

# 加工助剂在载重子午线轮胎胎面胶中的应用

王洪成 张建军 朱秀增 李葆忠 廉杰

(桦林集团有限责任公司 157032)

**摘要** 研究了橡胶加工助剂增塑剂 A, T-78, D-R, Aktiplast T 及 H501 对载重子午线轮胎胎面胶的物理性能、流动性、炭黑及固体配合剂的分散性、混炼和挤出性能的影响。试验结果表明,上述几种加工助剂可以降低胶料的粘度,提高炭黑及固体配合剂的分散性,改善胶料的混炼及挤出性能,对硫化胶的物理性能无不利影响。

**关键词** 加工助剂,载重子午线轮胎,胎面胶,加工性能

应用加工助剂不仅可以改善胶料在混炼、挤出、压延、成型及硫化等过程中的工艺性能,提高生产效率,降低能耗,而且可以减小不同批次胶料间的质量波动。为了验证加工助剂在载重子午线轮胎胶料中的使用效果,我们选取增塑剂 A, T-78, D-R, Aktiplast T 及 H501 等产品在胎面胶中进行了试验,现将有关情况介绍如下。

## 1 实验

### 1.1 原材料

增塑剂 A, 武汉径河化工厂产品; T-78, 青岛昂记橡塑科技有限公司产品; D-R 和 H501, 元庆事业股份有限公司提供; Aktiplast T, 新庆化学企业股份有限公司提供; 其它均为橡胶工业常用原材料。

### 1.2 基本配方

SMR20 100; 炭黑 53.5; 硫黄 1.0; 促进剂 NOBS 1.5; 硫化活性剂 5.5; 防老剂 4.5; 加工助剂(变品种) 2.0。

### 1.3 仪器与设备

MDR2000 型硫化仪, 孟山都公司产品; M200 型门尼粘度计, 北京友深电子仪器厂产品; DISPERGRADE 炭黑分散仪, 瑞典 OPTI-GRADE 公司产品; TENSOMETER10 高速电子拉力机, 孟山都公司产品; F270 密炼机和 Po-mini 销钉式复合挤出机等。

### 1.4 性能测试

硫化胶的物理性能按国家相关标准测试;

混炼时的胶温及累计能量由 F270 密炼机仪表读取; 终炼胶中炭黑及固体配合剂的分散度由炭黑分散仪测试, 每种胶料取 4 个试样, 测试结果取平均值; 挤出机螺杆转速、机头压力及挤出速度由挤出机仪表读取。

## 2 结果与讨论

### 2.1 小配合试验

小配合试验胶料的物理性能见表 1。由表 1 可见, 上述几种加工助剂可以显著降低胶料的门尼粘度, 而对物理性能无不良影响。因此, 为了进一步地了解其使用效果, 我们进行了大配合试验。

### 2.2 大配合试验

在 F270 密炼机上进行三段混炼, 混炼工艺见表 2, 大配合试验胶料的物理性能见表 3, 混炼时的瞬间温度及累计能量见表 4。

由表 3 可见, 与 1<sup>#</sup> 配方相比, 加工助剂可使胶料的门尼粘度降低 7.6% ~ 16.9%, 其中 3<sup>#</sup> 和 5<sup>#</sup> 配方的降幅最大; 加工助剂还可以延长胶料的焦烧时间, 提高胶料的操作安全性; 可使胶料老化前的撕裂强度提高 5.4% ~ 14.9%, 其中 2<sup>#</sup> ~ 5<sup>#</sup> 配方最为明显, 这是胶料分散均匀性得以改善的最好表征。此外, 加工助剂对硫化胶的拉伸强度、扯断伸长率、硬度及定伸应力影响不大。

