0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线在全钢轻型载重子午线轮胎胎体中的应用

姚凤刚，严　华，徐　龙，丁兴龙

（张家港市骏马钢帘线有限公司，江苏 张家港　215600）

摘要：研究0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线替代3/8＋13×0.18＋0.15HT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3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线相比，0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线具有单位直径强度和刚度大、直径小及耐老化性能和耐疲劳性能好等特点；以其替代3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线用于315/80R22.5全钢轻型载重子午线轮胎胎体中，成品轮胎的充气外缘尺寸基本不变，强度性能、耐久性能和高速性能均有较大提高，在保证胎体安全倍数、轮胎使用安全性能和承载能力不变的情况下，可减小胎体质量，降低成本，延长轮胎的使用寿命。

关键词：钢丝帘线；全钢轻型载重子午线轮胎；胎体；轻量化；成品性能；使用寿命

中图分类号：U463.341^{+}.3/.6；TQ330.38^{+}9　　**文章编号**：1006-8171(2020)10-0611-03

文献标志码：A　　**DOI**：10.12135/j.issn.1006-8171.2020.10.0611

OSID开放科学标识码（扫码与作者交流）

汽车工业和运输业的飞速发展对轮胎的需求不断增大，极大地推动了轮胎工业的发展。在目前供大于求的激烈市场竞争局面下，轮胎生产企业只有在产品质量和生产成本上占有优势，才能为实现轮胎轻量化和低滚动阻力等发展提供保　障[1]。在轮胎设计中，胎体帘线应具备高承载能力，具有耐老化、耐疲劳、耐磨损及高抗冲击等性能，特别是老化后的帘线粘合力损失率要小。因此胎体趋于采用同向捻、无外缠丝结构钢丝帘线。

随着钢丝帘线产品性能的提高，轮胎胎体采用同向捻及渗胶性能较好的高强度钢丝帘线是发展方向，这可以减小轮胎在使用过程中的交互应力，提高轮胎质量，有效延长轮胎的使用寿命。

本工作研究0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线替代3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线应用于315/80R22.5全钢轻型载重子午线轮胎胎体中，对轮胎性能和成本进行对比。

1　实验

1.1　主要原材料

0.20＋6＋11×0.18HT和3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线，张家港市骏马钢帘线有限公司产品。

1.2　主要设备和仪器

钢丝帘布压延生产线，日本IHI公司产品；90°钢丝帘布裁断机，韩国大禾公司产品。

1.3　性能测试

钢丝帘线性能按GB/T 16586—2014和GB/T 33159—2016进行测试；成品轮胎外缘尺寸和强度性能分别按GB/T 521—2012和GB/T 4501—2016进行测试。

2　结果与讨论

2.1　钢丝帘线性能

2.1.1　基本性能

0.20＋6＋11×0.18HT和3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线的基本性能指标如表1所示。从表1可以看出，0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线线密度小于、单位直径破断力大于3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线，即可以更小帘布厚度和帘线用量达到相同的性能要求。

2.1.2　其他性能

（1）渗胶性能。检测表明，0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线空气含量小于3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线。

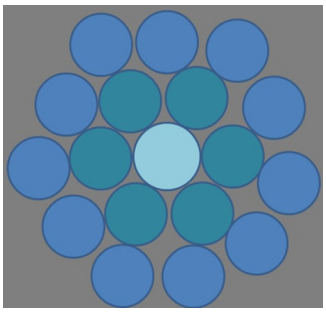
作者简介：姚凤刚（1980—），男，江苏张家港人，张家港市骏马钢帘线有限公司工程师，学士，主要从事钢丝帘线研发和生产管理工作。

E-mail：993357866@qq.com

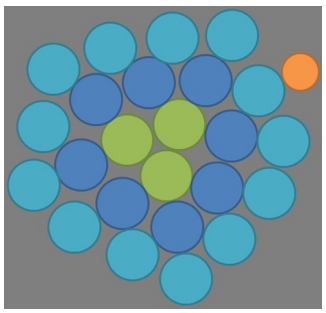
表1 两种钢丝帘线的基本性能指标

项 目	0.20+6+11×0.18HT	3/8+13×0.18+0.15HT
单丝直径/mm	0.20/0.18	0.18/0.15
帘线直径/mm	0.92±0.06	1.33±0.07
线密度/(g·m^{-1})	3.80±0.20	5.10±0.20
破断力/N	≥1 421	≥1 784
破断力/帘线直径/(N·mm^{-1})	≥1 545	≥1 341
破断力/线密度/(N·m·g^{-1})	≥372	≥350
捻向	S/S	S/Z/S
捻距/mm	6/12	10/16/5

0.20+6+11×0.18HT和3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线的截面如图1所示。



(a) 0.20+6+11×0.18HT



(b) 3/8+13×0.18+0.15HT

图1 两种钢丝帘线的截面示意

(2)耐老化性能。两种钢丝帘线老化后粘合性能变化率对比如表2所示。从表2可以看出,与3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线相比,0.20+6+11×0.18HT钢丝帘线热空气老化、蒸汽老化、盐水老化和热水老化后的粘合性能保持率有明显的优势。

(3)刚度。两种钢丝帘线刚度对比如表3所示。从表3可以看出,0.20+6+11×0.18HT钢丝帘线的刚度大于3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线,不易出现压延稀并线及裁断翘头问题,轮胎成型工艺性能较好。

