

第 1 章 设计任务

1.1 设计目的

课程设计是《空气污染控制》课程的主要教学环节之一，通过课程设计了解通风除尘系统工艺设计内容、程序和基本原则；学习设计计算方法和步骤；提高运算和制图能力。同时通过设计巩固所学的理论知识和实践知识，并学习运用这些知识解决工程问题。

1.2 设计内容

某炭粉车间通风除尘设计。

1.3 原始资料

- 1、生产工艺见平面布置图
- 2、车间有四台生产设备，每台有 4 个发尘点，发尘量为：
1# 2.3 g/s 2# 1.9 g/s 3# 1.4 g/s 4# 1.0g/s
- 3、车间平均气温为 20℃

1.4 设计内容和要求

- 1、根据生产工艺和设备形状设计吸气罩。要求吸气罩的设置不要影响生产，方便设备维修；
- 2、计算排风量，确定风管管径；
- 3、选择除尘设备，确定除尘系统，要求满足排放标准；
- 4、作出系统草图，计算系统阻力，并进行系统阻力平衡；
- 5、根据系统风量和阻力大小确定排风机型号和规格；
- 6、排风要求高空排放，确定烟囱高度和直径。
- 7、编写设计说明书。包括设计依据、方案确定、设计计算、设备选型和相关说明，需作设计简图。
- 8、图纸要求

系统平面图：设备外形（按比例绘出）和位置，标出风管大小、位置及附件等；

（1）剖面图：反映设备和风管标高；

（2）除尘系统图。

要求：图中设备和附件需注明编号，并附有明细表，设备和风管按比例绘制，且符合制图标准。建筑物仅表明外形和门窗位置及大小。

第2章 通风系统及排风罩的选择计算

2.1 通风系统的确定

2.1.1 通风系统分类及优缺点

通风的任务是以通风换气的方法改善室内的空气环境。概括的说，是把局部地点或整个房间内的污浊空气排至室外（必要时经过净化），把新鲜（或经过处理）空气送入室内。前者称为排风，后者称为进风。由实现通风任务所需要的设备、管道及其部件组成的整体，称之为通风系统。按作用范围可分为全面通风、局部通风系统或者按照作用动力可分为自然通风、机械通风等不同系统。

1、全面通风

全面通风是对整个车间进行全面通风换气，其基本原理是：用清洁空气稀释（冲淡）室内含有有害物的空气，同时不断地把污染空气排至室外，保证室内空气环境达到卫生标准。全面通风又称为稀释通风。全面通风能够有效改善整个房间的室内环境，但是其耗费风量大，比较浪费能源等缺点全面通风根据气流形式可以分为单向流通风、均匀流通风、置换通风等。

2、局部通风

局部通风是利用局部气流，使局部工作地点不受有害物污染，形成良好的局部空气环境的通风系统。这种通风方式所需要的风量小、效果好，是防止工业有害物污染室内空气和改善作业环境最有效的通风方法，设计时应该优先考虑。广泛应用于大型车间，尤其是大量余热的车间，在全面通风无法保证室内所有地方都达到适宜程度时所采用的系统。但是局部通风系统设计需要精确计算，否则无法保证通风效果，而且不能改善整个建筑物的空气质量。局部通风系统又可分为局部送风与局部排风两大类。

3、自然通风

自然通风是指利用建筑物内外空气的密度差引起的热压或室内外大气运动引起的风压来引进室外新鲜空气以达到通风换气作用的一种通风方式。它不消耗机械动力，同时，在适宜的条件下又能获得巨大的通风换气量，是一种经济的通风方式。自然通风在一般的居住建筑、普通办公楼房、工业厂房（尤其高温车间）中得到广泛应用，能经济有效地满足里面人员的室内空气品质要求和生产工艺的一般要求。虽然自然通风在大部分情况下是一种经济有效的通风方式，但是，它不能保证用户对送风温度、湿度及洁净度的要求；同时还是一种难以进行有效控制的通风方式。我们只有在对自然通风作用原理了解的基础上，才能采取一定的技术措施，使自然通风基本上按照预想的模式运行。

