

$3+8\times 0.22\text{ST}$ 与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用对比

王天石, 王传志, 杨 萌, 毕德伟, 刘连波, 张春颖, 李福香, 高同舜

(青岛双星轮胎工业有限公司, 山东 青岛 266400)

摘要:对比研究 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用性能。结果表明:与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线相比, $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线的直径和线密度减小,破断力相当,渗胶性能提高;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 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线生产的轮胎的高速性能、耐久性能和刚度相当,滚动阻力降低,同时轮胎质量减小,生产成本降低。

关键词:钢丝帘线;全钢载重子午线轮胎;胎体;渗胶性能;滚动阻力

中图分类号:TQ330.38⁺9;U463.341⁺.3/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)08-0485-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.08.0485



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来,国家不断加大对环境污染的治理力度,对社会节能减排的要求不断提高,同时伴随全球范围内原材料价格上涨,通过对新型骨架材料轻量化的研究,降低生产能耗和原材料成本、保证轮胎产品质量,成为轮胎行业发展的必然趋势。新型钢丝帘线的研究与应用,也成为轮胎企业提升竞争力的重要手段^[1-3]。

钢丝帘线是全钢载重子午线轮胎最主要的受力材料,一直作为轮胎轻量化研究的主要对象^[4-6]。新型结构钢丝帘线及其镀层种类的不断增多,不仅提高了钢丝帘线与胶料之间的粘合性能,还减少了胶料屈挠过程中钢丝帘线之间的磨损,提高了轮胎的耐久性能;且钢丝帘线直径减小,同向捻制、无外缠丝,压延帘布厚度减小,钢丝帘线强度增大,在降低胎体钢丝帘线屈挠生热、保证轮胎安全性能的同时,更大程度地降低了轮胎生产成本^[7-9]。

本工作对比研究 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用性能。

作者简介:王天石(1988—),男,河北保定人,青岛双星轮胎工业有限公司工程师,学士,主要从事全钢载重子午线轮胎产品开发和骨架材料应用研究。

E-mail:wangtianshi1208@126.com

1 实验

1.1 主要原材料

$3+8\times 0.22\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线,江苏兴达钢帘线股份有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

四辊钢丝压延生产线,日本IHI株式会社产品;15°和90°钢丝帘布裁断机,德国费舍尔热工有限公司产品;轮胎五刚性综合试验机,汕头市浩大轮胎测试装备有限公司产品;全钢一次法成型机,中航工业北京航空制造工程研究所产品;电子拉力测试机,美国MTS系统科技公司产品;Taber刚度仪,美国泰伯机械公司产品;环带疲劳试验机,济南联工测试技术有限公司产品;全钢轮胎耐久试验机,天津久荣工业技术有限公司产品。

1.3 性能测试

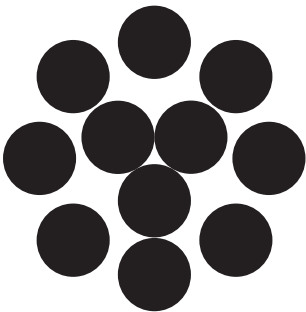
钢丝帘线和成品轮胎性能均按照相应的国家或企业标准进行测试。

2 结果与讨论

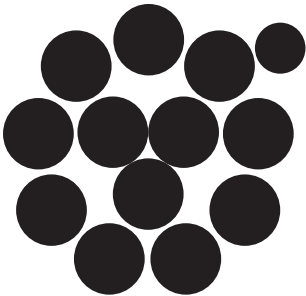
2.1 钢丝帘线的结构与性能

$3+8\times 0.22\text{ST}$ 与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线的断面和性能对比分别如图1和表1所示。

从图1可以看出,两种钢丝帘线均为传统的紧凑型分层缠绕结构。 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线的断



