

无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性影响因素分析

史 睿,袁俐敏

(四川凯力威科技股份有限公司,四川 简阳 641400)

摘要:分析无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性影响因素,重点考察轮胎径向力波动(RFV)和侧向力波动(LFV)的影响因素,以及半成品部件接头定位角度分布和左右胎圈质量偏差对轮胎均匀性的影响。结果表明:轮胎RFV的主要影响因素为半成品部件接头定位角度分布、成型机精度和稳定性;轮胎LFV的主要影响因素是胎面尺寸偏差、半成品部件质量分布、成型压辊对称性和滚压参数;采取在成型鼓和辅鼓上标识各半成品部件接头位置、调整成型鼓限位行程开关、成型时对半成品胎圈进行称量并配对使用等措施,可有效提高轮胎均匀性。

关键词:全钢载重子午线轮胎;均匀性;无内胎;径向力波动;侧向力波动;半成品接头;胎圈

中图分类号:TQ336.1;U463.341⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2017)08-40-05

随着我国高速公路和物流运输业的快速发展,对轮胎的使用性能,特别是均匀性要求越来越高。无内胎全钢载重子午线轮胎适合长途高速运输,其市场需求量越来越大。我公司为了稳步提高无内胎全钢载重子午线轮胎的市场占有率和净利润,非常重视与载重汽车厂商配套合作,而高档载重汽车生产厂商对无内胎全钢载重子午线轮胎行驶的稳定性、安全性、舒适性、异常损坏以及耗油量等要求极高,轮胎的均匀性直接影响这些性能,因此无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性研究深受重视。

我公司为解决长期以来高档原配无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性合格率低的问题,专门成立了攻关小组。此次攻关主要采用PDCA[计划(Plan)、实施(Do)、检查(Check)和处理(Actio)]循环工作方法,从多方面分析无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性影响因素,为改善轮胎均匀性提供依据。

1 均匀性指标

无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性参数主要包括径向力波动(RFV)、侧向力波动(LFV)、侧向力偏移(LFD)、锥度效应(CONY)和角度效应

(PLY)。我公司无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性参数对应的指标如表1所示。

2 RFV和LFV影响因素

2.1 RFV

无内胎全钢载重子午线轮胎RFV是对车辆行驶性能影响最大的均匀性参数,其影响因素也较多,较难控制。

(1)半成品部件接头定位角度分布。轮胎胎坯是由多个半成品部件组合而成的,成型贴合时半成品部件接头发生重叠或分布不均匀,这会对轮胎RFV产生很大的影响。为此,半成品部件接头可按定位角度定点分布。我公司轮胎半成品部件接头定位角度分布主要采取四点分布法^[1],这样可使各材料在圆周上分布均匀,并且可以很方便地确定轮胎均匀性波形图上各点对应的轮胎部位。

(2)成型过程异常。成型鼓卸胎时,胶囊擦胎圈,使得胎圈变形,影响轮胎RFV。

(3)成型机精度。成型机胎面传递环精度、左右尾座同轴度、成型鼓纵向和横向振动、胎圈夹持器径向和侧向精度、胎面传递环垂直度和圆度、胎面传递环与胎圈夹持器同心度等都会影响轮胎RFV。

