

# 高速轿车轮胎胎冠胶配方初探

周明权 陆林

(桦林集团有限责任公司 157032)

**摘要** 根据高速轿车轮胎的性能要求,借鉴国内外的配方技术特征,围绕着改善抗湿滑性能进行了配方探索性试验。初期结果表明,采用以SBR为主的全SR配方,扩大炭黑用量,同时提高操作油用量,胶料物理机械性能可以满足技术要求,混炼工艺也是可行的。

**关键词** 高速轿车轮胎,胎冠胶,配方设计

近年来,世界各大公司对轿车子午线轮胎的研究均倾注了较大力量,生产技术与研究方法不断改进,成果日新月异,产品竞比高低。国内一些研究院所及少部分生产厂家在此方面的研究也加大了力度,但所做工作多在降低轮胎断面高宽比、改进花纹及施工设计方面,配方改进幅度较小。随着产品市场竞争的日益激烈,显见国内产品档次已无法与国外各大公司相抗衡,再不断加大研究力度,差距会越来越小,国内外市场份额也将越来越小。

轿车子午线轮胎的开发在我公司起步较晚,以自行开发为主,配方设计均以公司内现有各方面技术为基础,结合轿车轮胎性能要求,对部分配方进行改进,但具有突破性的工作较少。参考国内外有关文献,笔者近期在高速轿车子午线轮胎胎冠胶配方设计方面进行了一些初期试验,现介绍如下。

## 1 设计思路

众所周知,轮胎胎面胶应具有良好的耐磨性、抗刺扎性、抗崩花裂口、耐热、耐老化和耐屈挠等性能;随着轿车行驶速度的提高,对轿车轮胎的安全性和舒适性又提出了更高的

要求,高速行驶时的抗湿滑性能显得尤为重要。欧洲典型的轿车轮胎胎冠胶配方主要组分大致如下<sup>[1]</sup>:生胶 40%~45%,炭黑 31%~37%,油 15%~21%,硫化体系和防老剂 3%~6%。较有代表性的提高抗湿滑性能的高速(H/V/Z级)轮胎胎冠胶配方有下列主要组分:SBR 75, BR 25, 炭黑 85, 填充油 40。

本试验以增大抗湿滑性能为主要目标,兼顾耐磨性,进行配方组分和用量的选择。

## 2 实验

### 2.1 原材料

SBR1500,吉林化学工业公司产品;SBR1712,兰州化学工业公司产品;BR,北京燕山石化公司产品;高结构炭黑,天津炭黑厂产品;高芳烃油,吉林江南炼油厂产品。其它原材料均为正常生产用一级品或合格品。

### 2.2 试验设备和方法

混炼采用 150mm × 320mm 开炼机和 XM140/20 密炼机,胶料性能试验采用上海 ZND-1 自动门尼粘度计、孟山都 R100 型流变仪、MH-74 阿克隆磨耗试验机和弯曲生热试验机。胶料物理机械性能及上述试验均按现行标准试验方法进行。

## 3 结果与讨论

### 3.1 胶种的选择

胶种是影响高速轮胎胎冠胶性能的主要

作者简介 周明权,男,34岁。工程师。1986年毕业于黑龙江大学化学系高分子专业。从事配方设计工作,任桦林集团有限责任公司技术处副处长。曾在《轮胎工业》合作发表“溶聚丁苯橡胶在载重轮胎胎面胶中的应用”。

因素,提高抗湿滑性最主要的一点即为聚合物的选择。许多文献资料表明,通用橡胶的改性产品如环氧化天然橡胶(ENR)、充油天然橡胶(OENR)、高乙烯基聚丁二烯橡胶(HVBR)、溶聚丁苯橡胶(SSBR)、苯乙烯-异戊二烯-丁二烯橡胶(SIBR)及高苯乙烯丁苯橡胶(HSSBR)等在提高抗湿滑性能方面有显著的功效,但兼顾资源和经济性的因素,本次试验仍以通用胶种BR、SBR及充油丁苯橡胶(OESBR)为主,重点选择滞后损失较大的胶种。为此,各试验配方SBR均在70份以上;考虑到耐磨性,部分配方并用了BR。

