

粘土/橡胶纳米复合材料老化性能研究

张惠峰¹, 王益庆¹, 吴友平¹, 张立群¹, 杨 军², 王雪飞²

(1. 北京化工大学 北京市新型高分子材料制备与成型加工重点实验室, 北京 100029; 2. 株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:研究粘土/SBR 及粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化和耐臭氧老化性能,并考察粘土/SBR 纳米复合材料的失重和气体阻隔性。结果表明,粘土/SBR 纳米复合材料的耐热氧老化和耐臭氧老化性能均优于炭黑/SBR 复合材料;粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化性能略优于炭黑/NR 复合材料,耐臭氧老化性能与炭黑/NR 复合材料相差不大;均匀分散的纳米粘土可提高橡胶的热稳定性和气体阻隔性,减缓氧及臭氧在橡胶中的扩散,降低橡胶分子链受攻击的几率,有利于提高橡胶耐热氧老化和耐臭氧老化性能。

关键词:粘土;SBR;NR;纳米复合材料;热氧老化;臭氧老化

中图分类号:TQ330.1⁺4;TQ332;TQ333.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-890X(2004)08-0453-07

橡胶在加工、贮存和使用过程中,受各种因素的综合作用,容易发生老化,使性能逐渐变差,直到最后丧失使用价值。特别是分子链中含有不饱和和键的橡胶,更容易受到氧及臭氧的侵袭而破坏。如何提高橡胶的耐老化性能一直是研究人员所关心的问题。

影响橡胶老化的原因非常复杂,填料是其中一项重要因素^[1]。利用乳液共混共凝方法制备的粘土/橡胶纳米复合材料中,层状粘土以纳米尺寸均匀分散在橡胶基体中,粘土晶层的总比表面积以及形状系数(面积/厚度)都大幅度增大,从而对橡胶分子链的运动产生较强的限制作用,这些结构上的特点赋予了粘土/橡胶纳米复合材料优异的物理性能、气体阻隔性能以及良好的加工性能^[2~4]。但是,目前关于乳液共混共凝法制备的粘土/橡胶纳米复合材料老化性能的研究尚未见报道。

本工作研究了粘土/SBR 和粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化和耐臭氧老化性能,并从热

稳定性以及气体阻隔性等方面分析了纳米粘土对橡胶老化性能的影响。

1 实验

1.1 原材料

NR 胶乳,北京乳胶制品厂提供;SBR 胶乳,牌号 1502,中国石化齐鲁石油化工有限公司橡胶厂产品;钠基蒙脱土,吉林省四平市膨润土厂产品;其它原材料均为市售工业品。

1.2 试验配方

(1)SBR 体系

热氧老化:SBR 100,氧化锌 5,硬脂酸 2,促进剂 1.2,防老剂 2,硫黄 2,粘土 20(或炭黑 N330 30)。

臭氧老化:SBR 100,氧化锌 5,硬脂酸 2,促进剂 1.2,防老剂 2,硫黄 2,粘土(或炭黑 N330) 10。

(2)NR 体系

热氧老化:NR 100,氧化锌 5,硬脂酸 2,促进剂 1.2,防老剂 2,硫黄 2,粘土(或炭黑 N330) 10。

臭氧老化:NR 100,氧化锌 5,硬脂酸 2,促进剂 1.8,防老剂 3.5,防护蜡 2,硫黄 2.6,粘土(或炭黑 N330) 10。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(05173003);“十五”国家科技攻关计划项目(2001BA310A12);北京市科技新星计划资助项目(H010410010112);北京市自然科学基金重点资助项目(2031001)

作者简介:张惠峰(1972-),女,山西沁源人,北京化工大学在读博士研究生,主要从事粘土/橡胶纳米复合材料的研究工作。

1.3 试样制备

将 500 g 钠基蒙脱土与 10 L 去离子水混合, 强烈搅拌 5 h 后, 沉降 24 h 以上, 获得稳定的悬浮液, 弃去沉淀, 测定固含量后, 取一定量悬浮液加入搅拌釜中, 加入少量改性剂, 搅拌 5 min, 再加入胶乳, 搅拌 10 min, 絮凝, 洗涤, 80 ℃ 下干燥, 得到粘土/橡胶纳米复合材料母胶。塑炼后的母胶在开炼机上加入各种配合剂, 混炼胶停放 2 h 后在平板硫化机上硫化, SBR 体系和 NR 体系的硫化条件分别为: 150 ℃ × t_{90} 和 143 ℃ × t_{90} 。参比用的纯硫化胶(不含粘土或炭黑)和含其它填料硫化胶均采用相同的混炼和硫化工艺。

