

我国轮胎原材料现状与发展趋势

陈志宏

(北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 分析了制约我国轮胎原材料发展的因素,论述了轮胎原材料的现状与发展概况,指出今后的发展方向。随着我国汽车性能的不断发展和对轮胎性能的要求也越来越高,随之配套的原材料工业也得到相应地发展,目前除橡胶缺少 35% 外,骨架材料、炭黑、助剂等原材料基本可以满足需求,并有部分出口,但与国外同类品种相比还有一定差距。我们应尽快缩短与世界先进水平的差距,不断推出新品种材料,以适应轮胎新品种,满足市场需求。

关键词 轮胎, 原材料, 发展趋势

1 轮胎性能发展与原材料发展的关系

原材料是影响轮胎技术发展的重要因素。轮胎企业对原材料“有啥吃啥”的局面延续了很长一段时间。近几年,我国原材料工业发展很快,已由卖方市场变为买方市场,但由于种种原因,轮胎生产中“买啥用啥”的情况依然存在。企业中的工程技术人员不得不耗费大量精力去处理原材料的临时变动,因原材料达不到技术指标要求造成轮胎质量问题或因成本原因有好的材料而不去采购的现象时有发生。在轮胎市场竞争日益激烈的情况下,已有不少轮胎企业认识到原材料的重要性,保证了轮胎的高质量,提高了在轮胎市场的竞争力。随着汽车性能的发展,对轮胎性能的要求越来越高,企业不断推出新轮胎品种,而这些轮胎新品种的出现往往与原材料的发展息息相关。

1.1 轮胎设计与制造的制约因素

1.1.1 使用条件

(1) 汽车的产品结构

我国汽车产品结构与国外不同,国外是轿车占主导地位,而我国是载重汽车占较大比例。据预测,到 2000 年,我国汽车产量中轿车只占 40%,汽车保有量中轿车占 28%。

在载重汽车中以中型汽车居多,这些车型目前仍以斜交轮胎为主,子午线轮胎仅占该类

轮胎的 10% 左右,而轿车轮胎子午化率已到 85% 以上。农用三轮和四轮汽车则发展很快,农业轮胎产量约占轮胎总产量的 30%,农业轮胎在中国轮胎中是不可忽视的系列品种。

进入 90 年代以来,我国子午线轮胎产量增长很快,从 1990 年的 118 万条发展到 1998 年的 1 986 万条,平均年递增率为 42.3%。

子午线轮胎产量相对年递增率虽较高,但由于其产量基数较低,总的轮胎子午化率仍不高。1998 年子午线轮胎占轮胎总产量的 23%,约占汽车轮胎的 35%,与世界轮胎子午化率平均 85% 以上相比,差距很大。同时国内斜交轮胎也在增长,以至轮胎总的子午化率较低,造成轮胎市场出现一定的过剩,加之国外轮胎不断进入国内市场,因此,轮胎市场的竞争十分激烈。

(2) 公路的构成

近些年,我国加大了公路建设的投资力度,发展较快,全国公路总里程已达到 126 万 km。其中,高速公路近 6 300 km,占总里程的 0.5%,汽车专用道和一般二级公路约占 10%,三、四级公路占 70%,无等级公路约占 20%;按路面划分,高级、次高级路面占 64%,低级路面和无路面的占 36%。轮胎既要适应在高速公路上行驶,又要适应在不好路面上的使用,因此,轮胎的设计必然受此复杂使用条件的影响。近年,还出现载货汽车的严重超载现象,非标准的超层级轮胎越来越多,这对材料的应用也必然产生一定的影响。

作者简介 陈志宏,男,教授级高级工程师。长期从事橡胶与轮胎的研究开发工作,主持和参加多项国家科技攻关项目,参与历次轮胎行业规划。曾荣获“有突出贡献青年专家”称号,并获国家科技进步特等奖、二等奖和三等奖多项。已发表论文 50 余篇。

1.1.2 原材料的影响

品种规格、质量稳定性及价格等因素对原材料的影响较大。此外, 轮胎企业流动资金对原材料也有一定的影响。

1.1.3 工艺装备与检测手段

目前轮胎加工过程可概括为: 材料的弹性→塑性→成型→交联(也是胶料的加热)→冷却→加热→冷却。据预测, 进入 21 世纪, 有可能出现常温连续加工的新工艺。现在大中型轮胎企业基本上采用大型高速密炼机炼胶, 提高了功率, 为合成橡胶和高填充炭黑的使用创造了条件。胎面和胎侧胶的复合挤出、分部件设计胶料, 不仅使性能匹配合理, 还降低了生产成本; 先进的压延机组, 使应用各种骨架材料生产运用自如。但仍有不少小型轮胎企业不具备这些条件, 在原材料检验方面还缺乏真正反映使用性能的一些关键指标的检测, 胶料的快检还是“老三样”, 胶料的设计大多还停留在经验上, 所有这些都影响轮胎设计与制造水平的提高。但近年这种状况已发生了很大变化, 工艺装备和检测水平在主要大轮胎企业都有了长足的进步。

