

MP/OMMT 对脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶性能的影响*

李兴建, 王安营, 孙道兴, 张宜恒**

(青岛科技大学, 山东青岛 266042)

摘要:以 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧烷(107 硅橡胶)、甲基三乙氧基硅烷、三聚氰胺磷酸盐(MP)和纳米有机蒙脱土(OMMT)为原料,制备了脱醇型室温硫化(RTV)阻燃硅橡胶。研究了 MP/OMMT 对比对脱醇型 RTV 硅橡胶阻燃性能、动态燃烧性能和机械性能、热稳定性的影响,用扫描电镜(SEM)考察了 MP、OMMT 在 RTV 硅橡胶中的分散情况。锥形量热仪和极限氧指数测试结果表明,随着 OMMT 用量的增多和 MP 用量的减少,硅橡胶的阻燃性能没有显著的变化;热失重分析表明,OMMT 的添加使硅橡胶的初始分解温度明显提高,大大提高了硅橡胶燃烧残渣的生成量;机械性能测试表明,OMMT 的增多能明显提高硅橡胶的机械性能。与只添加 MP 的硅橡胶相比,当 MP 和 OMMT 各添加 20 份时,硅橡胶的极限氧指数下降 0.6%,初始分解温度提高了 95℃,拉伸强度、硬度、撕裂强度分别提高 48.6%、4.7%、50.9%;此时的 SEM 分析表明,OMMT 能在硅橡胶中均匀分散,且燃烧残渣表面变得平整、坚硬、致密。即在此配比下硅橡胶能在保持良好阻燃性的同时提高其机械性能。

关键词:硅橡胶, 脱醇, 室温硫化, 阻燃, 三聚氰胺磷酸盐, 有机蒙脱土

中图分类号: TQ333.93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-4369 (2012) 03-0137-06

室温硫化(RTV)硅橡胶具有室温下无须加热、加压即可硫化,液态涂料或触变性粘接密封材料的稠度及流变性几乎不受温度影响,硫化后在很宽的温度范围内保持弹性,对各种基材的粘接性良好等优点,广泛用于建筑、汽车、电子、电气、化工、机械、航天、船舶等领域^[1]。但 RTV 硅橡胶分子链中含有大量的 C 和 H,属易燃物,如遇明火会持续燃烧,极大的限制了它在防火、阻燃、防漏电场合的应用;而且,传统的防火密封材料防火效率低、机械性能差、膨胀度低、密封效果差。因此寻求能兼具阻燃性、膨胀密封性和机械性能的阻燃膨胀密封硅橡胶逐渐成为人们研究的重点^[2]。目前,添加阻燃剂是改善 RTV 硅橡胶阻燃性能的一种有效而简单的方法。

无卤阻燃剂氢氧化镁 $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ 和氢氧化铝 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 等由于具有低烟、低毒、低腐蚀及价廉等特点,作为环保型阻燃剂得到广泛应用;但 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 只有在大量添加时才会有明显的阻燃效果,此时 RTV 硅橡胶的机械性能已受到很大的损害^[3-4]。三聚氰胺磷酸盐(MP)自膨胀阻燃剂受热分解能释放出水 and 具

有阻燃作用的三聚氰胺,产生 N-P 协同阻燃效应,生成均匀致密的炭质层,具有良好的隔热、隔氧、阻燃和抑烟作用,并能有效阻止滴落和火焰的传播和蔓延,具有无卤、低烟、低毒、与共混材料相容性好等优点,受到广泛关注^[5-6]。另外,纳米蒙脱土(MMT)填充的复合材料在燃烧过程中能在聚合物表面形成硅酸盐阻隔层,起到很好的传质屏障作用,其炭化作用促使基体材料形成的致密炭层也能提高其阻燃能力^[7-8]。

本实验以 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧烷(107 硅橡胶)、三聚氰胺磷酸盐(MP)和纳米有机蒙脱土(OMMT)等为原料,制成脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶。研究了 MP/OMMT 对比对脱醇型 RTV 硅橡胶阻燃性能、动态燃烧性能和机械性能的影响。

收稿日期: 2011-10-31。

作者简介: 李兴建(1985—),男,硕士生,主要从事聚合物阻燃材料的研究。

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No. 51172116 和 21176128); 青岛市基金项目(10-3-4-4-14-jch)。

