

男性针织内衣面料压力及拉伸性能的评价分析

程哲, 库茨米切夫·维克多, 李月

(武汉纺织大学 服装学院, 湖北 武汉 430073)

摘要: 通过对应用Flexi Force传感器在男性人体上的静态压力实验及运用KES-F仪器对面料的物理性能进行测试, 分析了数据之间的密切关系并建立相关数学预测方程, 为解决男性内衣用弹性针织面料在设计中的松量取值及对人体产生的面料压力提供理论模型。最终实现了以KES-F实验参数为基础的面料压力能力评价技术, 它可以帮助消费者及设计师仅由参数来选择内衣针织面料, 以降低成本和提高效率。

关键词: 针织面料; KES-F; 预测; 张力; 拉伸度

中图分类号: TS941.6

文献标识码: A

文章编号: 2095-414X(2014)06-0032-04

当穿着紧身男性针织内衣(紧身弹性贴体长短款内衣及紧身弹性内裤等)时, 穿着不可避免地会受到其对人体产生的压力^[1], 所以在市场上, 有多男性内衣品牌及种类, 男性内裤仅仅按种类就有: 三角裤、紧身四角裤、紧生长款四角裤、丁字裤、Y字裤等。即使同一尺码下, 因其功能性、面料种类及人体结构的不同^[2], 也有着不同的造型和松紧度, 所以紧身内衣对人体产生的压力也是不同的。近年, 国内外学者已研究了在男性人体静态下的压力与紧身针织内衣、衬衣(人体下部^[3]、人体上部^[4])的关系, 平均最大可接受压力平均值为 2.675 kPa; 而按个体差异、身体部位及服装的不同, 舒适的服装压力可为范围为 1.196~3.192 kPa^[5-6]。在本项研究先前的压力测试中得出, 在男性弹力针织内衣面料下可获得的最大可接受压力区间为 1.923~2.409 kPa^[7]。尽管如此, 男性内衣和面料的研究还不足够的。

男性内衣设计松量的取值必须符合面料的可拉伸度和内衣的功能^[8]。由于普通合体内衣由于相对宽松, 所以对人体只产生很小的压力, 不便于测量实验与研究。因此只研究压力型内衣(紧身内衣、功能性内衣)对人体软组织产生的压力效果^[9]。

1 实验步骤

本研究以面料的力学性能测试及在静态人体上的面料拉伸性与压力实验为基础, 建立数学方程来预测针织内衣面料对人体的压力, 来评价针织面料应用于紧身男性内衣的压力舒适性能。目的为改变旧的人体试穿主观评价方式。从而结合理论模型(参数化的角度)和实际应用, 可降低成本和提高效率^[10]。

1.1 压力实验

测量 15 位 23~26 岁之间的标准男体, 平均身高为 170.2cm、胸围 88.7cm、腰围 75.2cm、低腰围 78.4cm、臀围 91.9cm。对以下人体部位进行测量: 大臂(最粗处)、小臂(最粗处)、自然腰围处(最细处)、低腰围处(脐下 4cm)、大腿(裆水平线)和小腿(最粗处), 均为圆或椭圆的表面。这些选定的部分属于不同内衣的覆盖领域(紧身弹性贴体长短款内衣及紧身弹性内裤等)。压力传感仪器采用 Flexi Force A201 传感器, 其长度为 197mm, 厚度 0.203mm, 传感器感应范围直径为 9.53mm, 采集感应面积为 70mm², 压力采集范围 0~1 lb (0~4.4 N), 测量误差 < ± 3%。同一时间用 4 个传感器左右对称点测量。设置测量为每秒采集 10 次, 单次时长为 15 秒, 每个围度处有 6 个测量点(正反面 4 点, 侧面 2 点)。测试前, 已检查及校准传感器灵敏度, 并在系统上设置测试范围。面料样品的宽度为 8 厘米, 长度以所测量的人体围度为依据, 并标注松量尺寸于面料。测试面料横向包裹测试部位, 然后依照刻度单轴拉伸变更面料松量, 不断拉伸面料, 直到人体不舒适状态, 即为面料样本的最大拉伸度^[11]。

