

氢氧化镁/氢氧化铝/三聚氰胺磷酸盐协效无卤膨胀型阻燃硅橡胶的制备与性能研究

李兴建¹, 张宜恒^{1*}, 孙道兴²

(1. 青岛科技大学 化学与分子工程学院, 山东 青岛 266042; 2. 青岛科技大学 环境工程与安全学院, 山东 青岛 266042)

摘要:以碱催化平衡聚合法制备的 α,ω -二羟基聚二甲硅氧烷为基胶, 制备氢氧化镁/氢氧化铝/三聚氰胺磷酸盐(MP)协效无卤膨胀型阻燃硅橡胶, 并对其结构和性能进行研究。结果表明: 氢氧化镁/氢氧化铝/MP可产生阻燃协同作用, 能够使复合硅橡胶的阻燃性能、热稳定性和抑烟性能进一步增强。氢氧化镁/氢氧化铝/MP阻燃硅橡胶不仅具有优异的阻燃性能, 还能保持良好的物理性能, 当复合阻燃剂氢氧化镁/氢氧化铝/MP并用比为12/18/30时, 复合硅橡胶的综合性能最佳。

关键词:硅橡胶; 氢氧化镁; 氢氧化铝; 三聚氰胺磷酸盐; 协同作用; 动态燃烧性能

中图分类号: TQ333.93; TQ330.38⁺7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2013)06-0344-07

室温硫化(RTV)硅橡胶作为新型的有机硅弹性体, 是液体硅橡胶品种之一, 具有在室温下无需加热、加压即可硫化, 使用极其方便等特点。但其分子链中含有大量的碳和氢, 属易燃物, 如遇明火会持续燃烧, 极大限制了其在防火、阻燃、防漏电性能方面的应用。

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。基于环保要求, 无卤环保型阻燃硅橡胶得以广泛研究。氢氧化镁和氢氧化铝等无卤阻燃剂在燃烧时无有害气体释放, 具有低烟、低毒、低腐蚀以及价廉等特点, 因此作为环保型阻燃剂得到广泛应用。但是, 氢氧化镁和氢氧化铝只有在用量较大时才会具有明显的阻燃效果, 此时RTV硅橡胶的物理性能将受到很大影响^[1-2]。

目前阻燃可以采用膨胀阻燃技术、纳米复合材料技术和协同阻燃技术等。为了提高硅橡胶膨胀阻燃性能的同时, 兼顾其物理性能, 本工作以脱醇型RTV硅橡胶为基胶, 以三聚氰胺磷酸盐

(MP)为自膨胀阻燃剂, 以氢氧化镁和氢氧化铝为协同阻燃剂, 制备氢氧化镁/氢氧化铝/MP阻燃硅橡胶, 并对其结构和性能进行研究。

1 实验

1.1 原材料

氢氧化镁, 分析纯, 上海山浦化工有限公司产品。甲基三氯硅烷和八甲基环四硅氧烷(工业级)、氢氧化铝(分析纯)、氢氧化锂(分析纯)和二月桂酸二丁基锡(化学纯), 天津市广成化学试剂有限公司产品。N,N-二甲基甲酰胺, 分析纯, 天津博迪化工股份有限公司产品。甲醇钠, 分析纯, 天津市光复精细化工研究所产品。三聚氰胺, 分析纯, 天津市巴斯夫有限公司产品。磷酸, 分析纯, 莱阳经济技术开发区精细化工厂产品。白炭黑, 分析纯, 平均粒径为15 nm, 比表面积为 $360 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, 南京海泰纳米材料有限公司产品。偶联剂KH-550和KH-560, 工业级, 江苏晨光偶联剂有限公司产品。

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

1.3 设备与仪器

SU-70B型密炼机, 常州苏研科技有限公司产品; GT-7010-AE型拉力试验机, 中国台湾高铁

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51172116和21176128); 青岛市基金项目(10-3-4-4-14-jch)

作者简介: 李兴建(1985—), 男, 山东临沂人, 现为中国科学院成都有机化学研究所在读博士研究生, 主要从事高分子材料的研究。

* 通信联系人

表 1 试验配方份

组 分	配方编号					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
阻燃剂 MP	0	50	40	30	20	10
氢氧化镁	0	4	8	12	16	20
氢氧化铝	0	6	12	18	24	30

