

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017110030905

# 滚筒烘干参数对男衬衫性能的影响

李 更<sup>1</sup>, 韦玉辉<sup>2,3</sup>, 刘 杨<sup>1</sup>

(1. 唐山学院, 河北 唐山 063000; 2. 安徽工程大学, 安徽 芜湖 241000; 3. 东华大学, 上海 200051)

**摘要:**为解决男式衬衫经滚筒干衣机烘后外观效果差(起皱、尺寸收缩)的问题,选择纯棉、棉/涤衬衫作为研究载体,以滚筒干衣机的烘干温度、烘干时间、转动频率3个烘干参数作为正交试验因素,探讨纤维种类、烘干温度、烘干时间、滚筒转动频率对男衬衫平整度、尺寸变化、最终含水率的影响趋势,并对其结果进行机制解释。结果表明:纤维成分和烘干温度显著影响烘后平整度、尺寸变化、最终含水率;烘干温度对衬衫平整度影响最大,且二者呈负相关关系;最终含水率主要取决于烘干时间和烘干温度的共同作用。同时还发现:当烘干温度为90℃,烘干时间为30 min、烘滚筒转动频率为28 s/8 s(转/停)时,衬衫烘后的外观效果较好。

**关键词:**纤维成分;烘干温度;烘干时间;滚筒转动频率;平整度;最终含水率

中图分类号:TS 941.713

文献标志码:A

## Effect of drying parameters on appearance performance of men's shirts

LI Geng<sup>1</sup>, WEI Yuhui<sup>2,3</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>

(1. Tangshan College, Tangshan, Hebei 063000, China; 2. Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui 241000, China; 3. Donghua University, Shanghai 200051, China)

**Abstract:** In order to improve the wrinkling and shrinkage of men's shirts caused by the drum drying, the three kinds of pure cotton/ polyester-cotton shirt were selected to carry out the orthogonal experiments of three drying parameters: the drying temperature, the drying time and rotating speed of drum. The effects of fiber type, drying temperature, drying time and rotating speed of drum on the appearance smoothness, shrinkage and final moisture content of male shirt were discussed in detail. The results showed that the appearance smoothness, shrinkage and final moisture content of male shirt have a significant influence on the fiber composition and drying temperature. The drying temperature has a greatest influence on the appearance smoothness of the shirt, and the two has a negative correlation. The final moisture content of fabric is determined by the drying time and the drying temperature instead of the rotating speed of drum. Moreover, the optimal drying procedure of shirts was suggested as the drying temperature of 90℃, the drying time of 30 min, the rotating speed of drum of 28 s/8 s.

**Keywords:** drying temperature; drying time; rotating speed of drum; appearance smoothness of fabric; final moisture content of fabric

棉型衬衫因其具有良好的吸湿、放湿性能和穿着舒适性,成为广大商务男士的必备衣物<sup>[1-2]</sup>,但是鲜见关于这类服装护理的研究报道。目前对这类服装的护理基本是采用较为传统的方式,即手洗再自然晾晒的方式,但这种传统护理方式费时费力<sup>[3-5]</sup>。衬衫的使用频率较高且贴身穿着,易脏,故洗护频次

明显高于其他衣物<sup>[5-7]</sup>。因而,对于生活节奏较快且对衣物外观造型有较高要求的商务男士来说,如何护理这类服装便成为了一个亟待解决的生活问题,急需一种智能便捷、高效的衣物护理设备,即洗干一体机<sup>[6]</sup>,但目前市场上的洗干一体机进行棉型衬衫护理均具有烘干后外观性能差(褶皱、尺寸收缩)等问题<sup>[7]</sup>。所以研发一种具有良好的立体造型和外观平整的烘干程序,显得尤为重要。

