

3×0.38 ST 钢丝帘线在半钢轻型载重子午线轮胎带束层中的应用

焦冬冬, 王 君, 黄义钢, 孙 超, 项兵兵, 任振兴, 耿 钊

(青岛双星轮胎工业有限公司, 山东 青岛 266400)

摘要: 研究 3×0.38 ST 钢丝帘线在半钢轻型载重子午线轮胎带束层中的应用。结果表明: 与 $2+2 \times 0.35$ HT 钢丝帘线相比, 3×0.38 ST 钢丝帘线的直径和线密度减小, 弯曲刚度增大; 在半钢轻型载重子午线轮胎带束层中以 3×0.38 ST 钢丝帘线替代 $2+2 \times 0.35$ HT 钢丝帘线, 帘布的生产工艺过程稳定, 成品轮胎的充气外缘尺寸、强度、高速性能和耐久性能满足国家标准要求, 同时可减小轮胎质量, 降低生产成本。

关键词: 钢丝帘线; 半钢轻型载重子午线轮胎; 带束层; 加工性能; 成品性能; 成本

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)05-0295-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2022.05.0295



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

1948年法国米其林公司开发出子午线轮胎是轮胎工业的一场革命, 使轮胎结构发生了根本性变化, 2009年欧盟颁布轮胎标签法^[1-2], 再次使轮胎工业迎来一次大变革, 欧盟轮胎市场准入标准提高, 用户更加关注轮胎的燃油经济性、安全性及舒适性, 对轮胎的滚动阻力、抗湿滑性能和噪声提出了更高的要求。为满足市场需求, 轮胎产品正朝着轻量化方向进一步发展。

带束层作为半钢轻型载重子午线轮胎的关键部件, 其骨架材料的结构和性能对轮胎综合性能起着重要作用^[3-5]。随着半钢轻型载重子午线轮胎向轻量化方向发展, 超高强度、低线密度的钢丝帘线逐渐取代了传统的钢丝帘线, 成为半钢轻型载重子午线轮胎带束层用骨架材料的主流^[6-8]。

目前, 我公司用于半钢轻型载重子午线轮胎带束层的钢丝帘线为 $2+2 \times 0.35$ HT, 由于其直径和线密度较大, 压延覆胶厚, 钢丝帘线质量大, 导致带束层半成品和轮胎质量大, 产品竞争力差^[9-10]。

本工作研究 3×0.38 ST 钢丝帘线替代 $2+2 \times 0.35$ HT 钢丝帘线在半钢轻型载重子午线轮胎

带束层中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

3×0.38 ST 和 $2+2 \times 0.35$ HT 钢丝帘线, 江苏兴达钢帘线股份有限公司产品。

1.2 主要设备

TENSOMETER 2000型拉力机, 美国阿尔法科技有限公司产品; XLB-0 600×600×3型平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; 钢丝-纤维两用压延机, 意大利科美立奥·艾克利公司产品; 小角度裁断机, 德国Fisher公司产品; MAX成型机, 荷兰VMI公司产品; 转鼓试验机, 天津久荣车轮技术有限公司产品。

1.3 性能测试

各项性能均按相应的国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

3×0.38 ST 和 $2+2 \times 0.35$ HT 钢丝帘线的结构如图1所示。

从图1可以看出, 两种钢丝帘线均为开放型结构, 都具有很好的渗胶性能, 硫化后制品气体压力流失为零。

作者简介: 焦冬冬(1988—), 男, 山东济宁人, 青岛双星轮胎工业有限公司工程师, 学士, 主要从事轿车轮胎骨架材料的开发与应用研究。

E-mail: jiaodongdong08512@163.com

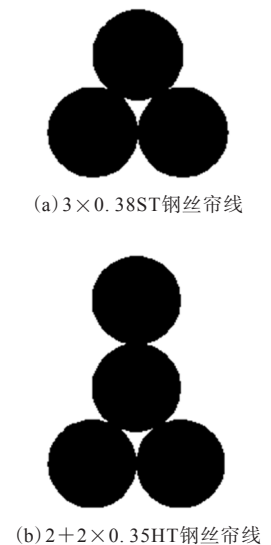


图1 两种钢丝帘线的结构

3×0.38ST和2+2×0.35HT钢丝帘线的基本性能对比如表1所示。

从表1可以看出,两种钢丝帘线的破断力和粘合力接近,且破断力满足国家标准要求。与2+2×0.35HT钢丝帘线相比,3×0.38ST钢丝帘线的单丝由高强度变成超高强度,线密度由3.02 g·m⁻¹减小到2.65 g·m⁻¹,降低了12.3%,弯曲刚度由619 N·mm²增大到645 N·mm²,提高了4%,使带束层具有更好的尺寸稳定性,可以增强轮胎的耐磨和抗侧滑性能,提高轮胎的安全与操控性能。