由表 4 可见, 由于在一、二段混炼中填充了大量的炭黑, 因此混炼初始阶段 2<sup>#</sup> ~ 6<sup>#</sup> 配方的能耗普遍高于 1<sup>#</sup> 配方, 而在各段后期, 2<sup>#</sup> ~ 6<sup>#</sup> 配方的能耗及胶温又普遍低于 1<sup>#</sup> 配方。可以认为加工助剂在混炼过程中起着界面活性剂

表1 小配合试验胶料的物理性能

项 目	配 方 编 号																	
	1 <sup>#</sup>			2 <sup>#</sup>			3 <sup>#</sup>			4 <sup>#</sup>			5 <sup>#</sup>			6 <sup>#</sup>		
加工助剂	无																	
门尼粘度	增塑剂 A																	
[ML(1+4)100]	T-78																	
门尼焦烧时间	D-R																	
(127)/min	Aktiplast T																	
硫化仪数据(151)	H501																	
$M_H/(N \cdot m)$	91.8			77.0			84.7			80.2			70.7			84.3		
$M_L/(N \cdot m)$	15.43			20.82			16.98			17.03			18.10			16.96		
$t_{10}/min$	1.74			1.72			1.70			1.66			1.59			1.62		
$t_{90}/min$	0.37			0.28			0.32			0.31			0.25			0.33		
硫化时间(151)/min	3.30			4.15			3.27			3.53			3.82			3.72		
拉伸强度/MPa	8.35			10.38			8.98			8.38			9.08			8.37		
扯断伸长率/%	20	30	60	20	30	60	20	30	60	20	30	60	20	30	60	20	30	60
300%定伸应力/MPa	28.3	26.6	27.3	27.3	27.4	26.4	28.5	27.2	26.4	28.4	27.2	26.5	27.0	26.6	25.3	27.7	26.4	25.0
扯断永久变形/%	439	439	486	444	447	429	449	448	426	441	439	431	439	438	432	453	453	451
邵尔 A 型硬度/度	17.4	16.6	14.5	17.0	17.3	17.3	17.2	16.3	16.8	17.5	17.5	16.5	16.9	16.7	16.0	16.9	16.1	14.8
回弹值/%	—	24.8	—	—	24.7	—	—	21.8	—	—	19.8	—	—	19.2	—	—	22.7	—
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	66	64	64	66	66	68	67	67	63	66	64	63	65	65	63	67	66	64
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	—	24	—	—	24	—	—	26	—	—	25	—	—	25	—	—	24	—
100×48 h 老化后性能	—	153	—	—	162	—	—	160	—	—	166	—	—	168	—	—	153	—
拉伸强度/MPa	—	—	0.48	—	—	0.32	—	—	0.37	—	—	0.32	—	—	0.38	—	—	—
扯断伸长率/%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
拉伸强度/MPa	—	—	22.3	—	—	23.5	—	—	22.7	—	—	23.6	—	—	22.0	—	—	21.8
扯断伸长率/%	—	—	422	—	—	431	—	—	439	—	—	406	—	—	404	—	—	423
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	—	—	116	—	—	135	—	—	107	—	—	122	—	—	128	—	—	118

表2 大配合混炼工艺

试验步骤	操作内容	累计时间/min
一段		
1	加 SMR20 和塑解剂 SJ103	1.16
2	加炭黑、小药、加工助剂	2.16
3	提砵清扫	3.00
4	排胶	3.50
二段		
1	加一段母胶、剩余炭黑、小药	1.16
2	排胶	2.50
终练		
1	加二段母胶、小药	2.00
2	提砵清扫	3.00
3	排胶	3.33

的作用,它们能够降低橡胶与配合剂之间的界面能,使胶料在混炼时受到的剪切力增大,配合剂的分散速度加快。

### 2.3 炭黑及固体配合剂的分散度测试

1<sup>#</sup>~6<sup>#</sup>配方终炼胶中炭黑及固体配合剂的分散性见图1,胶料中不同粒径下大颗粒分散相的数量及测试面积经电子计算机回归处理后的结果见图2和3。由图1可见,2<sup>#</sup>~6<sup>#</sup>配

