

填料对端乙烯基室温硫化硅橡胶性能的影响

贾振梅, 陈双俊, 张 军*

(南京工业大学 材料科学与工程学院, 江苏 南京 210009)

摘要:研究填料种类和用量对室温硫化乙烯基封端硅橡胶性能的影响。结果表明:热空气老化后,白炭黑、云母或蒙脱土填充硅橡胶的邵尔 A 型硬度和拉伸强度增大,拉伸伸长率有一定程度的减小。白炭黑的加入能提高硅橡胶的热稳定性能。温度低于 500 ℃时,随着云母用量的增大,硅橡胶的热稳定性能提高;温度高于 500 ℃时,云母能够加速硅橡胶的降解。当蒙脱土的用量较小时,可以提高硅橡胶的热稳定性能,随着蒙脱土用量的增大,硅橡胶的热稳定性能下降。

关键词:硅橡胶;白炭黑;云母;蒙脱土;物理性能;热稳定性能

中图分类号:TQ333.93;TQ330.38 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2013)03-0147-07

提高硅橡胶耐热老化性能的方法主要有以下几种:(1)改变硅橡胶侧链基团的结构,如引入苯基等;(2)在硅橡胶分子主链中引入大体积链段,如碳十硼烷基、亚苯基、亚苯醚基和环二硅烷基等;(3)在胶料中加入耐热添加剂,如氮化铝、氧化铈^[1]、二氧化钛、氧化铝^[2]、氧化铁^[3]等。目前最常用、最有效、成本较低、较容易实现的是第3种方法。

端乙烯基硅橡胶降解主要是无规降解^[4]。在惰性气体中,硅氧烷主链断裂生成环状低聚物(主要是三环聚体),Si—CH₃侧基则通过自由基均裂反应在高温下容易生成甲烷气体和含硅、氧、碳的自由基,含硅、氧、碳自由基的交联反应降低了硅橡胶链的柔韧性并进一步阻碍环状低聚物的分裂,因此硅橡胶具有较好的热稳定性能。在较高的温度下,链段的重新组合还可以形成硅、碳、氧的陶瓷结构^[5-6]。

云母、蒙脱土是片层状结构的硅酸盐,具有较大的径厚比且原料来源丰富、价格低廉,因此被广泛用来填充聚合物^[7-8],但用于提高硅橡胶耐热老化性能的研究并不多。本工作采用经偶联剂处理的云母或蒙脱土分别填充端乙烯基室温硫化硅橡胶,研究其性能,并与白炭黑进行对比。

作者简介:贾振梅(1982—),女,江苏徐州人,现在双钱集团(如皋)轮胎有限公司工作,硕士,从事配方研究。

* 通信联系人

1 实验

1.1 主要原材料

直链型端乙烯基聚甲基硅氧烷,粘度为 1 500 mPa·s,乙烯基质量分数为 0.006 6;支链型乙烯基聚甲基硅氧烷,粘度为 4 800 mPa·s,乙烯基质量分数为 0.018;交联剂含氢硅油,氢质量分数为 0.01,山东大易化工有限公司产品。硅烷偶联剂 KH-570,南京曙光集团化工有限公司产品。沉淀法白炭黑,牌号 535,江西万载化工有限公司产品。云母,牌号 GM-2,滁州格锐矿业有限公司产品。蒙脱土,浙江丰虹粘土化工有限公司产品。铂催化剂,实验室自制。

1.2 试验配方

硅橡胶 100,交联剂含氢硅油 3.89,铂催化剂 0.002,无机填料 变种类、变量。

1.3 设备与仪器

S65 型三辊研磨机,常州自动力化工机械有限公司产品;DZF-6050MBE 型真空干燥箱,上海博迅实业有限公司医疗设备厂产品;YP1200 型电子天平,上海精科天平厂产品;CMT5254 型微机控制电子万能试验机,深圳市新三思材料检测有限公司产品;XL-A 型橡塑邵尔 A 型硬度和 401A 型热空气老化试验箱,江都市明珠实验机械厂产品;STA449F3 型热重(TG)分析仪,德国耐驰公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 云母和蒙脱土的表面处理

