

# 改进粘胶长丝车间空调通风系统设计探讨

谭超毅, 刘建龙, 朱 辉, 冯武强

(湖南工业大学, 湖南 株洲 412008)

**摘 要:** 按照纺丝机在1个工作日内或1个落丝周期内, 排毒气系统处于开启时间或封闭时间分段计算, 然后求该时段的平均值来确定粘胶长丝纺丝车间送风量, 送风量是原设计的58.1%~65.8%; 同时, 通过采用纺丝机专用空气幕, 改进车间空调通风系统, 将空调系统改为机内重点、车间辅助的空调方式, 节约空调新风能耗达25%~69%。

**关键词:** 粘胶长丝纺丝车间; 空调通风系统; 纺丝机专用空气幕; 机内重点

**中图分类号:** TQ340.61+5.8

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2009)04-0027-03

## Discussion on Improvement of Air-Conditioning Ventilation System in Viscose Filament Workshop

Tan Chaoyi, Liu Jianlong, Zhu Hui, Feng Wuqiang

(Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

**Abstract:** In accordance with one working day or a doffing period of spinning machine, sub-calculates operating periods and non-operating periods of the exhaust system in viscose filament workshop, then obtains average values of the periods to determine the air supply volum to the workshop. The supply air volum is 58.1% to 65.8% of the former design. Meanwhile by means of applying the air curtain for spinning machine, improving the air-conditioning ventilation system of workshop and replacing the traditional air-conditioning model with "machine-focused and workshop subsidiary" model technology, saves the energy consumption of air-conditioning by 25% to 69%.

**Keywords:** viscose filament workshop; air-conditioning and ventilation system; air curtain for spinning machine; machine focused

## 0 引言

众所周知, 粘胶长丝是在恒温恒湿 ( $t=(25 \sim 31) \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\phi=70\% \sim 85\%$ ) 的工艺条件下生产, 生产过程中会产生大量对人体有较大危害的  $\text{CS}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$  气体。为了保障生产人员的健康, 粘胶长丝纺丝车间空气中有毒有害气体控制的最高质量浓度:  $\text{CS}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$  均为  $10 \text{ mg/m}^3$  [2]。粘胶长丝纺丝车间的空调通风系统设计应满足有毒有害气体浓度低于国家安全卫生标准或行业标准、空调能耗低这2个目标。由于纺丝车间既要空调

又要排毒气, 车间空调都采取全新风直流方式; 同时, 根据纺丝机前、后车拉窗可与机体组成一个封闭排毒气系统的结构特点, 来进行空调通风与排毒气系统设计, 如图1所示。

据杭州市化工设计所陈剑荣[3]介绍的纺丝车间空调系统设计经验: 一般采用换气次数13~14次/h的送风量; 即使是引进的意大利连续纺丝机, 机内排风技术有了重大改进, 空调区域的实际换气次数仍将达到4.5~14次/h, 才能够满足气流组织均匀性要求。目前, 一般纺丝车间空调系统所采用的设计方案空调通风量

收稿日期: 2009-03-11

基金项目: 湖南省教育厅科研基金资助项目(07C239)

作者简介: 谭超毅(1956-), 男, 湖南双丰人, 湖南工业大学教授, 工学硕士, 主要研究方向为建筑节能技术,

E-mail: [tanchaoyi123@yahoo.com.cn](mailto:tanchaoyi123@yahoo.com.cn)

均较大,空调、通风能耗均较高;尽管如此,纺丝车间的 $\text{CS}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S}$ 浓度,真正能控制在国家标准范围内的较少见。例如:原湖南邵阳化纤年产2 000 t粘胶长丝车间的空调通风系统,采用8台型号为4-72 No 14E 750 r/min的离心风机,每台风机的送风量约为78 350  $\text{m}^3/\text{h}$ ,总送风量为623 800  $\text{m}^3/\text{h}$ ,是本文推荐理论计算值的1.52~1.72倍,而 $\text{CS}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$ 的浓度却超出国家标准1.5~2倍。

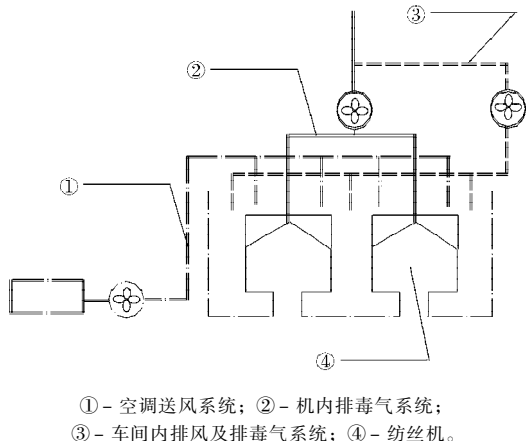


图1 全新风直流式空调系统示意图

Fig. 1 The schematic diagram of the DC air-condition system

因此,研究和探寻粘胶长丝纺丝车间空调系统新的设计方法,使车间有毒气体浓度低于国家标准,同时降低空调通风能耗,将具有十分重要的意义。

## 1 改进粘胶长丝车间空调通风系统设计探讨

### 1.1 粘胶长丝车间通风量的计算

计算粘胶长丝车间空调通风系统通风量时,应充分考虑纺丝机前、后车拉窗与机体可组成封闭排毒气的结构特点,即:拉窗关闭,机器自动运行,这时,排毒气系统是封闭的;拉窗拉开,操作工人进行落丝和升头等操作,这时,排毒气系统是敞开的。粘胶长丝纺丝车间的空调通风量计算,必须考虑这2种情况下的排毒气特点和要求。

