

# 硅粉用于橡胶补强的研究

高海银 周腊生

(武汉市橡胶工业制品研究所 430015)

胡本坚 董利民

(武钢集团公司钢铁研究所 430080)

**摘要** 研究了硅粉在橡胶中的补强作用及其对加工性能的影响。结果表明,硅粉与白炭黑并用,二者性能可互补,效果较好;硅粉用量为 60 份时,硫化胶的综合性能较好;用硅粉替代陶土和碳酸钙可获得较好的补强效果;用硅粉替代部分炭黑,可以减少炭黑用量,降低生产成本。

**关键词** 硅粉·补强剂

硅粉系武钢硅铁冶炼生产中电除尘收集下来的灰尘。过去人们把它视作废物而弃之,严重污染了环境。国外已有将硅粉用于橡胶作补强填充剂的报道。本文研究了硅粉在橡胶中的补强作用及其对加工性能的影响。采用硅粉与炭黑并用生产了部分产品,为硅粉在橡胶中应用开辟了一条新的途径。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

NR, 1# 标准胶,海南产品;沉淀法透明白炭黑,山西临猗化工厂产品;硅粉,武钢公司钢铁研究所产品;其它原材料均为市售工业品。

### 1.2 硅粉技术指标

经 X 衍射分析及电镜观察,硅粉的技术指标[组分(%)]如下:SiO<sub>2</sub> 85—90, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.27, CaO 3.21, MgO 0.87, FeO 1.35, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5, MnO 0.08, C 3.72, S 0.335, P 0.035; 细度 400 目; 白度 ≥ 85%; pH 值 6.5—8; 比表面积 38—40m<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>; 吸油值 1mL·g<sup>-1</sup>; 水分 ≤ 0.5%。

### 1.3 试样制备

按 LH- I 型硫化仪测定的正硫化时间,在 45t 电热平板硫化机上于 150℃ 下硫化,制

取试片。

## 1.4 性能测试

各项物理机械性能均由武汉市产品质量监督检验橡胶站按相应的国家标准进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 硅粉与沉淀法白炭黑的补强性能比较

硅粉与沉淀法白炭黑都有含量较高(90%)的无定形二氧化硅,具有一定的表面活性,对橡胶能起补强作用。我们将硅粉与沉淀法透明白炭黑在 NR 中进行了对比试验,配方及性能如表 1 所示。

表 1 硅粉与沉淀法白炭黑的补强性能比较

项 目	配方编号			
	GF-101	GF-102	GF-103	GF-104
沉淀法白炭黑,份	0	40	0	20
硅粉,份	0	0	40	40
t <sub>10</sub> ,min	3	3	1.5	1.6
t <sub>90</sub> ,min	8.25	8.75	7	5.83
拉伸强度,MPa	19.9	12.6	22.4	14.7
扯断伸长率,%	684	572	596	572
扯断永久变形,%	8	30	16	22
邵尔 A 型硬度,度	38	64	46	60
磨耗量(1.61km) cm <sup>3</sup>	2.4	2.0	1.2	2.0

注:基本配方:NR 100;硫黄 2.5;促进剂 1.4;活性剂 6.5;防老剂 D 1。

由表 1 可知,GF-101(无补强剂)虽然拉伸强度较好,但硬度较低,磨耗量偏大。GF-102(白炭黑补强)除硬度较高、耐磨性有所改善外,其它性能均有所下降,尤其是扯断永久变形变化较大,这无疑对模制品的尺寸稳定性有一定影响。GF-103(硅粉配方)的综合性能较好,耐磨性有较大改善,唯硬度较 GF-102 低。

为了使硅粉达到 GF-102 时的硬度,我们将硅粉和白炭黑并用(GF-104),看来效果较好。

从上述试验数据可以看出,硅粉具有一定的补强效果,在橡胶中的分散性也较好,除硬度不及白炭黑外,其它性能均超过白炭黑,若将二者并用,性能可互补,效果会更好。

### 2.2 硅粉用量对性能的影响

我们就不同硅粉用量对硫化胶性能的影响进行了试验,基本配方为:NR 100,硫黄 2.5,促进剂 M 1.2,促进剂 TT 0.2,氧化锌 5,硬脂酸 1.5,防老剂 D 1,硅粉变量(40,60,80,100)。试验结果见图 1—6。

