

胎面胶料最佳化研究

R. Sattelmeyer 著 杨邦正译 李宝琳校

胎面胶料应具有高抗湿滑性和低滚动阻力。对一种性能采取改进措施,通常会使另一种性能恶化。将酚醛树脂与丁腈橡胶一起加入到普通配方中,在0—20℃的温度范围内可得到较高的 $\text{tg}\delta$ 值,而在70℃左右 $\text{tg}\delta$ 值不会得到很大提高。由此可以推断,滚动阻力没有改变,而抗湿滑性得到改进。取得这种效果的原因是酚醛树脂和丁腈橡胶形成均质相,其最大阻尼值可以通过这两个组分的种类和用量得到调整。

现代汽车轮胎必须满足一系列要求,例如,在各种不同地面和干、湿路面上良好的道路抓着性,低的滚动阻力,高的转弯稳定性和良好的动态性能,通过降低磨损和使裂口生成达到最小程度而获得长的使用寿命,在整个使用寿命期间的尺寸稳定性以及诸如弹性和低噪声等良好的舒适性。按轮胎在载重汽车、公共汽车、工程机械、摩托车和轿车,以及在诸如中小型汽车、越野汽车或赛车等特种车辆上的使用目的不同,这一种或那一种性能在所要求的性能中居重要地位。为了使性能达到要求的最佳值,不仅在轮胎结构方面,而且在诸如胶种、填充剂和添加剂、硫化体系等最适宜材料的选择方面,要采取适当的措施。

本文借助特种材料配合讨论了合理解决疑难问题的几个新观点,但没有阐明有关结构设计措施的观点。此外,文章没有讨论各种不同的要求,而主要揭示了迄今尚未得到利用的胎面胶料粘弹性测量值与特别期望的数值相匹配的可能性。检验由此得出的结论与轮胎实际性能的相关性,只能通过在物体本身,即在一辆装配采用这种胶料配方制造的轮胎的汽车上进行试验来完成,而在进行本研究的实验室范围内是不可能完成的。

1 问题的提出

在参考文献中,有许多文章说明不同胶料组分对胶料粘弹性能的影响,或者说明实

验室测量值与实际检验结果的相互关系,在不要求完整的情况下本文引用了一些文章,这些文章对照某些实验室试验值,研究了实际期望的性能问题。能说明粘弹性能的参数是储存模量 E' 或 G' ,损耗模量 E'' 或 G'' 、损耗角正切 $\text{tg}\delta$ 和损耗柔量 D'' 。这些数值必须在动负荷下随温度或频率的变化来测量,以便从随温度或频率变化的曲线上得出可用的结论。在这里,既不需要进行与温度相关性的测量,也不需要进行与频率相关性的测量,因为这些数值相互有着相反的关系,因此,已知一个参数的相关性,就可以得出有关第二个变量的性能。玻璃化温度 T_g 可作为另一个表征参数,它可以借助 $\text{tg}\delta$ 最大值的温度情况,或借助其它方法[例如,DSC(差示扫描量热法)或膨胀测量法]测定。

借助 $\text{tg}\delta$ 的测量值,特别是在约50—70℃的较高温度下的测量值,可以得到一种胶料的滚动阻力结论^[1-4]。因此,为了降低滚动阻力,对胎面胶料来说,应在上述温度范围内力求使 $\text{tg}\delta$ 尽可能地低^[5,6]。根据参考文献7,由于滚动阻力与损耗模量 G'' 具有相关性,在储存模量 G' 大致相同的前提下(根据关系式 $\text{tg}\delta=G''/G'$),这在原则上可以得到相同的结论。根据参考文献8—10,在低的频率范围内,粘弹性能可为滚动阻力提供一个依据。这与上面提到的关系也是相一致的,因为较高的温度相当于低的频率,反之亦然。此外,从参考文献8可以看出与损耗模量和损耗柔量

的相关性,而从文献 10 可以看出在硫化平坦区(“平坦模量”)与储存模量的相关性。由于储存模量和 $\text{tg}\delta$ 的相互影响,后者在较高的温度下也要求低的 $\text{tg}\delta$ 值。

