

经编成形三列镂空网孔的形变分析与预测

郭燕雨秋, 董智佳*, 蒋高明, 姚思宏

(江南大学 针织技术教育部工程研究中心, 江苏 无锡 214122)

摘要:为拓展针织镂空服装的设计思路,参考市面上已有的三列镂空网孔服装,确定镂空网孔孔径、孔距、间距等可能影响三列镂空网孔形态的设计因素。采用控制变量法设计3组共18种样品,利用图像采集和处理的方式采集三列镂空网孔的形变数据进行分析。结果表明:镂空网孔孔径和间距影响三列镂空网孔的镂空宽度,与镂空宽度呈正相关,织物的横向伸长率越大,孔径对镂空宽度的影响越明显,而间距增加对镂空宽度的影响较小;镂空网孔孔径和间距同样会影响三列镂空网孔中单个镂空网孔的横径,其中孔径与横径呈正相关,间距与横径呈负相关;三列镂空网孔中各位置的镂空网孔形状固定,其中顶孔和侧孔为扇形孔,中孔为多边形孔,各孔横径排序为中孔>顶孔>侧孔。

关键词:经编成形;镂空;形变分析;尺寸预测

中图分类号:TS 184.5 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2023)03-0217-06

Deformation Analysis and Prediction of Warp-Knitted Fully-Formed Three-Columns' Hollow Meshes

GUO Yanyuqiu, DONG Zhijia*, JIANG Gaoming, YAO Sihong

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

Abstract:In order to expand the design idea of knitted hollow clothing, the design and deformation of warp-knitted fully-formed three-columns'hollow meshes were analyzed and predicted. Take the clothing with three-columns'hollow meshes in the market as reference, the design factors that may affect the shape of the three-columns'hollow meshes were determined, such as number of mesh grids, number of vertically spacing grids and number of transverse spacing grids. Three groups total of 18 samples were designed by the control variate method. The deformation data of the three-columns'hollow meshes were collected and analyzed by image acquisition and processing. The results show that the number of grids and number of transverse spacing grids affect the width of three-columns'hollow meshes. The number of grids and number of transverse spacing grids are positively correlated with the width of three-columns'hollow meshes. The greater the transverse elongation of the fabric, the more obvious the influence of aperture on the width of three-columns'hollow meshes; the increase of spacing has little influence on the width of three-columns'hollow meshes. The number of grids and number of transverse spacing grids also affect the transverse diameter of each single hollow mesh, in which the number of grids is positively correlated with the transverse diameter, while the number of transverse spacing grids is negatively correlated with transverse diameter. The shape of hollow meshes at each position in the three-columns'hollow meshes are fixed. The top meshes and the side meshes are fan-shaped holes, and the middle meshes are polygonal. The transverse diameter of each hole is ordered as: middle meshes > top meshes > side meshes.

Key words:warp-knitted fully-formed, hollow, deformation analysis, prediction of size

收稿日期:2023-04-16; 修订日期:2023-05-06。

基金项目:国家自然科学基金项目(61902150)。

作者简介:郭燕雨秋(1999—),女,硕士研究生。

*通信作者:董智佳(1986—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为针织全成形结构研发。Email:dongzj0921@163.com

镂空作为一种艺术表现形式,可以营造出空间层次感,具有较强的视觉冲击力^[1]。近年来,随着纺织技术的快速发展,加之人们消费水平的不断提高,镂空设计在服装领域的应用越来越多。高弹针织服装因其线圈串套的结构特点以及贴身穿着的舒适性要求^[2-3],在设计较大面积镂空网孔时需要裁剪并包边以免脱散,其设计流程复杂,生产工序长,包边条或接缝会使服装舒适性降低。经编成形服装具有筒状结构,躯干和四肢可分筒独立设计,将镂空服装的设计区域化,简化了设计流程;贾卡提花技术可以织造任意位置和尺寸的镂空网孔,且经编镂空网孔具有不易脱散的特点,因此可使镂空服装兼具时尚的视觉效果和稳定的结构^[4-5];镂空服装可以一次织造成形,无接缝且无需裁剪缝合后道工序,穿着舒适性好,生产效率高,节约人工和能源成本。

