

浅谈全钢子午线轮胎 11.00R20 规格 动平衡均匀性提升

余天笠，雷泰伟，翟纪峰，雷振，赵毅斌，韩涛

(陕西延长石油集团橡胶有限公司，陕西 西安 710000)

摘要：轮胎的动平衡和均匀性指标是很重要的性能，从成型工序针对 11.00 规格通过侧向跳动、锥度两个方面产生原因的具体分析，总结了改进、均匀性（侧向跳动、锥度）的具体措施。

关键词：均匀性；锥度；原因分析；改善措施

中图分类号：TQ330.46

文献标识码：B

文章编号：1009-797X(2025)11-0019-04

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.11.004

0 前言

近年来，随着我国经济的发展，高速公路普及，车辆行驶速越来越快，同时随着我国汽车工业的快速发展，汽车的性能越来越好，这就对轮胎的性能提出了更高的要求，不仅要求轮胎耐用、行驶里程高，而且要求轮胎必须具有较好的驾乘性能。这些性能的体现，都必须建立在轮胎具有良好的均匀性和动平衡性能的基础之上。汽车在高速行驶时，要求有良好的行驶平稳性，这主要依靠轮胎来保护汽车免受来自路面的振动和撞击。车轮的不均匀性是汽车振动和撞击的主要因素。轮胎的不均匀性直接影响汽车操纵性、安全性和舒适性。世界各大轮胎厂家对轮胎的动平衡和均匀性要求都非常严格，正如米其林公司轮胎专家 Massoule 所说：“米其林没有什么秘密，主要是我厂大量生产的子午线轮胎的均匀性都达到标准，这就是我厂质量的秘密。”可见提高轮胎均匀性、动平衡性能的重要性。

本文通过罗列均动可能存在的问题并对策解决我司全钢子午线轮胎 11.00R20 规格均匀性合格率较低的现状，以期对从业人员起到一定的参考作用。

1 轮胎动平衡和均匀性问题综述

在轮胎制造过程中影响动平衡和均匀性的因素很多，贯穿于整个生产过程，不仅需要高质量的半制品和高精度的装备来保证，同时施工标准要高和操作工艺要严格按标准执行。提高均匀性、动平衡是一个系统

工程，贯穿于轮胎制造的所有环节。

1.1 外缘尺寸不均匀表现在轮胎的径向和侧向偏差。

外缘尺寸不均匀是指轮胎外缘尺寸和断面形状在圆周上的变化。这种变化也可称为偏心，通常以滚动轮胎的径向和侧向跳动来评价。径向跳动是指充气轮胎冠点至旋转轴距离（轮胎自由半径）在一周中的波动，侧向跳动是指轮胎断面最宽处平行于中心线平面之间的距离波动。

1.1.1 产生原因

- (1) 硫化模具加工精度不符合要求。
- (2) 硫化模具清洗后装配精度不符合要求。
- (3) 轮胎成型过程由于轮胎是由钢丝、橡胶等复合材料组成，制造过程中手工操作多，因此当轮胎转动一周时会出现尺寸和刚度变化以及非对称性等不均一问题。

1.1.2 改进措施

- (1) 严格控制硫化模具加工精度，按要求验收硫化模具。
- (2) 硫化模具与硫化机装配时必须认真操作，确保处理。
- (3) 严格控制成型操作工艺，严格执行七字真言“上正、压实、接好头”。

作者简介：余天笠（1990—），男，工程师，本科，主要从事全钢成型工艺的研究工作。

1.2 滚动力的变化表现在轮胎的径向力和侧向力的变化。

轮胎滚动力指标之一是径向力波动和侧向力波动。其中径向力是指轮胎滚动 1 周经过轮胎接地中心且垂直于地面力的变化，径向力波动 (RFV) 一般用最大径向力和最小径向力之差值表示；侧向力是指轮胎滚动一周沿轮胎旋转轴在接地面上的投影方向力的变化，径向力波动 (LFV) 一般用最大径向力和最小径向力之差值表示。

