

# 硫化后充气工艺条件对轮胎性能的影响

张 华,李少武,于卫远,陈军丽

(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

**摘要:**研究硫化后充气工艺条件对轮胎外缘尺寸、动平衡性、均匀性和滚动阻力的影响。结果表明:后充气压力和高度增大对轮胎外缘尺寸有一定的影响,但是影响程度不大;增大后充气压力可以降低轮胎滚动阻力;随着后充气时间延长,轮胎的静不平衡量呈减小的趋势,胎侧凹陷增大,胎侧凸起不明显;增大后充气高度有利于减小轮胎力偶不平衡量,改善动平衡性。

**关键词:**轮胎;后充气;动平衡性;均匀性;滚动阻力

**中图分类号:**TQ336.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**2095-5448(2024)02-0101-04

**DOI:**10.12137/j.issn.2095-5448.2024.02.0101



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

随着国民经济的发展,我国汽车保有量高速增长,截止到2022年3月底,我国汽车保有量达到3.07亿辆。汽车行业的迅猛发展推动了我国轮胎行业的发展。车辆不断地更新换代对轮胎也提出了更高的要求,特别是对轮胎在高速行驶时的动平衡性、均匀性、舒适性、滚动阻力、噪声、抗湿滑性能等要求越来越苛刻。轮胎的品质决定了其市场占有率,影响轮胎企业的发展。

轮胎的各项性能除从原材料开发、结构设计等方面进行优化之外,也可以从生产工艺、流程参数方面进行改善<sup>[1-2]</sup>。硫化后充气是在轮胎硫化后使用特定设备给轮胎充气保持其外形的一种方法<sup>[3-4]</sup>。因为刚硫化完的轮胎温度较高,需冷却时间较长,若在此期间无充气压力定型,轮胎会因骨架材料聚酯帘线的应力释放产生永久形变<sup>[5-7]</sup>,且轮胎硫化后存放的状态直接影响其外缘尺寸和使用性能<sup>[8-9]</sup>。

本工作使用不同断面宽、扁平比的轮胎,调整硫化后充气压力、时间及高度,研究其对轮胎外缘尺寸、动平衡性、均匀性的影响,从而优化后充气工艺条件,提升轮胎品质。

**作者简介:**张华(1983—),男,湖北宜昌人,三角轮胎股份有限公司产品工程师,学士,主要从事乘用车轮胎生产工艺管理工作。

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

## 1 实验

### 1.1 主要设备

EXXIUM型一次法成型机,荷兰VMI公司产品;KHP 48-200 IC型硫化机,德国克虏伯公司产品;AkroDYNE/ASTEC型动平衡均匀性检测设备,美国MP公司产品。

### 1.2 性能测试

成品轮胎外缘尺寸按照GB/T 521—2012进行测试。动平衡性均匀性按照GB/T 18505—2013进行测试。滚动阻力按照ISO 28580—2018进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 硫化后充气压力的影响

#### 2.1.1 外缘尺寸

使用两组操控性能及舒适性适中的65系列规格轮胎,后充气压力由100 kPa调整为200 kPa,进行轮胎外缘尺寸测量,结果如表1所示。

从表1可以看出,后充气压力增大,轮胎外缘尺寸变化不大,其中对外直径没有影响,对断面宽有一定影响,特别是对断面宽较大的轮胎影响程度较大,断面宽波动幅度在1%左右。

#### 2.1.2 动平衡性、均匀性和胎侧凹凸度

采用不同扁平比的轮胎,将后充气压力由100

表1 后充气压力对轮胎外缘尺寸的影响

轮胎规格	后充气高度/mm	后充气压力/kPa	外径/mm	断面宽/mm	花纹深度/mm
215/65R16	190	100	683	223	7.5
	190	100	684	223	7.5
	190	200	684	224	7.5
	190	200	684	225	7.5
185/65R15	165	100	620	192	7.2
	165	100	620	192	7.2
	165	200	620	192	7.1
	165	200	620	192	7.0