关于高的抗湿滑性,据引用的一些文章介绍,在约 0°C 较低的温度下, $\text{tg}\delta$ ^[4-6] 或损耗模量^[1,2] 得到提高。据文献 8—10 介绍,为评价此性能,根据高频率的假定影响,作为粘弹性值重要的测量范围而得到一低的温度水平。因此,借助有关具有低滚动阻力和高抗湿滑性的汽车轮胎胎面胶料方面的这些阐述,可以提出与文献 11 相一致的普遍有效而简化的下述要求:在 0°C 时, $\text{tg}\delta$ 应尽可能地高,而在 $50-70^\circ\text{C}$ 时应尽可能地低。

在普通轮胎胶料中使用酚醛树脂时,这一要求由于一系列原因而不能得到实现。如果使用本身参与反应的树脂或树脂/硬化剂体系,与无树脂的胶料相比,在熵弹性性能范围内,即在玻璃化温度以上,这种硫化胶的储存模量一般会得到提高。在低温或高温降低的情况下,没有记录到可选择的 $\text{tg}\delta$ 的提高。另一方面,未交联的树脂或树脂体系,如所期望的那样,在其玻璃化温度范围内^[12],即在约 50°C 和 90°C 温度之间使 $\text{tg}\delta$ 有所提高。这意味着提高了滚动阻力。因此,这两种可能性没有导致出现对粘弹性有利的影响。究其原因,必须看到酚醛树脂与轮胎胶料用非极性橡胶如天然橡胶、丁苯橡胶、聚丁二烯橡胶和聚异戊二烯橡胶具有不相容性,通过与橡胶形成均质相,不相容性不可能使 T_g 推移。

从丁腈橡胶用树脂增强的研究可知^[13],用少量硬化剂部分交联酚醛树脂与丁腈橡胶形成一均质相,因此,玻璃化温度或 $\text{tg}\delta$ 的最大值可推移到大约 $-15-+10^\circ\text{C}$ 的范围内^[12]。树脂的完全交联导致形成具有高 T_g 的填充剂形式的特有树脂相,此外,在约 $-30-+10^\circ\text{C}$ 温度范围内,又出现具有取决于丙烯腈含量的 T_g 的丁腈橡胶硫化胶的原始粘弹性能^[14]。丁腈橡胶和酚醛树脂与硬化

剂一起加入到非极性橡胶如天然橡胶或丁苯橡胶中,使增强作用得到明显提高^[15],导致在熵弹性范围内出现高的硬度和剪切模量值,而得不到所希望的 $\text{tg}\delta$ 的改变。因此,在胎面胶中采用的这种体系不具优点。基于这种认识,根据文献 13 的经验,作为影响胶料粘弹性能的唯一可能性,提出了将丁腈橡胶和部分交联或完全不交联的酚醛树脂一起加入到普通胎面胶料中的方法。

下面说明的研究用于检验这种设想。

2 试验实施

按所述配方,在开炼机上用橡胶-炭黑母炼胶以通常的方式制备胶料。在加入无炭黑的橡胶组分如丁腈橡胶时,将缺少的炭黑分别加入胶料中。试样硫化后,按 DIN53504(拉伸强度、扯断伸长率和定伸应力值), DIN53505(邵尔 A 型硬度), DIN53512(回弹值)和 DIN53517(压缩永久变形)进行机械性能试验,用流变动态分析仪 RDA700 测定剪切模量 G' 、损耗模量 G'' 和 $\text{tg}\delta$ 。

3 试验结果

先用低用量硬化剂六亚甲基四胺部分交联的酚醛树脂进行探索性试验,所得结果与未交联的树脂相比没有明显差别,尔后进行了不加硬化剂的下述试验。试验系列 1 用于研究酚醛树脂或丁腈橡胶两种组分单用的影响,并与两者并用和不加这两种组分的胶料进行了对比。

除在此系列中使用了丙烯腈含量为 34% 的丁腈橡胶外,在试验系列 3 或 4 中也使用了丙烯腈含量为 40% 或 27% 的丁腈橡胶。观察到的作用与丙烯腈含量无关,但是预计丙烯腈含量对 $\text{tg}\delta$ 最大值的温度情况有影响。

使用了不同的 Alnovol 牌酚醛树脂(制造者是 Hoechst 公司),所有这些 Alnovol 牌酚醛树脂均得到了相似的结果。

由于汽车轮胎胎面磨损可能会对环境有污染,因此特别像游离酚含量极低(最大 0.05%)的 Alnnovol VPN 1842 那样的树脂得到了应用。

3.1 试验系列 1:基本关系的研究

这一试验系列的结果(见表 1)表明了树脂单用(试验 1/1)和与丁腈橡胶并用(试验 1/3 和 1/4)对实际所有机械性能试验值的影响。定伸应力、硬度以及压缩永久变形提高特

