

# 半钢轮胎成型机贴合鼓预收缩应用研究

谢亮, 武博, 王伟超

(杭州海潮橡胶有限公司, 浙江 杭州 3100180)

**摘要:** 轿车的稳定性除了与减震系统有关外, 也与轮胎有密切的关系。市场经济的需求对轮胎生产有了更高的要求, 冠带变张力的应用提高了轮胎的均动性, 提升了轿车行驶中的舒适度。但在实际生产中, 成型机出现了胎体复合件塌陷的问题, 无法保证胎体与复合件的同心度, 造成了均动数据不稳定, 本案为了更好地稳定产品性能从贴合鼓预收缩功能的使用做了研究。

**关键词:** 贴合鼓; 胎体复合件; 带束层; 冠带层; 胎面层; 冠带缠绕张力

**中图分类号:** TQ330.46

**文章编号:** 1009-797X(2024)09-0021-04

**文献标识码:** B

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.09.005

研究背景轮胎作为汽车的重要组成部分, 不仅承载着整车的重量, 更与车辆的安全息息相关。近几年在轮胎生产行业内为了提升轮胎的质量和安全性, 经历了多次设备工艺改革, 半钢轮胎冠带缠绕从早期的被动导开缠绕到恒张力控制缠绕以及现在最新的冠带变张力控制缠绕技术的多次转变。冠带变张力的应用是为了提升轮胎的稳定性, 但是也造成了贴合鼓在完成带束、冠带和胎面贴合后的张力无法释放的问题<sup>[1]</sup>。冠带采用的缠绕方式是贴合于带束上方, 支撑胎体复合件有约 40 N 的张力无法释放, 胎体复合件在贴合鼓通过传递环夹持块抓取过程中由内支撑转外支撑时出现组胎体复合件塌陷问题, 无法保证胎体与复合件的同心度均动数据的稳定情况。

## 1 胎体复合件张力的形成

胎体复合件由带束层、冠带层和胎面层进行复合形成, 张力主要由冠带缠绕形成。冠带缠绕分为双肩缠绕, 单层平铺缠绕, 大 S 形式缠绕, 小 S 形式缠绕<sup>[2]</sup>, 冠带缠绕张力分布有以下形式:

(1) 冠带条恒张力  $10 \pm 5$  N。

(2) 冠带条分段张力要求: 如图 1。

冠带条缠绕起头、收尾 1.5 圈内, 张力大小允许波动范围  $\pm 10$  N, 其余位置  $\pm 5$  N; 冠带条张力大小 10 N 到 40 N 切换时, 允许缓冲  $\leq 1$  圈。

