

# 长丝变形纱的皮芯结构及其参数

姜岩<sup>1</sup>, 王业宏<sup>1</sup>, 姜丽<sup>2</sup>, 张大庆<sup>2</sup>, 王善元<sup>3</sup>

(1. 温州大学 服装学院, 浙江 温州 325035; 2. 吉林省纺织品质量监督检验测试中心, 吉林 长春 130062;  
3. 东华大学 纺织学院, 上海 201620)

**摘要** 在变形纱中,空气变形类和异收缩变形类纱线具有皮芯结构,有必要对其成形原理和结构模型加以概括和总结。借助实验观察和理论分析的方法,认为虽然上述2种变形纱皮芯结构的成形原理不同,但模型都可以描述为紧密网络扭结的芯层和松散圈弧形态的皮层结构。结合EIB实验验证,可以进一步确认变形纱的皮芯结构参数主要包括纱线平均直径、纱芯平均直径和丝圈丝、弧高度等指标,因而也可断定变形纱皮芯结构与变形纱蓬松度、变形纱条干均匀度以及变形纱毛羽的各项特性指标有密切关系。

**关键词** 空气变形纱;异收缩空气变形纱;皮芯结构;毛羽

中图分类号:TS 106.4 文献标志码:A

## Skin-core structure of filament textured yarn and its parameter

JIANG Yan<sup>1</sup>, WANG Yehong<sup>1</sup>, JIANG Li<sup>2</sup>, ZHANG Daqing<sup>2</sup>, WANG Shanyuan<sup>3</sup>

(1. Fashion Institute, Wenzhou University, Wenzhou, Zhejiang 325035, China; 2. Jilin Province Textiles Quality Supervise and Testing Center, Changchun, Jilin 130062, China; 3. College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract** In the textured yarn family, both the air-jet textured yarns and the differential shrinkage textured yarns have the skin-core structure, so it is necessary to study its forming principles and its model. By means of experiments and analysis, it is believed that though these two sorts of textured yarns are all different in their skin-core structure forming, the model of this structure can be defined as closely netted and kinked core plus loose loop skin structure. It is proven by EIB experiments that this model is characterized by several parameters such as average diameter of the yarn, average diameter of the yarn core and the height of loop. So there must be some close relationship between the skin-core structure of textured yarns and some of its properties such as the bulkiness, evenness and hairiness.

**Key words** air textured yarn; differential shrinkage air textured yarn; skin-core structure; hairiness

变形纱是将化纤长丝通过物理或机械变形的方  
法加工成仿短纤维纱,由于长丝仿短纤维纱在生产  
工艺上存在诸多优点,因而发展迅速<sup>[1-3]</sup>。长丝变  
形加工的基本特点是仿制短纤维纱结构的多异性和  
层次性<sup>[4-5]</sup>。长丝变形加工的方法包括单一变形方  
法和多重变形方法。经过长期实践和结构优化,认  
为空气变形方法和异收缩变形方法可以作为变形纱  
仿短纤维化的基本变形方法,他们提供的变形纱线  
产品具有显著的皮芯结构特征<sup>[6-7]</sup>,其中,芯层结构

纤维排列紧密,线密度高,保证了变形纱具有一定的  
“身骨”,而表层结构则由单线“圈”和“弧”构成,蓬松  
柔软,具有短纤维纱线毛羽层的特征。目前认为,变  
形纱皮芯结构的形成一般是化纤长丝在变形加工过  
程中通过纤维(长丝片段)的内外转移而引起的纤维  
聚集状态的改变,空气变形类纱线利用超喂原理,而  
异收缩变形纱加工利用异热收缩率差原理成形。本  
文通过实验观察与分析,对变形纱线皮芯结构模型  
进行深入讨论,并确定和实测其结构参数,以形成一

收稿日期 2008-07-25 修回日期 2008-11-30

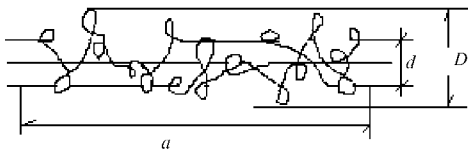
基金项目:浙江省教育厅科研项目(20070536)

