

3+8×0.21ST钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎胎体中的应用

于国鸿,孙志刚,韩 菁,李晓林,孙明霞

[浦林成山(山东)轮胎有限公司,山东 荣成 264300]

摘要: 研究3+8×0.21ST钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎胎体中的应用。结果表明:与3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘线相比,3+8×0.21ST钢丝帘线的直径和线密度小,粘合性能相当,压延及裁断工艺性能良好;以3+8×0.21ST钢丝帘线替代3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘线用于7.50R16LT全钢轻型载重子午线轮胎胎体中,轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、高速性能和耐久性能符合国家标准要求,轮胎的舒适性更好,滚动阻力降低,单胎质量减小,成本降低。

关键词: 全钢轻型载重子午线轮胎;钢丝帘线;胎体

中图分类号: TQ336.1⁺1;TQ330.38⁺9

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2024)02-0092-05

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2024.02.0092



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

我国轻型载重汽车市场自2017年起逐步回升,受《全国安全生产专项整治三年行动计划》和《收费公路车辆通行费车型分类》两条政策的出台和汽车厂商对产品创新要求的双向驱动,2020年我国轻型载重汽车销量达到历史高峰,为219.9万辆,2021年销量持续较高,为211万辆。我国在原有产品布局的基础上越来越关注轮胎细分市场的发展,近年来在全钢轻型载重子午线轮胎的研发及营销方面步入快速发展期,取得了较好的业绩。

胎体作为轮胎的重要承载部件,需要承受周期性的负荷和形变,并吸收和减轻汽车在行驶时产生的震动^[1-3]。钢丝帘线作为轮胎的骨架材料,其特性对轮胎的综合性能起着重要作用,要求具有足够的破断力、优异的耐屈挠和耐疲劳性能以及良好的渗胶性能,同时对其与橡胶的粘合力、粘合力保持率及帘线结构的稳定性要求较高^[4-6]。目前应用于全钢轻型载重子午线轮胎胎体的钢丝帘线主要有3+9×0.22+1NT/HT,

3×0.22/9×0.20CCHT和3×0.24/9×0.225CCHT等,这些结构的钢丝帘线完全可以满足全钢轻型载重子午线轮胎胎体的使用要求,但随着轮胎制造技术的不断进步以及主机厂和终端用户对轮胎提出的绿色、可持续发展的要求,轻量化、低滚动阻力、高耐久性能的轮胎成为市场主流^[7-9]。因此,结构简单、强度高、线密度低、直径小且渗胶性能好的钢丝帘线越来越受到轮胎研发人员的青睐。

本工作研究以3+8×0.21ST钢丝帘线替代3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎胎体中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

3+8×0.21ST和3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘线,贝卡尔特(青岛)钢丝产品有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

Z型四辊钢丝帘布压延生产线,意大利鲁道夫科美尼奥公司产品;90°钢丝帘布裁断机,软控股份有限公司产品;HD-PB型全钢子午线轮胎一次法两鼓成型机,中航工业北京贝特利戴瑞科技发展

作者简介: 于国鸿(1974—),女,山东莱阳人,浦林成山(山东)轮胎有限公司高级工程师,主要从事全钢子午线轮胎结构设计及骨架材料研究应用。

E-mail: ygh3103@sina.com

有限公司产品;GT-AI-7000M型电子拉力机,高铁检测仪器有限公司产品;L-4NG-200/340型轮胎高速耐久试验机和TMT-2B型五刚试验机,汕头市浩大轮胎测试装备有限公司产品。

1.3 性能测试

(1) 钢丝帘线性能按照GB/T 33159—2016测试。

(2) 帘布剥离测试按照企业标准测试,即从压延帘布上取尺寸为158 mm×248 mm的试样进行硫化,硫化试样经过停放及打磨处理后采用尺寸为25 mm×50 mm的矩形钢制夹头进行剥离测试。