4、机械通风

机械通风是指依靠风机提供的风压、风量，通过管道和送、排风口系统可以有效地将室外新鲜的空气或经过处理的空气送到建筑物的任何工作场所；还可以将建筑内受到污染的空气及时排至室外，或者送到净化装置处理合格后再予排放的通风方式。机械通风可以根据实际结果去确定，通风效果不会受到影响，还可以通过调节装置改变风量大小等等。但是其设备投入较大，并且占用较大的空间，要专门的人员管理而且有噪音污染。

2.1.2 本工程通风系统的确定

由于本工程污染源较多且较分散，而且车间面积较大，鉴于节能及相关要求，决定采用局部机械排风系统。

2.2 排风罩的选择

根据《通风工程》，有以下几种排风罩可供选择：

1. 密闭罩

定义：是把有害物源密闭起来，割断生产过程中造成的一次尘化气流和室内二次气流的联系，再利用抽风在罩内造成一定的负压，保证在一些操作孔、观察孔或缝隙处从外向里进风，防止粉尘等有害物向外逸出。设计正确，密闭良好的密闭罩，用较小的排风量就能获得良好的效果。

基本形式：局部密闭罩、整体密闭罩、大容积密闭罩，详细比较见表 2-1。

表 2-1 密闭罩的几种基本形式

| 基本形式 | 局部密闭罩 | 整体密闭罩 | 大容积密闭罩 |
|------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 定义 | 将产尘点局部密闭，工艺设备露在外面的密闭罩。 | 将产生粉尘的设备或地点大部分密闭，设备的传动部分留在外面的密闭罩 | 将产生粉尘的设备或地点进行全部封闭的密闭罩 |

| | | | |
|------|------------------------------------|------------------------------|--|
| 优点 | 1、风量最小 2、控制效果最好 | 1、严密性较好 2、空间大 3、可开设观察孔 | 1、利用罩内循环气流消除局部正压，保证有害物不向罩外扩散 2、罩上开设有检修门 |
| 缺点 | 罩内可能产生乱流，会使罩内负压不受控制，在罩的不严密处造成有害物逸出 | | |
| 适用场合 | 污染气流速度不大、有害物连续散发的场所 | 污染气流速度大、有振动、有害物阵发性散发过程 | 多点阵发性、气流速度大的产生 |
| 举例 | 胶带机落料点、磨削机的落料口 | 振动筛 | 多交料点的胶带机的运转点 |

2、柜式排风罩

定义：密闭罩的一种特殊形式，散发有害物的工艺装置至于柜内，操作过程完全在柜内进行。其几种基本形式见表 2-2。

表 2-2 柜式排风罩的几种基本形式

| 基本形式 | 适用场合 |
|----------------|---|
| 上部排风柜式罩 | 产生污染气体密度比空气小，或生产过程有热量散发 |
| 下部排风柜式罩 | 污染气体密度比空气大，生产过程是吸热过程 |
| 上下联合排风柜式罩 | 既散发密度比空气大的污染气体，同时又是散热过程 或既散发密度比空气小的污染气体，同时又是吸热过程 |
| 供气式通风柜（节能型通风柜） | 采暖空调房间，可以避免吸走室内空气，而造成热量损失 |

3、外部吸气罩

定义: 排风罩设在有害物源附近, 通过风机的抽吸作用, 在罩口形成一定的气流运动, 可将有害物吸入罩内排走。

4、接受式排风罩

定义: 污染源自身可以诱导空气产生一定的气流运动。可将排风罩设在污染气流的前方, 让污染气流直接进入罩内, 排风罩只起接受作用。排风量取决于污染气体量。

5、槽边排风罩

定义: 设在工业槽侧面, 利用风机的抽吸作用, 排除有害物。

污染气体与罩口气流运动方向垂直, 所需排风量大, 效果差。不影响工艺操作, 有害气体进入呼吸区之前就被条缝吸气口吸走。

6、吹吸式排风罩

定义: 槽边罩的特殊形式。利用射流在槽面上形成空气幕, 防止有害物逸出。同时利用射流把污染气体送到吸气口附近。由于吸气口的抽吸作用将有害物排走。控制效果取决于射流的完整性。

