

# NBR/PFPA 热塑性弹性体老化性能的研究

李新法 宋 锐 杨吉端 沈百拴

(郑州大学 450052)

金中韬

(河南轮胎厂,焦作 494159)

**摘要** 采用动态硫化法制备了 NBR/石油发酵尼龙(PFPA)热塑性弹性体,并讨论了其耐热氧化性、耐油性及耐溶剂性等。实验结果表明:随着 PFPA 用量的增加,热塑性弹性体的耐油性、耐溶剂性均有所提高,但耐热氧化性呈下降趋势;选择适当的防老剂,会使耐热氧化性明显提高。

**关键词** 动态硫化,热塑性弹性体,NBR,石油发酵尼龙,老化

由于动态硫化法制备热塑性弹性体具有工艺简单、能耗低、制品质量高等优点,所以自 1962 年 Gessler 取得了第一个动态硫化法制备热塑性弹性体的专利后,受到了国内外的关注。为制备高强度、耐热油的共混型热塑性弹性体,国内<sup>[1]</sup>和国外广泛开展了 NBR/尼龙(PA)热塑性弹性体的研究,并取得了可喜的进展。但多以二元或三元共聚尼龙为塑料相,尚存在着加工温度高、弹性体硬度大、橡胶感差等缺陷。为此,我们采用分子碳链长、熔点低、冲击韧性好、吸水性小的石油发酵尼龙(PFPA)为塑料相<sup>[2]</sup>,制备了动态硫化 NBR/PFPA 热塑性弹性体,并对其热性能、力学性能<sup>[3]</sup>进行了研究。本实验进一步研究其耐油和耐老化性能,这对提高制品质量、延长制品使用寿命、扩大应用范围具有重要的理论意义和实际意义。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

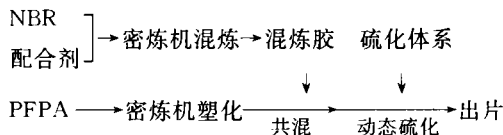
NBR-26,丙烯腈含量 24%—26%,兰州石油化学公司生产;PFPA,熔点 122—141℃,郑州大学材料工程系工程塑料研究室研制,河南开封化工三厂生产。

### 1.2 主要仪器设备

XLL-250 型拉力试验机,上海材料试验

机厂制造。

### 1.3 动态硫化工艺



### 1.4 试样制备

将动态硫化 NBR/PFPA 热塑性弹性体置于 25t 平板硫化机的上、下两模板间,在 175℃ 温度下加压 12min,然后保压冷却至 100℃ 启模,裁成哑铃形试样。

### 1.5 性能测试

#### (1) 耐热氧化性

将试样在 220℃ 温度下加热 30h,测试试样在加热前后的拉伸强度、扯断伸长率等有关力学性能。

#### (2) 耐油性

将试样放入 60—130℃ 温度的热油中加热 70h,测定试样在加热浸泡前后的拉伸强度、扯断伸长率等。

#### (3) 耐溶剂性

将试样放入 25℃ 温度的溶剂中浸泡 24h,测定浸泡前后试样的重量、拉伸强度和扯断伸长率等。

### 1.6 数据处理

#### (1) 耐油系数 $K_1$

$$K_1 = \frac{\sigma_1}{\sigma_0} \quad (1)$$

式中  $\sigma_0$  和  $\sigma_1$  分别为浸泡前后的拉伸强度。

(2) 耐油系数  $K_2$

$$K_2 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_0} \quad (2)$$

式中  $\epsilon_0$  和  $\epsilon_1$  分别为浸泡前后的扯断伸长率。

(3) 介质增质量  $\Delta W(\%)$

$$\Delta W(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (3)$$

式中  $W_1$  和  $W_2$  分别为浸泡前后试样的重量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 耐热油性

