滨工业大学)

何伟才 (广东省节能中心)

〔摘要〕 内旋流阻力损失占旋风分离器总阻力损失的50%以上, 无内旋流旋风分离器由于消除了内旋流, 因而降低了阻力损失。在这种旋风分离器排气管入口加十字架, 可以减小净化气流的旋转速度, 从而使阻力损失降低1/3。本文从实验角度进行了该种旋风分离器排气管入口加十字架的阻力特性优化研究。

关键词 旋风分离器 内旋流 十字架阻力特性

1 前言

旋风分离器内气流主要由旋转向下的外旋流和旋转向上的内旋流组成, 这两种旋流场均造成旋涡流场损失。但外旋流能量对颗粒的捕集分离起决定性作用, 是有效能量。而内旋流能量则对颗粒的捕集分离不起作用, 属于消耗性能量。据测, 内旋流能量损失占旋风分离器总能量损失的(50~60)%, 甚至达87%〔1〕。内旋流不仅增加了旋风分离器的阻力损失, 而且对分离效率不利。少量细颗粒因离心力不够未能被分离, 它们仍然在中心气流中, 内旋流则可能将这部分颗粒夹带出去, 从而影响分离效率。因而, 如何消除内旋流就成为近年来人们所关注的问题。

现有的旋风分离器, 由于有上排气芯管存在, 因而都不能从根本上消除内旋流。采用下排气方式, 气流进入分离器筒体后旋

转, 颗粒因离心力作用而被分离, 净化气流则进入下排气管直接排出, 而不再折转向上形成内旋流, 从而消除了内旋流对阻力损失和分离效率的不利影响。考虑到这种无内旋流旋风分离器的净化气流是旋转进入排气管的, 这必然造成了排气管内的旋流损失, 采用在排气管入口加十字架的方法, 将净化气流的旋转速度降低, 甚至变成直线运动, 从而进一步回收排气管内的旋流损失。这种旋风分离器排气管入口加十字架, 可以进一步降低1/3的阻力损失, 而分离效率变化不大。

2 实验设备与方法

实验装置系统如图1所示。旋风分离器外筒直径 $D_w = 200$ mm, 排气管直径 $D_n = 100$ mm, 排气管壁厚 $\delta = 3$ mm, 进口尺寸为宽 $b = 50$ mm, 高 $a = 100$ mm, 材料为有机玻璃。

收稿日期: 1992-05-05

本文联系人: 王怀彬 男 39 150006 哈尔滨工业大学热能工程教研室

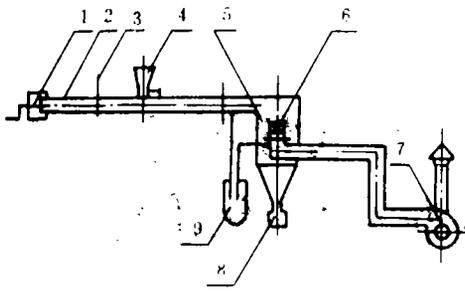


图1 实验装置系统

- 1. 调节风门 2. 进风道 3. 测速管 4. 给料装置
- 5. 旋风分离器 6. 十字架 7. 引风机 8. 集灰瓶
- 9. U型测压计

十字架是经过优化后选定的翅片型式。优化实验中，用到了十字架与八瓣翅片，如图2。现定义它们的大小：十字架与八瓣翅片各自具有等长的翅片，它们必内接于某一个圆，设该圆的直径为 D ，则定义十字架或八瓣翅片的大小为 ϕD 。

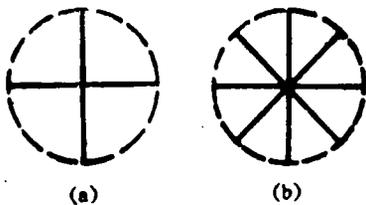


图2 翅片的形状及大小

流速与压力测定：标准皮托管安装在进口风道上并与微压计相连接，测出动压即可计算出进口平均速度及流量。采用U型压力计测量分离器的进出口静压降。

进口气流粉尘浓度及分离效率的测定：采用称量及计时法。测得每次实验给入粉量及实验时间，并称出由分离器分离下来的粉尘重量。按通过风道的空气流量及在一定时间内的给入粉量 G_1 和分离下来的粉尘重量 G_0 ，可计算出气流的粉尘浓度 μ 及分离效率 η ：

$$\mu = \frac{G_1}{u \cdot A} \quad \text{g/m}^3 \quad (1)$$

$$\eta = \frac{G_0}{G_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中， u 、 A 分别为进口平均速度及流通面积。

在实验室里进行了该种无内旋流旋风分离器排气管入口加十字架的结构尺寸优化实验，选定了合适的排气管长度，合适的翅片型式——十字架，合适的十字架大小及其长度。

3 实验结果与讨论

3.1 常规切流反转式旋风分离器的阻力特性数据列于表1。

表 1

$u(\text{m/s})$	7.53	11.98	14.21	15.43	15.82
$\Delta P(\text{Pa})$	253.9	752.9	1019.5	1187.5	1280.6
ξ	7.28	8.53	8.21	8.11	8.32

