

改性锦纶 66 与高模量低收缩聚酯帘线 在半钢子午线轮胎中的应用对比

黄 炜,王明珠,高云雪,王立国,赵 颀

(北京首创轮胎有限责任公司,北京 100085)

摘要:对改性锦纶 66 帘线和 DSP 帘线的性能及应用进行对比试验。试验结果表明,DSP 帘线的耐热性和尺寸稳定性优于改性锦纶 66 帘线;聚酯帘线用作胎体骨架材料时,成品轮胎的高速性能和耐久性能均达到并超过设计要求,在高速和耐久试验中,轮胎表面温升高于改性锦纶 66 胎体轮胎。

关键词:改性锦纶 66 帘线;DSP 帘线;半钢子午线轮胎;胎体骨架材料

中图分类号:TQ342⁺.12;TQ342⁺.2;TQ336.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)10-0602-04

锦纶和聚酯帘线是目前半钢子午线轮胎中主要的纤维骨架材料。受价格和性能以及环保等问题的影响,聚酯的用量越来越大。

目前,世界轮胎纤维帘线的年产量约为 95 万 t,其中聚酯近 28 万 t,占 29%,美国消耗最多;锦纶为 62 万 t,占 65%,以远东地区消耗最多,约占全世界总消耗量的 50%;人造丝为 5.7 万 t,占 6%,以西欧地区为主,占总消耗量的 63%。由于高模量低收缩尺寸稳定型聚酯(DSP)的开发以及一直在进一步改进其尺寸稳定性方面的努力,使得聚酯帘线在速度级别较低的 S 和 T 级轿车轮胎中正在取代人造丝。DSP 帘线的两种性能非常重要,即强力和尺寸稳定性。

国内半钢子午线轮胎主要以改性锦纶 66 和 DSP 帘线为胎体骨架材料,国内各大轮胎公司对这两种胎体骨架材料的使用都有一些尝试,我公司早期引进的半钢子午线轮胎产品是以改性锦纶 66 为胎体骨架材料,为了满足市场的需求,从 2000 年年底开始进行使用 DSP 帘线生产半钢子午线轮胎的试验。目前,DSP 帘线已在多规格轮胎产品中得到应用。

1 实验

1.1 主要原材料

1400dtex/2 锦纶 66 浸胶帘布,中国神马集

作者简介:黄炜(1968-),女,江苏江阴人,北京首创轮胎有限责任公司高级工程师,学士,主要从事原材料及配方设计工作。

团有限责任公司产品;1100dtex/2 聚酯浸胶帘布和 1670dtex/2 聚酯浸胶帘布为市售工业品。

1.2 性能测试

锦纶 66 浸胶帘布和聚酯浸胶帘布物理性能均按 GB 9101—1988 进行测试;轮胎成品试验执行企业标准。

2 结果与讨论

2.1 帘线性能

锦纶具有密度小、强力高、耐冲击、弹性好及耐疲劳性好等特点,但其弹性模量低,在强力作用下变形大,尺寸稳定性差,且是热敏感型材料,热变形大,当汽车高速行驶后停车时轮胎接地处产生局部变形而形成“平点”,影响再启动时的平稳性。聚酯与锦纶相比,其断裂强度、断裂伸长率和耐疲劳性略低,但其抗冲击强度及初始模量比锦纶高,因此尺寸稳定性优于锦纶,其与橡胶的粘合性差、生热较大。

2.1.1 热收缩性能

纤维材料具有较低的热收缩率时,可省去后充气、改善或者避免轮胎出现胎侧凹陷和起鼓。

图 1 所示为两种材料的热收缩性能对比。可以看出改性锦纶 66 帘线热收缩率的初值和残值的差距较大,且随测试温度升高呈上升趋势,在 160 ℃ 以上时,曲线斜率变大,表明改性锦纶 66 帘线的热收缩性能受温度影响增大;聚酯帘

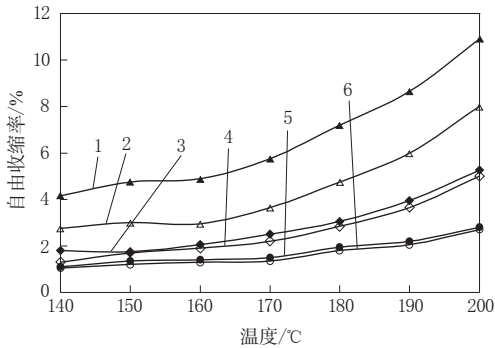


图 1 改性锦纶 66 和聚酯帘线的热收缩率

1—2# 帘线初值;2—2# 帘线残值;3—1# 帘线初值;
4—1# 帘线残值;5—3# 帘线初值;6—3# 帘线残值。
1# 和 3# 帘线为热收缩率不同的两种 1670dtex/2
聚酯帘线;2# 帘线为 1400dtex/2
改性锦纶 66 帘线。

