

# 使用改进聚合物提高轮胎寿命和节油性能

J. Trimbach, R. Engehausen, A. J. M. Sumner

(拜耳公司, 德国)

中图分类号: TQ336.1 文献标识码: B 文章编号: 1006-8171(2004)10-0587-03

过去 10 年中,原配轮胎的滚动阻力和抓着性能不断得到改善,以满足汽车公司越来越严格的要求。由于各种胎面用聚合物的不断发展,才能实现上述改善。

## 1 高里程轮胎

轿车轮胎的平均使用寿命从 1903 年的 800 km 提高到 2000 年的 6.9 万 km,而过去 30 年中几乎翻了一番。随着汽车公司对轮胎性能要求的提高,轮胎质量水平不断改善。轮胎越圆,施加到路面的力变化越小,轮胎磨损也越小。过去 15 年中轮胎均匀性获得了许多重大进展,加上设计更好的高精度悬挂,轮胎的使用寿命大大延长了。图 1 表明了轮胎前束角的误差对轮胎总体滑动(磨损)具有二阶影响:1° 误差意味着轮胎要产生两倍时间的磨损(原文如此——译注)。其它影响轮胎磨损的因素包括路面条件、环境温度、汽车速度和载荷。较差的路面条件、较高的环境温度、较高的车速和载荷都对胎面磨损产生严重影响。

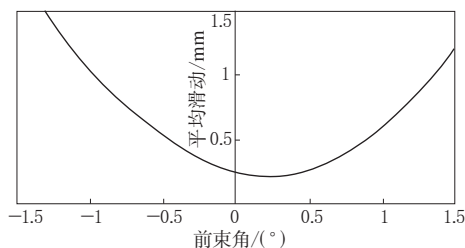


图 1 轮胎胎面总体滑动与前束角的关系

美国消费者对高里程轿车替换轮胎有着巨大的需求。它起始于 4 年前,固特异为售出的轮胎提供 13.6 万 km 的保用里程,这一行动获得了巨大成功;此后,所有轮胎公司都推出了类似的轮

胎,一些轮胎具有所谓的“保证使用寿命”。轮胎公司还推出了具有保用里程的载重轮胎(11 万 km,3 次翻新或 7 年)。这一做法是否能成功,尚需拭目以待。

轮胎寿命取决于由不同胶料制成的各个部件,每个部件都必须考虑到不同的因素。最重要的因素有:

- 胎面的磨耗;
- 胎侧的抗撕裂性能;
- 胎圈的磨耗;
- 内衬层的疲劳性能。

用于轿车和载重车的轮胎胎面之间必须有差别。在载重轮胎中,主要聚合物是 NR。由于 BR 具有优异的耐磨性能,因此常在这些用途中将它与 NR 并用。并用胶配方的耐磨性能取决于所用的 BR。高顺式 BR,如 Nd-BR,具有较好的性能。第 2 个因素是聚合物的相对分子质量:高门尼粘度品种,如 Buna CB22,性能甚至优于标准门尼粘度 Nd-BR(Buna CB24)。

高顺式 BR 也用于轿车轮胎胎面以改进磨耗。在具有优异滚动阻力和湿抓着力绿色轮胎白炭黑胶料中情况正是如此,它需要用 BR 来获得这种平衡的性能。在一项用具有相同玻璃化温度( $T_g$ )的不同 S-SBR 样品进行的研究中,可以看到随着结合苯乙烯质量分数增大(因而乙烯基质量分数减小),胶料的 DIN 磨耗获得改善(如图 2 所示)。高苯乙烯 S-SBR 样品的湿抓着力和操纵性能好,但是滚动阻力随着结合苯乙烯质量分数增大而增大。

在轿车和载重车轮胎胎侧中,NR 和 BR 常用并用比为 40:60~60:40。在此并用比范围内,

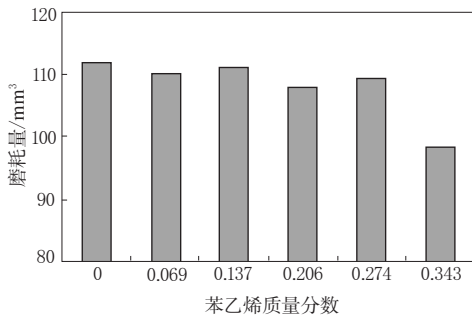


图2 S-SBR中结合苯乙烯质量分数对DIN磨耗的影响。胎侧的抗撕裂性能和抗切割性能都能得到最好的保障。耐磨性能在胎圈区也十分重要,通常该部位使用炭黑填充量很高的BR胶料;星形Li-BR(Buna CB65)具有很多优点。因为其宏观结构的特点,它能生产高填充量(90份以下)的炭黑胶料,这种胶料具有良好的加工性能和高耐磨性。

