

抗湿滑轮胎胎面胶配方

R. M. Russel 著 袁房林摘译 许莲玉校

本文旨在阐明在目前工艺水平下的配方技术,重点说明在湿滑路上提高轮胎抓着性能的胎面配方设计。

首先对用于轮胎胎面胶的通用材料的性能给以概括,然后讨论它们的相互作用对湿牵引力的影响

1 原材料组成

胶料采用常规配方(略)。

2 橡胶的动态力学性质

硫化胶受力变形时,应力与应变之间存在一个确定的滞后时间(图3)。在一定振幅下对一块试样进行正弦剪切变形试验,其动态切变模量 G^0 由两部分组成: G' ——弹性对动态模量的贡献,与应变同相位; G'' ——粘弹性组分,与应变不同相,存在一个 δ 角。偏离完全弹性行为的程度由下式给出:

$$G''/G' = \tan \delta$$

根据 $\tan \delta$ 的大小来衡量能量的损失,即滞后损失。

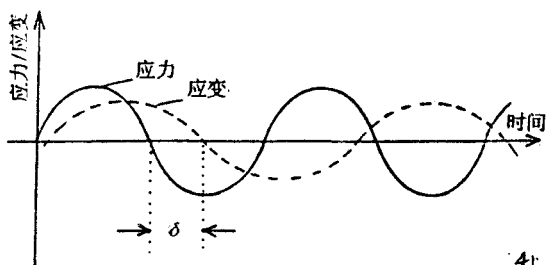


图3 橡胶的动态力学性质

得胎面接地部位变形而引起的。

4 滞后与温度、频率间的关系

与橡胶所有的性能相似,滞后损失是使用状况下胶料内部温度的函数。同时,滞后也受变形频率的影响,但它的影响刚好与温度相反。图4为典型的轿车轮胎胎面胶在3种不同频率下 $\tan \delta$ 对温度的关系。

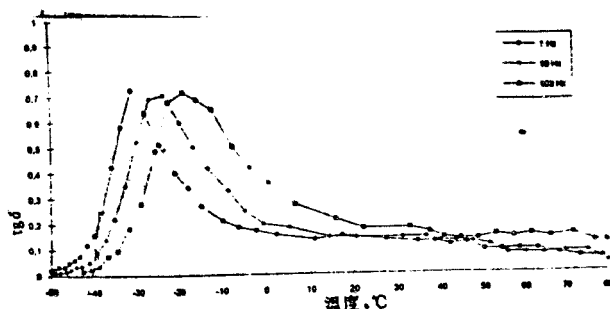


图4 轿车胎面胶温度与滞后损失的关系

图4显示的滞后与温度和频率的曲线形状是所有胎面胶的共同特性,应给予足够的重视。由图中可以看出各个频率下的最大滞后值。峰值的位置是由实际使用橡胶的玻璃化温度 T_g 所决定的。根据不同需要改变使用的橡胶品种,相应的滞后曲线在横坐标上的位置也发生移动。这一原理对于轮胎胎面胶配方的设计是非常有用的。我们可以通过仔细选择胶料的 T_g 来控制摩擦性能。

5 配方设计

5.1 橡胶品种的选择

如前所述,轮胎的摩擦力主要源自滞后损失。因此,轮胎的牵引性能受胎面使用橡胶的玻璃化温度的影响。在湿路面上,胎面的一些性能指标与所用橡胶的 T_g 成正比。因此,使用 T_g 较高的橡胶品种能够改善湿抓着性能。

3 湿抓着力与摩擦力

湿抓着力的大小主要取决于轮胎与路面间的摩擦力。摩擦力主要取决于滞后的能量损失,而滞后损失则是由于路面粗糙不平使

一般说来,湿抓着性能的评价遵循 T_g ($^{\circ}\text{C}$) 的排列顺序:顺丁橡胶 -107;天然橡胶 -73;乳聚丁苯橡胶(结合 23.5% 苯乙烯 -52;结合 31% 苯乙烯 -45;结合 40% 苯乙烯 -37);溶聚丁苯橡胶(结合 25% 苯乙烯/31% 乙烯基) -48;环氧化改性天然橡胶(25% 环氧化基团) -45;乙烯基丁二烯橡胶(70% 乙烯基) -37;3,4-聚异戊二烯 -8。图 5 可以更明确地说明这一点。此图示出了胎面胶组分不同而结构相同的轮胎测试的结果,同时给出了每一种胶料的配方。