别明显,而回弹性有所下降。与没加添加剂的对比试验 1/0 的差别很大,以致使变化后的配方不可能得到实际使用。然而从粘弹性数值与温度的相关性(见图 1)中,可以看出文章的假定得到证实。按预料,对比胶料在约-40℃温度下显示出丁苯橡胶硫化胶的 $tg\delta$ 的最大值。在约+10℃温度下出现小的最大值后, $tg\delta$ 随着温度的提高而连续下降。

单加入酚醛树脂时(试验 1/1), $tg\delta$ 的曲线走向在开始时大致如同对此试验;在 0℃以上直至约 50℃温度时,只出现很小的小降斜率;在约 90℃温度时上升到最大值,随后又稍有下降。此峰值归因于作为分离相存在的酚醛树脂的软化,并相当于树脂的 T_g 。通过单独加入丁腈橡胶(试验 1/2),丁苯橡胶的最大值的情况没有什么变化,然而,在约-20℃温度时,形成了表征丁腈橡胶的另一个最大值。随着温度的提高, $tg\delta$ 慢慢下降。如果将酚醛树脂和丁腈橡胶这两种组分一起加入到胶料中,则在约 90℃或-20℃温度时,表征这两种单个组分的最大值就消失了,并且在其间的温度范围内出现唯一新的最大值(试验 1/3 和 1/4)。这肯定归因于由酚醛树脂和丁腈橡胶形成的均质相。根据两种组分的用量比例,例 3 和例 4 的最大值出现在约+20℃或约+30℃温度之时。在 70℃以上较高的温度范围内,这些胶料的 $tg\delta$ 又大大下降,并大致相当于只加丁腈橡胶制备的胶料水平上。在对比试验 1/0 中,虽然在 70℃温度下 $tg\delta$ 值更低,但在 0—20℃温度时也未达到例如试验 1/4 的高值。

研究粘弹性能时所得到的曲线,也可用于玻璃化温度的测定。从试验 1/1 得到酚醛树脂的 T_g 为 90℃,从试验 1/2 得到丁腈橡胶的 T_g 为-17℃,从试验 1/3 或 1/4 得到的酚醛树脂与丁腈橡胶 20:20 或 20:30 混合物的 T_g 分别为 36℃或 26℃。在进行这些测量的同时,也借助 DSC 测定玻璃化温度,并得到稍低的值,但是它们在相同的等级范围(表

表 1 试验系列 1 的配方和试验结果

试验	1/0	1/1	1/2	1/3	1/4
配方变量					
丁苯橡胶(母炼胶 1620)	100	100	80	80	70
丁腈橡胶(丙烯腈含量 34%)	0	0	20	20	30
ALNOVOL 牌树脂	0	20	0	20	20
机械性能试验值					
拉伸强度,MPa	19	13	15	21	20
扯断伸长率,%	313	192	270	355	372
定伸应力,MPa					
伸长 10%	1.0	2.2	1.1	2.5	1.4
伸长 100%	3.4	6.7	4.1	5.2	4.2
邵尔 A 型硬度,度					
23℃	64	76	69	88	78
70℃	57	59	62	54	52
回弹值,%					
23℃	37	32	30	23	15
70℃	41	33	40	23	26
压缩永久变形,%	34	82	35	60	54
粘弹性数据					
剪切模量 G' ,MPa					
0℃	8.5	21	9.8	206	320
20℃	5.7	16	6.7	96	65
70℃	3.9	8.5	3.7	2.8	3.5
损耗模量 G'' ,MPa					
0℃	1.7	4.3	3.2	17	28
20℃	1.1	3.1	1.8	30	37
70℃	0.5	2.0	0.7	0.7	0.7
损耗角正切 $tg\delta$					
0℃	0.20	0.21	0.32	0.08	0.09
20℃	0.19	0.19	0.26	0.31	0.56
70℃	0.13	0.24	0.20	0.24	0.21

基本配方:橡胶(全部) 100;炭黑 N330 50;矿物油 5;硬脂酸 2;氧化锌 5;防老剂 2;硫黄 1.8;促进剂 CBS 1.5;促进剂 MBT 0.2。

