

# 中国轮胎用橡胶的现状与前景(一)

陈志宏

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

中国轮胎行业目前使用的胶种主要是天然橡胶(NR)、顺式聚丁二烯橡胶(BR)、丁苯橡胶(SBR)、丁基橡胶(IIR)、氯化或溴化丁基橡胶(CIIR 或 BIIR)、三元乙丙橡胶(EPDM), 以及少量异戊橡胶(IR)、低顺式聚丁二烯橡胶(LCIBR)。合成橡胶(SR)的总量约占轮胎总耗胶量的 40%, 远低于美国轮胎 SR 占 56% 的比例。这与轮胎产品结构有较大关系, 还与其他因素有关。

## 1 轮胎现代性能对橡胶的要求

随着汽车与高速公路的发展, 以及 21 世纪对环保日益提高的要求, 轮胎除了保持其耐用性外, 对低滚动阻力和高防滑性有更高的要求。

在轮胎胶料性能中, 橡胶的选择起着决定性作用。橡胶与轮胎性能一般关系如下:

表 1 橡胶与轮胎性能一般关系

橡胶品种	T <sub>g</sub> /℃	滚动阻力	牵引性	耐磨性
NR	-75	很低	中等	中等
ESBR	-55	高	高	高
SSBR	-40	高	很高	低
LSBR	-75	低	低	中等
BR	-100	低	很低	很高

可见, 一般橡胶对轮胎这些性能相互制约, 但通过橡胶的分子设计和改性, 可取得良好的综合性能。例如, S SBR 通过调整乙烯基含量、苯乙烯含量和锡偶联改性等, 取得较好的综合效果, 因而产生了系列化的 S SBR 品种。BR 也可以调整中、高乙烯基含量, 既降低滚动阻力又有较高的牵引性能。集成橡胶如丁二烯 苯乙烯 异戊二烯

(SIBR), 利用不同分子链段的不同作用, 也取得较好的综合效果。以上这些新的 SR 品种, 我国均已进行了开发, 有的已形成工业化装置, 如 S SBR, 但尚未大量推广应用。在国外 S SBR 用量已占 SBR 用量的 25%~30%。

## 2 国内外不同轮胎使用橡胶的品种和比例

### 2.1 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)最典型的综合体。目前轿车子午线轮胎的发展特点是, 新品开发很快, 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, 在胶料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。但各公司的轮胎产品也有共同点, 即 SR 使用比例较高, 含胶率较低。

从列举的两种常用规格轮胎的分析结果表 2 和表 3, 可判断分析出国外轿车子午线轮胎各个部件胶料中橡胶的品种和比例:

#### 2.1.1 胎面胶

在汽车驱动能量中, 轿车轮胎的滚动阻力有 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作用主要取决于胎面胶。大多数轮胎公司采用了 100% SBR。也有采用 SBR 与 BR(10%~20%) 并用或 SBR 与 NR(20%) 并用。总之是以 SBR 为主, 并多数是 S SBR, 同时许多情况采用充油 S SBR。

目前较为公认的是用胎面胶胶料的粘弹性能

来表征轮胎的滚动阻力 ( $50 \sim 70^{\circ}\text{C}_{\text{tg}} \delta$ )、防湿滑性 ( $0^{\circ}\text{C}_{\text{tg}} \delta$ )、转向因数 ( $50 \sim 70^{\circ}\text{C}_{\text{E}} *$ )、干牵引性 ( $0^{\circ}\text{C}_{\text{E}}'' / \text{E} *$ )、冰面牵引性 ( $0^{\circ}\text{C}_{\text{I}} / \text{E} *$ ) 等。

轿车轮胎胎面胶的粘弹性能, 总的来看,  $0^{\circ}\text{C}_{\text{tg}} \delta$  均较高,  $60^{\circ}\text{C}_{\text{tg}} \delta$  均较低, 高等级轮胎  $0^{\circ}\text{C}_{\text{tg}} \delta$  达到  $0.56 \sim 0.66$  均用了  $100\%$  SBR, 有的较低些, 也在  $0.46 \sim 0.49$ , 可能与并用  $20\%$  NR 有关。