2.2 生产工艺

3×0.38ST和2+2×0.35HT钢丝帘布压延工艺参数对比如表2所示。

表1 两种钢丝帘线的基本性能对比

项 目	3×0.38ST钢丝帘线		2+2×0.35HT钢丝帘线	
	实测	国家标准	实测	国家标准
捻距/mm	19.5	20±1	16.0	16±0.8
捻向	S	S	S	S
镀层黄铜含量/%	63.5	63.5±2.5	64.6	63.5±2.5
镀层质量/(g·kg ⁻¹)	3.42		3.87	
粘合力/N	711		733	
帘线直径/mm	0.81	0.800±0.04	0.94	0.940±0.047
线密度/(g·m ⁻¹)	2.65	2.670±0.13	3.02	3.03±0.15
破断力/N	1 072	≥980	1 103	≥1 025
弯曲刚度/(N·mm ²)	645		619	
松散度/mm	8	≤20	0	≤16

注:检测方法参照GB/T 11181—2016和GB/T 16586—2014;粘合力测试硫化条件为150℃×30 min,拉伸速率为50 mm·min⁻¹,试样宽度为12.5 mm。

表2 两种钢丝帘布压延工艺参数对比

项 目	3×0.38ST 钢丝帘布	2+2×0.35HT 钢丝帘布
压延密度指数	100	100
单位宽度的破断力指数	93	100
压延覆胶厚度指数	85	100
单位面积钢丝帘线质量指数	88	100
单位面积橡胶质量指数	90	100
单位面积钢丝帘布质量指数	89	100

从表2可以看出:与2+2×0.35HT钢丝帘布相比,3×0.38ST钢丝帘布因其帘线直径较小,故压延覆胶厚度减小15%,单位面积橡胶质量减小10%;等压延密度替代后,因3×0.38ST钢丝帘线具有更低的线密度,故单位面积钢丝帘线质量减小12%,单位面积钢丝帘布质量减小11%。

与2+2×0.35HT钢丝帘线相比,3×0.38ST钢丝帘线具有更低的线密度,为保证钢丝帘布在小角度裁断时不发生翘头现象,需要对锭子架放线张力进行微调。压延工艺过程稳定,未发生跳线等工艺问题,帘布表面平整,附胶均匀。

小角度裁断工艺过程稳定,未发生翘头等问题,切口处钢丝不松散,设备可实现自动接头,无需手动,接头错位≤1 mm。成型及硫化按照原有工艺执行,工艺过程稳定。

2.3 成品性能

依据2+2×0.35HT钢丝帘线的应用现状,在以3×0.38ST钢丝帘线进行替代验证时,轮胎选取具有代表性的规格产品:235/65R16C 115/113R半钢公制轻型载重子午线轮胎、245/75R16LT 120/116N

半钢泥地轻型载重子午线轮胎和 7.50R16LT 122/118L 半钢英制轻型载重子午线轮胎。

成品轮胎的外缘尺寸按照 GB/T 521—2012 进行测试; 高速性能按照 GB/T 4501—2016 进行测试, 达到国家标准要求后, 每 10 min 试验速度增大 10 km·h⁻¹, 直到轮胎损坏为止; 耐久性能按照 GB/T 4501—2016 进行测试, 达到国家标准要求后, 每 10 h 试验负荷增大 10%, 负荷增大到 155% 后, 试验速度和负荷保持不变, 直到轮胎损坏为止。3 种规格轮胎的成品性能测试结果分别如表 3—5 所示。

