

丁苯橡胶热空气老化性能变化之间的相关性

饶秋华, 袁慧五, 银继伟

(海军工程大学 化学与材料系, 湖北 武汉 430033)

摘要:通过热空气老化试验,建立了丁苯橡胶(SBR)热空气老化拉伸性能变化率与邵尔 A 硬度变化值之间的相关性。结果表明,在热空气老化过程中,无论是普通硫化体系还是有效硫化体系,SBR 硫化胶老化后的邵尔 A 硬度变化值随老化时间的延长而呈指数趋势增加,且老化后扯断伸长率变化率与邵尔 A 硬度变化值之间呈线性关系;在普通硫化体系下,硫化胶表现为老化后扯断伸长率变化率和拉伸强度变化率随老化时间的延长而呈指数趋势下降,而老化后拉伸强度变化率与邵尔 A 硬度变化值之间以及拉伸强度变化率与扯断伸长率变化率之间呈线性关系。

关键词:丁苯橡胶;热空气老化性能;邵尔 A 硬度;拉伸强度;扯断伸长率;相关性

中图分类号: TQ 331.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 1255 (2007) 03 - 0172 - 03

丁苯橡胶(SBR)是老化敏感型橡胶^[1],因此,对其老化程度的评价一直是人们关注的问题。通过拉伸试验测量其拉伸强度和扯断伸长率,得到橡胶机械性能的保留值,是评价其老化程度的直接方法。但拉伸试验是破坏性试验,无法对正在使用的橡胶制品的老化程度进行评价。硬度的测量是常见的无损检测方法。在工业上经常通过测量硬度来初步判断橡胶的硫化情况,控制产品质量。由于橡胶老化必然导致橡胶一系列的性能发生变化,包括拉伸强度、扯断伸长率、硬度等。本工作通过热空气老化试验,建立了 SBR 老化拉伸性能变化率与邵尔 A 硬度变化之间的相关性,从而通过测量邵尔 A 硬度就可以评估 SBR 老化过程中扯断伸长率和拉伸强度的保留值。

1 实验部分

1.1 原材料

SBR,牌号为 1502,吉林石化公司产品。高耐磨炭黑,牌号为 N 330,山西志信化工有限公司产品。其他原材料均为橡胶常用工业品。

1.2 试样制备

基本配方(质量份): SBR 100, N 330 50, 邻苯二甲酸二丁酯(DBP) 20, 氧化锌 5, 硬脂酸 1, 防老剂 D 1, 硫黄及促进剂变量。

将 SBR 在常州东南橡胶机械厂生产的

XSK - 160 型开炼机上薄通数次,然后加入炭黑、增塑剂、硫黄及促进剂等,最后薄通 10 次下片。混炼胶停放 24 h 后,在常州东南橡胶机械厂生产的 25 t 平板硫化机上硫化。

在上海实验仪器总厂生产的 401 B 型老化试验箱中按 GB/T 3512—1992 进行热空气老化试验,老化温度为 $(100 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。

1.3 性能测试

邵尔 A 硬度用北京时代之峰科技有限公司生产的 TH 200 型邵尔硬度计按 GB/T 531—1998 测定。拉伸性能用上海橡胶试验机厂生产的 XLL - 250 型试验机按 GB/T 528—1992 测定。

2 结果与讨论

2.1 SBR 的热空气老化性能

表 1 为不同硫化体系下 SBR 硫化胶老化前的力学性能。由图 1 可见, SBR 硫化胶的邵尔 A 硬度变化值随老化时间的延长而呈指数趋势增加,这是因为 SBR 以交联老化为主。但普通硫化体系下 SBR 硫化胶的老化速率明显快于有效硫化体系下的 SBR 硫化胶。普通硫化体系下 SBR

* 收稿日期: 2006 - 04 - 07; 修订日期: 2007 - 01 - 07。

作者简介: 饶秋华 (1963—), 男, 博士, 副教授。已发表论文 20 余篇。

Table 1 Curing fomulations and properties of SBR vulcanizate before aging

Sample	1	2	3
Sulfur/phr	2.0	0.3	0.5
Accelerator CZ/phr	1.25	0	2.00
Accelerator TM TD /phr	0	3	1
Accelerator D /phr	0.15	0	0
Accelerator DM /phr	0	0.5	0
Shore A hardness	59	61	59
Tensile strength/MPa	18.5	16.2	12.6
Elongation at break/%	431	383	356

