

石油树脂对氯化丁基橡胶阻尼性能的影响

肖方一 张喜亮 李 慧 吴驰飞^①

(华东理工大学材料科学与工程学院 上海 200237)

Effect of Petroleum Resin on the Damping Properties of Chlorinated Butyl Rubber

Xiao Fangyi Zhang Xiliang Li Hui Wu Chifei

(East China University of Science and Technology, Shanghai, 200237)

摘 要 本文通过石油树脂同氯化丁基橡胶共混,制备了一系列性能优良、价格低廉的新型阻尼材料。本研究着重考察了石油树脂软化点及添加量对阻尼材料性能的影响。材料的 DMA 结果表明,氯化丁基橡胶和石油树脂的共混物是相容体系, $\tan \delta$ 峰随石油树脂软化点温度的提高而依次向高温方向偏移;另一方面,随石油树脂含量的增加,材料的 $\tan \delta$ 峰依次向高温方向偏移,并且 $\tan \delta$ 峰值也随之提高。

关键词 氯化丁基橡胶 阻尼 石油树脂

Abstract The effects of petroleum resins on the damping properties of chlorinated butyl rubber (CIIR) were investigated by dynamic mechanical analysis. As to the binary systems of CIIR/petroleum resins, they show a single $\tan \delta$ peak associated with CIIR, and its peak location shifts to higher temperatures with increasing the softening points of the petroleum resins, this behavior shows that petroleum resins are compatible with CIIR. On the other hand, in case of the effect of petroleum resin content on the damping properties, It was found that with increasing the P70 content, the maximum value of the $\tan \delta$ peak also increase and its peak location shifts to higher temperatures. So CIIR/petroleum resins system is a high-performance damping material.

Keywords chlorinated butyl rubber, damping, petroleum resin

1 引言

随着人们对生活环境舒适性要求的提高以及军工产业的需求,阻尼材料的研发受到很多研究人员的关注。制备高分子阻尼材料的方法主要有共混^[1]、IPNs^[2]和高分子与有机小分子杂化^[3]技术。共混法仅仅局限于高聚物与高聚物之间的共混,而高聚物与低聚物共混制备阻尼材料的方法鲜有报道。

本研究主要采用氯化丁基橡胶(CIIR)与石油树脂共混,制备了综合性能优良的阻尼材

^① 吴驰飞:电话:021-64252569;电子信箱:wucf@ecust.edu.cn

料。石油树脂常被用于胶黏剂的工业生产中,其增黏效果也是缘于与聚合物共混后在材料玻璃化转变区间具有较大的滞后,这同阻尼材料的特点相同。另外石油树脂还具有价格低廉、同橡胶材料相容性好、热稳定性好、黏性好等优点,所以本研究尝试将石油树脂用于阻尼材料设计与制备中。

2 实验部分

2.1 主要原料

氯化丁基橡胶(CIIR):HT-1066,美国埃默森公司;石油树脂:日本荒川化学工业株式会社,P后面的数字代表石油树脂软化点。

2.2 样品制备

在双辊开炼机上,首先塑炼氯化丁基橡胶,然后加入石油树脂混炼 8 min,混炼均匀后下片。物料在 2 mm 厚的模具中,在 150℃、10 MPa 条件下热压 10 min,冷却制备测试阻尼性能的试样。

2.3 动态力学性能测试

材料的动态力学性能测试使用日本 UBM 公司 Rheogel E4000 型动态机械分析仪(DMA),采用拉伸模式,样品尺寸为 20 mm × 5 mm × 2 mm,频率为 11 Hz,升温速率为 3℃/min。

3 结果与讨论

3.1 氯化丁基橡胶的阻尼性能

首先通过 DMA 测定了原料氯化丁基橡胶(CIIR)本身的动态力学性能,如图 1 所示。

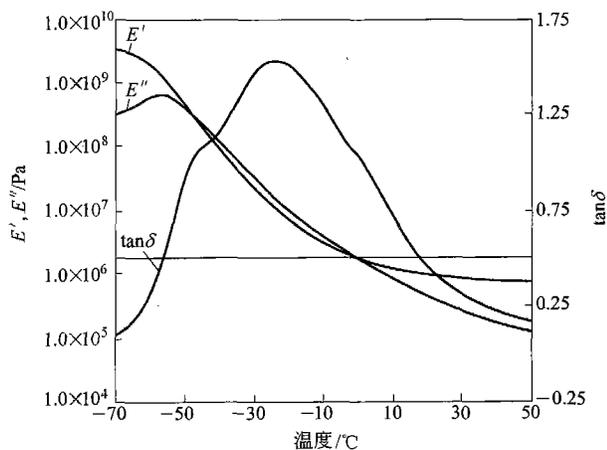


图 1 纯 CIIR 的动态黏弹性温度谱

Fig. 1 Temperature dependence of E' 、 E'' and $\tan \delta$ at 11 Hz for CIIR

由氯化丁基橡胶玻璃化转变引起的 $\tan \delta$ 峰值较高且温度范围很宽,这是由于橡胶中大分子链取代基数目很多,链段的弛豫阻力增大,内耗较大,使 CIIR 具有良好阻尼减震性能。但是 CIIR 的 $\tan \delta$ 峰值温度出现在 -30°C 左右,其有效阻尼温域也低于常温,因此必须对其进行共混改性,以期获得在室温和高温下优良的阻尼性能。

3.2 石油树脂软化点对阻尼性能的影响

将 CIIR 与多种软化点不同的石油树脂共混,并通过 DMA 测定其阻尼性能。从图 2 可知,CIIR 同 6 种不同石油树脂的共混体系均为相容体系。在固定样品中 CIIR/石油树脂 = 100/150(质量分数比)的情况下,随石油树脂软化点的提高,材料的 $\tan \delta$ 峰逐渐向高温方向偏移,这表明石油树脂软化点的高低是影响 $\tan \delta_{\max}$ 所在温度的关键因素,因此在实际应用过程中,我们可以根据实际的需要来选择具有合适软化点的石油树脂。