NBR 具有优良的耐油性, 丙烯腈含量愈高, 其耐油性愈好。

为了考查 NBR/PFPA 热塑性弹性体的耐油性, 我们将 NBR/PFPA 重量比为 95/5, 85/15, 75/25 和 65/35 的 4 种热塑性弹性体分别放入 3 种油中, 在 60—130℃ 温度下浸泡 70h, 并测定其浸泡前后的拉伸强度和扯断伸长率, 计算耐油系数  $K_1$  和  $K_2$ , 结果如图 1 和 2 所示。

由图 1 和 2 看出, NBR/PFPA 热塑性弹性体的耐油系数  $K_1$  均大于 0.7,  $K_2$  均大于 0.8, 而且随着 PFPA 用量的增加,  $K_1$  和  $K_2$  均有所提高。其耐油性高于高丙烯腈含量(丙烯腈含量为 35%—40%)NBR 和相应配比的 NBR/PA 热塑性弹性体。

我们将 NBR/PFPA 重量比为 75/25 的热塑性弹性体模压成油封, 在燃油注入泵中累计使用了 1600h (128℃, 5—21MPa), 达到了日本蝶理公司提供的石墨填充橡胶油封的设计寿命, 而价格仅为进口油封的 1/5—1/4。

### 2.2 介质(油)增质量

NBR/PFPA 热塑性弹性体在油中浸泡后的质量变化如图 3 所示。

由图 3 可见, 介质增质量先是随 PFPA 用量增加而下降, 但当 PFPA 用量达 15 重量份后, 介质增质量呈增长趋势。

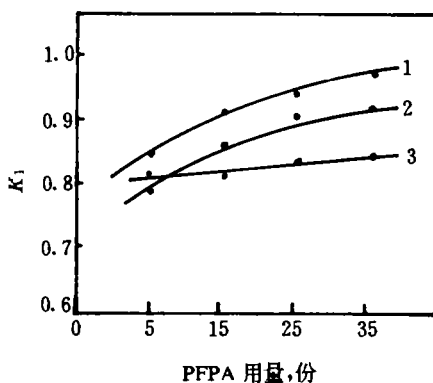


图 1 PFPA 用量与  $K_1$  的关系

1—90# 汽油: 苯=3:5(60℃×70h); 2—20# 润滑油 (130℃×70h); 3—煤油(80℃×70h)