根据不同缠绕方式冠带条恒张力的张力比较小, 大 S 形式缠绕的冠带条分段变张力的张力值较大。在

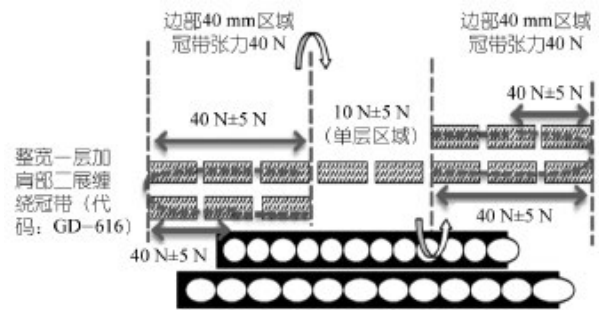


图1 冠带条分段张力

生产包含 17" 以上半钢轿用轮胎时, 胎体复合件向内收缩力高, 冠带条分段变张力应如图 2。

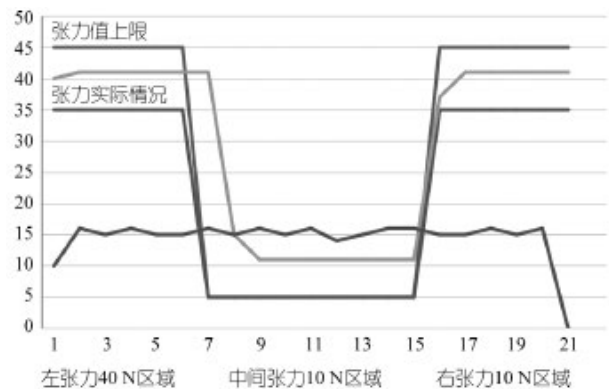


图2 冠带分段张力图

**作者简介:** 谢亮 (1985-), 男, 专科, 主要从事成型设备方面的设计和研究工作。

**收稿日期:** 2023-07-11

在轮胎成型机缠绕冠带条过程中，分段变张力的控制需要保证左右张力区域的对称性才能符合要求，但是在日常生产过程中，因为控制与机械执行存在时间差的情况，以及冠带条的材料稳定性等问题，导致缠绕冠带条张力不稳定图3。从中发现冠带缠绕过程中左右40 N张力分布不对称，直接造成胎体复合件左右张力不对称从而向内收缩力的不同，进一步加速复合件塌陷，严重影响轮胎生产品质。

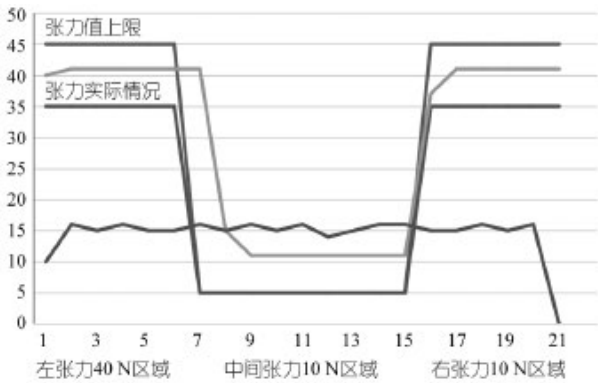


图3 实际冠带分段不对称张力图

由于胎体复合件左右张力不对称使传递环夹持块与成胎体复合件没有全面接触如图4，静摩擦力小造成复合件移动过程中受力不均，导致复合件塌陷，复合件与胎体同心度缺失及偏移，造成轮胎均动数据不良等问题发生，影响了轮胎工艺要求，增加了轮胎在使用过程中的安全风险，为解决以上问题要从成型机上消除受力不均的问题。



图4 传递环夹持与胎体复合件图

## 2 利用贴合鼓预收缩动作解决胎体复合件向内收缩的问题

如图5、图6复合件分别在贴合鼓和传递环夹持块上所受到的力，若在贴合鼓上没收缩时的支撑力大于复合件向内的收缩力（两者力的方向相对），不会出

现复合件塌陷。在实际生产过程中，只有传递环夹持块外支撑力时，复合件没有贴合鼓的支撑力，此时就造成了复合件塌陷问题的发生。由于各种成型机的结构设计不同，为了解决胎体复合件向内收缩的问题，对胎成型机也有多种解决方式，不同方式各有优缺点。

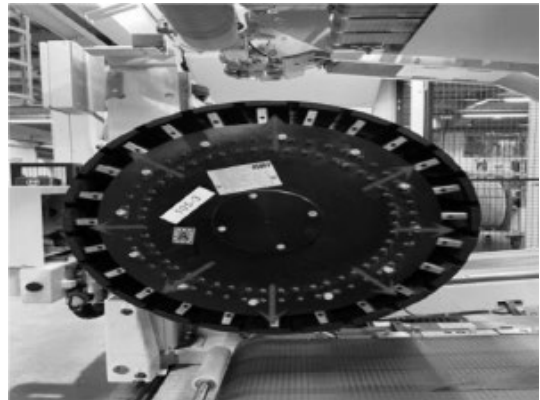


图5 贴合鼓上的支撑力

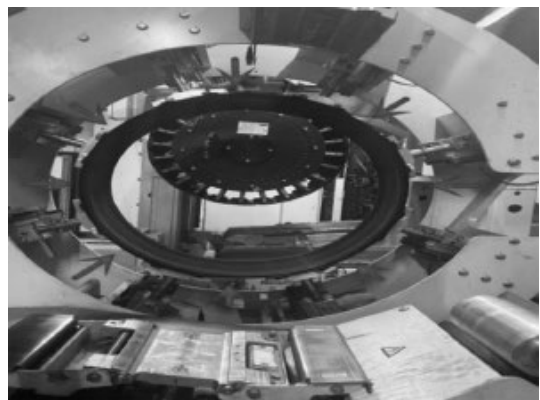


图6 传递环夹持块上的支撑力

### 2.1 张力对复合件的影响

高张力对复合件周长和直径的影响，根据轮胎直径和缠绕方式的不同，普遍直径收缩范围：5~9.5 mm，根据求圆周长公式  $C=\pi d$ ，即周长收缩范围约为16~30 mm。

