

3+9+15×0.225HT 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体和带束层中的应用

赵新伟, 吴学斌, 宋喜政

(新疆昆仑轮胎有限公司, 新疆 乌鲁木齐 831400)

摘要:以 3+9+15×0.225HT 钢丝帘线替代 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线用于 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎胎体和带束层。结果表明,以 3+9+15×0.225HT 钢丝帘线替代 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线用于 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎胎体和带束层,成品轮胎的外缘尺寸基本不变,轮胎强度性能、耐久性能和速度性能以及胎圈耐久性能均有较大提高,在不增加胎体和带束层质量和成本的情况下,胎体和带束层安全倍数大幅提高,从而提高了轮胎的使用安全性能和负荷能力。

关键词:全钢载重子午线轮胎;胎体;带束层;钢丝帘线

中图分类号:U463.341⁺.3/.6;TQ330.38⁺9 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2014)04-0229-05

随着我国汽车工业和运输业的快速发展,国内市场对轮胎的需求不断增大,这极大地推动了轮胎工业的发展。各轮胎企业为了满足市场需求不断增加产能,使全钢载重子午线轮胎在国内市场上出现了供大于求的现象,市场竞争达到了空前激烈的局面,各轮胎企业只有在产品质量、生产成本和生产规模等方面具备整体优势,才能在激烈的市场竞争中求得生存和发展。

为适应子午线轮胎的快速发展,满足优异性能和低成本等方面的要求,必须对轮胎结构进行相应调整。在轮胎整体设计中,胎体用钢丝帘线应具备较高的承载能力,优异的尺寸稳定性、耐老化、耐疲劳和耐磨损性能等。胎体帘线趋向于应用无外缠丝、同捻向结构、高强度钢丝帘线。此外,由于全钢载重子午线轮胎带束层要承受轮胎60%以上的应力,对轮胎的接地面积和耐磨性能有很大的影响,因此带束层应具有较高的刚性和强度。选用高强度、结构简单的新型钢丝帘线替代普通型钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎可以减小钢丝帘线用量,提高轮胎产品质量,有效延长轮胎使用寿命。

本工作主要研究 3+9+15×0.225HT 高强

度钢丝帘线在高负荷能力的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎胎体和带束工作层中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

3+9+15×0.225HT 和 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线,中国贝卡尔特钢帘线有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

S 型四辊钢丝帘布压延机,意大利 COME-RIO-ERCOLES 公司产品;锭子架:美国 RJS 公司产品;90°直裁和 15°~70°小角度斜裁钢丝帘布裁断机,德国 FISCHER 公司产品;ZC×3 型中短途专用一次法成型机,软控股份有限公司产品;轮胎耐久性试验机,天津久荣车轮技术有限公司产品;轮胎强度脱圈静负荷试验机,汕头轮胎机械研究所产品。

1.3 性能测试

钢丝帘线与橡胶的粘合力按照 GB/T 16586—1996 进行测试;剥离试验按照 GB/T 532—2008 进行;成品轮胎外缘尺寸、强度性能分别按照 GB/T 521—2003 和 GB/T 4501—2008 进行测试;耐久性能按照 GB/T 4501—2008 规定试验完成 47 h 后,继续进行试验,每 10 h 速度提

高 $5\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 负荷率增大 10%, 直至轮胎损坏为止; 胎圈耐久性能和速度性能按照企业标准进行测试。

1.4 试验对象

试验对象为 0° 带束层结构的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎, 新型钢丝帘线应用部位为胎体及第 1 和 2 带束层(工作层)。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

2.1.1 基本性能

表 1 示出了 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线基本性能对比。

表 1 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线基本性能对比

项 目	$3+9+15\times 0.225\text{HT}$	$3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$
帘线直径/mm	1.39 ± 0.070	1.62 ± 0.080
线密度/ $(\text{g}\cdot\text{m}^{-1})$	8.63 ± 0.300	8.5 ± 0.300
最小破断力/N	3 120	2 600
破断力/直径/ ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$)	2 245	1 605
破断力/线密度/ [$\text{N}\cdot(\text{g}\cdot\text{m}^{-1})^{-1}$]	362	306
捻距/mm	6.3/12.5/18	6.3/12.5/18/3.5
捻向	Z/Z/Z	S/S/Z/S

