

芳纶帘线在高性能半钢子午线轮胎中的应用研究

刘晓芳,李超,魏胜,陈雪梅,张正伟,林文俊,刘春峰

(山东玲珑轮胎股份有限公司,山东招远 265400)

摘要:研究芳纶帘线在高性能半钢子午线轮胎中的应用。结果表明:芳纶帘线具有高强度、耐热稳定性、耐老化性能和优异的抗蠕变性能;芳纶帘线对轮胎的生热、耐久性能、滚动阻力系数等方面有积极的影响;与常规子午线轮胎相比,采取优化帘布胶配方及采用电子辐照预硫化技术等生产的高性能芳纶子午线轮胎质量减小,滚动阻力降低,抗湿滑性能和噪声分别达到欧盟标签等级的B级和2级。

关键词:芳纶帘线;高性能轮胎;半钢子午线轮胎;帘布胶配方;电子辐照预硫化

中图分类号:TQ330.38⁺9;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)09-0001-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.09.0001



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

为应对和突破贸易壁垒的限制,积极推进中国企业参与国际竞争,占领国际市场,我公司努力的目标是通过技术研发,打造突破不同技术壁垒和满足规范要求的产品,以优良的品质和服务占领更大的国际市场。为此,公司进行了芳纶高性能子午线轮胎的研究与开发应用,并采用电子辐照预硫化等技术,打破了国际轮胎巨头在高性能轿车子午线轮胎技术领域的垄断,提升了企业的核心竞争力。现将相关研究情况简介如下。

1 芳纶帘线特征

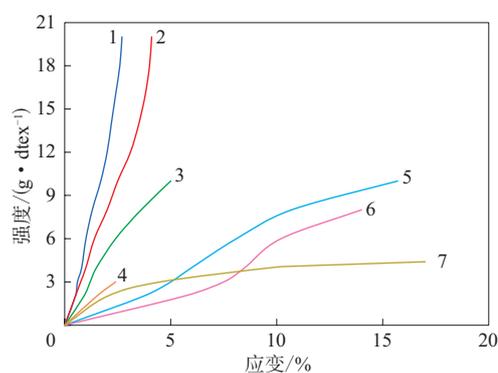
1.1 高强度

图1示出了芳纶帘线Kevlar[®]与其他帘线强度的对比,其中Nomex[®]为杜邦公司生产的间位芳纶帘线。

从图1可以看出,芳纶帘线Kevlar[®]的模量远高于其他骨架材料,Kevlar[®]49的初始模量高于Kevlar[®]29。

1.2 耐热稳定性和耐老化性能

图2示出了芳纶帘线Kevlar[®]29的热质量损失微分分析(TGA)曲线。从图2可以看出,芳纶帘线



1—Kevlar[®]49; 2—Kevlar[®]29; 3—玻璃纤维; 4—钢丝;
5—聚酯; 6—锦纶; 7—Nomex[®]。

图1 芳纶帘线与其他帘线强度对比

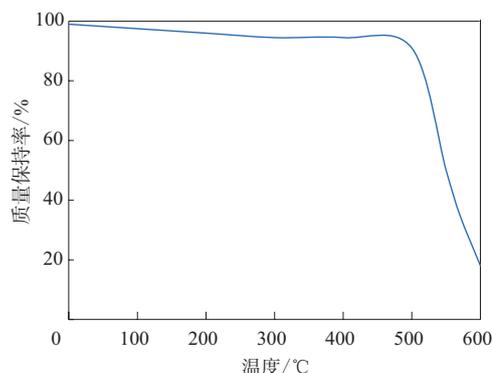


图2 芳纶帘线Kevlar[®]29的TGA曲线

Kevlar[®]29的耐热稳定性优异。

图3示出了芳纶帘线Kevlar[®]29与聚酯和锦纶帘线耐老化性能的对比。从图3可以看出,芳纶帘线Kevlar[®]29的耐老化性能优异,远优于聚酯和锦

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2013芳纶高性能子午线轮胎研究开发与应用)

作者简介:刘晓芳(1986—),女,山东招远人,山东玲珑轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事原材料的技术研究以及子午线轮胎的结构设计工作。

