

# 制造气体激光管的简单可靠的工艺方法

## ——模拟放电可调镜小孔透象准直法

熙 健

(武汉地震大队地震仪器厂)

在制造固定内腔式气体激光管的工艺中,除反射镜膜层的蒸镀和管子的真空处理等之外,最主要的和关键性的工艺是谐振腔的准直及反射镜片和放电管外壳粘贴。反射镜片和管壳粘贴固定后的位置应当使谐振腔构成准直状态,即谐振腔轴线应与放电管轴线重合并且镜面严格垂直于轴线,如图1(a)。其他两种情形都会使输出功率下降(图1(b)、(c))。

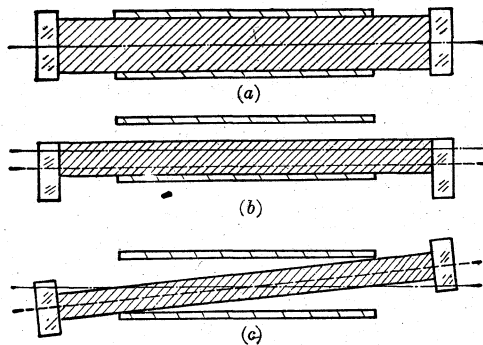


图1 谐振腔准直的三种情形  
(a)准直; (b)离轴; (c)倾斜

为了达到准直的目的,方法是多种多样的。常用的方法是使用一台或两台可调焦望远镜来研磨放电管外壳的两端面。使用专用车床来切割管壳两端面亦是常用而有效的方法。此外,尚有用准直气体激光管助调谐振腔的方法。最近,上海师大两位工人同志又革新出一种简便的反射镜片粘贴工艺方法<sup>[4]</sup>。基于已有的一些方法,我们又做了进一步分析。尽管使用一台或两台可调焦望远镜来监视粘贴镜片,可以使制管工作的可靠性和质量都得到提高,但由于反射镜片加工的不平行度引起的光楔作用,仍要引进 $(n-1)\theta$ 角度的偏离误差( $n$ 是反射镜折射率, $\theta$ 是不平行度)<sup>[4]</sup>。而且可调焦望远镜经两次调焦后,不能获得好于它本身制造上的调焦精度的准直精度。使用专用车床,即使开始时可以获得高达100%的成品率,但因准直精度一般只能达到 $0.5'$ 左右的范围,所以成品的输出功率通常只达到最大输出的中等水平。而且随车床使用时间的增长,成品率要下降。用准直气体激光管助调谐振腔的方法则有经验积累和熟练程度的问题,而且准直精度的高低不容易直观判断,模式变化转换和旋转速度除与谐振腔准直状态有关外,尚与入射激光束的情况及其和放电管轴对准情况有关。

那么,是否制造内腔式气体激光管就非要有精密光学仪器或专用设备才行呢?“高淳放大

头”可以甩掉常规电子仪器中必不可少的电源变压器,难道内腔式气体激光管的制造工艺就不可以甩掉那些精密仪器或专用设备吗?

看来问题是不会一帆风顺地得到解决的,我们进行的许多试验都失败了。“人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果,一定要使自己的思想合于客观外界的规律性”。“自然科学是人们争取自由的一种武装”。“人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然界里得到自由”。我们从失败的经验和各种制管工艺方法的优点中得到启发。在四届人大精神的鼓舞下,破除迷信,解放思想,我们坚持继续进行试验。在全国普及大寨县的高潮中,我们经过多方面努力,终于摸索出“模拟放电可调镜小孔透象准直法”解决了这个问题。从而做到了甩掉精密光学仪器和专用设备,使制管工艺进一步简化,并且提高了制管水平和质量。

### 模拟放电可调镜小孔透象准直法(简称模拟透象法)

模拟气体激光管的工作状态,为小孔透象准直谐振腔提供一个光源。可调镜的作用是提供一个可调节的机构,简化和降低磨管的工艺要求。

如图2所示,两反射镜片加工成“球台”型,亦即将普通的反射镜片的一个边缘倒成球面的一部分,球面半径取 $R=0.7\phi$ ( $\phi$ 是反射镜片的直径)<sup>[1]</sup>。为了提供大约1~2托的低真空封闭(模拟放电所需的低真空)和在此时镜片仍有较灵活的调整性能,两反射镜的倒球面要有 $\nabla 6$ 以上的光洁度,如能作粗抛光加工,其性能会更好些。对于管壳两端面,只要用眼睛判断研磨成大概与放电管垂直,并在两端面内壁用300#以上金刚砂倒角45°,使得倒角后的内圆与反射镜的倒球面的中部相切就可以了(如图2情形)。对两端面用 $-R$ 倒成球面亦可以。

