

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018020160105

男衬衫烘后外观平整度的影响因素

韦玉辉^{1 2} 苏兆伟^{2 3} 卢华山^{2 4} 刘桢楠^{2 4}

(1.安徽工程大学 纺织服装学院,安徽 芜湖 241000; 2.杭州职业技术学院 达利女装学院,浙江 杭州 310018;
3.东华大学 艺术与服装学院,上海 200051; 4.浙江理工大学 服装设计学院,浙江 杭州 310018)

摘要:为解决家用滚筒烘干衬衫时起皱问题,选择纯棉、棉/涤(55/45)、涤/棉(65/45)衬衫作为研究载体,通过单因素实验,探讨烘干温度、烘干负载对3种棉型衬衫烘后外观平整度的影响机制及趋势。研究表明:织物烘后外观除了与纤维成分紧密相关外,也与烘干温度和负载量显著相关。即在负载量和烘干转速一定时,烘干温度与平整度呈反比关系;当转速和烘干温度一定时,负载量与平整度也呈现反比关系;相同的烘干条件下,纯棉衬衫的平整度低于含涤纶纤维的其他2种衬衫的平整度,而且随着涤纶纤维含量的增加,其外观平整度呈上升趋势。研究结论既可为干衣机制造厂家根据服装类型及使用环境设定烘干参数提供参考,也可为消费者日常护理衣物提供借鉴。

关键词:纤维成分;烘干温度;烘干负载;平整度;最终含水率

中图分类号:TS 195.41 文献标志码:A

Study on the influence factors of smoothness appearance of men's shirts after drying

WEI Yuhui^{1 2}, SU Zhaowei^{2 3}, LU Huashan^{2 4}, LIU Yanan^{2 4}

(1.College of Textile and Clothing, Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui 241000, China; 2. College of DaLi Women, Hangzhou Technology College, Hangzhou, Zhejiang 310018, China; 3. College of Fashion and Design, Donghua University, Shanghai 200051, China; 4. College of Fashion and Design, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract: In order to solve the problem that men's shirts are easy to wrinkle during the daily care, the shirt making of easily wrinkle fabrics including pure cotton, cotton55/polyester45 and polyester65/cotton35 were selected as a research sample. The drying temperature and the drying load of single-factor test were carried out. This paper focuses on the effect of drying temperature and drying load on appearance smoothness of fabric, and gives analytical mechanism of results. It was shown that appearance of shirt after drying was closely related to fiber composition, the drying temperature and drying load. Specifically, when the load and speed were constant, the drying temperature was inversely proportional to smoothness appearance of shirt after drying. When the rotational speed and the drying temperature were constant, the load and smoothness appearance of shirt after drying were also inversely proportional. Under the same drying conditions, the smoothness appearance of cotton shirts after drying was lower than that of polyester cotton shirts, and the smoothness appearance of shirts increased with the increase of polyester components. Therefore, this study can provide guidance to people's daily garment care and reference value of dryer program optimization.

Keywords: fiber composition; drying temperature; drying load; appearance smoothness; the final moisture content of fabric

收稿日期:2018-02-09

基金项目:安徽工程大学引进人才启动基金(2018YQQ009);杭州职业技术学院校级课题(ky201825);杭州职业技术学院校级教育教学改革研究项目(JG201720)

第一作者简介:韦玉辉,博士生,主要研究方向为织物护理。通信作者:苏兆伟,助教, E-mail: suzhaowei1@126.com。

棉型衬衫因其良好的外观造型、吸湿放湿性能和穿着舒适性成为商务男士必备衣物^[1-3]。但棉织物极易起皱,严重影响服装外观,而且,衬衫又属于日常生活中使用频率较高且贴身穿着,极易脏,故其洗护频次显著高于其他衣物^[1-2]。此外,商务男士又具有生活节奏较快且对衣物外观造型要求较高的特点^[3-4]。因而,深入研究衬衫烘后外观平整度的影响因素,对保证衬衫洗护后具有良好的立体造型和平整的外观显得尤为重要^[5-7]。