作者简介: 程哲(1989-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 服装结构与舒适度。

基金项目: 武汉纺织大学研究生创新基金项目(201402001)。

由实验得出, 面料经向测试 $P_{max.warp}=1.923\sim 2.383$ kPa, 且在此压力之下针织面料样本的最大平均拉伸度为 15.56~18.33%; 面料纬向测试中 $P_{max.weft}=1.962\sim 2.409$ kPa, 且最大平均拉伸度(纬向)为 15~17.5%。由于实验中面料拉伸度在 5%以下压力值较小, 难以测量, 所以参照 5%~20%这一范围来研究, 面料超过 20%的拉伸压力、张力的数据值较大^[12-15]。

1.2 实验面料样本

所选男性弹性针织内衣面料为在国内外市场上销售所用(武汉爱帝集团公司提供), 面料特性如表 1 所示。面料样品力学性能测试由 KATO TECH 公司的 KES-FB1~4(拉伸、剪切、压缩、表面)系统测试。

表 1 针织面料成分

编号	成份/%	组织结构	厚度/mm	面密度/g/m ²
M1	40S精梳长绒棉/精梳亚麻/莱赛尔纤维+20D氨纶混纺 40/30/30	纬平针	0.979	170~180
M2	32S/1腈纶/兰精粘胶纤维+30D氨纶混纺 50/50	1+1罗纹双面布	1.326	350~360
M3	80S/1精梳兰精莫代尔/旭化成20D氨纶 92/8	2+2罗纹双面布	1.072	300
M4	70S/2精梳亚麻/长绒棉+20D氨纶混纺 30/70	纬平针	0.901	170~180
M5	莫代尔/40S精梳棉/32S棉珠地网眼 45/10/45	纬平针	0.854	170
M6	40S精梳棉/兰精莫代尔/20D氨纶 47/47/6	纬平针	0.998	110

2 结果分析

2.1 面料的压力性能

为实现对“人体-面料”体系的舒适压, 不能只依照面料带来的压力为依据去设计松量, 也要取决于面料的结构, 它将对软组织的产生不同影响。因此, 从“人体-面料”体系中提出一个新的参考指数, 表示为: 针织面料压缩压力性能指数— C_p (Compression Performance)

$$C_p = E_{max} / P_{max} \quad (1)$$

式中 E_{max} 为面料在 P_{max} 下的最大拉伸值(单位: %), $E_{max} = 100 [(CS-BS)/BS]$, (BS: body size, 人体围度尺寸大小; CS: clothing size, 服装尺寸大小); 最大压力值 P_{max} : 人体压力测试实验中的平均最大压力值(不舒适状态, 单位: kPa)。

C_p 指数反映的是针织面料提供的压力能力: 此数值较高, 则说明面料压力能力差, 需要加大的松量设计, 以获得更大的压力; 此数值较低, 说明面面料压力能力强, 在较小的松量下就能获得很高的压力值^[15]。实验得出面料压力性能指数如表 2。

可以看出 M2 面料的压力性能最高, M4 面料的经向压力性能最差, 但纬向较好。

2.2 面料的力学性能

通过 KES-FB1 的张力测试, 面料最大拉伸度为, 经向: 14.65~37.5%; 纬向: 27.69~47.3%。

依据面料在人体测量实验中的可接受拉伸度范围 5~20%, 间隔为 3%作研究, 从 KES-FB1 仪器测试

表 2 压力性能指数

指数	M1	M2	M3	M4	M5	M6	均值
$C_{p.warp}$	8.84	6.53	8.51	9.34	9.25	8.67	8.52
$C_{p.weft}$	8.92	6.23	7.49	6.78	8.71	7.59	7.62

注: warp 为面料经向, weft 为面料纬向

表 3 面料张力性能

面料	$F(5)$	$F(8)$	$F(11)$	$F(14)$	$F(17)$	$F(20)$	$F(E_{max})$	
M5	10.99	17.10	26.87	40.30	64.73	117.2	87.93	
M6	25.41	73.03	190.2	448.5	-	-	164.4	
经向	M7	24.65	36.89	50.78	63.67	80.05	101.1	73.74
张力,	M8	13.43	23.51	37.86	62.59	110.5	200.6	79.69
cN/cm	M9	7.400	12.69	18.53	29.45	42.51	65.60	66.79
M14	11.80	20.76	34.61	58.22	101.4	187.3	177.3	
均值	15.61	30.66	59.81	117.1	79.84	134.4	108.3	
M5	8.560	17.27	26.50	38.67	56.86	89.38	61.89	
M6	11.03	20.36	34.50	59.41	96.12	154.1	81.05	
纬向	M7	17.71	28.67	38.84	49.86	59.06	71.58	63.71
张力,	M8	8.080	16.33	22.98	32.61	43.70	59.00	46.45
cN/cm	M9	6.380	12.35	21.64	33.34	51.69	77.68	55.58
M14	8.760	18.30	28.84	42.12	63.03	93.20	67.37	
均值	10.09	18.88	28.88	42.67	61.74	90.83	62.68	

