

大型木材加工车间 气力吸集装置的选型与设计

贾相成

摘要 本文阐述了通直等断面主管道式通用型气力吸集装置的结构、工作原理、设计计算方法及使用特点。该系统适用于大型木材加工车间。

关键词 木材加工; 气力收集; 通直等断面主管道

Determination and Design of Pneumatic Dust Collecting Device for Large-scale Wood Processing Mills

Jia Xiangcheng

(Northwest College of Forestry, Yangling 712100, Shanxi)

Abstract The article describes structure, working principle, design method and characteristics of general pneumatic dust collecting device with equal section main pipe for large-scale wood processing mills.

Keywords Wood processing; Pneumatic dust collecting; Equal section main pipe

为适应市场经济的发展,增强企业的竞争能力,不少木材加工企业组成企业集团,扩大生产规模,进行多品种、多层次的产品加工,这些企业通常是生产车间大、生产线多、设备多,如陕西省某木业有限公司的集成材加工车间,长度80余米,宽度36米,有各种加工设备56台(套),过去常用的气力吸集装置已不能满足大型木材加工车间的需要,要求有与之相适应的高效气力吸集装置。其次,随着环境保护要求的日益严格,国家对粉尘排放量的限制会越来越严。为适应这些需要,研究开发高效、排放粉尘浓度符合国家标准GB J4—73要求的气力吸集装置很有必要。

1 吸集装置形式的选择

以前木材加工车间多数采用普通枝状气力吸集装置,由于通用性和灵活性差,只适于机床数量和位置不变的场合。近年来,新建或改造项目大多采用聚集器式气力收集装置,通用性和灵活性大,性能稳定。但对于大型加工车间,如采用多个聚集器,每个聚集器成为一个独立的吸集系统,各系统互不干扰,灵活性虽大,但各聚集器的支管成幅射状布置,车间上部

空间管道多,另外有可能造成功率的浪费。如果将聚集器串联,二级聚集器容易堵塞;聚集器并联,由于平衡管的作用,当负荷偏载过大时,可能使负荷大的聚集器堵塞,导致工作不稳定。根据通直等断面主管道式气力吸集装置的特点,在车间长度大、机床数量多、需要气流量大的情况,选用通直等断面主管道式通用型气力吸集装置是最适宜的。

2 结构与工作原理

2.1 结构

通直等断面主管道式通用型气力吸集装置的结构如图1、图2所示。

2.1.1 通直等断面主管道 通直等断面主管道又称集合管(以下统称集合管),一般用钢板焊接而成,断面是圆形或矩形。其断面尺寸较大,以降低管内的气流速度,起静压箱作用,具有调节风量、风压的功能。

2.1.2 连续运输机械 集合管内气流速度是不相等的。沿着气流运动方向,接入集合管的分支管的数量逐渐增多时,集合管内的气流速度随之逐渐增大,到集合管端头时,管内气流量最大,流速也达到最大值。为保证集合管的静压箱作用,要求管内气流速度大于5~7 m/s,使混合气流中的木材碎料坠落到集合管底

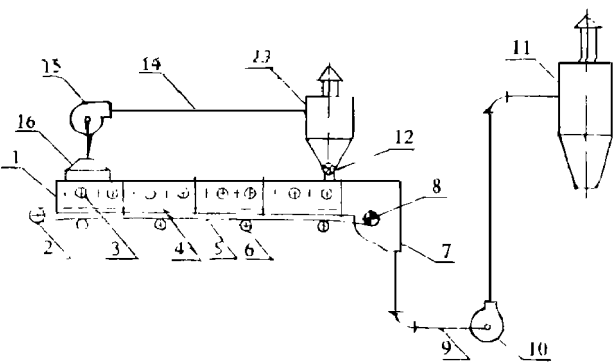


图 1 通直等断面主管道式气力吸集装置
(具有一个辅助吸集系统)

Fig. 1 Usual equal-section main pipe type of pneumatic dust collecting device (With a subsidiary dust collecting system)