目前关于洗衣机滚筒洗涤参数对织物洗后外观平整度影响的研究较多,但是很少涉及烘干参数对其影响的研究^[5,8-9]。然而,织物在干衣机内烘干是一个不断被举起、抛洒、摔打、缠绕,且高温高湿气流反复作用的过程,此过程会显著影响织物烘后外观效果^[10-12]。因此,本文以3种不同成分的棉型衬衫作为实验载体,研究烘干温度、负载量对织物烘后外观平整度的影响规律,并分析最终含水率与烘后外观平整度的关系。研究结论既可为对洗干一体机生产厂商的设定烘干参数提供指导,也可为消费者日常护理衣物提供借鉴。

1 实验部分

1.1 材料

本文实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士衬衫,其成分组成分别为纯棉(100%棉)、棉/涤(55/45,CVC),涤/棉(65/35,TC),规格尺寸如表1所示。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,所以本文所使用的衬衫都是经过3次预洗涤之后的衬衫。同时,为了达到设定的负载量,每组实验除需要的3件衬衣之外,还使用从上海纺织工业技术监督所购买的100%棉陪洗布(尺寸为92 cm×92 cm,质量为(130±10) g)和100%涤陪洗布(尺寸为20 cm×20 cm,质量为(50±5) g)作为实验负载量调整材料。

表1 衬衫基本规格参数

衬衫类型	织物密度/ (根·(5 cm) ⁻¹)		组织 结构	纱线线 密度/tex	面密度/ (g·m ⁻²)	质量/ (g·件 ⁻¹)
	经向	纬向				
纯棉	270	179	平纹	25.0	138.22	277
CVC	276	140	平纹	22.2	104.42	219
TC	277	143	平纹	22.2	108.04	220

注:规格参数在标准(20±2)℃和65%±2%恒温恒湿环境中平衡48 h后测得。

1.2 实验设备

选用西门子WD12H460IW型洗干一体机,洗涤

额定负载为7 kg,干衣额定负载4 kg,烘干程序:转停比为28/8(s)(正转28 s,停8 s,反转28 s,停8 s,以此循环,下同),烘干时间50 min,温度及负载根据实际情况变化。

1.3 测试方法及标准

为了避免主观评价方法易受主观影响,难以精准化和标准化且不可再现的问题,本文实验衬衫平整度评价采用美国德州大学徐步高教授研发的Aurorate织物外观评价系统进行客观评价,其方法包括5级6档制,1级最差,5级最好^[13]。

根据GB/T 20292—2006(IEC61121:2005)《家庭用滚筒干衣机性能测试方法》和GB/T 23118—2012《家用和类似用途滚筒式洗衣干衣机技术要求》,织物质量采用精度为±0.1 mg的电子天平称量,最终含水率计算公式为:

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

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。

1.4 单因素实验设计方案

由于烘干温度和烘干负载量是影响衬衫烘后外观平整度的主要因素,故本文分别设计了烘干温度和烘干负载量的7水平单因素实验进行失水速率对烘后外观平整度影响的研究,实验参数设置如表2、3所示。此外,因本文仅探究烘干温度和负载量对平整度的影响,故所有实验的初始含水率为固定值,即均控制在70%±5%范围内。

表2 烘干温度单因素实验设计

实验编号	温度/℃	时间/min
1-1	110	10
1-2	100	20
1-3	90	30
1-4	80	40
1-5	70	50
1-6	60	60
1-7	50	70

注:负载1.5 kg,转停比28/8(s),每组实验重复3次,取平均值。

2 结果与讨论

2.1 温度的影响

表4为烘干温度对衬衫烘后外观平整度和最终含水率的影响。可以看出,在较高温度时(90~110℃)随着烘干温度的增加,3种衬衫的平整度均呈下降趋势,而且发现3种衬衫均是在烘干温度为90℃出现了平整度最高现象。这是因为烘干温

表 3 负载量单因素实验设计

实验编号	负载/kg	时间/min
2-1	1.0	20
2-2	1.5	30
2-3	3.0	40
2-4	3.5	50
2-5	4.0	60
2-6	4.5	65
2-7	5.0	70

