

2+7×0.30ST 超高强度钢丝帘线的性能及应用

刘 臣, 崔世云

(江苏宝钢精密钢丝有限公司, 江苏 海门 226100)

摘要:介绍 2+7×0.30ST 钢丝帘线的结构和性能, 并与 4+6×0.30HT 钢丝帘线进行对比。结果表明, 与 4+6×0.30HT 钢丝帘线相比, 2+7×0.30ST 钢丝帘线强度高、线密度小, 破断力/线密度和破断力/帘线直径比值较高, 有利于提高轮胎的承载能力和安全性能, 其椭圆形结构具有优良的渗胶性能, 并可显著减小帘布质量, 满足轮胎轻量化的要求。

关键词:钢丝帘线; 超高强度; 轮胎; 带束层

中图分类号: TQ330.38⁺9; U463.341⁺.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2015)10-0622-03

现代生活和生产中, 人们对汽车的需求越来越大, 带动了轮胎工业的迅速发展, 也对轮胎企业提出了更高的要求, 轮胎的耐久性能、速度性能、安全性能及翻新率不断提高。带束层是全钢载重子午线轮胎的关键部件, 承受了轮胎 60% 以上的负荷, 骨架材料性能是决定轮胎综合性能的重要因素之一。带束层用钢丝帘线注重橡胶渗透性能、刚度、粘合性能、拉伸强度、耐腐蚀性能、抗压缩性能、抗冲击性能和尺寸稳定性。

在竞争压力下, 降本增效也是轮胎企业在市场中谋求发展的必要措施, 有限资源的节约使用被制造业提上日程。因此, 作为轮胎骨架材料的钢丝帘线不断接受着性能、成本与能源节约的挑战, 加之世界各地越来越重视节能减排, 高性能、低能耗轮胎的发展越来越快, 轮胎对钢丝帘线的要求也越来越高^[1-2]。我公司基于子午线轮胎带束层的受力特点^[3], 成功开发出 2+7×0.30ST 超高强度钢丝帘线, 用于替代 4+6×0.30HT 钢丝帘线, 将其性能和应用情况简介如下。

1 实验

1.1 原材料

选用公司自主研发的碳质量分数为 0.008 2、直径为 5.5 mm 的盘条, 经过干拉、热处理、湿拉

等工序拉拔成直径为 0.30 mm 的单丝。

1.2 试验设备

万能拉伸试验机, 美国英斯特朗公司产品; 硫化机, 湖州宏桥橡胶机械公司产品; 金相正置显微镜, 日本奥林巴斯公司产品; 空气压降机和 RV 疲劳测试机, 常州贝斯塔德公司产品。

1.3 性能测试

钢丝帘线物理性能按照国家标准进行测试, 与橡胶的粘合力测试按照 ASTM D 2229: 1993 硫化, 硫化条件为 151 °C/90 kN×20 min, 帘线埋入深度为 25 mm, 冷却时间为 24 h, 抽出速度为 100 mm·min⁻¹; 渗胶试验采用金相横截面法和空气压降法两种, 疲劳测试使用弯曲疲劳测试, 轴向负荷分别为 200, 300 和 400 N, 每分钟弯曲 130 次。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

2+7×0.30ST 钢丝帘线是由 9 根直径相同的超高强度钢丝按照相同的捻距和捻向由 7 根外层钢丝不规则地围绕着 2 根内层钢丝捻制而成。由于单丝强度很高, 达到 2 540 MPa, 增强了带束层的抗冲击性能和抗剪切性能。为提高单丝的强度, 选用了高碳、高净度的盘条, 增大拉拔过程中的压缩比以产生较大的加工硬化, 为消除高强度带来的钢丝易断现象, 对中间热处理、拉拔过程、模链的设计及成绳方式均进行了特别处理。

