

3+9+15×0.20ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用

刘晓芳¹, 隋海涛¹, 张正伟¹, 刘晓锋¹, 李洪汛¹, 姜培玉²

(1. 山东玲珑轮胎股份有限公司, 山东 招远 265400; 2. 贝卡尔特亚洲钢帘线技术中心, 江苏 江阴 214434)

摘要: 研究3+9+15×0.20ST钢丝帘线替代3+9+15×0.225HT钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用。结果表明, 与3+9+15×0.225HT钢丝帘线相比, 3+9+15×0.20ST钢丝帘线具有直径和线密度小、抗冲击性能高的特点, 耐疲劳磨损能力和渗胶性能相当; 用其替代3+9+15×0.225HT钢丝帘线应用于全钢载重子午线轮胎胎体, 轮胎的强度性能、胎圈耐久性能和耐久性能相当, 同时可减小轮胎质量, 降低生产成本。

关键词: 钢丝帘线; 全钢载重子午线轮胎; 胎体

中图分类号: TQ330.38⁺9; U463.341⁺.3/.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2018)0- -04

交通运输对全球气候变暖影响巨大, 温室气体排放的近20%来自于陆地运输, 其中20%~30%来自于轮胎。因此, 世界上主要国家和经济体都在不断提高法规的要求, 针对交通运输行业的节能减排提出了越来越严格的标准。在安全性要求越来越高的基础上, 轮胎还必须满足轻量化、低滚动阻力、可翻新、可回收利用、低噪声等需求^[1]。为了实现上述目标, 作为轮胎的重要骨架材料, 钢丝帘线的发展趋向于高强度、新镀层和更优的结构设计, 以有利于减小轮胎质量, 降低滚动阻力和生热, 延长使用寿命。

随着轮胎用钢丝帘线的快速发展, 超高强度(ST)钢丝帘线正逐步成为市场主流的轮胎骨架材料, 传统的普通强度(NT)和高强度(HT)钢丝帘线的市场份额逐步减小。

胎体是载重子午线轮胎的关键部位, 其骨架材料的特性对轮胎的综合性能有着至关重要的影响。载重子午线轮胎胎体对钢丝帘线的性能要求主要包括抗拉强度、耐疲劳性能、抗冲击性能、弯曲刚度、耐腐蚀性能、粘合性能及保持力、帘布质量和成本等^[2-6]。

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

本文介绍超高强度3+9+15×0.20ST钢丝帘线的性能特点, 并研究其替代3+9+15×0.225HT钢丝帘线应用于12.00R20 A08全钢载重子午线轮胎胎体对成品轮胎性能和成本的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

3+9+15×0.20ST和3+9+15×0.225HT钢丝帘线, 贝卡尔特钢帘线有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

帘布压延机, 日本IHI株式会社产品; Z005型电子拉力测试机; 德国Zwick公司产品; Model 150-B型Taber刚度仪, 美国Teledyne Taber公司产品; 环带疲劳试验机, 贝卡尔特公司产品。

1.3 性能测试

参照GB/T 11181—2003《子午线轮胎用钢丝帘线》对钢丝帘线的直径、线密度和破断力等进行测定。

钢丝帘线和成品轮胎性能按照相应的国家标准或者企业标准采用就高不就低原则进行测试。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

2.1.1 基本性能

3+9+15×0.20ST和3+9+15×0.225HT钢

丝帘线的基本性能对比如表1所示。

从表1可以看出,与 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 钢丝帘线的破断力略小,但直径和线密度显著减小,破断力/线密度提高14%,在保证同等帘布强度下,可以减少材料的使用量,从而减小帘布质量,有利于降低轮胎生热和滚动阻力。

表1 两种钢丝帘线基本性能对比

项 目	$3+9+15\times 0.225\text{HT}$	$3+9+15\times 0.20\text{ST}$
帘线直径/mm	1.38	1.22
线密度/ $(\text{g}\cdot\text{m}^{-1})$	8.63	6.80
最小破断力/N	3 120	2 800
最小破断力/直径/ $(\text{N}\cdot\text{mm}^{-1})$	2 261	2 295
捻向	Z/Z/Z	Z/Z/Z
捻距/mm	6.3/12.5/18	6.3/12.5/15

2.1.2 耐磨损/疲劳性能

采用环带测试方法测试帘布带在最小钢丝帘线破断力额定比例的预载荷下,连续运行1.5亿次弯曲(相当于轮胎运行约45万km)后,评估帘布中钢丝帘线的磨损程度,以此评估钢丝帘线的耐磨损/疲劳性能。测试结果表明:经过1.5亿次弯曲后, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线都没有损坏。图1和2分别示出了经过1.5亿次弯曲后, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线横截面以及钢丝表面的磨损情况。从图1和2可以看出,在相同比例负荷的情况下, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线的形状及表面磨损相当。

2.1.3 渗胶性能

图3示出了 $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线的渗胶横截面对比。

从图3可以看出, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线的渗胶性能相当,两者均为多层同向捻结构,渗胶效果都不太好。

2.1.4 弯曲刚度

胎体钢丝帘线弯曲刚度低有利于轮胎成型过程中的胎体帘布反包,降低胎圈部位问题风险。表2示出了 $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线的弯曲刚度对比。

