

欧洲轮胎用合成橡胶的现状

G. W. Marwede *etc.* 著 孔祥臻译 曹泽新校

摘要 欧洲轮胎用合成橡胶的开发和生产,是随欧洲的轿车轮胎和载重轮胎制造厂的发展趋势和需要而调整的。最近10年中,高宽比较低、使用性能高的轮胎发展趋势明显,不仅对于夏季轮胎而且对于冬季轮胎、特别是对于通常所说的中欧的冬季轮胎,使用这种高性能轮胎的百分比提高很快。为了满足这种要求,这些轮胎不仅采用新的结构,而且使用改进的合成橡胶。其主要考虑因素是,在最佳使用性能的同时,还需要高度的安全性。技术上的要求是优异的干湿抓着力、良好的抗水滑性能和生热低以及良好的耐磨耗性能。上述的后两种性能对于载重轮胎也很重要。本文将主要就有关的气密层、胎侧和胎面来叙述为了适应轮胎使用要求的提高而对合成橡胶提出的要求。

1 最近10年中轮胎和轮胎用合成橡胶的状况

1980~1990年的10年间,西欧轿车轮胎和载重轮胎生产的发展情况如图1所示。这一时期的轮胎总产量增长了16%^[1],同时,轮胎总耗胶量也增长了16%。然而,可以明显地看到,天然橡胶(NR)消耗量实际增长36%,而合成橡胶(SR)消耗量只增加5%(图2)。

从70年代开始,由于轮胎生产转向发展子午线轮胎,轿车轮胎和载重轮胎采用了更多的异戊二烯橡胶(IR)和NR。NR的应用比例,轿车轮胎从18%增长到38%,载重轮胎从60%增加到70%以上。1990年,NR消耗量占轮胎总耗胶量的45%以上(图3)。

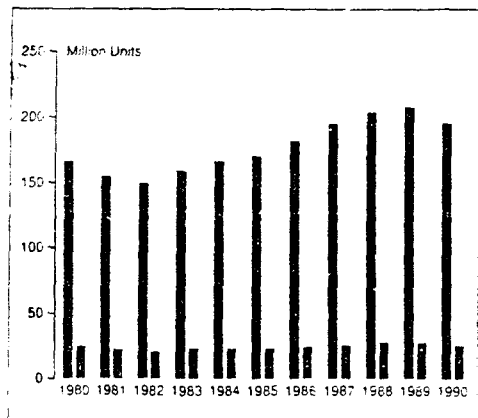


图1 1980~1990年西欧的轮胎生产情况
左—轿车轮胎,右—载重轮胎

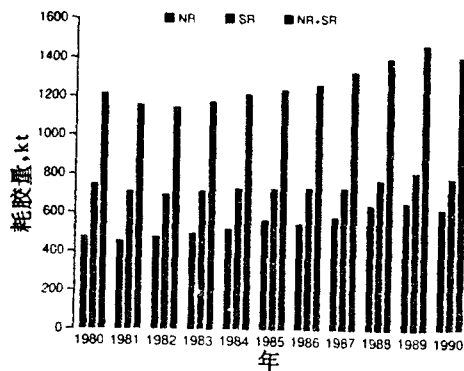


图2 西欧轮胎耗胶量

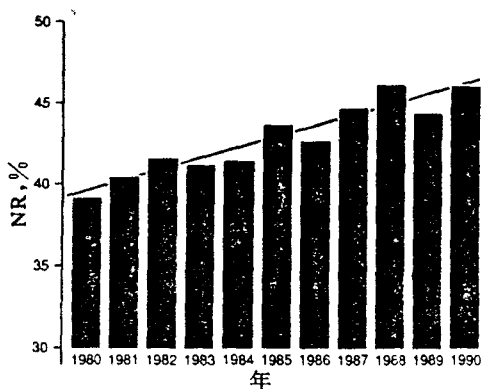


图3 NR占轮胎耗胶量的百分比

固特异公司的J. Bergh在1991年10月柏林召开的轮胎技术会议上报道,在轿车轮胎用橡胶中NR约占60%,中型载重子午线轮胎中约80%。这清楚地表明,西欧对现代轮胎的要求已发生了显著的变化。

现在来详细地讨论关于 SR 所处的位置。

轮胎工业使用的 SR 有乳聚丁苯橡胶 (E-SBR) 和溶聚丁苯橡胶 (S-SBR), 聚丁二烯橡胶 (BR)、IR、丁基/卤化丁基橡胶 (IIR/XIIR)。图 4 表示这些橡胶在 80 年代中消耗的进展情况^[1]。

初看起来, 轮胎用 SR 的总消耗量十分稳定。其中 E-SBR 还能满足轮胎工业的需要量, 但是其所占比例已有所下降, 从而有利于 S-SBR 的增长。BR 的消耗量增加了, 并于 1989 年达到顶峰。最令人吃惊的变化是 IR 的显著减少, 其消耗量从 1980 年的 93kt 下降到 1990 年仅 8kt, 原因是缺乏异戊二烯单体。在意大利和法国的钛催化异戊二烯厂关闭后, 现在西欧只有一家锂催化异戊二烯厂 (壳牌公司) 还在生产。从东欧进口的 IR 不包括在这些数字内。1990 年 IR 总共只有 19.8kt。

