

# 炭黑N231在工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用

张洪<sup>1</sup>, 李代强<sup>1</sup>, 陈新中<sup>2</sup>

(1. 贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008; 2. 江西黑猫炭黑股份有限公司, 江西 景德镇 333000)

**摘要:** 对工程机械子午线轮胎胎面胶配方进行改进。结果表明: 使用炭黑N231代替炭黑N220, 并适当增大炭黑用量, 能够有效提高胶料的邵尔A型硬度、定伸应力、抗崩花掉块性能和抗切割性能, 降低生热, 延长轮胎的使用寿命。

**关键词:** 工程机械子午线轮胎; 胎面胶; 炭黑N231; 抗切割性能; 抗崩花掉块性能

我国工程机械轮胎的需求量大、覆盖面广, 但专用产品系列少, 特别是工程机械子午线轮胎生产规模较小, 品种单一, 因此生产出适应性更强、性能更加优越的工程机械子午线轮胎迫在眉睫。

我国工程机械轮胎作业场所环境恶劣、使用条件苛刻、负荷量大及车辆连续作业等, 这就要求工程机械轮胎胎面胶耐磨、抗切割、抗崩花掉块性能好、抗撕裂、生热低, 防止胎面早期脱层。国内工程机械轮胎胎面胶基本采用全天然橡胶(NR)或NR/丁苯橡胶(SBR)并用胶, 炭黑主要采用炭黑N220和炭黑N234。本工作的目的是对我公司的工程机械子午线轮胎胎面胶配方进行改进, 以炭黑N231替代炭黑N220, 并对其它配合剂进行微调。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

NR, 牌号RSS3, 泰国联益橡胶有限公司产品; SBR, 牌号1500, 中国石油兰州石化公司产品; 炭黑N231和炭黑N220, 江西黑猫炭黑有限公司产品; 白炭黑, 山东海化股份有限公司产品。

### 1.2 配方

配方如表1所示。

### 1.3 主要设备和仪器

10英寸(254 mm)开炼机, 上海橡胶机械厂产品; 3 L密炼机和F270型密炼机, 英国法雷尔公

表1 试验配方

组 分	生产配方	1 <sup>#</sup> 试验配方	2 <sup>#</sup> 试验配方	3 <sup>#</sup> 试验配方
NR	60	60	60	60
SBR	40	40	40	40
炭黑N220/白炭黑	64	0	0	0
炭黑N231/白炭黑	0	64	66	68
氧化锌	5	5	5	5
硬脂酸	2	2	2	2
硫黄及促进剂	3.2	3.3	3.3	3.3
其他	11	11	12	12

司产品; XM140/20型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品; T2000E型电子拉力机、R100E型橡胶硫化仪和M200E型门尼粘度仪, 北京友深电子仪器有限公司产品; DIN磨耗仪, 长沙仪表机床厂产品; 抗切割试验机, 自制。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料分2段进行混炼, 一段混炼在3 L密炼机中进行。混炼工艺为: 生胶(塑炼) $\xrightarrow{30s}$ 小料 $\xrightarrow{30s}$ 白炭黑及2/3炭黑 $\xrightarrow{90s}$ 剩余1/3炭黑和芳烃油 $\xrightarrow{60s}$ 排料。二段混炼在开炼机上进行, 混炼工艺为: 一段混炼胶 $\rightarrow$ 硫黄、促进剂 $\rightarrow$ 薄通6次, 混炼均匀后下片。

大配合试验胶料分3段进行混炼, 一段和二段

混炼均在F270型密炼机中进行,终炼在XM140型密炼机中进行。一段混炼工艺为:生胶 $\xrightarrow{130\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 小料、白炭黑、2/3 炭黑 $\xrightarrow{145\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 芳烃油 $\xrightarrow{160\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 提压砣 $\rightarrow$ 排胶。二段混炼工艺为:一段混炼胶 $\xrightarrow{145\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 剩余1/3炭黑 $\xrightarrow{160\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 提压砣 $\rightarrow$ 排胶。终炼混炼工艺为:二段混炼胶 $\rightarrow$ 硫黄、促进剂 $\xrightarrow{105\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 排胶。

