

# 3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用

王成德,程德祥,高原,闫东方

(山东恒宇科技集团,山东 东营 257300)

**摘要:**研究同捻向结构、无外缠丝、紧密型高强度的3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用。结果表明:与3+9+15×0.175 W钢丝帘线相比,3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线直径和线密度较小,破断力/线密度大;采用3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎胎体,帘布压延、裁断和成型工艺性能良好,成品轮胎的外缘尺寸变化不大,强度性能和耐久性能提高,质量减小,生产成本降低,经济效益较好。

**关键词:**全钢载重子午线轮胎;高强度钢丝帘线;胎体

**中图分类号:**U463.341<sup>+</sup>.3/6;TQ330.38<sup>+</sup>9 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2017)04-29-04

随着国内经济增长放缓、轮胎企业竞争加剧以及公路运输发展,对轮胎的高速性能、安全性和经济性提出了更高的要求。2016年8月,交通运输部印发《整治公路货车违法超限超载行为专项行动方案》的通知,对超载运输行为进行治理,轮胎使用条件必然会发生较大变化。轮胎企业必须进行技术革新和材料创新才能适应快速变化的市场需求。

目前轮胎胎体用钢丝帘线的发展趋势为:

①无外缠丝,以提高耐磨损性能;②紧密型或同捻向结构,避免交互捻向层与层间的点接触引起切割磨损;③直径小,强度更高(HT/ST),以减小钢丝帘线用量,提高轮胎耐疲劳性能。

本工作用紧密型高强度3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎胎体中,研究轮胎性能和成本变化。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

3×0.24/9×0.225CCST和3+9+15×0.175W钢丝帘线,贝卡尔特(山东)钢帘线有限公司产品。

**作者简介:**王成德(1986—),男,山东临沂人,山东恒宇集团工程师,学士,主要从事轮胎结构设计及产品开发工作。

### 1.2 主要设备

四辊钢丝帘线压延机,钢丝帘线裁断机,一次法轮胎成型机,双模硫化机,拉力试验机,强度试验机,耐久试验机。

### 1.3 性能测试

成品轮胎的强度性能按照GB/T 4501—2008《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行测试,耐久性能按照企业标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 钢丝帘线性能和结构

3×0.24/9×0.225CCST和3+9+15×0.175W钢丝帘线的主要性能指标对比如表1所示,结构对比如图1所示。

从表1和图1可以看出,与3+9+15×0.175W

表1 两种钢丝帘线的主要性能指标对比

项 目	3×0.24/9× 0.225CCST	3+9+15× 0.175W
帘线直径/mm	0.94	1.34
线密度/(g·m <sup>-1</sup> )	3.94	5.42
最小破断力/N	1 700	1 720
抽出力/N	1 200	1 250
捻距/mm	14	5/10/16/3.5
捻向	S	S/S/Z/S
铜质量分数	0.635	0.635
镀层质量/(g·kg <sup>-1</sup> )	3.7	4.9

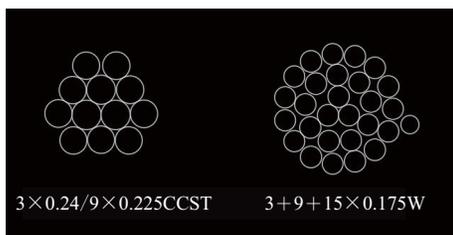


图1 两种钢丝帘线结构对比

钢丝帘线相比,  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘线为同捻向结构, 无外缠丝, 直径和线密度显著减小, 破断力/线密度大, 粘合性能相当。实际使用时可根据不同规格轮胎对胎体性能的要求调整钢丝帘布压延密度和压延厚度。

## 2.2 钢丝帘布工艺性能

### 2.2.1 压延

根据轮胎性能要求, 将  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘线分别压延为密度为 60 和 65 根  $\cdot \text{dm}^{-1}$  的钢丝帘布, 并与相同强度的  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘布进行压延工艺对比, 结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出: 与相同强度  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘布相比, 压延密度为 60 根  $\cdot \text{dm}^{-1}$  的  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布压延厚度减小 0.1 mm, 胶料质量、帘线质量和帘布质量分别减小 6.3%, 22.1% 和 17.2%; 压延密度为 65 根  $\cdot \text{dm}^{-1}$  的  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布压延厚度减小 0.2 mm, 胶料质量、帘线质量和帘布质量分别减小 5.3%, 22.5% 和 16.7%。

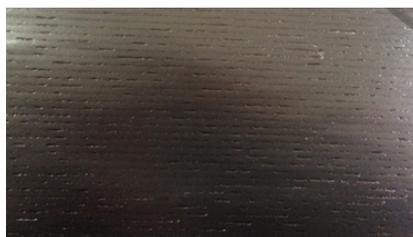
$3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布压延时调整覆胶厚度, 压延工艺良好。另外, 因为  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘线直径小, 同型号锭子定长