(4)成型机稳定性。成型机稳定性差,导致成型胎坯结构和质量分布不均而影响轮胎RFV。应定期对成型机进行精度校验,形成长效

作者简介:史睿(1987—),男,四川威远人,四川凯力威科技股份有限公司助理工程师,学士,从事全钢载重子午线轮胎生产技术和工艺管理工作。

表1 无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性参数指标

轮胎级别与规格	RFV/N	LFV/N	CONY/N	PLY/N	标记
A级					
205/75R17.5	≤490	≤150	≤130	正值	红色实心标记
215/75R17.5	≤520	≤170	≤140	正值	红色实心标记
235/75R17.5	≤540	≤180	≤150	正值	红色实心标记
245/70R19.5	≤540	≤180	≤150	正值	红色实心标记
315/80R22.5	≤910	≤300	≤170	正值	红色实心标记
B级					
205/75R17.5	490~600	150~210	130~150	正值	红色空心标记
215/75R17.5	520~720	170~340	140~160	正值	红色空心标记
235/75R17.5	540~740	180~340	150~170	正值	红色空心标记
245/70R19.5	540~740	180~340	150~170	正值	红色空心标记
315/80R22.5	910~1 400	300~350	170~200	正值	红色空心标记
C级					
205/75R17.5	>600	>210	>150	正值	无
215/75R17.5	>720	>340	>160	正值	无
235/75R17.5	>740	>340	>170	正值	无
245/70R19.5	>740	>340	>170	正值	无
315/80R22.5	>1 400	>350	>200	正值	无

校验机制,保证轮胎FRV较小。

(5)成型操作人员技能。成型操作人员技能对轮胎RFV至关重要,半成品部件尺寸符合要求,而成型操作人员贴合半成品部件时用力不当,半成品部件产生不均匀拉伸,会对轮胎LFV产生较大影响。因此,应对成型人员进行轮胎均匀性基本理论及相关技能培训,且操作人员的工作岗位相对固定。

(6)胎坯变形。成型胎坯存放时由于放置方式不当或放置时间较长而引起变形,如胎圈变成椭圆形而造成胎圈大边等现象,导致轮胎FRV较大。胎坯正确存放和按先后顺序使用对轮胎均匀性至关重要。

2.2 LFV

轮胎成型过程中影响LFV的因素主要为胎面尺寸偏差和半成品质量分布。

(1)胎面尺寸偏差。胎面挤出预口型的加工误差导致挤出胎面两侧的厚度和宽度不对称而影响轮胎LFV。对胎面尺寸进行标定,及时对胎面口型板进行调整,使胎面两侧的厚度差和宽度差均不超过±0.5 mm。

(2)半成品质量分布。轮胎质量分布不均匀对其LFV造成非常大的影响,因此半成品部件左右部位质量差异必须控制在一定的范围内。对于成对使用的半成品部件,例如胎侧、肩垫和胎圈,每对半成品部件的质量偏差必须在要求范围内。

(3)成型机压辊对称性。成型机压辊是三维结构,当两侧压辊不对称时,滚压的每个动作都不对称,两胎侧滚压时受力点与受力位置不对称,使得两胎侧反包拉伸力不同,造成两胎侧反包形状不同及对称性差,从而影响轮胎LFV。当压辊出现异常时,必须及时调整后压辊位置。

(4)成型压辊滚压参数。成型压辊的滚压参数设置不合理,压辊压力过大或过小以及运行轨迹偏移均会引起材料不合理迁移,对轮胎LFV影响较大。

(5)胎侧左右反包高度不对称。两胎侧反包气囊充气量差异较大,会造成两胎侧拉伸程度不一样,出现两胎侧反包高度不同而影响轮胎LFV。胎侧反包时若发现两胎侧反包气囊不对称,即两胎侧反包气囊充气胀大程度不一致,应及时更换反包气囊,以保证两胎侧反包气囊对称^[2]。

(6)成型设备精度。胎圈预置器精度对轮胎LFV影响较大。如果胎圈预置器与胎圈着合不好,当扇形块锁圈时,气囊擦胎圈,使得胎圈包布差级、偏歪,胎圈质量分布不匀,从而影响轮胎LFV。

(7)硫化设备精度。硫化机设备精度对轮胎LFV有一定影响,机械手与中心机构对称性和机械手与存胎盘对中性差会导致胎坯与模具不对中,硫化后轮胎出现胎圈厚度、宽窄不均及局部出边等外观质量问题。定期对硫化机进行精度校验,并形成长效校验机制,有利于提高成品轮胎均匀性。

3 半成品部件接头定位角度分布对轮胎均匀性的影响

以215/75R17.5无内胎全钢载重子午线轮胎成型为例,分析半成品部件接头定位角度分布对轮胎均匀性的影响。以胎侧接头位置为起点,其

他部件接头位置按成型鼓和辅鼓标定位置排布。为避免其他因素对试验结果的影响,本试验轮胎均由同一组配合熟练的成型操作人员在同一成型机上成型,并在同一硫化机上硫化,试验方案见表2,3种试验方案轮胎的均匀性见表3。

