

半钢子午线轮胎锥度效应影响因素分析

刘凤丽, 彭松, 王时豪, 宋立, 李天奇

(中策橡胶集团股份有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要:研究半钢子午线轮胎生产过程中半成品部件尺寸对称性、成型贴合时各部件相对中心位置的偏移量及硫化工序胎坯与模具和硫化胶囊中心位置的相对偏移量对轮胎锥度效应的影响。结果表明:胎面、带束层和组件贴偏,硫化模具中心与胎坯中心偏离对锥度效应影响较大,胎面肩部宽度差不对称和硫化胶囊与胎坯中心贴偏对锥度效应影响较小。

关键词:半钢子午线轮胎;锥度效应;半成品;成型;硫化;偏移量

中图分类号:U463.341⁺.4/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)07-0439-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.07.0439



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎是汽车与路面保持接触的唯一部件,不仅支承汽车的滚动,而且直接影响汽车的行驶性能。因此汽车行驶性能与轮胎地面力学性能密切相关。然而轮胎地面力学性能又与轮胎品质密不可分,因此汽车行驶性能是建立在轮胎品质基础之上的^[1]。

轮胎制造工艺水平影响轮胎的品质^[2-3]。半钢子午线轮胎是由不同橡胶、钢丝等材料,经过压出、复合、贴合、辊压、硫化等一系列生产工序复合的产物。因此设备精度、操作人员操作手法及生产环境都会对轮胎品质造成影响^[4-7]。

轮胎在滚动过程中,如果或多或少伴有作用于其上的锥形侧向力,力图使其偏离原来的直线运动方向,即使是刚换上的新轮胎也可能如此,该现象被称为轮胎的锥度效应。

本工作主要分析轮胎制造过程中常见因素对轮胎锥度效应的影响。

1 实验

1.1 试验轮胎

试验采用控制变量法,试验轮胎规格为265/70R18。

作者简介:刘凤丽(1988—),女,浙江兰溪人,中策橡胶集团股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎骨架材料设计开发、项目管理等工作。

E-mail: fengli.liu@chaoyang.com

1.2 测试条件

1.2.1 充气压力

检测充气压力的精度要求为:检测值 设定值 ± 10 kPa,波动量 ≤ 5 kPa。最大充气压力($P_{\max}$)参见轮胎胎侧标注。

检测充气压力标准如下:当 $P_{\max} \leq 320$ kPa时,充气高压 ≥ 280 kPa,检测充气压力为180 kPa;当 $440 \text{ kPa} \geq P_{\max} > 320$ kPa时,充气高压 ≥ 350 kPa,检测充气压力为260 kPa;当 $P_{\max} > 420$ kPa时,充气高压 ≥ 350 kPa,检测充气压力为320 kPa。

1.2.2 负荷

检测负荷精度要求为:检测值 设定值 ± 5 kg,波动量 $\leq$ 设定值 $\times 1\%$;最大负荷参见轮胎胎侧标注;增强型轮胎测试时的单胎最大负荷为胎侧标定负荷指数减5后的负荷指数所对应的负荷值(胎侧有“EXTRALOAD”或“REINFORCED”字样的为增强型轮胎)。

检测负荷为单胎最大负荷 $\times 80\%$ 。

1.2.3 轮辋宽度

检测宽度精度要求为标准宽度 ± 0.5 J。检测轮辋宽度参考TRA《美国轮胎轮辋协会标准年鉴》和ETRTO《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册》标准。

