

钕系 BR 的基本性能与实用性能研究

杨树田, 许广森, 包喜英, 谷永明, 刘玉茹

(辽宁轮胎集团有限责任公司, 辽宁 朝阳 122009)

摘要:对钕系顺丁橡胶(BR9100)的基本性能和实用性能进行了研究。结果表明, BR9100 与传统的镍系顺丁橡胶(BR9000)相比, 具有分子链规整性好、相对分子质量高、相对分子质量分布指数宽、分子中顺式-1,4 结构摩尔分数高等特点。BR9100 硫化胶的力学性能、生热、耐热稳定性优于传统的 BR9000; 在胎面胶加工性能方面, 胎冠胶混炼胶填充因数由 0.738 提高到 0.753, 胎侧胶混炼胶填充因数由 0.749 提高到 0.767, BR9100 可获得与 BR9000 相同的加工性能; 在胎体胶加工性能方面, 在相同的工艺条件下 BR9100 达到与 BR9000 相当的水平。与传统 BR9000 生产的轮胎相比, 采用 BR9100 胶料试制的 9.00-20 16PR 轮胎耐久性能提高 32.9%, 高速性能提高 54.2%。

关键词: BR9100; BR9000; 载重斜交轮胎

中图分类号: TQ333.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)12-0713-07

中国汽车运输市场正沿着高速化的方向发展, 对轮胎性能的要求也越来越高。因此轮胎生产企业不断推出适应市场需求的新品种轮胎^[1]。在这些轮胎新品种中, 仍然广泛使用传统的镍系顺丁橡胶(BR9000), 但 BR9000 生胶强度低、自粘性差^[2], 使用性能不够理想。为改变这一现状, 必须开发生胶强度高、自粘性好的新一代 BR。为此, 中国石油锦州石油化工公司开发出新一代“锦龙”牌钕系 BR(BR9100), 并于 1998 年 9 月批量投产。本研究通过小配合及应用试验, 分析了 BR9100 对胶料基本性能的影响, 考察了半成品工艺加工性能、轮胎耐久性能、高速性能及行驶里程, 并与 BR9000 进行对比。

1 实验

1.1 主要原材料

BR9000 和 BR9100, 中国石油锦州石油化工公司产品。

1.2 性能测试

胶料的各项物理性能均按相应国家标准进

行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 分子结构分析与硫化特性

BR9100 分子结构参数及基本特性测定结果如表 1 所示。由表 1 可见, 与传统的 BR9000 相比, BR9100 的顺式-1,4 结构摩尔分数高、相对分子质量大且分布宽、支化度低、屈服强度高及灰分含量大。

BR9100 的胶料硫化特性测定结果如表 2 所示。由表 2 可以看出, BR9100 胶料的 M_H 和 M_L 均大于 BR9000, t_{10} 和 t_{90} 稍快于 BR9000。

2.1.2 力学性能

BR9100 的硫化胶力学性能测定结果见表

表 1 BR9100 分子结构参数及基本特性

项 目	BR9100	BR9000
总灰分质量分数 $\times 10^2$	0.30	0.02
挥发分质量分数 $\times 10^2$	0.15	0.08
门尼粘度[ML(1+4)100]	47	44
顺式-1,4 结构摩尔分数 $\times 10^2$	97.2	95.7
反式-1,4 结构摩尔分数 $\times 10^2$	2.1	2.3
1,2 结构摩尔分数 $\times 10^2$	0.7	2.0
屈服强度/kPa	134	110
相对分子质量分布指数	8.34	4.21

作者简介: 杨树田(1957-), 男, 辽宁朝阳人, 辽宁轮胎集团有限责任公司高级工程师, 从事橡胶配方设计、新型原材料开发与应用和研究等方面的技术工作。

3。由表3可以看出, BR9100显示出了高弹性、低生热、耐磨耗、高强伸的特性,特别是拉伸强度比BR9000明显高出2 MPa以上。

2.1.3 耐热稳定性

BR9100胶料的凝胶质量分数测定结果如表4所示。由表4可以看出,随着加热时间的延长,凝胶质量分数逐渐增大^[3],其中BR9100

表2 BR9100胶料的硫化特性

项 目	BR9100	BR9000
$M_H/(N \cdot m)$	21.15	18.9
$M_L/(N \cdot m)$	8.57	6.76
t_{10}/min	10.8	11.5
t_{90}/min	16.3	16.6

