

印染热定型机风道流场分析与试验研究

吴成成,向 忠,胡旭东

(浙江理工大学机械与自动控制学院,杭州 310018)

摘 要:针对现有印染热定型机风道风嘴处气流速度不均匀现象,利用 Fluent 软件对风道内部三维流场进行数值模拟,获得了风道风嘴处气流速度矢量图、速度变化曲线图以及风道内部压力变化曲线图,着重分析了风道的倾斜角度及风嘴高度对气流速度的影响。研究表明:风嘴高度对风嘴处气流速度方向影响较大,而风道的倾斜角度对风嘴处气流速度均匀性影响较小,但对风嘴处气流速度大小影响较大;据此得出风嘴高度在 12 mm、风道端面面积与风嘴总出风面积相等时,风道流场更有利于提升热定型效率及质量。试验验证了模型的正确性。该研究可为印染热定型机风道的结构优化设计及改善定型效果提供理论依据。

关键词:热定型机;流场分析;风道;风嘴;结构优化

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3851 (2016) 02-0218-07 **引用页码:** 030405

0 引 言

印染热定型是织物后整理过程中一个极其重要的工序,它使织物得到稳定的尺寸结构和颜色性能。在热定型过程中,维持湿织物幅宽范围内温度均匀性对单位织物定型能耗量、定型后织物整体干燥均匀度及织物手感丰富性具有决定性作用^[1]。然而,现有的印染热定型机普遍存在烘干定型区域内风速及温度分布不均匀现象,产生这种现象的原因主要与风道结构、烘房结构以及换热装置有关^[2]。

目前,国内外主要针对印染热定型机烘房结构、废气热回收装置以及气流烘干技术进行了研究。张军等^[3]针对短纤维链板式松弛热定型机流场进行了研究,结果表明热定型机匀风板开孔率分布与通过匀风板的气流流量密切相关。云维庸^[4]提出了一种废气热回收装置,它将排放的湿热废气进行热能回收利用,实现了定型机的节能减排。Cay 等^[5]将印染热定型机工作中使用的两种加热方式进行比较,结果表明直接热气体加热的效果较好。美国明尼苏达大学的 Ramaswamy 和 Ryan 等^[6-7]建立了可以模

拟纸张实际干燥过程的试验装置,并构建了相应的模型,就手巾纸的干燥过程进行了对比研究,取得了较好的仿真与试验结果。目前可查询到的国内外有关风道结构的理论研究成果相对较少。徐军等^[8-9]对带有矩形风嘴风道的结构对流场的影响及各种风道适用场合进行了分析研究,结果表明风道的锥度为 6°、挡板角度为 120°时,风道流场更有利于烘干和热定型。Schmidt 等^[10]对拉幅干燥机一节烘房内的风道进行数值模拟,结果表明织物表面温度与水分分布是不均匀的,利用织物表面的温度分布可以确定风道上风嘴的位置。由于缺乏理论指导,国内定型机生产厂家对风道的设计主要凭借设计师自身经验确定其结构尺寸,很难做到最优化。

针对上述问题,本文采用 Fluent 软件对风道内流场进行数值模拟,得到影响风道性能的因素,为印染热定型机的结构优化设计提供理论依据。

1 印染热定型机的工作原理

印染热定型机体积较为庞大,一般由八或九级烘房串接而成。图 1 为印染热定型机的其中一节烘

收稿日期:2015-04-28

基金项目:国家科技支撑计划项目(2014BAF06B02)

作者简介:吴成成(1988-),女,山东济宁人,硕士研究生,主要从事印染热定型机风道方面的研究。

通信作者:向 忠,E-mail:xz@zstu.edu.cn

房的工作原理图,织物定型过程在烘房内完成。湿织物 7 保持一定的速度连续通过烘房 2,热源 1 提供的热空气在设立于烘房一侧的大功率鼓风机 3 作用下,经风量分配机构 4 的调整后,以一定流量分别进入上下风道 5、6 中。上下风道与织物接近的表面上均布有热风风嘴,鼓风机鼓入的热空气在风道内经热风风嘴后吹向湿织物的整个幅面,实现对湿织物的烘干定型。烘干定型后的湿热废气进入热交换机构 8,湿热废气与常温空气交换后排出烘房外。

