

D6H2800 6层无张力烘干机性能分析

刘耀¹, 吕俊燕¹, 杨瑞青¹, 李运达²

(1. 山东华宇工学院, 山东 德州 253000;

2. 山东泰达染整机械有限公司, 山东 德州 253000)

摘要:在印染行业染整后处理的烘干过程中,烘箱系统的能耗最大,如何降低烘箱系统的能耗,已经成为印染行业的重大问题。通过建立蒸汽升温能耗数学模型可知,织物在第6层烘箱中已经进入恒速干燥阶段。文中通过对5层烘干机烘房进行结构优化,得到6层烘干机。并分别对涤纶、腈纶、氨纶以及它们的混纺织物、人造棉等织物进行能耗分析,得知6层烘干机能够降低烘干机烘箱系统的能耗约10.00%~15.00%,应用前景良好。

关键词:烘干机;6层;烘箱;能耗;印染

中图分类号:TS 190.4

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2021)11-0053-03

Performance Analysis of D6H2800 Six Layer Tension Free Dryer

Liu Yao¹, Lv Junyan¹, Yang Ruiqing¹, Li YunDa²

(1. Shandong Huayu University of Technology, Dezhou, Shandong 253000, China;

2. Shandong Taida Dyeing and Finishing Machinery Co., Ltd., Dezhou, Shandong 253000, China)

Abstract:In the drying process of dyeing and finishing post-treatment in printing and dyeing industry, the energy consumption of oven system is the largest. How to reduce the energy consumption of oven system has become a major problem in printing and dyeing industry. By establishing the mathematical model of steam heating energy consumption, it can be seen that the fabric has entered the stage of constant speed drying in the sixth layer oven. Therefore, this paper optimizes the structure of five layer dryer and obtains six layer dryer. The energy consumption of polyester, acrylic, spandex and their blended fabrics and rayon fabrics are analyzed respectively. The results show that the six layer dryer can reduce the energy consumption of dryer oven system by about 10.00%~15.00%, which has a good application prospect.

Key words:Dryer; Six Layer; Oven; Energy Consumption; Printing and Dyeing

随着人民生活水平的提高和保护环境意识的增强,节能减排被提上议事日程。印染行业在对织物烘干定形过程中,烘箱系统能耗最大,大约占整个烘干定形能耗的85%以上。节能降耗问题已经成为印染行业的重大问题。目前印染企业能耗成本高,成为制约企业进一步发展的瓶颈之一。同时,在新时代由

“提质增效、节能环保”向“智能制造”、“绿色制造”战略转型的关键时刻,如何降低烘箱系统的能耗是染整行业亟待解决的难题^[1]。

本文对5层无张力烘干机能源消耗进行分析,建立烘箱空气加热、织物散热提升、水分蒸发等各种模块能量消耗模型,并在此基础上,建立了烘干定形过程的总体能

耗(热能)模型。该模型可实现干、湿两类织物定形过程热能消耗现状模拟,能定量地分析各个能耗子模块的占比,为开展烘箱系统烘干定形过程能耗评估以及各运行参数对系统能耗的影响提供了理论支撑。在此基础上对烘干机进行结构优化,改进后的D6H2800 6层烘干机应用于江苏英瑞集团生产中,

作者简介:刘耀(1986—),男,讲师,硕士。主要从事主要从事针织新技术新产品开发方面的研究工作。

能够有效降低能耗,效果良好。

1 工艺流程

对布匹在烘箱中的烘干过程进行分析,建立能耗数学模型,如图 1 所示。布匹在进入烘箱系统以后,受到烘箱喷嘴中热空气对流换热的作用,织物温度会上升,同时含水织物中的水分会蒸发^[2]。但是含水织物的水分在每一层烘箱中的蒸发速率是不同的,总体来说,前几层烘箱的蒸发速率相对较高,到后几层织物已进入到定形环节,织物的温度基本上达到定形的设定温度,很少会有水分蒸发出来,水分蒸发能耗在烘干定形过程中所占比重较大,对此进行建模。

本文主要研究在烘干定形过程中水分蒸发的能量消耗 Q_2 ,在烘干定形过程中,假设微小单元的织物在第 i 层烘箱含水率从 w_i 变成 $w_{(i+1)}$,则蒸发水分的质量见式(1)^[3]。

$$m_{evp(i)}^* = m_f^* [w_i - w_{(i+1)}] \quad (1)$$

式中: m_f^* 表示一个微小单元织物的绝干质量,g; $m_{evp(i)}^*$ 表示水分的蒸发量,g。

该微小单元织物被蒸发需要的能量见式(2)。

$$\Delta Q_{2(i)} = m_f^* \times \{ [w_{(i+1)} - w_e] \times c_w \} \times [T_{(i+1)} - T_i] \quad (2)$$

