

# 载重斜交轮胎胎面胶两方两块配方的设计

王贤法 蒋晓东 胡建 丁瑜 裴晓辉

(徐州市橡胶科学研究所 221005)

**摘要** 通过试验研究调整了载重斜交轮胎胎冠胶两方两块配方,增大了胎冠胶及胎侧胶的 300 % 定伸应力,提高了胎冠胶的磨耗性能和轮胎的速度性能。配方调整后生产的 9.00 - 20 16PR 轮胎顺利通过 100 km/h 的速度性能检验。

**关键词** 载重斜交轮胎,高速性能,配方,胎冠胶,两方两块

随着我国公路及汽车的发展,高等级公路越来越多,汽车的设计时速不断提高,这就对载重斜交轮胎提出了更高的速度性能要求。原化工部根据我国的公路及车辆发展情况及时组织了载重斜交轮胎的速度性能攻关,“六厂一院”经过几年的努力,顺利攻克了载重斜交轮胎时速 100 km/h 的速度级关卡<sup>[1]</sup>。原化工部攻关采用的措施比较多,工艺上胎面挤出采用三方四块的先进工艺,结构上采用新设计花纹(条形),减小花纹深度,配方上提高了载重轮胎的整体 300 % 定伸应力<sup>[2]</sup>。但是根据江苏轮胎厂的实际情况及社会上对江苏轮胎厂载重斜交轮胎磨耗性能的反映,我们决定在原有载重斜交轮胎胎面两方两块复合挤出的基础上,对两方两块配方进行调整,以期达到提高载重斜交轮胎磨耗性能和速度性能的目的。

## 1 胎冠及胎侧胶配方的设计思路

我们都知道,全钢载重子午线轮胎具有耐磨、节油、高速性能好的特性,这是它的先进的设计所决定的。全钢载重子午线轮胎的冠部有周向排列的钢丝带束层,胎冠胶硬度高、定伸应力大、变形小、耐磨耗;帘布层数少,胎体帘线呈子午线方向排列,变形较大。

轮胎只有在受力、变形的情况下才会生热,最终破坏。子午线轮胎的设计决定了其胎冠部变形小、生热低,胎侧部变形大、生热高。但其胎侧部位设计得很薄,容易散热,因而不会受到热的破坏。新的两方两块设计采用了全钢子午线轮胎的设计特点,提高了载重斜交轮胎胎冠胶、胎侧胶(基部胶与胎侧为一个整体,同一个配方)的硬度和 300 % 定伸应力,减小了变形,同时,帘布层胶因 300 % 定伸应力适中暂不作调整。这样载重斜交轮胎在动态情况下,减小了胎冠部位的变形,降低了胎冠部位的生热,相应增大了胎侧的变形(胎侧生热增高)。下面的试验数据验证了此设计思路。

## 2 胎冠胶配方的设计

### 2.1 胶种的选择

轮胎耐磨性的优劣直接影响轮胎的使用寿命,也是考察轮胎性能的主要指标。一般认为 BR 的耐磨性优于 NR, SBR 的滚动损失最大,而 SBR 与 BR 并用可显著地改善其滚动阻力性能,降低生热。但 BR 的抗湿滑性能极差,而 SBR 比 NR 好,且均好于 BR,因此胎冠采用耐磨性好、滚动阻力小的 BR 和抗湿滑性好的 SBR 以及综合性能好的 NR,组成三胶并用体系,使轮胎综合性能达到较好的平衡。

**作者简介** 王贤法,男,1965 年 1 月出生。工程师。青岛化工学院橡胶工程系毕业。现任徐州市橡胶科学研究所副所长。曾发表论文 2 篇。

2.2 炭黑品种的选取

炭黑是胎冠胶的定伸应力及耐磨性的主要影响因素,为此,在胎冠中用炭黑 N220,N339,N234 做小配合性能对比,配方特征及性能列于表 1。由表 1 可以看出,N234 配方的 300 %定伸应力最高,N220 配方的 300 %定伸应力最低;100 ×48 h 老化后,N234 配方的 300 %定伸应力为 13.3 MPa,拉伸强度为 16.3 MPa,N220 配方的 300 %定伸应力为 10.0 MPa,拉伸强度为 14.5 MPa。磨耗性能 N234 配方最好,阿克隆磨耗量为

