

# 用激光全息干涉法精确测量特殊材料的泊松比

胡国华 杨治贵  
(北京环境特性研究所)

叶邦础 康 茜  
(北京强度环境研究所)

## 一、引言

对常温均质材料,通常采用电阻应变片来测量泊松比。但对于高温材料,尤其是复合材料就有一定的困难。

文献[1]报道了对条状平板钢材料采用全息干涉法测量泊松比的方法。该方法的缺点是,全息干涉图形记录时会引进较大的角度误差,从而降低测量精度。本文采用在原物面接受准确的二次曝光全息图的共轭实象,可使图形畸变减至最小。

## 二、原理

对于一般各向同性材料,纯弯板的离面位移为

$$u = \frac{1}{2R} [x^2 - \nu(y^2 - d^2)] + \text{const.}$$

其中  $R$  是板弯曲后的曲率半径,  $\nu$  是材料泊松比,  $2d$  是板的厚度。  $YZ$  平面在弯曲的主平面上,离面位移的等高线是双曲线,它的渐近线方程为

$$x^2 - \nu y^2 = 0, \text{ 即}$$

$$\nu = x^2/y^2 = \text{tg}^2\theta.$$

只要得到两条渐近线的夹角  $2\theta$ ,就可求出泊松比  $\nu$  的值(见图1)。

用光学全息照相的方法可以记录下物波信息,当以参考光照射全息图时可重现出物波面。在同一底片上记录平板弯曲前后的波面的全息图,重现时两个波面干涉产生明暗交替变化的等相位线,即为平板离面位移的等高线。

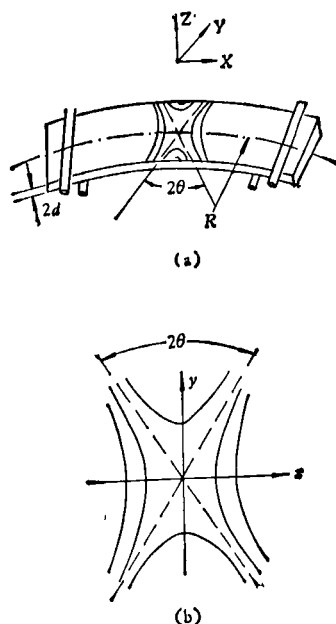


图1 测量原理

(a) 薄板的弯曲形变; (b) 离面位移等高线

## 三、实验方法

实验采用北京环境特性研究所生产的GS79现代光学实验系统,其中底片架的复位精度高于  $1''$ ,加载装置另行制作,可对平板试件按图1的原理加载。

图2(a)为记录光路,反射镜1和2反射后的激光束,分别形成全息图的参考光和共轭重现光。扩束镜1和准直镜同轴共焦放置,使其输出光束为平面波。反射镜3反射的光为照明物光。

采用复位架夹置照相干板,制作两张平板试件第一状态的全息图。对其中一张冲洗后复

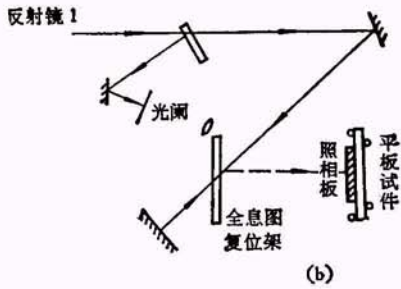
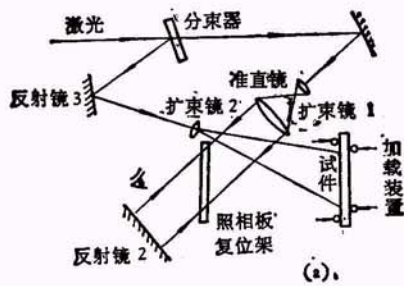


图 2 实验光路

(a) 记录二次曝光全息图; (b) 重现干涉图样

位, 观察参考光经全息图衍射后的物光与真实物光的干涉图样, 应不出现干涉条纹(存在宽约为 30 毫米的初始条纹, 为乳胶收缩引起)。然后加载, 获得适当的干涉图样后, 复位换上另一张已经对第一状态曝过光的干板作第二次曝光, 冲洗后获得二次曝光全息图。将它复位放置在实验光路中, 遮断照明物光, 用参考光的共轭光对全息图重现共轭实象。在试件平板表面贴放照相板, 可记录下试件弯曲前后两种状态波面干涉图样。

重现时, 调整分束镜的分光比, 使透过光最强, 对全息图加以漂白, 并将扩束镜 1 及准直镜除去, 可从反射镜 2 反射较高亮度的共轭重现光, 使重现现象具有较高亮度[图 2 (b)]。

采用这种实验方法比文献 [1] 中介绍的方法有一个明显的优点, 即使得重现光成为参考光的共轭光, 其方向和会聚程度的偏差很小, 并避免了记录干涉图形时照相板的倾斜。因此, 记录的等高双曲线渐近线交角角度误差可减到最小。

#### 四、测量结果

对多种尺寸的铝、钢、C-C 材料平板试件进行测试, 并同时在平板背面贴附电阻应变片, 用应变仪测量进行比较。加载线间距离 80 毫米, 试件的长度为  $a$ , 宽度为  $b$ , 厚度为  $2d$ , 其中部分干涉图样见图 3。

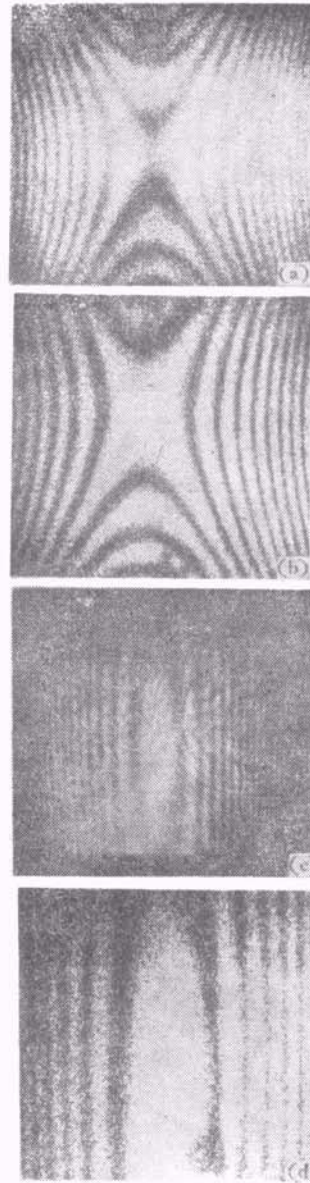


图 试件的干涉图样  
(a) 2# 铝板; (b) 1# 钢板; (c) 1# C-C 板; (d) 2# C-C 板

(下转第 615 页)