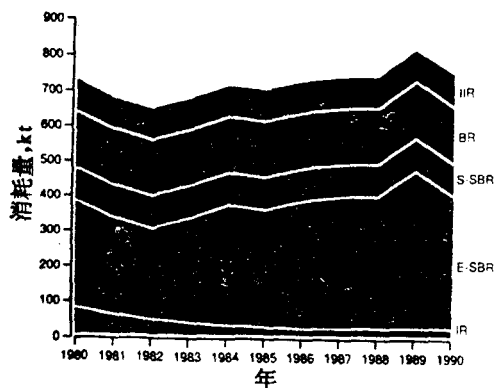


图 4 轮胎生产中 SR 的消耗情况

2 当今欧洲轮胎的需求趋势

除 IR 和 S-SBR 外, 市场上供应的还有新的轮胎用 SR, 如表 1 所示。这里列举的是拜尔公司生产的轮胎用 SR。

乙烯基 S-SBR 和乙烯基 BR 是特殊胶种, 可替代部分 E-SBR, 尤其是在高性能轿车轮胎胎面中, 其大部分与 E-SBR 或 NR 并用。

表 1 轮胎工业用的 SR

轮胎用橡胶	商品名称
E-SBR	Krynox, Krylene
S-SBR	Buna SL-Bayer
乙烯基 S-SBR	Buna VSL-Bayer
S-BR	Buna CB-Bayer
乙烯基 BR	Buna VI-Bayer
IIR	Polysar butyl
XIIR	Polysar chloro/bromo butyl

乙烯基 BR 类包括许多微观结构不同的聚合物。乙烯基含量范围是 10% (标准的锂催化的 BR) ~ 80%, 玻璃化温度 T_g 为 $-80 \sim -15^\circ\text{C}$, 因此, 其硫化胶的磨耗和回弹性能也不同 (图 5)。

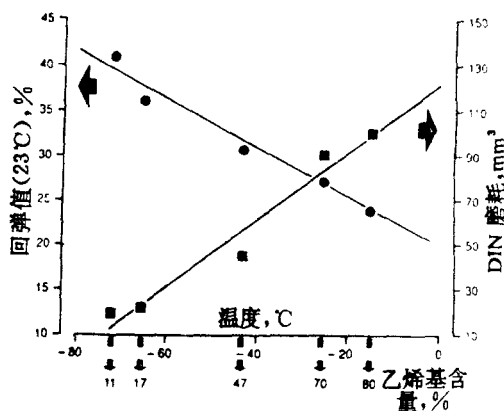


图 5 乙烯基 BR 的回弹性和耐磨耗性能

配方人员可以选择合适类型的橡胶, 以使湿抓着性和磨耗性能都达到理想的水平。

前面叙述了目前欧洲轮胎用 SR 的消耗情况, 下一个问题是, 当今欧洲轮胎的需求及趋势怎样?

在过去的 10 年中, 在西欧, 高宽比较低、使用性能高的轮胎发展趋势明显。产生这种变化的原因是, 轿车车身更为流线型化和发动机效率更高, 以使同一规格的轿车跑得更快。这些轿车要求轮胎与之相匹配, 而且, 为了在如此高速度下获得所需要的抓着力和操纵性能, 使用了断面较低、较宽的轮胎。最新轮胎的高宽比从通常的 80 和 70 系列降至只及原来的 40%。

在过去的 5 年中,欧洲高性能轮胎发生了惊人的变化,图 6 示出了德国的变化情况。

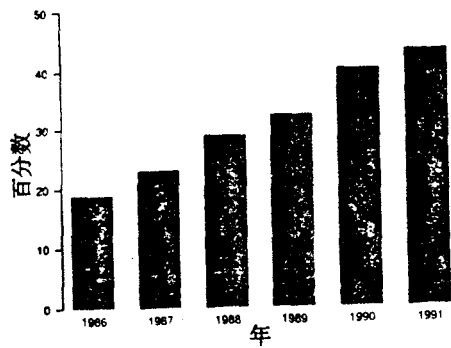


图 6 替换胎市场低高宽比轮胎所占百分比
(德国 1986~1991 年)

在替换胎市场,高宽比较低、使用性能高的轮胎,其比例从 1986 年的 19% 上升到 1991 年的 44%^[3]。

在速度很高的情况下,要获得在干、湿路面上最佳的操纵性能和使用性能,必须改变轮胎结构和胎面材料。例如,Z 速度级轮胎行驶速度可以达到 $240\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上(表 2)。

表 2 轮胎速度等级

速度代号	最高速度	
	km · h ⁻¹	mile · h ⁻¹
M	130	80.6
P	150	93.0
Q	160	99.2
R	170	105.4
S	180	111.6
T	190	117.8
U	200	124.0
H	210	130.2
V	240	148.8
Z	>240	>148.8