## 1.5 性能测试

胶料各项性能均按相应国家或企业标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

炭黑N231的理化分析结果如表2所示。可以

表2 炭黑N231的理化分析结果

项 目	炭黑N220		炭黑N231	
	实测值	ASTM标准	实测值	ASTM标准
吸碘值/(g·kg <sup>-1</sup> )	121	121±5	122	121±5
DBP吸收值×10 <sup>5</sup> /(m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	113	114	93	92±5
压缩DBP吸收值×10 <sup>5</sup> /(m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	95	98	87	86±5
统计吸附比表面积/(m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	107	106±5	108	107±5
着色强度/%	114	116±5	116	117±5
300%定伸应力差值 <sup>1)</sup> /MPa	-2.5	-2.3±1	-4.3	-4.6±1
水分含量/%	0.51	≤2.5	0.32	≤2.5
灰分含量/%	0.23	≤0.75	0.26	≤0.75
pH值	7.1		7.3	
挥发分含量/%	0.92		0.99	
325 <sup>#</sup> 水洗筛余物含量/%	0.0056	≤0.1	0.0121	≤0.1
35 <sup>#</sup> 水洗筛余物含量/%	0	≤0.001	0	≤0.001
细粉含量/%	4	≤8.0	5	≤8.0

注:1) 炭黑N220和炭黑N231硫化胶测试值分别与参比炭黑IRB7<sup>#</sup>硫化胶测试值的差值,硫化胶按ASTM D3192制备,硫化条件为145℃×30 min。

看出,炭黑N231的理化分析结果符合技术指标要求。

### 2.2 小配合试验

小配合试验结果见表3。可以看出,与生产配方胶料相比,1<sup>#</sup>试验配方胶料和2<sup>#</sup>试验配方胶料的焦烧时间延长,定伸应力、拉伸强度下降,DIN磨耗量增大,抗切割性能改善,生热大幅度减小,拉断伸长率、撕裂强度增大。对工程机械子午线轮胎来说,定伸应力降低虽然对胎冠刚度有影响,但拉断伸长率、撕裂强度增大可提高轮胎在苛刻环境下的抗崩花掉块性能,更重要的是生热大幅度减小可以大幅度提高轮胎的TKPH(Ton Kilometer Per

Hours)值,使用寿命延长,成品轮胎的实际耐磨性能也会有所改善。3<sup>#</sup>试验配方通过增大炭黑N231用量,不仅胶料的定伸应力、拉伸强度、撕裂强度提高,抗切割性能改善,而且耐磨性能也与生产配方胶料相当,综合性能最好。

### 2.3 大配合试验

优选3<sup>#</sup>试验配方胶料进行大配合试验,试验结果如表4所示。可以看出,大配合试验胶料的性能波动不大,较好地重现了小配合试验结果。同时试验配方胶料炭黑分散度(快检数据)由生产配方胶料的7级提高到8级,试验配方胎面胶的整体性能提升。

表3 小配合试验结果

项 目	生产配方	1 <sup>#</sup> 试验配方	2 <sup>#</sup> 试验配方	3 <sup>#</sup> 试验配方
门尼焦烧时间(127℃)/min	25.2	30.2	29.7	28.2
硫化仪数据(145℃)				
$M_L/(N \cdot m)$	3.85	3.23	3.50	3.87
$M_H/(N \cdot m)$	20.40	19.50	19.80	20.48
$t_{10}/min$	11.0	12.3	12.0	11.3
$t_{90}/min$	26.1	26.2	25.8	25.4
硫化胶性能(151℃×30min)				
邵尔A型硬度/度	74	73	73	75
100%定伸应力/MPa	4.0	3.8	3.9	4.1
300%定伸应力/MPa	14.7	13.6	13.9	15.0
拉伸强度/MPa	21.4	20.3	21.8	22.3
拉断伸长率/%	445	472	463	451
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	60	64	68	71
DIN磨耗量/mm <sup>3</sup>	137.8	139.0	138.1	137.2
抗切割性能 <sup>1)</sup> /mm	27.5	27.0	24.0	23.2
压缩生热/℃				
基部	41	30	35	36
中部	145	120	124	126
100℃×24h老化后				
邵尔A型硬度/度	75	73	74	76
100%定伸应力/MPa	5.4	5.1	5.4	5.8
300%定伸应力/MPa	15.6	14.9	15.8	16.3
拉伸强度/MPa	17.3	16.8	17.9	18.7
拉断伸长率/%	317	400	400	384
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	44	46	52	67
DIN磨耗量/mm <sup>3</sup>	146.0	150.0	142.3	146.8
抗切割性能 <sup>1)</sup> /mm	25.2	26.0	23.4	21.8
压缩生热/℃				
基部	30	30	37	37
中部	146	128	129	130