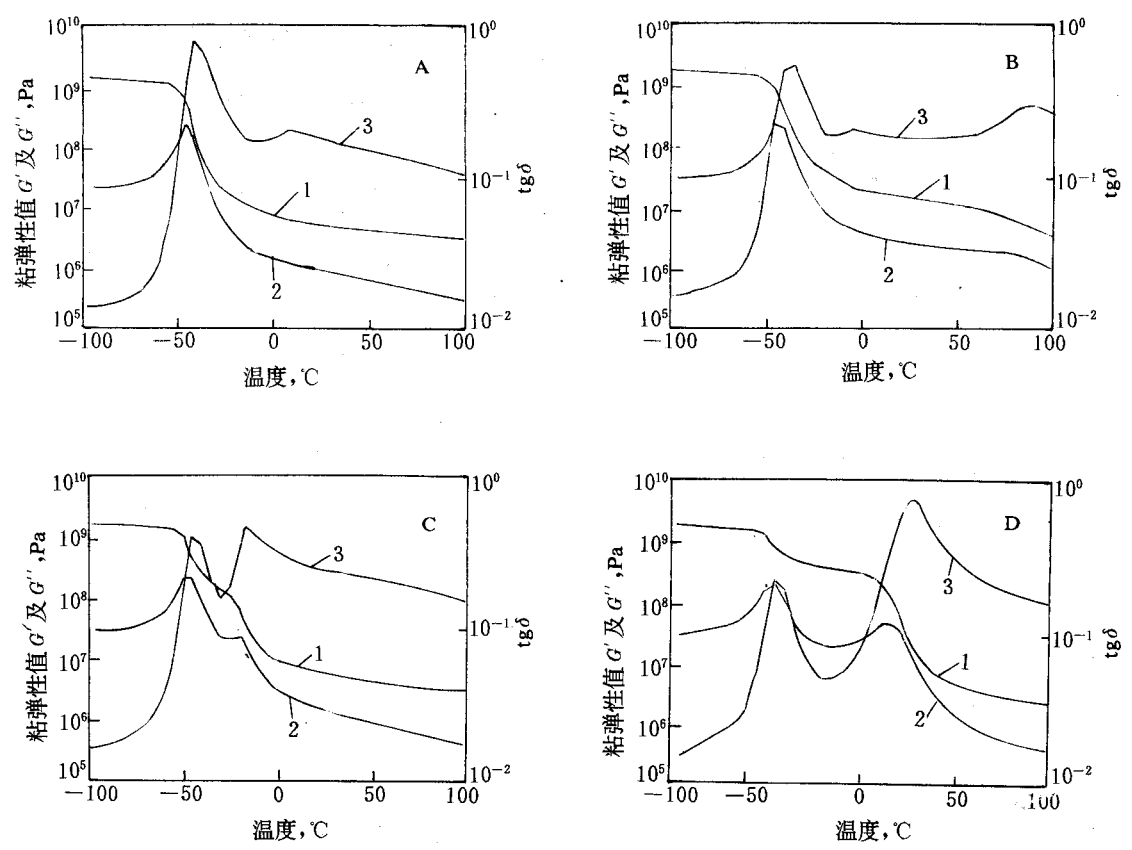


图 1 粘弹性数值 G' , G'' 和 $tg\delta$ 与温度的相关性

1— G' ; 2— G'' ; 3— $tg\delta$; A—胶料 1/0; B—胶料 1/1; C—胶料 1/2; D—胶料 1/4

2)中。此外,按 Fox^[16]从单个组分的 T_g 值计算树脂-丁腈橡胶混合物的 T_g ,得到表 2 所列结果。计算的基本方程式为:

$$1/T_g(M) = W_1/T_g(1) + W_2/T_g(2)$$

式中 $T_g(M)$ ——树脂-丁腈橡胶胶料的玻璃化温度;

$T_g(1), T_g(2)$ ——聚合物 1,2 的玻璃化温度;

W_1, W_2 ——聚合物组分 1,2 的重量份数。

测量数据与计算数据对比表明,酚醛树脂含量为 40% 的混合物的测量值相当于酚醛树脂含量为 50% 的混合物的计算值。同样,酚醛树脂含量为 50% 的混合物的 T_g 测量值相当于酚醛树脂含量为 60% 的混合物的计算值。此检验结果表明,在酚醛树脂-丁