注:胶料基本配方为:BR9100(BR9000等量互换) 100;硫黄 1.5;促进剂NS 0.9;氧化锌 3.0;硬脂酸 2.0;1#参比炭黑 50;芳烃油 15。硫化仪测定温度为147。

表3 BR9100硫化胶的力学性能

项 目	BR9100	BR9000
邵尔A型硬度/度	65(+8)	62(+6)
拉伸强度/MPa	17.1(-39%)	15.0(-35%)
扯断伸长率/%	457(-50%)	419(-48%)
300%定伸应力/MPa	10.9	9.3
扯断永久变形/%	4.8(-66%)	4.8(-71%)
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	50.1	51.3
阿克隆磨耗量/cm ³	0.037	0.043
回弹值/%	48	45
疲劳温升/	32.8	33.0

注:胶料基本配方为:BR9100(BR9000等量互换) 100;氧化锌 4.0;炭黑N330 50;硬脂酸 2.0;硫黄 1.5;防老剂A 1.0;促进剂CZ 0.9。硫化条件为137 ×35 min,括号内数据为90 ×72 h老化后性能变化率或量。

表4 BR9100胶料的凝胶质量分数

加热时间/h	BR9100	BR9000
5	0.541	0.390
10	0.567	0.450
15	0.587	0.482
20	0.679	0.521

注:胶料基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000等量互换) 50;硫黄 1.0;促进剂NOBS 0.95;氧化锌 4.0;硬脂酸 3.0;防老剂4010NA 1.0;防老剂A 1.5;石蜡 1.0;炭黑 50;芳烃油 5。将其两种混炼胶制成2 mm厚的哑铃状试样,放置在100的老化箱内加热,然后计算出凝胶质量分数,观察变化规律。

凝胶质量分数大于BR9000,这说明BR9100耐热稳定性明显优于BR9000。

2.1.4 热空气老化性能

BR9100硫化胶的热空气老化性能测定结果如表5所示。由表5可以看出,BR9100与NR并用,其硫化胶耐热空气老化性能与BR9000硫化胶无明显差别。

2.1.5 与帘线之间的粘合强度

BR9100胶料与帘线之间的粘合强度测定结果见表6。由表6可见,BR9100胶料热空气老化后与帘线之间的粘合强度及过硫化后与帘线之间的粘合强度明显优于BR9000,特别是热空气老化后与帘线之间的粘合强度比BR9000高出了19 N以上。

2.2 大配合试验

根据小配合试验结果,为进一步考察BR9100的实用性能,在载重斜交轮胎整体配方中进行大配合试验。

2.2.1 胎面挤出工艺性能

BR9100混炼胶胎面挤出工艺性能见表7。

表5 BR9100硫化胶的耐热空气老化性能

项 目	BR9100			BR9000		
	24	48	72	24	48	72
拉伸强度/%	20(-3%)	17.2(-16%)	16.9(-18%)	17.3(-13%)	18.4(-8%)	18.0(-9%)
扯断伸长率/%	421(-29%)	399(-36%)	450(-33%)	408(-23%)	379(-25%)	399(-15%)
300%定伸应力/%	12.4(+48%)	13.4(+61%)	11.3(+35%)	11.4(+28%)	12.4(+44%)	10.9(+22%)
扯断永久变形/%	7.6(-5%)	7.2(-10%)	8.4(-5%)	7.1(-30%)	7.6(-30%)	5.2(-43%)
邵尔A型硬度/度	62(+2)	66(+6)	65(+5)	62(+3)	64(+7)	63(+5)

注:胶料基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000等量互换) 50;硫黄 1.2;促进剂NOBS 0.95;氧化锌 4.0;硬脂酸 3.0;防老剂JOL 1.0;防老剂4010NA 1.5;石蜡 1.0;炭黑 53;芳烃油 6。硫化条件为142 ×40 min,括号内数据为90 ×72 h老化后性能变化率或量。

