

BIMS 胎面的道路磨耗试验

Walter H. Waddell¹, Julie H. Kuhr¹, Robert R. Poulter¹, Dirk F. Rouckhout²

(1. ExxonMobil Chemical; 2. ExxonMobil Chemical Europe)

中图分类号: TQ336.1; TQ314.2

文献标识码: B

文章编号: 1006-8171(2004)05-0306-06

以前曾在各种轮胎胶料中评价过溴化异丁烯-共-对-甲基苯乙烯(BIMS, 见图1)。研究内容包括在实验室和轮胎成品中测试内衬层、炭黑补强胎侧和胎面胶料。

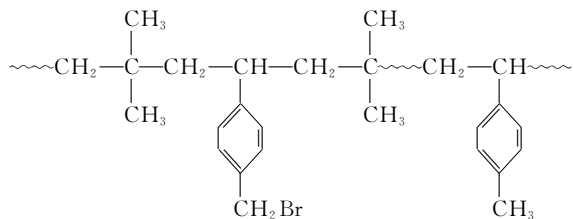


图1 BIMS 的结构

轮胎试验表明, BIMS 弹性体是一种有吸引力的聚合物。据 Matsui 和 Ohhashi 报道, 使用 BIMS 不但改善了轮胎的冰雪和湿滑性能, 同时还保持了其耐磨性能。Hara 和 Muraoka 报道, 使用 BIMS 改善了轮胎在试验中的湿滑性能和“驾驶员的感觉”。Mimigawa, Muraoka 和 Kak-aumaru 报道, 采用 BIMS 与 NR/SBR 或 NR 并用可提高轮胎的湿滑性能, 降低滚动阻力, 同时保持耐磨性能。Yagi, Muraoka 和 Yinagawa 研究了硅烷偶联白炭黑填充的 BIIR/SBR 和 BIMS/SBR 胎面胶, 结果表明后者改善了轮胎的湿滑性能, 两者实验室磨耗性能相当。Rogers 报道, 实验室动态试验表明, 在 BR/SBR 胶料中使用 BIMS 和硅烷偶联白炭黑使 0℃ 下 $\tan\delta$ 值升高, 60℃ 下 $\tan\delta$ 值降低, 而分节段翻新胎面的轮胎磨耗性能仅稍稍下降。

本文作者以前曾报道在以白炭黑填充的 BR/S-SBR 轿车轮胎胎面胶配方为基础的模拟全天候轿车轮胎胎面胶中, 使用 BIMS 替代 S-SBR 的研究结果以及在模拟冬用轮胎胎面胶中使用 NR/BR 的研究结果。实验室动态性能测试试验

结果显示, 湿/冰雪牵引性能和滚动性能可能获得改善, 但实验室磨耗结果较差。本文概述了三节段胎面翻新轮胎的试验结果, 试验中在模拟全天候和冬用轿车轮胎胎面胶配方中使用了 BIMS 弹性体, 以确定改善道路磨耗的可能性。

1 实验

1.1 原材料

所用聚合物全都为商品化材料。BIMS, 牌号为 E3745, 对-甲基苯乙烯共聚单体的质量分数为 0.075、溴化对-甲基苯乙烯质量分数为 0.012; BR, 牌号为 Bd1207(顺式质量分数为 0.98)或 BnCB23(顺式质量分数为 0.96); NR, 牌号为 SMR20; S-SBR, 牌号为 SL574(结合苯乙烯质量分数为 0.15)或 NS116(结合苯乙烯质量分数为 0.20)。表1示出了所有其它配方组分, 这些组分也均为商品化材料, 同时示出了对比配方及 BIMS 配方实例。

1.2 混炼

如无特殊规定, 胶料在实验室密炼机中采用普通三段混炼法混炼, 密炼机规格为 1.5~45 L, 转子为啮合式或切向式均可。填充白炭黑的对比配方和 BIMS 试验配方的三段混炼程序见表1。每一段混炼后均用开炼机出片。