经编成形服装通常设计为均码,但体型严重超标的人穿均码时服装压力较大^[6-7],穿着舒适性低。包含多列镂空网孔的经编成形筒片,虽其镂空部分的花宽占比较小,但在实际穿着过程中,多排镂空可承受较大的横向拉伸,运用在服装中可显著提高服装的横向弹性伸长率,降低穿着时的服装压力,使服装舒适性提高。在经编成形镂空服装的实际生产中,三列镂空网孔的应用较多,但国内经编成形服装产品设计开发起步晚且从业人员少^[8],对三列镂空网孔的设计方法缺少相关研究。因此,文中根据影响三列镂空网孔形态的因素设计实验参数,通过拉伸实验分析不同因素对镂空网孔形态的影响程度。总结不同种类镂空网孔设计方法,以期减少打样环节造成的时间与能源浪费,缩短生产周期。

1 三列镂空网孔的特点

1.1 三列镂空网孔的应用特点

经编成形服装使用弹性纱线编织^[8],属于负放松量服装,通常没有号型区分,服装设计为均码。经编成形女装常以 160/84A 的标准尺寸作为参考^[9],成衣的弹性伸长率高,适合多种体型。三列镂空网孔常应用于背心、短裤、袜子、打底裙、瑜伽服、运动套装等,这类服装通常在横向有较大拉伸,纵向形变较小。将常规制衣标准 GB/T 1335. 2—2008《服装号型 女子》中 160/A 形体最小尺码 160/72A 的胸围(或腰围)设为 a_0 ,其他尺码的胸围(或腰围)设为 a_c ,则其他尺码相较于最小尺码的胸围(或腰围)变化率

$$\delta = \frac{a_c - a_0}{a_0}。$$

160/A 型女子的胸围、腰围变化率见表 1,其中腰围取中值。由表 1 可以看出,所有尺码的胸围、腰围变化率均小于 50%。即当经编成形衣物的横向伸长率达到 50% 时,可覆盖同身高下全部尺码。

表 1 160/A 胸围、腰围变化率
Tab. 1 160/A change rate of bust and waist size

| 胸围/cm | 胸围变化率/% | 腰围/cm | 腰围变化率/% |
|-------|---------|-------|---------|
| 72 | 0 | 56 | 0 |
| 76 | 5. 6 | 58 | 3. 6 |
| 80 | 11. 1 | 62 | 10. 7 |
| 84 | 16. 7 | 66 | 17. 9 |
| 88 | 22. 2 | 70 | 25. 0 |
| 92 | 27. 8 | 74 | 32. 1 |
| 96 | 33. 3 | 78 | 39. 3 |
| 100 | 38. 9 | 82 | 46. 4 |

就应用部位而言,三列镂空常用于袖筒外侧、衣身筒前侧和后侧、裤筒外侧和前侧,具有独特的外观风格。除衣身筒可能同时在前后两侧添加三列镂空网孔外,袖筒和裤筒一般只添加一组三列镂空网孔,镂空区域的宽度不超过筒片围度的一半。三列镂空网孔通常在服装上呈竖直排列,组成三列镂空网孔的每个镂空网孔同等大小且均匀分布,含有三列镂空网孔的经编成形服装如图 1 所示。



图 1 经编成形三列镂空网孔服装
Fig. 1 Clothing with warp-knitted fully-formed three-columns'hollow meshes

1.2 三列镂空网孔的形态特点

经编成形镂空织物采用三针技术织造^[10],其基本组织可以分为红组织(厚组织)、绿组织(薄组织)和白组织(网孔组织),一个组织意匠格代表纵向两个线圈,横向一个线圈。纵向连续的白组织形成大镂空网孔,白组织左右两侧相邻的底组织纵列所呈现的形态即为镂空网孔轮廓。镂空网孔形态如图 2 所示。单列镂空网孔轮廓都为弧线,形状近似为椭圆形,定义为圆形孔[见图 2(a)]。三列镂空网孔因各孔之间作用力的影响,其轮廓形态发生变化,形成不同数量的线段和弧线。以镂空网孔轮廓中存在线段的个数作为其形态的分类依据:存在两个

线段的镂空网孔为扇形孔,轴线水平的为水平扇形孔[见图 2(b)],轴线垂直的为垂直扇形孔[见图 2(c)];存在 4 个线段的镂空网孔为多边形孔[见图 2(d)]。

