

轮胎直压硫化创新技术及装备的研究

刘斐¹, 张金云¹, 吴畏¹, 杨卫民¹, 邓世涛², 焦志伟^{1*}

(1. 北京化工大学 机电工程学院, 北京 100029; 2. 三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:提出一种轮胎直压硫化创新技术及装备,介绍了关键部件内模直压机构及内模电磁感应加热装置的结构特点和工作原理。利用轮胎直压硫化设备进行样胎批量制作,初步检验设备性能,并对轮胎进行硫化测温试验,结果表明,轮胎上下胎侧、胎圈温差问题得到解决,硫化周期缩短。

关键词:直压硫化;内模直压机构;电磁感应加热;硫化测温

中图分类号:TQ330.6⁺7;TQ330.4⁺7 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2016)05-0298-04

轮胎的性能等级直接影响车辆的操作稳定性和行驶安全性。随着汽车行驶速度的不断提高,对轮胎的均匀性、动平衡性和安全性的要求也逐渐提高,“精密、高效、高性能”成为轮胎制造业及其装备发展的必然趋势^[1]。

硫化是轮胎生产过程中的关键工序,对轮胎质量有决定性影响。在经历了由水胎硫化发展到氮气/蒸汽胶囊硫化后,不仅缩短了轮胎硫化周期,产品质量也有了明显提高。然而采用胶囊硫化轮胎,由于胶囊为柔性体,常出现膨胀不彻底的情况,导致轮胎硫化阶段的定型精度降低,从而成品轮胎的真圆度下降。此外,轮胎的硫化内压来自胶囊内硫化介质对其的间接压力,很难使轮胎胶料在硫化过程中实现充分均匀流动,进而影响成品轮胎均匀性与动平衡性能等级。另一方面,硫化不均亦是现有硫化工艺长期存在的问题,蒸汽在胶囊内循环遇冷产生冷凝水集结在胶囊下部,导致轮胎上下胎侧、胎圈硫化温度不均匀^[2]。目前国内轮胎工业的重心为现有传统工艺的不断改善,但无法彻底解决由于传统硫化工艺原理引发的问题。随着高性能轮胎和超高性能轮胎不断发展的需要,开发精密高效的轮胎硫化技术及装备是最佳的选择和必然的趋势。

本工作提出一种高性能轮胎直压硫化技术及

装备,并通过样胎试制及轮胎硫化测温试验初步检验直压硫化效果。

1 轮胎直压硫化设备研发

1.1 直压硫化技术

轮胎直压硫化技术是将现有B型轮胎定型硫化机中心机构上的柔性胶囊替换成自主研发的刚性内模具,即内模直压机构。内模直压机构可进行径向胀缩以实现装卸胎。轮胎硫化时,内模直压机构配合外模具对胎坯施加硫化压力,整体刚性硫化模具使成品轮胎精度得到提升。轮胎内腔硫化热媒采用电磁感应加热方式直接使内模具生热,取消蒸汽或过热水介质传热,实现高效、环保工艺^[3]。