注: 温度 90 °C, 转停比 28/8 (s), 每组实验重复 3 次, 取平均值。

度越高, 棉织物的折皱回复角越低, 越易起皱, 故其烘后外观平整度越低。而且随着烘干温度的升高, 棉纤维中的大分子运动会加剧, 纤维大分子链更容易发生旋转、扭曲和伸展, 进而导致纤维中定形区(结晶区)的结合力相对较弱, 一旦施加外力, 衬衫很容易发生形变, 且因高温下衬衫折皱回复能力变差, 发生的形变较易松弛^[3, 10]。同时, 棉纤维因其含有亲水基团, 湿热环境下很容易与水分子结合, 使分子链发生扭曲, 形成折皱。此外, 烘干温度过高, 导致在烘干后期衬衫产生褶皱, 产生(熨烫作用)热定形作用, 进一步降低衬衫的平整度^[9]。

表 4 烘干温度对衬衫外观平整度和最终含水率的影响

实验编号	平整度			最终含水率/%		
	纯棉	CVC	TC	纯棉	CVC	TC
1-1	1.1	2.1	2.5	2.49	1.23	-1.83
1-2	1.6	2.4	2.8	1.28	0.87	-2.17
1-3	2.8	3.7	3.6	2.39	0.98	-1.21
1-4	1.8	2.6	3.5	4.09	3.21	2.17
1-5	2.3	3.0	3.2	5.54	4.56	1.35
1-6	2.5	3.3	3.4	6.21	5.82	1.82
1-7	3.0	3.5	3.6	9.12	8.73	3.76

此外, 烘干温度也会显著影响衬衫烘后的最终含水率。这是因为织物内的水分子主要分为 3 种: 自由水、结合水和毛细水, 其中自由水主要是在烘干的初期和恒速烘干阶段被迁出, 而降速烘干阶段迁出的主要是结合水, 迁移这部分水分需要的能量是迁移自由水所需要能量的 30 倍^[4]。同时结合干燥动力学知识可知, 衬衫烘后的最终含水率主要取决于降速阶段衬衫表面的温度和维持时间, 而烘干温度越高, 衬衫烘干后期的温度越高, 越有利于衬衫内结合水分的散失, 故最终含水率越低^[6-7]。

2.2 负载量的影响

表 5 为负载量对衬衫烘后外观平整度和最终含水率的影响。可以看出, 随着负载量的增加, 3 种衬

衫烘后的外观平整度均呈下降趋势。这是因为烘干滚筒腔体的体积固定, 随着负载量的增加, 衣物在烘干腔体内翻滚运动空间越有限或者运动阻力越大, 衬衫被折叠的可能性越大, 甚至衣物在整个烘干过程都保持团状形态, 在这种情况下, 很容易导致衬衫烘干时出现很多压褶, 进而平整度越低。而从纺织材料热物理性能及力学性能可知, 纺织材料长期处于热湿及复杂机械力的作用, 其耐疲劳性能大大下降, 力学性能及耐热性能显著下降^[8], 而且, 随着负载量增加, 烘干时间增加, 织物材料分子间作用力及大分子结构受损也会明显增加, 进而导致其烘干外观平整度进一步下降^[6, 11]。当烘干负载过大时, 很有可能由于偶然因素被堆积在底部或者压在某个角落的衬衫在整个烘干过程, 不能被翻滚到表面与烘干气流接触, 故烘干均匀性下降, 同时衬衫也可能被堆积或者压在衬衫堆内部, 整个烘干过程都不能被翻滚到外层, 进而导致烘干均匀性较差, 最终含水率过高等问题。此外, 由于整个烘干过程, 衬衫被紧紧的折叠在一起, 进而导致当烘干结束时, 衬衫表面出现细长且深凹的压褶, 平整度较低。

表 5 负载量对衬衫外观平整度和最终含水率的影响

实验编号	平整度			最终含水率/%		
	纯棉	CVC	TC	纯棉	CVC	TC
2-1	3.0	3.8	3.8	-2.59	-1.23	-2.98
2-2	2.5	3.7	3.6	2.39	0.98	-1.21
2-3	2.2	3.0	2.9	2.89	2.01	1.39
2-4	1.8	2.2	2.5	4.01	3.87	12.86
2-5	1.2	1.8	2.0	3.98	2.86	1.79
2-6	1.0	1.0	1.2	5.29	4.57	3.78
2-7	1.0	1.0	1.0	7.89	6.78	5.23

