

半钢子午线轮胎内衬层压延冷却系统的优化

雷 辉,李 浩,严豪冠,郑求义,陈 俊,陈 超

(杭州海潮橡胶有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:通过改造半钢子午线轮胎内衬层压延冷却系统来提高内衬层质量。改造后冷却系统有4组共8个冷却辊筒,冷却辊筒通过浮动辊调节速度,通过低摩擦阻尼气缸来控制浮动辊,匹配冷却辊筒组与组之间的速差,实现单独控制内衬层经过冷却辊筒之间的拉伸量。改造后内衬层材料与辊筒的接触面增大至辊筒表面积的67%左右,提高了冷却线的换热能力,使内衬层的卷取温度降低,停放后长度和宽度变化率减小,制品尺寸稳定时间缩短,提高了轮胎的动态均匀性。

关键词:半钢子午线轮胎;内衬层;冷却系统;拉伸;温度;动态均匀性

中图分类号:TQ330.6⁺4

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)12-0754-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.12.0754



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

内衬层是轮胎的主要部件之一,内衬层压延是轮胎生产的关键工序之一^[1-3],内衬层质量关系着成品轮胎的气密性。在内衬层压延过程中,由于压延设备陈旧、卷取温度偏高以及在现场的停放时间不足等^[4],导致内衬层在使用时出现尺寸变化。为此,我公司将此问题列为年度改善课题之一,对内衬层压延设备各个模块进行剖析,通过对挤出机至压延辊^[5]、压延辊至复合辊、复合辊至冷却辊筒、冷却线、冷却至卷取等阶段进行分析,采取措施对半钢子午线轮胎内衬层压延冷却系统进行优化改造^[6],有效提高了内衬层质量。

1 现有内衬层压延设备冷却线结构

现有9个冷却辊筒(见图1)由单电动机进行控制,冷却辊筒间由链条带动,结构比较单一,无法进行单独的速度调节,经常出现链条松动引起内衬层收缩不均匀的情况。其缺点是无法单独控制各辊筒之间的速度^[7],应力无法释放,内衬层过度拉伸造成尺寸不稳定情况比较突出。

内衬层材料行走路线如图2所示。从图2可以看出,内衬层材料与辊筒的接触面积约为50%,通

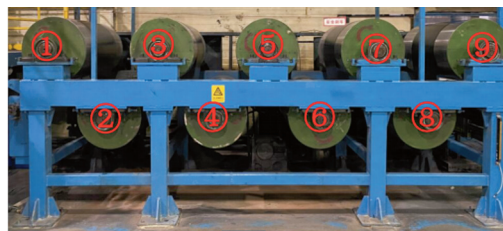


图1 现有设备冷却辊筒排布

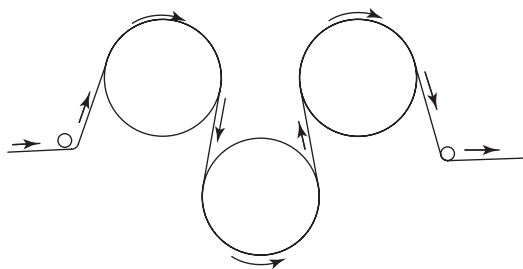


图2 内衬层材料行走路线

过冷却辊筒与内衬层材料的热交换来降低材料的卷取温度。

改造前,统计12月份内衬层材料平均卷取温度为37.0℃左右,最低温度为31.6℃,最高温度为40.8℃。

内衬层材料在经过冷却线前后有一定程度的拉伸,宽度变化如表1所示。

从表1可以看出,4个规格内衬层材料冷却后,宽度平均减小5.5 mm,拉伸率为1.21%。因设备自身缺陷,内衬层在复合前拉伸严重,需要在设备上收缩,以减小材料使用时的变化量,因此在