### 3.2 小配合试验

炼胶在XK-150开炼机上进行,加料顺

序如下:生胶 活性剂 防老剂 炭黑 油 硫化剂和促进剂。

在炭黑变量试验中,随着炭黑用量的增大,炭黑分散时间稍长,分散效果较好,胶片稍硬,表面光亮。其它助剂混入很好,硫化正常。

胶料按规定进行性能试验,配方主要组分及试验结果详见表1。根据变量试验结果,初选3个配方,并稍作调整,进行第二组小配合多项性能试验,配方主要组分及结果详见表2。

根据SBR的性能特点,全SR胎冠胶配方选择了高结构炭黑,并以细粒子炭黑(N234)为主;生胶配比不论是100份SBR,

表1 炭黑变量试验结果

配方及性能	配 方 编 号							
	A	B	C	D	E	F	G	H
配方特征								
SBR/份	75	75	75	75	100	100	100	100
BR/份	25	25	25	25	0	0	0	0
炭黑 N375/份	65	75	85	0	70	80	85	0
炭黑 N234/份	0	0	0	85	0	0	0	85
芳烃油/份	40	40	40	40	49.5	49.5	49.5	49.5
ML(1+4) 100	44.1	51.4	57.2	63.4	42.9	51.9	52.8	61.5
门尼焦烧时间(120°)/min	46.2	47.1	41.3	38.1	48.1	45.6	43.3	44.5
流变仪数据(145°)								
$M_H/N \cdot m$	29.0	31.0	33.0	34.2	25.0	27.0	27.6	29.0
$M_L/N \cdot m$	7.0	8.2	10.0	11.0	7.0	8.0	8.0	10.0
$t_{10}/min$	10.0	10.0	10.0	10.5	13.7	13.0	10.7	12.0
$t_{90}/min$	21.7	23.0	24.0	25.0	36.6	37.0	34.0	33.3
137°×30min 硫化胶性能								
拉伸强度/MPa	20.1	19.7	18.9	19.1	19.5	18.6	19.9	18.9
扯断伸长率/%	603	588	478	551	752	717	647	752
300%定伸应力/MPa	8.4	10.1	12.4	10.3	6.5	7.4	9.7	6.2
邵尔A型硬度/度	60	64	67	60	58	60	64	65
扯断永久变形/%	16.8	19.0	16.3	21.5	28.5	27.2	25.7	37.8
回弹值/%	29	25	21	19	21	18	17	15
137°×60min 硫化胶性能								
拉伸强度/MPa	20.0	19.5	19.0	21.3	20.2	21.3	21.5	20.8
扯断伸长率/%	573	500	435	520	617	612	562	610
300%定伸应力/MPa	10.2	11.8	14.5	12.4	8.5	10.6	12.7	9.7
邵尔A型硬度/度	61	66	68	70	60	64	66	65
扯断永久变形/%	14.8	12.5	13.2	18.7	22.0	20.5	18.5	27.5
回弹值/%	28	25	20	19	21	18	17	15

注:配方其它组分:硫黄 2.0;促进剂 1.5;氧化锌 3.0;硬脂酸 1.0;防护蜡 1.0;防老剂 1.5。

表2 第二组小配合试验结果

配方及性能	配 方 编 号								
	I			J			K		
配方特征									
SBR/份	100			80			75		
BR/份	0			20			25		
炭黑 N375/份	0			0			78		
炭黑 N234/份	68			78			0		
软化剂/份	30			30			40		
ML(1+4) 100	66.5			75.5			53.5		
门尼焦烧时间(120°)/min	41.4			36.9			37.4		
流变仪数据(145°)									
$M_H/N \cdot m$	30.2			33.1			31.0		
$M_L/N \cdot m$	7.4			9.0			8.0		
$t_{10}/min$	9.8			9.3			8.6		
$t_{90}/min$	22.8			20.7			19.0		
硫化时间(137°)/min	30	80	180	30	80	180	30	80	180
拉伸强度/MPa	23.0	22.1	22.2	20.0	20.0	20.7	18.9	19.6	19.3
扯断伸长率/%	562	468	470	483	432	442	527	480	483
300%定伸应力/MPa	11.2	13.8	13.4	12.7	14.7	14.2	10.6	12.3	12.1
邵尔 A 型硬度/度	68	70	70	70	72	72	64	65	67
扯断永久变形/%	21.2	20.5	21.2	18.8	13.5	12.0	17.8	13.3	11.0
回弹值/%	18	19	18	18	18	18	22	20	22
弯曲温升/									
1min	65.0			63.0			54.4		
5min	95.0			107.0			106.9		
10min	104.0			122.0			129.4		
15min	107.0			125.0			152.9		
20min	107.0			127.0			161.3		
磨耗量(1.61km)/cm <sup>3</sup>	0.17			0.15			—		
100°×48h 老化后性能									
拉伸强度/MPa	19.8	20.3	—	18.8	18.7	—	18.7	18.8	—
扯断伸长率/%	297	355	—	263	298	—	288	352	—
邵尔 A 型硬度/度	76	74	—	80	78	—	74	74	—
老化系数	0.455	0.697	—	0.511	0.645	—	0.541	0.704	—