分别采用硅烷偶联剂 KH-570 湿法处理云母和蒙脱土粉体,偶联剂用量为粉体质量的 1%,无水乙醇作偶联剂的稀释剂,恒温水浴 60 ℃ 处理 0.5 h 后备用。

1.4.2 硅橡胶

称取一定量的硅橡胶(直链型端乙烯基聚甲基硅氧烷与支链型乙烯基聚甲基硅氧烷的质量比为 100 : 15)和无机填料(由于白炭黑会导致胶料的粘度急剧增大,故其用量最大取到 30 份),在三辊研磨机上研磨 3 遍,再加入交联剂含氢硅油(含氢硅油与乙烯基摩尔比为 1.3)和铂催化剂,搅拌均匀,倒入聚四氟乙烯模具中使其自然流平充满模具,然后放入真空箱中抽真空,10 min 后取出,放在室温下继续硫化 7 d 左右后,测试性能。

1.5 性能测试

邵尔 A 型硬度按照 GB/T 531.1—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法》进行测试。拉伸性能按照 GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》进行测试。耐老化性能按照 GB/T 3512—2001《硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验》进行测试,老化条件为 200 ℃ × 96 h。热稳定性能采用 TG 分析仪进行测试,试验条件为:氮气气氛,温度 30~1 100 ℃,升温速率 20 ℃ · min⁻¹,氮气流量恒定在 30 mL · min⁻¹ 左右。

2 结果与讨论

2.1 物理性能

不同填料填充硅橡胶老化前后的物理性能如表 1 所示。

表 1 不同填料填充硅橡胶老化前后的物理性能

项 目	白炭黑用量/份			云母用量/份				蒙脱土用量/份			
	10	20	30	10	20	30	50	10	20	30	50
邵尔 A 型硬度/度	26	38	47	28	34	38	48	22	27	31	37
拉伸强度/MPa	1.28	2.28	2.70	1.02	1.72	1.80	2.31	0.57	0.92	1.14	1.52
拉断伸长率/%	119	129	110	121	101	85	49	100	109	98	81
热空气老化后											
邵尔 A 型硬度/度	34	42	57	33	40	46	52	27	32	35	45
拉伸强度/MPa	1.51	2.83	3.59	1.27	1.80	2.04	2.75	0.70	0.92	1.19	1.87
拉断伸长率/%	105	94	88	90	79	68	44	79	92	83	75

从表 1 可以看出,随着填料用量的增大,热空气老化前后硅橡胶的邵尔 A 型硬度和拉伸强度均增大,拉断伸长率总体呈减小趋势。与老化前相比,老化后硅橡胶的邵尔 A 型硬度和拉伸强度增大,拉断伸长率有一定程度的减小。这是因为硅橡胶热老化过程中产生的自由基继续交联生成更多的交联键,交联密度增大。交联密度增大使硅橡胶与填料之间的相互作用增强,体系的交联链增多,可以承载更大的力,故拉伸强度增大;橡胶的硬度在一定程度上反映体系交联的程度^[9],硬度的变化与交联密度的变化情况大致相同,因此老化后硅橡胶的邵尔 A 型硬度增大;交联密度的增大限制了硅橡胶大分子的运动,从而使复合材料在受到外部拉伸应力作用时变形较小,拉断伸长率减小^[10]。但由于填料本身结构存在差异,因此对硅橡胶的补强效果不同。白炭黑的平均粒

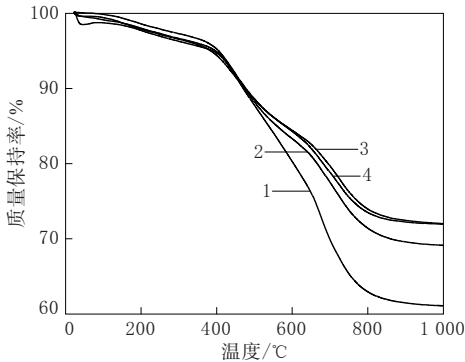
径是 30~100 nm,因此补强效果最好。云母、蒙脱土都是微米级结构,但云母的径厚比大于蒙脱土,而且蒙脱土易于在基体中团聚,因此云母补强效果优于蒙脱土。随着填料用量的增大,硅橡胶的物理性能均有明显的提高,补强效果依次是:白炭黑>云母>蒙脱土。

