

# 295/75R22.5 无内胎全钢载重汽车 子午线轮胎的设计

马翠娟, 刘春祥, 雍占福

(银川佳通轮胎有限公司, 宁夏 银川 750011)

**摘要:** 介绍 295/75R22.5 无内胎全钢载重汽车子午线轮胎的设计。结构设计: 外直径 1 006 mm, 断面宽 308 mm, 断面水平轴位置 0.861 4, 行驶面弧度高与断面高比值 0.023, 胎面花纹采用刻刀槽纹的纵向花纹结构。施工设计: 胎体采用 3+9×0.22+0.15HT 钢丝帘线, 1#和 2#工作带束层采用 3×0.20+6×0.35HT 钢丝帘线, 零度带束层伸长率为 0.35%。成型机头辅鼓周长为 2 955 mm。成品轮胎高速性能较好, 滚动阻力较低。

**关键词:** 全钢载重子午线轮胎; 无内胎轮胎; 结构设计; 施工设计

随着我国高速公路里程的不断延长, 车辆性能的不断提高, 油价的不断上涨, 同时环保压力的不断增大, 开发高速、轻量化、操纵性能好、滚动阻力低的轮胎已成为轮胎制造商及汽车制造商的迫切要求。为此, 银川佳通轮胎有限公司开发了长途大客车用 295/75R22.5 无内胎全钢载重汽车子午线轮胎, 现将研究情况简介如下。

## 1 结构设计

### 1.1 负荷能力

负荷能力根据美国轮胎轮辋协会工程设计手册(TRAEDI-2006)计算, 即公制系列载重汽车子午线轮胎单胎负荷计算式如下:

$$L = K \times 6.075 \times 10^{-5} \times P^{0.7} \times S_d^{1.1} \times (D_r + S_d)$$

$$S_d = H[2 - 0.78A - (0.05/A) - 0.7(A - 0.55)^2]$$

式中  $L$  —— 单胎负荷, kg;

$K$  —— 负荷因数, 取 1.00;

$P$  —— 气压, kPa;

$D_r$  —— 轮辋名义直径, mm;

$H$  —— 断面高宽比;

$A$  —— 名义高宽比。

通过计算, 可得出满足 TRA-2006 要求的单胎和双胎负荷能力。

### 1.2 尺寸设计

根据 GB/T 2997-1997 标准, 并结合 TRAEDI-2006 标准, 确定 295/75R22.5 轮胎充气外直径为  $(1\,014 \pm 10.14)$  mm, 充气断面宽为  $(313 \pm 10.96)$  mm, 轮辋宽为 228.6 mm。

根据我公司类似规格轮胎的外直径膨胀率, 本设计轮胎外直径膨胀率( $D'/D$ )取 1.008 0, 断面宽膨胀率( $B'/B$ )取 1.016 2, 由此得出模型外直径( $D$ )和断面宽( $B$ )分别为 1 006 和 308 mm。

### 1.3 断面水平轴位置( $H_1/H_2$ )

断面水平轴位于断面最宽点, 是轮胎法向变形最大部位。子午线轮胎的  $H_1/H_2$  值通常取 0.85~1.02。由于本设计轮胎用于长途大客车, 对胎圈耐久性能要求相对宽松, 为了提高轮胎高速性能和操纵性能,  $H_1/H_2$  值取 0.861 4, 使断面水平轴适当远离轮胎冠部, 使法向变形最大部位靠近胎圈, 从而有效降低轮胎肩部、冠部生热, 减少轮胎肩部和冠部脱层、异常磨损, 提高轮胎乘坐舒适性能。

### 1.4 行驶面弧度高( $h$ )

$h$  的取值与轮胎类型、花纹形式、路面条件有关, 取决于带束层刚性, 亦要考虑行驶面弧度半径( $R$ )与行驶面宽( $b$ )的比值。

带束层刚性对胎面磨损均匀性影响较大, 多

层刚性大的钢丝带束层子午线轮胎应取较小的 $h$ ,以增大轮胎与路面的接触面积,一般子午线轮胎的 $h/H$ 断面高( $H$ )值为 $0.020\sim 0.040$ 。本设计取 $h/H$ 值取 $0.023$ ,以保证轮胎具有较好的耐磨性能。

