国内外轮胎应用 SR 的分析

许广成¹, 陈志宏²

(1. 山东成山轮胎股份有限公司, 山东 荣成 264300; 2. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要: 具体分析了国内外不同类别轮胎使用 SR 的品种及比例。结果表明, 由于轮胎使用性能以及工艺的不同要求, 在使用 SR 的品种及比例方面有较大差别。各国的轮胎产品构成比例不尽相同, 因而 SR 的比例有所不同。在斜交轮胎中, 除性能因素外, 价格因素起很大作用。我国 NR 资源有限, 而 SR 有较大的产能, 因此, 在轮胎行业扩大 SR 的使用具有战略意义。

关键词: SR; NR; 轮胎; 生胶品种; 应用比例

中图分类号: TQ332; TQ333; TQ336.1⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2001)11-0688-09

随着我国汽车工业的发展以及高速公路、高等级公路的迅速增加, 对轮胎性能提出了更高的要求, 尤其是高速安全性、节能性、环保性及耐用性。轮胎应用 SR 的品种、比例也将随之发展。

我国子午线轮胎从 1990 ~ 2000 年平均年增长率达 40%, 2000 年全国子午线轮胎产量达到 3 609 万条, 约占全国轮胎总产量的 1/3, 占汽车轮胎产量的 1/2 左右。今后 5 ~ 15 年内, 子午线轮胎仍将以 8% ~ 12% 的平均年增长速度发展。即使这样, 斜交轮胎还将占有较大的比例, 到 2015 年, 载重斜交轮胎将占轮胎总量的 30% 左右。5 000 万条农业轮胎中, 大部分仍是斜交轮胎, 从而形成子午线轮胎与斜交轮胎并存的态势, 两者对原材料的需求与发展有着密切关系, 不仅对原材料品种要求有差异, 对其性能/价格比要求也不同。因此, 研究 SR 品种和比例的发展是不可忽视的具体国情。

我国 2000 年橡胶消耗量已达 250 万 t 以上(含 SBS), 居世界第 2 位, 其中轮胎中橡胶消耗量为 125 万 t, 约占 50%。而 2000 年橡胶资源已达 286.6 万 t, 其中国产 NR 为 47 万 t, SR 为 83.6 万 t, 国产胶合计 130.6 万 t, 进口 NR 为 85 万 t, SR 为 71 万 t, 进口胶合计 156 万 t。

作者简介: 许广成(1962-)男, 山东荣成人, 山东成山轮胎股份有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎配方研究开发及生产技术管理工作。

可见橡胶市场呈现供大于求的态势。

1 国外轮胎使用 SR 分析

20 世纪 90 年代以来, 世界各大轮胎公司典型产品中, 采用的 SR 品种和比例的实际分析试验结果如下。

1.1 轿车子午线轮胎

轿车子午线轮胎是国外轮胎的主流产品, 占世界轮胎总需求量的 60% 以上, 这是对轮胎性能(如低滚动阻力、刹车安全性、噪声性、舒适性等)最典型的综合体现。目前轿车子午线轮胎的发展特点是新产品开发很快, 在规格、系列、速度级和花纹等方面产品出现多样化。在胶料配方设计方面, 各轮胎公司都有自己的特点, 在力学性能配备上差异较大, 即使同一规格轮胎, 各公司的差别也较大(见表 1)。但各公司的轮胎产品也有共同点, 即 SR 使用比例较大, 一般占整胎的 60% 左右, 高的可达 67% ~ 68%(见表 2)。

在汽车驱动能量中, 轿车子午线轮胎的滚动阻力有 60% 作用在胎冠区, 因此, 降低滚动阻力并保持良好的防滑性和耐磨性的任务主要由胎面胶完成。从表 2 可见, 大多数轮胎公司的胎面胶均采用 100% SBR 并且使用了溶聚丁苯橡胶(SSBR), 固特异公司很可能采用其自己生产的集成橡胶(SIBR), 也有公司采用 SBR/NR 或 SBR/BR 并用。在胎侧胶中, 基本以

表 1 世界大轮胎公司轿车子午线轮胎性能测定值(成品)