方胶料中分散相的分散度  $X$  值及大颗粒分布因数  $Y$  值均明显高于 1<sup>#</sup> 配方,这说明使用加工助剂后胶料中炭黑及配合剂的分散均匀性从整体上得到了明显的改善。由图2和3可见,在粒径为 20~40  $\mu\text{m}$  范围内,1<sup>#</sup> 配方胶料中的大颗粒数量明显多于其它胶料,而 2<sup>#</sup>~6<sup>#</sup> 配方胶料中大颗粒数量的峰值均出现在 5~10  $\mu\text{m}$  之间。由此可见,加工助剂可使胶料中大颗粒分散相进一步细化。从促进分散效果来看,2<sup>#</sup>,3<sup>#</sup> 和 6<sup>#</sup> 配方要稍好于 4<sup>#</sup> 和 5<sup>#</sup> 配方。各胶料的分散仪图片见图4。

### 2.4 胎面挤出试验

由于 1<sup>#</sup> 配方胶料的粘度过大,正常挤出时无法满足下道工序的要求,故选取 2<sup>#</sup>~6<sup>#</sup> 配方胶料进行实际挤出试验,试验结果见表5。挤出的胎面胶经冷水冷却并停放 4 h 后,测量其各项尺寸均符合施工标准的要求。由此可见,当挤出机螺杆转速相同时,3<sup>#</sup>~5<sup>#</sup> 配方胶料的挤出速度要大于 2<sup>#</sup> 和 6<sup>#</sup> 配方,与 2<sup>#</sup> 配方相比挤出效率可提高 5.3%~7.9%。

表 3 大配合试验胶料的物理性能

项 目	配 方 编 号																	
	1 <sup>#</sup>			2 <sup>#</sup>			3 <sup>#</sup>			4 <sup>#</sup>			5 <sup>#</sup>			6 <sup>#</sup>		
加工助剂	无                      增塑剂 A                      T-78                      D-R                      Aktiplast T                      H501																	
门尼粘度 [ML(1+4)100 ]	79.8                      71.2                      68.7                      73.0                      66.3                      73.7																	
门尼焦烧时间 (127 )/ min	22.77                      22.67                      28.20                      26.23                      27.87                      29.87																	
硫化仪数据(151 )																		
$M_H$ /(N·m)	1.42                      1.50                      1.49                      1.42                      1.50                      1.33																	
$M_L$ /(N·m)	0.22                      0.21                      0.24                      0.21                      0.18                      0.20																	
$t_{10}$ /min	3.82                      4.13                      4.33                      4.37                      4.07                      4.82																	
$t_{90}$ /min	10.62                      11.40                      11.15                      11.52                      14.52                      11.33																	
硫化时间(151 )/ min	30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
拉伸强度/MPa	28.0	28.1	27.8	29.3	29.3	29.1	27.5	27.3	27.4	28.3	28.4	27.7	28.5	28.3	28.1	28.8	28.5	27.5
扯断伸长率/ %	610	602	590	623	613	602	580	575	557	613	595	597	602	603	587	623	603	603
100%定伸应力/MPa	2.4	2.1	1.9	2.5	2.4	2.4	2.3	2.4	2.7	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.3	1.7	1.8	1.9
300%定伸应力/MPa	11.7	11.6	11.5	12.2	11.8	12.2	11.8	12.5	12.6	11.8	12.0	11.6	11.7	11.6	11.7	11.0	10.8	10.7
扯断永久变形/ %	—	19.2	—	—	20.0	—	—	17.2	—	—	15.2	—	—	18.3	—	—	20.3	—
邵尔 A 型硬度/度	62	62	60	64	64	64	64	64	64	62	62	62	62	62	63	62	62	62
回弹值/ %	—	32	—	—	32	—	—	32	—	—	32	—	—	36	—	—	34	—
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	—	148	—	—	168	—	—	165	—	—	170	—	—	169	—	—	156	—
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	—	—	0.27	—	—	0.29	—	—	0.24	—	—	0.27	—	—	0.28	—	—	0.28
100 ×48 h 老化后性能																		
拉伸强度/MPa	—	25.2	—	—	24.7	—	—	24.6	—	—	23.6	—	—	25.5	—	—	26.1	—
扯断伸长率/ %	—	480	—	—	468	—	—	460	—	—	463	—	—	480	—	—	530	—
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	—	143	—	—	160	—	—	142	—	—	161	—	—	140	—	—	142	—

