

# 轻薄毛织物力学及物理性能与缝纫平整度的关系

潘 婷, 方丽英, 徐钰婷

(浙江理工大学 服装学院, 杭州 310018)

**摘 要:** 利用 FAST 仪测试了 35 种轻薄毛织物的力学物理性能, 对所测试样进行缝纫实验, 并根据 AATCC—1988B 标准评价织物缝纫平整度等级, 运用斯皮尔曼秩相关分析法研究了轻薄毛织物力学物理性能与缝纫平整度等级之间的关系。结果显示: 轻薄毛织物的结构物理性能和弯曲性能指标与缝纫平整度的相关性较弱, 拉伸力学性能、成型性能及湿膨胀性能与缝纫平整度等级相关程度较高。

**关键词:** 轻薄毛织物; 缝纫平整度; 织物力学性能; 相关性

**中图分类号:** TS941.41 **文献标志码:** A

## 0 引 言

面料的轻薄化发展趋势给缝制加工带来各种质量问题<sup>[1-4]</sup>, 其中最突出的是缝纫起皱现象。很多学者对面料性能和缝纫起皱的关系做过大量的研究, 如 M Y Kwong 等<sup>[5]</sup>研究了面料的基本力学性能和不发生缝纫起皱的最大宽放量之间的关系。J Amirbayat<sup>[6]</sup>研究了服装面料沿不同方向叠合缝纫时, 缝纫效果与面料力学性能之间的关系变化。王家俊<sup>[7]</sup>对丝绸面料缝纫起皱作了研究, 根据真丝产品的特点考虑上下两层面料都有褶皱的现象, 提出了综合缝缩率的评价指标。这些理论在缝纫起皱相关问题研究上均有一定的价值, 但多数实验研究的面料样本较少, 种类复杂, 针对性不强。本文选取 35 种轻薄毛织物为研究对象, 分析织物力学及物理性能与缝纫平整度的相关关系, 有助于深入了解轻薄毛织物性能对缝纫起皱的影响。

## 1 实 验

### 1.1 试样选择

采集具有代表性的 35 种轻薄型毛织物为试样, 其原料组成有纯毛、毛与化纤以及毛与蚕丝混纺, 试

样平方米质量不大于 220 g/m<sup>2</sup>, 经纱密度为 203~396 根/10 cm, 纬纱密度为 192~362 根/10 cm, 织物组织包括平纹、斜纹和缎纹, 织物厚度由 FAST-1 织物试验仪在压力 196 Pa 时测得不大于 0.5 mm。

### 1.2 织物力学性能测试

面料首先在标准温湿度条件下平衡 24h, 然后采用 FAST 系统在标准测试条件(温度 20℃±2℃, 相对湿度 65%±2%)下测定各试样经纬向的压缩、弯曲、拉伸、剪切性能和尺寸稳定性。

### 1.3 织物缝纫实验

将测试样品沿经纬向分别裁取尺寸为 30 cm×6 cm 的缝条, 选用平缝线迹制作单线缝纫样品, 上下缝条沿同一丝缕方向从中间进行缝纫。根据车间实际生产经验确定缝制条件: 缝纫线为 13.9×3 tex 涤纶线, 针距密度 13 针/3 cm, 针号为 11#, 缝纫机型 DDL 8500~7 兄弟牌缝纫机, 由熟练技术工在上述相同的缝纫条件下缝制<sup>[8-9]</sup>。缝制好的样品经过标准洗涤与干燥处理后, 在标准大气条件下调湿, 由 10 名从事服装业的专业人员参照 AATCC—1988B 标准样照<sup>[10]</sup>评定缝纫平整度等级, 取其众数作为最后的主观评价等级。