注:配方其它组分:硫黄 2.0;促进剂 1.5;氧化锌 3.0;硬脂酸 1.0;防护蜡 1.5;防老剂 2.5。

还是 SBR/BR = 75/25,硫化体系恒定。

由表 1,2 可知,随着炭黑用量的逐步增大,性能变化规律是相同的。拉伸强度变化幅度不大,扯断伸长率逐步下降,胶料硬度和 300%定伸应力逐步增大。扯断永久变形减小,弹性基本不变。胶料硫化特性变化不明显,流变仪最大转矩提高,门尼粘度逐步升高,焦烧时间略有缩短。同种高用量的 N234 和 N375 比较,胶料拉伸强度变化不大,N234 胶料的扯断伸长率略低,扯断永久变形较大,弹性略低,门尼粘度远高于 N375 胶料,流变

仪最大转矩也略高一些。

总的看来,炭黑用量增大,胶料弹性模量提高,屈挠变形减小,有利于高速行驶;较大的炭黑用量还可以改善胶料的滞后性能<sup>[1]</sup>。通过适当调节操作油用量,即可克服加工工艺的不足之处。

### 3.3 大配合试验

根据小配合试验结果,选择第二组试验中 I 和 J 两个配方进行 3 个方案的大配合试验。炼胶在 XM140/20 密炼机上进行,选择正常生产用优质原材料,风压及冷却水温度

等工艺条件正常。由于炭黑用量稍高,炼胶均分段进行,一段母胶的加料顺序为生胶(2min) 小料及少量炭黑(2min) 炭黑(3min) 油(2min) 排胶(1min);二段先返炼一段母胶,然后加入剩余炭黑。终炼是在密炼机内加硫化剂和促进剂,排胶温度控制在105 以下。胶料按规定进行正常检验及物理性能试验,各方案配方的试验结果详见表3。

表3中 I<sub>1</sub> 和 I<sub>2</sub> 均为小配合试验 I 配方, J 即小配合 J 配方。I<sub>2</sub> 方案对炼胶规程进行

了调整,将生胶按比例分段投料,炭黑在一段加完,二段加入 20 份生胶与一段母炼胶共混,终炼正常。据有关资料<sup>[2]</sup>介绍,将特种橡胶(指 OESBR)分段掺合所制造的胎面,在保持相等的抗湿滑性能下,还能进一步地降低滞后损失,使抗湿滑性能和低滚动阻力得到较好的平衡。

