

针织物厚度与保暖性能关系建模分析

张宇群, 宋广礼

(天津工业大学 纺织学院, 天津 300387)

摘要:以针织绒类织物为主,对32种不同原料、不同结构的针织物以及1种梭织物进行保暖性能测试与分析,探讨织物的克质量、厚度和透气性与织物克罗值之间的关系,并采用多元回归方法对其进行分析。结果表明,织物的克罗值与织物厚度和克质量之间存在线性关系,且织物克罗值与织物厚度的线性关系较强,得到克罗值与厚度的线性回归方程式,并根据回归方程预测织物样品的保暖性,预测值与实测值基本吻合。

关键词:针织物;保暖性;织物厚度;克罗值;多元回归方法

中图分类号:TS 186

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2017)11-0021-04

Modeling the Relationship Between Thickness and Warmth Retention of Knitted Fabric

Zhang Yuqun, Song Guangli

(School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract:Mainly for study of knitted velvet fabric, the warmth retention properties of 32 kinds of knitted fabrics with different raw materials and different structures and a woven fabric were tested and analyzed. The relationship of fabric weight, thickness and air permeability with the CLO value of the fabric were discussed and analyzed by using multiple regression method. The results show that there is a linear relationship between the CLO value and the thickness as well as the weight per square meter of the fabric, and the linear relationship between the CLO value and the thickness is strong. The linear regression equations of CLO value and thickness are obtained and used for predicting the warmth retention of the samples, and the predicted value is consistent with the measured value.

Key words:Knitted Fabric; Warmth Retention; Fabric Thickness; CLO; Multiple Regression Method

保暖性是织物热湿舒适性研究的一个重要内容,也是多年来针织内衣开发的一项重要内容^[1-3]。从传统的棉毛衫裤和绒衣裤,到3层保暖,以及现在的起绒类保暖内衣,都在引领着针织产品开发的潮流。本文通过对大量不同原料、不同结构的绒类和非绒类针织产品(包括一种梭织产品)的保暖性能进行测试分析,找出影响针织物保暖性能的主要因素,旨在对针织保

暖服装的开发提供参考。

1 试验部分

1.1 材料

试验共准备了33种样品,其中大多数为针织绒类织物,还有几种常见的针织组织织物,如珠地网眼织物和棉毛织物,并选用了一种梭织平纹面料做比较。所选织物中采用的原材料包括常规涤纶、超细涤纶、涤纶中空丝、Coolmax®纤维、吸湿发热纤维等,绒类织物织造

时,表面的毛纱经起绒形成绒毛,地纱则织造形成地组织,试样的组织及原料组成见表1。

1.2 性能测试

1.2.1 透气性

参照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,对织物试样的透气率进行测试,试样面积选择 20 cm²,测试压降选择 100 Pa。