硫化胶老化的邵尔 A 硬度随老化时间的变化可拟合为指数方程,如式 (1)。而 2 种有效硫化体系下的 SBR 硫化胶的邵尔 A 硬度随老化时间的变化可以拟合为同一个指数方程,如式 (2)。

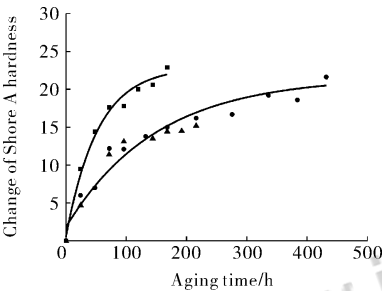


Fig 1 Change of Shore A hardness of SBR vulcanizates versus aging time

$$\Delta H = 22.9 - 22.2 \exp(-t/54.5), \tag{1}$$

$$\Delta H' = 21.6 - 19.8 \exp(-t/149), \tag{2}$$

式中: $\Delta H, \Delta H'$ 分别为普通硫化体系和有效硫化体系下 SBR 硫化胶老化后邵尔 A 硬度的变化值; t 为老化时间。

由图 2 可以看出, SBR 硫化胶老化后扯断伸

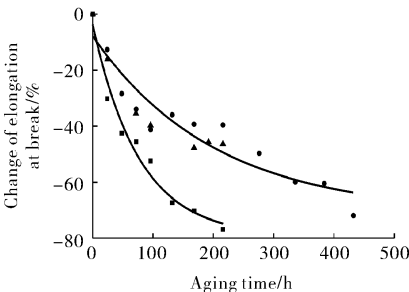


Fig 2 Change of elongation at break of SBR vulcanizates versus aging time

长率的变化率随老化时间的延长而呈指数趋势下降;普通硫化体系下 SBR 硫化胶老化后扯断伸长率的变化快得多,拟合方程如式 (3);有效硫化体系下 2 种硫化胶老化后扯断伸长率的变化率的曲线变化趋势基本一致,拟合方程如式 (4)。

$$\Delta E = -76.8 + 74.6 \exp(-t/66.4), \tag{3}$$

$$\Delta E' = -71.9 + 63.9 \exp(-t/208), \tag{4}$$

式中: $\Delta E, \Delta E'$ 分别为普通硫化体系和有效硫化体系下 SBR 硫化胶老化后扯断伸长率的变化率。

图 3 为普通硫化体系下 SBR 硫化胶老化后拉伸强度的变化率曲线,拟合方程为式 (5),是指数函数。

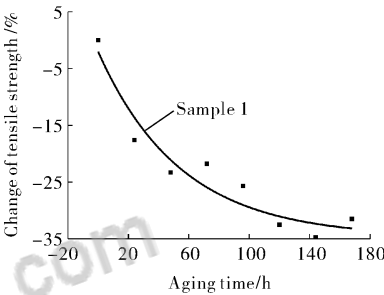


Fig 3 Change of tensile strength of SBR vulcanizates versus aging time

$$\Delta T = -34 + 32.7 \exp(-t/54.7), \tag{5}$$

式中: ΔT 为 SBR 硫化胶老化后拉伸强度的变化率。

2.2 SBR 硫化胶老化性能变化之间的相关性

将普通硫化体系和有效硫化体系下 SBR 硫化胶的老化扯断伸长率变化率与其相应的邵尔 A 硬度变化作图 4。可以看出,数据基本在同一直线附近,曲线拟合方程如式 (6)、(7)。

$$\Delta E = 12.7 - 3.17 \Delta H, \tag{6}$$

$$\Delta E' = 12.7 - 3.17 \Delta H'. \tag{7}$$

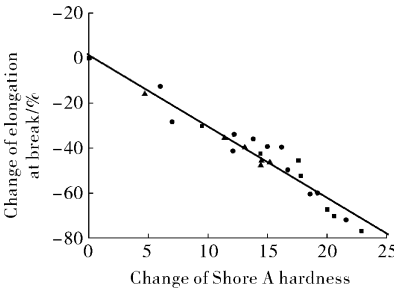


Fig 4 Relationship between change of Shore A hardness and change of elongation at break of SBR vulcanizates

