2×0.30ST钢丝帘线在半钢子午线轮胎带束层中的应用

薛彬彬，陈建军，刘凯华
（山东华盛橡胶有限公司，山东 广饶 257300）

摘要：研究2×0.30ST钢丝帘线在175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层中的应用。结果表明：使用2×0.30ST钢丝帘线替代3×0.30HT钢丝帘线用于175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层，工艺性能满足轮胎生产要求，成品轮胎性能达到或高于国家标准要求；与3×0.30HT钢丝帘线相比，2×0.30ST钢丝帘线直径和线密度小，压延帘布厚度减小，有利于实现轮胎轻量化，从而降低轮胎滚动阻力、生产成本以及燃料消耗。

关键词：半钢子午线轮胎；带束层；钢丝帘线；外缘尺寸；高速性能；耐久性能；轻量化
中图分类号：U463.341+.6；TQ330.38+9 **文章编号：**1006-8171(2020)09-0556-04
文献标志码：A **DOI：**10.12135/j.issn.1006-8171.2020.09.0556
OSID开放科学标识码（扫码与作者交流）

近年来，随着我国社会经济和汽车工业的发展，轮胎工业得到快速发展，目前我国轮胎子午化率已达到94%。随着绿色、环保、低碳出行理念的普及，绿色轮胎得到大部分消费者的认可[1-2]。近年中美贸易摩擦不断升级，国外贸易保护政策也涉及到轮胎行业。为了适应轮胎市场变化、增强竞争力，轮胎企业必须致力于提高产品质量，降低轮胎滚动阻力、实现轮胎轻量化等是轮胎企业应该重点考虑的问题。

轻量化这一概念最先起源于赛车运动，就是在保证轮胎强度和安全性的前提下，尽可能地减小轮胎自身的质量，从而提高输出功率、降低噪声、提高操纵性能和可靠性，进而达到提高行驶速率、降低燃油消耗、减小废气排放量的目的。目前最常用、最便捷和最普遍的轮胎轻量化设计方法是在保证轮胎安全性和使用性能的前提下，采用小直径超高强度钢丝帘线替代传统规格的钢丝帘线。带束层是半钢子午线轮胎的主要受力部件，起缓和冲击和箍紧胎体的作用，故应采用高强力、高模量和小角度排列的帘线作为增强材料，同时辅以结构紧凑、高渗胶性能的2×0.30ST钢丝帘线作为骨架材料[3]。

本工作采用2×0.30ST钢丝帘线替代3×0.30HT钢丝帘线用于175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层中，研究轮胎性能和生产成本的变化。

1 实验

1.1 主要原材料

2×0.30ST钢丝帘线和3×0.30HT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

四辊钢丝帘布压延生产线，日本IHI公司产品；小角度钢丝帘布裁断机，天津赛象科技股份有限公司产品；二次法成型机，萨驰集团控股有限公司产品；轮胎液压硫化机，巨轮智能装备股份有限公司产品；轮胎高速耐久试验机和轮胎强度试验机，青岛高测科技股份有限公司产品。

1.3 性能测试

钢丝帘线直径、线密度、破断力和粘合力按照GB/T 11181—2016《子午线轮胎用钢帘线》进行测定；钢丝帘线其他性能按照相应国家标准或企业标准进行测试；成品轮胎高速性能、耐久性能和强度性能按照GB/T 4502—2016《轿车轮胎性能室内试验方法》进行测试。

作者简介：薛彬彬（1986—），男，山东滨州人，山东华盛橡胶有限公司工程师，学士，主要从事橡胶轮胎配方设计和材料研究。
E-mail：544528985@qq.com

