

经编间隔织物的透气性与透湿性

陈 晴, 张家琳, 范丽敏

(江南大学 教育部针织技术工程研究中心, 江苏 无锡 214122)

摘 要:主要测试了经编间隔织物的透气性、透湿性和吸水率等物理指标,通过分析经编间隔织物的表层结构、厚度、面密度、体积密度、线圈密度等因素对其透气性和透湿性的影响,为经编间隔织物的进一步研究提供支持。研究表明:具有网眼的经编间隔织物透湿性、透气性比较好;线圈密度大的织物透气性、透湿性相对较差;织物的透湿性随着织物面密度的增加呈现递减的趋势;体积密度大的织物透湿性差,吸水率相对较好。

关键词: 经编;间隔织物;透湿;透气

中图分类号: TS 101.92 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2017)02-0107-06

Air and Water Vapor Permeability of Warp Knitted Spacer Fabric

CHEN Qing, ZHANG Jialin, FAN Limin

(Engineering Research Center of Knitting Technology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The article starts from some indicators of thermal and moisture comfort as air and moisture permeability. The influence of facial structure, thickness, weight, loop density, volume density and other factors of the warp-knitted spacer fabric on air and water vapor permeability was studied. This research would provide fundamental information for further study of warp-knitted spacer fabrics. The results show that: water vapor permeability and air permeability of warp-knitted spacer fabrics with mesh structure are better than the one with high loop density; the water vapor permeability decreases with increasing the weight of fabric; the water vapor permeability decreases with increasing the higher volume density, but the water absorption rate increases.

Key words: warp-knitting, spacer fabric, water vapor permeability, air permeability

近几年,经编业在纺织工业中增长速度极快,且应用领域十分广泛。在汽业领域,经编间隔织物可以用作汽车内饰物;在服装领域,经编间隔织物可以用作服用面料及辅料;在装饰领域,由于经编间隔织物具有良好的气候调节性能、卫生性能、结构整体性和透气、透湿性,常用作室内隔离,给人更好的舒适感,并起到减少噪音的功能;另外还常用于床罩、床垫、足垫、地毯、洗衣机里洗衣网等^[1]。因此,对经编间隔织物透气、透湿性能进行测试分析,预测相关规律,对相关产业优化工艺、调整面料设计具有重要意义。国内外关于经编间隔织物透

气、透湿性能的研究已有许多报道^[2-5]。文中通过研究经编间隔织物的表层结构、厚度、面密度、体积密度、线圈密度等因素对其透气性与透湿性的影响,为经编间隔织物的进一步研究提供支持。