近年来,尽管有研究报道了洗涤护理方式对棉型衬衫外观性能的影响,但是主要集中在洗涤参数

收稿日期:2017-11-08

第一作者简介:李更,讲师,主要研究方向为服装工艺。通信作者:韦玉辉, E-mail: wyh19880104@163.com。

对衬衫洗净率和洗后外观的影响方面,而很少有研究关注烘干护理阶段对衬衫衣物类别外观性能变化情况,未见关于烘干参数对衬衫外观性能影响规律的研究报道<sup>[8-10]</sup>。本文以3种棉型衬衫为研究载体,进行烘干参数(烘干温度、烘干时间、滚筒转动频率)对男式衬衫烘后性能影响的研究,从机制上探讨烘干温度、烘干时间、滚筒转动频率与烘后衬衫平整度、最终含水率、尺寸变化等性能之间的关系,进而得出最佳烘干效果的参数组合。为洗干一体机程序优化及织物护理提供指导。

## 1 试验部分

### 1.1 材料

为了研究男衬衫的纤维成分与烘后性能的关系,本文试验样品采用同一品牌、同一批次的白色、平纹、无抗皱整理等特殊后整理的男式衬衫,其成分组成分别为棉(100%棉,简称棉)、棉/涤(55%棉/45%涤纶,简称棉/涤)、涤/棉(65%涤纶/35%棉,简称涤/棉),衬衫规格尺寸如表1所示。另外,为了消除由于生产过程中的机械作用引起的内应力,对烘干外观性能评价造成的误差,本文试验使用的衬衫均经过3次预洗涤处理。

为了保证每次试验的总负载量均为 $(1.5 \pm 0.001)$  kg,每组试验除采用以上3件衬衫外,还加入从上海纺织工业技术监督所购买的100%棉陪洗布(尺寸为 $92 \text{ cm} \times 92 \text{ cm}$ ,质量为 $(130 \pm 10)$  g)和100%涤纶陪洗布(尺寸为 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ,质量为 $(50 \pm 5)$  g)作为试验负载量调整材料。

表1 衬衫基本规格参数

纤维成分/%	织物密度/ (根·(10 cm) <sup>-1</sup> )		组织 结构	纱线 线密度/ tex	面密度/ (g·m <sup>-2</sup> )	质量/ (g·件 <sup>-1</sup> )
	经向	纬向				
棉100	270	179	平纹	40	138.22	277
棉/涤(55/45)	276	140	平纹	45	104.42	219
涤/棉(65/35)	277	143	平纹	45	108.04	220

注:质量为在 $(20 \pm 2)$  °C和 $65\% \pm 2\%$ 恒温恒湿环境中平衡48 h后测得。

### 1.2 烘干程序

试验采用西门子WD12H460IW型洗干一体机,洗涤额定负载7 kg,干衣额定负载4 kg。烘干程序为:转动频率28 s/8 s(转/停),烘干时间50 min,其他温度及负载根据试验会发生变化。

### 1.3 测试方法及标准

为了避免主观评价方法易受人因素为影响,难以精准化和标准化且不可再现的问题,本文平整度

评价采用美国德州大学徐步高教授研发的Aurate织物外观评价系统进行客观评价,其评价标准为5级6档制,1级最差,5级最好<sup>[11-12]</sup>。

含水率<sup>[5]</sup>测试采用精度为0.1 mg的电子天平称量,计算公式为:

$$u_i = \frac{W_i - W_0}{W_0} \times 100\%$$

式中: $u_i$ 为含水率,%; $W_i$ 为烘干结束时织物质量,g; $W_0$ 为织物原始质量,g。

尺寸变化率测试方法参考AATCC135—2010《家庭洗涤后尺寸变化率测试标准》<sup>[13]</sup>,计算公式为:

