

均匀时,也需要进行两次测量和对信号处理。

另外,我们还利用光声方法探测金属的范性形变。我们使用的样品是一个厚度约为1.5毫米的铝片。预先在铝表面上打出一如图5(a)所示的压痕,再将压痕磨掉并抛光到看不见压痕为止。测得的光声信号如图5(b)所示。由图可看出,样品内部因压痕产生的范性形变引起光声信号发生变化。据报导,这是因为压痕增加了晶粒界限的数目^[3]。

吴仲康副教授、吕永彬等同志对此项工作给予了大力支持,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] A. Hordvik, H. Schlossberg; *Appl. Opt.*, 1976, 16, No. 1, 101.
- [2] A. Rosencwaig; *Am. Lab.*, 1979, No. 11.
- [3] M. Luukkala *et al.*; *Electronics Lett.*, 1980, 16, No. 3,
- [4] J. J. Pouch *et al.*; *JOSA*, 1980, 70, No. 5, 562.

(南开大学物理系 李增发 张春平 范文锦
颜彩繁 张光寅 1981年6月16日收稿)

全息照相在求解矩形板问题中的应用 ——四边固定的矩形板在点力作用下的变形

Abstract: Deformation of a clamped rectangular plate subjected to point force was measured by double exposure holographic interferometry. Experimental results are found to be close to the theoretical ones.

一、引言

四边固定的矩形板广泛应用在工程技术的各个领域。研究它们在外力作用下的变形,对于工程设计和部件的检验都是很重要的。

不少作者曾用经典的方法^[1]和全息干涉计量术的方法^[2,3]测量了四边固定的方形板在均匀应力作用下的变形。本文利用全息干涉计量术的二次曝光法测量了四边固定的矩形板在点力作用下的变形,并把测量结果与理论计算结果作了比较。

二、原理

在全息干涉计量术的二次曝光法中,再现现象的光强分布

$$I = 2I_0 \cos\left(\frac{\pi\delta}{\lambda}\right) \quad (1)$$

其中 I_0 是一次曝光时再现现象的光强分布; λ 是光波长; δ 是光程差,

$$\delta = d(\cos\theta_1 + \cos\theta_2) \quad (2)$$

θ_1 和 θ_2 分别是入射光和散射光与表面位移方向之间的夹角; d 是表面位移的大小。

从公式(1)和(2)不难看出,物体表面位移的信息已编码到再现现象的光强分布中去了,只要求出 I 的分布,便能计算出表面的位移分布。

在二次曝光法中,再现现象的光强分布与光程

差 δ 的正负无关,也就是与位移的方向无关,只决定于它的绝对值。因此在用这种方法测量位移时,只能给出位移的绝对值,不能给出位移方向,这是此种方法的不足之处。

现在考虑四边固定的矩形板,如图1所示。如果矩形板的长(a)和宽(b)比它的厚度(h)大很多,在 z 方向的外力作用下,在小形变的情况下,矩形板只有沿 z 方向的位移 d_z , 沿 x 和 y 方向的位移 $d_x=0$, $d_y=0$ 。如果照明光是点光源,它的坐标为 (x_0, y_0, z_0) , 观察点的坐标为 (x_1, y_1, z_1) , 矩形板

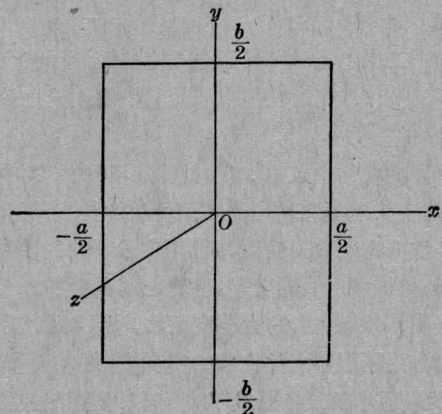


图1 四边固定的矩形板及所选的坐标示意图

上任意点的坐标为 $(x, y, 0)$, 由几何条件不难得出

$$\cos \theta_1 = \frac{z_0}{s_0} \quad (3)$$

$$\cos \theta_2 = \frac{z_1}{s_1}$$

其中 s_0 是点光源到矩形板某点的距离, 它可以写成

$$s_0 = [(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + z_0^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

s_1 是观察点到矩形板某点的距离, 它可以写成

$$s_1 = [(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + z_1^2]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

