

拍摄光束的液晶相机的研制

Abstract: This paper describes the design and application of the liquid crystal camera used to observe modes of infrared lasers, and a photograph of a HCN laser beam is presented.

对于一个激光器来说,要想了解其输出激光的模式就需要测量其输出光束的截面形状,对于可见光束来说,这是不成问题的,因为可以由一个屏上直接看到截面的形状,而对于不可见波段的激光来说(红外,紫外),直接显示观察是困难的。对于输出功率大的激光来说(如 CO_2 激光),可以由光束烧成的焦斑来观察,但对于输出功率小的激光(如 HCN 激光)则需要另外的方法来观察光束的剖面形状,比如,在垂直于光束的平面内移动接收器,然后将各点上的值记录下来,再划出剖面形状,这种方法太烦且要取点很多才行。

本文介绍的液晶相机就是为了观测这种小功率激光模式而制作的。这种相机可以对功率为几个毫瓦/厘米²的激光束进行显示观察。

关于测光束截面形状的液晶相机,国外早有报导^[1],它是使用了胆甾型结构的液晶,这种液晶在不同的温度下对不同的波长产生衍射。

我室研制的液晶相机是采用了在 $30\sim 32^\circ\text{C}$ 范围内能衍射可见光的液晶,在温度由 $30\sim 32^\circ\text{C}$ 变化时,其颜色由深红渐变至蓝色。

本相机的结构如图 1 所示。

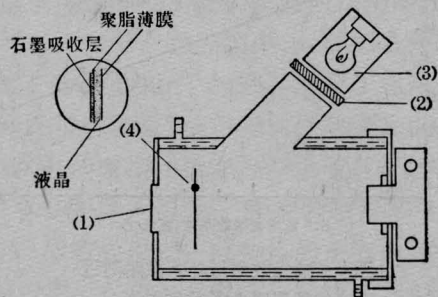


图 1 液晶相机原理图

1—窗口; 2—隔热片; 3—白炽灯; 4—显示屏

显示屏是采用事先已涂好的液晶基片,此基片是由二层很薄的聚脂膜组成的,中间涂成液晶层,然

后把这个基片用框子撑平,再在膜的另一面涂上对红外吸收的材料,涂层厚度越薄越好,本相机是采用的石墨涂层,其对波长为 337 微米的激光有很好的吸收率,显示屏的详细结构见图 1 中的 4。将这个屏装在水冷套内,套内部以无光漆涂黑,整个系统是一个密封系统,主要是防止空气对流以至于影响工作温度。采用恒温器对水冷套进行循环,从而使系统保持在所要求的工作温度范围内。

前面的窗口以黑色的聚脂膜密封,当其很薄时对 $\lambda=337$ 微米的光几乎是透明的,其作用是防止可见光进入。

白炽灯是 20 瓦的普通灯泡,提供一个全色光源并照到显示屏上。

隔热片由一块较厚的(5毫米)毛玻璃作成,其作用是阻止白炽灯的热量落在显示屏上。

当恒温器的循环水使整个系统处于液晶的工作温度下限时(对我们的情况是 30°C),整个显示屏呈现深红色(即衍射了光源中的这个波长)。当有光束照到屏上时,由于光束的能量被吸收层吸收,从而使光束照射的部分温度上升,于是屏上便显示出蓝色的光束剖面图。

如果需要,可以进行照相,也可以使用闪光灯代替白炽灯进行照相,只是曝光时间要短一些。

经测定,相机的可显示灵敏度为 ~ 2.5 毫瓦/厘米²,对于一般的弱功率激光这个灵敏度是足够的。目前国外此类相机的灵敏度为 ~ 1 毫瓦/厘米²。

若能对系统进行真空密封,并抽成低真空,这样肯定会提高相机的灵敏度,但是制作起来很麻烦。

这种仪器也可以用来对不可见光束进行光学调准。

由于本相机是为拍摄 HCN 激光束研制的,所以,窗口的透射率和屏的涂层吸收率都是按 $\lambda=337$ 微米来考虑的。若对其他波长的光束进行探测时,要相应地有所变化。

另外此相机是用于对连续的激光进行显示, 对于脉冲输出的激光来说, 相应的要求功率大一些才能显示。

在此对郭其良、童兴德、徐雅芬的大力协作表示感谢。

参 考 文 献

[1] EUR-CEA-FC-806, 1976, p. 70.

(中国科学院物理所 李文莱
1980年11月10日收稿)

利用焦体的特性检测光学元件

Abstract: This paper describes a method for testing optical elements using focal volume properties of light beam. Its accuracy is $\pm 1.5\%$.

一、实验原理

由于光的波动性, 即使是理想的光学系统, 点光源也只能得到一个圆形的衍射斑。其焦体的光强表达式如下^[1]:

$$I(R, Z) = (1/\lambda^2 \cdot Z^2) \int d^2 R' I(R', 0) \int d^2 r G(R, R', r)$$

其中

$$G(R, R', r) = \exp \{ -ikr [(R-R')/Z - \nabla\phi(R')] - k^2 \Omega_0(R') r^2 / 4 \}$$

Seidel 象差和条纹象差包括在 $\nabla\phi$ 项中, 随机起伏包括在主体角 Ω_0 中。我们曾用几种方法计算了象差光束焦场的分布。计算说明焦体的变化对于各种象差都是灵敏的, 但程度不一样。假如用近似理想的光束做探测光, 经过一个较为理想的透镜聚焦, 在其焦点上放一个相当于 Rayleigh 盘大小的针孔, 在插入被测元件之后, 测量孔的透过率 (即插入元件后小孔透过的光能或功率与未插入元件时小孔透过的光能或功率之比), 其值的大小即标定了元件的光学质量。

二、实验装置和结果

实验装置如图 1 所示。

用 He-Ne 激光做探测光, 经过消象差的扩孔望远镜, 把它扩孔为平行光。用 $\phi 18$ 毫米的光阑限孔以取出高斯光束的顶部。经过 1 米焦距的透镜聚焦, 其衍射极限应为 85.8 微米。在透镜的等效焦平面上监测入射功率的变化。在没有任何负载时, 透过率为 88.5%, 由于 $\phi 18$ 毫米的限孔光阑离聚焦透镜的距离较远 (以备放待测元件), 光波有费涅耳衍射

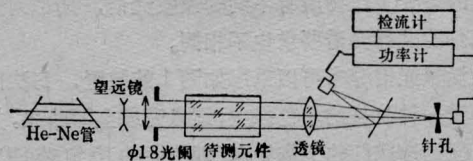


图 1 实验测量装置图

损耗, 因此测到的透过率小于理想光波的数值。

检测结果如表 1。

三、讨论

从实验结果看, 上述方法对检验激光棒较为合

表 1 对磷酸盐棒的检查结果

规 格		20×400(毫米 ²)			40×400(毫米 ²)				40×520(毫米 ²)	
编 号		G79 64-16	G79 64-19	G79 -58	G80 08-4	G80 08-5	G80 08-6	G80 -16	G79 48-3	06-399-2
	聚 焦 效 率 (%)	75.4	63.6	42.9	80.9	82.3			83.0	
	整 体									
	中 心						84.6	77.1		
	左 边						77.2	33.3		
	右 边						84.6	57.8		