** 联系人。

1 实验

1.1 主要原料及仪器

甲基三氯硅烷 (CH_3SiCl_3): 工业品, 山东东岳集团; 八甲基环四硅氧烷 (D_4): 纯度 72%, 山东东岳集团; 磷酸: 工业副产品, 纯度 70%~80%, 山东晨阳化工公司; 甲醇钠: AR, 天津市光复精细化工研究所; 三聚氰胺: AR, 天津市巴斯夫有限公司; 纳米 SiO_2 : AR, 粒径 15 nm, 比表面积 $360 \text{ m}^2/\text{g}$, 南京海泰纳米材料有限公司; 有机蒙脱土 (OMMT): FR-100, 浙江丰虹粘土化工有限公司; γ -氨丙基三乙氧基硅烷 (KH 550)、 γ -环氧丙氧丙基三甲氧基硅烷 (KH 560): 工业级, 江苏晨光偶联剂有限公司; 氢氧化锂 (LiOH)、二月桂酸二丁基锡: CP, 天津广成化学试剂有限公司; 氧化锌 (ZnO)、二氧化钛 (TiO_2)、*N,N*-二甲基甲酰胺 (DMF): AR, 天津博迪化工股份有限公司。

旋转黏度计: NDJ-4, 上海群昶科学仪器有限公司; 拉力试验机: GT-7010-AE, 高铁检测仪器有限公司; 邵氏硬度计: HS-74, 上海化工机械四厂; 密炼机: SU-70B 型, 常州苏研科技有限公司; 氧指数测试仪: HC-2 型, 南京江宁区分析仪器厂; 水平垂直燃烧仪: CZF-3 型, 南京江宁区分析仪器厂; 红外光谱仪: 510P 型, 美国 Nicolet 公司; 核磁共振波谱仪: Bruker AV-500 型, 德国布鲁克公司; 锥形量热仪: FTT-100, 英国 Fire Testing Technology 公司; 热重分析仪: TG 209F1 型, 德国耐驰公司; 扫描电镜: JSM-7500F 型, 日本电子公司。

1.2 实验步骤

1.2.1 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧烷 (107 硅橡胶) 的制备

在 1 000 mL 的三口烧瓶内加入 400 g D_4 、微量水, 少量 DMF, 0.04 g LiOH, 采用碱催化平衡聚合法, 在 140°C 左右进行催化重排反应 4~6 h; 反应完毕, 减压蒸出 DMF 及未聚合的 DMC, 得到约 360 g 无色透明、黏度稳定在 $13\,200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 左右的 107 硅橡胶。

1.2.2 甲基三乙氧基硅烷的制备^[9]

在 500 mL 的三口烧瓶内加入 1.2 mol 甲基三氯硅烷, 在升温过程中慢慢滴加 3.8 mol 无水乙醇 (滴加时间控制在 30 min); 滴完后通 N_2

鼓泡赶酸, 并慢慢升温至 100°C ; 反应结束后冷却, 再加入甲醇钠, 调节体系 pH 值至 7~8; 然后过滤沉淀, 减压蒸馏滤液, 得到产品。产品的 ^1H NMR 谱特征吸收峰位置及归属 (CDCl_3): 0.124 ($\text{Si}-\text{CH}_3$, 3H, s), 3.852 ($\text{O}-\text{CH}_2$, 6H, q), 1.264 ($\text{C}-\text{CH}_3$, 9H, t); 产品的 IR 谱特征吸收峰位置: $1\,082 \text{ cm}^{-1}$ 。

1.2.3 三聚氰胺磷酸盐 (MP) 的合成^[10-11]

在盛有一定量水的 500 mL 三口烧瓶中, 于 95°C 左右搅拌下加入一定量的三聚氰胺, 待其高度分散后再分批缓慢加入磷酸, 控制反应温度在 165°C , 高速搅拌反应 5 h; 反应后冷却至室温, 过滤, 滤饼用去离子水洗涤 ($3 \times 50 \text{ mL}$); 放入真空干燥箱中, 于 80°C 烘 2 h, 然后于 110°C 烘干 3 h, 即得白色粉末固体三聚氰胺磷酸盐。产品的 IR 谱特征吸收峰位置及归属: $3\,100 \text{ cm}^{-1}$ (NH_4^+), $1\,680 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{P}-\text{O}-\text{H}$), $1\,410 \text{ cm}^{-1}$ (NH^+), $1\,100 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{P}=\text{O}$), 960 cm^{-1} ($\text{P}-\text{OH}$)。