### 1.5 各部位过渡形式

子午线轮胎胎冠轮廓一般由 $R_n$ 和 $r_n$ 两个半径圆弧线组成。为避免带束层端点的应力集中,在子午线轮胎的上、下胎侧弧度半径及胎肩部位设计时,应将轮胎变形区域移向下胎肩与上胎侧之间;考虑到子午线轮胎胎冠部位刚性较大而胎侧部位十分柔软,因此胎肩部位外轮廓线不宜用切线,应用适应轮胎变形的各种弧线。同时,在确定内轮廓时尽量减小胎肩下部厚度,以降低轮胎胎肩部生热。为此,本设计以反弧形过渡。

### 1.6 胎面花纹设计

295/75R22.5规格轮胎主要用于行驶于城市之间的长途大客车,行驶路况条件较好,主要性能要求是速度高、质量轻、操纵性能好、滚动阻力低。由于全钢子午线轮胎刚性带束层的箍紧作用,胎面伸张变形小,因此本设计采用纵向花纹结构;同时为了提高轮胎在高速行驶时对路面的抓着力,在花纹上刻刀槽。在施工设计时,需考虑零度带束层的伸张,以保证零度带束层及其余带束层具有足够的刚性,从而提高其高速性能。本规格轮胎的花纹结构如图1所示。

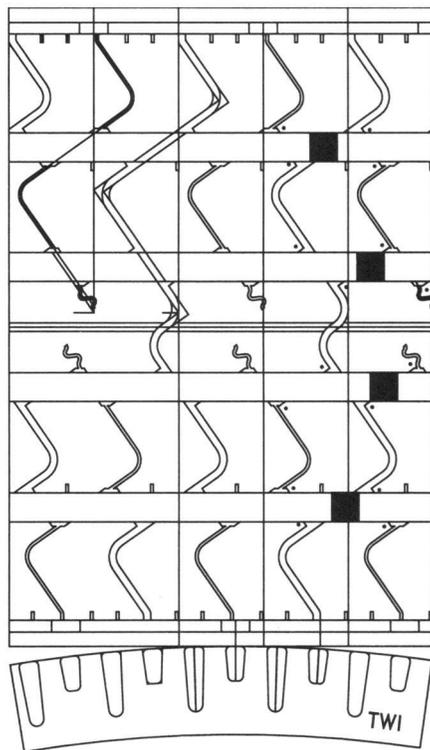


图1 轮胎花纹结构示意图

帘线密度、帘线角度、帘布宽度、帘布层数等的选取。本设计采用4层带束层加零度带束层的结构,1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>工作带束层采用 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线,过渡层选用 $3\times 4\times 0.22$ HE高伸长帘线,零度带束层选用 $3\times 7\times 0.20$ HE高伸长帘线,带束层安全倍数大于8;一般零度带束层的伸长率在 $0.02\%\sim 0.47\%$ ,为了增大轮胎冠部刚性,本设计零度带束层伸长率取 $0.35\%$ 。

### 2.3 胎圈

子午线轮胎胎圈部位除承受充气压力、制动力矩、侧滑力、离心力、胎圈与轮辋配合所形成的复杂应力外,还要承受周期性屈挠应力。因此,胎圈部位必须增强,同时还要使增强胎圈与柔软的胎侧之间有一个适宜的刚性过渡。

1. 胎圈结构。子午线轮胎的三角胶是增大胎圈强度的主要措施之一,本设计采用单三角胶。另外,采用低伸长率的钢丝帘线补强,钢丝帘线上端与胎体帘布端点呈差级排列,以提高胎圈刚性,减小变形。胎圈采用全包结构形式,以进一步增强胎圈刚性,减小胎体帘布端点的应力集中,提高轮胎的安全性能。

## 2 施工设计

### 2.1 胎体

胎体骨架材料的选取对提高轮胎的乘坐舒适性和操纵性、减小变形起到很大作用。本设计选用 $3+9\times 0.22+0.15$ HT钢丝帘线作为胎体骨架材料,胎体安全倍数大于7。由于帘线的钢丝直径较小,轮胎侧部刚性小,因此轮胎的乘坐舒适性较好。

### 2.2 带束层

带束层是子午线轮胎的重要部件,承受轮胎 $60\%\sim 85\%$ 的应力,在很大程度上决定着胎体的径向变形。带束层的箍紧因数直接影响胎冠的刚性,对轮胎的耐磨性、行驶稳定性、乘坐舒适性等影响较大。带束层设计包括钢丝帘线规格、钢丝