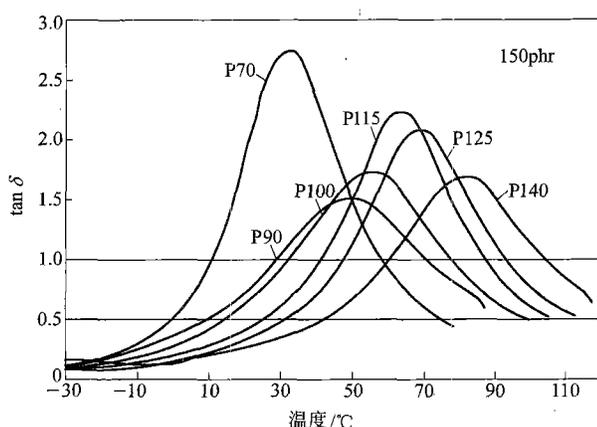


图 2 CIIR/石油树脂共混体系 $\tan \delta$ 与温度关系

Fig. 2 Temperature dependence of $\tan \delta$ at 11Hz for CIIR/petroleum resin systems

另外,所有共混样品的 $\tan \delta$ 峰值均比纯 CIIR 有了非常明显的提高,表明石油树脂不但能够有效提高阻尼材料的玻璃化转变,并且对于提高材料的阻尼性能同样有效,然而 $\tan \delta$ 峰值随石油树脂软化点温度的变化却无规律可循,这可能与石油树脂本身的性质有关。

表 1 列出了上述 6 个样品的阻尼性能。从表 1 可知,样品 $\tan \delta$ 大于 0.5 的温度范围均超过了 75°C ,因此这类 CIIR/石油树脂系阻尼材料均具有非常宽的阻尼温域,其中 CIIR/P70 样品的 $\tan \delta$ 峰值高达 2.73,最大值出现在 31.8°C ,是一种适合常温下使用的性能非常优良的新型阻尼材料。

表 1 CIIR/石油树脂 = 100/150 共混体系的阻尼性能

Table 1 The Damping Properties of CIIR/petroleum resins = 100/150 systems

试样	$\tan \delta_{\max}$		温度范围 ($\tan \delta > 0.5$)			温度范围 ($\tan \delta > 1.0$)		
	value	$T/^{\circ}\text{C}$	$T_1/^{\circ}\text{C}$	$T_2/^{\circ}\text{C}$	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	$T_1/^{\circ}\text{C}$	$T_2/^{\circ}\text{C}$	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$
CIIR/P70	2.73	31.8	0	76	76	11	58	47
CIIR/P90	1.51	49.8	10	87	77	30	70	40

续表 1

试 样	$\tan \delta_{\max}$		温度范围 ($\tan \delta > 0.5$)			温度范围 ($\tan \delta > 1.0$)		
	value	$T/^\circ\text{C}$	$T_1/^\circ\text{C}$	$T_2/^\circ\text{C}$	$\Delta T/^\circ\text{C}$	$T_1/^\circ\text{C}$	$T_2/^\circ\text{C}$	$\Delta T/^\circ\text{C}$
CIIR/P100	1.73	56.9	15	99	84	33	77	44
CIIR/P115	2.23	63.9	25	105	80	42	87	45
CIIR/P125	2.07	67.9	31	112	81	48	92	44
CIIR/P140	1.68	81.8	43	>117	>74	61	103	42

3.3 石油树脂含量对阻尼性能的影响

以 CIIR/P70 体系为例,我们进一步研究了石油树脂含量对材料阻尼性能的影响。从图 3 可知,随石油树脂含量的增加,CIIR 的 $\tan \delta$ 峰向高温方向偏移,并且 $\tan \delta$ 最大值也逐渐升高,因此可以通过调节石油树脂用量来进一步对材料的阻尼性能进行调控,其中添加 200 份 P70 的样品,其阻尼峰值高达 3.25,也是一种性能极佳的新型阻尼材料。

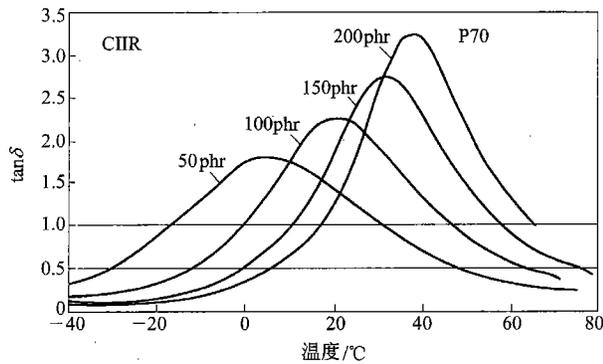


图 3 CIIR/P70 共混体系的 $\tan \delta$ 与温度关系

Fig. 3 Temperature dependence of $\tan \delta$ at 11Hz for CIIR/P7

4 结论

通过石油树脂同氯化丁基橡胶物理共混,制备了一类阻尼峰值高、温度范围宽并且适合常温和较高温度下使用的新型高性能阻尼材料;同时,材料的性能还可以通过选择石油树脂不同软化点石油树脂及改变其含量来调控。

参考文献

- 1 Yamada N, et al, J. Appl. Polym. Sci., 1999, 71:855
- 2 Hu, R. et al., Polym. Sci. Part B: Polym. Phys., 1997, 35:1501
- 3 Wu C F. J. Appl. Polym. Sci., 2001, 80:2468