(a) 3+8×0.22ST



(b) 3+9×0.22+0.15HT

图1 两种钢丝帘线的断面对比

表1 两种钢丝帘线的性能对比

项 目	3+8×0.22ST	3+9×0.22+0.15HT
帘线直径指数	79.8	100
捻向	S/S	S/S/Z
破断力指数	97.2	100
线密度指数	86.5	100
粘合力指数	113	100
弯曲刚度指数	55.4	100
覆胶弯曲刚度指数	85.8	100
冲击吸收率指数	101	100
渗胶率指数	120	100
三辊疲劳次数指数	120.5	100

面近似圆形,外层由8根股线同向缠绕而成,与传统的9根缠绕形式相比,钢丝帘线的渗胶性能更好,股线之间的相互磨损减少;3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线的最外层为异向捻制的外缠丝,外缠丝不仅将主体钢丝帘线结构圈箍得更加紧固,减少了胶料压延时的渗入,而且增加了外缠丝与主体外层股线之间的相互磨损,减少了钢丝帘线的三辊疲劳次数。

从表1可以看出,与3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线相比,3+8×0.22ST钢丝帘线的直径和线密度分别减小了约20%和14%,破断力和冲击吸收率相当,弯曲刚度和覆胶弯曲刚度分别减小了约

45%和14%,渗胶率提高了20%,三辊疲劳次数增加了约21%。

2.2 工艺性能

3+8×0.22ST与3+9×0.22+0.15HT钢丝帘布的压延参数对比如表2所示。

表2 两种钢丝帘布的压延参数对比

项 目	3+8×0.22ST	3+9×0.22+0.15HT
压延厚度指数	81.8	100
压延密度指数	100	100

从表2可以看出,与3+9×0.22+0.15HT钢丝帘布相比,3+8×0.22ST钢丝帘布的压延厚度减小,压延密度相同。

两种钢丝帘布的压延工艺性能良好,在压延过程中钢丝帘布表面平整、光滑,钢丝帘线排列整齐均匀,无打褶、稀线、跳线等问题,覆胶性能良好。裁断后钢丝帘布切口整齐,不松散,无变形,边部无翘头、开裂等问题,接头质量符合工艺要求。在成型过程中钢丝帘布无拉伸,排列均匀,成型接头、反包无异常。

2.3 渗胶性能

钢丝帘线的渗胶性能越好,即钢丝帘线的覆胶率越大,帘布覆胶效果越好,钢丝帘线与胶料的粘合性能也越好。覆胶率大的钢丝帘布中空气含量极小,能更好地阻隔外界的水和汽等对钢丝帘线的腐蚀,确保钢丝帘线与胶料之间长期稳定的粘合力,减少轮胎使用过程中的脱空问题,有效延长轮胎使用寿命,并可实现轮胎多次翻新。

3+8×0.22ST与3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线覆胶后的断面对比^[10]如图2所示,两种钢丝帘布的物理性能对比如表3所示。

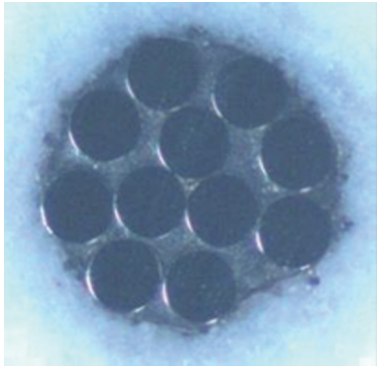
从图2可以看出,3+8×0.22ST钢丝帘线的渗胶情况好于3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线。

从表3可以看出,与3+9×0.22+0.15HT钢丝帘布相比,3+8×0.22ST钢丝帘布的粘合力、剥离强度和剥离力分别增大了5%,9%和8%。

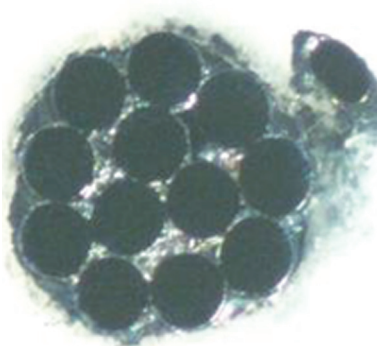
2.4 成品轮胎性能

采用3+8×0.22ST和3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线分别生产7.00R16 12PR和315/80R22.5 18PR轮胎,并进行成品试验,结果如表4所示。

