

聚酯与锦纶66帘布在轿车轮胎冠带中的应用对比

黎宁, 姚志敏, 陈耀华, 王志远, 罗吉良

(万力轮胎股份有限公司, 广东 广州 510940)

摘要:对比研究聚酯与锦纶66帘布在轿车轮胎冠带中的应用。结果表明:与锦纶66帘线相比,聚酯帘线应用于轿车轮胎冠带中性能稍差,需要进行改善;性能改善后聚酯帘线的断裂强度和断裂伸长率均低于锦纶66帘线,初始粘合性能好,但在过硫和受热老化条件下更易降低,定负荷伸长率随着温度的升高从明显低于锦纶66帘线到逐渐与其接近;性能改善后聚酯帘布应用于H速度级别轮胎冠带中是安全的,高速性能及高速耐久性能优于企业标准要求,但会牺牲轮胎的部分高速均匀性。

关键词:聚酯;锦纶66;轿车轮胎;冠带;帘线性能;成品性能

中图分类号:U463.341⁺.4/.6;TQ330.38⁺9

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)04-0252-05

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.04.0252



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎冠带的主要作用是在高速行驶状态下箍紧带束层,帮助带束层克服强大的离心力,减小带束层在径向上的变形,降低带束层在轮胎高速行驶状态下出现脱层破坏的风险^[1]。这就决定了冠带用聚酯帘布需要具备以下基本性能:(1)帘线自身与胶料有良好的粘合性能,并具有很高的耐高温保持率;(2)具有高模量、热收缩性能,以有效减缓变形。

锦纶66帘布具有较高的干热收缩率,行驶过程中会在带束层离心变形的早期,即有离心倾向时就提供稳定的紧缩力,抑制变形发生^[2];而聚酯、人造丝和芳纶等帘布则对带束层早期变形的抑制较弱,实际上是在轮胎开始变形后通过高模量减缓变形^[3-4]。设计的安全性保证了轮胎带束层不会因离心力直接撕扯飞脱胎面^[5];更多的是因变形造成带束层升温过快,性能下降,从而发生轮胎失效。相比之下,锦纶66帘布的干热收缩性能在早期对变形的抑制比后期的减缓作用更为重要。

目前主流的轮胎企业都选择锦纶66帘线做冠带,因为其干热收缩率明显高于其他纤维帘线。芳纶帘线性能优异,但价格过高;人造丝帘线价格

不菲,干热收缩率低,模量与聚酯帘线相当;聚酯帘线的模量明显高于锦纶66帘线,拉伸强度接近,且成本低于锦纶66帘线。本工作对聚酯与锦纶66帘布在轿车轮胎冠带中的应用进行对比研究。

1 聚酯帘线的性能改善

为更好地满足冠带的应用需求,目前出现两种聚酯帘线改善方案。第1种改善方案是:提高聚酯帘线与橡胶的粘合性能,特别是耐热性能;同时提高帘线的定负荷伸长率,降低模量,提高帘线的断裂伸长率。选择这种改善方案,考虑的是硫化前的胎坯在硫化后会有少量胀大,帘线对带束层具有一定的束缚作用。第2种改善方案是:提高聚酯帘线与橡胶的粘合性能,特别是耐热性能;同时提高帘线的拉伸模量,特别是高温下的拉伸模量。表1示出了改善方案对聚酯帘线性能的影响。两种方案的共同点是改善聚酯帘线和胶料的耐热性能,包括耐高温性能作为改善的重点。

2 聚酯和锦纶66帘线在轿车轮胎中的应用

将平顶山神马帘子布发展有限公司生产的1100dtex/2聚酯帘线(采用第1种改善方案)和联新(开平)高性能纤维有限公司生产的930dtex/2锦纶66帘线应用于子午线轮胎进行了对比试验,两种帘布使用相同的帘布密度。

作者简介:黎宁(1977—),男,江西南城县人,万力轮胎股份有限公司高级工程师,学士,主要从事轮胎配方设计及材料研究工作。

E-mail:lining411@163.com

表1 不同改善方案对聚酯帘线性能的影响

项 目	930dtex/2 锦纶66	1100dtex/2 聚酯	聚酯帘线改善方案	
			第1种	第2种
直径指数	100	102	105	104
断裂强力指数	100	100	96	107
低伸长强度指数	100	200	148	278
断裂伸长率指数	100	73	82	—
收缩率 ¹⁾ 指数	100	38	27	—
粘合强度指数	100	99	121	115
捻度指数	100	98	120	—

