

# 高模量低收缩聚酯帘线的开发与应用

张清水<sup>1</sup>,张金德<sup>2</sup>,黄 凯<sup>2</sup>,陈振宝<sup>1</sup>

(1. 北京橡胶工业研究设计院,北京 100039;2. 无锡太极实业股份有限公司,江苏 无锡 214024)

**摘要:**介绍了高模量低收缩聚酯帘线的开发与应用情况。采用性能优异的尺寸稳定型聚酯帘线替代人造丝和标准型聚酯帘线生产轻载及轿车子午线轮胎,可提高产品质量和实现轻量化,而且可简化生产工艺,提高生产效率,使轮胎的生热降低、节油率提高、操纵稳定性好。

**关键词:**轮胎;高模量低收缩聚酯帘线;开发;应用

中图分类号:TQ330.38<sup>+</sup>9 文献标识码:B 文章编号:1006-8171(2001)03-0153-04

## 1 高模量低收缩聚酯帘线的发展概况

随着世界轮胎工业的飞速发展,发达国家的轮胎子午化率几乎达到 100%,而无内胎子午线轮胎因具有更低的滚动阻力、更小的噪声、更高的耐磨性和更好的操纵稳定性,成为新一代子午线轮胎的发展方向。

高性能骨架材料的开发和应用是提高子午线轮胎质量的重要措施之一。以往广泛使用的标准型聚酯帘线已不能满足高质量轮胎的性能要求,而且人造丝帘线因受到资源、环境以及价格等因素的制约,用量也在不断减小。

高模量低收缩聚酯帘线(即尺寸稳定型聚酯帘线,简称 DSP 帘线)与标准型聚酯帘线相比,具有模量高、收缩率低的特点,可以提高子午线轮胎的耐疲劳性,降低轮胎行驶生热,有利于提高轮胎的使用寿命和高速性能,而且轮胎的节油率高、操纵稳定性好、乘坐舒适,在轿车子午线轮胎硫化时可采用高温硫化,省去了硫化后充气工序,从而可减少设备投资和提高生产效率。

DSP 帘线自问世以来一直受到轮胎厂家的青睐,其市场占有率在不断增加,世界发达国家在轿车及轻型载重车子午线轮胎中已广泛使用 DSP 帘线替代人造丝帘线作骨架材料。

目前,美国、日本、西欧的聚酯帘线在轿车子午线轮胎胎体用帘线中的占有率分别为 98%,90%和 20%,其中,DSP 帘线所占份额分别为 80%,92%和 65%。

美国联信公司开发的 DSP 帘线重点提高了模量、降低了收缩率,其性能达到人造丝帘线的水平,并具有比人造丝更高的断裂强力,使欧洲使用人造丝的传统发生了变化(如图 1 所示),而且其 DSP 帘线产量也在不断扩大,如图 2 所示。

20 世纪 90 年代,美国联信公司研制成功了以提高帘线强度为主要目的新型 DSP 帘线;日本和韩国亦先后开发出了同类产品;荷兰阿克苏诺贝尔公司开发出了标准型聚酯、高模量低收缩型聚酯和高模量超低收缩聚酯帘线,商品牌号分别为 Diolen 183,Diolen 1125T 和 Dev 453。

近年来,我国橡胶工业用骨架材料发展较

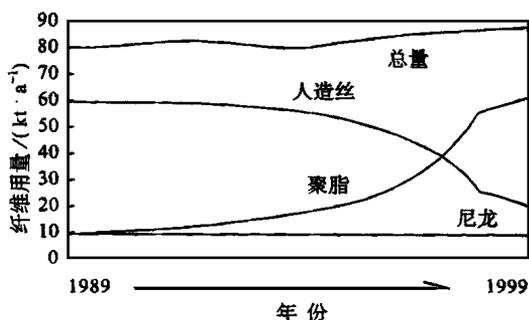


图 1 欧洲轿车轮胎用纤维用量

作者简介:张清水(1961-),男,吉林梅河口人,北京橡胶工业研究设计院高级工程师,硕士,主要从事轮胎帘线的研究与开发工作。

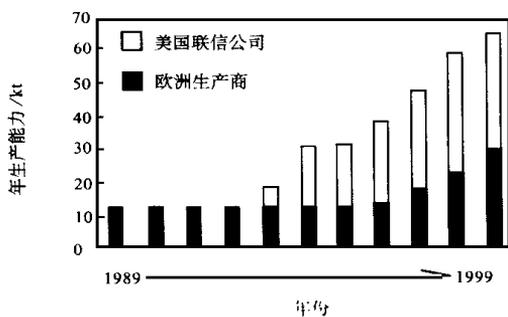


图2 美国联信公司 DSP 帘线生产能力

迅速,20世纪80年代后期至90年代初,我国先后引进了10余条标准型聚酯工业丝生产线,年生产能力超过2万t。1995年,我国部分轮胎厂开始尝试少量使用进口DSP浸渍帘布;潍坊大龙化纤公司已从国外进口DSP工业丝进行帘布加工、浸渍处理;广东开平涤纶厂也已与美国联信公司合资,从国外进口DSP工业丝生产DSP帘布;无锡太极实业股份有限公司自行开发成功DSP工业丝,并生产DSP帘布;上海金山石化涤纶厂也已引进设备开发生产DSP工业丝。

