

(北京市木材厂)

分别比较如下：

I 型：吸入式。该型式在我国细木工加工企业中应用最广。其优点是卸载简单，缺点是风机叶轮的磨损大，叶轮强度要求高，除尘效率低，约92%。

II 型：吸入式。它设有中间分离器，因而除尘效果较 I 型好。

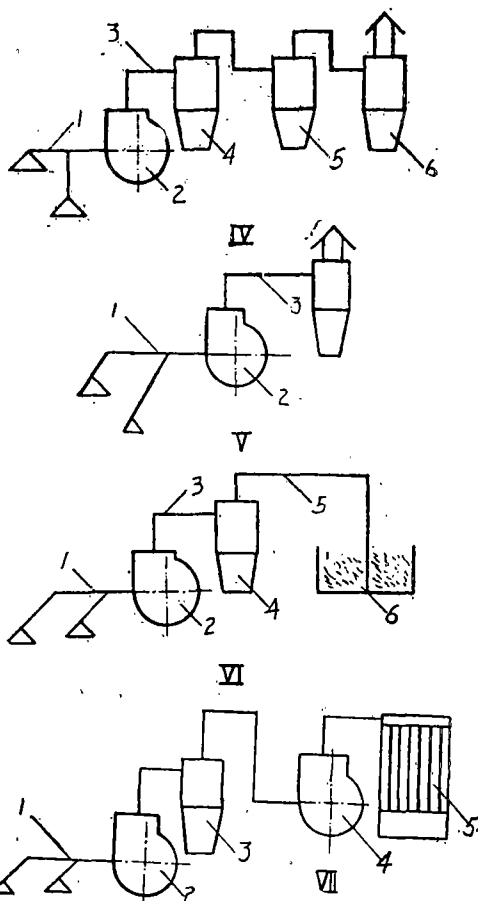
III 型：布袋除尘器。该型式除尘器仅适用于清除粉尘而不适于锯末、刨花。

IV 型：吸入式。该型式是将鼓风机吸入的混合体，压入串联的三个旋风分离器。但其效果也不太理想，颗粒小、比重轻的木粉尘，飞扬现象仍较严重。

V 型：吸入式。特点是在旋风分离器的内部加一层水膜，用以捕捉微细的粉尘和木粉。其优点是除尘效率高。缺点是用水量较大，并需设一套给排水及防冻装置。

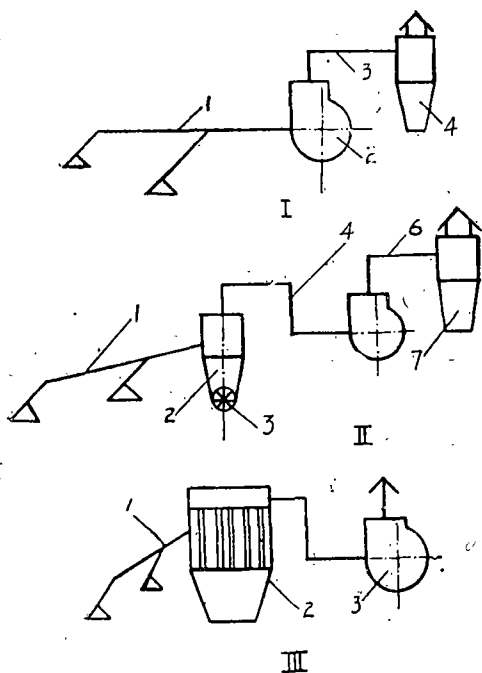
VI 型：吸入式。该型的特点是分离净化后的气体，通入水池 6，对未除尽的细粉尘用水再捕集。

VII 型：推挽吸入式。该型式需设两套离心风机。且消耗功率较大。



二、我厂的除尘状况

我厂是一家较大型的木材综合加工企业。有大量的锯末、刨花和粉尘。除尘点多达十处，除尘系统有二十多个。过去一直采用上述第一种型式，除尘效率低。除尘点附近，污染严重，空气含尘浓度高达 $250\text{mg}/\text{m}^3$ 以上，附近厂房的窗户因粉尘而终年不能打开，严重影响了厂房内部通风。1973年开始，本着立足于治理，力求变废为宝，提高木材综合利用水平，设计了旋风—布袋二级除尘器，并于1975年成功地将其应用于我厂细木工车间。1980年以后又相继在四个除尘点，十套除尘系统中应用，使除尘点周围的空气含尘量由原来的 $250\text{mg}/\text{m}^3$ ，降至现在的 $0-1.1\text{mg}/\text{m}^3$ ，比国家标准还低了89%。同时分离出来的刨花供刨花板生产。每年约可提供8万立方米的刨花原料，相当于1万立方米的木材。旋风—布袋二级除尘器与