项 目	普利司通公司			米其林公司			固特异公司			锦湖公司		大陆公司
轮胎规格	175/70 SR13	185/80 SR14	205/60 VR15	195/65 HR14	205/60 HR15	195/70 SR14	205/55 VR15	225/60 ZR16	195/60 HR14	195/65 HR16	225/50 ZR16	
邵尔 A 型硬度/度												
胎面胶	65	73	69	69	72	74	72	71	67	68	69	
胎侧胶	53	62	57	58	59	62	56	58	60	64	52	
胎圈护胶	78	79	77	77	73	74	73	73	72	74	72	
三角胶	80	96	95	95	96	80	90	85	75	83	82	
300%定伸应力/MPa												
胎面胶	14.1	13.4	>13	>13	14.6	>18	>20	15.7	15.3	20.1	14.4	
胎侧胶	6.2	10.7	9.9	8.9	8.7	12.2	9.2	10.0	13.6	13.6	5.2	
拉伸强度/MPa												
胎面胶	23.0	22.1	13.3	13.3	15.8	18	24.5	19.6	19.5	21.2	18.3	
胎侧胶	16.5	15.5	15.7	17.2	18	13	14	14.5	20.8	18.1	11.9	

BR/NR 为主, BR 用量为 50~65 份, 白胎侧胶则采用氯化丁基橡胶(CIIR)/NR 或 EPDM/NR, EPDM/CIIR/NR 并用。带束层是关键部位, 由于与钢丝粘合及工艺方面的要求, 均采用 100%NR, 个别的掺用 20 份 BR, 据称对胶料的粘合性能也有所改善。半钢子午线轮胎胎体帘布采用聚酯或尼龙帘线, 大部分并用 25~30 份 SBR。胎圈护胶又称耐磨条, 一般采用 BR/NR 并用, BR 用量为 25~60 份, 但不像载重子午线轮胎要求那么高, 有的也采用 BR/SBR/NR 并用, 其中 BR 与 SBR 用量之和为 55~60 份。三角胶要求具有较高硬度, 同时与胎侧区刚柔过渡均匀, 屈挠性较好, 一般采用 100%NR 或 BR/NR 并用。胎圈钢丝胶一般采用 100%SBR 或 SBR/NR 并用。内衬层胶要求气密性好, 一般采用 100%氯化丁基橡胶(CIIR)或溴化丁基橡胶(BIIR), 有的并用 10~30 份 NR。轿车子午线轮胎中 SR 用量较大, 由于耗胶量较大的胎面胶绝大部分为 100%SBR, 因此 SBR/BR 比值也较大。此外, 各大轮胎公司还采用了一些新的胶种, 根据轮胎用途不同, 品种也不一样(见表 3)。

由表 3 可见, 以低滚动阻力为主要性能要求的轮胎, 50℃时的 $\tan \delta$ 值减小; 以高防滑性为主要性能要求的轮胎, 0℃时的 $\tan \delta$ 值增大, 综合两者, SBR 优于乳聚丁苯橡胶(ESBR)。在美国、西欧和日本, SBR 用量占 SBR 用量的 25%~31%。

1.2 轻型载重子午线轮胎

轻型载重子午线轮胎分半钢和全钢结构, 而且前者向公制宽断面发展, 基本与轿车子午线轮胎相类似, 但其负载量较大, 而全钢轻型载重轮胎与载重轮胎类似, 但其负载量小于载重轮胎, 因此在配方设计上有不同之处。其主要力学性能及 SR 品种和比例见表 4 和 5。

由表 4 和 5 可见, 国外轻型载重子午线轮胎胎面胶一般采用 SBR/BR 并用, 且以 SBR 为主, 有的也采用 SBR/BR/NR 或 SBR/NR 并用, 且 SR 用量为 35~55 份, 其余部件胶料与轿车子午线轮胎类似(全钢的胎面层全部采用 NR), 总的 SR 用量小于轿车子午线轮胎, 高的可达 50%左右, 低的也有 30%左右, 这主要取决于胎面胶的设计, 一般 SBR/BR 的比值约为 1.3~2.2。