表2 半成品接头定位角度分布试验方案

方案	成型鼓定位角	辅鼓定位角	轮胎数量/条
方案a	胎侧接头与内衬层接头夹角为 30°	1#带束层接头与胎面接头夹角为 60°	4
	内衬层接头与胎体接头夹角为 90°	3#带束层接头与胎面接头夹角为 120°	
	胎体接头与胎圈包布接头夹角为 45°	2#带束层接头与胎面接头夹角为 120°	
方案b	胎侧接头与内衬层接头夹角为 45°	1#带束层接头与胎面接头夹角为 90°	4
	内衬层接头与胎体接头夹角为 90°	3#带束层接头与胎面接头夹角为 90°	
	胎体接头与胎圈包布接头夹角为 45°	2#带束层接头与胎面接头夹角为 180°	
方案c	胎侧接头与内衬层接头夹角为 30°	1#带束层接头与胎面接头夹角为 45°	4
	内衬层接头与胎体接头夹角为 120°	3#带束层接头与胎面接头夹角为 90°	
	胎体接头与胎圈包布接头夹角为 30°	2#带束层接头与胎面接头的夹角为 135°	

表3 不同半成品部件接头定位角度分布的轮胎均匀性

方案与轮胎	RFV/N	LFV/N	CONY/N
方案a			
a1轮胎	527	63	86
a2轮胎	558	67	30
a3轮胎	642	60	17
a4轮胎	547	65	41
平均值	569	64	44
方案b			
b1轮胎	389	30	24
b2轮胎	393	43	30
b3轮胎	221	53	1
b4轮胎	236	58	4
平均值	310	46	15
方案c			
c1轮胎	686	67	58
c2轮胎	700	69	93
c3轮胎	612	64	3
c4轮胎	739	73	59
平均值	684	68	53

从表3可以看出:在成型鼓和辅鼓上半成品部件接头都均等分布的方案b轮胎均匀性等级均为A,半成品部件接头分布相对不均的方案a轮胎均匀性等级均为B,与方案b轮胎相比,方案a轮胎的RFV,LFV和CONY平均值分别增大259,18和29 N;半成品部件接头分布相对集中的方案c轮胎均匀性最差,均匀性等级均为C,与方案b轮胎相比,方案c轮胎的RFV,LFV和CONY平均值分别增大374,22和38 N。方案a和c轮胎的半成品部件接头位置分布不合理,使得接头处形成的合力矩较大,从而影响轮胎均匀性。

为使成型鼓和辅鼓上半成品接头分布均匀,主要从以下3个方面控制。

(1) 在成型鼓及其辅鼓上准确标识各半成品部件的接头位置,操作人员按标定位置排布接头。成型鼓半成品部件接头定位角度标识如图1所示,辅鼓半成品部件接头定位角度标识如图2所示。

(2) 对成型机成型鼓和辅鼓行程开关信号的PLC程序进行优化。

(3) 调整成型鼓的限位行程开关,每条胎坯成型完后,成型鼓自动恢复到零点位置,使得下一条胎坯成型时半成品部件接头定位角度与工艺要求相符。定位角度公差控制为 $\pm 5^{\circ}$ 。