1.2.4 脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶的制备

按表 1 配方称料。将 107 硅橡胶和纳米 SiO_2 在密炼机中混炼均匀, 加入偶联剂 KH 550 和 KH 560, 混炼 20 min; 再依次加入 MP、OMMT、 ZnO 和 TiO_2 , 混炼均匀后在 120°C 热处理约 3 h; 冷却后依次加入交联剂甲基三乙氧基硅烷、催化剂二月桂酸二丁基锡, 混炼均匀, 配成脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶; 抽真空除水除气泡, 然后浇注在涂有脱模剂的模具内, 室温硫化 3~7 天, 测试其性能。

表 1 脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶的基本配方 份

组分	配方编号				
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
107 胶	100	100	100	100	100
SiO_2	20	20	20	20	20
MP	40	30	20	10	0
ZnO	5	5	5	5	5
TiO_2	5	5	5	5	5
OMMT	0	10	20	30	40
催化剂	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
交联剂	4	4	4	4	4
偶联剂	1	1	1	1	1

1.3 性能测试

氧指数: 按 GB/T 10707—2008、采用氧指数测试仪测试; 垂直燃烧: 按 GB/T 13488—1992、采用水平垂直燃烧仪测试; 拉伸强度和拉

断伸长率:按 GB/T 528—2009、采用拉力试验机测试;撕裂强度:按 GB/T 529—2008、采用拉力试验机测试;硬度:按 GB/T 531.1—2008、采用邵氏硬度计测试;黏度:按 GB/T 2794—1995、采用旋转黏度计测试;耐热性:采用热失重(TG)分析仪测试,升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$,范围 $40\sim 900^{\circ}\text{C}$,空气氛围;热释放速率(HRR):采用锥形量热仪测试,辐射热流强度 $50\text{ kW}/\text{m}^2$,样品尺寸 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}\times 3\text{ mm}$,加框;硅橡胶形貌:将硅橡胶样条在液氮中脆断,采用扫描电镜(SEM)观察断口。

2 结果与讨论

2.1 MP 和 OMMT 对比对硅橡胶阻燃性的影响

氧指数测试结果表明,随着 MP 用量的减少和 OMMT 用量的增大,硅橡胶的氧指数值逐渐减小,样品 T-1 到 T-5 的氧指数从 27.4% 减小到 26.1%;但变化幅度都很小,T-5 (OMMT 用量为 40 份,MP 用量为 0) 与 T-1 (OMMT 用量为 0,MP 用量为 40 份) 相比氧指数仅降低了 1.3%。MP 主要通过以下几个作用提高材料的阻燃性能:一是吸热作用,MP 的升华、挥发、蒸发及分解都是吸热的;分解产生的焦磷酸盐在 250°C 以上分解时,也吸收大量的热^[12-13]。二是生成惰性气体,生成的水蒸气、氨气、氮气等能冲稀燃烧区可燃气体及氧气的浓度。三是促进成炭,形成阻隔层。MP 本身成炭率很高,而且能促进聚合物成炭形成阻碍传质、传热的阻隔层而发挥有效的阻燃作用^[14]。OMMT 主要基于化学反应(如环化、芳构化、交联、催化)促进材料燃烧时成炭,形成阻隔作用达到阻燃作用^[15];但硅橡胶中的碳元素含量很少,所以不能显著改善硅橡胶的阻燃性能。

2.2 MP 和 OMMT 对比对硅橡胶动态燃烧性能的影响

图 1 给出了不同 MP 和 OMMT 配比硅橡胶的热释放速率(HRR)。HRR 是指在预置的入射热流强度下,单位面积的燃烧材料的热释放速率;HRR 的最大值为热释放速率峰值(pkHRR),其大小表征材料燃烧时的最大热释放程度。HRR 和 pkHRR 越大,材料的燃烧放热量越大,形成火灾的危害性越大^[16]。