注:1) 177 °C × 2 min, 预加张力为1 N。

2.1 帘线性能

图1—3分别示出了1100dtex/2聚酯帘线和930dtex/2锦纶66帘线的断裂强力、断裂伸长率和定负荷伸长率与测试温度的关系曲线。

从图1—3可以看出:在强伸性能方面,随着温度的升高,聚酯帘线的断裂强力和断裂伸长率均低于锦纶66帘线;定负荷伸长率则从明显低于锦纶66帘线到逐渐与锦纶66帘线接近;高温下,聚酯

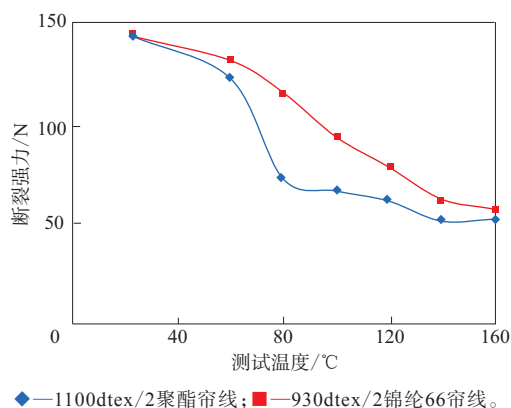


图1 帘线的断裂强力与测试温度的关系曲线

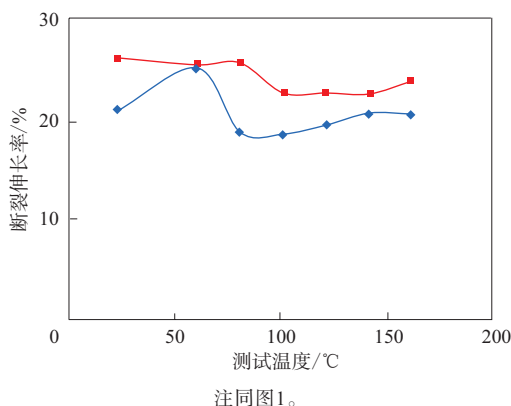
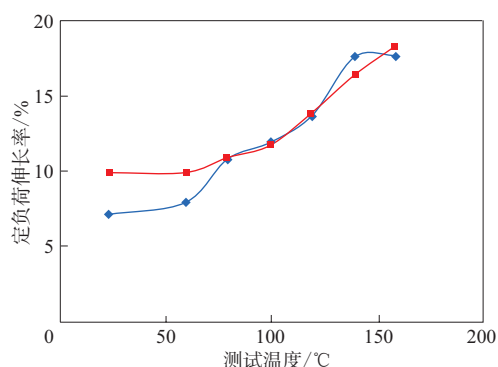


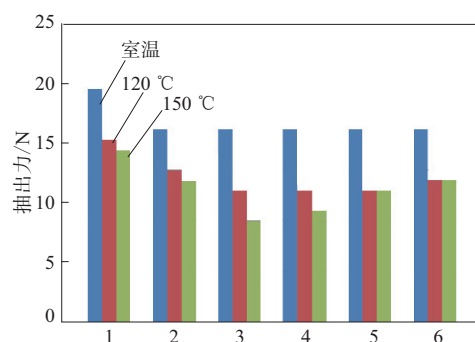
图2 帘线的断裂伸长率与测试温度的关系曲线



注同图1。

图3 帘线的定负荷伸长率与测试温度的关系曲线
帘线的模量下降比锦纶66帘线显著。

比较在过硫情况及热老化后1100dtex/2聚酯帘线与930dtex/2锦纶66帘线的H抽出力,结果如图4所示。



1—160 °C × 10 min (1100dtex/2聚酯帘线); 2—160 °C × 10 min (930dtex/2锦纶66帘线); 3—160 °C × 10 min (100 °C × 48 h老化, 1100dtex/2聚酯帘线); 4—160 °C × 10 min (100 °C × 48 h老化, 930dtex/2锦纶66帘线); 5—160 °C × 30 min (1100dtex/2聚酯帘线); 6—160 °C × 30 min (930dtex/2锦纶66帘线)。

图4 不同条件下帘线的H抽出力

从图4可以看出,聚酯帘线初始粘合性能好,但在过硫或受热老化的情况下,聚酯帘线的粘合性能比锦纶66帘线更容易下降,下降后的粘合性能与锦纶66帘线相当。从试验结果看,聚酯帘线在浸胶和粘合性能方面与锦纶66帘线相当或稍好。

在干热收缩力方面:锦纶66帘布在177 °C高温下表现出较小的收缩力;收缩力的大小受预加张力的影响,在较大的预加张力下,收缩力表现不明显,没有测到数值,如图5所示。在120 °C × 6 min