1 材料与方法

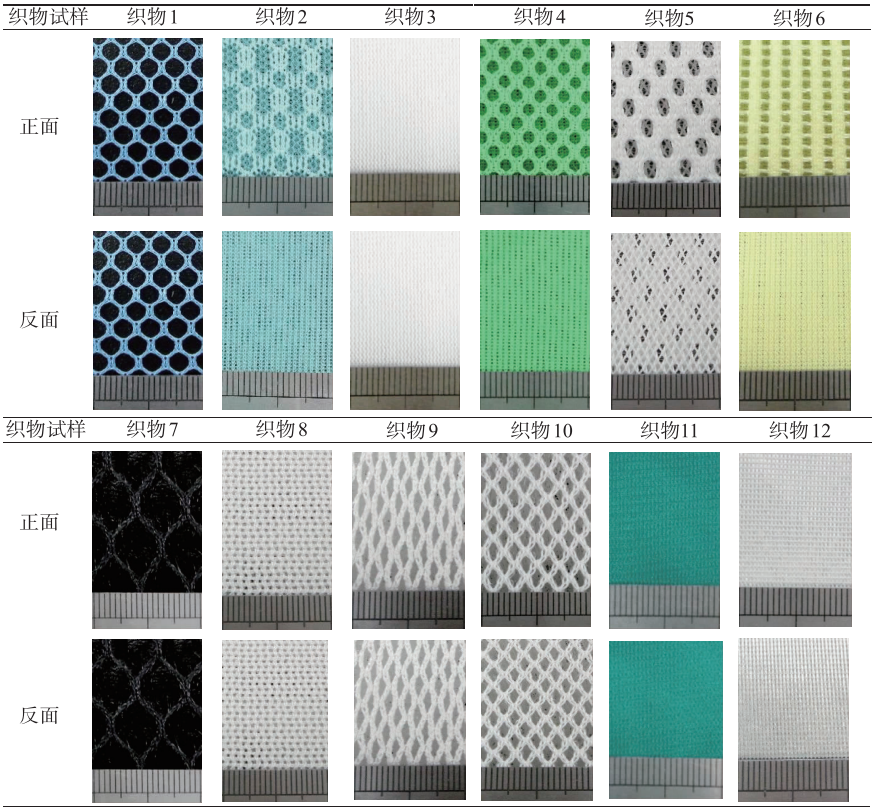
1.1 试样与仪器

1.1.1 试样 文中选取不同表层结构、厚度、面密度、体积密度、线圈密度的经编间隔织物,及部分经编平纹、网眼织物,实验将织物正面、反面进行拍照,具体结果见图1。

收稿日期: 2016-12-15; **修订日期:** 2017-01-26。

基金项目: 国家自然科学基金项目(51403080);江苏省自然科学基金项目(BK20140161);江苏省产学研联合创新资金-前瞻性联合研究项目(BY2015019-20)。

作者简介: 陈 晴(1981—),女,讲师,博士。主要研究方向为针织物产品设计与开发。Email:12071107@qq.com



注:织物原料均为涤纶

图 1 织物试样视图

Fig. 1 Fabric sample view

1.1.2 仪器 YG141 型织物厚度仪,宁波纺织仪器厂制造;JA2003 电子天平,上海天平仪器厂制造;BA210 型显微镜,麦克奥迪实业集团有限公司制造;YG(B)461E 型数字式织物透气性能测定仪,宁波纺织仪器厂制造。

1.2 方法

1.2.1 织物试样参数的测试 织物的线圈密度按

FZ/T 70002—1991《线圈密度测量法》进行测试。采用电子天平测量试样质量,计算得到织物的面密度。根据国家标准 GB/T 3820—1999《纺织品厚度的测定》测试织物的厚度;织物的体积密度根据其面密度、厚度及面积计算得出。

织物线圈密度、面密度、体积密度和厚度的测试结果见表 1。

表 1 织物试样参数

Tab. 1 Fabric sample parameters

织物试样	横密(纵行/cm)	纵密(横列/cm)	线圈密度(个/cm ²)	面密度(g/m ²)	体积密度(kg/m ³)	厚度(mm)
织物 1	4	10	40	83.82	139.70	0.60
织物 2	10	15	150	247.34	96.62	2.56
织物 3	15	20	300	257.50	92.63	2.78
织物 4	9	16	144	456.95	159.22	2.87
织物 5	7	7	49	484.90	166.63	2.91
织物 6	9	15	135	433.00	128.49	3.37
织物 7	2	10	20	742.02	100.00	7.42
织物 8	7	8	56	910.00	118.49	7.68
织物 9	5	10	50	1585.90	79.30	20.00
织物 10	5	9	45	1569.86	78.50	20.00
织物 11	14	32	448	84.18	400.86	0.21
织物 12	12	33	396	104.62	435.92	0.24

注:织物试样 1,11,12 为普通单面经编织物;织物试样 7,9,10 为双面网眼间隔织物;织物试样 2,4,5,6 为单面网眼间隔织物;织物试样 3,8 为无网眼间隔织物;织物试样 2,3,4,5 的厚度相接近;织物试样 9,10 厚度相同,组织不同。

1.2.2 透气性的测定 按照 GB/T 5453—1997《纺织品织物透气性的测定》^[6],采用数字式织物透气性能测定仪测定^[7]织物试样的透气性能。

1.2.3 透湿性的测定 分别剪出 3 块大小一致、符合测试规格的织物试样(双面结构不同的织物,默认有网眼结构的一面为正面,密实一面为反面),并准备一把剪刀、若干胶带。

在温度为 $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(65 \pm 2)\%$ 的恒温恒湿环境中放置实验用水、织物试样,使其平衡至少一天。测试时,取相同规格的透湿杯若干,依次向透湿杯内注入等量的 10 mL 水,把剪好的各组织物试样分别放在透湿杯上,用胶带对各个透湿杯进行密封,使水蒸气只能通过试样向外界扩散。平衡后,采用电子天平称量透湿杯和织物试样的总质量 m_1 ,并记录下实验的开始时间。保持温度的稳定,继续透湿 24 h 后,再次称量透湿杯和织物试样的总质量得到 m_2 , m_1 与 m_2 之差即为透湿量。每块织物试样分别测 3 次计算取平均值,即为该织物试样的平均透湿量。根据下式计算织物试样的透湿率

$$\text{WVP} = \frac{m_2 - m_1}{A \cdot t}$$

(1)