式中: w_e 代表离开烘箱系统的最终干基含水率; c_w 代表水蒸气的比热容,J/(kg·℃); $T_{(i+1)}$ 为织物在 $(i+1)$ 层烘箱的温度,℃; T_i 为织物在 i 层的温度,℃。

2 模型求解

为更好地求解上述数学模型,从以下几个方面获取了相关数据。

2.1 烘干定形过程对象特性参数

主要是对织物的特性、烘干定形工艺要求以及对织物质量、比热容、幅宽等信息的采集。

2.2 烘干机烘箱尺寸的采集

主要对山东省泰达染整有限

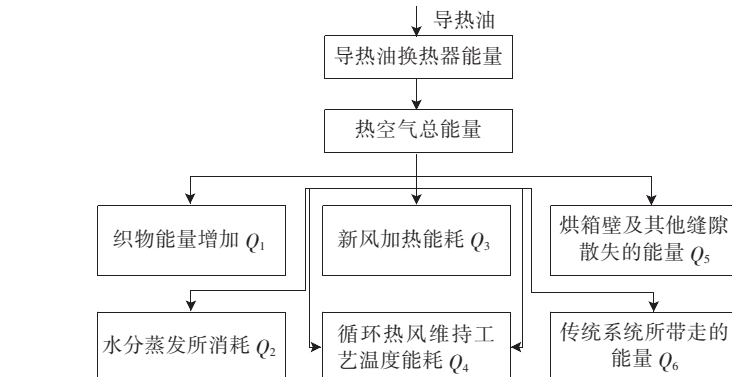


图 1 热定形过程系统能耗模型

公司的 5 层烘干机设备进行相关数据采集,采集结果见表 1。

表 1 5 层烘干机参数

参数类型	参数大小	单位
烘箱	5	层
网带宽度	2 800	mm
机械速度	3~80	m/min
蒸发量	260	kg/(箱·h)
装机容量	144	kW
整机质量	35	t
导热油加热	100~170	℃
外形尺寸 (长×宽×高)	18 936×5 400× 3 845	mm×mm× mm
蒸汽耗量	180	kg/(箱·h)

织物在热定形的过程中,消耗的能量主要有 3 部分:将水分加热需要的能耗、水变成水蒸气需要的能耗以及水蒸气升温需要的能耗。利用 Matlab 平台对式(2)进行数值求解,求解过程如图 2 所示,假设织物中的最终含水率为 5%,带水织物在各层烘箱的织物能量消耗计算结果见表 2,表中第 2 列为带水织物(假设含水率为 60%)在每 1 层烘箱中的能量增加情况,第 3 列为最终含水率为 5%的织物中水分加热需要的能量,第 4 列为中间临时水分(指最终被蒸发)加热需要消耗的能量。

根据上述计算结果可知,织物在第 6 层烘箱内的能量增加明显减少,说明织物在经过 6 层后,所

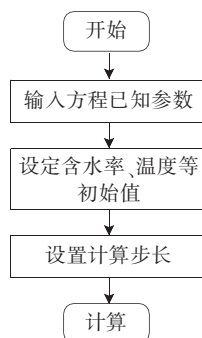


图 2 计算步骤

表 2 各层烘箱织物能量增加情况表 MJ

类别	带水织物	含水率为 5%	临时水分
第 1 层	176.93	165.12	155.46
第 2 层	100.56	120.15	130.16
第 3 层	76.65	87.64	94.28
第 4 层	45.23	46.64	60.87
第 5 层	20.56	18.06	26.46
第 6 层	2.12	4.65	3.48
第 7 层	1.25	2.68	2.89
第 8 层	0.54	1.87	1.43
第 9 层	0.16	1.01	0.92

含水分已经蒸发完毕。蒸发速率如图 3 所示,其中横坐标代表烘箱的层数,纵坐标代表水分的蒸发速率,从图中可以看出,织物在第 6 层烘箱中基本进入恒速干燥的阶段,烘箱的温度基本达到了定形温度。

3 结构优化

根据上述的仿真结果,对现有的 5 层烘干机(结构如图 4 所示)进

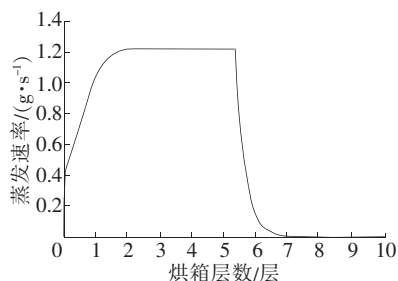


图3 烘箱层数与蒸发速率的关系

行结构优化,主要在烘房尺寸、风嘴形状、布匹行进速度3个方面进行优化。5层烘干机的烘房尺寸为18 936 mm×5 400 mm×3 845 mm,优化后6层烘干机烘房的尺寸为18 936 mm×5 400 mm×4 035 mm,结构如图5所示;对风嘴进行优化,已经验证风管风嘴为马蹄形时布匹受直吹热风面积可提高6%,在对绒毛类布进行烘干定形时有比较明显的优势,得到的成品绒毛布有更好的手感、质量和外观,所以风嘴采用马蹄形风嘴^[4-5];由表1可知,布匹行进速度为3~80 m/min,速度越快,效率越高,但是速度太快水分会来不及蒸发,或水蒸气来不及排出,所以行进速度不是越快越好,本文将布匹行进速度从35 m/min 提高到45 m/min。