1.4 性能测试

用上海实验仪器总厂 401-A 型老化试验箱进行热氧老化试验。用德国 ARGENTOX 公司 3MR-3R-140 型臭氧老化仪进行臭氧老化试验, 臭氧体积分数为 100×10^{-6} , 20% 静态拉伸, 温度 40 ℃。用美国 PERKIN-ELMER 公司 TGS-2 型热重分析仪测试热质量损失, 测试环境为氮气, 升

温速率 10 ℃ · min⁻¹。采用恒压法测试透气率, 透过气体为氮气, 测试温度 40 ℃。硫化胶物理性能按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 热氧老化

热氧老化是橡胶最普遍、最主要的一种老化方式。在加速热氧老化试验中, 老化时间和老化温度是影响材料性能的两个主要因素, 苛刻的老化条件, 即长时间、高温老化对评价材料的耐老化性能效果显著。

2.1.1 粘土/SBR 纳米复合材料

由于添加 20 份炭黑 N330 的 SBR 强度较低, 为了与粘土/SBR 纳米复合材料的强度保持同一水平, 使用 30 份炭黑 N330 制备炭黑/SBR 复合材料。粘土/SBR 纳米复合材料与炭黑/SBR 复合材料在不同热氧老化时间下的物理性能比较如表 1 所示。

表 1 热氧老化时间对 SBR 复合材料物理性能的影响

项 目	老化时间/d					
	0	1	2	3	5	7
拉伸强度/MPa						
纳米粘土/SBR	14.0	16.5	16.2	15.3	16.0	15.0
炭黑/SBR	15.3	8.8	9.4	9.8	10.0	9.1
拉断伸长率/%						
纳米粘土/SBR	464	384	288	260	252	216
炭黑/SBR	440	244	220	212	204	192
拉断永久变形/%						
纳米粘土/SBR	20	18	16	12	12	8
炭黑/SBR	4	0	0	0	0	0

注: 老化温度 100 ℃。

从表 1 可以看出, 老化前, 炭黑/SBR 复合材料与粘土/SBR 纳米复合材料拉伸强度相当; 老化 1 d 后, 粘土/SBR 纳米复合材料的拉伸强度略有上升, 而炭黑/SBR 复合材料的拉伸强度降低了近 50%, 两种材料的拉断伸长率均减小; 随着老化时间的延长, 两种材料的拉伸强度变化均不大, 拉断伸长率减小, 在整个老化过程中, 粘土/SBR 纳米复合材料的物理性能始终优于炭黑/SBR 复合材料。

SBR 复合材料老化后拉伸强度变化率和拉

断伸长率变化率如图 1 和 2 所示。

从图 1 和 2 可以看出, 在试验范围内, 粘土/SBR 纳米复合材料的耐热氧老化性能优于炭黑/SBR 复合材料。分析原因认为, 粘土对热、氧的阻隔性以及粘土与 SBR 的结合方式赋予了粘土/SBR 纳米复合材料良好的耐热氧老化性能。橡胶的老化破坏就其过程和机理来说, 主要是受到热、氧以及臭氧等的侵袭而导致分子结构发生变化。因此, 可以采取将热、氧和臭氧等隔绝的方法来防止材料的老化。纳米层状粘土以其特殊的片