式中: $m_2 - m_1$ 为测试时间内通过织物的透湿量; A 为织物试样的测试面积; t 为两次称重的时间间隔(d)。计算织物试样的透湿率,取其平均值,分析影响各织物透湿率的因素。

1.2.4 吸水率的测定 每个织物试样裁剪后取 5 块,每块尺寸为 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$,且织物试样应保持平整。

将织物试样放在 GB/T21655.1—2008《纺织品吸湿速干的评定》规定的标准大气条件下,进行严格的调湿平衡处理。使用电子天平测量织物试样在干燥时的初始质量(精确到 0.001 g);将其放入符合标准的容器中,织物试样在吸入三级水(电导率 $\leq 5\text{ }\mu\text{s/cm}$)之后,自然下沉,待其达到完全浸润状态 5 min 后取出。将取出的织物固定在试样悬挂装置上,使其在空气中能够垂直悬挂,从而达到自然下垂。在重力的作用下,织物试样中吸收的水分自然滴下;当织物试样在垂直悬挂的过程中不再滴水(或试样两次滴水的间隔时间到达 30 s)时,及时用天平测量织物试样质量(精确到 0.001 g)^[8]。按下面公式计算织物试样的吸水率

$$A = \frac{m - m_0}{m_0}$$

(2)

式中: A 为吸水率(%); m_0 为织物试样原始质量(g); m 为织物试样在浸润,充分吸收水分时的质量(g)。

2 结果与分析

2.1 透气性分析

12 块织物试样中由于织物 9,10 厚度太大,透气性能测定仪无法夹持,所以不能进行透气性能测定,其余织物的透气率如图 2 所示。

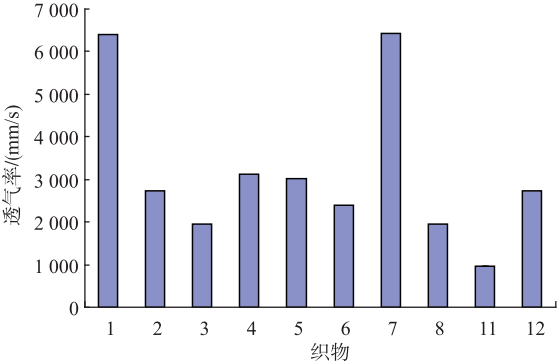


图 2 不同织物的透气率

Fig.2 Air permeability of different fabrics

由图 2 可以看出,织物 7 的透气率最大,织物 11 的透气率最小。因为织物 7 有双面大网眼结构,而织物 11 是经编平纹结构,无网眼。比较 10 块织物试样,织物 1,7 的透气率最大,织物 2,4,5,6 的透气率相对较大,织物 3,8 透气率相对较小,这是由于其表层结构、厚度不同导致的差异。织物 1,7 具有双面大网眼结构,透气率相对较大,且织物 7 的网眼更大,故织物透气率更大;织物 2,4,5,6 具有一面网眼一面密实的结构,故透气率与织物 1,7 相比则较小,而织物 6 的透气性在这 4 种织物中厚度最大,透气性最差。剩余 3 种织物试样中,织物 4,5 的网眼大,故织物 4,5 的透气性好于织物 2;织物 3,8 两面均无网眼结构,故透气率是除织物 11 外最低的。