1.2 直压硫化设备

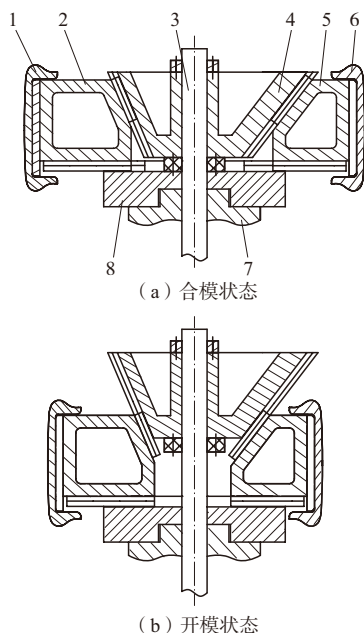
1.2.1 内模直压机构

本工作选取的试验样胎规格为255/30R22低断面轮胎,基于试验样胎轮廓形状设计内模直压机构,其结构如图1所示,主要包括一定数量的鼓瓦及支架、楔形滑座和导向盘。楔形滑座均布排列设置有若干对斜面,构成两种夹角的斜面相间分布结构,宽鼓瓦支架和窄鼓瓦支架均采用线性导轨副与楔形滑座及导向盘相连接。导向盘与硫化机中心机构下环座固定连接,楔形滑座套于硫化机中心机构活塞杆上,通过中心机构活塞杆的轴向运动驱使鼓瓦组进行径向胀缩^[4]。合模时,宽鼓瓦与窄鼓瓦紧密贴合,形成无间隙的外轮廓,并与成品轮胎内轮廓一致。外模具上下钢圈分别紧

基金项目:中央高校基本科研业务费项目(ZY1314)

作者简介:刘斐(1990—),男,江西吉安人,北京化工大学在读硕士研究生,主要从事轮胎先进智能制造工艺及装备的研究。

*通信联系人



1—宽鼓瓦;2—宽鼓瓦支架;3—中心机构活塞杆;4—楔形滑座;
5—窄鼓瓦支架;6—窄鼓瓦;7—中心机构下环座;8—导向盘。

图1 导轨式内模直压机构

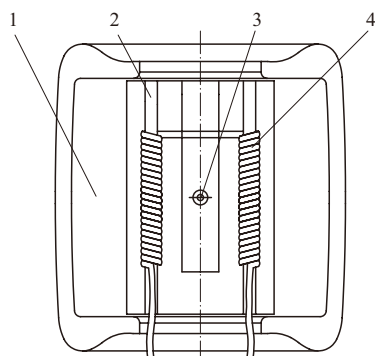
压鼓瓦上下端部,保持内模直压机构固定不动。硫化时,内模直压机构受到轮胎胶料的高压作用,因此机构整体采用合金结构钢制作,表面氮化处理。为保证轮胎内表面质量以及卸胎顺利,鼓瓦表面开设排气线,并做喷砂处理,研制完成的内模直压机构如图2所示。



图2 研制完成的内模直压机构

1.2.2 内模电磁感应加热装置

宽鼓瓦电磁线圈结构如图3所示。在所有鼓瓦的背面于支架两侧沿纵向方向均固定有一对磁芯,分别缠绕一组匝数和线径相同的电磁线圈,两组线圈串联,线圈两端与变频控制器相连。每块鼓瓦的加热单元各由一个变频控制器进行控制,所有鼓瓦的背面均安装有热电偶,对轮胎内腔硫



1—宽鼓瓦;2—磁芯;3—热电偶;4—电磁线圈。

图3 宽鼓瓦电磁线圈结构示意图

化温度进行实时监控,硫化时,通过调节温度控制器使鼓瓦的温度保持在硫化温度不变。电磁感应加热控制柜内部结构如图4所示。



图4 电磁感应加热控制柜内部结构

通电时,电磁线圈在高频交变电流作用下产生交变磁场,鼓瓦通过切割磁力线产生涡旋电流,涡旋电流的热效应使鼓瓦温度迅速升高,从而对胎坯进行加热。为使宽窄鼓瓦对应位置温升一致,设置宽鼓瓦加热单元控制器功率与窄鼓瓦加热单元控制器功率比例为宽窄鼓瓦体积比;合理调整加热单元电磁线圈的电感量以保证鼓瓦纵向温差在合理范围内^[5]。

为表征加热时鼓瓦表面纵向与周向各处温升情况,分别选取1#—4#鼓瓦上、中、下3处进行空载测温,测温点标记如图5所示。鼓瓦纵向和周向温升情况如图6和7所示。

从图6可以看出,在温模过程中,无论宽鼓瓦或窄鼓瓦,纵向均为上下两鼓肩温升一致,且温度略高于鼓瓦中部,温差在3℃以内。原因是在加热过程中,每块鼓瓦背面的两个通电螺旋管相当于两个条形磁铁,磁芯两端相当于两个