另外, 随着烘干负载量的增加, 衬衫最终含水率也有轻微上升。这是因为烘干负载量越大, 滚筒单位体积内充斥的织物越多, 而单位体积的烘干气流所携带的能量又是固定的(因为加热丝功率、风速、转速是固定的, 烘干气流又是理想气体, 故其携带的能量也是固定的), 这就导致烘干气流所携带的能量低于单位体积的织物内部水分充分迁移所需要的能量, 而且负载量越大, 其能量差值越大, 故其最终含水率越高。

2.3 纤维成分的影响

表 6 为实验编号 1-3 烘干条件下 3 种衬衫的最终含水率。

由表 6 可知, 纤维成分显著影响织物烘后的外观平整度和最终含水率, 且纯棉衬衫的平整度最差。这是因为: 第一, 棉纤维属于亲水性纤维, 吸水性较

表 6 相同烘干条件下衬衫的平整度和最终含水率

衬衫类型	平均平整度	最终含水率/%
纯棉	1.1	2.93
CVC	2.8	0.98
TC	1.6	-1.21

好,分子内部有较多的亲水基团,即水分子通过氢键直接与纤维大分子上的亲水基团(如羟基、羧基)结合在一起,使得纤维弹性化以及力学性能下降,受力后易变形起皱。第二,棉纤维吸水后会发溶剂化作用,在干燥后,通常大多数水分是难以完全除去的,因此纤维或织物的力学性能只能部分回复,故平整度较差。此外,即使水被完全除去,其溶胀和收缩过程也不完全是可逆的,很容易导致表面不平整。而且在一胀一缩过程中,纤维分子的构象、分子链段与链段之间、分子与分子之间的相对位置发生很大的变化,也会导致衬衫在宏观效果上的起皱。第三,棉纤维的无定形含量高,达到 50%,且由于亲水基团与水分子的结合效应,在高温下分子活跃,纤维分子间的作用力减弱,在受外力的情况下容易变形起皱。第四,纤维素纤维分子链与分子链之间由羟基构成横向结合键(此时即为氢键)。结晶区的分子链排列规整,横向结合度较高,当织物受外力作用时,能共同承受外力的作用,一般只发生较小程度的变形;而非晶区,由于分子链排列的无序性,分子链间的横向结合度相对较低,在受到外力作用时,横向结合键被迫打开,发生位移后,能在新的位置重新形成横向结合键,当外力撤走后,在纤维素大分子受力所产生的应力的作用下,非结晶区又有回复原来形貌的趋势;但是在新的位置上形成的横向结合键数量越多,则回复的速度就越慢,不能回复的则形成褶皱。最后,较高的烘干温度说明纯棉衬衫更加剧水分子与纤维无定形区内亲水基团的结合,加剧了纤维素无定形区内结构的扩展,纤维膨胀、变软,纤维及织物的屈服能力降低,在外力作用下易变形起皱。综合以上几个因素说明纯棉衬衫更易起皱。

对于含涤纶织物,第一,由于织物涤纶纤维属于疏水性纤维,其吸附的水分为吸附在直接水分子上的间接吸收水^[4,14],间接吸收水对纤维的力学性质影响不大,结合力小,容易蒸发。第二,涤纶纤维中的结晶度达到 85%以上,在湿润时,溶胀仅发生在 15%的无定形区。第三,无定形区与结晶区交替存在,且无定形区内无亲水基团,水分子与纤维无定形区分子链结合较少,即水的作用对涤纶织物的起皱产生影响不显著。最后,涤纶纤维玻璃化温度为 69~81℃,较高的烘干温度下,织物结晶区遭到破