1.3 载重子午线轮胎

载重子午线轮胎基本为全钢结构, 而且向无内胎低断面载重子午线轮胎发展。其配方特点为胶料部件多, 硬胶多, NR 比例高, 原材料要求高, 工艺难度大。其主要力学性能及 SR 品种和比例见表 6 和 7。

从表 6 可见, 国外各大轮胎公司载重子午线轮胎胎面胶具有高定伸应力、高强度、高弹性、低生热和中等硬度的特点, 当然根据轮胎使用条件不同, 用途不同(如前轮、驱动轮), 对硬度和定伸应力也做了适当调整。胎冠刚性较大, 因而要求胶料的硬度较大, 同时要求弹性

表 2 国外轿车子午线轮胎主要部件 SR 比例

项 目	普利司通公司		米其林公司			固特异公司			锦湖公司		大陆公司
	175/70 SR13	185/80 SR14	205/60 VR15	195/65 HR14	205/60 HR15	195/70 SR14	205/55 VR15	225/60 ZR16	195/60 HR14	195/65 HR15	225/50 ZR16
轮胎规格											
胎面胶各胶种用量/份											
BR	0	0	0	0	0	N	N	N	0	0	0
NR	40	0	0	0	0	N	N	N	15	20	0
SBR	60	100	100	100(充油)	0	N*	N*	N*	85	80	0
SSBR	0	0	0	0	100(充油)	0	0	0	0	0	100
胎侧胶各胶种用量/份											
BR	55	60	60	60(充油)	60	60	60	60	15(黑)	10	20
NR	45	40	40	40	40	40	40	40	60	60	40
SBR	0	0	0	0	0	0	0	0	25(黑)	30	40
CIIR	0	0	0	0	0	0	0	0	40(白)	0	0
胎肩胶各胶种用量/份											
BR	—	—	—	—	—	60	0	0	25	—	20
NR	—	—	—	—	—	40	100	100	75	—	40
SBR	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	40
带束层胶各胶种用量/份											
NR	100	100	100	100	100	100	100	100	80	80	100
BR	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0
胎体帘布层胶各胶种用量/份											
BR	—	—	50	0	—	0	0	0	0	0	0
NR	—	—	50	100	—	70	70	70	70	75	100
SBR	—	—	0	0	—	30**	30	25	30	25	0
胎圈护胶各胶种用量/份											
BR	50	50	65	0	65	30	30	25	0	25	60
NR	50	50	35	100	35	45	45	40	80	75	40
SBR	0	0	0	0	0	25	25	35	20	0	0
三角胶各胶种用量/份											
BR	0	0	0	0	0	少	少	少	0	0	25
NR	100	100	100	100	100	多	多	多	N	N	60
SBR	0	0	0	0	0	0	0	0	SSBR, N	SSBR, N	15
内衬层胶各胶种用量/份											
NR	N	N	0	0	0	10	10	N	10	10	N
CIIR	N	N	0	0	100	0	0	0	90	90	N
BIIR	0	0	0	0	0	90	90	N	0	0	0
HIIR	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0
钢丝夹胶各胶种用量/份											
NR	—	—	—	—	N	0	0	0	N	N	少
SBR	—	—	—	—	N	100	100	100	SSBR, N	SSBR, N	多
SR 所占比例的估算											
值/%	42~43	57~59	67~68	56~60	60~68	约 65	约 65	约 65	50~55	50~55	60~63
SBR/BR 之比的估算											
值	3.4//1	4/1	2/1	4/1	3.3/1	—	—	—	5.3/1	5.1/1	4.5/1
外胎质量/(kg·条 ⁻¹)	6.7	9.2	9.78	8.94	9.10	9.6	9.6	11.7	8.6	9.7	10.8

注: N 表示未定量; *SBR 可能是 SIBR; **SBR 可能是 SIBR 或 BR。

高、抗刺扎性和耐磨性好,并可保护带束层钢丝
避免受腐蚀。为达此目的,胎面胶采用 100%

NR(一般为标准胶),只有个别掺用 10~30 份
BR 或 SBR。胎侧胶仍为 BR/NR 并用, BR 用

量为 30~60 份,加入 BR 是克服胎侧顺向裂口的有效措施。带束层和胎体层胶料的配方为关键配方,要求与钢丝具有好的粘合性,同时要求混炼胶具有较高的强度、挺性和粘性,且易于操作。因此,一般采用 100%NR。复合三角胶中,下三角胶具有很高的硬度(92~96 度),上三角胶应刚柔过渡,同时与钢丝帘线有良好的粘合性,绝大多数均采用 100%NR。胎圈护胶要求具有较大的硬度和较好的耐磨性,一般采

