

浸胶冠带条在半钢子午线轮胎中的应用

刘晓芳,李 超,魏 胜,陈雪梅,张正伟,林文俊,刘春峰

(山东玲珑轮胎股份有限公司,山东 招远 265400)

摘要:研究浸胶冠带条在半钢子午线轮胎中的应用。结果表明:浸胶冠带条原材料性能符合企业标准要求;浸胶冠带条在现有的一次法和二次法成型机上成型加工成功;代表规格试验轮胎室内性能测试达到企业标准要求,轮胎质量减小,滚动阻力下降;试验轮胎装车性能与现行轮胎产品相当,通过出租车5万km耐久性能验证,轮胎使用正常,未出现带束层分离。

关键词:浸胶冠带条;半钢子午线轮胎;滚动阻力;成品性能;装车性能

中图分类号:TQ330.6⁺6;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)04-0257-06

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.04.0257



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着欧盟轮胎标签法的推出及准入门槛的不断提高,轮胎市场竞争日益激烈,轮胎生产技术升级刻不容缓^[1-5]。在此形势下,我公司成功研制出一种全新的浸胶冠带条来取代现有的压延产品。现将相关情况介绍如下。

1 产品特点

新型浸胶冠带条如图1所示。先进的工艺制备技术使浸胶冠带条无需进行压延、裁断,可直接用于成型。

普通冠带条制备工序如图2所示。浸胶冠带条可以减少工序,如图3所示。

2 生产工艺

2.1 浸胶冠带条性能

表1示出了浸胶冠带条的性能。

2.2 成型设备改造

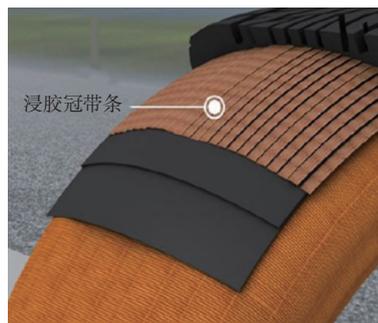
由于浸胶冠带条本身粘性较低,在成型缠绕过程中容易出现打滑、脱辊等现象(见图4),影响成型质量。因此,邀请VMI公司技术人员前来进行设备调整,通过调整张力辊水平度和浸胶冠带条压力参数等方式,解决了浸胶冠带条在VMI—

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



(a) 浸胶冠带条



(b) 在轮胎产品中

图1 浸胶冠带条及其在轮胎中的应用

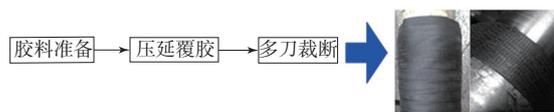


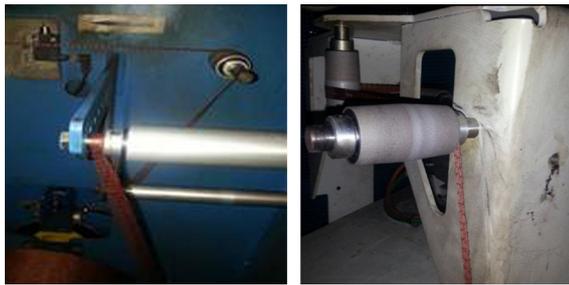
图2 普通冠带条制备工序



图3 浸胶冠带条的优点

表1 浸胶冠带条的性能

项 目	浸胶冠带条	指标	测试结果
断裂强力/N	143.9	≥ 140.0	合格
44.1 N定负荷伸长率/%	8.5	8.5 ± 0.6	合格
断裂强力变异系数/%	1.9	≤ 3.0	合格
断裂伸长率/%	21.4	20.5 ± 2	合格
断裂伸长率变异系数/%	4.4	≤ 5.0	合格
帘线直径/mm	0.51	0.53 ± 0.05	合格
干热收缩率/%	4.0	3.8 ± 0.5	合格

图4 浸胶冠带条在成型缠绕阶段出现打滑和脱辊现象
次法成型机上的缠绕问题。

通过采取延长冠带条压紧时间、减小排线器与带束鼓的间距、增大扶头角度等措施解决了浸胶冠带条在二次法成型机上的缠绕问题,调整后浸胶冠带条缠绕情况如图5所示。

3 成品轮胎性能

采用浸胶冠带条试制205/55R16 91H和225/65R16 100H轮胎进行成品性能测试,并与采用锦纶冠带条(长度为30.6 m)的同规格生产轮胎进行对比,结果分别如表2和3所示。