2.2 热稳定性能

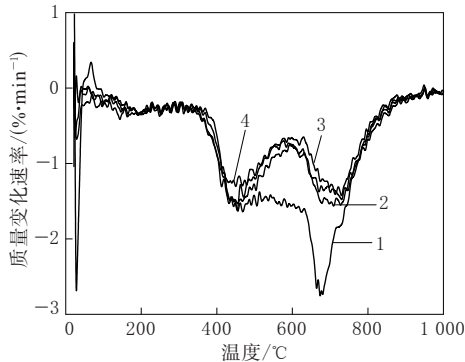
2.2.1 白炭黑

白炭黑/硅橡胶体系老化前后的热分析曲线分别如图 1 和 2 所示。

从图 1 可以看出,硅橡胶具有明显的二阶失重,第一阶段最大降解速率出现在 450 ℃,这一阶段主要降解机制为环齐聚合^[11];第二阶段主链最大降解速率出现在 680 ℃ 左右。热空气老化后,硅橡胶的第一和第二阶降解速率部分重合了,这可能是由于在老化过程中,硅橡胶中未反应的小



(a)TG曲线



(b)DTG曲线

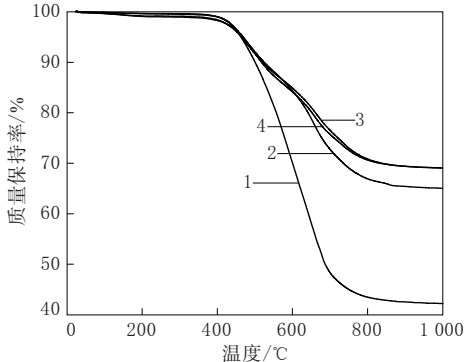
白炭黑用量/份:1—0;2—10;3—20;4—30。

图 1 白炭黑/硅橡胶体系老化前的热分析曲线

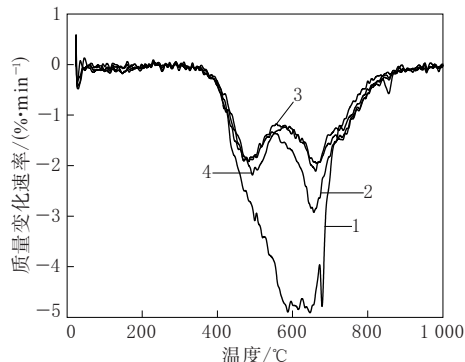
分子挥发出来,硅橡胶的交联结构更加紧密,导致侧链降解和主链断裂交叉同时进行,因此两阶的区分不是很明显。

从图 1 和 2 可以看出,加入白炭黑后,硅橡胶的热稳定性能明显提高。随着白炭黑用量的增大,硅橡胶的热稳定性能提高。白炭黑/硅橡胶体系老化前后起始降解温度均比硅橡胶高,热稳定性能提高。这是因为填料与硅橡胶基体间的相互作用,当硅橡胶基体中加入填料后,物理或化学交联点增加,进一步限制了硅橡胶链段的运动。白炭黑/硅橡胶体系的降解速率比硅橡胶慢,这表明加入白炭黑提高了硅橡胶的热稳定性能。因为白炭黑阻止热量快速的传递进而限制热降解。另外经过热空气老化后,由于硅橡胶中的小分子物质被挥发出去,硅橡胶的交联密度增大,因此会抑制硅氧烷主链的降解^[12]。

白炭黑/硅橡胶体系老化前后的热分析数据如表 2 所示, T_5 为硅橡胶质量损失 5% 时的温度, T_{10} 为硅橡胶质量损失 10% 时的温度, T_{P1} 为