1.2 现代轮胎性能对原材料的要求

1.2.1 现代汽车对轮胎性能的要求

现代汽车对轮胎性能的要求如表 1 所示。

表 1 现代汽车对轮胎性能的要求

年份	轿车轮胎	载重轮胎
1970	耐久性, 经济性	耐久性
1980	经济性, 高速性	经济性
1990	环保, 低滚动阻力, 外观, 高速性, 轻量化, 彩色轮胎	经济性
2000	安全, 环保, 低滚动阻力, 乘坐/操纵性, 零压安全胎, 新制造技术, 气压监测系统, 低噪声	安全, 乘坐, 四季轮胎, 气压监测系统, 低噪声

(1)安全性/舒适性。安全性最重要的是抗湿滑性以及冰雪路面上的抓着性, 特别是高速安全性。舒适性主要是关系到传声功能和机械阻尼。

(2)滚动阻力。轿车轮胎滚动阻力降低 5%~7%, 燃料节省 1%; 载重轮胎滚动阻力降低 2%~4%, 燃料节省 1%。这既是节能又是环保要求。

(3)胎面磨耗。要求有良好的耐磨性和高的里程。

(4)耐久性。提高可翻新性、耐老化性和气压保持性等, 以延长轮胎使用寿命。

需要特别强调的是, 这些性能要求是相互制约的, 均要求同时达到, 不能牺牲一种要求去达到另一种, 这也是对轮胎工业的重大挑战。

1.2.2 现代轮胎性能与原材料的关系

(1)一般概念

轮胎在正常行驶时, 滚动频率多在几十赫兹, 属低频区振荡, 而在刹车时, 其频率随接地面的微小变动而在 1 万~100 万 Hz, 属高频区振荡。因此, 要在降低轮胎滚动阻力的同时提高抗湿滑性, 就必须减小低频时的 $\tan \delta$ 值, 提高高频时的 $\tan \delta$ 值。根据频率与温度的转换关系, 一般胶料粘弹性能都采用 10~15 Hz, 故以 50~70℃时 $\tan \delta$ 值表征滚动阻力, 以 0℃时 $\tan \delta$ 值表征防滑性, 同时要求 50~70℃时 $\tan \delta$ 值小, 0℃时 $\tan \delta$ 值大。

(2)橡胶的影响

众所周知, 常用的 NR、BR 和乳聚丁苯橡胶(E-SBR)都很难获得上述两者同时兼备的性能。现代合成技术通过分子设计, 推出了一些新品种高聚物。如溶聚丁苯橡胶(S-SBR), 通过减小苯乙烯、乙烯基质量分数, 可降低 50℃时 $\tan \delta$ 值; 增大苯乙烯或乙烯基质量分数, 则可提高 0℃时 $\tan \delta$ 值。通过锡偶联改性效果更好, 采用中、高乙烯基质量分数的 S-SBR 的性能均较优于 E-SBR 和 BR。

日本 JSR 公司的几种锡偶联 S-SBR 性能如表 2 所示。

目前我国燕山 3 万 t·a⁻¹、茂名 2 万 t·a⁻¹

表 2 日本 JSR 公司的几种锡偶联 S-SBR 性能

项 目	SL 574 ¹⁾	T 5582 ²⁾	SBR 1500 ³⁾
乙烯基质量分数	0.57	0.22	0.19
苯乙烯质量分数	0.35	0.15	0.23
生胶门尼粘度	64	77	52
拉伸强度/MPa	24.5	30.6	27.8
300%定伸应力/MPa	19.1	21.7	18.3
回弹值/%	60	57	52
$\tan \delta$			
0℃	0.23	0.33	0.26
50℃	0.09	0.10	0.15

注: 1)低滚动阻力轮胎用; 2)高性能轮胎用; 3)E-SBR。

的 S-SBR 已投入生产。初步使用已取得较好效果,但仍缺乏系列品种。另外,高、中乙烯基质量分数的聚丁二烯橡胶,据称也可取得 S-SBR 的效果。

据报道,一种理想的胎面胶材料——集成橡胶 SIBR,1991 年固特异轮胎公司已作为生产轮胎的新型橡胶投入使用,其特点是分子链由多种结构(苯乙烯、异戊二烯和丁二烯)的链段构成,既有柔性与 BR 相近的链段,亦有柔性较弱(如 SBR)的链段,不同结构的链段提供不同的性能,对降低轮胎滚动阻力同时提高防滑性能具有综合效果。