注:配方其余组分和用量为 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷 100,白炭黑 10,催化剂二月硅酸二丁基锡 1,偶联剂 KH-550 和 KH-560 0.62,交联剂 4。

检测仪器有限公司产品;DJ-4 型旋转粘度计,上海群昶科学仪器有限公司产品;HS-74 型邵氏硬度计,上海化工机械四厂产品;HC-2 型氧指数测试仪和 CZF-3 型水平垂直燃烧仪,南京江宁区分析仪器厂产品;510P 型红外光谱(IR)仪,美国 Nicolet 公司产品;Bruker AV-500 型核磁分析仪,德国 Bruker 公司产品;锥形量热仪,英国 Fire Testing 科技有限公司产品;TG209F1 型热重(TG)分析仪,德国耐驰公司产品;JSM-7500F 型扫描电子显微镜(SEM),日本电子株式会社产品。

1.4 试样制备

1.4.1 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷

将 400 g 八甲基环四硅氧烷、微量的水和少量的 N,N-二甲基甲酰胺加入 1 L 三口烧瓶内,采用碱催化平衡聚合法使八甲基环四硅氧烷在 140℃左右进行催化重排反应。控制加入水的用量使 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷的粘度稳定在 12 Pa·s 左右。反应完毕后减压蒸出 N,N-二甲基甲酰胺及未聚合的二甲基环硅氧烷混合物,即得约 360 g 无色透明的 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷。

1.4.2 交联剂甲基三乙氧基硅烷

将 1.2 mol 甲基三氯硅烷投入 500 mL 三口烧瓶中,在体系升温过程中慢慢滴加 3.8 mol 无水乙醇。当乙醇滴加完毕后,通氮气鼓泡赶酸并慢慢升温至 100℃,反应结束后,在已冷却的烧瓶内加入甲醇钠中和多余的酸使体系 pH 值为 7~8,过滤沉淀,减压蒸馏滤液即制得产品。

1.4.3 阻燃剂 MP

在盛有一定量水的 500 mL 三口烧瓶中于 95℃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地加入质量分数为 0.63 的磷

酸。控制反应温度,高速搅拌至反应完全,反应物冷却至室温后过滤,滤饼用去离子水(3×50 mL)洗涤后放置真空干燥箱中于 80℃烘干 2 h,然后于 110℃烘干 3 h,即得到白色粉末固体 MP^[3-4]。

1.4.4 脱醇型阻燃 RTV 硅橡胶

将 α,ω -二羟基聚二甲基硅氧烷和白炭黑在密炼机中混炼均匀后,加入硅烷偶联剂 KH-550 和 KH-560,混炼 20 min 后依次加入阻燃剂 MP、氢氧化镁和氢氧化铝,混匀后在 120℃下热处理约 3 h,冷却后依次加入交联剂、催化剂二月硅酸二丁基锡继续混炼直至均匀,抽真空除水、气泡,然后浇注在涂有脱模剂的模具内,室温硫化 3~7 d,即制得脱醇型阻燃 RTV 硅橡胶。

1.5 测试分析

1.5.1 阻燃性能

垂直燃烧性能和氧指数均按照 GB/T 10707—2008《橡胶燃烧性能的测定》进行测试。动态燃烧性能采用锥形量热仪进行测试,辐射热流强度为 35 kW·m⁻²,试样尺寸为 100 mm×100 mm×3 mm。

1.5.2 物理性能

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 第 1 部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)》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;撕裂强度按照 GB/T 529—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)》进行测试,采用直角形试样;粘度按照 GB/T 2794—1995《胶粘剂粘度的测定》进行测试。