(a)TG曲线



(b)DTG曲线

注同图 1。

图 2 白炭黑/硅橡胶体系老化后的热分析曲线

第一阶降解速率最大时的温度, T_{P2} 为第二阶降解速率最大时的温度。

表 2 白炭黑/硅橡胶体系老化前后的热分析数据

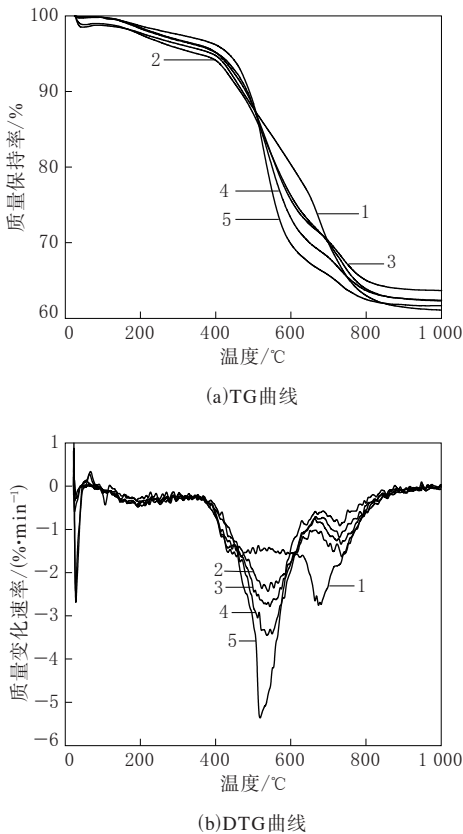
项 目	硅橡胶	白炭黑用量/份		
		10	20	30
$T_5/^\circ\text{C}$	389	397	407	388
$T_{10}/^\circ\text{C}$	470	473	479	478
$T_{P1}/^\circ\text{C}$	455	455	456	454
$T_{P2}/^\circ\text{C}$	664	728	732	734
质量残留率/%	61	69	72	73
热空气老化后				
$T_5/^\circ\text{C}$	463	469	469	468
$T_{10}/^\circ\text{C}$	500	525	494	518
$T_{P1}/^\circ\text{C}$	—	482	483	506
$T_{P2}/^\circ\text{C}$	600~700	657	656	662
质量残留率/%	42	65	69	70

从表 2 可以看出,硅橡胶热空气老化后的 T_5 和 T_{10} 升高,而第一、第二阶的降解速率区分并不是很明显(部分重合),老化后的质量残留率减小,这表明热空气老化后,硅橡胶的结构发生了变化,老化环境对硅橡胶产生了影响。与硅橡胶相比,

白炭黑/硅橡胶体系的 T_5 , T_{10} , T_{P1} 和 T_{P2} 升高, 质量残留率增大, 而且随着白炭黑用量的增大而增大。

2.2.2 云母

云母/硅橡胶体系老化前后热分析曲线分别如图 3 和 4 所示。



云母用量/份: 1—0; 2—10; 3—20; 4—30; 5—50。

图 3 云母/硅橡胶体系老化前的热分析曲线

从图 3 可以看出, 热空气老化前云母/硅橡胶体系的降解温度主要在 400~800 °C。当温度低于 500 °C 时, 硅橡胶的热稳定性能随着云母用量的增大而提高; 当温度高于 500 °C 后, 云母用量的增大会加速硅橡胶的降解, 这可能是因为低温下云母会阻碍硅橡胶的降解, 但在高温下云母会催化加速硅橡胶的降解。

从图 4 可以看出, 热空气老化后, 云母/硅橡胶体系的降解温度主要在 500~600 °C, 硅橡胶的降解温度范围较为集中, 主要在 400~650 °C。这表明经过热空气老化后, 橡胶基体中没有小分子的影响, 云母对硅橡胶降解速率的影响随着云母用量的增大而降低。