表 6 BR9100 硫化胶与帘线之间的粘合强度

项 目	BR9100			BR9000		
正硫化时间 (137)/min	30			30		
H 抽出力/N	204.6			164.4		
热空气老化时间 (90)/h	24	48	72	24	48	72
H 抽出力/N	118.4	138.8	138.0	125.6	119.0	119.0
过硫化时间 (150)/min	30	90	120	30	90	120
H 抽出力/N	149.6	160.2	144.4	146.4	157.6	136.0

注:胶料基本配方为:NR 80;BR9100(BR9000 等量互换) 10;SBR 10;硫黄 2.3;促进剂 NOBS 1.1;促进剂 TMTD 0.05;氧化锌 5.0;硬脂酸 2.5;防老剂 JOL 1.5;防老剂 4010NA 1.5;炭黑 35;软化剂 10。

表 7 BR9100 胎面挤出性能(第 1 次)

项 目	胎 冠		胎 侧	
	BR9100	BR9000	BR9100	BR9000
混炼胶塑性值	0.21	0.23	0.24	0.26
混炼胶填充因数	0.738	0.738	0.749	0.749
胎冠胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	128	120	—	—
胎侧胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	<50	<50	—	—
胎侧胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	—	—	117	102
胎面挤出外观质量	劣	优	劣	优
返炼后胎面挤出 外观质量	优	—	优	—

注:胎冠胶料基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000 等量互换) 40;SBR 10;硫黄 1.0;促进剂 NOBS 0.95;氧化锌 4.0;硬脂酸 2.5;防老剂 JOL 1.5;防老剂 4010NA 1.0;石蜡 1.0;分散剂 FS-200 1.0;胶易素 T-78 1.0;炭黑 53;芳烃油 5。胎侧胶基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000 等量互换) 50;硫黄 1.2;促进剂 NOBS 1.2;氧化锌 4.0;硬脂酸 3.0;防老剂 JOL 1.0;防老剂 4010NA 1.5;炭黑 53;芳烃油 6。

由表 7 可见,含有 BR9000 胶料的胎面挤出温度低于 135 ,挤出机螺杆转速低于 $50 r \cdot \min^{-1}$ 即可获得优异的挤出性能。而在上述情况下,含有 BR9100 胶料的胎面挤出工艺性能远远不如 BR9000,挤出胎面外观表面粗糙,有皱纹和破边现象,断面气孔多。把挤出排胶温度降低到 120 以下,挤出机螺杆转速最低为 $28 r \cdot \min^{-1}$,上述情况没有明显好转。将其重新返炼后再次挤出,含 BR9100 的胎冠、胎侧

混炼胶获得与 BR9000 相同的挤出工艺性能。

根据表 7 中的数据结果,提高混炼胶的填充因数^[4]后进行了第 2 次挤出工艺性能试验,结果如表 8 所示。由表 8 可以看出,当含有 BR9100 的胶料配方改进后,混炼胶填充因数由 0.738 提高到 0.753,胎侧混炼胶填充因数由 0.749 提高到 0.767,不仅明显改善了胎面挤出工艺性能,而且 BR9100 胶料胎面挤出性能达到了 BR9000 的水平。以后采用相同的方法进行多次胎面挤出性能试验,均获得相同的结果。这可能是由于 BR9100 的混炼胶分散度达到了 BR9000 的水平,提高了混炼胶的强度所致。

表 8 胎面胶挤出工艺性能(第 2 次)

项 目	胎 冠		胎 侧	
	BR9100	BR9000	BR9100	BR9000
混炼胶填充因数	0.753	0.738	0.767	0.749
混炼胶塑性值	0.25	0.23	0.25	0.26
胎冠胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	124	122	—	—
胎侧胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	<50	<50	—	—
胎侧胶挤出温度/ 挤出机螺杆转速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	—	—	118	106
胎面挤出外观质量	优	优	优	优
胎面挤出断面状况	密实	气孔少	密实	气孔少