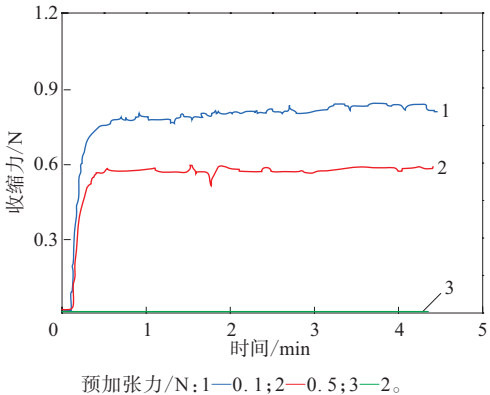


图5 锦纶66帘布的收缩力(177 °C×5 min)

的低温条件下(预加张力0.1 N),没有测出收缩力,曲线与177 °C×5 min(预加张力2 N)条件下相同。

聚酯帘布的干热收缩力较小,在177和120 °C下的各种预加张力条件下均未能测到干热收缩力数值,曲线与锦纶66帘布177 °C×5 min(预加张力2 N)条件下相同。

初步判断,纤维帘布的干热收缩力需要在较高温度下才能明显表现出来,也就是说在轮胎高速运动过程中才能有显著体现;硫化后的轮胎中如果存在较明显的张力,将会向预加负荷一样抵消帘布的干热收缩力的作用。由此推测,所采用的聚酯帘布改善的第1种方案可降低模量、增大伸长率,有降低硫化后轮胎中的残余内应力的作用。同样,判断锦纶66帘布因为模量更低,其在轮胎硫化后的残余内应力会更低,需要用于抵消内应力的热收缩力和帘线伸张就更少,对带束层的紧箍作用更好。

2.2 成品轮胎性能

2.2.1 高速及高速耐久性能

H速度级别聚酯帘布冠带轮胎的高速性能和高速耐久性能按企业内控试验标准进行测试,结果如表2所示。

从表2可以看出,聚酯帘布冠带轮胎的损坏形式均为冠部损坏,但均通过测试。通过测试的速度级别相比标准要求仍有一定富余空间。根据本次试验结果,从安全性角度看,H速度级别轮胎应用此类性能优化过的聚酯帘布是可行的。

195/65R15 91V聚酯帘布冠带轮胎的高速性能和高速耐久性能按企业内控试验标准进行测试,

结果如表3所示。

表2 H速度级别聚酯帘布冠带轮胎高速及高速耐久性能试验结果

项 目	试验速度/(km·h ⁻¹)	损坏形式	判定结果
高速性能			
185/70R14 88H	240	胎面飞脱	通过
185/70R13 86H	230	下模肩空	通过
高速耐久性能			
185/70R14 88H	230	胎面飞脱	通过
185/70R13 86H	240	整周冠空	通过

表3 195/65R15 91V聚酯帘布冠带轮胎的高速及高速耐久性能试验结果

项 目	试验速度/(km·h ⁻¹)	损坏形式	判定结果
高速性能	280	胎面飞脱	通过
高速耐久性能	240	冠爆	通过

从表3可以看出,聚酯帘布冠带轮胎损坏形式基本为冠部损坏,通过测试,但通过测试的速度级别处于标准要求附近,没有富余空间,因此应用聚酯帘布冠带需要慎重。

2.2.2 均匀性

以205/55R16 91V轮胎为试验对象进行高速均匀性测试,结果如图6和7所示,RFV为径向力偏差,LFV为侧向力偏差。

从图6和7可以看出:聚酯帘布冠带轮胎的RFV和LFV均大于锦纶66帘布冠带轮胎;且随着速度的增大,聚酯帘布冠带轮胎的RFV较锦纶66帘布冠带轮胎呈增大趋势,LFV则表现出较大的波动。锦纶66帘布冠带轮胎在110~120 km·h⁻¹速

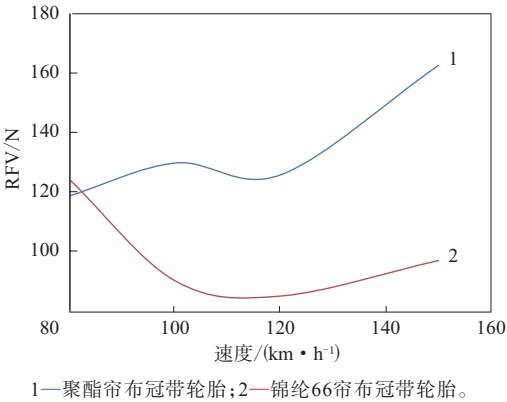
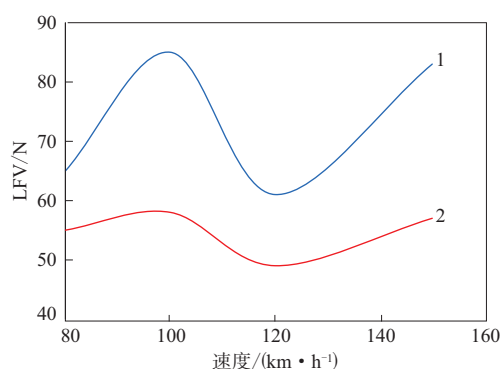