从表4可以看出:与采用3+9×0.22+0.15HT



(a) $3+8\times 0.22\text{ST}$



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

图2 两种钢丝帘线覆胶后的断面对比

表3 两种钢丝帘布的物理性能对比

项 目	$3+8\times 0.22\text{ST}$	$3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$
粘合力指数	105	100
剥离强度指数	109	100
剥离力指数	108	100

表4 成品轮胎性能测试结果

项 目	7.00R16 12PR		315/80R22.5 18PR	
	A	B	A	B
压穿强度指数	101	100	102	100
高速性能指数	100(未坏)	100(未坏)	100	100
耐久性能指数	100(未坏)	100(未坏)	101	100
横向刚度指数	103	100	102	100
径向刚度指数	101	100	101	100
纵向刚度指数	103	100	101	100
滚动阻力指数	95	100	98	100

注: A代表 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线, B代表 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线。

钢丝帘线生产的轮胎相比,采用 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线生产的轮胎的高速性能、耐久性能和刚度相当,滚动阻力降低,达到了轮胎轻量化、整体性能提升的目的。

分别采用 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线生产7.00R16 12PR轮胎,并进行实际道路试验,两种钢丝帘线轮胎的试验结果相差不大,行驶里程均在10万km以上。

2.5 成本分析

$3+8\times 0.22\text{ST}$ 和 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘布的压延成本对比如表5所示。

表5 两种钢丝帘布的压延成本对比

项 目	$3+8\times 0.22\text{ST}$	$3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$
压延密度指数	100	100
帘布强度指数	97	100
钢丝帘线质量指数	86	100
胶料质量指数	79	100
帘布质量指数	83	100

从表5可以看出,与 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘布相比, $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘布的压延帘布质量减小了17%。

3 结语

采用 $3+8\times 0.22\text{ST}$ 钢丝帘线作为全钢载重子午线轮胎胎体骨架材料,比 $3+9\times 0.22+0.15\text{HT}$ 钢丝帘线更具有成本优势,在保证轮胎安全性能的前提下,钢丝帘布压延厚度减小,可以更好地降低轮胎生产成本,成品轮胎的高速性能、耐久性能和刚度变化不大,轮胎性能符合设计要求。超高强度钢丝帘线的应用不仅提升了轮胎的市场竞争力,也更加符合节能、低碳、环保的节约型社会发展要求,具有较好的应用前景。

参考文献:

[1] 蒋文彬,孙宁辉,刘金龙,等. 中国轻卡行业浅析——上篇(B)[J]. 汽车实用技术,2018(14):240-242.

[2] 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.

[3] 谢遂志,刘登祥,周鸣峦. 橡胶工业手册(修订版) 第一分册 生胶与骨架材料[M]. 北京:化学工业出版社,1989.

[4] 陈立强,张玉强. $3+8\times 0.33\text{ST}$ 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 橡胶科技,2021,19(6):280-282.

[5] 黄兆阁,李长宇,孟祥坤,等. 235/45R18轮胎带束层帘线的优化设计[J]. 橡胶工业,2020,67(3):209-213.

[6] 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.

[7] 薛彬彬,陈建军,王滨滨,等. $3+8\times 0.21\text{ST}$ 钢丝帘线在全钢载重

- 子午线轮胎胎体中的应用[J]. 中国橡胶, 2020, 36(10): 50-54.
- [8] 马明强. 子午线轮胎中的钢丝帘线/橡胶界面结构及其动态演变[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2013.
- [9] 朱大为, 周援生. 9.00R20全钢载重子午线轮胎胎体骨架材料研

究[J]. 橡塑技术与装备, 2001, 27(5): 36-38.

