

文章编号 :1007-649X(2000)01-0056-02

金属玻璃 P₁ 峰弛豫激活能的一种计算新方法

王亚明¹, 杨广军¹, 田 中¹, 申长雨¹, 李 健²

(1. 郑州工业大学橡塑模具国家工程中心, 河南 郑州 450002; 2. 中国科学院固体物理研究所, 安徽 合肥 230031)

摘 要: 提出了金属玻璃 P₁ 峰弛豫激活能的一种计算方法. 计算金属玻璃 P₁ 峰激活能的常用方法是由不同频率下升温测得的不同内耗峰的温频关系来求得. 然而, 自由衰减法有限的变频范围, 以及由于受晶化的影响, 使两次升温测量时样品的初始状态不易重复; 用强迫振动法测量时, 同步变频条件限制了升温速率, 造成金属玻璃的晶化过程严重影响了测量结果. 该方法仅用自由衰减法一次升温测得的内耗峰及损耗模量峰的温频关系, 便可以计算出金属玻璃 P₁ 峰的弛豫激活能.

关键词: 金属玻璃; P₁ 峰; 弛豫激活能
中图分类号: O 48 文献标识码: A

0 引言

对于金属玻璃 P₁ 峰等弛豫型内耗峰的激活能计算, 常用的方法是由不同频率下升温测得的不同内耗峰峰温, 代入 Arrhenius 方程得到 P₁ 峰的表现激活能^[1,2]. 然而, 自由衰减法有限的变频范围, 以及由于受晶化的影响, 使两次升温测量时样品的初始状态不易重复, 这都影响激活能的正确计算. 对于强迫振动法测量 P₁ 峰的激活能, 同步变频条件限制了升温速率, 造成金属玻璃的晶化过程严重影响了不同频率下 P₁ 峰的表现行为. 本文尝试提出了一种新的激活能计算方法, 希望仅用自由衰减法一次升温的测量结果来计算金属玻璃 P₁ 峰的弛豫激活能.

1 计算方法

根据标准线性固体的弛豫理论^[1],

$$M_1(\omega) = M_R + (M_U - M_R) \frac{(\omega\tau_\epsilon)^2}{1 + (\omega\tau_\epsilon)^2} \quad (1)$$

$$M_2(\omega) = (M_U - M_R) \frac{(\omega\tau_\epsilon)^2}{1 + (\omega\tau_\epsilon)^2} \quad (2)$$

式中: $M_1(\omega)$, $M_2(\omega)$ 分别为储存模量及损耗模量; M_U , M_R 分别表示未弛豫模量及已弛豫模量; ω , τ_ϵ 分别为测量的角频率及弛豫时间.

由式(1)和式(2), 可以得到内耗

$$Q^{-1} = \frac{M_2(\omega)}{M_1(\omega)} = \frac{(M_U - M_R)\omega\tau_\epsilon}{M_R - M_U(\omega\tau_\epsilon)^2} \quad (3)$$

分别对式(3)和式(2)求导, 可得在内耗峰及损耗模量峰峰值处最可几弛豫时间应分别满足

$$\omega_1\tau_1 = \sqrt{M_R/M_U}; \quad (4)$$

$$\omega_2\tau_2 = 1. \quad (5)$$

式中: ω_1 , ω_2 分别为峰值处内耗峰及损耗模量峰的测量角频率; τ_1 , τ_2 分别对应内耗峰及损耗模量峰在峰值处的弛豫时间 τ_ϵ .

对于满足 Arrhenius 方程的弛豫峰, 可以得出激活能 ΔH 的表达式为

$$\Delta H = k \frac{\ln(\omega_2/\omega_1) + \frac{1}{2}\ln(M_R/M_U)}{1/T_1 - 1/T_2}, \quad (6)$$

式中: T_1 , T_2 分别对应升温测量过程中内耗峰峰温及损耗模量峰峰温; k 为 Boltzmann 常数.

对于金属玻璃, 其 P₁ 峰的温频关系一般不满足 Arrhenius 方程, 而可由 VFT 方程表示^[3]:

$$\tau_\epsilon = \tau_0 \exp\left(\frac{B}{T - T_0}\right), \quad (7)$$

式中: T_0 为自由体积趋近于零时的绝对温度. 由上述方法同样可得

$$B = k \frac{\ln(\omega_2/\omega_1) + \frac{1}{2}\ln(M_R/M_U)}{1/(T_1 - T_0) - 1/(T_2 - T_0)}. \quad (8)$$

收稿日期: 1999-03-08; 修订日期: 1999-06-01

作者简介: 王亚明(1970-)男, 甘肃省天水市人, 郑州工业大学讲师, 博士, 主要从事聚合物改性和成型加工方面的研究
万方数据

因此, 激活能 ΔH 可表示为^[2]

$$\Delta H = k B \left(\frac{T}{T - T_0} \right) .$$

(9)

2 结束语

本文提出的新方法, 仅用自由衰减法一次升温测量得到的内耗峰及损耗模量峰的温频关系便可以计算出金属玻璃 P₁ 峰的弛豫激活能.

参考文献 :

[1] NOWICK A S. Anelastic Relaxation in Crystalline Solids [M]. London : Academic Press ,1972. 19.

[2] LI X ,ZHANG Y ,HE Y. A further study on the new internal friction peak of the metallic glass Pd_{77.5}Cu₆Si_{16.5} near T_g[J]. J Phys Condens Matter ,1990(2) 809 - 816.

[3] SCHERER G W. Theories of relaxation[J]. J of Non - Crysta Solids ,1990 ,123 :75 - 89.

A New Computation for the Relaxation Activation Energy of P₁ Peak in Metallic Glass

WANG Ya - ming¹ , YANG Guang - jun¹ , TIAN Zhong¹ , SHEN Chang - yu¹ , LI Jian²

(1. NERC of Plastic and Rubber Mold & Die ,Zhengzhou University of Technology ,Zhengzhou 450002 ,China ; 2. Research Institute of Solid State Physics ,Chinese Academy of Science ,Hefei 230031 ,China)

Abstract : A new computation of the relaxation activation energy of P₁ peak in metallic glass is presented in this paper. Usually ,the relaxation activation energy of P₁ peak in metallic glass is calculated by the relationship of internal friction peak temperatures and measuring frequencies during heating process. However ,for free decay method ,its range of changing frequency is very narrow and the initial states of samples are not easily repeated because of the effect of crystallization ;for forced oscillation method ,the measuring results are seriously affected by crystallization , which is caused by slow heating rates. In this paper ,the relaxation activation energy of P₁ peak in metallic glass can be calculated by the peak temperature and measuring frequency data from internal friction peak and loss modulus peak ,just using the data measured during one time heating process by free decay method.

Key words : metallic glass ; P₁ peak ; relaxation activation energy