

## 内腔 He-Ne 激光器光束方向漂移的研究

**Abstract:** The influences of fixing manner of the internal-mirror He-Ne laser on the direction drift of laser beam were investigated. The scheme of fixing output plane mirror was proposed which improves the direction drift of laser beam. Our experimental results show that the direction stability of laser beam can be increased using this method.

### 一、引言

激光准直技术已经在工业生产、测绘和计量等方面获得了广泛应用。为了提高准直精度人们已经采取了一系列措施<sup>[1-3]</sup>，如采用外腔式激光器，用石英等热膨胀系数小的材料固定谐振腔，减小激光管的热不均匀性等。还有采用双光束<sup>[3]</sup>的方法可使准直精度大大提高。我们在这里提出一种以固定激光器输出平面镜的简单方法，也可以使方向漂移大大减小。

### 二、一般考虑

在通常的激光器的使用中，人们一般都采用固定支点约位于离激光管两端四分之一管长处。在激光准直应用中，采用这种固定方式是不好的，必须考虑固定方式对激光束方向漂移的影响，这一点也容易被人们所忽视。在激光准直应用中，除了大气湍流对激光束方向漂移产生影响外，引起激光束方向漂移的另一个主要因素来自激光器本身，即谐振腔的形变引起输出激光束的漂移。

由于在离激光器较远的地方的光束位移主要是角度偏转引起的，角度偏转引起的光束位移主要是输出平面镜相对于原光轴的偏角引起的。因此，如果我们将平面镜固定，就能使这个偏转角大大减小，从而改善输出光束的方向稳定性。固定平面镜后，虽然凹面镜仍会有变化，但它只引起光束的平移，平移量不随距离变化，其量值也较小，而且它引起的光束位移的变化方向与平面镜引起的光束位移的变化方向相反，在某种程度上还有好的补偿作用。

### 三、实验与结果分析

我们将内腔 He-Ne 激光器两端的镜片放置到两个 V 形槽内，两个 V 形槽固定在一块铁板上，然后再将输出平面镜压紧如图 1 所示。利用四象限硅光电池接收待测的激光束，为了提高测量灵敏度和仪器的稳定性，使用了改装的准直仪的放大和显示

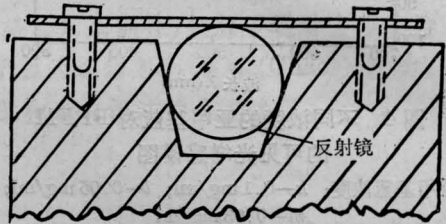


图 1 固定平面镜的 V 形槽

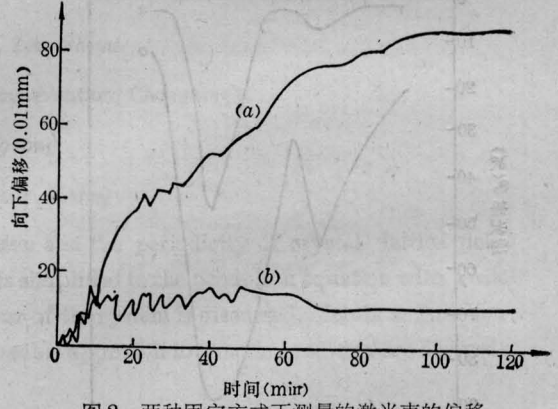


图 2 两种固定方式下测量的激光束的偏移

装置进行测量。未对激光器采取其他保温和防止空气流动影响的措施。为了明显表示出两种固定方式对激光束偏移的影响，大部分实验主要在激光器未达到热平衡而具有较大腔长形变时进行的。离激光器输出平面镜 4.5m 处测量光束的位移，输出光束中不加望远镜。当使用普通固定方式(即固定点位于两端的距离为四分之一管长)时，测量的光束的上、下方向漂移的结果如图 2 中的曲线 (b) 所示，漂移方向均为向下。由图可以明显地看出，当平面镜固定时的光束位移量大大小于普通固定方式的光束位移量，位移量减少了 5 倍多，也较快地达到稳定状态。