作为现代轮胎的典型之一,是大陆公司的 Aqua Contact 轮胎。该轮胎宽的中心花纹沟可显著改善抗水滑性能(图 7)。

1991 年,固特异在美国推出了相类似的轮胎。不仅夏季轮胎而且冬季轮胎、尤其是中欧冬季轮胎,都是轮胎市场中高性能轮胎的一部分(图 8)。

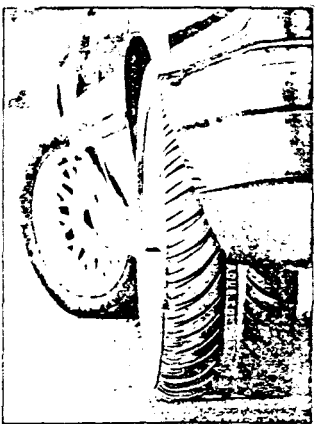


图 7 改善抗水滑性能的胎面花纹
(大陆公司的 Aqua Contact 轮胎)

除了极冷的阿尔卑斯山脉之外,这些轮胎是在大多数条件下都可以使用的冬季轮胎。这些轮胎的需要量在逐渐增加,图 9 示出

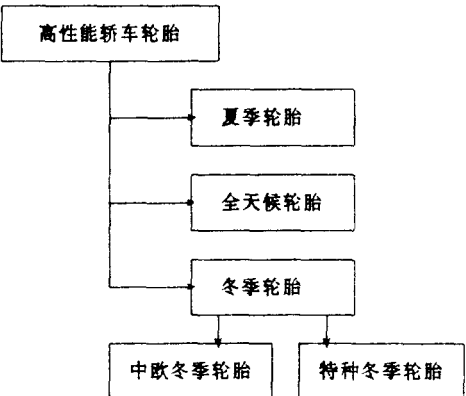


图 8 轮胎分类

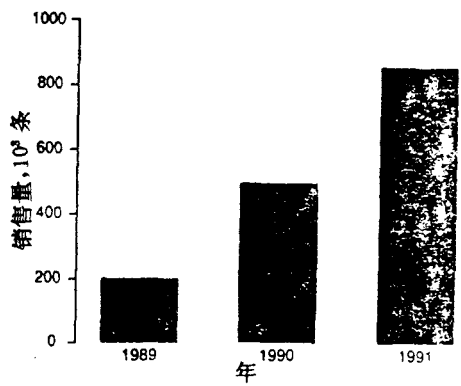


图 9 德国冬季轮胎替换胎销售量
(1989~1991 年)

了德国 1989~1991 年高性能冬季轮胎的增长情况^[5]。

这些冬季轮胎具有特殊结构,胎面采用特殊的轮胎用 SR,以确保在 $-20\sim+15^{\circ}\text{C}$ 下的高速性能。图 10 所示,是皮列里公司生产的冬季轮胎的例子^[6]。

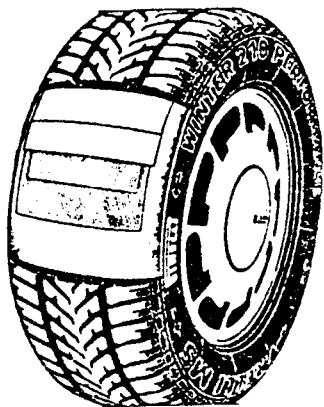


图 10 皮列里冬季轮胎的剖面

由于轮胎结构或胎面花纹的这些最新进展正处在向市场推出的阶段,因此从统计数据上还不能明显看出这些新 SR 的消耗量。

西欧对高性能轮胎的要求,首先是安全性,然后才是安全性兼顾最高使用性能。表 3 列出了要求的顺序。

表 3 高性能轮胎的要求

- 高速性能
- 良好的干抓着性能
- 良好的湿抓着性能
- 良好的抗水滑性能
- 正确的驾驶性和稳定性
- 低滚动阻力
- 高里程

很明显,欧洲对节约燃料的效益有了更多的了解,这将导致对未来新胎面聚合物的研究。然而,安全性,例如干、湿路面上的最佳抓着性、抗水滑性以及对于冬季轮胎而言在冰雪路面上最大的牵引性,仍是欧洲目前的主要要求。

