

探究带束层钢帘线对半钢子午线轮胎性能的影响

刘伟, 张宁, 高凯, 谢航, 李海艳

(山东丰源轮胎有限公司, 山东 枣庄 277300)

摘要: 通过成品轮胎“外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能、耐久性能、滚动阻力等试验, 研究带束层钢帘线对轮胎性能的影响。结果表明: 3种带束层钢帘线成品轮胎的外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均符合标准要求; 带束层钢帘线主要影响轮胎滚动阻力。

关键词: 半钢子午线轮胎; 带束层; 钢帘线; 轮胎性能

中图分类号: TQ330.66

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)04-0023-03

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.04.005

随着轮胎准入门槛的提高, 消费者对产品的性能要求越来越高, 提高产品的性能势在必行; 与此同时美国等其他国家对华轮胎产品反倾销, 使得国内轮胎企业的出口越来越困难, 促使越来越多的企业加大研发投入进行新技术的研发。

半钢子午线轿车轮胎是由橡胶、配合剂、钢丝和帘线等材料组成的高分子复合制品^[1-2]。轿车轮胎各部件具有独特的性能, 胎面、带束层、冠带条组成的冠带层可以约束轮胎高速旋转时产生的膨胀, 内衬层则可保证轮胎保持相应的气压, 胎面、胎侧、胎圈、胎体、带束层、冠带条、内衬层等通过成型机设备和工艺紧密结合成整体, 经过高温、高压硫化后, 共同实现轮胎功能^[3-4]。

带束层是轮胎的主要受力部件, 能够缓和路面冲击传递给车辆的能量, 对汽车行驶的高速性能、平稳性和舒适性有重要作用。半钢子午线轮胎中的带束层以一定角度交叉贴合在胎体上部、胎面冠带条下部, 沿胎面中心线圆周方向箍紧胎体, 可以保持轮胎充气后的形状。

本工作从半钢子午线轮胎常用的带束层钢帘线出发, 通过成品轮胎“外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能、耐久性能、滚动阻力”等试验, 探讨了带束层钢帘线对轮胎性能的影响。

选用市面上常用于半钢子午线轮胎带束层生产的3种钢帘线, 其基本性能指标如表1所示。

表1 3种试验所用钢帘线的基本性能及指标

项目	钢帘线		
	材料1	材料2	材料3
帘线捻向	S	S	S
帘线直径/mm	0.61±0.02	0.61±0.02	0.77±0.03
线密度/(g·m ⁻¹)	1.14±0.05	1.46±0.06	2.24±0.1
破断力/N	≥ 445	≥ 615	≥ 820
单位面积质量/(kg·m ⁻²)	0.97	1.04	1.01
安全倍数	7.33	9.35	10.05

从表1可以看出, 随着3种带束层钢帘线的破断力和单位面积质量的增大, 相应的轮胎的安全倍数呈现正向增大趋势。

1.2 试验方案和试验方法

该实验方案的唯一变量是钢帘线, 为单变量分析法, 分别使用3种钢帘线开展试验方案, 每种方案均生产205/55R18 95W规格的半钢子午线轮胎20条, 优选后开展进一步的试验。

采用3个方案进行成品轮胎“外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能、耐久性能、滚动阻力、静态刚性、接地印痕”试验, 试验条件均一致。为减少轮胎之间的差异, 该实验方案的唯一变量是钢帘线, 试验生产的半钢轮胎其他胶部件及钢丝部件均为同一压出线、同一成型机、同一硫化机和同一组操作人员

作者简介: 刘伟(1985-), 男, 专科, 技术员, 主要从事轮胎现场工艺研究。

收稿日期: 2023-06-20

1 试验

1.1 试验材料选用

生产完成。

1.3 主要设备和仪器

XM370 型密炼机和 XM305 型开炼机, 软控股份有限公司产品; 胎胚成型使用 VMI 一次法成型机; 轮胎拆装机 (crossage Evo plus), 北京鑫明德机电设备科技有限公司; 四工位轮胎耐久试验机, 青岛高校测控技术有限公司; 脱圈阻力试验机, 汕头市浩大轮胎测试装备有限公司; 轮胎综合刚度电阻试验机 (TMT-1A), 汕头市浩大轮胎测试装备有限公司产品。