注:胎冠胶基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000 等量互换) 40;SBR 10;硫黄 1.2;促进剂 NOBS 0.95;氧化锌 4.0;硬脂酸 2.5;防老剂 JOL 1.5;防老剂 4010NA 1.0;塑解剂 0.15;分散剂 FS-200 1.0;胶易素 T-78 1.0;石蜡 1.0;炭黑 53;芳烃油 5。胎侧胶基本配方为:NR 50;BR9100(BR9000 等量互换) 50;硫黄 1.2;促进剂 NOBS 1.1;氧化锌 4.0;硬脂酸 3.0;防老剂 JOL 1.0;防老剂 4010NA 1.5;塑解剂 0.2;分散剂 FS-97 1.5;石蜡 1.0;炭黑 53;芳烃油 5。

2.2.2 胎面胶物理性能

两种混炼胶物理性能见表 9 和 10。由表 9 和 10 可见,在混炼工艺条件相同时,含 BR9100 胶料的胎冠胶耐磨性比 BR9000 提高 10.2%,胎侧胶耐疲劳性能比 BR9000 提高 19.0%;提高混炼胶填充因数后,含 BR9100 的胎冠胶耐磨性比 BR9000 提高 20.3%,胎侧胶抗疲劳性能比 BR9000 提高 55.0%,其它性能也均有一

表9 胎冠胶物理性能

项 目	混炼工艺		混炼工艺	
	条件不同	条件相同		
	BR9100	BR9100	BR9000	
硫化仪数据(151)				
$M_H/(\text{N}\cdot\text{m})$	18.4	22.9	20.7	
$M_L/(\text{N}\cdot\text{m})$	7.2	7.9	6.87	
t_{10}/min	9.3	10.8	9.8	
t_{90}/min	14.5	16.6	15.7	
拉伸强度/MPa	22.1(-13%)	22.6(-15%)	21.7(-14%)	
扯断伸长率/%	625(-22%)	618(-38%)	617(-29%)	
300%定伸应力/MPa	8.6(+54%)	8.4(+62%)	8.59(+50%)	
邵尔 A 型硬度/度	65(+5)	65(+5)	60(+5)	
撕裂强度/ ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	8.9	83	74	
扯断永久变形/%	16.4	16.0	18.4	
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.091	0.098	0.110	
回弹值/%	20	19	20	
混炼胶填充因数	0.753	0.738	0.738	

注:硫化条件为 142 \times 40 min,括号内数据为 90 \times 72 h 老化后性能变化率或量。

表10 胎侧胶料物理性能

项 目	混炼工艺		混炼工艺	
	条件不同	条件相同		
	BR9100	BR9100	BR9000	
硫化仪数据(151)				
$M_H/(\text{N}\cdot\text{m})$	20.04	19.82	21.55	
$M_L/(\text{N}\cdot\text{m})$	7.79	6.09	5.58	
t_{10}/min	7.5	9.0	8.8	
t_{90}/min	10.6	15.1	12.0	
拉伸强度/MPa	20.6(-16%)	19.6(-4%)	19.8(-9%)	
扯断伸长率/%	596(-10%)	562(-22%)	531(-15%)	
300%定伸应力/MPa	8.4(+61%)	8.3(+37%)	8.9(+21%)	
扯断永久变形/%	8.0(-10%)	10.4(-23%)	9.2(-30%)	
邵尔 A 型硬度/度	62(+4)	61(+5)	60(+4)	
混炼胶填充因数	0.767	0.749	0.749	
疲劳寿命(拉伸 200%)/次	11 663	8 933	7 504	
屈挠 12 万次裂口 等级	无裂纹	无裂纹	无裂纹	

注:同表 9。

定程度的提高。

2.2.3 胶帘布压延工艺性能

与 BR9000 相比,含有 BR9100 的缓冲胶和内外层帘布胶加工性能达到了与 BR9000 相同的压延水平。

2.2.4 缓冲层胶料物理性能

含 BR9100 的缓冲层胶料的硫化特性和物

理性能如表 11 所示。由表 11 可以看出,采用 BR9100 的试验配方,其硫化胶具有较好的抗疲劳性能和耐老化性能,特别是过硫化后 H 抽出力大于 BR9000 硫化胶。