作者简介:姜岩(1971—),男,讲师,博士。主要从事纱线结构与性能研究。E-mail: john@wzu.edu.cn

个完整的认识。

### 1 空气变形纱皮芯结构及模型

1966 年 Wray 提出了空气变形纱的最初表面形态结构模型 ,如图 1 所示。1982 年 Piller 等提出了一个理想空气变形纱形态结构模型 ,认为空气变形纱的丝圈结构在一定条件下可以分解为 4 部分 ,包括纱芯和 3 层丝圈组成。这一模型较形象地显示空气变形纱结构的一个典型特征 ,即由内部紧密的纱芯和外层各种不同大小弧圈组成的 ,外观具有显著短纤维纱特点的长丝纱结构。这个模型对起骨架作用的纱芯结构基本未进行详细的分析 ,只认为其为基本呈平行伸直状态的复丝 ,如图 2 所示。1992 年王善元提出更为完善的空气变形纱结构模型<sup>[8]</sup> ,如图 3 所示。认为空气变形纱的表层存在各种类型的丝圈和丝弧 ,而纱芯主要为伸直平行和相互交缠的辫子结构。



注 :a—测试长度 ;d—纱芯直径 ;D—纱线直径

图 1 空气变形纱的皮芯结构

Fig.1 Skin-core structure of air textured yarn

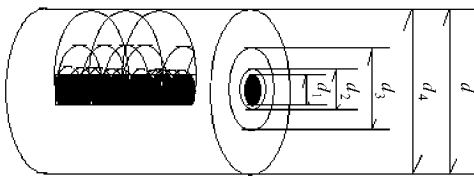


图 2 Piller 等的理想空气变形纱模型

Fig.2 Ideal air textured yarn model of Piller

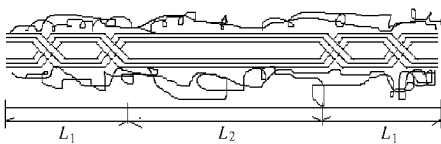


图 3 王善元的空气变形纱结构模型

Fig.3 Air textured yarn model of Wang Shanyuan

从图可以看出 ,空气变形纱线具有明显的皮芯结构 ,如图 4 所示。纱线形态结构包括纱芯和表层 2 个部分。纱芯部分多半由交错或交缠的单丝及单丝片段组成 ,呈平行排列式、辫子式、网状式等状态 ,排列紧密 ,线密度大 ,纱线表层则由形态各异的丝圈

和丝弧构成 ,有的似弓 ,有的像环 ,有的成圈 ,有的弧上加弧 ,有的弧上套圈 ,有时单个排列 ,有时弧圈相互重叠互缠 ,成堆、成圈等 ,尽管各种圈弧形状不一 ,但仍可被分为“圈”和“弧”2 大类 ,并可归纳为弧、拱圈和交圈 3 种基本形式。统计结果表明 :3 种基本形式的丝圈丝弧所占比例大体为弧 45% ,拱圈 30% ,交圈 25%。与芯层相比 ,表层单丝或单丝片段排列松散 ,线密度较低 ,类似于短纤维纱的毛羽层<sup>[9-10]</sup>。

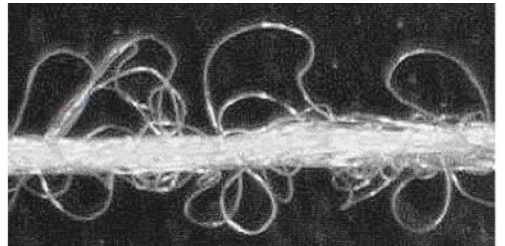


图 4 空气变形纱皮芯结构照片( × 50)

Fig.4 Photo of air textured yarn structure( × 50)

空气变形纱的这种皮芯结构特征与传统短纤维纱线不同。首先 ,短纤维纱线在成纱过程中由于加捻作用使纱线主体形成“壳”结构 ,外紧内松 ;其次 ,短纤维的毛羽层是由伸出纱线主体外的纤维端构成的。

除空气变形纱之外 ,异收缩纱也具有皮芯结构特征 ,如图 5 所示。

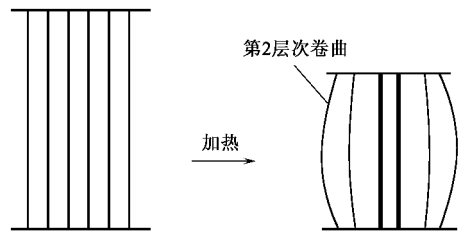


图 5 异收缩变形纱的结构模型

Fig.5 Structure model of differential shrinkage textured yarn

### 2 变形纱皮芯结构的形成

#### 2.1 空气变形加工的纤维转移

空气变形纱的加工是在空气变形机上完成的。空气变形加工过程中平行的化纤长丝束因连续超喂不断产生丝圈和丝弧 ,任意的单丝在形成圈弧之后 ,便继而出现比较紧张的片段 ,这是由于丝圈和丝弧的形成耗用了单丝长度而引起了这一片段受到较大的张力 ,因而单丝会向纱线的内层挤压 ,进入纱线的中心部分 ,但由于随之而来的不断超喂 ,该单丝的长