随着轮胎使用寿命的不断延长,更加需要气密性更好的内衬层。有3种途径使改善的内衬层有助于提高轮胎的使用寿命。首先,在轮胎使用寿命期间,接地印痕区需要保持最佳形状。只有恒定的充气压力,才能获得接地印痕区的最佳形状,这一点可以从图3看出。

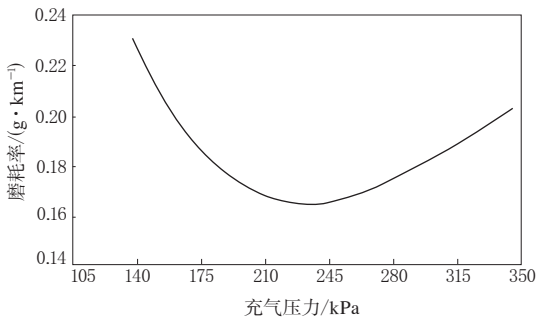


图3 充气压力对磨耗率的影响

轮胎规格 175/70R13, 负荷 3 kN, 恒定横向力。

第二,轮胎要获得高里程,其胶料必须具有良好的耐老化性能。最后,通过将充入空气里进入轮胎结构里的氧和蒸汽减至最少获得长使用寿命。采用在使用过程中可保持气压稳定不变而厚度又最小的内衬层才能满足上述要求。

毋庸置疑,近来轿车和载重轮胎的最好内衬层都是用炭黑补强的溴化丁基胶料(BIIR)制造的。这种胶料能使上面所述的各项指标达到良好

的平衡,但是它在某些方面仍需要改进。BIIR的加工性能常常受到批评,因为它很容易焦烧。另外BIIR也有老化后容易变硬的问题。使用低定伸配方,例如少加炭黑多加油可以最大限度地延缓老化变硬进程。

高里程轮胎的内衬层需要良好的耐疲劳和耐降解性。硬化会导致破坏内衬层气密性的裂口出现。一种用于测量疲劳寿命的实验室方法得出了精确的可靠结果,而且与轮胎性能有良好的相关性。该方法采用的仪器为拜耳撕裂分析仪。

图4示出了标准内衬层胶料的主要性能,而且与使用降低了溴质量分数的改性BIIR配方进行了对比。值得注意之处包括延长了焦烧时间,而对硫化速率和降低定伸应力没有多大影响,对透气性没有影响,但与硫化后的NR胎体保持很高的粘合强度。撕裂分析仪结果表明,裂口增长速率(CGR)急剧下降。

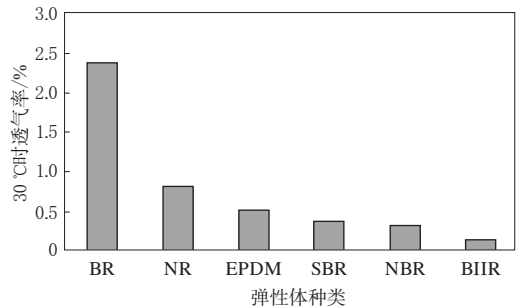


图4 标准和低溴内衬层胶料性能的比较

老化效应对于要经过数次翻新的载重轮胎的内衬层是十分重要的。图5表明,标准和低溴BIIR老化后定伸应力上升幅度相同,但低溴BIIR实际值要低得多。由于定伸应力的增大,标准BIIR胶料的CGR约增大10倍。低溴BIIR老化后定伸应力仍保持在较低水平,因此CGR增长非常小。在扭转摆锤试验机上于一定温度范围内测量低温性能,结果表明低溴BIIR稍有优势。

## 2 低滚动阻力轮胎

自1978年CAFE法规颁布以来,低滚动阻力一直是美国对原配轮胎的要求。1992年米其林专利申请发布后,低滚动阻力就成为欧洲汽车公司的要求。尽管总的来说目前欧洲对原配轮胎

