

# 应用 MK-V 型热收缩仪对纤维材料热收缩性的试验研究

刘燕生<sup>1</sup>, 潘 革<sup>1</sup>, 李铁成<sup>1</sup>, 段文亮<sup>2</sup>, 朱瑞英<sup>2</sup>,

(1. 北京首创轮胎有限责任公司, 北京 100096; 2. 中国神马集团有限责任公司, 河南 平顶山 467000)

**摘要:**介绍了英国 Testite 公司生产的 MK-V 型热收缩仪的基本特性以及在轮胎纤维材料的入厂检验、纤维材料的覆胶工艺确定及纤维材料热性能研究等方面的应用。指出 MK-V 型热收缩仪是一种多用途的仪器, 操作简单、实用性较强, 可广泛用于对多种不同种类纱线的热性能测定。

**关键词:**热收缩仪; 纤维帘线; 热性能

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+</sup>9; TQ330.4<sup>+</sup>92 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2002)09-0565-04

MK-V 型热收缩仪是由英国 Testite 公司生产的, 广泛应用于多种不同种类纱线的热性能测定。例如: 单股金属丝、锦纶、聚酯和棉线等纤维。本文介绍了 MK-V 型热收缩仪的基本性能以及应用情况, 以供有关厂商和技术人员参考。

## 1 热收缩仪的基本特性

Testite 公司生产的 MK-V 型热收缩仪最初是用来检测轮胎帘线在不同温度下的收缩情况。它安装有专门设计的加热元件, 为两隔热板之间整个空气层的加热温度均匀一致提供了保障。随着科技的发展, 该仪器也进行了改进, 增加了一些控制单元, 并可与计算机连接, 为较大的记录仪提供输出。该仪器操作简单, 实用性强, 现在已被广泛应用于对多种不同种类纱线的热性能测定, 即测定给定温度下的热收缩率初值(指在试验温度下帘线产生的收缩率值)、残值(指在离开试验温度回到室温下帘线产生的永久的收缩率值)和热收缩力值(指在试验温度下使帘线长度保持不变而需要的力)。

MK-V 型热收缩仪采用接触方式输入测试要求的时间、测量值范围和打印要求等条件。试验温度范围 20 ~ 250, 偏差  $\pm 0.25$ ; 收缩

率的测试范围  $-5\% \sim +32.5\%$ ; 计时器的设定范围 0 ~ 99.9 min; 收缩力的设定范围 0 ~ 25 N 或 0 ~ 100 N。热收缩率的测定结果除了可以由屏幕显示, 还可由设备自带的内部小型打印机打出准确的结果图形和数据。该仪器测试精度高、试验误差小, 有效地减少了人为误差。

北京首创轮胎有限责任公司使用此仪器已多年, 主要是对子午线轮胎用改性锦纶 66 帘线进行入厂检验, 测其热收缩率和热收缩力。对锦纶 6 帘线和聚酯帘线等也做了有关的测试和研究。

## 2 轮胎纤维材料的入厂检验

在 2000 年由神马集团有限责任公司负责起草的“锦纶 66 浸胶帘布标准”征求意见稿中, 规定了锦纶 66 浸胶帘布热收缩率有两种检测方法, 一种是采用 MK-V 型热收缩仪进行检测。实验条件为: 检测温度 160; 检测时间 2 min; 预加张力  $(0.5 \pm 0.05) \text{ cN} \cdot \text{tex}^{-1}$ ; 测量锦纶 66 浸胶帘布热收缩率初值为帘布热收缩率。另一种检测方法是烘箱法, 实验条件为: 检测温度 150; 检测时间 30 min; 预加张力  $(0.5 \pm 0.05) \text{ cN} \cdot \text{tex}^{-1}$ ; 测量锦纶 66 浸胶帘布热收缩率残值为帘布热收缩率。比较两种方法可以看出, 采用烘箱法费时费力, 而仪器法则减小了人为因素对试验数据的影响。

在国标修订过程中, 为确定两种试验方法数

作者简介: 刘燕生(1962-), 男, 北京人, 北京首创轮胎有限责任公司高级工程师, 从事轮胎胶料配方设计和工艺管理工作。

据之间的相关性组织了专题研究,选择一段时间内连续生产的帘线进行试验和分析。自 1998 年 8 月 8 日至 10 月 15 日,检测了 930dtex/2, 1400dtex/2, 1400dtex/3, 1870dtex/2 和 2100dtex/2 等规格品种的帘线,每个品种均测试了 31 批,总数据达 11 690 个,基本消除了偶然因素的影响并对这些数据进行了统计分析,得到了一系列有实际指导意义的数据。轮胎厂家最常用的 3 种不同锦纶 66 帘线采用仪器法和烘箱法测试的统计结果见图 1。从图 1 可以看出,这两种不同的方法对帘线的测试结果极为相近,帘线的使用厂家在入厂检验中不会因采用不同的方法而出现问题。