表 1 胎冠胶不同品种炭黑的配方特征及性能

| 项 目                        | 配 方 编 号 |        |        |
|----------------------------|---------|--------|--------|
|                            | N220 生  | N339 生 | N234 试 |
|                            | 产配方     | 产配方    | 验配方    |
| 配方特征组分用量/份                 |         |        |        |
| 炭黑                         | 53      | 50     | 50     |
| 油                          | 7       | 6      | 6      |
| 胶粉                         | 5       | 5      | 0      |
| 硫化剂                        | 2.3     | 2.3    | 2.6    |
| 门尼焦烧时间(120 )/min           | 60      | 54     | 66     |
| 硫化仪数据(143 )                |         |        |        |
| t <sub>10</sub> /min       | 15      | 13     | 16     |
| t <sub>90</sub> /min       | 30      | 28     | 30     |
| 143 ×30 min 硫化胶性能          |         |        |        |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 61      | 62     | 65     |
| 拉伸强度/MPa                   | 18.4    | 17.6   | 21.0   |
| 扯断伸长率/%                    | 630     | 540    | 560    |
| 300 %定伸应力/MPa              | 6.4     | 8.9    | 9.0    |
| 扯断永久变形/%                   | 23.0    | 15.0   | 20.0   |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 71.4    | 51.7   | 66.7   |
| 回弹值/%                      | 33.5    | 37.0   | 33.5   |
| 密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )   | 1.135   | 1.131  | 1.121  |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.186   | 0.165  | 0.148  |
| 100 ×48 h 老化后              |         |        |        |
| 拉伸强度/MPa                   | 14.5    | 14.8   | 16.3   |
| 扯断伸长率/%                    | 410     | 320    | 380    |
| 300 %定伸应力/MPa              | 10.0    | 12.4   | 13.3   |
| 压缩温升/                      | 44      | 32     | 38     |
| 143 ×45 min 硫化胶性能          |         |        |        |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 61      | 62     | 65     |
| 拉伸强度/MPa                   | 17.4    | 17.9   | 18.6   |
| 扯断伸长率/%                    | 620     | 540    | 530    |
| 300 %定伸应力/MPa              | 6.8     | 8.7    | 9.1    |
| 扯断永久变形/%                   | 20.0    | 13.0   | 17.0   |

0.148 cm<sup>3</sup>,N220 配方最差,为 0.186 cm<sup>3</sup>。固特里奇压缩生热,N339 配方最低,N234 配方较高,N220 配方最高。

2.3 大料物理性能试验

经过小配合试验对比,选取 N234 配方和 N220 配方做大料试验,物理性能见表 2。

表 2 胎冠胶大料物理性能

| 项 目                         | N220 生产 |       | N234 试验 |       |
|-----------------------------|---------|-------|---------|-------|
|                             | 配方      |       | 配方      |       |
| 门尼焦烧时间(120 )/min            | 53      |       | 47      |       |
| 硫化仪数据(143 )                 |         |       |         |       |
| t <sub>10</sub> / min       | 12      |       | 10      |       |
| t <sub>90</sub> / min       | 24      |       | 21      |       |
| 硫化时间(143 )/ min             | 30      | 40    | 30      | 40    |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                 | 62      | 62    | 64      | 64    |
| 拉伸强度/ MPa                   | 18.3    | 18.6  | 22.2    | 22.3  |
| 扯断伸长率/ %                    | 550     | 530   | 550     | 540   |
| 300 %定伸应力/ MPa              | 7.6     | 8.3   | 10.1    | 9.9   |
| 扯断永久变形/ %                   | 16      | 15    | 19      | 15    |
| 撕裂强度/ (kN·m <sup>-1</sup> ) | —       | 69.7  | —       | 49.1  |
| 密度/ (Mg·m <sup>-3</sup> )   | —       | 1.128 | —       | 1.121 |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>      | —       | 0.215 | —       | 0.173 |

由表 2 可以看出,N234 试验配方的胎冠胶硬度、拉伸强度、300 %定伸应力均高于 N220 生产配方,且磨耗性能提高 20 %以上。大料性能数据同小配合的性能数据相吻合。在做对比试验时,防护体系未作调整。

3 胎侧胶配方设计

胎侧胶的设计主要是考虑提高 300 %定伸应力,降低压缩生热。为此,对 NR 与 BR 的并用比例作了调整,由原来的 60 40 调整为 70 30,促进剂由原来的 0.7 份调整为 1.03 份,硫黄也由 1.5 份增加到 1.6 份,炭黑仍然为 50 份,软化体系及防护体系不变。