1.5.3 TG 分析

热稳定性采用 TG 分析仪进行分析,试验条件为:空气气氛,升温速率 10℃·min⁻¹,温度范围 40~900℃。

2 结果与讨论

2.1 阻燃性能

不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶氧指数的影响如图 1 所示。

从图 1 可以看出,2# 配方胶料的氧指数达到 29.8,远远大于 1# 配方胶料的氧指数。有研究表

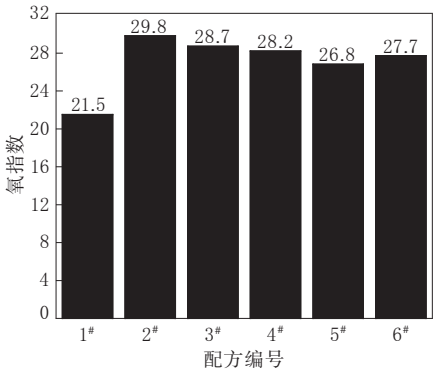


图1 不同阻燃剂比对 RTV 硅橡胶氧指数的影响

明,在脱醇型硅橡胶中添加 50 份三聚氰胺多聚磷酸盐(MPP)和 10 份氢氧化铝(阻燃剂总用量为 60 份)时氧指数仅为 24.8,随着氢氧化铝用量的增大,氧指数增大,当氢氧化铝为 50 份时其氧指数仅为 28.1,且 MPP 阻燃效果优于 MP^[5]。由此可知,氢氧化镁/氢氧化铝/MP 作为协同阻燃剂能明显改善硅橡胶的阻燃性能。本研究中,随着阻燃剂 MP 的用量从 50 份减小到 30 份,胶料的氧指数有所减小,但是变化不大,氧指数能保持在 28 左右;随着阻燃剂 MP 用量继续减小,5[#] 配方胶料的氧指数较 2[#] 配方胶料减小了 3%。

除氧指数外,复合硅橡胶的阻燃性能也可用垂直燃烧法进行表征。与氧指数法相比,垂直燃烧法的燃烧模式更接近物体燃烧的实际情况,因此能更好地反映硅橡胶的实际阻燃效果。不同阻燃剂比对 RTV 硅橡胶垂直燃烧性能的影响如表 2 所示。

从表2可以看出,未加入阻燃剂的硅橡胶完

表 2 不同阻燃剂比对 RTV 硅橡胶垂直燃烧性能的影响

项 目	配方编号					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
第一次平均						
燃烧时间/s	完全燃烧	0	6	5	20	14
第二次平均						
燃烧时间/s	—	0	13	11	41	30
燃烧等级	无	FV-0	FV-1	FV-1	无	FV-1

全燃烧;除 5[#] 配方胶料外,2[#] 配方胶料的垂直燃烧等级达到 FV-0 级,表现出优异的自熄性。3[#], 4[#] 和 6[#] 配方胶料的垂直燃烧等级达到 FV-1 级,具有很好的自熄性。硅橡胶中单纯添加氢氧化镁或氢氧化铝 50 份以上才能表现出自熄性^[2]。由此可知,合理搭配氢氧化镁、氢氧化铝和 MP 在硅橡胶中的用量可以赋予其良好的阻燃性能。

2.2 动态燃烧性能

锥形量热仪的燃烧环境极相似于真实的燃烧环境,其试验结果与大型燃烧试验结果之间存在很好的相关性,能客观地评价真实火灾中材料的燃烧性能^[6]。锥形量热仪测定各试样的热释放速率峰值、热释放速率均值、总释放热等燃烧性能参数,其中火灾性能指数为点燃时间与峰值热释放速率的比值,它与封闭空间火灾发展到轰燃临界点的时间,即“轰燃时间”有一定的相关性。火灾性能指数越大,轰燃时间越长,越难发生轰燃,是消防工程设计中一个重要的参数,是设计消防逃生时间的重要依据^[7]。不同阻燃剂比对 RTV 硅橡胶动态燃烧性能的影响如表 3 所示。