国内已开发出反式聚异戊二烯橡胶(TPI),初步试验表明,TPI 的滚动阻力低于 BR,且防滑性能较好。

在 SBR 和 BR 基础上进行改性,也取得了理想效果。如拜耳公司开发的共聚-接枝丙烯腈链段的 SBR 新胶种 N-SBR,具有极优异的抓着性和牵引性能,同时极大地保持了 SBR 基本性能。又如,日本亚洲化学工业公司开发的氯化丁苯橡胶接枝 1-丁烯橡胶,其滚动阻力比 SBR 低 50%,而抓着性能与 SBR 相同。

以上这些为轮胎材料提供了良好的选择。

(3)炭黑的影响

随着炭黑的比表面积增大和结构的提高,滚动阻力增大,但其耐磨性能较好。目前,国际上已开发出了低滚动阻力炭黑。如美国大陆碳公司,在 80 年代末生产的低滚动阻力炭黑系列 LH10, LH20, LH30, LH32 和 LH40,其拉伸强度与耐磨性分别相当于炭黑 N100, N200, N300, N326 和 N351,但前者弹性高、生热低、 $\tan \delta$ 值小。最近该公司又推出比炭黑 LH30 滚动阻力更低的 IHi 和 X2597A 等品种。系列低滚动阻力炭黑性能对比如表 3 所示。

美国卡博特公司生产以下几种炭黑,其基本性能如表 4 所示。

Vulcan 5H: 低滚动阻力、低生热及较好的耐磨性。

V-7H: 相当于炭黑 N234,在 SBR/BR(并用比 65/35)中的耐磨性比炭黑 N220 提高 11%。

V-10H: 相当于炭黑 N134,具有高牵引性、抗崩花掉块性和高耐磨性。

表 3 系列低滚动阻力炭黑性能对比

项 目	IH30	IHi	X2597A	N339
邵尔 A 型硬度/度	66	66	62	65
拉伸强度/MPa	18.0	17.3	15.1	18.6
300%定伸应力/MPa	13.6	14.2	9.0	11.2
回弹值/%	40.0	45.1	43.1	39.2
$\tan \delta$ (23℃)	0.216	0.196	0.194	0.244
磨损指数	101	100	98	100
滚动阻力指数	100	95	93	105

注: 试验配方: S-SBR 70; BR 30 炭黑 72; 芳烃油 32.5; 氧化锌 2.5; 硬脂酸 1.0; 防老剂 4020 20; 蜡 1.5; 促进剂 NS 1.5; 硫磺 2.0; 合计 215.0。

表 4 炭黑 V-5H, V-10H 和 V-9 的性能对比

项 目	V-5H	V-10H	V-9
氮吸附比表面			
积/($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	78	140	143
CTAB 比表面积/($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	81	135	128
吸碘值/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	81	144	160
着色强度	96	132	119
DBP 吸油值/($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)	150	127	113
压缩 DBP 吸油值/($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)	110	102	95

V-9: 相当于炭黑 N115。

德国德固萨公司生产了“转化”炭黑,主要是增加炭黑表面活性点,与橡胶结合牢固,从而降低 60℃时 $\tan \delta$ 值,而在 0℃接近聚合物玻璃化转变时,表面结合作用不大,从而使 0℃时 $\tan \delta$ 值变化不大,也就是滚动阻力降低而防滑性能不下降的原因。转化炭黑有 EB118, EB122, EB111 和 EB123 等品种,分别相当于炭黑 N347, N220, N234 和 N115。转化炭黑 EB111 的滚动阻力比炭黑 N220 降低 6%~7%,而耐磨性和抗湿滑性不变。

总之,低滚动阻力炭黑的应用日益受到重视,美国低滚动阻力炭黑销售量已占胎面胶炭黑总销售量的 20%,并有较快增长趋势。我国原化工部炭黑工业研究设计院也已开发出低滚动阻力炭黑,但国内尚未生产和应用。

(4)白炭黑的应用

白炭黑除用于增强纤维或钢丝与橡胶的粘合外,在替代炭黑补强方面也逐渐引起重视,已有高补强、易分散性白炭黑推出,我国还开发了纳米白炭黑。

白炭黑是绿色轮胎中的一个重要材料。米其林和大陆公司采用白炭黑和偶联剂在普通

S-SBR 中应用, 固特异和普利司通公司采用炭黑与少量白炭黑并用, 在改性 S-SBR 中应用, 后者总成本比前者低 15%。因此, 白炭黑部分替代炭黑是可行的。表 5 所示为白炭黑部分替代炭黑在 S-SBR 中的应用情况。