从表 1 可以看出, 与 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线结构强度高, 在破断力/直径与破断力/线密度两个指标上有明显优势, 可以在更薄帘布和更少帘线用量下达到相同的帘布要求。

2.1.2 其他性能

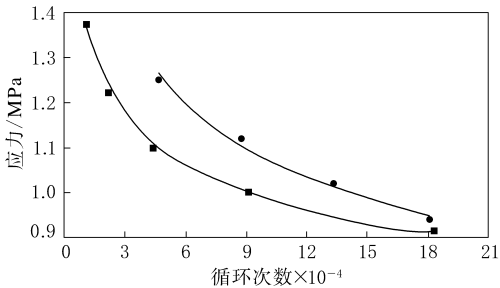
2.1.2.1 耐疲劳性能

图 1 示出了 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线的耐疲劳性能对比。

从图 1 可以看出, 与 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线具有更优的耐疲劳性能, 即在相同应力下具有更好的耐疲劳性能或在相同疲劳循环次数下可以承受更大的应力, 这对提高轮胎负荷能力有帮助。

2.1.2.2 橡胶渗透性能

$3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+$



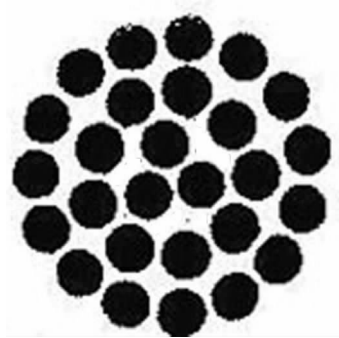
●— $3+9+15\times 0.225\text{HT}$; ■— $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 。

图 1 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$

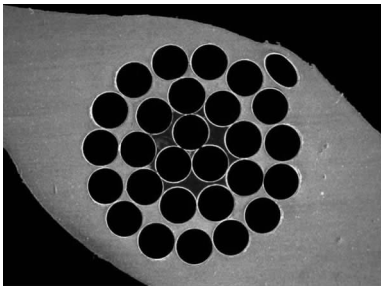
钢丝帘线的耐疲劳性能对比

1NT 钢丝帘线附胶后的充气压力保持率分别为 100%和 0%(采用压降法测量)。

$3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线附胶后断面如图 2 所示。从充气压力保持率和图 2 可知, 与 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线具有更好的渗胶性能。



(a) $3+9+15\times 0.225\text{HT}$



(b) $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$

图 2 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$

钢丝帘线附胶后断面

2.1.2.3 耐磨损性能

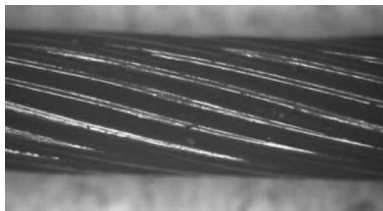
图 3 和 4 分别示出了 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 和 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 钢丝帘线的磨损照片。



(a)3×0.225



(b)3+9×0.225



(c)3+9+15×0.225

图 3 3+9+15×0.225HT 钢丝帘线磨损照片

从图 3 可以看出,3+9+15×0.225HT 钢丝帘线表面有线性轻微磨损,同向捻的特性使其比 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线具有更好的耐磨损性能。

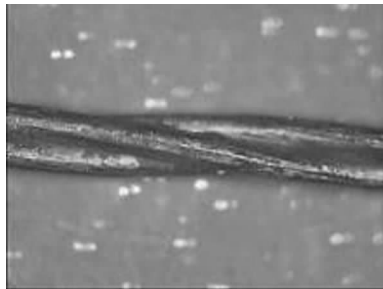
从图 4 可以看出,各层帘线表面有切割点,磨损严重,特别是+15 层表面有严重损伤。

2.1.2.4 综合性能

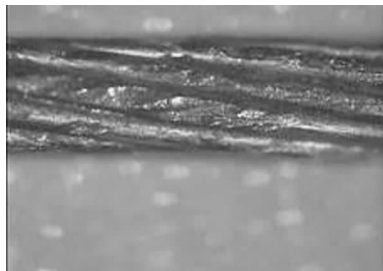
图 5 示出了 3+9+15×0.225HT 和 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线综合性能对比。

