

文章编号: 1004 - 4639(2003)04 - 0271 - 04

炭黑与橡胶模量及磨耗的相关性研究

方庆红¹, 赵桂林², 路金林¹, 董一*, 陈振元*

(1. 沈阳化工学院, 辽宁 沈阳 110142;

2. 海军航空兵驻沈阳地区军事代表室, 辽宁 沈阳 110025)

摘要: 依据炭黑可以影响硫化橡胶模量和磨耗的事实,通过制备几种不同炭黑含量的硫化橡胶,对高结构、高耐磨的 N339 炭黑填充的硫化橡胶模量及各种条件下的磨耗进行测定,分析炭黑用量与模量、磨耗相互之间的关系。

关键词: 炭黑; 橡胶模量; 磨耗; 相关性

中图分类号: T336.1 **文献标识码:** A

高结构、高耐磨炭黑是轮胎胎面的常用补强剂,对轮胎胎面的补强和磨耗有很大影响,因此,研究此类炭黑对橡胶磨耗、模量的影响及其相关作用有重要意义.文献[1]通过对比不同品种的炭黑在天然橡胶和丁苯橡胶体系应用时的磨损特性,发现炭黑的粒径越小,比表面积越大,胶料的耐磨性越好,因此,得出中超炭黑的耐磨性较为突出的结论.文献[2]对各种橡胶并用体系的磨损进行了研究,同时比较研究了各种不同性能炭黑填充硫化胶的磨耗性能,指出在不同橡胶并用体系中采用高结构、高耐磨炭黑可获得较高的耐磨性能.文献[1,3]指出橡胶的磨耗与滞后存在一定的定量关系。

本文通过对以高结构、高耐磨 N339 炭黑为主要补强剂的混炼胶及其硫化橡胶的模量、磨耗的测定,分析在相同体系下,N339 炭黑填充数量对弹性模量、滞后模量和磨耗性能影响及其相互关联性。

1 实验部分

1.1 主要原料

天然橡胶(NR);1[#]烟片胶,国产;顺丁橡胶(BR);兰州化学工业公司产品;N339 炭黑:天津

海豚炭黑厂产品。

1.2 实验设备与仪器

- (1) 开放式炼胶机, XK-160;
- (2) 硫化仪, 型号 GT-M2000-A;
- (3) 平板硫化机, 型号 XLB-400 ×400 ×2E
- (4) 阿克隆磨损试验机: 试验负荷和试验角度可调整; 磨损砂轮直径 15 cm, 砂轮磨料为氧化铝, 粒度为 36 号; 砂轮轴回轮速度为 35 r/min.
- (5) 分析天平.

1.3 基本配方

采用 5 种不同配方体系的轮胎胎面胶料, 试件的基本配方如表 1 所示。

表 1 基本配方

配料	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5
顺丁橡胶	60	60	60	60	60
天然橡胶	40	40	40	40	40
硬脂酸	3	3	3	3	3
ZnO	5	5	5	5	5
促进剂 CZ	1	1	1	1	1
防老剂 D	2	2	2	2	2
机油	5	5	5	5	5
硫黄	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
炭黑 N339	30	40	50	60	70

收稿日期: 2002 - 03 - 11

作者简介: 方庆红(1962 -),男,吉林白城人,副教授,硕士,主要从事材料改性和材料性能模拟的研究。

* 沈阳化工学院高分子材料与工程专业 2003 届毕业生。

1.4 试样制备

试件制备时,首先利用 $\phi 160\text{ mm} \times 320\text{ mm}$ 开炼机将 NR(塑炼胶)进行塑炼,再根据表 1 所列配方制备混炼胶.

混炼工艺为:NR(塑炼胶)+BR 氧化锌、硬脂酸和防老剂 炭黑 操作油 防焦剂 促进剂和硫黄 薄通 下片.

混炼胶停放 48 h 后,在 25 t 平板硫化机上硫化出标准圆形阿克隆磨损试样,硫化条件为 142 $^{\circ}\text{C}$,30 min.

2 实验条件

2.1 硫化仪实验条件

将所制得的混炼胶试样停放 24 h 后,在硫化仪上进行扭矩模量测定,测试温度为 150 $^{\circ}\text{C}$.

2.2 磨耗特性测试条件

(1) 标准负荷、里程下试件磨耗性能的试验在固定磨耗倾角[15 $^{\circ}$]、标准负荷(26.49 N)和标准磨损里程(1.61 km)条件下,分别对不同炭黑含量的样品进行测试,结果如图 1 所示.

