

# 固体橡胶操作油SG-100在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用

张宁,龙飞飞,郑涛,姜杰,徐岩,张悉帅

(山东丰源轮胎制造股份有限公司,山东 枣庄 277300)

**摘要:**研究固体橡胶操作油SG-100(以下简称固体油SG-100)在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明:在胶料中添加适量固体油SG-100,胶料门尼粘度减小,加工性能明显改善,炭黑分散性和胶料耐磨性能提高,对其他物理性能无不利影响;成品轮胎的耐久性能、高速性能均有所提升,生热降低。与液体环保油相比,固体油便于运输、储存和称量,节省了运输成本及设备投资和维护成本。使用固体油SG-100有利于提高轮胎产品的市场竞争力。

**关键词:**固体橡胶操作油;半钢子午线轮胎;胎面胶;加工性能;耐磨性能;生热

**中图分类号:**U463.341;TQ330.38<sup>+</sup>4 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2018)12-?-03

环保型固体橡胶操作油SG-100(以下简称固体油SG-100)是高性能子午线轮胎用辅助材料。固体油SG-100是由传统的粘稠液态橡胶操作油制成的便于称量的固态橡胶操作油,主要由液态橡胶操作油、高分散白炭黑和增粘树脂等聚合而成。

固体油SG-100为粉状固体,性质稳定,不易变质,无毒,无污染,不需要储存保温油库及运送管道,便于运输和储存;软化点较低,使用时无需加热,分散性好,不飞扬,可以准确计量,避免了桶装油带来的操作不便性,不但节省人力和设备成本,而且节能、环保;使胶料门尼粘度调节更精准、便捷,保证产品性能稳定性<sup>[1-3]</sup>。固体油SG-100的工艺性能和使用效果优于传统的液态橡胶操作油,可广泛应用于轮胎、输送带及其他橡胶制品行业。

本工作研究固体油SG-100在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

溶聚丁苯橡胶(SSBR),牌号RC2557S,油质量分数为0.27,中国石油独山子石化公司产品;乳聚丁苯橡胶(ESBR),牌号SBR1502,中国石化齐

鲁石化公司产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,北京四联创业化工有限公司提供;固体油SG-100(环保芳烃油、白炭黑1115MP和功能性树脂的质量分数分别为0.69,0.30和0.01),青岛中海嘉新材料有限公司产品;白炭黑1115MP,青岛艾博特有限公司产品;炭黑N234,江西黑猫炭黑股份有限公司产品;环保油V700,德国汉圣公司产品;微晶蜡Antilux111,莱茵化学(青岛)有限公司产品;防老剂4020、防焦剂CTP、硫黄和促进剂CZ,山东尚舜化工有限公司产品。

### 1.2 配方

试验配方如表1所示。固体油SG-100中的环保芳烃油和功能性树脂等量替代环保油V700,固体油SG-100中的白炭黑等量替代配方中单独添加

表1 试验配方 份

组 分	配方编号			
	R1	R2	R3	R4
SSBR	82.5	82.5	82.5	82.5
ESBR	15	15	15	15
BR	25	25	25	25
炭黑N234	60	60	60	60
白炭黑1115MP	24.4	22.9	21.4	19.9
固体油SG-100	0	5	10	15
环保油V700	17.2	13.7	10.2	6.7

注:其余组分及用量为偶联剂Si69 2.3,氧化锌 2.5,硬脂酸和微晶蜡 3.5,防焦剂CTP和防老剂4020 2.4,硫黄、促进剂CZ和DPG 3.7。

**作者简介:**张宁(1986—),女,山东枣庄人,山东丰源轮胎制造股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎配方设计工作。

\*通信联系人(xhmgc01@163.com)