(3) 轮胎的外缘尺寸按照GB/T 521—2012测量。强度性能按照GB/T 4501—2023测试。高速性能按照GB/T 4501—2023进行前期测试,第4阶段以后速度每增大10 km·h⁻¹,运行30 min,直至轮胎损坏为止。耐久性能按照GB/T 4501—2023要求进行前期测试,试验速度为72 km·h⁻¹,充气压力为770 kPa,轮胎标准负荷为1 500 kg,第4阶段后每运行10 h负荷增大10%,直至轮胎损坏为止。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

2.1.1 基本性能

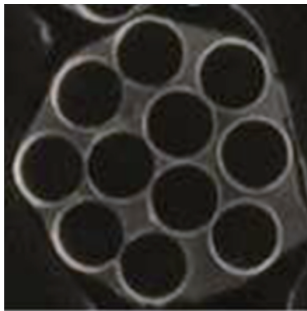
3+8×0. 21ST和3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线的结构如图1所示,基本性能如表1所示。

从表1可以看出,与3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线相比,3+8×0. 21ST钢丝帘线的直径小约10%,线密度小23%,破断力小9%。较小的帘线直径可在保证相同胎体强度和压延帘布厚度的同时,增大钢丝帘线的覆胶厚度,提高帘布的压延通过性能和成品轮胎的耐久性能;较小的线密度可减小钢丝帘线和胶料的用量,有利于轮胎轻量化,降低生产成本,提高轮胎的性价比。

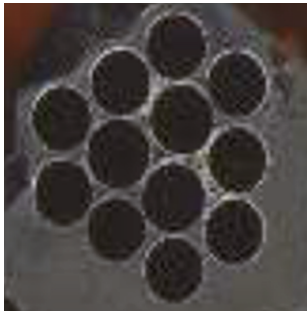
2.1.2 粘合性能

研究3+8×0. 21ST钢丝帘线的粘合性能及其与粘合胶料的匹配性,以确保其在成品轮胎的整个生命周期不会发生脱层、锈蚀及异常的疲劳损坏。

老化前后3+8×0. 21ST钢丝帘线的粘合性能如表2所示。



(a) 3+8×0. 21ST



(b) 3×0. 24/9×0. 225CCHT

图1 两种钢丝帘线的结构

表1 两种钢丝帘线的基本性能

项 目	3+8×0. 21ST	3×0. 24/9×0. 225CCHT
帘线直径/mm	0. 85	0. 94
线密度/(g·m ⁻¹)	3. 05	3. 94
破断力/N	1310	1445

表2 老化前后3+8×0. 21ST钢丝帘线的粘合性能

项 目	粘合力/N	覆胶等级
初始状态	717	10
蒸汽老化后 ¹⁾	534	9
盐雾老化后 ²⁾	479	8

注:1) 蒸汽老化试验条件为100 ℃×72 h;2) 盐雾老化试验条件为35 ℃×7 d,氯化钠溶液的质量分数为5%。

从表2可以看出,老化后钢丝帘线的抽出力较老化前有所下降,但覆胶性能良好,均达到8级以上,符合公司内控标准要求。

3+8×0. 21ST和3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘布的剥离测试结果对比如表3所示,每种钢丝帘线做2组平行试验。其中,帘布的剥离测试过程中,随着胶料的撕裂,剥离力会出现多个波峰,波峰的最大值为最大剥离力,取2—3个波峰值的平均值为剥离力。

从表3可以看出,3+8×0. 21ST和3×0. 24/

表3 两种钢丝帘布的剥离测试结果对比

项 目	3+8×0.21ST			3×0.24/9×0.225CCHT		
	试样1	试样2	平均值	试样3	试样4	平均值
最大剥离力/N	622.8	523.1	572.9	555.7	642.8	599.2
剥离力/N	553.1	452.1	502.6	498.1	566.8	532.5
剥离后覆胶情况	剥离界面正常， 无钢丝裸露			剥离界面正常， 无钢丝裸露		