表 3 不同阻燃剂比对 RTV 硅橡胶动态燃烧性能的影响

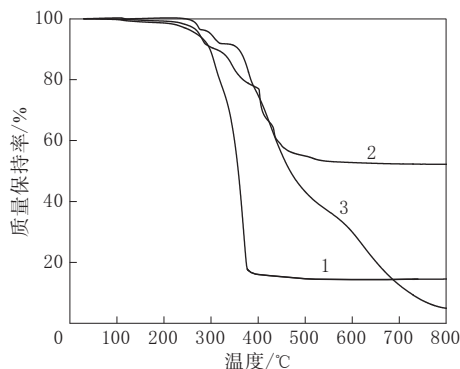
项 目	配方编号					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
热释放速率峰值/(kW·m ⁻²)	391.53	232.92	206.51	194.71	166.31	164.54
热释放速率均值/(kW·m ⁻²)	122.70	88.35	93.78	88.39	70.16	62.35
火灾性能指数/(m ² ·s·kW ⁻¹)	0.109 8	0.437 9	0.445 5	0.436 5	0.282 6	0.370 7
总释放热/(MJ·m ⁻²)	56.42	71.09	69.39	62.31	59.27	52.02

从表 3 可以看出,1[#] 配方胶料的火灾性能指数最小,最先发生轰燃。相同条件下,3[#] 配方胶料的火灾性能指数最大,最晚发生轰燃,阻燃效果好。随着 MP 用量的减小、氢氧化镁和氢氧化铝用量的增大,胶料的热释放速率峰值越来越低。与 1[#] 配方胶料相比,6[#] 配方胶料的热释放速率

峰值和热释放速率均值降低了 58%和 49%。当氢氧化镁和氢氧化铝的总用量超过 40 份时,对胶料热释放速率峰值的影响很小。

阻燃剂 MP 和复合阻燃硅橡胶的 TG 曲线如图 2 所示。

从图 2 可以看出,MP 从 230 ℃左右开始发



1—2[#] 配方; 2—6[#] 配方; 3—阻燃剂 MP。

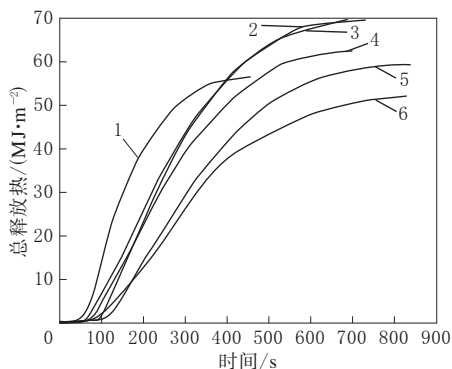
图2 阻燃剂 MP 和复合阻燃硅橡胶的 TG 曲线

生分子间脱水反应,生成焦磷酸三聚氰胺和聚磷酸三聚氰胺,随着温度升高到 300 °C 以后,分解产生氨气、水、三聚氰胺和超磷酸蜜白胺以及磷氮类结构的物质^[8-9]。MP 分解出的三聚氰胺、氨气和水,能稀释火焰区的氧和气态可燃物浓度,属于气相阻燃机理。此时,三聚氰胺升华也要吸收热量,并且三聚氰胺能在 400 °C 左右时吸热,发生分解反应,放出氨气,形成缩聚物,影响基体材料的熔化行为,并加速其炭化成焦,从而起到良好的阻燃作用^[10]。垂直燃烧试验时火焰条件为 50 W,环境温度低,对胶料作用时间短,而此时的火焰温度能满足 MP 起到阻燃作用所需的温度,因此 MP 用量增大能显著提高胶料的垂直燃烧级别。

氢氧化镁(分解温度高于 230 °C)和氢氧化铝(分解温度高于 340 °C)的阻燃机理属于凝聚相阻燃机理,在 230~600 °C 高温下受热时能分解产生水分并吸收很大热量,从而提高复合材料分解所需的活化能起到阻燃作用^[11-12]。在垂直燃烧试验温度下,不能满足氢氧化镁和氢氧化铝快速分解的温度要求,分解量小,产生的活性氧化铝和氧化镁少,起不到固相阻燃作用,因而不能显著提高垂直燃烧级别和氧指数。与之相反,动态燃烧性能试验数据是在辐射热流强度为 35 kW·m⁻² 条件下获得,环境温度在 640 °C 左右,能够使氢氧化镁和氢氧化铝快速分解吸热,产生大量的活性氧化铝和氧化镁,起到很好的固相阻燃作用。但 MP 分解的最后一个阶段是从 410 °C 左右到 600 °C 左右,此时 MP 急剧分解殆尽,不能很好发挥其气相阻燃作用。6[#] 配方胶料的最大质量损失温度明显高于 2[#] 配方胶料,这说明 MP 能在低温下起到显著的阻燃作用,氢氧化镁和氢氧化铝在高温下