操作工没有进行生产操作,纺丝机前、后车拉窗关闭,排毒气系统近似于封闭系统,此时纺丝车间可近似看成无毒气生产车间,按满足最小新风量要求计算通风量:

$$G = NV \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1)$$

式中:  $N$ ——纺丝车间换气次数,单位为1/h;

$V$ ——纺丝车间空间体积,单位为 $\text{m}^3$ 。

按文献[4],“粘胶纤维长丝纺丝车间采用全新风系统,为及时排出车间内的有害气体并进行温、湿度调节,采用机内排风和车间排风2个系统,车间排风1~2次/h”。如年产2 000 t长丝生产车间面积约为

$74 \times 120 = 8\,880 \text{ m}^2$ ,车间高度约5.7 m,体积50 616  $\text{m}^3$ ,按1~2次/h换气量计算,需新风量为:

$$G = 50\,616 \times (1 \sim 2) = 50\,616 \sim 101\,232 \text{ (m}^3/\text{h)}。$$

操作工进行生产操作,纺丝机前、后车拉窗拉开,排毒气系统是开式的,纺丝车间按控制空气中有毒有害气体允许的最高浓度来计算通风量:

$$G \geq \left( \frac{Q_i}{L_i} \right)_{\max} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2)$$

式中:  $G$ 为每小时的送风量,单位为 $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$Q_i$ 为第 $i$ 种毒气每小时的产生量,单位为 $\text{mg}/\text{h}$ ;

$L_i$ 为第 $i$ 种毒气的最高允许质量浓度, $\text{CS}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S}$ 均为10  $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

年产2 000 t粘胶长丝纺丝车间,约需1 740 t/a甲纤,按粘胶化学反应式计算, $\text{CS}_2$ 毒气产生量约为408.2 t/a,折合为46 598 173  $\text{mg}/\text{h}$ ,由于 $\text{H}_2\text{S}$ 产生量较少,可不考虑。仅稀释 $\text{CS}_2$ 至符合国家标准,按式(2)计算,送风量为4 659 817  $\text{m}^3/\text{h}$ 。由此可知,若车间不采取封闭式排毒气系统,其送风能源消耗是十分惊人的。这也是生产过程产生毒气的车间必须设计封闭式排毒气系统的理由所在。

事实上,纺丝车间纺丝机拉窗开启或关闭时间的长短,是随生产条件和操作工人技术熟练程度变化的随机变量,其通风量介于上述2公式计算量之间。由于粘胶长丝车间送风量的确定尚无设计标准可供参考,大多采取类比和实验方法来确定;笔者认为,通过公式计算确定更具说服力。下面介绍一种设计计算方法。

粘胶长丝纺丝车间空调送风量应该按照纺丝机在1个工作日内或1个落丝周期内,排毒气系统处于开启或封闭时间分段计算,然后求该时段的平均值,作为粘胶长丝纺丝车间空调送风量。

按工作日计算的公式为:

$$G = K \frac{NVt_1n + \left( \frac{Q_i}{L_i} \right)_{\max} t_2n}{24} \quad (\text{m}^3/\text{h}), \quad (3)$$

按落丝周期计算的公式为:

$$G = K \frac{NVt_1 + \left( \frac{Q_i}{L_i} \right)_{\max} t_2}{t_1 + t_2} \quad (\text{m}^3/\text{h}), \quad (4)$$

式中: 24为1个工作日的小时数;

$n$ 为1个工作日内落丝次数,要根据丝的品种规格确定,132 dtex长丝为2.5,165 dtex为3;

$t_1$ 为1个落丝周期内排毒气系统处于封闭的时间,132 dtex长丝为8.85~9.1 h,165 dtex长丝为7.25~7.5 h;

$t_2$ 为1个工作台班内或1个落丝周期内排毒气系统处于开启的时间,根据熟练工人正常落丝和处理断头所需时间确定,1个落丝周期内按0.5~0.65 h计取;

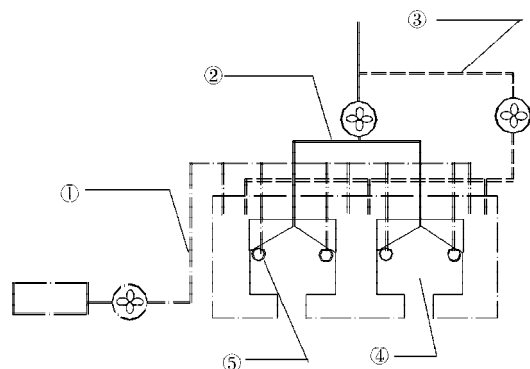
$K$  为设计富裕系数, 取  $K = 1.1$ ;