我国细木工加工企业的其它除尘器相比, 达到了国内先进水平。该除尘系统型式已被大连、天津、北京等一些木材加工企业所采用。

三、旋风——布袋二级除尘系统的设计与实施

1. 除尘对象的分析

除尘对象主要是锯末、刨花及粉尘。由于所用的树种繁多, 加工方法各异, 加工产生的碎屑(包括锯末、刨花及粉尘)的形态很不规则, 有粉状、粒状、片状、线状、纤维状, 杨木、椴木的锯末和木粉中含有部分木质飞纤与棉纺厂中的飞纤相类似; 粉尘大小各异, 最小的粒径 $<1\mu\text{m}$, 最长的线状物长度 $\leq 180\text{mm}$; 松木的碎屑中含有大量的松脂等粘性物质, 含水率随着木材的干燥方式、地区的不同和季节的变化而异。北京地区, 一般用于细木工制品的木材含水率在8%以下, 而夏季因空气湿度较大, 个别的含水率可达30%以上, 这对锯末、刨花及粉尘的治理带来了一定困难。

2. 除尘过程的分析

除尘过程分为既有联系又有区别的捕集分离、排尘、排气三个过程

(1) 捕集分离过程 该过程是将木材加工中产生的锯末、刨花及粉尘由除尘系统的吸气口(吸尘罩)捕获, 在运载空气介质的作用下, 将锯末、刨花及粉尘送到除尘器的除尘空间。在沉降、凝聚、筛滤等多种机理的作用下, 将锯末、刨花及粉尘从运载气体介质中分离出来。

(2) 排尘过程

该过程主要是将已除尘的相对净化的气流从分离器的排气口排出。

由上述三个过程可见, 目前木材加工企

业对锯末刨花及粉尘的治理工作, 仅初步地解决了除尘过程中的第一步, 即捕集分离过程。而在排尘和排气过程中都存在很大的问题。在排尘过程中, 一部分混合气流从分离器的下部卸载口喷出, 使部分已卸载的锯末、刨花及粉尘二次飞扬; 在排气过程中, 部分颗粒小, 比重轻的木粉和木质飞纤随着已除尘净化的气流从排气口喷出, 严重地污染了大气。这是目前对锯末、刨花及粉尘治理中遇到的主要矛盾。

3. 4—72型高效中压离心风机在除尘系统中的应用及风机型式的确定

为了减少电力消耗, 我们将6—46型低压离心风机与4—72型高效中压离心风机进行了如下比较:

(1) 6—46型离心风机与4—72型离心风机结构上的比较

6—46型风机的叶片数目较少, 由6个向前弯曲的叶片、平板、前盘和铸铁轮辐组成。风机叶轮的强度高, 当木材碎屑通过风机叶轮时不易出现堵塞、卡死或打坏现象。该型号风机在我国木材加工企业中应用较为广泛。而4—72型中低压离心风机采用了中空翼形叶片, 叶轮由十个后倾机翼型叶片、曲线型前盘和平板后盘组成。该型式风机输送的含尘气体中, 含尘土及硬质颗粒物不得大于 $150\text{mg}/\text{m}^3$, 同时在含尘气体中不得带有粘性物质。

(2) 4—72型风机与6—46型风机的效率及动力消耗的比较

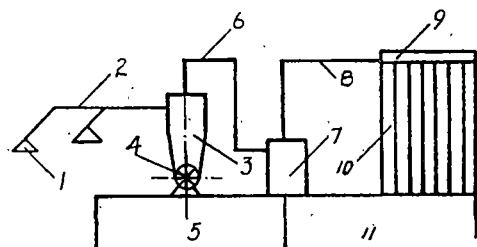
目前细木工企业的除尘系统一般采用6—46型风机, 有关资料介绍及在使用中证明, 6—46型风机的机械效率只有61%, 消耗功率大, 而4—72型风机的效率可达91%以上。现将6—46型与4—72型两种风机的功率消耗比较如下:

风机型号	风量(m^3/h)	风压(Pa)	效率(%)	配用电机型号	功率(KW)
6—46No.12C	32300—40550	1.785×10^3 — 1.68×10^3	61	JO—83—6	40
4—72No.10C	33900—42100	1.853×10^3 — 1.7×10^3	91	JO—72—4	30