我们可以根据生产轮胎时不同部件中使用橡胶的情况进一步来讨论轮胎用橡胶的现状。图 11 是轿车轮胎的横断面图。

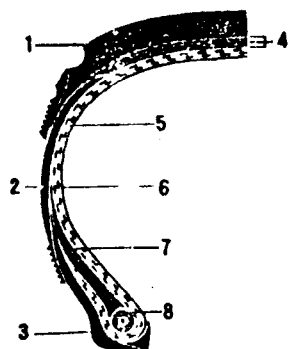


图 11 轿车轮胎的横断面

1—胎面;2—胎侧;3—垫带;4—带束层;5—胎体
6—气密层;7—三角胶;8—钢丝圈

图 12 表示成型轮胎时不同部件中主要使用的橡胶。新型 SR 的应用开发,集中在气密层、胎侧和胎面。下面将详细讨论这些部件使用 SR 的情况。

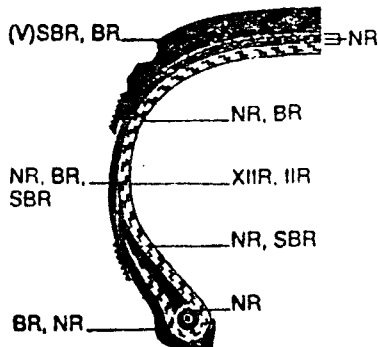


图 12 轿车轮胎使用的橡胶

3 目前西欧轮胎用 SR 的应用

3.1 气密层

气密层是无内胎轮胎的部件之一,对其要求是保持轮胎内所充的高的空气压力。无内胎轮胎由于具有效率 and 安全性,故从轿车轮胎到工程轮胎现在几乎全部为子午线结构。

轮胎设计者设计轮胎时要使操纵、牵引、滚动阻力和磨损等项性能达到最佳水平,然而这些最佳性能只有在最佳充气压力下才能获得。压力减小会导致较大的变形和生热,以及使用性能下降。

充入轮胎的空气是由氮气、氧气和水蒸

汽组成的。不管气密层用何种材料,充入的空气里的各种组分将以不同的速度透过子午线轮胎的气密层。

钢丝子午线轮胎要获得恒定的压力和最佳使用性能,唯一的途径是气密层采用难透气的胶料。这可使轿车轮胎压力下降减至最小,从而获得满意的使用性能。

3.1.1 气密性

气密层的不透气性取决于其厚度和所用橡胶的气密性。过去几年轮胎总趋势是向轻量化发展,这意味着采用较轻的轮胎部件。对于气密层,则只能通过采用气密性最佳的橡胶和胶料配方来达到。

IIR 多年来一直用于内胎。此橡胶透气率低,在低温下具有高减振性和比较好的柔软性。这种气密性是由沿聚合物主链紧密堆积的侧甲基导致聚合物的链移动缓慢的结果。少量的异戊二烯硫化速率缓慢,这令人遗憾地妨碍了与轮胎通常所用的高不饱和橡胶的共同硫化。

然而,50年代初,Morrissey 及其同事发现 IIR 的卤化物具有更大的反应活性和更高的相容性。这些 XIIR 是目前轮胎气密层普遍使用的材料。

氯化丁基橡胶(CIIR)和溴化丁基橡胶(BIIR)现在均由拜耳公司和埃克森公司生产。这两种橡胶保留了 IIR 优异的气密性,同时具有良好的耐热和耐化学药品性能。CIIR 是首先开发出来并投入连续生产的,而且在气密层市场占据了大部分份额。

3.1.2 CIIR

CIIR 是两种卤化丁基橡胶中活性较低的,因而是比较稳定的聚合物,但是单独使用时粘合水平相对低些(图 13)。

幸运的是,CIIR 与 NR 并用,保留了一部分优异的气密性,同时粘合性有显著改善(图 14)。

CIIR 加工比较容易,而且通过与 NR 并用可以提高胶料强度,而胶料强度对于获得良好的气密层接头和避免变薄很重要。这对

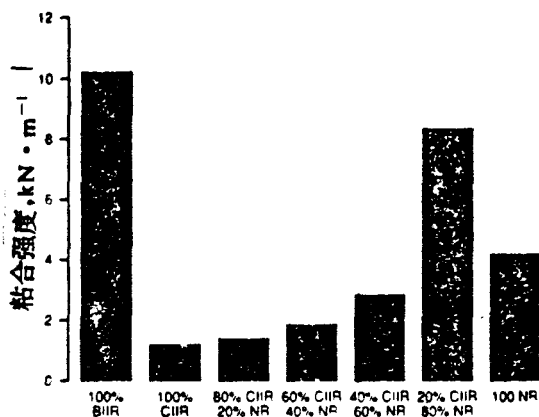


图 13 CIIR 与 NR 并用制得的气密层胶料的粘合性

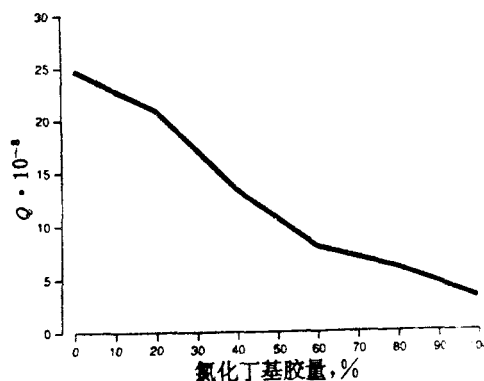


图 14 CIIR 与 NR 并用胶的气密性

于大规格拖拉机轮胎和工程轮胎是至关重要的。同时,低温性能也获得了改善,这对航空和冬季轮胎来说是很重要的。

一般的轿车轮胎配方采取 70%CIIR 与 30%NR 并用,为使载重轮胎获得良好的气密性,CIIR 的用量接近 85%。然而对满意的粘合而言,这是界限。

可惜,由 70/30 的 CIIR/NR 并用胶制造的气密层厚度要为 100%CIIR 的气密层的 2 倍,才能获得相同的气密性。

3.1.3 BIIR

BIIR 最初是在密炼机中制备的,后来采用连续溴化方法制备,其活性比 CIIR 高。这使其与轮胎胎体使用的较高不饱和度的聚合物之间获得了良好粘合。但是由于反应活性大,加工时要比较小心。