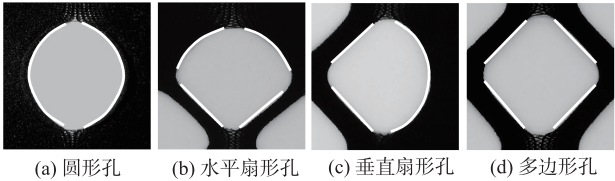


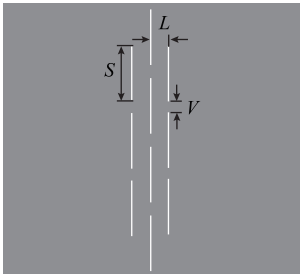
图2 镂空网孔形态示意

Fig.2 Schematic diagram of the shape of hollow meshes

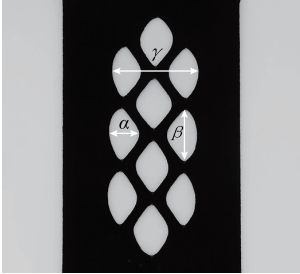
2 实验部分

2.1 三列镂空网孔设计参数的定义

为了便于镂空网孔设计参数的计算与表征,以线圈数量表示各设计参数。三列镂空网孔各参数如图 3 所示。以一个镂空网孔纵向的线圈圈数表示此镂空网孔的孔径(S);以同一纵列相邻镂空网孔之间的线圈圈数表示镂空网孔的孔距(V);以镂空网孔相邻两个纵列之间的线圈圈数表示镂空网孔的间距(L)。镂空织物在受力拉伸状态下,镂空网孔上下端点之间的距离为镂空网孔的竖径(β)(单位:mm);水平方向距离最远的两个端点之间的距离为镂空网孔的横径(α)(单位:mm);三列镂空网孔组成的镂空区域,两边水平方向最远距离为镂空宽度(γ)(单位:mm)。其中,孔径、孔距与间距都是指贾卡意匠图上对应的线圈圈数,横径、竖径与镂空宽度是织物穿着过程中的实际长度。



(a) 三列镂空网孔贾卡意匠图



(b) 三列镂空网孔实物图

图3 三列镂空网孔各参数示意

Fig.3 Schematic diagram of parameters of three-columns'hollow meshes

2.2 原料与仪器

2.2.1 原料 22.2 dtex/55.6 dtex 锦氨包覆丝,潍坊恒瑞纺织有限公司生产;44.4 dtex 锦纶长丝,烟台华润锦纶有限公司生产。

2.2.2 仪器 RDPJ6/2 经编机(机号 E24),日本卡尔迈耶有限公司制造;摄影棚,绍兴锐途摄影器材有限公司制造;索尼 NEX-7 数码相机,日本索尼有限公司制造。

2.3 实验方法

2.3.1 样品的设计 影响三列镂空网孔尺寸的自变量包括镂空网孔位置、孔径(S)、孔距(V)、间距(L)和织片横向伸长率(X),其中孔径(S)、孔距(V)和间距(L)为设计因素。确定服用镂空网孔的尺寸范围,再在范围内对每个设计因素等距取值,采用固定变量的方式设计 3 个实验组(A,B,C),每组有 2 个固定设计因素,1 个变化设计因素,各样品设计参数取值见表 2。

表2 样品设计参数取值

Tab.2 Samples design parameters

| 单位:圈 | | | | |
|------|------|-----|-----|-----|
| 组别 | 样品编号 | S | V | L |
| A | 1 | 48 | 16 | 8 |
| | 2 | 56 | 16 | 8 |
| | 3 | 64 | 16 | 8 |
| | 4 | 72 | 16 | 8 |
| | 5 | 80 | 16 | 8 |
| | 6 | 88 | 16 | 8 |
| B | 7 | 72 | 8 | 8 |
| | 8 | 72 | 12 | 8 |
| | 9 | 72 | 16 | 8 |
| | 10 | 72 | 20 | 8 |
| | 11 | 72 | 24 | 8 |
| | 12 | 72 | 28 | 8 |
| C | 13 | 72 | 16 | 4 |
| | 14 | 72 | 16 | 6 |
| | 15 | 72 | 16 | 8 |
| | 16 | 72 | 16 | 10 |
| | 17 | 72 | 16 | 12 |
| | 18 | 72 | 16 | 14 |