综上分析, 轿车子午线轮胎胎面胶, 以 SBR

为主, 尤其在高等级轿车轮胎中以  $100\%$  SBR 为主, 且可能是充油 S SBR, 大多数为 25PHR 油。为了进一步降低滚动阻力, 也采用了并用少量 ( $10\% \sim 20\%$ ) BR 或 NR, 也有可能采用集成橡胶 SIBR。此外在补强填料中, 已普遍采用大量的白炭黑与炭黑并用, 白炭黑用量有的高达 65PHR。以上表明了轿车子午线轮胎的高性能化发展以及使用主要材料的趋势。

表 2 国外高性能轿车子午线轮胎主要部件胶种及比例(2000 年)

轮胎规格		195/65R15 91V					
公司(代号)	M	G	B	C	P	T	
外胎质量/(kg·条)	8.51	8.92	9.43	8.95	9.13	8.99	
胎面胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.218	1.238	1.207	1.208	1.206	1.176
	含胶率/%	51.04	47.77	49.56	48.76	53.30	49.55
	胶种比例	SBR90/BR10	SBR80/BR20	SBR80/BR20	SBR60/NR40	SBR80/NR20	SBR100
	部件质量/kg	2.95	3.18	3.31	2.93	3.22	3.03
	橡胶质量/kg	SBR1.36/ BR0.15	SBR1.22/ BR0.30	SBR1.31/ BR0.33	SBR0.86/ NR0.57	SBR1.37/ NR0.34	SBR1.50
基部胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )				1.139		1.126
	含胶率/%				51.82		57.61
	胶种比例				BR20/NR80		SBR60/NR40
	橡胶质量*/kg				BR0.04/ NR0.16		SBR0.14/ NR0.09
胎侧胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.102	1.104	1.113	1.069	1.117	1.106
	含胶率/%	60.11	59.24	59.42	61.15	56.32	59.08
	胶种比例	BR65/NR35	BR50/NR50	BR50/NR50	BR45/NR55	BR50/NR50	BR50/NR50
	橡胶质量*/kg	BR0.35/ NR0.19	BR0.27/ NR0.27	BR0.27/ NR0.27	BR0.25/ NR0.30	BR0.25/ NR0.25	BR0.27/ NR0.27
气密层胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.128	1.142	1.170	1.294	1.187	1.217
	含胶率/%	57.03	59.24	51.54	45.75	49.58	51.75
	胶种比例	BIIR100	BIIR100	BIIR100	CIIR/SBR/NR	CIIR100	CIIR/SBR/NR
	橡胶质量*/kg	BIIR0.46	BIIR0.47	BIIR0.41	CIIR0.20/SBR 0.07/NR0.07	CIIR0.40	CIIR0.25/SBR 0.08/NR0.08
束层胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.198	1.208	1.181	1.136	1.170	1.144
	含胶率/%	55.39	48.79	51.75	52.70	54.34	56.06
	胶种比例	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100
	橡胶质量*/kg	NR0.55	NR0.49	NR0.52	NR0.53	NR0.54	NR0.56
胶芯胶	密度/( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.212	1.190	1.189	1.176	1.203	1.220
	含胶率/%	50.65	52.17	50.80	51.09	49.70	49.99
	胶种比例	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100
	橡胶质量*/kg	NR0.25	NR0.26	NR0.25	NR0.36	NR0.25	NR0.25
* * 各 部 件 合 计	胶料总质量/kg	7.35	7.58	7.71	7.73	7.62	7.83
	橡胶总质量/kg	3.96	3.93	4.01	3.96	4.05	4.14
	平均含胶率/kg	53.9	51.8	52.0	51.2	53.1	52.8
	其中 NR 质量/kg	1.36	1.39	1.41	2.26	1.75	1.62
	SBR 质量/kg	1.49	1.35	1.44	1.06	1.50	1.85
	BR 质量/kg	0.65	0.72	0.75	0.44	0.40	0.42
	BIIR(CIIR) 质量/kg	0.46	0.47	0.41	0.20	0.40	0.25
	SR 小计/kg	2.60	2.54	2.60	1.70	2.30	2.52
	SR 比例/%	65.7	64.7	64.8	42.9	56.8	60.9

\*均为估算值, \*\*还包括胎体层胶、子口护胶等零部件。(下同)

表3 国外轿车子午线轮胎主要部件胶种及比例(2001年)