2 测试结果与分析

2.1 测试结果基本统计分析

对 35 块织物所测得的力学及物理性能进行均值

方差分析,结果如表 1 所示。从表 1 可知,轻薄毛织物表观厚度较小,均值仅为 0.069 mm,整体剪切刚度偏低,拉伸性能较大,经纬向弯曲刚度较小,均值低于 8  $\mu\text{N}/\text{m}$ ,成型性也偏低,在缝制过程中容易出现缝纫起皱现象。

表 1 轻薄毛织物力学及物理性能均值方差表

测试指标		最小值	最大值	均值	标准差
$T_2$	196 Pa 下织物厚度/mm	0.258	0.479	0.356	0.053
$T_{100}$	9.8 kPa 下织物厚度/mm	0.211	0.378	0.287	0.035
$ST$	织物表面厚度/mm	0.031	0.131	0.069	0.022
$B_1$	织物经向抗弯刚度/ $\mu\text{Nm}$	4.4	12.9	7.2	1.669
$B_2$	织物纬向抗弯刚度/ $\mu\text{Nm}$	3.4	7.6	5.0	0.981
$E5_1$	4.9 N/m 下织物经向拉伸性/%	0.13	0.57	0.42	0.082
$E5_2$	4.9 N/m 下织物纬向拉伸性/%	0.33	1.40	0.64	0.219
$E20_1$	19.6 N/m 下织物经向拉伸性/%	0.50	1.53	0.94	0.225
$E20_2$	19.6 N/m 下织物纬向拉伸性/%	0.90	4.97	1.73	0.836
$E100_1$	98.1 N/m 下织物经向拉伸性/%	1.30	4.57	2.44	0.720
$E100_2$	98.1 N/mm 下织物纬向拉伸性/%	2.10	12.57	4.96	2.314
$G$	织物剪切刚度/(N/m)	24.85	56.42	35.53	8.241
$F_1$	织物经向成型性/ $\text{mm}^2$	0.14	0.47	0.25	0.086
$F_2$	织物纬向成型性/ $\text{mm}^2$	0.15	0.97	0.36	0.183
$RS_1$	织物经向松弛收缩率/%	-0.69	2.83	0.75	0.559
$RS_2$	织物纬向松弛收缩率/%	-1.65	1.44	0.38	0.496
$HE_1$	织物经向湿膨胀率/%	-1.13	3.13	1.09	0.948
$HE_2$	织物纬向湿膨胀率/%	0.08	5.74	1.79	1.239
$W$	织物平方米质量/( $\text{g}/\text{m}^2$ )	118.5	218.5	163.6	20.877

表 2 为 35 块轻薄毛织物的缝纫平整度等级。从表 2 中可以看出,在缝制过程中织物经纬向会发生不同程度的起皱现象,经纬向相比,纬向皱缩程度较轻,缝纫等级均值比经向约高出 0.5 级。这是因为所选毛织物的经密都大于纬密,按缝纫针距 13 针/3 cm 计算,沿着织物纬向缝纫,一个缝纫线弧内跨越较多的经纱根数,可承受较大的缝纫张力,因此纬向缝条不易起皱,而沿着织物经向缝纫,虽然织物经向相对纬向具有较高的弯曲刚度,拉伸性能也不低,但一个缝纫线弧内跨过较少的纬纱根数,可承受的缝纫张力较小,因此经向缝条易起皱。

表 2 缝纫平整度测试结果 级

试样 编号	经向 AATCC1 等级	纬向 AATCC2 等级
1	3.5	4.5
2	3.0	3.5
3	4.5	4.5
4	3.0	4.0
5	3.0	3.5
6	3.5	3.5
7	3.0	3.0
8	3.0	4.0
9	3.0	3.0
10	2.5	3.0
11	2.5	3.0

