

# 全钢载重子午线轮胎三角胶贴合卷折问题的原因分析及解决措施

鲁强,郭念贵,孙宝余

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

**摘要:**对全钢载重子午线轮胎三角胶与钢丝圈贴合后发生卷折的原因进行分析并提出相应的解决措施。具体从三角胶尺寸、胶料特性、贴合方式和贴合温度4个方面进行分析,提出通过调整三角胶高宽比,缩短三角胶胶料的应力松弛时间,使用立式机械式贴合鼓,降低贴合温度,可以减少三角胶贴合卷折情况的发生。

**关键词:**全钢载重子午线轮胎;三角胶;钢丝圈;贴合;卷折

**中图分类号:**U463.341<sup>+</sup>.3/.6

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-8171(2023)02-0122-03

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2023.02.0122



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

三角胶与钢丝圈的贴合作是轮胎的重要部件,直接影响轮胎的胎圈性能<sup>[1-2]</sup>。其质量不佳时,会导致轮胎胎圈部位的早期损坏或使用寿命缩短<sup>[3-4]</sup>,并且影响生产效率,浪费生产资源。当前国内轮胎厂生产三角胶与钢丝圈的贴合作主要有两种方式,一种是先在压出线生产三角胶,裁断,然后使用贴合作成型鼓进行钢丝圈与裁断后的三角胶贴合;另一种是使用挤出机、运输辅线和贴合作鼓一体的热贴生产线直接生产<sup>[5-7]</sup>。

无论采用何种方式生产贴合作,都会在三角胶与钢丝圈贴合后发生三角胶卷折现象,如图1所示。本工作对三角胶卷折现象的产生原因进行分析并提出相应的解决措施。



图1 三角胶卷折现象

## 1 原因分析

生产现场跟踪发现,部分规格三角胶在贴合后出现卷折现象,而其他规格的三角胶未出现或较少出现卷折现象,下面从三角胶尺寸、胶料特性、贴合方式和贴合温度4个方面进行分析。

### 1.1 三角胶尺寸

为了研究三角胶高宽比对三角胶卷折的影响,对三角胶尺寸进行分析,高宽尺寸如图2所示。 $L$ 取三角胶整体高度,宽度分别取底座最宽点 $H$ 、次宽点 $H_1$ 和距离三角胶外端点 $40\%L$ 处 $H_2$ (此点根据三角胶的卷折部位选取)。各规格三角胶的高宽比数据如表1所示。

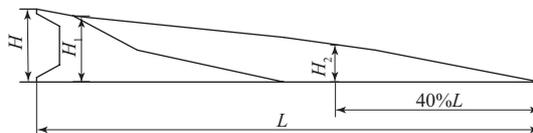


图2 三角胶高宽示意

现场生产时,复合3和复合7三角胶出现卷折现象较多。从表1可以看出, $L/H$ 与 $L/H_1$ 没有明显规律性,而复合3和复合7三角胶的 $L/H_2$ 明显大于其他复合三角胶。根据生产现场调查, $L/H_2$ 较大的复合1和复合4三角胶也有一定概率的卷折现象发生,而 $L/H_2$ 较小的复合6、复合8和复合9三角胶则完全没有卷折现象发生。因此,认为三角胶端

**作者简介:**鲁强(1988—),男,山东威海人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事子午线轮胎结构设计工作。

**E-mail:**luqiang@triangle.com.cn

表1 各规格三角胶的高宽比数据

三角胶类型	三角胶规格	$L/mm$	$H/mm$	$H_1/mm$	$H_2/mm$	高宽比		
						$L/H$	$L/H_1$	$L/H_2$
复合三角胶	复合1	70.00	13.00	10.00	5.42	5.38	7.00	12.92
	复合2	100.00	14.00	13.00	8.38	7.14	7.69	11.93
	复合3	105.00	16.00	15.00	6.70	6.56	7.00	15.67
	复合4	115.00	15.00	13.00	8.58	7.67	8.85	13.40
	复合5	135.00	18.00	16.50	11.50	7.50	8.18	11.74
	复合6	140.00	21.00	18.00	12.39	6.67	7.78	11.30
	复合7	120.00	20.00	18.50	8.29	6.00	6.49	14.48
	复合8	90.00	21.50	17.50	8.10	4.19	5.14	11.11
	复合9	118.00	23.00	20.50	12.01	5.13	5.76	9.83
	复合10	119.00	23.00	20.00	10.08	5.17	5.95	11.81
单三角胶	单1	90.00	21.50	18.00	8.40	4.19	5.00	10.71
	单2	102.00	23.00	15.00	10.69	4.43	6.80	9.54
	单3	100.00	22.00	14.50	6.67	4.55	6.90	14.99
	单4	65.00	17.00	12.00	6.12	3.82	5.42	10.62
	单5	85.00	17.00	11.00	5.88	5.00	7.73	14.46