通过5层和6层烘干机结构进行比较可知,将5层烘干机优化为6层,第6层网带位于循环风机进风室上方,靠循环风机的进风向网带上的布匹单面吹风,提高热风的利用,能够节省场地的占用面积,节省土地资源;对于5层烘干机的进出布设置在烘干机两侧,至少需要两名工人才能看顾过来,而6层烘干机的进出布设计在一侧,可以节省一名人工。所以对5层烘干机进行结构优化,并将其在江苏英瑞集团进行应用验证。

4 实践验证

将优化后的6层烘干机应用于江苏英瑞集团,分别对涤纶、腈

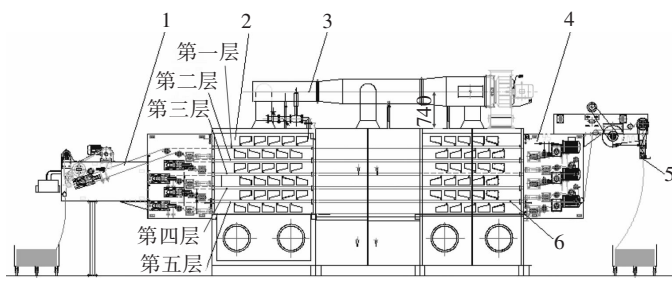


图4 5层烘干机结构

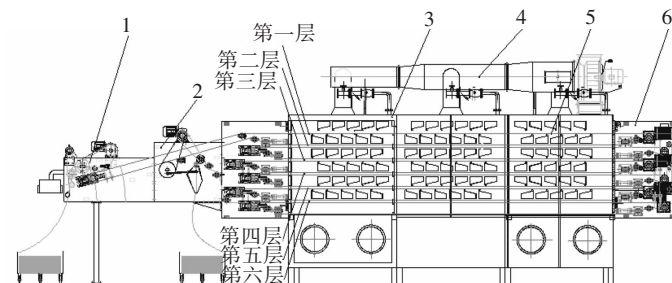


图5 6层烘干机结构

纶、氨纶以及它们的混纺织物、人造棉等织物进行能耗分析,为了方便比较,每种织物都选取质量为1 t,得到表3的结果。

表3 各种织物能耗分析表

织物种类	5层蒸汽升温能耗/MJ	6层蒸汽升温能耗/MJ	能耗降低/%
涤纶	135.44	116.77	13.78
腈纶	154.72	135.46	12.45
氨纶	143.56	127.61	11.11
混纺织物	156.21	132.83	14.97
人造棉	138.76	124.42	10.33

由表3可知,结构优化后,各种织物的蒸汽升温能耗均有降低,且能耗降低率在10.00%~15.00%。

5 结束语

本文对织物在热定形过程中的能耗进行了分析,并对水分蒸发的能量消耗建立了数学模型,通过求解可知织物在第6层烘箱中基本进入恒速干燥的阶段。在此基础上对山东省泰达染整有限公司的5层烘干机进行结构优化,得到6层烘干机,并将其应用于江苏英瑞集

团,通过对涤纶、腈纶、氨纶以及它们的混纺织物、人造棉等织物进行能耗分析比较可知,6层烘干机的能耗相对于5层烘干机可以降低10.00%~15.00%,可降低拉幅热定形烘箱系统的能耗,应用前景良好。

参考文献

- [1]吴成成.印染热定形机风道性能分析及结构优化[D].杭州:浙江理工大学,2016.
- [2]吴乐凡.定形机蒸汽换热器的数值分析与优化设计[D].杭州:浙江理工大学,2015.
- [3]BAE K J,DONG A C,KWON O K. Heat and fluid flow characteristics of an oval fin-and-tube heat exchanger with large diameters for textile machine dryer[J].Heat & Mass Transfer, 2016, 52(11):1-11.
- [4]漆雅庆,杨飞,陈庆文.定形机节能技改及热媒系统改造效果分析[J].内燃机与配件,2017,38(12):12-13.
- [5]刘耀,崔丽平,杨瑞青,等.STD803拉幅定形机烘房风管的优化设计[J].针织工业,2019(8):50-53.

收稿日期 2021年3月8日