表 2 续

试样 编号	经向 AATCC1 等级	纬向 AATCC2 等级
12	2.5	3.5
13	3.0	4.0
14	3.0	4.0
15	3.5	3.5
16	4.0	4.0
17	3.0	3.5
18	2.5	3.0
19	3.5	5.0
20	4.0	3.5
21	3.5	4.0
22	3.5	4.0
23	3.0	3.5
24	2.5	4.0
25	3.0	3.5
26	3.0	3.0
27	4.0	4.5
28	3.0	3.5
29	4.0	3.5
30	3.0	4.0
31	4.5	4.5
32	3.5	3.5
33	3.5	3.5
34	4.0	3.5
35	4.0	5.0
均值	3.3	3.7

2.2 织物力学及物理性能与缝纫平整度的关系

考察试样缝纫平整度主观评价值和力学性能测试值各变量的分布,主观评价值为有序分类变量,不满足正态分布要求,力学性能参数总体分布未知,故采用斯皮尔曼秩相关(Spearman's rho)分析法对轻薄毛织物的力学性能与缝纫平整度等级之间的相关性进行分析。因为 Spearman 秩相关分析法对原始变量的分布不作要求,属于非参数统计方法,适用范围比较广。

2.2.1 织物结构物理性能与缝纫平整度的关系分析

织物结构物理性能在 FAST 测试指标中由 4 个指标来衡量,它们分别是织物厚度  $T_2$ 、 $T_{100}$ ,表面厚度  $ST(ST=T_2-T_{100})$  和织物平方米质量  $W$ 。对轻薄毛织物缝纫平整度与织物结构物理性能指标进行 Spearman 秩相关分析,结果列于表 3。

表 3 织物结构物理指标与缝纫平整度相关性分析结果

相关系数	$T_2$	$T_{100}$	$ST$	$W$
AATCC1	0.103	0.132	-0.009	0.050
AATCC2	0.106	0.125	-0.025	0.197

表 4 织物力学性能指标与经纬向缝纫等级的相关系数

相关系数	$B$	$E5$	$E20$	$E100$	$G$	$F$
AATCC1	-0.122	0.433**	0.763**	0.799**	-0.219	0.628**
AATCC2	0.113	0.538**	0.662**	0.654**	-0.259	0.732**

\*\* 在置信度(双侧)为 0.01 时相关性是显著的,\* 在置信度(双侧)为 0.05 时,相关性是显著的。

从表 4 中可以看出,织物经纬向的缝纫外观平整度与经纬向的弯曲刚度  $B$  之间的相关系数值很小,与剪切刚度  $G$  虽为负相关,但相关性也不强,在显著水平为 0.01 或 0.05 的条件下,它们之间的相关性都不显著。织物经纬向缝纫等级与低应力拉伸伸长  $E5$ 、 $E20$ 、 $E100$  及成型性  $F$  的相关系数较大,在显著水平为 0.01 的条件下,它们之间具有较强的相关性,其中经向平整度与  $E100$  的相关性最强,相关系数  $R=0.799$ ;纬向平整度与  $F$  的相关性最大,相关系数  $R=0.732$ 。

面料在被缝纫时,织物表面受低应力的牵引作用,会产生变形,其变形程度与织物拉伸性能相关。拉伸性能  $E$  的大小将会影响到服装在制作过程中的缝制、辅料、剪裁的难易程度<sup>[12]</sup>。考察织物缝纫外观平整度随 98.1 N/m 下拉伸伸长的变化分布趋势,散点图如图 1 所示。

由图 1 可以看出,轻薄毛织物经纬向缝纫平整度随着伸长的增大有明显改善的趋势。这是因为织物拉伸变大,有利于经纬纱线间更好地容纳缝纫线,因此缝条不易起皱。当然伸长过大,经纬纱线抵抗缝纫线拉伸造成的纱线位移能力变差,会造成服装缝纫

由表 3 可以看出,轻薄毛织物经纬向的缝纫平整度等级与织物结构物理性能指标  $T_2$ 、 $T_{100}$ 、 $ST$  及  $W$  之间相关系数都很小,相关性较弱。分析可知,因本实验选取的均为轻薄型毛织物,织物厚度在 0.258~0.479 mm 之间,而标准差仅为 0.053,表明织物厚度变化较小,轻薄毛织物的缝纫平整度随它的变化没有呈现出规律性,所以织物结构物理性能对缝纫平整度等级影响不显著。

