

# 多胎面自适应控制技术在全钢载重子午线轮胎上的应用

王芳, 闫小记, 姜利磊, 王军波, 申勇  
(风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454003)

**摘要:** 本文主要介绍一种三鼓成型机多胎面自适应控制技术在全钢载重子午线轮胎上的应用。多胎面自适应控制技术是三鼓成型机集一多胎面滚压配方、胎面干层片压辊、胎面自动测长和胎面自定中四个核心技术为一体的控制技术, 其目的是为了提提高胎面滚压质量、降低脱层缺陷, 解决一台成型机生产多个胎面(胎面的肩宽、厚度差异比较大)的棘手问题。

**关键词:** 多胎面滚压配方; 多片压辊; 胎面自定中

**中图分类号:** TQ330.46

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2024)01-0038-04

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.01.008

目前国内生产全钢载重子午线轮胎的成型机主要是三鼓成型机, 三鼓成型机的生产效率是众所周知, 在实际生产时1台三鼓成型机往往会安排生产多个胎面, 胎面之间的切换很频繁, 并且每个胎面的肩宽、肩厚和长度等标准都不一样, 尺寸差异较大的胎面在生产时却共用一套滚压配方、一个胎面定中位置、恒定不变的胎面压辊压力等, 胎面的滚压质量、胎面长度的控制、胎面偏歪、频繁手动调整胎面压辊的压力等问题得不到有效解决。

## 1 现有问题

(1) 同一台成型机生产胎面花纹数量多, 肩宽和肩厚极差大, 肩宽极差40 mm, 肩厚极差9.5 mm。但是多个胎面共用一套滚压配方, 配方不能兼顾所有胎面, 相同压力和速度下, 厚胎面容易造成脱层; 1台成型机生产的胎面尺寸差异大, 不能共用机台, 造成排产困难。

(2) 胎面供料架上的压辊是单一气缸调整压力的中心压辊(见图1), 不能适应多个胎面, 压合效果差, 易造成成品气泡缺陷。

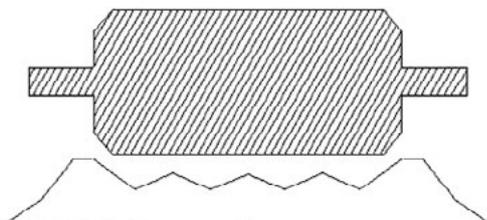


图1 单一气缸调整的中心压辊

(3) 不同花纹的胎面厚度不同, 导致长度不同, 缠绕到带束层鼓上以后, 长度不可控(见图2、图3), 目前依靠手动调节胎面压辊压力调整长度, 胎面短可加大压辊压力, 胎面长无计可施, 造成胎面局部或不均匀拉伸, 影响产品动平衡性能。



图2 胎面缠绕到带束层鼓, 长度短



图3 胎面缠绕到带束层鼓, 长度长

作者简介: 王芳(1982-), 女, 工程师, 学士, 主要从事轮胎生产工艺管理和研究工作。

收稿日期: 2023-02-13

(4) 一台成型机生产多个胎面，胎面宽度不同，员工通过调整胎面供料架上手轮来调整胎面定中，手动频繁操作，工作量大；手动调整精度差，造成胎面偏歪和胎面拉伸不均匀，影响产品性能。

基于以上问题，本工作主要通过在三鼓成型机上开发一种多胎面自适应控制技术以解决上述出现的问题。

## 2 多胎面自适应控制技术

多胎面自适应控制技术是集多胎面滚压程序、胎面自定中、独立压力区间分布的胎面干层片压辊、胎面长度自动测量并控制和为一体的多功能技术。

### 2.1 多胎面滚压配方

传统的三鼓成型机生产多个胎面，胎面之间的尺寸、长度差异较大，但却共用一套滚压配方，容易造成胎肩泡、脱层等缺陷。为了适应多种胎面的变化，我们首先在胎体鼓的上位机“配方编辑”中增加压胎

冠 1、压胎冠 2、压胎冠 3、压胎冠 4 等多个胎面滚压配方，我们可根据不同胎面花纹设计不同的胎面滚压参数。这些编辑好的多胎面滚压参数上传到带束层鼓 HMI 中，在带束层鼓上位机界面“胎面花纹选择”可选择不同的花纹或滚压参数自动下传；其次细化胎侧、三角胶滚压步骤，可实现分阶段、分位置进行滚压胎侧和三角胶、胎圈部位（见表 1）；最后在胎面供料架上安装测距开关，当检测到不同胎面的胎肩宽度差异 > 10 mm 时，在带束层鼓上位机上提示需要操作工切换相应胎面花纹的压胎冠参数。为了更好地提升胎面滚压质量，将胎面组合压辊 2# 辊由手调丝杠左右移动改成伺服电机控制，滚压压力由手动控制改成电控，移动位置和滚压压力通过上位机参数设置自动进行调节。2# 压辊的滚压配方嵌入到每一个多胎面滚压配方中，根据不同的胎面厚度和宽度设计胎面滚压参数，更好地适应产品设计，提高胎面滚压质量，防止脱层缺陷。

