

# 粗纱机吹吸风系统的优化设计

夏春明,程隆棣,邵媛媛

(东华大学,上海 201620)

**摘要:** 为了进一步提高粗纱机产品质量,减少产品疵点,从使用效率、相互配合运行、工作方式等方面分析了国内外现代粗纱机普遍采用的吹吸风设计模式及其存在的问题,针对现有粗纱机吹吸风系统存在的清洁不彻底、能耗高等不利因素,提出了改进思路。详细介绍了吸吹风优化系统的设计原理,电气控制系统及车尾风机技术性能参数的选择;对比了优化前后的节能效果和经济效益。指出:优化设计的粗纱机吹吸风系统,通过改进电气控制、重新设计吹吸风管路并对车尾风机进行改造,在不影响产品质量的前提下提高吹吸风效果,节能效果较明显。

**关键词:** 粗纱机;吹吸风系统;电气改进;管路优化;节能

中图分类号:TS103.22<sup>+</sup>6

文献标志码:B

文章编号:1001-9634(2015)01-0041-05

## Optimized Design of the Ventilation System of the Roving Frame

XIA Chunming, CHENG Longdi, SHAO Yuanyuan

(Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** In order to further improve product quality with less product defects, analysis is done to the ventilation system on the roving frames both at home and abroad regarding the design mode and the existing problems from the use of efficiency, mutual coordination operation, work methods. Considering the problems with the in-service ventilation system such as poor performance with high energy consumption, some modification suggestions are given herewith. Detailed introduction is made to the design principle of the optimized ventilation with system and the blower at the rear section of the frame regarding the specifications. The energy saving effect and economic benefit is compared before and after the optimization. It is pointed out that the optimized design of the roving frame with the improved electrical control, re-designed blowing suction line and the transformation of the rear fan, in the premise of not affecting the quality of products, the ventilation effect is satisfactory with obvious energy saving effect.

**Key Words:** roving frame; ventilation system; electrical improvement; pipeline optimization; energy saving

## 0 引言

目前,国内外粗纱机普遍具有自动化程度高、纱线质量好、产量高等优点。为了进一步提高产品质量,减少产品疵点,现代粗纱机都配有上吹吸风装置以及台面吸风装置,以清除上刮绒布刮棉、下刮绒布

刮棉及台面尘杂,使机台保持清洁<sup>[1]</sup>。台面吸风系统依靠车尾主排尘风机联结,吸点不少于 60 个,以电机功率不小于 4 kW 的风机连续不断吸附台面尘杂及下刮棉,且在台面吹风的配合下才能部分被吸走,这样不但台面不够清洁,而且使得能耗大,生产成本高。因此,如何达到清除上清洁绒布刮棉、下清洁绒布刮棉及台面杂尘的效果,且使台面更清洁、节约能源更明显,具有重要的现实价值。

收稿日期:2014-04-29

作者简介:夏春明(1974—),男,江苏南通人,工程师,硕士,主要从事纺织工程研究工作。

## 1 粗纱机吹吸风系统现状

### 1.1 吹吸风机的主要技术参数

粗纱机吹吸风机的主要技术参数见表 1, 从表 1

表 1 粗纱机吹吸风机的主要技术参数

	项目	数值
上吹吸风机	风量/( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	2 000
	风压/kPa	1.2
	电机转速/( $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ )	2 900
	电机功率/kW	1.5
车尾吸风机	风量/( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ), $\geq$	2 500
	风压/kPa, $\geq$	1.5
	电机转速/( $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ )	2 900
	电机功率/kW, $\geq$	4

可知一般粗纱机吹吸风系统包括上吹吸风机和车尾吸风机。上吹吸风机的风压为 1.2 kPa 才能吸走上绒布刮棉, 车尾风机风压值为 1.5 kPa, 但因主风道上设有不少于 60 个吸点, 首末吸点风压差较大, 故车尾风机需较大功率才能与上吹吸风吹风口及台面分吸点配合吸走部分台面飞花、杂质。表 1 中两个风机的总装机功率不小于 5.5 kW, 能耗较大, 考虑在不影响每个吸点风量、风压的前提下采取措施降低风机实际消耗总功率。

