

2×0.30HT 与 3×0.30HT 钢丝帘线在 乘用车子午线轮胎中的应用对比

黎 宁

(广州市华南橡胶轮胎有限公司, 广东 番禺 511400)

摘要:对比 $2\times 0.30\text{HT}$ 与 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线的性能以及在轮胎中的应用情况。结果表明,使用 $2\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线时可以采用较小的钢丝帘布厚度,因而具有更好的经济效益和社会效益;但 $2\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线因强度偏低,在高负荷下的局部抗压能力和抗冲击能力不如 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线,导致其适用的轮胎规格范围不如 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线广。

关键词:钢丝帘线;乘用车子午线轮胎;带束层

中图分类号: TQ330.38^{+9} ; $\text{U463.341}^{+.4/.6}$ **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2014)06-0357-02

近十几年我国的子午线轮胎得到了强劲发展,乘用车轮胎已基本实现子午化。带束层是子午线轮胎的主要受力部件之一,它承受内压伸张应力的 $60\%\sim 75\%$,因此必须具备相当高的强度和刚度。钢丝材料是目前最理想且经济的骨架材料,具有强度高、伸长率低、耐热、耐疲劳和拉伸模量高的优点。乘用车子午线轮胎带束层用钢丝帘线的结构经过演变,筛选出了几种经典结构,其中 $1\times 2, 1\times 3$ 和 $2+2$ 结构已成为多数乘用车子午线轮胎的首选。在此针对 $2\times 0.30\text{HT}$ 与 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线的基本性能和应用进行对比。

1 $2\times 0.30\text{HT}$ 和 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线特点

目前乘用车子午线轮胎带束层一般使用由 $2\sim 5$ 根直径为 $0.22\sim 0.30\text{ mm}$ 的单丝捻制的钢丝帘线,钢丝帘线拉伸强度也普遍提高到了高强、超高强级别。 $2\times 0.30\text{HT}$ 和 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线具有如下乘用车子午线轮胎带束层要求的特点。

(1)结构简单化,捻制根数已减到最少。

(2)单丝直径增大, 0.30 mm 基本上是乘用车子午线轮胎选用的最大直径,在拉伸强度相近的情况下能提高带束层刚性,保障轮胎的操控性能。

作者简介:黎宁(1977—),男,广东广州人,广州市华南橡胶轮胎有限公司工程师,学士,主要从事轮胎原材料开发与应用研究工作。

(3)单丝强度不断提高,选用 HT 和 ST 都已较为普遍。单丝强度提高可以获得更高的弯曲负荷、冲击力和疲劳强度。

(4)胶料渗透完全化, $2\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线达到全渗胶, $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线也有 OC 和 Betru 预变形等方式。

2 钢丝帘线基本性能对比

两种钢丝帘线基本性能对比见表 1。由表 1 可以看出,两种钢丝帘线捻制的差异未造成异常的强度差别,钢丝帘线的破断力和抗冲击性能基本与其单丝数目成比例,即 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线的破断力和抗冲击强度等于 $2\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线的 1.5 倍。由此预测,使用 $3\times 0.30\text{HT}$ 钢丝帘线在局部受力波动过大或局部受冲击时将具有更高的承受能力。

表 1 两种钢丝帘线基本性能对比

项 目	$2\times 0.30\text{HT}$	$3\times 0.30\text{HT}$
捻距/mm	14.0	16.0
单丝直径/mm	0.30	0.30
帘线直径/mm	0.60	0.65
线密度/($\text{g}\cdot\text{m}^{-1}$)	1.120	1.680
破断力/N		
最小值	405	610
典型值	445	659
冲击能指数(单位破断力)	100	101

3 帘布性能及成本对比

两种钢丝帘线帘布性能及成本对比见表 2。由表 2 数据分析可以得出以下结论。

表 2 两种钢丝帘线帘布性能及成本对比

项 目	2×0.30HT	3×0.30HT
钢丝线密度/(g·m ⁻¹)	1.120	1.680
帘线密度/(根·dm ⁻¹)	100	67
弯曲刚度计算值/(N·mm ²)	239	239
胶片增加厚度/mm	—	0.05
胶料增加质量/(kg·m ⁻²)	—	0.06
帘线质量/(kg·m ⁻²)	1.12	1.12
帘线成本指数	100	98