由图示可知,随着硅粉用量的增大,硫化速度加快,说明硅粉具有促进硫化的作用;拉伸强度和扯断伸长率逐步下降;硬度呈直线上升;扯断永久变形增大;耐磨性变化不明显。

我们认为硅粉用量在 60 份时综合性能较好,其硫化速率、拉伸强度、硬度适中,扯断

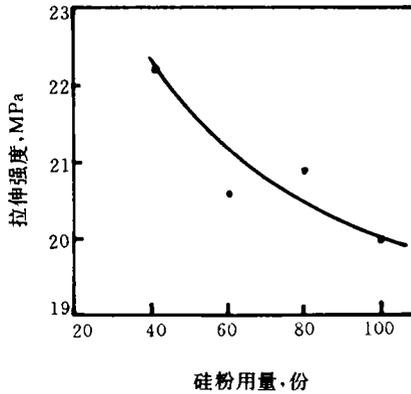


图 2 硅粉用量对拉伸强度的影响

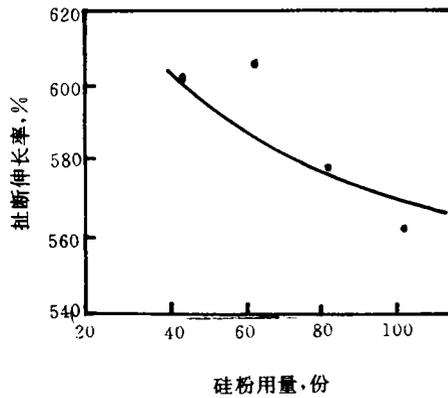


图 3 硅粉用量对扯断伸长率的影响

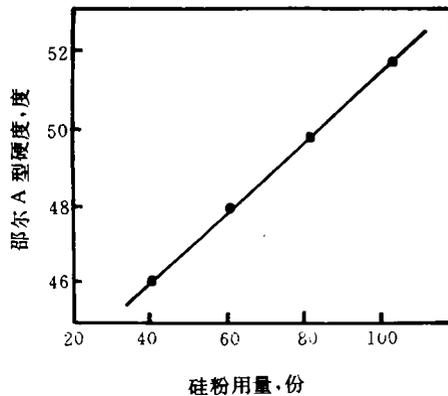


图 4 硅粉用量对硬度的影响

伸长率、扯断永久变形和耐磨性较好。

### 2.3 硅粉与陶土、碳酸钙的补强性能比较

在浅色橡胶制品中,除了采用白炭黑进

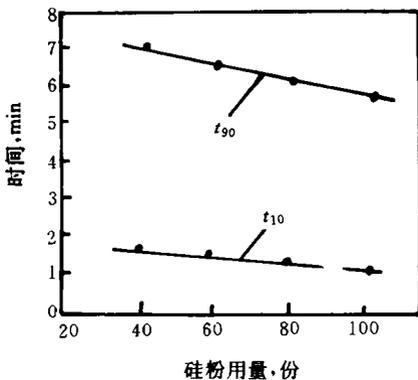


图 1 硅粉用量对硫化时间的影响

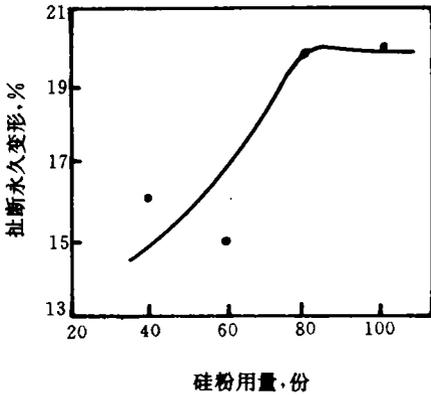


图5 硅粉用量对扯断永久变形的影响

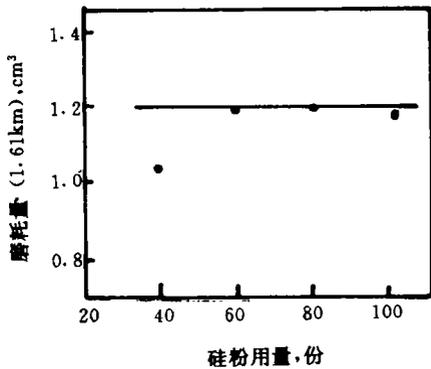


图6 硅粉用量对耐磨性的影响

行补强外,还常常选用陶土、碳酸钙等作为补强填充剂,但效果不如白炭黑好。为了扩大硅粉的应用范围,我们将硅粉与陶土、碳酸钙的补强性能进行了对比试验,其结果见表2。

表2 硅粉与陶土、碳酸钙的补强性能比较

项目	配方编号		
	GF-105	GF-106	GF-107
硅粉,份	60	0	0
陶土,份	0	60	0
碳酸钙,份	0	0	60
$t_{10}$ ,min	1.5	1.75	1.5
$t_{90}$ ,min	6.75	7	5
拉伸强度,MPa	20.5	15.3	12.5
扯断伸长率,%	612	612	612
邵尔A型硬度,度	48	48	52
扯断永久变形,%	15	16	21
磨耗量(1.61km),cm <sup>3</sup>	1.0	2.2	2.0

注:基本配方同2.2。

试验结果表明,三者的扯断伸长率、扯断永久变形、硬度相差不大,硅粉略优;硅粉的拉伸强度、耐磨性能均优于陶土和碳酸钙,用硅粉替代陶土、碳酸钙可获得较好的补强效果。

#### 2.4 硅粉在NBR中的应用

NBR 具有较好的耐油性能,多用于耐油橡胶制品。NBR 是一种非自补强性橡胶,自身强力极低,不加补强剂几乎没有使用价值。因此,我们用炭黑及硅粉与炭黑并用对NBR补强,并且与纯胶进行了对比,结果如表3所示。