不同收缩范围的复合件夹持情况如图7。

经过反复试验，为了确保解决胎体复合件塌陷问题，复合件直径收缩范围不小于5 mm，周长收缩范围不小于16 mm。

### 2.2 气控贴合鼓解决复合件向内收缩力

考虑到气控贴合鼓只有张鼓与缩鼓两种状态，胎体复合件复合完成后贴合鼓移动至传递环夹持块位置，夹持块进行抓取胎体复合件，夹持块抓取位的直径设置小于胎体复合件直径5~9.5 mm，贴合鼓与夹持块同步运动收缩，确保胎体复合件从内支撑同步到外支

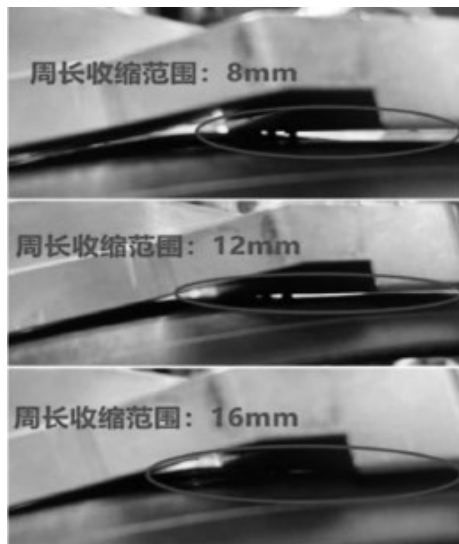


图7 复合件夹持图

撑过度,从而胎体复合件张力释放,解决胎体复合件向内收缩的问题。此方式采用贴合鼓与夹持块同步运动收缩方式。

### 2.3 气控贴合鼓配和传递环电缸夹持解决复合件向内的收缩力

同样利用气控贴合鼓的张鼓与缩鼓的功能,配合

传递环夹持块解决。传递环夹持块采用伺服控制器控制电缸进出,设备运动方式是胎体复合件复合完成后贴合鼓移动至传递环夹持块位置,夹持块利用力矩进行抓取胎体复合件,然后贴合鼓收缩,传递环夹持块有电缸两次夹持释放胎体复合件张力,有外支撑力完全支撑胎体复合件向外的力,解决胎体复合件向内收缩的力的问题。

### 2.4 伺服贴合鼓两次收缩解决复合件向内收缩力

伺服贴合鼓可以根据鼓本身的直径或者周长进行调整规格内的任意范围<sup>[3]</sup>,设备运动方式是胎体复合件复合完成后贴合鼓进行两次收缩,收缩范围根据复合件复合周长的基础上周长减少0~30 mm,实现直径收缩达到释放胎体复合件张力,再移动至传递环夹持块位置进行夹持,此时外支撑力完全支撑胎体复合件(胎体复合件张力已经完全释放),从而解决胎体复合件向内收缩的问题。

### 2.5 不同形式的对比

不同形式的对比见表1。

表1 不同形式贴合鼓对比表

对比项	分类		
	气控贴合鼓	气控贴合鼓配传递环电缸夹持	伺服贴合鼓
投入成本	低	中	高
普遍使用类型	两次法成型机	两次法成型机	一次法成型机
预收缩解决情况	可以解决	可以解决	可以解决
电气控制	不需要	需要	需要
收缩精度	低	高	高
操作	机械调整	程序设置	程序设置
复合件真圆度	低	低	高
控制方式	机械	伺服	伺服
设备加工精度	低	中	高
生产轮胎分类	中低端产品	中低端产品	高端产品

#### 2.5.1 气控贴合鼓

结构简单加工精度低,成本投入低,主要依靠夹持块抓取位的机械限位控制最终复合件的收缩量,不需要进行电器控制,但贴合鼓与夹持块同步运动收缩方式造成复合件真圆度低的问题,因此对轮胎质量存在影响,只适合中低端产品的生产。

#### 2.5.2 气控贴合鼓配传递环电缸夹持

利用传递环夹持采用伺服控制器力矩和位置模式配合控制电缸进行夹持,但传递环夹持块的运动要依靠伺服控制,投入成本比“气控贴合鼓形式”高,加工精度同样需不是很高,夹持块电缸两次夹持收缩方式存在复合件真圆度缺失的情况,因此对轮胎质量也