能发挥阻燃作用。因此,随着 MP 用量的减小、氢氧化镁和氢氧化铝用量的增大,能显著降低胶料的热释放速率峰值和热释放速率均值。

不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶总释放热的影响如图 3 所示。



1—1[#] 配方; 2—2[#] 配方; 3—3[#] 配方; 4—4[#] 配方;
5—5[#] 配方; 6—6[#] 配方。

图3 不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶总释放热的影响

从图 3 可以看出,阻燃剂 MP 用量越大,复合硅橡胶的总释放热越大。这说明在高温下 MP 能加剧硅橡胶的热氧化分解过程,促进硅橡胶的热分解,使其总释放热增大。6[#] 配方胶料的总释放热小于 1[#] 配方胶料的总释放热。这是由于氢氧化镁和氢氧化铝的阻燃作用降低的总释放热与 MP 加剧硅橡胶分解产生的总释放热相当。而表 2 中 5[#] 配方胶料未达到垂直燃烧级别,可能是由于 MP 的用量不够大,不能很好地发挥气相阻燃作用,但又能加剧硅橡胶热分解,此时氢氧化镁和氢氧化铝所产生的阻燃作用又不能抵消 MP 的催化分解作用,导致该复合阻燃剂的阻燃级别不高。

不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶热释放速率的影响如图 4 所示。

从图 4 可以看出,1[#] 配方胶料点燃之后剧烈燃烧,出现一个大而尖的热释放速率峰。加入阻燃剂后复合硅橡胶的热释放速率明显减小,其中 3[#]、4[#] 和 5[#] 配方胶料的曲线在上升与下降之间有一段很长的平台。这说明它们在大部分燃烧时间内放热较为平稳。2[#] 配方胶料缓慢燃烧的平台很小,而且在 130 s 处有一个尖峰。随着 MP 用量的减小,平台区域增大,这说明氢氧化镁和氢氧化铝产生的活性氧化物层能促进硅橡胶燃烧放热的平稳性,使胶料由猛烈燃烧方式转变为由

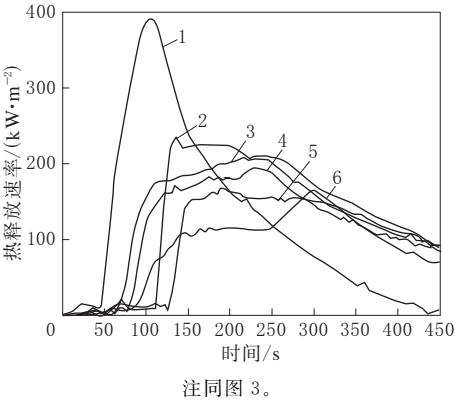


图 4 不同阻燃剂对比对 RTV 硅橡胶热释放速率的影响

2.3 抑烟性能

不同阻燃剂对比对 RTV 硅橡胶动态生烟速率的影响如图 5 所示。

从图 5 可以看出,复合阻燃剂对 RTV 硅橡胶具有很好的抑烟性能。270 s 之前,6# 配方胶料的动态生烟速率最小,而且随着氢氧化镁和氢氧化铝用量的增大,胶料的动态生烟速率逐渐减小。由于添加氢氧化铝对硅橡胶不会起到消烟和抑烟的作用,反而会明显增大其动态生烟速率^[2],因此,动态生烟速率减小主要归因于氢氧化镁分