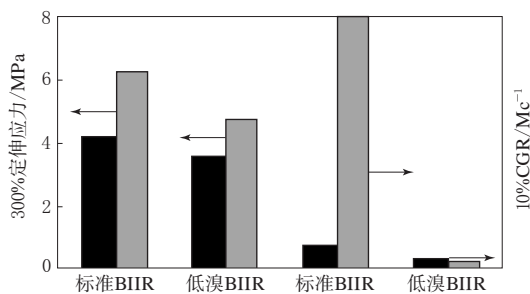


图 5 老化对标准和低溴 BIIR 定伸应力和 CGR 的影响

黑色—老化前；灰色—老化后。

的要求还不像美国那么严格，但是人们正在年复一年地追求滚动阻力更低的轮胎。有实际困难的是北欧(英国和德国)，在那里降低滚动阻力的同时要保持湿牵引性和耐磨性能是很难实现的。

减小轮胎胶料，特别是高滞后内衬层胶料的质量，可以降低滚动阻力。滚动阻力与轮胎质量的关系(见图 6)清楚地表明了这一效应。

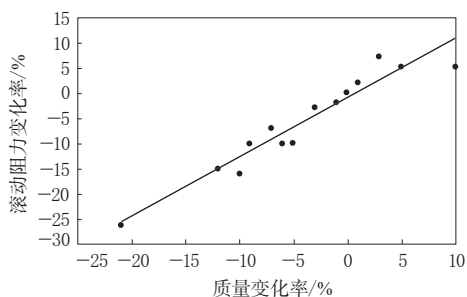


图 6 滚动阻力与轮胎质量的关系

图 6 反映了载重轮胎降低滚动阻力的机理。目前使用的钢丝帘线强力更高而直径更小，因而需要的覆盖胶料少。覆盖胶质量减小了，因此轮胎滚动阻力降低了。

滚动阻力强烈依赖于充气压力。充气压力下加大轮胎下沉变形，因而增大了轮胎的滚动阻力，使汽车为克服这种阻力消耗更多的汽油。

胎面的能耗约占轮胎滚动阻力的 2/3。有各种不同的途径获得低滚动阻力。特别是北美使用的轿车轮胎胎面胶中，炭黑是唯一的填料。使用改性 S-SBR 可降低滞后损失，这种改性 S-SBR 通过锡偶联或端基官能化，比未改性 S-SBR 能更好地与填料相互反应。

聚合物与填料的键合限制了链移动，导致滞后损失和滚动阻力降低。这种途径的缺点之一是牺牲了胎面胶的湿抓着力。

近年欧洲又建立了一种配方设计方法：以白炭黑为填料，能同时改善滚动阻力和湿抓着力。

受硅烷影响的填料和橡胶之间反应生成的交联键也降低滞后损失。加入高顺式聚丁二烯橡胶，例如用钨催化剂生产的 Nd-BR 或用钴催化剂生产的 Co-BR，可以克服“魔三角”中第三角即磨损的固有缺陷。

溶聚橡胶的新发展包括对整个聚合物链的改性，在前面所述炭黑胶料用的普通聚合物中，仅有链端被改性。也可以通过偶联剂(例如四氯化锡)在聚合物链中段引入官能团。新的研究表明，全新的轮胎用橡胶即将涌现，这些橡胶分子在整个链长上都被官能团改性。由于有了这种官能团化，就可以增强橡胶与填料之间的相互作用。

另一个影响滚动阻力的因素是聚合物相对分子质量。在一项研究中，典型的填充白炭黑胶料与 4 种 S-SBR 样品进行了对比，结果如图 7 所示。所有样品具有相同的微观结构，含有质量分数分别为 0.25 和 0.50 的结合苯乙烯及结合乙烯基。

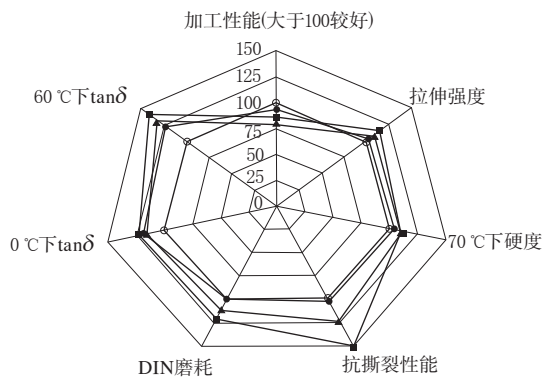


图 7 S-SBR 在典型白炭黑胶料中的性能比较

■—5025-1 HM; ▲—5025-1; ●—5025-0 HM; ○—5025-0。

从图 7 可以看出研究结果。高相对分子质量的聚合物由于链端较少，有利于动态性能，具有低滚动阻力。这些聚合物还显示出良好的湿抓着力和耐磨性能。唯一的问题是材料的加工性能。

(涂学忠摘译)

译自英国“Tire Technology International 2002”, P130~132