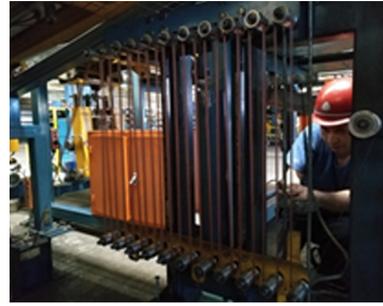
从表2和3可以看出,使用浸胶冠带条未损失轮胎性能,轮胎室内性能满足企业标准要求。

此外,采用浸胶冠带条试制多条225/65R16 100H轮胎与生产轮胎进行质量和滚动阻力系数对比,结果分别如表4和5所示。

从表4和5可以看出,使用浸胶冠带条的225/65R16 100H轮胎平均质量和滚动阻力系数分别减小了0.33 kg和 $0.22 \text{ N} \cdot \text{kN}^{-1}$ (2.5%)。

4 装车性能

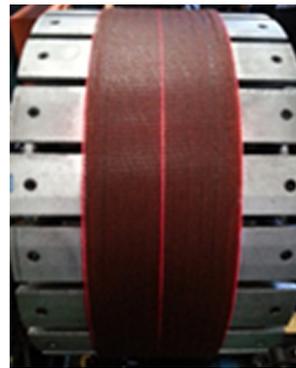
试制225/65R16 100H轮胎装配于别克凯越车型进行装车性能测试,试验轮胎采用浸胶冠带条,参考轮胎采用锦纶冠带条。



(a) 整体情况



(b) 工艺参数



(c) 缠绕

图5 调整后浸胶冠带条缠绕情况

表2 205/55R16 91H轮胎性能对比

项 目	试验轮胎	生产轮胎
外直径/mm	632	632
断面宽/mm	212	213
脱圈阻力/N	12 245	12 246
压穿强度/J	792.1	816.3
耐久性试验累计行驶时间/h	95.35	95.35
高速性能试验		
最高速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	270	260
最高速度行驶时间/min	9	8
滚动阻力系数/($\text{N} \cdot \text{kN}^{-1}$)	8.87	9.19
噪声/dB	74	75

表3 225/65R16 100H轮胎性能对比

项 目	试验轮胎	生产轮胎
外直径/mm	696	696
断面宽/mm	230	231
脱圈阻力/N	13 413	13 238
压穿强度/J	674.5	756.7
耐久性试验累计		
行驶时间/h	81.08	87.63
高速性能试验		
最高速度/(km·h ⁻¹)	250	230
最高速度行驶时间/min	7	10
滚动阻力系数/(N·kN ⁻¹)	8.29	8.32
噪声/dB	73	74

表4 225/65R16 100H轮胎质量对比 kg

序 号	试验轮胎	生产轮胎
1 [#]	8.81	9.30
2 [#]	8.85	9.16
3 [#]	8.90	9.13
4 [#]	8.96	9.33
5 [#]	8.87	9.11
6 [#]	8.86	9.32
7 [#]	8.89	9.14

注:试验轮胎和生产轮胎质量平均值分别为8.88和9.21 kg。

表5 225/65R16 100H轮胎滚动阻力系数对比 N·kN⁻¹

序 号	试验轮胎	生产轮胎
1 [#]	8.87	9.19
2 [#]	8.92	9.28
3 [#]	8.90	8.90
4 [#]	8.84	9.24
5 [#]	8.93	8.73
6 [#]	8.62	9.10
7 [#]	8.86	9.08

注:试验轮胎和生产轮胎滚动阻力系数分别为8.85和9.07 N·kN⁻¹。

表6 轮胎雪地加速性能

方 案	加速时间			指数	空气温度/℃	雪地温度/℃	风速/(m·s ⁻¹)	雪地硬度
	平均值/s	标准偏差	变异系数					
试验轮胎	8.2	0.15	1.84	100.1	-20.7	-21.3	1.8	89
参考轮胎1	8.2	0.33	3.99	100.0	-27.9	-25.0	0.0	87
参考轮胎2	8.2	0.28	3.42	100.0	-27.0	-20.2	0.0	89

表7 轮胎雪地制动性能

方 案	制动距离			指数	空气温度/℃	雪地温度/℃	风速/(m·s ⁻¹)	雪地硬度
	平均值/m	标准偏差	变异系数					
试验轮胎	37.5	0.43	1.16	101.1	-20.7	-21.3	1.8	89
参考轮胎1	37.8	0.67	1.77	100.0	-27.9	-25.0	0.0	87
参考轮胎2	38.0	1.08	2.83	100.0	-27.0	-20.2	0.0	89