(1)按钢丝帘线价格约 1 万元·t⁻¹、钢丝胶约 15 元·kg⁻¹ 计算,每使用 1 t 3×0.30HT 钢丝帘线节约成本约 200 元,同时增加胶料成本约 800 元。在两种钢丝帘布拉伸等强度情况下,使用 2×0.30HT 钢丝帘线更有成本优势。

(2)使用 2×0.30HT 钢丝帘线的轮胎质量相比使用 3×0.30HT 钢丝帘线轮胎减小约 40 g (按每条轮胎用钢丝帘线约 0.8 kg 估算),相应地,2×0.30HT 钢丝帘线的使用更能推动轮胎的轻量化,进而减小轮胎的滚动阻力,取得更好的社会效益。

(3)钢丝帘线的弯曲刚度正比于单丝数目和直径,因此两种钢丝帘线等强度对比具有相当的弯曲刚度。据此推测用于轮胎后的带束层刚性也相当。

4 轮胎成品性能

使用两种钢丝帘线生产 205/60R16 轮胎,轮胎结构均为 1 层锦纶冠带层+2 层钢丝带束层+1 层锦纶胎体,生产均采用压出法工艺,2×0.30HT 和 3×0.30HT 钢丝帘线密度分别为 100 和 70 根·dm⁻¹。

按 HG/T 2443—2012 进行轮胎强度试验(RJS-70 型脱圈/强度试验机),检测结果见表 3。由表 3 可以看出,使用 2×0.30HT 钢丝帘线生产的轮胎,在低负荷(180 kPa)时能满足轮胎的强度要求(该结果实际满足 205/60R16 92H 的要求),

在高负荷(220 kPa)下则出现了压穿失效的情况;同样在 220 kPa 充气压力下,3×0.30HT 钢丝帘线轮胎则顺利通过测试,表明具有更好的安全性能。压穿测试时,压头会首先对胎冠局部形成强大压应力,此时会率先考验局部某点处的单根帘线强度,显然 3×0.30HT 钢丝帘线明显高出的帘线强度占据优势。

表 3 轮胎强度检测结果

项 目	2×0.30HT	2×0.30HT	3×0.30HT
充气压力/kPa	180	220	220
下压量/mm	137.4	110	136
	(第 5 点)	(第 1 点)	(第 5 点)
破坏能 ¹⁾ /J	641.0	448.4	704.0
轮胎状况	触及轮辋 未穿,通过	第 1 点压穿, 未通过	第 5 点压穿, 通过

注:1)标准要求破坏能≥585 J。

205/60R16 96V 轮胎高速试验检测数据见表 4。测试结果显示,两种钢丝帘线生产的轮胎均能满足机床里程测试要求,无明显差异。

表 4 205/60R16 96V 轮胎高速试验检测数据

项 目	2×0.30HT		3×0.30HT	
	高速/耐久联合	高速	高速/耐久联合	高速
运行总时间/h	39	1.33	39	1.33
终止时状态	250 km·h ⁻¹ ×10 min		250 km·h ⁻¹ ×10 min	
轮胎状况	无损坏通过		无损坏通过	

5 结语

2×0.30HT 和 3×0.30HT 钢丝帘线都符合乘用车子午线轮胎带束层钢丝的发展需求,因此在国内外得到了广泛应用。使用 2×0.30HT 钢丝帘线时可以采用较小的钢丝帘布厚度,因而具有更好的经济效益和社会效益;但 2×0.30HT 钢丝帘线因其单根帘线强度偏低,在高负荷下的局部抗压能力和抗冲击能力不如 3×0.30HT 钢丝帘线,而导致其适用的轮胎规格范围不如 3×0.30HT 钢丝帘线广。在某些加强型和高载荷指数规格轮胎中,只能选择 3×0.30HT 或更高强度的钢丝帘线。