表 5 白炭黑部分替代炭黑在 S-SBR 中的应用

项 目	试验编号			
	1	2	3	4
用量/份				
炭黑 N339	50	39	37	37
白炭黑 HSi1 210	0	18	20	10
白炭黑 Ciptanel(含 3%偶联剂 A189)	0	0	0	10.3
Si69	0	0.4	0.4	0
促进剂 NS	1.4	1.95	2.05	2.05
门尼粘度[ML(1+4) 100 °C]	59	74	72	74.5
邵尔 A 型硬度/度	66	69	68	68
拉伸强度/MPa	25.9	23.9	22.2	24.2
100%定伸应力/MPa	2.4	2.6	2.7	2.6
割口增长指数	100	136	130	122
皮克磨耗指数	136	137	138	137
tan δ				
0 °C	0.18	0.19	0.18	0.19
60 °C	0.178	0.160	0.154	0.156
体积成本比	100	110.1	111.0	112.7

注: 试验配方: S-SBR 1204 50; BR 1203 25; NR 25; 操作油 7; 树脂 3; 氧化锌 4; 硬脂酸 1.0; 防老剂 4020 1.5; 硫黄 1.5。

(5)骨架材料的作用

胎体骨架材料的主要作用在于减小轮胎质量, 从而降低滚动阻力。如高模低收缩(HMLS)聚酯帘线、芳纶帘线在半钢子午线轮胎中作胎体材料, 可以减层, 在满足轮胎性能的前提下提高生产效率、降低滚动阻力。国内也做了较多应用试验, 取得了较满意的结果。德国大陆公司与阿克苏公司合作, 开发的芳纶胎体载重子午线轮胎 425/65R 22.5 的质量比全钢结构轮胎减小 20 kg, 大大降低了轮胎滚动阻力。

各种新结构钢丝帘线的出现, 尤其是高强度、高模量钢丝大大减小轮胎质量, 降低了轮胎滚动阻力, 最近国内已开发了若干个品种规格新钢丝帘线。

2 我国轮胎原材料发展现状

随着橡胶工业的稳步发展, 配套的原材料工业也相应地得到发展, 目前除橡胶缺口约

35%外, 骨架材料、炭黑、助剂等原材料基本可以满足需求, 并有部分出口。1998 年全国耗胶量达 180 万 t 以上, 跃居世界第 2 位。轮胎行业约占总耗胶量的 53%左右。

2.1 橡胶

2.1.1 NR

中国是世界上既生产 SR 也生产 NR 的少数国家之一。1998 年 NR 产量约为 45.5 万 t, 占世界 NR 总产量的 7%, 排在泰国、印尼、马来西亚、印度之后, 居世界第 5 位; NR 消耗量约为 93 万 t, 缺口 48 万 t, 当年进口 NR 43 万 t(含胶乳 6.6 万 t), 加上库存结转量, NR 供需基本平衡且略有剩余。

估计轮胎用 NR 为 55 万 t, 子午线轮胎用胶要求较高, 但目前其 NR 用量约为 8 万~9 万 t, 大部分进口, 国内只有个别农场生产子午线轮胎标准胶, 经实际使用试验达到了国外标准胶水平, 但推广面仍不够。

2.1.2 SR

近几年, 随着中国石油化工的发展, SR 发展较快, 目前已有 14 家生产企业, 总生产能力为 81.7 万 t·a⁻¹(不含合成胶乳)。1998 年 SR 产量约为 63 万 t, 占世界 SR 总产量的 6.0%, 居世界第 4 位。SR 消耗量约为 87 万 t, 缺口 24 万 t, 而当年进口 SR 达 51.2 万 t(含胶乳 7.3 万 t), 出口量约 2.5 万 t, 剩余量近 25 万 t, 若加上库存结转量, 则供远远大于求, SR 必然维持低价位。

世界 SR 消耗比例平均为总耗胶量的 63.7%, 中国为 48%。这主要取决于中国橡胶制品的产品结构。轮胎行业约占总耗胶量的 53%, 而其 SR 使用比例仅为 42%~44%, 这与中国轮胎以载重轮胎占主导地位有直接关系, 而使用 SR 比例较高的(一般可达 65%以上)轿车轮胎产量仅占 22%左右。另外, SR 品种不全、供选用余地也相对较小, 也是影响 SR 使用比例的一个因素。现就轮胎常用品种具体分析如下:

(1)SBR。据测算, 近 2 年轮胎用 SBR 为 18 万~21 万 t·a⁻¹。目前 E-SBR 生产企业有兰化、吉化、齐鲁、南通中华 4 家, 合计生产能力为 35 万 t·a⁻¹。若 75%用于轮胎, 即有 26 万 t 货源, 供大于求。同时 S-SBR 有较大增长的趋势,

现有燕山、茂名两家合计 $5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 生产能力, 占 SBR 总生产能力 $40 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的 12.5%。美国、西欧、日本分别占 25%, 30% 和 31%。我国轿车轮胎即使全部使用 S-SBR, 需求量也不过 5 万 t。