1.3 试验方法

在可能的情况下, 采用 ASTM 试验方法(或稍加变动)测定胶料硫化特性和硫化胶物理性能。硫化特性使用 MDR2000 型无转子硫化仪(摆角为 0.5°)在 160℃ 下测定。试样在 160℃ 下硫化, 硫化时间为 $(t_{90} + 2)$ min。应力/应变性能(定伸应力、拉断强度、拉断伸长率和断裂能)使用 In-

stron 4202 拉力试验机在室温下测定。邵尔 A 型硬度在室温下测定。通过采用磨耗试验机在室温下测定磨耗前后质量差来测定磨耗量,磨耗试验机具有旋转样品夹头(5 N 平衡配重)和旋转鼓。根据磨耗量较小、耐磨指数较高的标准 DIN 胶料标定磨耗量指数。采用力学频谱仪测定纯剪切试样(双搭接剪切结构)的动态力学性能(G^* , G' , G'' 和 $\tan\delta$),测试温度为 $-20, 0$ 和 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$,频率为 1 Hz ,应变为 $0.1\%, 2\%$ 和 10% 。用力学频谱仪测定从标准拉伸硫化试样上裁切的矩形扭转试样与温度($-80\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$)有关的动态力学性能,测试频率为 1 或 10 Hz ,应变为 2% 。以乙醇为流体介

表 1 模拟全天候轿车轮胎胎面胶配方和三段混炼程序

OOC 密炼机	混炼时间/s	加料量/份	
		1 [#]	2 [#]
一段			
BIMS	0		20
BR(Bd1207)	0	25	25
S-SBR(SL574)	0	75	55
白炭黑	30	40	40
硅烷	30	6	6
白炭黑	120	25	25
白炭黑	210	10	10
操作油	210	20	20
扫清余料	255		
调整转速使温度不低于 150 ℃			
排料时间(≤160 ℃)	375		
二段			
一段混炼胶	0		
聚乙二醇(3350)	0	2.25	2.25
扫清余料	60		
排料时间(≤145 ℃)	180		
三段			
二段混炼胶	0		
促进剂 DPG	0	1.75	1.75
氧化锌	0	2	2
硬脂酸	0	1	1
防老剂 Santoflex 6PPD	0	1.5	1.5
Agerite 树脂 D	0	1	1
硫黄	0	1.2	1.2
促进剂 CBS	0	1.75	1.75
扫清余料	45		
排料时间(≤100 ℃)	180		

注:1[#]为对比配方,2[#]为 BIMS 配方。密炼机转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。一段填充因数为 0.86 ,压砣压力为 310 kPa ;二段填充因数为 0.83 ,压砣压力为 207 kPa ;三段填充因数为 0.82 ,压砣压力为 207 kPa 。

质,在 1 MHz 频率下进行了与温度($-90\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$)有关的高频声学性能测试。

1.4 轮胎翻新

一家独立的翻胎厂制备了分节段胎面翻新轮胎,用以评价替换聚合物的影响。打磨从同批生产的 P195/75R14 全天候轿车轮胎中抽取的新轮胎,以除去胎面。将一层商品缓冲胶贴到裸露的胎体上。将各胎面节段贴到缓冲胶上,手工滚压,然后置入带有雪泥胎面花纹的模型中于温度约 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和压力约 1.15 MPa 的条件下硫化 1 h 。

另外一家独立的翻胎厂制备了五节段胎面翻新轮胎,用以评价替换聚合物对模拟冬用轮胎胎面胶的影响。打磨同批生产的 P195/65R15T 冬用轮胎,以除去胎面和胎侧。将商品胎侧和缓冲胶贴到裸露的胎体上,自动滚压。将各胎面节段贴到缓冲胶上,自动滚压,然后置入带有冬用胎面花纹的模型中于 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下硫化 40 min 。

1.5 轮胎试验

在一个独立的试验中心测试轮胎。试验中心将轮胎安装到汽车上并给汽车加载,使每条轮胎的载荷达到 567 kg ,轮胎充气压力为 0.22 MPa ,汽车在环形试验线路上以顺时针方向行驶 805 km ,再以逆时针方向行驶 805 km 。试验线路包括以 $112.7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 速度在 14.5 km 的环形跑道上行驶 15 圈,然后以 $56.3\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 速度在 16.3 km 的公路环道上行驶 1 圈。每行驶 1 610 km 在每个胎面节段上的 6 个设定点测量一次胎面花纹深度,直至行驶距离达到 16 100 km 。

