

# 低断面轮胎专用硫化胶囊的研究与设计

张晓洁<sup>1</sup>, 张恩铭<sup>2</sup>, 刘佳<sup>2</sup>

(1. 威海金泓高分子有限公司, 山东 威海 264211; 2. 威海市润通橡胶有限公司, 山东 威海 264400)

**摘要:**分析低断面轮胎缺陷及硫化胶囊损坏的原因并考虑硫化胶囊形状与轮胎胎坯形状的匹配度, 设计了低断面轮胎专用硫化胶囊。通过确定硫化胶囊膨胀因数、冠部宽度尺寸和厚度尺寸, 得到低断面轮胎专用硫化胶囊, 有效提升了轮胎的硫化质量和使用寿命, 可最大程度节约轮胎生产成本。

**关键词:**低断面轮胎; 硫化胶囊; 膨胀因数; 冠部宽度; 冠部厚度; 使用寿命

**中图分类号:** TQ330.4<sup>+</sup>7; TQ336.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-8171(2021)00-0000-03

**DOI:** 10.12135/j.issn.1006-8171.2021.00.0000



OSID 开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

近年来, 低断面轮胎的市场普及率越来越高, 并向着大规格(20英寸及以上)更大轮胎方向研发和生产。目前, 低断面轮胎带动的市场效益有目共睹, 但其生产成本居高不下, 已成为行业面临的重大难题<sup>[1-3]</sup>。

本工作通过分析低断面轮胎缺陷及硫化胶囊损坏的原因, 设计了全新的低断面轮胎专用硫化胶囊, 以提高低断面轮胎的产品合格率及其专用硫化胶囊的使用寿命<sup>[4]</sup>。

## 1 低断面轮胎缺陷统计及分析

### 1.1 轮胎缺陷分析

低断面轮胎产品合格率低的主要原因是窝气, 也称胎里失气<sup>[5-7]</sup>。在没有选取最匹配硫化胶囊的情况下, 每更换一条新硫化胶囊, 前50次硫化的轮胎均存在不同程度的窝气现象。

### 1.2 硫化胶囊寿命统计分析

目前, 低断面轮胎选配硫化胶囊的使用寿命仅能达到200~250次, 相比正常硫化胶囊的使用寿命(400次), 相差约50%, 极大地增加了轮胎的制造成本<sup>[8]</sup>。

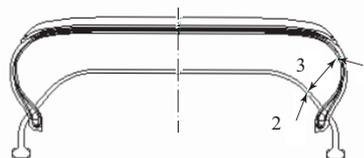
**作者简介:** 张晓洁(1987—), 女, 山东威海人, 威海金泓高分子有限公司工程师, 学士, 主要从事高分子材料研发与应用、轮胎硫化胶囊结构设计工作。

**E-mail:** zhangxiaojiehappy@163.com

## 2 窝气及硫化胶囊低寿命原因分析

### 2.1 窝气

窝气现象主要发生在轮胎胎肩部位, 呈隔气硫化状态。其主要原因是在硫化过程中, 硫化胶囊部位1和2(见图1)未能紧密贴合, 导致硫化胶囊与轮胎之间未排出的空气聚集在部位3, 从而产生隔气硫化的现象。



1—胎肩; 2—对应胎肩的硫化胶囊部位;  
3—轮胎与硫化胶囊之间区域。

图1 轮胎窝气位置示意

### 2.2 硫化胶囊低寿命原因分析

如图1所示, 在硫化胶囊膨胀时, 部位2没有紧密贴合至部位1, 导致部位2仍有伸张余量, 形成了过度伸张, 从而产生排气线变宽等一系列加剧老化裂口的现象。即使是选型匹配时, 选取的硫化胶囊膨胀因数在理论膨胀因数范围内也会出现硫化胶囊局部过度膨胀现象, 从而导致硫化胶囊早期局部损坏。在高温高压下, 硫化胶囊的局部过度伸张会加速其局部老化, 严重影响其使用寿命。

### 3 低断面轮胎硫化胶囊结构设计

#### 3.1 硫化胶囊膨胀因数的确定

对断面高宽比大于40%的轮胎,其适配硫化胶囊膨胀因数的范围为1.15~1.25,计算公式如下:

$$n = (a - b - 2c + d) / e \quad (1)$$

式中, $n$ 为硫化胶囊膨胀因数, $a$ 为轮胎着合直径, $b$ 为硫化胶囊夹缘内径(夹盘夹缘内径), $c$ 为硫化胶囊夹缘宽度(夹盘宽度间隙), $d$ 为轮胎内轮廓弧长, $e$ 为硫化胶囊断面周长。

根据式(1)选取适配胶囊,只要胶囊排气线深度达到0.4 mm以上,排气线宽度达到1.2 mm以上,排气线节距范围为12~15 mm,均可生产出合格轮胎(仅考虑适配因素)。相比高宽比大于40%的轮胎胎肩,低断面轮胎胎肩角度偏小,即使用硫化胶囊时,硫化胶囊完全贴合至胎肩角部的难度增大,因此,从匹配角度考虑,硫化胶囊膨胀因数应相应减小,同时要兼顾硫化胶囊使用至后期的打褶问题,硫化胶囊膨胀因数可定为1.12~1.15。

