

3+8×0.21ST 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎圈包布中的应用

李 易¹, 张 鹏¹, 郑 宾¹, 张 超¹, 郑茂森¹, 陈洪涛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 3+8×0.21ST 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎圈包布中的应用。结果表明: 与 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线相比, 3+8×0.21ST 钢丝帘线的渗胶性能更好, 帘线直径较小, 可减小压延厚度和帘布质量, 提高强度; 以 3+8×0.21ST 钢丝帘线替代 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎胎圈包布, 成品轮胎的耐久性能提升, 单胎质量减小, 成本降低, 有利于轮胎轻量化。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 钢丝帘线; 胎圈包布; 压延密度; 耐久性能; 轻量化

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)10-0615-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.10.0615



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, 国内外经济环境的不断变化, 以及油价的不断攀升, 轮胎市场的竞争也越来越激烈, 这就对轮胎的安全性能、耐久性能和油耗等提出更高的要求。钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎中的质量占比约为 35%, 对轮胎性能有较大影响, 通过开发新材料提升产品性能, 减小轮胎质量, 降低滚动阻力, 提升汽车燃油效率是轮胎企业产品升级的途径之一^[1-4]。

本工作研究 3+8×0.21ST 钢丝帘线替代 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎圈包布中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

3+8×0.21ST 和 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线, 江苏兴达钢帘线股份有限公司产品。

1.2 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, 青岛软控股份有限公司产品; 四工位高速耐久

试验机, 青岛高校测控技术有限公司产品。

1.3 性能测试

钢丝帘线性能按照 GB/T 33159—2016 进行测试; 成品轮胎的外缘尺寸按照 GB/T 521—2012 进行测试; 轮胎胎圈耐久性能按照企业标准进行测试, 标准负荷为 3 550 kg。

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+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线的主要性能指标对比如表 1 所示。

表 1 两种钢丝帘线主要性能指标对比

项 目	3+8×0.21ST	3+9×0.22+0.15HT
帘线直径/mm	0.850±0.040	1.140±0.057
单丝直径/mm	0.210±0.010	0.220/0.150
线密度/(g·m ⁻¹)	3.050±0.150	3.850±0.193
破断力/N	≥1 290	≥1 360
捻距/mm	7.0/14.0	6.5/12.3/3.5
捻向	S/S	S/S/Z

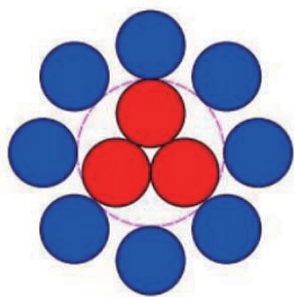
从表 1 可知: 与 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线相比, 3+8×0.21ST 钢丝帘线的帘线直径小, 可在保证上下覆胶厚度及产品性能的同时, 减小帘布压延厚度, 采用相同型号锭子时卷取长度更大,

作者简介: 李易 (1991—), 男, 山东枣庄人, 八亿橡胶有限责任公司工程师, 学士, 主要从事全钢轮胎结构设计工作。

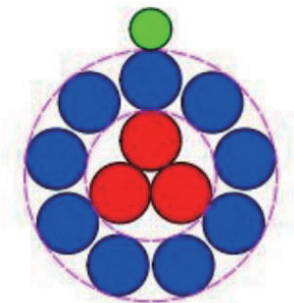
E-mail: 13793722009@163.com

生产大卷数量更多,计划调整频次低,生产效率更高;同时, $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线的线密度小,可减少钢丝帘线和胶料的用量,有利于轮胎轻量化,降低轮胎的滚动阻力。

$3+8\times 0.21\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线的结构如图1所示。



(a) $3+8\times 0.21\text{ST}$



(b) $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$

图1 两种钢丝帘线结构示意图

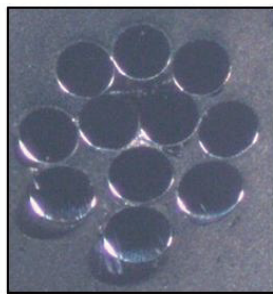
2.1.2 渗胶性能

$3+8\times 0.21\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线的渗胶性能对比如图2所示。

