

文章编号:1007-2934(2010)02-0039-03

开腔 He-Ne 激光器谐振腔四步目测调节法

魏高尧, 陈 钢, 张泽楠

(浙江工业大学, 浙江 杭州 310023)

摘 要: 对开腔 He-Ne 激光器谐振腔的调节进行了分析和整理, 总结了一套简便可行的四步目测调节方法, 为充分利用该试验平台开展激光原理实验提供一定帮助。

关键词: He-Ne 激光器; 光学谐振腔; 激光原理

中图分类号: O 4-33

文献标识码: A

激光原理实验是“激光原理”课程教学的重要组成部分, 是学生认识激光器、理解激光理论的必经步骤。因此让学生接触真正的激光器, 并在实验中掌握调试、测试激光器的各种方法, 对真正掌握这门课程无疑是有重要意义的^[1]。能够开展激光原理实验的平台主要包括开腔 He-Ne 气体激光器、固体调 Q 倍频激光器(Nd:YAG)、半导体激光器等^[2]。开腔的 He-Ne 激光器以其价格便宜, 拆装容易, 能够开展比较全面的有关激光器谐振腔理论的多项实验内容, 受到大多数高校的青睞。对于初次接触激光器实验的学生来说, 谐振腔的调节是一个比较困难的问题。一方面有关激光原理、激光器件的教科书^[3-6]上没有提到具体调节方法, 另一方面仪器使用说明书上的内容太过专业, 有时需要借助阿贝望远镜、同轴小孔等辅助仪器, 调节过程比较复杂, 不易掌握。因此本文针对开腔 He-Ne 激光器谐振腔的调节方法进行了分析总结, 结合多年实践经验, 总结出了一套四步简便目测调节方法, 多年教学实践表明该方法学生容易理解, 能够快速调节出激光, 为顺利开展后续相关实验节省大量时间。

1 谐振腔的认识

开腔 He-Ne 激光器主要由两个带调节支架的反射镜、激光放电管及电源、准直激光器、滑轨、功率计等部件组成。He-Ne 激光器由于采用毛细管放

电的形式, 大多数采用平-凹腔结构^[7]。凹面镜用作谐振腔的全反镜, 一般会标明“ $R = ***$ ”, R 代表凹面镜的曲率半径。平面镜用作输出镜, 镜上会标明“plane, $T = ***\%$ ”等字样, T 代表平面镜的透过率。如果没有标明, 可以用准直激光分别照射两反射镜, 透过率小的为凹面镜。谐振腔调节前首先要分清平面镜、凹面镜, 因为两镜的调节技巧差别较大。

2 谐振腔调节

该部分是利用该平台开展激光原理实验的难点, 也是最重要的环节, 后续实验内容都是基于激光器出光进行的。对于没有实际操作经验的使用者, 谐振腔的调节是最大的困难。笔者结合多年从事激光实验教学和研究的经验, 将该部分的调节步骤总结为以下几点, 并对每个步骤用容易观察的现象来判断是否调节到位, 使得初次使用者能够非常顺利地调节出激光。谐振腔调节前应用擦镜纸将各镜面及激光管的布儒斯特窗擦拭干净, 尽量减少损耗。

基本调节步骤分为如下四步:

第 1 步: 调节全反凹面镜

首先将凹面镜和准直激光器放入滑轨两端并锁紧, 如图 1 所示, 准直激光器一端应留有较大的空间, 因为激光会从这个方向输出, 以便放置其他测量设备。然后打开准直激光器, 使得激光光斑能

够照射到反射镜的中央位置,如果准直光斑不在中央,可以适当调节准直激光器的 X-Y 调节旋钮,保证准直激光照射在反射镜中央位置。

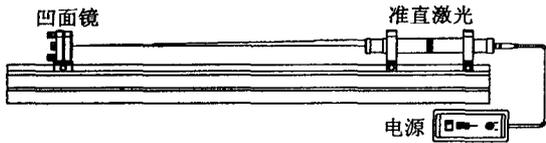


图1 凹面镜调节示意图

粗调:调节凹面镜的 X-Y 调节旋钮,使得凹面镜的反射光束可进入准直激光管的发射孔。**细调:**微调反射镜的 X-Y 调节旋钮,观察凹面镜上的光点,由于光线在凹面镜和准直激光器输出平面之间来回反射,将观察到凹面镜上至少有三个光点,呈现出线状排列。继续微调 X-Y 旋钮,使得这些光点完全重合为一个光点,此时会出现忽亮忽暗的干涉现象,这时就可以认为凹面镜调节好了,同时也可观察到光束在凹面镜上产生的明暗相间的同心干涉圆环,当圆环比较清晰时就认为调整好了。由于凹面对光线具有汇聚作用,一般依靠目测就可以达到实验要求,不需要特别的辅助仪器,达到上面提到的要求基本就可以了,不需要花费太多时间。