随后的轮胎试验在另一个独立的试验中心进行。试验中心将轮胎安装到汽车上并给汽车加载,使每条轮胎的载荷达到 508 kg ,轮胎充气压力为 0.24 MPa 。汽车在具有粗铺砌路面的环形试验线路上行驶,该线路包括 15% 上下坡的山道和弯道。速度范围为 $24\sim112\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。每行驶 1 280 km 在每个胎面节段的 3 个设定点测量一次胎面花纹深度,直至行驶距离达到 21 900 km 。

2 结果与讨论

2.1 全天候轿车轮胎胎面试验

使用 BR/S-SBR/白炭黑/硅烷(用量比为 $25/75/75/8$)对比配方制备模拟高性能全天候轿车轮

胎胎面胶料。通过一系列实验室配合试验开发了BIMS胶料。使用BR/S-SBR对比胶料和用20份BIMS等量替换S-SBR的胶料制备了四节段胎面翻新轮胎,每种胶料在不同轮胎中的位置随机排列。所研究的变量包括:

- 切向转子密炼机与啮合式转子密炼机的应用对比;
- 使用切向转子密炼机时标准三段混炼工艺与四段混炼工艺对比;
- 使用切向转子密炼机,将白炭黑中硅烷质量分数从0.08减至0.064。

由于BIMS是一种主链饱和的弹性体,它不能用硫黄硫化,也不会与硅烷偶联剂的硫基团反应。表1示出了用OOC密炼机混炼的各节段胎面胶的配方以及三段混炼程序。四段混炼程序以前曾有文献介绍。表2示出了胶料硫化特性和硫化胶物理性能。图2示出了对比胎面胶和BIMS胎面胶(OOC密炼机)的动态力学性能-温度曲线。BIMS胎面胶在0℃下的tanδ值增大意味着可以改善湿牵引性能。

在得克萨斯州测定了胎面磨耗。翻新轮胎在高速环形跑道和模拟公路弯道、直道的线路上行驶16100km。试验在10月份进行,此时昼夜高低气温分别为35和9℃。预期磨耗数据显示出若干趋势(见表2和图3):

- BIMS胎面的预期磨耗寿命可达79000km;
- 与对比配方相比,BIMS胶料的耐磨性能降低了15%~20%;
- 密炼机型号是一个关键参数,因为用啮合式转子密炼机制备的BIMS胶料和对比胶料的耐磨性能均比用切向式转子密炼机制备的对应胶料高10%~15%;
- 四段混炼无效,因为不管是用OOC还是用BR密炼机(未示出)混炼的胶料,其轮胎试验的预期胎面磨耗寿命均降低了20%;
- 可以使用较低用量的硅烷偶联剂,因为不管用OOC还是用BR密炼机(未示出)混炼的低含量硅烷偶联剂胶料的预期胎面磨耗寿命均提高10%。将两段平均获得的预期磨耗寿命的再现性为3.5%,在0.3%~8.5%的范围内。

表2 模拟全天候轮胎分节段胎面胶的硫化特性和硫化胶物理性能

项 目	啮合式密炼机		OOC密炼机			
	1#	2#	1#	2#	2# ¹⁾	2# ²⁾
硫化仪数据(160℃)						
M _H -M _L /(dN·m)	19.4	15.9	22.9	17.4	23.6	23.6
t _{s2} /min	1.9	3.8	1.4	2.9	1.1	1.2
t ₅₀ /min	4.4	5.8	3.8	5.3	4.5	4.5
t ₉₀ /min	9.8	9.9	8.8	9.4	7.0	6.9
邵尔A型硬度(23℃)/度	66	63	70	64	69	67
20%定伸应力/MPa	0.99	0.91	1.20	1.03	1.16	1.09
100%定伸应力/MPa	2.64	2.55	3.20	2.84	2.74	2.68
300%定伸应力/MPa	10.9	11.9	15.7	14.4	11.6	12.1
拉伸强度/MPa	20.4	15.6	20.7	17.0	18.6	19.2
拉伸伸长率/%	453	360	367	339	423	421
断裂能/(N·mm ⁻¹)	12.3	7.2	11.6	7.9	13.1	14.1
DIN磨耗指数	132	139	126	117	117	128
MTS试验数据(2%应变,1Hz)						
G*(60℃)/MPa	3.43	2.15	4.14	2.26	4.42	3.03
tanδ(60℃)	0.154	0.111	0.122	0.115	0.109	0.113
G''(0℃)/MPa	1.68	0.947	1.63	1.08	2.16	1.32
tanδ(0℃)	0.265	0.254	0.224	0.252	0.259	0.246
tanδ(-20℃)	0.308	0.372				
轮胎试验						
预期磨耗寿命×10 ⁻³ /km	99.3	79.0	84.5	73.8	59.6	65.5

