

4+3×0.33ST超高强度钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用

邵先行¹, 郑 宾¹, 杨 丽¹, 郑茂森¹, 孙 凯¹, 王 明²

(1. 八亿橡胶有限责任公司, 山东 枣庄 277800; 2. 江苏兴达钢帘线股份有限公司, 江苏 兴化 225721)

摘要: 研究4+3×0.33ST钢丝帘线替代2+7×0.30ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用。结果表明: 与2+7×0.30ST钢丝帘线相比, 4+3×0.33ST钢丝帘线单丝直径大, 刚度高, 可增强轮胎冠部刚性, 减少不规则磨损; 采用4+3×0.33ST钢丝帘线生产的成品轮胎的外缘尺寸和强度性能均符合国家标准要求, 耐久性能更优, 轮胎使用寿命延长, 同时由于帘布厚度减小, 胶料质量减小, 生产成本降低。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 钢丝帘线; 带束层; 耐久性能

中图分类号: U463.341⁺.3/.6; TQ330.38⁺9

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2023)09-0553-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.09.0553



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎作为车辆的重要部件之一, 担负着长途运输的重任, 安全性和耐久性能显得尤为重要, 但随着时代的发展, 市场对轮胎的环保性和节油性等又提出新的要求^[1-4]。为了更好地满足车主对绿色轮胎、经济适用的需求, 同时响应国家对新能源、新材料使用的号召, 我公司始终坚持以广大用户为中心, 不断进行技术革新, 致力于环保节能轮胎技术和产品的开发, 重视环境保护和经济效益的有机结合。

基于此, 我公司与江苏兴达钢帘线股份有限公司开展合作, 研究4+3×0.33ST超高强度钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用, 以减小轮胎质量, 降低滚动阻力, 提高车辆的燃油效率, 延长轮胎使用寿命。

1 带束层用钢丝帘线的性能要求

国内全钢载重子午线轮胎带束层根据其性能与作用分为工作层和保护层, 其所用钢丝帘线的性能要求如下^[5-10]。

作者简介: 邵先行(1988—), 男, 山东枣庄人, 八亿橡胶有限责任公司工程师, 硕士, 主要从事全钢轮胎结构设计工作。

E-mail: m18963265346@163.com

(1) 带束层工作层钢丝帘线应具有适合的强度和刚度, 良好的胶料渗透性能及较低的结构伸长, 与橡胶之间有较高的粘合力 and 粘合力保持率。

(2) 保护层钢丝帘线应具有较高的抗冲击性能和较大的破断伸长率以及良好的胶料渗透性能。

本工作研究4+3×0.33ST钢丝帘线替代2+7×0.30ST钢丝帘线在12R22.5全钢载重子午线轮胎2[#]和3[#]带束层工作层中的应用。

2 实验

2.1 主要原材料

4+3×0.33ST钢丝帘线, 江苏兴达钢帘线股份有限公司产品; 2+7×0.30ST钢丝帘线, 国内某钢丝帘线厂家产品。

2.2 主要试验设备

钢丝帘布四辊压延机, 意大利鲁道夫公司产品; 小角度钢丝帘布裁断机, 桂林中昊力创机电设备有限公司产品; 全钢载重子午线轮胎三鼓成型机, 软控股份有限公司产品; 轮胎综合性能试验机, 中国台湾优美集团产品; 四工位高速耐久试验

机,青岛高校测控技术有限公司产品。

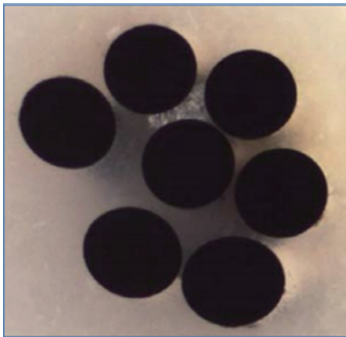
2.3 性能测试

钢丝帘线性能(直径、线密度、破断力及刚度等)按GB/T 11183—2003测试;成品轮胎外缘尺寸按照GB/T 521—2012和GB 9744—2015进行测量及判定;强度性能按照GB/T 4501—2016进行测试及判定;耐久性能按照GB/T 4501—2016要求进行前期测试,47 h后停机检查,然后按照企业标准BYLT-BY-003-11—2020继续进行试验。