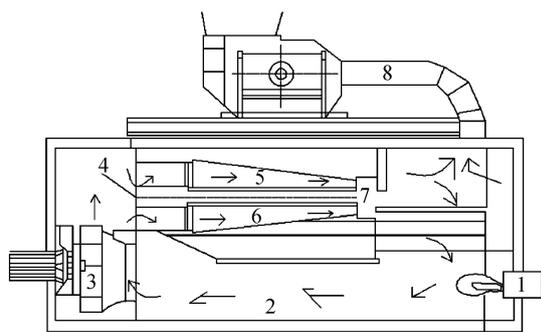
根据以上印染热定型机的工作原理可知,织物整体干燥均匀度是由湿织物幅宽范围内的气流温度均匀性决定的,其相互关系可由牛顿冷却定律公式表示:

$$q = hA_0 \Delta t \quad (1)$$

其中: q 为热流量; h 为传热系数; A_0 为表面积; Δt 为温度差。可知湿织物幅宽范围内的温度均匀性是由热流量决定的,根据流体连续方程:

$$Q = vA \quad (2)$$

其中: Q 为体积流量; v 为流速; A 为过流面积。在过流面积不变的情况下,体积流量与流速成正比。综合牛顿冷却定律式(1)和流体连续方程(2),可知湿织物幅宽范围内的温度均匀性是由风嘴处气流速度均匀性决定的,因此分析研究风道结构参数对风嘴处气流速度的影响显的尤为重要。



1. 热源 2. 烘房 3. 鼓风机 4. 风量分配机构 5. 上风道
6. 下风道 7. 湿织物 8. 热交换机构

图 1 印染热定型机工作原理

本文针对带有圆形风嘴的风道进行研究分析,风道结构示意图如图 2 所示,风道横截面是矩形结构,纵截面是楔形结构,风道的左端是气体入口,右端封闭,在风道的下底板上开有若干大小相同的圆形风嘴。风道的主要结构参数包括风道宽度 a 、风道长度 L 、风道封闭端高度 b 、风道倾斜角度 θ 和风嘴高度 h ,风道各个结构参数的取值范围如表 1 所示。本文分别针对不同倾斜角度和风嘴高度两个结构下

的风道内部流场进行数值模拟,分析风道不同结构对其内部流场的影响。

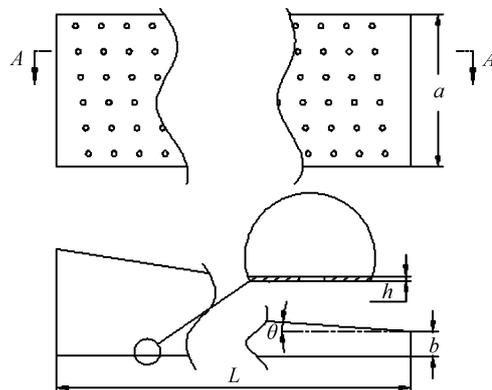


图 2 风道模型

表 1 风道主要结构参数

参数	变量	取值范围
风道宽度	a	300 mm
风道高度	b	50 mm
风道长度	L	2000 mm
倾斜角度	θ	$0^\circ \sim 9^\circ$
风嘴高度	h	2 ~ 12 mm

2 计算模型

2.1 物理模型及控制方程

根据流体流动状态,选择物理模型,由雷诺数计算公式:

$$Re = \frac{\rho v_m d_e}{\mu} \quad (3)$$

其中: Re 为流体雷诺数; ρ 为流体密度; v_m 流体平均流速; d_e 为管道当量直径; μ 为流体黏性系数。可以算出当流体流速取最小值 0.4 m/s 时,雷诺数 $Re = 4729 > 4000$,可知风道内流场为湍流,将风道模型进行理想化处理后,湍流模型选用标准 $k-\epsilon$ 方程模型。

在印染热定型机风道流场的数值计算过程中,风道气体流动符合 $k-\epsilon$ 湍流模型,在近壁面处采用标准壁面函数,风道流场数值计算的控制方程如下:

质量守恒方程:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

动量守恒方程:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u u) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + F_x \quad (5)$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u u) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + F_y \quad (6)$$

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \text{div}(\rho w u) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + F_z \quad (7)$$