线热收缩率的初值和残值几乎没有差别,且热收缩率曲线随温度变化的斜率变化小于改性锦纶 66,尤其 3# 帘线(DSP)更为明显。

表 1 DSP 帘线与锦纶 66 帘线的性能对比

项 目	1 ¹⁾	2 ²⁾	3 ²⁾	4 ²⁾	5	6	7	8	9
帘线股数	2	2	2	2	2	2	2	2	2
复捻捻度(S)/[捻·(10 cm) ⁻¹]	38.3	43.7	45.2	45.4	36.0	38.0	37.9	37.1	37.1
断裂强力/N	215.5	134.0	144.0	145.0	207.0	210.0	200.0	221.0	211.4
44.5 N 伸长率/%	7.16	5.2	4.9	5.4					
66.6 N 伸长率/%					5.0	5.2	5.3	5.1	5.0
H 抽出力/N	184.4	134.0	140.0	144.0	182.0	214.0	191.0	189.0	182.0
160 ℃ 自由收缩率/%	2.45								
177 ℃ 自由收缩率/%		2.3	2.5	1.8	2.0	2.3	1.3	2.7	2.0

注:1)1400dtex/2 改性锦纶 66 帘线;2)不同厂家 1100dtex/2 聚酯帘线;其余为不同厂家 1670dtex/2 聚酯帘线。

2.2 压延工艺性能

DSP 帘布的覆胶在 S 型四辊压延机上进行,综合压延的各项工艺条件对聚酯帘布覆胶性能的影响后,压延参数设定与改性锦纶 66 帘布相同。覆胶聚酯帘布表面光滑,无脱层、露白等现象,压延后覆胶帘布性能如表 2 所示。

从表 2 可以看出,帘布经过压延后,锦纶帘线热收缩率增大,聚酯帘线热收缩率则略有下降的趋势(与压延张力的设定有关),从覆胶帘布的静态粘合强度可以看出,同种胶料中 5# 聚酯帘线的粘合性能无论老化前还是老化后均高于其它产品。

2.3 成品轮胎性能

单层胎体和双层胎体的两个规格产品分别进

2.1.2 物理性能

帘线的热收缩率和定负荷伸长率反映了帘线的热稳定性及尺寸稳定性。轮胎在高速行驶时尺寸会增大,其中一个主要的原因是骨架材料的尺寸变化,在相同温度下骨架材料的尺寸变化大小主要取决于材料的模量,因此,模量和热收缩的比值是表征骨架材料尺寸稳定性的一个很好的参数,该参数对轮胎的均匀性和操纵性能有很大的影响。

所选用的 DSP 帘线和改性锦纶 66 帘线性能比较如表 1 所示。从表 1 可以看出,聚酯帘线的强力小于改性锦纶 66 帘线,但其模量大于改性锦纶 66 帘线;1670dtex/2 聚酯帘线的 H 抽出力与改性锦纶 66 帘线相近。胶料与 1670dtex/2 聚酯帘线的粘合性能及其耐老化性能如图 2 所示。从图 2 可以看出,在长时间热空气老化后,聚酯帘线与胶料的粘合性能保持良好。