1.2.1 原因分析

(1) 轮胎用各胶部件半成品尺寸左右不对称、质量分布不均匀；部件长度方向尺寸、质量不均一；子口包布接头搭接根数不统一，两侧搭接根数不一样；带束层裁断大头小尾，使用过程拉伸不均匀。

(2) 硫化模具精度不符合工艺要求。

(3) 各半部件接头位置分布不合理。

1.2.2 解决措施

(1) 严控半成品尺寸，严控成型操作工艺。

(2) 提升硫化模具加工精度。

(3) 重新定位成型时各半部件接头位置分布。

1.3 锥度效应力表现在车辆跑偏上

轮胎锥度 (CON) 是均匀性中的一个主要指标，它是侧向力偏移分力，因它如圆锥体在滚动时产生的向心力一样，因而称作锥度效应力。锥度效应力是影响车辆性能的主要原因之一，是导致车辆跑偏除车辆本身原因之外的主要原因，较大时易造成车辆行驶安全隐患和驾驶费力。

1.3.1 原因分析

锥度效应力产生的主要原因是带束层在成型时带束鼓上左右两边的宽度不对称，带束层搭接后成为一个圆锥体，从而造成汽车行驶时产生锥度效应力。

1.3.2 改进措施

(1) 保证使用部件的对称性，包括重量和尺寸对称；通过修整口型板，保证胎面与胎肩的对中性。胎肩两边厚薄均匀。

(2) 针对带束层左右两边宽度不对称进行分析，并对影响因素进行校正，必须达到要求才能组织生产。杜绝在上带束鼓时张力不均：杜绝带束层帘布稀密不均及大头小尾。

(3) 硫化时对于采用两半模生产的轮胎，严格执行工艺标准，杜绝定型压力偏大，进而造成胎胚外径偏大；消除胶囊厚薄不均，及装胎不正等问题；装胎

胚时确认中心线位置，从而监视硫化机与硫化胶囊的匹配性。

2 代表规格 11.00R20 均动问题分析

2.1 11.00R20 规格轮胎侧向力现状

改善前数据根据检验数据统计结果，11.00R20 动平衡合格率为 95% 且较为稳定，均匀性合格率 44%（其中径向跳动 100%，侧向跳动 56%，锥度 56%），因此确定本次改善重点在于均匀性：侧向跳动及锥度。

2.1.1 侧向跳动原因分析及方案

侧向跳动：通过对侧向跳动不合格轮胎定位，目前确定影响侧向跳动的两个主要因素胎体接头，胎侧接头。

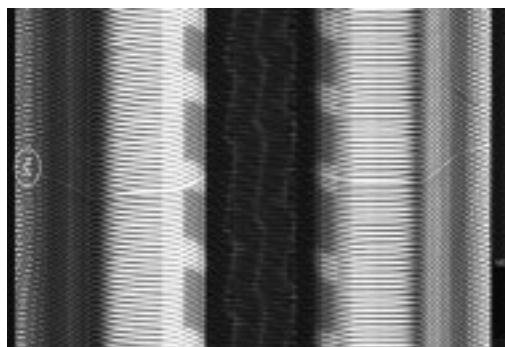


图 1 胎体接头开

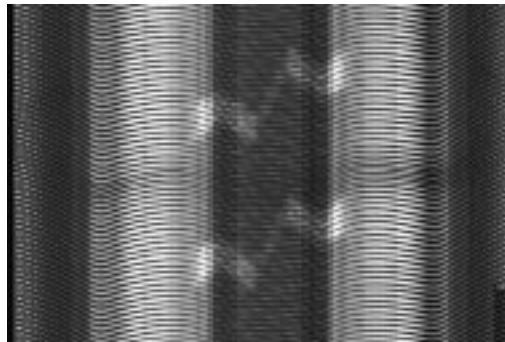


图 2 胎体接头帘线过密

跟踪过程中，胎体接头开 (> 0.7 根钢丝) 时存在充气局部凸起现象影响侧向跳动数值；胎体接头帘线过密造成充气局部凹陷影响侧向跳动，即当缝合使帘线密度变化最小（接近压延帘线密度时）对轮胎胎侧起鼓及侧向跳动影响变小。