度又得以积累,张力不断减小,促进单丝的这一段又以丝圈丝弧的形态向纱线的表层转移,这种表层和中心层长丝片段的交替转移,形成了空气变形纱皮芯结构的特征。

## 2.2 异收缩变形加工的纤维转移

异收缩空气变形纱是由异收缩丝经空气变形加工后再进行异收缩变形加工的多重变形纱线,简单的异收缩纱线的组成可分为 2 个部分:一部分为具有高沸水收缩率的长丝;另一部分为具有低沸水收缩率的长丝。在异收缩变形加工过程中,高收缩长丝变短变粗,并不断收缩拉紧向纱线中心转移,而低收缩长丝则由于松弛而向纱线的外层转移,形成丝圈丝弧。对于异收缩长丝的收缩过程,可作简化模型描述:假设固定异收缩长丝圆柱体片一端,另一端呈自由状态,如图 6 中 A 所示,且在热收缩过程中长丝片段始终呈伸直状态,则经热处理后长丝圆柱体自由端将呈现如图 6 中 B 所示按收缩的大小渐次排列的状态。但是,实际上长丝束是个连续体,任何一个端面均须保持平面的状态,如图 6 中 C 所示。因此,在热收缩过程中低收缩长丝片段将受到压缩力,被压缩弯曲形成圈弧向纱外层转移,而高收缩长丝片段则被拉直向纱中心转移。当这种压缩力和拉伸力平衡之后,伸直的长丝片段分布在纱的中心位置,形成纱芯,而形成圈弧的长丝片段则分布在纱的外层,形成具有高膨松度的皮芯结构。如果将低收缩长丝设计为低线密度丝,则会使异收缩变形纱的表层更柔软,光泽更柔和,这是异收缩变形加工方法的优势,但和空气变形纱相比,异收缩空气变形纱的结构缠结度较低,结构稳定性较差。综合上述因素,设计三异(异线密度、异截面、异收缩)空气变形纱是较为理想的选择。

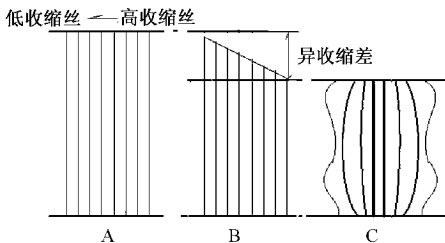


图 6 异热收缩过程

Fig. 6 Process of differential shrinking

## 3 变形纱的皮芯结构参数与测定

变形纱皮芯结构参数包括纱体平均直径、纱芯

平均直径以及丝圈丝弧平均高度等,如图 1 所示。

变形纱的皮芯结构是以处于中心部分较紧密缠结的纱芯和松散分布于表层的丝圈丝弧为基本特征。通过纱线平均直径和纱芯平均直径的测定,可以计算变形纱的膨松度、表观条干均匀度等性能指标。

根据 GB 7243—1987 对纱线毛羽的定义,纱线毛羽是伸出纱线主体外的纤维端或圈,因此可以认为,传统短纤维纱线的毛羽是以伸出纱线主体外的纤维端为主,那么变形纱的毛羽则是以伸出纱体外的丝圈丝弧为主。实验证明,变形纱表层分布的丝圈丝弧具有毛羽的基本特征。

采用美国 LASWON-HEMPHILL 公司的 EIB 电子纱线检测板,纱芯平均直径  $d$  在“外观”状态下检测,纱线平均直径  $D$  在“毛羽”状态下检测。然后计算圈弧高度  $= (D - d)/2$ 。实验数据如表 1 所示。

表 1 变形纱皮芯结构参数

Tab. 1 Structure parameters of textured yarns

| 纱线种类     | 线密度/<br>tex | $D$ /<br>mm | $d$ /<br>mm | 圈弧高度/<br>mm | 备注   |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 纯棉纱      | 22.60       | 0.42        | 0.21        | 0.10        | 工厂采集 |
| 纯毛纱      | 20.30       | 0.47        | 0.23        | 0.12        | 工厂采集 |
| 空气变形纱    | 21.86       | 0.55        | 0.28        | 0.14        | 自制   |
| 异收缩空气变形纱 | 21.63       | 0.54        | 0.30        | 0.10        | 自制   |

在纱线线密度相同或相近的条件下,空气变形纱和短纤维纱相比较具有较大的纱体平均直径和纱芯平均直径,因此具有较高的纱线膨松度。实验结果表明,空气变形纱的表观条干 CV 值、毛羽指数或毛羽值 ( $H$ ) 及其分布已与短纤维纱线接近,极大地改善了变形纱的表面状态<sup>[9-10]</sup>。