作者简介:雷辉(1984—),男,湖北京山人,杭州海潮橡胶有限公司工程师,学士,主要从事轮胎半成品工艺研究和技术改进工作。

E-mail:232935454@qq.com

表1 经过冷却线前后内衬层材料宽度变化量 mm				
项 目	内衬层规格			
	K006578A	K010483A	L006686A	L010582A
标准宽度	460	415	415	530
冷却前				
1	468.4	428.0	414.9	530.8
2	468.6	427.6	416.5	531.5
3	472.0	427.6	418.4	530.6
平均	469.7	427.7	416.6	531.0
冷却后				
1	458.9	413.4	414.1	534.4
2	459.2	413.6	412.0	533.3
3	462.7	413.6	418.4	535.2
平均	460.3	413.5	414.8	534.3
冷却后变化量	-9.4	-14.2	-1.8	3.3

冷却线上继续拉伸不能达到满意效果^[8-10]。

内衬层在卷曲导开后的尺寸(长度方向和宽度方向)变化量是判定内衬层材料是否收缩完全的一个重要指标,日常制定的要求是各种材料进行一定时间(4 h)的停放,以确保半成品材料在使用时完全收缩。对部分规格内衬层材料在卷曲停放40 min后200 mm定长变化率进行检测,结果如表2所示。

表2 部分规格内衬层材料在卷曲停放40 min后 200 mm定长变化率 %							
项 目	内衬层材料						平均值
	A	B	C	D	E	F	
长度方向	4.67	3.67	5.33	4.33	5.33	—	4.67
宽度方向	1.86	0.94	1.41	0.71	1.18	1.64	1.29

从表2可以看出,内衬层材料长度方向的变化率远大于宽度方向的变化率。因此,为了验证内衬层随着停放时间延长的收缩情况,随机抽取5个标准长度为300 mm的内衬层进行长度测量,结果如表3所示。

表3 内衬层长度随着停放时间的变化情况							
项 目	停放时间/min						收缩率 ¹⁾ /%
	0	10	20	30	40	50	
1	300.0	294.0	293.0	292.0	289.0	289.0	3.7
2	300.0	294.0	292.0	289.0	288.5	287.0	4.3
3	300.0	294.0	290.0	288.0	286.0	284.0	5.3
4	300.0	294.0	289.0	288.0	285.0	284.0	5.3
5	300.0	294.0	288.0	289.0	286.0	285.0	5.0
平均值	300.0	294.0	290.4	289.2	286.9	285.8	4.7

注:1)停放50 min相对于未停放的收缩率。

从表3可以看出:随着停放时间的延长,内衬层长度减小,停放40~50 min期间,内衬层长度变化不大,停放50 min后内衬层尺寸基本稳定,长度平均值为285.8 mm,平均收缩率为4.7%。

2 冷却系统改造

改造后冷却系统有4组共8个冷却辊筒,如图3所示。4组冷却辊筒间通过浮动辊调节速度,各组之间通过低摩擦阻尼气缸控制浮动辊,匹配冷却辊筒组与组之间的速差,从而达到单独控制内衬层经过冷却辊筒之间拉伸量的目的。



图3 改造后冷却辊筒排布

同时在设计时可按照实际需求增加或减少冷却辊筒组的数量,来达到降低温度、减小拉伸量的目的,在相关技术和设备的配合下,通过在工艺方面对浮动辊的位置和质量进行调整,并对数据进行标准化,使改造后冷却系统达到满意的效果。