## 2 DSP 帘线的开发

### 2.1 DSP 工业丝的生产

DSP工业丝的生产工艺有一步法和二步法。一步法与二步法工艺相比,生产设备占地面积小、生产效率高、产品质量好、生产成本较低,因此大部分生产厂采用一步法生产工艺。例如,美国联信、Hoechst Celanese、阿克苏等公司采用一步法,而德国Zimmer公司则采用二步法。

无锡太极实业股份有限公司的聚酯纺丝生产设备是从国外引进的一步法生产装置,原设计为生产标准型和低收缩型聚酯工业丝,其卷绕速度较低。为此,研究出了采用较低的纺丝卷绕速度生产DSP工业丝的工艺方法。

#### (1) 热定型生产工艺的确定

采用高温紧张热定型的生产工艺,高温定型可提高纤维的结晶速度,紧张定型可降低纤维大分子的解取向。即采用较低的纺丝速度、较高的拉伸倍数,使纤维获得较高的分子取向度和一定的结晶度,然后再采用高温紧张热定

型,进一步增加纤维的结晶度,降低纤维大分子的解取向,这样既可使纤维保持一定的模量,又可减小纤维的干热收缩率。

#### (2) 喷丝头后拉伸倍数的确定

由于纺丝速度不能太高,因此采取了提高熔体喷丝头拉伸倍数的方法来提高纤维的取向度。采用的办法是增加喷丝板的喷丝孔数,即降低单丝纤度,这样不仅可提高纤维的取向度,以增大纤维的模量,还可使纤维柔性增加,抗疲劳性能提高,纤维的皮芯差异减小。

#### (3) 聚酯切片特性粘度的确定

在一定的粘度范围内,聚酯切片的粘度变化对纤维的强度影响不大,但对纤维的模量和干热收缩率影响较大,粘度越高,纤维的模量也越高,相应的干热收缩率也高。

通过综合考虑各工艺因素对纤维性能的影响,筛选出较为合理的纺丝工艺参数,生产出综合性能优异的DSP工业丝,几种DSP工业性能对比见表1。

表1 DSP工业丝性能对比

项 目	样品编号					
	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>	6 <sup>#</sup>
长丝纤度/dtex	1 100	1 100	1 670	1 700	1 100	1 670
断裂强力/N	75.5	73.8	107.1	94.9	81.0	123.9
44 N定负荷伸						
长率/%	5.5	6.3	—	—	5.7	—
66 N定负荷伸						
长率/%	—	—	6.7	6.8	—	5.2
断裂伸长率/%	9.7	10.8	11.5	12.3	11.3	11.7
干热收缩率/%	3.0	5.4	5.2	3.6	4.3	4.1
定伸应力/(cN·dtex <sup>-1</sup> )						
1%	0.82	0.73	0.60	0.72	1.11	1.11
5%	3.58	2.91	2.76	2.65	3.54	3.84
端羧基质量分数	0.12	0.18	0.19	0.17	0.13	0.13

注:1<sup>#</sup>为德国Hoechst公司生产的TREVIRA 745 HMLS型聚酯工业丝;2<sup>#</sup>和3<sup>#</sup>为美国联信公司生产的1X30 DSP工业丝;4<sup>#</sup>为美国联信公司生产的1X40 DSP工业丝;5<sup>#</sup>和6<sup>#</sup>为无锡太极实业股份有限公司生产的DSP工业丝。干热收缩试验条件为177 ×2 min,0.044 cN·dtex<sup>-1</sup>。

从表1可以看出,无锡太极实业股份有限公司样品的断裂强力最高,综合性能优于美国联信公司1X30和1X40样品。与德国Hoechst公司样品性能相近,特别是产品的端羧基质量分数较低,对防止帘线在轮胎中的胺解,提高帘

线强力利用率和轮胎使用寿命非常有利。

## 2.2 DSP 帘线的浸渍

高模量低收缩聚酯浸渍帘布的生产工艺流程和普通浸渍帘布并无区别,其关键质量指标是定负荷伸长率和干热收缩率。

在浸渍生产时,增大帘布张力(即提高拉伸

倍数)能提高帘线的模量,但同时也增大了帘线的干热收缩率;提高帘布浸渍时的热处理温度能降低帘线的干热收缩率,但帘线的模量也会有所下降。因此,在 DSP 帘布的浸渍过程中应严格控制温度、张力和时间。几种 DSP 浸渍帘线的性能比较见表 2。

