

# 无缝针织运动服的开发与性能研究

张 茜,龙海如\*

(东华大学,上海 201620)

**摘要:**无缝针织运动服是结合无缝服弹性、贴身特点和运动服功能性的综合性服装。主要研究合适无缝运动服的原料、组织结构。在圣东尼 SM8-TOP2 型号无缝内衣针织机上编织试样,通过测试试样的吸湿、透气、速干性能,热阻和湿阻、LLY-56B 型半球顶压下的织物接触压力指标,采用 SPSS 软件分析出优化的面纱原料、组织结构和上机密度。结果表明:锦纶比 Cooldry 更适合作为面纱原料;平针和网眼组织在热湿阻和吸湿透气性能上更优越;1+3 的假罗纹组织产生的接触压力最大,且一般随着上机密度的增加,各种指标均会发生显著变化。

**关键词:**无缝针织运动服;透气性;热湿舒适性;服装压

**中图分类号:**TS184.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2015)05-0076-06

运动无缝服是集无缝服装与运动服装于一体的综合性服装,这种服装既要有无缝服贴身、弹性优良的特点又要具有运动服装的功能性特点。当人体处在运动状态时,人体舒适的热湿平衡被打破,出现汗液,会让人产生粘湿闷热感。此外,运动时服装对身体各个部位也产生一些压力的改变<sup>[1]</sup>。本文主要针对不同原料、织物组织和上机密度的无缝运动服面料试样,通过试验考察其相应的热湿舒适性和服装压,并采用 SPSS 软件进行分析,以优选出合适的面纱、织物组织和上机密度等参数。

## 1 实验部分

### 1.1 试样设计与编织

运动无缝服必须具有良好的吸湿速干性、优良的弹性并具有亲肤性,因此在原料选择上,选用具有良好吸湿速干性能和弹性的纱线。Cooldry 是一种新型涤纶产品,既有棉的舒适性,又保留了涤纶吸湿快干的特点;锦纶的断裂强度高,伸展大,弹性回复性和耐疲劳性能好;氨纶包覆纱的弹性非常好。纱线规格如表 1 所示。其中 Cooldry 和锦纶作为面纱,氨纶包覆纱作为底纱原料进行编织。

表 1 纱线规格

纱线种类	锦 纶	Cooldry	锦/氨包覆纱
规 格	78 dtex/48 F	75 dtex /72 F	44 dtex/12 F;33 dtex

不同组织对服装产生不同的外观效果和服用性

能,同时在服装不同部位也需要不同的组织,考虑到这些因素,选择常用的平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织。在无缝内衣设计中,织物的密度通过上机程序进行设计,0 位为程序默认值,P 位表示放松密度,数值越大,织物越松,N 位表示增大密度,数值越大,织物越紧。本文上机密度选择 N6、0 和 P6 3 种。以面纱原料、织物组织、上机密度作为 3 个因素,编织出 36 种无缝运动服的面料。织物下机后,平铺在实验台上 12 h,下机缩率趋于稳定后,再进行洗涤,除去表面污物与油迹,最后再放入 105 ℃ 的 8 蓝快速恒温烘箱中烘干,放在标准大气压下进行调湿<sup>[2]</sup>。

试样代号用 3 位字母与数字组合表示。第 1 位字母 A、B 分别表示面纱为锦纶和 Cooldry,第 2 位数字 1、2、3、4、5、6 分别表示平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织,第 3 位数字 1、2、3 分别表示上机密度 N6、0、P6。如试样标号 A23 则表示面纱为锦纶,组织为 2+2 网眼,上机密度为 P6。

### 1.2 性能测试

#### 1.2.1 吸湿速干、透气性能

##### (1) 吸水率

参照国标 GB/T 21655.1-2008 《纺织品吸湿速干性的评定第一部分:单行组合实验法》。

##### (2) 蒸发速率

参照国标 GB/T 21655.1-2008 《纺织品吸湿速干性的评定第一部分:单行组合实验法》。

##### (3) 芯吸高度

参照国标 GB/T 21655.1-2008 《纺织品吸湿速

收稿日期:2015-06-04;修回日期:2015-06-09

作者简介:张 茜(1990-),女,在读硕士研究生,研究方向为无缝针织服装。

\* 通信作者:龙海如(1955-),男,教授,博士生导师,研究方向为针织技术, E-mail:hrlong@dhu.edu.cn.