平均阻力系数 $\xi_0 = 8.09$

3.2 不同排气管高度的无内旋流旋风分离器的阻力特性

如图3所示，随着排气管高度 L 的增加，阻力损失上升，并且排气管越高时，上升的幅度越大。考虑到排气管太短对分离效率不利，选定排气管的最佳长度为 $L = 170 \text{ mm}$ 。此时，平均阻力系数 $\xi_1 = 5.25$ 。

比较 ξ_0 ， ξ_1 ；有：

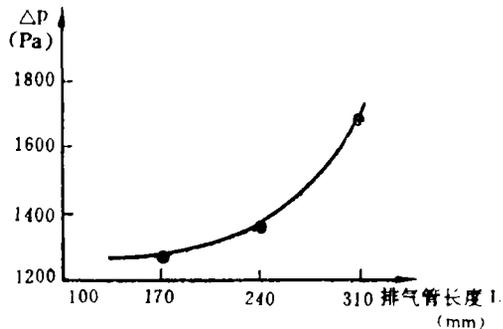


图3 排气管高度对阻力的影响
(进口风速 $u = 20 \text{ m/s}$)

$$\frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0} \times 100\% = 35.11\%$$

结果表明,无内旋流旋风分离器可以使阻力损失得到大幅度降低。

3.3 排气管入口顶部(管外)加十字架与排气管入口内部加十字架的阻力特性。

表 2 为十字架装在排气管入口顶部的数据,十字架大小为 $\phi 100\text{ mm}$, 长度为 80 mm 。

表 2

$u(\text{m/s})$	12.58	17.62	20.11	22.32	23.96
$\Delta P(\text{Pa})$	947.7	832.5	1109.3	1228.6	1408.7
ξ	4.6	1.36	4.46	4.01	3.99

平均阻力系数 $\xi_2 = 4.28$

表 3 为十字架装在排气管入口内部的数据,十字架大小同上。

表 3

$u(\text{m/s})$	10.83	15.43	17.89	20.13	21.38
$\Delta P(\text{Pa})$	486.2	947.4	1285.3	1567.5	1740.1
ξ	6.74	6.17	6.53	6.29	6.19

平均阻力系数 $\xi_3 = 6.44$

比较表 2, 表 3, 可以看出十字架应加在排气管入口顶部。

3.4 同长度十字架与八瓣翅片的阻力特性

在优化出的最佳长度排气管的入口顶部加一大小为 $\phi 100\text{ mm}$, 长度为 80 mm 的十字架, 数据见表 2。把十字架换成同大小同长度的八瓣翅片, 数据见表 4。

表 4

$u(\text{m/s})$	10.83	16.24	21.65	22.32	23.84
$\Delta P(\text{Pa})$	347.0	710.4	1153.1	1268.4	1394.6
ξ	4.81	4.38	4.00	4.11	3.99

平均阻力系数 $\xi_4 = 4.26$

由表 2、表 4 的比较可知, 排气管入口加十字架的阻力系数与加八瓣翅片的阻力系数相近, 而八瓣翅片的加工比十字架要复杂得

多, 所以, 选用十字架型式。

3.5 不同十字架大小的阻力特性

排气管入口加长度为 80 mm 的十字架, 十字架大小为 $\phi 100\text{ mm}$ 时的数据见表 2, 十字架大小为 $\phi 80\text{ mm}$ 时的数据见表 5。

表 5

$u(\text{m/s})$	12.01	17.43	20.31	21.98	22.71
$\Delta P(\text{Pa})$	511.8	1021.1	1413.0	1583.6	1636.7
ξ	5.77	5.46	5.57	5.33	5.16

平均阻力系数 $\xi_5 = 5.46$

比较表 2、表 5 可以看出, 十字架减小对减阻不利。这是因为十字架减小, 使得气流旋转速度下降的幅度就变小了。但另一方面, 十字架增大, 对分离效率不利。因此选定十字架大小为 $\phi 100\text{ mm}$ 。

3.6 不同长度十字架的阻力特性

在最佳长度的排气管入口, 加不同长度的十字架, 十字架大小为最佳值 $\phi 100\text{ mm}$ 。十字架长度设为 L_0 。分离器阻力损失随 L_0 的变化如图 4 所示。

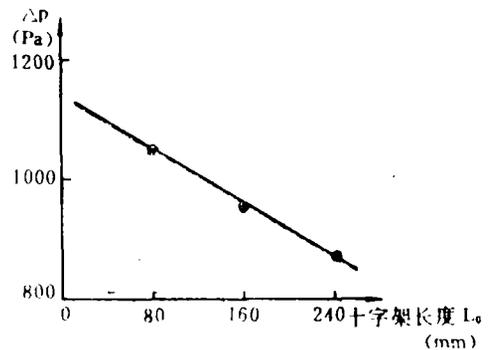


图 4 十字架长度对阻力的影响

(进口风速 $u = 20\text{ m/s}$)