不同厚度的织物透气性如图 3 所示。

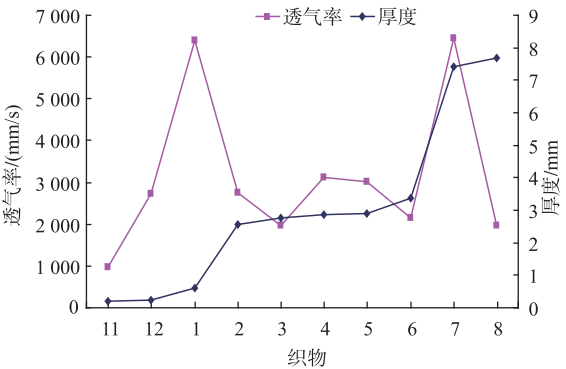


图 3 不同厚度的织物透气性

Fig.3 Air permeability of fabrics with different thickness

由图 3 中可以看出,厚度对织物透气性的影响并不是十分明显,反而由于织物 1,7 具有大网眼结构,透气率比其他织物大得多。织物 2,3,4,5 的厚

度接近,但织物 3 没有网眼结构,故透气率比其他 3 种织物小;织物 7,8 的厚度接近,因为织物 7 有网眼结构,所以透气率比 8 大。

图 4 为不同线圈密度的织物透气性比较。

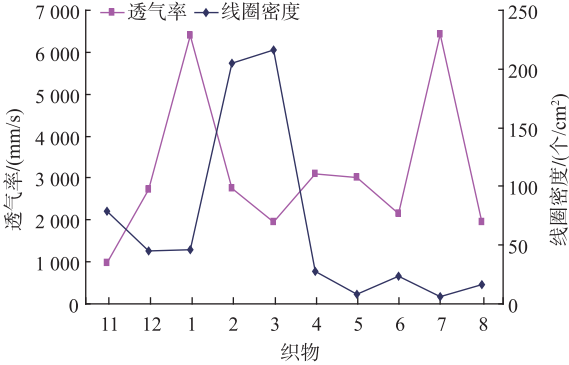


图 4 不同线圈密度织物的透气性

Fig. 4 Air permeability of fabrics with different coil densities

由图 4 可以看出,在织物厚度相近的织物 2,3,4,5 中,线圈密度较大的织物 2,3 比线圈密度较小的织物 4,5 的透气性差。由此推得线圈密度大的织物透气性差。

比较单面网眼间隔织物 2,4,5,6 的正反面透气性比较如图 5 所示。

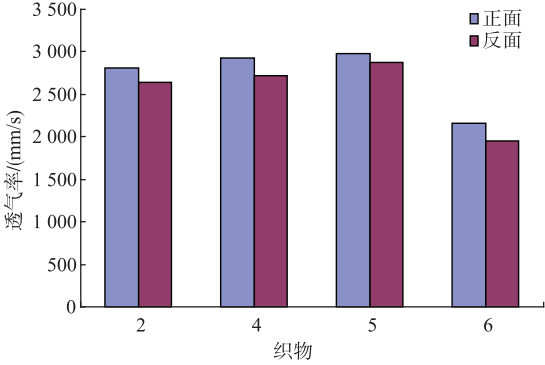


图 5 不同织物正反面透气性

Fig. 5 Different fabric positive and negative air permeability

由图 5 可以看出,织物 2,4,5,6 正面的透气率均大于反面的透气率,因为同种织物在厚度、面密度相近的情况下,表层结构对透气性产生了影响。这说明织物表层结构的不同也会引起织物透气性能的差异,具有网眼结构的织物透气性较好。

2.2 透湿性分析

各种织物的透湿性测试结果如图 6 所示。

由图 6 可以看出,织物 1 的透湿率最大,表明其透湿性最好;织物 10 的透湿率最小,透湿性最差。因为织物 1 是经编网眼织物,厚度最小;而织物 10 的厚度最大。但总体而言,经编间隔织物与经编薄

网眼、经编薄平纹的透湿率数量级相似,都具有较好的透湿性。

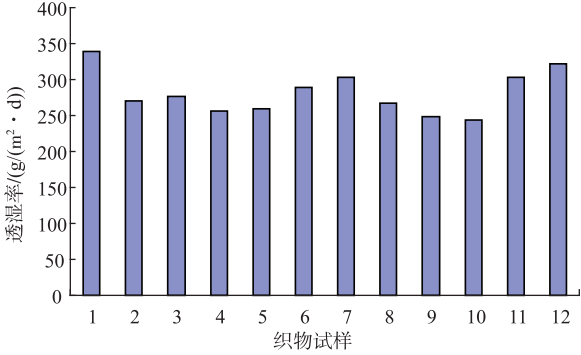


图 6 织物的透湿率

Fig. 6 Moisture permeability of different warp knitted fabrics

织物 9 与织物 10 厚度相同,但透湿率不同。这是因为两织物的组织结构不同,虽然两织物都是经编间隔网眼织物,但织物 9 的网眼孔径大,所以透湿率更大。织物 7 与织物 8 厚度相近,但前者的透湿率比较大。这是因为织物 7 有网眼,织物 8 无网眼,且织物 7 的体积密度小于织物 8。织物 2,3,4,5 厚度接近,因为织物 2,3 的体积密度比织物 4,5 的体积密度小,所以织物 2,3 的透湿率比织物 4,5 的大;比较厚度、面密度、体积密度相近的织物 4 和 5,织物 4 线圈密度大,透湿率小。