自 80 年代中期以来,从 CIIR 气密层到 BIIR 气密层发生了巨大的变化。这是由于下

因素引起的:

(1)美国市政当局平均燃料经济性(CAFE)法规的影响,它导致轮胎为达到所要求的低滚动阻力而采用较高的充气压力。欧洲子公司采用美国母公司的胶料配方。

(2)要求改进质量,达到市场领先者的水平。

(3)钢丝载重子午线轮胎应用的增长。预计载重轮胎使用寿命可达到三次再刻花纹和翻新胎面的周期。这些轮胎不能采用轿车轮胎可能采用的较厚的 CIIR/NR 并用胶。这些轮胎要求气密性最好的气密层,以防止钢丝胎体胶料和带束层胶料的降解。

3.1.4 目前影响

由于多种因素的影响,轿车轮胎气密层用橡胶 CIIR 向 BIIR 转变的趋势现在日益明显。

(1)低断面高速度化轮胎用量在增加。这类轮胎有较大的可容纳空气的表面积,因此需要气密性更好的气密层。

(2)现在某些备用胎已经向高压和节省空间的方向发展。这些备用胎几乎不用保养,因而需要气密性更好的气密层。

(3)经济衰退引起轮胎产量下降,因而需要降低成本以保持竞争力。BIIR 气密层厚度只有 CIIR 气密层的一半,材料成本比较低,不过这一变动必须更换设备,以控制较薄厚度和克服加工困难。

(4)轿车制造者想要较轻的轮胎,以减轻非悬挂重量,改善均匀性和提高操纵性能。

(5)欧洲已向生产高充气压力低滚动阻力的轮胎转移。

在欧洲,载重轮胎几乎 100%是钢丝子午线无内胎结构,气密层大部分已经使用 BIIR。低断面轮胎日益增加,必然要求降低车轴高度,使载重量增加了,这样低断面轮胎就受到公共运输车辆使用者的欢迎。因此,使用 BIIR 轮胎的比例将会进一步增大。

3.1.5 BIIR 气密层的研制

BIIR 制造厂生产了不同分子量的产品,

以适应不同轮胎厂的混炼和加工设备。不管怎样,减少废胎,提高生产效益,聚合物的加工还是很关键的。因此,轮胎生产者还想对 BIIR 气密层作一些改进:

(1)提高生胶强度,减少接头问题。

(2)更好的气密性,进一步减小厚度和减少空气损失。

(3)加快应力松弛,减少收缩问题。

两个 BIIR 生产厂有可满足这些要求的供试验用的 BIIR。这些 BIIR 目前正在作工业评估。通过掺入低和高分子量的组分,两个生产厂都有以不同方式排列的分子量分布较宽的 BIIR。

通过掺入高分子量的组分,可以改善这些宽分子量分布的 BIIR 的生胶强度,通过掺入低分子量的组分,可以加快这些宽分子量分布的 IIR 的应力松弛。

改善气密性有两个途径:

(1)就橡胶内部而言,那就是高和低的分子量组分之间达到某种平衡的时候。这可能是由于分子更有效的堆积引起的。

(2)高分子量分布提供一种较容易加工的材料,这种材料的胶料需要较少的油,并且具有较好的气密性。

制造这两种聚合物是比较复杂的,而且还必须考虑对于所得到的优点在经济上是否合算。

3.1.6 未来要求

当然,轮胎制造商都喜欢比 BIIR 气密层更轻、气密性更好的气密层。对许多聚合物作了试验,并提出了替代气密层的新方法。迄今没有找到一种综合性能与 BIIR 气密层相同的新气密层。

我们希望改进配方,以优化气密性、低温性能和耐久性。

3.2 胎侧

胎侧胶必须提供高的耐屈挠龟裂性、良好的耐候性和耐疲劳性。由于所有轮胎系列高宽比的减小,屈挠区集中到胎侧较小区域内,这对胶料的动态性能提出了更高的要

求。

胎侧胶料必须掺入天然橡胶,以改善轮胎成型时的粘性,并提供高的耐切割性和耐割口增长性。在过去的10年中,顺丁橡胶一直作为第二组分。西欧轿车轮胎和载重轮胎的胎侧标准胶料含有NR和40~50份的BR,现在已经得到普遍认可。要提到的是,在该胶料中,正确使用抗氧化剂和抗臭氧剂体系是非常重要的。

