

真空蠕变内耗仪的研制和应用

戴 勇 孔庆平 倪群慧 周芷仙

(中国科学院固体物理研究所)

通常的内耗和蠕变实验是分别在不同的装置上进行的。为了研究蠕变对内耗的影响以及蠕变过程中的动态内耗,需要建立一种既能测量内耗,又能进行蠕变实验的装置。到目前为止,国内外的这种装置^[1,2]都只能在大气中进行实验,有很大的局限性。

为了能够在真空中在同一装置上进行内耗和蠕变实验,我们研制了一套真空蠕变内耗仪。它将真空扭摆与拉伸蠕变仪结合起来。可以在不破坏真空的情况下进行加载和卸载,从而可以在真空中对同一试样进行内耗,蠕变,蠕变对内耗的影响或蠕变过程中动态内耗的实验。

一、仪器结构

真空蠕变内耗仪的结构图如图 1 所示。它是真空扭摆与拉伸蠕变仪的结合体。

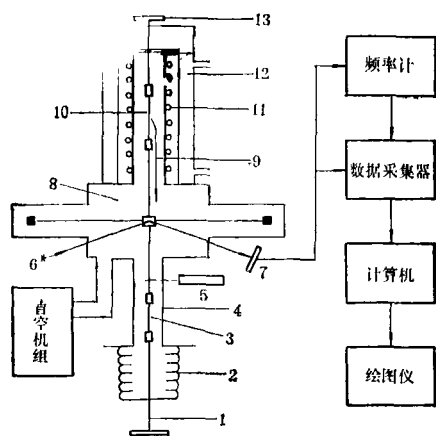


图 1 真空蠕变内耗仪结构图

1. 加载拉杆; 2. 波纹管; 3. 悬丝; 4. 玻璃管; 5. 读数显微镜; 6. 光源; 7. 光电位器; 8. 真空室;
9. 热电偶; 10. 试样; 11. 加热炉; 12. 水冷套;
13. 调零旋钮

蠕变载荷在真空系统外面施加。加载拉杆 1 与波纹管 2 相焊接,以保持真空并容许试样伸长。加载拉杆 1 伸入真空系统内的部分,通过柔性悬丝 3 与试样下夹杆连接,将载荷传递到试样 10 上。在进行蠕变实验时,除蠕变载荷外,还需要施加一定的附加载荷(由

实验校定),以平衡大气对波纹管的压力。悬丝 3 的作用是很重要的,它只传递载荷,而不影响扭摆的振动。如果加载拉杆与试样下夹杆刚性连接,则扭摆就难以作扭转振动。加了一段柔性悬丝,就既可以在蠕变载荷下测量内耗,也可以在卸掉载荷后测量内耗。在蠕变载荷下测量内耗时,加载系统不随扭摆一起振动,不增加转动惯量,因而可以象普通扭摆一样改变测量频率。在卸掉蠕变载荷后测量内耗时,悬丝是松弛着的,但还受加载拉杆的约束,可以起着阻尼液的作用。

试样 10 装置在加热炉 11 的均热带内。炉管和电热丝均在真空系统内。加热炉的外面装有一个水冷套 12。实验温度范围为室温至 700℃,如在水冷套内通液氮或其它冷却剂,实验温度可降至室温以下。装置的最上端是调零旋钮 13,它通过威尔逊密封圈,与真空系统内的试样上夹杆相衔接,可以调节内耗测量过程中的零点漂移。真空室 8 与真空机组相连接。实验时的真空度保持在 $2 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-3}$ Torr。

内耗测量采用自由衰减法,应变振幅用光电记录,其方法与本所的自动化扭摆相同^[3]。扭摆被激发后,固定在下夹杆上的平面镜随着试样一起作扭转振动。由光源 6 发出的光束,经平面镜反射到光电位器 7 上。由光电位器发出与振幅有关的电信号送至数据采集器、频率计和计算机,进行处理。扭摆振动的激发、温度的设定,也均由计算机控制(图 1 中未标出)。内耗曲线由绘图仪自动画出。测量内耗的频率,可由试样尺寸和摆杆来调节,数量级为 1Hz。蠕变伸长用读数显微镜 5 跟踪试样下夹杆上的标记进行测量。蠕变测量精度为 0.005mm,允许蠕变伸长 20mm。

