

均化耐磨剂SCS30在轮胎胎面胶中的应用研究

盛柏松

(兰溪市双牛助剂化工有限公司, 浙江 兰溪 321100)

摘要: 研究含酰胺类官能团的均化耐磨剂SCS30在摩托车轮胎胎面胶、全钢载重子午线轮胎胎面胶、载重斜交轮胎胎面胶和工程机械轮胎胎面胶中的应用性能。结果表明: 添加均化耐磨剂SCS30的胶料物理性能无不良变化, 滚动阻力减小, 耐热老化性能较好, 耐磨性能提高。

关键词: 均化耐磨剂SCS30; 轮胎; 胎面胶; 耐磨性能

在橡胶加工中, 通常使用低相对分子质量化合物或其并用体系, 如酚醛树脂、间-甲-白粘合体系、亚硝基化合物/异氰酸酯体系等作为改性剂, 改进橡胶的硫化网络结构和性能。在胶料中这些改性剂有的形成微观非均相的新相, 有的促使新的硫化网络结构和新的活性官能团形成, 但这些改性剂对橡胶耐磨性能并没有明显的改善作用。

我公司于1998年开始研究橡胶改性剂, 2002年发现含某种酰胺类官能团的低相对分子质量聚合物能参与橡胶交联反应, 并改进橡胶的耐磨性能, 为此复配制成均化耐磨剂SCS30。该低相对分子质量聚合物通过对橡胶的渗透, 有效提高了橡胶-橡胶以及橡胶-填料的相互作用, 并在硫化过程中参与橡胶的硫化, 使橡胶形成更致密的硫化网络结构。均化耐磨剂SCS30通过对橡胶分子链和硫化网络结构的改进, 从根本上提高了胶料的耐磨性能。

本工作将均化耐磨剂SCS30用于4种不同轮胎的胎面胶中, 考察其对胶料物理性能和耐磨性能的影响。

1 实验

1.1 原材料

NR(天然橡胶), 3#烟胶片, 马来西亚产品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号1204, 中国石化上海高桥

石化公司产品; 氧化锌, 葫芦岛锌业股份有限公司产品; 均化耐磨剂SCS30, 浙江兰溪市双牛助剂化工有限公司产品; 其他原材料为橡胶工业常用产品。

1.2 主要设备与仪器

F370型和F270型密炼机, 大连橡胶塑料机械股份有限公司产品; XK-160型开炼机, 湖州橡胶机械厂产品; GT-AI-3000型拉力机和GT-M2000A型硫化仪, 台湾高铁检测仪器有限公司产品; RPA2000型橡胶加工分析仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; MH-74型磨耗机, 上海德杰仪器设备有限公司产品。

1.3 性能测试

胶料所有物理性能测试按照相应国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 理化性能

均化耐磨剂SCS30分子具有可交联的多个官能团和可伸缩的有机线性分子链, 分子键长为1~2 nm。均化耐磨剂SCS30具有柔性拉伸受限双重性, 既能改进胶料的硫化网络结构, 又有较好的补强性能、耐磨性能和热稳定性能。

均化耐磨剂SCS30的理化性能见表1, 其主要成分的红外光谱见图1。

表1 均化耐磨剂SCS30的理化性能

项 目	指 标
外观	白色(或浅黄色)固体
挥发分含量/%	≤5
灼烧残留量/%	8±3
pH值	5~7

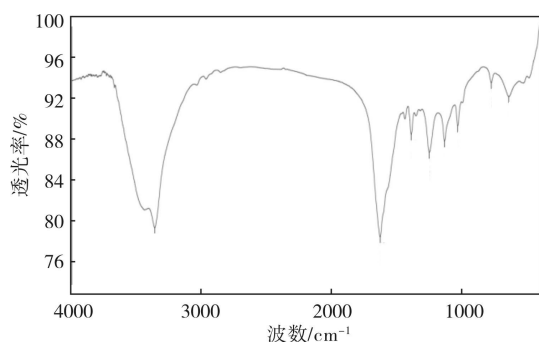


图1 均化耐磨剂SCS30主要成分的红外光谱

从图1可以看出,在波数3355.5 cm^{-1} 处出现了一NH基团的振动吸收峰,在1630 cm^{-1} 处出现了一C=O基团振动吸收峰。可以得出,均化耐磨剂SCS30的主要成分含酰胺结构。