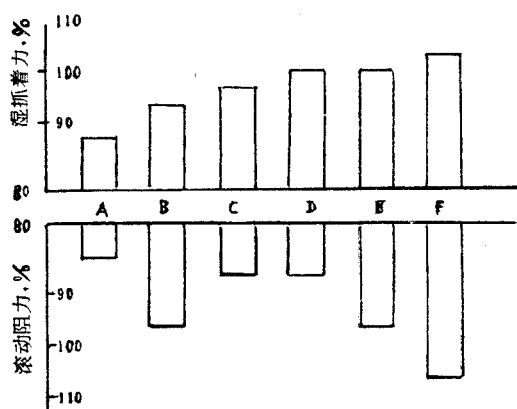


图 5 胎面胶组成对轮胎性能的影响
配方

	配方编号					
	A	B	C	D	E	F
NR	60	—	30	29	—	—
BR	—	12	4	13	2	—
SBR	—	36	12	—	41	44
炭黑	32	31	32	34	32	35*
油	3	17	16	19	21	15
其它助剂	5	4	6	5	4	6

* 高活性品种。

很明显,当将 NR 换成 SBR 后,胎面的湿抓着力明显提高。这与前面所预言的排在后面 (T_g 值高) 的橡胶具有较好的湿抓着性能是一致的。因此,在 SBR 中增加 BR 的并用量则会带来相反的结果。

正如人们所期待的那样,对通用橡胶的结构进行化学改性将导致 T_g 值的改变。因此,轮胎的牵引性能同样发生改变。一旦改变化学结构使橡胶的 T_g 提高,应用于胎面中必

然会使湿抓着性能改善。

(1) 环氧化天然橡胶:对天然橡胶胶乳进行化学处理使其改性为环氧化橡胶。这种结构上的变化提高了 T_g ,可改善天然橡胶胎面的湿抓着性能。

胎面使用的改性天然橡胶的环氧化程度最高为 25% 左右。据报道,在这一水平上的湿抓着性能与充油丁苯橡胶基本相当,甚至更好。

(2) 乙烯基聚丁二烯橡胶:将顺丁橡胶改性为乙烯基聚丁二烯橡胶,伴随着 T_g 的提高,湿抓着性能相应得到改善。

虽然丁二烯聚合物的结构可以完全给以改性,但引入乙烯基的数量仍然有一定的限制。过多的乙烯基团的引入会使聚合物材料在使用温度下失去橡胶所具有的特性。尽管这样,仍然有许多含 70% 乙烯基团的特殊聚丁二烯橡胶用于轮胎胎面。

(3) 乳聚高苯乙烯丁苯橡胶:乳聚丁苯橡胶的玻璃化转变温度取决于苯乙烯的含量。通常使用的丁苯橡胶苯乙烯结合量为 23.5%;为了提高 T_g 而改善湿牵引性能,专门生产苯乙烯结合量分别为 31% 和 40% 的丁苯橡胶,它们已广泛应用于胎面胶中以改善湿抓着力,特别是欧洲各国。

(4) 溶聚丁苯橡胶:在有机溶剂中聚合的丁苯橡胶具有乳聚丁苯橡胶无可比拟的优点。特别是丁二烯组分,可以对其在分子链上的位置随意安排,与前面讨论的乙烯基聚丁二烯一样。这样通过引入定量的乙烯基团来改变 T_g 的能力是乳聚丁苯橡胶所不具有的。

能用于胎面胶的丁苯橡胶的乙烯基和苯乙烯的配比有一个较宽的范围,控制乙烯基与苯乙烯比例的方法目前已开发成功,玻璃化温度及其它一些与轮胎相关的重要性能能够更明确地给以确定。

