

1+5×0.20UT钢丝帘线在全钢轿车子午线轮胎胎体中的应用

杨京辉, Siegfried Ratzeburg, 陈 虎, 李海平, 苗伟峰

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司, 山东 青岛 266061]

摘要:采用1+5×0.20UT钢丝帘线替代2层1100dtex/2聚酯帘布用于胎体,成功制备出全钢轿车子午线轮胎。结果表明,采用1+5×0.20UT钢丝帘线制备的全钢轿车子午线轮胎具有刚度大、强度高、滚动阻力小和成本低的优点,1+5×0.20UT钢丝帘线在轿车子午线轮胎中的应用为成本降低和技术创新提供了新思路。

关键词:超高强度钢丝帘线;全钢轿车子午线轮胎;胎体

中图分类号:TQ336.1;TQ330.38⁺9

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)04-0226-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.04.0226

方兴橡胶有限责任公司、特拓(青岛)轮胎技术有限公司和贝卡尔特(中国)技术研发有限公司通力合作,对超高强度钢丝帘线在轿车轮胎骨架材料应用方面做出大胆尝试,创新制造出全钢轿车子午线轮胎,为超高强度钢丝帘线的应用及全新概念轿车轮胎提供了更多可能性。

1+5×0.20UT钢丝帘线是一种超高强度钢丝帘线,具有良好的机械性能,可以替代聚酯帘布用于全钢子午线轮胎。本工作通过使用TTA云设计平台仿真软件,在方案实施前,对产品各项性能进行了精准的仿真模拟,对轮胎结构和配方重新进行了设计,对成品性能进行预判,并及时修正了相关重要参数,最终成功使用1+5×0.20UT钢丝帘线替代2层1100dtex/2聚酯帘布制造出全钢轿车子午线轮胎,成品轮胎各项性能均达到或超过国家标准。本文对研究过程进行简要介绍。

1 实验

1.1 主要原材料

1+5×0.20UT钢丝帘线,贝卡尔特(中国)技术研发有限公司产品。

作者简介:杨京辉(1983—),男,山东招远人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,学士,主要从事轿车子午线轮胎工艺技术研究 and 新技术、新材料应用工作。

E-mail:od0019@tta-solution.com

1.2 主要设备和仪器

BB430型高速密炼机和轮胎动平衡均匀性检测机,日本神户制钢所产品;CG4/610×1750-S型四辊两用压延机,意大利柯美里奥公司产品;EXXIUM型全自动一次法成型机,荷兰VMI公司产品;48英寸(1 219.2 mm)硫化机,巨轮股份有限公司产品;X光检测机,德国依科视朗国际射线有限公司产品;钢丝裁断机,德国Fischer公司产品;水压爆破试验机、高速/耐久性试验机和强度/脱圈试验机,青岛高校测控技术有限公司产品。

1.3 性能测试

各项性能均按照相应国家或者企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 1+5×0.20UT钢丝帘线理化性能

1+5×0.20UT钢丝帘线是一种新型超高强度胎体用钢丝帘线,具有强度高、柔韧度好、加工性能优良等特点。其结构为5股0.20UT钢丝环绕在一股0.20UT钢丝周围,钢丝帘线截面为花朵形,捻向为S,主要理化性能为最外层捻距 12.59 mm,直径 0.61 mm,破断力 ≥ 750 N,线密度 $1.50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$,粘合力 ≥ 501 N,铜质量分数 0.649 8,镀层质量 $4.90 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,残余扭转 2.5,平直度 $\pm 37.5 \text{ mm}$ 。

2.2 配方和结构设计

配方设计上,考虑到使用钢丝帘线替代聚酯帘布,减少5份炭黑,目的是降低使用过程中胶料的生热,同时保证压延过程中的加工性能和覆胶质量。

结构设计上,采用1+5×0.20UT钢丝帘线替代2层1100dtex/2聚酯帘线用于胎体,并对胎体的理论强度进行计算,结果如表1所示。

表1 不同材料胎体理论强度

项 目	1+5×0.20UT 钢丝帘线	1100dtex/2 聚酯帘布
成型方式	一次法	一次法
胎体层数	1	2
理论强度×10 ⁻⁵ /Pa	35.7	29.9
理论强度指数	119	100

从表1可以看出,使用1+5×0.20UT钢丝帘线替代2层1100dtex/2聚酯帘线用于胎体后,胎体理论强度提高了19%,进而提高了轮胎的整体刚度,这将明显降低轮胎的滚动阻力。

2.3 胶料性能

2.3.1 硫化特性和门尼粘度

按照正常钢丝压延用胶料密炼工艺进行胶料混炼,重点对胶料的门尼粘度进行管控。终炼胶硫化特性测试条件为150℃×60 min,硫化特性: F_L 2.04 dN·m, F_{max} 19.70 dN·m, t_{s2} 4.35 min, t_{10} 4.26 min, t_{90} 11.47 min; 门尼粘度[ML (1+4) 100℃] 74; 门尼焦烧时间 t_5 (130℃) 15.1 min。