用 BR/NR 并用, BR 用量为 50~90 份,且 BR 为低顺式聚丁二烯橡胶(LC BR)。胎圈钢丝胶一般采用 SBR/NR 并用,最好的为 SBR/IR 并用, IR 用量为 20~30 份。对于无内胎和有内胎轮胎,内衬层胶均采用了气密性高的胶料,多数为 100%CIIR 或 BIIR,且趋向于 BIIR。国外还生产了各种星形 BIIR,可改善气密层胶的工艺,厚度相应也可减小。综合上述分析,载重子午线轮胎 SR 用量一般为 10~15 份, SR 使

表 3 不同用途采用的不同胶种

项 目	SL-574(SSBR)	T5582(SSBR)	SBR1500	HP752(SSBR)	SBR1721
用途	LLR 胎	HP 胎	普通轮胎	赛车轮胎,充油量为 37.5	
苯乙烯质量分数	0.15	0.35	0.235	0.36	0.40
乙烯基质量分数	0.57	0.22	0.19	0.43	0.19
生胶门尼粘度 [ML(1+4) 100 °C]	64	74	52	80	50
邵尔 A 型硬度/度	72	74	73	64	67
300%定伸应力/MPa	19.1	21.7	18.3	9.2	10.0
拉伸强度/MPa	24.5	30.6	27.8	21.8	23.1
扯断伸长率/%	370	410	440	590	580
回弹值/%	60	57	52	31	26
tan δ 值					
0 °C	0.23	0.33	0.26	0.38	0.33
50 °C	0.09	0.10	0.15	0.24	0.26

表 4 国外轻型载重子午线轮胎胎面胶的主要力学性能(成品)

项 目	米其林公司		固特异公司		普利司通公司	
轮胎规格	6.50R16	7.00R15 *	LT225/75R16	31×10.5R15	8.5R17.5 *	6.50R16
邵尔 A 型硬度/度						
上层	—	—	65	64	65	64
下层	66	67	63(中)	—	56(胎肩)	63
300%定伸应力/MPa						
上层	—	—	15.4	11.6	14.5	13.1
下层	15.0	16.1	—	—	13.5(胎肩)	12.8
拉伸强度/MPa						
上层	—	—	21.5	19.8	27.4	27.6
下层	193	19.4	—	—	25.0(胎肩)	28.1
扯断伸长率/%						
上层	—	—	397	475	503	544
下层	388	380	—	—	443(胎肩)	552
扯断永久变形/%						
上层	—	—	12	17	14	14
下层	9	18	—	—	13(胎肩)	19
阿克隆磨耗量/cm ³	—	0.123	0.148	0.143	0.259	0.360
密度/(Mg·m ⁻³)	—	1.16	1.16	1.14	1.12	1.11
回弹值/%	30	—	—	30	49(胎肩 62)	39

注: * 全钢轮胎。

用比例不高,但使用胶种较多,如高顺式聚丁二烯橡胶、LCBR、高顺式聚异戊二烯橡胶、SBR、CIIR 或 BIIR。

1.4 载重斜交轮胎

对于在国内使用较好的国(境)外几个牌号的载重斜交轮胎,其轮胎售价较高,除结构上有其特点外,在胶料设计上也有明显特点(见表 8 和 9)。

其胎面胶均为“三方四块”结构。从表 8 可见,其胎冠胶和胎肩胶均具有较高的定伸应力、拉伸强度和弹性(胎肩胶更高),中等的硬度(胎肩胶较低),其力学性能有类似于载重子午线轮胎的趋势。因此,胎冠胶以 NR 为主,中等规格轮胎掺用 20 ~ 30 份 BR 或 SBR。胎肩胶为 100%NR。胎侧胶为 BR/NR, SBR/NR 或 BR/SBR/NR 并用,SR 用量为 40 ~ 50 份。缓冲层、

