

通风除尘系统中吸尘罩的设计与计算

李志华

(青岛科技大学 67 信箱, 山东 青岛 266042)

摘要: 吸尘罩是通风除尘系统中的重要部件, 通过分析吸气口的气流运动规律, 提出了吸尘罩的设计计算方法以及所遵循的设计原则, 为准确地进行通风除尘系统的设计提供了依据。

关键词: 除尘; 吸尘罩; 设计计算

中图分类号: TQ330.4+93

文献标识码: A

文章编号: 1005-4030(2005)02-0024-04

在工业生产中, 从生产设备和辅助设备在工作过程散发出来的含尘气体, 如不加以控制, 就会污染车间, 如不加以处理, 就会从车间排放到大气环境, 对大气造成污染。为防止粉尘的扩散, 就要配置通风除尘系统, 把这些粉尘收集起来, 然后加以处理和控制。吸尘罩是通风除尘系统中的重要部件。由于工艺条件的限制, 生产设备无法进行全密闭, 只能把吸尘罩设置在尘源附近, 依靠罩口外吸气流运动, 把粉尘全部吸入罩内, 使工作地点的空气含尘浓度符合国家标准。吸尘罩的计算是否准确、设计是否合理对整个通风除尘系统的技

术是橡塑工业中最常用的吸尘罩, 本文重点介绍伞形吸尘罩的设计计算。旁侧吸尘罩和条缝吸尘罩的设计计算可供参考。

1 吸气口气流运动的规律

吸尘罩是通过罩口的抽吸作用, 在距离吸气口一定位置的粉尘散发点(即控制点)上造成适当的空气流动, 从而将粉尘吸入罩内。粉尘控制点的空气运动速度称为控制风速 V_x (吸入速度)。这样就向我们提出了一个问题, 吸尘罩需要多大的吸风量 Q , 才能在距离罩口 x 处达到必要的吸入速度 V_x ? 要解决这个问题, 必须掌握 Q 和 V_x 之间的变化规律。

图 2 是一个吸气口周围气流运动的情况。如果将这个吸气口近似的看作一个点, 如图 2(a) 所示。气流从四周流向该点, 它的流线就是以该点为中心的径向线。在吸气口四周空气流速相等的点所组成的面是以该点为球心的球面, 这些球面成为吸气口的等速面。通过每个等速面的空气量就是吸尘罩的吸风量, 即:

$$Q = 4 R_1^2 V_1 = 4 R_2^2 V_2 \quad (1)$$

式中: V_1, V_2 ——点 1 和点 2 的空气流速, m/s;

R_1, R_2 ——点 1 和点 2 至吸气口的距离, m。

(1) 式可以改写为:

$$V_1 / V_2 = (R_2 / R_1)^2 \quad (2)$$

由式 (2) 可以看出, 吸气口外某一点的空气流速与该点至吸气口距离的平方成反比。这说明随控制点至吸气口距离的增大, 控制点的空气流速会很快衰减。因此布置吸尘罩时, 应尽量靠近粉尘源。如果吸气口设在平板上, 如图 2(b) 所示, 由于吸气范围受到限制, 它的等速度面是半个球

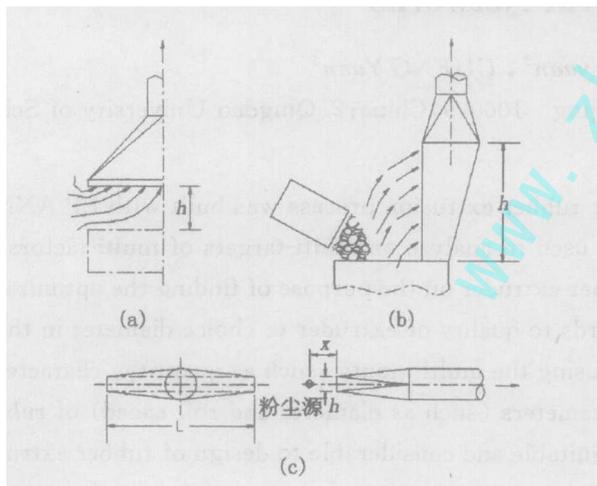


图 1 吸尘罩的结构

术经济性能具有重要的影响。按吸尘罩的结构, 吸尘罩可分为伞形吸尘罩(a)、旁侧吸尘罩(b)和条缝吸尘罩(c)3种^[1], 如图 1 所示。其中伞形吸

收稿日期: 2004-07-30

作者简介: 李志华(1964-), 男, 副教授, 主要从事高分子材料加工机械的教学与科研工作。

面,通过半个球面的空气量就是吸气口的吸风量,即:

