

二硫化钼在氟醚橡胶中的应用

边俊峰, 栗付平, 张洪雁
(北京航空材料研究院 北京 100095)

摘要: 研究了二硫化钼对氟醚橡胶物理性能的影响及其作用机理。结果表明, 加入二硫化钼使氟醚橡胶的摩擦因数明显减小; 在高温硫化过程中, 氟醚橡胶中部分二硫化钼转化成了二氧化钼, 硫化胶的热老化性能明显下降。

关键词: 氟醚橡胶; 二硫化钼; 热重分析; X-射线光电子能谱分析
中图分类号: T Q333. 96 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2000)05-0274-02

氟醚橡胶具有优异的综合性能。由于其分子结构中存在醚键, 增大了分子链的柔顺性, 低温性能得到显著改善, 同时由于分子结构中仍含有偏氟乙烯或四氟乙烯链节, 使其保留了普通氟橡胶耐高温、耐介质性能优异的特点。

氟醚橡胶的主要用途之一是用作活动密封件。由于旋转轴的转速较高, 密封制品要承受很大的摩擦扭矩, 尤其是在润滑效果不良的情况下, 密封区域的生热较大, 会导致胶料发粘或与金属粘合性能提高, 使密封件破坏, 进而导致密封失效。降低摩擦区域温度比较有效的方法之一是在橡胶中加入润滑填料, 以降低胶料的摩擦因数。二硫化钼是一种性能优良的固体润滑材料, 在高温、低温、高负荷、高转速和化学腐蚀等条件下具有优异的润滑性, 因此被广泛用于汽车、机械和橡胶工业。

本工作对二硫化钼在氟醚橡胶中的应用进行了研究, 旨在了解二硫化钼对氟醚橡胶物理性能的影响及其作用机理。

1 实验

1.1 主要原材料

氟醚橡胶, 美国进口产品; 二硫化钼, 上海胶体化工厂产品。

作者简介: 边俊峰(1972-)女, 内蒙古四子王旗人, 北京航空材料研究院工程师, 硕士, 主要从事航空材料的研究与开发工作。

1.2 基本配方

胶料的基本配方为: 氟醚橡胶 100; 炭黑 25; 酸接受体 3~6; 二硫化钼 7; 有机过氧化物 4~5。硫化条件为 177℃×15 min。

1.3 试验方法

胶料在 XK-160 开放式炼胶机上进行混炼。硫化胶物理性能均按相应国家标准进行测定。硫化胶热重分析采用 Du-Pont 2100 型热重分析仪进行测试, 空气气氛, 升温速度为 10℃·min⁻¹。X-射线光电子能谱分析采用 ESCA-750 型光电子能谱仪进行测试, 以 MgKα 作发射极, 真空度为 10⁻⁶ Pa。

2 结果与讨论

2.1 二硫化钼对氟醚橡胶物理性能的影响

二硫化钼对氟醚橡胶物理性能的影响见表 1。

表 1 二硫化钼对氟醚橡胶物理性能的影响

项 目	空白	加入二硫化钼
拉伸强度/MPa	15.6	13.7
扯断伸长率/%	128	129
邵尔 A 型硬度/度	74	75
压缩永久变形 %/°	53	60
摩擦因数	> 1.0	0.07~0.08
250℃×24 h 热空气老化后		
拉伸强度/MPa	13.6	10.7
扯断伸长率/%	148	177
邵尔 A 型硬度/度	74	76