数据中获得张力数值 $F(5\sim 20)$ 如表 3 所示。由于在 KES-FB1 经向张力测试中 M2 面料的最大拉伸度为 14.65%，且张力值为 $F(14)$ 达到 448.46 cN/cm，其结果与其它面料差异较大，所以在面料经向的研究中不考虑 M2 的张力，以减少偏差。

表 3 中结果可以看出经、纬向的张力 $F(11)$ 到 $F(20)$ 的数值有较大的差值，而且增涨很快。由于实验面料在人体压力试验中纬向的平均最大拉伸度为 17.4%；经向为 16.48%，因此选择较合理的拉伸度范围 5-17%来分析，以 17%为面料在人体上实验的最大可拉伸度。

由 SPSS 分析了面料的最大压力值、 C_p 与 KES-FB 测试数据之间较高的相关性得到表 4。可以看出，在拉伸度范围为 14~17%之间的数据间相关性较高。

表 4 面料力学性能与压力、压缩性能的相关系数

	WT_{warp}	LT_{warp}	T_0	$F(14)_{warp}$	$F(14)_{weft}$	$F(17)_{warp}$	$F(17)_{weft}$	$F(E_{max})_{warp}$	$F(E_{max})_{weft}$
P_{max}	0.7225	0.9726	0.8989	0.9550	0.9471	0.9487	0.7918	0.5675	0.7423
C_p	0.1789	0.9497	0.9279	-0.8939	-0.9343	-0.8497	-0.9864	-0.7382	-0.4754

注：warp 为面料经向，weft 为面料纬向； $F(E_{max})$ 为面料至最大松量 (Ease max.) 所需的张力 F

2.3 预测方程

表 4 表明，指数 (P_{max} 和压力性能指数 C_p)、张力与面料参数之间，只与少部分数据的相关系数 r 较高。

$P(x)$ 是面料在张力 $F(x)$ 下的压力值 (单位：kPa)，即 $F(11)$ 、 $F(14)$ 、 $F(17)$ 分别 KES-FB-1 是拉伸面料至 11、14、17%时，所需的张力 cN/cm。根据试验平均值，将拉伸度 17%视为最大拉伸度，即 $F(17)$ 为 F_{max} 。由 SPSS 分析可得，面料压力预测方程的线性模型。

根据 SPSS 方差分析 P 值检验得知，只有以上 7 组方程 $0.001 \leq P \leq 0.05$ ，具有较高的显著性及统计学意义。

由式 (1) 及式 (3-4、7-8) 可得面料设计松量 (Ease) 值的检验公式

表 5 预测方程式

预测方程	P 值	编号
$P_{max.warp} = 4.8LT + 0.03$	0.005	(2)
$C_{p.warp} = 20.53 - 29.13LT$	0.013	(3)
$C_{p.warp} = 10.18 - 0.03F_{max.warp}$	0.050	(4)
$P_{max.weft} = 1.04T_0 + 1.17$	0.015	(5)
$P_{max.weft} = 0.009F_{max.weft} + 1.56$	0.004	(6)
$C_{p.weft} = 14.47 - 6.78T_0$	0.008	(7)
$C_{p.weft} = 11.98 - 0.06F_{max.weft}$	0.000	(8)