注:1)四段混炼工艺,硅烷质量分数为0.08;2)四段混炼工艺,硅烷质量分数为0.064。

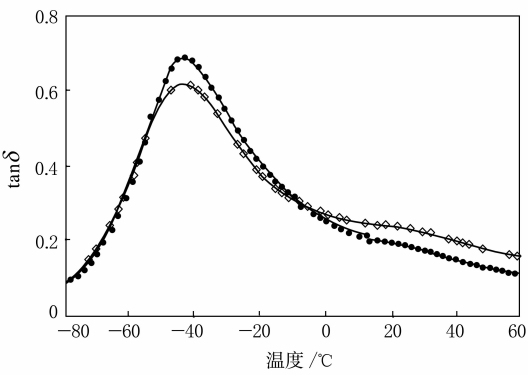


图 2 对比胶料和模拟胎面胶料的 $\tan\delta$

●—1# ; ◇—2#。

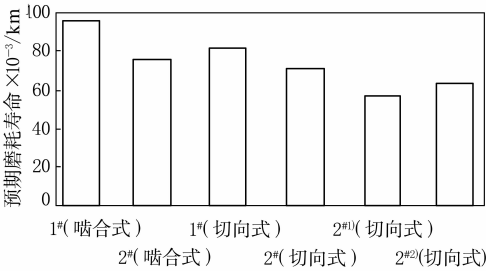


图 3 对比 BIMS 模拟全天候胎面胶料预期磨耗寿命

注同表 2。

2.2 全天候轮胎胎体上的冬用胎面试验

用 NR,BR 以及 S-SBR SL574 和 NS116 各 25 份的四元并用体系制备含 NR/BR,NR/BR/E-SBR,NR/BR/S-SBR 和 NR/BR/HIIR 的冬用轿车轮胎胎面胶。用 BIMS 替代 NR 和一种或两种 S-SBR,对硫化体系稍加调整(见表 3)。如前所述,降低硫黄和硅烷偶联剂用量有利于含有主链饱和的 BIMS 胶料。这些变化影响了胶料的硫化特性和硫化胶的物理性能(见表 4)。

表 4 还示出了动态力学性能和高频声学性能试验结果。图 4 示出了 $\tan\delta$ 随温度变化的曲线。使用 BIMS 替代 S-SBR 和 NR 使 $-40\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 间的 $\tan\delta$ 达到理想高值,预示与 S-SBR/NR/BR 对比胶料相比,其冰雪和湿牵引性能都可能获得改善。最高 $\tan\delta$ 向较高温度处迁移幅度最大的是使用 50 份 BIMS 的胶料。高频动态性能测试表明,与 S-SBR/NR/BR 对比胶料相比,使用 50 份 BIMS 的胶料纵向因数几乎翻了一番。

在得克萨斯州测定了胎面磨耗。翻新轮胎在高速环形跑道和模拟公路弯道、直道的线路上行

表 3 模拟冬用轿车轮胎胎面胶配方 份

组 分	配方编号				
	3#	4#	5#	6#	7#
BIMS	0	25	25	25	50
BR(Bd1207)	25	25	25	25	25
NR	25	25	25	0	25
S-SBR(SL574)	25	0	25	25	0
S-SBR(NS116)	25	25	0	25	0
白炭黑	75	75	75	75	75
硅烷	12	9	9	9	6
操作油	30	30	30	30	30
促进剂 DPG	2	2	2	2	2
氧化锌	2	2	2	2	2
硬脂酸	1	1	1	1	1
防老剂 Santoflex 6PPD	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Agerite 树脂 D	1	1	1	1	1
硫黄	1.25	1	1	1	0.75
促进剂 TBBS	1.5	1.5	1.5	1.25	1
促进剂 Thiate U	0	0	0	0	0.25
促进剂 DHT 4A2	0	0	0	0	1

