

$0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用

于国鸿¹, 刘昌波², 张永锋¹, 孙明霞², 王伟²

[1. 浦林成山(青岛)工业研究设计有限公司, 山东 青岛 266000; 2. 浦林成山(山东)轮胎有限公司, 山东 荣成 264300]

摘要: 研究 $0.37+6\times 0.32$ ST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: 以具有优异橡胶渗透性能和耐腐蚀性能的 $0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线替代传统的 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线应用于全钢载重子午线轮胎带束工作层, 轮胎的充气外缘尺寸、静负荷性能和室内耐久性能相当, 强度提高, 同时可减小轮胎质量, 降低生产成本。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 钢丝帘线; 超高强度; 带束层; 轮胎强度; 生产成本

中图分类号: U463.341⁺.3/.6; TQ330.38⁺9

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)12-0743-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.12.0743



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着我国汽车工业的快速发展和高速公路的迅速增加, 载重子午线轮胎的生产进入快速发展时期, 各大轮胎公司生产规模持续扩大, 钢丝帘线作为载重子午线轮胎主要骨架材料, 用量也不断增大。钢丝帘线和轮胎生产企业共同推动了全钢载重子午线轮胎用钢丝帘线的技术进步^[1]。

带束层是载重子午线轮胎的主要受力部件, 需要承受周期性的负荷和形变, 直接影响轮胎的整体形变和应力分布, 对胎面耐磨性能、高速性能和操纵性能都有很大影响^[2-4]。骨架材料特性对轮胎的综合性能有着举足轻重的作用, 因此要求钢丝帘线具有足够的破断力, 优异的耐屈挠性能、耐疲劳性能和耐磨性能, 良好的胶料渗透性能, 同时对橡胶粘合力、粘合力保持率及帘线结构的稳定性要求较高^[5]。

目前国内轮胎企业中型载重子午线轮胎带束工作层钢丝帘线结构多为 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT, $3+8\times 0.33$ HT和 $3+9+15\times 0.22+0.15$ 等, 这些钢丝帘线的特点是钢丝根数多、单丝直径小, 但胶料的渗透性能差, 刚度相对较低, 生产效率低。根据带束层钢丝帘线的发展趋势, 工作层钢丝帘线

应具有更适合的强度和刚度, 良好的胶料渗透性能及较低的结构伸长, 且与橡胶之间有较高的粘合力 and 粘合力保持率。因此, 结构相对简单、高强度、渗胶性能好的钢丝帘线越来越受到轮胎研发人员的青睐。

$0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线芯股为单丝, 并进行了特殊预变形, 具有特殊的多边形结构, 有较好的橡胶渗透性能, 覆胶后与外层钢丝结合紧密。该钢丝帘线可以达到最大程度的耐腐蚀性能和承载性能以及干湿条件下优异的动态性能。

本工作研究 $0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线替代 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

$0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线, 贝卡尔特钢丝帘线有限公司产品; $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线, 国内某公司产品。

1.2 主要设备

压延采用意大利鲁道夫公司的钢丝帘布压延机, 裁断采用荷兰费舍尔公司的钢丝帘布斜裁机。

1.3 性能测试

钢丝帘线和成品轮胎性能均按照相应的国家标准进行测试。

作者简介: 于国鸿(1974—), 女, 山东莱阳人, 浦林成山(青岛)工业研究设计有限公司高级工程师, 学士, 主要从事全钢子午线轮胎结构设计与骨架材料应用研究工作。

E-mail: ygh3103@sina.com

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线基本性能

两种钢丝帘线基本性能对比见表1。由表1可见,0.37+6×0.32ST钢丝帘线的破断力、韧性和帘布强度均高于3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,在等压延密度替代的情况下,强度可提升4%。