### 1.2 吹吸风系统运行中的问题

#### 1.2.1 上吹吸风机未充分利用

现有粗纱机上吹吸风机均为两侧吹吸风形式, 即每侧都有一个吸风口和一个吹风口。而目前上吸风系统运行时仅充分利用了车前的吹风口和吸风口, 而车后的吹风口和吸风口大多只是空转, 未能充分利用, 造成较大的能量损失。

#### 1.2.2 上吹吸风机与车尾吸风机配合运行现状

粗纱机上吹吸风机的作用是吸走上清洁绒布刮棉, 同时吹吸风机吹风管向台面吸点处吹风, 配合主排尘风机吸走下清洁绒布刮棉及台面尘杂。由于上清洁刮棉、下清洁刮棉以及台面尘杂不总是在同一时间内落下, 主排尘吸风机连续运转不能单独吸走台面微尘和部分下刮棉, 只有当上吹吸风机与台面吸点共同工作时, 才能达到清洁效果; 在某些时段主排尘风机的连续运行并不能有效清理台面, 造成了电能浪费, 增加了企业的运行成本<sup>[2]</sup>。正确的做法是当刮棉积累到一定量时, 利用上吹吸风机的另一个吸点且在上吹吸风机台面吹风管的共同配合下吸附台面的刮棉、尘杂。主排尘风机不再行使吸附台面尘杂的作用, 只具有当上吹吸风机行走至车尾时

吸附上吹吸风机内腔杂物的功能。这样设计就能彻底清除尘杂、刮棉, 稳定产品质量, 保持机台清洁, 降低能源消耗。

#### 1.2.3 上吹吸风机实际运行状况

粗纱机上吹吸风机来回连续运行, 一般行走 1 个来回用时不少于 2 min, 运行 3 个来回后于车尾停 1.5 min, 该运行方式不及间歇运行合理; 因为间歇运行既能清除上绒布刮棉, 又能实现与车尾主风机配合作用吸走下绒布刮棉及台面尘杂, 而其相较连续运行方式能节约电能<sup>[3]</sup>。但现有的粗纱机上吹吸间隔次数及暂停时间在 PLC 控制中无法调节, 而造成电能浪费。

#### 1.2.4 吹吸风联接工作方式

现有粗纱机主排尘风机高耗能连续不断地附着整个台面的尘杂、下刮棉, 上吹吸风机吸附上刮棉, 同时将下刮棉和台面尘杂一次吹向吸点, 配合所有吸点, 使部分尘杂、剥棉被车尾主排尘风机吸走, 从而共同完成除杂清洁任务。在这个过程中, 只有当上吹风管走到每个台面吸点的位置, 两者配合才能完成清洁任务, 而吹风管吹过后及其未走到的地方台面吸点仍在不停地工作, 主排尘风机空转势必造成了电能的浪费。考虑采用单个吸点独立吹吸且配合上吹吸风机工作的运行方式, 有利于降低主排尘风机能耗, 节约了能源并同时保证顺利完成预定的清洁任务, 而产品质量不会受到影响<sup>[4]</sup>。

## 2 粗纱机上吹吸风机与车尾吸风机系统的合理配置

### 2.1 吹吸风系统的改进思路

#### 2.1.1 上吹吸风机两吹点两吸点的充分利用

现有粗纱机车前一吹一吸两点保持不变, 吹风管配合机后吸点吸附车面及绒布下刮棉, 吸风管仍用来吸附上绒布刮棉。现将上吹吸风机车后的一吹一吸两点也利用起来, 车后吹风管可通过设计用来清洁风机运行所产生于机身表面和风机带轮及行走轮内的尘杂, 以减少工人清洁的劳动强度, 并减少因尘杂纠缠造成风机零部件的损坏。上吹吸风机车后新增一吸点, 通过优化设计可与设计制作的管状吸点配合吸附车面尘杂及下刮棉。原粗纱机台面距车尾主吸风机最远处吸点的负压大于 0.5 kPa, 即车面每个吸点的负压满足大于 0.5 kPa 的条件, 即能在车前吹风点的配合下实现吸点车面和下刮棉尘杂的清除。优化设计后上吹吸风机车后吸点的实测负压大于 1 kPa, 约为所需负压值的两倍, 足以满足