(4)耐弯曲疲劳性能。采用三辊疲劳试验机进行耐弯曲疲劳性能试验。两种钢丝帘线弯曲疲劳次数对比如表4所示。从表4可以看出,0.20+6+11×0.18HT钢丝帘线的耐弯曲疲劳性能优于3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线,主要是3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线在进行疲劳试验时外缠丝先行断裂,故采用0.20+6+11×0.18HT钢丝帘线作全钢轻型载重子午线轮胎胎体帘线可延长轮胎的使用寿命。

表2 两种钢丝帘线老化后粘合性能变化率对比

老化条件	0.20+6+11×0.18HT	3/8+13×0.18+0.15HT
150 ℃×4 d热空气老化	−0.124 48	−0.627 54
150 ℃×4 d蒸汽老化	−0.443 59	−0.618 65
盐水老化4 d[1)]	−0.024 30	−0.084 86
150 ℃×4 d热水老化	−0.095 73	−0.135 55
150 ℃×8 d热空气老化	−0.540 31	−0.742 72
150 ℃×8 d蒸汽老化	−0.331 85	−0.466 97
盐水老化8 d[1)]	−0.078 54	−0.182 08
150 ℃×8 d热水老化	−0.122 01	−0.195 73

注:老化后粘合性能变化率=(老化后粘合力−老化前粘合力)/老化前粘合力;试验压力为2 000 MPa;1)NaCl质量分数为0.2。

表3 两种钢丝帘线刚度对比 TSU

试 验	0.20+6+11×0.18HT	3/8+13×0.18+0.15HT
第1次	40	28
第2次	40	29
第3次	40	29
第4次	41	29
第5次	40	27
平均值	40.2	28.4

表4 两种钢丝帘线弯曲疲劳次数对比

试 验	0.20+6+11×0.18HT	3/8+13×0.18+0.15HT
第1次	194 400	136 800
第2次	205 200	141 300
第3次	210 600	138 900
第4次	243 900	159 300
第5次	234 270	144 720
平均值	217 674	144 204

综合来看,与3/8+13×0.18+0.15HT钢丝帘线相比,0.20+6+11×0.18HT钢丝帘线刚度大,渗胶性能、耐老化性能和耐弯曲疲劳性能更好。

2.2 工艺性能

2.2.1 压延

在放线张力控制在10.0~12.5 N、密度为70根·dm^{-1}、厚度为2.4 mm条件下压延0.20+6+11×0.18HT钢丝帘布。压延过程中无跳线、稀并

线情况，帘布表面光滑平整，覆胶均匀，厚度控制正常，如图2所示。



图2　0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘布正常压延示意

2.2.2　裁断

0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘布在裁断过程中断面平整，无冒芯情况；裁断四角无翘头，上下边无拱起情况；接头1 m内数据分析正常，拼接良好，如图3所示。



图3　0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘布正常裁断示意

2.2.3　成型

由于0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线直径较小、刚度较大，因此成型过程中，钢丝帘布接头未见异常情况，胎体反包正常。

2.3　成品性能

将0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线用于胎体，生产315/80R22.5全钢轻型载重子午线轮胎，成品轮胎性能测试结果如表5所示。从表5可以看出：与胎体使用3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线的轮胎相比，胎体使用0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线的轮胎充气外缘尺寸、胎圈耐久性能和强度相当，耐久性能明显提高；高速性能试验结束时行驶速度达到180 km·h^{-1}，速度级别超过R级。

2.4　成本分析

以0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线替代3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线用于全钢轻型载重子午线轮胎胎体，生产成本对比如表6所示。从表6可以看出，采用压延密度为70根·dm^{-1}的

表5　成品轮胎性能测试结果

项　目	0.20＋6＋11×0.18HT	3/8＋13×0.18＋0.15HT
充气外缘尺寸/mm		
外直径	1 081	1 081
断面宽	315	315
胎圈耐久性能[1)]/h	110	109
压穿强度与标准值的百分比/%	230	225
耐久性试验的累计行驶时间[2)]/h	110.5	60.4
高速性能试验[3)]		
最高速度/(km·h^{-1})	180	170
累计行驶时间/h	15.4	14.8

注：1）轮胎充气压力为900 kPa，额定负荷为4 000 kg，试验速度为50 km·h^{-1}；2）初始速度为80 km·h^{-1}，在达到国家标准要求的47 h后，每10 h速度提高5 km·h^{-1}、负荷增大10%进行试验，直至轮胎损坏为止；3）轮胎充气压力为900 kPa，额定负荷为4 000 kg，试验初始速度为55 km·h^{-1}。

表6　两种钢丝帘线轮胎生产成本对比

项　目	0.20＋6＋11×0.18HT	3/8＋13×0.18＋0.15HT
帘线平均直径/mm	0.92	1.33
最小破断力/N	1 421	1 784
线密度/(g·m^{-1})	3.8	5.1
帘线密度/(根·dm^{-1})	70	55
帘线间距/mm	0.51	0.49
帘布厚度/mm	2.4	2.6
帘布强度指数	101	100
帘线用量/(g·m^{-2})	2 660	2 805
胶料用量/(g·m^{-2})	2 327	2 532

0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘布替代3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘布，轮胎帘线用量减小145 g·m^{-2}，胶料用量减小205 g·m^{-2}，帘布质量减小350 g·m^{-2}，成本降低。

3　结论

采用0.20＋6＋11×0.18HT钢丝帘线替代3/8＋13×0.18＋0.15HT钢丝帘线用于315/80R22.5全钢轻型载重子午线轮胎胎体，钢丝帘布厚度和质量减小，渗胶性能和耐老化性能都有所提高，成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、耐久性能和高速性能均达到国家标准要求。

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.

收稿日期：2020-04-10