优点: 风量小, 控制污染效果好, 抗干扰能力强, 不影响工艺操作。

不宜使用: (1)加工件需要频繁取出或放入 (2)操作人员经常在一侧操作 (3)槽面上不能有障碍物。

比较: 本次课程设计所涉及的工业厂房散发含有碳粉的污染气体, 设备污染源自身不可以诱导空气产生一定的气流运动, 故接受式排风罩不满足要求。对于槽边排风罩、吹吸式排风罩而言, 针对本设备非工业槽和污染源的位置, 不宜使用。使用外部吸气罩的话所需的风量大, 对于除尘器的要求就比较高, 设备选型难, 而且占地面积大, 不宜采用。而使用密闭罩, 所需风量较小, 除尘效果也较好。

结论: 使用密闭罩。

2.3 排风量的计算

密闭罩的排风量一般由两部分组成，一部分是由运动物料带入罩内的诱导空气量（如物料输送）或工艺设备供给的空气量（如有鼓风装置的混砂机），另一部分是为了消除罩内正压并保持一定负压所需经孔口或不严密缝隙吸入空气量，即

$$L = L_1 + L_2 \quad (2-1)$$

式中 L ——防尘密闭罩排风量（ m^3/s ）；

L_1 ——物料或工艺设备带入罩内的空气量（ m^3/s ），一般无特殊说明取 0；

L_2 ——由孔口或不严密缝隙吸入的空气量（ m^3/s ）。

其排风量 L_2 可按照下式确定：

$$L_2 = \mu F \sqrt{\frac{2|\Delta P|}{\rho}} \quad (2-2)$$

式中： μ ——开口（缝隙）流量系数，取 0.6；

F ——罩开口（缝隙）面积， m^2 ；

ρ ——空气密度， Kg/m^3 ；

ΔP ——罩内所需控制的负压，见表 2-3，取 6Pa。

表 2-3 密闭罩内的适当负压值

| 物料种类 | 单层围罩的密闭罩 | 双层围罩的密闭罩 |
|------|----------|----------|
| 块状 | 10-12 | 6-8 |
| 粒状 | 9-10 | 6-8 |
| 粉末状 | | 5-6 |

对于 1#产尘点而言：

$$L = \mu F \sqrt{\frac{2|\Delta P|}{\rho}} = 0.6 \times (1.25 \times 0.6 + 1.25 \times 0.8 \times 2 + 0.6 \times 0.8 \times 2) \times 0.03 \times \sqrt{2 \times 6 / 1.2} = 0.211 m^3 / s$$

对于 2#产尘点而言：

$$L = \mu F \sqrt{\frac{2|\Delta P|}{\rho}} = 0.6 \times (0.7 \times 0.6 + 0.7 \times 0.8 \times 2 + 0.6 \times 0.8 \times 2) \times 0.03 \times \sqrt{2 \times 6 / 1.2} = 0.143 m^3 / s$$

对于 3#产尘点而言：

$$L = \mu F \sqrt{\frac{2|\Delta P|}{\rho}} = 0.6 \times (0.32 \times 0.6 + 0.32 \times 0.8 \times 2 + 0.6 \times 0.8 \times 2) \times 0.03 \times \sqrt{2 \times 6 / 1.2} = 0.095 m^3 / s$$

对于 4#产尘点而言：

$$L = \mu F \sqrt{\frac{2|\Delta P|}{\rho}} = 0.6 \times (0.6 \times 0.6 + 0.6 \times 0.8 \times 2 + 0.6 \times 0.8 \times 2) \times 0.03 \times \sqrt{2 \times 6 / 1.2} = 0.130 m^3 / s$$

表 2-4 排风罩的选择

| 污染源 | 1# | 2# | 3# | 4# |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 密闭罩长 A(m) | 1.25 | 0.7 | 0.32 | 0.6 |
| 密闭罩宽 B(m) | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 密闭罩宽 C(m) | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| 所需排风量 (m ³ /s) | 0.211 | 0.143 | 0.095 | 0.130 |

第3章 除尘设备的选择计算

除尘器的选择要在调查研究的基础上,根据处理粉尘的不同,主要从除尘效率、处理能力、动力消耗与经济性等几个方面综合考虑。

3.1 除尘器的种类

除尘器的种类很多,一般根据主要除尘机理的不同可分为重力、惯性、离心、过滤、洗涤、静电等六大类;根据气体净化程度的不同可分为粗净化、中净化、细净化与超净化等四类;根据除尘器的除尘效率和阻力可分为高效、中效、粗效和高阻、中阻、低阻等几类。表 3-1 是使用最广的除尘器的分类。