表 1 胎侧、三角胶细化滚压步骤

滚压步骤	压辊	3#			停顿时间 /s
		进退位置 /mm	进退速度 /mm·s <sup>-1</sup>	滚压压力 /MPa	
三角胶滚压参数	等待位				0
	起始位				0
	三角胶端点位 1	根据部件实际尺寸位置设定	根据滚压质量来调整	根据滚压质量来调整	0
	三角胶端点位 2				0
	三角胶端点位 3				0
胎侧滚压参数	等待位				
	起始位				
	子口根部位置	根据部件实际尺寸位置设定	根据滚压质量来调整	根据滚压质量来调整	根据产品特性及实际滚压质量来调整停顿时间
	子口端点位置				
	帘布端点位置				
	帘布端点位置				
	帘布端点位置				
	三角胶端点位置 1				
	三角胶端点位置 2				
	垫胶端点位置				
胎面端点位置					
胎肩端点位置					

### 2.2 独立压力区间控制的多片压辊技术

传统的三鼓成型机胎面压辊是单一气缸和压力控制的中心压辊，不能适应多种胎面形状的变化，随即改成干层片压辊，但是压辊内在是单一压力，胎面中心、肩部和边部的压力一样，容易将中心和肩部的气泡封存在胎面内部；基于以上问题，最后将胎面压辊调整成独立压力区间分布的干层片压辊（见图 4），根据胎面厚度不同，分别设置胎面中心、肩部和边部的压力，更好的贴合和适应多种胎面的形状。

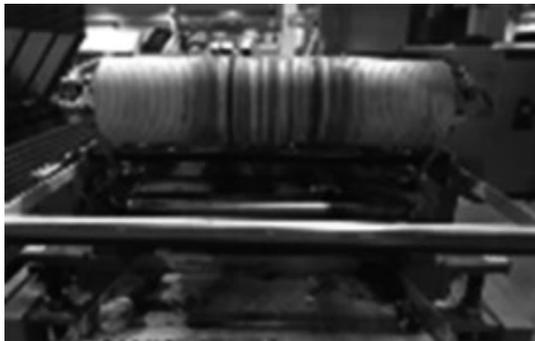


图 4 独立压力区间分布的干层片压辊

### 2.3 胎面自定中技术

传统的三鼓成型机胎面定中是依靠员工调整手轮来调偏定中的，不同员工之间的力量差异会造成胎面夹取的松紧，容易造成胎面偏歪；传统的定中装置是机械定位，原胎面供料架的夹持装置是丝杠螺母传动方式，生产多个胎面时需要员工手动频繁地调整手轮来适配不同的胎面宽度，劳动强度大、生产效率低；因此我们提出胎面自定中（见图5），将传统的丝杠螺母传动改成气缸驱动的同步带形式，消除虚伪间隙，提高夹持精度，当检测开关检测到胎面供料架上的胎面时，定中装置自动夹取胎面，不需要人工干涉。

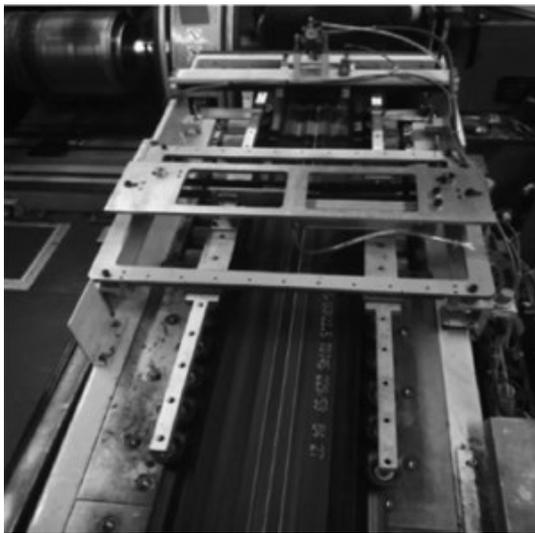


图5 胎面自定中装置

### 2.4 胎面自测长和定长技术：

传统的三鼓成型机没有胎面测长和定长功能，多

种胎面的长度不一样，每切换一种胎面时员工需要加大或降低胎面压辊的压力来控制胎面长度，长度控制效果差，胎面缠绕到带束层鼓上以后出现局部或不均匀拉伸，影响产品动平衡性能。因此我们提出在胎面供料架上增加自测长和定长功能，通过胎面供料速度与带束层鼓速度自动匹配，实现胎面长度的自动调整，胎面在供料架上得到均匀拉伸，胎面长度的设定值增加在胎面滚压参数配方中（见表2），自测长和定长技术适用多种胎面长度的设置，带束层鼓的上位机实时显示自动测量的胎面长度。

### 3 结束语

多胎面“四合一”生产控制技术，能够有效解决胎面肩厚差异大共用一套滚压配方造成的脱层问题，胎面自测长和定长技术能有效地控制胎面长度，提升动平衡合格率。该技术为同行业在成型机上的创新技术，有效解决了公司新产品研发时，制造过程同机台同规格难以兼顾宽度、厚度极差大的各类花纹排产难题，有效提升设备利用率和降低制造过程中的质量风险和质量成本，进一步降低公司运行成本耗损；所开发的多胎面配方识别、切换控制技术，为成型机的自动化性能升级带来巨大支撑，同时可提升成型机装备行业影响力和话语权。

