

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—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

敏度是每安培电流为 5%，它的光学插入衰减为 15%。

本稳定装置的优点是通用性强，它本身不同激光器的电源发生关系，只要激光器提供一束激光便可。缺点是最后输出的稳定光束功率比原光束要小一半左右，再者格兰棱镜加工比较困难。如果将硅光二极管恒温以减少温度漂移的影响，并进一步提高电子线路的稳定性能，有希望进一步提高输出激光光束功率的稳定性。

光反馈稳定强度氦-氖激光器

西北大学 陆治国

用光反馈的方法稳定激光器强度漂移具有输出稳定、耐震性好、结构简单、使用方便等优点，特别适合实验室使用。

引起多纵模氦-氖激光器光强度漂移的原因主要是腔因热的影响而产生反射镜的扭转，其次还有激励电源的起伏等原因。设计和制造良好的激光器，其强度稳定性约在 1~5%，采用光反馈的方案可以方便而简单地使稳定性再提高一个量级。由于光的强度随着电流的变化是有规律的，漂移是无规则的，所以可以通过改变放电电流来补偿光强度的漂移。众所周知，激光器光强度随电流的变化曲线都是先上升，经过峰值后又缓慢下降，利用光反馈稳定强度时，放电电流的选择应是上升段接近峰值部分，并应有足够大的斜率。放电电流太小，一方面输出功率太小，另外噪声也大。在临近峰值位置工作，光反馈的作用不明显。反馈光束可以取自全反射镜的漏光或者从输出反射镜端分束。但要注意控制光束足够强并要正确选择工作电流。顺便指出，平面镜的平行差不应太小。

将反馈光束通过滤光片照射在光敏元件上(如光敏电阻、光电二极管等)，经过高放大倍数高稳定的直流放大器将光强度的变化放大，然后控制电抗器，以便控制激励电源的输入电压和激光器的激励高压，合理选择整流元件的参数并尽量选取较小的限流电阻，可以得到良好的反馈效果。激光器应避免使用在有较大的气流的场合并应有外罩保护。电器元件须经严格的选择和处理。如果用稳流电源可以得到 $\pm 2\%$ 的 2.2 毫瓦激光器，利用光反馈的方法可以使稳定度提高到 $\pm 0.125\%$ ，输出功率在 1.8 毫瓦左右。这种电路的特点是对强度漂移有很强的抑制能力，并且可用于较大输出功率的激光器稳定。

氦-氖激光器的输出功率和谐振腔结构的关系

西北大学 陆治国

激光器的输出功率与光束的截面成正比，而光束截面沿 z 轴并非均匀。为了方便，引入 TEM_{00} 的平均光束截面

$$A_{00} = \frac{V_{00}}{L}$$

式中 V_{00} 为 TEM_{00} 的模体积， L 为腔长。计算表明

共焦腔
$$A_{00} = \frac{2}{3} L\lambda$$

对称非共焦腔
$$A_{00} = L\lambda \frac{1}{2} (2\beta - 1)^{1/2} \left[1 + \frac{1}{3(2\beta - 1)} \right]$$