2.2.2 织物力学性能与缝纫平整度的关系

织物在低应力下的各项力学性能与服装加工生产有着密切的关系,这是因为服装缝纫对小负荷区域的力学性能很敏感,小负荷区域织物的弯曲、拉伸、剪切等性能会引起面料在铺料、裁剪及缝纫加工过程中的生产质量等问题<sup>[11]</sup>。采用 Spearman 秩相关分析法对织物经纬向缝纫平整性能与织物各项力学性能指标进行相关性分析,分析结果见表 4。

加工的困难,在图 1 中也可以看出在拉伸最大点,织物缝纫性能并不是最好。由于取样范围有限,本文无法考察拉伸变形过大时织物整体的缝纫起皱情况。

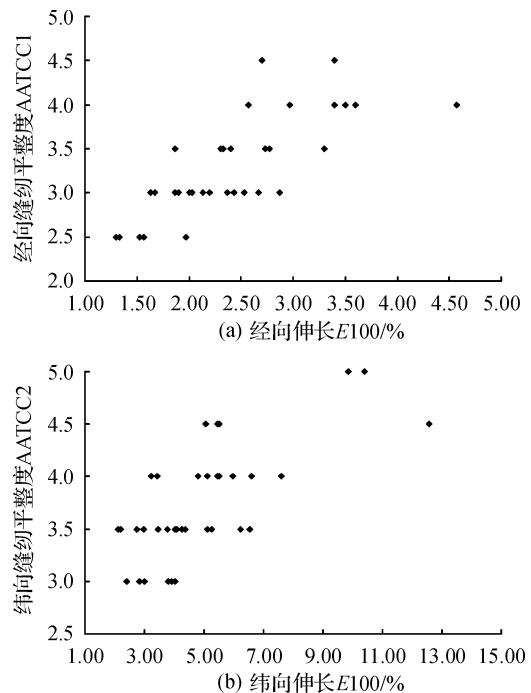


图 1 经纬向缝纫平整度与织物拉伸的关系

织物的成型性是织物在低载荷下的延伸性及弯曲刚性的综合指标,是织物在其自身平面内受力时变形倾向的量度。成型性  $F$  值过低,车缝时,织物受到车针、车线张力和超喂等种种的压缩力量会使车缝线迹起皱,影响缝纫外观平整性。考察轻薄毛织物经纬向缝纫平整度随面料成型性能的变化分布趋势,其散点图如图 2 所示。