$$DC = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

式中:DC为尺寸变化率,%; $A$ 为原始标记尺寸,cm; $B$ 为洗涤干燥后尺寸,cm。

能耗测量方法根据GB/T 23118—2008《家用和类似用途滚筒式洗衣干衣机技术要求》<sup>[7]</sup>,采用CLM 221型电表进行同步测量。

干衣时间是指进行试验时测得的所有负载的干衣时间(包括升温、主烘干时间和冷却时间),时间采用秒表测量。

### 1.4 试验设计方案

为了研究烘干参数(烘干温度、烘干时间、转动频率)对织物性能的影响,采用3因素3水平的标准正交试验表 $L_9(3^4)$ ,其具体试验条件如表2所示。

表2 试验条件

试验编号 (烘干程序)	温度/ °C	时间/ min	转动频率/ (转s/停s)	负载/ kg
1#	110	10	15/8	1.5
2#	110	20	21/8	1.5
3#	110	30	28/8	1.5
4#	90	10	21/8	1.5
5#	90	20	28/8	1.5
6#	90	30	15/8	1.5
7#	70	10	28/8	1.5
8#	70	20	15/8	1.5
9#	70	30	21/8	1.5

此外,设定1组置于标准 $(20 \pm 2)$  °C和 $65\% \pm 2\%$ 恒温恒湿环境中悬挂晾干的衬衫作对比试验,共10组。表2中烘干温度为主烘干阶段吹进热空气的温度;烘干时间为从吹入空气的温度达到设定值开始以后持续的时间;转动频率为烘干开始后,滚筒以一定速度和节奏不断旋转。转动频率即为转动的节奏,例如15 s/8 s(转/停),是正转15 s、停8 s、反转15 s、再停8 s,以此循环。滚筒转

速为 50 r/min。此外,为消除随机误差的影响,每组试验重复 3 次,求平均值,作为最终试验结果。

## 2 结果与讨论

### 2.1 烘干参数对最终含水率的影响

表 3 为 9 组滚筒烘干试验后 3 种棉型衬衫的最终含水率。

烘干程序	棉	棉/涤	涤/棉
1#	-3.150	-3.070	-1.818
2#	-0.389	-0.437	-0.926
3#	4.029	1.316	0.901
4#	-3.676	-2.667	-1.382
5#	-2.317	-5.240	-1.382
6#	2.335	0.000	1.389
7#	-4.412	-2.643	-1.826
8#	-2.574	-1.770	-1.370
9#	1.471	0.000	0.926

由表 3 可知,除 2#和 5#程序外,其他烘干程序下,纯棉衬衫的最终含水率均高于棉/涤和涤/棉衬衫的最终含水率。这是因为相对于疏水性涤纶纤维,棉纤维属于亲水性纤维,内部含有 47% 无定形区,可吸入大量的水分,而去除这部分水分的阻力较大,需要的能量较大,故最终含水率较高。

表 4 和表 5 分别为 3 种棉型衬衫最终含水率的极差分析和方差分析结果。

表 4 3 种棉型衬衫最终含水率的极差 R 分析

衬衫类型	烘干时间	烘干温度	转动频率
棉	2.002	6.357	0.265
棉/涤	1.905	3.232	1.155
涤/棉	0.298	2.748	0.309

表 5 3 种棉型衬衫最终含水率的方差 F 分析

项目	棉		棉/涤		涤/棉	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
烘干时间	10.222	0.089	0.918	0.522	0.962	0.510
烘干温度	102.937	0.010	3.162	0.240	94.000	0.011
转动频率	0.201	0.833	0.332	0.751	1.033	0.492

由表 4、5 可知,烘干温度显著影响织物最终含水率;而烘干时间和滚筒转动频率对衬衫最终含水率有一定的影响,但是影响程度不显著,且无明显趋势。这是因为最终含水率主要取决于烘干过程失去水分的多少,而失去水分的量取决于加热丝提供能量的多少,而烘干温度是水分散失所需能量的动力