表 2 DSP 浸渍帘线性能对比

项 目	样品编号										
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#
帘线结构/dtex	1670/2	1100/2	1670/2	1100/2	1670/2	1100/2	1670/2	1100/2	1100/2	1100/2	1670/2
断裂强力/N	220.4	145.9	204.4	148.8	219.2	149.5	218.9	141.4	138.9	139.2	218.5
44 N 定负荷伸长率/%	—	4.0	—	4.0	—	4.0	—	4.6	4.2	4.1	—
66 N 定负荷伸长率/%	3.8	—	5.7	—	5.4	—	4.7	—	—	—	5.1
断裂伸长率/%	14.2	14.8	15.8	15.1	17.4	15.1	16.1	15.7	15.2	13.8	16.3
断裂强力不匀率/%	1.2	1.6	4.3	3.2	2.3	5.0	2.5	3.1	1.3	1.3	2.3
断裂伸长率不匀率/%	3.1	5.1	5.7	3.2	3.3	9.7	4.0	5.5	2.6	2.9	3.7
干热收缩率/%	3.7	3.2	1.7	4.6	3.5	2.8	2.9	2.3	2.6	3.1	2.4
H 抽出力/(N·cm <sup>-1</sup> )	174.0	135.7	138.1	140.4	173.2	135.6	168.2	134.0	133.5	135.2	178.4
5%定伸应力/ (cN·dtex <sup>-1</sup> )	2.51	2.39	2.02	2.40	1.92	2.43	2.12	2.17	2.36	2.40	2.16
定负荷伸长率+干 热收缩率/%	7.5	7.2	7.2	8.6	8.9	6.8	7.6	6.9	6.8	7.2	7.5

注:干热收缩试验条件为 177 ×2 min,0.008 8 cN·dtex<sup>-1</sup>。1#为阿克苏公司样品;2#和 3#为印尼产 DSP 样品;4#和 5#为日本帝人公司样品;6#和 7#为韩国 Kolon 公司样品;8#和 9#分别为美国联信公司 1X30 和 1X50 样品;10#和 11#为无锡太极实业股份有限公司 DSP 样品。

从表 2 可以看出,无锡太极实业股份有限公司生产的 DSP 浸渍帘线样品具有较好的尺寸稳定性,因此,在中速纺丝设备上,依靠国内自己的技术力量和技术软件,完全有能力生产出与国外优质产品性能相当、符合用户要求的 DSP 帘布。

## 3 DSP 帘线在轮胎中的应用

我们选用了无锡太极实业股份有限公司的 1670dtex/2 规格 DSP 帘线在山东荣成橡胶厂试制了 205/55VR15 规格的高性能子午线轮胎,并进行了轮胎成品性能测试。

在轮胎试制过程中,通过压延张力的有效调整,保证了压延后帘线具有较好的性能,压延前后帘线性能见表 3。

根据帘线性能,调整施工参数,试制出性能全面符合国家标准的高性能子午线轮胎,轮胎成品性能见表 4。

表 3 压延前后帘线性能

性 能	压延前	压延后
断裂强力/N	213.7	225.0
66 N 定负荷伸长率/%	4.2	4.0
断裂伸长率/%	14.1	15.6
干热收缩率/%	1.2	—
H 抽出力/(N·cm <sup>-1</sup> )	177.0	—

注:干热收缩试验条件为 177 ×2 min,0.008 8 cN·dtex<sup>-1</sup>。

表 4 轮胎成品性能

项 目	实测值	国家标准
断面宽/mm	210.5	214 ±7.49
外直径/mm	610.2	607 ±6.07
负荷下静半径/mm	277.7	~279
耐久性能/h	120(轮胎未坏)	34
高速性能/(km·h <sup>-1</sup> )	240(轮胎未坏)	240
水压爆破倍数	11.4	7
轮胎压穿强度/J	427(轮胎未坏)	295

## 4 结语

采用性能优异的 DSP 帘线替代人造丝帘

线和标准型聚酯帘线生产轻载及轿车子午线轮胎,可提高产品质量和实现轻量化,使用时轮胎生热低、节油率高、操作稳定性好、乘坐舒适,而且在轿车轮胎生产时可采用高温硫化,省去硫化后充气工序,有利于提高生产效率,具有显著

的经济效益和社会效益。对 DSP 帘线的开发应用已势在必行,DSP 帘线具有很强的市场竞争力和广阔的推广、应用前景。

第 11 届全国轮胎技术研讨会论文

## Development and application of HMLS polyester cord

ZHANG Qing-shui<sup>1</sup>, ZHANG Jin-de<sup>2</sup>, HUANG Kai<sup>2</sup>, CHEN Zhen-bao<sup>1</sup>

(1. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100039, China; 2. Wuxi Taiji Industrial Co., Ltd., Wuxi 214024, China)

**Abstract:** The development and application of HMLS polyester cord are described. The processing technology is simplified, the productivity is increased, the tire quality and handling stability are improved, and the tire weight is reduced, thus the heat build-up and fuel consumption of tire are also reduced by replacing the rayon cord or the conventional polyester cord with DSP in radial light truck and passenger car tires.

**Key words:** tire; HMLS polyester; DSP