改造后内衬层材料的行走路线如图4所示。内衬层材料与辊筒的接触面增大至辊筒表面的67%左右,提高了冷却线的换热能力。

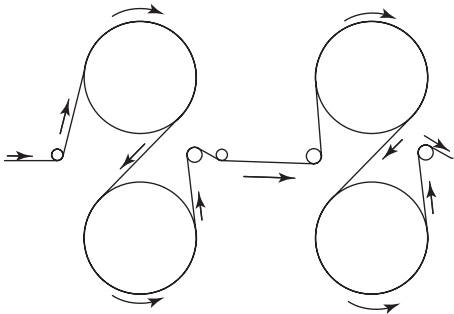


图4 改造后内衬层材料的行走路线

改造后内衬层材料的平均卷取温度为28.5℃,较改造前降低了8.5℃,最低温度为23.2℃,最高温度为32.8℃。

改造后内衬层材料在经过冷却线前后宽度变

化如表4所示。

表4 改造后内衬层材料在经过冷却线前后宽度变化量 mm

项 目	内衬层规格			
	L008554AB	L003811A	K010765A	K011000A
标准宽度	465	410	415	390
冷却前				
1	455	412	410	385
2	455	408	408	388
3	457	410	412	390
平均	455.7	410.0	410.0	387.7
冷却后				
1	465	415	415	390
2	467	415	410	395
3	468	417	413	395
平均	466.7	415.7	412.7	393.3
冷却后变化量	11.0	5.7	2.7	5.6

从表4可以看出,改造后内衬层材料在经过冷却线后宽度平均增大了6.3 mm,与改造前相比,有近11.8 mm差异。

对改造后部分规格内衬层材料在卷曲停放40 min后200 mm定长变化率进行检测,结果如表5所示。

表5 改造后部分规格内衬层材料在卷曲停放40 min后200 mm定长变化率 %

项 目	内衬层材料						平均值
	A	B	C	D	E	F	
长度方向	3.00	2.50	2.50	2.50	3.00	—	2.70
宽度方向	0.47	0.70	0.47	0.47	0.23	0.47	0.47

从表5可以看出,改造后内衬层材料在卷曲停放后长度方向和宽度方向变化量较改造前均有所减小。

改造后,随机抽取5个标准长度为200 mm的内衬层进行长度测量,结果如表6所示。

表6 改造后内衬层长度随着停放时间的变化情况

项 目	停放时间/min					收缩率 ¹⁾ /%
	0	10	20	30	40	
1	200.0	199.0	196.0	195.0	195.0	2.5
2	200.0	199.0	195.0	195.0	195.0	2.5
3	200.0	199.0	194.0	194.0	194.0	3.0
4	200.0	197.0	194.0	194.0	194.0	3.0
5	200.0	196.0	194.0	194.0	194.0	3.0
平均值	200.0	198.0	194.6	194.4	194.4	2.8

注:同表3。

从表6可以看出:随着停放时间的延长,内衬层长度减小;停放30 min到40 min期间,内衬层长度没有变化,表明停放30 min后内衬层尺寸基本稳定,长度平均值为194.4 mm,平均变化率为2.8%。

改造后,内衬层长度变化率比改造前减小,稳定时间从改造前的50 min缩短至改造后的30 min,降低了内衬层后续工序使用时的变量。

3 效果评价

对改造前后内衬层卷取温度、冷却前后宽度变化量、停放后长度变化率、停放后宽度变化率和制品尺寸稳定时间等项目进行评价,结果如表7所示。

表7 改造效果评价

项 目	改造后	改造前	差值
卷取温度/℃	28.5	37.0	-8.5
冷却后宽度变化量/mm	6.3	-5.5	11.8
停放后长度变化率/%	2.70	4.67	-1.97
停放后宽度变化率/%	0.47	1.29	-0.82
制品尺寸稳定时间/min	30	50	-20

从表7可以看出,改造后内衬层的卷取温度降低,停放后长度和宽度变化率减小,制品尺寸稳定时间缩短,改善效果明显。

为确定设备改造后对轮胎动态均匀性的影响^[11-13],选择合格率较低的轮胎规格(235/60R18PR SU318 103V)进行成品轮胎动态均匀性测试,结果如表8所示。

从表8可以看出:改造后轮胎的径向力和横向力平均值变化不大,但径向力标准差和横向力标准差降低,说明数据稳定性更好;动平衡值从26.67 g降至22.83 g,动平衡性能有一定提高;同时径向力、横向力和动平衡合格率均有提高,表明轮胎的动态均匀性得到改善。