2+7×0.30ST 与 4+6×0.30HT 钢丝帘线

作者简介:刘臣(1972—), 男, 江苏江阴人, 江苏宝钢精密钢丝有限公司工程师, 学士, 主要从事钢丝帘线产品研发和工艺管理工作。

的基本性能指标对比见表 1。2+7×0.30ST 钢丝帘线在结构上虽然比 4+6×0.30HT 钢丝帘线少了一根钢丝,但因单丝强度级别高,其整体破断力反而较高,且直径和线密度均较小,因此破断力/帘线直径和破断力/线密度比值均较大,在帘布相同质量下,其强度指数较高,可有效提高轮胎的承载能力和安全性能;在强度指数相同的情况下,可减小帘布厚度和钢丝帘线用量。

表 1 两种钢丝帘线基本性能指标对比

项 目	2+7×	4+6×
	0.30ST	0.30HT
帘线直径/mm	1.16±0.06	1.18±0.06
线密度/(g·m ⁻¹)	5.08±0.26	5.62±0.28
最小破断力/N	2 050	1 980
破断力/帘线直径/(N·mm ⁻¹)	1 767	1 678
破断力/线密度/[N·(g·m ⁻¹) ⁻¹]	404	352

2.2 渗胶性能

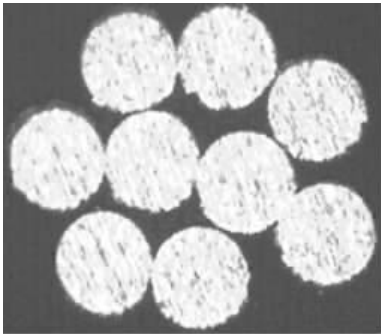
4+6×0.30HT 钢丝帘线因横截面为不规则特殊多边形结构,增大了胶料与钢丝帘线的接触面积,且 6 根钢丝对 4 根芯股不能完全包裹,帘线间隙大,渗胶性能好^[4-5]。2+7×0.30ST 钢丝帘线芯股为 2 根钢丝,芯股不规整,外层 7 根钢丝也不能实现对芯股的完全包裹,外层与芯股之间有更多的间隙,此结构不仅使得橡胶能通过该间隙充分渗透,也能对芯股单丝进行很好的包埋^[6],橡胶渗透性能大幅提高,有效地提高了钢丝帘线与橡胶之间的粘合力,钢丝帘线在轮胎中的结构稳定性也得到提高。橡胶的充分渗入避免了水汽的侵入,提高了钢丝帘线的耐腐蚀能力和轮胎使用寿命。两种结构钢丝帘线的渗胶截面如图 1 所示。由图 1 可见,两种钢丝帘线均有较多的间隙,胶料可以完全填充,没有空洞产生。

两个渗胶样品在同等条件下进行空气压力降测试,空气压力降均为零,因此均为全渗胶。

两种结构钢丝帘线的粘合力 and 附胶率数据对比见表 2。由表 2 可见:由于 2+7×0.30ST 钢丝帘线少了一根钢丝,与橡胶接触的面积减小,粘合力略低于 4+6×0.30HT 钢丝帘线;两者由于均是全渗胶,附胶率均为 100%。

2.3 耐疲劳性能

两种钢丝帘线在不同轴向压力下的连续弯曲



(a)2+7×0.30ST



(b)4+6×0.30HT

图 1 两种钢丝帘线渗胶截面

表 2 钢丝帘线粘合力 and 附胶率对比

项 目	2+7×0.30ST	4+6×0.30HT
平均粘合力/N	911	946
平均附胶率/%	100	100

后发生断裂时弯曲的总次数见表 3。由表 3 可见,在 200 和 300 N(标准测试条件)轴向压力下,2+7×0.30ST 钢丝帘线耐疲劳性能好于 4+6×0.30HT 钢丝帘线,随着轴向压力进一步增大,2+7×0.30ST 钢丝帘线疲劳衰减程度大于 4+6×0.30HT 钢丝帘线。这是因为 2+7×0.30ST 钢丝帘线单丝强度高,加工硬化率大,塑性较差,受轴向压力大时,连续弯曲易产生裂纹,从而发生断裂。