从表2可以看出,与 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 钢丝帘线的刚度显

著减小。

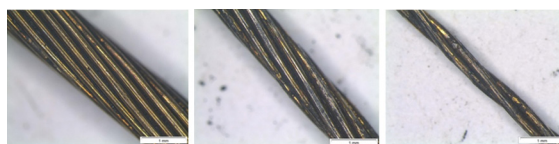


(a) $3+9+15\times 0.225\text{HT}$

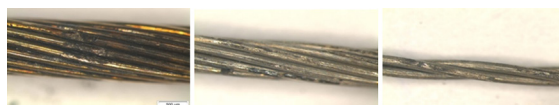


(b) $3+9+15\times 0.20\text{ST}$

图1 钢丝帘线横截面磨损示意



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



(b) $3+9+15\times 0.20\text{ST}$

图2 钢丝帘线表面磨损示意

2.1.5 抗冲击性能

由于轮胎使用时有可能会受到侧向撞击,因此胎体帘线的抗冲击能力非常关键。表3示出了 $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线的抗冲击性能对比。

从表3可以看出,与 $3+9+15\times 0.225\text{HT}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 钢丝帘线的抗冲击性能更好。

2.2 帘布质量

表4示出了 $3+9+15\times 0.20\text{ST}$ 和 $3+9+$

15×0.225HT钢丝帘布压延工艺以及参数对比。



(a) 3+9+15×0.225HT



(b) 3+9+15×0.20ST

图3 钢丝帘线的渗胶横截面

表2 钢丝帘线的弯曲刚度对比 $N \cdot mm^2$

项 目	3+9+15×0.225HT	3+9+15×0.20ST
裸帘线	746	517
埋胶帘线	1 301	879

表3 钢丝帘线的抗冲击性能

项 目	3+9+15×0.225HT	3+9+15×0.20ST
最大冲击力/N	1 086	1 038
抗冲击能/($J \cdot mm^{-2}$)	4.35	6.24
单根钢丝抗冲击能/J	4.61	5.40

从表4可以看出,以3+9+15×0.20ST钢丝帘线等密度替代3+9+15×0.225HT钢丝帘线后,帘布强度下降了10%,帘布厚度减小了0.2 mm,钢丝帘线质量指数、胶料质量指数和帘布质量指数分别减小了21%,2%和15%。

2.3 成品性能

表5示出了采用3+9+15×0.20ST和3+9+15×0.225HT钢丝帘线的成品轮胎的强度性能、胎圈耐久性能和耐久性能试验结果。

从表5可以看出,采用3+9+15×0.20ST钢丝帘线的轮胎的强度性能、胎圈耐久性能和耐久性能

能与采用3+9+15×0.225HT钢丝帘线的轮胎

表4 钢丝帘布压延工艺及参数对比

项 目	3+9+15×0.225HT	3+9+15×0.20ST
平均直径/mm	1.38	1.22
破断力/N	>3 120	>2 800
线密度/($g \cdot m^{-1}$)	8.63	6.80
压延密度/(根· dm^{-1})	55	55
压延厚度/mm	2.8	2.6
帘布强度/($kN \cdot m^{-1}$)	1 716	1 540
钢丝质量/($g \cdot m^{-2}$)	4 747	3 740
胶料质量/($g \cdot m^{-2}$)	2 416	2 368
帘布质量/($g \cdot m^{-2}$)	7 162	6 108
帘布强度指数	100	90
钢丝帘线质量指数	100	79
胶料质量指数	100	98
帘布质量指数	100	85

表5 成品轮胎性能

项 目	3+9+15×0.225HT	3+9+15×0.20ST
强度性能指数	100	99
胎圈耐久性能指数	100	101
耐久性能指数	100	101

相当,均满足该规格轮胎的性能要求。

3 结语

采用超高强度3+9+15×0.20ST钢丝帘线替代3+9+15×0.225HT钢丝帘线用于12.00R20 A08全钢载重子午线轮胎胎体,工艺性能良好,成品轮胎的强度性能、胎圈耐久性能和耐久性能都能满足该规格轮胎要求,同时符合绿色轮胎的发展方向。

参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [2] 文燕, 温显新, 夏世良, 等. 0.37+6×0.32ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业, 2017, 37(2): 97-100.
- [3] 刘伯忠. 3+8×0.21ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎中的应用[J]. 轮胎工业, 2017, 37(11): 684-686.
- [4] 刘晓芳, 隋海涛, 渠春玲, 等. 0.17+5×0.215+10×0.235CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 轮胎工业, 2017, 37(11): 745-748.
- [5] 肖幸, 熊永翠, 曾清, 等. 3+9×0.22+0.15NT钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎中的应用[J]. 轮胎工业, 2017, 37(4): 233-235.
- [6] 王成德, 程德祥, 高原, 等. 3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 橡胶科技, 2017, 15(4): 29-32.

收稿日期: 2017-?-?-?

Application of 3+9+15×0.20ST Steel Cord in Carcass of Truck and Bus Radial Tire

LIU Xiaofang¹, SUI Haitao¹, ZHANG Zhengwei¹, LIU Xiaofeng¹, LI Hongxun¹, JIANG Peiyu²

(1. Shandong Linglong Tire Co., Ltd, Zhaoyuan 265400, China; 2. Bekaert Technical Center Steel Cord Asia, Jiangyin 214434, China)

Abstract: The application of 3+9+15×0.20ST steel cord in carcass of truck and bus radial tire in stead of 3+9+15×0.225HT steel cord was investigated. The results showed that, compared with 3+9+15×0.225HT steel cord, 3+9+15×0.20ST steel cord possessed smaller diameter and linear density, higher impact resistance, and equal fatigue wear resistance and rubber penetration. Using 3+9+15×0.20ST steel cord instead of 3+9+15×0.225HT steel cord in carcass of truck and bus radial tire, the tire weight and the manufacturing cost were reduced.

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