表1 两种钢丝帘线基本性能对比

项 目	0.37+6× 0.32ST	3×0.20+ 6×0.35HT
帘线参数		
直径/mm	1.02	1.13
破断力/N	1 890	1 820
线密度/(g·m ⁻¹)	4.71	5.34
韧性/[N·(g·m) ⁻¹]	401.3	340.8
帘布参数		
帘布密度/(根·dm ⁻¹)	51	51
帘布厚度/mm	1.9	2.1
帘布强度(kN·m ⁻¹)	963.9	928.2
帘线间距/mm	0.94	0.83

2.2 钢丝帘线粘合力

分别对0.37+6×0.32ST和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线进行了老化前及不同条件老化后的粘合力对比试验,结果见表2。

表2 两种钢丝帘线老化前后粘合力测试结果 N

项 目	0.37+6× 0.32ST	3×0.20+ 6×0.35HT
老化前	759	849
100℃×24 h老化后	699	813
100℃×48 h老化后	616	780
氯化钠溶液(质量分数为0.1)		
室温浸泡7 d后	740	945

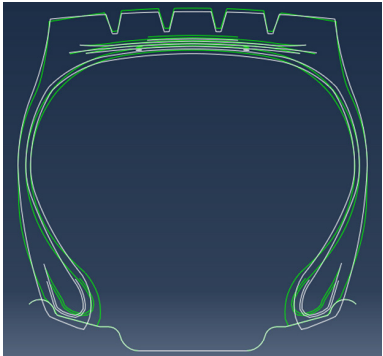
由于0.37+6×0.32ST钢丝帘线直径小于3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,因此粘合力较小,但两者老化前后的粘合力均达到企业内控标准要求(3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线不小于550 N,0.37+6×0.32ST钢丝帘线不小于500 N)。

2.3 仿真性能

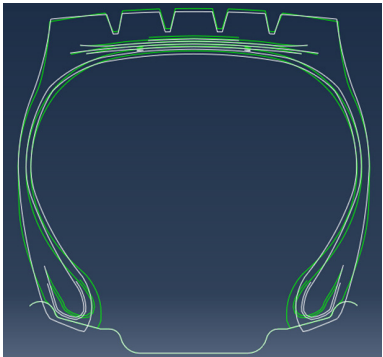
以12R22.5轮胎为例,在带束工作层中以0.37+6×0.32ST钢丝帘线等密度替代3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,进行相关仿真性能研究。

2.3.1 外缘尺寸

两种钢丝帘线轮胎外缘尺寸仿真结果如图1所示。0.37+6×0.32ST和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线轮胎的充气外直径分别为1 081.7和



(a) 0.37+6×0.32ST钢丝帘线



(b) 3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线

图1 两种钢丝帘线轮胎外轮廓仿真结果

1 081.1 mm。

由仿真结果可见,两种钢丝帘线轮胎的外缘尺寸几乎相同。

2.3.2 静态接地印痕及压力分布

两种钢丝帘线轮胎静态接地印痕及压力分布的模拟结果见图2和表3。

由图2和表3可见,带束工作层采用0.37+6×0.32ST钢丝帘线的轮胎接地印痕长轴略有增大,其他特性相当。

2.3.3 带束工作层帘线张力

两种钢丝帘线带束工作层帘线张力的测算结果见图3。

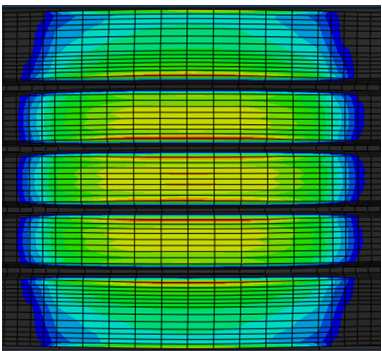
由图3可见,两种钢丝帘线轮胎带束工作层帘线张力变化相似。

2.4 加工工艺

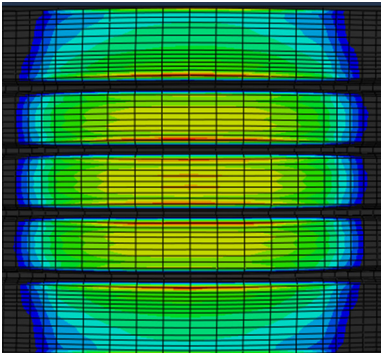
0.37+6×0.32ST钢丝帘线使用初期存在一定程度裁断翘头现象,经过与钢丝帘线供应厂家共同调试,现已满足正常生产工艺要求,钢丝帘线覆胶良好,覆胶率均达到9级以上。

