

华光特导电炭黑在硅橡胶中的应用研究

宁英沛 赵金义 卢祥来

(青岛化工学院橡胶工程学院 266042)

刘文成 孟祥雨 刘建平

(淄博市临淄华光化工厂 255400)

摘要 华光特导电炭黑(HG-CB)在硅橡胶中加入 20 份,胶料的体积电阻率约为 $10\Omega \cdot \text{cm}$,表面触点电阻约为 6Ω 。HG-CB 与中超耐磨炭黑和纳米导电纤维并用,可进一步提高硅橡胶的导电性能和改善物理性能。

关键词 导电炭黑,导电橡胶,硅橡胶,导电纤维

华光特导电炭黑是淄博市临淄华光化工厂生产的导电性能优良的导电炭黑。它的导电性能和粒子形态结构与国外优良的导电炭黑 Ketjant Black EC 相似,可在导电橡胶、导电塑料、电磁屏蔽、抗静电高分子材料和电池工业等领域广泛应用。

本文通过华光特导电炭黑与其它导电填料的比较和并用,研究了填充华光特导电炭黑的硅橡胶的导电性能和物理性能。

1 实验

1.1 原材料及配方

乙烯基甲基硅橡胶(VMQ-110),数均分子量($\bar{M}_n$) 50 万—70 万,山东莱州金泰化工厂产品;纳米导电纤维($N_{\text{ano-F}}$),青岛化工学院纳米研究所产品;中超耐磨炭黑(ISAF),青岛炭黑厂产品;华光特导电炭黑,粒径 $\leq 30\text{nm}$,DBP 吸油值 $5\text{--}6\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$,表面积(CTAB 法) $750\text{--}820\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$,pH 值 7—8,淄博市临淄华光化工厂产品。

试验配方为:硅橡胶 100;过氧化物 DCP 1.2;环硅亚胺 0.6;导电填料 变品种及变量。

1.2 试验仪器

4 英寸开放式炼胶机,LH-Ⅱ型硫化仪,25t 平板硫化机,XL250A 型拉力试验机,邵氏硬度计,101-2 型烘箱,DT-890/890A 型数字万用表,DT-1718-1 型稳压电源器。

1.3 试样制备

混炼:硅橡胶在开炼机上包辊后加入导电填料,捣胶数次后加入过氧化物 DCP,薄通数次后压片停放待用。

试片硫化:在平板硫化机上进行一段硫化,硫化条件 $160\text{C} \times 15\text{min}$;在烘箱中进行二段硫化,硫化条件 $160\text{C} \times 4\text{h}$ ($200\text{C} \times 4\text{h}$ 更好,但本试验烘箱的最高温度为 160C)。硫化试片厚 $1\text{--}2\text{mm}$ 。

1.4 电性能测试方法

(1)表面触点电阻(R_s)的测定。在试片上选择距离为 1cm 的两个点,用万用表测量电阻值(以 20s 稳定读数为准)。测量不同位置点 3 次,取平均值。

(2)体积电阻率(ρ_v)的测定。稳压电源的输出功率为 $0.2\text{--}0.5\text{W}$,用万用表测试试片上距离(l)为 2cm 的两点间的电压(V)及电流(I)。体积电阻率的计算公式为: $\rho_v = V \cdot S / I \cdot l$ (S 为试片截面面积)。

