

# 用于激光参量测量的组合式 光学多道分析仪

梁培辉 叶超

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 介绍一个组合式光学多道分析仪系统的结构, 以及它在激光束光谱的结构、远场分布、方向性等参量的实时测量和染料吸收系数直接测量上的应用。

## Composite optical multichannel analyzer for laser parameter measurement

Liang Peihui, Ye Chao

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** We report a composite optical multichannel analyzer system which has been used to measure the laser parameters, such as spectrum, far-field pattern, divergency in real time mode, and to measure directly the absorption coefficient of dyes.

### 一、引言

在文[1]中, 我们已经介绍过一种简单的光学多道分析系统, 即一维二极管列阵与示波器的组合。利用这种简单系统, 已完成多种激光参数的测量<sup>[2,3]</sup>, 但作为一个完整的光学多道分析仪, 应该具有数据存贮和数据处理的功能。本文报告我们以一维二极管列阵为探测器的组合式的光学多道分析仪系统以及它的一些初步使用情况。

诚然, 商品化的专用的光学多道分析仪结构紧凑, 使用方便。但专用机只能专用。我们采用组合的方式, 系统的各部分如计算机、示波器、波形贮存器、记录仪等均可单独使

用。这样, 实验室可以根据自己的力量逐步扩展, 分期投资。而设备又可通用, 对一般激光和光学实验室是很合适的。

### 二、系统的组成和功能

图1是我们建立起的系统的方框图, (绘图仪现未到货)。各部分简述如下:

探测器为 RL-1024 G 固体线扫描器, 即一只具有 1024 个单元的硅光二极管列阵。每个单元的高度为 25 微米, 宽度为 15 微米, 单元间距 25 微米。光谱灵敏区在 2000 Å 到 1.1 微米。灵敏度为 2.5 微微安/微米/厘

收稿日期: 1983年6月30日。

### 三、应用

比起带像加强器的专用光学多道分析仪(如 1450 或 OMA 2), 我们使用非加强型的硅光二极管列阵作探测器, 灵敏度要低一些。但由于没有像加强器所需的高压电源, 电干扰的影响较小, 不采取任何屏蔽措施, 也能在有脉冲氙灯放电的环境中工作。灵敏度不够高, 对于激光参量测量不是什么障碍, 因为无论是激光束本身还是激光诱发的光学信号, 大都具有足够的亮度。此外, 1024 单元的列阵, 长度 2.53 厘米, 接收器的线度相当大, 给测量工作也带来了许多方便。

下面简单介绍几个实际使用情况。

(1) 瞬态脉冲激光 F-P 干涉图的实时记录

作为激光主要参量之一的光束纵模结构, 通常采用 F-P 标准具进行分析。图 2 是用本组合式光学多道分析仪实时记录瞬态 F-P 干涉图径向强度分布的结果。

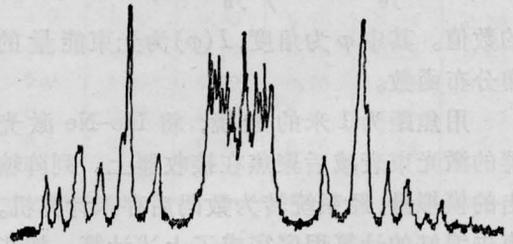


图 2 脉冲激光的法布里-珀罗干涉图径向强度分布的实时记录

被测激光为毫微秒级的单脉冲, 波长  $5896 \text{ \AA}$ 。标准具间距为 2 毫米, 实验时将列阵对准干涉环的中心, 并在列阵前加适当滤光片。

(2) 记录方向性很好锐光束的远场分布图

将  $\text{TEM}_{00}$  模的 He-Ne 激光用 50 倍望远镜扩孔后, 经  $f 3$  米透镜聚焦, 用本仪器测量光束焦斑的强度分布, 结果见图 3。

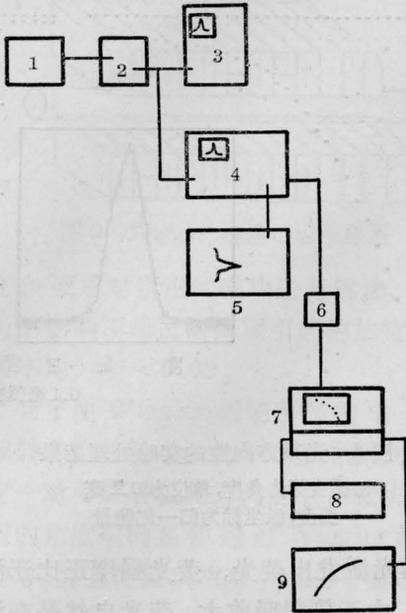


图 1 组合式光学多道分析仪方框图

1—二极管列阵; 2—驱动器; 3—示波器; 4—瞬态波形存储器; 5—记录仪; 6—计算机接口; 7—微计算机; 8—打印机; 9—绘图机

米<sup>2</sup>, 饱和曝光量为  $1.3$  微焦耳/厘米<sup>2</sup>。动态范围优于 100:1。

列阵的驱动器由 RC 100/106 B 集成块和相应的直流电源 (+5 伏, -15 伏) 组成。视频信号经集成块的放大器输出, 重复扫描周期可调, 一般在 3 毫秒到 30 毫秒之间为宜。