(2)BR。约 74% 用于轮胎, 预计 2000 年轮胎用 BR 为 22 万 ~ 24 万 t。目前 BR 生产企业有燕山、上海、齐鲁、锦州、岳阳、新疆等 6 家, 合计生产能力 $36 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$, 同时茂名还有 $1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 低顺式聚丁二烯装置。BR 也是供大于求。

(3)IIR 与卤化 IIR。目前全部进口。预计 1999 年年底燕山的 $3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ IIR 装置可投产, 近期轮胎用 IIR 和 CIIR(或 BIIR)的需求量均为 $1.2 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(4)EPDM。随着轮胎白胎侧的发展以及 IIR 内胎的发展, EPDM 也需要一定数量, 估计近期需求量不超过 $2000 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。目前吉化已有 $2 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的 EPDM 装置投产。

(5)IR。目前国内为空白, 是在轮胎中替代 NR 的一个好品种, 只有少量进口。

2.2 骨架材料

2.2.1 纤维骨架材料

纤维骨架材料以尼龙帘线为主, 其中又以尼龙 6 居多, 聚酯帘线次之。由于半钢子午线轮胎胎体以聚酯为主(也有部分采用尼龙), 故聚酯用量逐年增大。1997 年尼龙帘线生产厂家已达 40 家左右, 聚酯丝和帘线生产厂家也达 10 家, 总生产能力达 $22.9 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$, 当年总产量为 16.7 万 t。其中, 聚酯帘布占 1 万多吨, 绝大部分为尼龙帘布。近年, 由于超层级轮胎的出现, 帘线密度已打破 V1, V2 和 V3 的格局, 可根据用户需求提供不同密度尼龙帘布。此外, 尚有少量人造丝、维尼龙和棉织物, 目前纤维材料总生产能力已超过需求。

在聚酯帘线中, 已开发和生产出高模量、低收缩(HMLS)聚酯帘线, 从而提高了半钢子午线轮胎生产水平。

2.2.2 钢丝帘线

随着子午线轮胎的发展, 钢丝帘线已成为重要的骨架材料, 在总消耗量中已居第 2 位。目前已有生产钢丝帘线企业 8 家, 生产能力 4 万 t 左右, 1997 年产量接近 2 万 t, 而消耗量约

2.5 万 t。从产品质量和品种系列要求上看, 钢丝帘线尚需部分进口。预计到 2000 年, 需求量将增加到 8 万 t 以上, 国内扩建和新建总能力将增加到 9 万 t。目前已开发了部分新结构钢丝帘线, 有待扩大品种系列和产量。

2.3 炭黑

中国炭黑工业发展较快, 1995 年产量已超过 50 万 t, 仅次于美国和日本居世界第 3 位。全国炭黑生产企业约 80 家, 生产能力超过 $3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 规模的已有 10 家。1998 年全国炭黑总产量 55 万 t 左右, 比上年略有增长。预计 2000 年, 炭黑产量为 65 万 t。炭黑生产企业由于采用了新工艺和湿法造粒, 产品质量有了较大提高, 从炭黑 N110 ~ N774 共 46 个品种, 基本能满足国内需求, 其中用量最大的是炭黑 N330, N220 和 N660。中国炭黑具有较大出口能力。

为适应低滚动阻力轮胎的发展, 开发能保持耐磨性又能降低滚动阻力的炭黑势在必行。

2.4 化学助剂

随着橡胶工业的发展, 橡胶化学助剂产量逐年上升, 更为可喜的是在生产技术和应用方面取得了较大的进步。在近 10 年中, 为适应子午线轮胎的需要, 完成了 20 类 68 个品种新助剂的开发, 包括不溶性硫黄系列、新型促进剂、防焦剂、粘合剂、硅烷偶联剂、新型防老剂、增粘树脂、补强树脂、硫化树脂、物理增塑剂等。新建 27 条生产线, 新增生产能力 $1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。最近又开发了新型增粘树脂 TKM 系列、新型补强树脂 RFM 系列、物理增塑剂 Z-21 系列和抗硫化还原剂 Z-31 系列。同时产品结构也在逐步调整, 促进剂中次磺酰胺类比例上升(2000 年目标为 35% ~ 40%), 噻唑类比例下降(40% 以下); 防老剂中萘胺类比例下降(20% 以下), 对苯二胺类比例上升(30% 以上)。目前化学助剂生产企业 80 多家, 主要生产企业 5 家, 总生产能力约为 $15 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ (不含普通硫黄, 下同), 1998 年产量为 9 万 t 左右。预计 2000 年需求量为 10 万 t, 其中促进剂 3.5 万 t, 防老剂 4.1 万 t, 其它助剂 2.4 万 t, 轮胎用化学助剂分别为 1.5 万, 2.6 万和 2 万 t。