注：warp 为面料经向，weft 为面料纬向

$$Ease \leq P_{max.warp} (20.53 - 29.13LT) \quad (9)$$

$$Ease \leq P_{max.warp} (10.18 - 0.03F_{max.warp}) \quad (10)$$

$$Ease \leq P_{max.weft} (14.47 - 6.78T_0) \quad (11)$$

$$Ease \leq P_{max.weft} (11.98 - 0.06F_{max.weft}) \quad (12)$$

3 结论

预测方程是为了省去人体试穿评价这一过程, 是一个依据实验理论得出的面料评估模式和标准, 可将设计值控制在舒适压力范围内。此方程可以用于设计紧身(压力较大的)男性内衣设计。首先, 使用仪器 KES-F 获得面料力学数据, 计算得出某种针织面料在固定拉伸下可产生最大压力值及最大(不舒适)可设计松量, 从而确定松量的取值范围。也可用于面料压力性能的评价测试。如, 在仪器 KES-FB1 的测量下面料纬向拉伸到最大 17% 时的张力 $F_{max.weft}$ 为 63cN/cm, 面料拉伸线性度 LT 为 0.43, 可由式(5)计算出压力数值 P_{max} 为 2.127 kPa, 之后可通过式(12)计算出面料在人体上的最大设计松量值应(Ease) $\leq 17.44\%$; 且面料压力性能指数 C_p 为 8.2(与均值比较, 此面料的压力性能较弱)。

在传统意义上, 男性内衣设计仅考虑面料的单轴弹性能力。因此, 男性针织内衣面料压力性能及松量预测方程的研究, 为男性内衣的设计提供了重要的手段与参考, 将面料的选择以实现对人体舒适压力为标准, 并使这一结果被实验者接受。

参考文献:

- [1] 王强, 陈东生, 魏取福. 服装压对人体影响的研究现状与前景[J]. 纺织学报, 2009,30(4):139-144.
- [2] Sybilska Wioletta, NAPIERALSKA Lidia. Analysis of body measurements using a 3D contactless scanning method[J]. AUTEX Research Journal, 2010, (10): 77-79.
- [3] 高磊. 基于男性生理特征的内裤结构舒适性研究[D].上海: 上海工程技术大学, 2012, (12): 69-77.
- [4] 金子敏, 罗晓菊. 男士无缝上衣压力分布规律及舒适压范围[J]. 纺织学报, 2010, (31): 104-109.
- [5] Teruko Tamura. A basic study for design functional sportswear: effect of clothing pressure on the human body[J]. Bunka women's University Journal, 2010: 94-107.
- [6] Takaya Kobayashi, Shuya Oi. Analysis of Clothing Pressure on the Human Body[C]. SIMULIA Customer Conference, 2011.11-15.
- [7] Denton M J. Fit stretch and comfort [J]. Textiles, 1972(3): 12-17.
- [8] L.N. Flerova, Surikova. Materials science[J]. Light Industry, 1972. 182.
- [9] CHENG Zhe, KUZMICHEV V E. Art and constructive design database of men's underwear (Part.1) [J]. Sewing Industry, 2013(6): 26-29.
- [10] 覃蕊, 陈东生, 范雪荣, 等. 服装压力分布及预测的研究与进展[J]. 纺织学报, 2010, 31(4): 139-144.
- [11] GUO Mengna. Pressure and comfort perception in the system "female body-dress" [J]. AUTEX Research Journal, 2013, (13):71-78.
- [12] KUZMICHEV V, CHENG Zhe, ADOLPH D. Analysis of pressure distribution in system "Men Underwear" [C]. Recep EREN. 14th AUTEX World Textile Conference, 2014. 45.
- [13] 程哲, 李月. 男式内衣压力测试分析[J]. 浙江纺织服装职业技术学院学报, 2014, (1): 42-45.
- [14] CHENG Zhe, KUZMICHEV V. Design of Corrective Men's Underwear[C]. KALININ E N. Young Scientists - The Development of Textile, 2014.125-127.
- [15] CHENG Zhe, KUZMICHEV V, ADOLPH D. Choosing of knit materials for men's compression (Part.2) [J]. Sewing Industry, 2014, (5): 25-29.

Evaluation Analysis on Pressure and Tensile Property of Knitted Materials for Men's Underwear

CHENG Zhe, KUZMICHEV V. E., LI Yue

(Institute of Clothing, Wuhan Textile University, Wuhan Hubei 430073, China)

Abstract: Through the experimental of pressure and elongation between male body and materials, test materials mechanical properties by KES-FB instrument, analysis the closely relationship between the data, provides models, to solve the pressure and ease for men's underwear structural design. Finally achieved the material selection and pressure evaluation techniques only based on the KES-FB parameters, it will help consumers and designers to select material for men's underwear by the parameters, in order to reduce costs and improve efficiency.

Key words: Knitted Materials; KES-FB; Prediction; Tension; Elongation