NR/BR并用可提供良好的加工性能,以及与胎体胶料优异的粘合性,高耐磨性,很好的耐屈挠龟裂和耐疲劳性。NR对于降低龟裂扩展是最佳的,而BR对于减少龟裂的形成是最佳的。NR/BR以50/50并用对胎侧龟裂形成和龟裂扩展之间提供最佳的综合平衡。

比较以不同催化体系生产的现有BR种类:Li-BR, Ti-BR, Co-BR, Ni-BR, Nd-BR,很明显,西欧在过去10年中开发的新的钕催化的BR应用于胎侧有很多优点。首先,改善了粘性,这在使用高比例BR时是很重要的。然而, Nd-BR的较好耐屈挠龟裂和抗疲劳性能更重要,如图15所示。

Nd-BR胶料明显地好于其他种类的BR胶料。

当今呈现的趋势是:就载重轮胎的寿命而言,要求更高的使用性能;就轿车轮胎而言,要提高耐久性并改善外观。在未来的数年内,将继续使用NR/BR胶料。这些取决于抗臭氧降解剂的迁移。用于改进胎侧性能的新

聚合物,已经开发出来,这些聚合物能够提供足够的抗臭氧性。

EPDM在与NR并用中能提供良好的抗臭氧性和屈挠性能。为获得良好的抗臭氧性能,要求至少使用40份EPDM。新的研究已经证明^[7],高分子量的EPDM和高ENB(亚乙基降冰片烯)的混合物,有可能提供与通用橡胶良好的粘合性。

要优化耐割口增长性能和混炼方法,还需要作进一步改进。

3.3 胎面

概括地说,在80年代,西欧轿车轮胎胎面配方没有很大变化。E-SBR部分地与BR并用仍然是主要的。

轮胎市场可以分成三部分:

- (1) S和T速度级;
- (2) H速度级;
- (3) V和Z速度级。

S和T速度级轮胎是以低价大量销售的商品,它采用能满足要求的最便宜的材料。这些轮胎的胎面几乎只采用SBR1712和少量BR。

H速度级轮胎销售价格差别很大,它还要求有较大的抓着力,因此要求使用含较多苯乙烯的SBR,通常采用SBR1712/SBR1721并用胶。

对于高性能V和Z速度级轮胎,为获得所需使用性能的综合平衡,根据各特定橡胶之间的较大差别,可以做到多种选择(图16)。

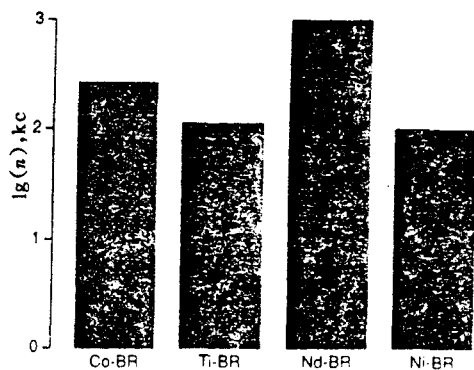


图15 BR/NR并用胶胎侧的耐疲劳性能

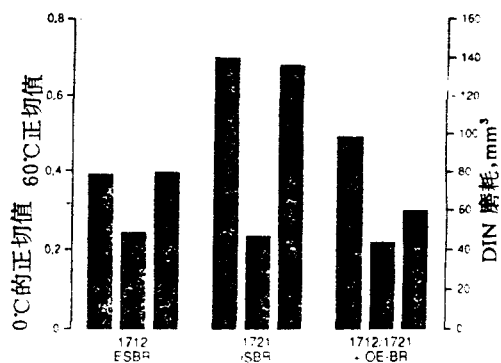


图16 E-SBR用作轮胎胎面胶的比较

高性能轮胎胎面使用 E-SBR 的优点是,既有良好的加工性能又有高的物理性能,而且最重要的是可用性和价格低。

高苯乙烯 E-SBR 的缺点是使用性能对轮胎表面温度明显的依赖关系。由于该聚合物玻璃化温度 T_g 高,可以观察到低温下该聚合物明显硬化。而在高温下,由于聚合物中高苯乙烯的热塑性,产生软化。结果使轮胎生热高,滚动阻力大,操纵性能差。

如图 17 所示, T_g 与主要轮胎性能(如湿抓着性和耐磨性)之间存在着十分重要的关系。

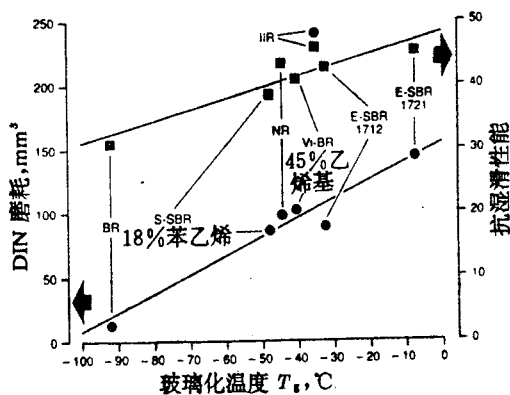


图 17 不同玻璃化温度的耐磨性和抗湿滑性

如果使用高结构、高比表面积的炭黑,可在一定程度上改善这些使用性能的综合平衡。这些活性很高的炭黑可产生较低的低温回弹性,例如改善抗滑性能,并能提高硫化胶的抗撕裂性能,例如减少磨耗量。