2 结果与分析

2.1 成品轮胎试验结果

2.1.1 外缘尺寸

按 Q/B W001-2017《子午线轮胎外缘尺寸测量方法》, 将成品轮胎安装在标准轮辋上, 在标准充气压力下测量轮胎的外直径和断面宽。3 种方案轮胎的外缘尺寸如表 2 所示。

表 2 3 种试验方案轮胎的外缘尺寸性能测试结果

项目	标准 /mm	3 种试验方案 /mm		
		1	2	3
外直径	683~693	690.1	690.5	689.2
断面宽	214~223	220.7	220.5	221.3

从表 2 可以看出, 3 种方案轮胎的外直径及断面宽均符合标准要求。

2.1.2 强度性能

按照 Q/B QP001-2018《轿车子午线轮胎强度实验方法》测试成品轮胎的强度性能, 试验条件为: 待测试轮胎充气压力 220 kPa, 常温下静置 3 h 以上, 压头直径 19±0.05 mm。3 种方案轮胎的强度性能试验结果如表 3 所示。

表 3 3 种试验方案轮胎的强度性能测试结果

项目	标准 /J	3 种试验方案 /mm		
		1	2	3
破坏能值 /J	585	666.6	608.5	678.4
第 1~4 点	585	585	585	585
第 5 点		压头触及轮辋未压穿	压头触及轮辋未压穿	压头触及轮辋未压穿
最大破坏能与标准值的百分比 /%		113.95	104.02	115.97

从表 3 可以看出, 测试的数据, 方案 1、2、3 第 1~第 4 点破坏能, 都达到标准值; 方案 1 第 5 点破坏能 666.6 J、方案 2 第五点破坏能 608.5 J、方案 3 第 5 点破坏能 678.4 J, 均超过标准值, 方案 1、2、3 试验轮胎强度性能测试, 均达到企业标准要求。

2.1.3 脱圈阻力

按照 Q/B PT001-2017《轿车子午线轮胎脱圈阻力试验方法》测试成品轮胎的脱圈阻力, 试验条件为: 充气压力 220 kPa, 压块水平距离 318 mm。3 种方案轮胎的脱圈阻力试验结果如表 4 所示。

表 4 3 种方案轮胎的脱圈阻力试验结果

项目	标准 /J	3 种试验方案		
		1	2	3
脱圈阻力 /N	11120	15 313.4	15 399.1	15 437.6
脱圈阻力与标准值的百分比 /%		137.7%	138.5%	138.8%

从表 4 可以看出, 3 种方案轮胎的脱圈阻力均符合标准要求, 方案 1、2、3 试验轮胎脱圈阻力测试, 分别为标准值的 137.7%、138.5%、138.8%, 均达到企业标准要求, 略有差异, 说明与安全倍数有一定的相近性。

2.1.4 高速性能

按照 Q/B GP004-2018《轿车子午线轮胎高速性能实验方法》测试成品轮胎的高速性能, 试验条件为: 充气压力 360 kPa, 试验负荷标准负荷的 68%, 速度级别 W, 初始速度 230 km·h。3 种方案轮胎的高速试验结果如表 5 所示。

表 5 3 种方案轮胎的高速性能试验结果

试验阶段	试验速度 / (km·h ⁻¹)	3 种试验方案 行驶时间 /min		
		1	2	3
1	0-230	10	10	10
2	230	10	10	10
3	240	10	10	10
4	250	10	10	10
5	260	20	20	20
6	270	10	10	10
7	280	10	10	10
8	290	10	10	10
9	300	9	10	10
10	310	/	1	3

从表 5 可以看出, 3 种方案轮胎均满足企业标准, 测试时间分别为 99 min\101 min\103 min。

2.1.5 耐久性能

按照 Q/B NP 001-2018 测试成品轮胎的耐久性能, 试验条件为: 耐久充气压力 220 kPa, 低气压充气压力 160 kPa。国家标准要求跑至第 3 阶段, 本次试验中跑至第 7 阶段结束 (从测试阶段 4 开始为低气压试验部分)。试验步骤如表 6 所示。