2.3.2 样品的制备 底梳采用 44.4 dtex 锦纶长丝,贾卡梳采用 22.2 dtex/55.6 dtex 锦氨包覆丝,上机牵拉密度为 8 圈/cm,通过经编机织造出由花宽 122 圈、花高 1 600 圈组成的三列镂空网孔经编全成形筒片样品,样品经过煮缩、染色达到服用标准。

每个编号织造 6 个样品,每个样品中含顶孔两个,其他位置的镂空网孔若干,其中样品 4 的贾卡意匠图如图 4 所示。

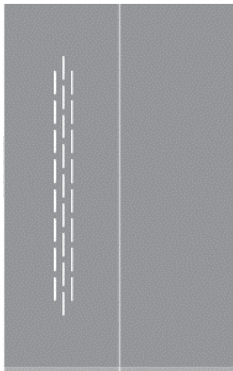


图 4 样品 4 贾卡意匠图

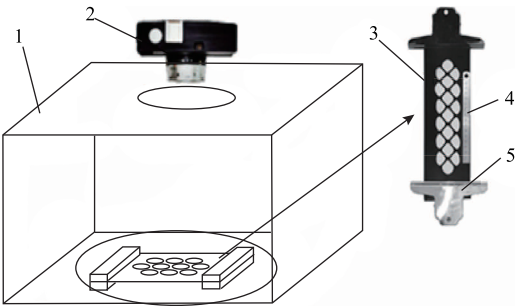
Fig. 4 Jacquard stitches of sample 4

2.3.3 横向拉伸测试 在温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 的恒温恒湿实验室中,将样品在 6 种不同宽度的白板上展开,控制样品纵向长度,仅进行横向拉伸,确保筒片受力均匀。横向伸长率(X)在 10% ~ 90% 范围内,镂空网孔的竖径不受影响,样品的横向伸长率见表 3。

表 3 样品横向伸长率

| Tab. 3 Transverse elongation rate of samples | | | |
|--|---------|-------|---------|
| 编号 | 横向伸长率/% | 编号 | 横向伸长率/% |
| X_1 | 13 | X_4 | 59 |
| X_2 | 31 | X_5 | 73 |
| X_3 | 45 | X_6 | 86 |

2.3.4 数据的采集 ①用长夹固定样品纵向长度,放置在顶部有稳定光源的摄影棚中,并在其边缘无镂空的区域放置标准刻度尺,通过摄影棚顶部的圆孔用相机拍摄样品在不同横向伸长率下的平面图像,具体如图 5 所示。



1—摄影棚;2—相机;3—样品;4—标准刻度尺;5—长夹。

图 5 实验装置示意

Fig. 5 Schematic diagram of experimental setup

②将拍摄所得图片保存为 JPEG 模式,导入 Image J 软件,图 6 为采集到样品 4 的图像;③选中标尺单位长度并设置像素与单位长度的比例尺,再依次采集 5 组镂空宽度为 γ 、5 组侧孔和中孔横径为 α 、2 组顶孔横径为 α 的数据,每个设计参数共得到 102 组数据;④将数据取均值处理,再通过 IBM

SPSS statistics 对数据进行分析。

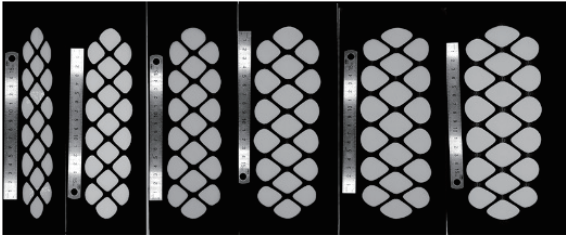


图 6 样品 4 图像

Fig. 6 Image of sample 4

3 结果与讨论

3.1 镂空网孔宽度变化规律

对镂空宽度(γ)与镂空网孔孔径(S)、孔距(V)、间距(L)和织片横向伸长率(X)进行相关性分析,置信区间为 95%,具体结果见表 4。

表 4 方差分析

Tab. 4 Analysis of variance

| 项目 | 自由度 | 均方 | F | Sig. |
|-------------------|-----|------------|------------|--------|
| S | 5 | 422. 206 | 29. 211 | 0. 000 |
| V | 5 | 34. 741 | 2. 222 | 0. 059 |
| L | 5 | 78. 498 | 4. 790 | 0. 000 |
| X | 5 | 6 087. 048 | 1 825. 094 | 0. 000 |
| 调整 $R^2 = 0. 949$ | | | | |