从图 5 可以看出,与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线相比,3+9+15×0.225HT 钢丝帘线具有如下性能优势:

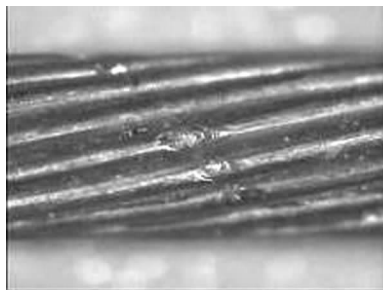
- 更高的破断力及材料使用效率;
- 更高的刚度,有利于提高轮胎的耐磨性能及操控性能;
- 在等压延密度替换情况下,能实现强度增大 16%及帘布质量减小 2.4%;
- 更高的耐疲劳和耐磨损性能,有助于延长



(a)3×0.22



(b)3+9×0.22



(c)3+9+15×0.22



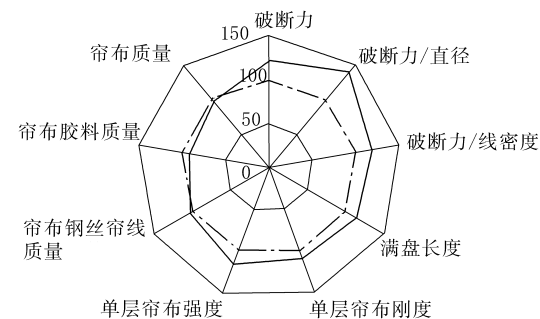
(d)+1 外缠丝

图 4 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线磨损照片
轮胎使用寿命。

2.2 工艺性能

2.2.1 压延

3+9+15×0.225HT 钢丝帘线的破断力高于 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线,为保证轮胎的高负荷能力,压延密度取 $50 \text{ 根} \cdot \text{dm}^{-1}$ (3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线的压延密度为 48



— · — · — 3+9+15×0.225HT; — — 3+9+15×0.22+1NT。

图5 3+9+15×0.22+1NT和3+9+15×0.225HT
钢丝帘线综合性能指数对比

根·dm⁻¹),由于帘线直径减小,压延厚度为3 mm。在保证单根帘线张力为12~15 N的前提下,调整锭子架风压。压延后3+9+15×0.225HT钢丝帘布表面光滑平整,附胶均匀,帘布厚度控制正常。

2.2.2 裁断

松散度和残余扭转指标正常,裁断后断面无发散现象,钢丝帘布表面平整,无上翘现象。

2.2.3 成型

3+9+15×0.225HT钢丝帘线直径略小,且无外缠丝,帘线刚性较高,钢丝帘布接头和胎体反包时未见异常情况。

2.3 成品性能

将3+9+15×0.225HT钢丝帘线用于胎体及带束工作层生产12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎,并与采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线的轮胎进行成品性能对比试验。

2.3.1 外缘尺寸

在相同测试条件下,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎充气外直径和断面宽分别为1 123.57和305.75 mm;采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线轮胎的充气外直径和断面宽分别为1 123.89和307.50 mm。可见,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎外缘尺寸变化不大。

2.3.2 强度性能

强度性能试验结果表明,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎的破坏能是标准值的278%,采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线的轮胎为158%。

可见,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎强度性能大幅提高。

2.3.3 耐久性能

耐久性试验结果表明,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎的累计行驶时间为105.8 h,采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线的轮胎为85.5 h。可见,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎耐久性能提高。

2.3.4 胎圈耐久性能

胎圈耐久性试验条件为:速度 30 km·h⁻¹,充气压力 650 kPa,试验负荷为单胎负荷的200%。试验结果表明,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎的累计行驶时间为120.2 h,采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线的轮胎为98.7 h。可见,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎胎圈耐久性能提高。