表3 235/65R16C 115/113R轮胎的成品性能			
项 目	试验轮胎	正常轮胎	国家标准
钢丝帘线规格	3×0.38ST	2+2×0.35HT	
充气外直径/mm	711	709	712±9
充气断面宽/mm	242	241	230~252
最小破坏能/J	997	907	≥576
高速性能试验 ¹⁾			
累计行驶时间/h	1.57	1.53	≥1
轮胎损坏形式	胎肩崩花	胎肩崩花	
耐久性能试验 ²⁾			
累计行驶时间/h	90.17	75.33	≥47
轮胎损坏形式	轮胎爆破	轮胎爆破	
注: 1) 充气压力 480 kPa, 负荷 1 094 kg; 2) 充气压力 480 kPa, 试验速度 120 km·h ⁻¹ 。			

表4 245/75R16LT 120/116N轮胎的成品性能			
项 目	试验轮胎	正常轮胎	国家标准
钢丝帘线规格	3×0.38ST	2+2×0.35HT	
充气外直径/mm	770	771	774±11
充气断面宽/mm	252	252	238~260
最小破坏能/J	1 072	1 064	≥576
高速性能试验 ¹⁾			
累计行驶时间/h	1.72	1.75	≥1
轮胎损坏形式	胎肩崩花	轮胎爆破	
耐久性能试验 ²⁾			
累计行驶时间/h	80.32	78.50	≥47
轮胎损坏形式	胎肩鼓包	胎肩鼓包	
注: 1) 充气压力 550 kPa, 负荷 1 260 kg; 2) 充气压力 550 kPa, 试验速度 90 km·h ⁻¹ 。			

从表3—5可以看出, 在以上3种规格轮胎的带束层中以3×0.38ST 钢丝帘线替代2+2×0.35HT 钢丝帘线, 成品轮胎的充气外直径、充气断面宽、最小破坏能、高速和耐久性能均满足国家标准要求, 且两种不同规格钢丝帘线的成品轮胎性能相近, 可实现产品质量的稳定延续。

表5 7.50R16LT 122/118L轮胎的成品性能			
项 目	试验轮胎	正常轮胎	国家标准
钢丝帘线规格	3×0.38ST	2+2×0.35HT	
充气外直径/mm	804	807	805±12
充气断面宽/mm	218	206	206~226
最小破坏能/J	1 692	1 641	≥712
高速性能试验 ¹⁾			
累计行驶时间/h	2.67	2.33	≥1
轮胎损坏形式	胎肩崩花	胎肩崩花	
耐久性能试验 ²⁾			
累计行驶时间/h	95.05	97.03	≥47
轮胎损坏形式	胎肩鼓包	胎肩鼓包	
注: 1) 充气压力 770 kPa, 负荷 1 350 kg; 2) 充气压力 770 kPa, 试验速度 65 km·h ⁻¹ 。			

2.4 成本分析

与2+2×0.35HT 钢丝帘线相比, 3×0.38ST 钢丝帘线的直径较小, 设定压延覆胶厚度时可适当减小; 而且3×0.38ST 钢丝帘线的线密度较小, 等压延密度下, 单位面积钢丝帘线消耗质量减小, 以上两方面的效果叠加后, 轮胎质量减小, 成本降低, 具体对比数据如表6所示。

表6 轮胎质量成本对比		
项 目	试验轮胎	正常轮胎
钢丝帘线规格	3×0.38ST	2+2×0.35HT
单位面积钢丝帘线成本指数	86	100
单位面积覆胶成本指数	90	100
单位面积帘布成本指数	88	100
单胎质量指数	96	100

从表6可以看出, 以3×0.38ST 钢丝帘线替代2+2×0.35HT 钢丝帘线, 单位面积钢丝帘线成本降低14%, 覆胶成本减小10%, 帘布成本减小12%, 轮胎质量减小4%。

按照半钢轻型载重子午线轮胎年产能200万套计, 采用3×0.38ST 钢丝帘线替代2+2×0.35HT 钢丝帘线, 预计每年可节约材料成本约600万元, 经济效益显著, 有利于提高产品的市场竞争力。

3 结论

在半钢轻型载重子午线轮胎带束层中以3×0.38ST 钢丝帘线替代2+2×0.35HT 钢丝帘线, 帘布的生产工艺过程稳定, 成品轮胎的充气外缘尺寸、强度、高速性能和耐久性能满足国家标准要求, 可实现产品质量的稳定延续, 同时减小了轮胎质量, 降低了生产成本。