吹吸要求。

### 2.1.2 台面主风道及车尾风机的改造

现有粗纱机的所有吸点都集中于台面的一根主风道上,通过车尾主风机直接吸收台面灰尘及下刮棉,这样以来沿粗纱机长度方向首尾负压不均匀且台面部分吸点不能单独起吸附作用,故势必要求主风机功率很大才能吸走车面尘杂及下刮棉。现在的设计是取消主风道,重新设计不少于 60 个独立的、完全分散的管状吸点,通过管路设计使车后吸点与管状吸点接触。当上吹吸风机行走时,与车面吹风点共同作用吸走台面的尘杂和下刮棉。现有车尾的吸风机只要保证具备能吸走上吹吸风机内腔杂物的负压就可以了。经测算,选用 0.75 kW 的车尾风机就能满足风量与负压的要求。

### 2.1.3 上吹吸风机及车尾风机电气系统的改进

通过修改外围电路,可使上吹吸风机和车尾吸风机工作程序如下:吹吸风机正常行走时,以往车尾风机总是连续运行,现停止不工作;当吹吸风机行走粗纱机车尾时,触碰到行程开关后惯性停止至车尾,车尾吸风机开启并延时 10 s(可调节),这时车尾风机能完全吸走上吹吸风机内腔的杂物。根据所纺品种的含杂程度,停止 2 min~4 min 后(可调节)恢复上述程序运行。运行过程中,要确保上吹吸风机运行初始、终点处于车尾位置,车尾吸风机上吸管在上吹吸风机运行至车尾处时总是与上吹吸风机排尘口接通。当下刮棉成束落于台面时,上吹吸风机随即开始向车头方向运行。上吹吸风机上吸点吸附上刮棉,其吹点把台面尘杂、下刮棉吹向台面吸点,台面吸点在吹点的配合下,将杂物吸至上吹吸风机内腔,该过程中车尾风机停止运行。上吹吸风机运行至车头时,大部分的上刮棉被上吹风机吸走,大部分台面尘杂及下刮棉在上吹吸风机吹点的配合下,也被上吹吸风机吸走。上吹吸风机运行至车头后及时返回,这样上刮棉、台面尘杂和下刮棉会被完全清理,上吹吸风机停止至车尾,车尾吸风机开启运行 10 s(可调节)后停止,一个程序循环结束。当成束下刮棉再次落于台面时,下一循环开始;如此往复地清理机台,而且不会影响产品质量。

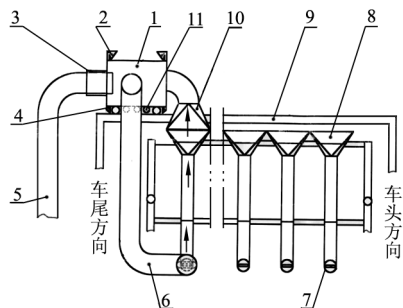
## 2.2 吹吸风系统的设计

一个完整的创新式粗纱机吹吸风系统的设计思想,有别于传统的粗纱机吹吸风系统。它是由上吹吸风机新增吹风点与吸风点,新增独立的台面管状吸点、车尾风机吸点,重新设计的电气控制及相关辅助件组成。这种吹吸风系统的优点,是在不影响产

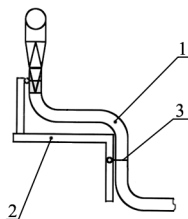
品质量的前提下具有较好的清洁和节能效果。

### 2.2.1 管路作用及要求

图 1 为粗纱机吹吸风系统设计简图,图 1a)为上吹吸风机和管状吸点及辅助件立面图,图 1b)为台面管状吸点及辅助件侧面图。



- 1—原上吹吸风机;2—新增表面清洁吹风点;
  - 3—上吹吸风机尘杂排出口;4—新增行走轮吹风点;
  - 5—上吹吸风机车尾风机吹点;6—上吹吸风机台面吹风点;
  - 7—台面管状顶端吸点;8—台面管状体与上吹吸风机新增吸点接触的吸点;9—上吹吸风机行走轨道;
  - 10—新增车后吸点;11—新增行带轮吹风点。
- a) 上吹吸风机和管状吸点及辅助件立面图