9×0.225CCHT钢丝帘布的覆胶性能相当,均无钢丝裸露。

2.2 工艺性能

3+8×0.21ST和3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘布的压延工艺参数见表4。

表4 两种钢丝帘布的压延工艺参数对比

项 目	3+8×0.21ST	3×0.24/9×0.225CCHT
压延密度/(根·dm ⁻¹)	55	55
压延厚度/mm	1.9	2.0
帘布强度 ¹⁾ /(kN·m ⁻¹)	720.5	794.8
帘布强力指数/%	90.7	100
钢丝帘线质量指数/%	77.4	100
胶料质量指数/%	97.4	100
帘布质量指数/%	87.1	100

注:1)帘布强度=单根帘线强度×压延密度。

从表4可以看出,与3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘布相比,3+8×0.21ST钢丝帘布的强度减小9%,帘布质量指数下降12.9%,有利于轮胎轻量化,同时胎体安全倍数仍可达到8.04以上,满足轮胎使用安全要求。

3+8×0.21ST钢丝帘布压延速度为24 m·min⁻¹,1[#]和4[#]辊筒温度为70~71℃,2[#]和3[#]辊筒温度为75~76℃,压延厚度为1.88~1.89 mm,压延通过性能良好,裁断断面整齐、无翘角,自动拼接无异常,如图2和3所示。

2.3 成品性能

将3+8×0.21ST钢丝帘线替代3×0.24/9×0.225CCHT 14PR 122/118M 钢 丝 帘 线 用 于 7.50R16LT全钢轻型载重子午线轮胎胎体试制成品轮胎,并进行成品轮胎性能对比。

2.3.1 外缘尺寸

轮胎的外缘尺寸对比见表5。

从表5可以看出,两种钢丝帘线生产的轮胎的充气外缘尺寸相当,均符合GB/T 2977—2016的要求。

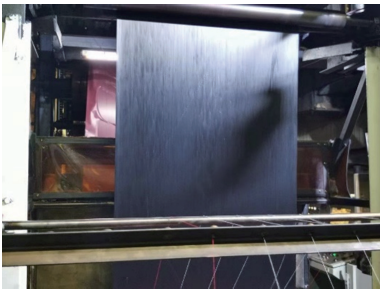


图2 帘布压延质量

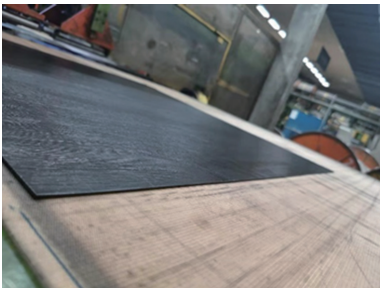


图3 帘布裁断质量

表5 轮胎的外缘尺寸对比 mm

项 目	3+8×0.21ST	3×0.24/9×0.225CCHT
充气外直径	807	807
充气断面宽	216	216

2.3.2 强度性能

轮胎的强度性能对比见表6。

表6 轮胎的强度性能对比

项 目	3+8×0.21ST	3×0.24/9×0.225CCHT
(第五点破坏能/最小 额定破坏能)/%	201.20	200.10
轮胎损坏形式	未损坏	未损坏

注:压头直径为32 mm,最小额定破坏能为712 J。

从表6可以看出,采用3+8×0.21ST钢丝帘线生产的轮胎的强度性能满足设计要求。

2.3.3 高速性能

轮胎的高速性能对比见表7。

从表7可以看出,两种钢丝帘线生产的轮胎的

高速性能相当,符合国家标准要求(≥ 60 min)。

2.3.4 耐久性能

轮胎的耐久性能对比见表8。

从表8可以看出,两种钢丝帘线生产的轮胎的耐久性能相当,符合国家标准要求(≥ 47 h)。

2.3.5 五向刚度特性

轮胎的五向刚度特性见表9。

从表9可以看出:两种钢丝帘线生产的轮胎的径向刚度、横向刚度、纵向刚度和扭转刚度相当;

表7 轮胎的高速性能对比

项 目	3+8×0. 21ST	3×0. 24/9×0. 225CCHT
通过速度/(km·h ⁻¹)	160	160
累计行驶时间/min	148	147
试验结束时轮胎状况	轮胎花纹沟裂口	轮胎胎冠起鼓