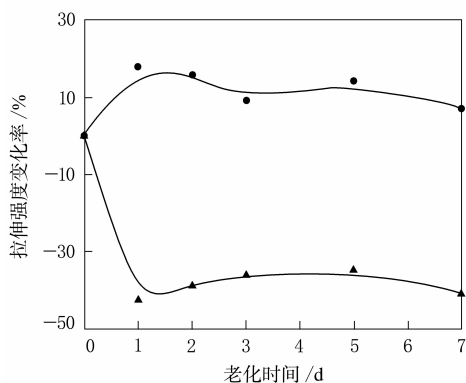


图 1 SBR 复合材料老化后拉伸强度变化率

●—纳米粘土/SBR; ▲—炭黑/SBR。

老化温度 100 ℃。

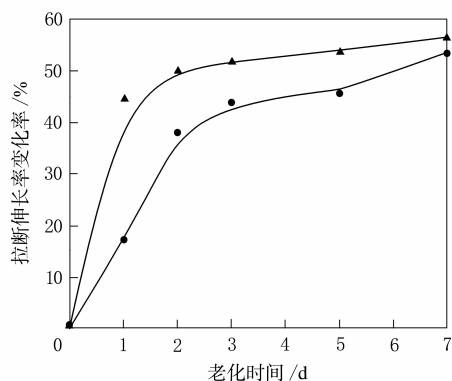


图 2 SBR 复合材料老化后拉断伸长率变化率

注同图 1。

层结构赋予了复合材料优异的气体阻隔性能,可有效地降低气体分子在橡胶中的扩散速率,降低进入橡胶内部的氧及臭氧等小分子的浓度,从而减小这些分子攻击橡胶分子链中弱键的几率。填料对 SBR 气体阻隔性的影响如图 3 所示。

从图 3 可以看出,与炭黑/SBR 复合材料以及粘土/SBR 微米复合材料相比,粘土/SBR 纳米复合材料的气体阻隔性最好。

纳米粘土形状系数较大,对 SBR 分子的运动有较强的限制作用,这种限制作用提高了 SBR 的热稳定性。粘土/SBR 纳米复合材料与纯 SBR 的热重分析(TG)结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出,温度高于 310 ℃后,质量变化相同的幅度,粘土/SBR 纳米复合材料对应的温度比纯 SBR 高,说明粘土/SBR 纳米复合材料的热稳定性较好。

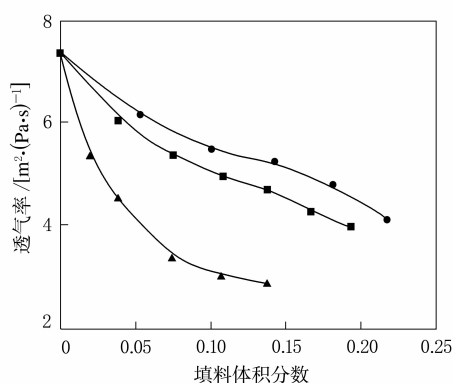


图 3 填料对 SBR 透气率的影响

●—炭黑; ■—微米粘土; ▲—纳米粘土。基本配方: SBR 100,

氧化锌 5,硬脂酸 2,促进剂 1,2,防老剂 2,硫黄 2。

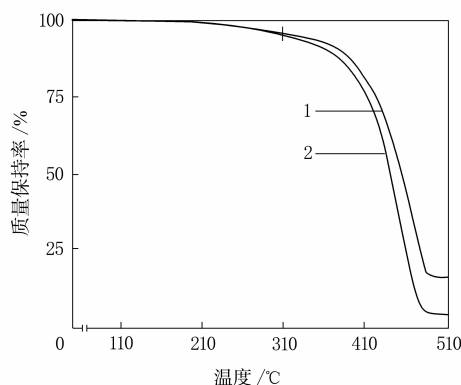


图 4 粘土/SBR 纳米复合材料与纯 SBR 的 TG 曲线

1—粘土/SBR 纳米复合材料; 2—纯 SBR。

综上所述,良好的气体阻隔性以及热稳定性使粘土/SBR 纳米复合材料具有优良的耐热氧老化性能。

2.1.2 粘土/NR 纳米复合材料

粘土/NR 纳米复合材料与炭黑/NR 复合材料在不同热氧老化时间下的物理性能比较如表 2 所示。

从表 2 可以看出,随着老化时间的延长,两种材料的拉伸强度和拉断伸长率逐渐降低,在整个老化过程中,粘土/NR 纳米复合材料的拉伸强度始终高于相应的炭黑/NR 复合材料。

NR 复合材料老化后拉伸强度变化率和拉断伸长率变化率如图 5 和 6 所示。

从图 5 和 6 可以看出,总体来说,粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化性能略优于炭黑/NR 复合材料,但优势不如 SBR 体系明显。分析原因