图 7 为经编织物透湿率与面密度的关系。

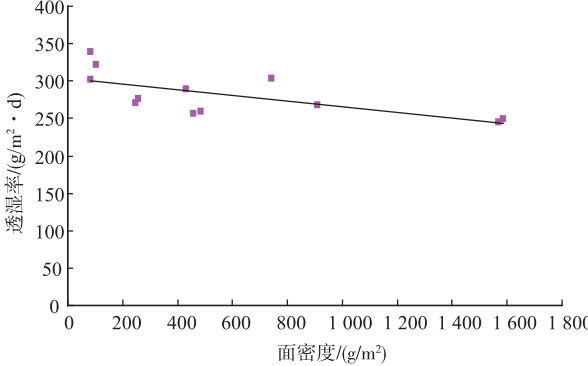


图 7 经编织物面密度与透湿率的关系

Fig. 7 Relationship of water permeability and weight of warp knitted fabrics

由图 7 可以看出,随着织物面密度的增加,织物的透湿率呈现依次减小的趋势。一般平纹织物的透湿性能大于间隔织物的透湿性能,这是织物面密度不同导致的。面密度最大的织物 9,10 的透湿率最小,面密度小的织物 1,11,12 相对较大,织物 2 ~ 8 的透湿率处于中等。

在织物 4,6 的厚度、面密度、线圈密度相近的情况下,比较二者的体积密度对织物反面透湿性的影响,具体结果如图 8 所示。

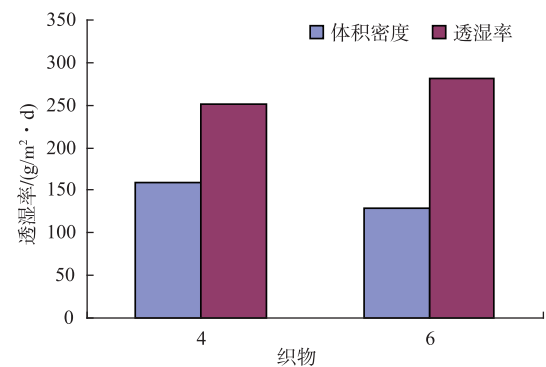


图 8 不同体积密度的经编织物透湿率

Fig. 8 Moisture permeability of warp knitted fabrics with different bulk density

由图 8 可以看出,体积密度大的织物 4 的透湿率比体积密度小的织物 6 的透湿率小,因此织物透湿率随体积密度增大而减小。

织物试样 2,4,5,6 均为一面网眼一面密实且厚度相近的经编间隔织物,比较它们的透湿率,具体如图 9 所示。

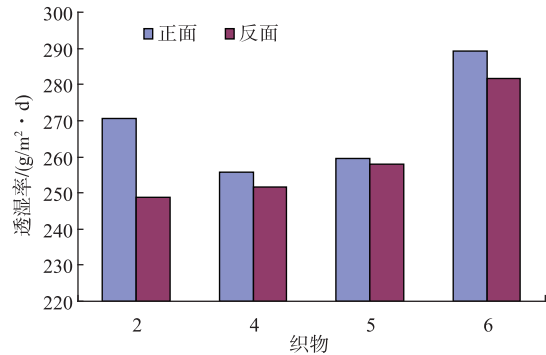


图 9 不同经编间隔织物的透湿率

Fig. 9 Moisture permeability of different warp knitted spacer fabrics

由图 9 可以看出,经编间隔织物正面网眼的透湿率均大于反面密实的透湿率。因此可以推得,在织物厚度等各因素相同的情况下,织物表层结构对透湿性也有影响,且有网眼的一面作为测试面时,织物的透湿率更大,透湿性更好。