图6 轮胎RFV与速度的关系曲线



注同图6。

图7 轮胎LFV与速度的关系曲线

度范围内RFV和LFV略低,该范围正好是当前车辆最普遍的行驶速度。

在不同的行驶速度下(与频率相对应)的轮胎均匀性变化与帘布对轮胎的束缚程度有关。聚酯帘布冠带轮胎在高速、高温条件下相对的束缚能力弱于锦纶66帘布冠带轮胎,导致均匀性变化大。

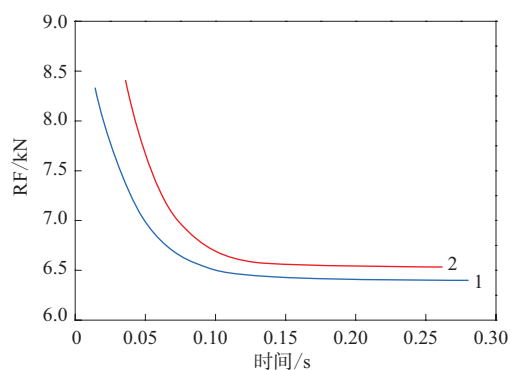
图8和9示出了高速均匀性试验机冲击试验结果,RF为径向力。

从图8和9可以看出:聚酯帘布冠带轮胎径向力出现早,刚性响应快,波峰和波谷衰减更快;锦纶66帘布冠带轮胎表现则相对较为稳定。相对来说,在抗冲击方面,锦纶66帘布轮胎较好,乘坐舒适性会更好一些。

2.2.3 轮胎五刚性

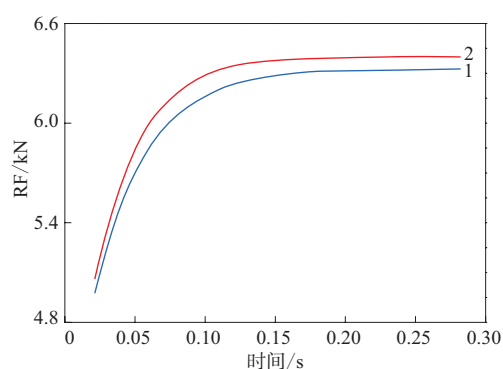
以205/55R16 91V轮胎为试验对象进行五刚性测试,结果如表4所示。

从表4可以看出,与锦纶66帘布轮胎相比,聚



注同图6。

图8 RF检测结果波峰



注同图6。

图9 RF检测结果波谷

表4 轮胎五刚性测试结果

项 目	聚酯帘布轮胎			锦纶66帘布轮胎		
充气压力/kPa	180	240	300	180	240	300
试验负荷/kg	430.5	430.5	430.5	430.5	430.5	430.5
基准负荷点对应的						
径向位移/mm	27.8	23.1	20.0	28.0	23.0	19.5
径向刚性/(N·mm ⁻¹)	183.7	224.1	265.1	178.0	218.7	258.2
纵向刚性/(N·mm ⁻¹)	172.9	186.6	195.3	152.3	165.0	173.7
纵向静摩擦系数/μs	0.78	0.77	0.75	0.68	0.68	0.68
横向刚性/(N·mm ⁻¹)	95.8	110.9	128.0	91.8	105.1	116.6
横向静摩擦系数/μs	0.67	0.69	0.70	0.61	0.62	0.62
扭转刚性/ [N·m·(°) ⁻¹]	47.3	37.7	30.7	42.7	35.0	30.7
回弹力/(N·m)	162	132	111	141	118	106
包覆刚性/(N·mm ⁻¹)	425.3	504.1	537.4	436.6	498.0	538.3