在对不同帘线采用仪器法和烘箱法测试的过程中按照标准应采用的预加张力为  $(0.5 \pm 0.05)$

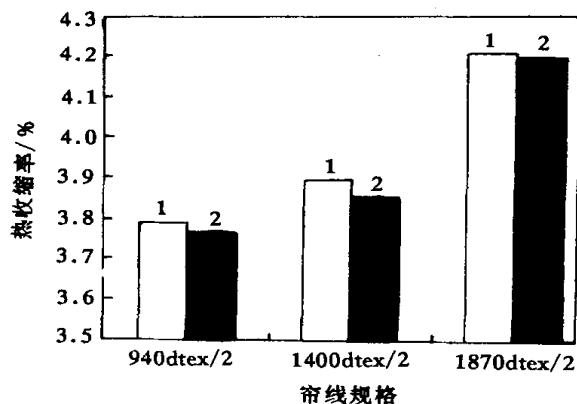


图 1 测试方法对锦纶 66 帘线热收缩率的影响

1—烘箱法;2—仪器法

$\text{cN tex}^{-1}$ 。由于有些轮胎厂家使用仪器法测试时有特殊要求而不采用标准的预加张力,因此研究了预加张力的对锦纶 66 帘线热收缩率初值的影响。采用仪器法(实验条件为  $160 \times 2 \text{ min}$ )在不同预加张力下对锦纶 66 帘线热收缩率初值测试的结果见图 2。从图 2 可看出,仪器法测试的帘线的热收缩率初值与预加张力有着密切的关系,在试验范围内,随着预加张力的增大,帘线的热收缩率初值呈线性下降趋势。因此,只要生产厂家和使用厂家协调一致,采用同样的测试条件,就会取得一致的测试结果。

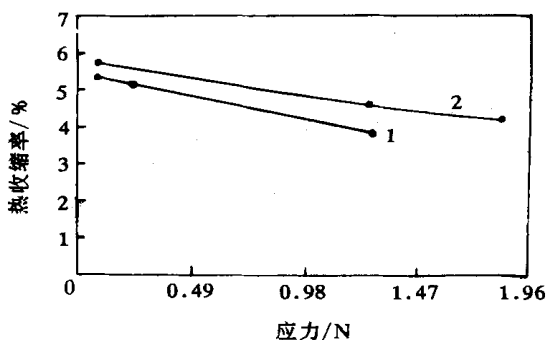


图 2 预加张力对锦纶 66 帘线热收缩率初值的影响

1—1400dtex/2;2—1870dtex/2

由于在仪器法测试的过程中按照标准采用  $160 \times 2 \text{ min}$  的试验条件,因此研究了试验时间对锦纶帘线热收缩率初值和残值的影响。时间对 1870dtex/2 规格锦纶 6 和锦纶 66 帘布的热收缩率的影响见图 3。

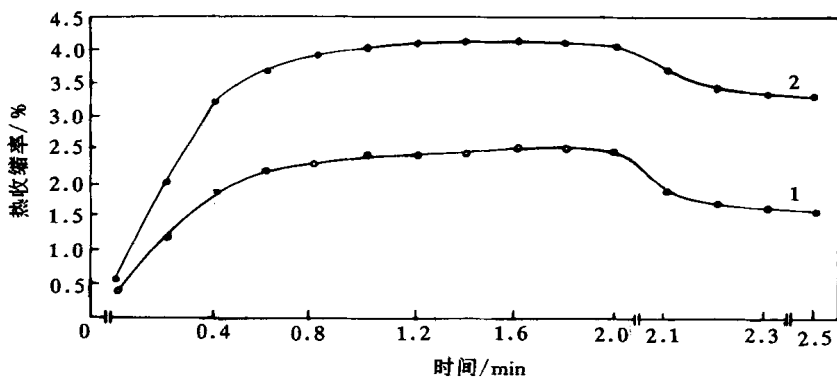


图 3 试验时间对 1870dtex/2 锦纶帘布热收缩率的影响

1—锦纶 66;2—锦纶 6

从图3可以看出,对于1870dtex/2规格锦纶6或锦纶66帘布,试验开始时收缩率急剧变化,当达到1 min后基本平衡,也就是说采用2 min的试验时间完全可以表征锦纶帘线的热收缩率初值;锦纶帘线离开试验温度回到室温时,产生的永久变形在0.2 min内即可达到平衡状态,所以选择0.5 min的试验条件完全可以表征锦纶帘线的热收缩率残值的特性。对轮胎用的其它常用规格锦纶6和锦纶66帘线的测试,所得结果与图3是一致的。