2 结果与讨论

2.1 HG-CB 与其它导电填料填充的硅橡胶的导电性能比较

为了考察 HG-CB 的导电性能,用几种导电填料作参照物进行对比试验,试验结果如图 1 所示。

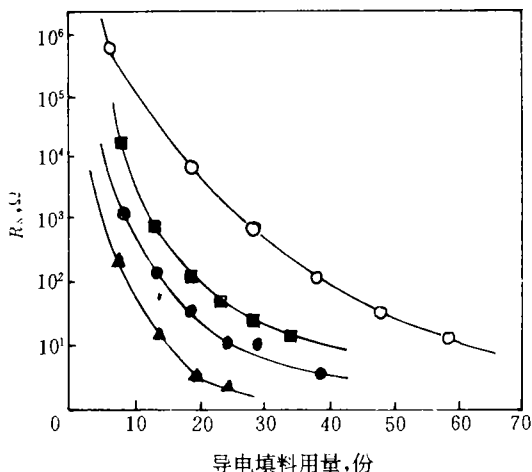


图 1 HG-CB 及其它导电填料填充的硅橡胶混炼胶的表面触点电阻

▲ -HG-CB; ● -乙炔炭黑; ■ - $N_{\text{ano}}\text{-F}$; ◆ -ISAF

由图 1 看出, HG-CB 的用量仅为乙炔炭黑的 1/2, ISAF 的 1/4, $N_{\text{ano}}\text{-F}$ 的 2/5 就可达到相同的导电水平。由于本试验所用的导电填料粒径均相同 (25—33nm), 因此认为 HG-CB 导电性能好的原因是其结构度高和比表面积大。

由图 1 还看出, HG-CB 用量达到 20 份后, 胶料电阻变化趋于缓和, 说明这时 HG-CB 已达到临界含量, 导电网络通道已形成。最后确定 HG-CB 在硅橡胶中的用量为 22—25 份较合适。

2.2 HG-CB 和其它导电填料并用的硅橡胶性能

由于 HG-CB 导电炭黑结构度高, 因此随着其用量的增加, 胶料的粘度迅速增大, 而流动性明显变差; 又由于导电炭黑与其它品种炭黑并用可提高胶料的导电性能及改善粘流性能, 所以本试验采用 HG-CB 与结构度

较低的导电填料并用来观察胶料的工艺性能及电阻变化。试验结果如图 2 所示。

由图 2 看出, 在 10 份 HG-CB 的硅橡胶胶料中加入 5 份 ISAF, 可降低电阻值 120Ω; 加入 10 份 ISAF, 可降低电阻值 200Ω。这种并用方法还可方便地调节胶料的硬度, 改善工艺性能, 在生产上具有较好的经济性和技术性。

由图 2 还看出, HG-CB 与乙炔炭黑并用的效果较理想。

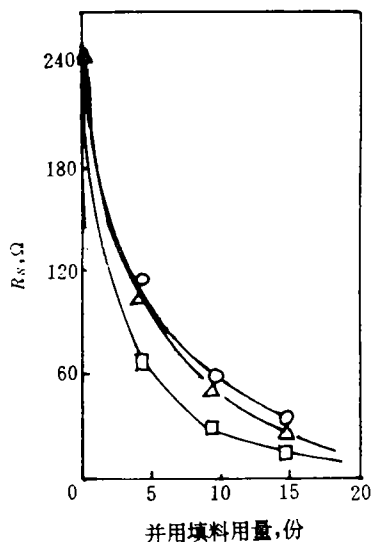


图 2 HG-CB (10 份) 与其它导电填料并用的硅橡胶混炼胶的表面触点电阻

△ - $N_{\text{ano}}\text{-F}$; ◆ - ISAF; □ - 乙炔炭黑

2.3 填充 HG-CB 的硅橡胶的导电性能和物理性能

填充 HG-CB 的硅橡胶的导电性能如图 3 所示, 物理性能见表 1。

由图 3 看出, 无论是硫化胶还是混炼胶, HG-CB 的用量超过 20 份后, 胶料的体积电阻率和表面触点电阻都趋于最小值。

由表 1 看出, 随着 HG-CB 用量的增加, 胶料的硬度、拉伸强度和扯断永久变形增加。值得注意的是, HG-CB 用量增加到 20 份, 胶料的扯断伸长率没有下降的趋势, 表明这时胶料的物性仍相当优良。

