

## 硫化铅探测器非线性度的初步研究

**Abstract:** A method of measuring the non-linearity of PbS infrared detectors and the experimental set up are described. The results show that the nonlinearity is within 1% if the radiant flux is less than 0.1mW (at 0.83 $\mu$ m).

非线性是探测器的一项重要性能指标。非线性是指探测器的输出信号不是随接收到的辐射通量的大小按比例地变化。由于物理效应、生产工艺以及其它因素的影响,探测器不可能是严格线性的,必须进行分析研究和精确测定,以便合理选用和测量修正。

硫化铅(PbS)光导管目前在近红外区域光谱测量中已经得到应用。由于硫化铅器件的噪声特性<sup>[1]</sup>,测量时必须将辐射经斩波器调制,因而不能采用一般测量光电元件非线性度的方法<sup>[2]</sup>。我们对硫化铅探测器的非线性度进行了初步研究,现将结果介绍如下。

通常认为,迭加法是光电探测器非线性度测量的最精确方法<sup>[3]</sup>。为此,我们在原有10孔迭加法非线性度测量装置的基础上<sup>[4]</sup>,在光源的乳白玻璃片前加装斩波器(光调制盘),频率为80赫;在探测器前也安装乳白或磨砂玻璃。由于它们都是比较理想的漫射体,可以减小输出的位相变化。实验装置的结构原理如图1所示。

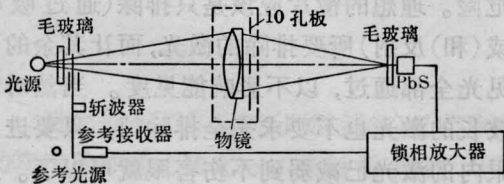


图 1

测量时,先将10个孔全部打开,记录下这时的输出值,然后再从孔(1)到(10)逐个打开,也记录下它们相应的输出值。如果器件是线性的,则从逐个打开孔(1)到孔(10)记录下来的全部数值的总和,应等于10个孔全部打开时记录下来的数值。这样,探

测器的非线性度  $NL_1$  可以定义为:

$$NL_1 = \frac{V - \sum_{i=1}^{10} V_i}{V} \quad (1)$$

式中,  $V$  为10个孔全部打开时记录下的输出值(对于硫化铅器件通常为电压,单位:伏特),  $V_i$  为单个孔打开时记录下的输出值 ( $i=1, 2, 3, \dots, 10$ )。考虑到调制盘对各孔的作用的时间先后,造成一定的位相差,因此10个孔的和值是一个矢量和。我们采用了锁相放大器,不仅可以提高测量精度,同时可以记录下各个矢量的位相,解决上述计算问题。

探测器非线性度的光谱特性对于分光测量具有很重要的意义。为了研究硫化铅探测器非线性度的光谱特性,由于不能得到一系列不同波长的红外窄带干涉滤光片,我们采用了另一种非线性度测量方法——衰减法,其实验装置的结构原理如图2所示。

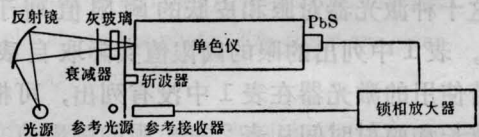


图 2

这种测量方法主要测量中性灰玻璃在不同强度的辐射照射下的衰减倍数  $A$ 。如果硫化铅器件的响应是线性的,则在不同强度的辐射照射下测得灰玻璃的衰减倍数  $A$  应是相同的。因此,探测器的非线性度  $NL_2$  可以定为:

$$NL_2 = \frac{A_m - A_n}{A_m} \quad (2)$$

式中,  $A_m$  为强辐射照射下的衰减倍数;  $A_n$  为弱辐射照射下的衰减倍数。这里,辐射强度的改变可以调节电源电压、狭缝宽度以及在光路中安置衰减器(如

铜网)等。

由于这种方法利用单色器分光,因此可以测定硫化铅探测器非线性度随波长的变化。

上述硫化铅探测器非线性度测量装置的主要误差,在于光源的波动和显示读数误差。电源波动影响光源辐射通量的变化(半小时内)大约为0.3%,而显示读数误差(按PZ-8直流数字电压表)为0.2%。根据误差理论,上述测量装置的测量误差近似为0.36%。

利用上述方法和装置,我们对许多国内外硫化铅探测器进行了非线性度的测试,得到比较满意的结果。表1和表2所示为“新跃”1×1毫米硫化铅器件的测定结果。在衰减法测量中,我们仅列出了波长为0.83、1.0、1.2和1.5微米的测定结果。由于灰玻璃滤光片在可见区域内透射率曲线比较平坦,而在近红外区域则起伏较大,因此灰玻璃在不同波长上的衰减倍数并不完全一致,但我们都选择在接近10倍的波长上进行试验,而辐射强度的减弱也为1:10。

根据上述测定结果,可以得出下列几点结论:

表1 透加法测定结果

( $E=45$ 伏,  $R_L=120$ 千欧)

波 长 $\lambda$ (微米)	最大输出值 $V$ (毫伏)	近 似 衰 减 倍 数 $A$	非 线 性 度 $NL_1(\%)$
白 光	12	10	-0.53
	45	5	-1.4
	100	10	-3.2
	215	5	-10.3
	377	10	-19.8

表2 衰减法测定结果

( $E=45$ 伏,  $R_L=120$ 千欧)

波 长 $\lambda$ (微米)	最大输出值 $V$ (毫伏)	近 似 衰 减 倍 数 $A$	非 线 性 度 $NL_2(\%)$
0.83	39	7	-1.19
1.0	19	11.3	-0.16
1.2	19	10.5	-0.34
1.5	14	7	-0.26
1.0	150	11.3	-4.66
1.2	184	10.5	-5.05
1.5	132	7	-3.07

(1) 硫化铅探测器的线性较差,在输出值为20毫伏,即相应于0.83单色辐射通量0.1毫瓦时(因器件的灵敏度对于各个波长是不同的),它的非线性度不大于1%。

(2) 硫化铅探测器非线性度的光谱特性并不明显,可以简单地利用白光进行测试。

(3) 两种测量方法,当衰减法测量器件在弱光照射下是线性(即非线性度很小)时,测量结果完全一致。

## 参 考 文 献

- [1] James N. Humphrey: *Appl. Opt.*, 1965, **4**, 665~676.
- [2] A. G. Reule: *NBS(SP)*, 1977, 466.
- [3] H. J. Jung: *Metrolgia*, 1979, **15**, 173~181.
- [4] 包学诚等: 1980年全国光纤通讯学术会议论文, (武汉)。

上海交通大学 包学诚

上海市测试技术研究所 杨绍

1981年12月3日收稿

## Ar<sup>+</sup>激光器损耗、增益及饱和参数的测量

**Abstract:** A method for the measurement of loss, gain and saturation parameters of Ar<sup>+</sup> laser is proposed. The gain of weak signal and the saturation power as a function of current density at 4880Å and 5145Å are plotted, and the optimum values of transmissivity for these two lines are given.

Ar<sup>+</sup>激光器的谱线展宽主要由多普勒效应决定,但由于强电流放电,激活介质电离度很高,介质的工

作温度也很高,因此碰撞展宽很大<sup>[3]</sup>,约600兆赫,而纵模间距仅为100兆赫。因此,烧孔宽度远大于