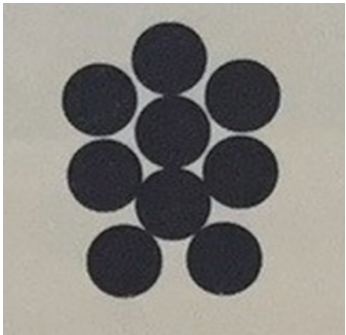
3 结果与讨论

3.1 钢丝帘线性能

4+3×0.33ST和2+7×0.30ST钢丝帘线结构如图1所示,性能指标如表1所示,性能检测结果如表2所示。



(a) 4+3×0.33ST



(b) 2+7×0.30ST

图1 两种钢丝帘线结构示意图

从图1可以看出,4+3×0.33ST钢丝帘线为不规则开放式结构,易于橡胶渗入,阻碍空气进入,可增强钢丝帘线耐腐蚀性能,且由于覆胶效果较好,可降低单丝之间的蠕动,减少钢丝损耗,优化

表1 两种钢丝帘线性能指标

项 目	4+3×0.33ST	2+7×0.30ST
帘线直径/mm	1.10±0.055	1.16±0.058
线密度/(g·m ⁻¹)	4.74±0.237	5.08±0.254
捻距/mm	∞/18.0	8.0/16.0
破断力/N	≥1 850	≥2 005
刚度/TSU	139	104
覆胶刚度/TSU	279	157

表2 两种钢丝帘线性能检测结果

项 目	4+3×0.33ST	2+7×0.30ST
帘线直径/mm	1.154	1.161
线密度/(g·m ⁻¹)	4.838	5.164
捻距/mm	18.5	16.1
破断力/N	1 980	2 062

钢丝帘线耐疲劳性能。

从表1和2可以看出,与2+7×0.30ST钢丝帘线相比,4+3×0.33ST钢丝帘线单丝直径大,刚度高,对轮胎冠部刚性有较大提升,可增强轮胎的抗爆破冲击能力及防偏磨性能,延长轮胎使用寿命,减少车辆行驶过程中从轮胎上脱落的橡胶残渣对环境的影响。

3.2 工艺性能

4+3×0.33ST和2+7×0.30ST钢丝帘线的帘布压延数据见表3。

表3 两种钢丝帘布压延数据对比

项 目	4+3×0.33ST	2+7×0.30ST
帘布密度/(根·dm ⁻¹)	60	55
帘布厚度/mm	1.9	2.0
胶料质量指数/%	93.5	100
帘布质量指数/%	101.8	100
安全倍数	6.62	6.59

与2+7×0.30ST钢丝帘线相比,4+3×0.33ST钢丝帘线直径和破断力偏小,故使用帘布密度为60根·dm⁻¹的4+3×0.33ST钢丝帘布代替帘布密度为55根·dm⁻¹的2+7×0.30ST钢丝帘布。由表3可见,与2+7×0.30ST钢丝帘布相比,4+3×0.33ST钢丝帘布厚度减小至1.9 mm,帘布质量增大1.8%,胶料质量减小6.5%,带束层安全倍数增大。

4+3×0.33ST钢丝帘布压延生产过程稳定,无并线、稀线、露线、跳线等缺陷;裁断过程正常,无翘边、大头小尾等缺陷,自动拼接效果较好;胎

坯成型及硫化过程、成品外观质量及X光检测均无异常。

3.3 成品轮胎性能

将4+3×0.33ST和2+7×0.30ST钢丝帘线用于12R22.5轮胎2[#]和3[#]带束层生产,并进行成品性能检测。

3.3.1 外缘尺寸

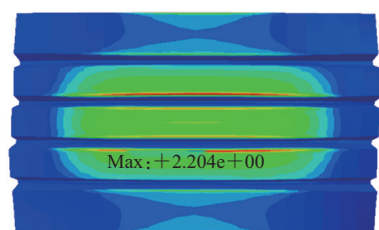
采用4+3×0.33ST钢丝帘线生产的轮胎充气外直径为1 088 mm,充气断面宽为300 mm,均符合国家标准要求。

