

扫描声学显微镜除了显微成像一大功能外,另一功能就是测试 $V(Z)$ 曲线。当声透镜的聚焦声束在样品内部沿垂直于样品表面方向上 (Z) 向的不同位置时,换能器的输出电压不同。输出电压 V 与焦点坐标 Z 的函数关系称之为 $V(Z)$ 曲线 (图 2)。

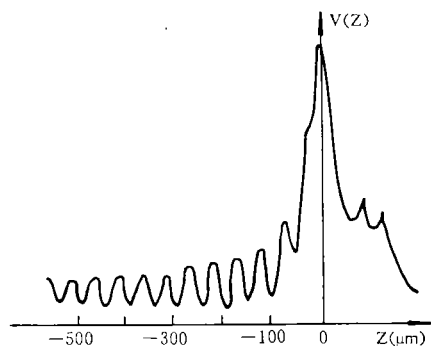


图 2 $V(Z)$ 曲线示意

$V(Z)$ 曲线对可激发 Rayleigh 波的材料有重要意义, $V(Z)$ 曲线的周期性受材料特征所致, 并且是反射波和 Rayleigh 波间干涉的结果。 $V(Z)$ 曲线的周期由下式表达:

$$\Delta Z = \frac{\lambda_w}{2(1 - \cos\theta_R)}$$

式中 λ_w 是在水中的波长, θ_R 为 Rayleigh 角。由前述可知, θ_R 与材料的 Rayleigh 波速度 C_R 有关。因此, 由 $V(Z)$ 曲线, 我们能够确定表面波的速度及衰减。这就提供了一种在微小区域内辨识材料的手段, 它既能用来测不同材料的样品, 也可以用来发现同一样品上各点材料性质的不同。此外, 由于表面上存在薄膜时会改变 Rayleigh 波的速度, 因而这种方法又是无损地测量薄膜性质或其厚度的一种手段。

$V(Z)$ 曲线的另一个重要应用研究内容是它决定着所得到的声显微图像的对比度。通过对 $V(Z)$ 曲线的分析, 可以调整透镜位置来使得到的声显微图像有最满意的对比度。

四、结束语

扫描声学显微镜是提供材料信息的一种非常有用的检测工具, 它无需复杂的样品制备, 就可无损地对材料表面及表层内部成像而进行显微分析, 它能独具特色地提供材料内部结构及材料力学参数等重要材料性能参数。声学显微镜的出现, 弥补了其他现有微观测试手段 (如光学显微镜, 扫描电子显微镜) 的不足, 从而使人们获得了研究认识物质结构的有力工具。可以预料, 声学显微镜在材料科学研究中将会得到越来越广泛的应用, 声学显微镜, 光学显微镜、扫描电子显微镜及其他材料微观检测手段的综合应用, 将使材料科学的研究进入一个新时代。

参考文献

1. Quate C. F., IEEE Trans. on Sonic and Ultrasonics, SU-32-2 (1985), 132~135
2. Foster J. S. et al., IEEE Trans. on Sonic and Ultrasonic, SU-32-2 (1985), 139~151
3. Lemons R. A. et al., Acoustic Microscopy, Physical Acoustic, Vol. XIV, 1979
4. ISAO Ishikawa, IEEE Trans. on Ultrasonics. Ferroelectrics and Frequency Control, Vol. 36, No. 6, 1989
5. T. Semba, et al., Annals of CIRP, Vol. 36/1/1987
6. T. Semba, et al., Annals of CIRP, Vol 38/1/1989

新型复合材料发展动态

最常用的复合物是玻璃增强塑料 (GRP) 和碳纤维增强塑料 (CFRP), 它们由用玻璃、碳或聚酰胺纤维增强热塑或热固树脂制成, 增强材料可以是切成段的缕、纤维或是编织品, 可单独使用, 也可以组合使用。

世界各国的军用航空宇航部门, 都在努力研制重量更轻、飞行时间更长、飞行高度更高的战斗机。美国空军部门意识到, 要想在战斗机上再安装更多的智能电子器件, 已受限于有限的空间, 唯一的出路是采用灵巧复合物, 以便把许多传感和处理器件塞进飞机的蒙皮里去, 不至于增加飞机的重量和体积及影响空气动力学性能。

复合材料的下一代进攻目标是民用航空工业, 据报道, 以美国为基地的比乞克拉夫特公司制造的“星球飞机”的 70% 是复合材料。飞机机架是用石墨环氧片夹在聚酰胺纤维蜂窝结构中制造的。它是世界上第一架复合材料用量如此之高又获得民用航空当局批准的飞机。

目前人们把相当大的一部分力量用在研究可靠而快速的复合材料生产方法上。一种叫做树脂转移成型的加工工艺正吸引着有关生产厂家的注意。

同这些复合材料的发展密切相关的是增强纤维缕埋于其中作为结合料的塑料, 热固性树脂仍占世界树脂结合料销售量的 75%。其余的 25% 是热塑性结合料, 热固性树脂的问题是寿命较短, 而且常常要在冷藏条件下保存。

不过, 英国帝国化学工业公司、菲利浦石油公司和杜邦公司等最近已研制成功新的热塑性树脂系列, 它们能克服上述缺点, 而且制造时间又比热固性树脂短, 性能却有所提高, 例如, 它们具有超群的冲击强度, 这些视为高级热塑复合材料 (ATC) 的产品包括帝国化学工业公司和杜邦公司出品的芳香族聚合物复合材料 (APC)。

由于这些高级复合材料价格较贵, 而且要在 400℃ 上下进行固化, 因此, 它们目前只限于航空宇航部门使用。尽管如此, 热塑复合材料的增长速度仍高于热固复合材料。

(徐忠杰)