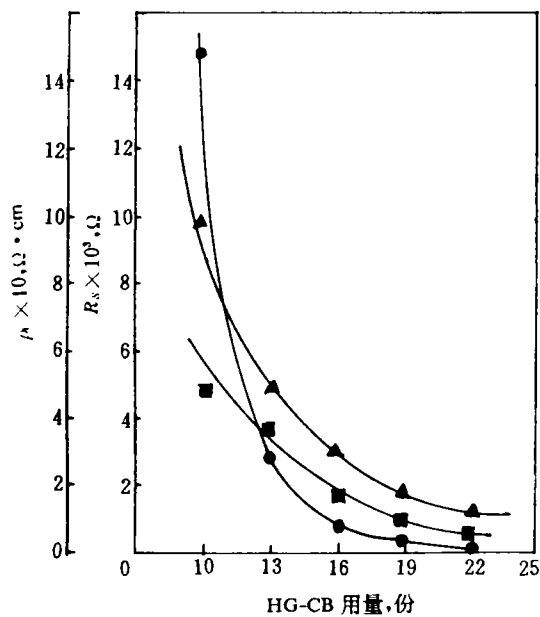


图 3 填充 HG-CB 的硅橡胶的表面触点电阻和体积电阻率

●—硫化胶 R_s ; ▲—混炼胶 R_s ; ■—硫化胶 ρ_v

表 1 填充 HG-CB 的硅橡胶的物理性能

性 能	HG-CB 用量, 份				
	10	13	16	19	22
邵尔 A 型硬度, 度	47	50	54	58	65
拉伸强度, MPa	2.31	2.27	2.89	3.30	4.21
扯断伸长率, %	259	221	248	288	280
扯断永久变形, %	5	5.6	8	18	25

2.4 HG-CB 和 ISAF 并用的硅橡胶的导电性能和物理性能

HG-CB 和 ISAF 并用的硅橡胶导电性能见图 4, 物理性能如图 5 所示。

由图 4 看出, HG-CB 和 ISAF 并用胶料体积电阻率随 ISAF 用量的增加而降低。由图 5 看出, ISAF 的用量为 15 份时, 胶料的综合物理性能较好。

2.5 HG-CB 和 N_{ano}-F 并用的硅橡胶的导电性能和物理性能

N_{ano}-F 是一种纤维态的弹性高聚物, 它的形态与 HG-CB 的空壳球状纤维带状聚集形态不同, 纤维态 N_{ano}-F 的加入, 更容易使胶料中 2 个 HG-CB 炭黑聚集体间形成导