表 2 热氧老化时间对 NR 复合材料物理性能的影响

项 目	老化时间/d							
	0	1	2	3	5	7	10	14
300%定伸应力/MPa								
纳米粘土/NR	5.5	12.8	12.3	12.6	—	—	—	—
炭黑/NR	5.3	6.6	7.7	8.5	—	—	—	—
拉伸强度/MPa								
纳米粘土/NR	33.8	29.8	17.4	15.1	8.5	7.0	5.8	4.2
炭黑/NR	33.8	24.7	16.3	11.4	4.9	2.8	2.7	3.0
拉断伸长率/%								
纳米粘土/NR	736	480	372	376	224	208	188	116
炭黑/NR	688	512	436	344	220	184	180	100
拉断永久变形/%								
纳米粘土/NR	36	32	12	12	4	0	0	0
炭黑/NR	28	12	8	4	4	0	0	0

注:老化温度 110 ℃。

NR 耐热氧老化性能效果不明显。

温度在橡胶的老化过程中起着重要作用,高温会加速老化的进行。老化温度对 NR 及其复合材料拉伸强度的影响见图 7。

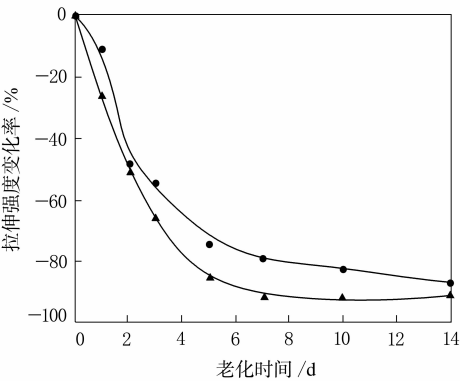


图 5 NR 复合材料老化后拉伸强度变化率
●—纳米粘土/NR;▲—炭黑/NR。
老化温度 110 ℃。

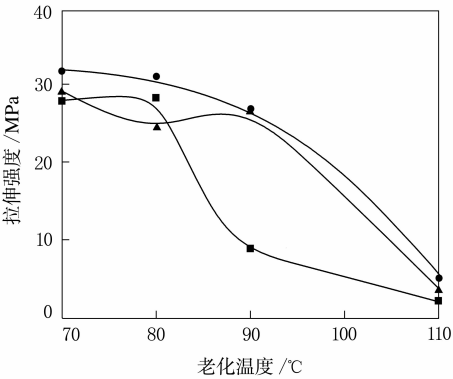


图 7 热氧老化温度对 NR 及其复合材料
拉伸强度的影响
●—纳米粘土/NR;▲—炭黑/NR;■—纯 NR。
老化时间 3 d。

从图 7 可以看出,随着老化温度的升高,特别是老化温度高于 80 ℃以后,NR 及其复合材料的拉伸强度均减小,但从整体趋势来看,粘土/NR 纳米复合材料和炭黑/NR 复合材料的拉伸强度保持率较好,纯 NR 硫化胶的拉伸强度保持率较差,说明纳米粘土和炭黑的加入有利于提高 NR 耐热氧老化性能。分析原因认为:一方面是加入填料后,体系的含胶率降低;另一方面是填料通过各种作用影响了 NR 的自由基反应。