表 4 混炼胶瞬间温度( )/ 累计能量(kW·h)

配方编号	混炼时间/ min									
	一段				二段		终炼			
	1.16	2.16	3.00	3.50	1.16	2.50	2.00	3.00	3.33	
1 <sup>#</sup>	115/3.2	145/7.4	166/10.9	169/12.5	119/4.0	149/7.6	98/4.2	111/5.6	119/6.1	
2 <sup>#</sup>	114/3.2	142/6.9	163/10.4	167/12.1	117/4.6	145/7.7	95/4.2	108/5.6	112/6.0	
3 <sup>#</sup>	115/3.2	145/7.0	163/10.6	164/12.0	115/3.7	131/7.5	98/4.4	109/5.7	115/6.1	
4 <sup>#</sup>	116/3.7	142/7.1	157/10.4	160/11.6	117/4.5	144/7.6	98/4.1	108/5.4	112/6.1	
5 <sup>#</sup>	118/3.6	144/7.4	161/11.1	161/12.4	112/4.5	140/7.9	95/4.0	107/5.4	112/5.7	
6 <sup>#</sup>	114/3.6	148/7.5	164/11.1	170/12.7	116/4.2	132/7.2	93/4.1	106/5.6	115/6.0	

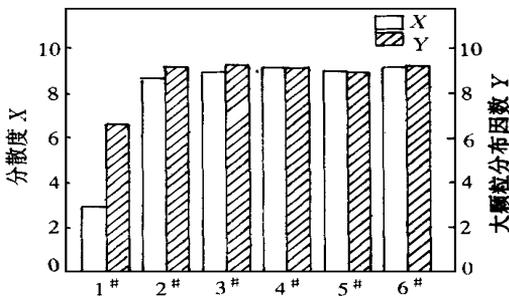


图 1 终炼胶的分散性

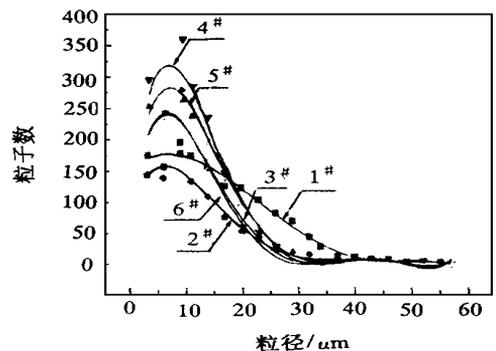


图 2 不同粒径下分散相的粒子数量

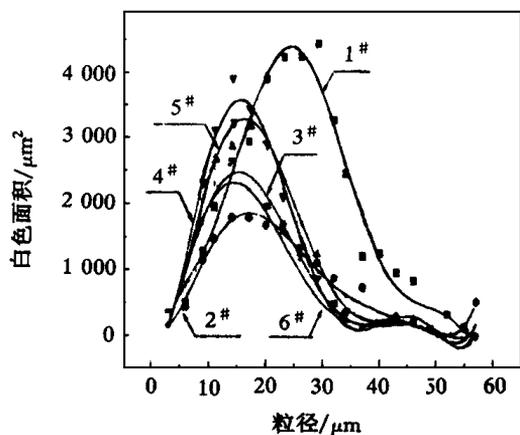


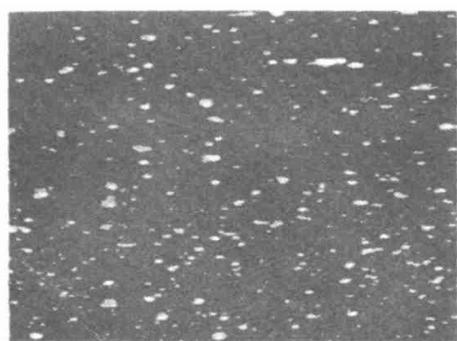
图3 不同粒径下分散相的测试面积

表5 挤出试验数据

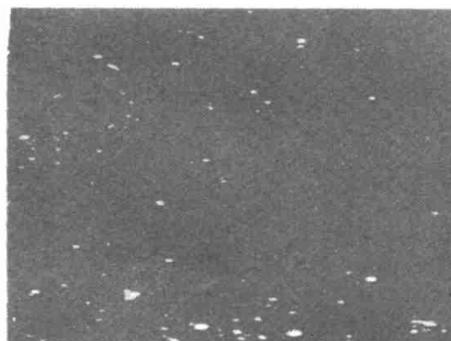
项目	配方编号				
	2#	3#	4#	5#	6#
供胶温度/	103	96	100	99	104
8# 螺杆转速/(r·min <sup>-1</sup> )	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
机头压力/MPa	6.8	6.9	6.7	6.7	7.0
挤出速度/(m·min <sup>-1</sup> )	7.6	8.0	8.2	8.2	7.7
排胶温度/	129	130	135	131	136

### 3 结论

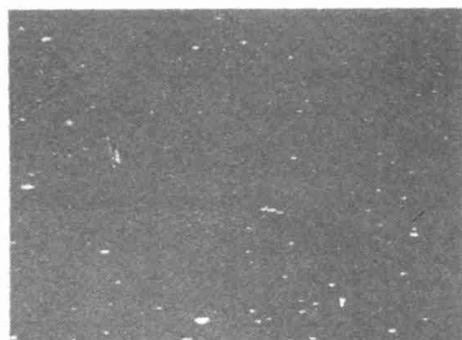
上述几种加工助剂可以明显改善胶料的抗撕裂性能,对其它物理性能无不利影响;可降低胶料的粘度,改善加工性能;可延长胶料的焦化