- 1—台面管状吸管;2—台面管状吸点固定支架;3—结合件。
- b) 台面管状吸点及辅助件侧面图

图 1 粗纱机吹吸风系统设计简图

设计说明<sup>[5]</sup>:件 1 上装若干吹吸风点,用于清洁自身和配合台面吸点完成清洁工作;件 2 截面设计成中间矩形、两侧半圆形,面积为 27 060 mm<sup>2</sup>,用于连接它的 90°弯头直径为 150 mm,用于与台面管状吸点配合完成台面清洁工作;件 3 有 2 处,设计成椭圆形,其每处截面积为 2 820 mm<sup>2</sup>,用于清理风机表面;件 4 有 2 处,设计成椭圆形,其截面积均为 1 960 mm<sup>2</sup>,用于清洁行走轮;件 5 有 3 处,设计成椭圆形,其截面积均为 1 960 mm<sup>2</sup>,用于清理带轮;件 6 管状体直径为 90 mm,管状体两两之间中心距离为 216 mm,用于与台面顶端吸点的连接和吹吸风机新增吸点之间的衔接;件 7 的截面形状为两端圆形、中间矩形,其面积为 1 100 mm<sup>2</sup>;件 8 的形状与上吹吸风机吸点形状、尺寸相同,但顶端截面必须要两两紧密相连,以免新增吸风点负压损失,与上吹

吸风机新增吸点配合,共同吸附台面下刮棉及尘杂;件9的主支架圆管直径为35 mm,副支架直径为25 mm,用于支撑台面管状吸点;件10将台面管状吸点固定于支架上;件11的直径为120 mm,用于配合车尾风机吸点、完成吹吸风机内腔清理工作;件12的直径为100 mm,用于吸附吹吸风机内腔杂物;件13的管径为100 mm,顶端截面为中间矩形、两侧半圆形,截面积为 $6\ 250\ \text{mm}^2$ ,用于将台面尘杂下刮棉吹向台面吸点;件14用于支承吹吸风机左右行走。以上所有新管路直径或截面形状、尺寸,都根据各部分所需风量、风压要求进行设计;固定支架及结合件,是根据所需承载力及稳定性确定其尺寸规格。

### 2.2.2 管路图流程说明

图1a)中,单向箭头指向为气流吹出或吸入运动方向,双向箭头为吹吸风机运行方向<sup>[6]</sup>。上吹吸风机初始位置处于车尾,先由车尾向车头行驶,再由车头运行至车尾停止,此两个过程构成一个循环运行程序。上吹吸风机行走过程中,通过新增的表面吹风点清理表面尘杂,以防上吹吸风机上表面积尘;通过带轮吹风点在行走过程中随时清理带轮尘杂,以免带轮附花损坏;通过行走轮吹风点在行走过程中随即清理行走轮尘杂,以免行走轮缠绕致吹吸风机行走不稳定。在上吹吸风机行走的过程中,上吹吸风机原有台面吹风点把台面的尘杂及下刮棉吹向台面管体顶端吸点,在上吹吸风机新增吸风点足够的负压作用下,通过台面管状体把尘杂吸入上吹吸风机内腔。当上吹吸风机行至车尾时,上吹吸风机车尾风机吸点插入上吹吸风机尘杂排除口,此前停止运行的车尾风机启动工作,在车尾风机的负压作用下吸走上吹吸风机内腔所有杂物,随后数秒钟车尾主吸风机停止运行,两风机停止数分钟后上吹吸风机又进入下一个循环运行。

### 2.2.3 车尾风机的选择

#### 2.2.3.1 技术参数

选择能够彻底吸除上吹吸风机内腔杂物的风机,要求风量、风压及转速达到设计要求。表2列出了能够满足吸附要求相应的参数。从表2可知所需吸风风压为0.9 kPa,而风机功率为0.75 kW,较原风机不小于4 kW而言,功率有了较大幅度降低。