把(3)代入(2)中, 经整理后, 暗条纹所对应的位移 d_z 为:

$$d_z = \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda}{\frac{z_0}{s_0} + \frac{z_1}{s_1}} \quad (6)$$

公式(6)是本文中用来测量矩形板位移的基本公式(关于简支矩形板在点力 $P(x_0, y_0)$ 作用下的位移, 可参考文献[5])。

实验所用的矩形板 $a=9.0$ 厘米, $b=12.0$ 厘米, $h=0.05$ 厘米, $E=21 \times 10^{11}$ 达因/厘米², $\nu=0.28$ 。采用自制的加载装置对四边固定的矩形板施加沿 z 方向的点力(集中力)。

实验所用的光学系统包括激光光源、光学器件和记录介质。所有这些用磁性架座固定在防震平台上。实验用 HN-T₄ 型激光器作光源, 输出光波波长为 6328 埃, 输出功率为 60 毫瓦。采用天津感光胶片厂生产的(I)型全息干板作记录介质。

在实验时光路是这样布置的: 选择矩形板的中点为坐标原点, 矩形板在 $z=0$ 的平面上, 矩形板的两边分别平行于 x 和 y 轴。点光源的位置为 $(15.5, 0, 64.2)$, 观察点的位置为 $(0, 0, 34.0)$ 。利用二次曝光法测量矩形板在点力作用下的变形。

三、结果和讨论

利用二次曝光法测量四边固定的矩形板在点力作用下的位移, 同时利用电子计算机从理论上计算了这个位移。

(1) 在板的中点 $(0, 0)$ 处施加不同的集中力 $(10 \sim 70$ 克), 利用二次曝光法测量板的位移, 图 2 是干涉条纹分布的典型情况。利用实验所给的参数和公式(6)便能求出板的变形, 也就是 d_z 的分布。测量结果表明, d_z 与点力的大小成正比。图 3 给出了不同点力作用下板中点的位移的实验结果和计算结果。比较图中的三条曲线不难看出, 测量结果更接近于四面固支的矩形板。

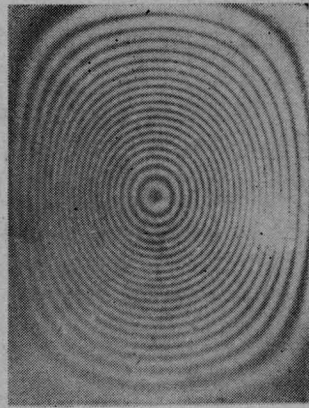


图 2 在矩形板中点施加集中力所产生的条纹分布 ($P=30$ 克)