(1) 胎体接头改善：通过调整缝合器齿轮下方螺纹辊及缝合器间距，减少胎体帘线密度变化。

结论：通过对胎体缝合器调整，胎体帘线密度由 8 根钢丝减少到 4 根钢丝，胎体接头起鼓有所改善。

(2) 胎侧接头改善：①检查确认机台胎侧裁切面



图 3 调整前缝合器



图 4 调整后缝合器

质量控制；②胎侧接头开问题反馈配方，改善胶料黏性，确保胎侧接头接平及接头质量；③控制胎侧接头质量：要求胎侧接头接平，接头搭接 $-1\sim+1\text{ mm}$ ，无胎侧接头开。

侧向跳动改善结果如图 5 所示。

经统计，侧向跳动调整后由 56% 提升至 86%，提升 30%。

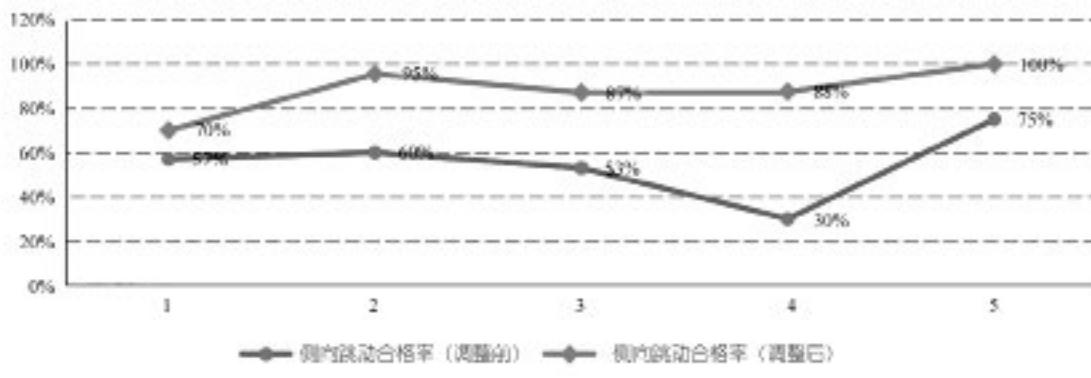


图 5 11.00R20 侧向跳动改善前后对比图

2.1.2 锥度原因分析及方案

2.1.2.1 调整设备精度，确保以下事项

- (1) 成型主鼓、辅鼓、贴合鼓在工作位的对称精度进行效验调整。
- (2) 成型胶囊鼓、贴合鼓中心线对中度、灯标线垂直度平行度精度确认。
- (3) 成型机的传递环与贴合鼓、辅鼓、胎面中心线对中度。
- (4) 两胎圈夹持抓同一平面度、双面平行度，成型鼓同心度进行精度效验。
- (5) 成型鼓在滚压、旋转过程中其尾端定位顶推器不允许脱开，否则旋转时影响精度。
- (6) 成型鼓扇形块撑起速度左右一致，胶囊充气左右大小、快慢一致。后压辊对称性小于等于 2 mm，无晃动。
- (7) 主机贴合操作，贴合速度轮胎各部件贴合速度不仅影响产能，还影响轮胎的质量，其中带束层的

贴合速度影响较大。因此在确定各部件的贴合速度时应先测量材料的拉伸量，在保证贴合质量的前提下适当提高贴合速度。子口拉升小于等于 1 mm，定位对中度符合标准，胎体长度平整无过长及拉伸、垫胶无拉伸、拱起。