应重视加工助剂的推广应用, 特别是主要组分以树脂、芳烃树脂混合物和链烷树脂混合物构成的均匀剂、分散剂类及以不饱和脂肪酸

盐组成的增塑剂类加工助剂的推广应用。要尽快缩小与国外先进水平的差距,大力推广造粒、复合和预分散产品,推动中国橡胶助剂现代化。

3 关于我国轮胎原材料发展与应用的几点看法

3.1 扩大 SR 的应用

我国轮胎 SR 使用比例低于发达国家,美国为 62%~64%,西欧为 48%~53%,日本为 46%~58%,目前我国为 40%左右。这与轮胎产品构成有关,轿车子午线轮胎 SR 的比例可高达 65%~68%,而载重子午线轮胎因工艺及其特殊性能要求,SR 比例一般为 15%~20%。因此,世界上随着载重轮胎的子午化率的提高,SR 比例有下降趋势。我国载重轮胎所占比例较大,随着其子午化率提高,NR 比例还要增大。因此,在轿车子午线轮胎及各类斜交轮胎中增大 SR 比例是非常重要的。到 2000 年,我国总耗胶量将超过 190 万 t,SR 比例将提高到 50%~52%,NR 消耗量至少在 91 万 t 以上,NR 仍需每年进口 40 万~45 万 t。随着乙烯工程的发展,SR 产量可望迅速增长,将超过 110 万 t·a⁻¹(不含 SBS)。我国应尽最大可能提高 SR 使用比例,这不仅具有现实的经济效益,而且具有战略意义,合成橡胶企业与轮胎企业应建立更为密切的合作关系。

3.1.1 BR 与 S-SBR 的应用

BR 在我国轮胎中的应用效果一直较好,在有可能应用的轮胎部件中还应尽量采用 BR。此外,钕系顺丁橡胶(Nd-BR)在国内已有生产,它具有很高的相对分子质量和线性度,顺式质量分数最大。国外还利用“门尼跃升”聚合方法,使其具有很好的加工性能,Nd-BR 具有较理想的轮胎使用性能,应积极采用。

S-SBR 综合了 BR 和 E-SBR 的优点,是轿车子午线轮胎胎面胶的主要材料。国外已有专用于高性能和低滚动阻力的 S-SBR 系列品种和乙烯基聚丁二烯(V-BR),是绿色轮胎的主要材料,另外,充油 S-SBR 也是必需的。目前 S-SBR 在载重斜交轮胎中应用也取得了较好效果,可改善轮胎生热等性能。具体建议如下:

(1)轿车子午线轮胎。在胎面与胎侧胶中扩大 100%SR 的生产,轻型载重子午线轮胎 SR

比例也可相应提高到 70%。

(2)载重尼龙轮胎。这是国内产量和耗胶量较大的品种,目前 SR 占总耗胶量的 34%~36%,第二轮尼龙轮胎攻关使 SR 比例达 44%。但由于目前超载严重,胎面胶有减小 SR 用量的趋势,主要是胎侧胶,帘布胶还有潜力,如胎侧胶 SR 比例 70%、内外层胶 40%是可行的。

(3)农业轮胎。目前平均 SR 比例已达 50%左右,可进一步扩大到 55%~60%,充分利用充油 SR 和充油 BR,含胶率可大大降低。

3.1.2 IIR 与 BIIR 的应用

内胎的质量直接影响到外胎的使用性能。由于 IIR 内胎压保持性能较好,使轮胎里程和翻新率有所提高,轮胎滚动阻力有所下降;耐热性能好,可延长内胎寿命。而目前国内生产内胎大多采用 NR/SBR 并用,随着使用条件的变化,已越来越多暴露出问题。因此,推动内胎丁基胶化日益显得重要。

IIR 内胎可以减薄,内胎质量减小,并用少量 EPDM 可改善工艺性能和解决使用中的发粘问题,同时加大填充量,降低含胶率,如掺用少量 IIR 再生胶,成本还可降低。北京燕山 3 万 t·a⁻¹IIR 即将投入生产,因此应着手准备内胎使用 IIR 的生产。使用 IIR 生产内胎的典型的配方及性能如表 6 所示。

随着无内胎轮胎的发展,气密层胶生产应用越来越广,目前国内大多采用 CIIR/NR 并用,而国际上趋于采用 100%BIIR,这有利于减少帘布层间的空气,对压延工艺也有所改进。最近埃克森公司推出了星形 BIIR,牌号有 6255 和 6222 等;拜耳公司推出了加工性能和焦烧安全性能较好的新 BIIR,牌号有 XQ-131, 132, 133 和 134。对 BIIR 的应用应引起重视,BIIR 与 CIIR 价格相同,国内也应加快对 BIIR 的开发生产。

