

纤维增强胎面矿山型载重子午线轮胎的设计

高升日¹, 刘玉成¹, 赵鹏飞¹, 张 勇¹, 王成德¹, 李 勇^{2*}

(1. 山东恒宇科技集团 山东恒宇橡胶有限公司, 山东 东营 257335; 2. 清华大学 汽车工程系, 北京 100084)

摘要:通过在 12.00R20 矿山型全钢载重子午线轮胎的胎面表层植入 1 层纤维增强层和胎面胶片, 设计制造出一种纤维增强胎面矿山型载重子午线轮胎。纤维增强层采用锦纶 6 帘线覆胶设计, 帘线规格 1400dtex/2, 帘线与轮胎行驶方向呈 45°排列。与普通矿山型载重轮胎相比, 纤维增强胎面矿山型载重轮胎具有更高的抗刺扎和抗切割性能; 纤维增强层有助于减小胎面生热, 延长轮胎的行驶寿命。

关键词: 矿山型载重子午线轮胎; 胎面; 纤维增强层

中图分类号: U463.341+.3/.6

文献标志码: B

文章编号: 1006-8171(2013)07-0396-04

近几年来, 随着国家对矿产开发及基础设施建设投入的不断加大, 矿区及建筑工地用重型自卸车矿山型全钢载重子午线轮胎的需求量与日俱增。一般矿山型全钢载重轮胎胎面基部胶厚度相对于胎面冠部总厚度较小, 是轮胎的薄弱点, 在条件恶劣的路面上行驶时, 胎面基部胶极易被尖锐物刺穿而接触带束层, 带束层中的钢丝帘线接触空气后易生锈造成轮胎早期损坏。

本工作在 12.00R20 矿山型全钢载重子午线轮胎胎面表层植入 1 层纤维增强层, 一方面提高轮胎的胎面强度, 提高胎面胶尤其是胎面花纹基部胶的抗刺扎性和抗切割性能; 另一方面, 纤维增强层可以减小胎面变形和生热, 提高轮胎使用寿命, 具有较好的经济效益和社会效益。具体设计情况简介如下。

1 结构设计

纤维增强胎面矿山型载重轮胎与普通矿山型载重轮胎的区别主要是胎面冠部, 即在胎面冠部表层植入 1 层纤维增强层, 结构示意见图 1。

1.1 胎面半成品结构设计

图 2 是纤维增强胎面载重子午线轮胎的胎面半成品结构示意, 主要是在普通胎面上增加 1 层

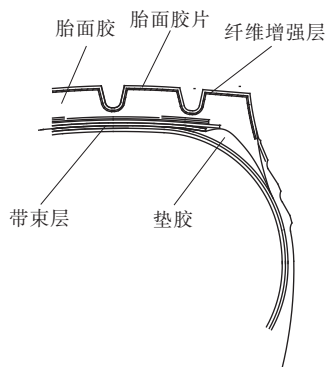


图 1 纤维增强胎面载重子午线轮胎的胎面冠部结构示意

纤维增强层和胎面胶片, 加贴胎面胶片的宽度与胎面宽度相等, 厚度约为 2 mm, 主要起到将纤维增强层埋入胎面的作用。增加纤维增强层后的胎面半成品总体尺寸与同规格普通轮胎胎面半成品尺寸相同。

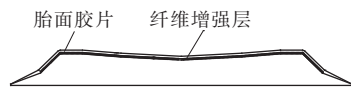


图 2 纤维增强胎面载重子午线轮胎的胎面半成品结构示意

1.2 纤维增强层的结构设计

纤维增强层采用 1400dtex/2 锦纶 6 帘线, 根据帘线排列方向与轮胎行驶方向之间的夹角不同, 共设计了 2 种纤维增强层, 分别是 0°和 45°纤维增强层, 不同角度纤维增强层结构示意见图 3。纤维增强层帘线密度约为 60 根·dm⁻¹, 覆胶后总厚度约为 1.0 mm, 纤维增强层半成品