kPa调整为200 kPa,为了避免样品量过少对验证试验结果的影响,收集约1万条轮胎的动平衡性、均匀性和胎侧凹凸度检测数据的均值进行对比,结果如表2所示。

从表2可以看出,后充气压力从100 kPa调整到200 kPa后,轮胎的动平衡性和均匀性关键指标数

据有升有降,不能明确地找出关联关系,但是径向跳动均呈增大趋势,胎侧凹凸度明显增大,特别是扁平比大的规格变化率更大。

### 2.1.3 滚动阻力

后充气压力由100 kPa调整为200 kPa,进行轮胎滚动阻力测试;后期加试一轮,将后充气压力由100 kPa调整为250 kPa,结果如表3所示。

从表3可以看出,后充气的压力增大,轮胎的滚动阻力降低。将后充气压力由100 kPa调整为250 kPa之后,滚动阻力降低幅度更大,更证明了两者的关联性。

### 2.2 硫化后充气时间对轮胎动平衡性和均匀性的影响

使用同批次的成型胎坯固定在同一硫化机单模上进行硫化,调整后充气时间,每个方案硫化10

表2 后充气压力对轮胎动平衡性、均匀性和胎侧凹凸度的影响

轮胎规格	后充气高度/mm	后充气压力/kPa	变化率 <sup>1)</sup> /%								
			径向力波动	侧向力波动	静不平衡量	力偶不平衡量	上不平衡质量	下不平衡质量	径向跳动	胎侧凸起	胎侧凹陷
185/75R16	152	200	-3.20	-3.00	-1.70	3.70	4.10	-1.90	5.40	24.90	22.60
225/65R17	190	200	-2.70	6.50	6.40	3.30	6.10	5.20	2.70	16.10	10.80
245/45R18	216	200	2.30	-6.60	-4.00	-3.60	-3.70	-2.40	2.60	6.30	6.10

注:1)与后充气压力为100 kPa时的数据相比。

表3 后充气压力对轮胎滚动阻力的影响

轮胎规格	后充气高度/mm	后充气压力/kPa	质量/kg	滚动阻力系数		
				实测值/(N·kN <sup>-1</sup> )	均值/(N·kN <sup>-1</sup> )	变化率 <sup>1)</sup> /%
245/40R20	229	100	12.264	9.040	9.130	-1.71
		100	12.211	9.219		
	200	12.193	8.932			
		12.199	9.015			
225/60R18	178	100	13.510	9.318	9.391	-1.34
		100	13.420	9.463		
	200	13.340	9.245			
		13.380	9.285			
215/65R16	190	100	10.884	8.453	8.568	-0.98
		100	10.872	8.683		
	200	10.894	8.474			
		10.871	8.494			
185/65R15	165	100	8.991	8.849	8.789	-2.37
		100	9.007	8.728		
	200	8.919	8.668			
		8.978	8.494			
205/65R16	177	100	10.182	8.083	8.070	-4.28
		100	10.172	8.057		
	250	10.213	7.724			
		10.229	7.726			

注:同表2。

条轮胎,按照正常流程进行检测。

后充气时间对轮胎均匀性的影响如表4所示。

表4 后充气时间对轮胎均匀性的影响 N

后充气时间	径向力波动	径向力一次谐波	侧向力波动	锥度
2个硫化周期	90.06	45.86	45.67	-50.18
1.5个硫化周期	90.06	35.48	44.88	-25.97
1个硫化周期	80.85	20.78	42.83	-53.21
0.5个硫化周期	104.86	46.84	38.32	-39.69
0	86.73	32.63	45.86	-64.78

从表4可以看出,不同后充气时间对轮胎均匀性的影响不大。

后充气时间对轮胎动平衡性的影响如表5所示。

从表5可以看出:后充气时间对静平衡性有改善作用,随着后充气时间的延长,静不平衡量呈总体减小的趋势;力偶不平衡量增大,判断其主要

表5 后充气时间对轮胎动平衡性的影响

后充气时间	静不平衡量/(g·cm)	力偶不平衡量/(g·cm)	上不平衡质量/g	下不平衡质量/g	上+下不平衡质量/g	径向跳动/mm	上侧向跳动/mm	下侧向跳动/mm
2个硫化周期	605.75	12.68	30.07	18.09	48.16	0.57	0.79	0.79
1.5个硫化周期	570.92	11.97	26.23	25.01	51.24	0.56	0.81	0.81
1个硫化周期	586.35	10.94	22.77	21.57	44.34	0.50	0.74	0.74
0.5个硫化周期	637.51	10.59	24.60	23.31	47.91	0.56	0.71	0.71
0	676.54	9.30	20.60	17.16	37.76	0.54	0.75	0.75

表6 后充气时间对轮胎胎侧凹凸度的影响

后充气时间	胎侧凸起	上胎侧凸起	下胎侧凸起	胎侧凹陷	上胎侧凹陷	下胎侧凹陷
2个硫化周期	0.24	0.24	0.21	0.48	0.48	0.47
1.5个硫化周期	0.27	0.27	0.23	0.42	0.38	0.42
1个硫化周期	0.22	0.21	0.22	0.39	0.34	0.39
0.5个硫化周期	0.25	0.25	0.20	0.33	0.33	0.32
0	0.27	0.27	0.20	0.35	0.35	0.30

表7 后充气高度对轮胎外缘尺寸的影响 mm

轮胎规格	后充气高度	外直径	断面宽	花纹深度
215/65R16	190	683	223	7.5
	190	684	223	7.5
	215	684	224	7.4
	215	684	224	7.5
185/65R15	165	620	192	7.2
	165	620	192	7.2
	190	619	193	7.1
	190	620	192	7.1