2.3 吸水率分析

不同织物的吸水率比较如图 10 所示。

由图 10 可以看出,织物 7 的吸水率最小,说明其吸水性较差;织物 5 的吸水率最大,吸水性最好。织物 2,4,5,6 的吸水率相对较高,因为它们具有一面网眼一面密实的结构,故相比双面无网眼的织物 8 具有更好的吸水性。织物 9,10 的吸水率最差,这是因为其厚度最大、体积密度最小。织物 7,8 的厚度接近,吸水率相差极大的主要原因在于织物 7 的表层结构为网眼,织物 8 为无网眼结构。

不同厚度织物的吸水率曲线如图 11 所示。

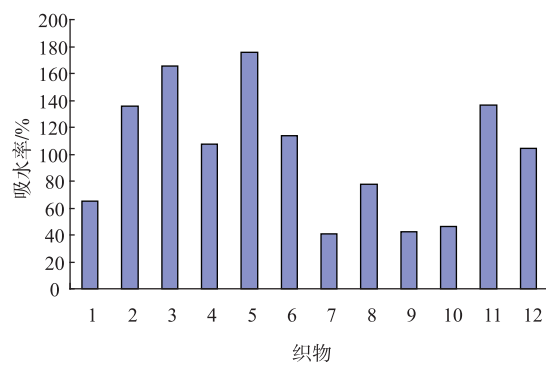


图 10 不同织物的吸水率

Fig. 10 Water absorption of different fabrics

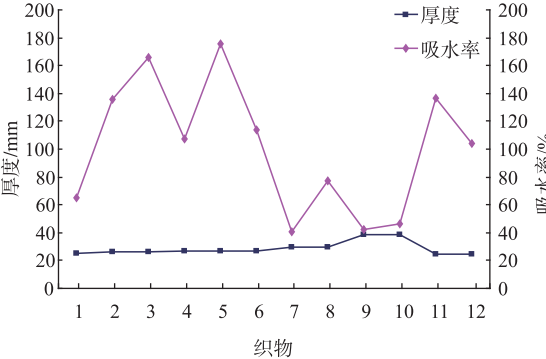


图 11 不同厚度织物的吸水率

Fig. 11 Water absorption of fabrics with different thickness

由图 11 可以看出,织物 7,8,9,10 的吸水率相对较低,这是因为其厚度相对较大,其中织物 9,10 的厚度最大,故吸水率最低。

2.4 利用灰色关联度综合数据分析

经编间隔织物的透气率、透湿率和吸水率各项指标受到织物的线圈密度、厚度、面密度、体积密度的影响。为得到显著的影响关系,根据灰色关联度分析法,利用 GMT3.0 软件计算关联度数值。数值越大,关联度越大,影响越显著。表 2 列出了不同经编织物的透气性和透湿性等指标的相关数据。

表 2 不同经编织物的透气性和透湿性指标的相关数据

Tab.2 Relative data of thermal comfort index of different warp knitted fabrics

影响因素	透气率/ (mm/s)	透湿率/ (g/(m²·d))	吸水率/ %
线圈密度	0.746 4	0.727 2	0.639 2
厚度	0.531 8	0.529 4	0.534 1
面密度	0.561 1	0.565 6	0.524 1
体积密度	0.625 2	0.735 3	0.569 9

由表 2 可以看出,在透湿率的影响因素中,体积密度、线圈密度的影响最为显著,其余两个因素的影响接近;吸水率的主要影响因素是线圈密度。

3 结 语

织物的表层结构对织物的透气性与透湿性影

响一般表现为:

- 1)有网眼的织物透气性、透湿性比无网眼的经编间隔织物好;一面网眼一面密实的织物吸水率比双面网眼的织物吸水率大;一面网眼一面密实的经编间隔织物中,有网眼的正面作为测试面时,其透气性、透湿性好于密实反面作为测试面的织物。
- 2)在厚度、面密度相近的情况下,线圈密度大的织物透湿性较差;在厚度、面密度相近的情况下,线圈密度大的织物透气性比线圈密度小的差。
- 3)织物的透湿性随着织物面密度的增加呈现递减的趋势。
- 4)在厚度相近的情况下,透湿性与其体积密度密切相关,体积密度大的透湿性差。

参考文献:

[1]倪敬达,于湖生. 经编间隔织物的性能和应用[J]. 化纤与纺织技术,2005(3):21-25.
NI Jingda, YU Husheng. The properties and applications of warp-knitted spacer fabrics [J]. Chemical Fiber and Textile Technology, 2005 (3): 21-25. (in Chinese)

