

迁几率小,烧孔需要的能量高.能否达到实用化要求的写入速度尚是问号.有些色心烧孔能量很低.但用于烧孔的色心的零声子线只有在很低温度下才有足够高的强度.液氮温度以上,色心的零声子线都很弱,甚至无法测到,声子伴带大大增强,而声子伴带无法进行多重烧孔.电子转移型有机材料烧孔能量低,因为 S_0 到 S_1 跃迁是允许跃迁.也可用光,热擦除.然而,目前报道的有机烧孔材料孔的宽度大,在温度提高后难以烧出足够多的孔.能反复写读的次数也是个未知数.

实用化整体方案也有待探索.如果能在室温下工作,那么还可以采用光盘高速旋转的驱动方式,可以和现行光盘方案兼容.若材料只能在液氮、液氦下工作,现在光盘驱动方案显然不适用.只能让浸在液氮或液氦中的介质不动,而用偏转激光束的方式写入和读出.用全息方法进行光谱烧孔,能发挥光存储并行处理的优点,可以把一幅画面同时写入介质存储起来,还

可以用读出激光把整幅画面同时读出,很值得研究.利用外加电场的斯塔克效应使孔移动,或使孔弥散掉,用以读孔或重新写孔,在液氮温度下是可行的,但在高温下则不行,因为这时孔很宽,斯塔克效应产生的移动相对于孔宽太小.

远处的峰顶已在云层中隐现,谁,何时,能登上峰顶一览无限风光呢?

- [1] A. Szabo, *Phys. Rev. B*, 45(1975), 4512.
- [2] A. Szabo, U. S. Patent, No 3896420 (1975).
- [3] G. Castro et al., U. S. Patent, No. 4101976 (1978).
- [4] W. E. Moerner and M. D. Levenson, *J. Opt. Soc. Amer. B*, 2(1985), 915.
- [5] A. Winnacker et al., *Opt. Lett.*, 10(1985), 350.
- [6] T. P. Carter et al., *J. Phys. Chem.*, 91(1987), 3998.
- [7] Wei Changjiang et al., *J. Luminescence*, 43(1989), 161.
- [8] Zhang Linfen et al., *J. Luminescence*, 45(1990), 301.
- [9] 张家骅等, *发光学报*, 12(1991), 181.
- [10] *Persistent Spectral Hole Burning—Science and Applications*, ed. W. E. Moerner, Springer-Verlag, (1989).

美制 DYNASTAT 粘弹谱仪功能的进一步开发与应用

李 健 张立德

(中国科学院固体物理研究所,合肥 230031)

粘弹谱仪作为一种动态力学测试分析仪,已广泛应用于高分子物理领域的研究中.通过对美国 DYNASTAT 粘弹谱仪的消化和掌握,我们利用其独特的分立测试性质,经过加工和改进,使之成为可以广泛用于金属材料、记忆合金以及许多特殊高分子材料动态力学谱测试的高效率、多功能的测试仪器.我们利用这些功能解决了以前所不能开展的实验,并在一些工作中取得了突破性的研究进展.

美国 Imass 公司生产的 DYNASTAT 粘弹谱仪 (a complete transient and dynamic

viscoelastic analyzer) 已由中国科学院固体物理研究所内耗与固体缺陷开放研究实验室安装和调试完毕.

该仪器设计思想先进,自动化程度高,是当前国际上同类产品功能最强的一种粘弹谱仪.它主要用于材料的力学性质及微观机理的研究.目前,这种类型的设备在亚洲仅有两台.本文在介绍该仪器的功能和特点的基础上,着重结合新材料研究报道该仪器功能的进一步开发和利用.

一、功能

粘弹谱仪主要用于研究材料在交变载荷下的应变响应。通过测量应变落后于应力的滞后角(ϕ),推出材料的能量耗散值,并用内耗 $Q^{-1} = \operatorname{tg} \phi$ 表征其随频率或温度的变化,而这种响应与材料微观结构有密切关系。通过内耗温度谱及频率谱与材料微观结构相关性的研究,可以分析材料在各种条件下的微观结构变化及与宏观性能的联系,为材料研究提供更丰富的信息。

目前,在我国普遍使用的是日本产 DDV-I 型, DDV-II 型、DDV-III 型以及国产粘弹谱仪。这些仪器大都是卧式,只能在小应力和小应变下固定样品进行测量。相比之下, DYNASTAT 粘弹谱仪在其结构上有许多独到之处。

1. 立式结构

该设备采用立式拉压结构(指在样品竖放时的拉伸振动模式下),这大大减少了高温下材料软化造成的由于重力引起的蠕变下垂现象,保证了测量的准确性。

2. 气流控温

该设备首先采用电炉加热或液氮冷却通入的高压空气流,再将气流通入工作腔控温。这种方法可以保证整个工作腔的温度均匀且变化稳定。

3. 夹具可换性

大样品室及活动夹头为选择振动模式和测量方式提供了方便。

4. 静态加载

该设备可在动态测量下根据需要叠加一静态载荷,也可在无动态加载下,做静态实验,如应力弛豫和蠕变实验。

5. 该仪器的基本参数(时间、频率、温度、载荷及应变)的随意选择性

该设备采用分立式箱结构,将测试仪器分装在主控箱、时控箱、频控箱、温控箱及数据采集处理几个部分。可根据需要随意选择测量参

数。

主控箱可以选择应力控制或应变控制模式,并可在 0.01—10 kg 静态载荷范围、0—10 kg 连续变化的动态载荷范围以及 1×10^{-2} m 形变范围内选择合适的载荷和位移量。应变量可达 10^{-6} 以上的精度。静态载荷可以选择拉式或压式。