干性的评定第一部分:单行组合实验法》。

#### (4)透气率

参照国标 GB/T 5453—1997 《纺织品织物透气性的测定》。

#### 1.2.2 热湿性能

参照国标 GB/T 11048—2008 《纺织品生态舒适性稳态条件下热阻和湿阻的测定》<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.3 半球顶压下的织物接触压力

测试设备为 LLY-56B 型织物三维变形下接触压力测试系统<sup>[4]</sup>。该测试设备的半球顶压仪上有 3 个高

精度的传感器,它们分别嵌在与圆心角为 0°、15°与 30°的位置上,用来测试局部位置的压力变化。根据顶压深度与伸长率之间的关系,当伸长率为 10%时,顶压深度为 58 mm。动态压力测试的定伸时间为 0 s,静态压力测试的定伸时间为 120 s,动静态压力均只测一次。

## 2 结果与分析

### 2.1 试样结构与参数

试样的结构与参数见表 2。

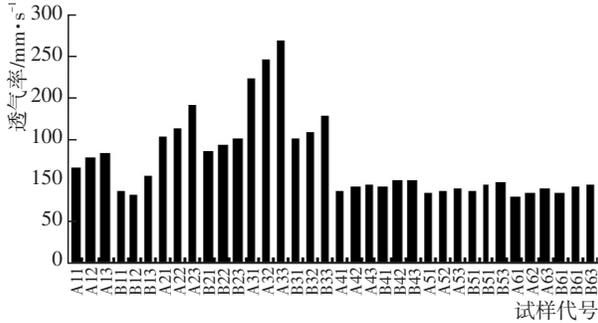
表 2 试样组织结构与参数

面 纱	组 织	上机密度	横 密	纵 密	总密度	厚 度	面密度
			/纵行·(5 cm) <sup>-1</sup>	/横列·(5 cm) <sup>-1</sup>	/线圈·(25 cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	/mm	/g·m <sup>-2</sup>
锦 纶	平针添纱	N6	100	185	18 500	0.94	270
		0	100	175	17 500	0.99	267
		P6	95	175	16 625	1.04	261
	2+2 网眼	N6	117	195	22 815	1.25	247
		0	115	185	21 275	1.31	239
		P6	110	175	19 250	1.33	238
	3+3 网眼	N6	95	200	19 000	1.28	244
		0	93	195	18 135	1.31	242
		p6	91	185	16 835	1.34	237
	1+1 假罗纹	N6	120	214	25 680	1.39	310
		0	119	200	23 800	1.39	306
		p6	119	190	22 610	1.45	301
	1+2 假罗纹	N6	126	228	28 728	1.42	342
		0	126	226	28 476	1.42	334
		P6	124	224	27 776	1.47	330
	1+3 假罗纹	N6	130	270	35 100	1.83	389
		0	130	270	35 100	1.87	387
		P6	130	270	35 100	1.89	379
Cooldry	平针添纱	N6	98	165	16 170	0.88	259
		0	97	155	15 035	0.92	252
		P6	93	145	13 485	0.94	245
	2+2 网眼	N6	106	174	18 444	1.15	242
		0	106	170	18 020	1.18	239
		P6	106	170	18 020	1.16	242
	3+3 网眼	N6	106	197	20 882	1.32	254
		0	106	192	20 352	1.32	255
		p6	105	186	19 530	1.36	240
	1+1 假罗纹	N6	115	210	24 150	1.14	305
		0	114	208	23 712	1.17	303
		p6	113	200	22 600	1.22	302
	1+2 假罗纹	N6	123	222	27 306	1.56	363
		0	121	220	26 620	1.59	349
		P6	198	220	43 560	1.60	344
	1+3 假罗纹	N6	140	260	36 400	1.93	406
		0	135	255	34 425	1.95	406
		P6	133	250	33 250	1.96	384