2.3.5 速度性能

高速性能试验条件为:以初始速度80 km·h⁻¹行驶5 h,停放2 h后,再以每2 h速度提高10 km·h⁻¹进行试验,直到轮胎损坏为止。试验结果表明,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎的累计行驶时间为12.3 h,最高速度为110 km·h⁻¹,速度级别超过J级;采用3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线的轮胎的累计行驶时间为10.5 h,最高速度为100 km·h⁻¹。可见,采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎速度性能提高。

2.4 实际路试

将采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线试制的12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎发往国内几个严重超载地区进行装车试验对比,经过1年的实际使用表明,轮胎拉链爆和肩空等质量问题发生率明显降低,客户满意度提高。

2.5 成本对比

为进行成本对比,以3+9+15×0.225HT钢丝帘线替代3+9+15×0.22+1NT钢丝帘线(两者压延密度均为52根·dm⁻¹)用于12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎胎体进行试生产,其生产成本对比见表2。

表 2 3+9+15×0. 225HT 与 3+9+15×0. 22+1NT 钢丝帘布质量及成本对比

项 目	3+9+15× 0. 225HT	3+9+15× 0. 22+1NT
帘线直径/mm		
平均值	1. 39	1. 62
最大值	1. 46	1. 70
帘线集中度/%	72	84
帘线刚度/(N·mm ²)	679	644
单层帘布刚度/ (N·mm ² ·dm ⁻¹)	35 308	33 468
单层帘布强度/(N·dm ⁻¹)	162 240	135 200
帘布钢丝间距/mm	0. 53	0. 30
帘布厚度/mm	3. 00	3. 00
帘布钢丝帘线总质量/g	6 693	6 592
帘布钢丝帘线质量指数/%	102	100
帘布胶料总质量/g	3 823	4 181
帘布胶料质量指数/%	91	100
帘布合计质量/g	10 516	10 773
帘布质量指数/%	97. 6	100

从表 2 可以看出,采用 3+9+15×0. 225HT 钢丝帘线,在等压延密度替换的情况下,钢丝帘布强度提高 16%,质量减小 2. 4%。

实际生产中 12. 00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎胎体及 1[#] 和 2[#] 带束层采用 3+9+15×

0. 225HT 钢丝帘线(压延密度为 50 根·dm⁻¹) 替代 3+9+15×0. 22+1NT 钢丝帘线(压延密度为 48 根·dm⁻¹),胎体和带束层的安全倍数分别提高了 18. 5%和 22. 5%,质量减小了 3%,约 0. 5 kg,可节约材料成本近 10 元。

3 结语

提高轮胎性能,减小轮胎质量,降低生产成本是轮胎工业发展的总趋势,选用无外缠丝、同捻向结构和高强度的胎体钢丝帘线,有利于延长轮胎的使用寿命,提高轮胎翻新率。3+9+15×0. 225HT 钢丝帘线完全可以替代 3+9+15×0. 22+1NT 钢丝帘线用于高负荷能力的 12. 00 R20 18PR 全钢载重子午线轮胎胎体和带束工作层中,在不增加胎体和带束工作层质量和成本的情况下,胎体和带束层安全倍数有大幅提高,有效解决了苛刻使用条件下轮胎胎侧拉链爆和肩空等问题,提高了轮胎的使用安全性能和负荷能力,延长了轮胎在超载地区的使用寿命,提高了客户满意度,产品市场占有率大大提高。

第 7 届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

Application of 3+9+15×0. 225HT Steel Cord in Carcass and Belt of Truck and Bus Radial Tire

ZHAO Xin-wei ,WU Xue-bin ,SONG Xi-zheng
(Xinjiang Kunlun Tire Co. ,Ltd,Wulumuqi 831400,China)

Abstract: In this paper, the 3+9+15×0. 225HT steel cord was applied to replace 3+9+15×0. 22+1NT steel cord in the carcass and belt of 12. 00R20 18PR truck and bus radial tire. The results showed that, the inflated peripheral dimension of the finished tire changed little, and the strength performance, endurance performance, speed performance and bead endurance were improved significantly. Without increasing the weight and cost of the carcass and belt, the safety factor of the carcass and belt increased significantly, so that the safety and loading capacity of the tire were improved.

Key words: truck and bus radial tire; carcass; belt; steel cord

欢迎订阅《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》杂志

欢迎刊登广告