

乙炔炭黑填充 VMQ/EPDM 共混胶的导电性能及电热橡胶膜片的研制

陈福林 岑 兰

(广东工学院材料科学与工程系 510090)

李建华

(广州第六橡胶厂 510160)

摘要 研究了共混比和填充量对乙炔炭黑填充甲基乙烯基硅橡胶(VMQ)/三元乙丙橡胶(EPDM)共混硫化胶体积电阻率的影响。试验结果表明:加入一定量的 EPDM 能明显改善 VMQ 的混炼粘辊性,利用国产 XK160×320 型开炼机能很容易地挤出厚度约 0.3mm 的薄胶片;体积电阻率也大大减小。利用该共混胶可以制得不同结构、不同发热功率、性能稳定的电热橡胶膜片,并对其设计方法及实际生产情况作了简要介绍。

关键词 乙炔炭黑,甲基乙烯基硅橡胶,三元乙丙橡胶,导电橡胶,电热橡胶

随着人们物质生活水平的提高,各类保健用品的需求不断增加,如电热毯等电热类保健用品。导电橡胶在这方面的应用比普通金属电阻丝更为理想。这是因为导电橡胶成本低、热效率高、发热均匀、可随意折叠,还可在制品表面包覆一层防水绝缘薄膜,从而使制品具有更高的使用安全性。本试验采用乙炔炭黑作导电性填料。另外采用 VMQ 作主要基体。VMQ 具有优良的弹性和耐热性,在加工过程中由于其门尼粘度低而不容易破坏炭黑结构。为了降低成本及改善混炼胶的加工性能(如 VMQ 的粘辊性),选用耐热性能优良的 EPDM 与 VMQ 并用,二者均可采用过氧化物硫化,容易达到共硫化。

1 实验

1.1 原材料

VMQ, 国产 110-2 型; EPDM, 日产 4045 型; 乙炔炭黑, 福建南平化工厂产品; 其它配合剂均为橡胶工业常用原材料。

1.2 胶料配方

配方: VMQ(变量) + EPDM(变量) 100; 乙炔炭黑 30—50(变量); 过氧化物

2.5; 氧化锌 5.0; 相容剂 1.5; 其它 3.5。

1.3 试验方法

用 XK160×320 型开炼机混炼和出片。试片用 25t 平板硫化机硫化, 硫化条件为 160℃×8min; 制品用鼓式硫化机硫化。二次硫化在烘箱内进行, 时间为 30min, 温度为 180℃。体积电阻率按照相应的国家标准进行测定。

2 结果与讨论

2.1 VMQ/EPDM 并用比对硫化胶体积电阻率的影响

试验结果见图 1(乙炔炭黑用量为 40 份)。从图 1 可以看出, 随着 EPDM 用量的增加, 硫化胶的体积电阻率首先是逐渐减小, 在 VMQ/EPDM 为 80/20 时达到最小, 然后又逐渐增大。

“导电通道学说”^[1]认为, 在填充炭黑的导电聚合物中, 由于炭黑粒子互相连接成“链”, 因而产生导电现象。炭黑粒子连接成的“链”越多, 其导电性能越好。

在 VMQ/EPDM 并用胶中, 由于 VMQ 和 EPDM 为不相容体系, 而且它们的门尼粘

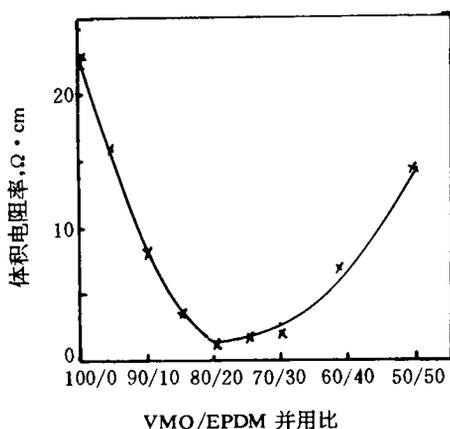


图1 VMQ/EPDM 并用比对硫化胶
体积电阻率的影响

度相差较大,所以乙炔炭黑在 VMQ 中的浓度比在 EPDM 中的大得多。在相同填充量下,并用胶连续相(VMQ 相)中炭黑的浓度比全 VMQ 中的大,因此在加入 EPDM 之后,硫化胶的体积电阻率逐渐减小。但是,由于 EPDM 的门尼粘度比 VMQ 的高得多,EPDM 的用量越大,炭黑在加工过程中所承受的剪切力就越大,从而对炭黑“链”结构的破坏程度也就越大。因此,随着 VMQ/EPDM 并用比例的增大,硫化胶的体积电阻率逐渐增大。以上两种作用的结果,使 VMQ/EPDM 并用比例在 80/20 时硫化胶体积电阻率最小,为 $1.22 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