二、应用举例

在此装置上,我们研究了铜的蠕变对晶界内耗峰的影响。图 2 曲线 I 是工业纯铜(纯度 99.9%)试样在蠕变前降温测量得到的内耗曲线。在 450℃ 和 19.6MPa 条件下,分别经过蠕变时间 30min 和 330min 以后,卸掉载荷,并立即降温测量,得到内耗曲线 II、III。图中右下角的蠕变曲线上标明了测量内耗时的位置。我们在不同温度和应力的蠕变条件下,进行了一系列类似图 2 的实验。结果表明,在导致不同断裂类

型(晶间型、穿晶型和混合型)的蠕变过程中,晶界内耗峰发生了不同的变化,从而推知晶界强度发生了不同程度的变化,这些结果,对于了解不同类型蠕变断裂的物理本质,提供了新的知识。

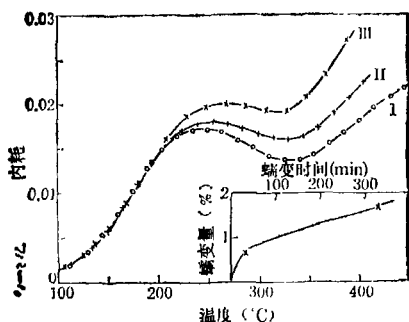


图2 纯铜蠕变前后晶界内耗峰的变化
I为蠕变前,II和III为蠕变后(频率~1Hz)

图3是工业纯铜试样在450℃和19.6MPa条件下蠕变过程中的内耗曲线。图中的内耗是在蠕变载荷下测出的。结果表明,内耗与蠕变速率之间存在着直线关系。这种内耗的研究,对于了解蠕变过程中的位错

动力学,有着重要的意义。

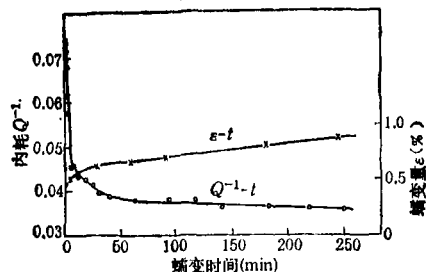


图3 纯铜蠕变过程中的内耗(频率~1Hz)

这项工作得到了葛庭燧教授的支持,在内耗测量的自动化方面得到顾春辉同志大力帮助,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] E. Bonetti, L. Castellani and P. Gondi, *Acta Metall.*, **31**(1983), 1689.
- [2] 张翼、孔庆平, *金属学报*, **5**(1960), 93.
- [3] 朱震刚、顾春辉、谢福康、杨世卿、杨文琳, *物理*, **14-8**(1985), 489.

(上接第310页)

纪闻》中说:他的好友陈皋曾从盗掘古墓者处得一玛瑙盃、“盃圆净无彫镂纹,盃中容二合许,疑古酒卮也。陈用以贮水注砚。因闲视之,中有一鲫长寸许,游泳可爱,意为偶汲水得之,不以为异也。后或疑之,尽出余水验之,鱼不复见。复酌水满中,则一鱼泛然而出,以手取之,终无形体可拘,不知何宝也。余视之数矣”。

这类杯盃秘密何在?它是我国古代能工巧匠掌握了凸透镜成虚像的原理制成的。其底部有夹层。上层是个焦距较短的双凸透镜;下层不透明,上刻鱼龙图形。图形刚好在凸透镜焦点上,故不能形成虚象。盛液体后,液体与原来凸透镜组成为焦距较长的透镜组,因物距小于焦距,通过液体就可看到稍为放大的鱼龙虚象。在宋代以前,我国巧匠能如此巧妙地利用凸透镜成象原理,又怎能说“中国古代对于透镜的知识比较差”呢?

而且明代之前,中国人也已掌握了凸透镜形成实象的规律,并加以应用。明末方以智的《物理小识》中“玻璃吸摄透画法”条内说:“置玻璃镜(本文作者注:实指凸透镜)于暗室之窗版,则物形小缩,透入几上之纸,可细描也。写真甚妙,花木虫物皆可”。所说即是一大型的照相暗箱。“写真”即画人物肖象。照相术是1827年涅普斯所创,他用照相暗箱在经过化学处理的银板上获得了感光的图象。《物理小识》完稿于1643年。也即在普涅斯发明摄影术之前200年,中国已有过画肖象的“摄影器”,用它获得倒立缩小的实象。

以上我们提供了主要是宋代以前各类古籍中的一些材料。它虽很不全面,但也可证明,中国古代在透镜的应用与研究方面,确也曾走在各国前头。显然,以为“中国古代对于透镜的知识比较差”的看法是值得商榷的。