- [10] 王传志, 刘连波, 王天石, 等. 新型钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎轻量化设计中的应用[J]. 轮胎工业, 2022, 42(6): 361-365.

收稿日期: 2023-03-23

Application Comparison of $3+8\times 0.22$ ST and $3+9\times 0.22+0.15$ HT Steel Cord in Carcass of Truck and Bus Radial Tire

WANG Tianshi, WANG Chuanzhi, YANG Meng, BI Dewei, LIU Lianbo, ZHANG Chunying,
LI Fuxiang, GAO Tongshun

(Qingdao Doublestar Tire Industry Co., Ltd, Qingdao 266400, China)

Abstract: The application performance of $3+8\times 0.22$ ST and $3+9\times 0.22+0.15$ HT steel cords in the carcass of truck and bus radial tires was studied and compared. The results showed that compared with $3+9\times 0.22+0.15$ HT steel cord, the cord diameter and linear density of $3+8\times 0.22$ ST steel cord were smaller, the breaking force was equivalent and the rubber permeability was improved. Compared with the tires produced with $3+9\times 0.22+0.15$ HT steel cord, the high-speed performance, durability and stiffness of the tires produced with $3+8\times 0.22$ ST steel cord were equivalent, but the rolling resistance was lower, while the tire weight and production cost were reduced.

Key words: steel cord; truck and bus radial tire; carcass; rubber permeability; rolling resistance

轮胎优势企业出海范围再扩大

近期, 多家轮胎行业领先企业表示, 由于需求正在逐渐恢复, 公司在手订单充足, 产能旺盛, 国内优势轮胎企业海外建厂节奏明显加快。青岛森麒麟轮胎股份有限公司(简称森麒麟)、青岛双星轮胎工业有限公司等纷纷宣布计划建设海外工厂。据不完全统计, 目前共有14家中国轮胎企业在海外建立26处生产工厂, 除长期耕耘的泰国、越南等市场外, 柬埔寨、西班牙、摩洛哥等国也进入了国内轮胎企业的视野。

我国开拓海外, 首先源于欧美的贸易壁垒。美国自2014年开始对部分中国轮胎征收高额“双反”税, 征收的反倾销税从14.4%到87.9%不等, 反补贴税从20.7%到100.8%不等。欧盟也从2017年开始对来自中国的全钢轮胎征收“双反”税。这导致中国轮胎企业从中国出口欧美的轮胎数量大幅下降。因此, 中国轮胎企业要想出口轮胎到欧美市场, 到海外建厂成为必然选择。

轮胎行业是一个劳动密集型产业, 在贸易壁垒存在的情况下, 同时拥有丰富的橡胶资源及低

成本劳动力的东南亚无疑成为轮胎行业海外拓展首选。目前, “走出去”已成为中国轮胎企业在全球提升竞争力的核心战略。

随着经验的丰富, 我国轮胎企业“走出去”的步伐继续拓展。2023年5月, 青岛双星柬埔寨轮胎工厂在柬埔寨桔井省正式奠基, 通用股份柬埔寨轮胎生产基地举行了开业庆典。此外, 赛轮集团股份有限公司的柬埔寨工厂年产900万条半钢轮胎项目已正式投入运营, 柬埔寨工厂年产165万条全钢轮胎项目也已全线贯通。

在距离欧洲核心市场更近的地区, 我国轮胎行业的拓展也没有停下。森麒麟拟通过定增募资不超过28亿元, 用于在西班牙建设子午线轮胎工厂; 同时也在加快推进在摩洛哥年产600万条高性能轿车轮胎、轻型载重子午线轮胎项目。此外, 山东玲珑轮胎股份有限公司在塞尔维亚的工厂进展顺利, 全钢轮胎产品已实现量产发货, 并且塞尔维亚工厂将与配套零售相结合, 为多家知名车企供货。

(摘自《中国化工报》, 2023-06-19)