(5) 橡胶的并用:可以单独使用化学改性后的橡胶来生产抗湿滑性能较好的轮胎,同样也可以通过橡胶的并用,即标准胶与具有高 T_g 的特种聚合物并用来改善轮胎的湿抓

着性能。例如,在橡胶中并用一定量的 3,4-聚异戊二烯后可以加宽胶料的滞后特性曲线。

5.2 炭黑的品种和用量

使用单一的橡胶品种不改变其 T_g , 通过使用更有效的炭黑品种同样可以提高综合滞后特性,改善湿牵引性。这种方法的关键是所用炭黑的结构。一般说来,高结构的细粒子炭黑有利于湿牵引力的提高,这种配合的试验数据见图 5。

通过增大炭黑用量,同样可以改善胶料的综合滞后性能,但胶料的硬度也随之提高,给胶料的混炼也带来不利的影响。这与使用高补强性能炭黑改善湿牵引性能的影响是一致的。不过,这种影响可以通过在配方中调节操作油的用量来解决。

5.3 其它补强填充剂的应用

目前,唯一可以取代炭黑用于轮胎胎面胶的补强填充剂是细粒子白炭黑。在溶聚丁苯橡胶的胎面胶中使用白炭黑后,胎面的湿牵引性能也相应得到改善。

6 湿抓着力 的 消极影响

轮胎中某一些性能的改善通常对其它性能总会带来一些不良的影响,湿抓着力对滚动阻力的影响更为明显。尽管可以设计出湿抓着力性能非常优越的轮胎,然而滚动阻力则会很不理想。图 5 的试验数据充分表明了这一现象。

单纯以改善湿抓着力为目的的胶料除了滚动阻力增大外,对其它性能也带来不利影响,如耐磨性能和低温下使用性能降低等。

7 目前技术状况

美国、日本的汽车公司对轮胎的要求与欧洲各国的要求不一致。欧洲更加注重轮胎在湿路面上的安全性能,特别是 H/V/Z 速度级的轮胎,而美国和日本特别注重滚动阻力和磨损性能。将来,各国对轮胎性能的要求无疑会有一个相同的标准,这将迫使各轮胎

公司开发出综合性能更加优越的产品。

通过对 90 年代以前市场主导产品的分析,H/V/Z 速度给胎面胶的组成概括为:

橡胶品种:乳聚丁苯橡胶(橡胶用量的 65%—100%)通常是与少量的 BR,NR,3,4-聚异戊二烯以及溶聚丁苯橡胶并用;

苯乙烯结合量:每百份橡胶中结合 19—33 份;

补强填充剂:主要使用活性炭黑(80—90 份),也有使用少量白炭黑(不超过 30 份)的;

操作油:35—50 份芳烃油。

改善了湿抓着力 的典型欧洲产 H/V/Z 速度级轮胎胎面胶的主要组分为:乳聚丁苯橡胶(26%结合苯乙烯) 75;顺丁橡胶 25;炭黑 85;操作油 40。

如前所述,现在已有一系列结合苯乙烯和填充油含量不同的乳聚丁苯橡胶,上述各种配方的橡胶品种均可以由配方设计者选用。可以选用下述配方:SBR1721(40%结合苯乙烯、37.5 份油) 75.625;SBR1712(23.5%结合苯乙烯、37.5 份油) 27.500;BR(未充油) 25.000;炭黑(ASTM 标准 N234) 85.000;油 12.000。

将典型的防老剂和硫化体系加入上述组分中构成一个完整的配方:防老剂——抗臭氧剂 6PPD 1.5,石蜡 1.0;硫化剂——氧化锌 3.0,硬脂酸 1.0,促进剂 CBS 1.5,硫黄 2.0 份。