3.2 除尘器的主要性能指标

除尘器的技术性能指标主要包括除尘效率、压力损失、处理气体量与负荷适应性等几个方面。

3.2.1 除尘效率

在除尘工程设计一般采用全效率和分级效率两种表达方式。

(1) 全效率

全效率为除尘器下的粉尘量与进入除尘器的粉尘量之百分比,如公式(3-1)所示。

$$\eta = \frac{G_2}{G_1} \times 100\% \quad (3-1)$$

式中 η ——除尘器的全效率, %;

G_1 ——进入除尘器的粉尘量, g/s;

G_2 ——除尘器除下的粉尘量, g/s。

由于在现场无法之间测出进入除尘器的粉尘量,应先测出除尘器进出口气流中的含尘浓度和相应的风量,在用公式(3-2)计算。

$$\eta = \frac{L_1 y_1 - L_2 y_2}{L_1 y_1} \times 100\% \quad (3-2)$$

式中 L_1 ——除尘器入口风量， m^3/s ；
 y_1 ——除尘器入口浓度， mg/m^3 ；
 L_2 ——除尘器出口风量， m^3/s ；
 y_2 ——除尘器出口浓度， mg/m^3 。

(2) 分级效率

分级效率 η_c 为除尘器对某一粒径 dc 或粒径范围 Δdc 内粉尘的除尘效率。

3.2.2 压力损失

除尘器的压力损失为除尘器进出口气流的全压绝对值之差，表示流体流经除尘器所耗的机械能。

3.2.3 处理气体量

表示除尘器处理气体能力的大小，一般用体积流量（ m^3/h 或 m^3/s ）表示，也有用质量流量（ Kg/h 或 Kg/s ）表示的。

3.2.4 负荷适应性

负荷适应性是除尘器性能可靠性的技术指标。负荷适应性良好的除尘器，当处理气体量或污染物浓度在较大的范围内波动时，仍能保持稳定的除尘效率。

3.3 除尘器的选择

3.3.1 选择除尘器时应考虑的主要因素

影响除尘器的因素很多，主要考虑如下几点：

- (1) 含尘气体的种类
- (2) 粉尘的种类
- (3) 除尘器的效率、压力损失，废弃排放标准
- (4) 除尘器的投资、运行费用；维护管理情况；安装位置、收集粉尘的处理与利用等。

3.3.2 除尘器的性能指标

除尘器的性能指标，除了除尘器的效率，压力损失等主要指标外，还有耐高温性、耐腐蚀、耗钢量等，在选择除尘器时均应考虑周全。表 3-2 列出了一些除尘器的耐高温性，表 3-3 为除尘器的主要性能指标。

表 3-2 各种除尘器的耐高温性能

| 除尘器的种类 | 旋风 | 袋式 | | 电 | | 湿式洗涤器 |
|------------|----------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| | | 普通滤布 | 玻纤滤布 | 干式 | 湿式 | |
| 最高使用温度(°C) | 400 | 80-130 | 250 | 400 | 80 | 400 |
| 特殊说明 | 用耐火材料内衬可提高耐高温性，最高可达 1000°C | 所耐高温随滤料而异 | 经硅油、石墨和聚四氟乙烯处理的滤布可耐高温 300°C | 高温时粉尘比电阻易随温度而变化 | 温度过高易使绝缘部分失效 | 特高温时，入口内衬的耐火材料，因与冷水接触而易损坏 |

表 3-3 除尘器的主要性能及能耗指标

| 除尘器种类 | 除尘效率 (%) | 最小捕集粒径 (mm) | 压力损失 (Pa) | 能耗 (KW/m ³) |
|---------|----------|-------------|------------|-------------------------|
| 重力沉降室 | <50 | 50-100 | 50-130 | |
| 惯性沉降室 | 50-70 | 20-50 | 300-800 | |
| 通用旋风除尘器 | 60-85 | 20-40 | 400-800 | 0.8-1.6 |
| 高效旋风除尘器 | 80-90 | 5-10 | 1000-1500 | 1.6-4.0 |
| 袋式除尘器 | 95-99 | <0.1 | 800-1500 | 3.0-4.5 |
| 电除尘器 | 90-98 | <0.1 | 125-200 | 0.3-1.0 |
| 湿式离心除尘器 | 80-90 | 2-5 | 500-1500 | 0.8-4.5 |
| 喷淋塔 | 70-85 | 10 | 25-250 | 0.8 |
| 旋风喷淋塔 | 80-90 | 2 | 500-1500 | 4.5-6.3 |
| 泡沫除尘器 | 80-95 | 2 | 800-3000 | 1.1-4.5 |
| 文氏管除尘器 | 90-98 | <0.1 | 5000-20000 | 8-35 |