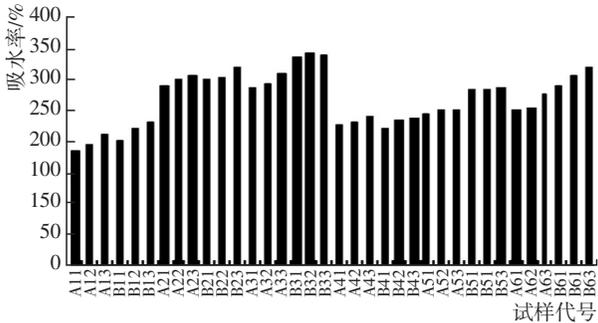
锦纶面纱的多数试样在总密度、厚度、面密度上略大于 Cooldry 面纱试样,各种组织的上机密度增大时,总密度、厚度、面密度均增大。

## 2.2 吸湿速干和透气性

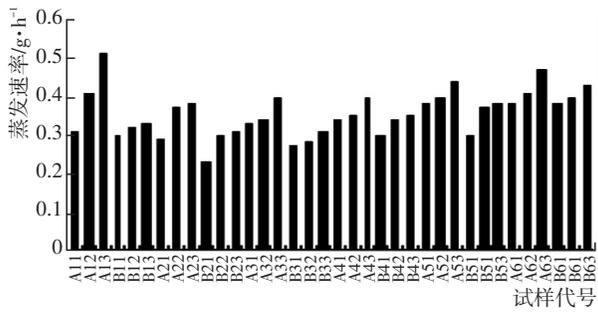
试样的吸湿速干、透气性能的测试结果如图 1 所示。



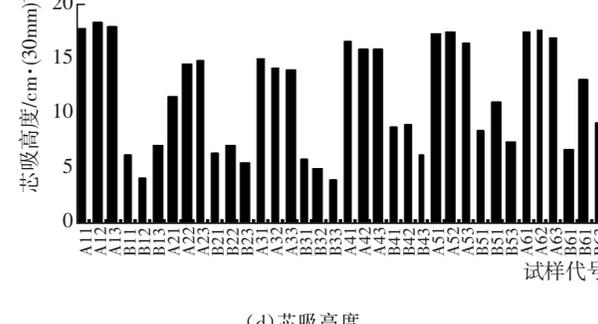
(a) 透气率



(b) 吸水率



(c) 蒸发速率



(d) 芯吸高度

图 1 吸湿、透气指标柱形图

实验结果显示,锦纶作为面纱的试样在蒸发速率、芯吸高度指标上性能优于 Cooldry 面纱,在透气率指标上性能相近,在吸水率指标上则逊于 Cooldry 面纱试样。

透气率从大到小的顺序为 3+3 网眼、2+2 网眼、平针添纱、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹、1+3 假罗纹。而且密度越小,透气量越大。因为网眼组织的网眼部分呈现一半浮线状态,使得这些位置结构疏松,纱线间空隙大,缝隙也明显,因此透气量较大。假罗纹组织厚度大,结构紧密,纱线间空隙不多,所以透气性较差。平针添纱组织结构紧密,但厚度较小,因此透气量介于两者之间<sup>[5]</sup>。

吸水率从大到小的顺序为 3+3 网眼、2+2 网眼、1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、1+1 假罗纹、平针添纱。而且密度越小,吸水率越大。网眼组织结构最疏松,纱线间空隙大,容易贮存水分,虽然假罗纹结构密实,但织物厚实,浮线凸出位置蓬松,纱线间也能贮存较多水分,平针添纱结构紧密,厚度也较小,所以吸湿性最差。

