

He-Ne 激光器, 单膜输出 35 毫瓦。接收介质为天
津 I 型全息干板。曝光 50 秒钟。图 5、6、7 分别是
下胎侧、胎圈、上胎侧、胎圈、胎冠、胎肩的局部放大
全息图翻拍照片。

从图 4 至图 7 可看出, 整条轮胎在一幅全息图
中拍出了。轮胎的下胎侧、下胎圈、上胎侧、上胎圈、
胎冠、胎肩成像为由外到内, 由大到小的同心环, 层

次分明, 图像清楚。

图 4 中下胎侧是直接拍的轮胎全息图。上胎侧、
胎冠、胎肩拍的是镜子里的轮胎像的全息图, 并且均
比原物体缩小了, 因此再观察时, 必须把这两部分
全息图适当放大, 才能看到它们的细致部分。

(广西桂林曙光橡胶工业研究所 葛方兴

1983 年 9 月 2 日收稿)

位移扫描压电陶瓷动态线性的测量

Abstract: The displacement linearity of scanning piezoelectric ceramics can be measured
by scanning interference method with a He-Ne laser and a high voltage ramp generator. The
results of two typical piezoelectric ceramics are given.

一、前言

压电陶瓷在科研、测试和生产上有越来越广的
应用, 而在科研、精密测试中要以压电陶瓷的位移或
电压作基准来测量其它量, 所以对其位移和电压关
系的线性度提出了很高的要求。

虽然, 根据压电效应这一术语, 它意味着在弹性
极限内, 形变与施加的电场是线性关系^[1], 但实际上
并非严格保持线性, 一般是随着电压的升高, 变形增
加更快。不同材料、不同电压和不同外形尺寸其非
线性度也各不相同。

二、较大范围内动态线性度的测量方法

压电陶瓷的静态变形曲线及滞后的测量可用干
涉扫描方法。在动态扫描时由于负荷特性和扫描时
间不同及压电陶瓷滞后的影响等, 其结果不全相同。

测试原理如图 1。用待测压电陶瓷 3 和镀有反
射膜的两腔片 1、2 组成 F-P 干涉测试装置。用
Burleigh 公司的 RC-44 锯齿波发生器以约 800 伏
电压扫描腔片 2, 硅光二极管 4 接收光信号并在
SBD-6 示波器上显示出稳定的波形, 然后照相并在

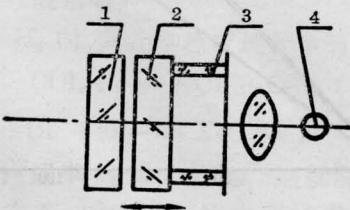


图 1 测试原理

工具显微镜上测出各波形的间距, 即可求得线性度。

当压电陶瓷带动腔片位移 $\frac{\lambda}{2K}$ 时(平面腔 $K=1$, 共
焦腔 $K=2$), 示波器上出现一个波峰, 压电陶瓷扫描
非线性造成示波器上波形间距不等。图 2 为尺寸 $\phi 26$
 $\times \phi 23 \times 20$ 毫米的接收型(S 型)压电陶瓷在施加
800 伏电压、扫描时间 100 毫秒的波形照片。表 1
是测试计算结果, 测量照片时各点的读数误差不大
于 0.03 毫米。

另测得 $\phi 25 \times \phi 23 \times 20$ 毫米发射-接收型(SF
型)压电陶瓷以约 800 伏锯齿电压和 100 毫秒扫描
的非线性为 6.44%, 扫描时间加长, 线性度略有改
善。据试验, F-P 测试装置的精细度在 30 左右就够
用了。用法可测几微米范围内的扫描线性。

三、小范围内动态线性度的测量方法

在一个干涉条纹内扫描的非线性度用激光器的
多纵模细分得以实现。激光器纵模在 F-P 干涉仪

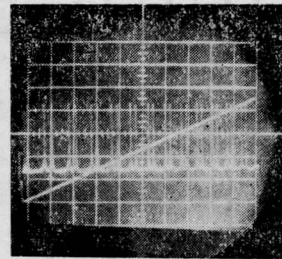


图 2

表 1

测点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
显微镜读数	18.58	16.59	14.82	13.21	11.78	10.37	9.08	7.85	6.65	5.49	4.40	3.29	2.22	1.20
标准直线值*		16.59	15.31	14.03	12.74	11.46	10.18	8.89	7.61	6.33	5.05	3.77	2.48	1.20
差值		0	0.49	0.82	0.96	1.09	1.10	1.04	0.96	0.84	0.65	0.48	0.26	0