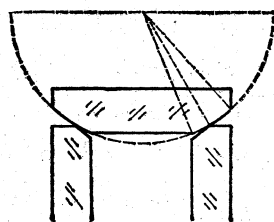


图2 可调镜结构示意图

小孔透象准直法的作用是取代精密的光学仪器或专用设备,直接用眼睛来简易地准直谐振腔。

画一个十字叉线并在叉线交点上穿一个约0.4~1毫米或更大些直径的小孔,小孔复盖单色滤光片(如He-Ne激光管用红色玻璃片,He-Cd激光管用蓝色玻璃片等)作成“调准卡”。

从“调准卡”小孔通过反射镜对准放电管,一直看到远端,保证小孔的位置在放电管的轴线上。通过小孔可看到从近端反射镜反射的十字叉线影象(有时需要在“调准卡”前用小灯泡照明才能看到影象)。调节一个与激光管外壳固定的专用装片架上的调整螺钉,使叉线影象同远端中心重合;在另一端对第二块反射镜重复进行同样的调整。这样的粗调可使谐振腔的准直精度达到好于几分角度的数量级。

进一步的细调是仔细地调整放电管远端的反射镜,使得通过放电管从远端反射镜上看到的光斑影象进入中心位置;对另一远端的反射镜重复进行上述的仔细调整。随着反射镜的调整,可以看到远端影象好象有一个发亮的“月亮”在升起,并随着调整而慢慢进入中心。谐振腔的正确准直调整相应于一个“带晕的全月”的情况。重复进行一次仔细检查后,除去低真空即可进行密封胶固定。如果密封胶固化过程中不使准直好的谐振腔发生位移,则这样调整后的谐振腔准直精度可达几秒角度的数量级。

当操作熟练后,带上单色眼镜就可以直接进行第二步的细调。不需制作“调准卡”来进行

第一步的粗调。这时的粗调是靠远端反射镜上光斑影象的变化趋向来判断进行的。

当激光管接到排气台上之后,尚需用1~2兆空气来作模拟放电运转,对谐振腔的准直质量作最后一次的检查,提高产品的可靠性和质量。

## 模拟迭象法的优缺点及应用

### 1. 模拟迭象法的优点

#### (1) 工艺方法简易可靠

可调镜结构的使用,降低了磨管精度,大大简化了气体激光管制作中麻烦而耗费工时的关键的磨管工艺要求。例如, $\phi=20$ 毫米的反射镜片倒球面后,中心有效镜面直径为12毫米左右时,如果以倒球面中部和端面内倒角棱边相切的话,则可调镜大约在 $\pm 10^\circ$ 内能够获得准直位置,如果端面用 $-R$ 倒成和反射镜片倒球面相匹配的负球面时,可调镜的可调范围还能增大到 $\pm 20^\circ$ 左右。对管端面与放电管的垂直度这样低的要求是不难靠眼睛判断来研磨的,不需要专用车床等设备来对管壳两端面进行加工。因为可调镜的倒球面和管端面始终相切成一圆或与相匹配的管端负球面始终吻合,所以装配稳定性较好,密封胶固化过程产生的位移较小。由于倒球面与反射面分开,密封胶固化后产生的应力不太容易影响到反射面,从而保证了反射面的质量。

#### (2) 不需要任何精密光学仪器和专用设备

模拟迭象法是利用激光管本身的反射镜在模拟放电条件下产生的多次反射来进行迭象准直的,除了能甩掉精密光学仪器和专用设备之外,还由于准直后的谐振腔进行了模拟运转,因此,对该激光管在以后正常激光工作状态下谐振腔的模式已是真正“一目了然”了。

#### (3) 调腔简单迅速,容易掌握,准直精度高

由于没有麻烦的对准工作,调腔简单迅速。即使不熟悉小孔迭象准直法的同志,只要在外腔管上稍事练习,就能掌握应用。模拟迭象法除本身的精度高之外,还避免了反射镜片加工的不平行度引起的光楔作用而给调腔带来的 $(n-1)\theta$ 角度的误差,保证了谐振腔准直的高精度。这种光楔作用,对于一端的 $K$ 玻璃反射镜,当角 $\theta$ 为1分时,则由此要使调腔产生约1/2分的角度误差。

