

半钢子午线轮胎径向力八次谐波的改进

李 虎, 李 浩, 姜浩军, 王建中, 孟凡波

(中策橡胶集团有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要:以235/50R19半钢子午线轮胎为例,研究轮胎径向力八次谐波(RF8H)的工艺改进措施。结果表明,在胎体膨胀率安全系数范围内尽量减小胎坯周长,并使夹持块与活络模块中心重叠,有效减小了轮胎径向力八次谐波数值,降低了轮胎噪声,提高了车辆乘坐舒适性。

关键词:半钢子午线轮胎;径向力八次谐波;噪声;胎坯周长;夹持环;硫化定位

中图分类号:U463.341⁺.6;TB533⁺.2

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2021)04-0263-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.04.0263



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着人们生活水平的不断提高,家庭轿车越来越普及,且对轿车乘坐舒适性的要求也越来越高^[1]。轮胎作为轿车与地面直接接触的部件,对轿车乘坐舒适性起着关键性作用,而轮胎的均匀性又是影响舒适性的主要性能指标之一。轮胎作为多种部件组合而成的制品,在制造过程中存在尺寸、刚度和质量不均匀的现象。这种不均匀性在轮胎高速转动过程中不仅对轮胎使用寿命和整车的操纵稳定性产生不利影响,而且是诱发轮胎噪声的重要因素^[2-3]。

随着汽车速度的提高,其在某个带域会与轮胎发生高频共振,轮胎将发生明显的振动噪声。因此对轮胎均匀性的控制是轮胎生产质量控制的重要环节。

轮胎的均匀性指标包括径向力波动(RFV)、径向力一次谐波(RF1H)、径向力八次谐波(RF8H)、侧向力波动(LFV)、锥度效应(CON)、不圆度(RRO)和动平衡(DB)等。经实车测试发现,轮胎RF8H偏大会提高车辆与轮胎的高频共振噪声,影响乘坐舒适性。

本工作以235/50R19半钢子午线轮胎为例,研究轮胎RF8H对车辆噪声的影响及其改进措施,以降低轮胎噪声,提高车辆的乘坐舒适性。

作者简介:李虎(1986—),男,陕西大荔人,中策橡胶集团有限公司工程师,主要从事半钢子午线轮胎生产工艺技术的研究和管理工作。

E-mail:617209614@qq.com

1 RF8H对车辆噪声的影响

在我公司为某汽车生产企业配套的235/50R19半钢子午线轮胎进行主观评价时,在80~110 km·h⁻¹速度带域内噪声大,驾车手可听见较明显的轮胎空腔噪声。经测试发现,95 km·h⁻¹速度下在189 Hz空腔噪声频率处存在较大峰值,分析为RF8H数值偏大引起的。

通过优化胎坯周长设计和胎坯与模具组合,轮胎RF8H的均值由16.5 N减小至13.0 N以下,经验证有效降低了轮胎空腔噪声,达到了预期改善目的。

2 胎坯周长的设计优化

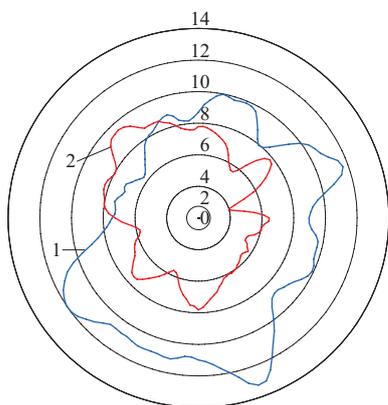
2.1 方案设计

目前大多数轮胎公司使用的硫化模具是活络模,而活络模通常由8片模块组合而成。活络模在组装时,很难达到完全理想的真圆,微观上存在差异,8片模块之间存在的偏差和错位是产生RF8H的主要因素。