由于苯乙烯能提高 T_g ,使丁苯橡胶的滞后性能进一步改善,因此目前欧洲各国改善湿抓着力 的办法仍然是控制橡胶的结合苯乙烯量。然而,这种方式也有它的局限性,当增加苯乙烯的结合量使 T_g 接近 0℃时,丁苯橡胶开始失去橡胶固有的特性,导致轮胎的许多性能下降。实际上,滞后损失的增大使得胎面胶生热增大,轮胎的磨损性能显著下降。尽管如此,在一些特殊情况下,若干轮胎公司仍然将苯乙烯结合量增加到使用极限,以生产抗湿滑性能异常优越的轮胎。90 年代初,苯乙烯结合量高达 33 份的丁苯橡胶常用于胎

面中。

目前,在极端场合如何补偿为提高抗湿滑性能而带来的不利影响这一难题已取得重大突破,至少有 3 种改善磨耗性能的方法已公布于众。首先是在并用胶中增加 BR 的用量,这是因为 BR 具有比 SBR 更好的磨耗性能,提高并用比例(从 25%增加到 30%或更高)肯定会对由于增大 SBR 中苯乙烯的结合量而带来的里程损失给予补偿。另一种办法是选用具有更好磨耗性能的炭黑(如 N115)来替代目前使用的 ASTM-234 炭黑来提高里程。还必须充分注意胶料的混炼过程,保证炭黑及其它补强填充剂在橡胶相中最充分的均匀分散。混炼胶的质量是胎面具有最佳磨耗性能的基础。

8 现代化胎面

到 90 年代末,以开发高苯乙烯丁苯橡胶来改善湿滑性能的研究将日趋减少。最有前途的方法是部分炭黑或全部炭黑被细粒子白炭黑所取代。

70 年代早期德国应用白炭黑生产的冬季轮胎异军突起。目前,为满足在冰雪路面上有效地防止打滑的要求,胎面胶采用高比例的 BR 和 SBR 并用,并且单独使用大量的白炭黑作补强剂。

近年来,由于世界市场对轮胎要求趋于一致,人们对白炭黑的应用不仅仅是局限在冬季轮胎上,而且把注意力同样地放到了夏季轮胎上。

译自“Tire Technology International,
1993”

相关行业

中国将继续大量进口轿车

据报道,中国将继续进口轿车和微型车,以满足国内日益增长的需要。

中国汽车进口贸易中心的一位官员说,在做出此项决定之后,中国将派遣采购团到国外进行采购。这位高级官员说,中国将继续进口中高档轿车和微型车,以满足国内的需求,而这些引进车型是中国汽车公司所不生产的。

由于对燃油经济性及环境保护的要求更加严格,由此对中高档轿车的需求将不断增长。此外,1991 年以前进口的汽车大多需要更换。

1979—1991 年间,中国进口了近 100 万辆汽车,其中大部分是从日本进口的。1992 和 1993 年,又从美国购进了 2.2 万辆轿车和微型车。另外,从 1992 年底开始,韩国制造的汽车也通过各种渠道(包括走私)不断涌入中国。

这位官员对从美国进口的轿车和微型车的评价颇佳,并说这些汽车大体上能符合中

国消费者的要求。中国还将继续从美国的通用、福特和克莱斯勒汽车公司进口轿车和微型车。1992 年,中国从美国进口 7000 辆汽车,而去年又增加了 1500 辆。但是,该官员说,由于在过去 40 年里,中国很少购买美国车,因此相对来说,中国人对美国车还不太熟悉。

在过去两年中,中国人开始注意美国车。但在目前中国使用的 8300 万辆汽车中,美国车所占比例是很小的。这位官员说,更糟糕的是,中国对美制汽车的销售及售后服务是很不得力的。

这位官员预言,在今后几年内,大多中高档轿车的买主,仍将是企事业单位而不是个人。该官员指出,由于公共机构买主趋向于注重汽车的外观和质量,而不在乎其价格,因此,一些购车单位宁愿买进口车而不要国产车。

外国汽车制造商们似乎也注意到,对中国市场份额之争正处于白热化阶段。

这位官员还说,尽管今年将进口很多汽车,但是进口车的数量不致于大到将国产汽车挤出市场的程度。

(本刊摘)