

# 厚壁橡胶制品硫化温度的测定

傅彦杰

(北京橡胶工业研究设计院 100039)

**摘要** 采用ZLW-16型智能硫化测温仪对厚壁圆桶形橡胶制品进行硫化温度的测定,可得出制品内部硫化温度的分布状态与各部位的硫化程度。测试结果表明该制品中心部位与外表面存在显著的差异。认为缩短现行硫化条件下的硫化时间、降低硫化温度、在硫化初期采用逐步升温的硫化方法、不同部位采用硫化速度不同的胶料均可减少这种差异。

**关键词** 厚壁橡胶制品, 硫化, 测温

大型厚壁橡胶制品硫化温度与时间的关系、中心部位最佳硫化条件、表层胶料过硫程度等以往均难以量化。本试验采用ZLW-16型智能硫化测温仪对厚壁橡胶制品进行硫化温度测定,以期获得其内部硫化温度的分布状态,并了解各部位的硫化程度,从而正确制定硫化工艺条件。

## 1 实验

### 1.1 材料

400 mm×150 mm×2000 mm 圆桶形(中空直径为150 mm)厚壁橡胶制品,质量约为300 kg,壁厚为125 mm。主要测温部位见图1。

### 1.2 试验仪器及条件

ZLW-16型智能硫化测温仪和外覆聚四氟乙烯的 $\Phi 0.3$  mm的配型热电偶,均为北京橡胶工业研究设计院产品。该仪器可显示被测制品内16个部位的时间-温度曲线和等效硫化时间。

R100E型硫化仪,北京市友深电子仪器

**作者简介** 傅彦杰,男,58岁。高级工程师。主要从事合成橡胶的应用开发,主持开发和推广实用效果较好的科研项目有“橡胶厚制品(轮胎等)在非等温硫化中的温度测定”、“等效硫化时间计算及最佳硫化匹配技术”等。获省部级鉴定成果3项。已发表论文50余篇,多篇被美国《化学文摘》(CA)收录,译著60余万字。

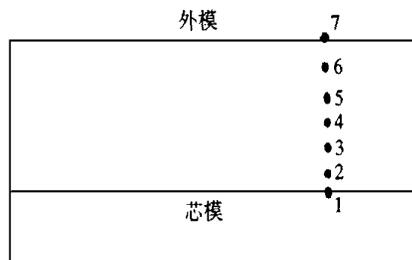


图1 主要测温点分布示意图

厂产品。测试温度分别为133, 143, 153和163 $^{\circ}\text{C}$ 。

## 2 结果与讨论

### 2.1 胶料硫化仪试验

胶料硫化仪试验结果见表1。

表1 胶料硫化仪试验结果

项 目	硫化温度/ $^{\circ}\text{C}$			
	133	143	153	163
$M_L/(\text{N}^{\circ}\text{m})$	1.44	1.43	1.36	1.37
$M_H/(\text{N}^{\circ}\text{m})$	3.63	3.52	3.37	3.27
$t_{10}/\text{min}$	8.6	4.6	2.8	1.9
$t_{90}/\text{min}$	25.0	13.3	7.3	4.4
$M_H$ 开始下降 的时间/min	> 60.0	29.5	20.5	9.0
活化能/ $(\text{kJ}^{\circ}\text{mol}^{-1})$	86.3			

从表1可以看出,在温度为133~163 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,温度每提高10 $^{\circ}\text{C}$ ,胶料的硫化速度并未成倍提高,即其硫化温度系数不等于2。