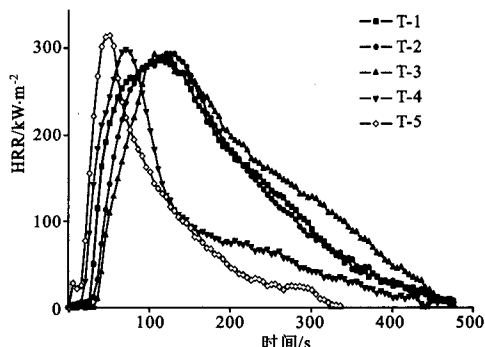


图 1 MP 和 OMMT 对比对阻燃硅橡胶热释放速率的影响

图 1 结果表明,随着 MP 添加量的减少和 OMMT 添加量的增多, pkHRR 从 $289\text{ kW}/\text{m}^2$ 增大到 $315\text{ kW}/\text{m}^2$, 仅仅增加了 $26\text{ kW}/\text{m}^2$ 。因此,大量添加 OMMT 不会明显降低硅橡胶的阻燃性能。从 T-1 和 T-5 的 pkHRR 可以看出,只添加 MP 的硅橡胶比仅添加 OMMT 的硅橡胶具有更好的阻燃性能,该分析结果和氧指数实验结果一致;另一方面,随着 OMMT 用量的增多,HRR 达到峰值的时间却大大缩减,从 120 s 降低到 50 s。其中 T-2 的 HRR 到达峰值的时间最长,为 130 s;所以当硅橡胶中添加 30 份 MP 和 10 份 OMMT 时具有更好的阻燃性。

2.3 MP 和 OMMT 对比对硅橡胶耐热性的影响

图 2 和表 2 给出了不同 MP 和 OMMT 配比硅橡胶的热失重曲线和分析数据。

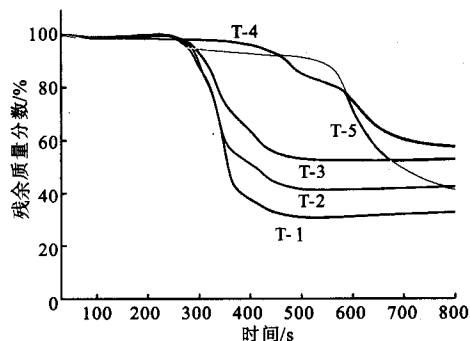


图 2 MP 和 OMMT 对比对硅橡胶热失重曲线的影响

表 2 MP 和 OMMT 对比对硅橡胶热性能的影响

样品	$T_{5\%}^1/^{\circ}\text{C}$	$T_{40\%}^1/^{\circ}\text{C}$	残余质量分数/%
T-1	283	345	32
T-2	276	350	42
T-3	290	414	53
T-4	289	482	57
T-5	195	432	41

注: 1) $T_{5\%}$ 和 $T_{40\%}$ 分别指硅橡胶质量损失率为 5% 和 40% 时的温度。

结合图 2 和表 2 可以明显发现,在 MP 和

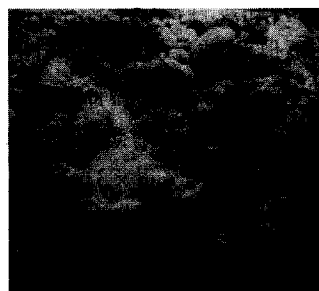
OMMT 总量不变的条件下, 残余质量分数随着 OMMT 用量的增多逐渐上升; 当 OMMT 全部取代 MP (T-5) 后, 残余质量分数又迅速下降。由此可以推断, OMMT 的存在促进了 MP 的成炭。这是因为: 首先, MP 在高温下分解可形成多种交联的缩聚物, 在 700℃ 空气中的成炭率为 30%, 故其本身的成炭率很高^[12]; OMMT 燃烧后能在其表面形成多层的硅酸盐复合炭层, 该炭层能起到很好的屏障作用, 使燃烧过程发生炭化作用^[15,17]。所以 OMMT 的炭化作用能提高 MP 在高温下的成炭率。