1. 通直等断面主管道(集管); 2. 带式运输机被动轮; 3. 集管上用于连接吸集支管的管孔; 4. 带式运输机工作分支; 5. 带式运输机空载分支; 6. 支承滚柱; 7. 卸料漏斗; 8. 带式运输机主动轮; 9. 输送主管道; 10. 主风机; 11. 主分离器; 12. 叶轮式卸料器; 13. 辅助分离器; 14. 辅助系统主管道; 15. 辅助风机; 16. 辅助系统吸气罩

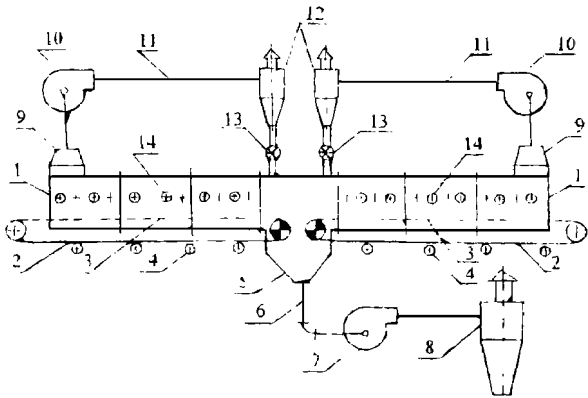


图 2 通直等断面主管道式气力吸集装置
(具有两个辅助吸集系统和两台带式输送机)

Fig. 2 Usual equal-section main pipe type of pneumatic dust collecting device (With two subsidiary dust collecting system and two belt conveyers)

1. 通直等断面主管道(集管); 2. 带式运输机空载分支; 3. 带式运输机工作分支; 4. 支承滚柱; 5. 卸料漏斗; 6. 输送主管道; 7. 主风机; 8. 主分离器; 9. 辅助吸集系统吸气罩; 10. 辅助风机; 11. 辅助系统主管道; 12. 辅助分离器; 13. 叶轮式卸料器; 14. 集管上连接吸气管的管孔

部的连续运输机上而被运走。

2.1.3 主吸集系统 主吸集系统是由所有机床的吸料器、气流分支管、集管、输送物料主管道、主风机、主分离器和料仓组成。其作用是吸集和输送木材碎料, 将其输送到料仓。

2.1.4 辅助吸集系统 由风机、分离器、管道组成。其主要作用是增大集合主管道的吸气量, 但同时使集合管内沿着管道纵轴方向运动的气流量不致过大, 保

持集合管内气流速度限制在一定范围内。

2.1.5 控制系统 除一般的电器控制外, 对于可调风量的吸集系统, 控制系统包括压力传感器、采样保持器、A/D 芯片、分频器、微机及输出放大电路。其作用是根据集合管内的静压控制辅助风机的转速, 以节约风量, 减少能耗。

2.2 工作原理

在风机的作用下, 集合管内形成负压, 吸集支管在负压的作用下实现吸集。由于集合管内风速较低, 集合管两端的压差很小, 沿集合管布置的各吸集支管处于几乎相同的负压下工作, 因此允许在集合管的任何位置上连接支管。集合管上还可以预留少数风管接头, 以备需要时使用。集合管对各支管来说兼具静压箱作用, 具有一定的调节风量和风压的能力, 即使改变部分吸集支管的风量, 也不会影响整个装置的正常运行, 其通用性、灵活性大。车间长度可达 80 多米, 服务的机床数目可达 50 多台, 吸集支管数目可达 70 多条, 对大型木材加工车间尤为适用。

3 设计计算

集合管式气力吸集装置的设计计算步骤如下:

3.1 计算系统所需的总风量

$$Q_{\text{总}} = 1.1 \sum Q_i \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

式中: Q_i —各吸集支管的吸风量(m^3/s);

1.1—管内设置连续运输机械后的漏风系数。

3.2 集合管内的风速 $V_{\text{集合}}$ 的选择

一般取 $5 \sim 7 \text{ m/s}$, 根据 $Q_{\text{集合}}$ 和 $V_{\text{集合}}$ 确定集合管的断面尺寸。其 $Q_{\text{集合}}$ 可按以下三种情况处理:

3.2.1 对于总风量在 $3 \text{ 万 m}^3/\text{h}$ 以下的吸集系统, 可不设置辅助吸集系统。

3.2.2 对于总风量达 $4 \text{ 万 m}^3/\text{h}$ 的吸集系统, 可按图 1 方案布置, 其 $Q_{\text{集合}} = (1/2 \sim 3/5) Q_{\text{总}}$ 。式中的系数取值按机床同时工作系数确定, 同时工作系数大者取大值。

3.2.3 对于总风量超过 $5 \text{ 万 m}^3/\text{h}$ 的吸集系统, 可按图 2 布置, 其 $Q_{\text{集合}} = (2/5 \sim 1/2) Q_{\text{总}}$, 系数取值按机床同时工作系数确定。

3.3 集合管内静压的确定

集合管所需的负压是按处于最不利位置即阻力最大的吸集支管的压损来确定的, 其值为

$$H_{\text{静通}} = H_{\text{支}} + H_{\text{动(出口)}} = \left(L \frac{\lambda}{d} + \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} + \frac{\rho v_{\text{出口}}^2}{2}$$

式中: λ —直管摩擦阻力系数;

L —管段长度(m);

d —支管直径(m);

ρ —空气密度(kg/m^3);

$\Sigma \xi$ —一支路上各种局部阻力系数之和;

v —管内气流速度(m/s);

$v_{\text{出口}}$ —一支管进入集合管处的出口速度(m/s)。

3.4 集合管压损的计算

集合管是各吸集支管的集流管,其阻力与长直管的沿程阻力情况不同,一般应由试验确定。为了简化计算,工程上通常把集合管当作一个局部阻力管件处理,其压损为:

$$H_{\text{通直}} = \xi_{\text{通直}} \times \frac{\rho v^2}{2}$$

式中: v —主管道平均气流速度(m/s);

$\xi_{\text{通直}}$ —阻力系数, $\xi_{\text{通直}} = 1.0 \sim 1.25$ 。

3.5 集合管出口到管路末端输送管段压损计算

该段的风量为集合管的气流量 $Q_{\text{集合}}$, 管内的风速根据输送物料的要求, 输送木材散碎物料时一般取 $v = 18 \sim 20 \text{ m/s}$ 。输送管段的计算包括根据 $Q_{\text{集合}}$ 和 v 计算管径 D , 按管路布置情况计算管段压损, 计算方法与普通枝状及聚集器式气力吸集装置相同。即:

$$H_{\text{输}} = (L \frac{\lambda}{D} + \Sigma \xi) \frac{\rho v^2}{2}$$

式中: D —管内径(m);

$\Sigma \xi$ —管段上各局部阻力系数之和。

3.6 全管路的压损(不包括分离器) $H_{\text{管}}$ 为

$$H_{\text{管}} = H_{\text{支}} + H_{\text{通直}} + H_{\text{输}}$$

由于吸集输送木材碎料, 其混合气流的压损为

$$H_{\text{管混}} = H_{\text{管}}(1 + k\mu)$$

式中: k —综合阻力系数, 一般取 $0.25 \sim 0.8$;

μ —输送的混合浓度, 一般取 $0.1 \sim 0.2$ 。

3.7 其它各吸集支管的压损及压力平衡计算

压力平衡计算式为:

$$\frac{H_{\text{静通}} - H_{\text{静支}}}{H_{\text{静通}}} \times 100\%$$

其相对误差应控制在 5% 或 7% 以下。

式中: $H_{\text{静通}}$ —集合管的静压(Pa);

$H_{\text{静支}}$ —一支管路的压损与出口动压之和(Pa)。

3.8 选择分离器并计算压损

如用一级分离, 多选用 BFL-5 型高效旋风分离器, 其压损为: $H_{\text{分}} = \xi_{\text{分}} \cdot \rho v_{\text{入口}}^2 / 2$

式中: $\xi_{\text{分}}$ —分离器的阻力系数;