腈橡胶混合相中,丁腈橡胶含量比按称量计

表 2 酚醛树脂和丁腈橡胶混合物的玻璃化温度的测量值和计算值*

酚醛树脂 含量, %	测定得到的 $T_g, ^\circ C$			
	由 $tg\delta$		由 DSC	
	测量	计算	测量	计算
0	-17	—	-21	—
10	—	-9	—	-15
20	—	-1	—	-9
30	—	8	—	-2
40	26	17	15	5
50	36	27	25	12
60	—	38	—	20
70	—	50	—	28
80	—	62	—	36
90	—	75	—	45
100	90	—	55	—

注: * 就均质树脂-丁腈橡胶相的酚醛树脂含量而言。

算的含量小,因此一小部分橡胶由于某种部分相容性而存在于丁苯橡胶相中。然而,放弃了对此问题的进一步研究。

3.2 试验系列 2:丁腈橡胶与酚醛树脂用量比例对粘弹性的影响

试验系列 2 用于研究丁腈橡胶与酚醛树脂用量比例的影响。为了使一般机械性能与全丁苯橡胶胶料的性能偏差不太大,丁腈橡

胶的加入量限制为 10 份(丁苯橡胶用量为 90 份),将以全丁苯橡胶为基础的胶料和只加入 10 份丁腈橡胶的胶料作为对比胶料。将含 5,3,2 和 1 份酚醛树脂的胶料与之进行对比(见表 3)。机械性能试验值,特别是硬度和回弹值与丁苯橡胶有明显的差别。通过加入树脂,在室温下硬度得到提高,而在较高温度下,例如在 70℃温度下,由于树脂的热塑性,硬度有所下降。这种效果自然与加入的树脂量有关,并随树脂量的减少而减弱。此外,由于在室温下回弹值减小,因此含酚醛树脂配方体系的阻尼大为提高。在较高的温度下,阻尼的提高不是很明显。

在 0℃和 20℃温度下测定加入酚醛树脂和丁腈橡胶胶料的粘弹性数据,所得剪切模量和损耗模量值比以丁苯橡胶为基础的对比试验高数倍,因此,根据酚醛树脂-丁腈橡胶混合相的 T_g 情况,在 0℃或 20℃温度下得到明显高的 $tg\delta$ 值,而在 70℃温度下 $tg\delta$ 处于含丁腈橡胶对比胶料(试验 2/9)的数量级中。此外,酚醛树脂+丁腈橡胶混合相的 T_g 情况明确表明,通过这些组分用量比例的选择,将 T_g 调整到所希望的温度范围内是可能的,然而,由于在常温和较高的温度之间硬度存在大的差别和在较低的温度范围内剪切模量具有高的数值,因此有必要使这种胎面胶料进一步最佳化。

3.3 试验系列 3:以天然橡胶为基础的胎面胶为例

假定特别高的酚醛树脂加入量在 20—70℃温度范围内会影响胶料的热塑性,所以在接着进行的进一步试验中减少了树脂量和加入的丁腈橡胶份数。在用以天然橡胶为基础的胶料的研究中,例如用丁腈橡胶代替 3 份或 2 份天然橡胶,并加入 0.8 份或 0.5 份酚醛树脂(试验 3/5 和 3/10)。在机械性能试验值方面,与无树脂而仅以天然橡胶为基础制备的一种对比胶料相比,看不出有大的差别(见表 4)。在粘弹性数据方面,在 0—20℃

表 3 试验系列 2 的配方和试验结果

试验	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/9
配方变量						
丁苯橡胶(母炼胶 1620)	100	90	90	90	90	90
丁腈橡胶(丙烯腈含量为 34%)	0	10	10	10	10	10
ALNOVOL 牌树脂	0	5	3	2	1	0
机械性能试验值						
拉伸强度,MPa	17	18	16	18	15	14
扯断伸长率,%	328	360	334	329	279	405
定伸应力,MPa						
伸长 10%	0.7	1.0	0.8	0.8	0.9	0.7
伸长 100%	3.0	3.5	3.1	3.4	3.7	2.5
邵尔 A 型硬度,度						
23℃	63	68	68	67	67	67
70℃	60	57	59	60	61	60
回弹值,%						
23℃	38	21	23	26	30	31
70℃	46	33	36	40	39	41
压缩永久变形,%	42	45	43	44	43	41
粘弹性数据						
剪切模量 G' ,MPa						
0℃	9.2	3.8	29	20	15	11
20℃	5.7	11	7.9	7.6	7.0	5.6
70℃	3.8	3.5	3.5	3.9	4.0	3.3
损耗模量 G'' ,MPa						
0℃	1.8	8.6	8.5	6.8	4.6	3.1
20℃	1.2	4.5	2.7	2.1	2.0	1.6
70℃	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7
损耗角正切 $tg\delta$						
0℃	0.19	0.23	0.30	0.34	0.30	0.27
20℃	0.20	0.41	0.34	0.28	0.28	0.27
70℃	0.15	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22
混合相的 T_g ,℃	—	+17	+12	-2	-7	-12