## 4 结 论

1) 变形纱中,空气变形纱和异收缩变形纱具有皮芯结构,仿短纤维纱的效果显著,其芯层结构纤维排列紧密,线密度高,较为硬挺,起到“身骨”的作用;皮层结构则由丝圈和丝弧构成,膨松且柔软,具有类似于短纤维纱毛羽层的作用。因而其仿短纤维纱效果显著。

2) 变形纱皮芯结构的形成,是化纤长丝在变形加工过程中通过单丝片段的内外转移实现的。对于空气变形纱而言,是采用了复丝超喂的原理;对于异收缩变形纱而言,则是采用热(沸水)异收缩原理。

3) 变形纱的皮芯结构参数主要有纱线平均直

径、纱芯平均直径和丝圈丝弧高度。通过皮芯结构参数的测定,可以得到变形纱蓬松度、变形纱条干均匀度以及变形纱毛羽的各项特性指标,对进一步研究变形纱的性能有意义。

FZXB

## 参考文献:

- [ 1 ] 叶齐炎. 新型纱线的结构、形态和应用之初探[ J ]. 纺织导报, 1999( 6 ): 36 - 37.  
YE Qiyang. An approach of structure, modality & application of novel yarn[ J ]. China Textile Leader, 1999( 6 ): 36 - 37.
- [ 2 ] 孔彩珍, 于修业. 不同纺纱系统纱线的结构与性能分析[ J ]. 上海纺织科技, 2006, 34( 2 ): 4 - 7.  
KONG Caizhen, YU Xiuye. Structure and property analysis of the yarn spun by means of various spinning system[ J ]. Shanghai Textile Science & Technology, 2006, 34( 2 ): 4 - 7.
- [ 3 ] 谢春萍, 杨丽丽, 苏旭中, 等. 紧密赛络纺集聚效果及纱线结构分析[ J ]. 纺织学报, 2007, 28( 3 ): 10 - 12.  
XIE Chunping, YANG Lili, SU Xuzhong, et al. Analysis of compact effect and yarn structure of compact Siro spinning[ J ]. Journal of Textile Research, 2007, 28( 3 ): 10 - 12.
- [ 4 ] 王智. 利用电子检视板( EIB )准确评定纱线外观质量[ J ]. 棉纺织技术, 1999( 7 ): 445 - 447.  
WANG Zhi. Use electroni inspection board ( EIB ) on the appearance evaluation of yarn with accuracy[ J ]. Cotton Textile Technology, 1999( 7 ): 445 - 447.
- [ 5 ] 叶海民, 姜岩, 高亚英, 等. 用 EIB 对变形纱线直径变化特征的测试[ J ]. 东华大学学报: 自然科学版, 2007, 33( 1 ): 62 - 65.  
YE Haimin, JIANG Yan, GAO Yaying, et al. Testing on

diameter s distribution of textured yarn by EIB[ J ]. Journal of Donghua University : Natural Science Edition, 2007, 33( 1 ): 62 - 65.

- [ 6 ] 姜岩, 王善元. 变形纱蓬松性能表征与 EIB 测试: 1. 蓬松度的概念与测试[ J ]. 纺织学报, 2008, 29( 1 ): 22 - 25.  
JIANG Yan, WANG Shanyuan. Characterization & EIB testing of the bulkiness property of yarn : 1. the notion and the testing of bulkiness[ J ]. Journal of Textile Research, 2008, 29( 1 ): 22 - 25.
- [ 7 ] MUKHOPADHYAY A, KAUSHIK R C D, KATHARI V K. Methods of measuring textured yarn bulk[ J ]. The Indian Textile Journal, 2000, 110( 8 ): 9 - 14.
- [ 8 ] 王善元. 变形纱[ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992: 263 - 274.  
WANG Shanyuan. The Textured Yarn[ M ]. Shanghai : Shanghai Science and Technology Publish House, 1992 : 263 - 274.
- [ 9 ] 姜岩, 王善元. 空气变形纱毛羽的测试方法[ J ]. 东华大学学报: 自然科学版, 2007, 33( 5 ): 665 - 667.  
JIANG Yan, WANG Shanyuan. Air-jet textured yarn hairiness testing methods [ J ]. Journal of Donghua University : Natural Science Edition, 2007, 33( 5 ): 665 - 667.
- [ 10 ] 姜岩. 异收缩丝空气变形( 多重变形 ) 加工成纱结构与性能[ D ]. 上海: 东华大学, 2006.  
JIANG Yan. The structure and properties of differential shrinkage multi-filament air-jet texturized yarn [ D ]. Shanghai : Donghua University, 2006.