通过RF8H波形雷达图可反映出模具间隙的影响,如图1所示。

轮胎硫化时胶囊膨胀向外挤压定型,胎坯周长的大小可直接反映出胎坯对硫化模具的挤压状态。过度挤压会使胎坯的胶料渗入模具8片模块的缝隙中,使轮胎在高速行驶过程中产生离心力的不平衡,反映该现象的指标即为RF8H。

据此分析,设计一套试验验证方案,在硫化模



1—正转(CW);2—反转(CCW);数值单位为N。

图1 轮胎RF8H波形雷达图

具组装不变的情况下,调整胎坯周长,使硫化过程中胎坯内部圆周方向产生的应力相对减小,从而改善RF8H。

胎坯周长(C)按下式计算:

$$C = (D - 2G)\pi - K$$

式中, D 为模具内直径, G 为模具沟深, K 为系数,其取值与模具形式有关,一般 K 取值范围为 $-6 \sim 12$ mm。

235/50R19轮胎原方案 C 为2 190 mm, G 为8.2 mm,胎坯周长优化设计方案如表1所示。

表1 不同胎坯周长设计方案 mm

项 目	原方案	优化方案一	优化方案二
C	2 190	2 185	2 175
K	0.45	1.25	3.31

各方案轮胎的生产时间、操作人员、成型机台、硫化机、模具及均匀性和动平衡检测机均相同。

2.2 均匀性和动平衡检测

不同胎坯周长设计方案轮胎均匀性和动平衡检测结果如表2所示。

表2 不同胎坯周长设计方案轮胎的均匀性和动平衡检测结果 N

项 目	原方案	优化方案一	优化方案二
RFV			
平均值	74.48	57.04	67.72
偏差	11.10	22.54	16.07
RF1H			
平均值	32.93	30.18	37.53
偏差	13.62	14.50	16.46
RF8H			
平均值	16.46	12.84	10.58
偏差	2.55	3.92	2.16

从表2可以看出,不同胎坯周长设计方案轮胎的RFV和RF1H无趋势性的变化关系,但RF8H随着胎坯周长的减小呈递减变化。因此选择适当的胎坯周长(系数 K 值)可有效控制RF8H,在胎体膨胀率安全系数范围内可尽量减小胎坯周长(增大 K 值),从而降低轮胎RF8H,提高轮胎均匀性的合格率,改善轮胎噪声。

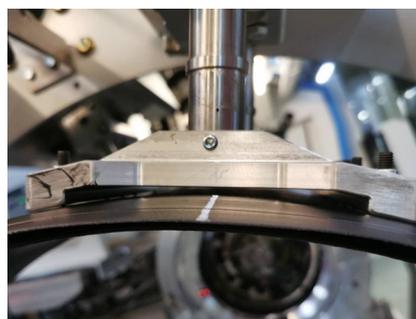
3 胎坯与模具的组合优化

3.1 方案设计

现有的轮胎成型方式,不论一次法成型机还是二次法成型机,一段和二段胎坯的组合都是通过传递环夹持二段胎坯转移到一段胎坯上。成型机传递环夹持块每块中间空置,两边触针抓取,如图2所示。由于传递环的夹持块数量一般为偶数(8块),使用不当,对RF8H是一个恶化的因素。



(a) 整体



(b) 局部放大

图2 传递环

夹持块在运送胎面组合件到成型鼓辊压时,胎体充气膨胀会对胎面组合件施加向外的压力,胎面和带束层受力膨胀,因夹持块两边固定、中间空置,导致胎面和带束层轻微变形(在夹持块

中间空置处),8块夹持块会使胎面与带束层出现8处或16处(夹持块之间间隙)轻微形变。该变形如果与活络模缝隙正好重合,会使变形量叠加,导致RF8H不良,合理设置胎坯与硫化模具的组合方式,可避免影响因素叠加,改善RF8H。