表2 两种钢丝帘布的压延工艺参数对比

项 目	$3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST	$3+9+15 \times 0.175$ W
压延工艺1		
帘线密度/(根 $\cdot \text{dm}^{-1}$ )	60	56
压延厚度/mm	2.1	2.2
胶料质量指数	93.7	100
帘线质量指数	77.9	100
帘布质量指数	82.8	100
压延工艺2		
压延密度/(根 $\cdot \text{dm}^{-1}$ )	65	61
压延厚度/mm	2.2	2.4
胶料质量指数	94.7	100
帘线质量指数	77.5	100
帘布质量指数	83.3	100

大, 压延时锭子更换次数有效减少, 帘布头尾料废弃量减小, 节约了成本。

$3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布外观如图 2 所示。

图2  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布外观

从图 2 可以看出, 压延  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布表面平整, 覆胶状况良好, 帘线排列均匀。

由于  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘线直径远小于  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘线, 在应用时可结合实际工艺条件进一步减小压延厚度, 从而有效降低轮胎成本。

### 2.2.2 裁断

$3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布裁断截面如图 3 所示。

图3  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布裁断断面

从图 3 可以看出,  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布 90° 裁断断面整齐, 帘布平整, 无散头、翘边现象, 接头质量符合工艺要求。

### 2.2.3 成型

成型过程中  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘布无拉伸, 接头、反包、压实均正常。硫化后轮胎外观质量符合质量标准要求, X 光检查无异常。

## 2.3 成品性能

### 2.3.1 13R22.5 轮胎

将  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$  CCST 钢丝帘线 (帘布压延密度为 65 根  $\cdot \text{dm}^{-1}$ ) 替代  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘线 (帘布压延密度为 61 根  $\cdot \text{dm}^{-1}$ ) 用于 13R22.5 轮胎胎体, 进行成品轮胎性能测试。

我公司轮胎耐久性试验企业标准在国家标准

基础上进行修订,试验条件比国家标准试验条件更苛刻。成品轮胎耐久性试验条件如表3所示。

成品轮胎性能如表4所示。

表3 成品轮胎耐久性试验条件

试验阶段	负荷率/%	行驶时间/h
1	66	7
2	85	16
3	100	24
4	110	8
5	130	10
6	150	10
7	170	10
8	190	破坏为止

注:1)试验环境温度为(38±3)℃。

表4 两种钢丝帘线13R22.5成品轮胎性能对比

项 目	3×0.24/9× 0.225CCST	3+9+15× 0.175W	指标要求
充气外直径/mm	1 125	1 124	1 108~1 140
充气断面宽/mm	315	319	308~332
压穿强度/J	6 060	4 907	2 203
耐久性能试验 <sup>1)</sup>			
累计行驶时间/h	105	82	≥47

注:1)轮胎充气压力为830 kPa,额定负荷为3 750 kg,试验速度为60 km·h<sup>-1</sup>。

从表4可以看出:将3×0.24/9×0.225 CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于13R22.5轮胎胎体,成品轮胎外缘尺寸基本一致,达到国家标准要求;强度性能提高24%,耐久性提高28%。

### 2.3.2 315/80R22.5轮胎

将3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线(帘布压延密度为60根·dm<sup>-1</sup>)替代3+9+15×0.175W钢丝帘线(帘布压延密度为56根·dm<sup>-1</sup>)用于315/80R22.5轮胎胎体,成品轮胎性能如表5所示。

从表5可以看出:将3×0.24/9×0.225 CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于315/80R22.5轮胎胎体,成品轮胎外缘尺寸基本一致,达到国家标准要求;强度性能提高24%,耐久性有所提高。

### 2.4 成本分析

采用3×0.24/9×0.225 CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线分别用于13R22.5和315/80R22.5轮胎胎体,其生产成本对比如表

6和7所示。

表5 两种钢丝帘线315/80R22.5成品轮胎性能对比

项 目	3×0.24/9× 0.225CCST	3+9+15× 0.175W	指标要求
充气外直径/mm	1 077	1 075	1 160~1 092
充气断面宽/mm	309	306	300~324
压穿强度/J	5 893	4 761	2 203
耐久性能试验 <sup>1)</sup>			
累计行驶时间/h	86.5	82.0	≥47

注:1)轮胎充气压力为850 kPa,额定负荷4 000 kg,试验速度为75 km·h<sup>-1</sup>。

表6 两种钢丝帘线13R22.5轮胎生产成本对比

项 目	3×0.24/9× 0.225CCST <sup>1)</sup>	3+9+15× 0.175W <sup>2)</sup>
帘布密度指数	106.6	100
帘布厚度指数	91.7	100
胶料成本指数	91.2	100
帘线成本指数	99.4	100
总成本指数	94.7	100