非线性=7.15%

* 这是以 1 点和 13 点相连所得直线上各点应有的坐标值。

扫描时展开如图 3(b), 激光器纵模间隔公式为:

$$\Delta\nu = \frac{c}{2n'K'L'}$$

而 F-P 干涉装置自由光谱范围公式为:

$$FSR = \frac{c}{2nKL}$$

L' 和 L 为激光器和干涉装置的腔间隔, c 为光速, He-Ne 激光器 K' 近似取 1, n' 和 n 为介质折射率, 近似取 1。所以一自由光谱范围可被纵模细分 m 倍,

$$m = \frac{L'}{KL}$$

由于扫过一自由光谱范围时位移为 $\frac{\lambda}{2K}$, 则扫过一纵模间隔位移量为 $\frac{\lambda}{2mK}$, 因此就得到了细分 m 倍

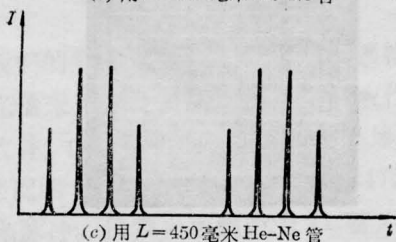
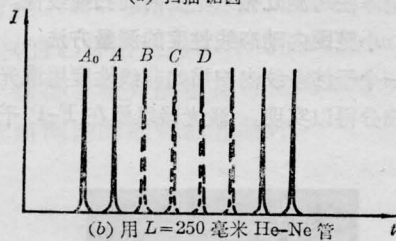
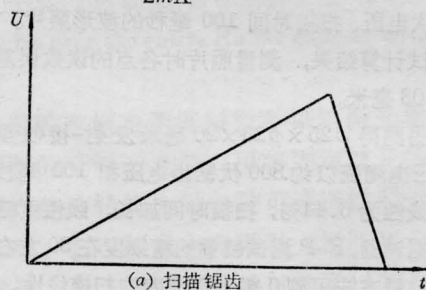


图 3 小范围动态线性度测量

的标准“小尺子”。改变腔间隔使纵模间隔由 A_0A 依次移到 AB, BC, \dots , 测出其长度即可求得非线性。

测试装置见图 4。用共焦腔, 4 是被测的扫描压电陶瓷, 2 为用来移动纵模位置的调节压电陶瓷, 由直流电压驱动; 腔片及腔座 3、5 可方便地更换以调节不同的腔间隔 L 。

图 5 为测量曲线。据计算, 用 -75 伏到 +75 伏锯齿波扫描, 周期 200 毫秒, 在 0.3 微米范围内 $\phi 26 \times \phi 23 \times 20$ 毫米的接收型压电陶瓷非线性为 1.7%, $\phi 25 \times \phi 23 \times 20$ 毫米的发射型 (F 型) 压电陶瓷在