蒸发速率从大到小的顺序为 1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、1+1 假罗纹、平针添纱、3+3 网眼、2+2 网眼。而且密度越小,蒸发速率越大。假罗纹组织织物蓬松厚实,芯吸高度也较好,所以水分传导时的润湿面积大,相对来说蒸发面积也较大。密度增大时,纱线间结构紧密,贮存的水分子不易蒸发,所以蒸发速率变小。

锦纶作为面纱编织的试样芯吸高度从大到小的顺序为平针添纱、1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、1+1 假罗纹、2+2 网眼、3+3 网眼。因为平针添纱组织的结构紧密、纱线间空隙小,所以毛细效应好芯吸高度较大,而网眼组织结构最松、纱线间孔隙最大,所以芯吸效应较差<sup>[6]</sup>。

采用 SPSS 统计软件的多因素方差分析<sup>[7]</sup>,检验的因素有面纱原料、织物组织和上机密度。其中面纱原料分为锦纶和 Cooldry,组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织,上机密度有 P6、0 和 N6。

选择两种面纱原料、所有组织且密度均为 N6 的试样,分析面纱、织物组织对透气性和吸湿速干的影响,结果如表 3。

表 3 中,源指的是实验的因素变量,F 表示实验统计量,Sig 表示伴随概率,其中面纱原料分为锦纶和 Cooldry,组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1

假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织。

表 3 各指标组织和原料效应值

指标	源	F	Sig
透气率	原料	2.288	0.191
	组织	8.152	0.019
吸水率	原料	7.580	0.040
	组织	17.846	0.003
蒸发速率	原料	10.666	0.022
	组织	6.706	0.028
芯吸高度	原料	95.878	0.000
	组织	1.800	0.267

从表 3 中可以得出,透气率因素组织实验的相伴概率为 0.019,小于 0.05,则组织影响显著,原料实验的相伴概率为 0.191,大于 0.05,则原料影响不是很显著。根据表 3 的实验结果可知,原料和组织对吸水率和蒸发速率影响均很显著,而原料对芯吸高度影响显著,组织却不显著。

再以组织和上机密度作为因素,进行多因素方差分析,结果如表 4。

表 4 各指标组织和密度效应值

指标	源	F	Sig
透气率	组织	159.606	0.000
	密度	8.108	0.008
吸水率	组织	142.252	0.000
	密度	8.989	0.006
蒸发速率	组织	3.503	0.043
	密度	15.719	0.001
芯吸高度	组织	12.066	0.001
	密度	0.357	0.708

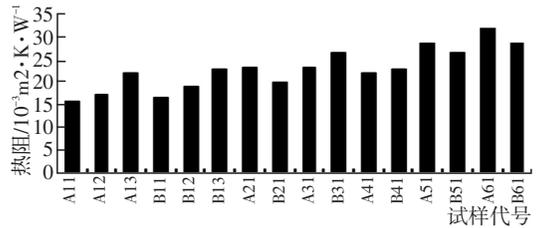
表 4 中组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织,密度有 P6、0 和 N6。