第2步:调节放电毛细管

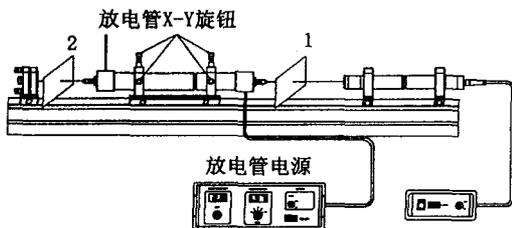


图2 放电毛细管调节示意图

第3步:输出平面镜调节

将激光放电管放入轨道并固定,如图2所示,暂不要开启激光放电管电源。用一张白纸放在靠近准直激光束的一端(位置1),挡住准直激光束,将看到准直激光器发出的圆且亮的光点。然后将白纸移到靠近凹面镜的一端(位置2),观察准直激光束通过毛细管后的光点,比较输出和输入光点。由于毛细管的倾斜和衍射,有可能没有输出光点或输出光点不圆且暗。此时可以微调激光放电管上的 X-Y 调节旋钮,直到准直激光束可通过毛细管而无任何扭曲,输出的光点和输入激光点基

本相同就可以了。如果有配套的同轴小孔圆屏,可以将平面镜从支架上卸下,装上小孔圆屏,然后将支架放置在位置2处,让光束可以完全穿过小孔为最佳。更直观的方法可以将功率计放置在位置2处,依据功率达到最大值来判断毛细管的调节。毛细管调节越仔细,激光振荡越易形成。

图3是平面镜调节示意图,和凹面镜调节方法类似。将平面镜调节支架放入滑轨并固定,先粗调平面镜 X-Y 旋钮,使得平面镜的反射光束能够进入准直激光管。然后细调,在平面镜靠放电管一侧(位置1)放置一张白纸,交替地微调平面镜 X-Y 调节旋钮,直到观察到清晰的同心圆环干涉条纹,这时就认为平面镜调节好了。由于平面镜对光束的偏折非常敏感,因此在调节过程中应避免接触放置滑轨的台子。

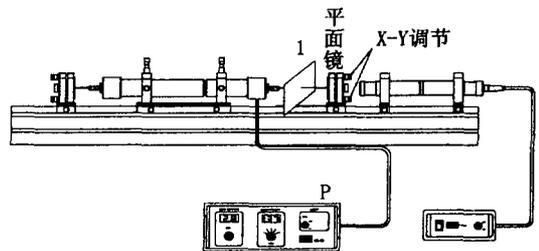


图3 平面镜调节示意图

第4步:放电后微调平面镜

当前面的步骤已做好,打开激光器电源,使其放电。若前面的步骤都调节地比较仔细,激光器将立即开始振荡,输出激光。由于准直激光的光轴和实际激光的光轴不一定完全重合,大部分情况下没有激光输出,此时只需要微调平面输出镜即可,其他调节旋钮都不要动。具体方法可以这样,打开准直激光器,打开放电管电源,由于平面输出镜有一定的透过率,将观察到凹面镜上有一个微弱的红色光点。先在小范围内来回微调平面镜 X-Y 调节旋钮中靠上的那个旋钮,同时观察反射镜上微弱红点的变化,直到该光点最亮,然后来回调节平面镜 X-Y 调节旋钮中靠下的旋钮,直到微弱红点最亮,这个过程要不断重复进行,直到激光输出。在这个过程中有时会看到凹面镜上突然有一个很小的但非常亮的点,此时应特别注意微调。若还是不能形成激光振荡,则返回第3步重新调节平面镜,然后再进行第4步。

当激光开始振荡,移去准直激光,放上功率

计,重新微调放电管、平面镜、凹面镜直到激光功率最大。

3 结 论

对开腔 He-Ne 激光器谐振腔的调节进行了分析和整理,总结了一套简便可行的四步目测调节方法。开腔 He-Ne 激光器开展激光原理实验是非常方便和实用的,可以对谐振腔理论和激光技术等相关理论进行比较系统地实验,将抽象难懂的理论进行直观地认识,对教学过程中能起到非常重要的作用。

参考文献:

[1] 田来科,田东涛,董庆彦.激光原理 MCAI 的架构与

创意设计[J].量子电子学报,2003,20(2):253-256.

[2] 居桂方.激光原理实验教学改革的探索与实践[J].广东工业大学学报(社会科学版),2005,5(9):140-141.

[3] 李相银,姚敏玉.激光原理技术及应用[M].北京:国防工业出版社,2004.

[4] 朱若谷,陈本永.激光应用技术[M].北京:国防工业出版社,2006.

[5] 俞宽新.激光原理与激光技术[M].北京:北京工业大学出版社,2008.

[6] 陈家壁,彭润玲.激光原理及应用(第二版)[M].北京:电子工业出版社,2008.

[7] 周炳琨,高以智,陈倜嵘等.激光原理(第五版)[M].北京:国防工业出版社,2005:276.

Four-Step Visual Alignment Method of Optical Resonator in Open He-Ne Laser

WEI Gao-yao, CHEN Gang, ZHANG Ze-nan

(Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023)

Abstract: The alignment method of optical resonator in open He-Ne laser was analyzed, and a set of four-step visual alignment method was summarized. It is helpful to carry out an experiment in principles of lasers by using the experimental platform.

Key words: He-Ne laser; optical resonator; principles of lasers