1.2.2 厚度

参照 GB/T 3820—1997《纺织

作者简介:张宇群(1988—),女,硕士研究生。主要从事针织新技术、新产品开发方面的研究。

通讯作者:宋广礼(1954—),男,教授。E-mail:sgl2401@163.com。

表 1 试样的组织及原料组成

编号	组织	原料(毛纱与地纱构成)
1	梭织平纹	18 tex(32 ^s)涤棉混纺纱(55:45)
2	羊羔绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f(150 D/288 f)涤纶长丝, 地纱:11.11 tex/36 f(100 D/36 f)涤纶长丝
3	双刷单摇粒绒	毛圈纱:7.22 tex/144 f(65 D/144 f)涤纶长丝, 地纱:8.33 tex/36 f(75 D/36 f)涤纶长丝
4	双刷单摇粒绒	毛圈纱:5.56 tex/144 f(50 D/144 f)涤纶长丝, 地纱:5.56 tex/36 f 涤纶长丝
5	双刷单摇粒绒	毛圈纱:7.22 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:7.22 tex/72 f 涤纶中空丝
6	双罗纹	14.5 tex(40 ^s)涤纶、黏胶混纺纱(70:30)
7	单面毛圈	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶长丝
8	双刷单摇粒绒	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶长丝
9	抽条摇粒绒	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶长丝
10	双刷单摇粒绒	8.33 tex/144 f 涤纶长丝
11	双刷单摇粒绒	毛圈纱:7.22 tex/72 f 保暖丝,地纱:11.11 tex/36 f 涤纶长丝
12	双刷双摇粒绒	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶中空丝
13	双刷单摇粒绒	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶长丝
14	珠地网眼	16.67 tex/200 f Coolmax [®] 纤维
15	双刷单摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/144 f 涤纶长丝, 地纱:18.00 tex 涤纶、黏胶混纺纱(70:30)
16	双刷单摇粒绒 (未摇粒前)	毛圈纱:8.33 tex/144 f 涤纶长丝,地纱:8.33 tex/36 f 涤纶长丝
17	双刷单摇粒绒	8.33 tex/144 f 涤纶长丝
18	抽条摇粒绒	毛圈纱:13.33 tex/196 f 发热丝+16.67 tex/288 f 普通涤纶扁平丝 交织,地纱:11.11 tex/144 f 涤纶长丝
19	双刷单摇粒绒	16.67 tex/144 f 涤纶长丝
20	双刷单摇粒绒	16.67 tex/144 f 涤纶长丝
21	复合摇粒绒	16.67 tex/144 f 涤纶长丝
22	卫衣面料(未磨毛)	毛圈纱:56.00 tex(10 ^s)腈纶长丝,地纱:18.00 tex 腈纶长丝
23	卫衣面料(磨毛)	毛圈纱:56.00 tex(10 ^s)腈纶长丝,地纱:18.00 tex 腈纶长丝
24	羊羔绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长丝
25	双刷双摇粒绒	16.67 tex/96 f 涤纶长丝
26	法兰绒	16.67 tex/288 f 涤纶扁平丝
27	双刷双摇粒绒	16.67 tex/288 f 涤纶长丝
28	双刷双摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长丝
29	双刷双摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长丝
30	双刷单摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长丝
31	双刷双摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 阻燃涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶 长丝+22 dtex/3 f 复合导电丝交织
32	双刷双摇粒绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长 丝+22 dtex/3 f 复合导电丝交织
33	割圈绒	毛圈纱:16.67 tex/288 f 涤纶长丝,地纱:16.67 tex/48 f 涤纶长丝

注:8# 和 13# 的密度和克质量不同;19# 和 20# 密度、克质量及厚度不同;28# 和 29# 的克质量和厚度不同;10# 和 17# 密度、克质量和厚度不同。

品和纺织制品厚度的测定》,测试织物的厚度,测试时的压脚面积

为 2 000 mm²,1# 梭织织物按普通类样品采用 1.0 kPa 的加压压力,

2#—33# 织物按毛绒类样品采用 0.1 kPa 的加压压力。每种样品均测试 5 次,结果取平均值。

1.2.3 克质量

参照 GB/T 4669—2008《纺织品 机织物 单位长度质量和单位面积质量的测定》,测试织物克质量,将试样在标准大气中调湿平衡,再用圆形试样切割器裁取 3 块代表性试样,计算单位面积调湿质量。

1.2.4 保温性能

参照 GB/T 11048—2008《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定》规定的 B 型仪器进行测试,即采用 YG(B)606D 平板式织物保温仪,测试织物的保温性能。测试时,环境温度为(20±2)℃,相对湿度为(65±2)%,试验板、保护板、底板温度均设为 36℃。

2 结果与分析

本文主要测试了试验样品的厚度、克质量、透气率和克罗值。试样各指标测试结果见表 2。

织物厚度、克质量、透气率等指标不同,对应的织物保暖性也有较大差异,为探讨织物保暖性能与各项指标的关系,针对各项指标进行 SPSS 相关性分析,考虑到因素较多,采用逐步回归方法进行探讨。

设定织物克罗值与其厚度、克质量、透气率之间的多元线性回归方程,见式(1)。

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_nx_n \quad (1)$$

式中, y 为根据所有自变量 x 计算出的估计值; b_0 通常称为回归方程的常数项; $b_i(i=1,2,\cdots,n)$ 称为 y 对应于 $x_i(i=1,2,\cdots,n)$ 的偏回归系数^[4-5]。