表3 硅粉在NBR中的应用

项目	配方编号			
	GF-108	GF-109	GF-110	GF-111
半补强炭黑,份	0	0	50	25
硅粉,份	0	60	0	35
陶土,份	0	0	25	25
二丁酯,份	0	0	10	10
$t_{10}$ ,min	2.8	1.5	3	2.5
$t_{90}$ ,min	8	7.5	9.5	9.5
拉伸强度,MPa	2.7	7.1	14.7	14.4
扯断伸长率,%	372	644	420	492
邵尔A型硬度,度	54	60	68	68
扯断永久变形,%	—	10	12	13
磨耗量(1.61km) cm <sup>3</sup>	—	0.4	0.4	0.4
耐油性(70℃×24h, 重量变化率),%	—	—	-2	-2

注:基本配方:NBR 100;硫黄 1.75;促进剂 M 1.50;促进剂 TT 0.15;氧化锌 5;硬脂酸 1.5;防老剂 A/D 0.5/0.5。

从表3可以看出,GF-108(无补强剂NBR)的拉伸强度极低,基本上无法测试;GF-109(硅粉补强)效果稍好一些;GF-110采用50份半补强炭黑,而GF-111则将炭黑用量减少一半(即只用25份),另外再添加35份硅粉,此时二者的各项性能极为相近,说明在NBR中用硅粉替代部分炭黑,可减少炭黑用量,从而降低NBR耐油橡胶制品生产成本是完全可行的。

## 2.5 硅粉对加工性能的影响

(1) 混炼中有良好的分散性和包辊性, 无粉尘飞扬现象, 可缩短混炼时间, 改善操作环境;

(2) 胶料流动性较好, 适用于模压制品;

(3) 可提高混炼胶及其制品表面的光泽度。

## 2.6 硅粉的应用

我们将硅粉及硅粉/炭黑分别用于 NR, NBR 及再生胶中, 生产了部分橡胶制品, 如橡胶板、气象用采样机皮碗、耐油密封圈、I 字型垫块等。产品外观及内在质量均符合要求, 说明硅粉可用于生产一般橡胶制品。

## 3 结论

(1) 硅粉具有良好的分散性和包辊性;

(2) 硅粉具有促进硫化的作用, 可缩短硫化时间, 减少硫化促进剂用量;

(3) 硅粉可部分替代炭黑使用, 与炭黑的混容性较好, 价格低廉, 是普通炭黑的 1/3—1/4;

(4) 硅粉可改善环境, 提高废物的再生利用, 作为橡胶补强剂的代用品是可行的;

(5) 硅粉稍有变色现象, 不宜制作浅色制品, 可提高深色制品的光泽度。

**致谢** 本工作的试验数据由武汉市产品质量监督检验橡胶站提供, 在此表示感谢!

收稿日期 1996-02-12

## 湖南巴陵石化公司 SIS 生产线投产

湖南巴陵石化公司年产 1 万 t 苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯(SIS)的生产线于日前成功投产(以石油 C<sub>5</sub> 馏分为原材料), 从而结束了我国 SIS 全部依赖进口的历史。经检测, 该产品的拉伸强度、定伸应力、扯断伸长率、熔流速率等指标全部达到国家标准。

SIS 兼有橡胶与塑料的性质, 具有高弹性、热塑性、耐屈挠及易加工、易共混和可重复使用等特点, 主要用于热融型压敏粘合剂、涂料、溶剂型粘合剂、塑料改性制品、嵌缝制品及粉性腻子等的制备。

(吉林化学工业公司电石厂 王沛熹供稿)

m<sup>-1</sup>, 使用温度为 100℃ 的各类压榨、压光、烘缸干燥等部位抄纸需求。与普通造纸胶辊相比, 该产品具有耐磨、耐热老化、高强度、弹性好、压榨性能高的特点。具有较好的经济效益和社会效益。同时, 又可推广应用于冶金、印染等行业, 市场前景十分广阔。

(本刊讯)

## 超低温微细胶粉列入星火计划

由杭州爱江化工总厂承担的年产 4000t 超低温微细胶粉项目经国家科委审定被列入 1996 年国家科技星火计划。中国银行下达了 500 万元科技贷款建议指标。

该项目采用先进超低温破碎技术对旧轮胎进行破碎加工, 制成可回收利用的微粉。首先将废旧轮胎在常温下粗破至直径小于 5mm 颗粒, 然后在 -140℃ 超低温下破碎至大于 80 目的胶粉, 可作 NR 的代用品。

该项目建完后, 每年可回收废旧轮胎 6800t, 可节约 NR4000t, 回收废钢丝 1830t, 具有良好的经济效益和社会效益。

(摘自《中国化工报》, 1996, 7, 15)

## 上海世界橡胶厂高线压造纸胶辊 通过化工控股公司鉴定

上海世界橡胶厂开发的 100kN·m<sup>-1</sup> 高线压造纸胶辊经化工控股公司鉴定, 认为其主要技术性能和质量已达到国内先进水平。

该产品配方设计合理, 解决了高硬度胶料配合、加工及其与金属辊芯粘合等技术难题。它可满足造纸行业线压不超过 100kN·