表11 缓冲胶料的物理性能

项 目	BR9100	BR9000
硫化仪数据(151)		
$M_H/(\text{N}\cdot\text{m})$	21.25	22.49
$M_L/(\text{N}\cdot\text{m})$	6.2	5.4
t_{10}/min	3.1	3.2
t_{90}/min	7.5	8.0
拉伸强度/MPa	27.0(-29%)	26.0(-25%)
扯断伸长率/%	585(-33%)	555(-30%)
300%定伸应力/MPa	10.6(+23%)	11.2(+25%)
扯断永久变形/%	21.2(-25%)	20.8(-17%)
邵尔 A 型硬度/度	61(+4)	61(+6)
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	53(-43%)	47(-40%)
过硫化后 H 抽出力/N	172	166
疲劳寿命(拉伸 200%)/次	9 686(-66%)	7 693(-61%)
屈挠 12 万次裂口等级	无裂纹	无裂纹

注:基本试验配方为:NR 80;BR9100(BR9000 等量互换) 20;硫黄 2.3;促进剂 NOBS 0.8;促进剂 TMTD 0.03;氧化锌 5.0;硬脂酸 2.5;防老剂 JOL 1.0;防老剂 4010NA 1.5;炭黑 45;软化剂 6.0。硫化条件为 137 \times 30 min,过硫化条件为 150 \times 120 min,括号内数据为 90 \times 72 h 老化后性能变化率或量。

2.2.5 帘布层外层胶料物理性能

帘布层外层胶料的物理性能见表 12。由表 12 可见,BR9100 胶料测定结果优于 BR9000 胶料,这与实验室试验结果相吻合。

2.2.6 帘布层内层胶料物理性能

帘布层内层胶料物理性能见表 13。由表 13 可以看出,与 BR9000 胶料相比,BR9100 胶料的 H 抽出力大,扯断永久变形小。

2.2.7 成品胎面胶物理性能及粘合强度

不同品牌轮胎胎面胶的物理性能及粘合强度对比结果见表 14 和 15。由表 14 和 15 可见,不同品牌 BR 胶料磨耗量和粘合强度相差很大。我公司产品经改进技术后,胎面胶磨耗量由 0.110 cm^3 降低到 0.096 cm^3 ,粘合强度显著提高。

2.2.8 耐久性能与速度性能试验

改进前后轮胎耐久性试验结果见表 16。

表 12 帘布层外层胶物理性能

项 目	BR9100	BR9000
硫化仪数据 (151)		
$M_H / (N \cdot m)$	19.98	21.01
$M_L / (N \cdot m)$	4.8	4.2
t_{10} / min	3.5	3.7
t_{90} / min	6.8	7.4
拉伸强度/ MPa	22.7 (- 16 %)	23.4 (- 17 %)
扯断伸长率/ %	504 (- 13 %)	482 (- 11 %)
300 %定伸应力/ MPa	9.7 (+ 18 %)	9.5 (+ 13 %)
扯断永久变形/ %	21.6 (- 22 %)	22.8 (- 26 %)
邵尔 A 型硬度/ 度	61 (+ 4)	60 (+ 3)
撕裂强度/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	43 (- 16 %)	44 (- 27 %)
回弹值/ %	31 (+ 6)	32 (+ 9)
H 抽出力/ N	163	131
疲劳寿命(拉伸 200 %)/ 次	6 728 (- 51 %)	4 806 (- 55 %)

注: 试验配方为: NR 80; SBR 10; BR9100 (BR9000 等量互换) 10; 硫黄 2.2; 促进剂 NOBS 0.95; 促进剂 TMTD 0.05; 氧化锌 5.0; 硬脂酸 2.5; 防老剂 JOL 1.0; 防老剂 4010NA 1.5; 炭黑 40; 软化剂 8.0。硫化条件为 137 $\times 30 \text{ min}$, 括号内数据为 90 $\times 72 \text{ h}$ 老化后性能变化率或量。