表 5 国外轻型载重子午线轮胎主要部件 SR 比例

项 目	米其林公司		固特异公司		普利司通公司	
	6.50R16	7.00R15 *	LT225/75R16	31×10.5R15	8.5R17.5 *	6.50R16
轮胎规格	6.50R16	7.00R15 *	LT225/75R16	31×10.5R15	8.5R17.5 *	6.50R16
胎面胶各胶种用量/份						
NR	0	0	45	0	65	60
BR	20	20	20	N	0	0
SBR	80	80	35	N	35	40
胎侧胶各胶种用量/份						
NR	40	40	40	45(黑), 60(白)	50	65
BR	60	60	60(黑)	55(黑)	50	35
IIR	0	0	60(CIIR, 白)	40(BIIR, 白)	0	0
胎肩胶各胶种用量/份						
NR	100	—	40	45	100	—
BR	0	—	60	55	0	—
带束层胶各胶种用量/份						
NR	100	100	100	100	100	100
胎体帘布层胶各胶种用量/份						
NR	100	100	100	65	100	70
SBR	0	0	0	35	0	30
胎圈护胶各胶种用量/份						
NR	20	20	40	50	45	50
BR	80	80	30	50	55	50
SBR	0	0	30	0	0	0
三角胶各胶种用量/份						
NR	100	100	100	70	100	100
SBR	0	0	0	30	0	0
内衬层胶各胶种用量/份						
NR	0	0	10	10	0	N
IIR	100(CIIR)	100(HIIR)	90(BIIR)	90(BIIR)	100(CIIR)	N(HIIR)
钢丝夹胶各胶种用量/份						
NR	—	—	0	N	N	N
SBR	—	—	100	N	N	N
SR 所占比例的估算						
值/%	48~50	48~50	40~45	50~53	30~32	30~32
SBR/BR 之比的估算						
值	1.3/1	1.3/1	1/1	—	2.2/1	2.2/1
外胎质量/(kg·条 ⁻¹)	14.8	16.2	16.3	19.6	23.6	14.1

注: * 全钢轮胎; N 表示未定量。

胎体帘布层外层胶和内层胶为 100%NR 或掺用 15~20 份的 BR 或 SBR。内衬层胶为 100%NR 或掺用 30 份 SBR, 值得注意的是有的公司还掺用了 30 份 CIIR。胎圈钢丝胶为 100%NR 或 SBR/NR 并用。从以上分析可见, 整胎 SR 用量不大, 一般为 20~25 份, 这里除了性能上的考虑外, 资源情况也是一个因素, 如泰国轮胎, 该地区盛产 NR, 价格比 SR 便宜, 因而以采用 NR 为主。

2 国内轮胎使用 SR 的分析

2.1 子午线轮胎

我国为发展子午线轮胎引进了国外大轮胎公司生产技术及 11 条生产线, 因此, 在子午线轮胎中使用 SR 的品种及比例与国外大体相同, 当然, 一些新的胶种(如乙烯基或苯乙烯含量不同的 SSBR, SIBR)尚未包括在内。

国内自己开发的子午线轮胎生产技术中,

SSBR 已在轿车子午线轮胎中应用, 并且根据一些汽车配套厂的要求, 正在寻求不同乙烯基含量的 SSBR, 以满足汽车厂对轮胎高性能的要求。开发反式聚异戊二烯橡胶应用在子午线轮胎中, 其对降低滚动阻力、提高防滑性具有良好的效果。目前, 国内轮胎中的部分橡胶是从国外引进, 如高顺式异戊橡胶、LCBR、CIIR、BIIR 和 NR 等。

目前, 国内轮胎子午化率仍较低, 2000 年子午线轮胎的耗胶量占轮胎总耗胶量的 22% 左右, 到 2015 年, 随着轮胎子午化率的提高, 其耗胶量将为 60% 以上, 而其 SR 比例有下降的趋势^[1], 这主要是载重子午线轮胎比例增大, 而其耗胶量大于轿车子午线轮胎造成的。这种规律与世界发展趋势是一致的(见表 10)。