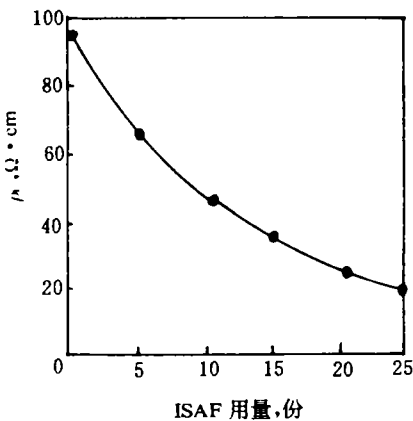


图 4 HG-CB(10 份)和 ISAF 并用的硅橡胶硫化胶的体积电阻率

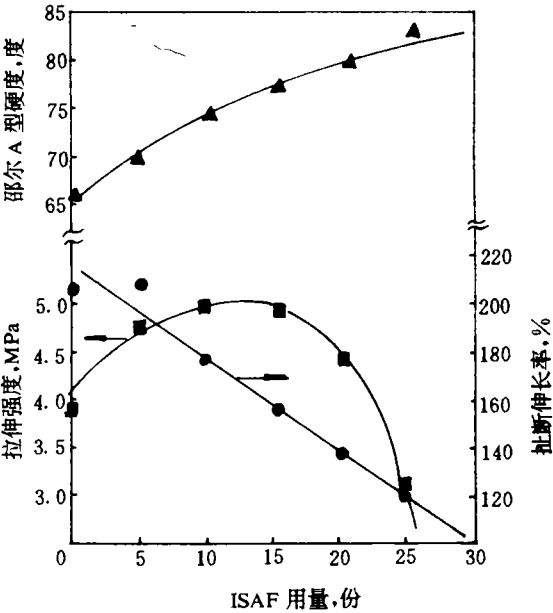


图 5 HG-CB(10 份)和 ISAF 并用的硅橡胶的物理性能

电通道。因此, HG-CB 和 N_{ano}-F 并用能使硅橡胶获得更好的导电性能(如表 2 所示)。

HG-CB 和 N_{ano}-F 并用的硅橡胶的物理性能如图 6 所示。由图 6 看出, 随着 N_{ano}-F 并用量的增加, 胶料的硬度逐渐增加, 拉伸强度

表2 HG-CB 和 N_{ano} -F 并用的硅橡胶
硫化胶的体积电阻率

电性能	HG-CB/ N_{ano} -F		
	10/5	10/15	10/25
$\rho_v, \Omega \cdot \text{cm}$	45	37	12

在 N_{ano} -F15 份处有一个峰值。 N_{ano} -F 用量超过 15 份后,对硅橡胶大分子链的运动取向产生阻碍作用,因而拉伸强度显著下降,其下降程度远比 HG-CB 和炭黑并用的胶料大得多(这是 N_{ano} -F 的一个特点)。试验表明,HG-CB 和 N_{ano} -F 并用比为 10/(15—20)时,胶料的物理性能和导电性能良好。

3 结语

少量 HG-CB 就可使硅橡胶具有突出的导电性能,而与其它导电填料的并用还可较大程度地提高硅橡胶的导电性能和改善物理性能。

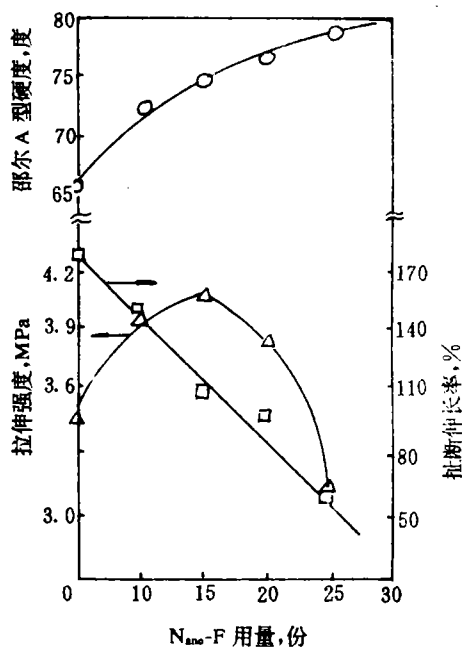


图6 HG-CB(10 份)和 N_{ano} -F 并用的硅橡胶的物理性能

收稿日期 1994-11-19

岳阳昌德化工实业有限公司

向您推荐

新型橡胶增塑剂(黑色 PVC 增塑剂)

本产品学名醇酮聚合物,系环己酮、环己醇等聚合而成,它不但具有良好的相容性和增塑增韧效果,还具有耐低温、耐酸碱腐蚀、抗老化和良好的机械性能。可完全代替二丁酯、二辛酯等广泛应用于橡胶及 PVC 制造密封件、输送带、耐油管、板材等各类橡塑产品。价格只相当于二丁酯的 1/3。欢迎来人来函联系。

附 代替二丁酯用于橡胶密封件测试报告

项 目	指标 GB7040-86	结果
邵尔 A 型硬度,度	70±5	68
拉伸强度(最小),MPa	11	14.17
扯断伸长率(最小),%	250	404
100℃×24h 老化后		
硬度变化(最大),度	+10	+7
拉伸强度变化率(最大),%	-20	+19
扯断伸长率变化率(最大),%	-30	-14
耐液体体积变化		
1# 标准油, %	-10~+5	-5.1
3# 标准油, %	0~+20	+8.7

销售部地址:湖南岳阳市北环路鹰山大厦 6 楼 联系人:杨岳生

电话:(0730)239401 212075 237610 宅电:212077 邮编:414003