均化耐磨剂SCS30的主要成分结构式可表示为: $\text{X}-(\text{O})_n-\text{X}$ 。其中,X为具有反应活性的官能团,O为链式结构单位, n 为链式结构单位数量,决定其主要成分分子大小,通过调节 n 值可以将分子控制到纳米级。均化耐磨剂SCS30在正常条件下能与硫黄一起参予硫化,通过与橡胶的次硫化作用产生交联,使胶料形成更为致密的硫化网络,起到提高胶料物理性能和耐磨性能的作用。但形成的硫化网络交联密度远不及硫黄形成的硫化网络,其用量过大会影响胶料交联均匀性与交联程度。均化耐磨剂SCS30一般用量为(1.50±0.25)份。

2.2 摩托车轮胎胎面胶

2.2.1 配方

生产配方(1[#]配方)为:SBR,100;炭黑N234,70;氧化锌,4;硬脂酸,1.5;防老剂4020,2;防老剂RD,1;环烷油,5;增粘树脂,2;促进剂,1.8;硫黄,1.5;其他,3;合计,191.8。

试验配方(2[#]配方)为:除添加1.25份均化耐磨剂SCS30外,其余同生产配方。

2.2.2 混炼工艺

胶料混炼分2段进行。一段混炼在F370型密炼机中进行,转子转速55 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶、炭黑和小料 $\xrightarrow{120^\circ\text{C}}$ 提压砑→压压砑→均化耐磨剂SCS30和环烷油 $\xrightarrow{145^\circ\text{C}}$ 提压砑→压压砑→排胶。

二段混炼在F270型密炼机中进行,转子转速30 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶 $\xrightarrow{2\text{min}}$ 硫黄和促进剂 $\xrightarrow{1\text{min}}$ 排胶。

2.2.3 物理性能

均化耐磨剂SCS30对摩托车轮胎胎面胶物理性能的影响见表2。

从表2可以看出,与1[#]配方胶料相比,添加均化耐磨剂SCS30的2[#]配方胶料门尼粘度增大,门尼焦烧时间略有缩短,定伸应力增大,拉断伸长率降低,拉断永久变形减小,撕裂强度增大,耐热老化性能改善,耐磨性能提高。

2.3 全钢载重子午线轮胎胎面胶

2.3.1 配方

生产配方(3[#]配方)为:NR,70;SBR,30;炭黑,50;防老剂,2.5;硫黄,1.2;促进剂,1.2;其他,8.5;合计,163.4。

试验配方A(4[#]配方)为:除添加1.5份均化耐磨剂SCS30外,其余同生产配方。

试验配方B(5[#]配方)为:除添加2份均化耐磨剂SCS30外,其余同生产配方。

2.3.2 混炼工艺

胶料混炼在XK-160型开炼机上进行,加料顺序为:生胶→小料和均化耐磨剂SCS30→炭黑→软化剂→促进剂和硫黄→下片。

2.3.3 物理性能

均化耐磨剂SCS30对全钢载重子午线轮胎胎面胶物理性能的影响见表3。

从表3可以看出,与3[#]配方胶料相比,添加均化耐磨剂SCS30的4[#]配方胶料和5[#]配方胶料焦烧时间略长,老化前后的硬度、定伸应力和拉伸强度变化不大,老化前撕裂强度和耐磨性能提高。

2.4 载重斜交轮胎胎面胶

2.4.1 配方

生产配方(6[#]配方)为:NR,70;SBR,30;

