

文章最后总结出密封(钨接、粘结)、清洁、排气、阴极溅射是影响氦-氖激光器长寿命的重要因素,而且不同的时间、地点会暴露出不同的薄弱环节。只有采用合理的工艺,一丝不苟的作风,严格的工艺纪律,才有可能使质量稳定下来,并使寿命达到一万小时。

关于氦-氖激光管提高功率和延长寿命的几点讨论

上海海光玻璃制品厂 谢中杰

1. 关于提高输出功率的讨论

从理论上讲,腔长为 250 毫米的氦-氖激光管在 TEM_{00} 模运转时,输出功率可达 4 毫瓦。在批量生产中,使激光管的平均功率达到 3 毫瓦应当是不成问题的。功率偏低的原因往往是由以下三个因素造成的: 1. 毛细管内放电通道的质量没有保证; 2. 腔体本身的对准精度没有保证; 3. 腔体两端反射镜最佳参数的匹配没有保证。我们在这三方面做了一些工作,使平均功率达到 2.4 毫瓦左右,最高的功率可达 4.5 毫瓦(TEM_{00} 模)。

2. 关于延长寿命的讨论

按照目前激光管的生产工艺,我们认为,在清洗质量能够保证的前提下,注意以下三个环节,就能大大延长激光管的寿命: 1. 改用红外源对环氧加热,能大大改善环氧的固化效果; 2. 改用高温磨光钨杆作为电极引出线,能排除磨杆本身的慢漏; 3. 管壳和阴极的除气必须非常彻底。

我们采用上述工艺,对 15 根 700 毫米长的激光管进行了观察,在存放二年以后,发现 14 根管子完好无损,放电颜色不变,输出功率不变。这充分说明,即使是环氧密封,激光管的寿命要达到一万小时也是可以的。

3. 有益的改革

1. 考虑到激光应用中需要较小的发散角,对原来的“平”“凹”腔改为现在的“平”“凹凸”腔,使发散角可以改小到零点几个毫弧度。

2. 考虑到充分利用毛细管以及降低激光管的生产成本,对内径过份大的毛细管的一端进行收口,用来作为选模,使用的结果表明效果是好的,可以推广使用。

4. 严格工艺操作制度

提高激光管的质量,除了要在技术上进行攻关以外,很重要的一点就是要有严格的工艺操作制度,这是新技术、新工艺能够推广应用的重要保证。

我们在四年前开始使用“工艺流程卡”,每根激光管都有一张“档案”,每道工序都要按照规定的操作规程如实填写操作情况,并且规定后道工序按照质量标准检查前道工序的质量情况,不合格的不予接收。出厂以前还要进行专门的有关数据的测试,以便确定能否出厂。这样做,很有效果。因此我们认为进一步健全合理的、科学的、严格的工艺操作规程是刻不容缓的。

杂质气体对 He-Ne 激光器寿命的影响

南京工学院 62 专业 He-Ne 激光组

从实验可知,如果激光管内存在的杂质气体是多种气体的混合气体,则可用各种杂质气体的平均值 A 来代替混合气体的 $A_{混}$,所以

$$\frac{\Delta W}{W_0} = A(p)p$$

式中 p ——杂质气体的总压强, 单位为巴;

$A(p)$ ——各种杂质气体 A_i 的平均值, 单位为巴⁻¹。

从式可知, 激光输出功率将随着杂质气体压强的升高而降低, 但并不是线性关系, 因为 $A(p)$ 值随着压强的升高而下降, 所以, 输出功率随杂质气体压强升高而下降的速度比直线下降要慢些。

而激光器的寿命一般认为输出功率下降到额定输出的 $\frac{1}{e}$ 倍时 (即输出功率下降 $1 - \frac{1}{e} = 63\%$), 就算寿命终止, 因此, 从我们实验所得见表:

杂质气体种类	压 强 (托)	输出功率下降百分数 $\Delta W/W_0$	压 强 (托)	输出功率下降百分数 $\Delta W/W_0$
CO ₂	2.9×10^{-2}	0.62	5.9×10^{-3}	0.16
N ₂	3.9×10^{-3}	0.65	9.3×10^{-3}	0.27
CO	4.6×10^{-2}	0.60		
O ₂	4.6×10^{-2}	0.66	6.8×10^{-3}	0.20
H ₂	4.35×10^{-2}	0.58	8.7×10^{-3}	0.19

可以知道, 当杂质气体压强高到 $3 \sim 4 \times 10^{-2}$ 托时, 其寿命就差不多完了, 当杂质气体压强为 10^{-3} 托级时, 对输出功率就有明显影响。

总之, 要使 He-Ne 管有较长的寿命, 不仅在激光管制作过程中, 尽可能减少管内杂质气体, 而且在激光管运转过程中, 也要保证杂质气体的含量始终不超过 10^{-4} 托级。

本文还简要地提出六方面提高 He-Ne 管寿命的措施。

He-Ne 激光器输出功率的稳定

中国计量科学研究院光学室激光组

He-Ne 激光器是应用较广泛, 技术上也比较成熟的激光器。就目前有关资料看, 不加稳定措施的这类激光器, 其输出功率很难达到 2% 以上的长时期稳定性。为了满足激光小功率检定装置对所需要的 He-Ne 激光光源的功率稳定要求, 我们开展了对 He-Ne 激光器输出功率的稳定工作。目前已将 He-Ne 激光器输出光束的功率稳定到半小时之内, 相对于功率平均值的最大起伏为 0.2~0.3%, 对不稳定光束的要求是半小时之内功率的漂动要小于 10%。

所采用的原理是使激光束通过一个可变的光衰减器, 以控制激光束的功率起伏。这个可变光学衰减器是在光轴互成 45° 角的起偏棱镜和检偏棱镜之间放置一根绕有磁场线圈的重火石玻璃棒所构成的法拉第转子。通过检偏棱镜的激光束被一个楔形分束片分出一束光作为控制取样光束, 取样光束被一个性能稳定的 PIN 型的硅光二极管所接收, 经阻抗变换器后将取样光束的光功率变成相应的电压, 再将此电压信号同一个稳定的参考电压相比较放大之后, 取出差值信号, 再经功率放大后, 送到法拉第转子线圈中以控制线圈中的磁场变化, 从而使通过法拉第转子的激光束偏振面引起一个附加的偏转。正确的电路连接使构成一个负反馈系统, 当激光束功率增加时, 法拉第转子中由于磁旋光效应所引起的偏振面的旋转经检偏棱镜之后向减少激光束功率的方向变化; 而在激光功率减弱时, 法拉第转子所引起的偏振面附加偏转向增加激光束功率的方向变化, 从而使最后由检偏棱镜输出的激光束功率稳定。起偏棱镜和检偏棱镜是用冰州石磨成的格兰棱镜, 当激光束本身是线偏振光时, 可将起偏棱镜省掉。重火石玻璃棒用 ZF-7 玻璃磨制成, 它长 180 毫米, 直径为 15 毫米, 转子线圈用能耐受 1.5 安培电流的漆包线在玻璃棒上绕 2800 圈构成, 法拉第转子的调制灵