由表 16 可见, 改进后轮胎的总行驶时间比改进前提高了 32.9 %。这是由于配方中使用了 BR9100, BR9100 应用得适当, 轮胎性能好, 特别是耐久性能更好。我公司多次进行胎冠胶采用 BR9100, 其它部件配方采用 BR900 和轮胎整体配方全部采用 BR9100 的试验。试验结果表明, 前者虽然耐磨性明显提高, 但耐久性提高的幅度不大。而后者使轮胎的耐久性和耐磨性显著提高。

轮胎速度性能试验结果如表 16 所示。由表 16 可以看出, 试验轮胎以 $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度运行 2 h 后轮胎完整无损, 较正常生产轮胎有明显提高。

2.2.9 表面温度

轮胎耐久性能和速度性能试验表面温度测定结果见表 17 和 18。由表 17 和 18 可以看出, BR9100 的轮胎胎冠、胎肩温度比 BR9000 低 20 以上。

2.2.10 行驶里程试验

1999 年度重庆地区全国轮胎 (9.00 - 20 16PR) 专项里程试验将试验轮胎分别装在解放 CAI10PK2H 和东风 EQ11086G6D 加高、加长半封闭改进专运长安微型货车上 (自重 10 t, 回渝货物超载严重, 抽查两次试车, 车和货物总质量达到 23 ~ 24 t), 行驶路线为全国各大中城

表 13 帘布层内层胶料的物理性能

项 目	BR9100	BR9000
硫化仪数据 (151)		
$M_H / (N \cdot m)$	19.70	19.33
$M_L / (N \cdot m)$	4.54	4.44
t_{10} / min	4.1	3.7
t_{90} / min	5.9	6.1
拉伸强度/ MPa	24.8 (- 31 %)	24.1 (- 36 %)
扯断伸长率/ %	606 (- 30 %)	562 (- 29 %)
300 %定伸应力/ MPa	8.59 (+ 20 %)	8.8 (+ 15 %)
扯断永久变形/ %	17.6 (- 25 %)	20.4 (- 31 %)
邵尔 A 型硬度/ 度	57 (+ 3)	58 (+ 1)
撕裂强度/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	41 (- 17 %)	43 (- 43 %)
回弹值/ %	32	32
H 抽出力/ N	121.4	106.4
疲劳寿命(拉伸 200 %)/ 次	8 685 (- 62 %)	8 003 (- 57 %)

注: 基本配方为: NR 80; SBR 10; BR9100 (BR9000 等量互换) 10; 硫黄 2.2; 促进剂 NOBS 0.95; 促进剂 TMTD 0.05; 氧化锌 5.0; 硬脂酸 2.5; 防老剂 JOL 1.0; 防老剂 4010NA 1.5; 炭黑 35; 软化剂 10.0。硫化条件为: 137 $\times 30 \text{ h}$, 括号内数据为 90 $\times 72 \text{ h}$ 老化后性能变化率或量。

表 14 不同品牌轮胎胎面胶物理性能

项 目	辽宁轮胎集团公司产品				C 品牌		B 品牌	
	BR9100		BR9000		上层	下层	上层	下层
	上层	下层	上层	下层				
300 %定伸应力/ MPa	13.2	12.3	11.4	12.4	15.5	14.4	11.5	12.1
邵尔 A 型硬度/ 度	62	58	59	59	65	65	60	61
拉伸强度/ MPa	22.1	21.5	21.1	21.6	26.5	27.2	23.9	23.8
扯断伸长率/ %	475	437	458	434	459	462	528	489
扯断永久变形/ %	10	11	10	12	17	10	10	9
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.096	—	0.110	—	0.088	—	0.140	—

表 15 轮胎成品粘合强度 $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$

部 位	BR9100	BR9000	A 品牌	B 品牌
胎面胶与缓冲层	20.2	18.5	20.1	11.8
缓冲层与缓冲层	15.7	13.2	—	11.6
胎侧与缓冲层	14.3	9.1	12.0	—
缓冲层与帘布层	17.8	14.4	11.3	8.4
第 2-3 层帘布层	8.9	7.2	7.1	6.5
第 3-4 层帘布层	9.7	8.1	7.6	8.8
第 4-5 层帘布层	9.6	7.7	6.4	8.5
第 5-6 层帘布层	9.5	7.8	7.4	9.8
第 6-7 层帘布层	11.6	8.9	6.4	—
第 7-8 层帘布层	13.3	9.2	10.3	—