表 3-1 除尘器分类

| 类型 | 除尘装置分类 | 原理 | 有效分离粒径 (μm) | 捕集效率 (%) | 压力损失 | 适用粉尘浓度 | 设备费 | 运转费 | 适用条件 |
|---------|----------------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----|-----|---------------|
| 重力除尘装置 | 重力沉降室、多段沉降室 | 重力沉降 | >50 | 40~60 | 50~150 | | 小 | 小 | 预处理 |
| 惯性除尘装置 | 撞击式、转向式 | 惯性、撞击 | >20 | 50~70 | 200~500 | | 小 | 小 | 预处理 |
| 离心力除尘装置 | 旋风除尘器、多管式旋风除尘器 | 离心力 | >50(大型) >5 >2.5 | 40~75 80~95 90 | 1000~2000 | 干式 1~20 湿式 2~20 | 中 | 中 | 不适用于附着性强的 |
| 湿式除尘装置 | 贮水式、加压式、回转式 | 扩散、撞击 | >0.1 | 85~95 | 500~10000 | | 中 | 大 | |
| 过滤式除尘装置 | 袋式除尘器、填料层过滤器 | 表面过滤、内部过滤 | >1 >5 | 90~99.5 90 | 1000~2000 300~1000 | 0.2~70 | 中~大 | 中~大 | 不适用于附着性、含湿的粉尘 |
| 静电除尘装置 | | 静电吸引 | >0.1 | 90~99.9 | 50~250 | <30 | 大 | 小~中 | 比电阻有要求 |

3.4 除尘器的选型

(1) 计算本次设计的所需的除尘效率

每条生产线上的四个产尘点产尘量分别为 1#2.3 g/s、2#1.9 g/s、3#1.4 g/s、4#1.0 g/s。

每个产尘点布置的密闭罩的排风量分别为 1#0.211 m³/s、2#0.143 m³/s、3#0.095 m³/s、4#0.130 m³/s。

所以进入除尘器的粉尘量为 $(2.3+1.9+1.4+1.0) \times 4 = 26.4 \text{ g/s}$ ；

进入除尘器的风量为

$$(0.211+0.143+0.095+0.130) \times 4 = 2.316 \text{ m}^3/\text{s} = 8338 \text{ m}^3/\text{h}$$

因为本次设计的污染源为碳粉，所以根据《通风工程》附录 2 按照其他粉尘标准，最高容许浓度为 10mg/m³。

所以除尘器出口的粉尘量为 $2.316 \times 10 = 23.16 \text{ mg/s} = 0.02316 \text{ g/s}$

根据公式 (3-1)、(3-2)，可计算得

$$\text{除尘效率 } \eta = (26.4 - 0.02316) / 26.4 = 99.9\%$$

(2) 除尘器的型号选择

根据表 3-2 可查的本次设计选择袋式除尘器可满足除尘效率。

根据处理风量为 8338m³/h，可选择脉冲袋式除尘器中的 MC48- I 型。

其各项参数见表 3-4。

表 3-4 MC48- I 脉冲袋式除尘器技术性能

| 型号 | 过滤面积 (m ²) | 滤袋数量 (个) | 处理风量 (m ³ /h) | 过滤风速 (m/min) | 脉冲阀 数(个) | 设备质 量(Kg) | |
|---------|---------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------|-------------|--------------|-----|
| MC48- I | 36 | 48 | 4320--8630 | 2--4 | 8 | 1258.7 | |
| 外形尺寸 | A | B | C | D | E | F | G |
| (mm) | 1740 | 955 | 1500 | 800 | - | 800 | 495 |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/866111015114010201>