[2]陈燕,张永革,陈春侠. 经编间隔织物透气透湿性能的研究[J]. 轻纺工业与技术,2014(6):6-7.
CHEN Yan, ZHANG Yongge, CHEN Chunxia. Study on air and water vapor permeability of warp knitted spacer fabric [J]. Light and Textile Industry and Technology, 2014 (6): 6-

7. (in Chinese)

[3]魏赛男,姚继明,彭志远. 鞋材用经编间隔织物的服用性能[J]. 上海纺织科技,2012(11):16-19.
WEI Sainan, YAO Jiming, PENG Zhiyuan. Wearing properties of warp-knitted spacer fabric for shoe-making [J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2012 (11): 16-19. (in Chinese)

[4]陈燕. 经编间隔织物透气性能的研究[J]. 轻纺工业与技术,2012(2):15-16.
CHEN Yan. Study on air permeability of warp knitted spacer fabric [J]. Light and Textile Industry and Technology, 2012 (2): 15-16. (in Chinese)

[5]Rajan P, Souza L D, Ramakrishnan G, et al. Influence of porosity on water vapor permeability behavior of warp knitted polyester spacer fabrics [J]. Journal of Industrial Textiles, 2014, 45 (5): 796-812.

[6]张建祥,王桂芝,崔金德,等. 纺织品透气性测试[J]. 印染工业,2009(23):38-40.
ZHANG Jianxiang, WANG Guizhi, CUI Jinde, et al. Testing of air permeability of textiles [J]. Dyeing and Finishing, 2009 (23): 38-40. (in Chinese)

[7]杨菊红. 经编运动休闲服面料的服用性能研究[D]. 上海:东华大学,2010.

[8]王其. 大豆纤维性能与导湿快干功能针织物研究[D]. 上海:东华大学,2002.

(责任编辑:邢宝妹)

(上接第 106 页)牛仔的 KES 风格测试和悬垂性能测试,对异面仿针织牛仔面料进行初步风格评定。测试结果表明,异面仿针织牛仔面料的弯曲刚度、剪切刚度均小于普通牛仔布,且其拉伸性能方面与普通弹力牛仔相当;由于其设计组织的特殊性,织物的柔软手感较普通弹力牛仔布有了较大程度的提升,加之其本身的双面风格,使得面料附加值得以提升。

参考文献:

[1]Matthew Sweet,王亦兵. 牛仔服饰简史[J]. 英文文摘,2014(2):49-54.
Matthew Sweet, WANG Yibing. A brief history of denim [J]. English Digest, 2014 (2): 49-54. (in Chinese)

[2]Roshan Paul. An overview[M]. Roshan Paul, Sanchez M, Sarkar A K, et al. Denim and Jeans. Denim England: Woodhead Publishing, 2015:1-11.

[3]刘涛. 牛仔布的色彩文化[C]//2008 广东牛仔深加工技术创新研讨会论文集. 广州:广东省纺织协会,2008:126-129.

[4]李竹君,唐琴. 牛仔布的织造技术[J]. 纺织导报,2013

(11):22-26.

LI Zhujun, TANG Qin. Study on weaving technology of denim [J]. China Textile Leader, 2013 (11): 22-26. (in Chinese)

[5]张清长,牛国栋,马延涛,等. GAMMA 型剑杆织机织造双面牛仔织物的体会[J]. 棉纺织技术,2010,38(4):55-57.
ZHANG Qingchang, NIU Guodong, MA Yantao, et al. Experience of producing reversible denim fabric on GAMMA rapier [J]. Cotton Textile Technology, 2010, 38 (4): 55-57. (in Chinese)

[6]郭莉,姚舒林,曾林泉,等. 靛蓝牛仔布常见疵病的产生及防止[J]. 上海纺织科技,2004,32(1):22-23.
GUO Li, YAO Shulin, ZENG Linqun, et al. Cause and solution for usual defect of indigo denim [J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2004, 32 (1): 22-23. (in Chinese)

[7]张艳梅. 浅谈改善牛仔织物手感[C]//2012 年全国牛仔布行业年会论文集. 石狮市:中国棉纺织行业协会,2012:162-166.

(责任编辑:邢宝妹)