

一种鉴别弱激光谱线的方法

聂玉昕 卢振中 张秀兰 雷子明

(中国科学院物理研究所)

在激光谐振腔内具有一定增益的激光工作物质中,往往激光和放大的自发发射(ASE)同时并存.对于其中较强的激光谱线,可以通过分光仪器分光而把它们一一显现出来.如果把激光器的谐振腔调偏或破坏掉,则这些激光谱线会立即消失,由此可证认激光谱线.

对于那些强度不足以通过分光仪器直接显示出来的较弱的激光谱线,上述方法就不适用了.例如,我们曾在 Z-pinch 型离子激光装置^[1] 1米长的放电管中,对所充的氩和氧的混合气体进行脉冲放电.在沿放电管轴在距激光输出反射镜 2.5 米处,用光栅光谱仪摄取来自放电管的激光和 ASE 在可见光谱区的光谱,多次放电累积曝光后,可在底板上得到包括激光和 ASE 的数百条谱线,除少数几条较强的氩和氧的激光谱线以外,很难对其它大部分谱线的性质作出判断.调偏或破坏掉谐振腔,按同样的方式摄谱,仍可能在激光谱线出现的位置出现 ASE 谱线,只是强度变弱一些而已.由此可见,难于区分强度较弱的激光和 ASE 谱线.常常把强度不足以通过分光仪器直接显示(包括通过光电元件及系统直接显示在内)的激光谱线忽略掉^[2].

我们依据激光特别是低阶横模激光的方向性比 ASE 方向性要好的特点,在 Z-pinch 型脉冲离子激光的实验中发现,有可能将强度较弱的激光谱线和 ASE 谱线区分开.由于激光与 ASE 二者的方向性不同,当用聚焦透镜会聚激光束时,在适当位置处,激光的光斑尺寸要比受到同样聚焦的 ASE 来得小些.因此,可以调整会聚透镜的前后位置,使激光的光斑尺寸略小于狭缝高度,这样底板上它所对应谱线高度比

狭缝的像要短些.相应的 ASE 的光斑尺寸要略大一些,有可能等于或大于狭缝的高度,底板上 ASE 的谱线比激光谱线要长一些,并有可能和狭缝像的高度相同.如果使光谱仪狭缝处聚焦激光光斑的尺寸更小些,在底板上对比强度差不多的激光和 ASE 谱线,也能看出 ASE 谱线要长一些.当激光模式为高阶横模时,由于高阶横模的方向性要差一些,底板上激光与 ASE 谱线高度上的差别就不明显了,所以实验中应注意监测输出激光的模式.

我们多次进行了以下实验.实验装置如文献[1]所述,石英放电管长 1 米,内径为 7 毫米.激光谐振腔长 1.4 米,谐振腔由一平面输出镜和一凹面全反射镜组成,平面镜在 4500 埃至 5600 埃的反射率为 98%.凹面镜在 4000 埃至 5500 埃的反射率大于 99%.用循环氩气做为工作气体,工作气压为 10^{-3} 托.放电电容为 0.1 微法,充电 18 千伏.我们用透镜将发散角为 1.7 毫弧度的氩激光束聚焦在光谱仪的狭缝上,使其光斑尺寸小于狭缝高度,这时在底板位置的毛玻璃上,可以清楚地看到几条较强的氩激光谱线,它们的波长分别是 4765, 4880, 4965 及 5145 埃.为记录弱的激光谱线,则需增加曝光时间,放电 10^3 — 10^4 次,累积曝光,激光和 ASE 就会同时出现在底板上.谱线的高度有两种类型:一类谱线的高度随谱线强度增加,几条较强的氩激光谱线曝光过度,伸展范围较宽,如图 1 所示.较弱谱线的高度一般比狭缝的像要低些,如图 2 所示.图 2 中示出的是氧离子的两条谱线,左面一条的波长为 4351.3 埃,右面一条的波长为 4414.9 埃.另一类谱线的高度随强度变化不明显,都与狭缝像的高度相同,如

图3所示。图3中这七条谱线的波长及归属依从左至右的次序分别是 OII(或 NII) 4041.3, Ar II 4042.9, OII 4069.9, OII 4072.2, OII 4075.9, N III 4097.3 及 N III 4103.4 埃(图1至图3取自同一张光谱底板)。

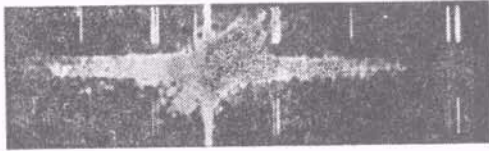


图1 氩离子波长为4879.9埃的激光谱线

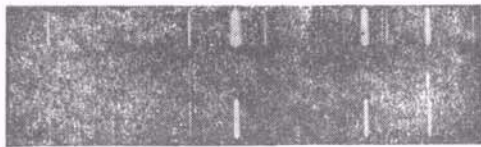


图2 氧离子波长为4351.3埃及4414.9埃的激光谱线

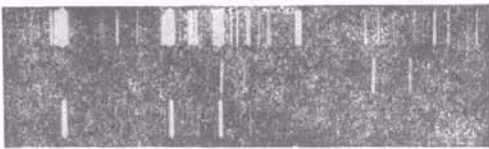


图3 氩、氧和氮离子的一些放大的自发发射谱线

图2所示的这类高度随强度变化的谱线属于激光谱线。保持同样的实验条件而只把激光

输出镜调偏,激光光斑立即消失,这类高度随强度变化的谱线的强度大为减弱。如果再延长曝光时间,所得谱线都显示图3所示谱线的特征,即高度随强度变化的谱线不复存在。这说明图2示出这类谱线的特性是与激光谐振腔相联系的,属于受激发射谱线。

此激光器的结构是可拆卸类型的,用橡皮圈密封真空,激光器内存在吸附和渗透的空气,本底真空度为 2×10^{-4} 托,氧和氮作为工作气体氙的杂质气体。我们在此激光器的 ASE 谱中曾看到不少氧和氮的谱线。在氩激光的输出中,也观测到较强的氧 5592.4 埃的激光谱线^[3]。因此,可以确认图2所示的两条氧离子谱线是激光谱线。这两条谱线的波长也处在谐振腔介质膜有较高反射率的波长区域之内。

使用这种方法鉴别弱激光谱线时,要求同时有较强的可见激光输出,以监测激光的模式变化及用以调整狭缝前聚焦光斑的尺寸和位置。

参 考 文 献

- [1] 卢振中等,激光,9(1982),744.
- [2] P. K. Cheo and H. G. Cooper., *J. Appl. Phys.*, **36** (1965), 1862.
- [3] 张秀兰等,中国激光,10(1983),253.