2.3.2 物理性能

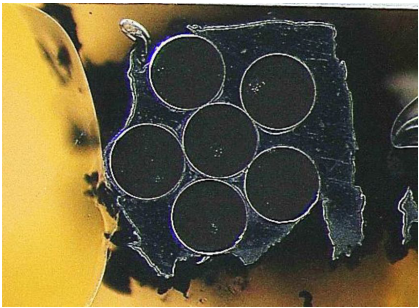
硫化胶的物理性能(150℃×30 min): 密度 1.16 Mg·m⁻³, 邵尔A型硬度 71度, 10%定伸应力 0.54 MPa, 50%定伸应力 1.88 MPa, 100%定伸应力 3.74 MPa, 300%定伸应力 16.71 MPa, 拉伸强度 23.76 MPa, 拉断伸长率 452%, 拉断永久变形 24%, 撕裂强度 68 kN·m⁻¹, H抽出力 626 N, 回弹值 62.5%。

2.4 工艺性能

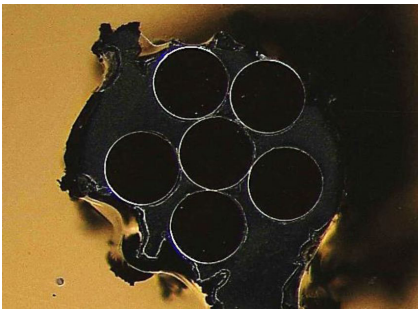
2.4.1 钢丝帘布压延和裁断

为保证压延质量,压延供胶温度为90℃,压延机1,2,3和4号辊的速比分别为70%,102%,100%和70%,钢丝压延生产速度设定为30 m·min⁻¹,

压延使用的整经辊和压力辊密度为每分米70股钢丝。钢丝帘线的渗胶测试结果见图1。



(a) 145℃×40 min×22.5 kN×24 h



(b) 166℃×10 min×22.5 kN×24 h

图1 钢丝帘线渗胶测试结果

从图1可以看出,压延钢丝帘布表面状态良好,厚度、密度和渗胶量等均符合相关工艺要求。裁断时松散度和残余扭转指标均正常,裁断后胎体钢丝无发散现象,帘布平整,无上翘问题。

2.4.2 成型

采用一次法成型机成型规格为225/60R17 99 V FC22的全钢轿车子午线轮胎,其基本作业参数同采用聚酯帘布的轮胎,但对反包位置和反包压力进行适当调整。成型过程中的主要工艺参数对比如表2所示。

成型过程中接头使用了气动式钢丝帘布接

表2 主要成型工艺参数对比

项 目	1+5×0.20UT 钢丝帘布	1100dtex/2 聚酯帘布
预成型宽度/mm	360	378
反包宽度/mm	310	320
成型宽度/mm		
初始	320	325
最终	315	320
反包内压×10 ⁻⁵ /Pa	0.4	0.4

头机,并在缝合后使用手压辊轮对接头位置进行接头加强,成型反包压合出现了压合后圈部不实情况,通过调整反包支臂压力和压合时间解决了问题。

2.4.3 硫化

正硫化时间为14.8 min,硫化模温为176~179 ℃,硫化后充气2个硫化周期。

2.5 成品性能

2.5.1 外观

成品轮胎外观见图2。



图2 成品轮胎外观
成品轮胎外缘尺寸如表3所示。

表3 成品轮胎外缘尺寸 mm			
项 目	1+5×0.20UT 钢丝帘线	1100dtex/2 聚酯帘布	企业标准
外直径	695	697	694~710
断面宽	227	228	219~237

从表3可以看出,使用1+5×0.20UT钢丝帘线胎体的轮胎外直径和断面宽与使用1100dtex/2聚酯帘布胎体的轮胎相比均未发生较大变化,符合企业标准要求,成品轮胎外观检查合格。

2.5.2 均匀性和动平衡性能

全钢轿车子午线轮胎均匀性和动平衡性能检测结果:径向力(RFV) 73.4 N,侧向力(LFV) 29.5 N,锥度力(CON) 25.3 N,上动平衡(UP)

18.9 g,下动平衡(LOW) 29.5 g。检测结果均符合技术规范要求。

2.5.3 室内性能

成品轮胎室内性能检测结果如表4所示。

从表4可以看出,使用1+5×0.20UT钢丝帘线胎体的轮胎高速、耐久、脱圈阻力、静负荷、强度和水压爆破等室内性能测试结果均达到国家标准要求。

表4 成品轮胎室内性能检测结果

项 目	1+5×0.20UT 钢丝帘线	1100dtex/2 聚酯帘布
高速性能		
最高速度/(km·h ⁻¹)	240	280
最高速度下行驶时间/min	15	3
轮胎损坏形式	胎冠变形	胎肩崩花
耐久性能		
累计行驶时间/h	287.2	217.7
轮胎损坏形式	崩花掉块	崩花掉块
脱圈阻力性能		
脱圈阻力/N	14 400.07	14 027.29
与标准的比值/%	129.50	126.10
静负荷		
下沉量/mm	34.74	35.19
下沉率/%	26.20	26.54
强度性能		
压穿强度/J	762.40	762.58
与标准的比值/%	258.44	258.50
试验结束状态	触及轮辋	触及轮辋
水压爆破试验		
爆破压力×10 ⁻⁵ /Pa	22.4	26.3
轮胎损坏形式	圈口爆破	胎面爆破