3.1 小配合试验

胎侧胶小配合试验情况见表 3。从表 3 可以看出,调整后的胎侧胶拉伸强度、硬度、300 %定伸应力均比原配方高且压缩生热降低。但新配方焦烧时间短,硫化速度快。

3.2 大料物理性能试验

胎侧胶大料物理性能见表 4。从表 4 可以看出,大料性能同小配合配方试验数据基本吻合。

表 3 胎侧胶小配合物理性能

| 项 目                         | 生产配方 |      | 试验配方 |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| 门尼焦烧时间(120 )/ min           | 46   |      | 33   |      |
| 硫化仪数据(143 )                 |      |      |      |      |
| t <sub>10</sub> / min       | 13   |      | 9    |      |
| t <sub>90</sub> / min       | 31   |      | 16   |      |
| 硫化时间(143 )/ min             | 30   | 45   | 30   | 45   |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                 | 58   | 58   | 61   | 60   |
| 拉伸强度/ MPa                   | 18.9 | 18.3 | 19.8 | 19.9 |
| 扯断伸长率/ %                    | 650  | 650  | 520  | 540  |
| 300 %定伸应力/ MPa              | 6.7  | 6.1  | 9.8  | 9.4  |
| 扯断永久变形/ %                   | 18.0 | 16.0 | 14.0 | 12.0 |
| 撕裂强度/ (kN·m <sup>-1</sup> ) | 87.7 | —    | 61.5 | —    |
| 回弹值/ %                      | 40.0 | —    | 44.5 | —    |
| 15 万次屈挠裂口等级                 | 1,1  | —    | 1,1  | —    |
| 压缩温升/                       | 38   | —    | 26   | —    |
| 100 ×48 h 老化后               |      |      |      |      |
| 拉伸强度/ MPa                   | 15.3 | —    | 16.9 | —    |
| 扯断伸长率/ %                    | 470  | —    | 410  | —    |

表 4 胎侧胶大料物理性能

| 项 目                   | 生产配方 |      | 试验配方 |      |
|-----------------------|------|------|------|------|
| 门尼焦烧时间(120 )/ min     | 71   |      | 40   |      |
| 硫化仪数据(143 )           |      |      |      |      |
| t <sub>10</sub> / min | 15   |      | 8    |      |
| t <sub>90</sub> / min | 36   |      | 15   |      |
| 硫化时间(143 )/ min       | 30   | 45   | 30   | 45   |
| 邵尔 A 型硬度/ 度           | 57   | 58   | 62   | 62   |
| 拉伸强度/ MPa             | 20.2 | 19.5 | 23.3 | 22.7 |
| 扯断伸长率/ %              | 610  | 560  | 550  | 550  |
| 300 %定伸应力/ MPa        | 7.4  | 7.8  | 10.6 | 10.5 |
| 压缩温升/                 | 30   | —    | 24   | —    |
| 100 ×48 h 老化后         |      |      |      |      |
| 拉伸强度/ MPa             | 14.8 | —    | 17.4 | —    |
| 扯断伸长率/ %              | 420  | —    | 410  | —    |

4 整体 300 %定伸应力的匹配

载重斜交轮胎的性能取决于轮胎整体 300 %定伸应力的匹配是否合理,新设计胎冠

胶、胎侧胶的 300 %定伸应力都作了适当的提高,300 %定伸应力匹配情况见表 5。

表 5 调整前后的 300 %定伸应力 MPa

| 部 件   | 调整前  | 调整后  |
|-------|------|------|
| 胎冠胶   | 8.5  | 10.0 |
| 胎侧胶   | 7.5  | 10.5 |
| 缓冲胶片  | 12.5 | 12.5 |
| 缓冲帘布胶 | 10.5 | 10.5 |
| 外层帘布胶 | 9.0  | 9.0  |
| 内层帘布胶 | 8.0  | 8.0  |

5 成品性能试验

经过小配合和大料性能试验,决定胎冠胶选取 N234 配方、胎侧胶选取试验配方试制 9.00 - 20 16PR 轮胎。为了使试验胎更加具有代表性,胎冠花纹选用八角花纹,胎体帘线选用尼龙 66。如果该方案轮胎高速性能过关,那么条形花纹以及胎体帘线为尼龙 6 的轮胎高速性能就不会有问题。

5.1 高速及耐久试验

随机抽取正常生产的 9.00 - 20 16PR 斜交轮胎与试验胎进行高速性能对比试验,结果见表 6。试验胎顺利通过 100 km·h<sup>-1</sup>运行 2 h 的检测,胎体完好。耐久性试验负荷为 100 %~130 %,以 65 km·h<sup>-1</sup>的速度跑到 87 h 时肩部起鼓。对比试验同期测温显示,试验胎胎冠部位生热降低,而胎侧温度有所提高,这与最初的设计思路相吻合。