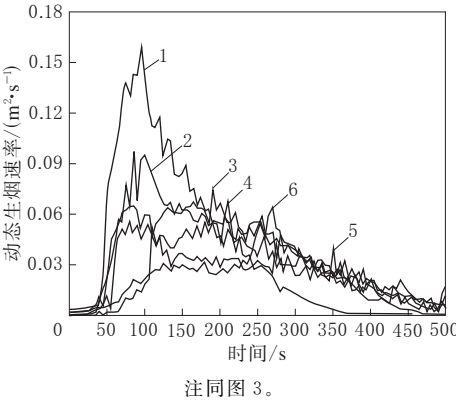


图 5 不同阻燃剂对比对 RTV 硅橡胶动态生烟速率的影响

解产生氧化镁的抑烟作用^[7]。5# 配方胶料的动态生烟速率峰值最小,该配比下的复合阻燃剂具有协效抑烟性能。这主要是由于 5# 配方胶料中 3 种阻燃剂合理搭配拓宽了阻燃温度范围(其热释放速率平台最平稳而且持续时间最长),使胶料的平稳放热时间延长,生烟量减小;另一方面,5# 配方胶料中阻燃剂的配比使 MP 能形成足够的成炭量,与金属氧化物共同形成一层致密的膨胀层,减少了可燃气体和烟雾的释放,使生烟量降低。

硅橡胶燃烧后残余炭渣的数码照片如图 6 所示。

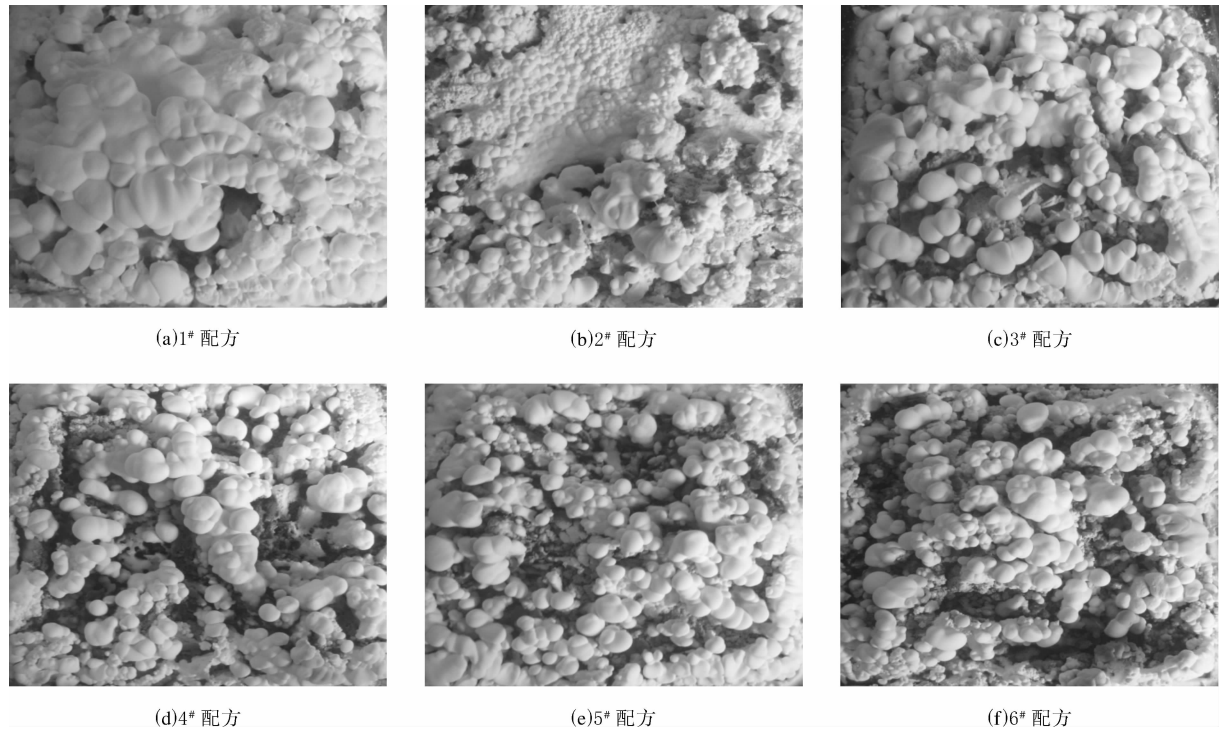


图 6 硅橡胶燃烧后残余炭渣的数码照片

从图 6 可以看出,5[#] 配方胶料的硅氧化物明显减少而且颗粒变小,有更多的炭层,而且表面没有大的孔洞,因此能有效阻碍烟雾的释放。

2.4 微观结构

硅橡胶燃烧后残渣的 SEM 照片如图 7 所示。
从图 7(a)可以看出,燃烧后残渣主要是团聚在一起的二氧化硅。从图 7(b)可以看出,当硅橡胶中添加大量的阻燃剂 MP 后,燃烧后主要形成的是致密的炭层结构,比二氧化硅熔融物更坚硬、更耐腐蚀,从而有效地阻止气态可燃物向其内部