基本配方:橡胶(全部) 100;炭黑 N330 50;矿物油 5;硬脂酸 2;氧化锌 5;防老剂 2;硫黄 1.8;促进剂 CBS 1.5;促进剂 MTB 0.2。

表 4 以天然橡胶为基础的胎面胶的
配方和试验结果(试验系列 3)

试 验	3/4	3/5	3/10
配方变量			
天然橡胶(RSS2)	100	97	98
丁腈橡胶(丙烯腈含量为 40%)	0	3	2
ALNOVOL 牌树脂	0	0.8	0.5
机械性能试验值			
拉伸强度,MPa	25	23	25
扯断伸长率,%	467	451	474
定伸应力,MPa			
伸长 10%	0.7	0.8	0.7
伸长 100%	2.6	2.5	2.5
邵尔 A 型硬度,度			
23℃	64	65	64
70℃	60	58	59
回弹值,%			
23℃	36	32	33
70℃	45	43	46
压缩永久变形,%	44	46	46
粘弹性数据			
剪切模量 G' ,MPa			
0℃	10	16	13
20℃	6.5	8.0	6.8
70℃	4.6	5.0	4.7
损耗模量 G'' ,MPa			
0℃	2.1	3.8	3.1
20℃	1.5	2.1	1.8
70℃	0.9	1.1	1.0
损耗角正切 $\text{tg}\delta$			
0℃	0.21	0.24	0.24
20℃	0.23	0.26	0.26
70℃	0.21	0.22	0.22
混合相的 T_g ,℃	10	10	9

基本配方:橡胶(全部) 100;炭黑 N330 50;矿物油 10;硬脂酸 2;氧化锌 5;防老剂 2;硫黄 2.2;促进剂 CBS 1.0;促进剂 DPG 0.2。

温度范围内损耗模量的提高是明显的,这可从 $\text{tg}\delta$ 的提高看出。这一试验结果表明抗湿滑性得到了改善。

由于 $\text{tg}\delta$ 在 70℃温度范围内实际上不发生变化,因此用酚醛树脂和丁腈橡胶改性的这种胎面胶料的滚动阻力不会比对比试验 3/4 更高。

3.4 试验系列 4:以丁苯橡胶为基础的胎面胶为例

以相似方式设计了以丁苯橡胶为基础加入聚丁二烯橡胶的胎面胶配方,同时在改性配方中用丁腈橡胶取代了少部分聚丁二烯橡胶(见表 5)。在这里,回弹值也显示出与以天然橡胶为基础加入聚丁二烯橡胶的胶料相似

表 5 以丁苯橡胶为基础的胎面胶的
配方和试验结果(试验系列 4)

试 验	4/4	4/11	4/13
配方变量			
丁苯橡胶(母炼胶 1808)	80	80	80
聚丁二烯橡胶(CB10)	20	16	16
丁腈橡胶(丙烯腈含量为 27%)	0	4	4
ALNOVOL 牌树脂	0	1	2.7
机械性能试验值			
拉伸强度,MPa	17	18	18
扯断伸长率,%	319	367	324
定伸应力,MPa			
伸长 10%	0.9	0.8	1.0
伸长 100%	3.9	3.1	4.1
邵尔 A 型硬度,度			
23℃	65	67	68
70℃	60	63	62
回弹值,%			
23℃	30	26	25
70℃	39	38	34
压缩永久变形,%	31	34	41
粘弹性数据			
剪切模量 G' ,MPa			
0℃	11	9.7	15
20℃	6.6	6.0	7.5
70℃	4.4	3.5	4.4
损耗模量 G'' ,MPa			
0℃	3.4	3.5	4.6
20℃	1.9	1.7	2.3
70℃	0.9	0.7	0.9
损耗角正切 $\text{tg}\delta$			
0℃	0.31	0.36	0.31
20℃	0.29	0.30	0.30
70℃	0.20	0.19	0.20
混合相的 T_g ,℃	4	-5	9