2.5.4 X光检测

经过X光检测,胎体使用1+5×0.20UT钢丝帘线的轮胎胎体钢丝排列整齐均匀,接头符合工艺要求,未出现质量缺陷,如图3所示。

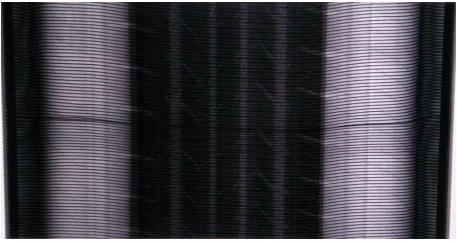


图3 成品轮胎X光检测结果示意

2.5.5 接地情况

轮胎的接地情况如表5所示,接地印痕如图4和5所示。

表5 轮胎的接地情况 mm		
项 目	1+5×0.20UT 钢丝帘线	1100dtex/2 聚酯帘布
下沉量	34.87	35.19
负荷下轮胎断面宽	251	246

从表5及图4和5可见,两种轮胎下沉量存在一定差异,全钢轮胎的印痕形状比半钢轮胎更方正,说明轮胎着地位置的强度明显增大,这也与轮胎整体刚度增大相符。

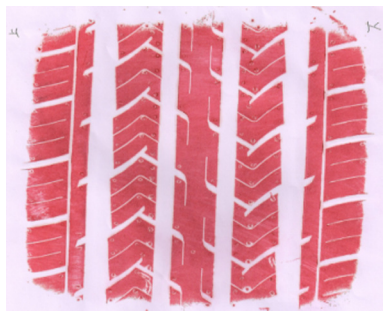


图4 1+5×0.20UT钢丝帘线轮胎接地印痕

2.5.6 成本分析

采用1+5×0.20UT钢丝帘线替代1100dtex/2聚酯帘布用于胎体,轮胎总质量减小2%,成本降低。

3 结论

采用1+5×0.20UT钢丝帘线替代2层1100dtex/



图5 1100dtex/2聚酯帘布轮胎接地印痕

2聚酯帘布用于胎体,成功制备出全钢轿车子午线轮胎。结果表明,采用1+5×0.20UT钢丝帘线制备的全钢轿车子午线轮胎具有刚度大、强度高、滚动阻力小和成本低的优点,为轮胎行业转型升级和创新研发开拓出了一条新的思路。

收稿日期:2018-12-03

Application of 1+5×0.20UT Steel Cord in Carcass of All-steel PCR Tire

YANG Jinghui, Siegfried Ratzeburg, CHEN Hu, LI Haiping, MIAO Weifeng

[TTA (Qingdao) Tire Technology Alliance Co., Ltd, Qingdao 266061, China]

Abstract: Using 1+5×0.20 UT steel cord instead of 2 layers of 1100dtex/2 polyester cord for carcass, an all-steel PCR tire was successfully produced. The results showed that, the all-steel PCR tire with 1+5×0.20 UT steel cord possessed high stiffness, high strength, low rolling resistance and lower cost. The application of 1+5×0.20UT steel cord in PCR tire provided an new approach of the cost reduction and technological innovation.

Key words: ultra high tenacity steel cord; all-steel PCR tire; carcass

国内外简讯2则

△根据美国轮胎生产企业协会(USTMA)的Factbook初版数据,美国2018年轿车轮胎替换胎出货量创记录达到2.167亿条,同比增长3.3%。载重轮胎替换胎出货量也首次达到2 000万条,在过去的5年中,其增长35.6%。轿车和载重汽车原配胎出货量也逐年增长。

轻型载重轮胎出货量略微增长。替换胎出货量从3 130万条增至3 160万条,同比增长近1%。原配胎出货量从540万条增至560万条,同比增长3.7%。

2018年替换胎和原配胎总出货量为3.288亿条,同比增长3.8%。

USTMA成员企业轿车和轻型载重轮胎出口量从2017年的3 020万条增至3 050万条,增长近

1%。载重轮胎出口量从250万条增至290万条,同比增长16%。

MTD(www.moderntiredealer.com),
2019-02-15

△近日,普利司通宣布,计划在美国俄亥俄州建设一个赛车专用轮胎生产工厂,选址在其技术中心附近。

普利司通美国赛车运动公司首席工程师卡拉·亚当斯表示,这一决定恰逢普利司通和IndyCar系列赛续签轮胎供应合同。普利司通的供应期限将到2025年。

据悉,普利司通先进轮胎生产中心毗邻现有的轮胎测试场所,最早在2020年年底投产。

(摘自《中国化工报》,2019-02-21)