2　结果与讨论

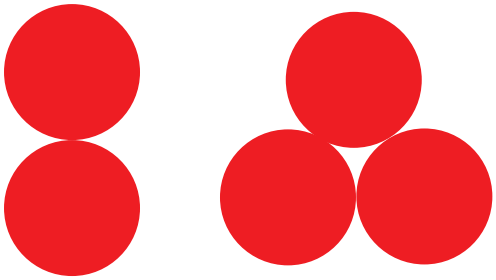
2.1　基本性能

2.1.1　钢丝帘线性能和结构

2×0.30ST钢丝帘线和3×0.30HT钢丝帘线的性能指标对比见表1，结构对比如图1所示。

表1　两种钢丝帘线的性能指标对比

项　　目	2×0.30ST	3×0.30HT
帘线直径/mm	0.60±0.03	0.67±0.06
线密度/(g·m^{-1})	1.12±0.05	1.68±0.10
破断力/N	≥450	≥610
破断伸长率/%	≥2.0	≥1.9
粘合力/N	≥450	≥500
覆胶率/%	≥80	≥70
镀层铜质量分数×10^2	63.5±2.5	63.5±2.6
铜层质量/(g·kg^{-1})	3.4±0.9	3.4±0.1
捻距/mm	14.0±0.7	16.0±0.6
捻向	S	S



(a) 2×0.30ST　　(b) 3×0.30HT

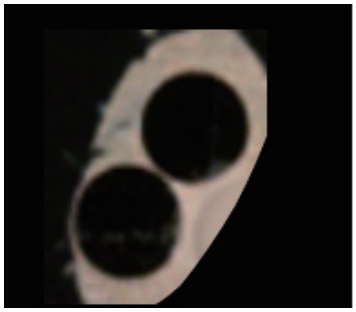
图1　两种钢丝帘线结构对比

从表1可以看出：两种钢丝帘线均为同捻向结构、无外缠丝，镀层质量设计标准一致；与3×0.30HT钢丝帘线相比，2×0.30ST钢丝帘线直径和线密度明显减小，有利于轮胎轻量化，破断力和粘合力降低，这与钢丝帘线结构有关，在实际使用中可根据不同规格轮胎带束层的性能要求调整钢丝帘布压延密度和压延厚度，以确保成品轮胎最佳性能。

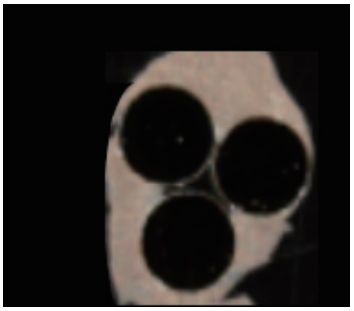
2.1.2　渗胶性能

2×0.30ST钢丝帘线和3×0.30HT钢丝帘线覆胶后横截面对比如图2所示。

从图2可以看出：3×0.30HT钢丝帘线的3根钢丝中间不能完全渗胶，存留的空气形成空气通道；2×0.30ST钢丝帘线的渗胶性能优于3×0.30HT钢丝帘线，空气含量减小，即渗胶空气压力损失减小。



(a) 2×0.30ST



(b) 3×0.30HT

图2　两种钢丝帘线覆胶后横截面对比

2.2　工艺性能

2.2.1　压延工艺

2×0.30ST钢丝帘布和3×0.30HT钢丝帘布的压延工艺参数对比如表2所示。

表2　两种钢丝帘布压延工艺参数对比

项　　目	2×0.30ST	3×0.30HT
压延密度/(根·dm^{-1})	94	75
覆胶帘布厚度/mm	1.2	1.4
压延帘布宽度/mm	1 092	1 092
帘布强度指数	93.2	100
胶料质量指数	84.8	100
帘线质量指数	86.2	100
帘布质量指数	85.5	100

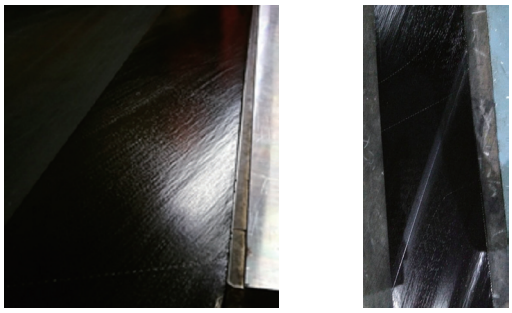
由于2×0.30ST钢丝帘线破断力小于3×0.30HT钢丝帘线，故在2×0.30ST钢丝帘布压延工艺中增大压延密度，以保证钢丝帘布强度。