在较大的距离上进行准直时，需要在输出光束中加扩束望远镜以减小光束的角度偏移和得到适当

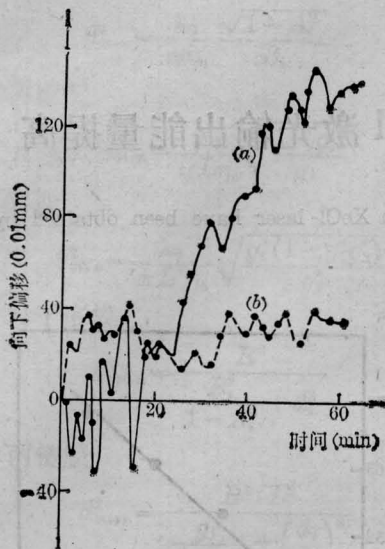


图3 在38m处测量的激光束偏移

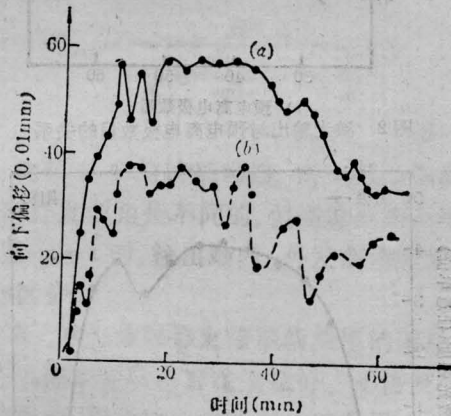


图4 在9m处测量的光束的偏移

大小的光斑。扩束望远镜可使入射光束的角度变化减小,但也使入射光束的平移变化加大。我们利用放大倍数为30倍的望远镜进行扩束,在不同距离处测量光束位置的漂移。图3中曲线(a)和(b)分别表示普通固定和固定平面镜方式在38m处的测量结果。由图可见,平面镜固定方式下,激光束的方向漂移大大小于普通固定方式。图4中示出了在9m处的测量结果。平面镜固定的漂移(曲线(b))仅稍小于普通固定方式(曲线(a))。图5中的曲线(a)、(b)和(c)分别表示在0.3m、19m和30m处测量的平面镜固定方式下光束的漂移。我们从平面镜固定方式下的测量结果可以看出,在激光管因加热产生形变期间,在不同距离处的光束位置相对于初始位置的漂移大小和方向有图6所示的结果。从前面的结果也看出,形变引起的光束平移和角度偏转二者的影响是相反的,从加望远镜后的情况来看,平移引起的光束位置

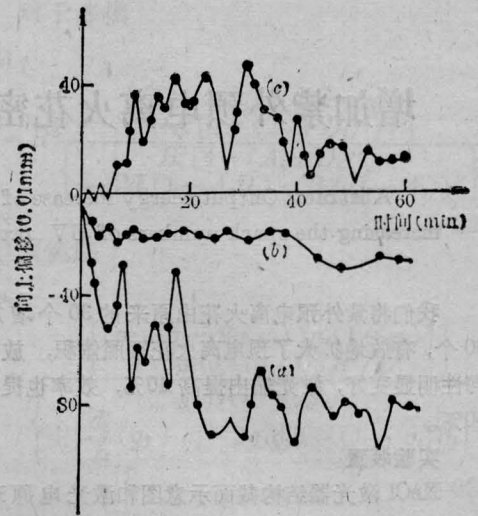


图5 在0.3m(a)、19m(b)和30m(c)处测量的光束偏移

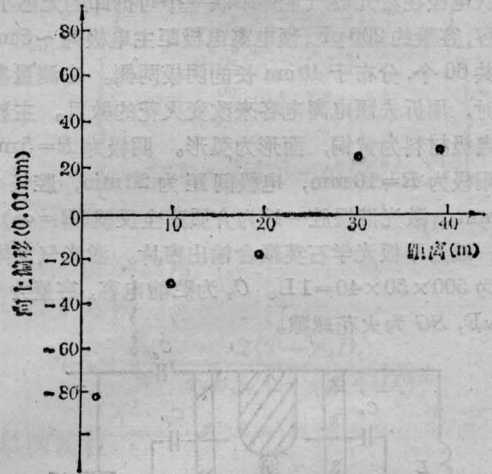


图6 激光束偏移随距离的变化

漂移是向下,而角度偏转则使光束位置向上移动。因此在某一时刻和某一位置时会出现二者相互抵消的现象。即在这一区域形变引起的光束漂移最小。当距离再增大,由于角度偏转引起的光束位移起主要作用,因此光束位置方向变为向上。

### 参考文献

- [1] 王绍民等,《激光》,1978, 5, No. 1, 12.
- [2] 叶声华主编,“激光在精密计量中的应用”,机械工业出版社,1980, p. 7.
- [3] 徐家复,《应用激光联刊》,1983, 3, No. 2, 30.

(南开大学物理系

张春平 张光寅 顾荣 商美茹

1986年5月2日收稿)