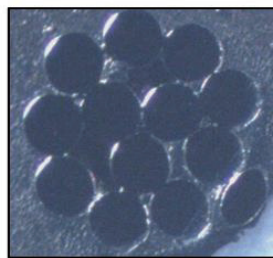
从图2可以看出, $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线的渗胶性能优于 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线,这与两种钢丝帘线的结构差异有关,钢丝帘线结构的开放程度越高,胶料的渗透性能越强,钢丝帘线与胶料的粘合性能越好,帘布的剥离强度越大,有利于减少轮胎早期脱层现象,提升轮胎的耐久性能^[5-7]。

2.1.3 耐疲劳性能

在相同负荷下, $3+8\times 0.21\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 覆胶钢丝帘线的耐疲劳性能对比如图3所示。



(a) $3+8\times 0.21\text{ST}$



(b) $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$

图2 两种钢丝帘线渗胶性能对比

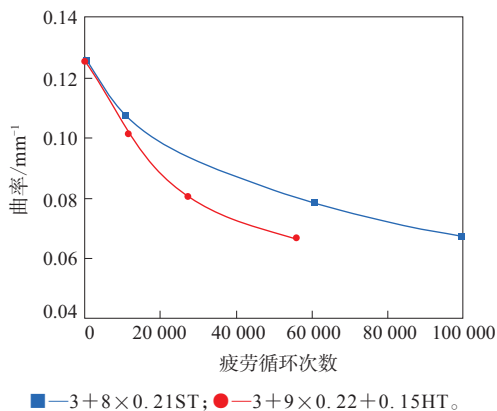


图3 两种覆胶钢丝帘线的耐疲劳性能对比

从图3可以看出, $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线的耐疲劳性能优于 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线,这可能是因为 $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线无外缠丝,避免了外缠丝对外层钢丝的剪切作用,提高了钢丝帘线的耐疲劳性能。

2.2 工艺性能

2.2.1 压延工艺

$3+8\times 0.21\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘布的压延工艺参数对比见表2。

从表2可以看出:与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢

表2 两种钢丝帘布压延工艺参数对比

项 目	$3+8\times 0.21$ ST	$3+9\times 0.22+0.15$ HT
帘线直径/mm	0.85	1.14
线密度/ $(\text{g}\cdot\text{m}^{-1})$	3.05	3.85
最小破断力/N	1 290	1 360
帘布强度指数/%	104	100
钢丝帘线质量指数/%	87	100
胶料质量指数/%	91	100
帘布质量指数/%	89	100

丝帘线相比, $3+8\times 0.21$ ST 钢丝帘线的最小破断力减小, 需增大压延密度, 但其线密度和帘线直径小, 可以减少胶料和钢丝帘线的用量; 采用 $3+8\times 0.21$ ST 钢丝帘线替代 $3+9\times 0.22+0.15$ HT 钢丝帘线, 在保证上下覆胶厚度的前提下, 适当减小帘布厚度, 帘布质量指数减小 11%, 在保证帘布强度的前提下增大帘布密度, 帘布强度指数增大 4%, 既实现了轮胎轻量化, 又保证了产品质量。

2.2.2 覆胶情况

采用本公司现用四辊压延机对 $3+8\times 0.21$ ST 钢丝帘布进行压延, 辊速比为: $1^{\#}:2^{\#} 0.85$, $2^{\#}:3^{\#} 1.02$, $4^{\#}:3^{\#} 0.81$, 然后抽取 3 个点位测定其上、下两侧的覆胶厚度, 测定结果如表 3 所示。

表3 钢丝帘布覆胶厚度

项 目	点位1	点位2	点位3
上侧	0.570	0.572	0.568
下侧	0.574	0.568	0.572

从表 3 可以看出, $3+8\times 0.21$ ST 钢丝帘线与本公司现用四辊压延机的生产工艺参数匹配较好, 帘布两侧覆胶厚度均匀, 产品质量稳定。

压延使用 1.18 mm 整经辊和压力辊, 钢丝帘布无跳线、稀并线、钢丝弯曲等现象, 帘布表面平整, 如图 4 所示, 裁断过程中钢丝帘布切口平整、无毛边, 钢丝无翘头、冒芯等质量缺陷, 自动接头质量符合工艺要求, 如图 5 所示。