的白炭黑。

### 1.3 主要设备和仪器

串联密炼机系统(GK320型密炼机、GE590T型密炼机和XM305型开炼机),大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;X(S)M-1.5X型小密炼机、XK-160型开炼机和XLB-400-400型四立柱平板硫化机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;MV3000型门尼粘度仪,德国Montech公司产品;M-3000A型无转子硫化仪,高铁检测仪器有限公司产品;Zwick Z3130型硬度计和Z010型拉力试验机,德国Zwick公司产品。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料混炼分两段进行。一段混炼在X(S)M-1.5X型密炼机中进行,加料顺序为:生胶→氧化锌、微晶蜡、硬脂酸等小料→炭黑、白炭黑、偶联剂Si69→环保油V700或固体油SG-100→排胶,停放4 h。二段混炼在XK-160型开炼机上进行,加料顺序为:一段混炼胶→硫黄、促进剂、防焦剂→下片。

大配合试验胶料混炼采用串联密炼工艺,生胶和小料在GK320型密炼机中初步混炼后,在GE590T型密炼机中加硫,在XM305型开炼机上下片,收取。

胶料在平板硫化机上硫化,硫化条件为150℃×40 min。

### 1.5 性能测试

胶料性能按照相应国家标准测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 小配合试验

小配合试验胶料的硫化特性和物理性能如表2和3所示。

表2 小配合试验胶料的硫化特性

项 目	配方编号			
	R1	R2	R3	R4
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	76	75	72	70
门尼焦烧时间 $t_5$ (130℃)/min	19.0	17.2	16.8	18.4
硫化仪数据(150℃)				
$F_L$ /(dN·m)	2.9	3.1	3.2	3.1
$F_{max}$ /(dN·m)	15.9	16.5	16.5	15.8
$t_{10}$ /min	6.2	5.5	5.6	6.0
$t_{50}$ /min	9.0	8.5	8.2	8.8
$t_{90}$ /min	15.7	15.5	15.3	15.9

表3 小配合试验胶料的物理性能

项 目	配方编号			
	R1	R2	R3	R4
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.14	1.14	1.14	1.14
邵尔A型硬度/度	63	64	64	63
50%定伸应力/MPa	1.51	1.58	1.64	1.60
100%定伸应力/MPa	2.55	2.75	2.95	2.68
300%定伸应力/MPa	12.57	12.43	12.55	12.01
拉伸强度/MPa	21.04	20.89	21.77	21.97
拉伸伸长率/%	460	450	487	465
拉伸永久变形/%	10	10	9	11
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	40	40	39	42
回弹值/%	36	36	35	37
炭黑分散等级(X)	7	8	8	9
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.130	0.106	0.102	0.098

从表2和3可以看出:随着固体油SG-100用量增大,胶料门尼粘度减小,硫化速率变化不大,加工性能改善;炭黑分散等级提高,说明添加固体油SG-100可以有效改善炭黑在胶料中的分散性;阿克隆磨耗量明显减小,胶料耐磨性能提高。

与R1配方胶料相比,R2和R3配方胶料门尼焦烧时间略缩短,50%和100%定伸应力提高,300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、弹性基本相当,R4配方胶料的300%定伸应力较低,拉伸强度和撕裂强度较高;添加10份固体油SG-100的R3配方胶料综合性能最好。

### 2.2 大配合试验

根据小配合试验结果,选取综合性能较好的R3配方胶料进行大配合试验,并与生产配方对比。

大配合胶料的硫化特性和物理性能如表4和5所示。

从表4和5可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度较低,耐磨性能较高,定伸应力有所提高,其他性能基本相当。大配合试验与小配合试验结果相差不大。

表4 大配合试验胶料的硫化特性

项 目	试验配方(R3配方)	生产配方(R1配方)
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	71	76
门尼焦烧时间 $t_5$ (130℃)/min	21.2	20.7
硫化仪数据(150℃)		
$F_L$ /(dN·m)	3.4	3.0
$F_{max}$ /(dN·m)	16.4	16.1
$t_{10}$ /min	6.7	6.2
$t_{50}$ /min	10.1	9.8
$t_{90}$ /min	17.4	16.5

