

导电硅橡胶的研究

吴石山 张 军 窦 强 程 丝* 范锦辉*

(南京化工大学高分子系 210009)

李小佳

(广东清远建北集团新技术研究所 511500)

摘要 研究了导电炭黑的品种、用量、并用和硅烷偶联剂对炭黑表面预处理等因素对硅橡胶硫化胶导电性能、力学性能等方面的影响。研究结果表明, 华光特 HG-4 型导电炭黑的导电性能优于乙炔炭黑, 采用华光特 HG-4 型导电炭黑和乙炔炭黑并用, 并对其表面进行预处理, 可制得综合性能良好的导电硅橡胶。

关键词 硅橡胶, 导电炭黑, 硅烷偶联剂, 导电性能

以硅橡胶为基材加入导电炭黑制得的复合型导电材料具有导电、耐高低温、耐老化、成型加工性好的特点, 适于制造形状复杂、结构细小的导电橡胶制品^[1], 可用于制造计算机、电话、移动电话键盘等设备的导电接触点。本研究立足于原材料国产化, 采用华光特 HG-4 型导电炭黑和乙炔炭黑, 考察了炭黑的品种、用量、并用以及硅烷偶联剂对炭黑表面预处理等因素对导电硅橡胶性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

甲基乙烯基硅橡胶(VMQ), NA-151 型, 南京江浦县陡岗塑料厂产品; 华光特 HG-4 型导电炭黑, 山东淄博市临淄华光化工厂产品; 乙炔炭黑(ACET), 浙江省淳安化工厂产品; 2, 5-二甲基-2, 5-双(叔丁基过氧基)己烷(DBPMH), 江苏省句容先锋化工厂产品; 偶联剂, KH-550, KH-560, KH-570, 中美(合资)南京立汉化学有限公司提供。

*南京化工大学 1997 届高分子材料专业毕业生。

作者简介 吴石山, 男, 38 岁, 副教授。1982 年毕业于青岛化工学院橡胶工艺专业, 1990 年获成都科技大学高分子材料专业硕士学位。主要从事橡胶、塑料方面的教学和科研工作。已发表论文 10 余篇。

1.2 试样的制备

胶料采用 XK160×320 型开炼机混炼均匀后出片。一段硫化采用 QLB350×350×2 型 25 t 平板硫化机硫化, 条件为 165 °C×8 min, 二段硫化在 HG101-1 型烘箱内进行, 条件为 200 °C×4 h。

1.3 测试方法

电阻(R_V)测定: $R_V \geq 10^6 \Omega$ 时, 用 ZC-36 型超高电阻测试仪测定; $R_V < 10^6 \Omega$ 时, 用 DT890C⁺ 数字万用表测定。体积电阻率(ρ_V)按公式 $\rho_V = R_V \cdot \frac{S}{d}$ 计算(S 为测量电极有效面积, d 为试样厚度)。其它物理性能均按有关国家标准进行测定。

2 结果与讨论

2.1 导电炭黑品种对胶料性能的影响

不同品种导电炭黑对胶料性能的影响见表 1。从表 1 可知, 华光特 HG-4 型导电炭黑的导电性能优于 ACET。在混炼过程中, 随着华光特 HG-4 型导电炭黑用量的增大, 胶料发硬、脱辊, 难以正常进行混炼操作, 其胶料的流动性也明显下降, 从而给后面的硫化成型工序带来不利影响。这可能是由于华光特 HG-4 型导电炭黑是一种空壳球状线形聚集结构, 其比表面积较大(比表面积为 800

m²·g⁻¹)造成的。随着炭黑用量的增大,硫化胶的导电性能提高,但力学性能下降,这是因为随着导电炭黑用量增大,处于分散状态

的炭黑粒子间的平均距离越来越小,相互接触形成的导电通道增多,包覆导电炭黑的硅橡胶基体稀释变薄,胶料容易被破坏^[4]。

表 1 不同导电炭黑对胶料性能的影响

项 目	华光特 HG-4 型导电炭黑用量/份					ACET 用量/份				
	0	5	8	11	14	15	20	25	30	35
体积电阻率/(Ω·cm)	7.8×10 ¹³	8.9×10 ⁸	4.1×10 ⁶	3.5×10 ⁵	8.1×10 ⁴	7.1×10 ⁶	8.4×10 ⁵	4.9×10 ⁵	9.6×10 ⁴	3.5×10 ⁴
拉伸强度/MPa	6.5	6.0	5.7	5.1	4.0	6.0	5.6	5.3	4.7	4.1
扯断伸长率/%	480	326	310	273	197	370	330	283	248	225
邵尔 A 型硬度/度	52	67	74	80	85	65	68	70	74	76

注:试验配方为:VMQ 100;DBPMH 1;导电炭黑 变量。

2.2 炭黑并用对胶料性能的影响

为了得到力学性能可满足要求而导电性能较好的材料,采用华光特 HG-4 型导电炭黑与 ACET 并用进行研究,其结果见表 2。从表 2 可知,当并用炭黑用量为 33 份时,硫化胶体积电阻率已降到 10³ Ω·cm 水平,随着炭黑用量的进一步增大,体积电阻率基本不变,但力学性能下降较大。综合考虑,选择华光特 HG-4 型导电炭黑用量为 3 份,ACET 用量为 30 份比较合适。