3.3.2 强度性能

采用4+3×0.33ST钢丝帘线生产的轮胎,强度检测第5点破坏能为6 110 J,且未穿透轮胎,破坏能与标准值的比值为278%;采用2+7×0.30ST钢丝帘线生产的轮胎强度检测第5点破坏能为5 860 J,且未穿透轮胎,破坏能与标准值的比值为266%。可见采用4+3×0.33ST钢丝帘线生产的轮胎强度比使用2+7×0.30ST钢丝帘线生产的轮胎提高4.3%,安全性及承载性能更高。

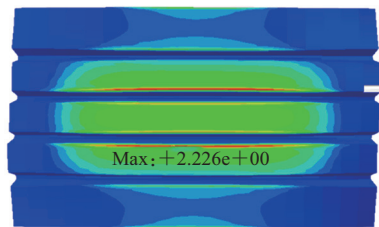
3.3.3 接地性能

两种钢丝帘线轮胎接地性能有限元分析结果和接地印痕分别见图2和3。



接地面积为496.35 cm², 下沉量为21.8 mm。

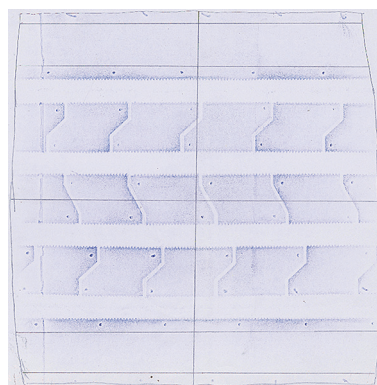
(a) 4+3×0.33ST



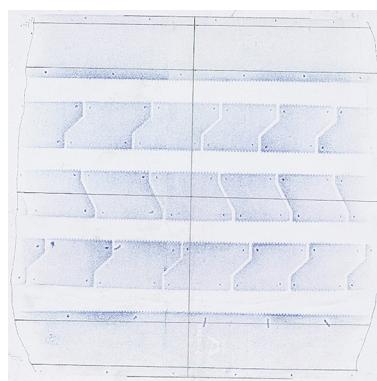
接地面积为484.52 cm², 下沉量为21.98 mm。

(b) 2+7×0.30ST

图2 两种钢丝帘线轮胎接地性能有限元分析结果



(a) 4+3×0.33ST



(b) 2+7×0.30ST

图3 两种钢丝帘线轮胎接地印痕

从图2和3可以看出,无论是接地性能有限元分析还是接地印痕检测结果,4+3×0.33ST钢丝帘线轮胎均优于2+7×0.30ST钢丝帘线轮胎,这主要是由于4+3×0.33ST钢丝帘线单丝直径大,刚度大,轮胎冠部刚性相应增强,接地面积更大,磨损更均匀。

3.3.4 耐久性能

轮胎的耐久性试验条件和试验结果分别如表4和5所示。

表4 轮胎耐久性试验条件

项 目	试验阶段						
	1	2	3	4	5	6	7
负荷率/%	65	85	100	110	120	130	140
负荷/kg	2 308	3 018	3 550	3 905	4 260	4 615	4 970
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	至损坏

注:试验速度为65 km·h⁻¹,充气压力为930 kPa,第4阶段后每行驶10 h负荷率增大10%,速度增大5 km·h⁻¹,直至轮胎损坏为止。

表5 轮胎耐久性试验结果

项 目	4+3×0.33ST	2+7×0.30ST
累计行驶时间/h	80.4	78.2
试验结束时轮胎状况	上模胎肩部位裂开	冠部周向起鼓

从表5可以看出:与采用2+7×0.30ST钢丝帘线的轮胎相比,采用4+3×0.33ST钢丝帘线的轮胎累计行驶时间更长,表明其运输距离更远,使用寿命更长;损坏形式为胎肩部位裂开,表明4+3×0.33ST钢丝帘线对轮胎冠部的箍紧力更大,可有效防止轮胎在高速长距离运输中出现冠脱、冠爆问题,提高轮胎的完磨率。