其中： p 为流体微元体上的压力； τ_{xx} 、 τ_{xy} 、 τ_{xz} 为黏性应力 τ 的分量； F_x 、 F_y 、 F_z 为微元体上的体力。

湍动能控制方程：

$$\rho \frac{Dk}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M \quad (8)$$

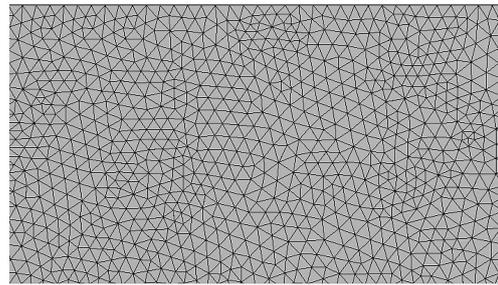
湍动耗散率控制方程：

$$\rho \frac{D\epsilon}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + C_{3\epsilon} G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} \quad (9)$$

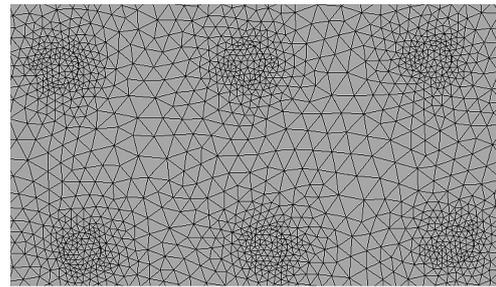
其中： k 为湍动能； ϵ 为湍流耗散率； μ_t 为湍流黏性系数； σ_k 、 $C_{1\epsilon}$ 、 $C_{2\epsilon}$ 、 $C_{3\epsilon}$ 为常系数； G_k 为由于平均速度梯度引起的湍动能产生项； G_b 为由于浮力引起的湍动能产生项； Y_M 为可压湍流脉动膨胀对总耗散率的影响。

2.2 边界条件及计算网格

印染热定型机运行时烘房的温度一般在 200 °C 左右，在研究风道内流场时开启了能量方程，但是由于后续的试验测量是在常温下进行的，因此在分析时温度设置为 300 K。风道入口采用速度边界条件，速度大小根据实际测量风道入口速度的大小进行设置；风道出口即风嘴处选用压力边界条件，表压设置为 0 Pa。用 Ansys workbench 13.0 中自带的网格划分模块 Mesh 进行网格划分，风道模型采用 Tetrahedrons 四面体网格，网格生长方式为 Patch Conforming 网格自适应。由于风嘴相对于风道其他部分尺寸较小，为了计算的准确性，在划分网格时单独划分，风嘴处的网格局部加密，整个计算域被划分为 2413853 个网格单元，有 447774 个节点，最小网格单元面积为 $2.125 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ 。风道局部计算网格如图 3(a)所示，局部风嘴处网格如图 3(b)所示。在微分离散格式中，梯度选择 Green-Gauss Cell Based，动量方程、湍流脉动能量和湍流耗散率均采用二阶迎风格式。



(a) 风道局部网格



(b) 风嘴局部网格

图 3 计算网格

2.3 网格无关性验证

对于数值模拟，需要确定计算所用网格的数量与计算所得的结果之间无关联性，即进行网格无关性验证，本文模拟计算主要关注风道风嘴处的气流速度，因此选取风道上一排 26 个风嘴作为监测点，模拟计算风嘴处的气流速度，进行网格无关性验证。在网格数分别设置为 2413853、3565843 和 4621396 下进行网格无关性验证，如图 4 所示为网格无关性验证结果图。从图 4 中可以看出当网格数由 240 万变至 460 万时，随着网格数量的增加，风嘴处气流速度的变化值很小，这说明所设置的网格数量对计算结果的影响很小，可以认为 240 万的网格数已达到网格无关，因此取 2413853 的网格数作为模拟计算的计算网格。