由表可见,在风量、风压相当时,4—72型风机比6—46型风机消耗功率可少30%左右。若除尘系统的风机由6—46No.12C改为4—72—No.10C,按一班制运行计算,每年可节电约2400度。4—72型风机的不足之处是不能直接运送物料。为了充分发挥4—72型风机的特点,克服其不足,同时考虑到刨花的物理性能以及刨花的分选,我们采用旋风——布袋二级除尘系统的结构形式(见旋风—布袋二级除尘器的工作原理),并首次将通风换气用的4—72型风机应用于除尘系统,经11年使用证明,其效率高、耗电少,效果良好。

4. 旋风——布袋二级除尘器的工作原理

(1) 旋风——布袋二级除尘器的组成(如下图所示)



1.接收器 3.吸风管 3.旋风分离器 4.回转式密封排料器 5.降尘室 6.吸风管 7.鼓风机 8.压风管 9.气流分配室 10内滤式布袋 11.降尘室

(2) 旋风—布袋二级除尘器的工作原理

锯末、刨花及粉尘通过接受器(吸尘罩)1经吸风管2至旋风分离器3,颗粒较大的从旋风分离器下部的回转式密封排料器4排入降尘室5,一次除尘后空气再经鼓风机7送至气流分配室9,将第一次除尘后已相对净化的气体分配给内滤式布袋10,使粉尘直接进入降尘室11,经布袋过滤后的干净空气排入大气。本除尘系统进入风机的含尘气体是已经旋风分离器3净化过的,大量的颗

粒、尘粒被分离,含尘浓度大大降低。由于物料不经过风机,减少了物料对风机叶轮的冲击和磨损,延长了风机的使用寿命。

(3) 内滤式布袋10的清尘方式

a.粉尘的自重降落。当粉尘在布袋内堆积到一定厚度时,粉尘自动降落。

b.含尘气流的冲击促使粉尘降落。当风机起动的瞬间,大量的含尘气流由布袋上端进入布袋,冲击布袋里的积灰,促使粉尘降落。

c.布袋的收缩与扩张促使布袋内的粉尘脱落。除尘系统停止工作时,布袋处于自然悬挂的收缩状态。风机开动后,大量的气流充满布袋,使布袋径向扩张。由于布袋收缩和扩张,使袋内粉尘降落。

d.人工清灰,每年对布袋进行一次清灰和检查。

实践证明该除尘系统的结构简单、维修方便,效果良好。

5. 旋风分离器的设计

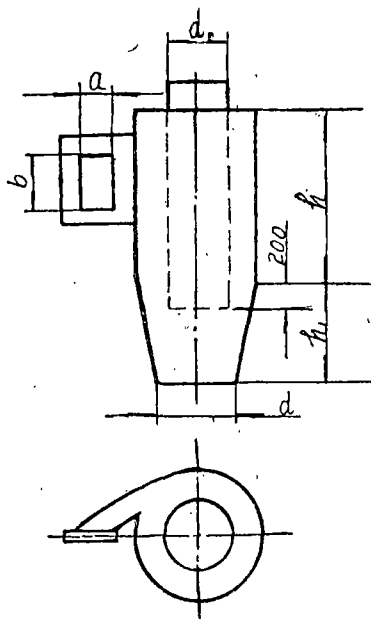
近几年来,研制和应用的除尘器,从除尘效率和压降来分(对于一般锅炉含尘烟气)大体上可分三大类:

(1) 低中阻、中等除尘效率。阻力一般为30—50mm水柱,效率为80—85%,除尘器的极限粒径为15—20微米。

(2) 中高阻、高效旋风除尘器,阻力一般在70—120mm水柱,除尘效率为88—94%,除尘器的极限粒径为5—12微米。

(3) 极低阻、低效旋风除尘器,阻力为3—5mm水柱,除尘效率55—65%,极限粒径40—50微米,适用于木粉的分离。

旋风分离器设计的优劣,直接影响分离效果,以及阻力损失的大小,从除尘技术的角度看,要求消耗的能量小,而除尘效率高。为此,我们设计了适用于细木工加工的除尘蜗壳进口切流分转式旋风分离器如下图所示,具体结构、尺寸如下:



排气管直径 d_0 的确定:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v 60}} \quad (\text{m})$$

式中: Q ——系统所需的总风量(m^3/h)

V ——排气管的风速 (m/sec)

排气管直径 d_0 的大小, 直接影响除尘效率和阻力, 取排气管的风速为 $8-10\text{m}/\text{sec}$

输入管断面积的确定:

$$F = a \cdot b = \frac{Q}{3600V} \quad (\text{m}^2)$$

$$b = 2a$$

式中: a —进风口宽度 (m)

b —进风口高度 (m)

Q —需要处理的风量 (m^3/h)

