

高锡胎圈钢丝在高性能轿车轮胎中的应用

薛彬彬^{1,2}, 陈建军^{1,2}, 张玉亮^{1,2}, 刘凯华^{1,2}, 储民³

[1. 山东华盛橡胶有限公司, 山东 广饶 257300; 2. 华盛(山东)产业技术研究院有限公司, 山东 广饶 257300; 3. 北京橡胶工业研究设计院有限公司, 北京 100143]

摘要: 研究 $\Phi 1.30$ HT高锡胎圈钢丝在高性能轿车轮胎中的应用。结果表明:与低锡胎圈钢丝相比,高锡胎圈钢丝的镀层质量、破断伸长率和屈强比相当,镀层锡质量分数、破断力、残余扭转次数和粘合力明显增大;在高性能轿车轮胎胎圈中以高锡胎圈钢丝替代低锡胎圈钢丝,成品轮胎的制造工艺正常,室内各项性能均满足或超过国家标准要求,同时轮胎的耐久性能和脱圈阻力显著提高,从而延长轮胎的使用寿命。

关键词: 胎圈钢丝;高性能轿车轮胎;工艺性能;成品性能

中图分类号: TQ330.38⁺9; U463.341⁺.4/.6

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2022)05-0291-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2022.05.0291



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着高性能乘用车行业的不断创新发展,舒适、环保、节能、安全耐用的高性能轮胎成为轮胎市场竞争的主流^[1-3],而胎圈钢丝作为将轮胎固定在轮辋上的重要骨架材料,不仅要求具有承受外胎与轮辋的各种相互作用力,确保车辆的驱动、制动、操纵安全等性能,同时要承担胎体形变对轮胎的作用力,因此其性能直接影响轮胎质量^[4-5]。胎圈钢丝位于轮胎与轮辋连接的部位(如图1所示),要求其必须具有一定的强度和韧性,同时应具有较好的粘合性能。胎圈钢丝与胶料的粘合性能是所有轮胎企业重点控制的指标,光面钢丝与胶料的粘合性能极差,必须在钢丝表面均匀覆盖镀层,镀层品种主要有纯铜、锡青铜、紫铜、黄铜和纯锌等单金属或二元合金。在保证轮胎使用性能的前提下,经过长期不断研究、筛选和验证优化,逐步确立了锡青铜镀层胎圈钢丝主流产品,同时在胎圈钢丝镀层研究中发现,锡青铜镀层中锡含量对胶料的粘合性能和轮胎的使用性能有较大影响^[6-8]。

目前,根据胎圈钢丝锡青铜镀层中锡含量高低分为低锡胎圈钢丝和高锡胎圈钢丝。镀层中锡质量分数在3%以下的统称为低锡胎圈钢

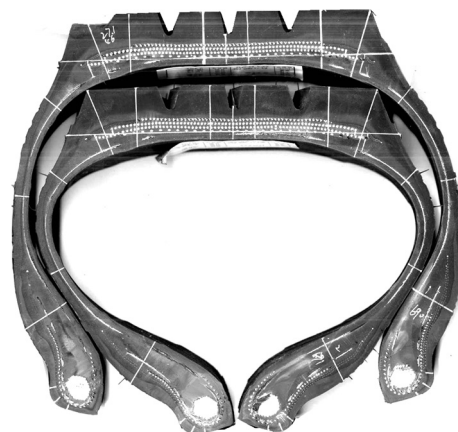


图1 轮胎横截面

丝,而高锡胎圈钢丝的锡质量分数在10%左右。低锡胎圈钢丝由于价格优势和产能供应等原因被轮胎企业广泛应用,但受轮胎市场和金属制品市场同质化竞争影响,造成轮胎质量下降,易出现早期老化生锈现象,严重影响轮胎的使用寿命;而高锡胎圈钢丝能够增强钢丝与胶料的粘合性能,在使用过程中不易出现早期老化生锈现象,可以有效延长轮胎使用寿命,提高轮胎产品质量^[9-10]。

本工作对比研究高锡胎圈钢丝与低锡胎圈钢丝在245/45R16 XL 98Y S2000高性能轿车轮胎胎圈中的应用,旨在探讨胎圈钢丝中锡含量对轮胎综合性能的影响。

作者简介: 薛彬彬(1986—),男,山东滨州人,山东华盛橡胶有限公司工程师,学士,主要从事轮胎配方的研究与应用工作。

E-mail: 544528985@qq.com

1 实验

1.1 主要原材料

Φ1.30HT高锡胎圈钢丝和低锡胎圈钢丝,江苏兴达钢帘线股份有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

万能材料电子拉力机,高特威尔(青岛)仪器有限公司产品;EJJ-3型线材扭转试验机,宁夏青山试验机有限公司产品;电热式平板硫化机,青岛越光橡胶机械有限公司产品;钢丝圈缠绕机,无锡益联机械有限公司产品;钢丝圈贴合机,江苏通诚机械制造有限公司产品;动平衡和均匀性复合机,日本国际计测株式会社产品;PCR高速耐久试验机和轮胎强度、脱圈综合试验机,青岛高校软控机电工程有限公司产品。