注:后充气压力为100 kPa。

受后充气装置与后机械手对中度不良影响,轮胎在后充气装置上不能对中水平停放,随着停放时间延长,轮胎胎侧形变增大,导致力偶不平衡量增大;径向跳动与侧向跳动变化不大。

后充气时间对轮胎胎侧凹凸度的影响如表6所示。

从表6可以看出,随着后充气时间的延长,胎侧凹陷增大,胎侧凸起不明显。所以,在兼顾其他性能的情况下可以通过调整后充气时间减少胎侧凹陷。

## 2.3 硫化后充气高度的影响

### 2.3.1 外缘尺寸

使用操控性能及舒适性适中的65系列规格轮胎,后充气高度在原工艺高度基础上增大25 mm,进行外缘尺寸测量,结果如表7所示。

从表7可以看出,后充气高度的变化对轮胎外

缘尺寸影响不大。

### 2.3.2 动平衡性和均匀性

采用不同扁平比的轮胎,后充气高度在原工艺高度基础上增大25 mm,收集约1万条轮胎动平衡性和均匀性检测数据的均值进行对比,结果如表8所示。

从表8可以看出:增大后充气高度,有利于轮胎动平衡性的改善,3种扁平比轮胎的力偶不平衡量均减小,上、下不平衡质量也呈减小趋势;后充气高度增大对轮胎胎侧凹凸度影响不大。

表8 后充气高度对轮胎动平衡性和均匀性的影响

轮胎规格	后充气高度/mm	变化率 <sup>1)</sup> /%								
		径向力波动	侧向力波动	静不平衡量	力偶不平衡量	上不平衡质量	下不平衡质量	径向跳动	胎侧凸起	胎侧凹陷
185/75R16	177	-5.90	-4.80	1.90	-5.60	-4.50	-1.40	-1.90	-1.90	2.10
225/65R17	215	6.60	9.70	1.00	-3.40	1.40	-5.60	2.20	0.10	-2.10
245/45R18	241	7.60	-8.40	-6.90	-6.40	-9.20	-6.20	0.00	-1.60	3.30

注:1)与正常工艺高度的数据相比,后充气压力为100 kPa。

### 3 结论

(1)后充气压力和高度增大对轮胎外缘尺寸有一定的影响,但是影响程度不大。

(2)后充气压力增大,轮胎径向跳动呈增大趋势,轮胎滚动阻力降低。

(3)随着后充气时间延长,轮胎的均匀性变化不大,静不平衡量呈减小的趋势,胎侧凹陷增大,胎侧凸起不明显。

(4)后充气高度增大,轮胎力偶不平衡量减小,胎侧凹凸度变化不大,动平衡性改善。

### 参考文献:

- [1] 胡建华. 轮胎定型硫化机后充气装置对中性的改进[J]. 橡塑技术与装备, 2011, 37(8): 48-49, 58.
- [2] 浦哲, 冯伟, 边慧光, 等. 硫化后充气过程对半钢子午线轮胎外周长的影响[J]. 轮胎工业, 2014, 34(10): 622-625.
- [3] 甘坚南, 潘小良. 硫化后充气轮辋宽度对半钢子午线轮胎断面宽的影响[J]. 轮胎工业, 2019, 39(4): 242-244.
- [4] 蒋君德. 轮胎硫化机后充气控制系统的改进[J]. 橡塑技术与装备, 1997, 23(5): 49-50.
- [5] 段振亚, 樊丽娟, 杭柏林. 负荷、充气压力和速度对轮胎滚动阻力的影响规律[J]. 青岛科技大学学报: 自然科学版, 2017, 38(6): 82-86, 92.
- [6] TAGHAVIFAR H, MARDANI A, 肖大玲. 速度、充气压力和垂直负荷对子午线轮胎滚动阻力的影响研究[J]. 轮胎工业, 2014, 34(5): 265-271.
- [7] 翟辉辉, 周海超, 张铃欣. 轮胎外轮廓对气动阻力影响的研究[J]. 橡胶工业, 2020, 67(12): 894-898.
- [8] 陈振喜. 轮胎外形轮廓检测方法的研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2010.
- [9] 顾健, 骆文武, 钱熠. 轮胎制造过程中影响轮胎均匀性和动平衡的要素与控制[J]. 橡塑技术与装备, 2020, 46(1): 50-55.

收稿日期: 2023-11-09

## Effect of Post-curing Inflation Process Conditions on Tire Performance

ZHANG Hua, LI Shaowu, YU Weiyuan, CHEN Junli

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

**Abstract:** The effects of post-curing inflation process conditions on the inflated peripheral dimension, dynamic balance, uniformity and rolling resistance of tire were studied. The results indicated that an increase in post-curing inflation pressure and height had a certain impact on the inflated peripheral dimension of tire, but the impact was not significant. Increasing the post-curing inflation pressure could reduce the rolling resistance of tire. As the inflation time prolonged, the static imbalance of the tire tended to decrease, the sidewall depression increased, and the sidewall protrusion was not obvious. Increasing the post-curing inflation height was conducive to the reduction of the force couple imbalance and the improvement of the dynamic balance of the tire.

**Key words:** tire; post-curing inflation; dynamic balance; uniformity; rolling resistance

**启事** 自投稿之日起30天内未收到编辑部录用通知的作者请与编辑部联系, 确认未被录用或已收到录用通知的作品方可投向其他刊物, 切勿一稿多投, 谢谢合作!