从表 4 可以得出,组织和上机密度对透气率、吸水率、蒸发速率的影响均很显著,而对于芯吸高度,上机密度的影响不是很显著。

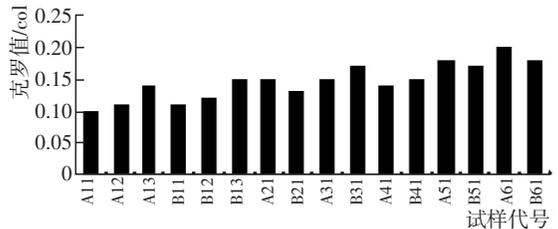
### 2.3 热湿性能

平针添纱组织选择上机密度为 N6、0、P6 的两种面纱试样,其余组织选择上机密度为 N6 及两种面纱的试样,测试其热阻和湿阻,结果如图 2 所示。

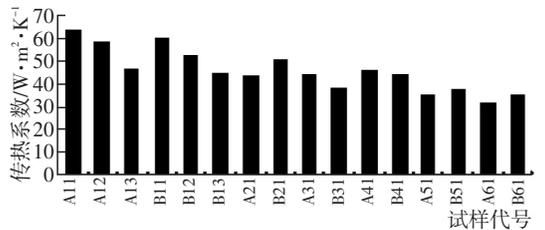
结合表 2 和图 2 分析常用的平针添纱组织上机密度对热阻和湿阻的影响,可以看出:上机密度影响显著,随着上机密度的增大,热阻增大,因为试样厚度增加,试样中静止的空气变多,则保暖性增加。而湿阻方面,则随着密度的增加,织物紧密度增加,纱线间空隙减小,湿气不易散去,透湿率和透湿指数都有所减小。



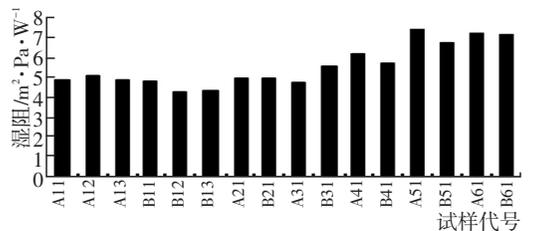
(a) 热阻



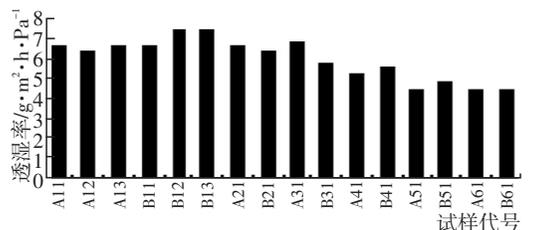
(b) 克罗值



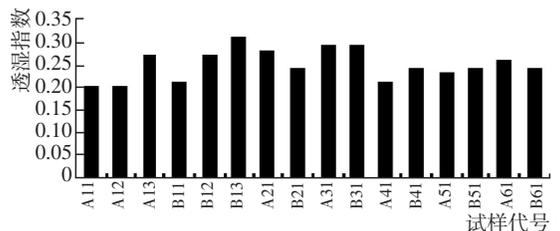
(c) 传热系数



(d) 湿阻



(e) 透湿率



(f) 透湿指数

图 2 热湿性能指标柱形图

采用 SPSS 统计软件的多因素方差分析,得出组织、面纱原料对热阻、湿阻各指标的影响结果如表 5 所示。

表 5 热湿性能各指标原料和组织效应值

指 标	源	F	Sig
热 阻	原料	0.245	0.642
	组织	13.068	0.007
克罗值	原料	0.056	0.822
	组织	11.966	0.008
传热系数	原料	0.041	0.848
	组织	17.970	0.003
湿 阻	原料	0.102	0.762
	组织	17.760	0.003
透湿率	原料	0.100	0.765
	组织	14.32	0.006
透湿指数	原料	0.027	0.876
	组织	5.670	0.040

其中面纱原料分为锦纶和 Cooldry,组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织。

从检验的相伴概率 Sig 得出原料对以上 6 个指标的影响不显著,而组织对 6 个指标的影响均很显著。

综合比较上机密度为 N6 及两种面纱的不同织物组织,结果表明:热阻从大到小的组织依次为 1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、3+3 网眼、2+2 网眼、1+1 假罗纹、平针添纱组织。湿阻从大到小的组织依次为 1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、1+1 假罗纹、3+3 网眼、2+2 网眼、平针添纱组织。因为 1+3 假罗纹厚度最大,而且结构也最为紧密;网眼组织虽然结构疏松,但是未成圈的面纱以浮线形式存在,遮挡住透热、透气的通道,纱线间紧密度下降;平针添纱组织的纱线均成圈,纱线间接触紧密,厚度最小,则透热、透湿通道最多,热湿阻最小。