从图3还可以看出,锦纶6和锦纶66的热收缩率初值和残值是不同的。锦纶66比锦纶6的热收缩率初值小约40%,热收缩率残值小约50%,这说明锦纶66帘线的热尺寸稳定性比锦纶6帘线好。

美国材料测试协会的ASTM D 4974标准也规定了使用此类热收缩仪对纤维材料进行热收缩率测定的方法。

### 3 锦纶帘布压延覆胶工艺的确定

锦纶帘线是热敏感型的材料,在不同的温度下,热收缩率和热收缩力是不同的。提高锦纶帘布压延张力有利于减薄覆胶帘布,节省原材料,提高帘线定伸应力和尺寸稳定性以及改善轮胎性能,国内许多人都对此进行过研究<sup>[1,2]</sup>。在确定锦纶帘布压延覆胶工艺时,要保证帘线在压延过程中不产生收缩(或略有伸长),否则帘线的强伸曲线将会改变,定伸应力下降。因此在整个压延过程中对帘布张力的控制是非常重要的,张力是锦纶帘布压延工艺中很重要的参数之一。为了达到上述目的,应使压延张力大于帘线的热收缩力。

锦纶帘布压延张力的确定一般有两种方法,它们是相互补充的。一种是根据压延前后帘线的长度变化确定其张力,即通过试验测量覆胶前帘线的长度并与覆胶后帘线的长度相比较,若帘线收缩则说明压延张力不足。以200 m每轴的覆胶帘线为例,一般覆胶后帘线应拉长1 m左右,即拉伸率为0.3%~0.8%,这种条件下的压延张力设定是比较合适的。另一种方法是测量压延温度条件下单根锦纶帘线产生的热收缩力,单根锦纶帘线的热收缩力乘以整幅帘线的根数,即为总的收

缩力。设定的压延张力要大于总的收缩力。

不同温度条件对1870dtex/2锦纶6和锦纶66帘线热收缩力的影响见图4。从图4可以看出,同规格帘线锦纶6的热收缩力比锦纶66大。在试验温度范围内,随着温度的上升,锦纶帘线的热收缩力几乎呈线性上升趋势。

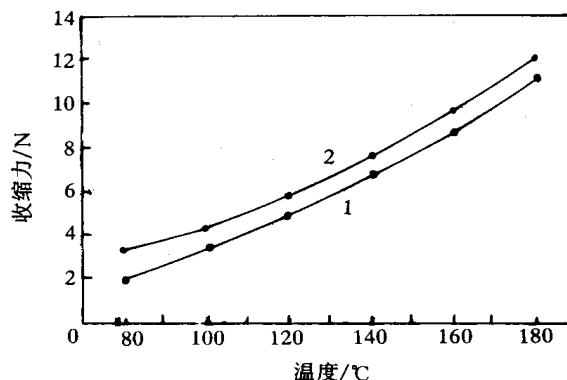


图4 温度对1870dtex/2锦纶帘线热收缩力的影响

注同图3

几种常用规格的改性锦纶66帘线热收缩力随温度变化的曲线见图5。从图5可以看出,随着帘线密度的增加,其热收缩力曲线呈线性上升。锦纶帘线是热敏感型材料,通过试验可知温度与热收缩力之间是相关的。中国橡胶工业协会轮胎分会编制的《斜交轮胎工艺技术若干规定》规定了各种常用帘布在 $(110 \pm 5)$  条件下的压延张力,由于各个厂家的设备不同,若采用低于此温度条件压延同规格帘布应选择低于“工艺100条”规定的张力条件;若采用高于此温度条件压延同