4.1 雪地加速性能

表6示出了轮胎的雪地加速性能对比。从表6可以看出,参考轮胎与试验轮胎的雪地加速性能相当。

4.2 雪地制动性能

表7示出了轮胎的雪地制动性能对比。从表7可以看出,参考轮胎与试验轮胎的雪地制动性能相当。

4.3 雪地操控性能

表8示出了轮胎雪地操控性能的主观测试结果对比。从表8可以看出:参考轮胎加速容易打滑,有些操控失灵,加载和摩擦转换不平滑,踩油门表现敏感,杂音较多,加速和刹车较弱;试验轮胎的牵引力转换依然不平滑,但要好于参考轮胎,横向抓着感觉较好,且横向力回复较快,松油门恢复快,有更好的加速和制动体验。

4.4 车内噪声性能

表9示出了车内噪声性能对比。从表9可以看出,试验轮胎车内噪声性能与参考轮胎相当。

4.5 干地制动性能

表10和11分别示出了轮胎的干地制动性能和方差分析结果。从表10和11可以看出,试验轮胎、参考轮胎1和参考轮胎2的干地制动性能相对指数分别为102.74%,100.00%和100.00%,试验轮胎与参考轮胎的干地制动性能相当。

4.6 干地操控性能

表12示出了轮胎(采用CROSSWIND HP100花纹)干地操控性能的主观测试结果。从表12可以看出:参考轮胎的大冲击体验较好,弹跳较多;

表8 轮胎雪地操控性能主观测试结果

项 目	试验轮胎	参考轮胎
线性度评分	6.25	6.00
侧向抓地力评分	6.00	6.00
回位评分	6.50	6.00
稳定性评分	6.00	6.00
转向响应评分	6.50	6.00
踩油门表现评分	6.00	6.00
松油门表现评分	6.50	6.00
加速能力评分	6.25	6.00
制动能力评分	6.50	6.00
操控绕圈时间/s		
第1圈	84.10	85.20
第2圈	84.20	84.90
第3圈	84.20	84.90
绕圈时间/s		
第1圈	33.20	33.50
第2圈	33.20	33.50
第3圈	33.30	33.60

表9 车内噪声

dB

路面类型	dB			
	左前 外侧	左前 内侧	右后 中间	右后 外侧
光滑沥青路面				
60 km·h ⁻¹ 车速				
试验轮胎	64.8	64.0	65.8	68.0
参考轮胎	65.5	64.2	67.0	68.6
80 km·h ⁻¹ 车速				
试验轮胎	67.3	66.2	67.8	69.6
参考轮胎	67.7	66.3	68.7	70.2
粗糙沥青路面				
60 km·h ⁻¹ 车速				
试验轮胎	70.9	69.3	71.6	74.2
参考轮胎	71.0	69.5	72.1	74.4
80 km·h ⁻¹ 车速				
试验轮胎	73.7	72.4	75.1	77.2
参考轮胎	73.5	72.3	75.2	77.2

注:试验条件为空气温度 26.3℃,路面温度 39.4℃,风向南风;试验轮胎和参考轮胎的测试湿度分别为39.9%和45.3%,风速分别为0.8和1.3 m·s⁻¹。

试验轮胎有明显的非中心区响应延迟,平滑路面跳动明显,隔离感差,明显感觉到粗糙路面的大冲击,导致轮胎滚动噪声大。

4.7 湿地制动性能

表13和14分别示出了轮胎的湿地制动性能及方差分析。从表13和14可以看出,试验轮胎、参考轮胎1和参考轮胎2的湿地制动性能相对指数分别为98.21%,100.00%和100.00%,试验轮胎与参考轮胎的湿地制动性能相当。

表10 轮胎干地制动性能

项 目	制动距离/m		平均减速度/ (m·s ⁻²)	修正值 (A)/m
	A	B		
试验轮胎				
1	39.6	39.5	9.7	39.6
2	39.5	39.4	9.8	39.5
3	39.0	38.8	9.9	38.9
4	38.7	38.8	9.9	38.9
5	38.7	38.8	9.9	38.9
平均值	39.1	39.1	9.9	39.2
参考轮胎1				
1	40.8	40.6	9.5	40.7
2	39.4	39.2	9.8	39.3
3	40.8	40.6	9.5	40.7
4	40.8	40.7	9.5	40.8
5	40.2	40.1	9.6	40.2
平均值	40.4	40.2	9.6	40.3
参考轮胎2				
1	40.2	40.1	9.6	40.2
2	40.5	40.3	9.6	40.4
3	40.2	40.1	9.6	40.2
4	40.2	40.0	9.6	40.1
5	39.8	39.6	9.7	39.7
平均值	40.2	40.0	9.6	40.1