注: 1) 按企业标准测试, 数值越小表示抗切割性能越好。

## 2.4 成品性能

用试验配方胶料生产了一批29.5R25 GL906工程机械子午线轮胎, 并进行实际道路使用试验, 试验场地为碎石路面并伴有尖锐突起的岩石矿区。试验配方轮胎的TKPH值提高到235, 而生产配方轮

胎的TKPH值为190。轮胎使用6个月后胎面的磨损状况如图1和2所示。可以看出, 试验配方轮胎的耐磨性能和抗切割性能都有所改善。对表面花纹进行切片观察, 发现试验配方轮胎的表面光滑, 而生产轮胎的表面花纹磨损严重, 掉块现象时有发生。

表4 大配合试验结果

项 目	生产配方	试验配方
门尼焦烧时间(127℃)/min	26.3	29.2
硫化仪数据(145℃)		
$M_L/(N \cdot m)$	3.84	3.90
$M_H/(N \cdot m)$	20.32	20.56
$t_{10}/min$	10.8	11.7
$t_{90}/min$	25.6	25.5
硫化胶性能(151℃×30min)		
邵尔A型硬度/度	74	76
100%定伸应力/MPa	4.1	4.4
300%定伸应力/MPa	14.9	16.0
拉伸强度/MPa	21.8	23.0
拉断伸长率/%	412	430
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	61	73
DIN磨耗量/mm <sup>3</sup>	140.2	139.5
抗切割性能 <sup>1)</sup> /mm	26.4	23.1
压缩生热/℃		
基部	42	39
中部	147	132
100℃×24h老化后		
邵尔A型硬度/度	75	77
100%定伸应力/MPa	5.6	6.0
300%定伸应力/MPa	15.9	16.8
拉伸强度/MPa	18.0	19.2
拉断伸长率/%	310	365
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	51	69
DIN磨耗量/mm <sup>3</sup>	144.6	142.8
抗切割性能/mm	24.7	21.1
压缩生热 <sup>1)</sup> /℃		
基部	31	40
中部	148	135

注: 1) 同表3。

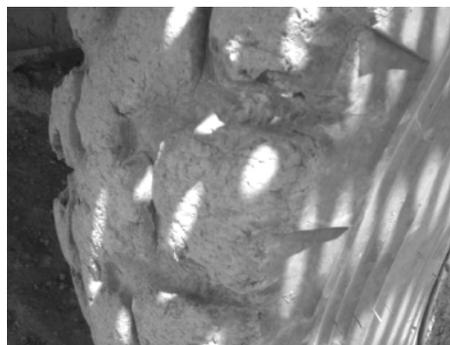


图1 生产配方轮胎的胎面磨损状况



图2 试验配方轮胎的胎面磨损状况

### 3 结论

在工程机械子午线轮胎胎面配方中用炭黑N231代替炭黑N220,并对其他配合剂进行微调,能够有效地提高胶料的邵尔A型硬度、定伸应力、拉伸强度、抗崩花掉块性能和抗切割性能,降低生热,轮胎的TKPH值接近国际先进水平,使用寿命延长,提升了我公司工程机械子午线轮胎的品牌形象。

## Application of Carbon Black N231 in the Tread Compound of OTR Tire

Zhang Hong<sup>1</sup>, Li Daiqiang<sup>1</sup>, Chen Xinzhong<sup>2</sup>

(1. Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550008, China; 2. Jiangxi Black Cat Carbon Black Co., Ltd., Jingdezhen 333000, China)

**Abstract:** In this study, the tread compound formulation for OTR tire was modified. The results show that, by using carbon black N231 instead of carbon black N220 and properly increasing the carbon black loading level, the Shore A hardness, modulus, chip resistance and cut resistance of the tread compound were increased, the heat build-up was reduced and the tire service life was extended.

**Keywords:** OTR tire; tread compound; carbon black N231; cut resistance; chip resistance