在不同温度下,NR 复合材料拉伸强度随老

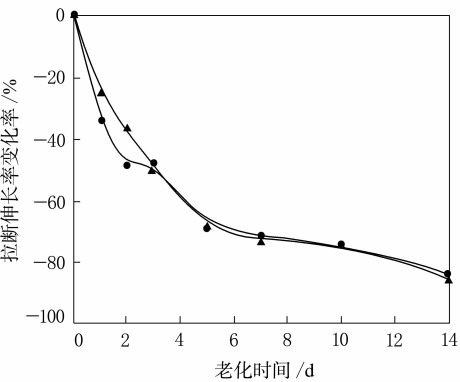


图 6 NR 复合材料老化后拉断伸长率变化率
注同图 5。

认为,NR 的气体阻隔性比 SBR 差,且在 110 ℃高温下,NR 分子链的运动能力很强,填料对气体阻隔性的影响已经很小,因此纳米粘土对提高

化时间的变化如图 8 所示。

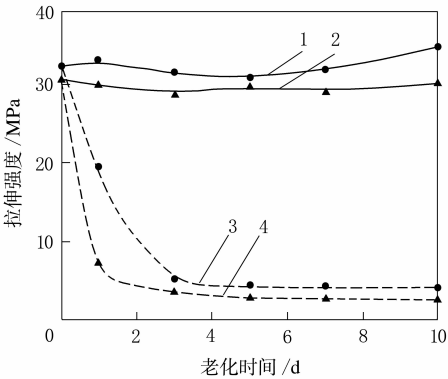


图 8 不同温度下 NR 复合材料拉伸强度随热氧老化时间的变化
●—纳米粘土/NR;▲—炭黑/NR。
1 和 2—70 °C;3 和 4—110 °C。

从图 8 可以看出,在温度较低时,随着老化时间的延长,两种材料的拉伸强度变化均不明显,而在温度较高时,随老化时间延长,拉伸强度先迅速减小后趋于稳定;在较高老化温度下,与炭黑/NR 复合材料相比,粘土/NR 纳米复合材料拉伸强度减小的速度稍慢,这进一步说明在本研究范围内,粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化性能略优于炭黑/NR 复合材料。

2.2 臭氧老化

橡胶及其制品在使用或存放过程中往往处于应力变形状态,很容易受到臭氧的攻击,导致橡胶的老化破坏。臭氧的活性很高,稳定性差,因而对橡胶的破坏性比氧大得多。

2.2.1 粘土/SBR 纳米复合材料

SBR 及其复合材料的耐臭氧老化性能如表 3 所示。

从表 3 可以看出,4 种材料在经受了苛刻的臭氧老化后,硬度变化很小,拉伸强度和拉断伸长率急剧减小。老化前,粘土/SBR 纳米复合材料物理性能与炭黑/SBR 相当,远优于纯 SBR 和微米粘土/SBR,老化后其拉伸强度降低到 3.0 MPa,拉断伸长率为 300%,而其它材料拉伸强度只有 1.0 MPa,拉断伸长率仅有 100%左右。此外,经过 48 h 老化后,仅粘土/SBR 纳米复合材料表面未出现明显的龟裂纹,而微米粘土/SBR 体系的表面破坏最严重,在老化过程中不仅出现大

表 3 臭氧老化对 SBR 及其复合材料性能的影响

项 目	纯 SBR	纳米粘土/ SBR	微米粘土/ SBR	炭黑/SBR
邵尔 A 型硬度/度				
老化前	51	63	53	58
老化后	50	63	53	57
拉伸强度/MPa				
老化前	2.4	11.0	3.2	10.1
老化后	1.0	3.0	0.8	1.0
拉断伸长率/%				
老化前	376	612	492	636
老化后	112	300	70	144
老化后表面现象				
	大量龟裂	无明显龟裂	大量龟裂,部分试样断裂	少量龟裂

注:老化时间 48 h。

量裂纹,而且有部分试样断裂。因此,在本研究范围内,与其它材料相比,粘土/SBR 纳米复合材料具有较好的耐臭氧老化性能。

粘土/SBR 纳米复合材料良好的耐臭氧老化性能除了与其优异的气体阻隔性以及热稳定性有关外,还与纳米粘土在 SBR 中的分散以及与 SBR 分子间的作用力有关。填料在橡胶中分散越均匀,则形成的团聚、空洞等缺陷越少,给橡胶造成的薄弱环节越少,橡胶的耐臭氧老化性能越好。填料与橡胶之间较强的作用力对提高橡胶的耐臭氧老化性能也有帮助。纳米粘土不仅在 SBR 基体中均匀分散,而且通过改性剂与 SBR 分子链间形成了较强的作用力。微米粘土体系虽然气体阻隔性稍优于炭黑/SBR 复合材料,但微米粘土基本属于一种惰性填料,与 SBR 的相容性差、作用力很低,对分子链运动的限制作用很弱,并且容易在 SBR 中形成分散不好的团聚体,甚至空洞。因此,一旦橡胶受到臭氧的攻击,微米粘土不仅不能阻止臭氧分子的进入,所形成的空洞等缺陷还可能成为臭氧分子进入的通道,导致橡胶耐臭氧老化性能下降。因此,粘土的纳米化是提高橡胶耐老化性能的关键因素。