随着温度的升高,胶料硫化仪最大转矩有规律地降低,由于最大转矩主要与硫化胶的交联密度有关,并表征硫化胶定伸应力的大小,因此较低的硫化温度对提高该胶料定伸应力有益。

若以最大转矩下降的时间表征胶料硫化平坦性的优劣,还可以看到,较低硫化温度胶

料的硫化平坦性明显优于较高温度的胶料。

按常用方法<sup>[1]</sup>,根据4种温度下的 $t_{90}$ ,测得胶料硫化反应活化能。在测温前,将其输入测温仪中,用于计算等效硫化时间。

## 2.2 温度分布

主要测温点在硫化过程中的时间-温度曲线见图2。

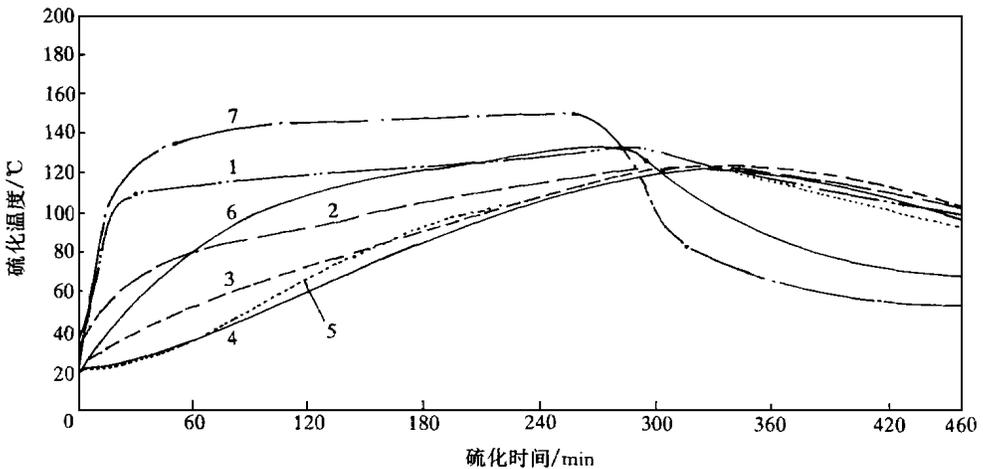


图2 被测橡胶制品内部硫化温度的分布

从图2可以看出,在硫化过程中,与模型距离不同的部位存在规律性的温度梯度,橡胶制品中心部位的硫化温度最低。当硫化至卸模时间时,外模温度高达 $158^{\circ}\text{C}$ ,而中心部位温度仅升到 $115^{\circ}\text{C}$ ,但在以后的机外静置过程中,即使在室温环境中,其温度仍在继续上升,约1h以后,才达到 $123^{\circ}\text{C}$ 的最高温度。这均是由于橡胶热传导性极差所致。

在降温的过程中,接近外侧的温度均低于内侧(芯模侧),这主要是由于外侧比内侧更易于散热的缘故。

## 2.3 硫化程度

测温仪在提供时间-温度曲线的同时,还给出了不同硫化时间下各测温点以阿累尼乌斯方程和硫化温度系数为2的两种方式计算的等效硫化时间。包括升温 and 降温(后硫化)在内的等效硫化时间及胶料过硫化程度均列于表2中。

从表2可以看出,不同部位的硫化程度

存在着很大的差异,这与硫化温度的差异是一致的。中心部位主要依靠后硫化效应完成硫化,而外表部位由于降温迅速,后硫化效应很小。

在现行的硫化工艺条件下( $158^{\circ}\text{C} \times 4.5\text{h}$ ),制品中心部位存在一定程度的过硫现象,而表层过硫现象更为严重。若能适当缩短硫化时间,除可使表层过硫化程度有所减小外,还可提高设备利用率,降低能耗,增加经济效益。

适当降低硫化温度,或在硫化初期采用逐步升温的硫化方法,也可达到上述效果。对于此种厚壁橡胶制品,如果能根据不同的部位配以不同硫化速度的胶料以适应内外硫化温度的差异,则可取得更为明显的效果。

## 3 结论

(1)采用ZLW-16型智能硫化测温仪对厚壁圆桶形橡胶制品进行硫化温度的测定,

表 2 各测温部位硫化程度测定结果

项 目	测 温 点						
	1	2	3	4	5	6	7
按阿累尼乌斯方程计算							
等效硫化时间/min	109	61	47	41	37	77	303
正硫化所占比例/%	63	33	19	19	27	81	97
后硫化所占比例/%	37	67	81	81	73	19	3
过硫化程度/%	720	358	253	208	178	479	2 178
按硫化温度系数为 2 计算							
等效硫化时间/min	98	53	42	35	33	70	314
正硫化所占比例/%	63	34	19	20	27	79	97
后硫化所占比例/%	37	66	81	80	73	21	3
过硫化程度/%	637	298	216	163	148	426	2 261

注: 1) 143 °C 下胶料硫化仪  $t_{90}$  为 13.3 min; 2) 过硫化程度 = [(等效硫化时间 -  $t_{90}$ ) /  $t_{90}$ ] × 100%; 3) 正或后硫化以卸模时间为界, 所占比例 = (正或后硫化时所获得的等效硫化时间 / 总等效硫化时间) × 100%; 4) 等效硫化时间均以 143 °C 为基准温度。

可获得制品内部硫化温度的分布状态与各部位的硫化程度。测试结果表明, 厚壁橡胶制品中心部位与外表面存在显著的差异。

(2) 缩短现行硫化条件下的硫化时间、降低硫化温度、在硫化初期采用逐步升温的硫化方法、在不同部位采用硫化速度不同的胶料等, 不仅可提高产品内在的质量, 还可取得

明显的经济效益。

(3) 对制品实施内外一致预热, 可减少制品表面与中心部位受热的差异。

### 参考文献

- 1 傅彦杰. 橡胶厚制品硫化温度与等效硫化时间的测定. 橡胶工业, 1997, 44(9): 552

收稿日期 1998-04-06