表8 轮胎的耐久性能对比

项 目	3+8×0. 21ST	3×0. 24/9×0. 225CCHT
累计行驶时间/h	128. 8	127. 1
试验结束时轮胎状况	轮胎胎冠起鼓	轮胎胎肩裂口

表9 轮胎的五向刚度特性

项 目	3+8×0. 21ST			3×0. 24/9×0. 225CCHT		
	11 760 ¹⁾	14 700 ¹⁾	17 640 ¹⁾	11 760 ¹⁾	14 700 ¹⁾	17 640 ¹⁾
径向刚度/(N·mm ⁻¹)	653. 33	691. 76	723. 69	644. 38	687. 72	712. 73
横向刚度/(N·mm ⁻¹)	234. 40	247. 37	254. 27	237. 49	250. 77	251. 91
纵向刚度/(N·mm ⁻¹)	541. 66	560. 99	593. 68	544. 41	555. 20	606. 71
扭转刚度/(N·m·deg ⁻¹)	71. 07	96. 92	121. 73	72. 21	100. 94	122. 79
包络刚度/(N·mm ⁻¹)	609. 69	624. 79	627. 29	648. 13	644. 51	655. 53

注:1) 径向负荷,N。

采用3+8×0. 21ST钢丝帘线生产的轮胎的包络刚度减小约4%,这说明采用3+8×0. 21ST钢丝帘线生产的轮胎的舒适性更好。

2.3.6 滚动阻力

采用3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线生产的轮胎的滚动阻力系数为6. 45 N·kN⁻¹,采用3+8×0. 21ST钢丝帘线生产的轮胎的滚动阻力系数为6. 26 N·kN⁻¹,比采用3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线生产的轮胎的滚动阻力系数减小0. 19 N·kN⁻¹。

2.4 成本分析

以 3+8×0. 21ST 钢 丝 帘 线 替 代 3×0. 24/9×0. 225CCHT 钢 丝 帘 线 用 于 7. 50R16LT 全钢轻型载重子午线轮胎胎体中,单胎质量减小0. 412 kg,单胎成本降低1. 34元。

3 结论

与3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线相比,3+8×0. 21ST钢丝帘线的结构简单,帘线直径和线密度小,粘合性能相当,压延及裁断工艺性能良好;以3+8×0. 21ST钢丝帘线替代3×0. 24/9×0. 225CCHT钢丝帘线应用于7. 50R16LT全钢轻型载重子午线轮胎胎体中,轮胎的充气外

缘尺寸、强度性能、高速性能和耐久性能符合国家标准要求,轮胎舒适性更好,滚动阻力降低,单胎质量减小,成本降低。

参考文献:

[1] 罗亦文. 高强度ST/UT钢帘线在低滚动阻力轮胎中的应用[C]. 2021中国橡胶年会论文集. 北京:中国橡胶工业协会,2021: 190-192.

[2] 黄书达. 影响钢丝帘布压延工艺的因素及解决措施[J]. 橡塑资源利用,2017(3):17-18.

[3] 孙续利,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.

[4] 侯丹丹,徐晓鹏,张春生,等. 全钢载重子午线轮胎接地压力分布的仿真研究[J]. 橡胶工业,2022,69(4):261-267.

[5] 周志嵩,姚海东,孙忍,等. 极高强钢帘线生产工艺探索[J]. 金属制品,2020,46(2):1-6.

[6] 李丹. 钢丝帘布压延生产张力控制系统设计与研究[D]. 沈阳:东北大学,2019.

[7] 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[C]. “兴达杯”第九届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文集. 北京:中国化工学会橡胶专业委员会,全国橡胶工业信息中心,2017:34-38.

[8] 史一锋. 2015年轮胎行业在艰难中前行[J]. 中国橡胶,2016. 32(4): 9-11.

[9] 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.