E-mail:xiaofang_liu@linglong.cn

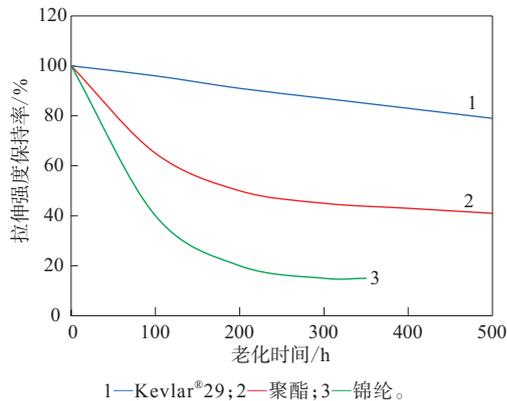


图3 芳纶帘线与聚酯和锦纶帘线耐老化性能对比
论帘线。

1.3 抗蠕变性能

表1示出了芳纶帘线Kevlar®29与其他帘线的抗蠕变性能对比。从表1可以看出,芳纶帘线Kevlar®29的抗蠕变性能优异,远优于聚酯、锦纶和人造丝帘线。

表1 芳纶帘线Kevlar®29与其他帘线的

抗蠕变性能对比		%
帘线种类	伸长率 ¹⁾	蠕变 ²⁾
Kevlar®29	0.5	<0.03
玻璃纤维	0.5	<0.03
钢丝	0.7	<0.03
聚酯	2.1	0.3
锦纶	4.8	0.4
人造丝	4.9	1.4

注:1)测试条件为温度 24℃,预加张力 8.83 cN·tex⁻¹,时间 30 s。2)介于30 s至30 min之间的长度变化。

2 芳纶帘线和电子辐照预硫化技术的应用

芳纶帘线用于轮胎冠带层时具有以下特点:

- (1) 高模量,低收缩;
- (2) 降低胎肩脱层的风险;
- (3) 提高调速性能;
- (4) 消除平点;
- (5) 改善操控性能;
- (6) 提高轮胎强度。

2.1 芳纶帘线应用

图4示出了芳纶帘线在轮胎中应用的研究流程。

粘合技术:研究影响芳纶帘线与橡胶复合材料粘合性的各种因素,优化芳纶帘线的表面处理以及胶料的配方与粘合工艺。

工艺研究:研究芳纶帘布压延工艺、成型工艺和硫化工艺,并对压延设备及裁断设备等进行改

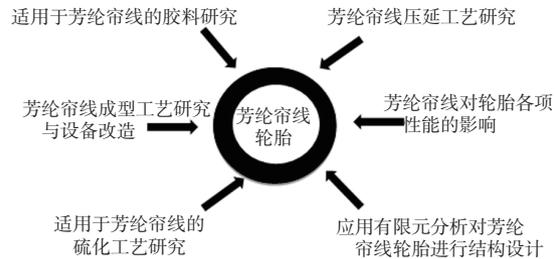


图4 芳纶帘线在轮胎中应用的研究流程

造,以适应芳纶帘线轮胎制造。

轮胎结构优化:采用有限元分析技术进行芳纶帘线轮胎结构优化和性能仿真分析,确定芳纶帘线轮胎的结构。

轮胎成品性能试验:研究芳纶帘线对轮胎的生热、耐久性能、滚动阻力系数等的影响,优化芳纶帘线排布结构与胶料配方,制备绿色低碳的高性能芳纶帘线子午线轮胎。

2.2 电子辐照预硫化技术的应用

图5示出了电子辐照预硫化技术在轮胎中的应用研究。



图5 电子辐照预硫化技术在轮胎中的应用研究

帘布胶配方研究:研究电子辐照剂量、电子敏化剂用量等对帘布胶粘性和成品性能的影响,确定不同规格帘布的电子辐照剂量、电子敏化剂的用量;通过电子辐照帘布的性能试验、粘性测试及相应轮胎性能试验等,优化帘布胶配方。