1.3 性能测试

胎圈钢丝的基本性能按照GB/T 14450—2016《胎圈用钢丝》进行测试;成品轮胎的室内性能按照GB/T 4502—2016《轿车轮胎性能室内试验方法》进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

Φ1.30HT高锡胎圈钢丝和低锡胎圈钢丝的理化分析结果如表1所示。

从表1可以看出,与低锡胎圈钢丝相比,高锡

表1 两种胎圈钢丝的理化分析结果

项 目	实测值		企业标准 ¹⁾
	高锡胎圈 钢丝	低锡胎圈 钢丝	
镀层成分			
铜质量分数/%	90.2	98.1	
锡质量分数/%	9.8	1.9	
镀层质量/(g·kg ⁻¹)	0.38	0.31	
帘线直径/mm	1.30	1.30	1.28~1.32
破断力/N	3 075	2 901	≥2 850
破断伸长率/%	7.3	7.4	≥5.0
残余扭转次数	42	33	≥27
屈强比/%	93.8	94.7	≥85.0
覆胶率/%	95	90	≥90
粘合力/N			
老化前	1 646	1 360	≥900
100℃×24 h热老化后	1 403	1 199	
24 h盐水 ²⁾ 老化后	1 391	1 217	

注:1) HS-YF-S110-WH130-1;2) 氯化钠溶液质量分数为10%。

胎圈钢丝的镀层质量、破断伸长率和屈强比相当,镀层锡质量分数、破断力、残余扭转次数和粘合力明显增大。这表明在相同条件下,高锡胎圈钢丝可以更有效地避免钢丝老化生锈现象,减小轮胎的形变破坏,提高车辆的操纵安全性,延长轮胎的使用寿命。

Φ1.30HT高锡胎圈钢丝和低锡胎圈钢丝的外观形态如图2所示。由图2可见,两种胎圈钢丝的外观色泽及表面镀层均匀一致,无明显差异。



(a) 高锡胎圈钢丝



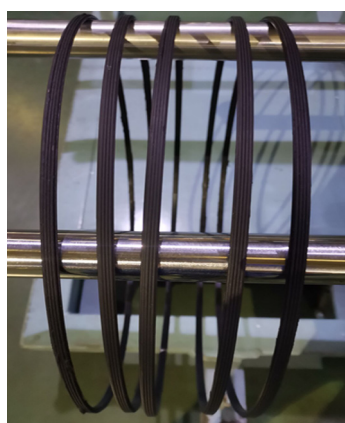
(b) 低锡胎圈钢丝

图2 两种胎圈钢丝的外观形态

2.2 工艺性能

Φ1.30HT高锡胎圈钢丝的表面覆胶情况及试制轮胎的成型和硫化状态分别如图3和4所示。

从图3可以看出,Φ1.30HT高锡胎圈钢丝排列均匀、平整,无拉伸、断头等不良现象发生,表面覆胶均匀无漏铜、接头翘头发生。通过现场对比验证,胎圈钢丝现场缠绕工艺符合要求,钢丝圈的刚



(a) 胎圈外圈排列、覆胶



(b) 胎圈内圈排列、覆胶

图3 $\Phi 1.30$ HT高锡胎圈钢丝表面覆胶情况

度、内径和质量稳定性较好。

从图4可以看出, $\Phi 1.30$ HT高锡胎圈在成型和硫化过程中无气泡、窝气等不良现象发生, 满足现场制造工艺要求。

2.3 成品性能

分别采用低锡胎圈钢丝和高锡胎圈钢丝试制245/45R16 XL 98Y S2000高性能轿车轮胎, 并对成品轮胎的质量进行检测, 统计结果如表2所示。

从表2可以看出, 与低锡胎圈钢丝轮胎相比, 高锡胎圈钢丝轮胎的外观质量、动平衡和均匀性明显提高, 在相同条件下选用 $\Phi 1.30$ HT高锡胎圈钢丝可以有效降低轮胎制造不良率的发生。

成品轮胎的室内性能测试结果如表3所示。

从表3可以看出, 两种胎圈钢丝轮胎的各项室内性能均满足或超过国家标准要求。与低锡胎圈钢丝轮胎相比, 高锡胎圈钢丝轮胎的外直径、断面宽、单胎质量和强度性能均接近, 高速性能速度等



(a) 试制轮胎成型胎坯



(b) 试制轮胎硫化成品

图4 试制轮胎的成型和硫化状态

表2 成品轮胎的质量检测统计结果

项 目	高锡胎圈钢丝 轮胎	低锡胎圈钢丝 轮胎
检测数量/条	100	100
外观检测合格率/%	100	98
X光检测合格率/%	100	100
胎圈气泡检测合格率/%	100	100
动平衡检测合格率/%	99	96
均匀性检测合格率/%	99	95
综合合格率/%	99.6	97.8