收稿日期:2023-10-16

Application of 3+8×0.21ST Steel Cord in Carcass of All-steel Light Truck and Bus Radial Tire

YU Guohong, SUN Zhigang, HAN Jing, LI Xiaolin, SUN Mingxia

[Prinx chengshan (shandong) tire co., Ltd, Rongcheng 264300, China]

Abstract: The application of 3+8×0.21ST steel cord in carcass of all-steel light truck and bus radial tire was studied. The results showed that, compared with 3×0.24/9×0.225CCHT steel cord, 3+8×0.21ST steel cord had smaller diameter and cord density, equivalent adhesive performance, and good calendering and cutting process performances. By using 3+8×0.21ST steel cord to replace 3×0.24/9×0.225CCHT steel cord in the carcass of 7.50R16LT all-steel light truck and bus radial tire, the inflated peripheral dimension, strength, high-speed performance and durability met the requirements of national standards, the comfortability was better, the rolling resistance and the single tire mass were reduced, and the cost was lower.

Key words: all-steel light truck and bus radial tire; steel cord; carcass

玲珑轮胎发布新玲珑大师系列产品

日前,山东玲珑轮胎股份有限公司(简称玲珑轮胎)在海南三亚召开了2023玲珑乘用车轮胎经销商年会。会上,玲珑轮胎发布了新一代产品——新玲珑大师系列。该新品是面向中高端轮胎市场、兼具高性能与高品质的轮胎产品,全系通配水膜克星、抗氧绒黑、玲珑芯顾客保障计划三大提升,为用户提供极致安驾守护。

“水膜克星”技术结合先进的胎面配方和独特的花纹设计,高效排水和划破水膜,缩短制动距离,提高行驶安全性。“抗氧绒黑”技术使用高端黑亮橡胶配方,有效解决了轮胎发旧、发乌等外观问题;胎侧花纹为微米级激光雕刻,呈现丝绒质感。

新玲珑大师全系列产品标配射频识别芯片,实现轮胎全生命周期的有效管理和信息追溯。在此基础上,推出玲珑芯顾客保障计划,用户注册会员后即可享受“1+3+5+20”品牌专属服务,包含1年放心换购、3年鼓包无忧、5年超长质保、换胎抵扣券、一键快速响应等5项贴心超值服务,流程更简单,服务更高效便捷。

新玲珑大师系列针对不同的品种突出其差异化的性能优势,并在承袭上一代产品卓越品质的基础上,通过领先科技将轮胎性能提升至全新高度。

大师致控——SPORT MASTER高性能乘用车

轮胎,适配高性能车型,重点对抓着性能进一步升级。采用宽大胎面设计,胎面宽度较上一代产品增大了4%~6%;花纹采用消隐式刀槽技术,轮胎接地面积增大了1.5%,提高了轮胎的操控性能;胎体加强结构设计,轮胎强度性能提升了15%。

大师致静——SPORT MASTER e高性能新能源轮胎,适配新能源车型,重点对节能与静音性能进一步升级。采用高弹性橡胶配方,充分耦合橡胶分子与填充物,轮胎行驶的内能损耗可减小23%,续航里程延长8%;花纹采用多重立体消声技术、噪声封印技术和静音沟壁技术,实现超低噪声轮胎,驾乘更静音舒适。

大师致享——GRIP MASTER C/S城市SUV轮胎,适配SUV车型,重点对稳定与静音性能进一步升级。花纹采用多维刀槽设计,通过更多内部凹凸空间缓冲,减小花纹块变形,花纹块刚性提高了5%;无接头锦纶环带,提高了轮胎的均匀性和稳定性;多重立体消声技术,噪声降低了3%。

此次发布的新玲珑大师系列,无论是产品性能、产品品质还是服务保障,都彰显了玲珑轮胎对产品和驾乘体验的不懈追求。玲珑轮胎表示,未来将持续推出更多大师系列产品,不断拓展旗下产品,为用户带去更优质的驾乘体验,推动国货轮胎品牌迈向中高端价值链。

(本刊编辑部)