扩散,提高了硅橡胶的阻燃性能。从图 7(c)可以看出,当 MP 和金属氢氧化物的用量相同时,主要形成的是混合均匀的炭层和金属氧化物熔融复合层,该熔融层呈致密的片状结构,而且其结构上面是团聚的二氧化硅,说明硅橡胶燃烧后产生的二氧化硅等硅质无机物能漂向表面形成硅质阻隔层。从图 7(d)可以看出,当 MP 用量很小时,主要形成的是氧化镁-氧化铝-二氧化硅共熔物,而且颗粒较大松散的氧化镁-氧化铝将团聚的二氧化硅隔离开来,3 种氧化物分散的极不均匀。

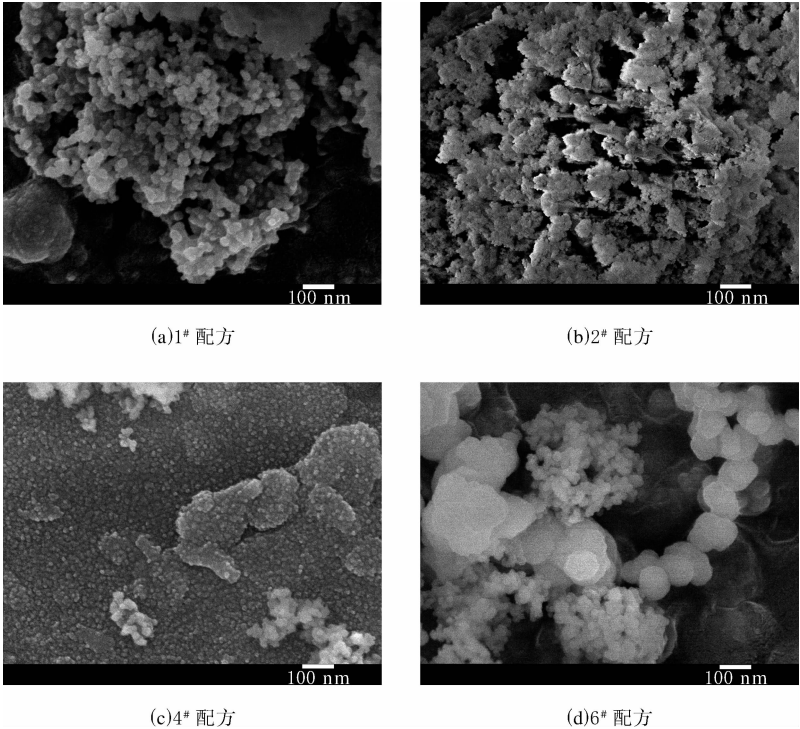


图 7 硅橡胶燃烧后残渣的 SEM 照片(放大 10 万倍)

2.5 物理性能

不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶物理性能的影响如表 4 所示。
从表 4 可以看出,与未加阻燃剂的硅橡胶相比,加入无卤阻燃剂的硅橡胶邵尔 A 型硬度和拉

伸强度增大,拉断伸长率减小。随着 MP 用量的减小、氢氧化镁和氢氧化铝用量的增大,胶料的邵尔 A 型硬度无太大变化,拉伸强度呈减小趋势,拉断伸长率呈先增大后减小趋势,其中 4[#] 配方胶料的拉断伸长率和撕裂强度最大。这是因为 MP 具有一定的高分子特性,与被处理基料具有很好的相容性;而氢氧化铝和氢氧化镁在硅橡胶中分散性不好,破坏了硅橡胶的网络结构。

表 4 不同阻燃剂配比对 RTV 硅橡胶物理性能的影响

项 目	配方编号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
邵尔 A 型硬度/度	31	39	42	40	40	41
拉伸强度/MPa	0.90	1.27	1.20	1.25	1.11	0.97
拉断伸长率/%	233	148	136	155	116	139
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	12	13	13	13	12	12