遗憾的是,含有这些专用炭黑胶料的加工往往比较困难,因此橡胶行业常常是供应炭黑母炼胶,以克服本伯里密炼机中出现的混合和分散问题。这些炭黑母炼胶是以专门设计的 SBR 为基础制备的,其苯乙烯含量 29%~33%,比含量为 40% 的 SBR1721 低。这满足了对良好的抓着性、耐磨耗性能和提高操纵性能的要求。这些含 30%~35% 苯乙烯的聚合物是为用于高性能的轿车轮胎胎面而设计的。

由于对湿抓着性的要求势不可挡,因此

运用最初看来似乎奇特的一些想法。专利描述了传统胎面用橡胶与 CIIR 并用胶的应用情况。这些配方的目的还是降低回弹性,以达到最佳的抓着性能,但此时要以较高的磨耗量为代价。

在过去 7 年里,出现了另一组聚合物。这些聚合物是用改进的锂催化体系以溶聚法生产的。通过这种技术,可从传统轮胎橡胶使用的相同单体获得特殊的链结构(表 4)。

表 4 新型轮胎橡胶用的单体

单体	轮胎用橡胶
丁二烯	乙烯基聚丁二烯橡胶(ViBR)
丁二烯、苯乙烯	苯乙烯/乙烯基含量变化较大的溶聚 SBR(VS-SBR)
异戊二烯	3,4-聚异戊二烯橡胶(3,4-IR)
异戊二烯、苯乙烯、	苯乙烯-异戊二烯-丁二烯橡胶
丁二烯	(SiBR,“综合橡胶”) ^[8]

3.3.1 乙烯基 BR

美国严格的 CAFE 法规导致较早使用乙烯基 BR 来替代 E-SBR1712,以达到降低滚动阻力的目的。用于降低滚动阻力的乙烯基 BR 大体上是含 40%~50% 的中乙烯基 BR。

当今,较受欢迎的是含 60%~80% 乙烯基的高乙烯基 BR。这种橡胶与少量的 NR 和 E-SBR 并用时,可提供良好的综合性能。

原因是配方中 ViBR 的用量通常受较低物理性能的限制。结果,现在西欧 ViBR 的总用量与 E-SBR 和顺式 BR 相比是很小的。

根据最近研究可以推断,低至中乙烯基的 BR 可以替代传统的顺式 BR 用于全天候、冬季或载重轮胎中,因为它们能提供具有较好的抓着性和足够的耐磨性,同时保持良好的低温性能的胶料。

3.3.2 SSBR 和 VS-SBR

在中高性能轮胎中使用含 10% 乙烯基的传统 SSBR 兴趣不大,西欧某些轮胎生产厂以与 SBR 相同的方式采用这些橡胶。这种橡胶可提供良好的耐磨性能以及比 BR 优越

的抓着性能,它们在轮胎制造中具有同样的优点,特别是改善了挤出性和有较好的抗硫化返原性。

目前,轮胎工业需要较新颖的特殊结构的溶聚 SBR。通过改变微观结构,例如聚合物的乙烯基和苯乙烯含量及其沿主链的分布,可以获得满足较低滚动阻力或较高湿抓着力要求的橡胶产品。通过改变宏观结构,可以增强上述效果,而且这些聚合物的加工性可根据要求进行调节。

如图 18 所示,丁基锂催化的具有不同苯乙烯和乙烯基含量的聚合物,其硫化胶的 T_g 全部相同。苯乙烯含量增加,抓着性能提高,但未观察到对滚动阻力的影响。耐磨性能则稍有改善。

从表 5 可见,含 40% 苯乙烯的 E-SBR 显然能提供最佳的耐磨性能。再通过改变乙烯基含量和宏观结构,有可能获得在温度升高时具有较高回弹性和较低滞后损失优点的 SBR1721 所提供的抓着性能。

表 5 含乙烯基的 E-SBR 的性能($T_g = -20^\circ\text{C}$)

苯乙烯, %	8	21	30	41
乙烯基, %	80	60	40	21
TR1, $^\circ\text{C}$	-20	-20	-20	-20
回弹值, %				
23 $^\circ\text{C}$	21	20	19	19
70 $^\circ\text{C}$	35	34	33	32
DIN 磨耗, mm^3	145	140	140	130
$\text{tg}\delta$				
0 $^\circ\text{C}$	0.51	0.54	0.57	0.58
60 $^\circ\text{C}$	0.23	0.24	0.24	0.25

虽然业已证明,在实验室试验中这些 S-SBR 优于 E-SBR 之处不很明显,但是道路试验和条件非常苛刻的试验非常清楚地证实了现代 S-SBR 优异的使用性能。

我们知道,这些聚合物被广泛认可,受到成本高于 E-SBR 的阻碍。这些现代溶聚物的成本/性能关系限制了它们与具备所需特殊性能的传统轮胎橡胶的并用。此外,用丁基锂方法设计的专用聚合物的高灵活性可以满足个别轮胎生产者的特殊需求和适应市场机