工艺研究:通过计算机控制电子辐照设备系统与压延机主机控制系统,实现压延速度和辐射剂量的联动,使电子辐照剂量满足工艺技术要求。

轮胎试验:通过轮胎高速性能、耐久性能、滚动阻力、强度等试验,研究电子辐照预硫化对轮胎安全性能和使用性能的影响。

2.3 芳纶帘线轮胎

通过自主研发,攻克了以下技术难题,建成年

产100万套绿色环保高性能子午线轮胎生产线。

(1)突破芳纶织物与橡胶的粘合技术,解决芳纶帘线与橡胶界面粘合的难题。(2)芳纶帘布裁断设备改造,优化裁断工艺,形成芳纶帘布的裁断技术。(3)形成适用于芳纶帘线子午线轮胎的结构设计技术,并实现规模化生产。(4)研制出嵌入式电子束辐照预硫化设备,并将其用于轮胎胎体帘布及其他半部件的预硫化,可以保证帘线排布的精确度,为生产高质量和高性能轮胎提供保障。

2.3.1 轮胎断面

采用1670dtex/1芳纶帘线Kevlar[®]+1400dtex/1锦纶66帘线开发的321/82R22.5载重子午线轮胎断面如图6所示。



图6 芳纶帘线轮胎断面

2.3.2 成品性能

成品轮胎性能测试结果表明,芳纶帘线321/82R22.5载重子午线轮胎的滚动阻力系数为 $7.63 \text{ N} \cdot \text{kN}^{-1}$,噪声为71 dB,抗湿滑性能等级为1.53,满足相关性能要求。

与常规321/80R22.5载重子午线轮胎相比,芳纶帘线321/80R22.5载重子午线轮胎质量减小

12.4%,滚动阻力系数降低17%(普通钢丝帘线和芳纶帘线315/80R22.5载重子午线轮胎的滚动阻力系数分别为 5.29 和 $4.38 \text{ N} \cdot \text{kN}^{-1}$),油耗降低至少2%。对应于欧盟标签等级中,轮胎的滚动阻力系数达到B级,抗湿滑性能达到B级,噪声达到2级。

3 结语

通过自主研发,攻克芳纶帘线高性能子午线轮胎配方设计、结构设计、工艺设计、装备开发、基本性能研究等方面的技术难关,形成具有核心技术的芳纶帘线高性能子午线轮胎全套生产技术,建成年产100万套绿色环保高性能子午线轮胎生产线。与常规子午线轮胎相比,高性能芳纶子午线轮胎质量减小,滚动阻力降低,抗湿滑性能和噪声分别达到欧盟标签等级的B级和2级。

参考文献:

- [1] 丁佳伟,杜华太,孙志勇,等. 芳纶浆粕在天然橡胶胶料中的应用研究[J]. 橡胶工业,2020,67(5):356-361.
- [2] 秦颖,吕展飞,董月,等. 高混芳纶纤维对三元乙丙橡胶性能的影响[J]. 橡胶工业,2020,67(3):250-257.
- [3] 王勤. 芳纶纤维在轮胎骨架材料中的应用[J]. 轮胎工业,2020,40(3):139-141.
- [4] 杨正义,钟思佳,范昊,等. 芳纶浆粕在橡胶复合材料中的应用研究进展[J]. 橡胶科技,2019,16(4):191-195.
- [5] 徐恩松,杨隽,范志玮,等. 改性芳纶短纤维和聚丙烯酸钠对丁腈橡胶吸水膨胀橡胶性能的影响[J]. 橡胶工业,2019,66(2):111-115.

收稿日期:2020-07-22

Application of Aramid Cord in High Performance Steel-belted Radial Tire

LIU Xiaofang, LI Chao, WEI Sheng, CHEN Xuemei, ZHANG Zhengwei, LIN Wenjun, LIU Chunfeng

(Shandong Linglong Tire Co., Ltd, zhaoyuan 2265400, China)

Abstract: The application of aramid cord in high performance steel-belted radial tire was studied. The results showed that, aramid cord possessed high strength, heat stability, aging resistance and excellent creep resistance, it had a positive impact on the heat build-up, durability and rolling resistance coefficient of tire. Compared with conventional radial tire, the weight of high performance aramid radial tire produced by optimizing cord compound formula and adopting electron irradiation pre-vulcanization technology was smaller, rolling resistance was reduced, and wet skid resistance and noise was reached grade B and grade 2 of EU label respectively.

Key words: aramid cord; high performance tire; steel-belted radial tire; cord compound formula; electron irradiation pre-vulcanization