源。也即烘干温度越高,所提供的能量越多,失去的水分越多,故最终含水率越低。

### 2.2 烘干参数对平整度的影响

表 6 为不同程序烘干后的衬衫平整度。可以看出:相比于悬挂晾干方式,不论烘干参数如何设定,经过滚筒烘干后的衬衫外观平整度均低于悬挂晾干。这是因为悬挂晾干的衣物在干燥过程中,衣物是完全铺展的,完全避免了折痕的形成。而滚筒烘干过程中,衣物不能完全铺展而是有一定的折叠,烘干又是一个高温高湿的环境,很容易导致褶皱保留下来,故滚筒烘干后的衣物平整度较差<sup>[3,5]</sup>。

表 6 3 种棉型衬衫平整度 级

烘干程序	棉	棉/涤	涤/棉
1#	1.0	1.5	1.0
2#	1.0	1.5	2.0
3#	1.0	2.8	2.5
4#	1.0	1.0	1.8
5#	1.0	1.5	2.1
6#	1.0	2.8	2.8
7#	1.5	2.0	2.0
8#	1.0	2.0	2.0
9#	2.5	3.0	1.7
10#(悬挂晾干)	2.5	3.5	3.8

此外,对比 3 种衬衫发现:通过设定不同参数条件,3 种衬衫的外观平整度均发生不同程度的改善。即相比于 1#程序,在 9#程序下,纯棉衬衫的平整度可提高 1.5 级左右;棉/涤衬衫可提高 2 级。这说明通过合理的设计试验参数,改善织物滚筒烘干平整度是可行的。

此外,除 9#程序外,在其他相同程序的设定下,纯棉衬衫平整度最差,均在 1~1.5 级之间,而棉/涤和涤/棉衬衫平整度相对较好,均为 2~3 级之间。这说明不同衣物的最优烘干程序并不相同,也进一步证明开发专衣专护程序的重要性。

表 7 为 3 种棉型衬衫的平整度极差分析结果。可以看出:对于棉/涤和涤/棉衬衫来说,温度的影响作用最大。可能是由于棉纤维耐热性较好,涤纶纤维耐热性较差,棉/涤和涤/棉衬衫则受到涤纶纤维的限制,较高的烘干温度会影响纤维性能,进而对衬衫平整度产生较大影响<sup>[14,5]</sup>。纯棉衬衫对设定的烘干温度不敏感,受烘干时间影响大,其次是烘干温度和滚筒转动频率,主要原因是纯棉织物自身特点决定其平整度整体较差。最佳的平整度烘干组合为:90℃,30 min和 28 s/8 s(转/停)。

表7 3种棉型衬衫平整度极差R分析 级

衬衫类型	烘干时间	烘干温度	转动频率
棉	1.0	0.8	0.7
棉/涤	0.5	1.4	0.3
涤/棉	0.4	0.9	0.4

### 2.3 平整度和最终含水率关系

表8为3种棉型衬衫平整度与含水率相关性分析结果。可以看出:3种棉型衬衫最终含水率与平整度的变化趋势较为一致,尤其是棉/涤和涤/棉衬衫的相关性极高,即最终含水率较高,织物的平整度较好。这可能是由于在较高的含水率下,织物褶皱还未定形,就在烘干后的(48 h)平衡过程中回复,故可通过轻微提高织物烘后的最终含水率,改善衣物烘后平整度较差的问题<sup>[12]</sup>。

表8 3种棉型衬衫平整度和最终含水率相关性检验

衬衫类型	皮尔森相关性	显著性(双侧)
棉	0.237	0.540 9
棉/涤	0.720	0.029 9
涤/棉	0.609	0.082 9

### 2.4 烘干参数对织物尺寸稳定性的影响

表9和10分别为3种棉型衬衫的纬向和经向尺寸变化率。由表9可知,对于纯棉衬衫而言,悬挂晾干衬衫的纬向尺寸大于滚筒烘干时的尺寸收缩。说明滚筒烘干时,织物在滚筒内有规律运动有利于改善棉织物湿润干燥后的收缩,而且1#、3#、4#、5#、6#和7#程序下的棉衬衫出现不同程度的拉伸。相反,棉/涤和涤/棉衬衫的纬向,不论何种干燥方式(悬挂晾干和滚筒烘干方式)均发生不同程度的缩水,且滚筒烘干方式对其没有显著作用,但是随着烘干温度的降低,缩水情况改善。