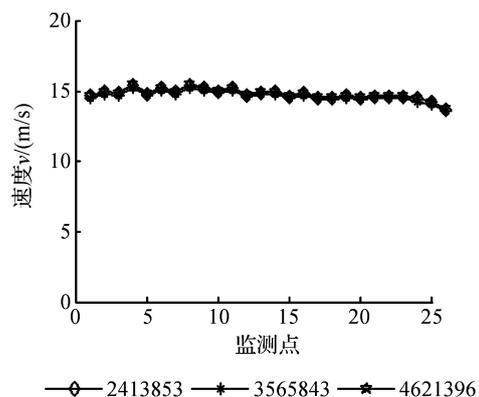


图 4 网格无关性验证结果

3 试验测量验证模型

为了验证计算模型的可靠性,采用风速仪测量风机在不同转速下各个风嘴处气流速度,然后将实验测量结果与仿真分析结果进行对比分析。定型机风机一般采用变频器进行控制,根据风机转速表达式:

$$n = \frac{60f}{p} \quad (10)$$

其中: n 为风机转速, f 为变频器输出频率, p 为电机极对数。由于 p 为电机结构参数,为常数,故风机转速 n 正比于频率 f 。由流体传动相关理论可知,风机排量一般为常数,故风机的输出流量也正比于频率 f ,即通过改变变频器输出频率即可控制定型机风道的输入流量^[11]。

3.1 试验和数值计算条件

所用风速仪型号是 MP210 便携式多功能测量仪如图 5(a) 所示,测量风速的范围是 $0 \sim 40$ m/s,测量精度为 ± 0.1 m/s。在测量时将风速探头连接到风速仪探头端口,风速探头如图 5(b) 所示,试验平台如图 5(c) 所示。在控制频率(风机转速)分别为 30 Hz(600 r/min), 36 Hz(720 r/min), 42 Hz(840 r/min), 48 Hz(960 r/min) 下,选取风道上一排 26 个风嘴作为监测点。实际测量时手拿测量探头分别放在各个风嘴同一位置处,使风速探头的风速传感器朝向迎风面,待风速仪屏幕显示测量值稳定后读取数据。在实际测量时为降低测量误差,每个风嘴测量 3 次,取 3 次测量值的平均值,从而测得不同风机频率下各个风嘴处气流速度大小。

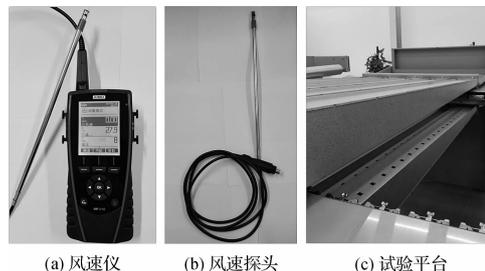


图 5 试验设备

3.2 试验结果与分析

图 6 为在同一坐标系下绘制的不同风机频率下,实际测量结果和仿真分析结果数据对比图。从图 6(a) — (d) 中可以看出随着风机频率 f 的增大,仿真与实验测量结果都在有规律的增大,风机频率 f 每增大 6 Hz,仿真及试验测量结果都在以大约 5 m/s 的速度增加,此结果说明仿真及试验测量结果较准确。从图 6(a) — (d) 中可以看出仿真结果与试验测量结果的曲线图走势偏差较小,说明数值计算所选的计算模型较可靠,但仿真结果数据与试验测量结果数据有一定的偏差,分析其原因主要有以下两点:其一,由于在数值计算时对风道模型做了一些理想化的假设,例如风道入口面进气速度均匀,而在定型机实际工作过程中,由于风道入口面上各个点离风机的距离各不相同,导致风道入口面进气速度并不均匀;其二,在实际测量中存在测量仪器误差以及人工测量时风速仪探头放置位置的偏差,这些因素都会造成实验测量结果与仿真分析结果之间存在一定的差异。综合图 6(a) — (d) 可以看出总的偏差在 10% 左右,这说明所选的计算模型相对可靠,可以用此计算模型对风道流场做进一步分析。