表 2 结果还表明, MP 和 OMMT 的合理搭配能明显提高硅橡胶的初始分解温度。硅橡胶仅添加 OMMT 时, 其热降解质量损失率为 5% 时的温度 ($T_{5\%}$) 为 195℃; 当 OMMT 和 MP 的质量比为 1:1 (T-3) 时, $T_{5\%}$ 增加到 290℃, 提高了 95℃。虽然 OMMT 用量的增加没有提高硅橡胶的阻燃性能, 但能明显提高硅橡胶的初始热分解温度。这和动态燃烧性能分析结果一致, 即 OMMT 的添加延长了 HRR 到达峰值的时间。另外, 杜春毅等人用实时红外光谱研究 MP 填充硅橡胶的热分解特性时发现, MP 填充硅橡胶在 2 964 cm^{-1} 处 CH_3 中 C—H 键的伸缩振动吸收峰强度从 350℃ 开始明显减小, 到 450℃ 时消失; 而硅橡胶中, 2 964 cm^{-1} 处的吸收峰相对强度在 400℃ 时明显减弱, 直到 550℃ 才消失, 这说明 MP 能加速硅橡胶的热分解^[18]。所以 OMMT 的添加能明显改善 MP 加速硅橡胶热分解的缺点。另外, 通过表 2 也能看出, T-3 在质量损失率为 40% 时的温度 ($T_{40\%}$) 为 414℃, 比仅添加 MP 的硅橡胶 (T-1) 的 $T_{40\%}$ 提高了 69℃。这可能是由于具有良好气体阻隔性能的蒙脱土片层能抑制硅橡胶侧链基团的断裂, 缓解主链硅氧键的断裂, 减少了低分子环状物的生成, 从而显著提高了硅橡胶的热稳定性。通过氧指数、动态燃烧性能和热失重分析可以断定, OMMT 不仅不会明显削弱 MP 的阻燃性能, 而且能抑制 MP 促进硅橡胶的热分解作用, 使硅橡胶的初始分解温度明显提高。

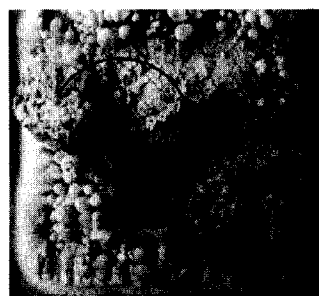
2.4 MP 和 OMMT 配比对阻燃硅橡胶残渣形貌的影响

当 OMMT 和 MP 质量比为 1:1 (T-3) 时, TGA 初始分解温度最高, 可能是 MP/OMMT 填

充硅橡胶在燃烧后, OMMT 能在表面形成多层的硅酸盐复合炭层, 促进 MP 成炭率提高所致, 该结论可用剩余残渣形貌证实。图 3 给出了 T-1 和 T-3 经锥形量热仪测试后的残渣形貌。



a—T-1



b—T-3

图 3 T-1 和 T-3 经锥形量热仪测试后的残渣形貌数码照片

从图 3a 可看出, 硅橡胶燃烧后表面主要是松散的硅氧化物, 仅有很少散落的炭质层; 而图 3b 中, 燃烧残余物表面变得平整, 残渣层变得坚硬致密, 充分发挥了 MP 和 OMMT 的协同作用。

2.5 MP 和 OMMT 配比对阻燃硅橡胶机械性能的影响

表 3 列出了 MP 和 OMMT 配比对 RTV 硅橡胶力学性能的影响。

表 3 MP 和 OMMT 配比对硅橡胶力学性能的影响

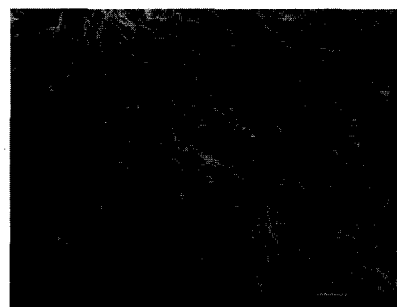
配方 编号	拉伸强度 /MPa	拉断伸长 率/%	撕裂强度 /kN·m ⁻¹	邵尔 A 硬 度/度
T-1	1.38	118	6.58	43
T-2	1.50	132	6.89	43
T-3	2.05	200	9.93	45
T-4	2.49	226	7.37	46
T-5	2.70	238	7.11	49