2 钢丝圈结构。子午线轮胎胎圈受力较斜交轮胎大,必须采用高强度钢丝圈。本设计采用斜宽六角形钢丝圈,以增大胎圈宽度,加大胎圈刚性,使胎圈与轮辋紧密配合,避免因胎圈与轮辋滑动而导致轮胎慢泄气。本设计钢丝圈安全倍数大于5。

### 3 成型机头

#### 3.1 辅鼓外周长

辅鼓外周长计算公式如下:

$$C_f = \pi(D - 2d_p - 2E - 13.6)K_2$$

式中  $C_f$ ——辅鼓外周长;

$d_p$ ——模型主花纹沟深度;

$E$ ——模型主花纹沟基部胶厚度;

$K_2$ ——修正因数, 0.980~0.984。

本设计  $K_2$  取 0.9803, 以保证零度带束层有足够的伸张, 达到提高带束层刚性的目的, 辅鼓周长计算值为 2955 mm。

#### 3.2 机头平宽

成型机头平宽的计算公式如下:

$$W_p = W/K_3 + 2W_g$$

式中  $W_p$ ——成型机头平宽;

$W_g$ ——钢丝圈宽度(含缠绕布厚度);

$W$ ——新胎断面从一个钢丝圈最宽处(靠近胎里一侧)到另一个钢丝圈最宽处(靠近胎里一侧)的胎体帘线长;

$K_3$ ——修正因数, 1.012~1.021。

本设计  $K_3$  取 1.016, 胎体帘线伸长率为 1.57%。

### 4 成品轮胎性能

轮胎充气外缘尺寸、强度、静负荷、高速性能分别见表 1~4。

轮胎滚动阻力试验条件见表 5, 试验结果为: 滚动阻力 165.04 N, 滚动阻力因数 0.0071。可见, 本设计轮胎的滚动阻力低于同类有内胎轮胎。

轮胎耐久性试验结果: 轮胎行驶 86.47 h 后肩部脱层(充气压力 760 kPa, 试验速度 90 km·h<sup>-1</sup>), 试验结束时负荷率为 140%, 达到设计和 GB/T 4501—1998 要求。

表 1 充气轮胎外缘尺寸试验结果

| 项 目      | 实测值      | 标准值         |
|----------|----------|-------------|
| 充气外直径/mm | 1 010 19 | 1 014±10.14 |
| 充气断面宽/mm | 297.55   | 313±10.96   |

表 2 轮胎强度试验结果

| 项 目            | 实测值      | 标准值    |
|----------------|----------|--------|
| 1~4 点破坏能平均值/J  | 2 298 25 | ≥2 599 |
| 压穿破坏能/J        | 5 034 5  |        |
| 最大破坏能与最小破坏能之比% | 220 62   |        |

表 3 轮胎静负荷试验结果

| 负荷率/% | 下沉量/mm | 接地因数 |
|-------|--------|------|
| 100   | 30     | 1.09 |
| 150   | 43     | 1.30 |
| 200   | 55     | 1.47 |

表 4 轮胎高速试验结果

| 试验阶段 | 试验速度/(km·h <sup>-1</sup> ) | 行驶时间/h |
|------|----------------------------|--------|
| 1    | 80                         | 5      |
| 2    | 0                          | 2      |
| 3    | 80                         | 2      |
| 4    | 90                         | 2      |
| 5    | 100                        | 2      |
| 6    | 110                        | 2      |
| 7    | 120                        | 2      |
| 8    | 130                        | 2      |
| 9    | 140                        | 0.37   |

注: 试验气压 760 kPa, 试验负荷 3 332 kg, 累计行驶时间要求不小于 15 h。

表 5 轮胎滚动阻力试验条件

| 试验阶段 | 试验速度/(km·h <sup>-1</sup> ) | 行驶时间/h |
|------|----------------------------|--------|
| 1    | 80                         | 120    |
| 2    | 0                          | 360    |
| 3    | 80                         | 100    |

注: 试验气压 760 kPa, 试验负荷 2 800 kg。

轮胎水压爆破试验结果: 轮胎最大水压为 3 850 kPa, 安全倍数(要求不小于 5)为 5.3。

### 5 结语

本研制 295/75R22.5 无内胎全钢载重汽车子午线轮胎的高速性能较有内胎全钢子午线轮胎有很大的提高, 滚动阻力很大降低, 而原材料成本仅为有内胎全钢子午线轮胎的 90%。我国新型长途大客车越来越多地选配公制低断面无内胎全钢子午线轮胎, 因此开发低断面无内胎全钢子午线轮胎可以很好地适应市场需求。