注:A为100~0 km·h⁻¹,B为100~5 km·h⁻¹。

表11 轮胎干地制动性能方差分析结果

项 目	制动距离		平均减速度	修正值(A)
	A	B		
试验轮胎				
标准方差	0.43	0.36	0.09	0.36
变异系数/%	1.10	0.92	0.91	0.92
参考轮胎1				
标准方差	0.62	0.63	0.15	0.63
变异系数/%	1.53	1.56	1.58	1.56
参考轮胎2				
标准方差	0.25	0.26	0.06	0.26
变异系数/%	0.62	0.65	0.65	0.65

注:同表10。

4.8 湿地操控性能

表15示出了轮胎(采用CROSSWIND HP100花纹)湿地操控性能的主观测试结果。从表15可以看出,试验轮胎在湿地操控、侧向抓地、转向响应等方面均略优于参考轮胎。

4.9 整车轮胎磨损

表16示出了整车试验轮胎耐磨性能测试结果。从表16可以做出以下测评预估。

(1)试验轮胎整车预估里程为104 062 km,而参考轮胎整车预估里程为104 888 km,两者耐磨性能相当。

表12 轮胎干地操控性能的主观测试结果评分

项 目	试验轮胎	参考轮胎
操控性能		
跑偏	7.50	7.50
直线行驶	7.50	7.50
响应死区	6.00	6.00
中心区响应延迟	6.00	6.00
中心区响应精准度	6.00	6.00
中心区响应等级	6.50	6.50
非中心区响应延迟	6.25	6.00
非中心区响应线性感	6.50	6.50
弯道转向精准度	6.00	6.00
驾驶性能		
平顺路的振动	6.00	6.00
粗糙路的振动	5.50	5.50
大冲击	6.50	6.00
小冲击	6.00	6.00
弹跳	6.50	6.00
余震	6.50	6.50

表13 轮胎湿地制动性能

项 目	制动距离/m		平均减速度/ (m·s ⁻²)	修正值 (C)/m
	C	D		
试验轮胎				
1	29.6	29.4	8.4	29.5
2	30.7	30.5	8.1	30.6
3	30.9	30.7	8.0	30.8
4	30.3	30.1	8.2	30.2
5	30.4	30.2	8.1	30.3
平均值	30.4	30.2	8.2	30.3
参考轮胎1				
1	29.1	28.9	8.5	29.0
2	29.7	29.6	8.3	29.7
3	29.0	28.9	8.5	29.0
4	29.3	29.1	8.5	29.2
5	29.6	29.4	8.4	29.5
平均值	29.3	29.2	8.4	29.3
参考轮胎2				
1	30.7	30.6	8.0	30.7
2	30.1	30.0	8.2	30.1
3	30.0	29.9	8.2	30.0
4	30.5	30.4	8.1	30.5
5	29.8	29.6	8.3	29.7
平均值	30.2	30.1	8.2	30.2

注: C为80~0 km·h⁻¹, D为80~5 km·h⁻¹。

(2) 试验轮胎右后轮超过断差极限0.4, 其余轮位正常。

(3) 试验轮胎均属于中心偏磨, 且超过偏磨指数1.50。

5 实际道路测试

将225/65R16 100H试验轮胎装配于出租车

表14 轮胎湿地制动性能方差分析结果

项 目	制动距离		平均减速度	修正值(C)
	C	D		
试验轮胎				
标准方差	0.50	0.50	0.14	0.50
变异系数/%	1.64	1.65	1.66	1.65
参考轮胎1				
标准方差	0.30	0.31	0.09	0.31
变异系数/%	1.04	1.07	1.06	1.07
参考轮胎2				
标准方差	0.37	0.40	0.11	0.40
变异系数/%	1.22	1.33	1.33	1.33

注: 同表13。

表15 轮胎湿地操控性能的主观测试结果评分

项 目	试验轮胎	参考轮胎
湿地操控		
前后轴平衡	6.50	6.50
松油门表现	7.00	7.00
侧向抓地极限	6.75	6.50
线性感	6.25	6.00
转向响应	6.50	6.00
恢复能力	6.25	6.00
横摆收敛	6.00	6.00
侧倾收敛	6.75	6.50
不足转向	6.25	6.50
绕圈时间/s		
第1圈	30.8	31.8
第2圈	30.9	31.9
第3圈	30.8	31.5