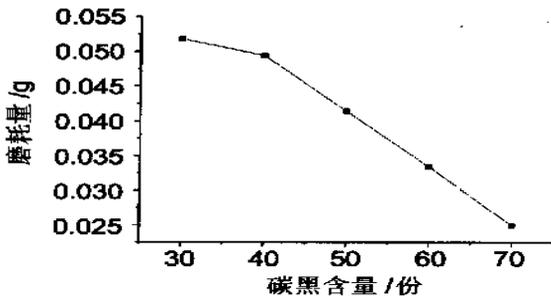


图 1 标准里程下炭黑含量与磨耗的关系

(2) 不同磨损角度下试件磨耗性能的试验在标准负荷(26.49 N)和标准磨损里程(1.61 km)条件下,通过在 5~25 ($^{\circ}$)范围内改变磨耗角度对 5 种样品进行磨耗测试,结果如图 2 所示.

(3) 改变里程的磨耗测试

在标准负荷(26.49 N)和固定磨耗倾角[15 $^{\circ}$]情况下,在 800~4 000 转砂轮转数内进行磨耗测试,结果如图 3 所示.

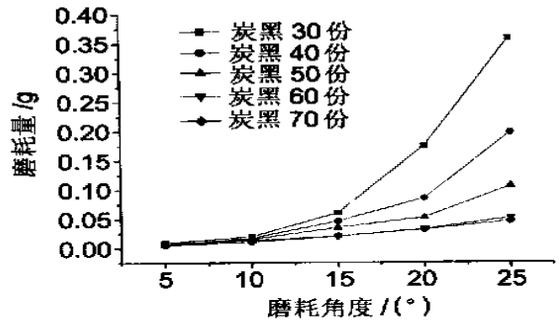


图 2 标准里程下不同磨耗角度与磨耗的关系

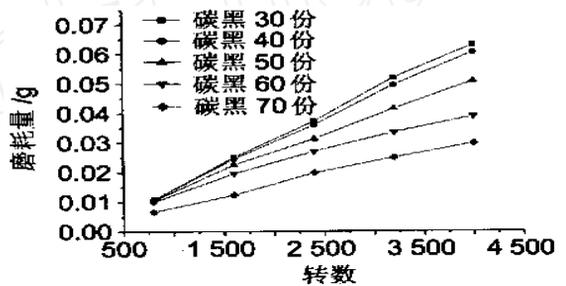


图 3 磨耗量与里程之间关系

3 实验结果分析与讨论

3.1 炭黑含量对弹性及损耗模量的影响

一般而言,常温下硫化橡胶处于粘弹态,其模量为复模量,由实部和虚部组成,即弹性模量和损耗模量组成.如图 4 所示.在硫化仪上测定的弹性模量和损耗模量结果表明:硫化橡胶的弹性模量随炭黑份数加大而在 50 份增加明显,表明炭黑对弹性模量有重要作用,同时,硫化橡胶的损耗模量也逐渐加大,显示出随着炭黑填充量的增加橡胶内摩擦的增加.

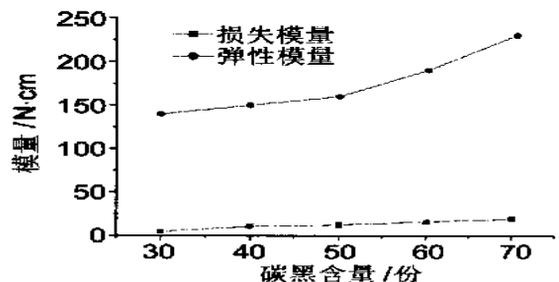


图 4 炭黑含量与模量的关系

3.2 炭黑对磨耗的影响

如图1所示,在标准里程下,炭黑含量在40~50份之间,磨耗量迅速下降,出现了较大的变化.在此区间内橡胶的弹性模量则呈现出相反的趋势.说明随着硫化橡胶强度的增加,抗磨耗的能力在增大.在图2中,随着磨耗偏角的变化,炭黑含量在30~40份的磨耗量变化非常显著,而炭黑含量50份时变化开始趋缓,炭黑含量60份与70份的磨耗曲线接近重合,表明偏角的增大,滑动摩擦增加,橡胶的磨耗量加大;相反,此时补强因素越大,滞后损失越大,则导致摩擦力减小^[3],耐磨耗性能越优异,图2的实验结果已经表明了这一点.然而,图2也提示随着炭黑填充量的加大,硫化橡胶的耐磨耗性能将不会再提高,甚至会产生下降的趋势,当炭黑填充达到30%~40%份数含量时,即配方中炭黑大于60~70份时,将获得最小磨耗值^[1].

