

# 石墨在聚丙烯酸酯橡胶中的应用

唐坤明 黄克俊 李成奇

(成都市青白江大龙公司特种橡胶厂 610300)

**摘要** 对添加石墨的聚丙烯酸酯橡胶(ACM)硫化胶的性能进行了研究,结果表明,添加石墨能改善硫化胶的耐磨性能和抗油溶胀性能,同时会影响拉伸强度、扯断伸长率和扯断永久变形,但如果添加量不大,则影响程度较小。实际应用表明,石墨的添加量一般以 5—30 份为宜。

**关键词** 聚丙烯酸酯橡胶, 润滑剂, 石墨

聚丙烯酸酯橡胶(ACM)是一种具有优异耐热、耐油性能的饱和结构型特种橡胶,主要用于制作耐热、耐油橡胶制品。

ACM 是随着汽车工业发展而兴起的一种新型材料,在美、日等先进工业国家已广为使用,其产量的 80% 左右被汽车工业所用。

ACM 的重要用途是制作旋转油封,然而,其耐磨性能不太好,较丁腈橡胶差,这对制作用于高线速度的油封是不利的。为了克服这一缺点,可以采用添加润滑剂的方法,以降低橡胶的摩擦系数。国外曾作过添加润滑剂的研究,例如,在一些实用油封胶料中往往加有石墨,但未见到有关详细的研究报告。ACM 在我国的应用才开始不久,加工配合技术尚待完善。为使 ACM 获得良好的应用效果,我们对在胶料中添加润滑剂的配合方法进行了试验,以考察润滑剂对降低摩擦的效果以及对硫化胶其它物性指标的影响。本文就试验的有关情况作一介绍。

## 1 实验

### 1.1 试验配方选择

ACM 是“非自补强型”橡胶,纯胶机械强度很低,需添加补强剂才具有实用意义。试验中选用高耐磨炭黑作胶料的补强材料。

不同品种 ACM 具有不同的加工配合要求,本试验所用的 ACM 为活性氯型产品,因此硫化体系选用与之相适应的皂/硫黄硫化

体系。

具有润滑作用的材料较多,常用的有石墨、硫化钼、碳纤维、氮化硅等。根据材料条件,我们选用了石墨和二硫化钼进行试验。但在试验中发现,添加二硫化钼的胶料在硫化时起泡,无法制得完好的试样,因此只好予以放弃,最后只进行了石墨添加剂的全面试验。

做两种变量试验:(1)固定填料总量,变化炭黑和石墨配比;(2)固定炭黑用量,仅变化石墨用量。

### 1.2 主要原材料及规格

AR-100 型 ACM,成都市青白江大龙公司特种橡胶厂产品;石墨粉、高耐磨炭黑(N330)、防老剂 D、硬脂酸、硫黄均为工业品;硬脂酸钾、硬脂酸钠为化学纯;HL-15 通用机床润滑油,工业品。

### 1.3 混炼

将 ACM 生胶加入开炼机中塑炼 2—3min,包辊后先加入小料,然后加入炭黑和石墨填料,混炼均匀后加入硫化剂。薄通后打三角包,出片。存放 24h 后,再进行回炼,使其尽量混炼均匀。

### 1.4 硫化

将胶料装模,在平板硫化机上进行一段硫化,条件为:180℃×15min;二段硫化在恒温烘箱中进行,条件为 150℃×18h。

### 1.5 测试

将经过一段、二段硫化的试样和经过热

老化试验的试样存放3d后,再进行一般物理机械性能测试,测试方法按国家有关标准进行。收缩率以用150mm×124mm×2mm胶片模压出的试片为试样。

磨耗试验在阿克隆磨耗机上进行,试样

为3.2mm厚、12.7mm宽的胶条。

## 2 结果与讨论

固定填料总量试验结果列于表1。

从表1结果可以看出如下几个特点:

表1 固定填料总量试验<sup>1)</sup>

性 能	HAF 用量,份							
	55	50	45	35	25	15	0	0
	石墨用量,份							
	0	5	10	20	30	40	55	55 <sup>2)</sup>
一段硫化胶(180 C×15min)								
邵尔 A 型硬度,度	80	74	75	79	76	73	64	62
拉伸强度,MPa	14.4	13.8	13.3	11.8	9.9	7.5	5.5	6.5
扯断伸长率,%	270	275	235	245	235	230	290	290
扯断永久变形,%	14	22	20	32	36	38	18	16
20%压变(B法,150 C×70h),%	63.4	63.5	57.2	59.3	60.3	58.5	52.7	75.2
二段硫化胶(180 C×15min,150 C×18h)								
邵尔 A 型硬度,度	82	73	82	77	80	73	68	66
拉伸强度,MPa	14.8	14.0	13.6	12.3	11.3	8.7	5.4	6.8
扯断伸长率,%	265	235	235	240	250	250	290	280
扯断永久变形,%	12	16	20	26	34	30	14	14
磨耗量(1.61km),cm <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	0.237	0.168
20%压变(B法,150 C×70h),%	55.2	58.2	53.7	56.5	54.8	50.4	39.5	52.7
二段硫化胶热空气老化(150 C×70h)								
硬度变化,度	+2	-1	+2	+4	-1	+3	-1	-1
拉伸强度变化率,%	-11.5	-5.7	-4.4	-2.4	-9.7	-9.2	0	-2.9
扯断伸长率变化率,%	-3.8	+8.5	+4.2	+5.0	-4.0	-6.0	+8.6	+8.6
扯断永久变形,%	10	14	16	24	30	32	12	10