填料的表面性质对橡胶的耐老化性能也有重要影响。前人^[5]研究表明,炭黑在硫化胶发生氧化反应时可能有两种相反的作用效果:一种是由于炭黑粒子表面的催化作用,使氧化反应的活化能降低,促进氧化反应;另一种是由于炭黑能够吸附其粒子表面的氢过氧化物,或者吸附硫化胶氧化过程中的某些中间产物,从而在炭黑粒子表面

上使链反应终止,起到阻止氧化反应的作用,提高橡胶的耐老化性能。粘土表面具有较强的吸附性,在老化过程中可能会吸附部分自由基,抑制链反应的继续进行,这可能也是纳米粘土改善橡胶耐热氧老化和耐臭氧老化性能的一个原因,但还需要进行更深入的研究来加以证明。

2.2.2 粘土/NR 纳米复合材料

NR 及其复合材料耐臭氧老化性能如表 4 所示。

表 4 臭氧老化对 NR 及其复合材料性能的影响

项 目	纯 NR	纳米粘土/NR	炭黑/NR
邵尔 A 型硬度/度			
老化前	46	61	53
24 h 老化后	45	58	54
48 h 老化后	46	61	53
300%定伸应力/MPa			
老化前	3.1	9.0	6.3
24 h 老化后	2.9	7.4	5.9
48 h 老化后	2.9	8.3	4.6
拉伸强度/MPa			
老化前	28.5	33.1	32.1
24 h 老化后	29.3	32.0	30.8
48 h 老化后	13.8	14.4	12.3
拉断伸长率%			
老化前	620	638	580
24 h 老化后	640	632	616
48 h 老化后	524	404	444
48 h 老化后表面现象	无明显龟 裂纹	无明显龟 裂纹	无明显龟 裂纹

从表 4 可以看出,经过 24 h 臭氧老化后,NR 及其复合材料物理性能变化不大;老化时间延长至 48 h,3 种材料的硬度与老化前相同,拉伸强度和拉断伸长率迅速减小,老化后表面均未见明显龟裂纹。从臭氧老化前后性能的变化来看,3 种体系差别不明显。如果要体现各种体系在耐臭氧

性能上的差异,还需要采用更苛刻的试验条件。一般来说,NR 的耐老化性能比 SBR 差,特别是耐臭氧老化性能。但从试验结果来看,在同样的老化条件下,NR 的耐臭氧老化性能反而比 SBR 好,这可能是由于 NR 配方中含有石蜡,石蜡在材料表面形成了一层保护膜,减弱了臭氧对 NR 分子的攻击,因此配方设计对橡胶耐老化性能也有较大影响。

3 结论

(1)粘土/SBR 纳米复合材料的耐热氧老化和耐臭氧老化性能均优于炭黑/SBR 复合材料。

(2)粘土/NR 纳米复合材料的耐热氧老化性能略优于炭黑/NR 复合材料,耐臭氧老化性能与炭黑/NR 复合材料相差不大。

(3)均匀分散的纳米粘土提高了橡胶的热稳定性和气体阻隔性,减缓氧及臭氧在橡胶中的扩散,降低橡胶分子链受攻击的几率,有利于提高橡胶耐热氧老化和耐臭氧老化性能。

参考文献:

[1] 陈经盛. 橡胶老化-防护与监测(二)[J]. 化工标准化与质量监督,1996(2):23-26.

[2] Zhang L Q, Wang Y Z, Wang Y Q, *et al.* Morphology and mechanical properties of clay/styrene-butadiene rubber nanocomposites[J]. J. Appl. Polym. Sci.,2000,78(11):1 873-1 878.

[3] 张惠峰,冯予星,吴友平,等. SBR 粘土纳米复合材料的气密性能研究[J]. 橡胶工业,2001,48(10):587-590.

[4] 张惠峰,王益庆,吴友平,等. SBR 粘土纳米复合材料的加工性能研究[J]. 合成橡胶工业,2003,26(4):233-237.

[5] 化学工业部合成材料老化研究所. 高分子材料的老化与防老化[M]. 北京:化学工业出版社,1979. 16.