由表 4 可以看出,镂空宽度与镂空网孔的孔径、间距和横向伸长率在 95% 置信区间内显著相关,与镂空网孔孔距不存在显著相关性,说明镂空宽度只与镂空网孔的孔径、间距和织片的横向伸长率有关,与镂空网孔的孔距无关。基于相关性分析的结果,对 A、C 组的数据进一步分析,各变量与镂空宽度 γ 的关系如图 7 所示。

由图 7(a)可以看出,当样品横向伸长率固定时,随着孔径增加,三列镂空网孔的镂空宽度也同样增加。在表 5 中,A 组样品各横向伸长率下孔径和镂空宽度的线性拟合相关系数均大于 0. 9,除横向伸长率 X_2 外均大于 0. 95,数据拟合较好。另外结合表 5 和图 7(a)可以看出,织片横向伸长率较小时曲线斜率较小,镂空宽度随孔径增加的幅度不显著;当织片横向伸长率增加时,曲线斜率增加,镂空宽度随孔径增加的幅度较为显著。这说明孔径较大的三列镂空网孔镂空宽度变化范围更大,更适合设计在人体围度变化较大的区域(如大腿、躯干处),能够增加织片整体的横向伸长率,提高服装的穿着舒适性。

由图 7(b)可以看出,当样品横向伸长率固定

时,随着镂空网孔间距的增加,三列镂空网孔的镂空宽度总体趋势也随之增加。表 5 中,C 组样品仅横向伸长率 X_1, X_2 的相关系数大于 0.9,各伸长率下镂空宽度随间距增加幅度较小,且在伸长率为 X_1, X_3, X_4, X_5, X_6 时,出现间距增加但镂空宽度减少的情况,说明通过增加镂空网孔间距改变镂空宽度的方式效果较不显著。

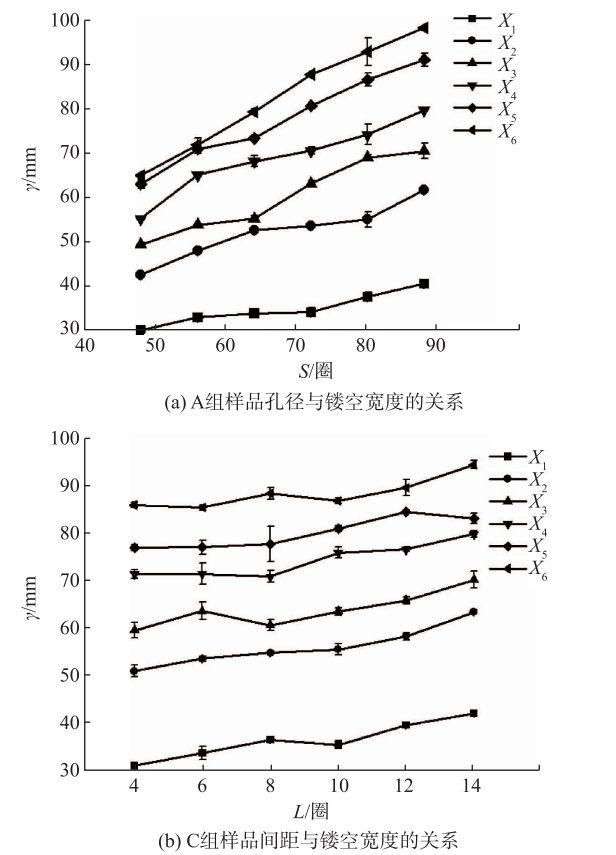


图 7 影响镂空宽度的因素

Fig. 7 Influencing factors of width of three-columns' hollow meshes

用 Origin 软件对数据进行拟合,得到不同织物横向伸长率下自变量与镂空宽度(γ)的线性方程,拟合结果与相关系数见表 5。

表 5 镂空宽度与因变量线性关系

Tab. 5 Linear relationship between width of three-columns' hollow meshes and dependent variable