1.2.4 速度

速度精度要求为检测值应在 $\pm$ 设定值 $\times 1\%$ 的范围内,波动量 $\leq$ 设定值 $\times 0.5\%$ 。

检测速度标准为 $65 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

1.3 试验设备

LCY1418-JY-A二次法成型机,北京敬业机械设备有限公司产品;轮胎均匀性实验机,巨轮智能装备股份有限公司产品。

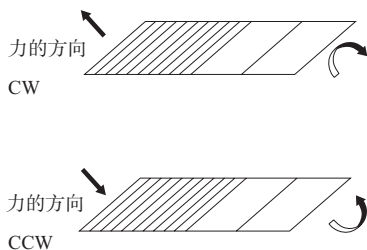
1.4 测试及计算方法

轮胎锥度测试如图1所示。锥度测试的受力和受力波形示意分别如图2和3所示。

锥度的计算值为 F_{CW} 和 F_{CCW} 的平均值,即 -16.2 N 。

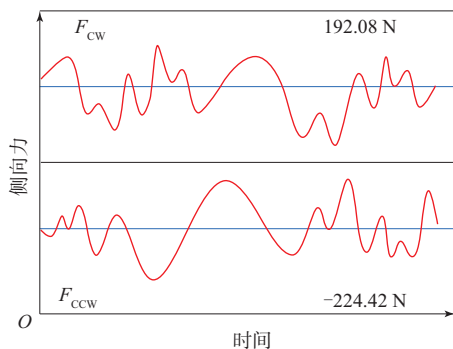


图1 轮胎锥度测试



CW为顺时针方向旋转,CCW为逆时针方向旋转。

图2 轮胎锥度测试受力示意



F 为侧向力波动的平均值。

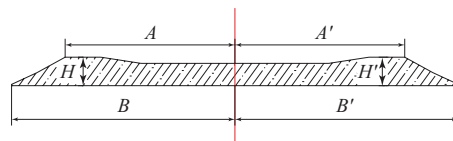
图3 轮胎锥度测试的受力波形

2 结果与讨论

轮胎生产过程中锥度影响因素主要包括半成品(胎面厚度差和宽度差不对称)、成型[胎面、带束层或组件(胎面、冠带层、带束层在二段成型时的复合件)贴偏]、硫化(胎坯中心线与模具中心线或胶囊中心线不重合)、结构(胎面为非对称花纹)。下面分别进行讨论。

2.1 半成品

轮胎胎面胶如图4所示。



A/A' 分别表示胎面肩部两端到胎面中心线的距离; B/B'

分别表示胎面底部两端到胎面中心线的距离;

H/H' 分别表示胎面两端肩部的厚度。

图4 轮胎胎面胶示意

因胎面压出后各尺寸存在一定偏差,为使试验数据更加准确(贴近理论计算值),将 A 与 A' 和 B 与 B' 的差值控制在 $\pm 2 \text{ mm}$, H 与 H' 的差值控制在 $\pm 0.3 \text{ mm}$,其余控制参数的公差以现场执行为准。 A, A', H 和 H' 以X光扫描仪数值为准。

胎面尺寸变化对应的锥度如表1所示。因难以控制标准状态下的锥度为零,故将方案1作为标准胎面,其试验结果作为参照,方案2—5的锥度为平均值。

表1 胎面尺寸变化对应的锥度值

方案编号	A/mm	A'/mm	H/mm	H'/mm	锥度/ N
1	95.28	94.66	11.46	11.39	-25.97
2	95.22	99.53	11.47	11.36	17.93
3	90.25	99.73	11.50	11.33	50.57
4	95.16	94.55	11.55	12.07	5.10
5	95.23	94.60	11.09	11.95	33.91

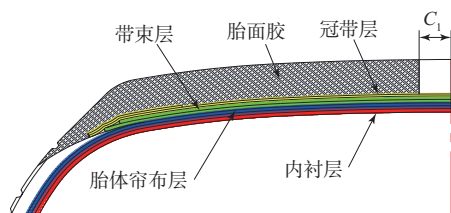
从表1可以看出,胎肩宽度差值在 5 mm 左右对锥度影响为 34.3 N ;胎肩厚度差值在 0.5 mm 左右对锥度影响为 23.5 N 。