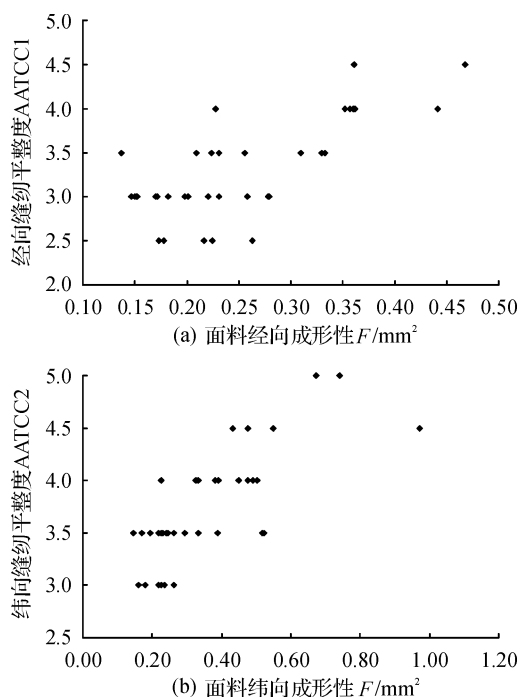


图 2 经纬向缝纫平整度与织物成型性的关系

由图 2 可知,轻薄毛织物经纬向缝纫平整度随着面料成型性的增大而有所提高,且纬向趋势表现相对明显。经纬向成型性  $F$  值超过  $0.35 mm^2$  时,织物易塑型,成型性良好,接缝处不易起皱或者起鼓,面料的缝纫平整度等级大部分在 4 级以上,缝纫效果好。但由图 2 可知,纬向成型性在最大值时,织物的缝纫平整性能并不是最好。这是因为成型性是由织物在  $19.6 N/m$  和  $4.9 N/m$  力下测得的伸长百分率差值与弯曲刚度相乘得到的数值,当弯曲刚度  $B$  很小时,即使成型性值较大也会出现缝制方面的问题。

### 2.2.3 织物尺寸稳定性与缝纫平整度的关系

织物在缝纫加工过程中,难免会遇到湿环境。在遇湿过程中,影响面料尺寸稳定性的主要原因有两个,一是松弛后过大或过小收缩,另一个是湿态时过大膨胀。采用 Spearman 秩相关分析法对织物的经纬向缝纫平整度与其尺寸稳定性指标进行相关性分析,结果如表 5 所示。

表 5 织物尺寸稳定性与缝纫平整度相关性分析结果

相关系数	RS	HE
AATCC1	-0.083	0.552**
AATCC2	-0.131	0.656**

\*\* 在置信度(双侧)为 0.01 时,相关性是显著的。

由表 5 可以看出,轻薄毛织物经纬向的缝纫平整度与经纬向的吸湿膨胀  $HE$  之间的相关系数较大,在显著水平为 0.01 时,它们之间具有较强的相关性。与此相反,轻薄毛织物经纬向的松弛收缩率与缝纫平整度相关性较强,说明织物的松弛收缩性对缝纫外观影响不太显著。考察轻薄毛织物经纬向缝纫平整度随面料吸湿膨胀性能的变化分布趋势,散点图如图 3 所示。

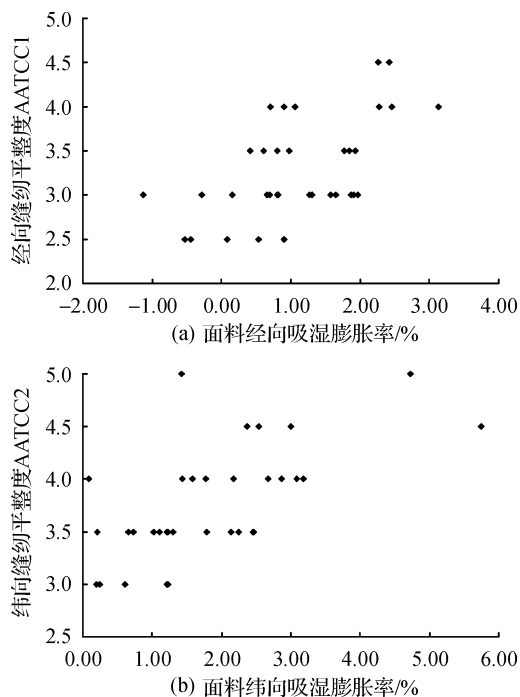


图 3 经纬向缝纫平整度与织物吸湿膨胀性能的关系

由图 3 可以看出,轻薄毛织物的经纬向吸湿膨胀率  $HE$  分布在  $-2\% \sim 6\%$  之间,经纬向缝纫平整度随着织物吸湿膨胀率的增大而有所改善。这是因为毛织物的湿膨胀能提高织物低应力拉伸性能,最终增加织物的成型性能,从而使得织物的缝纫平整度等级有所提高。

## 3 结 语

a) 试样的性能测试结果显示,轻薄毛织物具有延伸性能好,弯曲性能小,剪切刚度小的特点,这将导致织物在缝制过程中会出现缝纫皱缩现象。经纬向相比,经向比纬向更容易产生皱缩,缝纫平整度等