2.2 乙炔炭黑用量对硫化胶体积电阻率的影响

试验结果见图 2 (VMQ/EPDM 为 80/20)。由图 2 可见,随着乙炔炭黑用量的增加,硫化胶体积电阻率逐渐减小。

有人认为,填充炭黑硫化胶的电阻率是炭黑聚集体间平均距离的函数^[2]。在填充炭黑的硫化胶中,炭黑填充量越大,聚集体的间隙越小,则体积电阻率也就越小。

通过以上试验结果表明,VMQ/EPDM 为 80/20、炭黑填充量为 40—50 份的硫化胶,其体积电阻率很小,超出了常规范围(通

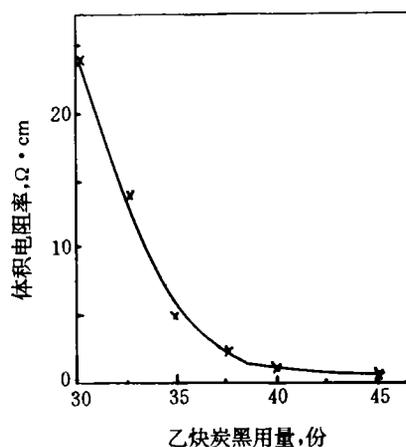


图2 乙炔炭黑用量对硫化胶体积电阻率的影响
常认为,在能加工的情况下,无论炭黑填充量多大,其硫化胶体积电阻率不小于 $2.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 。本试验所得的导电橡胶,炭黑填充量不大,易于加工,且电阻率的变化受加工因素的影响较小,因而适用于电阻误差要求较小(3%以内)的电热橡胶膜片的研制。

3 电热橡胶膜片设计

3.1 原理

(1)某电阻为 R 的物体,在一定电压 V 作用下就会发热,由电能转化为热能,其功率 N 可用下式表示:

$$N = V^2/R \quad (1)$$

(2)一定形状和一定体积电阻率 ρ 的导电橡胶膜片,其电阻 R 可用下式表示:

$$R = \rho L/(AB) \quad (2)$$

式中 L, A, B 分别表示长度、厚度和宽度,单位均为 cm 。

3.2 设计步骤

(1)根据膜片的使用场合,初步确定膜片的结构参数为 L, A, B 和电源电压 V 。

(2)根据膜片所需要的使用温度,确定膜片的发热功率(由于环境对温度的影响,故往往需要经过实际试验才能确定)。

(3)由式(1)、(2)及已初定的结构参数,用下式计算出胶料所需的体积电阻率:

$$\rho = V^2 AB / (NL) \quad (3)$$

(4) 根据制品体积电阻率的要求, 确定胶料配方(炭黑用量)。

(5) 由于橡胶加工时, 不同批次胶料的体积电阻率不尽相同, 需通过测量每批胶料硫化胶的实际体积电阻率, 由下式来调整产品的厚度以满足产品的电阻或功率的要求:

$$A = \rho NL / (V^2 B) \quad (4)$$

4 产品质量情况分析

我们根据用户的要求, 利用这种高导电性橡胶试制了一批橡胶膜片, 这些膜片可适用于家用电热毯、电热体外辅助治疗保健垫以及在寒冷地区使用的电热汽车座垫等制品。据用户反映, 可基本上满足使用要求。但由于诸多因素的影响, 仍有 25% 左右的产品电阻不合乎要求。其主要原因是膜片厚度不均匀, 导致电阻波动。如家用电热毯膜片,

一般厚度要求在 (0.30 ± 0.03) mm 范围之内, 若超出这个允许误差, 就会导致产品的电阻达不到要求。

5 结论

(1) 利用乙炔炭黑填充 VMQ/EPDM 并用胶, 可以制得各种不同结构、满足不同发热功率要求的电热橡胶膜片。

(2) VMQ 与一定比例的 EPDM 并用, 填充乙炔炭黑的硫化胶, 其体积电阻率大大减小, 可获得高导电性、易加工的导电橡胶。

参考文献

- 1 浅田泰司. 王金鉴译. 导电炭黑的基本特征. 橡胶译丛, 1985; (3): 37
- 2 Juengel R R *et al.* Carbon black selection for conductive rubber compounds. Rubber World, 1985; 192(6): 30-35

收稿日期 1995-06-05

江苏省宜兴市高塍华兴化工厂

本厂是生产橡胶促进剂及粘合剂的生产厂家, 与科研院校广泛合作, 专业从事新型橡胶助剂开发。

我厂开发的新产品橡胶粘合剂 AS-88, 被国家技术委员会、中国工商行、国家劳动局、国家外国专利局、国家技术监督局评为 1994 年新产品。这是一种集甲醛给予体和次甲基接受于一身的新型粘合剂, 它能使各种胶料与镀铜钢丝、玻璃纤维、尼龙、人造丝、聚酯和芳纶等各种骨架材料良好粘合。此产品成本低, 性能好, 与粘合剂 A 或 RE 相比, 能更全面提高硫化胶的物理性能, 其硫化曲线的平坦范围大, 耐老化性能优异, 特别是在钢丝绳芯输送带的生产中可使胶料与镀锌钢丝绳的粘合达到优异的协调作用。

本厂宗旨, 服务第一, 质量第一, 信誉第一, 价格合理, 交货及时。为维护用户利益, 谨防假冒, 热忱欢迎广大用户直接与我厂联系。

厂名: 江苏省宜兴市高塍华兴化工厂
厂长: 杜敖荣

厂址: 江苏省宜兴市高塍镇西
电话: (0510) 7891535
电挂: 宜兴 6729

邮编: 214214