从表2可以看出，与3×0.30HT钢丝帘布相比，2×0.30ST钢丝帘布厚度减小0.2 mm，帘布质量减小14.5%，有利于减小单胎质量。

在保持锭子房温度和湿度、压延张力等条件一致的情况下，2×0.30ST钢丝帘布压延工艺性能良好，帘布表面光滑平整，尺寸稳定，粘合性能以及气体含量均满足现场工艺要求。

2.2.2 裁断工艺

2×0.30ST钢丝帘布的裁断工艺性能见图3。



(a)帘布裁断状态 (b)帘布自动拼接状态

图3 2×0.30ST钢丝帘布的裁断工艺性能

从图3可以看出:2×0.30ST钢丝帘布在裁断过程中未出现翘头、变形、打弯等不良现象,帘布平整,切口处钢丝帘线不松散;裁断后自动拼接正常,接头质量符合现场工艺标准,未出现稀线、并线、跳线等异常现象。

2.2.3 成型工艺

2×0.30ST钢丝帘布的成型工艺性能见图4。

(a)成型接头贴合状态 (b)成型胎坯挺性状态

图4 2×0.30ST钢丝帘布的成型工艺性能

从图4可以看出,2×0.30ST钢丝帘布成型工艺性能良好,成型过程中钢丝帘布无拉伸,钢丝排列均匀,带束层贴合正常,接头(对接)粘合性能和成型胎坯挺性良好。

2.2.4 硫化工艺

采用2×0.30ST钢丝帘布带束层的轮胎硫化工艺正常,硫化后外观质量符合现场质量标准要求。成品轮胎经X光和均匀性检查无异常,满足设计要求。

2.2.5 安全倍数

在175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层中采用2层2×0.30ST钢丝帘布替代2层3×0.30HT钢丝帘布,保证带束层帘布强度相当,带束层的厚度和质量减小,带束层安全倍数较设计标准提高10%,满足轮胎设计要求。

2.3 成品性能

采用2×0.30ST钢丝帘线替代3×0.30HT钢丝帘线用于175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层,随机抽取外观、X光及均匀性检查无异常的成品轮胎进行室内性能试验。

轮胎的充气外缘尺寸、高速性能、耐久性能、强度性能和滚动阻力性能检测结果如表3所示。

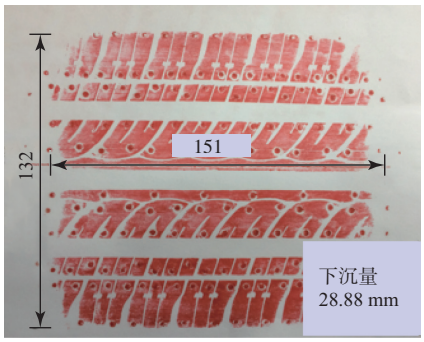
表3 两种钢丝帘线成品轮胎室内检测性能对比

项 目	2×0.30ST	3×0.30HT
充气外缘尺寸		
外周长/mm	1 827	1 831
外直径/mm	582	583
断面宽/mm	178	180
单胎质量/kg	6.4	6.8
高速性能		
最高速度/(km·h^{-1})	210	210
累计行驶时间/min	90	90
试验结束时轮胎状况	未损坏	未损坏
耐久性能		
累计行驶时间/h	90	90
累计行驶里程/km	7 200	7 200
试验结束时轮胎状况	未损坏	未损坏
强度性能		
破坏能/J	477	475
试验结束时轮胎状况	触及轮辋,未压穿	压穿
强度指数/%	162	161
滚动阻力性能		
滚动阻力系数/(N·kN^{-1})	8.5	8.9
能耗等级	C	C

