

实验二十 混炼胶硫化性能及硫化胶的力学性能测试

一、实验目的

了解硫化仪的工作原理、结构及主要用途；学会制备橡胶混炼胶；学会和掌握制备硫化胶的方法；掌握硫化胶力学性能(硬度、拉伸强度、撕裂强度、伸长率和永久变形)的测试。

二、实验原理

硫化仪的测定原理就是在一定的硫化温度下对被测的胶料加上一个往复的摆动形变，测定胶料对此形变的抵抗力矩(此力矩同胶料弹性模量成正比)，由此得到关于硫化的情况。

根据橡胶弹性的统计理论，胶料的剪切模量与其交联的密度成正比，即，

$$G = VRT$$

式中：G—剪切模量

V—交联点密度

R—气体常数

T—绝对温度

通过对 G 的测量，就可以反映硫化(交联)过程的情况。

三、实验仪器设备及流程

硫化仪主要由主机部分、电气控制记录部分组成，所需压缩空气由压缩机提供。

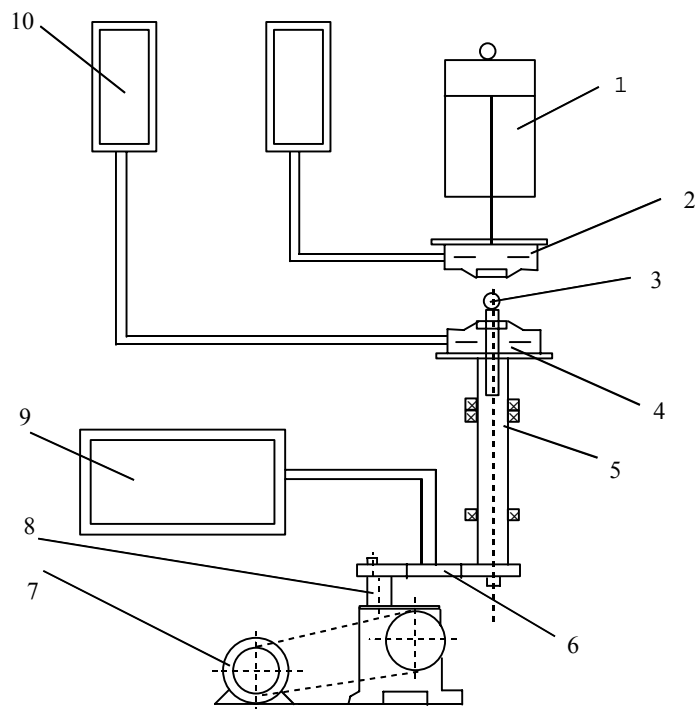
LH-IA 型硫化仪的主机是由气缸、上下模板、上下模腔、转子、主轴、传感器、偏心机构、减速器和电机等组成。如附图所示。

仪器运行时，电机带动减速器，减速器的输出轴上装有偏心机构，偏心机构的回转带动了传感器，并使主轴作左右三度的摆动。

特点：

- 1.能迅速、连续、精确、直观地反映出胶料硫化全过程。
- 2.省料、操作简便、自动化程度较高。

用途：能测出胶料的起始粘度、焦烧时间、正硫化时间、硫化平坦性等硫化性能。



附图 转子振动式硫化仪结构示意图

1-风筒;2-上平板;3-转子;4-下平板;5-主轴;6-传感器;7-电动机;
8-偏心机构;9-扭矩记录仪;10-温度控制仪

四、实验操作步骤

1.混炼胶硫化

(1)接通主机电源，给上、下模腔加热，使上、下模腔温度稳定在给定温度后，方可试验。

(2)向主机气路通以 $3.5 \sim 4 \times 10^5 \text{Pa}$ 压缩空气。开模，将转子插入主轴孔内，闭模。

(3)量程选择：

- a.胶料硬度 <50 时(邵氏)，选择 100Kgf.cm 档。
- b.胶料硬度 <70 时(邵氏)，选择 150Kgf.cm 档。
- c.胶料硬度 >70 时(邵氏)，选择 200Kgf.cm 档。