制。可以断定,这些聚合物在近期不可能大量应用。

3.3.3 3,4-IR

根据对 3,4-IR 的研究,此橡胶因能满足提高高性能轮胎湿抓着性能这一重要要求而受到了重视^[9]。它的主要作用是充当湿抓着性改进剂。

表 6 表明,3,4-IR 即使与高苯乙烯 SBR 对比,在温度升高时也能提供较好的湿抓着性和较低的滞后损失。由于各项主要性能和耐磨性能较低,这种聚合物在并用时用量被限制在 10~20 份范围。

表 6 3,4-IR 与 SBR 特性的比较

	3,4-IRE-SBR	3,4-IR	20.00	0.00
	1721	SBR1500	30.00	30.00
		SBR1712	68.80	68.80
		SBR1721	0.00	27.50
TR1, $^\circ\text{C}$	3	-18	—	—
回弹值, %				
23 $^\circ\text{C}$	5	21	21	26
70 $^\circ\text{C}$	38	47	41	41
DIN 磨耗, mm^3	350	180	160	141
抗湿滑性	38	46	45	46
$\text{tg}\delta$				
0 $^\circ\text{C}$	—	0.74	0.63	0.43
60 $^\circ\text{C}$	0.18	0.16	0.20	0.20

这种聚合物优异的湿抓着性能显然与其高 T_g 有关(3,4-结构含量为 65% 时, $T_g = +3^\circ\text{C}$; 含 40% 苯乙烯的 SBR, $T_g = -18^\circ\text{C}$)。

3.3.4 SIBR

SIBR 的开发是以“宽模态的 $\text{tg}\delta$ 原理”为基础的。这种橡胶有一条由不同链段构成的特制主链,因此显示出多个玻璃化温度。在这种橡胶中,单个最高阻尼峰是一致的,并产生了较宽的 $\text{tg}\delta$ 峰形。图 18 解释了这个原理。

尽管知道这一原理已有几年了,而且做了试样测试,但是直到 1991 年才在美国开始工业化生产。总有一天在西欧会看到这种橡胶应用的成功。

3.4 载重轮胎胎面

在载重轮胎胎面中, NR 仍然是最重要的橡胶。在某种程度上, S-SBR 和 BR 用作

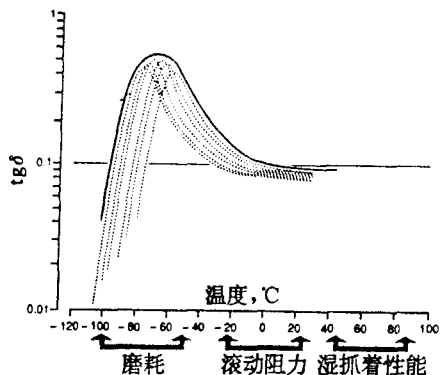


图 18 “综合性能良好的橡胶”——宽模态的 $\text{tg}\delta$ 原理

并用材料。

有关 NR/BR 的一个新进展是有助于克服现代胎面花纹结构中花纹沟龟裂危险的钕催化 BR 的问世。

3.5 载重轮胎翻新胎面

近几年,载重轮胎的预硫化翻新胎面有明显增长。这些预硫化胎面采用 SBR 和 BR 并用胶。

3.6 冬季轿车轮胎胎面

在这方面的应用(表 7)中,BR 是胎面胶使用的主要 SR。这是因为 BR,特别是充油 BR 在满足要求方面是理想的。

4 结论

这篇有关西欧轮胎用合成橡胶状况的文章,阐明了橡胶工业的不断专业化趋势。西欧

表 7 冬季轮胎胎面的要求

要求	最佳的聚合物
低温柔软性	BR
冰、雪、湿抓着力和耐磨耗性之间的最佳平衡	高分子量充油型 BR
良好的物理性能和低硬度	高分子量充油型 BR
耐花纹沟龟裂	BR(Nd-BR)

轮胎工业对提高抗滑性能的要求日趋严苛,特别是对不降低磨损的高性能的要求不断提高,要求 SR 有高的灵活性,即要求生产厂家除如已商品化的胶种 SBR 和 BR 外,还应生产其它类型的合成橡胶。然而,我们不能忘记那些导致橡胶工业制订管理规章的非常严格的环保要求,例如生产不产生亚硝胺的乳聚橡胶的要求。此外,我们必须考虑橡胶质量和均匀性日益提高的要求。

总之,这些因素表明,将来橡胶和轮胎生产厂之间必须紧密合作。轮胎用 SR 的未来开发,不仅在产品的设计方面,而且在生产方法的研究方面都需要有高度的创新。

未来 10 年的意义将不亚于过去的 10 年。

参考文献(略)

译自德国“Kautschuk+Gummi Kunststoffe”,
46[5],380~388(1993)