2.2 斜交轮胎

在我国轮胎的耗胶量中, 斜交轮胎仍占很大比例, 2000 年为 78%, 2005 年为 60% 以上,

表 6 国外载重子午线轮胎胎面胶的主要力学性能(成品)

项 目	米其林公司	普利司通公司	固特异公司	倍耐力公司	住友公司	横滨公司	登普公司	锦湖公司	
轮胎规格	11R22.5	11R22.5	295/80R 22.5	900R20	315/80R 22.5	900R20	385/65R 22.5	385/65R 22.5	11R22.5
邵尔 A 型硬度/度									
上层	—	67	64	—	67	67	67	64	67
下层	66	67	62	66	67	67	62	63	66
300%定伸应力/MPa									
上层	—	19.4	23.2	—	21.4	17.8	22.0	13.7	21.5
下层	24.2	19.5	21.9	15.6	23.4	17.9	21.0	18.0	21.2
拉伸强度/MPa									
上层	—	30.4	28.0	—	26.3	27.7	31.8	27.3	29.4
下层	33.0	30.1	24.1	26.3	28.4	27.9	28.1	28.7	27.9
扯断伸长率/%									
上层	—	440	375	—	458	461	433	537	396
下层	439	440	341	452	454	476	384	424	371
扯断永久变形/%									
上层	—	15	15	—	24	18	20	15	17
下层	20	14	19	19	24	18	12	17	16
阿克隆磨耗量									
(上层)/cm ³	0.193	0.191	0.169	—	0.142	—	0.157	0.380	0.142
密度(上层)									
/(Mg·m ⁻³)	1.12	1.12	1.16	—	1.16	—	1.11	1.11	1.12
回弹值(上层)/%	48	41	45	—	44	—	52/60(下层)	45	48

2010 年为 50%左右, 2015 年为 40%左右(见表 10)。

载重斜交轮胎是当前面广量大的产品, 又是极易出质量问题的品种, 主要原因是超载严重, 车速提高。近年来, 企业在配方上也作了许多改进, 胶料整体定伸应力有所提高, 胎冠胶中 BR 用量有所减小, 一般由 50 份减至 30 份; 胎肩胶中 BR 用量为 20~30 份; 对于胎侧胶, BR/

NR 为较成熟的并用体系, 有的也采用 BR/SBR/NR 并用, SR 比例一般 40%~70%; 对于帘布层胶, 采用 30~40 份 SR(BR+SBR)也是较成熟的技术, 但近来有将 SR 用量减小至 20~30 份的趋势。目前 NR 价格下降, BR 上升(甚至高于 NR), SBR 价格也与 NR 相近, 因此总的 SR 比例有下降趋势, 一般 SR 为 30%左右。

表 7 国外载重子午线轮胎主要部件 SR 比例

项 目	米其林公司	普利司通公司	固特异公司	倍耐力公司	住友公司	横滨公司	登普公司	锦湖公司	
轮胎规格	11R22.5	11R22.5	295/80R 22.5	900R20	315/80R 22.5	900R20	385/65R 22.5	385/65R 22.5	11R22.5
胎面胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	90	100	100	100	N
BR	0	0	0	0	10	0	0	0	N
SBR	0	0	0	0	0	0	0	0	N
胎侧胶各胶种用量/份									
NR	50	70	50	50	40	60	45	55	45
BR	50	30	50	50	45	40	55	45	55
SBR	0	0	0	0	15	0	0	0	0
胎肩垫胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	100	100	100	100	100
带束层胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	100	100	100	100	100
胎体帘布层胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	100	100	100	100	100
胎圈护胶各胶种用量/份									
NR	20	50	20	20	40	52	50	40	45
BR	80	50	80	80	60	48	50	60	55
上三角胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	90	100	100	100	100
BR	0	0	0	0	10	0	0	0	0
下三角胶各胶种用量/份									
NR	100	100	100	100	100	100	60	100	100
SNR	0	0	0	0	0	0	40	0	0
内衬层胶各胶种用量/份									
NR	0	0	10	0	0	0	0	0	10
IIR	100(HIIR)	100(CIIR)	90(BIIR)	100(CIIR)	100(CIIR)	100(CIIR)	100(CIIR)	100(CIIR)	90(BIIR)
钢丝夹胶各胶种用量/份									
NR	—	—	—	—	100	N	—	N	—
SBR	—	—	—	—	0	N	—	N	—
SR 所占比例的估算									
值/%	10~11	10~11	10~11	10~11	13~15	10~11	10~11	10~11	—
外胎质量/(kg·条 ⁻¹)	53.6	52.2	62.3	48.0	65.3	46.0	—	—	57.3