表 16 耐久性能与速度性能试验结果

项 目	BR9100	BR9000
耐久性能		
总行驶时间/h	103.7	78
轮胎损坏状况	肩空	爆破
速度性能		
总行驶时间/h	12.8	8.3
行驶速度/ $(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	100	80
最终速度/ $(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	110	90
轮胎损坏状况	肩空	肩空

注:速度性能试验在西德申克(SCHENCK)有限公司双工位轮胎试验机上进行。试验条件为:气压 0.81 kPa,负荷 26.5 kN,环境温度 (38 ± 3) ,在 $55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度下运行 2 h 停机,待轮胎表面温度降至 38 时以 $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 运行,每行驶 2 h 速度按 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 不断提高。

表 17 耐久性能试验表面温度测定结果

负荷/kN	试验时间/h	BR9100		BR9000	
		胎冠	胎侧	胎冠	胎侧
17.19	7	—	—	—	—
22.48	16	—	—	—	—
26.45	24	54	62	58	64
29.10	10	—	—	—	—
31.74	10	—	—	—	—
34.38	10	57	66	76	88
37.03	10	61	78	81	100
38.35	16.7	61	78	—	—

注:各试验阶段停机时,用 SW-2 型便携式数字表面温度计测定,测定时间在 2 min 以内。

市。截止到 2000 年 2 月 17 日(1999 年 11 月 8 日装车),其中“长征”牌轮胎没有发生肩空等质量问题,已行驶里程 21 600 km,花纹累计平均磨耗为 $5 270 \text{ km} \cdot \text{mm}^{-1}$,驾驶员反映较好,具体试验情况见表 19。

近年,BR9100不断在全钢载重子午线轮

表 18 速度性能试验表面温度测定结果

试验速度/ $(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	试验时 间/h	BR9100		BR9000	
		胎冠	胎肩	胎冠	胎肩
55	2	—	—	—	—
60	2	46	56	68	73
70	2	56	67	73	84
80	2	64	74	80	95
90	2	—	—	—	—
100	2	64	78	—	—

注:同表 17。

表 19 重庆地区全国轮胎专项里程试验对比

项 目	长征牌	A 品牌	B 品牌
累计平均磨耗/ $(\text{km} \cdot \text{mm}^{-1})$	5 270	4 989	5 062
已行驶里程/km	21 600	21 600	24 800
新胎花纹深度/mm	14.1	15.1	14.3
剩余花纹深度/mm	10.0	10.8	9.4
断面宽度变化/mm	+4	+4	+3
外直径变化/mm	+4	+4	+3
试胎数量/套	14	14	14
损坏数量/条	无	无	无

胎胎侧胶中应用。实践证明,其工艺加工性能明显优于 BR9000,试制的 BR9100 胶料成品轮胎 10.00R20 的疲劳性能较 BR9000 胶料轮胎提高 50%^[5]。

3 结论

(1) BR9100 与 BR9000 相比,相对分子量中顺式-1,4 结构摩尔分数较大,相对分子量较大、分布宽;BR9100 胶料具有优异的耐热稳定性、耐疲劳、耐磨性、低生热以及抗滑性与较低滚动阻力的平衡性^[6]。

(2) 在载重斜交轮胎胎冠胶中,用 40 份 BR9100 等量替代 BR9000 与 NR 和 SBR 并用,混炼胶填充因数由 0.738 提高到 0.753;胎侧胶料中用 50 份 BR9100 等量替代 BR9000 与 NR 并用,混炼胶填充因数由 0.749 提高到 0.767,可获得与 BR9000 相同的胎面挤出工艺性能。在缓冲层胶和内、外帘布层胶料中用 20 份 BR9100 等量替代 BR9000 与 NR 并用,在与 BR9000 相同的工艺条件下,帘布压延工艺性能达到与 BR9000 相当的水平。采用 BR9100 胶料生产的 9.00-20 16PR 轮胎成品粘合强度提高 28.75%,耐久性提高 32.9%,速度性能提