表9 3种棉型衬衫纬向尺寸变化率 %

烘干程序	棉	棉/涤	涤/棉
1#	0.239 130	-0.065 22	-0.217 390
2#	0	-0.173 91	-0.217 360
3#	0.217 391	0	0
4#	0.152 174	-0.217 39	-0.326 090
5#	0.021 739	-0.217 38	-0.217 390
6#	0.326 087	-0.065 22	0
7#	0.413 043	-0.369 57	-0.065 217
8#	-0.217 390	-0.391 30	-0.413 040
9#	-0.065 220	-0.152 17	-0.239 130
10#(悬挂晾干)	-0.630 430	-0.282 61	-0.369 570

由表10可知,不论何种干燥方式,3种棉型衬衫经向均发生不同程度的尺寸收缩,且相对于纯棉

衬衫,棉/涤和涤/棉衬衫收缩较大,但是没有观察到明显规律。

表10 3种棉型衬衫经向尺寸变化率 %

烘干程序	棉	棉/涤	涤/棉
1#	-0.869 57	-0.652 17	-0.847 83
2#	-0.413 04	-0.456 52	-0.413 04
3#	-0.065 22	-0.365 97	-0.326 09
4#	-0.869 57	-1.282 61	-0.847 83
5#	-0.869 56	-0.543 48	-0.673 91
6#	-0.500 00	-0.130 43	-0.260 87
7#	-0.760 87	-1.065 22	-1.282 61
8#	-0.717 39	-0.826 09	-0.673 91
9#	-0.347 83	-0.695 65	-0.282 61
10#(悬挂晾干)	-0.630 43	-0.521 74	-0.108 70

对比表9和表10可知,3种衬衫的经纬向尺寸变化值均在标准规定的-5%~5%范围内。这说明滚筒烘干方式不会对衬衫尺寸产生影响,故使用滚筒干燥机烘干衬衫是可行的。还发现,3种衬衫的经向尺寸变化明显大于纬向尺寸变化。这也与其他学者的研究——尺寸变化主要发生在经向的结论相一致<sup>[11]</sup>。

表11和表12分别为3种衬衫纬向和经向极差分析结果。可以看出,滚筒转动对改善3种棉型衬衫纬向变化有积极作用。同时,相对于纯棉衬衫,温度对棉/涤和涤/棉衬衫的作用更显著。经向尺寸变化率受烘干温度影响最大,随着温度的升高,收缩性会增加,而滚筒转动频率几乎对其不产生影响。温度对棉/涤和涤/棉衬衫的经向尺寸变化率有显著性影响,温度越高,收缩越大,且烘干时间越长,尺寸收缩越大,但是没有发现对纯棉衬衫经向尺寸稳定性产生显著性水平95%的影响因素。

表11 3种棉型衬衫纬向尺寸变化率极差R分析

衬衫类型	烘干时间	烘干温度	转动频率
棉	0.157	0.275	0.225
棉/涤	0.138	0.145	0.087
涤/棉	0.058	0.157	0.106

表12 3种棉型衬衫经向尺寸变化率极差R分析

衬衫类型	烘干时间	烘干温度	转动频率
棉	0.130	0.258	0.140
棉/涤	0.222	0.643	0.087
涤/棉	0.135	0.669	0.152

## 2.5 烘干参数对烘干能耗的影响

图1为不同烘干程序的烘干能耗。可以看出,烘干能耗主要受烘干温度影响,且基本与烘干温度成正比关系。而烘干时间和滚筒转动频率对其影响较小。这是因为,干衣机的烘干能耗主要取决于加热丝功率的大小,而加热丝功率的大小显著影响烘干温度的高低。即烘干温度越高,加热丝功率越大,故烘干消耗能耗越多。