时控箱可任意设置动、静态测量时间,并自动记录测量结果。它可用对数或线性方法采集时间谱数据。

频控箱可保证在 0.01—100 Hz 范围内,任意选择测量频率以及对数或线性采点方法。

温控箱可以控制升温或降温测量。在 250°C 到 -150°C 范围内,可以进行任意间隔和速率下的等温或变温测量。

6. 数据的高效率处理功能

该设备配有专门的数据采集系统及计算机处理系统。在将试样的几何尺寸输入计算机后,可在测量过程中适时得到该样品在对应条件下的一系列参数值,如内耗 $Q^{-1} = \operatorname{tg} \phi$ 、应力(σ)、应变(ϵ)、模量 $M = \sigma/\epsilon$ 、频率、位移、温度、柔度、储能模量及损耗模量等。

将测量的初始数据经过计算机处理,可进一步加工成图形并将其绘制和打印出来,其中内耗(阻尼本领)测量精度在 1×10^{-3} 以上。

因为该设备具有以上先进的功能,所以它不但可以完成粘弹谱仪应做的工作,而且也可作为静态力学装置进行变温蠕变及应力弛豫测量,还可以作为一台小型 Instron 或疲劳机使用。

二、应用及功能进一步开发

1. 增加测量功能

由于 DYNASTAT 的立式结构及有可变静态叠加的条件,特别是大工作腔和气流控温的优越性,我们设计了多种夹具,可以实现片状、棒状及块状样品在多种加载方式下的动态测量,条状样品的单向和双向三点弯曲测量,薄膜的点压测量及丝状样品的单向拉伸动态测

量,另外还可以进行块状样品的剪切测量。这不仅提高了仪器的测量功能,也使一些原来无法进行的测量实验,能够进行下去。

2. 扩大材料的测量范围

由于设计了多种夹具,我们可以对软至泡沫塑料、油脂,硬至钢材和合金等各种材料进行动态及静态力学谱的测量及分析。

3. 充分利用多路输出解决实验问题

Ni-Ti 形状记忆合金在相变过程中的机理研究是当前一热门课题。将多路 X-Y 记录仪与该仪器输出连接,并利用加动态载荷测量变温过程中的相变内耗峰,同步输出温度、时间、形状变化及模量等参数,可以很好地分析记忆形变过程中每个相变过程对双程记忆效应的贡献大小及其他影响因素。中国科学技术大学和中国科学院固体物理研究所利用这台仪器已对具有双程记忆效应的 NiTi 合金进行了较详细的研究,以令人信服的实验结果,第一次提出了 NiTi 合金的预马氏体相变与马氏体相变对双程记忆效应的贡献比例和许多因素有关(例如合金成分、热处理条件等)的结论¹⁾。

4. 扩大温度测量范围

在对铝及铝合金的内耗实验研究中,内耗的传统测量方法是扭摆测量。有些理论分析,需要得到在拉伸状态下的内耗值。为了使这个实验在粘弹谱上得到实现,我们利用其大工作腔这一有利条件,在其内部套入一高温电炉管,形成炉中炉,并利用其仪器的分立式特点,采用外部控制电炉温度和气流冷却工作腔的方法,顺利地完成了变温至 500℃ 条件下的频率扫描

测量。这种方法的成功尝试,为以后扩大测量温度范围的工作奠定了基础。

5. 开发新型阻尼材料的研究

由于国际和航海事业的发展,消振、降噪作为评价材料的主要性能已提到日程上来,高阻尼材料的研究显得十分重要。研究高阻尼材料性能最重要的是研究内耗(阻尼本领)与温度、频率和振幅的关系。我们建立了一整套实验方法,可以在原位条件下,适时测量内耗与频率、温度和振幅的动态响应关系,可为寻找高阻尼材料提供更丰富的信息。目前国内几种新型高阻尼材料例如系列 Al-Zn 铸造合金、Mn-Cu 铸造合金、Ti-6Al-4V 复型合金及碳纤维-环氧树脂复合材料的阻尼性能都曾在 DYNASTAT 粘弹谱仪上进行过测试。

DYNASTAT 粘弹谱仪是在其同类产品中功能最强的内耗测量仪器。对于该设备的使用,已远远超出高分子聚合物力学性质测量这个单一目的。随着其功能的不断开发,特别是结合计算机程序的应用,在数据处理上又大大前进了一步。现在已可以进行数据的时温叠加及内耗峰的分峰处理,可以确信,这台设备在研究材料动态力学行为及与微观组织结构的联系方面,在研究固态相变,阻尼降噪性能方面,在探索高分子聚合物能量耗散源,实现材料增韧、材料改性以及研究高聚物 T_g 转变内耗峰参数与结构相关性等方面,将发挥更大的作用。

1) Mo Chimei, Material Science and Engineering, (1990).