表 4 模拟冬用轮胎分节段胎面胶料硫化特性和硫化胶的物理性能

项 目	3#	4#	5#	6#	7#
硫化仪数据(160 $^{\circ}\text{C}$)					
$M_H-M_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	19.86	11.48	12.29	15.36	7.94
t_{s2}/min	1.08	3.11	2.60	2.28	1.21
t_{50}/min	3.39	5.21	5.12	7.35	2.30
t_{90}/min	11.45	8.58	8.66	24.29	7.57
邵尔 A 型硬度(23 $^{\circ}\text{C}$)/度	68	56	55	61	53
20%定伸应力/MPa	1.14	0.76	0.85	1.01	0.73
100%定伸应力/MPa	2.50	1.89	1.94	2.25	1.79
300%定伸应力/MPa	10.77	8.94	8.49	9.25	8.06
拉断强度/MPa	21.40	16.28	15.19	16.01	11.56
拉断伸长率/%	522	470	477	463	413
断裂能/($\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$)	15.45	9.98	10.01	9.89	7.05
DIN 磨耗指数	124	117	107	108	106
ARES 流变仪数据					
$G^*(60\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{MPa}$	4.23	2.15	2.56	2.85	1.01
$\tan\delta(60\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.19	0.13	0.13	0.15	0.12
$G'(30\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{MPa}$	4.88	2.58	2.91	3.35	1.16
$\tan\delta(30\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.20	0.17	0.17	0.18	0.15
$G''(0\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{MPa}$	1.92	1.08	1.22	1.61	0.85
$\tan\delta(0\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.26	0.30	0.28	0.30	0.36
$G^*(-30\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{MPa}$	18.4	13.9	16.9	23.6	15.3
$\tan\delta(-30\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.41	0.69	0.63	0.66	0.83
高频声学性能试验(20 $^{\circ}\text{C}$)					
纵向因数	0.099	0.166	0.141	0.145	0.190
轮胎试验					
预期磨耗寿命 $\times 10^{-3}/\text{km}$	76.4	65.2	61.6	60.4	49.6

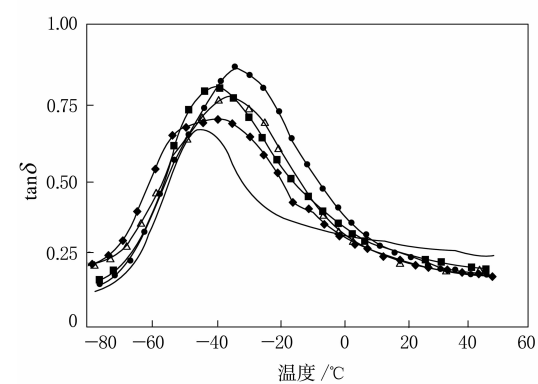


图4 不同胎面胶的 $\tan\delta$

——3#; $\triangle$ —4#; $\blacklozenge$ —5#; $\blacksquare$ —6#; $\bullet$ —7#。

驶13 600 km。试验在5和6月份进行,此时昼夜高低气温分别为45.5和10℃。如表4和图5所示,用25份BIMS替代S-SBR SL574试验胎面节段的预期磨耗寿命为65 200 km。用25份BIMS替代S-SBR NS116或NR试验胎面节段的预期磨耗寿命超过60 000 km。50份BIMS/NR/BR胎面的预期磨耗寿命为49 600 km。由于目前的试验是在夏季温度条件下进行的,因此作为冬用胎面至少可用两个冬季。