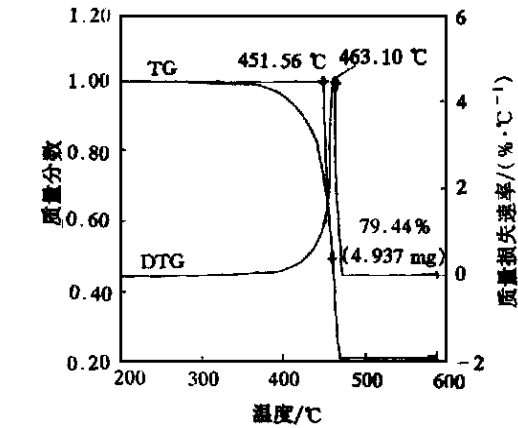
注: * 250℃×24 h, 小豆试样, 压缩率为 20%。

从表 1 可以看出,与空白试样相比,加入二硫化钼的氟醚橡胶摩擦因数有所减小,同时热老化性能也明显下降:拉伸强度下降了 20%,扯断伸长率增大了 37%。

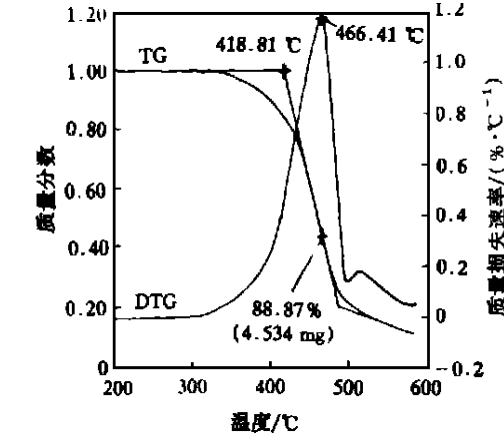
2.2 二硫化钼在氟醚橡胶中的作用机理

2.2.1 氟醚橡胶的热重分析

在高温作用下,增塑剂和填料的挥发或大分子链的热裂解及硫化胶内部的化学变化均会导致硫化胶质量发生变化。采用热重分析法(TG)和差示热重分析(DTG)对氟醚橡胶质量随加热温度的变化情况进行研究,结果见图 1 和表 2。



(a)空白试样



(b)添加二硫化钼的试样

图 1 氟醚橡胶的 TG 和 DTG 曲线图

从图 1 可以看出,加入二硫化钼后,硫化胶在不同质量损失率下的温度都下降,其中起始分解温度下降了 30 ℃,表明二硫化钼对氟醚硫

表 2 硫化胶起始分解温度及不同质量

项 目	损失率下的温度	
	空白	加入二硫化钼
起始分解温度	452	419
质量损失率为 2.5%时的温度	394	363
质量损失率为 5%时的温度	412	383
质量损失率为 10%时的温度	429	406
质量损失率为 20%时的温度	445	429

化胶的耐热性能有显著影响,这与表 2 结果是一致的。

图 2(b)中 DTG 曲线有明显的氧化放热峰,表明加入二硫化钼以后,在高温下硫化胶中的组分发生了变化。

2.2.2 氟醚橡胶的 X 射线光电子能谱分析

在橡胶工业中,采用 X-射线光电子能谱分析可以对橡胶大分子中各元素原子的质量分数进行定量分析,并对元素的键合状态进行表征。

用 X-射线光电子能谱分析氟醚橡胶中钼元素(Mo)的结合能的试验结果见表 3。

表 3 氟醚橡胶中钼元素的结合能

峰位结合能/eV	电子轨道	相对峰面积比	可能的官能团
230.30	3d 5/2	1.00	二硫化钼
230.70	3d 5/2	0.07	二氧化钼
233.40	3d 3/2	0.70	二硫化钼
233.90	3d 3/2	0.04	二氧化钼

注:相对峰面积比为不同峰位下的峰面积与峰位在 230.00 eV 下的峰面积之比。

从表 3 可以看出,在加入二硫化钼的氟醚橡胶胶料中,除检测到了二硫化钼外,在二氧化钼标准峰位处(230.70 和 233.90 eV)也检测到了钼元素的存在。这表明胶料中部分二硫化钼转化成了二氧化钼,这一结论与图 2(b)中 DTG 曲线上出现了氧化放热峰的现象相一致。

3 结论

(1)加入二硫化钼以后,氟醚橡胶的摩擦因数明显减小。

(2)氟醚橡胶高温硫化过程中,部分二硫化钼转化成了二氧化钼,使硫化胶热老化性能显著下降。