从表 3 可以看出, 随着 OMMT 填充量的增大, 硅橡胶的拉伸强度、拉断伸长率和硬度逐渐

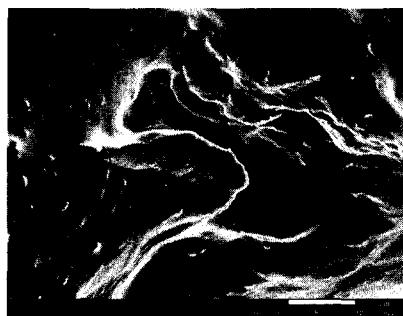
增大。这是因为 OMMT 在硅橡胶中能起补强作用,而 MP 与硅橡胶的相容性不是太好;因此,随着 OMMT 用量的增多和 MP 用量的减少,硅橡胶的拉伸性能提高。硅橡胶的撕裂强度随着 OMMT 用量的增大和 MP 用量的减少先增后降,在 MP 和 OMMT 质量比为 1:1 时达到最大值。即在 MP 填充硅橡胶中添加 OMMT 能显著提高硅橡胶的力学性能。结合阻燃性考虑,MP/OMMT 的质量比为 1:1 时,MP/OMMT 填充硅橡胶的综合性能最好。

2.6 MP 和 OMMT 对比对阻燃硅橡胶形貌的影响

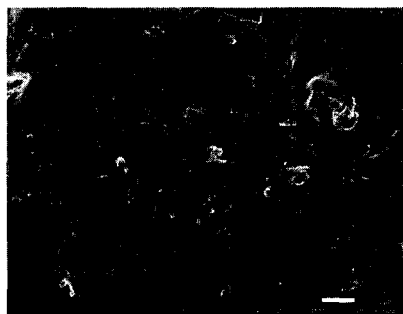
图 4 是仅添加 40 份 MP (T-1)、MP 和 OMMT 各添加 20 份 (T-3) 以及仅添加 40 份 OMMT (T-5) 的硅橡胶经液氮脆断后断口的 SEM 照片。



a—T-1



b—T-3



c—T-5

图 4 T-1、T-3 和 T-5 液氮脆断后断口的 SEM 照片

由图 4a 可以看出,纳米二氧化硅和阻燃剂 MP 在硅橡胶中分散均匀,无大颗粒团聚体;由图 4b 可以看出,OMMT 在硅橡胶中分散均匀,分散过程中的高温处理使硅橡胶能够把 OMMT 颗粒包埋其中,增强了 OMMT 与硅橡胶界面的作用,相互间的结合力显著提高;由图 4c 可以看出,OMMT 增加到 40 份时分散颗粒尺寸变大。

3 结论

以 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷 (107 硅橡胶)、三聚氰胺磷酸盐 (MP) 和有机蒙脱土 (OMMT) 为原料,制备了脱醇型 RTV 阻燃硅橡胶。锥形量热仪和极限氧指数测试结果表明,随着 OMMT 用量的增多和 MP 用量的减少,硅橡胶的阻燃性能没有显著的变化;热失重分析表明,OMMT 的添加使硅橡胶的初始分解温度明显提高,大大提高了硅橡胶燃烧后残渣的生成量;机械性能测试表明,OMMT 的增多能明显的提高硅橡胶的机械性能。当 MP 和 OMMT 各添加 20 份时,硅橡胶的极限氧指数下降 0.6%,初始分解温度提高 95℃,拉伸强度、硬度、撕裂强度分别提高 48.6%、4.7%、50.9%;此时的 SEM 分析表明,OMMT 能在硅橡胶中均匀分散,且燃烧残渣表面变得平整、坚硬、致密。即在此配比下硅橡胶能在保持良好阻燃性的同时提高其机械性能。

参考文献

- [1] 幸松民,王一路. 有机硅合成工艺及产品应用[M]. 北京:化学工业出版社,2000:614-618.
- [2] 窦网琪,王新龙. 电缆/管道贯穿用膨胀性阻燃硅橡胶研究[J]. 有机硅材料,2010,24(6):364-368.
- [3] 贾丽,杨再文,刘华飞,等. 改性 $Mg(OH)_2$ 对脱醇型 RTV 硅橡胶性能的影响[J]. 有机硅材料,2005,19(2):17-19.
- [4] 艾国金,马文石. 氢氧化铝对脱醇型对脱醇型 RTV-1 硅橡胶性能的影响[J]. 有机硅材料,2007,21(6):313-317.
- [5] WEIL E D. Phosphorus-based flame retardants[M] // ENGEL R (Ed). Chapter 14 in handbook of organophosphorus chemistry. New York: Marcel Dekker Inc, 1992:683-738.
- [6] 欧育湘,赵毅,韩廷解,等. 环境友好型阻燃剂—