3.1.3 EPDM 的应用

目前除了在 IIR 内胎中使用少量 EPDM 外,外胎中尚未采用 EPDM。但随着出口轮胎的外观要求及国内汽车的发展,EPDM 将在胎侧胶中应用。现在无论是斜交轮胎还是子午线轮胎,胎侧胶基本以 BR/NR 为主,而世界上已有新的进展,可概括为:BR/NR→Nd-BR/NR

表 6 典型的 IIR 内胎配方及性能

项 目	试验编号		项 目	试验编号	
	A	B		A	B
配方用量/份			t_{90}/min	9.1	7.5
IIR	85	85	170℃×8 min 硫化胶性能		
EPDM	15	10	邵尔 A 型硬度/度	56	53
IIR 再生胶	0	10	拉伸强度/MPa	11.3	11.8
炭黑 N660	70	70	300%定伸应力/MPa	6.7	5.6
石蜡烃油	22	22	扯断伸长率/%	560	670
增粘树脂	2	2	撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	35.0	34.4
硬脂酸	1	1	125℃×72 h 老化后		
氧化锌	5	5	邵尔 A 型硬度/度	61	57
促进剂 TMTS	1.5	1.5	拉伸强度/MPa	9.4	9.0
促进剂 M	0.5	0.5	300%定伸应力/MPa	8.9	6.6
硫黄	1.0	1.25	扯断伸长率/%	320	450
合计	203.0	208.25	撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	30.0	25.3
含胶率/%	49.3	48	永久变形/%		
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	48	49	105℃×5 h, 伸长 50%	12.5	15.2
门尼焦烧 t_5 (125℃)/min	27	35	常温×10 min, 伸长 300%	5.9	7.3
硫化仪数据(170℃)					

(具有更好的抗疲劳性)——NR/EPDM 或 NR/EPDM/CIIR (用作白胎侧) 或 NR/EPDM/CIIR/BR (并用比 20/10/35/35, 用作黑色胎侧, 可以不加防老剂, 也避免了胎侧的变色)。

3.2 骨架材料的发展

3.2.1 钢丝帘线

随着子午线轮胎的发展, 钢丝帘线已成为重要的骨架材料, 我国还处于发展时期。

在稳定提高现有钢丝帘线规格品种质量的基础上, 还应不断发展新品种, 以适应子午线轮胎发展的需要。

(1)发展高强度、超高强度钢丝帘线, 达到相同负荷情况下降低帘线密度和轮胎滚动阻力, 提高耐磨性能的目的。

(2)简化带束层用钢丝帘线构型。如采用结构简单、胶胶性能良好的2+2×0.25 HT, 2×0.30 HT 或3×0.30 HT 结构帘线逐步取代结构复杂的1×5×0.25 和 2+7×0.25 等结构帘线。

(3)胎体采用紧密型钢丝帘线。如以 0.25+18×0.22 CC 替代 3+9+15×0.175+1, 直径减小了15%, 而断裂强力提高了20%。这是一种经济型的钢丝帘线, 是发展趋势, 目前江苏兴达已开发出产品, 要进一步稳定生产, 推广应用。

3.2.2 纤维帘线

在纤维骨架材料中, 聚酯帘线发展最快, 目前欧洲正逐步采用聚酯帘线替代人造丝, 国内

半钢子午线轮胎开发率先采用了聚酯帘线。我国已建成了若干个聚酯帘线生产点, 但新一代的高模量低收缩聚酯帘线刚起步, 这也是生产高质量半钢子午线轮胎和高温硫化工艺所必需的。要加快新一代聚酯帘线的工业化生产, 尽快推广使用, 目前广东开平、上海、无锡已开发和生产这种帘线。

芳纶帘线业已在半钢轿车与轻载子午线轮胎中进行了试验, 轮胎质量减小、性能提高, 应引起一定的重视。

尼龙帘线仍居骨架材料首位, 斜交轮胎在我国仍占较大比例, 我国尼龙轮胎用帘线也应有新的发展, 以适应当前高速、超载等使用条件的要求。在应用中采用加密帘线比采用加层帘布可能更为合理。

3.2.3 胎圈钢丝

胎圈钢丝要发展多品种、多规格和高强度的系列产品, 以适应轮胎行业的要求。在生产工艺上要大力发展回火镀青铜钢丝, 断裂伸长率指标要达到国外4%以上的标准, 除子午线轮胎应用外, 斜交轮胎也应推广采用。国外胎圈钢丝排列构型有多种多样, 国内也应考虑增加相应的生产设备, 采用圆形胎圈钢丝等。