此外,低里程条件下,硫化橡胶的磨耗量变化不大,此时为橡胶的弹性磨损^[4];随着磨耗里程的加大,不同炭黑含量硫化橡胶的磨耗量曲线由平坦趋于剧烈变化,如图3所示.表明由于里程增加,磨耗时间的增长,造成在磨耗过程中胶料温度的持续上升,生热导致各种硫化橡胶耐磨性下降较快,可以产生塑性磨损^[4].温度对磨耗硫化橡胶影响表现为:温度升高时,粘弹性耗散大大下降,可以由此引起磨耗体积增加.同时,随着温度的升高,流体动力学效应和应变放大程度下降,摩擦系数和摩擦力下降.此时,尽管摩擦力下降,但磨耗体积仍是增加的.这可能是由于临界撕裂能和耐疲劳性在高温下剧烈下降的缘故^[5].

同时,温升导致了硫化橡胶损耗模量对的作

用更为突出,损耗模量增加,导致了摩擦的减少,因此,表现出各种橡胶的磨耗量有大为减少的非线性趋势.如图2所示,在高里程时,高含量炭黑硫化橡胶表现更为明显.

4 结 论

(1) 随着N339炭黑份数的增加,硫化橡胶的弹性模量和损失模量相应加大;阿克隆磨耗量得到有效减少,从变角度磨耗的结果可知,减少的幅度趋缓.考虑其他因素,最佳磨耗时,炭黑份数在50~60之间.

(2) 随炭黑含量加大,硫化橡胶弹性模量和损失模量相应加大,在炭黑50份的时候,弹性模量变化显著增大,表明炭黑补强作用明显,在改变角度和改变里程的试验中也可以明显看到这一变化,表明硫化橡胶模量与磨耗具有一定的相关性.高里程磨耗、温升的作用,使得损耗模量对减少磨耗量影响较大.

参考文献:

- [1] Byers J T, Patel A C. Influence of Carbon Black on Abrasion and Hysteretic Properties of Tread Compound[J]. Rubber World, 1985, 188(3): 21 - 29.
- [2] 方庆红. 轮胎胎面胶耐磨性研究[J]. 橡胶工业, 2003, 49(7): 397 - 399.
- [3] 庄继德. 现代汽车轮胎技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2001. 128.
- [4] 彭旭东, 等. 汽车轮胎磨损机理的研究[J]. 润滑与密封, 1995, (9): 50 - 52.
- [5] Thavamani P, Bhowmick Anil K. 天然橡胶和丁苯橡胶硫化胶在高温下的磨耗. 王进文译[J]. 橡胶参考资料, 1994, (10): 58 - 63.

Study on the Relation of Carbon Black , Module and Abrasion of Rubber Vulcanizate

FANG Qing-hong¹, ZHAO Gui-lin², LU Jin-lin¹, DONG Yi¹, CHEN Zhen-yuan¹

(1. Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China;
2. Representative Office of Navy Air Force in Shenyang, Shenyang 110025, China)

Abstract: Based on the fact that carbon black can affect module and abrasion of rubber vulcanizate, in this paper, five different compounds and corresponding rubber vulcanizate have been prepared with different amount of N339 carbon black that is of characteristics of high construct and high anti-abrasion. Meanwhile, module and abrasion of the rubber vulcanizate under different conditions has been tested. According to testing results, interaction of amount of carbonblack, module and abrasion has been analysed.

Key words: carbon black; rubber vulcanizate module; abrasion; relationship

“四脚状氧化锌(T-ZnO)晶须及其高分子基复合材料的研究” 获 2003 年度辽宁省自然科学三等奖

“四脚状氧化锌(T-ZnO)晶须及其高分子基复合材料的研究”获 2003 年度辽宁省自然科学三等奖。

该项成果是由我校材料科学与工程学院陈尔凡教授主持完成的。呈报主要研究成果的内容包括：发明了多孔性模型催化剂；高温气相氧化制备 T-ZnO 晶须的新方法，制得大小、形态规整的 T-ZnO 晶须，规整度及收率均大于 95%；研究了 T-ZnO 晶须的轴螺旋位错的 VS 生长机理及其为开裂晶须；通过生长动力学的研究，确定了该反应的反应级数和反应速率常数并探索了催化机理，建立了催化模型；提出了环形微裂模型，初步解释了其增强增韧机制；T-ZnO 晶须在复合材料中以价带传导电荷，起到抗静电作用等。

该项科研成果共发表 10 篇论文(均为 EI 收录期刊源)，专利 1 项，被 SCI 收录 2 篇；EI 收录 2 篇；INSPEC 收录 2 篇。CSIPI 统计分析：《四脚状氧化锌晶须及应用》(首篇)的论文引文数 8 次。

(科研产业处)