| 组别 | 横向伸长率 | 镂空宽度与因变量线性关系 | 相关系数 |
|----|-------|--------------------------|----------|
| A | X_1 | $\gamma = 0.26S + 17.20$ | 0.982 37 |
| | X_2 | $\gamma = 0.44S + 23.68$ | 0.929 98 |
| | X_3 | $\gamma = 0.59S + 20.49$ | 0.958 15 |
| | X_4 | $\gamma = 0.55S + 31.49$ | 0.960 53 |
| | X_5 | $\gamma = 0.70S + 29.46$ | 0.974 40 |
| | X_6 | $\gamma = 0.86S + 25.02$ | 0.974 95 |
| C | X_1 | $\gamma = 1.04L + 27.34$ | 0.965 06 |
| | X_2 | $\gamma = 1.27L + 44.91$ | 0.945 75 |
| | X_3 | $\gamma = 0.90L + 54.96$ | 0.722 52 |
| | X_4 | $\gamma = 0.84L + 66.78$ | 0.838 06 |
| | X_5 | $\gamma = 0.90L + 72.90$ | 0.886 44 |
| | X_6 | $\gamma = 0.72L + 81.60$ | 0.619 60 |

3.2 镂空网孔横径变化趋势

通过对样品的观察得知,当织物处于正常拉伸状态下,三列镂空网孔的各孔形态基本固定。按位置将镂空网孔分为 3 类:外侧两纵列镂空网孔定义为侧孔,形态为水平扇形孔;中间列最上和最下两个镂空网孔定义为顶孔,形态为垂直扇形孔;中间列其余镂空网孔定义为中孔,形态为多边形孔。

对镂空网孔的横径(α)与孔径(S)、间距(L)、位置和织片横向伸长率(X)进行多元回归分析。其中镂空网孔位置为名义变量且各位置互斥,以侧孔为参照将顶孔和中孔设置为哑变量,回归结果见表 6。

由表 6 可知,在所有自变量中,只有孔距的显著性 $p = 0.517$,与镂空网孔横径无显著相关性,其他变量均能显著预测横径。模型 $R^2 = 0.924$,意味着镂空网孔孔径、间距、位置和织片横向伸长率可以解释镂空网孔横径的 92.4% 的变化原因。该模型的德宾-沃森(D-W)检验值为 1.394,说明各因素间共线性较小,根据预测模型 F 检验结果($F = 835.39, p = 0.000 < 0.05$),认为回归模型有意义。

表 6 多元线性回归分析

Tab. 6 Multivariate linear regression

| 项目 | 非标准化系数 | | 标准化系数 | | t | p |
|-----|--------|-------|--------|--------|-------|-----|
| | B | 标准误差 | Beta | | | |
| S | 0.367 | 0.029 | 0.350 | 25.550 | 0.000 | |
| V | 0.019 | 0.057 | 0.009 | 0.648 | 0.517 | |
| L | -0.527 | 0.057 | -0.126 | -9.170 | 0.000 | |
| X | 29.531 | 0.472 | 0.857 | 62.579 | 0.000 | |
| 顶孔 | 3.809 | 0.285 | 0.211 | 13.357 | 0.000 | |
| 中孔 | 5.318 | 0.285 | 0.295 | 18.644 | 0.000 | |
| 侧孔 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

调整 $R^2 = 0.924$; D-W 检验值为 1.394

模型预测公式见表 7。由模型可知,镂空网孔横径与织片伸长率和孔径呈正相关,与间距呈负相关,且不同位置的镂空网孔横径有明显差异(中孔>顶孔>侧孔)。三列镂空网孔织片的横向伸长率斜率大于单镂空网孔的横向伸长率斜率。这是因为处于镂空网孔之间的底组织并不呈竖直状态,而是存在斜向偏移,镂空网孔单侧或双侧的边缘以向外偏移的底组织构成,其横径远大于单列镂空网孔的横径;中孔左右双侧边缘存在偏移,故中孔尺寸最大。镂空网孔间距越大,则镂空网孔之间的底组织越宽,纵向受力越均匀,越接近单孔,故镂空网孔间距与横径呈负相关。

表 7 镂空网孔横径 α 预测公式

Tab. 7 Prediction formula of transverse diameter of hollow meshes

| 镂空网孔位置 | 预测公式 |
|--------|---|
| 顶孔 | $\alpha = 29.531X + 0.367S - 0.527L - 35.009$ |
| 中孔 | $\alpha = 29.531X + 0.367S - 0.527L - 33.500$ |
| 侧孔 | $\alpha = 29.531X + 0.367S - 0.527L - 38.818$ |