坏,易受力变形^[14],这也是棉/涤(CVC),涤/棉(TC)衬衫在较高温度下,其外观平整度较低的原因。

综上所述,采用家用滚筒烘干机烘干过程中,对于棉/涤和涤/棉衬衫来说,由于存在棉和涤纶 2 种成分,同时受含水率和温度的影响作用,烘干过程中在烘干温度为 50~90℃时基本低于涤纶的玻璃化温度,涤纶变形是可回复的,而当烘干温度达到 100℃和 110℃时,超过了涤纶玻璃化温度,衬衫的变形回复性差,平整度较差。同时如果衬衫烘干后,含水率较高,在悬挂 48 h 内,在水和重力的作用下,有利于褶皱回复。因此在适宜的烘干温度下,选择较高的最终含水率有利于改善棉/涤和涤/棉衬衫的平整度,因此选择最佳烘干温度为 90℃,可以保持织物的快速烘干,使最终含水率维持在 3%~5%内。对于纯棉衬衫,一方面,家用滚筒烘干机烘干开始阶段,织物含水率较高,在逐渐减少的过程中,受到滚筒机械力、相互叠压的力、运动受限的作用,在较小的空间内,当最终含水率较低,高温褶皱定形,不易回复。随着负载量的增加,由于滚筒烘干空间有限,相互之间压叠更加严重,以及纯棉织物本身易起皱的特点,平整度整体较差。对于纯棉织物来说,虽然可承受最高温度为 160℃,但如果温度过高,随着织物含水率逐渐降低,衬衫烘干到最后温度会升高,导致褶皱热定形,不易回复。另一方面,纯棉机织类服装本身在滚筒烘干时易起皱是不可避免的,因此纯棉衬衫烘干时可以选择烘干温度为 90℃,保证快速烘干,和较高的最终含水率 5%~10%,以减轻褶皱定形,有利于对烘干后的衬衫进行熨烫处理。

3 结束语

烘干温度、负载量、纤维成分显著影响衬衫外观平整度。具体来说,当烘干负载一定时,烘干温度与烘后外观平整度和最终含水率成反比,且温度越低,衬衫外观平整度和最终含水率越高。当烘干程序一定时,烘干负载与外观平整度呈反比,与最终含水率成正比。此外,还发现衬衫烘后外观平整度和最终含水率受纤维种类的影响而差异很大:棉纤维成分越高,其外观平整度越差,且其平整度主要受最终含水率的影响;涤纶成分越高,其烘干后外观平整度越好,且其平整度主要由烘干温度决定。纯棉衬衫的最佳烘干温度 110℃,涤/棉混纺衬衫最佳烘干温度 80℃,最佳负载均为 3.5 kg。此结论既可为洗干一体机厂家合理设置烘干温度提供参考,也可为用户日常护理衣物时,恰当地增加衣物数量提供指导,实现节能、高效、高品质烘干衣物的目的。

参考文献:

- [1] 周琪瑶, 杨以雄, 甘佳虞. 男衬衫消费者行为及影响因素分析 [J]. 东华大学学报(社会科学版), 2010, 10(1): 57-63.
- [2] 王军, 吴志明. 影响修身版男衬衫肩部起皱的因素探析 [J]. 广西轻工业, 2011, 27(3): 99-100.
- [3] 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.
- [4] 姚穆. 纺织材料学 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009.
- [5] 袁建荣. 机织物家庭滚筒洗衣机洗涤起皱机理研究 [D]. 上海: 东华大学, 2014.
- [6] 胡维维, 丁雪梅, 吴雄英, 等. 家庭滚筒干衣机加热功率对机织物外观平整性的影响 [C] // 2015 年中国家用电器技术大会论文集. 北京: 中国家用电器协会, 2015.
- [7] 李兆君, 丁雪梅. 家庭滚筒烘干条件下服装内外在质量变化 [J]. 家电科技, 2013(S1): 7-10.
- [8] 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.
- [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] 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.
- [11] 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.
- [12] 曾林泉. 纺织品热定型整理原理及实践: 2 [J]. 染整技术, 2012(1): 5-9.
- [13] AATCC Test Method 124—2006 Appearance of Fabric after Repeated Home Laundering [S].
- [14] 韦玉辉. 烘干过程织物热学电学性能的动态分析 [C] // 2016 年中国家用电器技术大会论文集. 北京: 中国家用电器协会: 2016.