高 54.2 %。

BR9100 是一种非常有前途的新胶种^[7], 应在轮胎配方中广泛采用, 以制备性能优异的轮胎, 从而提高我国轮胎的质量水平。

致谢: 本工作曾得到中国石油锦州石油化工公司乔三阳教授级高级工程师、北京橡胶工业研究设计院傅彦杰高级工程师及其他有关人员的大力支持和帮助, 特此致谢。

参考文献:

[1] 陈志宏. 我国轮胎原材料现状与发展趋势[J]. 橡胶工业, 1999, 46(10): 626.

[2] 张爱民. 我国合成橡胶的现状与发展[J]. 橡胶工业, 2000, 47(2): 115.

[3] 杨树田. 钕系顺丁橡胶在 9.00 - 20 轮胎中的应用[J]. 弹性体, 1999, 9(1): 34.

[4] 许蕴荣. 密炼机混炼填充因数的选择[J]. 橡胶工业, 1990, 37(4): 212.

[5] 付中凯, 朱凤文, 欧阳立芳. 钕系 BR 在全钢子午线轮胎胎侧胶中的应用[J]. 轮胎工业, 2000, 20(1): 25.

[6] 杨树田. 中国石油锦州石油化工公司钕系 BR 应用技术座谈会在锦州召开[J]. 轮胎工业, 1998, 18(8): 504.

[7] Sumner A J M. 聚丁二烯橡胶在轮胎中的应用趋势[J]. 刘丽, 闰新杰摘译. 轮胎工业, 1997, 17(9): 520.

第 11 届全国轮胎技术研讨会论文

Study on basic and functional properties of NdBR

YANG Shu-tian, XU Guang-sen, BAO Xi-ying, GU Yong-ming, LIU Yu-ru

(Liaoning Tire Group Co. Ltd., Chaoyang 122009, China)

Abstract: The basic and functional properties of Nd-BR (BR9100) were investigated. The results showed that BR9100 featured better regularity of molecular chain, higher molecular weight, broader molecular weight distribution and higher cis-1,4 structure content in molecule when compared to Ni-BR (BR9000). BR9100 was superior to BR9000 in terms of mechanical properties, heat build-up and thermal stability of vulcanizate; the processibility of BR9100 compound was the same as that of BR9000 compound when the filling factor of mix increased from 0.738 to 0.753 for crown compound, from 0.749 to 0.767 for sidewall compound; and the processibility of BR9100 cord ply compound was comparable to that of BR9000 cord ply compound under the same processing conditions. The endurance of 9.00 - 20 16PR tire made of BR9100 compound increased by 32.9% when compared to that of BR9000 compound and the high speed performance increased by 54.2%.

Key words: BR9100; BR9000; bias ply truck tire

陕西十大路桥项目总投资 239 亿元

中图分类号: U412.36; U448.1/.5 文献标识码: D

在“在华外商投资企业再投资洽谈会”的 100 个重点招商项目中, 陕西省推出了总投资额达 239 亿元的十大路桥建设合资、合作项目, 在“2001 中国西部论坛”举行之际进行招商引资。这十大路桥项目中投资额超过 10 亿元以上的项目就占 50%。

靖边至安塞段高速公路项目投资 41.35 亿元。洋县至勉县高速公路项目总投资 38.01 亿元。秦岭终南山公路隧道项目总投资 24.5 亿

元。渭南至蒲城高速公路项目总投资 12 亿元。另外推出的公路项目还有总投资 10.287 亿元的户县至洋县段高速公路、总投资 8.3 亿元的 312 国道永寿县城至长武凤口二级公路转让权项目、总投资 6.988 2 亿元的姜(窝子)眉(县)二级公路宝鸡段、总投资 2.7 亿元的蓝田至商州高速公路、总投资 1.58 亿元的咸阳渭河三号桥、总投资 0.79 亿元的省道 209 线乾县至法门寺二级公路改建工程。

(摘自《中国化工报》, 2001-09-05)