参考文献:

- [1] 董鹏. 欧盟推出轮胎标签法使轮胎出口遭遇“限制门”[J]. 汽车工程师, 2013(8): 15-17.
- [2] 王彦芳, 陈晓文. 欧盟轮胎标签法实施及我国轮胎产业的绿色管理探讨[J]. 绿色科技, 2012(10): 187-189.
- [3] 杨建, 王国林, 董自龙, 等. 轮胎带束层宽度和帘线角度对滚动阻力的影响[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2015(4): 128-132.
- [4] 黄兆阁, 李长宇, 孟祥坤, 等. 235/45R18轮胎带束层帘线的优化设计[J]. 橡胶工业, 2020, 67(3): 209-213.
- [5] 冯琳阁, 辛振祥. 不对称带束层11.00R20全钢载重子午线轮胎有限元分析[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2012(2): 177-182.
- [6] 谢遂志, 刘登祥, 周鸣雷. 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.
- [7] 高楠. 子午线轮胎骨架材料的检点及判定方法[J]. 科学技术创新, 2020(18): 22-23.
- [8] 张熹, 王春旭, 史庆南. 子午线轮胎钢帘线用钢丝的工艺现状[J]. 钢铁研究学报, 2007(1): 1-5.
- [9] 刘兴华, 胡湘琦. 2+7×0.38ST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, 2020, 40(7): 428-430.
- [10] 郭秀珍, 李葆忠. 5×0.35HT钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎保护层带束层中的应用[J]. 中国橡胶, 2006(19): 36-37.

收稿日期: 2021-11-30

Application of 3×0.38ST Steel Cord in Belt of Steel-belted Light Truck and Bus Radial Tire

JIAO Dongdong, WANG Jun, HUANG Yigang, SUN Chao, XIANG Bingbing, REN Zhenxing, GENG Zhao

(Qingdao Doublestar Tire Industry Co., Ltd, Qingdao 266400, China)

Abstract: The application of 3×0.38ST steel cord in the belt of steel-belted light truck and bus radial tire was studied. The results showed that compared with 2+2×0.35HT steel cord, the diameter and linear density of the 3×0.38ST steel cord were lower and the bending stiffness was higher. Using 3×0.38ST steel cord instead of 2+2×0.35HT steel cord in the belt of steel-belted light truck and bus radial tire, the production process of cord fabric was stable. The inflated peripheral dimension, strength, high-speed performance and durability of the finished tire met the requirements of national standards, while the tire weight and production cost were reduced.

Key words: steel cord; steel-belted light truck and bus radial tire; belt; processability; finished tire performance; cost

浪马轮胎巴基斯坦合资工厂落成

日前, 朝阳浪马轮胎有限责任公司(简称浪马轮胎)巴基斯坦合资工厂落成仪式在巴基斯坦卡拉奇市隆重举行。浪马轮胎董事长李庆文邀请朝阳金达集团董事长赵春雷、朝阳新长征轮胎有限责任公司总经理刘国权、东风朝阳朝柴动力有限公司党委书记杨树新等领导以及公司相关技术人员与巴基斯坦总统、中国驻卡拉奇总领事以及巴基斯坦合作伙伴, 以视频连线的方式共同见证了这一重要时刻。该工厂的落成意味着巴基斯坦第1条全钢载重子午线轮胎生产线的诞生。

该项目总投资2.5亿美元, 分3期实施。一期实现全钢子午线轮胎年生产能力为72万套, 最终年

产能力达到240万套。该项目全套生产技术为浪马轮胎独家输出, 其主体设备全部为中国制造, 在建设及设备招标中有多家辽宁企业参与其中, 一期将带动国产设备及附属工具的出口额达2.1亿元, 这对于辽宁省企业沿着“一带一路”抱团走出去具有示范作用。

该工厂的建成将填补巴基斯坦轮胎工业的空白, 对完善巴基斯坦轮胎工业体系, 满足巴基斯坦市场对轮胎的需求, 促进经济发展起到积极作用, 同样这也是浪马轮胎践行“一带一路”国家战略的重要举措, 对浪马轮胎完善工厂布局、市场布局意义重大。

(本刊编辑部)