收稿日期:2004-02-04

Study on aging properties of clay/rubber nano-composite

ZHANG Hui-feng¹,WANG Yi-qing¹,WU You-ping¹,ZHANG Li-qun¹,YANG Jun²,WANG Xue-fei²

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. Zhuzhou Times New Materials Science and Technology Co., Ltd, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: The heat oxygen aging property and ozone aging property of clay/SBR and clay/NR nano-composites were studied, and the thermogravimetry and air isolation of clay/SBR nano-composite

were also investigated. The results showed that both the heat oxygen aging property and the ozone aging property of clay/SBR nano-composite were superior to those of black/SBR composite; the heat oxygen aging property of clay/NR nano-composite was somewhat better than that of black/NR composite, but their ozone aging properties were similar to each other; and the uniformly dispersed nano-clay could improve the heat stability and air isolation of rubber, decrease the diffusion of oxygen and ozone in rubber, and reduce the probability of the attack at the molecular chain of rubber resulting in the improvement of heat oxygen aging property and ozone aging property of rubber.

Keywords: clay; SBR; NR; nano-composite; heat oxygen aging; ozone aging

第一届大金氟橡胶专题技术演讲会 在京召开

中图分类号: TQ333.93 文献标识码: D

2004 年 6 月 14 日, 由中国汽车工业协会汽车相关分会和大金工业株式会社联合举办的“第一届大金氟橡胶专题技术演讲会”在北京长城饭店召开。来自全国汽车相关行业、氟橡胶制品生产企业、设备生产企业及相关科研院所的 80 余位代表参加了会议。

大金氟化工(中国)有限公司董事长、总经理原宪司致开幕词。中国汽车工业协会汽车相关工业分会常务副理事长周一兵介绍了中国汽车工业发展概况和汽车工业对橡胶材料的需求, 并重点介绍了对氟橡胶的需求。大金化学国际贸易(上海)有限公司营业部橡胶担当课长黄顺介绍了大金工业株式会社及化学事业部的发展状况。大金工业株式会社化学事业部树脂开发部部长藤田英二、氟橡胶亚洲地区技术服务主管白井善裕介绍了氟树脂及氟橡胶在汽车工业领域的应用。

近年来, 我国汽车工业飞速发展。2003 年, 全国汽车产量为 444 万辆, 居世界第 4 位; 2004 年 1~4 月, 全国共生产汽车 183.14 万辆, 同比增长 27.74%。预计今后几年, 我国汽车工业将继续以每年 10%~15% 的速度增长, 到 2010 年, 我国汽车产量将达到 800 万~1 000 万辆。汽车工业的飞速发展正带动其相关产业不断发展。橡胶是汽车生产的重要原材料之一, 其用量占汽车用材料总质量的 5%。随着环保日益加强和汽车要求的多样化, 橡胶材料的再生利用、耐热性提高和

进一步降低成本已成为车用橡胶发展的主要课题, 氟橡胶、硅橡胶及丙烯酸酯橡胶等是车用橡胶发展的主流方向。氟橡胶主要用于汽车的各种油封、软管和电线外皮等。

日本大金工业株式会社成立于 1934 年, 其化学事业部主要从事氟树脂、氟橡胶和氟涂料的研发和生产工作, 目前已成为世界最具竞争力的氟化工企业之一。2001 年 4 月在江苏省常熟市设立大金氟化工(中国)有限公司, 主要产品有四氟乙烯、六氟丙烯、聚四氟乙烯树脂及氟橡胶。为完善技术服务和品质管理, 大金氟化工(中国)有限公司设有开放实验室。该实验室拥有具有代表性的加工设备, 供用户参观、实习或进行新产品开发早期试验。

目前, 大金公司氟橡胶最新产品为“DAI-EL G-7000”系列。G-7000 系列是以偏氟乙烯和六氟丙烯共聚物为主的双酚硫化型氟橡胶, 是对原有 G-700 系列进行大幅度改良后的新型氟橡胶, 现有 G-7201, G-7211, G-7401 和 G-7801 四个牌号可供选择。G-7000 系列氟橡胶具有加工性能好、物理性能优异、密封性能好等特点, 能够用于生产符合在美国加利福尼亚州开始实行的 LEV-2 等环保规定的汽车燃料管及其它密封制品, 在汽车行业应用前景广阔。

此次演讲会加深了我国汽车相关行业对氟橡胶的认识, 对氟橡胶在汽车行业的推广和提高我国汽车行业整体水平起到了促进作用。大金工业株式会社负责人表示, 类似演讲会将在中国每年举办一次。

(本刊编辑部 葛 南供稿)