级均值比纬向约小0.5级。

b) 轻薄毛织物的结构物理性能和弯曲性能指标与缝纫平整度的相关性较弱,拉伸力学性能、成型性能及湿膨胀性能与缝纫平整度相关程度较高。面料的缝纫性能随着相对伸长的增大有所改善;织物成型性值越大,缝纫平整度越好,等级越高;在吸湿膨胀率正常范围值 $-2\% \sim 6\%$ 内,轻薄毛织物的缝纫平整度随着湿膨胀的增大而有所提高。研究分析织物的力学及物理性能与缝纫外观平整度之间的关系,有助于建立基于织物各项力学物理性能指标的面料缝纫平整度等级客观评价模型,以指导服装生产企业在生产加工之前依据面料的各项力学及物理性能指标预先测定面料成衣后的缝纫等级,减少次品率,节省成本,提高生产效率。

#### 参考文献:

- [1] 徐蓉蓉, 张 欣. 薄型服装面料缝纫起皱的研究[C]//2005 现代服装纺织高科技发展研讨会论文集. 北京: 北京服装协会, 2005: 292-308.
- [2] 王革辉, 张渭源. 薄型羊毛及毛混纺机织面料的成衣加工性能[J]. 纺织学报, 2001, 22(1): 30-32.
- [3] 杨建忠, 李 瑾, 王善元. 全毛精纺衬衫面料力学性能与成衣加工[C] //第2届中国国际毛纺织会议论文集编. 西安: 1998: 489-191.
- [4] 朱柳静, 吴巧英, 高雪莲. 轻薄丝织物斜向力学性能及缝纫缩皱研究[J]. 丝绸, 2010(3): 20-24.
- [5] Kwong M Y. Enginering principles in man's jacket pattern construction[C]//Proc of 1st China International Wool Textile Conference. Xi'an, 1994, 214.
- [6] Amirbayat J. Seams of different ply properties, part 1: seam appearance, part 2: seam strength[J]. Text Inst, 1992(2): 211.
- [7] 王家俊, 张怀珠. 织物缝纫缩皱评价[J]. 丝绸, 1998(7): 43-44.
- [8] 高雪莲, 吴巧英, 武利利. 薄型丝织物结构和性能与缝纫缩皱的关系[J]. 丝绸, 2011, 48(3): 22-25.
- [9] 杨建忠, 王善元. 轻薄织物斜向力学性能与缝纫起皱关系的研究[J]. 西北纺织工学院学报, 2001, 15(3): 15-20.
- [10] AATCC-1988B Smoothness of seams in fabrics after repeated home laundering[S].
- [11] Manich A M, Domingues J P, Barella A. Relationships between fabric sewability and structural, physical and FAST properties of woven wool and wool-blend fabrics [J]. J Text Inst, 1998, 89(3): 579-591.
- [12] 刘 侃. 基于面料力学性能的服装缝纫平整度等级客观评价系统的建立[D]. 上海: 东华大学, 2005.

## Mechanics of Thin Wool Fabrics and Relationship between Physical Properties and Sewing Flatness

PAN Ting, FANG Li-ying, XU Yu-ting

(School of Fashion, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** This paper uses FAST meter to test mechanical and physical properties of 35 thin wool fabrics; conducts sewing experiment on test samples; evaluates sewing flatness grade of fabrics according to AATCC-1988B standard; and studies the relationship between mechanical and physical properties of thin wool fabrics and sewing flatness grade with the method of Spearman rank correlation analysis. The result shows that indicators of structural and physical properties and bending property of thin wool fabrics have a weak correlation with sewing flatness and tensile mechanical property, formability and hygroscopic expansion property are highly correlated with sewing flatness grade.

**Key words:** thin wool fabric; sewing flatness; mechanical property of fabric; relativity

(责任编辑: 张祖尧)