3.4 成本分析

采用4+3×0.33ST钢丝帘线替代2+7×0.30ST钢丝帘线用于轮胎2[#]和3[#]带束层中,单胎帘线质量增大1.8%,胶料质量减小6.5%,总体质量减小约0.2 kg,单胎成本降低0.52%。

4 结语

以4+3×0.33ST钢丝帘线替代2+7×0.30ST钢丝帘线用于12R22.5全钢载重子午线轮胎2[#]和3[#]带束层中,帘布压延厚度减小,单胎质量减小约0.2 kg,单胎成本降低0.52%。由于4+3×0.33ST钢丝帘线单丝直径大,刚度高,可增强轮胎冠部整

体刚性,减少不规则磨损,成品轮胎外缘尺寸和强度性能符合国家标准要求,耐久性能提高,轮胎使用寿命延长。

参考文献:

- [1] 俞志高,姜培玉,罗奕文.轮胎钢丝帘线技术发展[J].轮胎工业,2021,41(3):202-209.
- [2] 蒋延华,曹进忠,王树举,等.一款新型钢丝帘线在带束层中的应用[J].橡塑技术与装备,2021,47(9):46-49.
- [3] 倪自飞,黄河.钢丝帘线疲劳性能的影响因素研究[J].轮胎工业,2023,43(2):125-127.
- [4] 黄元昌.铜-锌-钴三元合金涂层钢丝帘线与橡胶的最佳黏合[J].橡塑技术与装备,2018(3):37-41.
- [5] 李中英.带束层帘线直径和压延密度对轮胎耐久性能的影响[J].科技与创新,2017(1):104.
- [6] 田旭东,周平,廖发根,等.轮胎结构偏差对接地印痕影响的试验和仿真研究[J].橡胶工业,2021,68(10):774-778.
- [7] 孙绪利,王龙庆,王兆龙,等.胎体帘布压延密度对轮胎力学性能的影响[J].橡胶科技,2022,20(8):396-399.
- [8] 李利,刘潇冬,王瑞.试样因素对橡胶-钢丝帘线粘合性能测试的影响[J].橡胶工业,2018,65(2):227-230.
- [9] 林媛媛.3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J].橡胶科技,2019,17(12):691-693.
- [10] 张颖,王泽君,张炬栋.3×0.22/9×0.20CCUT特高强度紧密型钢丝帘线在无内胎全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J].橡胶科技,2018,16(3):25-27.

收稿日期:2023-06-22

Application of 4+3×0.33ST Super-high Tenacity Steel Cord in Belt of Truck and Bus Radial Tire

SHAO Xianxing¹, ZHENG Bin¹, YANG Li¹, ZHENG Maosen¹, SUN Kai¹, WANG Ming²

(1. Bayi Rubber Co., Ltd, Zaozhuang 277800, China; 2. Jiangsu Xingda Steel Tyre Cord Co., Ltd, Xinghua 225721, China)

Abstract: The application of 4+3×0.33ST steel cord instead of 2+7×0.30ST steel cord in the belt of truck and bus radial tires was studied. The results showed that, compared with 2+7×0.30ST steel cord, the 4+3×0.33ST steel cord had larger monofilament diameter and higher rigidity, which could enhance the rigidity of tire crown and reduce irregular wear. The inflated peripheral dimension and strength performance of the finished tire using 4+3×0.33ST steel cord met the requirements of national standards, the tire durability was improved, and the service life was prolonged. At the same time, due to the reduction of cord fabric thickness, the weight of rubber compound and the production cost were reduced.

Key words: truck and bus radial tire; steel cord; belt; durability