### 2.4 半球顶压下的织物接触压力

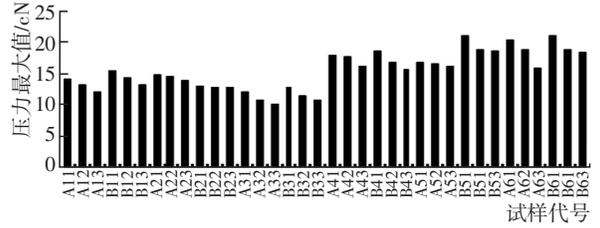
#### 2.4.1 压力测试

当半球顶压时试样伸长率为 10% 的压力值如图 3 所示。

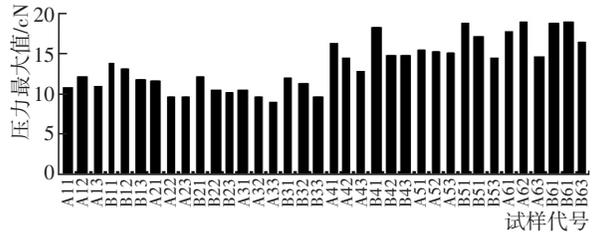
当伸长率为 10% 时,从数据可以看出在半球形 0° 传感器部位测得的压力数值从大到小的顺序为 1+3 假罗纹、1+2 假罗纹、1+1 假罗纹、平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼组织。传感器 0° 测得的压力值大于 15° 和 30°。随着上机密度的增大,压力值增大。

#### 2.4.2 影响压力值的因素分析

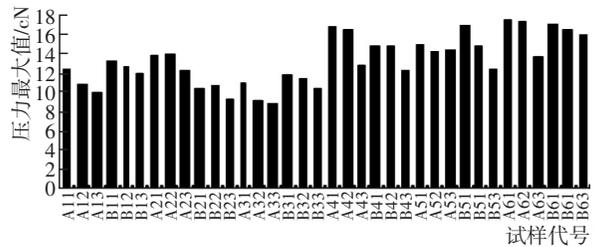
以角度 0° 为参考,对压力最大值分析面纱原料和



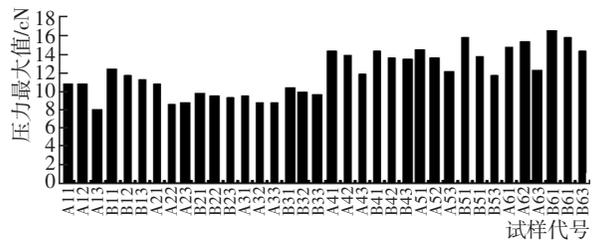
(a) 传感器 0° 的动态第一次压力最大值



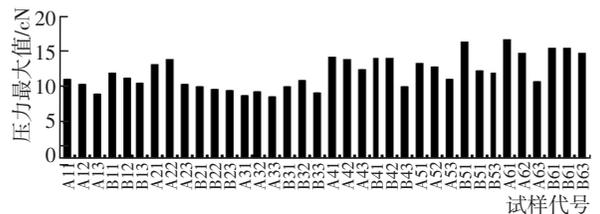
(b) 传感器 0° 的静态第一次压力最大值



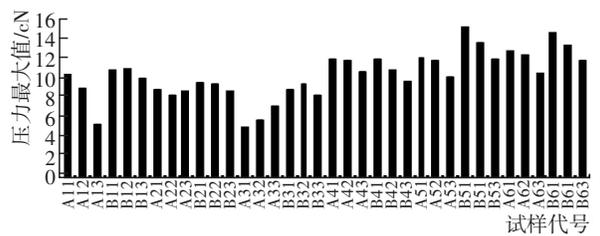
(c) 传感器 15° 的动态第一次压力最大值



(d) 传感器 15° 的静态第一次压力最大值



(e) 传感器 30° 的动态压力最大值



(f) 传感器 30° 的动态压力最大值

图 3 传感器各个角度压力最大值柱形图

组织的影响。结果如表 6。

表 6 各指标原料和组织效值

指 标	源	F	Sig
动 态	原料	1.203	0.323
	组织	10.52	0.011
静 态	原料	16.869	0.009
	组织	32.791	0.001