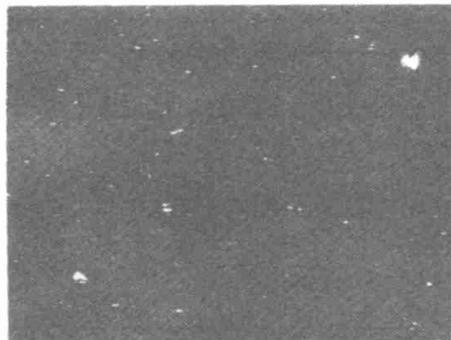
1# 配方



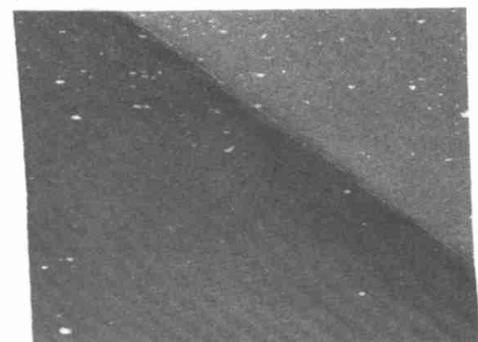
2# 配方



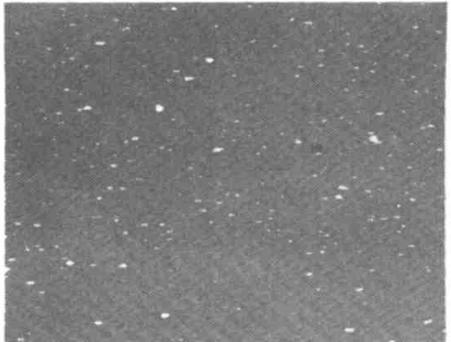
3# 配方



4# 配方



5# 配方



6# 配方

图4 分散仪图片

时间,提高加工安全性;可提高胶料中炭黑及固体配合剂的分散性,减少大颗粒分散相的数量;可减少混炼胶的能耗,降低排胶温度。

收稿日期 1999-04-21

## Application of Processing Aid to Radial Truck Tire Tread

Wang Hongcheng, Zhang Jianjun, Zhu Xiuzeng, Li Baozhong and Lian Jie

(Hualin Group Co., Ltd 157032)

**Abstract** The effect of rubber processing aids, such as plasticizer A, T-78, D-R, Aktiplast T and H501 on physical properties, flow ability, dispersity of carbon black and other solid ingredients, mixing and extrudability of radial truck tire tread was investigated. The test results showed that the viscosity decreased, the dispersity of carbon black and other solid ingredients increased, and the mixing and extrudability improved without adverse effect on the physical properties of vulcanizate by adding above said processing aids.

**Key words** processing aid, radial truck tire, tread, processibility

### 倍耐力推出 P6000 Powergy

英国《轮胎和配件》1999年6期116页报道:

今年4月份倍耐力宣布,其P6000家族里增添了一个成员——P6000 Powergy,该轮胎的名字来自“Power + Energy”。

高性能轮胎(H、V和Z速度级)是市场上增长最快的一个部分,也是对生产厂技术要求最高的部分。倍耐力占欧洲高性能轮胎市场的19%。1994年,H、V和Z速度级轮胎占欧洲夏季轮胎市场的30%,去年已增至40%。同期倍耐力这类轮胎的销量增长了35%。

P6000轮胎自从1995年问世以来,在世界各地已售出2000万条,其中有800万条是去年售出的。在2000万条轮胎中,约有30%是原配胎,70%是替换胎。

汽车商的要求已发生了变化。几年前汽车商强调的是使用性能和经济性,虽然到目前这些仍然是很重要的,但是原配胎市场要求更好的舒适性、低噪声和低滚动阻力,要求轮胎适应汽车的各系统,例如防抱死系统。

轿车用途分类越来越细,一种轮胎不可能满足所有型号轿车的要求。因此Powergy不是P6000的替代品,而是现P6000家族成员的补充。目前Powergy有10个规格,24个品种,从65到55系列,适用轮辋从355.6 mm到431.8 mm。

P6000 Powergy的胎面花纹单看与P6000类似,但花纹节数由56增至70以降低噪声。通过改进胎面弧度半径和加大胎肩花纹沟深度,优化轮胎轮廓,使接地印痕区更平衡,胎面磨耗更均匀,从而提高了行驶里程,据估计行驶里程提高幅度可达8000 km。Powergy接地印痕面积比P6000大10%,压力分布更均匀,因而有利于乘坐舒适性的改善。

关于轮胎制造和所用原材料,倍耐力设计了一种新带束层,它采用高强度钢丝帘线,不但使带束层减薄,而且更柔软。胎面胶采用了新型聚合物和高分散白炭黑,改善了轮胎湿滑性能,降低了轮胎滚动阻力。

Powergy与P6000和竞争对手轮胎的性能对比试验表明,Powergy的乘坐舒适性优于最好的竞争对手轮胎,而滚动阻力与之相当。新胶料和稍加改进的胎面花纹在采用防抱死系统进行的 $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 下的制动试验中已证实其湿路面制动性能是可靠的。在这项试验中Powergy的制动距离比P6000缩短2 m,比最好的竞争对手轮胎缩短4 m。在类似的干路面制动试验中,Powergy与其竞争对手轮胎相当。

Powergy即将在欧洲面市,其价格约比P6000高3%,但其性能/价格比的提高将使用户得到补偿有余。

(涂学忠摘译)