基本配方:橡胶(全部) 100;炭黑 N330 80;矿物油 38;硬脂酸 2;氧化锌 3;防老剂 2;硫黄 1.8;促进剂 TBBS 1.6;促进剂 TMTM 0.3。

的变化,而其它机械性能试验值无大差别。随着树脂加入量的增加,只有压缩永久变形增加稍大。粘弹性数据测定再次证明,改性胶料(试验 4/11 和 4/13)的 $\text{tg}\delta$ 在 0—20℃ 温度范围内有所提高(试验 4/13 $\text{tg}\delta$ 的最大值在 9℃ 温度下为 0.33),而在 70℃ 温度范围内保持不变的低的水平。因此,即使在这种情况下,也可望改性胎面胶料的抗湿滑性得到改进,而滚动阻力不会恶化。

3.5 结果的图示分析

上述结果仅仅是具有特性的试验数据的一小部分。从这些研究得到的其它数据可用于附加的数学分析。为了示出混合相玻璃化温度及其与丁腈橡胶和酚醛树脂用量相关性之间的较为普遍的有效关系,选择了图 2 所示的丁腈橡胶或酚醛树脂加入方法。直接利用与用量比例有关的测量数据,通过内推法从相邻的测量值中得到没有测出的数值,然后示出。这是利用以丁苯橡胶为基础的胶料完成的,没有考虑油量可能的影响。

图 2 示出了将 T_g 值调整到 -10—+20℃

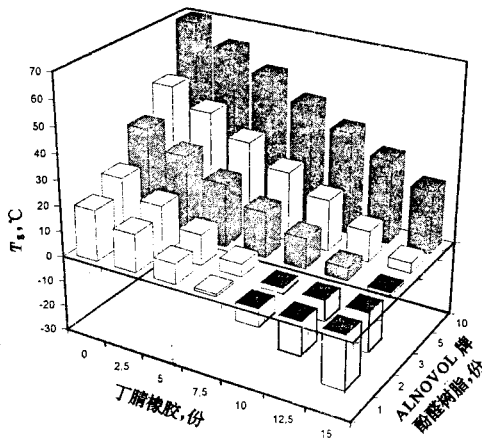


图 2 用由丁腈橡胶(丙烯腈含量为 34 %)和酚醛树脂构成的均质混合相测定和计算的玻璃化温度与用量比例的相关性

较宽温度范围的可能性。加入丁腈橡胶 2.5—15 份,并调整酚醛树脂用量,可使 T_g 值在上述温度范围内调整。在一定波动宽度范围内恒定的丁腈橡胶和酚醛树脂用量比,相当于一定的 T_g 。在保持如此恒定比例的情况下,如果用量增加数倍或大为减少,玻璃化温度(即 $\text{tg}\delta$ 的最大值的温度情况)没有变化,但是 $\text{tg}\delta$ 发生了向较高或较低数值的变化。因此,借助图 2 可以读取加入一定量丁腈橡胶和酚醛树脂时可望得到的玻璃化温度。所有这些预计和估计之所以可能,是因为未交联的酚醛树脂和丁腈橡胶具有相容性,因而在胶料中形成均质相。这种性能在聚合物领域中是比较罕见的,因为按文献 17,即使化学上相近的同族材料如低聚苯乙烯和丁苯橡胶,通常也不具有完全的相容性。因此,在胎面胶料中采用酚醛树脂与丁腈橡胶并用,在所述体系中起到了未预料到的作用^[18]。

4 结论

通过将少量丁腈橡胶和未硬化的酚醛树脂加入到普通胎面胶料中, $\text{tg}\delta$ 在 -10—+20℃ 度范围内可以得到提高,而在较高的温度下不会得到明显提高。粘弹性的这种变化可使抗湿滑性得到改善,而不会使滚动阻力有所增加。用实际结果对这种假定进行证明尚未作出来,改性对轮胎其它性能,如磨损、行驶性能影响的研究也是如此。假如在这样的研究中得不到特别有份量的否定意见,则酚醛树脂在将来就有可能作为使胎面胶达到最佳化的重要组分。每次必须考虑证明所得综合性能在实际使用中是否有效。

参考文献(略)

译自德国《Kautschuk Gummi Kunststoffen》,47 [2],111—116(1994)