行了锦纶和聚酯胎体轮胎的对比试验,外缘尺寸测试结果如表 3 所示。从表 3 可以看出,聚酯胎体轮胎的断面宽和外直径均小于锦纶胎体轮胎。

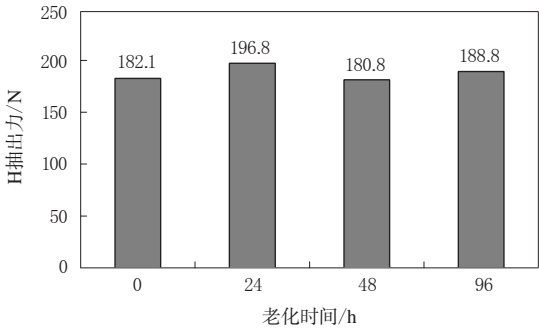


图 2 100 ℃ 热空气下老化时间对 1670dtex/2 聚酯帘线 H 抽出力的影响

表 2 覆胶帘布的性能对比

项 目	1 ¹⁾	2 ²⁾	3 ²⁾	4 ²⁾	5	6	7	8	9
帘线断裂强力/N	220.8	137.0	139.0	143.0	212.0	208.0	200.0	220.0	209.0
44.4 N 伸长率/%	6.3	5.4	7.0	6.9					
66.6 N 伸长率/%					5.8	7.8	6.0	5.0	6.3
160 ℃ 自由收缩率/%	2.8								
177 ℃ 自由收缩率/%		1.9	1.6	1.7	1.4	1.8	1.6	2.7	1.6
静态粘合强度/MPa									
老化前	9.81	9.03	8.88	8.13	9.58	9.14	10.16	8.87	10.55
143 ℃×40 min 老化后	8.37	8.27	8.34	6.87	8.01	7.22	8.21	7.84	9.03

注:同表 1。

表 3 成品轮胎外缘尺寸 mm

项 目	165/70R13 79T		P225/75R15 102S	
	锦纶	聚酯	锦纶	聚酯
外直径	561.6	559.9	717.8	716.6
断面宽	172.4	170.0	233.2	229.7

成品轮胎的高速试验结果如表 4 所示,耐久性试验结果如表 5 所示。可以看出,在两种胎体结构的轮胎中,聚酯帘线用作胎体骨架材料可以达到设计要求,高速性能良好,试验结束后聚酯胎体轮胎的断面宽小于锦纶胎体的轮胎。

表 4 成品轮胎高速试验结果

项 目	165/70R13 79T		P225/75R15 102S	
	锦纶	聚酯	锦纶	聚酯
试验前断面宽/mm	175.7	174.8		
结束速度/(km·h ⁻¹)	220	220	210	210
结束时断面宽/mm	181.2	178.0		
结束状况	完好	完好	完好	胎侧起包

表 5 成品轮胎耐久性试验结果

项 目	165/70R13 79T		P225/75R15 102S	
	锦纶	聚酯	锦纶	聚酯
试验前断面宽/mm	171.2	169.5	230.3	227.9
试验时间/h	120	120	120	120
结束时断面宽/mm	173.8	172.1	231.5	229.0
结束状况	完好	完好	完好	完好

在完成以上各项成品轮胎的测试后,为了对比帘线在机械往复运动后的各项性能保持率,将帘线从经过试验的轮胎中取出,进行物理性能测试,结果如表 6 所示。

从表 6 可以看出,帘线在经过拉伸/压缩的往复式机械运动后,其断裂强力和模量都发生了变化,在高速试验中改性锦纶 66 帘线断裂强力下降率为 4.0%,聚酯帘线下降率为 8.5%;在耐久试

表 6 试验前后胎体帘线性能比较

项 目	胎坯帘线		高速试验后		耐久试验后	
	1 ¹⁾	2 ²⁾	1 ¹⁾	2 ²⁾	1 ¹⁾	2 ²⁾
断裂强力/N	223.2	213.4	214.2	195.2	204.8	183
45 N 伸长率/%	6.0	2.2	6.1	2.6	6.2	2.9
68 N 伸长率/%		4.6		4.8		4.8

注:1)1400dtex/2 改性锦纶 66 帘线;2)1670dtex/2 聚酯帘线。
验中改性锦纶 66 帘线断裂强力下降 8.2%,而聚酯帘线下降 14.2%,表明改性锦纶 66 帘线具有较高的强力和强力保持率,但由于有高温平点,因此很少在高性能轮胎中使用。

在成品轮胎的各项试验中,聚酯胎体轮胎与锦纶胎体轮胎相比,外直径和断面宽较锦纶轮胎稍小。在高速试验中,各阶段聚酯胎体轮胎胎冠、胎侧、胎圈部位表面温度均高于锦纶轮胎相应部位,聚酯轮胎在破坏时有局部熔化现象。改性锦纶 66 和聚酯胎体轮胎均通过了耐久性试验,在试验各阶段,聚酯轮胎胎冠、胎侧、胎圈等部位同时出现表面温度高于锦纶轮胎相应部位的现象。这种在运动状态下表面温度出现的差别主要是由于轮胎在行驶过程中帘线受到压缩/拉伸的往复作用,尤其是轮胎在高速行驶时,帘线的滞后损失使轮胎内部的温升加速,最终使帘线产生热降解,使其断裂强力下降,帘线强度的下降率与帘线本身的耐疲劳性能和滞后损失有直接的关系。两种帘线滞后损失对比如图 3 所示。从图 3 可以看出,在往复拉伸条件下,聚酯材料的滞后损失大于锦纶材料,因此聚酯胎体轮胎在试验过程中,胎体各部位表面温度高于改性锦纶 66 胎体轮胎。