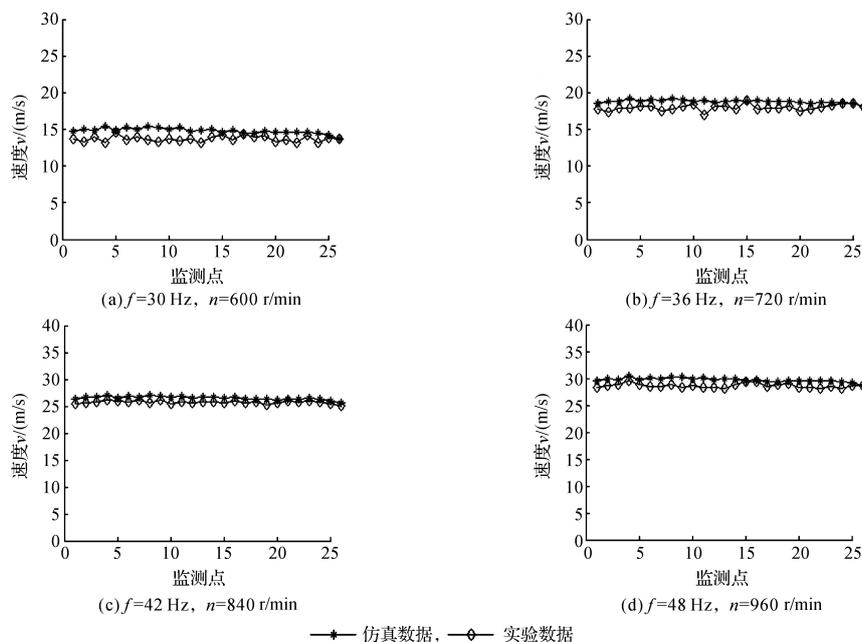


图 6 实际测量结果和仿真分析结果数据对比

4 计算结果分析

4.1 风道倾斜角度 θ 对内部流场压力及湍流损失的影响

分析风道倾斜角度 θ 对内部流场压力及湍流损失的影响时,每隔 1° 建模分析一次,各个模型在仿

真分析时所设置的边界条件以及所选择的物理模型等都相同。根据试验测得风机控制频率(风机转速)在 $30\text{ Hz}(600\text{ r/min})$ 下,设置风道入口进气速度为 4.8 m/s ,仿真分析后得到风道倾斜角度为 $0^\circ \sim 9^\circ$ 时,风道内部流场气流的压力 P 及湍流损失随风道倾斜角度 θ 的变化曲线如图 7 所示。

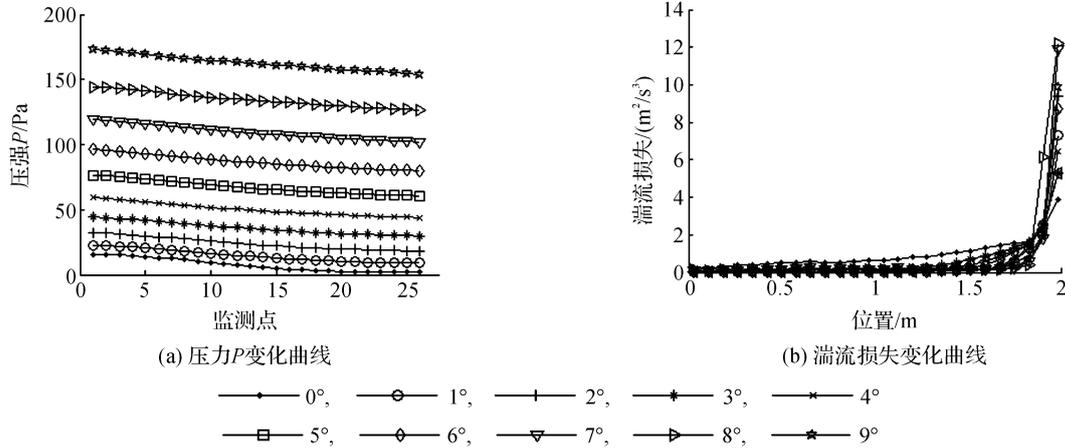


图 7 压力 P 及涡损耗随倾斜角度 θ 的变化曲线

从图 7(a) 压强变化曲线可以看出风道倾斜角度对风道内部流场压力影响较大,尤其在风道倾斜角度较小时,风道内气体压力沿着风道递变较明显,随着风道倾斜角度的不断增大,风道内压力也不断增大。并且风道内气体压力在不同的风道倾斜角度下,沿着风道入口到风道封闭端不断减小,这是因为本文研究的风道是收缩形管道,亚声速气流在收缩形管道中,沿着流动方向做降压运动。由于各个风嘴出口处压力相同,根据气体流量表达式^[12]:

$$G = S_c p_1 \frac{\Phi}{\sqrt{T_1}} \quad (11)$$

其中: G 为风嘴处气流量; S_c 为气流缩流处的截面积; p_1 为风嘴上流压力; Φ 为压力比函数,声速流时 Φ 为常数等于 0.04043 ; T_1 为上流气体的绝对温度。可知在 S_c 、 Φ 和 T_1 一定时,风嘴处气流量与风嘴上流压力成正比,又因为风嘴上流压力取决于风道内压力,因此随着风道内压力的增大,风嘴处气流量也不断增大。