(4)开模，将胶料(8~10 克)放在转子盘上面闭模。

(5)开通记录仪，使指针指在“0”点位置。

(6)开动电机。

(7)记录硫化曲线后，关闭电机，取出转子，撕下试样。

(8)关掉记录仪、上下模腔和主机电源，切断气源。

2.硫化胶力学性能测试

(1)拉伸强度试验

硫化橡胶的抗张强度试验是橡胶物理性能试验中的一个重要项目,也是鉴定橡胶制品硫化性能的有效方法之一。拉伸强度试验是指在规定温度下,把试样在拉力试验机上进行拉伸,直至拉断,测量并计算硫化胶的拉伸强度、定伸强度、伸长率和永久变形等。

根据橡胶配方和工艺条件,在开炼机上混炼,制得混炼胶。

用硫化仪对上述混炼胶进行测试,找出硫化条件。

根据上述提供的硫化条件,在平板硫化机上,用模具压制硫化试片,试片的厚度为 $2.0 \pm 0.3\text{mm}$ 。

用哑铃形裁刀从上述硫化试片上裁取试样,每5个试样为一组。

在哑铃形试样的工作部位,印上两条平行标线,两标线之间的距离为 25mm 。然后用厚度计测量标距内的厚度,测量部位不少于三点,取其中最低数值作为试样厚度。测量试样工作部分的宽度。

把测完厚度的试样垂直地夹在试验机的上、下夹具上进行拉伸(拉伸速度为 $500 \pm 10\text{mm/min}$),测量试样工作部分的伸长直到拉断为止,记录被拉伸到规定伸长率时的负荷计算定伸强度。取下已拉断的试样放置三分钟后用卡尺(精度为 0.5mm)测量已断试样两半对接起来的标距,计算永久变形。

(二)起始型撕裂强度

用直角型裁刀从硫化试片上(厚度为 $2.0 \pm 0.3\text{mm}$)裁取试样。裁取时,裁刀的撕裂角的等分线应与橡胶的压延、压出方向平行。

用厚度计测量试样直角部分的厚度。

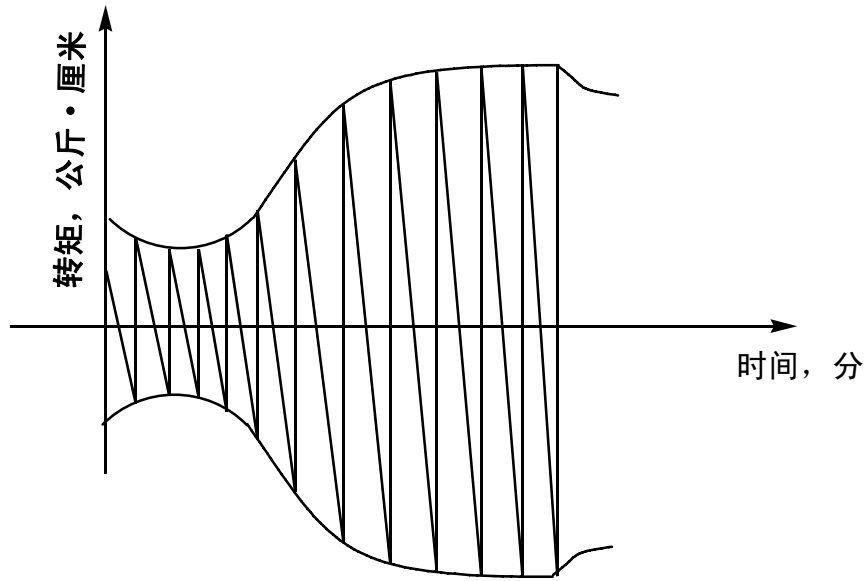
把测定厚度的试样夹于试验机的上、下夹具上,以 $500 \pm 10\text{mm/min}$ 的速度拉伸试样,直到撕裂。读取最高负荷,计算撕裂强度。