为简化后续相关性分析,做出织物克质量、厚度、克罗值以及透气率之间的散点图矩阵,如图 1 所示,该图形类似一个 4×4 矩阵,矩阵的元素是各个散点图,4 个变量

表2 试样性能指标测试结果

编号	克质量/ (g·m ⁻²)	厚度/ mm	透气率/ (mm·s ⁻¹)	克罗值
1	114	0.38	706.30	0.174
2	115	2.97	1 185.75	0.708
3	117	1.92	706.14	0.378
4	125	1.74	605.14	0.454
5	145	2.42	267.19	0.517
6	148	0.64	1 790.38	0.300
7	151	1.43	744.98	0.243
8	153	2.36	545.00	0.464
9	153	1.96	1 067.38	0.324
10	155	2.28	731.48	0.466
11	160	2.11	591.50	0.425
12	165	2.77	1 139.25	0.532
13	168	2.36	686.43	0.521
14	169	0.63	744.92	0.150
15	175	2.58	913.59	0.520
16	180	2.26	367.71	0.501
17	189	2.98	419.01	0.587
18	229	4.27	830.48	0.860
19	230	3.09	583.30	0.530
20	237	3.53	570.36	0.618
21	282	5.41	308.26	1.103
22	296	2.34	560.01	0.406
23	298	2.58	573.58	0.501
24	300	8.48	668.55	1.594
25	330	4.16	515.18	0.645
26	332	7.03	384.73	1.195
27	343	7.73	429.95	1.764
28	360	12.47	413.28	2.240
29	370	8.92	522.50	2.032
30	375	9.95	380.79	2.100
31	386	7.47	553.21	1.900
32	393	10.07	372.06	1.956
33	410	7.33	515.18	1.056

两两交叉,形成16个方格,每个变量所在横行的3个图的纵轴都是该变量,所在纵列的3个图的横轴为该变量,对角线处是空白。

图1中第3列纵坐标为克罗值,第3行横坐标从左至右分别为克质量、厚度和透气率。可知,克罗值与织物厚度、克质量之间存在线性关系,且与厚度间的线性关系较强,与透气率存在曲线关系。对厚

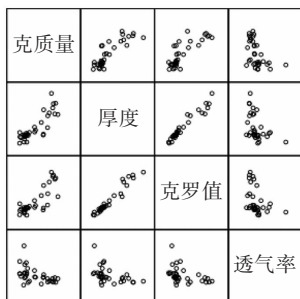


图1 矩阵散点图

度、克质量、透气率3个指标采用剔除优选的方法进行分析,从全部自变量的回归方程中逐个剔除不显著的自变量而得出最优回归方程,变量筛选结果见表3。

表3是逐步回归分析对厚度、克质量、透气率3个变量的筛选结果,可知,克质量和透气率的相伴概率值 P 分别为0.519、0.420,均大于0.050,即这两个变量回归系数的优化程度不符合,因此将其剔除,只剩下厚度一个变量。

继续对织物厚度与克罗值进行回归分析,得到回归分析模型拟合过程、方差分析表,见表4和表5。

表4是逐步回归过程中每一

步的回归模型的统计量, R 是相关系数, R^2 是相关系数的平方,又称为决定系数,判定线性回归的拟合程度。模型中自变量厚度与因变量克罗值之间线性密切指标值 R^2 为0.945,接近于1.000,修正后的 R^2 为0.944,与 R^2 差异较小,说明模型的拟合度较好。

表5为回归方程的系数分析表,由表5可知,回归方程的常数项 $b_0=0.027$,回归系数 $b_1=0.194$ 。回归系数检验统计量 $t=23.143$,相伴概率值 $P<0.001$ 。因此织物厚度与克罗值之间的回归方程可以写成式(2)。

$$y=0.027+0.194x \quad (2)$$

式中: y 表示织物的克罗值, x 表示织物的厚度。

判断回归模型的拟合效果是回归分析的重要内容,通常用残差分析来判断。如图2所示为该模型的回归标准残差直方图,可以看出,残差直方图的带状区域宽度较窄,基本符合正态分布,更进一步说明本模型具有意义。

表3 逐步回归变量筛选结果

排除变量法 ^a					
模型	被删除变量	t	相伴概率值	偏相关	共线性统计容忍度
克质量	-0.054 ^a	-0.653	0.519	-0.118	0.263
透气率	0.039 ^a	0.818	0.420	0.148	0.796

注: a 为模型中的预测值(常数项),即厚度; b 为因变量,即克罗值。

表4 模型拟合过程

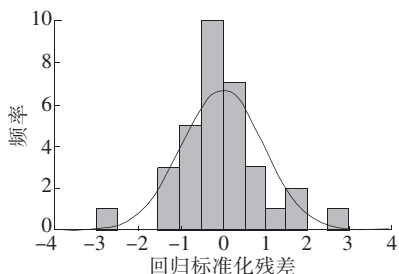
模型统计量 ^a				
模型	R	R^2	修正后的 R^2	标准误差
1	0.972 ^a	0.945	0.944	0.150

注: a 为自变量(常数项),即厚度; b 为因变量,即克罗值。

表5 回归系数分析表

回归系数 ^a					
模型	t	相伴概率值	非标准的回归系数		标准的回归系数
			b	标准误差	Beta
常数项	0.613	0.545	0.027	0.044	0.972
厚度	23.143	0	0.194	0.008	0.972