4 左右胎圈质量偏差对轮胎均匀性的影响

以205/75R17.5无内胎全钢载重子午线轮胎成型为例,分析左右胎圈质量偏差对轮胎均匀性

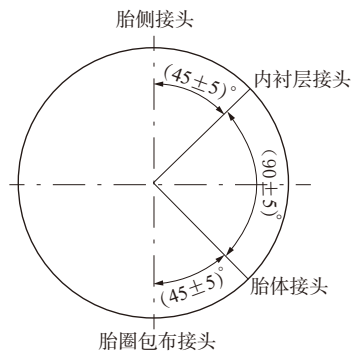


图1 成型鼓半成品部件接头定位标识示意

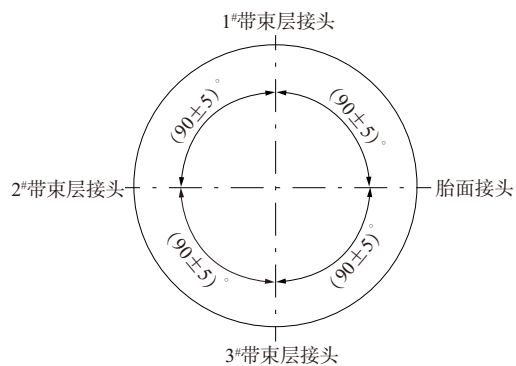


图2 辅鼓半成品部件接头定位标识示意

的影响。本试验所用半成品部件(如胎侧和肩垫)在挤出时单侧捡取存放,成型时单侧使用,其他条件都相同,试验方案见表4,3种方案轮胎的试验结果见表5。

从表5可以看出:左右胎圈质量偏差最小的方案B轮胎,RFV,LFV和CONY平均值分别为246,55和26 N,均匀性等级均为A;左右胎圈质量偏差较小的方案A轮胎,RFV,LFV和CONY平均值分别为554,92和65 N,均匀性等级均为B;左右胎圈质量偏差最大的方案C轮胎,RFV,LFV和CONY平均值分别为667,241和87 N,均匀性等级均为C。

为保证胎圈质量分布的均匀性,在胎坯成型

表4 左右胎圈质量偏差试验方案

方案与轮胎	左右胎圈质量偏差/kg
方案A	
A1轮胎	0.03
A2轮胎	0.06
A3轮胎	0.04
方案B	
B1轮胎	0.001
B2轮胎	0.003
B3轮胎	0.004
方案C	
C1轮胎	0.1
C2轮胎	0.2
C3轮胎	0.3

表5 不同左右胎圈质量偏差的轮胎均匀性

方案与轮胎	RFV/N	LFV/N	CONY/N
方案A			
A1轮胎	513	96	52
A2轮胎	582	92	65
A3轮胎	567	88	78
平均值	554	92	65
方案B			
B1轮胎	232	52	2
B2轮胎	248	48	7
B3轮胎	259	66	68
平均值	246	55	26
方案C			
C1轮胎	642	212	81
C2轮胎	647	245	87
C3轮胎	712	267	92
平均值	667	241	87

时对半成品胎圈进行称量并配对使用,控制左右胎圈的质量偏差。

5 结语

在无内胎全钢载重子午线轮胎生产过程中,影响均匀性的因素很多,提高轮胎均匀性是非常复杂的课题。严格控制生产工艺条件,保证设备精度,精确组织生产,确保生产过程受控,可将各种均匀性影响因素的作用程度降到最低。但必须认识到对高速行驶的无内胎全钢载重子午线轮胎均匀性要求将越来越高,这就对其制造设备和生产工艺提出了更高要求,如全面升级和改造成型机和硫化机,对轮胎设计和施工进行优化,严格推进标准化操作规程,才能更好提升轮胎均匀性,确保车辆行驶的稳定性 and 安全性。

参考文献:

[1] 曹旭昌,王耀文.使部件接头对轮胎均匀性的损害最小的方法[J].橡胶工业,1992,37(5):276-280.

[2] 姜涛,穆太华,郭秀珍,等.提高全钢载重子午线轮胎均匀性的工艺措施[J].轮胎工业,2000,20(5):300-302.

收稿日期:2017-02-11

Factors Influencing Uniformity of Tubeless TBR Tire

SHI Rui, YUAN Limin

(Sichuan Kalevei Technology Co., Ltd, Jianyang 641400, China)

Abstract: The factors which influence the uniformity of tubeless TBR tire were analyzed. Particularly,

the factors influencing radial force fluctuation (RFV) and lateral force fluctuation (LFV) were analyzed. The effect of the positioning angle distribution of semi-finished parts and the weight deviation of left and right beads on tire uniformity were investigated. The results showed that the main factors influencing RFV were the positioning distribution of semi-finished parts, and the precision and stability of the forming machine. The main factors affecting the tire LFV were the tread size deviation, the mass distribution of the semi-finished parts, the symmetry of rollers and rolling process parameters. In order to improve tire uniformity, the joint positions of semi-finished parts were marked on the building drum and auxiliary drum, the drum position limit switch was also adjusted, and the semi-finished beads were weighed and used in matched pairs.