普通的示波器, 如 SBM-14 或 SR-37 (100 兆赫) 均可用作视频信号的显示器。

为使系统具有记忆功能, 我们将视频信号送到 BC-II 型瞬态波形存储器 (中国科学院成都科学仪器厂出品)。波形存储器有  $xy$  输出接口。即输出数码经  $D/A$  变换后的模拟信号, 馈送到函数记录仪, 从而得到所需的光强空间分布曲线。

通过一只接口把 BC-II 与 TRS-80 微计算机连接起来。写入程序之后, 可以读出 1024 个数据, 进行数据处理, 最后由所连接的打印机输出, 或用绘图仪给出所得的函数曲线。

分布图由阶梯形组成，每一个阶梯的宽度就是列阵中两单元的距离，经标定的确为25微米。由图可见，光斑的半极大宽度是 $4 \times 25$ 微米，对应的发散角为 $1/3 \times 10^{-1}$ 毫弧度。换算到激光器本身，发散角为 $5/3$ 毫弧度。这就说明，在此实验中，角分辨本领在 $10^{-2}$ 毫弧度量级。图3光强分布的不对称性估计是光学系统所致。

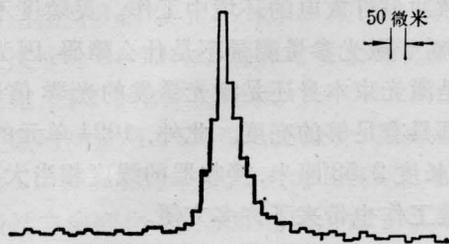


图3 锐光束焦斑的强度分布

### (3) 实时处理光束方向性数据

这里所说的方向性是指在不同的角度内所包含激光能量的百分比。为简单起见，我们只作一维分析，即计算

$$\int_0^{\varphi} I(\varphi) d\varphi / \int_0^{\pi/2} I(\varphi) d\varphi$$

的数值。其中 $\varphi$ 为角度， $I(\varphi)$ 为光束能量的角分布函数。

用焦距为1米的透镜，将He-Ne激光器的激光束衰减后聚焦在接收器上。列阵输出的模拟量，经系统转为数码后存入计算机。事先编好的计算程序完成了上述计算，按指令要求最后在打印机上打印出图4所示的曲线，同时给出半功率点对应的光斑尺寸。由于打印机只能表示整数，故曲线呈阶跃形。如果接上绘图仪，则可以得到较光滑的曲线。

### (4) 激光染料吸收系数的直接显示。

材料的吸收系数通常是做成光学薄的样品，测量它的透过率，消去表面反射的影响后，计算出来的。

在这里我们尝试用一维光学多道仪直接测出激光染料的吸收系数。待测的若丹明B染料槽被一束波长为 $4416 \text{ \AA}$ 、功率为几十毫

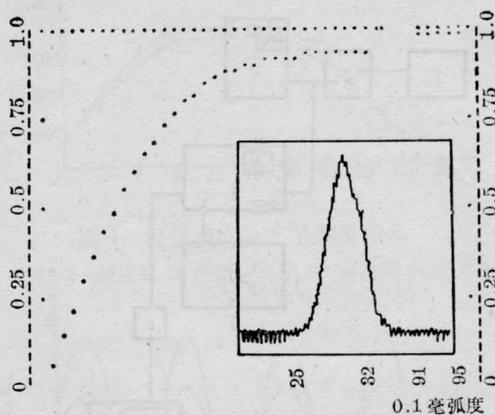


图4 光束方向性的实时处理结果  
横坐标为角度，单位为0.1毫弧度；纵坐标为归一化能量

瓦的激光激发出荧光，荧光强度正比于激光强度。由于染料吸收大，荧光自然是在激光输入端强，越往后越弱。用一个短焦距、相对孔径大的透镜，将染料槽荧光的彗星形成像到探测器处。这样可得图5所示的荧光强度空间分布曲线。曲线的前头，由于存在液槽玻璃表面反射的影响，分布较复杂，但在后半部分，则与指数衰减的规律符合得很好，见图5内右上角插图，插图的纵坐标是荧光强度的自然对数，横坐标为空间位置。由图可得此染料在 $4416 \text{ \AA}$ 波长下的吸收系数为 $0.24 \text{ 厘米}^{-1}$ 。

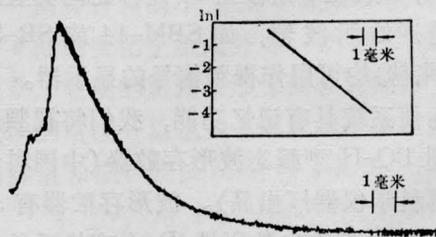


图5 激光染料的荧光强度分布

本工作得到陈奕升、崔俊文和王桂英同志的帮助，谨致谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 梁培辉等；《中国激光》，1983，10，No. 2，117。
- [2] 梁培辉等；《中国激光》，1983，10，No. 4，251。
- [3] 梁培辉等；《中国激光》，1983，10，No. 12，848。