图 7(b) 显示了风道不同倾斜角度下,从风道入口到风道端壁处的湍流损失变化曲线,从图 7(b) 中可以看出风道内湍流损失主要发生在风道端壁处,并且随着风道倾斜角度的增大,风道端壁处的湍流损失也随之增大。产生上述情况的原因是气流在风道内流动时,当气流到达风道封闭端时,气流流动突然受阻,气流方向突然发生变化,进而在风道端壁处

形成涡流,因此产生一定的湍流损失。并且随着风道倾斜角度的增大,风道内压力不断增大,风道内气流速度也在增大,气流在风道端壁处产生的湍流损失较严重。因此在对风道进行结构优化设计时,要综合考虑风道倾斜角度对风道内部压力和湍流损失的影响。

4.2 风道倾斜角度 θ 对风嘴处气流速度的影响

风道倾斜角度 θ 的取值范围为 $0^\circ \sim 9^\circ$,在仿真时每隔 1° 建模分析一次,各个模型在仿真分析时所设置的边界条件以及所选择的物理模型等都相同。根据试验测得风机控制频率(风机转速)在 $30\text{ Hz}(600\text{ r/min})$ 下,设置风道入口进气速度为 4.8 m/s ,仿真分析后得到风嘴处速度 v 随风道倾斜角度 θ 的变化曲线如图 8 所示。

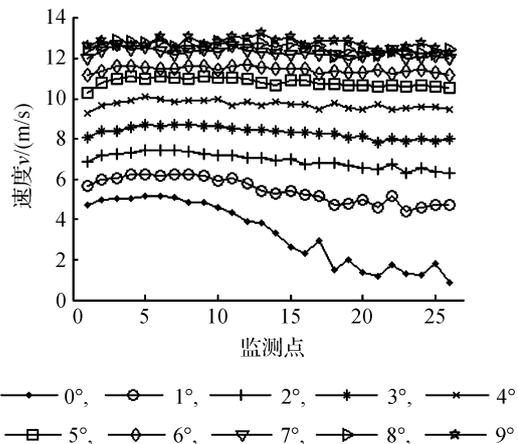


图 8 速度 v 随倾斜角度 θ 的变化曲线

从图 8 中可以看出风道倾斜角度 θ 对风嘴处的速度大小影响较大,尤其在 $0^\circ \sim 5^\circ$ 范围内影响最明显。这是由于随着倾斜角度 θ 的增大,相应的风道入口面积随之增大,风道入口气流量也随之增大,因此各个风嘴处气流量增大,气流速度增大。当倾斜角度 θ 增大到 5° 以后,风道倾斜角度 θ 对风嘴处的速度大小影响较小,尤其当倾斜角度增大到 7° 以后,风嘴处的气流速度大小几乎不变。存在这种现象的原因是,当风道倾斜角度 θ 为 7° 时,风道端面积与风嘴总出风面积相等,出口流量已达到饱和,这时即使再增大倾斜角度 θ ,风嘴处气流量仍保持不变。在风道倾斜角度为 8° 和 9° 时风嘴处气流速度大小存在波动,这是因为根据 4.1 节风道倾斜角度 θ 对内部流场压力的影响可知,随着风道倾斜角度 θ 的增大,风道内压力不断增大,湍流现象越明显,导致风嘴处气流速度会有局部波动现象。

风道倾斜角度对风嘴处气流速度均匀性也有一定的影响,在风道倾斜角度 θ 等于 0° 时风嘴处气流速度均匀性较差,在风道倾斜角度 θ 为 $1^\circ \sim 9^\circ$ 时风嘴处气流均匀性较好。产生这种现象的原因主要是根据 4.1 节图 7(a) 压力 P 随倾斜角度 θ 的变化曲线可知,风道内气流压力在风道倾斜角度 θ 等于 0° 时变化较大,而在风道倾斜角度 θ 为 $1^\circ \sim 9^\circ$ 时气流压力变化较小,因此导致风道倾斜角度 θ 等于 0° 时风嘴处气流速度均匀性较差,风道倾斜角度 θ 为 $1^\circ \sim 9^\circ$ 时风嘴处气流均匀性较好。从图 8 可以看出风嘴