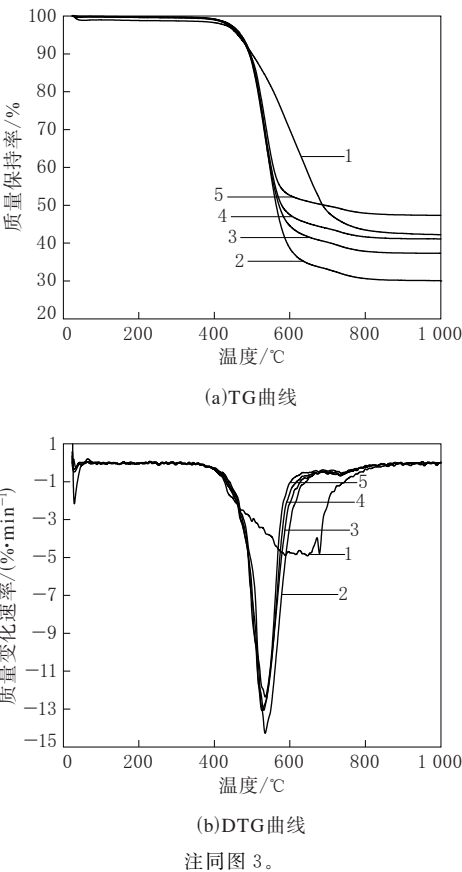


图 4 云母/硅橡胶体系老化后的热分析曲线

云母/硅橡胶体系老化前后的热分析数据如表 3 所示, T_P 为最大降解速率温度。

表 3 云母/硅橡胶体系老化前后的热分析数据

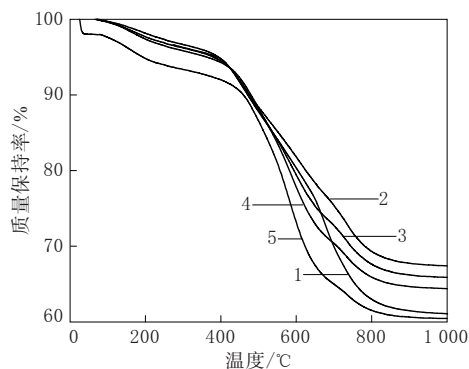
项 目	云母用量/份			
	10	20	30	50
$T_5/^\circ\text{C}$	350	406	407	437
$T_{10}/^\circ\text{C}$	465	482	486	493
$T_P/^\circ\text{C}$	523	537	539	521
质量残留率/%	61	62	62	62
热空气老化后				
$T_5/^\circ\text{C}$	469	469	471	466
$T_{10}/^\circ\text{C}$	494	494	496	494
$T_P/^\circ\text{C}$	535	526	531	533
质量残留率/%	29	36	40	46

从表 3 可以看出, 随着云母用量的增大, 云母/硅橡胶体系的 T_5 和 T_{10} 逐渐升高。云母的加入提高了硅橡胶的热稳定性能, 但温度均低于 500 °C。当温度超过 500 °C 后, 云母加速硅橡胶的热降解。热空气老化前, 随着云母用量的增大, 云母/硅橡胶体系的质量残留率基本没有变化, 与硅橡胶的质量残留率相当。热空气老化后, 随着

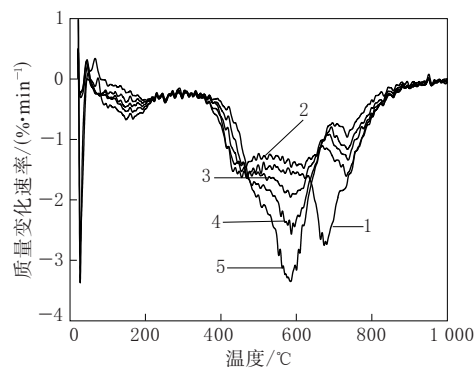
云母用量的增大,云母/硅橡胶体系的质量残留率增大,但当云母用量小于30份时,云母/硅橡胶体系的质量残留率小于硅橡胶(数据参见表2),这表明云母/硅橡胶体系经过热空气老化后,云母加速了硅橡胶的降解。