$$Q = 2 R_1^2 V_1 = 2 R_2^2 V_2 \quad (3)$$

比较公式(1)、(3),在同样的距离,同样的空气流速,自由设置的吸气口所需的吸风量要比靠平面设置的吸气口大一倍。因此,设计吸尘罩时应设法减少吸气范围。

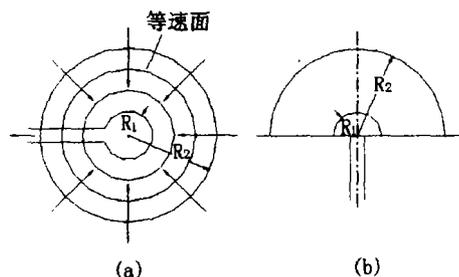


图2 吸气口周围气流运动

实际应用的吸尘罩都是有一定面积的,不能看作一个点,因此不能把上述吸气口的气流运动规律直接用于吸尘罩的设计计算。常用的计算方法是根据粉尘源的尺寸、粉尘进入吸尘罩口的平均风速或吸尘罩口周边截面的平均风速进行设计计算。

2 伞形吸尘罩的设计计算

伞形吸尘罩常安装在粉尘源的上方,飞扬的粉尘场不具有浮力,因而不会自动流向吸尘罩内。如果想把罩下方的粉尘抽走,就必须用风机在罩口形成一定负压^[2],即在粉尘的飞扬处造成一定的上升风速,以便将粉尘吸入罩内。因此,必须确定这种吸尘罩的吸气量。只有准确地确定了吸尘罩的吸气量,才能准确地进行整个除尘系统的设计,达到理想的除尘效果。下面介绍两种伞形吸尘罩的设计计算方法。

2.1 按罩口的平均风速设计计算

要确定伞形吸尘罩的吸气量,吸尘罩的罩口风速是设计中的关键数据,不同的工作状况下要取得比较好的吸尘效果,其罩口风速相差很大。对同一吸尘罩在同一工况下,罩口的中心部分风速和罩口边缘部分风速也不相同,有时也会相差很大。根据经验,表1列出了橡塑工厂中常用的罩口平均风速。

吸风量的计算公式如下:

$$Q = 3600 A V_{pl} \quad (4)$$

式中: Q ——吸尘罩吸风量, m^3/h ;

A ——罩口面积, m^2 ;

V_{pl} ——罩口平均风速, m/s 。

表1 吸尘罩罩口平均速度

条 件	举 例	罩口平均速度 m/s
扬尘速度极低, 没有干扰气流	(1) 烟尘从敞口容器外溢;	0.25 ~ 0.5
	(2) 液面蒸发;	
	(3) 浸槽	
扬尘低速飞散, 无干扰气流	(1) 喷漆;	0.5 ~ 1.0
	(2) 酸洗;	
	(3) 焊接	
扬尘较高速飞散, 有较小干扰气流	(1) 开炼机、密炼机;	1.0 ~ 2.5
	(2) 装袋、装桶;	
	(3) 解包机	
扬尘高速飞散, 有干扰气流	(1) 喷砂;	2.5 ~ 10
	(2) 粉磨机;	
	(3) 砂轮机	

常见的罩口形状为矩形和圆形见图3(a), 3(b)。

罩口面积的计算方法:

$$\text{矩形罩口: } A = L W \quad (5)$$

$$\text{其中: } L = l + 0.5 h \quad (6)$$

$$W = w + 0.5 h \quad (7)$$

$$\text{圆形罩口: } A = R^2 \quad (8)$$

$$\text{其中: } R = r + 0.25 h \quad (9)$$

式中: L ——罩口的长度, m ;

W ——罩口的宽度, m ;

l ——设备或粉尘源的长度, m ;

w ——设备或粉尘源的宽度, m ;

h ——设备或粉尘源至罩口的距离, m ;

R ——罩口的半径, m ;

r ——设备或粉尘源的半径, m 。

通过公式(4)可以看出,罩口速度 V_{pl} 不变,要减少吸风量 Q ,就要减少罩口面积 A 。由于设备或粉尘源的长度 l 和宽度 w 也不变,故要减少吸风量 Q ,实际上是要减小设备或粉尘源至罩口的距离 h 。因此,在满足工艺操作的前提下,应尽量减小设备或粉尘源至罩口的距离 h 。

实验证明,罩口风速的分布与罩的扩张角有关。扩张角越小,风速分布越均匀。扩张角小于 60° 时,罩口中心部分风速、边缘部分风速与平均风速十分接近;扩张角大于 60° 时,罩口中心风速与平均风速之比随扩张角的增大而显著增大。