注:1)配方:ACM 100,硬脂酸 1.0,防老剂D 2.0,硬脂酸钾 0.6,硬脂酸钠 6.0,硫黄 0.6;

2)石墨中添加有1.5份KH-550硅烷偶联剂。

(1)纯石墨填料的补强效果很差,硫化胶的拉伸强度仅为HAF填料胶的1/3左右,硬度也较低,而抗压缩永久变形性能较好,伸长率与HAF填料胶相近,磨耗较高;

(2)经硅烷偶联剂处理过的石墨填料的补强效果略有提高,磨耗量下降较多,但抗压缩永久变形性能变差;

(3)随着炭黑用量减少,石墨用量增加,拉伸强度逐渐降低,而扯断永久变形逐渐增大,压缩永久变形和其它指标变化较小。

固定炭黑用量,改变石墨用量的试验结果列于表2。

从表2可以看出如下几个特点:

(1)由于胶料中固定用50份高耐磨炭黑,所以各胶样均有较高的拉伸强度;

(2)随着石墨用量的增加,硫化胶的耐磨耗性能逐渐提高;

(3)随着石墨用量的增加,硬度和扯断永久变形增大,拉伸强度和伸长率降低,而压缩永久变形变化不大;

(4)在热空气老化试验中,扯断伸长的变化率随石墨用量的增加而增大,伸长率明显降低,而其它指标无明显变化;

(5)在油老化试验中,随着石墨用量的增加,扯断伸长变化率增大,扯断伸长率增加,体积变化率依次明显减小,而重量变化率变

表 2 石墨变量试验

性 能	石墨用量,份					
	0	5	10	20	30	40
一段硫化胶(180 C × 15min)						
邵尔 A 型硬度,度	77	78	80	80	82	85
拉伸强度,MPa	16.5	15.3	15.3	14.4	13.9	13.1
100%定伸应力,MPa	5.3	5.0	5.9	6.3	7.1	7.5
扯断伸长率,%	265	260	250	240	220	210
扯断永久变形,%	10	12	14	14	16	20
收缩率(纵向/横向),%	2.7/2.4	3.0/2.8	3.0/2.4	2.7/2.4	2.7/2.4	2.3/1.6
20%压变(B法,150 C × 70h),%	55.5	55.9	55.0	59.8	55.4	57.8
二段硫化胶(180 C × 15min,150 C × 18h)						
邵尔 A 型硬度,度	80	80	82	83	84	85
拉伸强度,MPa	16.7	16.0	15.7	14.2	13.2	13.2
100%定伸应力,MPa	5.2	5.2	6.1	6.8	7.1	8.2
扯断伸长率,%	280	275	250	225	210	195
扯断永久变形,%	8	10	10	12	12	16
收缩率(纵向/横向),%	4.1/4.0	4.0/3.6	3.8/4.0	3.7/3.6	3.3/2.8	3.3/2.8
磨耗量(1.61km),cm <sup>3</sup>	0.086	—	0.085	0.025	—	—
20%压变(B法,150 C × 70h),%	47.4	47.1	45.4	50.1	46.9	44.4
二段硫化胶热空气老化(150 C × 70h)						
硬度变化,度	+1	+2	+3	+1	+3	+4
拉伸强度变化率,%	-13.2	-14.4	-17.8	-18.3	-14.4	-12.9
扯断伸长率变化率,%	+9.6	0	-7.5	-11.5	-16.3	-21.9
扯断永久变形,%	8	8	8	8	10	10
HL-15 通用机床润滑油老化(150 C × 70h)						
硬度变化,度	-6	-5	-7	-7	-5	-6
拉伸强度变化率,%	-11.4	-4.4	-14.6	-9.9	-8.3	-11.4
扯断伸长率变化率,%	+25	+31.2	+22	+39	+37.8	+34.2
扯断永久变形,%	10	12	10	14	16	16
体积变化率,%	+9.8	+7.1	+5.5	+4.7	+1.3	0
重量变化率,%	+4.2	+4.2	+3.8	+3.8	+3.6	+3.3

注:配方为 ACM 100;硬脂酸 1.0;防老剂 D 2.0;硬脂酸钾 0.6;硬脂酸钠 6.0;硫黄 0.6;HAF 50。

化不大。这说明添加石墨后增加了硫化胶的耐油老化性能,对制作耐油制品极为有利。

### 3 结论

(1)石墨是 ACM 的良好润滑剂,添加后能明显改善硫化胶的耐磨耗性能。随其用量的增加,耐磨性能得到增强。

(2)添加石墨后,抗油溶胀性能得到明显提高。用量越大,作用越明显。

(3)石墨对 ACM 的补强效果很差,一般

不宜单独用作补强填料,和炭黑配合使用较好,且炭黑的比例不宜过低,以保证必要的补强作用。

(4)石墨对硫化胶拉伸强度、扯断伸长率、扯断永久变形等物理机械性能有不良影响,影响程度与石墨添加量成正比。在实用配方中,为了保证硫化胶有良好的综合性能,石墨的添加量以 5—30 份为宜。

收稿日期 1995-04-03