2.5 成品性能

以0.37+6×0.32ST钢丝帘线等压延密度替



(a) 0.37+6×0.32ST 钢丝帘线



(b) 3×0.20+6×0.35HT 钢丝帘线

图2 两种钢丝帘线轮胎静态接地印痕及压力分布

表3 两种钢丝帘线轮胎接地印痕仿真数据

项 目	0.37+6× 0.32ST	3×0.20+ 6×0.35HT
接地印痕长轴长度/mm	245.5	243.0
接地印痕短轴长度/mm	239	239
接地印痕面积/mm ²	49 691	49 560
最大压强/MPa	1.46	1.45

代3×0.20+6×0.35HT 钢丝帘线用于12R22.5 轮胎的带束工作层,成品轮胎性能测试结果见表4。

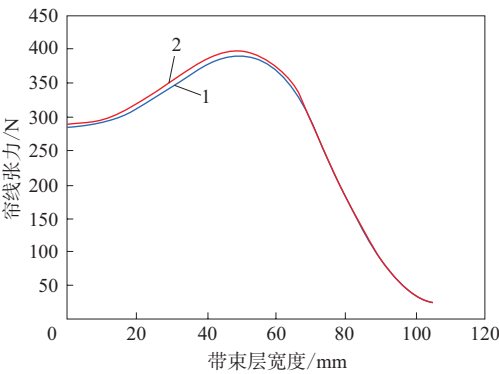
由表4 可见,与3×0.20+6×0.35HT 钢丝帘线轮胎相比,0.37+6×0.32ST 钢丝帘线轮胎的充气外缘尺寸和室内耐久性能相当,轮胎强度略有提高。

将0.37+6×0.32ST 钢丝帘线轮胎进行装车试验,经过一年多的实际使用,采用反追踪方式跟进,因带束层原因造成的冠空或肩空等缺陷轮胎数量未有上升,可以满足实际使用要求。

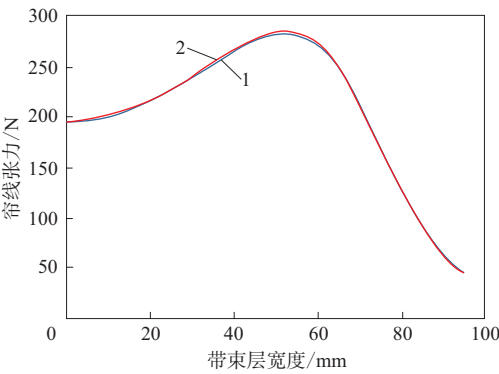
2.6 经济效益分析

以12R22.5 轮胎为例,用0.37+6×0.32ST 钢丝帘线等压延密度替代3×0.20+6×0.35HT 钢丝帘线,材料用量对比见表5。

由表5 可见,使用0.37+6×0.32ST 钢丝帘线



(a) 2#带束层



(b) 3#带束层

1—0.37+6×0.32ST; 2—3×0.20+6×0.35HT。

图3 两种钢丝帘线带束工作层帘线张力测算结果

表4 成品轮胎室内性能测试结果

项 目	0.37+6× 0.32ST	3×0.20+ 6×0.35HT
充气外直径/mm	1 082.7	1 082.3
充气断面宽/mm	293.5	293.7
压穿强度与国标值的比值/%	181.2	177.9
耐久性能/h	89.3	92.5