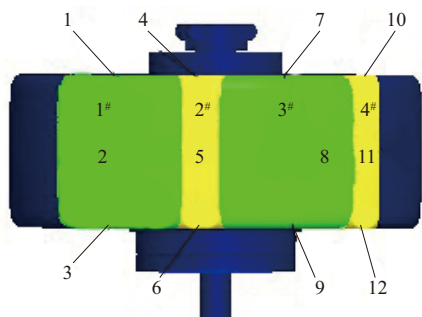
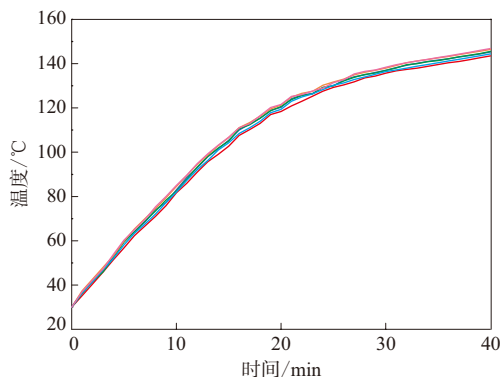
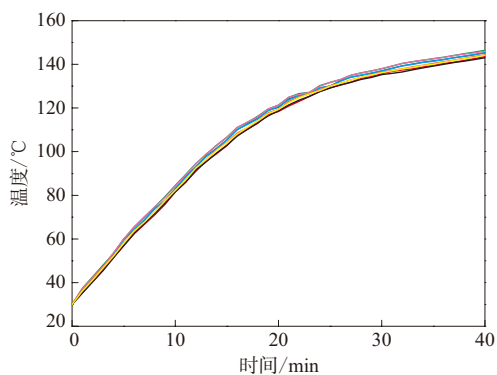


图5 鼓瓦表面测温点分布



测温点:—1;—2;—3;—4;—5;—6。

图6 鼓瓦表面纵向各点温升曲线



测温点:—1;—2;—4;—5;—7;—8;—10;—11。

图7 鼓瓦表面周向各点温升曲线

磁极,磁性最强,鼓肩感应电流大^[6];合理控制电磁线圈的电感量可以改变鼓肩与中部的温差。由于轮胎胎肩处胶料较厚,控制胎肩部位硫化温度略高,对硫化更有利。图7显示的鼓瓦周向各位置温升速度差别不大,满足轮胎硫化要求。

2 轮胎直压硫化装备的试验研究

2.1 样胎试制

轮胎直压硫化装备样机在三角轮胎股份有

限公司试制成功,整机动作协调一致性较好,生产效率高,可实现自动化生产,目前已成功进行255/30R22轮胎的批量生产。采用直压硫化工艺生产的轮胎产品外观好,无海绵、窝气、脱层等缺陷发生。

2.2 轮胎硫化测温试验

为直观地反映轮胎各部位温升情况,计算硫化程度并制定最佳硫化条件,本工作利用热电偶进行硫化测温试验。设定内模具鼓瓦温度为180℃,硫化过程中对轮胎取点测温,测温点埋放位置如下。

1—上胎圈外侧;2—上胎圈三角胶;3—上胎圈内侧;4—下胎圈内侧;5—下胎圈三角胶;6—下胎圈外侧;7—第2层带束层上端点;8—胎冠中部冠带层与第2层带束层之间;9—第2层带束层下端点;10,11—上胎肩(两个测温点防止其受花纹影响);12—胎冠表面;13—胎冠中部内腔表面;14,15—下胎肩。

