



应用加工助剂提高胶料炭黑分散性的研究

彭守松

(山东成山轮胎股份有限公司 荣成 364300)

在胶料生产中,炭黑的分散程度对胶料性能至关重要。炭黑分散性差,胶料的拉伸强度、撕裂强度显著下降。据有关资料介绍,炭黑分散等级从 10 级降至 9 级时,拉伸强度下降 15% 左右,撕裂强度下降 6% 以上。全钢子午线轮胎胶料由于其配方特点,炭黑填充量大,不使用或很少使用软化剂,混炼难度极大,而且对胶料物理机械性能要求很高,好的炭黑分散性就变得异常重要。为了改善胶料的混炼效果、提高炭黑分散度,各主要加工助剂厂商均推出了各自不同的加工助剂,本文研究了三种应用广泛的加工助剂对炭黑分散性能的影响。

1 实验

1.1 原材料

加工助剂 A,主要成分为不饱和芳香族碳氢化合物的聚合物。主要作用是使不同粘度和极性的橡胶均匀混合,并可缩短胶料混炼时间。

加工助剂 B,主要成分为脂肪酸、脂肪族醇和脂肪酸酯的无水混合物。能显著提高填充剂的吸收性和分散性,提高生胶塑性,缩短混炼过程,显著减少混炼所需动力。加工助剂 C,主要成分为深色芳香烃树脂。能改善各种不同极性、粘度弹性体的相容性,获得优良的混炼效果。

其它均为轮胎生产通用原材料。

1.2 基本配方

见表 1。

1.3 主要混炼设备及混炼工艺

混炼采用 WP 公司生产的 GK400N 密炼机,加硫采用大连橡塑机械厂的 F270。

四种实验配方采用同一混炼工艺。混炼工艺为:

表 1 基本配方

配合剂	A	B	C	D
NR	70	70	70	70
BR	30	30	30	30
高耐磨炭黑	55	55	55	55
加工助剂 A	2	0	0	0
加工助剂 B	0	2	0	0
加工助剂 C	0	0	2	0
防老剂	3	3	3	3
硫化剂	3.2	3.2	3.2	3.2
其它	5.5	5.5	5.5	5.5

注:D 为空白胶料

1.3 主要混炼设备及混炼工艺

混炼采用 WP 公司生产的 GK400N 密炼机,加硫采用大连橡塑机械厂的 F270。

四种实验配方采用同一混炼工艺。混炼工艺为:

一段胶:胶、炭黑、小料同时加入密炼机,压栓 40s,提栓 10s,压栓至 160℃ 排胶。密炼机转速 $50\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

二段胶:一段胶加入密炼机,压栓 40s,提栓 10s,压栓至 150℃ 排胶,密炼机转速为 $40\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

三段胶:加硫。

1.4 性能测试

炭黑分散度检验采用 Dispergrade1000 炭黑分散仪,取 10 个试片检验,取平均值;

门尼粘度、焦烧时间测定采用北京友深公司生产的 M200E 橡胶门尼粘度仪;

硫化仪测定采用孟山都公司的 Rheometer 100s 型流变仪;

磨耗测定采用阿克隆磨耗实验机;

其它项目的测试均按照国标规定进行。

2 实验结果

2.1 母胶粘度、炭黑分散度

见表 2、表 3。

表 2 一段胶结果

配方	炭黑分散度	粘 度
A	3.8	107.3
B	6.5	101.3
C	3.9	105.0
D	4.8	116.1

表 3 二段胶结果

配方	炭黑分散度	粘 度
A	7.5	76.6
B	7.5	73.0
C	7.4	76.0
D	7.2	80.5

2.2 物理机械性能

见表 4。

表 4 物理机械性能实验结果

配方	A	B	C	D
粘 度	55.5	54.8	56.0	56.6
127℃ 焦烧时间/min	30.78	31.23	28.87	27.05
145℃ 硫化仪				
ML/(dN·m)	8.0	7.5	8.0	8.1
MH/(dN·m)	34.5	33.5	35.8	35.7
t ₁₀ /min	11.40	11.25	11.75	10.50
t ₉₀ /min	17.25	17.50	18.50	16.50
145℃×40min 硫化胶性能				
邵尔 A 硬度/度	65	65	64	66
伸长率/%	560	548	485	532
拉伸强度/Mpa	25.1	24.5	24.6	26.1
300%定伸应力/Mpa	12.1	12.1	11.6	13.3
撕裂强度/(KN·m ⁻¹)	120.9	129.3	132.8	134.0
磨耗	0.089	0.135	0.183	0.164

3 讨论

3.1 加工助剂对炭黑分散的影响

对于炭黑在胶料中的分散,张海教授提出了“最佳粘度”说法,即在胶料达到最佳粘度时加入炭黑,炭黑混入胶料的时间最短,且分散效果最好。从数据上看,胶料 B 的一段胶炭黑分散度已达到 6.5 级,甚至可以不用进行二段混炼。对于一段胶的炭黑分散,A、C 两种加工助剂没

有起到效果,炭黑分散度甚至低于空白胶料。经分析,加工助剂 B 在胶料中有物理增塑作用,能降低胶料的粘度,使胶料在混入炭黑时达到最佳粘度,因此一段胶炭黑分散度较高。而加工助剂 A、C 起到均匀剂的作用,对胶料粘度的调节作用不如加工助剂 B,胶料在混入炭黑时没有达到最佳粘度。另外一个可能的原因是一段混炼胶炭黑填充量很大,混炼不均匀性大,对加工助剂干扰作用很大,掩盖了加工助剂的作用,导致炭黑分散度低。

经过二段混炼,各胶料的炭黑分散度均达到 7 级以上,使用加工助剂的胶料分散度均高于空白胶料。从数据中可以看出,不使用加工助剂,空白实验胶料经过二段混炼,也能达到使用加工助剂的近似效果。

3.2 加工助剂对胶料粘度影响

1. 与空白胶料相比,加入一定量的助剂有助于降低粘度、增加可塑度,一段胶粘度降低 7.6%~12.7%,二段胶粘度降低 4.8%~9.3%。

2. 低粘度胶料在后道工序的挤出、压延时,主机电流显著降低,节约了能量,同时因为粘度低,胶料生热低,能提高挤出、压延速度。

3.3 加工助剂对物理性能影响

1. 由于加工助剂会或多或少参与硫化反应,加入加工助剂的胶料硫化速度变慢,正硫化时间稍微延长。

2. 使用加工助剂会略微影响胶料的拉伸强度、定伸应力、撕裂强度等性能,但是磨耗性能有所改善。

3. 磨耗性能以使用加工助剂 A 的胶料为优。

4 结论

1. 使用加工助剂能改善炭黑的分散效果,甚至可以减少混炼段数。

2. 增加混炼段数能改善炭黑的分散,部分情况下可以达到使用加工助剂的效果。

3. 使用加工助剂能缩短混炼时间,增加挤出、压延速度,提高效率,同时由于降低了胶料粘度,也就降低了胶料加工过程中的能量消耗。但是加工助剂价格很高,而且会稍微影响胶料物理机械性能,实际应用中应在成本和性能取得平衡的基础上选用。