轮胎规格		175/70R13 82T				
公司(代号)	M	G	B	C	Y	F
外胎质量/kg/条	5.53	6.84	7.58	6.20	7.02	6.86
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )	1.176	1.173	1.212	1.233	1.191	1.154
含胶率/%	52.19	55.22	52.16	47.79	51.54	55.99
胶种比例	SBR100	BR50/NR50	SBR100	SBR80/NR20	SBR80/NR20	SBR60/NR40
部件质量/kg	1.91	2.56	2.29	2.43	2.54	2.24
橡胶质量/kg	SBR1.00	BR/0.71/ NR0.71	SBR1.19	SBR0.93/ NR0.2	SBR1.05/ NR0.26	SBR0.75/ NR0.50
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )			1.166	1.153	1.110	
含胶率/%			56.51	53.52	61.81	
胶种比例			SBR50/NR50	BR40/NR60	SBR30/NR70	
橡胶质量*/kg			SBR0.11/ NR0.11	BR0.09/ NR0.13	SBR0.07/ NR0.17	
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )	1.129	1.115	1.130	1.067	1.113	1.107
含胶率/%	59.18	60.12	60.51	64.92	62.46	61.49
胶种比例	BR60/NR40	BR60/NR40	BR50/NR50	BR20/SBR30/ NR50	BR50/NR50	BR50/NR50
橡胶质量*/kg	BR0.21/ NR0.14	BR0.22/ NR0.15	BR0.18/ NR0.18	BR0.08/SBR 0.12/NR0.20	BR0.19/ NR0.19	BR0.18/NR 0.18
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )	1.129	1.153	1.200	1.304	1.169	1.263
含胶率/%	58.55	56.39	52.22	44.85	57.68	48.83
胶种比例	BIIR100	RII100	BIIR100	BIIR/SBR	BIIR/SBR	CIIR100
橡胶质量*/kg	BIIR0.23	BIIR0.23	BIIR0.21	BIIR0.13/ SBR0.05	BIIR0.16/ SBR0.007	CIIR0.20
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )	1.192	1.211	1.198	1.185	1.212	1.201
含胶率/%	52.13	49.15	52.59	52.83	53.66	51.01
胶种比例	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100	NR100
橡胶质量*/kg	NR0.36	NR0.34	NR0.37	NR0.37	NR0.38	NR0.36
密度/(mg·m <sup>-3</sup> )	1.217	1.200	1.208	1.195	1.222	1.246
含胶率/%	49.47	48.96	51.63	51.47	53.18	50.02
胶种比例	NR100	NR100	NR100	BR20/NR80	SBR30/NR70	SBR30/NR70
橡胶质量*/kg	NR0.10	NR0.10	NR0.10	BR0.02/ NR0.08	SBR0.03/ NR0.07	SBR0.03/ NR0.07
胶料总质量/kg	4.61	5.56	5.69	5.53	5.94	5.64
橡胶总质量/kg	2.48	3.07	3.06	2.82	3.25	3.12
平均含胶率/kg	53.8	55.2	53.8	51.0	54.7	55.3
其中NR质量/kg	0.86	1.68	1.14	1.27	1.45	1.66
SBR质量/kg	1.10	0.15	1.45	1.20	1.37	1.00
BR质量/kg	0.29	1.01	0.26	0.22	0.27	0.26
BIIR(CIIR)质量/kg	0.23	0.23	0.21	0.13	0.16	0.20
SR小计/kg	1.62	1.39	1.92	1.55	1.80	1.46
SR比例/%	65.3	45.3	62.7	55.0	55.4	46.8

### 2.1.2 胎侧胶

在黑色胎侧胶中,绝大多数是采用BR/NR并用体系,BR用量为40~65PHR,只有个别产品用BR/SBR/NR并用体系,白胎侧胶中,则采用CIIR/NR或EPDM/NR或EPDM/CIIR/NR并用体系。

### 2.1.3 气密层胶

由于无内胎轮胎要求较高的气密性,良好的气压保持性,均采用了BIIR或CIIR,而且有更多

的采用BIIR之趋势。也有个别产品采用BIIR(CIIR)/SBR/NR并用,BIIR(CIIR)至少达到60PHR,个别仅用50PHR。

### 2.1.4 带束层胶

带束层是子午线轮胎的主要受力部位,对钢丝帘布胶要求高,要有良好的粘合性和工艺性,均采用100%NR,也有个别采用BR/NR,BR用量20PHR以下,对胶料与钢丝的粘合性能有所改善。但目前仍是以100%NR为常用。(未完待续)