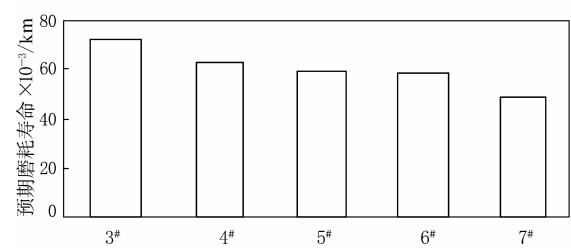


图5 全天候轮胎上模拟冬用胎面胶的
预期磨耗寿命

2.3 冬用轮胎胎体上的冬用胎面试验

采用极点混合设计试验平衡BIMS, NR和BR的比例,以优化耐磨性能和保持牵引性的预期改善。BR在传统上被用于改善轮胎磨耗性能,使用最大比例的BR获得最好的实验室耐磨性能。因此使用BIMS替代NR,而将BR用量保持在40份(见表5)。减小NR用量,增大BIMS用量,使 $\tan\delta$ 曲线峰值移向温度较高处,而且使峰变宽(见图6)。 $\tan\delta$ 峰的这种变化表明使用较高用量的BIMS可以提高湿/冰雪牵引性能。高频声学性能-温度曲线还表明,随着BIMS用量增

表5 模拟冬用轿车轮胎胎面胶配方 份

项 目	配方编号			
	8#	9#	10#	11#
BIMS	20	30	40	0
BR(BnCB23)	40	40	40	40
NR	40	30	20	30
S-SBR(NS116)	0	0	0	30
白炭黑	75	75	75	75
硅烷	10.2	9.4	8.6	12
操作油	30	30	30	30
促进剂 DPG	2	2	2	2
氧化锌	2	2	2	2
硬脂酸	1	1	1	1
防老剂 Santoflex 6PPD	1.5	1.5	1.5	1.5
Agerite 树脂 D	1	1	1	1
硫黄	1	1	0.8	1
促进剂 TBBS	1.5	1.5	1.2	1.5
促进剂 Thiate U	0	0	0.25	0

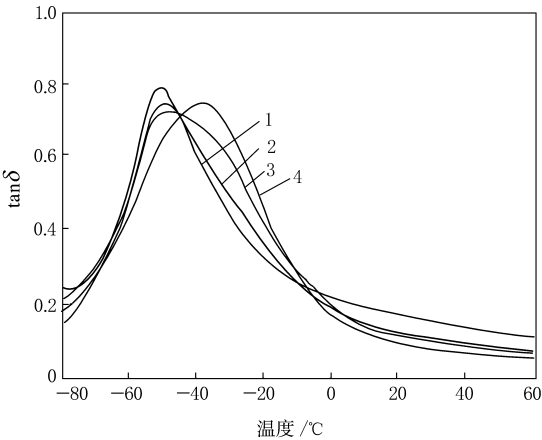


图6 不同胎面胶的 $\tan\delta$ 值

1—11#; 2—8#; 3—9#; 4—10#。

大,最大纵向因数移向了温度较高处(见表6)。

在内华达州测定了胎面磨耗。翻新轮胎在具有粗铺砌路面的环形线路上行驶,该线路包括15%上下坡的山道和弯道。

试验在12月和1月进行,此时昼夜高低气温分别为13和-13℃。含有20份BIMS胎面节段的预期磨耗寿命为76 900 km。使用较高用量的BIMS降低了胎面胶的预期磨耗寿命(见表6和图7)。

3 结语

将BR、NR和各种苯乙烯含量不同的S-SBR并用制备了含BIMS的模拟轿车轮胎胎面胶。采用专利配方制备了填充白炭黑的全天候轿车轮胎

表 6 模拟冬用轮胎分节段胎面硫化特性和硫化胶的物理性能				
项 目	8 [#]	9 [#]	10 [#]	11 [#]
硫化仪数据(160 ℃)				
$M_H-M_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	13.34	10.43	7.92	15.55
t_{s2}/min	2.42	3.21	3.30	2.16
t_{50}/min	3.77	4.68	4.96	3.63
t_{90}/min	5.13	6.45	8.49	5.10
邵尔 A 型硬度(23 ℃)/度	56	56	54	57
20%定伸应力/MPa	0.78	0.72	0.55	0.79
100%定伸应力/MPa	1.81	1.76	1.52	1.93
300%定伸应力/MPa	8.86	9.20	7.34	9.16
拉断强度/MPa	16.69	14.71	12.21	21.06
拉断伸长率/%	484	427	430	555
DIN 磨耗指数	153	134	117	162
ARES 流变仪数据				
$G^*(60\text{ ℃})$	3.80	4.46	4.24	5.24
$\tan\delta(60\text{ ℃})/\text{MPa}$	0.05	0.05	0.04	0.09
$G'(30\text{ ℃})/\text{MPa}$	4.00	4.73	4.36	5.71
$\tan\delta(30\text{ ℃})$	0.07	0.08	0.06	0.13
$G''(0\text{ ℃})/\text{MPa}$	0.73	0.80	0.71	1.51
$\tan\delta(0\text{ ℃})$	0.16	0.17	0.15	0.19
$G^*(-30\text{ ℃})/\text{MPa}$	13.03	13.84	15.16	15.90
$\tan\delta(-30\text{ ℃})$	0.55	0.46	0.62	0.39
高频声学性能试验(25 ℃)				
纵向因数	0.068	0.083	0.102	0.053
轮胎试验				
预期磨耗寿命 $\times 10^{-3}/\text{km}$	76.9	62.8	57.3	78.2