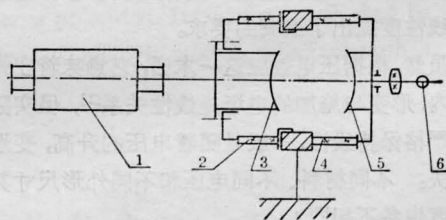


图 4 测试装置示意图

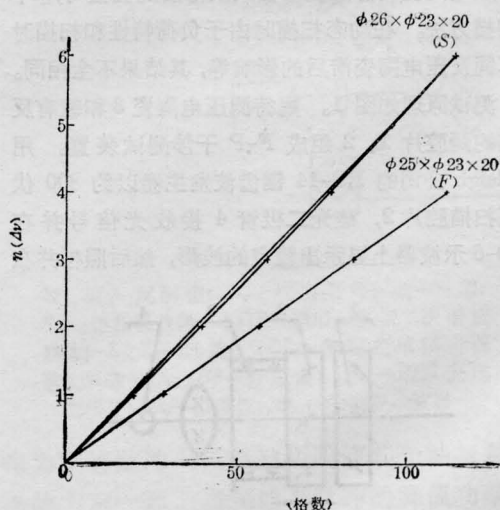


图 5 测量结果

0.2微米范围内的扫描非线性为0.4%。按标准时间间隔读取锯齿信号的电压值,测得扫描锯齿波非线性在0.2%左右,曲线呈凸形;加上周期为1/10示波器扫描周期的信号于示波器,测出每个信号的间隔长度可得示波器基线最大非线性为0.3~0.4%,曲线呈凹形,这些可作系统误差处理。

利用F-P装置,特别是用激光器的纵模得到很细的分度值测量压电陶瓷的线性度,解决了动态扫

描时变化太快无法读数的困难和具有很高的精度与灵敏度。

参 考 文 献

- [1] B. Jaffe *et al.*:《压电陶瓷》,科学出版社,1979,9.
(中国科学院安徽光机所 钱石南
1983年8月1日收稿)

横向流动 CO₂ 激光器振动和平动温度的确定

Abstract: The gain distribution for 00°1-10°0 vibration-rotation transitions were measured at three positions on a cross section perpendicular to the light axis and the vibration-translation temperatures, population densities and output powers were calculated.

一、前言

振动温度和上、下激光能级粒子数密度对了解激光器件的性能是非常重要的,它们决定了从该器件可以得到的最大能量。用测量激光介质对各振跃迁的增益系数来确定这些参数是简单易行的办法^[1,2]。我们在电激励横向流动 CO₂ 激光器中垂直于光轴截面上的三个位置测量了 00°1-10°0 带 P 支和 R 支共 30 条谱线的增益系数,并由此计算出平动温度(即气体温度)和振动温度。

二、实验结果

实验装置和光腔结构与 [3] 基本相同,只是用 CO₂ 激光光谱仪代替探测器 I,以便随时监视激光谱

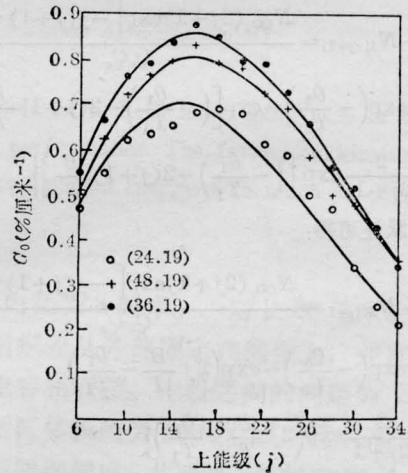


图2 R支增益系数随j值的分布

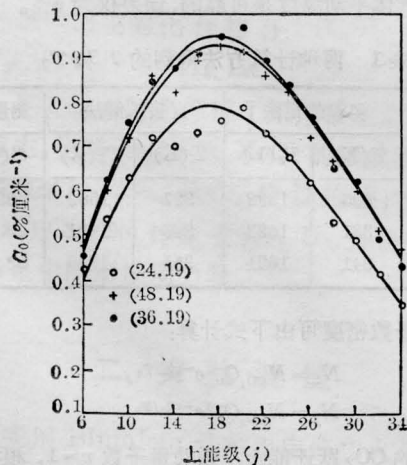


图1 P支增益系数随j值的分布

线。激光介质总气压为20托,成分为 CO₂:N₂:He:O₂=5:27:63:3,流速为70米/秒,电流为10安培,输入电功率为8500瓦。图1和图2分别是沿流动方向的三个位置上测量的P支和R支的增益分布。图中坐标原点取在阴极处(参看[3])。用热电偶测得辉光区入口和出口处的气体温度分别为28°C和144°C。图中曲线是测量值的最小二乘方拟合,每个数据点都是2~3次测量结果的平均。数据点的分散是由于调节光栅和压电晶体时,使得输出的探测光束略有偏移,因而穿过光腔的位置有一定的变化造成的。