表 3 钢丝帘线疲劳次数对比

项 目	2+7×0.30ST	4+6×0.30HT
200 N 轴向压力	3 242	2 854
300 N 轴向压力	2 451	2 387
400 N 轴向压力	2 067	2 135

2.4 帘布性能

2+7×0.30ST 钢丝帘线断面呈略微扁平椭圆状,因此在压延时可以减小帘布厚度,进而减小

胶料用量。两种钢丝帘布性能对比见表4。由表4可见,按照相同的帘线排列密度,2+7×0.30ST帘布强度较4+6×0.30HT有4%的提升,可以解决4+6×0.30HT因直径限制无法通过提高帘线压延密度来提高全钢载重子午线轮胎强度的问题。此外,帘布帘线质量和胶料质量均有大幅减小,满足轮胎轻量化需求。

表4 钢丝帘布性能对比

项 目	2+7×0.30ST	4+6×0.30HT
帘线密度/(根·dm ⁻¹)	70	70
帘布厚度/mm	2.0	2.1
帘布强度指数	104	100
帘布帘线质量指数	90.4	100
帘布胶料质量指数	92.8	100
帘布质量指数	91.5	100

3 结论

2+7×0.30ST 钢丝帘线强度高,综合物理性能优于 4+6×0.30HT 钢丝帘线,其芯股采用 2 根钢丝结构设计,呈椭圆形,比表面积相对较大,芯股及外层单丝之间间隙大,有利于胶料

渗透。以 2+7×0.30ST 钢丝帘线代替 4+6×0.30HT 钢丝帘线用于轮胎带束层,耐疲劳性能和帘布强度提高,同时可显著减小帘布质量,降低生产成本,提高经济效益,满足轮胎轻量化的要求。

参考文献:

[1] 杨绍延,雷旻,黄忠渠. 国内钢丝帘线市场状况及发展走势分析[J]. 贵州工业大学学报(自然科学版),2006,35(1):92-95.

[2] 赵新伟,宋喜政,许庆江. 几种新结构钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业,2008,28(9):523-525.

[3] 武淑珍,庄健,王冉. 高强度钢丝帘线在半钢子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业,2007,27(9):555-557.

[4] 王业敬,赵瑞青. 4+6×0.30HT Betru® 钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业,2011,31(12):748-753.

[5] 罗奕文,钱生民,惠静. 4+6HT Betru® 系列钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业,2009,29(12):745-748.

[6] 马小刚,刘连波. 钢丝帘线芯股结构对胶料渗透性能的影响[J]. 轮胎工业,2008,28(3):138-140.

第 8 届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

Property and Application of 2+7×0.30ST Super Strength Steel Cord

LIU Chen,CUI Shi-yun

(Jiangsu Baosteel Fine Wire & Cord Co.,Ltd.,Haimen 226100,China)

Abstract: The structure and properties of 2+7×0.30ST steel cord were introduced,and compared with 4+6×0.30HT steel cord. The results showed that,compared with 4+6×0.30HT steel cord,the strength of 2+7×0.30ST steel cord was higher,the linear density was lower,and the ratios of breaking force/linear density and breaking force/cord diameter were higher,which was in favor of improving the carrying capacity and safety performance of tire. 2+7×0.30ST steel cord possessed good rubber penetrability because of its elliptical structure,and could significantly reduce the cord weight to meet the requirements of lightweight tire.

Key words: steel cord;super strength;tire;belt

一种设置有磨损坑的轮胎

中图分类号:U463.341;TQ336.1 文献标志码:D

由中橡集团曙光橡胶工业研究设计院申请的专利(公开号 CN 104742663A,公开日期 2015-07-01)“一种设置有磨损坑的轮胎”,涉及的

轮胎胎面胶上径向均匀分布有 4 个以上磨损坑,通过肉眼观察即可清晰地判断轮胎是否磨到更换标准,能及时、有效地减少各类因为轮胎更换不及时所引发的交通事故。

(本刊编辑部 马 晓)