#### 2.2.3.2 车尾风机的安装

卸去原4 kW的车尾吸风机,在车尾吸风箱内装上表2所列电机功率为0.75 kW和相关参数的吸风机;原粗纱机车尾箱体和与上吹吸风机相接触

表2 新型粗纱机车尾风机技术性能参数

项目	指标
风量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	1 500
风压/kPa	0.9
电机功率/kW	0.75
转速/ $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	2 900

的吸风嘴保持不变,吸嘴上原有的防漏风装置因无需使用而全部拆除,这样也减少了机件损坏和维护的次数;但箱体上原连接车面主风道的吸风口因吸风原理发生了根本改变、不再使用而封闭。因为现有风机叶轮较原风机变小,故需要在原风机安装位置空心圆加补一圆环,在圆环上打孔并用螺栓及螺帽铆固小风机,即安装完毕。

### 2.2.4 上吹吸风机、车尾吸风机电气控制系统改造

上吹吸风机、车尾吸风机电气控制系统的改进方案,具体说明如下:①设计成当上吹吸风机挡块撞到行程开关SQ时,上吹吸风机接触器KM1断开,吹吸风机电机M1断电,风机惯性运行;②将车尾吸风机接触器KM2改为受车尾上吹吸风行程开关SQ控制,当上吹风机挡块撞到行程开关SQ时,车尾风机接触器KM2吸合,车尾风机电机M2启动,时间继电器KT1开始延时10 s停止(时间可调节);③上吹风机接触器KM1失电后,时间继电器KT2开始延时2 min~4 min后(时间可调节)接触器KM1吸合,M1得电,上吹风机再次启动,如此往复循环。上吹吸风机及车尾吸风机电气控制原理如图2所示<sup>[7]</sup>。

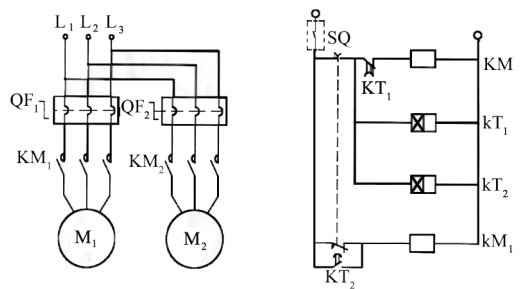


图2 粗纱机吹吸风系统电气控制示意

## 3 粗纱机吹吸风系统的改进效果和效益

### 3.1 上吹吸风机、台面吸点和车尾吸风机改进效果

通过对粗纱机上吹吸风机增设吹点和吸点,上吹吸风机表面较原来清洁,行下头轮内无飞花、杂质缠绕,吸点能够配合台面吸点吸走台面的尘杂;台面吸点的单独设计和使用使得现有负压大于原集中吸点的负压,能较好地吸走台面尘杂而使台面更清洁,

且不少于 60 根单独管状吸点的设计同时具有很好的节能效果;车尾吸风机采用 0.75 kW 的吸风机,能吸走上吹吸风机内腔的杂物,与原 4 kW 风机相较具有明显的节能效果;上吹吸风机通过采用间歇运行的方式,既能够保证各部位的清洁效果,又较连续运行方式节能。

### 3.2 上吹吸风机节能效果

吹吸风电动机装机容量为 1.5 kW,经实测实际工作电流为 2.1 A,1 台粗纱机每天运行时间按 20 h 计算,1 d 用电量计算如下:

原用电量: $W_{\text{吹、吸}} = 1.732 UI \cos\phi \times 20 \times 6 \div 7.5 \div 1\ 000 = 17.69 \text{ kW} \cdot \text{h}$

现用电量: $W_{\text{吹、吸}} = 1.732 UI \cos\phi \times 20 \times (130/250 \sim 130/370) \div 1\ 000 = (11.50 \sim 7.77) \text{ kW} \cdot \text{h}$