表 2 华光特 HG-4 型导电炭黑/ACET 炭黑并用对胶料性能的影响

项 目	并用比				
	3/27	3/30	3/33	3/37	5/35
体积电阻率×10 ⁻³ / (Ω·cm)	23	3.6	3.2	2.8	2.6
拉伸强度/MPa	4.0	3.6	3.1	2.9	2.6
扯断伸长率/%	218	207	203	187	168
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	6.3	6.2	5.6	5.3	5.3
邵尔 A 型硬度/度	75	76	78	80	82

注:同表 1。

2.3 偶联剂对胶料性能的影响

为了改善导电炭黑在硅橡胶基体中的分散性,进一步提高胶料的导电性能和力学性能,采用溶剂稀释偶联剂后加入到导电炭黑中,对导电炭黑进行预处理,待溶剂挥发后再与硅橡胶混炼的方法对胶料性能进行研究。不同牌号的硅烷偶联剂对材料性能的影响如表 3 所示。从表 3 可知,用硅烷偶联剂 KH-

表 3 偶联剂对胶料性能的影响

项 目	硅烷偶联剂		
	KH-550	KH-560	KH-570
体积电阻率×10 ⁻³ / (Ω·cm)	2.3	2.5	2.9
拉伸强度/MPa	4.2	3.7	3.1
扯断伸长率/%	186	206	162
邵尔 A 型硬度/度	78	75	78

注:试验配方为:VMQ 100;DBPMH 1;华光特 HG-4 型导电炭黑 3;ACET 30。

550 处理导电炭黑的效果较好,与未经处理的胶料比较,其导电性能和力学性能都有一定程度的改善。其原因在于导电炭黑经过偶联剂的处理,在其表面包覆了一层偶联剂,从而改善了基体硅橡胶对导电炭黑的分散性,使炭黑粒子不易“聚集”,减少了炭黑粒子中间空气泡和微裂纹的形成以及导电炭黑与基体硅橡胶的界面缺陷,较易形成导电网络^[4]。

在以上研究基础上,进一步考察 KH-550 用量对材料性能的影响,结果见表 4。由表 4 可知,随着 KH-550 用量增大,材料导电

表 4 KH-550 用量对胶料性能的影响

项 目	KH-550 用量/份		
	1.0	1.2	1.5
体积电阻率×10 ⁻³ / (Ω·cm)	2.3	2.3	2.5
拉伸强度/MPa	4.2	4.3	4.5
扯断伸长率/%	186	180	166
邵尔 A 型硬度/度	78	79	82

注:同表 3。

性能基本不变,力学性能有所改善,硬度稍有增大。

3 结论

(1)填充华光特 HG-4 型导电炭黑的硅橡胶的导电性能较好,而填充 ACET 的硅橡胶力学性能较好。通过华光特 HG-4 型导电炭黑与 ACET 并用可制得综合性能良好的导电硅橡胶。

(2)用 KH-550 对并用导电炭黑表面进行预处理,可进一步改善硫化胶的导电性能和力学性能。

参考文献

- 1 张殿荣,马占兴,杨清芝.现代橡胶配方设计.北京:化学工业出版社,1994.298
- 2 郭润德.H99-1 油罐用耐腐蚀抗静电涂料.涂料工业,1996,26(2):1

收稿日期 1998-05-19

南通合成橡胶工程完工

南通石化总公司与我国台湾省合成橡胶公司、日本丸红商社合资在江苏南通建设的合成橡胶生产厂——申华化学工业有限公司现已完工,可望于 8 月底投产。该合资项目总投资达 9 160 万美元。其中,我国台湾省合成橡胶公司投资额占 70%,日本丸红商社投资额占 12%,南通石化总公司投资额占 18%。

预计,申华化学工业有限公司年产 SBR 10 万 t,可就近供应台湾省的正新、建大、南港、华丰等轮胎公司在祖国大陆设立工厂所需的原料。

(摘自《中国化工报》,1998-08-11)

江苏大丰市橡塑制品有限公司

耐高温输送带项目通过验收

江苏大丰市橡塑制品有限公司年产 150 万 m² 耐高温输送带技改项目,日前通过省石化厅组织的竣工验收。耐高温输送带由哈尔滨工业大学与大丰市橡塑制品有限公司联合开发。该技改项目在原有年产 10 万 m² 耐高温输送带基础上,优化工艺技术,采用单层帆布经擦胶叠合或整芯帆布浸胶后再硫化工艺,使年产能达到 150 万 m²。该装置试生产以来,运行稳定,工艺成熟可靠,产品的

消耗、质量、产能等技术指标均达到设计要求。

(摘自《中国化工报》,1998-07-29)

台湾省高性能橡胶发展潜力大

据报道,近几年来台湾的电子产业发展迅速,随之也带动了周边零部件的需求增长,特别是高性能橡胶电子零部件。

台湾橡胶制品的总产值达 645 亿元,约占全台制造业总产值的 0.97%。其中工业用橡胶和其它橡胶制品合计产值有 381 亿元,高性能橡胶制品占 20%,产值约 76 亿元,而且有逐年增长的趋势。

目前使用高性能橡胶最具代表性的电子产品主要有:传真机、影印机、复印机、印表机等自动送纸机构部分的橡胶分张胶片及分张滚轮、电脑鼠标用橡胶球以及影带扫描器等。这些都是台湾省在世界上极具竞争力的电子产品。

虽然这几年来,这些电子产品生产的据点逐渐移到祖国大陆和东南亚,但高性能橡胶大部分仍是在台湾调度。由此看出,高性能橡胶制品的相关产业,在岛内仍拥有弹性生产、人才充足、上下游整合等有利的发展空间。

[摘自《海峡科技与产业》,(4),41(1998)]