部的尺寸更容易影响三角胶的卷折现象。

我们注意到,单3和单5三角胶的 $L/H_2$ 也较大,但在生产过程中并未出现卷折现象。

### 1.2 胶料特性

当前各轮胎厂的三角胶主要有复合三角胶和单三角胶两种,复合三角胶由下三角胶和上三角胶组成。一般情况下,下三角胶采用硬度较大的胶料,上三角胶采用硬度较小的胶料,以实现由钢丝圈到胎侧的刚性过渡。单三角胶胶料的硬度通常介于复合三角胶的上、下三角胶之间。单三角胶胶料为A,复合三角胶下三角胶胶料为B1,上三角胶胶料为B2。

考虑胶料的变形性能,对3种胶料的应力松弛时间进行测定,胶料A,B1和B2的应力松弛时间分别为8,9和10 s。

应力松弛是指在恒定的温度和形变条件下,高聚物内部的应力随时间延长而逐渐衰减的现象。也就是说,胶料的应力松弛时间越短,胶料内部分子改变构象的能力越强,胶料受力变形后可很快达到新的平衡状态,胶料不易发生变形或卷折<sup>[8]</sup>。相反,胶料应力松弛时间越长,越不能快速达到新的平衡状态而保持形状,则可能产生变形或卷折现象。

单三角胶胶料A的应力松弛时间较短,是单三角胶贴合后不易发生卷折的原因。而复合三角胶,尤其是上三角胶胶料B2的应力松弛时间最长,

其发生卷折的可能性最大。另外,上下三角胶的应力松弛时间不同,两者之间的相互作用也易使三角胶发生卷折。

### 1.3 贴合方式

三角胶与钢丝圈的贴合主要有立式和卧式两种方式,立式又分为机械式和胶囊式,其设备如图3—5所示。

卧式贴合方式对于设备和三角胶胶料性能的要求较高,否则易出现贴合不实<sup>[9-10]</sup>、拉伸不均匀和三角胶卷折等问题。卧式贴合易出现三角胶卷折现象是因为全钢子午线轮胎尤其是载重轮胎的三角胶高度较大,有时可达160 mm以上,这就导致贴合时三角胶底部与端部行程差距过大,处于完全不同的拉伸状态,使三角胶整体受力不均匀。

立式机械式贴合方式贴合到位,贴合后三角



图3 立式机械式贴合鼓



图4 立式胶囊式贴合鼓



图5 卧式贴合盘

胶较为直挺,缺点是周向拉伸不均匀。与立式机械式贴合方式相比,立式胶囊式贴合鼓贴合后拉伸比较均匀,但贴合不到位,易出现卷折现象。

#### 1.4 贴合温度

选取偶有卷折现象发生的三角胶复合1,采取卧式贴合方式进行不同温度下的贴合试验,1周统计数据如表2所示。

从表2可以看出,贴合温度越低,发生卷折的三角胶占比越小。这是因为贴合温度越低,在自然冷却至室温的过程中其尺寸变化越小。降低贴合温度时要考虑胶料的粘性,不能影响三角胶的

表2 不同贴合温度下三角胶的卷折发生情况

项 目	贴合温度/℃		
	40	60	80
贴附件数量/个	1 004	988	974
贴附件卷折数量/个	11	23	42
贴附件卷折比例/%	1.1	2.3	4.3

接头质量和三角胶与钢丝圈的贴合质量。

## 2 解决措施

为了解决三角胶贴合卷折问题,建议在三角胶设计和生产过程中采取以下措施。

(1) 新设计三角胶尤其是复合三角胶尺寸时,建议三角胶的 $L/H_2$ 控制在12左右,最好不要超过14.5。

(2) 在满足强度、硬度、粘度等性能的前提下,缩短三角胶胶料的应力松弛时间。

(3) 对于已投产、易发生卷折现象的三角胶规格,建议使用立式机械式贴合鼓进行贴附件生产。

(4) 在保证贴合质量的前提下,贴合温度越低,越有利于减少三角胶卷折现象的发生。

## 3 结语

通过分析三角胶尺寸、胶料特性、贴合方式和贴合温度对三角胶贴合卷折问题的影响,得到卷折发生的具体原因,从而在设计和生产过程中采取相应措施规避,减少了生产资源的浪费,降低了轮胎残次品率,取得了良好的经济效益。

## 参考文献:

- [1] 蔡夏. 载重子午胎胎圈三角胶生热性能改进[J]. 中国橡胶, 2011, 27(11): 40-41.
- [2] 李明锋. 轮胎钢丝圈内周长测量仪的优化设计与研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2015.
- [3] 杨振环. 全钢载重子午线轮胎胎圈周向裂痕产生原因及解决措施[J]. 轮胎工业, 2021, 41(12): 774-776.
- [4] 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.
- [5] 周杰. 内衬层双挤出压延热贴法生产线的研发及控制[J]. 现代橡胶工程, 2010(6): 17-25.
- [6] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [7] 梁星宇, 周木英. 橡胶工业手册(修订版) 第三分册 配方与基本工艺[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.
- [8] 李兴晨. 氢化丁腈橡胶高温力学性能研究[J]. 橡胶工业, 2020, 67(9): 652-659.
- [9] 敖玉元. 四工位立式三角热贴生产线[J]. 橡塑技术与装备, 2020, 46(21): 55-58.
- [10] 唐国政. HW-WSJT-01型卧式三角胶贴合生产线[J]. 世界橡胶工业, 2012, 39(4): 37-45.

收稿日期: 2022-08-19