表5 大配合试验胶料的物理性能

项 目	试验配方 (R3配方)	生产配方 (R1配方)
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.14	1.14
邵尔A型硬度/度	63	62
50%定伸应力/MPa	1.71	1.65
100%定伸应力/MPa	2.91	2.78
200%定伸应力/MPa	12.16	11.79
拉伸强度/MPa	17.11	17.30
拉断伸长率/%	414	397
拉断永久变形/%	10	12
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	39	38
回弹值/%	35	35
炭黑分散等级(X)	8	8
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.101	0.114
100℃×72h老化后		
邵尔A型硬度/度	87	86
50%定伸应力/MPa	7.62	7.33
拉伸强度/MPa	9.76	10.15
拉断伸长率/%	165	152
拉断永久变形/%	4	4

### 2.3 成品性能

采用大配合试验胶料生产半钢子午线轮胎,进行厂内高速性能和耐久性试验,并与生产轮胎对比。成品轮胎耐久性能和高速性能分别如表6和7所示。

从表6可以看出,试验轮胎的耐久性能优于生

表6 成品轮胎耐久性能

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	73	70
累计行驶里程/km	8 603	8 405
胎冠表面温度/℃	52.3	52.4
花纹沟底温度/℃	52.6	52.9

表7 成品轮胎高速性能

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/min	115	105
最高行驶速度/(km·h <sup>-1</sup> )	310	300
最高速度下行驶时间/min	1	5
损坏处温度/℃	53.1	54.9
胎冠表面温度/℃	53.1	53.7
花纹沟底温度/℃	54.3	54.9

产轮胎,累计行驶时间提高4.3%,累计行驶里程提高2.4%。

从表7可以看出,与生产轮胎相比,试验轮胎的高速性能提升,最高行驶速度提升3.3%,累计行驶时间提高9.5%,损坏时胎面损坏处、胎冠表面及花纹沟底温度都有所降低。

### 3 结论

(1)在半钢子午线轮胎胎面胶中添加适量固体油SG-100,胶料门尼粘度减小,加工性能明显改善,炭黑分散性和胶料耐磨性能提高,其他性能变化不大。

(2)用添加固体油SG-100的胶料制备的成品轮胎耐久性能和高速性能提高,胎面生热降低。

### 参考文献:

- [1] 赵敏,吴秀兰. 环保油在国内绿色轮胎中的应用研究进展[J]. 轮胎工业,2015,35(8):451-454.
- [2] 张继伟,李小光,刘义旗,等. 环烷油在半钢子午线轮胎胎侧胶中的应用[J]. 橡胶科技,2016,14(11):33-36.
- [3] 王中江,郑涛,李民军,等. SSM一步法炼胶工艺对胎面气孔率的影响[J]. 轮胎工业,2017,37(1):40-43.

收稿日期:2018-08-16

## Application of Solid Rubber Operating Oil SG-100 in Tread Compound of Semi-steel Radial Tire

ZHANG Ning, LONG Feifei, ZHENG Tao, JIANG Jie, XU Yan, ZHANG Xishuai

(Shandong Fengyuan Tire Manufacturing Co., Ltd., Zaozhuang 277300, China)

**Abstract:** The application of solid rubber operating oil SG-100 in tread compound of semi-steel radial tire was studied. The results showed that, adding appropriate amount of SG-100, the Mooney viscosity of the compound decreased, the processability was improved obviously, the dispersion of carbon black and wear resistance of compound increased, and had no adverse effect on other physical properties. The durability and high speed performance of the finished tire were improved, heat build-up was lower. Compared with liquid

environmentally-friendly oil, solid oil was easy to transport, store and weigh, the costs of transportation, equipment investment and maintenance were reduced. The use of solid oil SG-100 was conducive to improve the market competitiveness of tire.

**Key words:** solid rubber operation oil; semi-steel radial tire; tread compound; processability; wear resistance; heat build-up