3 结论

氢氧化镁/氢氧化铝/MP 可产生阻燃协同作用,能够使复合硅橡胶的阻燃性能、热稳定性和

抑烟性能进一步增强。氢氧化镁/氢氧化铝/MP阻燃硅橡胶不仅具有优异的阻燃性能,还能保持良好的物理性能,当复合阻燃剂氢氧化镁/氢氧化铝/MP并用比为 12/18/30 时,复合硅橡胶的综合性能最佳。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 艾国金,马文石. 氢氧化铝对脱醇型 RTV-1 硅橡胶性能的影响[J]. 有机硅材料,2007,21(6):313-317.
- [3] 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(3):260-264.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Ulf Wickström, Ulf Göransson. Full-scale/Bench-scale Corre-

- lations of Wall and Ceiling Linings[J]. Fire and Materials, 1992,16(1):15-22.
- [7] 张军,纪奎江,夏延. 聚合物阻燃与燃烧技术[M]. 北京:化学工业出版社,2005:87,418.
- [8] Costa L, Camino G, Luda Di Cortemiglia M P. Mechanism of Thermal Degradation of Fire-Retardant Melamine Salts[A]. Fire and Polymers[C]. Washington, D C: ACS Symposium Series, 1990:211-238.
- [9] Camino G, Cost L, Luda Di Cortemiglia M P. Overview of Fire Retardant Mechanisms[J]. Polymer Degradation and Stability, 1991,33(2):131-154.
- [10] 佟苟朋,张德平. 常用三嗪系阻燃剂综述[A]. 2008 年全国阻燃学术年会论文集[C]. 北京:中国阻燃学会,2008:145-152.
- [11] Lewin M, Le Bras M, Camino G, et al. Fire Retardancy of Polymeric Materials: The Use of Intumescence[M]. London: The Royal Society of Chemistry, 1999:1-32.
- [12] 韦震宇,张立群,田明. 硅橡胶阻燃技术研究进展[J]. 合成橡胶工业,2011,34(1):74-80.

收稿日期:2012-12-01

Preparation and Properties of Magnesium Hydroxide/Aluminum Hydroxide/Melamine Phosphate Filled Flame Retardant Silicone Rubber

LI Xing-jian, ZHANG Yi-heng, SUN Dao-xing

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

Abstract: The magnesium hydroxide/aluminum hydroxide/melamine phosphate(MP) filled retardant silicone rubber was prepared by using α,ω - dihydroxy polydimethylsiloxane, which was prepared by equilibrium polymerization by using alkaline catalyst, and the structure and properties of the flame retardant silicone rubber were investigated. The results showed that, the magnesium hydroxide/aluminum hydroxide/MP flame retardants possessed excellent synergistic flame retardant effect, and the flame retardancy, thermal stability and smoke suppression of silicone rubber composite were improved. The magnesium hydroxide/aluminum hydroxide/MP flame retardant silicone rubber also possessed good physical properties. As the magnesium hydroxide/aluminum hydroxide/MP blend ratio was 12/18/30, the comprehensive properties of the silicone rubber composite was the best.

Key words: silicone rubber; magnesium hydroxide; aluminum hydroxide; melamine phosphate; synergistic effect; dynamic combustion performance

苏州宝化在乌海建设 20 万 t 炭黑项目

中图分类号:TQ330.38⁺1 文献标志码:D

苏州宝化炭黑有限公司的母公司——上海宝钢化工公司与乌海市政府以及内蒙古黄河能源科技集团,拟共同出资 19.7 亿元建设的炭黑及煤焦油深加工项目已在呼和浩特签约。该项目包括年产 20 万 t 炭黑、60 万 t 煤焦油以及 10 万 t 苯加

氢装置,工程分两期建设,预计 2015 年 9 月建成投产。其中一期工程投资 4.7 亿元,建设 4 万 t 炭黑和 30 万 t 煤焦油加工装置。

目前,苏州宝化炭黑有限公司拥有 3 个生产基地,分别设在江苏苏州、四川达州和贵州贵阳,待乌海基地建成后该公司炭黑总产能可达 50 万 t。

(原中国橡胶工业协会炭黑分会 郭隽奎)