处气流速度在风道倾斜角度 θ 为 $1^\circ \sim 9^\circ$ 时都存在较小的波动,这是因为气流在流经风嘴处会存在不同程度的湍流损失造成的。

4.3 风嘴高度 h 对风嘴处气流速度的影响

分析风嘴高度 h 对风嘴处气流速度的影响时,每隔 2 mm 建模分析一次,各个模型在仿真分析时所设置的边界条件以及所选择的物理模型等都相同。根据试验测得风机控制频率(风机转速)在 30 Hz(600 r/min) 下,设置风道入口进气速度为 4.8 m/s,仿真分析后得到风嘴高度分别为 2、4、6、8、10 mm 和 12 mm 时局部风嘴处气流速度矢量图如图 9 所示。

从图 9(a) — (f) 中可以看出风嘴高度对风嘴处气流速度的方向有一定的影响,风嘴越高,越有利于气流垂直吹向织物,织物烘干效率越高,而风嘴越低,风嘴处气流速度方向倾斜越明显(如图 9(a) 所示)。产生这种现象的原因是由于气体在风道内流动时具有水平方向的速度,当气体流经风嘴时,如果风嘴高度较低,那么对气流的引流作用就不明显,风嘴处气流速度方向倾斜度越大;反之随着风嘴高度的增加,风嘴对气流的引流作用越明显,越有利于气流垂直吹向织物。但是考虑到风道实际加工工艺,风嘴高度不宜过高,风嘴过高不仅增加了风道加工的难度,同时也浪费了材料。经过本节分析可知,风嘴高度 $h = 12$ mm 时,风嘴处气流速度方向已基本垂直织物(如图 9(f) 所示)。

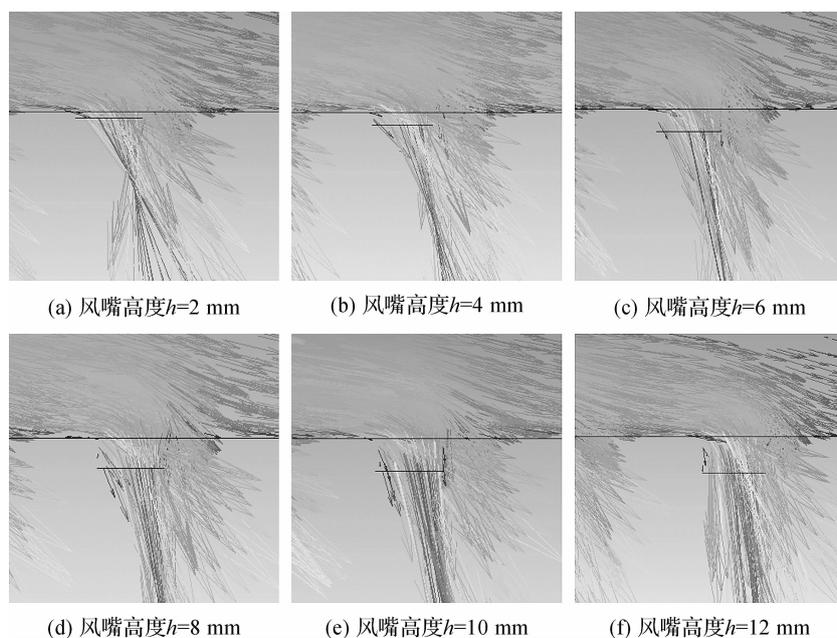


图 9 不同高度风嘴处气流速度矢量

5 结 论

a) 风道倾斜角度 θ 对内部流场压力影响较大,尤其在风道倾斜角度 θ 越小时,风道内气体压力沿着风道递变越明显。并且随着风道倾斜角度 θ 增大,风道内压力也不断增大。

b) 风道内湍流损失主要发生在风道端壁处,并且随着风道倾斜角度的增大,风道端壁处的湍流损失也随之增大。因此在对风道进行结构优化设计时,要综合考虑风道倾斜角度对风道内部压力和湍流损失的影响。