聚酯帘线在 110~140 ℃ 的温度范围内损耗因子及生热速率出现峰值,且应变越大,出现峰值的温度越低。高速行驶中的轮胎或承受较大负荷

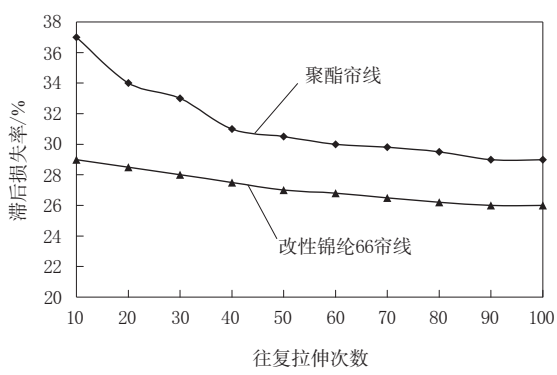


图 3 改性锦纶 66 与聚酯帘线在不同拉伸次数下的滞后损失率

的轮胎通常很容易达到这个温度,此时聚酯帘线的滞后现象很严重,轮胎的生热加剧,使帘线与胶料的粘合力下降,从而发生脱空,这是高速试验中轮胎破坏后出现局部熔化的主要原因。而内部温度升高加速帘线的降解,最终导致轮胎脱层损坏,

直接影响轮胎的使用寿命和高速操纵性能。对于聚酯胎体的轮胎,在设计时必须考虑减小应变、降低生热以及提高散热性能来减轻由生热带来的问题。高温下帘线的强力保持率和滞后损失率对轮胎的操纵性能和安全性能的影响也是聚酯材料在高性能轮胎中应用受到限制的原因之一。

3 结论

- (1)DSP 帘线在耐热性和尺寸稳定性方面优于改性锦纶 66 帘线。
- (2)以聚酯为胎体骨架材料的成品轮胎,其性能完全可以达到并超过设计指标要求。
- (3)以 DSP 为骨架材料的轮胎在成品试验中,轮胎表面温度高于改性锦纶 66 胎体轮胎。
- (4)改性锦纶 66 帘线在强力和强力保持率方面优于聚酯帘线。

第二届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

Comparison of modified nylon 66 cord and HMLS polyester cord in PCR tire

HUANG Wei,WANG Ming-zhu,GAO Yun-xue,WANG Li-guo,ZHAO Qi
(Beijing Capital Tire Co., Ltd,Beijing 100085,China)

Abstract: A comparative test was made on the properties and application of modified nylon 66 cord and DSP cord. The test results showed that the heat resistance and dimensional stability of DSP cord were better than those of modified nylon cord;the tire with DSP carcass ply met the requirements of design interms of speed performance and endurance;and the temperature rising on the surface of tire with DSP carcass ply was higher than that with modified nylon 66 carcass ply in speed performance and endurance tests.

Keywords: modified nylon 66 cord;DSP cord;PCR tire;carcass ply

《中国橡胶》2004 年征订启事

《中国橡胶》由中国橡胶工业协会主办,是中国橡胶行业综合类国内外正式发行期刊。主要栏目有决策参考、市场信息、经营管理、科技资讯、业界英才、环球广角、消息传递、品牌创造、知识长廊、它山之石、协会工作、先进企业等。主要面向橡胶及相关行业生产、技术、营销、管理等方面的中、高级管理人员,兼院校师生以及一切有志于橡胶工业发展的有识之士。

本刊为半月刊,大 16 开。逢 5 和 20 日出版,

国内外公开发行人。国际标准刊号:ISSN 1009-5640;国内统一刊号:CN11-3674/TQ;国外发行代号:1455SM;国内邮发代号:82-184;国内定价:每期 6 元,全年 144 元。全国各地邮局及本刊广告发行部均可订阅。

编辑部地址 北京市海淀区志强园甲 22 号楼;邮编 100088;电话兼传真 (010)62261173;E-mail chinarubber@163.com

欢迎赐稿,欢迎订阅,欢迎广告惠顾!