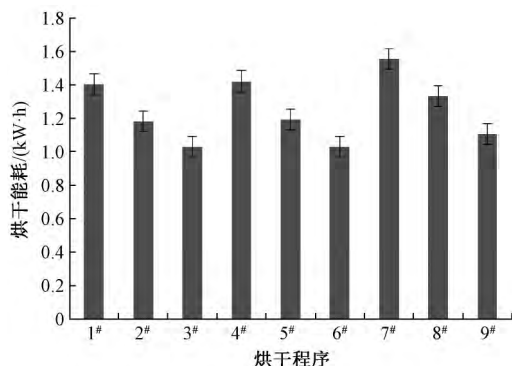


图1 不同程序的烘干能耗

## 3 结束语

烘干参数的设置对衬衫烘后外观平整度和最终含水率影响较大,而对尺寸变化的影响较小。其中,最终含水率主要受烘干时间和温度的影响,且与烘干温度呈负相关关系,受滚筒转动频率影响作用相对较小;平整度主要受烘干温度影响,且与烘干温度呈负相关关系,烘干时间和转动频率的影响较小。这说明合理的设定烘干参数(适当降低烘干温度、缩短烘干时间、调整滚筒转动频率),可提高烘后衬衫的平整度。本文研究最优参数组合为烘干温度90℃,烘干时间30 min、滚筒转动频率28 s/8 s(转/停)。此外还发现,衬衫烘后的性能变化除了与烘干参数有关外,还与纤维成分显著相关。纯棉衬衫的平整度均显著低于棉/涤和涤/棉衬衫的平整度,本文研究可为消费者合理地购买衬衫提供参考。

## 参考文献:

- [1] 韦玉辉,李鹏飞,丁雪梅. 干衣机对烘干织物外观及物理性能的影响[J]. 针织工业, 2016(8): 74-77.
- [2] 于卫东,储才元. 纺织物理[M]. 上海:中国纺织大学出版社, 2009.
- [3] 韦玉辉,苏兆伟,吴雄英,等. 干衣机内织物烘干损伤程度表征方法探讨[J]. 天津纺织科技, 2017(2): 48-52.
- [4] 张青. 干衣机的发展现状及研发趋势[J]. 家电科技, 2003(11): 51-53.
- [5] 孙浪涛,韦玉辉,董晓东,等. 织物烘干过程及烘干机理的探讨[J]. 毛纺科技, 2016, 44(3): 59-62.
- [6] 韦玉辉,宁琳,吴锦川,等. 转筒运动方式对羊毛织物起毛起球性能的影响[J]. 毛纺科技, 2017, 45(7): 26-30.
- [7] 王凤霞,曾靖峰,丁雪梅. 波轮洗涤参数对棉衬衫洗净率及平整度的影响[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2014, 34(3): 32-37.
- [8] 袁建荣,李兆君,吴雄英,等. 家庭滚筒洗衣机洗涤温度对机织物外观平整性的影响[J]. 纺织学报, 2014, 35(7): 74-78.
- [9] 袁建荣,李兆君,胡娟,等. 家庭滚筒洗衣机脱水转速对纯棉衬衫外观性能的影响研究[J]. 中国纤检, 2013, 16: 79-81.
- [10] 袁建荣,孙菲菲,丁雪梅. 家庭滚筒洗涤下机织物起皱机理及其影响因素[J]. 家电科技, 2013, 51: 64-67.
- [11] 袁建荣,李兆君,胡娟,等. 家庭滚筒洗衣机脱水转速对纯棉衬衫外观性能的影响研究[J]. 中国纤检, 2008(16): 79-81.
- [12] GB/T 20292—2006, 家用滚筒干衣机性能测试方法[S].
- [13] AATCC 135—2010, Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering[S].
- [14] AATCC Test Method 124—2006, Appearance of Fabric after Repeated Home Laundering[S].