2.2.3 蒙脱土

蒙脱土/硅橡胶体系老化前后的热分析曲线分别如图5和6所示。



(a)TG曲线

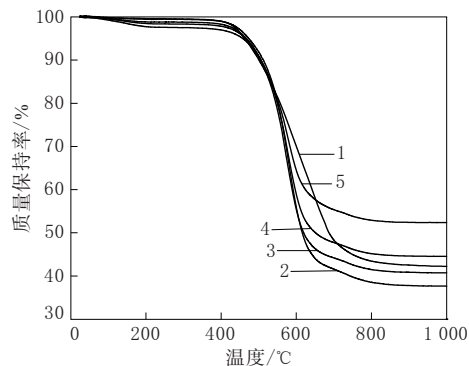


(b)DTG曲线

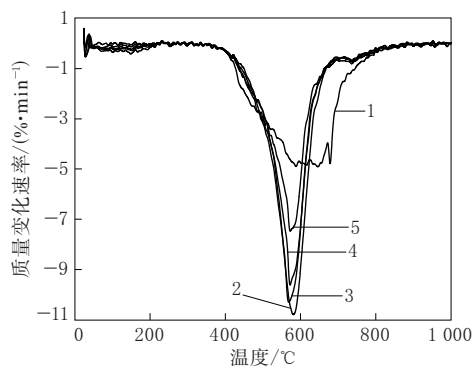
蒙脱土用量/份:1—0;2—10;3—20;4—30;5—50。

图5 蒙脱土/硅橡胶体系老化前的热分析曲线

从图5(a)可以看出,随着蒙脱土用量的增大,蒙脱土/硅橡胶体系的热稳定性能逐渐下降。当蒙脱土用量为50份时,蒙脱土/硅橡胶体系的热稳定性能比硅橡胶差。从图5(b)可以看出,随着蒙脱土用量的增大,硅橡胶的降解速率最大值逐渐向低温移动。蒙脱土能显著提高聚合物的热稳定性能,因为片层状结构阻碍了挥发性分解物在基体中的扩散^[13-14],这主要是由于蒙脱土用量较小时在基体中的分散状态较好。蒙脱土能催化降解加速聚合物的老化,这主要是由于蒙脱土用量较大时,在基体中团聚现象较为严重,催化降解



(a)TG曲线



(b)DTG曲线

注同图5。

图6 蒙脱土/硅橡胶体系老化后的热分析曲线

占主导地位,因此聚合物的热稳定性能降低^[15]。蒙脱土中含有小分子物质,在低温下可以释放出来,也有可能降低复合材料的热稳定性能^[13]。与云母相比,蒙脱土的热稳定性能较差,这可能是因为云母的径厚比较蒙脱土大^[16]。

从图6可以看出,随着蒙脱土用量的增大,硅橡胶的最大降解速率逐渐减小,这表明经过热空气老化后,硅橡胶的结构发生了变化,降解温度主要集中在400~650℃。

蒙脱土/硅橡胶体系老化前后的热分析数据如表4所示。

从表4可以看出,随着蒙脱土用量的增大,热空气老化前后硅橡胶的 T_5 、 T_{10} 和 T_P 均呈下降趋势。随着蒙脱土用量的增大,硅橡胶热空气老化前的质量残留率减小,热空气老化后的质量残留率增大。这可能是因为蒙脱土含水量较大,硅橡胶中蒙脱土用量越大,质量损失就越大,热空气老化后蒙脱土中水分子挥发掉,硅橡胶的质量残留率增大。

表 4 蒙脱土/硅橡胶体系老化前后的热分析数据

项 目	蒙脱土用量/份			
	10	20	30	50
$T_5/^{\circ}\text{C}$	394	381	363	193
$T_{10}/^{\circ}\text{C}$	475	476	479	459
$T_P/^{\circ}\text{C}$	733	567	570	572
质量残留率/%	68	67	65	61
热空气老化后				
$T_5/^{\circ}\text{C}$	472	465	463	457
$T_{10}/^{\circ}\text{C}$	511	503	504	504
$T_P/^{\circ}\text{C}$	579	567	570	572
质量残留率/%	39	42	46	54

3 结 论

(1)热空气老化后,白炭黑、云母或蒙脱土分别填充硅橡胶的邵尔 A 型硬度和拉伸强度增大,拉断伸长率减小。

(2)白炭黑能够提高硅橡胶的热稳定性能,热空气老化后的白炭黑/硅橡胶体系的热稳定性能较好。

(3)当温度低于 500 ℃,随着云母用量的增大,云母/硅橡胶体系的热稳定性能提高,但当温度高于 500 ℃,云母会加速硅橡胶的降解,热空气老化后云母对硅橡胶起到加速降解的作用。

(4)随着蒙脱土用量的增大,蒙脱土/硅橡胶体系的热稳定性能下降,热空气老化后蒙脱土对硅橡胶起到加速降解的作用。

参考文献:

[1] 张树明,周亚斌,任文坛,等. 稀土氧化物对提高甲基乙烯基硅橡胶耐热性的作用[J]. 特种橡胶制品,2009,30(6):10-13.