2.2 成型

进行胎面、带束层和组件贴偏3组试验及1个参照试验(参照试验所有部件都正常贴合),所有贴偏均在成型时向左偏。

2.2.1 胎面贴偏

胎面贴偏如图5所示。



C_1 为胎面中心与胎坯中心的偏离值。

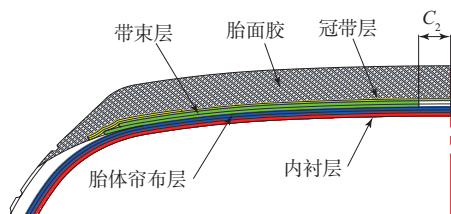
图5 胎面贴偏示意

C_1 分别取0, 1, 3和5 mm (每个数值分别做3条轮胎) 时, 对应的锥度平均值分别为-29.79, -15.19, 26.36和74.77 N。

从以上数据可以看出: 当 C_1 由0 mm增大至1 mm时, 轮胎的锥度增大了14.60 N; 当 C_1 由1 mm增大至3 mm时, 锥度增大了41.55 N, 平均每偏离1 mm锥度增大20.78 N; 当 C_1 由3 mm增大至5 mm时, 锥度增加了48.31 N, 平均每偏离1 mm锥度增大24.21 N。

2.2.2 带束层贴偏

带束层贴偏如图6所示。



C_2 为带束层中心与胎坯中心的偏离值。

图6 带束层贴偏示意

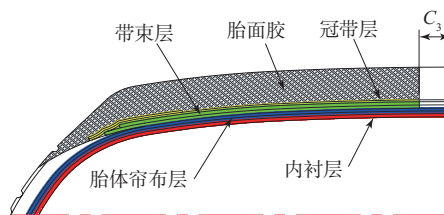
C_2 分别取1, 3和5 mm (每个数值分别做3条轮胎) 时, 对应的锥度平均值分别为-21.07, 14.01和56.55 N。

从以上数据可以看出: 当 C_2 由0 mm增大至1 mm时, 锥度增大了8.72 N; 当 C_2 由1 mm增大至3 mm时, 锥度增大了35.08 N, 平均每偏离1 mm锥度增大17.54 N; 当 C_2 由3 mm增大至5 mm时, 锥度增大了42.53 N, 平均每偏离1 mm锥度增大21.27 N。

2.2.3 组件贴偏

组件贴偏如图7所示。

C_3 分别取1, 3和5 mm (每个数值分别做3条轮



C_3 为组件中心与胎坯中心的偏离值。

图7 组件贴偏示意

胎) 时, 对应的锥度平均值分别为-3.53, 76.34, 160.23 N。

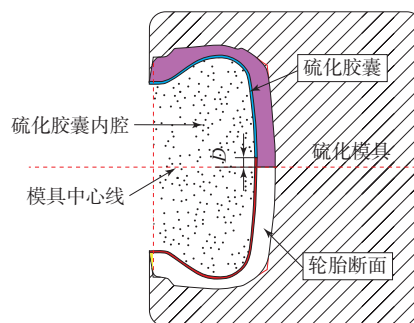
由上述数据可以看出: 当 C_3 由0 mm增大至1 mm时, 锥度增大了26.26 N; 当 C_3 由1 mm增大至3 mm时, 锥度增大了79.87 N, 平均每偏离1 mm锥度增大39.98 N; 当 C_3 由3 mm增大至5 mm时, 锥度增大了83.89 N, 平均每偏离1 mm锥度增大41.94 N。

2.3 硫化

用荧光笔标记胎坯的内侧和外侧中心, 硫化1条轮胎后确认胶囊中心线、胎坯中心线和模具中心线三线是否重合, 若未重合调整预定型高度和抓胎手的装胎高度直至重合, 调整到位后硫化生产3条轮胎作为标准轮胎。

2.3.1 胎坯中心与胶囊中心偏离

胎坯中心与胶囊中心偏离如图8所示。



D 为胎坯中心线相对于胶囊中心线的偏移量。

图8 胎坯中心与胶囊中心偏离示意

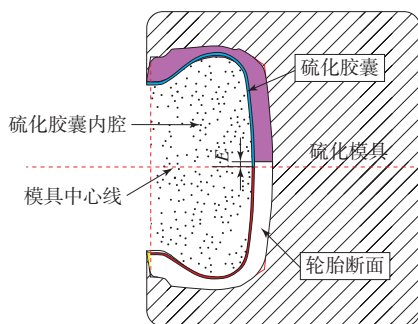
D 分别取0, 2和4 mm (每个数值分别做3条轮胎) 时, 对应的锥度平均值分别为25.38, 10.39和-29.11 N。