4 结 语

文中通过对三列镂空网孔织物的孔径、孔距、间距和位置以及穿着过程中横向伸长率进行分析,得到以下结论:

- 1)三列镂空网孔的镂空网孔孔径、间距和穿着过程中横向伸长率共同影响镂空宽度。孔径越大,镂空宽度越大。
- 2)间距与镂空宽度呈正相关,但间距改变对镂空宽度造成的影响较小。
- 3)三列镂空网孔相较单列镂空网孔有更多变的形态,其中顶孔为垂直扇形孔,侧孔为水平扇形孔,中孔为多边形孔。三列镂空网孔中每一个镂空网孔的横径与镂空网孔孔径、间距、位置和穿着过程中的横向伸长率有关。其中,横径与织片伸长率呈正相关,与镂空网孔各列之间的间距呈负相关,且不同位置的镂空网孔横径有明显差异(中孔>顶孔>侧孔)。

参考文献:

[1] 张欣茹. 浅析镂空艺术在现代服装设计中的应用[J]. 西部皮革, 2021, 43(12): 38-39.
ZHANG Xinru. A brief analysis of the application of hollow out art in modern costume design [J]. West Leather, 2021, 43(12): 38-39. (in Chinese)
[2] 简晚霞, 张琦, 董智佳. 经编无缝无底连裤袜全成形

工艺[J]. 服装学报, 2017, 2(3): 224-228.
JIAN Wanxia, ZHANG Qi, DONG Zhijia. Fully-fashioned technology for warp-knitted seamless bottomless pantyhose[J]. Journal of Clothing Research, 2017, 2(3): 224-228. (in Chinese)
[3] 龙素乔, 顾远渊, 潘海音. 高弹针织面料在服装造型中的应用研究[J]. 针织工业, 2021(1): 70-73.
LONG Suqiao, GU Yuanyuan, PAN Haiyin. Application study of high-elastic knitted fabrics in creative costumes [J]. Knitting Industries, 2021(1): 70-73. (in Chinese)
[4] 董智佳, 蒋高明. 经编提花无缝服装的成形结构与与设计方法[J]. 纺织学报, 2012, 33(1):102-106, 120.
DONG Zhijia, JIANG Gaoming. Shaping structure and design method of warp knitted jacquard seamless garment [J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(1): 102-106, 120. (in Chinese)
[5] 刘博, 丛洪莲. 四针床全成形休闲西服的工艺设计与成形原理[J]. 纺织学报, 2020, 41(4)129-134.
LIU Bo, CONG Honglian. Process design and knitting principle of one-piece casual suits based on four-needle-bed flat knitting machine [J]. Journal of Textile Research, 2020, 41(4)129-134. (in Chinese)
[6] 董智佳, 孙菲, 丛洪莲, 等. 经编成形运动服装开发现状与应用前景[J]. 纺织导报, 2021(7): 45-48.
DONG Zhijia, SUN Fei, CONG Honglian, et al. Development status and application prospects of warp-knitted fashioned sportswear [J]. China Textile Leader, 2021(7): 45-48. (in Chinese)
[7] 邹亚男, 夏风林, 董智佳, 等. 经编成形高领 T 恤部件设计与建模[J]. 上海纺织科技, 2022, 50(5): 44-49.
ZOU Yanan, XIA Fenglin, DONG Zhijia, et al. Component design and modeling of warp-knitted high-neck T-shirt[J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2022, 50(5): 44-49. (in Chinese)
[8] 董智佳, 夏风林, 丛洪莲. 双针床贾卡经编机全成形技术研究进展[J]. 纺织导报, 2017(7): 58-61.
DONG Zhijia, XIA Fenglin, CONG Honglian. Research progress on seamless knitting technology for double needle bar warp knitting machine [J]. China Textile Leader, 2017(7): 58-61. (in Chinese)
[9] 董智佳, 孙菲, 刘海桑, 等. 经编全成形服装产品开发与数字化技术[J]. 毛纺科技, 2021, 49(5):44-48.
DONG Zhijia, SUN Fei, LIU Haisang, et al. Product development and digital technology of warp knitted fully-fashioned garment[J]. Wool Textile Journal, 2021, 49(5):44-48. (in Chinese)
[10] 蒋高明. 经编针织物生产技术:经编理论与典型产品[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2010.

(责任编辑:邢宝妹)