注:1)帘布压延密度为65根·dm<sup>-1</sup>;2)帘布压延密度为61根·dm<sup>-1</sup>。

表7 两种钢丝帘线315/80R22.5轮胎生产成本对比

项 目	3×0.24/9× 0.225CCST <sup>1)</sup>	3+9+15× 0.175W <sup>2)</sup>
帘布密度指数	107	100
帘布厚度指数	95.5	100
胶料成本指数	90.2	100
帘线成本指数	93.7	100
总成本指数	91.7	100

注:1)帘布压延密度为60根·dm<sup>-1</sup>;2)帘布压延密度为56根·dm<sup>-1</sup>。

从表6可以看出,将3×0.24/9×0.225 CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于13R22.5轮胎胎体,钢丝帘布厚度、胶料成本和钢丝帘线成本分别下降8.3%,8.8%和0.6%,总成本下降5.3%,而单条轮胎成本节省5.28元。

从表7可以看出,将3×0.24/9×0.225 CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线用于315/80R22.5轮胎胎体,钢丝帘布厚度、胶料成本和钢丝帘线成本分别下降4.5%,9.8%和6.3%,总成本下降8.3%,而单条轮胎成本节省2.24元。

将3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线替代3+9+15×0.175W钢丝帘线全面推广到其他规格轮胎,轮胎总质量均明显减小,成本效益显著。

### 3 结论

(1)  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST 钢丝帘线为同捻向结构、无外缠丝、紧密型的高强度帘线,与  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘线相比,直径和线密度较小、破断力/线密度大,应用时可根据不同规格轮胎对胎体性能的要求调整帘布压延密度和压延厚度。

(2) 采用  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST 钢丝帘线替代  $3+9+15 \times 0.175$  W 钢丝帘线用于全钢载重子午线轮胎胎体,帘布压延、裁断和成型工艺性能良好;成品轮胎的外缘尺寸变化不大,强度性能和耐久性能提高,轮胎质量减小,生产成本降低,经济效益较好。

收稿日期:2016-11-29

## Application of $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST Steel Cord in Carcass of All-steel Truck Tire

WANG Chengde, CHENG Dexiang, GAO Yuan, YAN Dongfang

(Shandong Hengyu Technology Group, Dongying 257300, China)

**Abstract:** The application of  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST steel cord in the carcass of all-steel truck tire was presented in the study.  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST compact steel cord had the twisted and laid structure at same direction, did not have outer wrapped wire, possessed high strength. Compared with  $3+9+15 \times 0.175$ W steel cord,  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST steel cord had a smaller diameter and a lower linear density, and had a higher ratio of breaking force to line density. By using  $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST steel cord to replace  $3+9+15 \times 0.175$ W steel cord in the carcass, the processing properties such as calendaring, cutting and forming, were good, the inflated peripheral dimension of the finished tire changed little, the strength performance and endurance performance were improved, tire weight and production cost were reduced.

**Key words:** all-steel radial tire; high strength steel cord; carcass

### 普利司通公司增大航空轮胎产能

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

普利司通公司投资1.85亿美元提高其日本久留米市航空轮胎工厂的产能,以满足中长期全球航空子午线轮胎市场的强劲需求。项目预计于2018年底完成。

普利司通久留米工厂已有85年历史,占地面积约为43万 $m^2$ ,拥有1 089名员工。除了航空轮胎外,该厂还生产轿车轮胎、轻型载重轮胎、农业轮胎和赛车轮胎等,轮胎日产能10 080条。该工厂也被用作普利司通全球员工的培训基地。此外,普利司通东京工厂专门生产航空轮胎,普利司通在中国、比利时和美国有航空轮胎翻新工厂。

普利司通是全球五大航空子午线轮胎生产商之一,其他四大生产商为邓禄普航空轮胎公司、米其林公司、固特异公司和横滨橡胶公司。固特异

计划投资1.62亿美元在泰国巴吞它尼府建一个航空轮胎工厂。近年来,青岛森麒麟集团航空轮胎产量也不断增长。

(朱永康)

### 阿波罗轮胎公司在印度新建摩托车轮胎厂

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

阿波罗轮胎公司投资52.5亿卢比(约合7 800万美元)在印度安得拉邦新建一个轮胎厂。该厂占地101万 $m^2$ ,主要生产摩托车轮胎和轻型小货车轮胎,轮胎月产能为300万条,计划于2017年内投产。

阿波罗轮胎公司在印度喀拉拉邦有2个轮胎厂,在印度泰米尔纳德邦和古吉拉特邦各有一个轮胎厂,安得拉邦新厂是公司在印度的第5个轮胎厂。另外,公司还在荷兰和匈牙利设有轮胎厂。

(国艺)