V —进风口风速, 一般取 $18-25\text{m}/\text{sec}$

当除尘器进口风速过低时, 除尘效率下降, 当入口风速过高时, 阻力增大。

直筒段内经 D 和高度 h 的确定:

几何形状相似的旋风除尘器的筒体直径越小, 除尘效率越高, 筒体高度愈高, 能捕集分离的最小粉尘粒径愈小, 在设计时取下列经验数据: $D = 1.6d_0$ $h = 1.5d_0$

圆锥体部位的高度 h_1 的确定:

$$\text{取 } h_1 = 2.85d_0$$

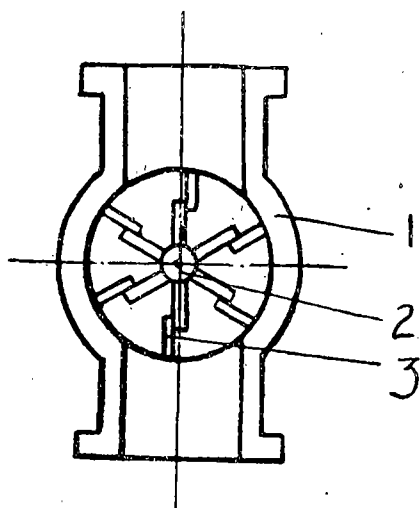
碎料排出口内径 d 的确定:

$$\text{取 } d = 0.35d_0$$

按上述结构和经验数据, 分别设计了处理风量为 $27450\text{m}^3/\text{h}$ 和 $58200\text{m}^3/\text{h}$ 的旋风除尘器, 经使用证明效果良好, 前者经国家计量院等单位实际测定, 其除尘效率达 98% , 阻力为 170 毫米水柱。

6. 回转式密封排料器的计算

(1) 回转式密封排料器的结构如下图:



主要由壳体1 回转叶轮2 以及硬质橡胶刮板3 等另、部件组成。硬质橡胶刮板固定在回转叶轮上, 随叶轮转动。刮板与壳体之间配合要严密, 不得漏气, 否则将影响分离效果。排料器叶轮的叶片不低于6片, 当叶轮回转到任意位置时, 均保持两对叶轮与壳体相接触, 从而提高了回转密封排料器的密封性能。

(2) 回转式密封排料器卸尘量的计算

卸尘量可按下列公式计算:

$$G = 60Z \cdot F \cdot L \cdot n \cdot K \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

式中: G ——密封排料器的卸尘量 (m^3/h)

Z ——叶轮的格数 (一般 $Z = 6$)

L ——叶轮的工作长度 (m)

F——叶轮每格的断面积 (m²)

n——叶轮的转速 (转/分) (一般≤16转/分)

K——堆满系数, 主要考虑尘粒的形状、大小及含水率等诸方面因素。根据实际情况确定, 若粉尘的颗粒小, 堆满系数K的值取大些。反之, 取小些。根据经验一般可取0.1—0.5, 不得大于0.85。

7. 布袋除尘室的设计

(1) 布袋集尘的基本原理

重力降尘作用: 当含尘气体进入布袋时, 颗粒和比重大的粉尘在重力作用下沉降。

筛滤作用: 含尘气流通过布袋时, 大于

布袋纤维间隙的尘粒被布袋截留。

热运动作用: 体积小、质量轻的尘粒 (<1 μm) 随气流运动, 运动方向近似气流流线, 当受到热运动的气体分子撞击后, 改变其运动方向, 从而增加了与布袋纤维接触的机会, 使尘粒沉降。

惯性力作用: 含尘气流通过布袋时, 尘粒受到布袋的撞击而沉降。

静电效应: 当尘粒所带的电荷与布袋所带的电荷相反时, 尘粒被吸附在布袋上。

(2) 布袋的过滤风速

有关资料介绍, 配有清尘装置时, 各种喷吹压力的过滤风速如下表:

喷吹压力 (Pa)	$39.23 \times 10^4 - 49.033 \times 10^4$	$49.033 \times 10^4 - 58.840 \times 10^4$	$58.840 \times 10^4 - 68.647 \times 10^4$
过滤风速 (m/sec)	2—2.5	2.5—3.5	3.5—4.0

无清尘装置时布袋除尘装置靠吸附在过滤布袋上的尘粒自重自然脱落, 过滤风速一般在0.003—0.1m/sec, 但在过滤微细粉尘时, 通常取0.01m/sec左右, 根据我厂的观察和测定, 以采用0.015—0.0183m/sec为宜。

(3) 过滤风速的计算:

$$V = \frac{Q}{3600F} \text{ (m/sec)}$$

Q——过滤气体量 (m³/h)