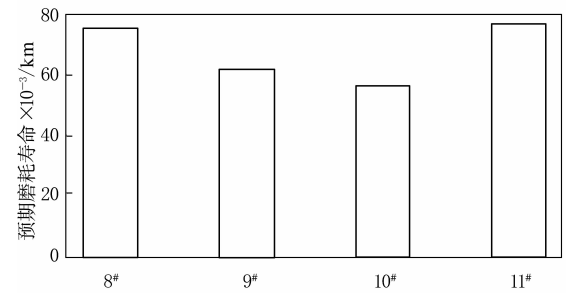


图 7 在冬用轮胎胎体上模拟冬用胎面胶的预期磨耗寿命

胎面胶和冬用轿车轮胎胎面胶。在所有情况下，使用 BIMS 均改善了可预期提高湿/或冰雪牵引性能的实验室动态性能。使用这些模拟 BIMS 胎面胶制备了分节段胎面翻新轮胎，并在苛刻负荷条件下进行了试验。定期测量提供了预期磨耗寿命。含 25 份 BIMS 模拟全天候轿车轮胎胎面胶预期磨耗寿命为 79 000 km。考虑到苛刻的试验条件，BIMS 冬用轮胎胎面胶预期可用两个冬季。含 20 份 BIMS 的 BIMS/NR/BR 胎面胶的预期磨耗寿命为 76 000 km。

(涂学忠摘译)
译自美国“Rubber World”，
226[6]，14~17(2002)

锦湖在韩国和中国建新厂
中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D
英国《欧洲橡胶杂志》2004 年 186 卷 2 期 3 页报道：
锦湖公司在韩国平泽的轮胎厂已投产，该厂采用了锦湖公司独有的自动化生产工艺。该公司在中国南京的第 2 家工厂也已投产，使该公司在中国的轮胎产量翻了一番。这两个项目总投资约 2.15 亿美元，新增轮胎年生产能力 700 万条。
在平泽港，锦湖建立了 39 600 m² 的厂房，采用锦湖设计的自动化轮胎生产装置，减少了操作工，提高了劳动生产率和生产灵活性。该厂投资 8 400 万美元，经过两年建设，已具备日产 6 000 条(即年产 200 万条)轮胎的初期生产能力。
平泽厂是锦湖第 1 家使用其自动化生产装置(APU)概念的工厂。APU 将 9 个轮胎制造步骤，包括压延、挤出、轮胎成型等集合到一个系统

中，使轮胎生产线长度缩短了 1/3，只剩约 790 m。
APU 的基本原理是最大限度地减少上游部件的生产、储存和搬运，及时或按需供应轮胎成型工段使用的轮胎部件。平泽厂生产线选用的是市售钢丝帘线准备装置和压延机，将它们与自行设计的轮胎成型设备相连接。
新厂拥有 4 条生产线，向 32 台硫化机供应胎坯，胶料由外部供应。开发 APU 系统的目的之一是使锦湖能够建立多个在战略上合理分布的小工厂。新厂是该公司在韩国的第 3 家厂，其它两家分别在光州和 Gokseong，年生产能力总计超过了 3 600 万条。
锦湖计划在中国投资 1.3 亿美元将南京锦湖轮胎公司年产量翻一番，到 2008 年达到 1 000 万条。该项目将使锦湖在中国轿车子午线轮胎市场的份额提高到 25%。新厂与南京锦湖老厂相邻。
(涂学忠摘译)