表5 两种钢丝帘线轮胎材料用量对比

项 目	0.37+6× 0.32ST	3×0.20+ 6×0.35HT
钢丝帘线质量指数	88.2	100
胶料质量指数	93.4	100
帘布质量指数	90.3	100

后,由于压延厚度减小,钢丝帘线质量、胶料质量和帘布质量分别减小11.8%,6.6%和9.7%,轮胎质量减小0.6 kg,单胎成本可减少2元。

3 结语

0.37+6×0.32ST 钢丝帘线具有较好的橡胶渗透性能和耐腐蚀性能,在干湿状态下均具有优

异的动态性能以及良好的承载性。

以 $0.37+6\times 0.32$ ST钢丝帘线替代传统的 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎的带束工作层,轮胎的充气外缘尺寸、静负荷性能和室内耐久性能相当,轮胎强度略有提高,同时可减小轮胎质量,降低生产成本,效益显著。

参考文献:

[1] 王培滨,刘红锁,张世鑫,等. ST/UT超高强度钢丝帘线在子午线轮

胎中的应用[J]. 轮胎工业, 2018, 38(5): 296-301.

[2] 王琦,翟辉辉,周海超,等. 带束层结构参数对轮胎振动噪声的影响分析[J]. 橡胶工业, 2018, 65(5): 490-494.

[3] 赵亚元,王伟. 带束层帘线对载重子午线轮胎胎面耐磨性能的影响[J]. 橡胶工业, 2017, 64(4): 232-234.

[4] 郑修楠. 基于X光成像和纹理分析的轮胎带束层缺陷检测[D]. 济南: 济南大学, 2019.

[5] 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.

收稿日期: 2020-07-18

Application of $0.37+6\times 0.32$ ST Steel Cord in Belt of Truck and Bus Radial Tire

YU Guohong¹, LIU Changbo², ZHANG Yongfeng¹, SUN Mingxia², WANG Wei²

[1. Prinx Chengshan (Qingdao) Industrial Research and Design Co., Ltd, Qingdao 266000, China; 2. Prinx Chengshan (Shandong) Tire Co., Ltd, Rongcheng 264300, China]

Abstract: The application of $0.37+6\times 0.32$ ST steel cord in the belt of truck and bus radial tire was studied. The $0.37+6\times 0.32$ ST steel cord had excellent rubber permeability and corrosion resistance. By using $0.37+6\times 0.32$ ST steel cord to replace the traditional $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT steel cord for the belt working layer of truck and bus radial tire, the inflated peripheral dimension, static load performance and indoor durability of the tire were equivalent, the strength was improved, the tire mass and production cost were reduced.

Key words: truck and bus radial tire; steel cord; super high tenacity; belt; tire strength; production cost

《橡胶工业》被评为“RCCSE中国核心学术期刊”(第6版)

日前,中国科教评价网公布2020年武汉大学中国科学评价研究中心(简称RCCSE)《中国学术期刊评价研究报告》(第6版)评价结果,《橡胶工业》被评为“RCCSE中国核心学术期刊(A-)”(证书见右图),比2017年第5版的评级(B+)有所提升。

近年来,《橡胶工业》通过围绕研究热点和基金项目进行专家约稿、办理中文DOI码业务、成立新一届编辑委员会、发展热心办刊通讯员、加入OSID(Open Science Identity)开放科学计划、组织国内外学术活动、实行网络首发以缩短时滞、刊登英文论文、组织基金论文、开通微信公众号“橡胶工业传媒”、发行电子期刊、举办线上/线下会议与培训等举措,学术影响力大幅提升。

借此,感谢《橡胶工业》编委、通讯员和橡胶



行业广大专家、学者、作者、读者对本刊的关注、支持和厚爱,今后本刊将继续聚焦学科前沿,服务国家战略,主动对接行业重大需求,出版高水平理论研究和实践成果论文,也诚挚欢迎广大作者惠赐佳作。

(本刊编辑部)