[2] Zhou W Y, Qi S H, Tu C C, et al. Novel Heat-conductive Composite Silicone Rubber[J]. Journal of Applied Polymer Science,2007,104(4):2478-2483.

[3] 苏正涛. 耐热添加剂对硅橡胶硫化胶耐热老化性能的影响[J]. 橡胶工业,1999,46(1):32-33.

[4] Radhakrishnan T S. New Method for Evaluation of Kinetic Parameters and Mechanism of Degradation from Pyrolysis-GC Studies: Thermal Degradation of Polydimethylsiloxanes

[J]. Journal of Applied Polymer Science,1999,73(3):441-450.

[5] Camino G,Lomakin S M,Lageard M. Thermal Polydimethylsiloxane Degradation. Part 2. The Degradation Mechanisms [J]. Polymer,2002,43(7):2011-2015.

[6] 祝洪良,杨德仁,汪雷,等. 氮气中高温热处理硅片表面的直接氮化[J]. 半导体学报,2003,24(10):1049-1052.

[7] Osman M A, Atallah A, Müller M, et al. Reinforcement of Poly(dimethylsiloxane) Networks by Mica Flakes[J]. Polymer,2001,42(15):6545-6556.

[8] Kim E S, Shim J H, Jung S H, et al. Influence of Clay Modification on the Reinforcement of Vinyl-terminated Polydimethylsiloxane Networks[J]. Polymer International,2010,59(4):479-485.

[9] Sae-oui P, Sirisinha C, Thepsuwan U, et al. Roles of Silane Coupling Agents on Properties of Silica-filled Polychloroprene [J]. European Polymer Journal,2006,42(3):479-486.

[10] 王亮,陈双俊,张军. 湿热老化对锰锌铁氧体/硅橡胶复合材料性能的影响[J]. 橡胶工业,2010,57(5):275-281.

[11] Abshinova M A, Kuritka L, Kazantseva N E, et al. Thermomagnetic Stability and Heat-resistance Properties of Carbonyl Iron Filled Siloxanes[J]. Materials Chemistry and Physics,2009,114(1):78-89.

[12] 王胜杰,李强,漆宗能,等. 硅橡胶/蒙脱土复合材料的制备、结构与性能[J]. 高分子学报,1998(2):149-153.

[13] Barick A K, Tripathy D K. Effect of Organoclay on Thermal and Dynamic Mechanical Properties of Novel Thermoplastic Polyurethane Nanocomposites Prepared by Melt Intercalation Technique[J]. Polymers for Advanced Technologies,2010,21(12):835-847.

[14] Burnside S D, Giannelis E P. Synthesis and Properties of New Poly(dimethylsiloxane) Nanocomposites[J]. Chemistry of Materials,1995,7(9):1597-1600.

[15] Pavlidou S, Papaspyrides C D. A Review on Polymer-layered Silicate Nanocomposites[J]. Progress in Polymer Science,2008,33(12):1119-1198.

[16] Agag T, Taepaisitphongse V, Takeichi T. Reinforcement of Polybenzoxazine Matrix with Organically Modified Mica [J]. Polymer Composites,2007,28(5):680-687.

收稿日期:2012-09-23

Influence of Filler on Properties of Room Temperature Vulcanized Vinyl-terminated Silicone Rubber

JIA Zhen-mei, CHEN Shuang-jun, ZHANG Jun
(Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: The influence of filler type and addition level on the properties of room temperature vul-

canized vinyl-terminated silicone rubber was investigated. The results showed that, after hot air aging, the Shore A hardness and tensile strength of silicone rubber filled with silica, mica or montmorillonite increased, and the elongation at break decreased. The thermal stability of silicone rubber was improved by adding silica. When temperature was below 500 °C, as the addition level of mica increased, the thermal stability of silicone rubber was improved. When temperature was above 500 °C, the degradation of silicone rubber was accelerated by adding mica. The thermal stability of silicone rubber was improved by adding small amount of montmorillonite. However, as the addition level of montmorillonite increased, the thermal stability of silicone rubber decreased.