存在影响,也适合中低端产品的生产。

#### 2.5.3 伺服贴合鼓

伺服控制器控制贴合鼓进行两次收缩,将复合件的向内收缩力完全释放后再由传递环夹持块抓取,因此此控制方式要求设备本身加工精度及电器控制精度比前两者高,投入成本高,但是提前释放复合件向内收缩力使复合件真圆度高,保证了轮胎质量,提高了工艺标准,适合高端产品的生产使用。

#### 2.5.4 传递环夹持块收缩与贴合鼓收缩在复合件真圆度精度

在设备日常使用中反复实验得出:传递环夹持块收缩时明显低于贴合鼓收缩时生产的轮胎均动数据,

根据实验记录分析情况如下：

胎体复合件在传递环夹持块夹持后进行收缩，夹持块上的刺针已经将胎体复合件固定，夹持块与复合件接触面处完全接触；传递环夹持块收缩时只有夹持块与夹持块之间的复合件进行收缩；夹持块与复合件接触面的复合件无法收缩，复合件进行两次收缩后形成多边形，且复合件收缩不均匀造成真圆度精度低的情况。

胎体复合件在贴合鼓上收缩完全是利用贴合鼓向内收缩时，复合件在减少内支撑的情况下整体均匀收缩，当张力完全释放再由传递环夹持块夹持传递，从而保证复合件的真圆度精度。

### 3 半钢轮胎成型机贴合鼓预收缩在日常生产中注意点

利用贴合鼓预收缩功能解决胎体复合件向内收缩的问题需要注意以下两点：

(1) 避免在贴合鼓旋转过程中同步贴合鼓预收缩，因为贴合鼓预收缩时胎体复合件将失去内支撑，此时贴合鼓旋转会造成复合件在贴合鼓上偏移，导致复合件与胎体再后续复合偏歪，产品质量不合格。

为了避免以上情况发生贴合鼓预收缩功能要在预复合件相关材料贴合完成，贴合鼓旋转将预复合件接头角度与胎体接头角度按照工艺标准进行分布，停顿

0.6 s 后进行贴合鼓预收缩，最后由传递环夹持块夹持复合件进行与胎体进行复合。

(2) 避免在传递环夹持块夹持后进行两收缩，两次收缩会造成复合件收缩受力不均匀，导致产品品质下降。

### 4 结论

如今半钢子午线轮胎市场竞争压力激大，为了在如此激烈的市场中生存发展，首先需要保证生产的产品稳定，轮胎生产设备及工艺需要不断的进步，紧跟市场发展，本文中所涉及的半钢轮胎成型机贴合鼓预收缩应用正是提升了半钢轮胎产品质量，提高胎体复合件与胎体材料复合时的同心度，达到轮胎均动数据的稳定。半钢轮胎成型机设备市场中进行采购时，尽量选用伺服控制形式的成型机，能有效保证轮胎同心度的轮胎真圆度，满足市场对于高品质轮胎的要求。

参考文献：

- [1] 季永义, 王友成, 闻永, 等. 新型轮胎成型机带束层贴合鼓的设计. 橡胶科技, 2013,000(009):35-37.
- [2] 王光波, 曹大伟. 基于张力控制器的冠带条张力控制. 橡塑技术与装备, 2020,46(19):29-32.
- [3] 肖克, 徐世许, 张震, 等. 基于 NX 运动控制器的伺服电机运行数据采集系统. 自动化与仪表, 2021,036(003):41-44.

## Application research on pre shrinkage of semi-steel tire building machine fitting drum

Xie Liang, Wu Bo, Wang Weichao

(Hangzhou Haichao Rubber Co. LTD., Hangzhou 310018, Zhejiang, China)

**Abstract:** The safety and stability of a sedan are not only related to the shock absorption system, but also closely related to the tires. The demand of the market economy has raised higher requirements for tire production. The application of variable tension in the crown belt has improved tire uniformity and also enhanced the comfort of car driving. However, in actual production, there is a problem of collapse of the tire body composite parts, which cannot guarantee the concentricity between the tire body and the composite parts, resulting in unstable steady-state data. In order to better stabilize product performance, this article studied the pre shrinkage function of the bonding drum.

**Key words:** fitting drum; composite parts of tire body; belt layer; coronal layer; tread layer; crown winding tension

(R-03)