$v_{\text{入口}}$ —分离器的入口风速(m/s)。

如用二级分离, 则 $H_{\text{分}} = H_{\text{分1}} + H_{\text{分2}}$, 其中 $H_{\text{分1}}$, $H_{\text{分2}}$ 分别为一级与二级分离器的压损(Pa)。

3.9 主吸集系统的总压损计算及主风机的选用

$$H_{\text{主总}} = H_{\text{管混}} + H_{\text{分}}$$

根据主吸集系统的风量 $Q_{\text{集合}}$ 和压损 $H_{\text{主总}}$ 选择风机及配套电机。

$$H_{\text{风机}} = 1.1 H_{\text{主总}} \quad (\text{Pa})$$

$$Q_{\text{风机}} = 1.1 Q_{\text{集合}} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$N_{\text{电机}} = \frac{KH_{\text{风机}} \cdot Q_{\text{风机}}}{1000 \times \eta_{\text{风}} \times \eta_{\text{传}}} \quad (\text{kW})$$

式中: K —功率储备系数;

$\eta_{\text{风}}$ —风机效率;

$\eta_{\text{传}}$ —电机与风机间的传动效率。

3.10 辅助吸集系统的计算

辅助吸集系统输送的基本是纯空气, 可根据其输送的风量和管路布置计算压损, 选用分离器、风机和电机。管内风速可相对取用低值。

3.11 控制系统

对于无辅助吸集系统, 主要指控制风机工作或停止的电器控制系统。

对于有辅助吸集系统的, 可采用可变风量的气力吸集装置。根据机床吸料器开启数目变化引起的集合管静压变化, 通过控制系统, 改变辅助风机的转速, 从而改变风量, 达到节能的目的。

4 主要构件的选择

4.1 主风机的选择

主吸集系统风量较大, 由于辅助吸集系统抽走了部分风量, 所以主输送管内混合浓度较高, 宜选用具有防堵塞功能的 WS 5-54-11 型风机(MQS 5-54-11 型)。该型风机叶片采用耐磨合金钢板, 并经过动、静平衡校正, 运转平稳可靠, 性能稳定, 高效区平稳, 对工况适应性强、效率高、噪声低, 是比较理想的风机。

4.2 主分离器的选择

如为一级分离, 主分离器一般选用 BFL-5(NL-1 型)高效旋风分离器, 其分离效率高、压损小、外形尺寸小、重量轻, 对木材碎料混合气流, 其处理浓度 $\mu \leq 0.3$ 。如果进一步提高分离效率, 降低排尘浓度, 可采用二级分离, 第一级用 BFL-5 型分离器, 除去绝大部分木质碎料, 第二级用脉冲布袋除尘器, 其允许入口浓度一般为 $3 \sim 15 \text{ g}/\text{m}^3$, 除尘效率达 99.5% 以上, 适用于对环境条件要求较高的场所。

4.3 辅助风机的选用

因辅助吸集系统的混合浓度较小, 基本为纯空气, 宜选用 C4-73-11 型离心风机。该风机为排送含

有尘埃、木质碎屑、细碎纤维等气体的专用设备, 空气性能良好, 效率高、运转平稳。

4.4 辅助分离器的选用

为降低排放浓度, 可选用旋风布袋式除尘器。该除尘器具有滤袋总面积小、压损小、除尘效率高、结构简单、无需脉冲高压反吹系统、节约投资等优点。如对排放浓度要求不甚高, 也可采用 BFL-5 高效旋风分离器。

4.5 连续运输机的选用

一般情况下, 以选用轻型带式运输机用作连续运输机, 它适宜在较长距离内工作, 皮带运行平稳、噪声小、功率消耗小。带式运输机工作分支的滑动支承安装于集合管的底部, 空载分支在集合管底部之外, 沿着支承滚柱运行, 皮带宽度为集合管直径的一半左右, 宜选用轻型橡胶带, 带速为 $0.2 \sim 0.3 \text{ m/s}$, 功率为 $1 \sim 2 \text{ kW}$ 。连续运输机也可用刮板运输机, 最好采用圆环扁环链, 其链速 v 取 0.3 m/s 左右。对长度不超过 30 m 的集合管, 也可以用螺旋运输机, 其螺旋片直径为 200 mm 左右, 转速为 80 r/min , 螺旋片与集合管内壁之间空隙应大于 10 mm , 以免散碎物料在其间堵塞引起过大的摩擦。