#### 3.2 硫化胶囊冠部宽度尺寸确定

确定硫化胶囊膨胀因数后,还要考虑硫化胶囊在使用过程中的形变量,即硫化胶囊膨胀后其冠部宽度与轮胎冠部宽度相匹配,才能保证硫化胶囊肩部区域能有效贴合至轮胎胎肩,从而实现使用时硫化胶囊肩部与轮胎胎肩有效贴合。

硫化胶囊膨胀后的冠部宽度应略大于轮胎胎里冠部宽度,如225/35R18轮胎的胎里冠部宽度为190~200 mm,则硫化胶囊膨胀后的冠部宽度可为220~230 mm。

合理的硫化胶囊设计为冠部最薄(其膨胀因数最大),向夹缘部位过渡增厚,通过测算及硫化胶囊实际膨胀测量,对于整体膨胀因数为1.15的硫化胶囊,冠部膨胀因数可按照1.20计算。即硫化胶囊冠部宽度( $f$ )满足下式:

$$f = h / 1.2 \quad (2)$$

式中, $h$ 为轮胎胎里冠部宽度。

#### 3.3 硫化胶囊等厚尺寸确定

之后,需要对胎肩位置对应的硫化胶囊部位做等厚设计。等厚设计长度等于轮胎胎里冠部宽度加上肩部弧长(要计算膨胀),通常该尺寸等于轮胎名义断面宽。同时要考虑硫化胶囊冠部厚度

(范围为4.2~4.7 mm),以达到适应硫化胶囊膨胀的效果。

#### 4 低断面轮胎专用硫化胶囊的优点及效果验证

(1)低断面轮胎专用硫化胶囊可以有效提升轮胎产品合格率。由于低断面轮胎专用硫化胶囊与轮胎贴合更紧密,尤其是硫化胶囊肩部与轮胎肩部紧密贴合使胎坯与硫化胶囊之间的空气可以有效排出,窝气的发生量从之前的50条降至零,最大限度地提升了轮胎的硫化合格率。

(2)低断面轮胎专用硫化胶囊可以提升硫化胶囊的使用寿命。低断面轮胎专用硫化胶囊在原有基础上延长了硫化胶囊冠部尺寸,使硫化胶囊肩部既可以与轮胎形成更紧密的贴合,同时减小了硫化胶囊肩部的膨胀因数,避免了因过度膨胀导致排气线裂口的早期发生,从而提升了硫化胶囊的使用寿命。

实际使用证明,硫化胶囊使用寿命可从之前的250次提升至350次。

### 5 结语

在目前轮胎扁平化的产品发展趋势下,使用低断面轮胎专用硫化胶囊可以极大地提升轮胎产品合格率,并能有效延长硫化胶囊的使用寿命,从两个方面降低轮胎的制造成本,从而提升了产品的竞争力,可为企业创造效益。

#### 参考文献:

- [1] 唐霞,贺建芸,张金云,等.扁平轮胎硫化工艺的有限元分析[J].橡胶工业,2015,62(11):690-693.
- [2] 单绍芝.低扁平率全钢载重子午线轮胎385/55 R22.5的设计[J].世界橡胶工业,2013,40(10):32-34.
- [3] 郑志超.高性能低扁平宽基轮胎的开发及应用[Z].陕西省:陕西延长石油集团橡胶有限公司,2020.
- [4] 韩菁,任世夺,于国鸿,等.商用车子午线轮胎硫化胶囊的设计、选型及使用[J].轮胎工业,2020,40(8):499-502.
- [5] 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.
- [6] 王风涛,宋浩,李阳,等.半钢轿车轮胎胎里窝气缺陷的改善[J].中国橡胶,2016,32(10):40-44.
- [7] 杨清芝.现代橡胶工艺学[M].北京:中国石化出版社,2004.
- [8] 阮军.轮胎硫化胶囊寿命提升措施[J].化工管理,2016(29):273.

收稿日期:2021-06-05

## Research and Design of Special Vulcanization Capsule for Low Section Tire

*ZHANG Xiaojie<sup>1</sup>, ZHANG Enming<sup>2</sup>, LIU Jia<sup>2</sup>*

(1. Weihai Jinhong Polymer Co., Ltd, Weihai 264211, China; 2. Weihai Runtong Rubber Co., Ltd, Weihai 264400, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the defects of low section tire and the damage causes of vulcanization capsule, and considering the matching degree between the shapes of vulcanization capsule and green tire, a special vulcanization capsule for low section tire was designed. By determining the expansion coefficient, crown width and thickness of the vulcanization capsule, the special vulcanization capsule for low section tire could be obtained, which could effectively improve the vulcanization quality and service life of the tire and save the tire production cost to the greatest extent.

**Key words:** low section tire; vulcanization capsule; expansion coefficient; crown width; crown thickness; service life