F——布袋的有效面积 (m²) (无清尘装置时一般取0.015—0.018m/sec)

(4) 过滤布袋的总面积及布袋条数的计算:

布袋总面积:

$$F = \frac{Q}{3600V} \text{ (m}^2\text{)}$$

布袋总条数的确定:

$$n = \frac{F}{1000\pi dL}$$

n——过滤布袋的总条数

d——布袋的直径 (mm) (一般取d = 120~150mm)

L——布袋的有效长度 (m) (一般L > 6m)

(5) 过滤材料:

除尘器的净化率及阻力等基本性能与袋的材料、织法有关。木材工业除尘器所使用的布袋则要求过滤效果好, 容尘量大, 透气性好, 吸湿性小, 机械强度高, 使用寿命长。忌用金属网之类的过滤材料。

8. 除尘系统的阻力计算

除尘系统的阻力计算采用压降法进行计算 (略)

9. 风机的风量和风压计算

风量的计算:

$$Q_B = Q (1 + Z_1)$$

Q_B——选择风机时的计算风量 (m³/h)

Q——除尘系统所需要的风量 (m³/h)

Z₁——漏风附加系数, 一般取0.1—0.15

风机的风压计算:

$$H_B = HQ_2 (1 + Q_1)$$

H_B ——选择风机时的计算风压 (Pa)

H ——除尘系统的总阻力 (Pa)

ϕ_1 ——风机性能的波动系数, 按风机样本取。

无样本时, 可取 $\phi_1 = 0.1$

ϕ_2 ——考虑网道计算时空气参数与风机空气参数的不同的换算系数, 当空气温度为20℃, 大气压力为760mm汞柱, 相对湿度为50%, 空气容重 $V = 1.226$ 时, 取 $\phi_2 = 1$

根据计算风量 Q_B , 计算风压 H_B 以及风机型式, 选取风机。

10. 电动机的选择

选择电机常因输送气体的状态与风机样本给定的气体状态不同, 所以应计算对输送的气体产生实际风压 $H_{实}$, 然后按实际风压计算电机功率。

输送气体状态下的实际风压

$$H_{实} = \frac{H \cdot V_{实}}{1.205} = 0.386 \frac{H_B}{273 \pm t}$$

$H_{实}$ ——除尘系统实际风压 (Pa)

H ——总阻力 (Pa)

$V_{实}$ ——使用条件下的空气容重

$B_{实}$ ——使用条件下的大气压力 (Pa)

t ——使用条件下的空气温度℃

配用电机时, 按工作状态下风机实际所需要的功率为:

$$N_{实} = \frac{Q_B \cdot H_{实} K}{102 n n_1 \cdot 3600} \text{ (KW)}$$

$N_{实}$ ——在工作状态下, 风机实际所需要的功率 (KW)

n ——风机效率 (按风机样本选用)

n_1 ——机械传动效率。

当三角皮带传动时 n_1 取0.95, 电机直接时 $n_1 = 1$, 联轴节直接传动 $n_1 = 0.98$ 。

K ——安全系数 取1.2~1.3

$H_{实}$ ——除尘系统中气流产生的实际风压 (Pa)

四、需要商榷的几个问题

1. 旋风—布袋二级除尘器就目前而言, 是细木工加工企业中较为理想的除尘系统。据有关资料介绍, 目前旋风分离器对捕集 $5\mu m$ 以上的尘粒的效率可达90%以上, 随着除尘技术及基础科学理论的发展, 可望发展到捕集 $1\mu m$ 以下的超微粉尘。因此用二级旋风除尘器比旋风—布袋二级除尘器结构更简单, 并可节约大量棉布。

2. 我厂使用的旋风分离器是中高阻、高效旋风分离器, 通过实际观察和测定, 除尘效率高, 但阻力损失大, 为了使旋风—布袋二级除尘器趋于更合理的状态, 应使用低阻、中效旋风分离器方可提高布袋除尘器的效率, 降低整个除尘系统的阻力损失, 减少动力消耗。

(上接第36页)

业, 如刨花板、纤维板林、胶合板林、坑木林、薪炭林、一般家具林、高级家具林、珍贵林、树种林、观赏林、绿化林等等。经几年到若干年后, 必然显现出无与伦比的优越性。

上述五点浅见, 很不成熟, 提供有关部门的领导及专家们参考。

编后语

作者从国内外的对比中, 对我国刨花板工业当前存在的一些问题以及它在建筑业中的应用前景和实现步骤, 提出了一些建议。其建议所涉及的观点明确, 内容具体, 便于讨论和研究。本刊欢迎有关同志继续来稿, 对此开展深入的讨论, 以供读者参考。