4.6 电机的选用

一般宜选用异步电动机, 要注意功率与风机匹配并有一定功率储备。对可变风量的吸集系统可选用调速电机。

5 使用性能

5.1 集合管式通用型气力吸集装置, 具有通用、灵活、工作可靠的特点。在风机允许的范围内, 增减机床数量, 改变车间机床位置, 都不影响整个装置的工作。在运行中, 可根据机床吸料器的开启数量来调节风量, 具有显著的节能效果。

5.2 集合管式气力吸集装置增加了辅助吸集系统, 设置了连续运输机, 虽然设备投资增加, 但相应各系统的管径、风机、电机和分离器的规格减小, 便于运输、安装和维修。

5.3 由于辅助系统输送的基本是纯空气, 因而磨损小, 有利延长使用寿命。

5.4 系统应留有一定的耗气储备量, 以备增加机床时使用, 同时可根据实际需要, 调节集合管的静压, 改善系统的工作性能。

5.5 集合管式气力吸集装置, 对长度大、机床数量多的大型木材加工车间, 可使吸集装置的布置比较规整, 在条件相同的情况下, 可使吸集系统输送距离增长, 对受各种条件限制料仓设置较远的气力吸集装置十分有利, 可以简化输送方式, 方便生产, 节约投资。

6 参考文献

- 1 李维礼主编. 木材工业气力输送及厂内运输机械. 中国林业出版社, 1993 年 8 月第二版
- 2 李维礼、钱永宽. 聚集器式通用型气力集尘装置的设计计算理论与性能分析. 南京林业大学学报, 1983, (3)

中国老科协扶贫委员会 提供科技扶贫项目

我委拟利用三年时间在全国建立起 500 个科技扶贫试点, 详情请汇 10 元索取有关章程。下列成果已被我委列入 98 年科技扶贫项目, 接产者持当地政府贫困地区证明, 经我委审批合格后, 可享受技术转让费的 30% 扶贫基金资助, 详情请来信索取资料。

● 新型强力抗冻、防潮乳白胶

该技术改变了以聚醋酸乙烯、聚乙烯醇、淀粉为主要原料生产乳白胶的传统工艺, 每吨成本仅 $1500 \sim 2500$ 元, 质量可与国内优质的乳白胶媲美。产品性能稳定, 无污染, 生产工艺、设备简单。4 小时即出成品, 广泛用于木材、纸张、织物、皮革、化工、建材、装饰、装修等行业。

● 新型改性脲醛胶

新近开发的改性脲醛胶改变了传统的工艺和配方, 简化了工艺和设备, 缩短生产周期, 成品游离醛含量低, 从而

降低成本, 每吨约 1000 元, 现已有部分接产厂家生产使用。

● 利用木材边角料、锯末、枝桠材生产阻燃仿真水曲柳地板

该技术选用农作物秸秆、木材边角料、锯末为原料, 加少量易购化工原料, 经特殊工艺一次成型, 生产出木材纹理优美、自然逼真的高档人造水曲柳及泰柚、榆木、花梨木板等, 并具有阻燃、防潮、耐高低温、不变形、平面抗拉强度和静曲强度高、耐老化等特点, 使用方便, 粘、钉、锯、刨、铆均可, 可广泛用于家具制作、活动房、室内隔断、门窗、墙裙、吊顶等家庭及办公、商业、娱乐场所装修及车、船内围壁板等。产品成本约 5 元/m^2 。产品的规格、花纹、图案、颜色可按用户需求调整。

本委还有多项投资少、见效快的实用技术, 欢迎来京试用样品。

地址: 北京市海淀区学院南路 86 号中国科协业务楼 3 楼中国老科协扶贫委员会
联系人: 陈文荣 电话: (010)62178877 转 4615、4611、4613 邮编: 100081