五、数据处理

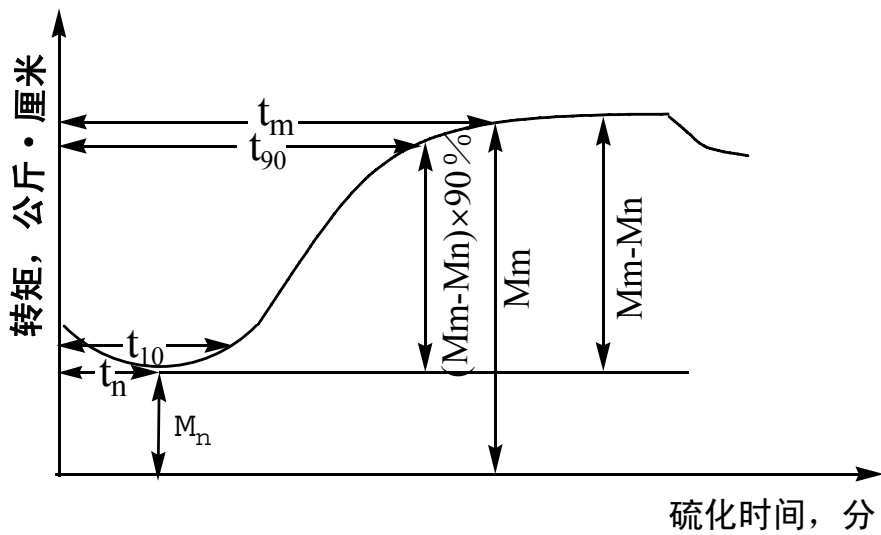
1.混炼胶硫化

从硫化曲线可以获得许多应用的数据,通常取其中四个特性数值,即最大扭矩 M_m 、最小转矩 M_n ,焦烧时间(t_{10})和正硫化时间(t_{90}),如附图所示。

($t_{90} - t_{10}$)又叫硫化反应速度,其值越高,硫化速度越慢。



a



b

附图 硫化历程曲线
a——记录图形； b——曲线分析

- Mn——最小转矩（反映胶料在一定温度下的流动性）；
- Mm——最大转矩（反映硫化胶的最大交联度）；
- t_n——达到最低粘度对应的时间；
- t_m——达到最大粘度对应的时间；
- t₁₀——转矩达到 $[M_n + (M_m - M_n) \times 10\%]$ 所需的时间（焦烧时间）；
- t₉₀——转矩达到 $[M_n + (M_m - M_n) \times 90\%]$ （正硫化时间）

2. 硫化胶力学性能测试

(一) 拉伸强度试验

抗张强度

$$\sigma_{\text{抗}} = \frac{P}{bh}$$

式中： $\sigma_{\text{抗}}$ —抗张强度，MPa

P—试样所受负荷，N

b—试样工作部分的宽度，mm

h—试样工作部分的最小厚度，mm

定伸强度

$$\sigma_{\text{定}} = \frac{P_{\text{定}}}{bh}$$

式中： $\sigma_{\text{定}}$ —定伸强度，MPa

$P_{\text{定}}$ —在规定伸长率时试样所受负荷，N

扯断伸长率

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中： ε —扯断伸长率，%

L_0 —拉伸前试样工作标距，mm

L_1 —扯断时试样的标距，mm

扯断永久变形

$$H_d = \frac{L_2 - L_0}{L_2} \times 100\%$$

式中： H_d —永久变形，%

L_2 —试样扯断后停放三分钟对齐起来的标距，mm

(二) 起始型撕裂强度

$$\varphi_s = \frac{P}{h}$$

式中： φ_s —撕裂强度，kN/m

P—试样撕裂的最高负荷，N

h—试样直角部位的厚度，mm

六、分析讨论题

1. 请问天然橡胶、顺丁橡胶、硅橡胶(聚二甲基硅氧烷)是否均可采用传统的硫磺体系进行硫化? 上述橡胶均可采用过氧化物硫化体系进行硫化吗? 为什么?

2. 当采用传统的硫磺硫化体系时, 天然橡胶和丁苯橡胶硫化速度是否相同? 为什么?

3. 试结合实际谈谈 t_{10} 和 t_{90} 在实践生产控制过程中的应用。

(执笔人: 张军)