注: a 为因变量,即克罗值。



注:因变量为克罗值;平均值为 1.21×10^{-15} ;标准偏差为 0.984;N 为 33。

图2 回归标准化残差直方图

为进一步验证该模型的有效性,将本文挑选的 33 种织物样品的厚度值代入回归方程式(2)中,分别得出样品的预测克罗值,再将预测克罗值与样品实测克罗值进行对比,做出折线图,如图 3 所示。由图 3 可以看出,两条折线的运动规律一致且基本重合,说明该模型具有一定的预测价值。

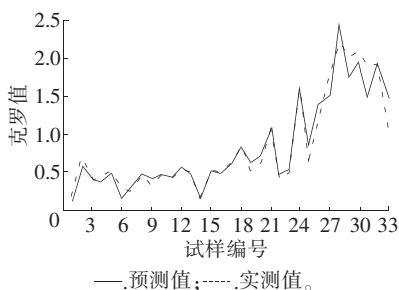


图3 实测克罗值与模型预测克罗值对比图

3 结束语

本文通过选用不同原料、不同结构以及不同结构参数的 32 种针织物和 1 种梭织平纹织物进行保暖性能测试,并使用 SPSS 软件,采用多元回归方法对其进行分析,结果表明,不管何种原料、何种结构的针织物,其克罗值与织物厚度间存在较强的线性关系,织物厚度越厚,织物的保暖性越好,反之亦然。织物的厚度和克罗值之间的回归方程式为 $y=0.027+0.194x$,使用该方程对织物样品进行保暖性预测,预测值与实测值基本吻合。

参考文献

[1] 许瑞超,张一平,毛慧贤.Viloft 纤维

及其针织保暖内衣的研究与开发[J].

针织工业,2005(7):11-13.

[2] 李坚少.发热纱线针织保暖内衣面料的开发[J].针织工业,2011(3):4.

[3] 雷宝玉.发热纤维保暖面料的开发

[J].针织工业,2011(3):1-3.

[4] 张文彤.SPSS 统计分析基础教程[M].

北京:高等教育出版社,2004.

[5] 沈璐.面料力学性能与结构性能的相关性分析[J].化纤与纺织技术,2012,

41(2):51-54.

收稿日期 2017 年 4 月 4 日

信息直通车

欢迎订阅《棉纺织技术》

《棉纺织技术》是由中国纺织信息中心和陕西省纺织科学研究院主办,全国棉纺织科技信息中心、《棉纺织技术》期刊社编辑出版,国内外公开发行的专业技术月刊。以从事棉纺织生产技术各个层面的技术人员为主要对象,兼顾科研、教学需要,坚持理论与实践相结合、技术与经济相结合、普及与提高相结合、当前与长远相结合、国内与国外相结合为办刊方针,形成了“前瞻性,适用性,操作性”的独特风格,在纺织行业 and 教学、科研单位拥有最广泛的读者群。多次获得省、部、委的奖励,是“中国期刊方阵双效期刊”,荣获“第三届全国期刊奖提名奖”,连续七次被选列为“全国中文核心期刊”。

《棉纺织技术》已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国学术期刊网》、《万方数据资源系统数字化期刊群》、《中国学术期刊文摘(中文版)》、《中国学术期刊文摘(英文版)》、《中国期刊全文数据库》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文科技期刊数据库》、美国《化学文摘》、英国《科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》等收录,在国内外具有广泛的学术影响力。

《棉纺织技术》官方投稿网址为 <http://gaojian.ctsti.cn>,欢迎投稿!

《棉纺织技术》微信公众号订阅号为“棉纺织技术新传媒”(mfzjsxcm),公众服务号为“梭子讲堂”(suoziiedu),分别致力于纺织行业资讯和技术传播以及技术知识分享和互动,欢迎关注!

《棉纺织技术》期刊全彩色印刷,由邮局向全国发行,邮发代号 52-43,请广大读者到当地邮局订阅,亦可向编辑部直接办理订阅手续,纸质刊和电子刊任选。每册 10 元,全年 120 元。

电话:(029)83553538 83553540

传真:(029)83553519

E-mail:sf-mfzjs@ctsti.cn

邮局付款

单位:《棉纺织技术》编辑部

地址:西安市纺织城西街 138 号

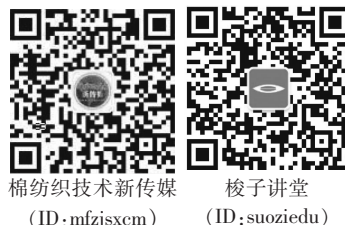
邮编:710038

银行付款

开户行:中国农业银行西安纺一路支行

户名:陕西棉纺织技术期刊社

账号:26120101040001043



棉纺织技术新传媒
(ID:mfzjsxcm)

梭子讲堂
(ID:suoziiedu)