其中面纱原料分为锦纶和 Cooldry,组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织。

原料对动态压力值影响不显著,组织对压力值影响显著,而原料、组织对静态压力最大值均有显著影响。

以传感器 0°为参考,对压力最大值分析组织和密度的影响。结果如表 7。

表 7 各指标组织和密度效值

指 标	源	F	Sig
动 态	组织	47.665	0.000
	密度	11.427	0.003
静 态	组织	44.017	0.000
	密度	18.175	0.000

其中组织有平针添纱、2+2 网眼、3+3 网眼、1+1 假罗纹、1+2 假罗纹和 1+3 假罗纹组织,密度有 P6、0 和 N6。

组织、密度对动态和静态下压力测试时的最大值均有显著影响。假罗纹组织厚实紧密,使得纱线间接触也紧密,因此压力最大;而假网眼组织中浮线部分降低了纱线的可伸长率,因此压力最小。随着上机密度的增加,组织越来越紧密,纱线之间接触也越来越紧密,则压力也增大。

综合分析结果可得,原料、组织和密度对动静态下

的压力值影响均显著。其中 1+3 假罗纹组织、上机密度为 N6 的动静态压力最大。

### 3 结论

(1)吸湿速干和透气性能,面纱为锦纶、上机密度为 P6 的 3+3 网眼组织最优。主要是因为网眼造成的镂空部分纱线稀疏,空隙大,易于空气、热量、水蒸气的流动。

(2)热阻和湿阻性能,面纱选用 Cooldry、上机密度为 P6 的平针添纱组织最好。主要是因为该组织平整紧密,纱线间的通道多,易于散去水气和热量。

(3)就试样在三维变形下的接触压力而言,面纱为 Cooldry、上机密度为 N6 的 1+3 假罗纹产生的压力最大。因为 1+3 假罗纹组织结构最厚实紧密,因此制成的无缝内衣对人体的压力最大。

### 参考文献:

- [1] 魏林娜,陈丽华.织物结构对无缝运动内衣面料性能影响的研究[D].北京:北京服装学院,2011.
- [2] 朱 华,金子敏,陶建峰.无缝内衣的结构及其吸湿排汗性能[J].丝绸,2008,(5):40-43.
- [3] 余序芬,鲍燕萍,吴兆平,等.纺织材料实验技术[M].北京:中国纺织出版社,2004.
- [4] 王金凤,龙海如.导电针织柔性传感器的电-力学性能及内衣压力测试研究[D].上海:东华大学,2013.
- [5] 林鸿扬,张 晶.针织运动面料热湿舒适性的测试[J].质量技术监督研究,2010,(3):28-32.
- [6] 梁金华,向新柱,何瑶晶.水分沿针织物纵横向传递速度的研究[J].纺织科技进展,2005,(5):16-18.
- [7] 沈 渊,吴丽民,许胜江.SPSS 17.0 统计分析[M].浙江:浙江大学出版社,2013.

## Development and Performance Investigation of Seamless Knitted Sportswear

ZHANG Qian, LONG Hai-ru\*

(Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Seamless knitted sportswear was comprehensive clothing with seamless garment close-fitting characteristics and the function of sportswear. The appropriate yarn materials and fabric structure of seamless sportswear were mainly investigated. Based on the samples knitted on the SM8-TOP2 of Santoni, the plating yarn, fabric structure and density were changed as the parameters. The plating yarn, structure and density were optimized by testing absorbent quality, air permeability, thermal and moisture resistance, contact pressure of sportswear. The results analyzed by SPSS showed that Nylon was better than Cooldry as the plating yarn, the properties of thermal & moisture resistance and air permeability of the plain stitch and the net stitch were better than the others, and the 1+3 rib stitch caused more contact pressure. Each factor would change apparently with the increase of fabric density.

**Key words:** seamless knitted sportswear; air permeability; thermal and moisture comfort; garment pressure