3.3 炭黑和无机填料的发展

目前炭黑在品种和数量上都可满足国内需要。但不同炭黑厂家的产品质量差别较大, 有些品种质量波动也较大, 应全面推广新工艺和

湿法造粒,以满足轮胎生产要求。

低滚动阻力炭黑尚处于探索阶段,生产与应用应相互配合,开展一些试验工作。

白炭黑的应用越来越受到重视,应加快高补强和易分散白炭黑的开发与应用。

无机填料也日益受到重视,为了降低成本和改善特有性能,除采用一部分胶粉外,无机填料层出不穷,最早的是陶土和碳酸钙,后来开发的硅铝炭黑,对提高粘合性能,调节硫化速度等方面有一定作用,价格也便宜;煤粉的优点是相对密度较小,在综合利用方面,又推出了活性硅粉、橡胶补强粉等。稻壳或麦秆烧成灰后,其主要成分仍是 SiO_2 ,经过活化处理也可使用,也可进一步作为白炭黑的原料石英玻璃。比较各种无机填料,以江西铜业公司银山铅锌矿生产的绢云母粉补强效果最好(白炭黑除外),产品有: $\text{MCA I}^\#$, $\text{II}^\#$, $\text{III}^\#$, 二氧化硅质量分数 0.49 ~ 0.58; 三氧化二铝质量分数 0.28 ~ 0.19; 平均粒径 5 ~ 6 μm ; 拉伸强度一般在 18 MPa 以上。该产品在有些单位应用后取得很好的经济效益,是降低含胶率可选择的品种。最近还开发了纳米碳酸钙。总的来看,无机填料在国外应用比例较高,目前国内用量还不大,可望能进一步多用、用好。

3.4 加工助剂的应用

国外在不同轮胎部件胶料中,根据不同要求采用不同的加工助剂,已有上千个品种,应用很普遍。在激烈的市场竞争中,只有高质量水平的轮胎产品才能立于不败之地,这也为加工助剂的广泛应用创造了条件。当前应普遍采用增塑剂、塑解剂、高炭黑量的胶料中分散剂等,还应逐步扩大采用适应各种特殊性能要求的各类加工助剂。SR 的扩大应用,增粘树脂用量也

将随之增大。

总之,化学助剂的发展方向一是造粒,母胶化;二是无毒无污染;三是高效、长效。我国也将逐步朝这个方向发展。

3.5 严格把好原材料质量关

原材料是制造高质量轮胎的基础,子午线轮胎的生产对原材料的要求比斜交轮胎生产更严格,斜交轮胎用原材料许多可以借鉴子午线轮胎,而且同在一个轮胎厂,管理也方便。如炭黑 N220, N234, N330, N375, N550 和 N660 等;操作油以芳烃油为主,逐步取代松焦油、机油;防老剂以防护蜡替代一般石蜡,逐步采用防老剂 4020 等新品种淘汰防老剂 D;促进剂逐步发展促进剂 NS,减小促进剂 NOBS 的用量;积极应用加工助剂中的增塑剂、均匀剂、分散剂、增粘树脂等,这对减少工艺用汽油、避免因工艺因素造成的早期脱空有好处。

国外许多轮胎公司都有自己的原材料生产厂,既可保证稳定供应所需的材料,又可根据轮胎性能发展的要求,不断推出新的材料,目前还在全球寻求扩大自己的原材料供应厂商,或与原材料生产厂密切合作,联合开发新的材料,国内也应探索一下这条路,共同促进轮胎的技术进步。

4 结语

目前我国轮胎原材料的发展还存在一定局限性,在产品品种、质量和性能上与国外同类产品还有一定差距,我们应继续努力,不断推出新材料,以适应新品种轮胎的需要,满足市场需求。

1999 年中国轮胎市场研讨会论文

国内简讯 3 则

△山东成山橡胶集团所属企业荣海化工实业有限公司新上一条专门生产用于制造氯丁橡胶的促进剂生产线——二苯基硫脲生产线。该生产线可年产二苯基硫脲 300 余 t。

(山东成山橡胶集团 王茂生供稿)

△余姚华泰橡塑机械总厂近日开发成功 XZL-3000×3000 型橡胶注射机并投放市场。该机注射量为 3 000 mL,合模力 3 000 kN。该机由电脑控制,采用了国际上先进的螺杆预塑活塞

式先进先出注射系统,具有中英文光幕显示,工艺动作全程监控记录。该机的研制成功,为国内大型复杂、精密、高品质橡胶模制品的生产提供了关键设备。

(余姚华泰橡塑机械总厂 叶培培供稿)

△据中国热带农业科学院和华南热带农业大学的统计,目前全国种植橡胶的面积和 NR 产量分别为 887 万亩(15 亩合 1 公顷)和 44 万 t,从而使中国成为世界第五大产胶大国。

(摘自雅虎中文新闻)