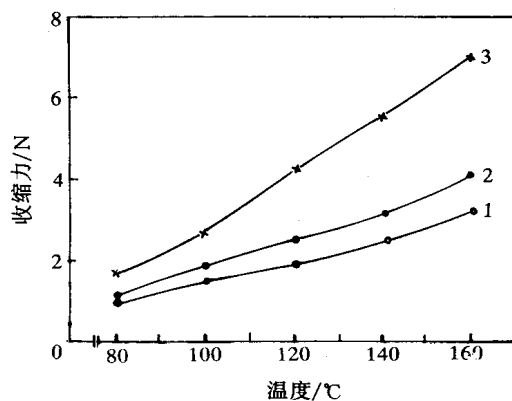


图5 温度对各种改性锦纶66帘布热收缩力的影响

1—700dtex/2; 2—940dtex/2; 3—1400dtex/2

规格帘布应选择高于“工艺 100 条”所规定的张力条件。

#### 4 纤维材料热性能研究

采用热收缩仪对几种不同的纤维材料的热性能进行了研究。不同温度条件下对 1870dtex/2 锦纶 6 和锦纶 66 帘线热收缩率初值的影响见图 6。从图 6 可以看出,在试验温度范围内锦纶帘线的热收缩率随着温度的提高而相应地提高。无论是在压延温度、硫化温度下,还是在使用温度下,锦纶 66 的热收缩率初值比锦纶 6 小,即锦纶 66 的尺寸稳定性比锦纶 6 好。

在 120℃ 下,试验时间对热收缩力的影响见

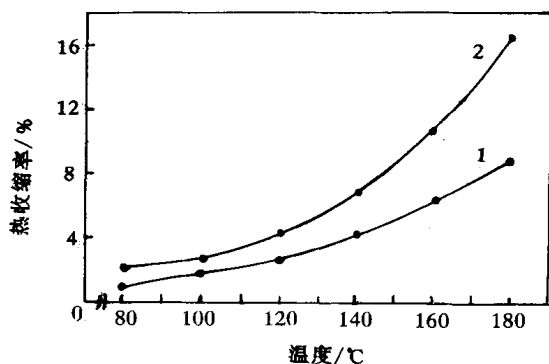


图 6 温度对 1870dtex/2 锦纶帘线热收缩率初值的影响

注同图 3

图 7。从图 7 可以看出,锦纶帘线对试验时间极为敏感,试验中锦纶帘线在 0.4 min 内急剧变化,热收缩力呈线性上升。当试验时间达 0.8 min 以上,锦纶帘线的热收缩力基本趋向平衡状态。从图 7 还可以看出锦纶 66 的热收缩力比锦纶 6 小 20 % 左右。

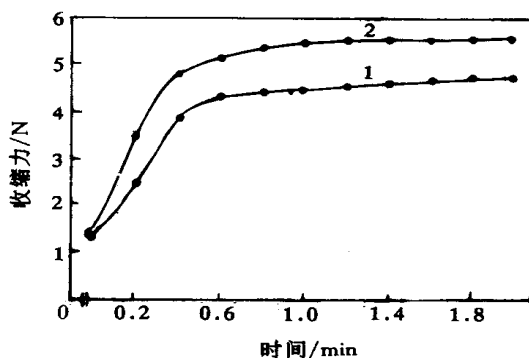


图 7 120℃ 下试验时间对 1870dtex/2 锦纶帘线热收缩力的影响

注同图 3

对高模低缩型聚酯帘线的热性能也进行了研究,测试了在不同温度条件下帘线的热收缩率初值、残值和热收缩力的变化(结果见表 1);同时研究了不同受热时间对聚酯帘线热性能的影响,得到了一系列有指导意义的数据。

表 1 温度对 1100dtex/2 高模低缩聚酯帘线热性能的影响(预加张力 0.25 N)

| 项 目       | 温度/°C |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 80    | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| 热收缩率初值/ % | 0.1   | 0.4 | 1.2 | 1.5 | 1.9 | 2.5 | 3.7 |
| 热收缩率残值/ % | 0.0   | 0.3 | 0.9 | 1.3 | 1.8 | 2.3 | 3.4 |
| 热收缩力/cN   | 70    | 170 | 220 | 240 | 260 | 295 | 330 |

#### 5 结语

综上所述,MK-V 型热收缩仪是一种多用途的仪器,操作简单、实用性强,广泛应用于多种不同种类纱线的热性能测定。它适合于轮胎纤维材料的生产和使用厂家进行出厂及入厂检验、确定轮胎纤维材料的覆胶工艺和纤维材料热性能研究等方面的应用。

致谢 在此专题试验过程中得到北京首创轮胎有

限责任公司和中国神马集团有限责任公司领导的支持和试验室有关人员的大力协助,特此致谢!

#### 参考文献:

- [1] 郑竹洲. 锦纶帘线压延张力的研究[J]. 橡胶工业, 1987, 34(5): 27-32.
- [2] 张福良. 提高锦纶帘布压延张力的探讨[J]. 橡胶工业, 1987, 34(10): 11-14.

第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文