2.1.2.2 调整辅机

方案如表 1 所示。

通过跟踪试验结果，上述方案 2、方案 8 对于改善锥度有效。

结论：通过贴合胎面定向偏移 1.5~2 mm 及控制胎面左右肩厚 / 肩宽的对称性可以改善均匀性（锥度）。

锥度改善结果如图 6 所示。

经统计，锥度调整后由 56% 提升至 99%，提升 43%。

3 结语

根据跟踪试验调整前后数据对比得出以下几点结

表 1 辅机调整方案

序号	方案内容	数量	锥度合格率	结论
方案 1	带束层对中、胎面偏上模 1.5~2 mm	10 条	20%	方案无效
方案 2	带束层对中、胎面偏下模 1.5~2 mm	10 条	100%	方案有效
方案 3	带束层胎面整体偏上模 2 mm	10 条	60%	方案无效
方案 4	带束层胎面整体偏下模 2 mm	10 条	20%	方案无效
方案 5	0° 带束层左右均手动贴合	10 条	30%	方案无效
方案 6	0° 带束层左侧自动贴合、右侧手动贴合	10 条	40%	方案无效
方案 7	0° 带束层右侧自动贴合、左侧手动贴合	10 条	30%	方案无效
方案 8	胎面肩厚对称度 ≤ 0.3mm、肩宽对称性 ≤ 2mm；胎面对中贴合	10 条	100%	方案有效

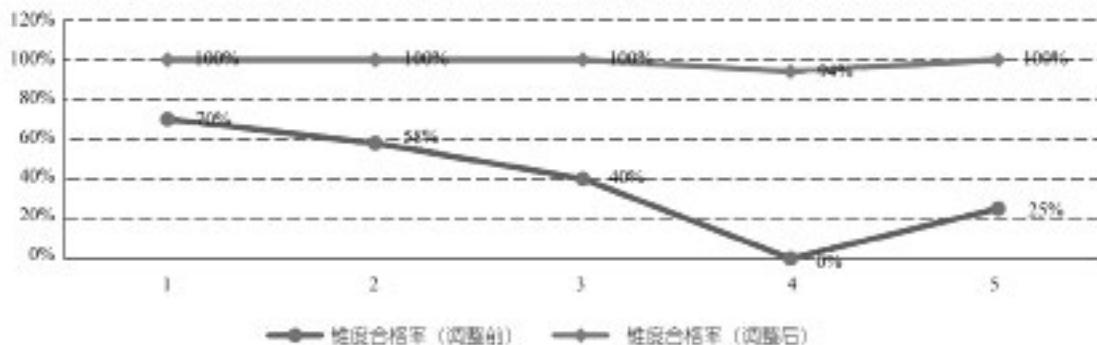


图 6 11.00R20 锥度改善前后对比图

论：

- (1) 通过控制胎面半部件尺寸对称性及成型胎面贴合补偿法，可以明显改善轮胎均匀性（锥度）。
- (2) 通过控制胎体帘布帘线密度（缝合器）、规范成型操作（胎侧内衬层接头），轮胎均匀性（侧向跳

动）得到明显改善。

- (3) 轮胎的动平衡、均匀性是轮胎的一项重要的性能，对该性能的提高是一个细致的过程，只有对每一项影响因素都考虑在内，并真正做到重视，才能使其有一个较大的提高。

A brief discussion on improving the dynamic balance uniformity of all-steel radial tires with the 11.00R20 specification

Yu Tianli, Lei Taiwei, Zhai Jifeng, Lei Zhen, Zhao Yibin, Han Tao

(Shaanxi Yanchang Petroleum Group Rubber Co. LTD., Xi'an 710000, Shaanxi, China)

Abstract: The dynamic balance and uniformity indicators of tires are crucial performance aspects. This article provides a detailed analysis of the causes of lateral runout and conicity in the molding process for 11.00 specifications, and summarizes specific measures for improvement and uniformity (lateral runout, conicity).

Keywords: uniformity; taper; cause analysis; improvement measures

(R-03)