Key words: silicone rubber; silica; mica; montmorillonite; physical property; thermal stability

高乙烯基聚丁二烯让轮胎更安全省油

中图分类号: TQ336.1; TQ333.2 文献标志码: D

车轮承载的不仅是汽车负荷,还承载着驾乘人员的安全,这就要求汽车轮胎在湿滑路面的抓着性能好。但从经济性看,又要求降低轮胎滚动阻力,使其燃油性能好。而通用橡胶往往无法兼顾抗湿滑性能和低滚动阻力两方面性能。青岛科技大学研制的一种具有高抗湿滑性能和低滚动阻力的高乙烯基聚丁二烯橡胶(HVPBR)在二者间找到了平衡点,巧妙地缓和了这一矛盾。

HVPBR 具有优异的抗湿滑性能、低生热、耐老化等特点,是一种制备绿色高速子午线轮胎和航空轮胎的优异材料,但由于技术问题在国内还没有大批量销售。青岛科技大学采用钼系催化剂催化丁二烯聚合制备部分支化的 HVPBR,其聚合工艺简单,极易在我国镍系顺丁橡胶装置上推广。

传统钼系催化制备 HVPBR 时,聚合反应的高粘胶液存在传质-传热问题,聚合釜内易发生挂壁现象。为解决这一问题,在原有钼系催化丁二烯聚合技术的基础上,通过对分子的拓扑结构设计,组合多种反应方法,在原有的线形结构中构筑结构可控的含杂臂的支化钼系 HVPBR。聚合物中支化结构的存在使聚合反应胶液粘度大大降低。此举既解决了聚合釜挂壁问题,又优化了生胶的加工性能以及硫化胶的物理性能,提高了其作为轮胎胎面胶使用时与天然橡胶、丁苯橡胶并用的相容性,使 HVPBR 用于高性能绿色轮胎胎面胶时的综合性能显著提高。

2003年起,在两项国家自然科学基金的资

助下,青岛科技大学开始了钼系催化丁二烯制备 HVPBR 的研究工作。2007—2012年,青岛科技大学与中国石油化工股份有限公司合作在中石化齐鲁股份有限公司橡胶厂分别实施了钼系 HVPBR 中试工艺开发和 3 万 t·a⁻¹ 钼系 HVPBR 成套技术开发项目,将这一技术推向工业化。2012年10月,该技术在石化齐鲁橡胶厂进行了 500 L 双釜连续生产的中试并获得成功。目前该项技术已申请中国发明专利 4 项,其中专利“一种钼系催化制备支化高乙烯基聚丁二烯橡胶的方法”于 2012 年 11 月获得第 7 届国际发明博览会银奖。

将 HVPBR 用于轮胎胎面配方时,可替代 10~20 份顺丁橡胶或溶聚丁苯橡胶,实现绿色轮胎胎面胶的高抗湿滑性能、低滚动阻力、低生热之间的平衡,使并用硫化胶的综合性能达到最佳。钼系 HVPBR 与轮胎用通用橡胶材料相比密度和质量更小、更节能。将此胶种用于轮胎胎面胶有望降低 5%~8% 的汽车燃油量,从而有效降低废气排放量。采用钼系 HVPBR 制得的轮胎制品具有好的乘坐舒适性和行驶安全性以及较长的使用寿命。

钼系 HVPBR 可部分替代进口溶聚丁苯橡胶用于轮胎制造,每年轮胎的 HVPBR 用量可超过 20 万 t。而钼胶的成本和价格均低于进口溶聚丁苯橡胶,预期经济效益非常可观。此外,不同支链结构的橡胶可以增加其与极性材料的相容性,产品可用作塑料材料的改性剂,亦可在胶管、胶带等领域进行应用,具有广阔的市场空间。

(摘自《中国化工报》,2013-01-14)