c) 风道倾斜角度 θ 对风嘴处速度大小影响较大,对风嘴处速度均匀性影响较小。当风道倾斜角度 $\theta = 7^\circ$ 时,风道端面积与风嘴总出风面积相等,出口流量已达到饱和,即使再增大倾斜角度 θ ,风嘴处气流量仍保持不变。

d) 风嘴高度 h 对风嘴处气流方向影响较大,风嘴越高,越有利于气流垂直吹向织物,织物烘干效率越高,风嘴高度 $h = 12 \text{ mm}$ 时,气流已基本垂直吹向织物。

e) 试验测量结果与数值模拟结果对比分析表明,所选计算模型是可靠的,可以用此模型对风道结构做进一步数值模拟。

参考文献:

[1] 宋树权,葛友华,袁铁军,等. 松弛热定型机腔内三维流场及温度场数值模拟研究[J]. 机械设计与制造, 2011(8): 93-95.

- [2] HARTMANN W, 冯见, 杜鹃, 等. 拉幅烘燥机中热处理的均匀性[J]. 国际纺织导报, 2004(4): 52-56.
- [3] 张军, 常佳, 魏新利, 等. 短纤维链板式松弛热定型机流场的研究[J]. 设备与控制, 2010, 33(4): 55-58.
- [4] 云维庸. 一种废气热回收装置及带有废气热回收装置的拉幅定型机: 中国, 201218979[P]. 2009-06-17.
- [5] CAY A, TARAKÇOĞLU I, HEPBASLI A. Exergetic analysis of textile convective drying with stenters by subsystem models; Part 1: Exergetic modeling and evaluation[J]. Drying Technology, 2010, 28(12): 1359-1367.
- [6] RAMASWAMY S, RYAN M, HUANG S. Through air drying under commercial conditions [J]. Drying Technology, 2001, 19(10): 2577-2592.
- [7] RYAN M, HUANG J, RAMASWAMY S. Experimental investigation of through air drying of tissue and towel under commercial conditions [J]. Drying technology, 2007, 25(1): 195-204.
- [8] 徐军, 陈海卫, 周一届, 等. 拉幅定型机烘房风管流场分析[J]. 机电产品开发与创新, 2013, 26(6): 87-89.
- [9] 徐军, 陈海卫, 周一届, 等. 基于 Fluent 的不同形状烘箱风管流场仿真分析及应用[J]. 轻工机械, 2014, 32(5): 35-38.
- [10] SCHMIDT M, SCHLOSSER U, BAHNERS T. 拉幅干燥机的计算流体力学模拟[J]. 国际纺织导报, 2009(9): 42-44.
- [11] 沙毅, 闻建龙. 泵与风机[M]. 北京: 中国科学技术大学出版社, 2005: 37-43.
- [12] 蔡茂林. 现代气动技术理论与实践: 第一讲: 气动元件的流量特性[J]. 液压气动与密封, 2007, 27(2): 44-48.

Analysis and Experimental Study on the Flow Field Characteristics in the Air Duct of Printing and Dyeing Heat-setting Machine

WU Chengcheng, XIANG Zhong, HU Xudong

(Faculty of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the uneven air flow velocity in the tuyere of the air duct of existing printing and dyeing heat-setting machine, the Fluent software was used to conduct numerical simulation for the internal three-dimensional flow field of air duct to obtain the vector diagram for airflow speed at tuyere of the air duct, velocity change curve diagram and curve diagram for internal pressure changes of air duct; the influences of tilt angle of air duct and tuyere height on airflow velocity were mainly analyzed. The results indicates that the tuyere height has a significant influence on its air flow direction, while the tilt angle of air duct has a small impact on the velocity uniformity at tuyere; but it has a great impact on the magnitude of the airflow velocity at air duct. Based on the analytical result, it can verify that when the tuyere height is 12mm and the air duct area is equal to the total air-out area oftuyere, the flow field of air duct can help to better improve the heat-setting efficiency and quality. The experiment verified the correctness of the model. The study can provide the theoretical basis for the optimal structure design of air duct of printing and dyeing heat-setting machine as well as the improvement of setting result.

Key words: heat-setting machine; flow field analysis; air duct; tuyere ; structural improvement

(责任编辑: 康 锋)