如图 4, 随着十字架长度的加长, 阻力损失成线性下降。这是由于十字架越长, 净化气流的旋转速度越早被减弱。考虑到分离效率及分离器筒体的限制, 选定最佳的十字架长度为 $L_0 = 240\text{ mm}$ 。

3.7 无内旋流旋风分离器排气管入口加最佳十字架的阻力特性。

此时为最佳结构,即在长度为170 mm的排气管入口顶部加大小为 $\phi 100$ mm,长度为240 mm的十字架。数据见表6。

表 6

$u(\text{m/s})$	12.83	17.11	20.18	22.19	24.57
$\Delta P(\text{Pa})$	374.6	639.2	851.5	1020.5	1247.5
ξ	3.70	3.55	3.40	3.37	3.36

平均阻力系数 $\xi_0 = 3.48$

比较 ξ_1, ξ_0 , 有:

$$\frac{\xi_1 - \xi_0}{\xi_1} \times 100\% = 33.71\%$$

由此可见,无内旋流旋风分离器排气管入口加合适的十字架,可以使阻力损失进一步降低1/3。

3.8 最佳结构分离器的分离效率。

用 $0 \sim 50 \mu\text{m}$ 的滑石粉作为试验物料,测量该分离器的分离效率。图5为分离效率随进口风速、含尘浓度的变化规律。

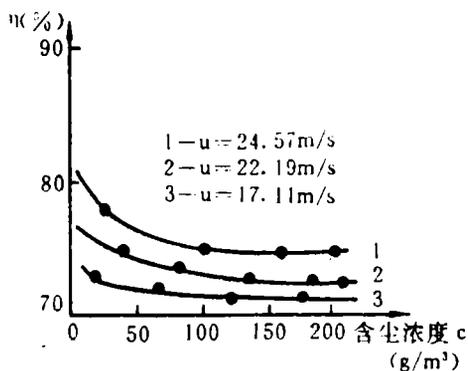


图 5 最佳结构分离器的分离效率

由图5可以看出,随着含尘浓度的增加,分离效率急剧下降,当含尘浓度大到一定程度时,这种分离器的分离效率趋于稳定。随着进口速度的增加,这种下降趋势更为显著。

基于这一现象,可以这么分析:含尘浓度增加时,分离器中心区域气流中粒子数量增多,十字架的存在使得中心区域粒子被夹带出去的数量增多,因而分离效率下降了。气流速度增加时,分离器的分离能力加强,因而使得分离效率随含尘浓度的变化更为显著。

3.9 最佳结构分离器的分离效率。

用锅炉煤灰作为试验物料,测定分离器的分离效率随煤灰粒度不同的变化。如图6所示。

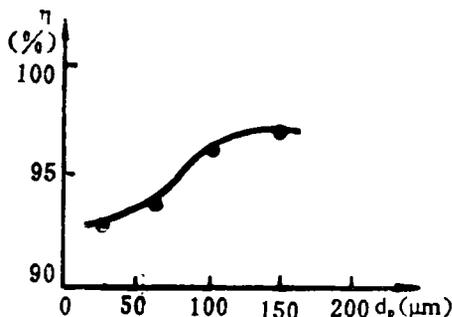


图 6 最佳结构分离器的分离效率
(进口风速 $u = 24.57\text{m/s}$, 含尘浓度 $c = 104 \sim 107\text{g/m}^3$)

4 结论

- (1) 无内旋流旋风分离器可以大幅度降低阻力损失。
- (2) 无内旋流旋风分离器排气管入口加十字架,可以进一步降低阻力损失1/3。
- (3) 无内旋流旋风分离器排气管入口加十字架,可以保证较高的分离效率。

参考文献

- 1 陈明绍等. 除尘技术的基本理论及应用. 中国建筑工业出版社, 1981年.
- 2 谭天佑等. 工业通风除尘技术. 中国建筑工业出版社, 1984年.

(37)

An Experimental Study of the Optimization of
Flow Resistance Characteristics at the Exhaust
Pipe Inlet (Provided with a crossbar) of a Cyclone
Separator with No Internal Swirling Flow

Wang Rong, Wang Huaibin and Zhang Zidong
(Harbin Institute of Technology)

He Weicai

(Energy Saving Center of Guangdong province)

Abstract

Resistance loss caused by internal swirling flows accounts for more than 50% of a cyclone separator total resistance loss. Due to the absence of internal swirling flows in a cyclone separator with no internal swirling flows it is possible to significantly lower flow resistance loss. With the addition of a crossbar at the exhaust pipe inlet of a cyclone separator the rotation speed of clean gas flow can be reduced, thus effecting a decrease of resistance loss by one third. Based on test results, this paper makes an optimization study of the resistance characteristics at the inlet (with a crossbar being added) of such a cyclone separator.

Key words: cyclone separator, internal swirling flow, crossbar, resistance characteristics

(41)

Vapor pressure Equation which complies with a
New Skeleton Table of Water Vapor

Li Zhiwang and Su Zhijun

(Heilongjiang Electric Power Test Institute)

Yan Jialu

(Harbin Institute of Technology)

Abstract

In this paper is presented a water vapor pressure equation with a temper-
?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>