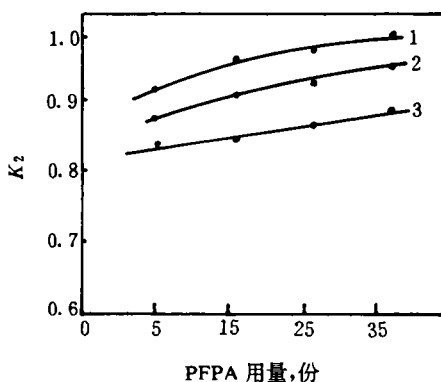


图 2 PFPA 用量与  $K_2$  的关系

图注同图 1

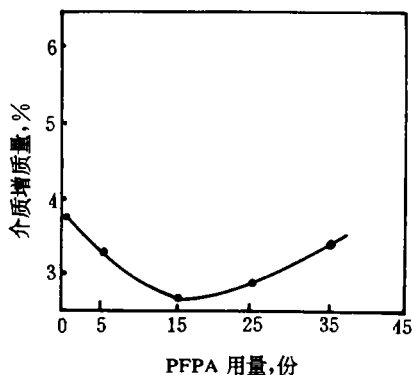


图 3 PFPA 用量与介质增质量的关系

### 2.3 耐溶剂性

将 NBR/PFPA 重量比为 95/5, 85/15, 75/25, 65/35 的 4 种热塑性弹性体放入 25℃

温度的溶剂中浸泡 24h,测定浸泡前后的重量、拉伸强度和扯断伸长率,结果如附表所示。

附表 NBR/PFPA 热塑性弹性体的耐溶剂性

| 测试项目          | NBR/PFPA 重量比 |       |       |       |
|---------------|--------------|-------|-------|-------|
|               | 95/5         | 85/15 | 75/25 | 65/35 |
| 重量变化率, %      |              |       |       |       |
| 丙酮            | 10           | 9     | 6     | 6     |
| 乙醇            | 9            | 6     | 4     | 4     |
| 异辛烷/甲苯(70/30) | 13           | 11    | 4     | 3     |
| 拉伸强度保持率, %    |              |       |       |       |
| 丙酮            | 94           | 95    | 95    | 96    |
| 乙醇            | 92           | 92    | 96    | 96    |
| 异辛烷/甲苯(70/30) | 90           | 92    | 97    | 98    |
| 扯断伸长率保持率, %   |              |       |       |       |
| 丙酮            | 96           | 99    | 99    | 100   |
| 乙醇            | 98           | 100   | 100   | 100   |
| 异辛烷/甲苯(70/30) | 96           | 96    | 97    | 100   |

由附表可见,PFPA 用量增加,NBR/PFPA 热塑性弹性体的耐溶剂性提高。拉伸强度保持率在 90%以上,扯断伸长率保持率在 96%—100%之间;重量变化率不超过 10%,且随着 PFPA 用量增加,此数值减小。当重量比为 75/25 时,NBR/PFPA 热塑性弹性体的综合性能优良。

2.4 重量比对 NBR/PFPA 热塑性弹性体耐热氧老化性的影响

测试了 4 种重量比的 NBR/PFPA 热塑性弹性体在 100—300℃ 温度时的拉伸强度,结果如图 4 所示。

由图 4 可见,虽然 NBR 和 PFPA 的耐热氧老化性不太理想,但采用动态硫化法可

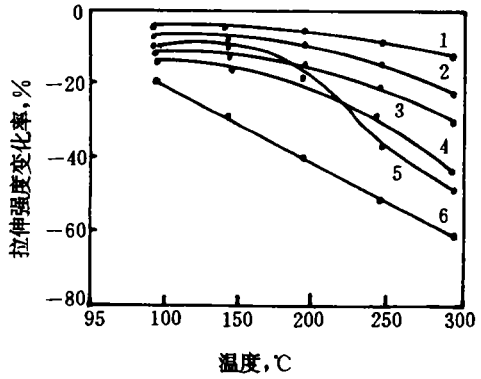


图 4 温度对 NBR/PFPA 热塑性弹性体耐热氧老化性的影响

1—NBR/PFPA=95/5;2—NBR/PFPA=85/15;  
3—NBR/PFPA=75/25;4—NBR/PFPA  
=65/35;5—NBR;6—PFPA

以制备出具有较高耐热氧老化性的 NBR/PFPA 热塑性弹性体。随着 PFPA 用量减少,其耐热氧老化能力提高。

另外,选择适当的防老剂,会使 NBR/PFPA 热塑性弹性体的耐热氧老化性明显提高。

参考文献

- 1 朱玉俊等. 特种共混型热塑性弹性体. 合成橡胶工业, 1988;11(4):311
- 2 李相魁等. 石油发酵尼龙 1 号的摩擦磨损与结晶度关系的研究. 固体润滑, 1987;(2):96
- 3 沈百栓等. 动态硫化 NBR/PFPA 热塑性弹性体的力学性能. 国际高分子物理学术报告会论文集, 西安, 1995: 135—136

收稿日期 1995-08-23

莱茵化学与青岛红星达成合资协议

美国《橡胶和塑料新闻》1995 年 11 月 27 日 3 页报道:

拜耳公司通过其莱茵化学分公司达成了在中国青岛建一由其控股的橡胶助剂和矿物油生产销售合资公司。

合资公司名为莱茵化学(青岛)公司,将建造投资 2200 万美元的综合生产厂,产品有

加工助剂、脱模剂、与聚合物结合的橡胶助剂和矿物油助剂,厂址位于其合作伙伴红星化工厂附近。合资公司生产能力将超过 1 万 t。

拜耳拥有合资公司 70% 股份,而红星拥有 30% 股份。工厂将于 1996 年初破土动工,预定于 1997 年下半年投产。

(涂学忠译)