酯帘布轮胎的径向刚性、纵向刚性、横向刚性和扭转刚性均较大。

3 结论

与聚酯帘布相比,锦纶66帘布在轿车轮胎冠带中的应用具有性能优势,但锦纶66帘布较高的价格使轮胎企业考虑聚酯帘布的可行性。聚酯帘布制造企业可从提高帘布粘合性能、调节帘线模量和伸长率的角度出发,改良聚酯帘线的性能以适合轮胎冠带的需要。对于采用降低模量、提高伸长率改善方案的聚酯帘布,其在H速度级别轮胎冠带中应用是安全的,但同时会牺牲部分高速均匀性。继续提高聚酯帘布模量的方案我们没有开展具体的轮胎试制,但已有轮胎企业在进行生产使用。相信在上下游企业的共同努力下,聚酯帘布在低速度级别轮胎冠带中会有一定的应用空间。

参考文献:

- [1] 王宗环,杨洪彬,郑涛,等. 轿车轮胎新型2-1冠带条缠绕方式[J]. 橡胶科技,2018,16(11):42-44.
- [2] 陈想,陈波宇. 频率和温度对帘线与胶料动态粘合性能的影响[J]. 轮胎工业,2020,40(6):360-362.
- [3] 李大鹏. 新型纤维帘线在半钢子午线轮胎中的应用[D]. 青岛:青岛科技大学,2020.
- [4] 王香亚. 芳纶纤维增强防刺电动车轮胎缓冲层材料制备与表征[D]. 杭州:浙江大学,2009.
- [5] 黄兆阁,李长宇,孟祥坤,等. 235/45R18轮胎带束层帘线的有限元优化设计[J]. 橡胶工业,2020,67(3):205-208.

收稿日期:2020-10-31

Application of Polyester and Nylon 66 Cord in Crown Belt of Passenger Car Tire

LI Ning, YAO Zhimin, CHEN Yaohua, WANG Zhiyuan, LUO Jiliang

(Wanli Tire Co., Ltd, Guangzhou 510940, China)

Abstract: The application of polyester cord and nylon 66 cord in the crown belt of passenger car tire was studied. The results showed that, compared with nylon 66 cord, polyester cord had poor performance and needed to be improved when it was used in the crown belt of passenger car tire. The breaking strength and elongation at break of the improved polyester cord were lower than nylon 66 cord, and the initial adhesion performance was good, but it could easily decrease under the conditions of over vulcanization and thermal aging. The constant load elongation changed from significantly lower than nylon 66 to gradually approaching it with the increase of temperature. The improved polyester cord was safe to be used in the crown belt of H-speed rated tire, and its high-speed performance and high-speed durability exceeded the requirements of enterprise standard, but it would sacrifice part of the high-speed uniformity of the tire.

Key words: polyester; nylon 66; passenger car tire; crown belt; cord property; finished tire performance

益阳橡机首套大规格串联式密炼机下线

益阳橡胶塑料机械集团有限公司(简称益阳橡机)生产的首台套GE420/GE800T大规格串联式密炼机新产品日前成功下线,并顺利通过国内客户的现场试车验收。该密炼机满足了大型轮胎厂的生产工艺技术需求,产品从设计到产成仅用了1年时间。

益阳橡机的GE420/GE800T大规格串联式密炼机新产品既能满足轮胎厂绿色轮胎的炼胶工艺,也特别适合白炭黑胎面胶的混炼,同时混炼节能增效作用明显,减少了胶料混炼段数,满足了轮胎厂的环保要求,其大产量、高效率、低能耗的优势,更能满足大型轮胎厂的生产需求。

当前,绿色橡胶制品及轮胎的研制成为全球橡胶工业的热点。轮胎厂对炼胶设备的环保、节能要求越来越高,白炭黑的使用对混炼过程中的温度控制要求更高,混炼过程决定了胶料最终的性能。因此,对节能环保高效的混炼体系的需求

非常迫切。串联式密炼机因高效率、低噪声、绿色环保、节能等诸多优点而得到广大轮胎及非轮胎橡胶行业客户的高度认可。然而其设计生产需要攻克的技术难点多、加工制造难度大。

2020年年初,益阳橡机组建了一支集技术、工艺等多部门联合的40多人骨干研发团队,从电气研发、机械设计、加工工艺等方面全方位对GE420/GE800T大规格串联式密炼机进行技术攻关。研发团队通过参与设备调试、调研、走访考察轮胎厂家,与客户设备、工艺技术人员、专家交流探讨,掌握串联密炼机应用的第1手数据,在此基础上有目标、有计划地对大产量、高效率、低能耗等关键技术问题进行多次试验论证和改进。项目组全体人员经过数月的奋战,解决了GE420/GE800T大规格串联式密炼机产品核心技术数据的问题,并进行产品组装,终于完成了产品的设计和生产,产品顺利下线,并受到多家客户的认可,一举获得10台套订单。

(摘自《中国化工报》,2021-03-03)