(别克凯越车型) 进行5万km耐久性实际道路测试。

图6示出了轮胎实际道路耐久性测试结束时状况。

表17示出了出租车行驶里程。从磨损数据来看, 试验轮胎前轮预估磨耗里程为102 700 km, 后轮预估磨耗里程为128 725 km, 前后轮平均预估磨耗里程为115 712 km, 轮胎使用正常, 未出现带束层分离等情况。

6 结论

(1) 浸胶冠带条原材料性能符合企业标准要求。

(2) 浸胶冠带条在现有的一次法和二次法成型机上成型加工成功。

(3) 代表规格试验轮胎室内性能测试达到企业标准要求, 225/65R16 H100轮胎质量(单条) 平均减小了0.33 kg, 滚动阻力平均下降了2.5%。

表16 轮胎耐磨性能测试结果

循环	测试里程/km	前轮前束/(°)			前轮外倾/(°)		后轮前束/(°)			后轮外倾/(°)				
		左前	右前	总前束	左前	右前	左后	右后	总前束	左后	右后			
标准	—	0.05±0.12			0.10±0.24		0.00±0.75		0.05±0.12		0.10±0.24		-0.25±0.58	
初始	0	0.03	0.03	0.06	-0.15	-0.10	0.20	0.30	0.50	-1.05	-1.10			
循环0	400	0.03	0.03	0.06	-0.17	-0.12	0.23	0.32	0.55	-1.10	-1.10			
循环1	5 400	0.03	0.03	0.06	-0.20	-0.15	0.07	0.10	0.17	-1.00	-0.55			
循环2	10 400	0.03	0.03	0.06	-0.25	-0.20	0.10	0.15	0.25	-0.50	-0.60			
循环3	15 400	0.03	0.03	0.06	-0.35	-0.55	0.52	0.27	0.79	-1.80	-1.48			
循环4	20 500	0.03	0.03	0.06	-0.43	-0.40	0.42	0.20	0.62	-1.76	-1.25			
循环5	25 700	0.03	0.03	0.06	-0.50	-0.60	0.40	0.20	0.60	-1.70	-1.20			
循环6	30 700	0.10	-0.05	0.05	-0.55	-0.70	0.35	0.25	0.60	-1.60	-1.30			



图6 轮胎实际道路耐久性能测试状况

(4)代表规格试验轮胎装车性能与现行轮胎产品相当。

(5)代表规格试验轮胎通过出租车5万km耐久性验证,轮胎使用正常,未出现带束层分离。

参考文献:

- [1] 韦勇,韦宝倡,赵亮,等. 轮胎力学特性对汽车操纵稳定性的影响分析[J]. 轮胎工业,2020,40(3):131-138.
- [2] 王国林,陈晨,周海超,等. 胎面与胎体间接触特性对轮胎滚动阻力影响的研究[J]. 橡胶工业,2020,67(6):403-409.
- [3] 杨振. 基于拖车法的轿车轮胎制动性能试验研究[D]. 长春:吉林大学,2020.
- [4] 王琦,翟辉辉,周海超,等. 带束层结构参数对轮胎振动噪声的影响分析[J]. 橡胶工业,2018,65(5):490-494.
- [5] 李海艳,秦怡如,郑涛,等. 钕系顺丁橡胶在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用[J]. 橡胶科技,2020,17(4):233-241.

收稿日期:2020-10-22

表17 试验轮胎出租车行驶里程 km

车牌号	起始里程	检测里程	累计行驶里程
AT0436	69 000	134 758	65 758
AT2287	77 630	124 520	46 890
AT3403	79 000	149 180	70 180
AT0459	47 000	89 736	42 739

注:测试地点为济南,测试时间为6个月;各车的累计行驶里程平均值为56 391 km。

Application of Dipped Crown Strip in Steel-belted Radial Tire

LIU Xiaofang, LI Chao, WEI Sheng, CHEN Xuemei, ZHANG Zhengwei, LIN Wenjun, LIU Chunfeng
(Shandong Linglong Tire Co., Ltd, Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: The application of dipped crown strip in steel-belted radial tire was studied. The results showed that, the raw material properties of the dipped crown strip met the requirements of the enterprise standard, the dipped crown strip was successfully applied in the tire building process using the existing one-step and two-step building machines, the indoor performance test of the representative specification test tire met the requirements of the enterprise standard, and the tire weight and the rolling resistance were reduced. The car running test performance of the test tire was equivalent to that of the current tire products. The test tire had passed the durability verification of 50 000 km taxi test. After the 50 000 km test, the tire was in normal condition and there was no belt separation.

Key words: dipped crown strip; steel-belted radial tire; rolling resistance; finished tire performance; car running test performance