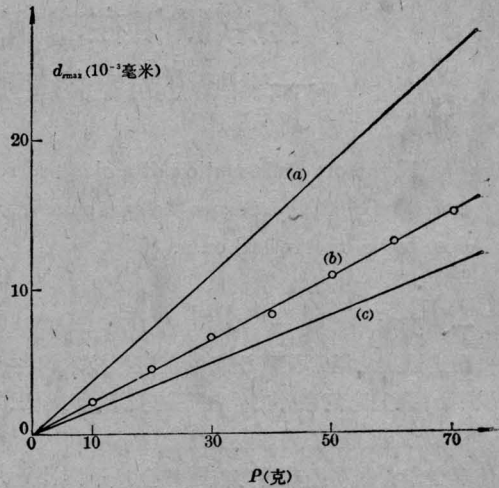


图 3 中心点位移 $d_{z\max}$ 与外加点力 $P(0, 0)$ 的关系
(a)一简支计算曲线; (b)一实验曲线;
(c)一固支计算曲线

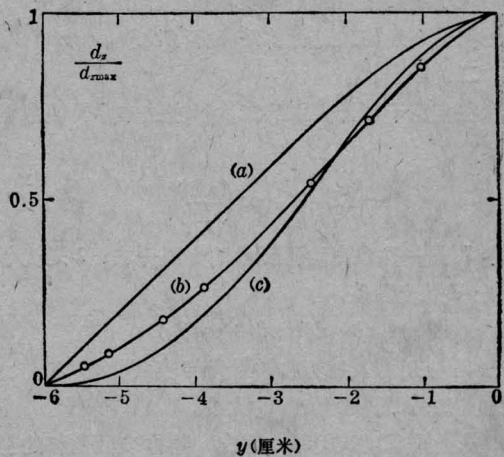


图 4 当 $x=0$ 时, d_z 沿 y 的变化点力 $P(0, 0)=50$ 克
(a)一简支计算曲线; (b)一实验曲线;
(c)一固支计算曲线

从测量结果可以看出,在板的中点处位移最大(用 $d_{z,max}$ 表示),矩形板的位移对中心是对称的。图

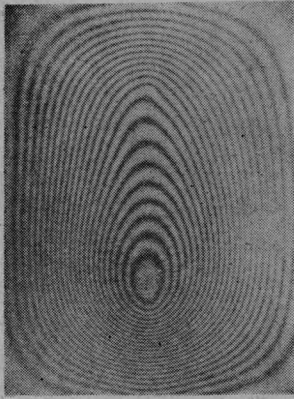


图5 两个同方向的点力引起的条纹分布
第一个点力为 +40 克,作用点为 (0, -3);
第二个点力为 +20 克,作用点为 (0, +3)

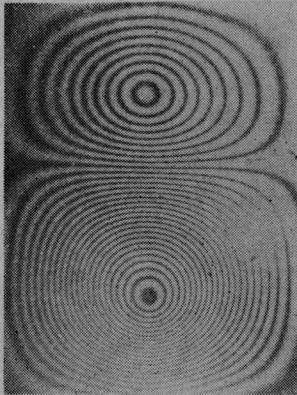


图6 两个相反方向的点力引起的条纹分布
第一个点力为 +50 克,作用点为 (0, -3);
第二个点力为 -20 克,作用点为 (0, +3)

4 给出 $x=0$ 时 d_z 沿 y 变化的实验曲线和理论计算曲线。从图中可以看出,测量结果更接近固支情况。另外还可以看出,在板的边界附近,由于边界条件的影响,测量结果与理论计算结果相差大一些,随着距边界距离的增加,两者愈加接近。

(2) 图5给出了两个同方向点力所引起的干涉条纹。在这种情况下,零级条纹只分布在矩形板四周,并不穿过矩形板。对于有多个同方向点力所引起的条纹分布都具有这个特点。

(3) 图6给出了两个不同方向的点力所引起的干涉条纹。从图中可以看出,零级条纹不仅分布在板的四周,而且穿过板的中部,把矩形板分成两个区域。这是不同方向点力引起条纹分布的特点。至于被零级条纹分开的各个区域的位移方向只有用三次曝光法才能确定^[4]。

本文中的计算部份是在雷琼芝同志协助下完成的,作者表示感谢。

参 考 文 献

- [1] B. A. Wasil, D. C. Merchant; *Proc. Soc. Exp. Stress Anal.*, 1964, **13**, 77.
- [2] J. O. Hovanesian, J. Varner; "The Engineering Uses of Holography", Cambridge, 1970.
- [3] J. Balas et al.; "Proc. 5th Inter. Conf. Exp. Stress Anal.", 1974, **1**, 73.
- [4] A. Lev, J. Politch; *Opt. Laser Tech.*, 1979, **11**, 45.
- [5] 张福范;《薄板理论》,科学出版社,1964.

(中国科学院金属所 巴图
1981年5月19日收稿)

提高计算全息滤波器的信噪比

Abstract: The matched filtering of computer-generated filters and three data processing methods for improving signal-to-noise ratio in optical information processing are described.

一、前言

用计算机产生的二维傅里叶变换全息图,提供了一个方便的、有时是唯一的人工合成光学空间滤波器的方法。

我们采用 Lohmann 的方法进行工作,这种方法较普通光学全息具有某些优点。例如函数灵活

性,较高的光效和较低的噪声等。函数的灵活性是数字计算机运算有灵活性;较高的光效是比较了一张二元全息图与一张灰色全息图的结果,即如果考虑规则光栅的衍射效率,那么矩形波光栅(二元全息图)的一级衍射光比正弦波光栅(灰色全息图)的一级衍射光要高 $(4/\pi)^2$ 倍;较高的信噪比,这是由于计