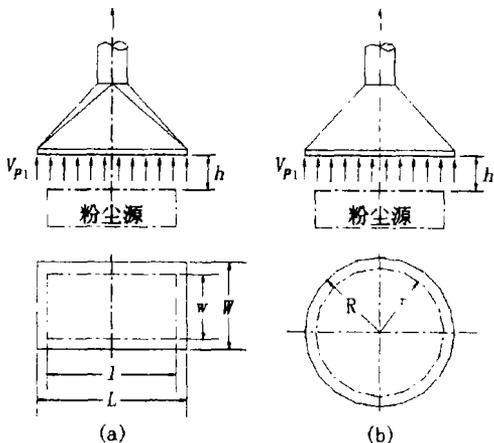


图3 罩口形状及罩口平均速度分布

因此,正常情况下,为了加强粉尘的收集效果,罩的扩张角应尽量小于 60° 。

2.2 按罩口周边截面的平均风速设计计算

如图4所示,计算公式如下:

$$Q = 3600 GhV_{p2} \quad (10)$$

式中: Q ——吸尘罩吸风量, m^3/h ;

G ——罩口周边长, m ; 对矩形罩口, $G = 2LW$; 对圆形罩口, $G = 2R$;

V_{p2} ——罩口周边截面上的平均风速 m/s , 视具体情况而定,一般取 $0.2 \sim 2\text{m/s}$ 。

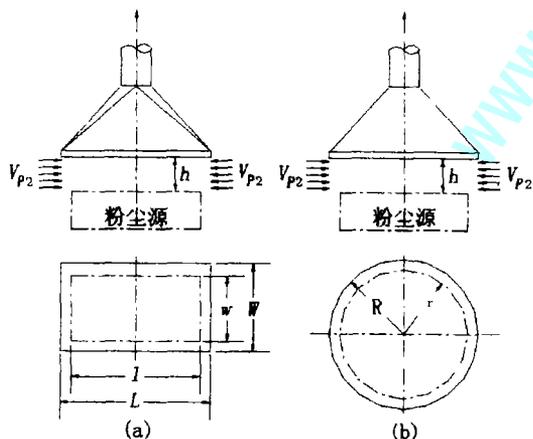


图4 罩口形状及罩口周边截面的平均速度分布

上述两种计算方法可根据实际情况选择使用也可同时采用。

2.3 吸尘罩的设计原则

吸尘罩的作用在于把逸散的粉尘收集起来,以便通过管道送到除尘设备加以净化处理。设计吸尘罩时应遵循以下原则:

吸尘罩应尽可能包围或靠近粉尘源,使粉尘源局限于较小的局部空间。用尽可能小的吸尘罩收集尽可能多的粉尘。

吸尘罩的吸气气流方向应尽可能与粉尘气流运动方向一致。

吸走的粉尘气流不允许通过操作人员的呼吸区。

吸尘罩应力求结构简单、造价低,便于安装和维护。

吸尘罩的配置应与生产工艺协调一致,不影响工艺操作。

3 结语

吸尘罩设计的目的是用较小的吸风量来控制污染源。我们希望吸尘罩只抽吸含尘气体,不希望含尘气体外部的干净空气进入吸尘罩内。如果干净空气进入吸尘罩,增加了处理风量,并且还要加大风机的容量。

一般吸尘罩的外形和结构都比较简单,但要满足要求,获得好的效果,往往有一定的难度。设计者需掌握各方面的知识和经验,对各种影响因素综合考虑。本文提供了两种设计计算方法,设计时应正确选择所使用的各种参数,并对结果进行分析和对比,选择最合理的结果。在实际中应用,效果良好。当缺乏资料数据时,可进行实地调查,收集有关的实际数据。条件允许时,可对同类现场进行实测和分析,以获得更全面的实际资料。

参考文献:

- [1] 孙熙. 袋式除尘技术与应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2004, 234.
- [2] 胡伟鼎. 通风除尘设备设计手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2003, 7.
- [3] 孙一坚. 简明通风设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1997, 123.

Design and Calculation of Dust Absorbing Cover in the Ventilating and Dust Removing System

LI Zhi-hua

(Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract : The dust absorbing cover was an important part in the ventilating and dust removing system. By analyzing the air flowing regular, the designing and calculating methods for the dust absorbing cover was put forward, the designing principle being followed, and the basis for exactly designing the ventilating and dust removing system was provided.

Key words : dust removing, dust absorbing cover, design and calculation