表2 均化耐磨剂SCS30对摩托车轮胎胎面胶物理性能的影响

项 目	1 [#] 配方		2 [#] 配方	
门尼粘度[ML（ 1+4 ） 100 ℃]	58.5		62.2	
门尼焦烧时间 t_5 （ 125 ℃ ） /min	27.00		24.20	
硫化仪数据（ 145 ℃ ）				
t_{10} /min	8.15		7.95	
t_{90} /min	21.23		20.22	
硫化时间（ 145 ℃ ） /min	20	30	20	30
邵尔A型硬度/度	57	59	59	61
300%定伸应力/MPa	4.6	5.5	6.7	6.9
拉伸强度/MPa	16.3	17.8	17.3	17.6
拉断伸长率/%	750	710	670	630
拉断永久变形/%	35	33	29	27
撕裂强度/（ kN · m ⁻¹ ）	47		52	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.219		0.210	
100 ℃ × 24 h热空气老化后				
邵尔A型硬度/度		65		68
拉伸强度/MPa		16.6		17.3
拉断伸长率/%		510		480
拉断永久变形/%		8.8		10.3

表3 均化耐磨剂SCS30对全钢载重子午线轮胎胎面胶物理性能的影响

项 目	3 [#] 配方				4 [#] 配方				5 [#] 配方			
门尼焦烧时间 t_5 (125 ℃) /min	30.87				31.52				31.35			
硫化时间 (151 ℃) /min	20	25	30	45	20	25	30	45	20	25	30	45
邵尔A型硬度/度	69	70	70	70	69	70	70	70	69	70	71	71
300%定伸应力/MPa	11.8	12.7	13.3	14.2	11.8	12.5	13.0	13.8	10.7	12.2	13.4	13.7
拉伸强度/MPa	27.2	28.7	28.0	28.1	28.8	28.1	27.8	27.7	27.5	26.9	28.1	26.3
拉断伸长率/%	547	547	525	504	584	563	541	512	592	536	544	488
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)			89				94				94	
阿克隆磨耗量/cm ³			0.090				0.080				0.080	
回弹值 ¹⁾ /%			52				51				52	
100 ℃ × 24 h热空气老化后												
邵尔A型硬度/度	70	71	71	70	70	70	71	71	70	71	71	71
300%定伸应力/MPa	17.1	17.6	17.6	17.0	16.8	17.1	17.8	17.3	16.6	17.2	17.0	17.5
拉伸强度/MPa	26.6	25.2	25.4	25.9	25.2	26.9	26.4	25.4	27.8	25.9	26.4	24.9
拉断伸长率/%	429	403	406	419	426	444	422	415	456	419	438	399
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)			55				48				50	
阿克隆磨耗量/cm ³			0.180				0.180				0.170	

注：1) 硫化时间35 min。

炭黑, 55; 氧化锌, 3; 硬脂酸, 2; 防老剂, 3; 促进剂, 1.1; 硫黄, 1.5; 活性剂, 3.5; 其他, 5; 总计 174.1。

试验配方(7[#]配方)为: 除添加1.5份均化耐磨剂SCS30外, 其余同生产配方。

2.4.2 混炼工艺

胶料混炼分2段进行。混炼工艺同摩托车轮胎

胎面胶混炼工艺, 排胶温度小于105℃。

2.4.3 胶料性能

均化耐磨剂SCS30对斜交轮胎胎面胶物理性能的影响见表4。

从表4可以看出, 与6[#]配方胶料相比, 添加均化耐磨剂SCS30的7[#]配方胶料硫化时间缩短, 其他物理性能差别不大, 高温时 $\tan\delta$ 减小, 表明滚动阻

表4 均化耐磨剂SCS30对斜交轮胎胎面胶物理性能的影响

项 目	6 [#] 配方		7 [#] 配方	
硫化仪数据（143 ℃）/ min				
M_L /（ dN · m ）	2.903		2.932	
M_H /（ dN · m ）	17.02		15.50	
t_{10} /min	11.28		9.65	
t_{90} /min	23.13		21.05	
硫化时间（143 ℃）/min	30	45	30	45
邵尔A型硬度/度	65	66	67	67
100%定伸应力/MPa	2.22	2.27	2.15	2.23
300%定伸应力/MPa	9.13	9.65	8.76	9.57
拉伸强度/MPa	17.50	19.23	19.38	20.40
拉断伸长率/%	508	533	563	539
拉断永久变形/%	20	20	20	20
撕裂强度/（ kN · m ⁻¹ ）	50	54	57	51
阿克隆磨耗量/cm ³	0.112	0.106	0.103	0.086
60 ℃时的tanδ		0.261		0.240
100 ℃时的tanδ		0.237		0.217
100 ℃ × 24 h老化后				
邵尔A型硬度/度	73	74	74	74
100%定伸应力/MPa	3.61	3.80	3.35	3.31
300%定伸应力/MPa	13.12	13.24	12.70	12.35
拉伸强度/MPa	15.52	15.55	16.23	16.68
拉断伸长率/%	361	365	377	404
拉断永久变形/%	15	15	10	14
阿克隆磨耗量/cm ³	0.275	0.342	0.227	0.217