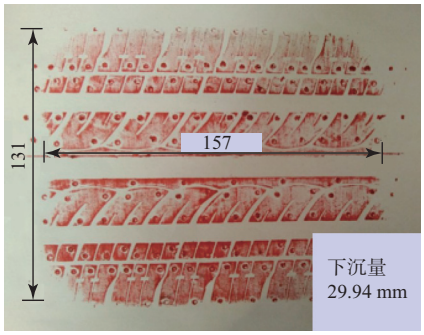
从表3可以看出:与使用3×0.30HT钢丝帘线的成品轮胎相比,使用2×0.30ST钢丝帘线的成品轮胎的充气外缘尺寸无明显差异,单胎质量减小5.9%;高速性能、耐久性能和强度性能相当;滚动阻力系数降低4.5%。在相同条件下,使用2×0.30ST钢丝帘线的成品轮胎的燃料消耗量更小,即更易实现轮胎轻量化设计目标,同时轮胎的高速性能、耐久性能和强度性能均满足或高于国家标准要求。

两种钢丝帘线成品轮胎的接地印痕及下沉量如图5所示。

从图5可以看出:与使用3×0.30HT钢丝帘线



(a) 2×0. 30ST钢丝帘线轮胎



(b) 3×0. 30HT钢丝帘线轮胎

图5　两种钢丝帘线成品轮胎的接地印痕及下沉量

的成品轮胎相比，使用2×0. 30ST钢丝帘线的成品轮胎的接地印痕面积和行驶面宽度相近，即轮胎的抓着性能相当；使用2×0. 30ST钢丝帘线的成品轮胎的下沉量减小3. 5%，有利于降低轮胎噪声，改善乘坐舒适性。

2.4　成本分析

使用2×0. 30ST钢丝帘线替代3×0. 30HT钢丝帘线用于175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层，单胎质量减小0. 4 kg，其中胶料质量减小0. 21 kg，帘线质量减小0. 19 kg，按照每年生产100万条175/65R14 82H轮胎计算，每年可节省210 t胶料、190 t钢丝帘线，原材料成本降低94. 05万元。

3　结论

使用2×0. 30ST钢丝帘线替代3×0. 30HT钢丝帘线用于175/65R14 82H半钢子午线轮胎带束层，压延、裁断、成型和硫化工艺正常，满足轮胎生产要求；成品轮胎各项性能均达到或高于国家标准要求；由于2×0. 30ST钢丝帘线直径和线密度小，可减小轮胎自身质量、降低滚动阻力，更有利于降低燃料消耗、排气污染和生产成本，满足轮胎工业节能、环保、低碳及轻量化设计的发展要求。

参考文献：

[1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业，2018，65(1)：105-112.

[2] 苏博. 新常态下我国轮胎产业的挑战与发展战略[J]. 橡胶科技，2017，15(1)：5-8.

[3] 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.

收稿日期：2020-03-29

Application of 2×0. 30ST Steel Cord in Belt of Steel-belted Radial Tire

XUE Binbin，*CHEN Jianjun*，*LIU Kaihua*

(Shandong Huasheng Rubber Co. ，Ltd，Guangrao　257300，China)

Abstract：The application of 2×0. 30ST steel cord in the belt of 175/65R14 82H steel-belted radial tire was studied. The results showed that，using 2×0. 30ST steel cord instead of 3×0. 30HT steel cord in the belt of 175/65R14 82H steel-belted radial tire，the processing properties met the tire production requirements，and the performance of finished tire met or exceeded the requirements of national standard. Compared with 3×0. 30HT steel cord，the diameter and the line density of 2×0. 30ST steel cord were smaller. As a result，the thickness of calendering cord was reduced，which was conducive to lowering tire weight. Therefore，the rolling resistance，production cost and fuel consumption were reduced.

Key words：steel-belted radial tire；belt；steel cord；peripheral dimension；high speed performance；durability；lightweight