Key words: TBR tire; uniformity; tubeless; radial force fluctuation; lateral force fluctuation; semi-finished joint; bead

“液体黄金”造出全球首批顶级轮胎

中图分类号:U463.341;TQ330.6+3 文献标志码:D

2017年5月24日,西班牙伊迪达机动车技术有限公司(IDIADA)为赛轮金宇集团股份有限公司(赛轮金宇)多个规格的轮胎出具了书面测试认证报告,证实该批轮胎的抗湿滑性能达到欧盟轮胎标签法规A级水平,滚动阻力达到B级及以上水平,耐磨性能比传统轮胎提高15%,综合性能达到世界轮胎领先水平,赛轮金宇也因此成为能够生产兼具低滚动阻力、高抗湿滑性、优异耐磨性能轮胎的领先轮胎企业。这标志着我国轮胎技术水平已可与世界轮胎巨头比肩。

西班牙IDIADA是国际公认的具有权威性的3家轮胎检测机构之一,另外两家机构分别为德国TUV SUD和荷兰RDW。

欧盟轮胎标签法规将轮胎的抗湿滑性能和滚动阻力划分为A—G 7个等级,目前我国轮胎这两项指标一般都为F或G级。抗湿滑性能是轮胎最重要的性能之一,对轮胎的使用安全性至关重要。在车速为 $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 时,抗湿滑性能为A级的轮胎刹车距离比F级的轮胎短18 m,刹车距离缩短有利于降低交通事故发生率并提高人身与车辆安全。对乘用车而言,轮胎滚动阻力由G级提高至B级,汽车行驶10万km可减少560 L油耗,按油价 $6\text{元}\cdot\text{L}^{-1}$ 计算,每辆乘用车平均每年可节省3 360元油费,即每条轮胎节省840元油费。可见优化轮胎质量不仅能提高汽车行驶安全性能,还能节省燃油消耗。

赛轮金宇之所以能制造出世界高质量轮胎,

主要是因为使用了怡维怡橡胶研究院有限公司(怡维怡)发明的“液体黄金”——EVEC。EVEC是我国自主创新的一种橡胶新材料,被《国际轮胎技术》称为“液体黄金”,并作为封面技术展示。目前其核心技术已经申请发明专利35项、专利合作条约(PCT)9项。EVEC仅在胎面胶中使用,不改变原轮胎结构和花纹,就可使轮胎综合性能大幅提高。EVEC能够同时改善轮胎滚动阻力、抗湿滑性能、耐磨性能、操纵性能,并使各项指标都达到最佳平衡。

世界橡胶科学领域著名学者、国家橡胶与轮胎工程技术研究中心首席科学家、怡维怡院长王梦蛟博士介绍,轮胎性能主要取决于橡胶材料、轮胎结构与花纹设计,作为集基础研究、应用研究、共性关键技术研究于一体的专业研发机构,怡维怡自2013年开始就进行合成橡胶湿法混炼工艺技术的研究与开发。EVEC是用连续液相法制备的合成橡胶/白炭黑母胶,与传统干法混炼母胶相比,EVEC制备工艺简单,混炼能耗降低20%以上(每吨节电 $80\text{ kW}\cdot\text{h}$ 以上),填料分散良好,加工性能好。

王梦蛟还透露,怡维怡现已完成了EVEC的小试和中试,目前正在青岛市董家口经济区依托高性能橡胶新材料循环经济绿色一体化项目实施产业化。EVEC的产业化必将加速我国轮胎升级进程,不仅使我国轮胎打入欧美市场更加畅通,还将充分体现出科技创新在产业转型中的引领作用,推动供给侧结构性改革,促进我国轮胎产业新旧动能转换。

(冯 涛)