这说明,虽然 3 种硫化胶老化前后的力学性能相差很大,老化速率也相差悬殊,但是老化后扯断伸长率变化率与邵尔 A 硬度变化值之间呈线性关系,即不论是有效硫化体系还是普通硫化体系,邵尔 A 硬度变化值相同,扯断伸长率的变化率也一样。

同样对普通硫化体系下 SBR 硫化胶老化后拉伸强度变化率与扯断伸长率变化率、邵尔 A 硬度变化与拉伸强度变化率进行曲线拟合,如图 5、图 6 所示。可以看出,2 条曲线均呈直线关系,相应的方程如式 (8)、(9)。

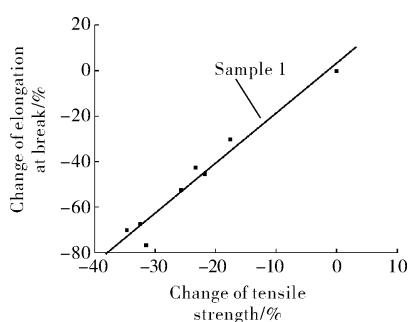


Fig 5 Relationship between change of tensile strength and change of elongation at break of SBR vulcanizates

3 结 论

a) 在热空气老化过程中, SBR 硫化胶老化后邵尔 A 硬度的变化值随老化时间的延长而呈指数

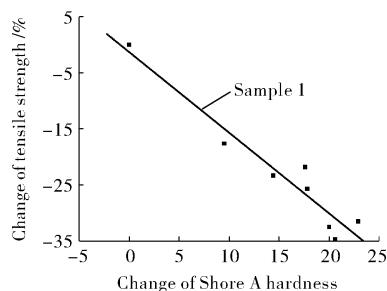


Fig 6 Relationship between change of Shore A hardness and change of tensile strength of SBR vulcanizates

$$\Delta E = 3.29 + 2.20\Delta T, \quad (8)$$

$$\Delta T = -1.31 - 1.44\Delta H_a. \quad (9)$$

趋势增加。另外,在普通硫化体系下, SBR 硫化胶老化后扯断伸长率变化率和拉伸强度变化率随老化时间的延长而呈指数趋势下降。

b) 不论普通硫化体系还是有效硫化体系下, SBR 硫化胶老化后扯断伸长率变化率与邵尔 A 硬度变化值之间呈线性关系;在普通硫化体系下, SBR 硫化胶老化过程中表现为拉伸强度变化率与邵尔 A 硬度变化值之间以及拉伸强度变化率与扯断伸长率变化率之间呈线性关系。

参考文献:

- 1 谢遂志,刘登祥,周鸣峦. 橡胶工业手册(第 1 分册) [M]. 北京:化学工业出版社,1989. 111

Correlation of changes of air aging properties of styrene-butadiene rubber

Rao Qiuhua, Yuan Huiwu, Yin Jiwei

(Chemistry and Materials Department, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract The correlation between changes of tensile properties and Shore A hardness of air aged styrene-butadiene rubber (SBR) was established. The results showed that regardless of conventional vulcanization or efficient vulcanization, the change of Shore A hardness of aged SBR vulcanizates increased in exponential form with increasing aging time, and the relationship between changes of elongation at break and Shore A hardness was linear.

For the conventional vulcanization system, change of elongation at break and tensile strength of aged SBR vulcanizates decreased in exponential form with increasing aging time. The relationships between changes of tensile strength and Shore A hardness or elongation at break were linear.

Keywords styrene-butadiene rubber; air aging property; shore A hardness; tensile strength; elongation at break; correlation

论文降重、修改、代写请加微信（还有海量Kindle电子书哦）



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 热空气加速老化对合成闸瓦性能的影响](#)
- [2. 丁苯橡胶热空气老化性能变化之间的相关性](#)
- [3. 丁苯胶垫片的加速老化与室内自然老化](#)
- [4. 热空气老化对丁苯橡胶磨耗性能的影响](#)
- [5. 丁苯橡胶在热空气和海水中老化性能的比较](#)
- [6. 热空气老化对二烯类橡胶磨耗性能的影响规律研究](#)
- [7. 填料对氟橡胶热空气老化性能的影响](#)
- [8. 热空气老化和热水老化对PC冲击性能的影响](#)
- [9. 苯基硅橡胶的热空气老化性能研究](#)
- [10. HNBR/NBR共混物的硫化及热空气老化性能](#)