注: N 表示未定量。

也有不少企业生产的农业轮胎中,胎面胶采用 100%SR,帘布胶采用 40%~50%SR,目前助剂的发展及工艺装备的改善均具备了此技术实施的条件。目前山东成山轮胎股份有限公司的斜交轮胎使用 SR 的比例见表 11。

3 结语

通过上述具体分析国内外不同类别轮胎使用 SR 的品种及比例,结果表明,由于轮胎使用性能以及工艺的不同要求,在 SR 的品种及比

例方面有较大差别。而各国的轮胎产品构成比例不尽相同,因而 SR 的比例有所不同。如我国 2000 年轮胎 SR 比例为 41%,日本 1999 年轮胎 SR 比例为 45.7%,欧、美等国家由于轿车

表 8 国(境)外载重斜交轮胎胎面胶的主要力学性能(成品)

项 目	正新公司	佳通公司	泰国新达公司	普利司通公司
轮胎规格	9.00—20	12.00—20	10.00—20	11.00—20
邵尔 A 型硬度/度				
上层	67	66	65	64
下层	67	63	65	64
胎肩	55	58	57	55
300%定伸应力/MPa				
上层	14.4	14.0	15.1	17.0
下层	13.3	12.7	15.8	18.2
胎肩	17.3	17.0	14.5	12.8
拉伸强度/MPa				
上层	23.4	26.6	24.7	27.0
下层	26.1	25.1	26.2	30.0
胎肩	30.7	31.8	27.5	25.1
扯断伸长率/%				
上层	458	516	439	424
下层	482	512	443	427
胎肩	467	501	439	501
扯断永久变形/%				
上层	18	27	20	14
下层	19	25	21	12
胎肩	20	23	18	15
回弹值/%				
胎面	42	41	41	50
胎肩	55	60	53	61
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	74.2	79.0	63.2	94.8
阿克隆磨耗量/cm ³	0.118	0.158	0.215	0.154
密度/(Mg·m ⁻³)	1.14	1.13	1.12	1.11

表 9 国(境)外载重斜交轮胎主要部件 SR 比例

项 目	正新公司	佳通公司	泰国新达公司	普利司通公司
轮胎规格	9.00—20	12.00—20	10.00—20	11.00—20
胎冠胶各胶种用量/份				
NR	70	100	80	100
BR	30	0	0	0
SBR	0	0	20	0
胎侧胶各胶种用量/份				
NR	60	60	N	100
BR	0	0	N	0
SBR	40	40	N	0
胎肩胶各胶种用量/份				
NR	100	100	100	100
缓冲层胶各胶种用量/份				
NR	80	80	100	100
BR	20	20	0	0
胎体帘布层外层胶各胶种用量/份				
NR	80	80	100	100
BR	20	20	0	0
胎体帘布层内层胶各胶种用量/份				
NR	80	85	100	100
BR	20	0	0	0
SBR	0	15	0	0
三角胶各胶种用量/份				
NR	N	70	60	60
BR	N	10	0	0
SBR	N	20	40	40
内衬层胶各胶种用量/份				
NR	70	—	70	100
SBR	0	—	30	0
CIIR	30	—	0	0
钢丝夹胶各胶种用量/份				
NR	100	100	N	少
SBR	0	0	N	多
SR 所占比例的估算值/%	21~25	13~15	20~25	约 10
SBR/BR 之比的估算值	0.3/1	3.7/1	1.4/1	—
外胎质量/(kg·条 ⁻¹)	41.3	66.4	44.9	43.8