其中关键测温点的温升曲线如图8所示。

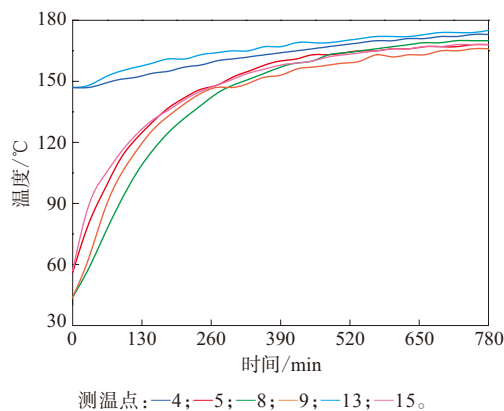


图8 关键测温点温升曲线

将直压硫化工艺与氮气/蒸汽硫化工艺条件下轮胎硫化温升情况进行对比,结果显示,采用直压硫化工艺,轮胎上下胎圈胶料硫化温度接近一致,避免了传统工艺下由于冷凝水导致的上下温差问题;和胶囊硫化相比,单胎硫化结束后鼓瓦温度下降幅度较小,因此轮胎内表面起始硫化温度更高;金属鼓瓦对胶料的热传导亦比胶囊对胶料的热传导更快。通过计算测温点处胶料的等效硫化效应发现,采取直压硫化工艺,硫化时间为11.5 min,相比传统硫化工艺缩短约1.5 min。

3 结语

(1) 本工作提出轮胎直压硫化工艺, 并成功研制出基于该创新工艺的轮胎直压硫化装备。

(2) 利用轮胎直压硫化装备进行了255/30R22规格轮胎批量生产, 样胎外观质量良好。

(3) 轮胎硫化测温试验表明, 轮胎内腔采用电磁感应加热方式, 可避免上下胎侧、胎圈温差问题, 轮胎硫化时间可缩短约1.5 min。

参考文献:

[1] 于清溪, 郑玉胜. 轮胎工业的技术进步(下)[J]. 橡塑技术与装备,

2008, 34(12): 5-15.

[2] 王英双, 汪传生. 轮胎硫化介质的比较[J]. 特种橡胶制品, 2003, 24(2): 34-37.

[3] 北京化工大学. 一种轮胎内外模直压电磁加热硫化方法及装置[P]. 中国: CN 102658618A, 2012-09-12.

[4] Benjamin G H. Building Drum for a Tire Belt-tread Stock Package[P]. USA: USP 5 066 354, 1991-11-19.

[5] Kranjc M, Zupanic A, Miklavcic D, et al. Numerical Analysis and Thermographic Investigation of Induction Heating[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2010, 53(17/18): 3585-3591.

[6] 张化福. 电磁感应加热蒸汽发生器的开发与研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2013.

收稿日期: 2015-11-25

Study on Technology and Equipment of Direct-pressure Tire Vulcanization

LIU Fei¹, ZHANG Jinyun¹, WU Wei¹, YANG Weimin¹, DENG Shitao², JIAO Zhiwei¹

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: An innovative technology and equipment of direct-pressure tire vulcanization were presented in this paper. The structural characteristics and operational principles of inner mould direct-pressure mechanism and inner mould electromagnetic induction heating device were described. Mass production of tire was carried out to verify the capability of the new equipment and the curing temperature was measured. The results showed that, the curing temperature difference between sidewall and bead was avoided and curing time was shortened.

Key words: direct pressure vulcanization; inner mould direct pressure mechanism; electromagnetic induction heating; curing temperature measurement

优科豪马Avid轮胎将成为2017款克莱斯勒Pacifcas原配胎

中图分类号: U463.341; TQ336.1 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com) 2016年3月22日报道:

优科豪马轮胎公司规格为235/65R17 104T的Avid S34RV轮胎(见图1)将成为2017款克莱斯勒Pacifcas原配胎, 产品将覆盖美国和加拿大市场。

“我们AVID系列产品长久以来一直被选为很多非常优秀的车辆的原配胎,” 优科豪马轮胎公司原配胎销售主管Andrew Zeisser称, “我们欢迎新成员克莱斯勒Pacifica的加入。”

优科豪马完整的产品线包括高性能轮胎、轻



图1 Avid S34RV轮胎

型载重轮胎、轿车轮胎、商用载重和巴士轮胎、越野矿用和建筑用轮胎。

优科豪马轮胎公司是日本东京优科豪马橡胶有限公司在北美地区的生产和营销分支。

(马晓摘译 许炳才校)