根据上述分析,设计试验方案,调整胎坯与硫化模具的组合方式进行验证。整个生产操作工艺流程为:胶料混炼→压延→成型→胎坯入模→硫化→均匀性和动平衡检测→检验入库。

在胎坯入模工序,改善前轮胎条码大致向前放置胎坯,本试验先在胎坯上找到夹持块和活络模块的中心位置,然后设计方案A为夹持块中心与活络模块中心重叠,方案B为夹持块中心与活络模块中心错开 22.5° 。

除了硫化时胎坯放置位置不同,其他工艺条件均相同。

3.2 均匀性和动平衡检测

不同胎坯与模具组合方式轮胎均匀性和动平衡检测结果如表3和图3所示。

表3 不同胎坯与模具组合方式轮胎均匀性和动平衡检测结果

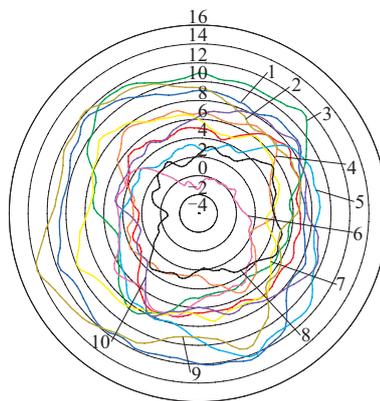
项 目	动平衡检测结果		N
	方案A	方案B	
RFV			
均值	70.56	67.13	
偏差	15.19	5.68	
RFV1H			
均值	50.08	42.04	
偏差	16.66	6.86	
RF8H			
均值	3.82	7.45	
偏差	1.47	0.29	

从表3可以看出,方案A轮胎RF8H的平均值比方案B轮胎明显减小。从图3可以看出,方案A轮胎RF8H的波峰比方案B轮胎平缓,对RF8H的影响较小,各试验轮胎RF8H平均减小 $1.96\sim 3.92\text{ N}$ 。由此可见,夹持块中心位置与活络模中心位置重叠的胎坯与模具组合更合理。

4 结论

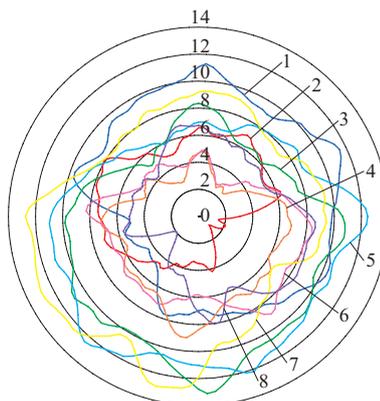
(1) 在胎坯设计时选择适当的胎坯周长可有效控制RF8H,在胎体膨胀率安全系数范围内可尽量减小胎坯周长(增大系数 K 值)。

(2) 夹持块与活络模块中心重叠可有效防止



1—A1 CW; 2—A1 CCW; 3—A2 CW; 4—A2 CCW; 5—A3 CW;
6—A3 CCW; 7—A4 CW; 8—A4 CCW; 9—A5 CW;
10—A5 CCW。A1—A5表示方案A的5条试验轮胎。

(a) 方案A



1—B1 CW; 2—B1 CCW; 3—B2 CW; 4—B2 CCW; 5—B3 CW;
6—B3 CCW; 7—B4 CW; 8—B4 CCW。

B1—B4表示方案B的4条试验轮胎。

(b) 方案B

图3 不同试验方案轮胎RF8H波形雷达图

夹持块变形与活络模块间隙变形的叠加,从而提高轮胎均匀性的合格率,降低轮胎高频共振噪声,提高汽车行驶时的安全性和舒适性。

各轮胎企业生产工艺不完全相同,应根据实际情况确定轮胎RF8H的改善方案。

参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [2] 熊冉. 轮胎均匀性引发轮胎振动噪声的研究[J]. 汽车实用技术, 2019(23): 79-100.
- [3] 李国华. 轮胎径向力硫化入模精确向量分析[J]. 轮胎工业, 2019, 39(10): 623-625.