试验结束时, 3 种方案轮胎耐久阶段行驶 34 h 均未损坏, 方案 1、2、3 试验轮胎累计行驶, 分别为 61 h、64 h、67 h, 均达到企业标准要求。

2.2 滚动阻力

按照 ISO 28580-2018《轮胎滚动阻力测试方法》

表 6 耐久及低气压试验

试验阶段	试验轮胎负荷率 /%	3 种试验方案 行驶时间 /h		
		1	2	3
普通耐久阶段				
1	85	4	4	4
2	90	6	6	6
3	100	24	24	24
低气压耐久阶段				
4	100	5.5	1.5	1.5
5	110	4	8	8
6	120	0.5	0.5	0.5
7	120	17	20	23

测试成品轮胎的滚动阻力。试验条件为：充气压力 250 kPa，试验负荷 600 kg。3 种方案轮胎的滚动阻力试验结果见表 7。

表 7 3 种方案轮胎的滚动阻力试验结果

项目	标准 / (N·kN ⁻¹)	3 种试验方案		
		1	2	3
轮胎重量 /kg	B 级标准	10.21	10.59	10.68
滚动阻力系数 / (N·kN ⁻¹)	6.6 ≤ X ≤ 7.7	7.54	7.58	7.66

从表 7 可以看出，使用 3 种束层钢丝帘线的带同一规格轮胎质量逐渐增大，方案 C 的滚动阻力系数最大，方案 A 的滚动阻力系数最小，因此，轮胎质量与滚动阻力密切相关。由于 3 种方案轮胎的安全倍数均符合公司标准，在符合安全性能的前提下，使用更轻量化的带束层钢丝帘线（如方案 A）既能降低成本，又有利于降低轮胎的滚动阻力。

3 结论

本工作从成品轮胎“外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能、耐久性能”试验及滚动阻力性能方面进行了分析，研究了 3 种带束层钢丝帘线对轮胎性能的影响，结论如下。

(1) 3 种带束层钢丝帘线轮胎的外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均符合标准要求。

(2) 方案 A、B 轮胎的滚动阻力接近，方案 C 轮胎的滚动阻力最大，这与钢丝帘线的质量密切相关。

综上，3 种带束层钢丝帘线在成品轮胎试验方面均符合国家标准要求，在其他力学性能方面带束层钢丝帘线主要影响轮胎的滚动阻力，同时，3 种钢丝帘线在成本方面存在差异，轮胎设计时，应根据需要选择合适的带束层钢丝帘线。

参考文献：

- [1] 徐嘉辉. 高性能改性粘合树脂在绿色轮胎中的应用研究 [D]. 山东：青岛科技大学, 2021.
- [2] 王宝凯. 205 / 55R16 子午线轮胎的结构设计、带束层优化与性能研究 [D]. 青岛：青岛科技大学, 2020.
- [3] 赛轮金宇集团股份有限公司. 一种超低断面彩字轮胎及其制备方法 :CN201510108130.1[P]. 2016-10-19.
- [4] 姜云平, 罗之祥, 梅凤国. 国外子午线轮胎带束层材料和结构发展 [J]. 轮胎工业, 2016, 36(7):387-391.

Exploring the effect of steel cord with bundle on the performance of semi steel radial tire

Liu Wei, Zhang Ning, Gao Kai, Xie Hang, Li Haiyan
(Shandong Fengyuan Tire Co. LTD., Zaozhuang 277300, Shandong, China)

Abstract: Through experiments on the outer edge size, strength performance, bead unseating resistance, high-speed performance, durability, and rolling resistance of finished tires, the influence of steel cord with belt layer on tire performance was studied. The results showed that the outer edge size, strength performance, bead unseating resistance, high-speed performance, and durability of three finished tires with steel cord with belt layer all met the standard requirements; The steel cord with belt layer mainly affects tire rolling resistance.

Key words: semi steel radial tire; belt layer; steel cord; tire performance

(R-03)