级略高。在相同条件下, 高锡胎圈钢丝轮胎的耐久性能和脱圈阻力显著提高, 有效延长了轮胎的使用寿命。

3 结论

(1) 与低锡胎圈钢丝相比, $\Phi 1.30$ HT高锡胎圈钢丝的镀层质量、破断伸长率和屈强比相当, 镀层锡质量分数、破断力、残余扭转次数和粘合力明显

表3 成品轮胎的室内性能测试结果

项 目	高锡胎圈 钢丝轮胎	低锡胎圈 钢丝轮胎	国家标准
充气外缘尺寸			
外周长/mm	1 969	1 971	
外直径/mm	627	628	620~632
断面宽/mm	243	244	234~251
单胎质量/kg	10. 7	10. 9	
高速性能试验			
最高速度/(km·h ⁻¹)	330	320	≥300
累计行驶时间/min	83	77	
试验结束时轮胎状况	胎肩起鼓	胎肩起鼓	
耐久性能试验			
累计行驶时间/h	78. 1	65. 5	≥35. 5
累计行驶里程/km	9 372	7 860	
试验结束时轮胎状况	花纹掉块	胎侧爆破	
强度性能试验			
破坏能/J	721	706	≥585
试验结束时轮胎状况	压穿	压穿	
强度指数/%	123	121	
脱圈阻力试验			
脱圈阻力/N	14 039	13 394	≥11 120
脱圈阻力指数/%	126	120	

增大;在相同条件下可更有效地避免钢丝老化生锈现象,从而延长轮胎的使用寿命。

(2)在高性能轿车轮胎胎圈中以高锡胎圈钢丝替代低锡胎圈钢丝,胎圈钢丝现场缠绕及制造工艺满足要求,钢丝圈的刚度、内径和质量稳定性较好,轮胎外观质量、动平衡和均匀性明显提高,

产品综合合格率提高。

(3)成品轮胎的室内各项性能均满足或超过国家标准要求,轮胎的耐久性能和脱圈阻力显著提高,轮胎使用寿命延长。

参考文献:

[1] 唐源,张春华,田庆丰,等. 高性能轮胎胎面胶“魔三角”性能平衡研究进展[J]. 橡胶工业,2019,66(5):388-394.

[2] 吴友平,张立群. 高性能轮胎用橡胶纳米复合材料的制备与性能[J]. 科学通报,2016(31):3371-3378.

[3] 孙崇志. 高性能轮胎胎面用橡胶复合材料组成、微观结构与性能间关系的研究[D]. 北京:北京化工大学,2019.

[4] 谢遂志,刘登祥,周鸣岱. 橡胶工业手册(修订版) 第一分册 生胶与骨架材料[M]. 北京:化学工业出版社,1989.

[5] 宋清华,王伯健,刘世锋. 胎圈钢丝的生产现状[J]. 金属制品,2006(4):12-13,16.

[6] 余腾龙. 全钢子午线轮胎胎圈钢丝覆胶配方的优化[J]. 轮胎工业,2020,40(11):678-680.

[7] 孙彬,张振秀. 不同粒径炭黑填充子午线轮胎胎圈胶的性能研究[J]. 世界橡胶工业,2016(7):18-22.

[8] 孙彬,陈殿龙,辛振祥. 柠檬酸对胎圈钢丝镀层影响的研究[J]. 橡塑技术与装备,2016(5):16-18.

[9] 华欣,李正前,魏于博,等. 中频回火胎圈钢丝生产工艺对粘合性能的影响研究[J]. 化学与粘合,2021(1):55-58,78.

[10] 杭卫明,张守东,刘天亮. 影响胎圈钢丝黏合力因素的研究[J]. 金属制品,2015(1):32-34.

收稿日期:2021-11-30

Application of High Tin Bead Steel Wire in High Performance Passenger Car Tire

XUE Binbin^{1,2}, CHEN Jianjun^{1,2}, ZHANG Yuliang^{1,2}, LIU Kaihua^{1,2}, CHU Min³

[1. Shandong Huasheng Rubber Co., Ltd, Guangrao 257300, China; 2. Huasheng (Shandong) Industrial Technology Research Institute Co., Ltd, Guangrao 257300, China; 3. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry Co., Ltd, Beijing 100143, China]

Abstract: The application of $\Phi 1.30$ HT high tin bead steel wire in high performance passenger car tires was studied. The results showed that compared with low tin bead steel wire, the coating quality, elongation at break and yield ratio of the high tin bead steel wire were equivalent, and its tin mass fraction in coating, breaking force, residual torsion times and adhesion were significantly increased. Using high tin bead steel wire instead of low tin bead steel wire in the bead of high performance passenger car tire, the manufacturing process of the finished tire was normal, and all indoor performance met or exceed the requirements of national standards. At the same time, the durability and bead unseating resistance of the tire were significantly improved, thereby extending the service life of the tire.

Key words: bead steel wire; high performance passenger car tire; process performance; finished tire performance