$3+8\times 0.21$ ST 钢丝帘布的压延及裁断工艺通过性均符合本公司要求, 钢丝帘线排列形状规则, 生产稳定性高。

2.3 成品轮胎性能

将 $3+8\times 0.21$ ST 和 $3+9\times 0.22+0.15$ HT 钢丝帘线用于 12R22.5 全钢载重子午线轮胎的生

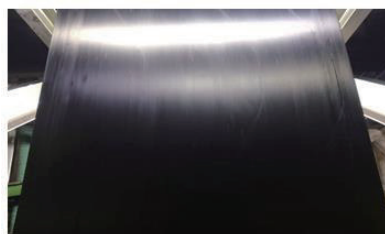


图4 帘布表面质量

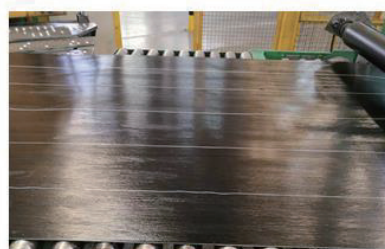


图5 帘布切面



产, 并进行成品轮胎性能测试。

2.3.1 外缘尺寸

采用 $3+8\times 0.21$ ST 和 $3+9\times 0.22+0.15$ HT 钢丝帘线生产的 12R22.5 全钢载重子午线轮胎的充气外缘尺寸符合 GB/T 2977—2016 的要求。

2.3.2 耐久性能

对采用 $3+8\times 0.21$ ST 和 $3+9\times 0.22+0.15$ HT 钢丝帘线生产的 12R22.5 全钢载重子午线轮胎进行耐久性能试验, 试验条件见表 4, 试验结果见表 5。

表4 轮胎耐久性能试验条件

项 目	试验阶段				
	1	2	3	4	5
负荷率/%	100	200	200	200	200
行驶时间/h	2	10	10	10	直至损坏

注:环境温度为 $(38\pm 3)^{\circ}\text{C}$,试验速度为 $30\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,充气压力为 600 kPa 。

表5 成品轮胎耐久性能试验结果

项 目	3+8×0.21ST	3+9×0.22+0.15HT
累计行驶时间/h	58.52	51.03
试验结束时轮胎状况	胎圈部位外裂	胎圈部位外裂、内裂

从表5可以看出,在相同试验条件下,与采用 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线生产的轮胎相比,采用 $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线生产的轮胎的耐久性能提升了15%,轮胎的使用寿命更长。

2.4 成本分析

以 $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线替代 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线用于12R22.5全钢载重子午线轮胎胎圈包布,单胎质量减小0.26%,单胎成本降低0.19%。

3 结论

(1)与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线相比, $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线的渗胶性能更好,胶料与钢丝帘线之间的粘合性能和耐疲劳性能提高,轮胎脱层现象的发生概率减小。

(2)与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘布相比,

$3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘布的压延密度增大,但其直径和线密度小,帘布质量可减小11%,强度提升4%,且 $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线排列形状规则,可以提升钢丝帘布的压延工艺通过性,减少钢丝帘线的浪费,其覆胶厚度均匀,工艺性能稳定。

(3)以 $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线替代 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线用于12R22.5全钢载重子午线轮胎的生产,轮胎外缘尺寸符合国家标准要求,耐久性能提高,同时单胎质量减小0.26%,有利于轮胎的轻量化,单胎成本降低0.19%。

参考文献:

- [1] 罗奕文. 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,2012:190-192.
- [2] 王欢,张春学. 超高强度钢丝帘线的压延工艺研究[J]. 轮胎工业,2020,40(12):756-760.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 张俊伟,汪彬,罗建刚. $2\times 0.30\text{ST}$ 钢丝帘线在轿车轮胎带束层中的应用[J]. 橡胶科技,2020,18(4):206-208.
- [6] 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.
- [7] 曹小峰. $3\times 0.28\text{ST}$ 超高强度钢帘线的性能及应用[J]. 冶金管理,2019(23):21-23.

收稿日期:2023-05-16

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

LI Yi¹, ZHANG Peng¹, ZHENG Bin¹, ZHANG Chao¹, ZHENG Maosen¹, CHEN Hongtao¹, WANG Ming²

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

Abstract: The application of $3+8\times 0.21\text{ST}$ steel cord in the bead chafer of all-steel truck and bus radial tire was studied. The results showed that, compared with $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ steel cord, $3+8\times 0.21\text{ST}$ steel cord exhibited better compound permeability and smaller steel cord diameter, which could reduce the calendaring thickness and cord fabric weight, and increase the strength. By using $3+8\times 0.21\text{ST}$ steel cord to replace $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ steel cord in the bead chafer of all-steel truck and bus radial tire, the durability of the finished tire was improved, and the weight and cost of the tire were reduced, which was conducive to the lightweight of the tire.

Key words: all-steel truck and bus radial tire; steel cord; bead chafer; calendaring density; durability; lightweight