总的看来,3 个方案的大配合炼胶都较顺利,个别终炼胶略有粘辊现象,通过调整炼胶时间可以得到改善,从胶片的断面可见炭黑和其它助剂分散较好,表面光亮。

表3 大配合试验结果

性 能	配 方 编 号								
	I <sub>1</sub>		I <sub>2</sub>			J			
ML(1+4) 100	88.0		77.5			86.5			
门尼焦烧时间(120 )/ min	51.3		40.8			47.1			
流变仪数据(145 )									
M <sub>H</sub> /N ·m	31.5		30.5			36.5			
M <sub>L</sub> /N ·m	8.3		7.5			9.5			
t <sub>10</sub> / min	12.0		12.0			11.3			
t <sub>90</sub> / min	29.3		27.0			23.5			
硫化时间(137 )/ min	40	80	180	40	80	180	40	80	180
拉伸强度/ MPa	21.8	21.7	20.9	22.8	23.4	22.4	21.2	20.0	20.2
扯断伸长率/ %	635	495	473	587	500	465	477	400	388
300%定伸应力/ MPa	9.5	12.3	12.4	10.7	13.7	13.7	13.4	14.6	15.3
邵尔 A 型硬度/ 度	66	66	68	66	66	68	71	71	73
扯断永久变形/ %	25.3	15.7	11.3	21.8	16.7	12.0	19.5	12.3	11.3
回弹值/ %	21	20	20	22	20	21	18	18	18
磨耗量(1.61km)/ cm <sup>3</sup>	0.102		0.103			0.110			
弯曲温升/									
1min	64.7		60.0			69.4			
3min	99.4		93.8			107.8			
5min	116.7		108.8			127.5			
9min	134.8		124.7			断裂			
100 ×24h 老化后性能									
拉伸强度/ MPa	20.1		21.8			19.0			
扯断伸长率/ %	380		380			305			
邵尔 A 型硬度/ 度	70		68			74			
老化系数	0.711		0.708			0.725			
100 ×48h 老化后性能									
拉伸强度/ MPa	20.1		20.6			18.9			
扯断伸长率/ %	360		330			295			
邵尔 A 型硬度/ 度	72		70			76			
老化系数	0.674		0.581			0.698			
磨耗量(1.61km)/ cm <sup>3</sup>	0.087		0.101			0.123			

大配合胶料的试验结果基本重现了小配合试验数据,胶料门尼粘度提高较大,焦烧时间稍长,完全满足工艺要求,大配合胶料硫化速度略低于小配合胶料,硬度略有降低,生热速度高于小配合胶料。与文献资料介绍结论一致的是,调整炼胶规程将生胶分段加入的 $I_2$ 方案胶料比 $I_1$ 胶料的生热速度低。

从大配合的试验结果看,采用全SR配方(全SBR或SBR与BR并用),尽管炭黑及软化剂用量变化较大,但胶料的定伸性能损失不大,可满足轿车轮胎胎冠胶的性能要求。拉伸强度和扯断伸长率较高,阿克隆磨耗试验结果也较理想。

由于受其它工艺条件的限制,未能进行成品试验。

#### 4 结论

(1) 高速轿车轮胎胎冠胶采用以SBR为主的全SR配方,适当提高炭黑和软化剂用量,胶料物理机械性能可以满足要求,强伸性

能高于国外轮胎剖析结果。

(2) 大幅度提高炭黑和软化剂用量,操作规程制定合理,炼胶工艺是可行的,初步试验表明,对同种配方通过采用特殊炼胶规程,可以取得降低滞后损失的效果。

由于检测手段所限,胶料性能仅按本公司现有常规试验方法进行了检测,抗湿滑性能和胶料动态性能等还有待进一步验证,成品性能也有待下一步全面试验检验。

**致谢** 本试验得到张福良副总工程师和张万生主任的细心指导,同时得到配方室和监测中心及炼胶车间有关人员的大力协助,在此一并致谢!

#### 参考文献

- 1 Russell R M. Compounding for wet grip. Tire Technology International 1993, 14~19
- 2 薛广智译. 胎面胶料配方. 美国专利 4417005(横滨橡胶公司). 轮胎技术, 1985; (38): 1

收稿日期 1997-02-17

## Crown Compound of Speed-rated Passenger Car Tire

Zhou Mingquan and Lu Lin

(Hualin Group Corp. Ltd. 157032)

**Abstract** A study has been made on the compounding of tire crown to improve the wet grip according to the requirement of speed-rated passenger car tire. The preliminary result shows that the desired physical properties and the good millability of the compound can be obtained by using a whole SR formula based on SBR with higher level of carbon black and processing oil.

**Keywords** speed-rated passenger car tire, crown compound, formula design

### 启 事

本刊1997年第3期刊登的戴元坎、俞淇著《轮胎接触问题的分析与研究》为“国家自然科学基金资助项目”,特此补充说明。

《轮胎工业》编辑部