应用多胎面“四合一”生产控制技术后，胎肩气泡、胎侧气泡、胎圈等部位的泡类缺陷下降37%，动平衡合格率得到提升，由原来的85%提升到92%。

表2 胎面测长参数

滚压步骤	压辊	胎面滚压参数				停顿时间 /S
		2#		4#		
		平分位置 /mm	压力 /MPa	平分位置 /mm	平分速度 / (mm.S <sup>-1</sup> )	压力 /MPa
	起始位					
	低压结束位		/	/	/	
	高压起始位		/	/	/	
胎面滚压参数	摆转位		/	/	/	
	摆转停顿		/		/	/
	摆转结束位	/	/			
	胎面结束位		/	/	/	/
	胎面测长修正量	30 mm				
	胎面长度	1 800 mm				

#### 参考文献：

[1] 黄敏洁, 胎面自动供料架. 浙江省, 海宁市睿创机械科技有限公司, 2019-05-09.

[2] 陆永高, 杨晓, 徐秀国. 等. 全钢载重子午胎胎面自动定长裁切、自动贴合装置的研制 [J]. 橡塑技术与装备, 2018, 44(03):42-45.

[3] 沈凯杰, 高压合胎面压辊. 浙江省, 海宁市睿创机械科技有限公司, 2019-05-09.

[4] 宋方甲, 程刚, 潘孟良. 等. 多片压辊在全钢成型机的几种应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2020, 46(09):28-32.

[5] 顾宇晨. 全钢三鼓成型机动力辊筒支撑装置 [J]. 橡塑技术与装备, 2019, 45(07):49-52.

[6] 宋佑川. 载重轮胎胎面脱层故障分析方法研究 [J]. 轮胎工业, 2022,42(02):72-77.

[7] 李保奎. 全钢子午线轮胎成型机新胎面滚压机构的平移摆转控制 [J]. 橡塑技术与装备, 2015,41(01):21-24.

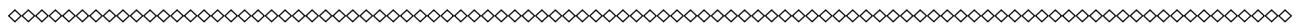
## Application of multi-tread adaptive control technology on all-steel radial truck tires

Wang Fang, Yan Xiaoji, Jiang Lilei, Wang Junbo, Shen Yong  
(Aeolus Tire Co. LTD., Jiaozuo 454003, Henan, China)

**Abstract:** This article mainly introduces the application of a three drum building machine multi tread adaptive control technology on all-steel radial truck tires. Multi tread adaptive control technology is a control technology that integrates four core technologies of the three-drum building machine: multi tread rolling formula, tread thousand layer pressing roller, tread automatic length measurement, and tread self setting. Its purpose is to improve the rolling quality of the tread, reduce delamination defects, and solve the thorny problem of producing multiple treads (with significant differences in shoulder width and thickness of the tread) on a single building machine.

**Key words:** multi tread rolling formula; multi piece pressure roller; self centering of tread

(R-03)



## 米其林为 Lilium 电动飞行汽车定制轮胎

Michelin customizes tires for Lilium electric flying cars

近日，全电动垂直起降飞行汽车（eVTOL）开发商 Lilium 宣布与米其林就轮胎研发和生产达成合作。得益于米其林与航空业 100 多年的合作经验，本次合作提供了创新的轮胎解决方案，以满足 Lilium 电动飞行汽车在安全重量和可靠性方面的要求。第一批轮胎预计本月交付至 Lilium 工厂。

双方的合作始于一年多前，米其林为 Lilium 电动飞行汽车开发和生产定制轮胎，现已签署了一份涵盖设计、批量生产和售后支持的最终协议。由于合适的重量和高性能对于飞行汽车至关重要，因此 Lilium 在每个部件上都最大限度地提高了重量效率。米其林生产的轮胎具有同类最佳的重量效率，符合 Lilium 有效载荷目标。这些轮胎经过专门设计，以促进安全的垂直起降操作，提供卓越的性能，同时坚持严格的重量限制。

米其林始终致力于推动创新和可持续发展，包括飞行汽车行业。米其林与 Lilium 之间的专业合作，将有助于形成航空轮胎设计与集成的新标准。

米其林集团航空业务总裁 Sophie Bréchoire 表示：“专门为 Lilium 电动飞行汽车设计的米其林轮胎都是独一无二的产品，也是这一主要航空零件的重大进步。这款轮胎结合了飞行汽车在轻量化结构上的挑战与米其林飞机轮胎的质量和可靠性。此次合作将形成飞机轮胎耐用性的新标准，也是米其林集团支持航空业转型、推进其更可持续发展的完美例证。”

Lilium 首席执行官 Klaus Roewe 表示：“我们为与米其林共同完成的创新和开发而感到自豪，这些最终促成了双方协议。轮胎这一关键部件将有助于我们的飞机按照所需的规格和性能水平进行移动和运营，也印证了我们在区域空中出行领域的创新和对可持续的不懈追求。”

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)