作者简介: 高升日(1977—), 男, 山东青岛人, 山东恒宇科技集团工程师, 硕士, 主要从事轮胎结构设计、技术和工艺管理工作。

* 通信联系人

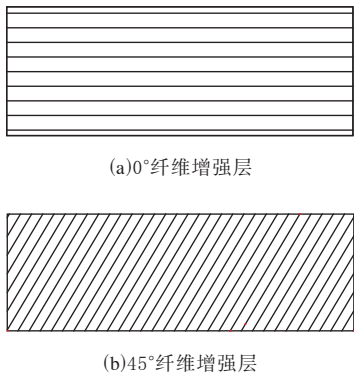


图 3 不同角度纤维增强层结构示意图

的宽度根据胎面半成品尺寸设计,设计宽度小于胎面半成品宽度,约为 280 mm,裁断长度与原胎面长度相等。

1.3 胎面花纹

纤维增强胎面矿山型载重子午线轮胎主要在矿区路面上使用,因此选用两种横向深沟槽花纹进行试验。两种花纹展开示意图 4。

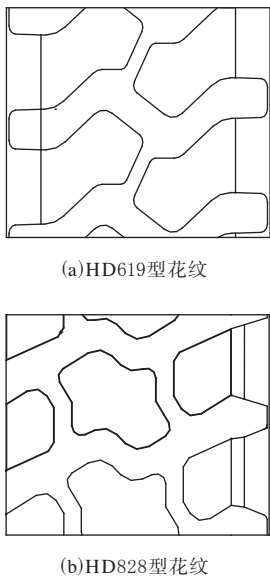


图 4 两种花纹展开示意

2 施工设计

成型和硫化工艺均按照企业标准 HD 619/828 进行。

3 成品外观

3.1 纤维增强层角度的影响

不同角度纤维增强层制备的轮胎胎面照片见

图 5。

从图 5 可以看出,采用 0°纤维增强层制得的轮胎胎面花纹沟处显线(锦纶 6 帘线)现象比较严重,而采用 45°纤维增强层制得的轮胎胎面花纹沟处显线不明显。这主要是因为矿山型轮胎为横向花纹设计,轮胎在硫化过程中,受活络模挤压轮胎胎面周向拉伸应力较大,0°纤维增强层中的帘线在轮胎周向上有较大的拉伸作用,帘线很容易从胎面冠部花纹沟中被“勒出”,从而失去其对胎面基部胶的增强作用。成品轮胎性能采用 45°纤维增强层制备的轮胎进行测试。

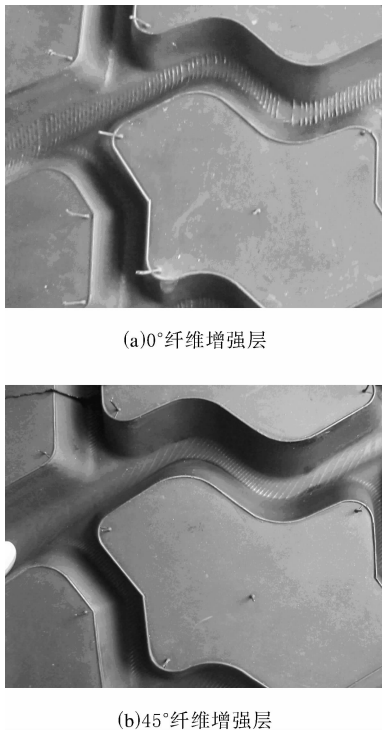
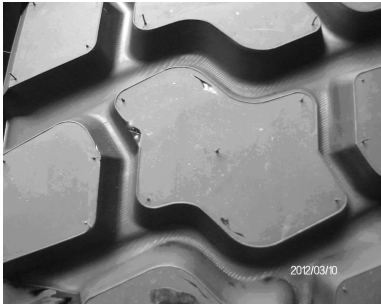


图 5 不同角度纤维增强层制备的轮胎胎面照片

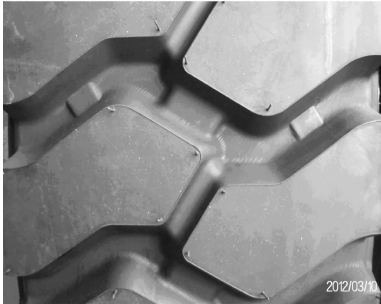
3.2 花纹类型的影响

不同花纹的纤维增强胎面载重子午线轮胎的胎面照片见图 6。

从图 6 可以看出,采用 HD619 型花纹的轮胎胎面冠部花纹块容易出现缺胶缺陷,主要表现在胎冠中部花纹块处,而采用 HD828 型花纹硫化的轮胎没有缺胶现象。这是因为胎面增加纤维增强层后,在硫化过程中受活络模的挤压,胎面胶流动性变差,尤其是胎面中心部位花纹块较大的 HD619 型花纹容易出现缺胶等现象,但该问题可以通过增大 HD619 型花纹胎面半成品中间部位



(a)HD619 型花纹



(b)HD828 型花纹

图 6 不同花纹的纤维增强胎面载重子午线轮胎的胎面照片

的厚度来解决;而 HD828 型花纹由于胎冠中部有 1 条花纹沟,需胶量相对较少而不会出现胎面冠部花纹块缺胶现象。成品胎性能采用 HD828 型花纹制备的轮胎进行测试。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

成品轮胎的充气外缘尺寸如表 1 所示。

表 1 成品轮胎的充气外缘尺寸

项 目	纤维增强胎面载重	普通载重子午线轮胎
	子午线轮胎	
外直径	1 136	1 135
断面宽	313	312
外周长	3 566	3 564
磨损标志高度	2.1	2.1
花纹沟深度	20.3	20.1

从表 1 可以看出,与普通矿山型载重子午线轮胎相比,纤维增强胎面矿山型载重子午线轮胎的外直径、周长、磨损标志高度、断面宽度和花纹沟深度变化不大,检测结果符合国标要求(外直径 1 106~1 144 mm,断面宽 302~328 mm)。这是因为胎面半成品增加纤维增强层后的尺寸与