#### (4) 提高成品率和质量

只要保证在密封胶固化和真空处理过程中不再使准直状态严重变坏,成品率要比其他方法显著提高。而且处于正确准直状态的谐振腔,除可以获得最佳输出功率外,输出功率的稳定度亦得到改善。这种稳定性的改善在图3的曲线中可以直观地看出来。图中位置“1”为谐振腔处于正确的准直状态,当激光管在使用过程中由于热梯度引起 $\pm 0.5'$ 的腔体倾斜时,输出功率稳定度在10%以内;而处于非准直状态的“2”、“3”位置的谐振腔,当镜片同样倾斜 $\pm 0.5'$ 时,输出功率将要发生60%以上的变化。

#### (5) 利于气体激光管生产的推广和普及

模拟迭象法不需要任何精密仪器和设备,工艺方法简

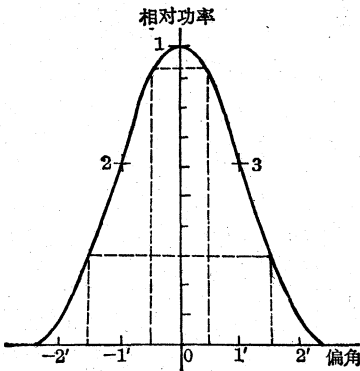


图3 输出功率与偏角的关系

(这是对一支腔长39厘米、球面半径1米的平凹腔激光管实际输出功率的测定结果。偏转角由平面镜进行。)

单可靠,有利于气体激光管生产的推广和普及,以满足我国迅速发展着的激光事业对气体激光管日益增长的需要。

## 2. 模拟迭象法的缺点

因为谐振腔的迭象准直要在模拟放电的情况下进行,所以存在高压带电的危险,在操作时要倍加小心注意。使用福建师大激光组的准直法可以避免这个缺点<sup>[3]</sup>。另外,对管端面的圆锥面或倒球面要有一定要求,以便和反射镜配合后能获得模拟放电所需的低真空。

此外,由于模拟放电必须在1~2 托左右的低真空条件下进行,因此在放电管获得低真空、模拟放电到除去低真空的过程中,都会因管内清洁不好和水气太大或环境清洁太坏而可能污染反射镜的介质膜层。轻则使激光输出下降,重则无法建立激光振荡。所以认真注意保护反射镜的质量是获得成功的重要一环。

## 3. 模拟迭象法的应用

模拟迭象法适用于内腔式、半外腔式气体激光管的制造。由于锗镜不透可见光,CO<sub>2</sub>激光管的制造不能直接模拟放电迭象准直谐振腔。这时谐振腔的准直可以使用“微孔叉丝迭象法”来进行<sup>[2]</sup>。

## 参 考 资 料

- [1] 徐日长、姚芳海,《激光》,3,18~19(1975)
- [2] 夏生杰,《激光》,3,25~32(1975)
- [3] 福建师大激光组,《激光》,1,41~43(1975)
- [4] 北京电子所505组,《激光》,2,34~40(1974)

# 叶绿素 d 作红宝石激光 Q 开关的实验研究\*

中国科学院安徽光机所三室固体组

中国科学院北京植物研究所生理生化室光合作用组

## 一、概 述

脉冲红宝石激光全息术在空气动力学、弹道学、等离子体研究及工程技术上已日益成为一个强有力的研究工具。在脉冲红宝石激光全息器件中,国内外都广泛使用隐化菁染料作模选 Q 开关。

但这种染料稳定性不够理想;在使用过程中,为了避免受激布里渊散射,往往需制作 2 毫米厚的染料盒<sup>[1]</sup>;甚至要采用循环染料 Q 开关的设计<sup>[2]</sup>,因此给加工和使用增加了麻烦。此外,国内研究和生产此染料的单位较少,供不应求。因而寻找一种效率较高、模选性能较好的用于红宝石激光被动调 Q 的开关材料是十分重要的。

我们在毛主席关于“独立自主、自力更生”方针的指引下,为了适应 Q 开关红宝石激光全息术工作发展的需要,与北京植物研究所共同协作,由植物所负责研究制备纯叶绿素 d,安光

\* 实验过程中得到天津大学精仪系来所开门办学的部分老师和同学的支持。