其它变量含义与式 (1)、(2) 中相同。

如年产 2 000 t 长丝生产车间, 按式 (3) 计算, 仅需风量 362 170 ~ 408 832 m<sup>3</sup>/h, 是原设计的 58.1 % ~ 65.8 %。

## 1.2 改进粘胶长丝车间空调通风系统的设计

为在纺丝车间实现最小空调通风量, 节约空调能耗, 同时能使车间达到国家卫生标准要求, 最佳设计方案是机内重点空调、车间辅助空调、机内设置排毒气系统、车间设置排风系统。此系统与普通空调系统不同之处是在纺丝机拉窗上方设置 2 台纺丝机专用空气幕, 空气幕与空调送风管相连; 平时纺丝机专用空气幕的风机不工作, 空调送风经空气幕直接进入纺丝机内, 只有纺丝机拉窗打开时纺丝机专用空气幕的风机才工作, 从空调送风管中抽取更多的空气, 在纺丝机拉窗处形成空气幕, 阻断纺丝机内毒气外泄和热湿交换。图 2 为机内与车间共用空调系统, 图 3 为机内与车间空调系统分开设置示意图, 图中图注同图 2。



① - 空调送风系统；② - 机内排毒气系统；③ - 车间内排风及排毒气系统；④ - 纺丝机；⑤ - 空气幕。

图 2 机内、车间共用空调系统示意图

Fig. 2 The schematic diagram of shared air-condition system for the spinning machine and the workshop

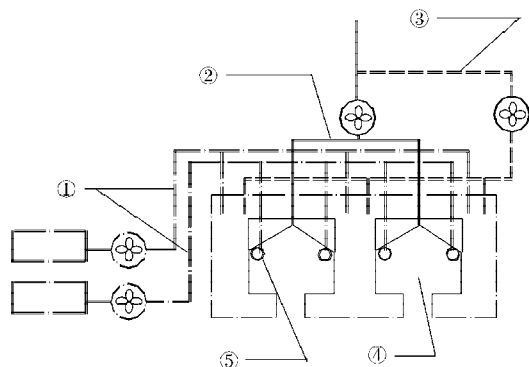


图 3 机内、车间分开设置空调系统示意图

Fig. 3 The schematic diagram of separated air-condition system for the spinning machine and the workshop

由于纺丝机专用空气幕能有效阻断毒气外泄, 车间仅作卫生通风, 按文献[4]推荐的通风次数为 1 ~ 2 次/h, 取 2 次; 纺丝车间机内可按工艺控制温度  $\pm 0.5$  °C 要求, 按文献[5]推荐的送风次数为 6 ~ 8 次/h, 取为 8 次。

计算图 2 与图 3 所示的空调送风量:

$$G = 2V + 8 \times 0.25V = 4V \text{ (m}^3/\text{h)}。 \quad (5)$$

式 (5) 中: 0.25V 为纺丝机内空间体积用车间体积近似表示的结果。

既使按最不利情况, 即纺丝机专用空气幕不能有效阻断毒气外泄, 按上述分段计算法来计算车间通风量, 为原设计的 58.1 % ~ 65.8 %, 取 60 % 来计算图 2 与图 3 所示的空调送风量:

$$G = 13 \times 0.6V + 8 \times 0.25V = 9.8V \text{ (m}^3/\text{h)},$$

则空调新风比为  $\eta = \frac{4V}{13V} \sim \frac{9.8V}{13V} = 0.31 \sim 0.75$ , 节约的空调新风能耗为 25 % ~ 69 %。

## 2 结语

粘胶长丝纺丝车间空调通风量, 按照纺丝机在 1 个工作日内或 1 个落丝周期内排毒气系统处于开启或封闭时间分段计算, 然后求该时段的平均值来确定, 这样确定的通风量远远小于按实验法和类比法确定的通风量; 同时, 通过采用纺丝机专用空气幕来改进车间空调通风系统, 将空调系统改为机内重点、车间辅助的空调方式, 可节约空调新风能耗。

### 参考文献:

- [1] 路延魁. 空气调节设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.  
Lu Yankui. A Manual for Air-Conditioning Design[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2003.
- [2] 孙一坚. 简明通风设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.  
Sun Yijian. A Concise Manual for Ventilation Design[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2003.
- [3] 陈剑荣. 引进意大利连续纺丝机车间空调节能设计[J]. 广东化纤, 2002(4): 48-50.  
Chen Jianrong. The Energy Saving Design of Air Condition System in the Workshop Using Spinning Machines from Italy [J]. Guangdong Chemical Fiber, 2002(4): 48-50.
- [4] 纺织工业设计院. 化学纤维工厂设计[M]. 北京: 纺织工业出版社, 1989.  
China Textile Industrial Engineering Institute. The Design of Chemical Fiber Plant[M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 1989.
- [5] 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 等. 空气调节[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.  
Zhao Rongyi, Fan Cunyang, Xue Dianhua, et al. Air-Conditioning[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2004.

(责任编辑: 李玉珍)