力减小, 老化前后耐磨性能明显提高。

2.5 工程机械轮胎胎面胶

2.5.1 配方

生产配方(8[#]配方)为: NR, 30; SBR, 45; BR, 25; 炭黑, 55; 硫化剂, 3.1; 活性剂, 5.5; 其他, 9; 合计, 172.6。

试验配方(9[#]配方)为: 除添加1.5份均化耐磨剂SCS30外, 其余同生产配方。

2.5.2 混炼工艺

胶料混炼在开炼机上进行, 混炼工艺同全钢载重子午线轮胎胎面胶混炼工艺。9[#]配方胶料分为2份, 1份薄通5次, 1份薄通10次。

2.5.3 物理性能

均化耐磨剂SCS30对工程机械轮胎胎面胶物理性能的影响见表5。

从表5可以看出,与8[#]配方相比,添加1.5份均化耐磨剂SCS30的9[#]配方胶料 t_{10} 略有延长, M_L 和 M_H

略有增大,拉伸强度变化不大,耐磨性能提高。其中,与薄通5次的9[#]配方胶料相比,薄通10次的9[#]配方胶料硬度和定伸应力提高,拉断伸长率减小,但耐磨性能降低。说明胶料薄通次数增加,对耐磨性能无明显改善。

表5 均化耐磨剂SCS30对工程机械轮胎胎面胶物理性能的影响

项 目	8#配方		9#配方（薄通5次）		9#配方（薄通10次）	
硫化仪数据（143 ℃）						
M_L /（dN·m）	2.16		2.17		2.35	
M_H /（dN·m）	13.18		13.92		14.53	
t_{10} /min	11.38		11.75		11.60	
t_{50} /min	15.13		15.77		15.38	
t_{90} /min	21.73		22.75		22.50	
硫化时间（143 ℃）	30	45	30	45	30	45
邵尔A型硬度/度	63	63	62	62	65	65
300%定伸应力/MPa	10.28	10.15	9.50	9.20	11.27	11.41
拉伸强度/MPa	19.03	19.69	19.35	19.49	19.28	19.70
拉断伸长率/%	486	512	513	519	462	480
阿克隆磨耗量/cm ³		0.269		0.242		0.264

3 结论

在4种轮胎胎面胶中添加均化耐磨剂SCS30,胶料物理性能无不良变化,滚动阻力减小,耐热老化性能改善,耐磨性能有不同程度的提高。均化耐磨剂SCS30与硫黄能够同时和橡胶产生交联,二者

交联速度的协调是均化耐磨剂SCS30发挥作用的关健因素。由于均化耐磨剂SCS30与橡胶的交联速度比硫黄快,建议在密炼机中二段混炼时加入均化耐磨剂SCS30。作为一种新的橡胶助剂,均化耐磨剂SCS30与各种橡胶助剂相互作用的机理还有待进一步探讨。

Application of Homogenizing and Wear Resistant Agent SCS30 in Tire Tread

Sheng Baisong

(Lanxi Shuangniu Chemical Co., Ltd., Lanxi 321100, China)

Abstract: SCS30 is a homogenizing and wear resistant agent containing amide functional groups. In this study, the application of SCS30 in the tread compounds of various tires was investigated, for example, motorcycle tire, TBR tire, bias truck tire and OTR tire. The experimental test results showed that SCS30 had no negative effect on the physical properties of tread compounds. With SCS30, the rolling resistance of the tread was reduced, the heat aging resistance was good, and wear resistance was improved.

Keywords: homogenizing and wear resistant agent SCS30; tire; tread; wear resistance