同规格普通轮胎胎面半成品的尺寸相同,所以纤维增强胎面矿山型载重子午线轮胎的各种尺寸基本保持不变。

4.2 强度性能

强度性能按照 GB/T 6327—1996 进行测试,成品轮胎的强度性能如表 2 所示。

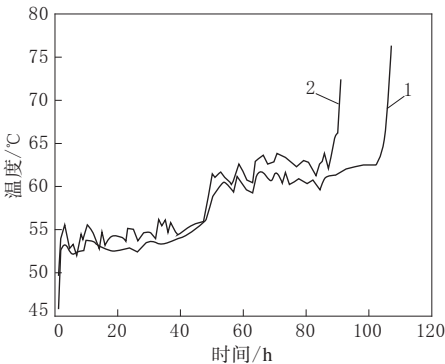
表 2 成品轮胎的强度性能

项 目	纤维增强胎面载重	普通载重子午线轮胎
	子午线轮胎	
负荷/kg	8 059.0	6 169.4
破坏能/J	6 851	5 133

从表 2 可以看出,纤维增强胎面载重子午线轮胎的破坏能为 6 851 J,大于标准值的 200%(轮胎不超载情况下,破坏能大于标准值的 120%即为合格)。增加纤维增强层之后,轮胎的破坏能由 5 133 J 增加到 6 851 J,增幅在 33%左右,这表明纤维增强层对轮胎具有很高的增强作用。

4.3 耐久性能

耐久性能按照 GB/T 4501—1998 进行测试,成品轮胎胎面温度-时间曲线见图 7。



1—纤维增强胎面载重子午线轮胎;2—普通载重子午线轮胎。

图 7 成品轮胎胎面温度-时间曲线

从图 7 可以看出,与普通载重子午线轮胎相比,纤维增强胎面载重子午线轮胎的耐久性试验行驶时间较长,这主要是因为胎面增加纤维增强层后,轮胎的胎面胶强度增大,行驶过程中胎面变形量减小,滚动过程中生热量降低,所以使用寿命也稍有延长。

5 结论

(1)通过在 12.00R20 矿山型全钢载重子午

线轮胎胎面植入 1 层纤维增强层和胎面胶片,设计一种抗刺扎和抗切割性能较好的矿山型载重子午线轮胎。

(2)采用 45°纤维增强层、HD828 型花纹制备的轮胎具有质量缺陷少、性能好等优点。

(3)强度性能试验表明纤维增强胎面载重子午线轮胎具有较高的胎面强度。

(4)耐久性试验表明纤维增强胎面载重子午线轮胎具有较低的生热和较长的行驶寿命。

收稿日期:2013-01-21

Design of Fiber Reinforced Tread for Mining Truck Radial Tire

GAO Sheng-ri¹, LIU Yu-cheng¹, ZHAO Peng-fei¹, ZHANG Yong¹, WANG Cheng-de¹, LI Yong²

(1. Shandong Hengyu Rubber Co., Ltd, Shandong Hengyu Technology Group, Dongying 257335, China; 2. Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The fiber reinforced tread of the 12.00R20 mining truck radial tire was designed and produced by implanting fiber reinforced ply into the tread surface. The fiber reinforced ply was prepared by using 1400dtex/2 dipped nylon 6 cords, and the cords were aligned at an angle of 45 degree from the direction of travel. Compared with common mining truck tires, the mining truck radial tire with fiber reinforced tread possessed better puncture resistance and cutting resistance. The fiber reinforced ply could decrease the heat build-up of the tread and prolong the tire service life.

Key words: mining truck radial tire; tread; fiber-reinforced ply

横滨在美国中部载重汽车展览会上 展示节油轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 3 月 14 日报道:

横滨轮胎公司于 2013 年 3 月 21—23 日在美国肯塔基州路易斯维尔的美国中部载重汽车展览会(MATS)上展示其全系列的 Zenviroment 轮胎。节油、低滚动阻力的 Zenviroment 系列轮胎包括 703ZL(见图 1), 103ZR, 501ZA 和 101ZL 规格。

横滨的商业销售总监 Rick Phillips 称:“Zenviroment 系列轮胎代表了横滨最好的载重轮胎技术,反映出我们采用超高技术制造使用寿命长和更加节油的载重轮胎的理念。Zenviroment 系列轮胎关注胎体设计、橡胶配方设计、胎面设计和制造工艺 4 个方面。”

例如胎体设计中,横滨采用有限元分析方法,工程师将轮胎划分为几千个微小的单元或要素,并在模拟操作条件下对每个要素进行分析,该公司称,采用该方法可以正确地预测轮胎在使用过



图 1 横滨 703ZL Zenviroment 轮胎

程中经受的物理变化。

Phillips 称:“能够预测这些变化,我们就可以减小法向应力或外部作用力对胎体的损伤,从而降低轮胎工作温度、延长使用寿命并使之可翻新。”

“轮胎是载重汽车运输公司除燃油外最大的开支项目。使用寿命长且节省燃油的轮胎有助于削减成本,这就是 Zenviroment 系列轮胎优于其他轮胎的方面。”

101ZL, 703ZL 和 103ZR 规格轮胎是通过美国环境保护署 SmartWay 认证的轮胎。横滨现有 9 款轮胎被 SmartWay 认定为低滚动阻力轮胎。

(马 晓摘译 许炳才校)