注: N 表示未定量。

表 10 我国轮胎产品结构 with SR 的变化趋势

项 目	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
子午线轮胎需求量/万条(%)				
轿车轮胎	2 648 (73.4)	4 000 (61.5)	5 400 (54.9)	7 800 (52.0)
轻型载重轮胎	629 (17.4)	1 400 (21.5)	2 600 (26.5)	3 720 (24.8)
载重轮胎	332 (9.2)	1 000 (15.5)	1 600 (16.3)	2 800 (18.7)
农业、工程机械轮胎	0 (0)	100 (1.5)	230 (2.3)	680 (4.5)
总计	3 609 (100)	6 500 (100)	9 830 (100)	15 000 (100)
子午化率/ %	32	45	55	70
NR 消耗量/万 t				
轮胎	73.7	92.5	104	132.5
子午线轮胎	15.9 (21.6)	34.3 (36.7)	54.5 (51.4)	88.3 (65.2)
SR 消耗量/万 t				
轮胎	51.3	62.5	74.7	98.8
子午线轮胎	11.5 (22.4)	21.2 (34.5)	32.0 (44.0)	48.6 (54.7)
总消耗量/万 t				
轮胎	125.0	155.0	178.7	224.3
子午线轮胎	27.4 (21.9)	55.5 (35.8)	86.5 (48.4)	136.9 (61.0)
SR 所占比例/ %				
轮胎	41.0	40.3	41.8	40.9
子午线轮胎	42.0	38.2	37.0	35.5

注: 括号内数据为所占比例。

表 11 斜交轮胎中 SR 所占比例的平均值

轮胎类别	BR 用量 /份	SBR 用量 /份	SBR/BR 之比	SR 所占 比例/ %
载重轮胎	17.67	10.31	0.58	27.98
农业轮胎	22.68	37.52	1.65	60.20
工程机械轮胎	7.67	18.56	2.42	26.23
工业车辆轮胎	22.74	20.08	0.88	42.82

子午线轮胎产量大、比例大, SR 比例达到 60% 左右, 且 SBR/BR 比例也较大。

在斜交轮胎中, 除性能因素外, 价格因素起很大作用。如果 SR 价格低于 NR, 则有可能进一步提高 SR 比例; 反之, 或者同目前状况——BR 和 SBR 价格与 NR 价格基本持平(BR 甚至高于 NR), SR 比例将有下降趋势。

我国 NR 资源有限, 而 SR 有较大的产能, 因此, 在轮胎行业扩大 SR 的使用具有战略意义。国家在政策上应给予支持。SR 生产者与轮胎制造者应共同努力, 依靠技术进步提高 SR 使用水平, 根据不同轮胎需求, 不断增加 SR 品种、规格。

参考文献:

- [1] 陈志宏. 国内外轮胎生产技术进展与市场前景[J]. 橡胶工业, 2001, 21(7): 393.

收稿日期: 2001-08-01

欢迎订阅 2002 年《化工建设工程》

(原《化工施工技术》)

《化工建设工程》是经国家科委批准国内外公开发行的主要报导国内外化工、石化工程建设方面的科技期刊。1979 年创刊以来立足化工、石化建设系统, 面向全国工程建设行业, 涵盖了工程建设的各个方面。开辟的主要栏目有项目管理、施工技术、专题综述、IT 技术应用、设计与施工、企业管理、工程新闻等。本刊坚持项目管理与施工技术并重, 新闻报道与专题综述齐进, 密切关注并及时报道当前工程建设热点。本刊内容丰富, 信息量大, 服务于工程建设, 可供化工、石化、冶金、水电、核工业、制药、建筑、安装等行业工程建设的广大工程技术人员和管理人员, 设计院、研究院中的技术管理人

员及大专院校相关专业的师生参阅。

《化工建设工程》国内邮发代号 18-342, 全国各地邮局均可订阅, 每册定价 10 元, 全年订价 60 元。

征订日期自即日起, 可破季订阅, 亦可直接与本刊发行部联系订阅。

编辑部地址: 石家庄市槐中路 253 号

邮政编码: 050021

电话: (0311) 5814921-510

传真: (0311) 5823684

开户银行: 中行石家庄育才支行

帐号: 00354108091001

户名: 石家庄开发区施工技术信息中心

E-mail: xinxihg@21cn.com

网址: www.cccenr.org