- 三聚氰胺及其盐类[J]. 塑料, 2009, 38 (2): 35-37.
- [7] GILMAN J W. Flammability and thermal stability studies of polymer layered-silicate (clay) nanocomposites [J]. Appl Clay Sci, 1999, 15: 31-49.
- [8] YANG L, HU Y, LU H D, et al. Morphology, thermal, and mechanical properties of flame-retardant silicone rubber/montmorillonite nanocomposites[J]. J Appl Polym Sci, 2006, 99: 3275-3280.
- [9] 姜振华, 陈发德, 张进, 等. 溶剂法合成甲基三甲氧基硅烷[J]. 有机硅材料, 2005, 19 (5): 18-20.
- [10] 张泽江, 梅秀娟, 冯良荣, 等. 三聚氰胺磷酸盐阻燃剂的合成及性能表征[J]. 合成化学, 2003, 11: 260-264.
- [11] 赵华, 朱志华, 于筛成, 等. 三聚氰胺磷酸盐的合成及改性研究[J]. 塑料工业, 2009, 37 (1): 60-62.
- [12] 欧育湘, 李建军. 阻燃剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 244-249.
- [13] MAKHERJEE A. Melamine derivatives-alternative to traditional flame retardant[J]. Plast Eng, 2001 (2): 42-46.
- [14] 欧育湘, 赵毅, 韩廷解, 等. 环境友好型阻燃剂—三聚氰胺及其盐类[J]. 塑料, 2009, 38 (2): 35-37.
- [15] ZANETTI M, KASHIWAGI T, FALQUI L, et al. Cone calorimeter combustion and gasification studies of polymer layered silicate nanocomposites [J]. Chem Mater, 2002, 14, 881-887.
- [16] 王庆国, 张军, 张峰. 锥形量热仪的工作原理及应用[J]. 现代科学仪器, 2003 (6): 36-39.
- [17] ZHU J, MORGAN A B, LAMELAS F J, et al. Fire properties of polystyrene lay nanocomposites[J]. Chem Mater, 2001, 13: 3774-3780.
- [18] 杜春毅, 王正洲. 硅橡胶膨胀型阻燃和热分解特性分析[J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24 (5): 88-91.

Effects of MP/OMMT on the Properties of Dealcoholized RTV Silicone Rubber

LI Xing-jian, WANG An-ying, SUN Dao-xing, ZHANG Yi-heng

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, Shandong)

Abstract: α , ω -Dihydroxy polydimethylsiloxane (107 silicone rubber), methyl triethoxysilane, melamine phosphate (MP) and organic montmorillonite (OMMT) were used to prepare flame-retardant and dealcoholized RTV silicone rubber. The effect of MP/OMMT ratio on the flame retardant properties, dynamic combustion and mechanical properties, thermal stability of the dealcoholized RTV silicone rubber was studied and the dispersion state of MP/OMMT in RTV silicone rubber was investigated with scanning electron microscopy (SEM). The cone calorimeter (CONE) and limiting oxygen index test results showed that the flame retardant performance of MP/OMMT silicone rubber had no significant change with increasing the amount of OMMT and decreasing the amount of MP. TGA analysis results showed that with increasing the amount of OMMT, the initial decomposition temperature of the silicone rubber was significantly increased as well as the combustion residues. The mechanical performance test showed that increasing the amount of OMMT could significantly improve the mechanical properties of silicone rubber. When 20% MP and 20% OMMT was added in silicone rubber, the limiting oxygen index fell by 0.6% with the initial decomposition temperature increased by 95°C, and the tensile strength, hardness, tear strength increased by 48.6%, 4.7%, 50.9%, respectively, compared with the pure MP silicone rubber. At the same time, SEM analysis showed that OMMT could be uniformly dispersed, and the combustion residues became smooth, hard and dense, which demonstrated that the composition of silicone rubber could combine their mechanical properties with good flame resistance.

Keywords: silicone rubber, dealcoholized, RTV, thermal resistant, melamine phosphate, organ-montmorillonite