### 3.3 车尾吸风机节能效果

粗纱机车尾吸风机原装机容量为 4 kW,经实际测量运行电流为 5.1 A,1 台粗纱机每天运行时间按 20 h 计算,1 d 用电量计算如下:

原用电量: $W_{\text{吸}} = 1.732 UI \cos\phi \times 20 \div 1\ 000 = 53.7 \text{ kW} \cdot \text{h}$

改进后的粗纱机车尾风机原装机容量为 0.75 kW,经实际测量运行电流为 0.6 A,1 台粗纱机每天运行时间按 20 h 计算,1 d 用电量计算如下:

现用电量: $W_{\text{吸}} = 1.732 UI \cos\phi \times 20 \times (10/250 \sim 10/370) \div 1\ 000 = (0.25 \sim 0.21) \text{ kW} \cdot \text{h}$

### 3.4 吹吸风系统节能收益估算

基于上述所求数据,可知一台粗纱机每天节约的电量为:

$W_{\text{吹、吸(改前)}} + W_{\text{车尾(改前)}} - W_{\text{吹、吸(改后)}} - W_{\text{车尾(改后)}} = 17.69 + 53.7 - 11.50 \sim 7.77 - 0.25 \sim 0.21 = (59.64 \sim 63.41) \text{ kW} \cdot \text{h}$

一台粗纱机一年工作时间为 350 d、若电价按 0.8 元/(kW·h)计,则每台粗纱机一年可节约电费

(1.67~1.76)万元。

以上计算是以按 120 锭用 60 根单独管状吸点的粗纱机吸风系统为例,由此可见改进后系统确有显著的节能收益。若一台粗纱机总锭数不少于 120 锭,那么不少于 60 根单独管状吸点的节能效果则会更为突出。

## 4 结语

现代粗纱机在实际运行时,确实存在着机台清洁效果不良、能源浪费突出的缺点,无形中增加了企业的生产成本。笔者对现有粗纱机吹吸风系统运行存在的问题进行了分析,并提出了改进方案。通过系统改进,在不影响产品质量的前提下,提高了尘杂和剥棉的清除效果,并相较原吹吸风系统节能 80% 以上,具有十分明显的节能效果,为企业降低了生产成本。在国家提倡节能、增效的大环境下,此技术在老机除尘改造及新设备技术应用上具有良好的发展前景。

## 参考文献:

- [1] 周义德. 纺织空调除尘节能技术[M]. 北京:中国纺织工业出版社,2009.
- [2] 夏春明. 粗纱机吹吸风节能管路的设计[J]. 上海纺织科技,2011,39(5):60-61.
- [3] 夏春明. FA458 粗纱机吹吸风电气控制系统的改进[J]. 纺织机械,2009(5):34-36.
- [4] 魏雪梅. 纺纱设备与工艺[M]. 北京:中国纺织工业出版社,2009.
- [5] 邱宣怀. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [6] 郑文纬,吴克坚. 机械原理[M]. 7 版. 南京:东南大学出版社,2003.
- [7] 秦曾煌. 电工学:上册[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

(上接第 25 页)

## 6 结语

割纱器结合件通过安装方式和产品结构设计的改进,很好地解决了割纱器脱落的问题,提高了国产锭子的可靠度。粘纺器装置已应用到生产中,效果良好,为国产锭子占领更多的市场提供了技术保障。

## 参考文献:

- [1] 翁明,史翔. 自动夹纱自动清除尾纱锭子的设计[J]. 纺

织器材,2013,40(1):23-25.

- [2] 马彬,陆秀梅. 集体落纱高速锭子的设计[J]. 纺织器材,2010,37(6):11-14.
- [3] 翁明,张新文. 集体落纱快装纱管用铝杆锭子设计[J]. 纺织器材,2013,40(2):7-9.
- [4] 河南二纺机股份有限公司. 铝杆加工工艺[Z].
- [5] 河南二纺机股份有限公司. 夹纱式环锭纺留尾纱装置实用新型专利说明书[Z].
- [6] 河南二纺机股份有限公司. 夹纱式环锭纺留尾纱装置:中国,ZL 200720092706.0[P].