4 结语

在当前以消费为导向的市场中,消费者对于轮胎质量的要求越来越高,轮胎的外观质量和动态均匀性要求也越来越严格。通过改造内衬层压延线的冷却系统,半成品拉伸得到有效控制,轮胎

表8 235/60R18PR SU318 103V轮胎
动态均匀性测试结果

项 目	改造后	改造前
抽查轮胎数量/条	66	67
径向力		
标准值/N	≤140	≤140
平均值/N	86.9	89.0
标准差 ¹⁾	25.5	28.7
合格率/%	93.8	90.9
侧向力		
标准值/N	≤100	≤100
平均值/N	57.5	54.1
标准差 ¹⁾	17.9	22.8
合格率/%	100	93.9
动平衡		
标准值/g	≤50	≤50
平均值/g	22.83	26.67
标准差 ¹⁾	11.36	14.70
合格率/%	96.9	92.4

注:1) 标准差是方差的算术平方根,标准差越小,表示指标数值越稳定。

质量提高,该经验已经在公司内部推广。由于各公司之间的内衬层生产线存在差异,因此需要根据实际情况制定相应的改造方案。

参考文献:

[1] 胡钢墩. 轮胎内衬层生产线连动控制系统的研究与设计[D]. 西安:

西北工业大学,2005.

- [2] 张薇. 内衬层压延辊状态对半钢子午胎动平衡的影响[J]. 橡塑技术与装备,2015,41(11):38-39.
- [3] 郑正仁. 子午线轮胎制造工艺特点[J]. 轮胎工业,1994,14(4):22-32.
- [4] 杨顺根. 子午线轮胎生产设备的国产化及其存在的问题[J]. 橡塑技术与装备,2006,32(7):8-14.
- [5] 于明进,宫一青,王建法,等. 一种轮胎内衬层生产设备[P]. 中国:CN 201420004867. X,2014-06-25.
- [6] 张长伟. 半钢内衬层生产线改造[J]. 橡塑技术与装备,2007,3(4):46-48.
- [7] 王冬梅,王永,杨化金,等. 内衬层生产线中的速度控制[J]. 轮胎工业,2008,28(10):623-625.
- [8] 屈灿明. 关于轿车胎压延内衬层宽度波动的研究[J]. 中国橡胶,2012,28(18):45-48.
- [9] 隆建军. 内衬层接头裂口原因分析及其解决措施[J]. 中国橡胶,2006,22(20):36.
- [10] 林式栋,陈观贵. 半钢内衬层生产线改造[J]. 橡塑技术与装备,2015,41(11):34-37.
- [11] 韩聪聪,于海勇,何臣,等. 航空轮胎胎坯均匀性侧向力建模分析[J]. 橡胶工业,2021,68(9):676-681.
- [12] 伍良生,卢成龙,马建峰,等. 轮胎均匀性检测系统开发[J]. 机械设计与制造,2013(11):85-87,91.
- [13] 赵明达. 轮胎均匀性参数测量方法的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2009.

收稿日期:2022-07-27

Optimization of Inner Liner Calendering Cooling System of Steel-belted Radial Tire

LEI Hui, LI Hao, YAN Haoguan, ZHENG Qiuyi, CHEN Jun, CHEN Chao

(Hangzhou Haichao Rubber Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The quality of the inner liner of the steel-belted radial tire was improved by reforming the calendering cooling system of inner liner. After transformation, the cooling system had 4 groups of cooling rollers, which in total were 8 rollers. The speed of the cooling roller was adjusted by the floating rollers, and the floating rollers were controlled by the low friction damping cylinder to match the speed difference between the cooling roller groups, so the tension of the inner liner between the cooling rollers could be controlled separately. After transformation, the contact surface between the inner liner material and the roller increased to about 67% of the roller surface area, which improved the heat exchange capacity of the cooling line, reduced the cooling temperature of the inner liner, reduced the length change rate and width change rate after parking, shortened the stabilizing time of the product size, and improved the dynamic uniformity of the tire.

Key words: steel-belted radial tire; inner liner; cooling system; stretching; temperature; dynamic uniformity