5.2 成品解剖试验

抽取 9.00 - 20 16PR 试验胎和普通胎各

表 6 高速性能试验结果

| 项 目                       | 普通胎 |      | 试 验 胎 |     |
|---------------------------|-----|------|-------|-----|
|                           | 1 # | 2 #  | 1 #   | 2 # |
| 速度/ (km·h <sup>-1</sup> ) | 90  | 100  | 100   | 110 |
| 时间/ h                     | 1.5 | 0.17 | 2     | 2   |
| 轮胎状况                      | 冠空  | 冠空   | 未损坏   | 未损坏 |
| 胎冠温度/                     | 117 | 118  | 110   | 115 |
| 胎侧温度/                     | 74  | 75   | 79    | 80  |

1 条解剖做物理性能试验,结果见表 7。

从表 7 可以看出,试验胎胎冠胶拉伸强

表 7 9.00 - 20 16PR 载重斜交轮胎物理性能

| 性 能                        | 普通胎  | 试验胎  |
|----------------------------|------|------|
| 邵尔 A 型硬度/度                 |      |      |
| 胎冠上层                       | 60   | 62   |
| 胎冠基部(胎侧)                   | 57   | 59   |
| 拉伸强度/MPa                   |      |      |
| 胎冠上层                       | 18.8 | 19.6 |
| 胎冠基部(胎侧)                   | 20.7 | 22.1 |
| 扯断伸长率/%                    | 520  | 480  |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.18 | 0.15 |
| 粘合强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) |      |      |
| 胎面-缓冲层                     | 10.2 | 11.7 |
| 缓冲层-缓冲层                    | 10.8 | 10.9 |
| 缓冲层-胎体帘布                   | 9.2  | 9.0  |
| 帘布层-帘布层                    | 6.0  | 6.2  |
| 胎侧胶-帘布层                    | 7.7  | 8.3  |

度和硬度高,胎面与缓冲层及胎侧与帘布层间粘合强度比普通胎高。调整后的载重轮胎两方两块配方已在生产中使用,里程试验正在进行。

## 6 结 论

(1) 本次载重斜交轮胎胎面胶两方两块配方的调整从小配合、中试及批量生产后的抽检均反映出磨耗性能得到提高。

(2) 高速性能稳定通过 100 km·h<sup>-1</sup> 速度级检验,好的通过 110 km·h<sup>-1</sup>。

## 参考文献

- 1 梁慎言,罗锡荣,杨始燕,等. 提高载重斜交轮胎速度性能的研究. 轮胎工业,1997,17(1):3~12
- 2 关 晶,康洪冉,周利忠. 尼龙轮胎超负荷性能的试验与研究. 轮胎工业,1996,16(12):716~724

收稿日期 1998-06-04

# Formula Design for Duplex Extruded Dual Compound Tread of Bias Truck Tire

Wang Xianfa, Jiang Xiaodong, Hu Jian, Ding Yu and Pei Xiaohui

(Xuzhou Research Institute of Rubber Science 221005)

**Abstract** An experimental study was made to adjust the formula for duplex extruded dual compound tread of bias truck tire. The wear resistance of tread crown and the speed performance of tire improved by increasing modulus at 300 % elongation of tread crown and sidewall compounds. 9.00 - 20 16PR tire produced with the resultant formula successfully passed the speed performance examination at 100 km·h<sup>-1</sup>.

**Keywords** bias truck tire, speed performance, formula, crown compound, duplex extruded dual compound tread

## 松林集团引进回火轮胎胎圈钢丝

河南省松林集团有限公司引进年产 3 万 t 回火轮胎胎圈钢丝生产线工作正加紧进行。

松林集团今年 7 月份与意大利 DIURNI 集团达成了引进年产 3 万 t 回火轮胎胎圈钢丝 3 条生产线的合作协议。第 1 条生产线将

于今年年底完成引进工作,第 2 和第 3 条生产线的引进工作将于 1999 年完成。2000 年年底以前,该集团将实现年产 5 万 t 回火轮胎胎圈钢丝生产基地的目标。届时,该集团的回火轮胎胎圈钢丝产量将占全国同类产品产量的 40 % ~ 50 %。

(摘自《中国化工报》,1998-09-21)