从数据可以看出: 当 D 由0 mm增大至2 mm时, 锥度增大了14.99 N, 平均每偏离1 mm锥度增大7.45 N; 当 D 由2 mm增大至4 mm时, 锥度增大了

39.49 N, 平均每偏离1 mm锥度增大19.80 N。

2.3.2 胎坯中心与模具中心偏离

胎坯中心与模具中心偏离如图9所示。



E 为胎坯中心线相对于模具中心线的偏移量。

图9 胎坯中心与模具中心偏离示意

E 分别取2和4 mm(每个数值分别做3条轮胎)时,对应的锥度平均值分别为72.23和149.74 N。

从数据可以看出:当 E 由0 mm增大至2 mm时,锥度增大了46.84 N,平均每偏离1 mm锥度增大23.42 N;当 E 由2 mm增大至4 mm时,锥度增大了77.52 N,平均每偏离1 mm锥度增大38.81 N。

2.4 非对称胎面花纹

非对称胎面花纹对锥度的影响是两肩部花纹的海陆比差异(主要影响硫化时的吃胶量),所以在设计非对称花纹胎面时应考虑花纹两肩部的海陆比差异,合理设计胎面两肩部的胶料。

3 结论

(1) 胎面和胎肩宽度和厚度差值在一定范围

内,对轮胎的锥度影响不大。

(2) 成型时胎面、带束层和组件贴偏对锥度效应影响较大,且偏移量越大,单位偏移量对锥度的影响越大,因此成型时应该严格控制设备精度,减小设备精度波动,同时加大检查力度,及时发现问题并解决。

(3) 硫化时胎坯中心需与胶囊中心和模具中心重合,胶囊中心与胎坯中心位置偏移对锥度效应影响较小,模具中心与胎坯中心位置偏移对锥度效应影响较大且偏移量越大,单位偏移量对锥度的影响越大。因此硫化胎坯位中心应确保与模具中心重合。

参考文献:

- [1] 刘哲义. 轮胎锥效应与对策[J]. 汽车运输, 1999, 25(12): 11-12, 24.
- [2] 梁守智, 钟延堃, 张丹秋. 橡胶工业手册(修订版) 第四分册 轮胎[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.
- [3] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [4] 孟照宏, 史彩霞, 翟明荣. 轮胎转向残余回正力矩的有限元分析及关键影响因素研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(11): 822-826.
- [5] 赵成忠, 张昆, 周豪, 等. 全钢载重子午线轮胎锥度效应的影响因素研究[J]. 轮胎工业, 2019, 39(4): 230-234.
- [6] 段晓静, 崔杰. 轮胎的锥度和残留转弯力对汽车直线跑偏的影响[C]. 第十届河南省汽车工程科学技术研讨会论文集. 郑州: 河南省汽车工程学会, 2013: 385-386.
- [7] 邵明峰. 轮胎的锥度和残留转弯力对汽车直线跑偏的影响[J]. 企业技术开发(下半月), 2015, 34(9): 75-76.

收稿日期: 2022-01-24

Analysis on Influencing Factors of Conicity Effect of Steel-belted Radial Tire

LIU Fengli, PENG Song, WANG Shihao, SONG Li, LI Tianqi

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The effect of the dimensional symmetry of semi-finished parts in the production process of steel-belted radial tire, the offset of each part relative to the central position during building and fitting and the offset of the tire relative to the center position of the mold and the curing bladder during the curing process on the conicity effect of the tire were studied. The results showed that the deviation of the tread, belt and components, the offset between the center of the vulcanization mold and the center of the tire had a great influence on the conicity effect of the tire, and the asymmetry of the tread shoulder width difference and the deviation between vulcanization capsule and the center of the tire had a small influence on the conicity effect of the tire.

Key words: steel-belted radial tire; conicity effect; semi-finished part; building; vulcanization; offset