

编者按：为了更好地贯彻“两服务一结合”的方针，适应广大工农兵群众的需要，本刊从本期开始，开辟点滴经验一栏，主要刊登物理学研究与生产相结合中的点滴经验。具体包括：

1. 实验技术与实验方法中的点滴经验；
2. 技术革新中的点滴经验；
3. 计量、检测、设计、加工等有关方面的点滴经验。

文章要求短小精悍，对科研生产实际工作有所启发和帮助。要力求改变文风，使文章生动活泼，通俗易懂。希望广大工农兵和专业科技人员积极支持这一工作。欢迎对本期刊登的点滴经验文章提出批评和建议。

一种激光束准直磨管法

随着氦氖激光器应用的日益广泛，对小型全内腔氦氖激光器的需求越来越多，因此提高激光器制作工艺，特别是磨管的质量和效率，就显得很重要。我们吸取了兄弟单位的实践经验，通过试验改进，采用一种激光束准直磨管法。经实践证明，这是一种简单、方便、可靠的磨管法。用这种方法磨制成功腔长为 230 毫米的激光管，其输出功率在 1—2 毫瓦之间的可占 80% 左右。磨管精度与使用可调望远镜的准直磨管法相同，磨管效率也有很大提高。

一、工艺简述

图 1 所示为磨管装置的光路示意图。图中①为准直用单横模氦氖激光器，输出功率约 1 毫瓦，发散角约 1 毫弧度；②为孔径 1 毫米的光阑，同时用作观察反射光斑的光屏；③为折光平面反射镜；④为孔径为 0.7 毫米的光阑；⑤为检查平面端管口垂直性用的平行平晶（平行度 6' 以下）；⑥为固定待磨激光管的可调支架；⑦为检查球面端管口垂直性用球面反射镜；⑧为待磨

激光管；⑨为转向直角棱镜；⑩为焦距约 15 厘米的凹透镜；⑪为带有“十”字的光靶；除光靶外，其他元件均放置在一长 2.2 米的光具座上，光具座放置在稳定的水泥工作台上。光阑②、光阑④、待磨管⑧、棱镜⑨、透镜⑩、光靶⑪之间的相对距离分别为 3.2 米、30 厘米、40 厘米、3 厘米、50 厘米。待磨管靠可调支架上的“V”形槽定位，便于取下和重新放上，重复放置时应保证相对位置不变。这种折叠式光路式的磨管装置便于一个人操作并可同时进行观察。

磨管操作分如下步骤：

1. 定准直光束的中心线

先不放上待磨管，使准直光束通过光阑②、④和棱镜、透镜后投射到“十”光靶，调节光靶位置，使光斑的中心与“十”光靶中心重合，此时光靶的“十”字中心，即准直光束中心线。光靶上的光斑是光阑④的限制光束作用所形成的圆孔衍射图象，如图 2 所示。第一个暗环直径约 2 厘米。凹透镜的作用是使投射光斑图象放大，以提高目视判断的精度。

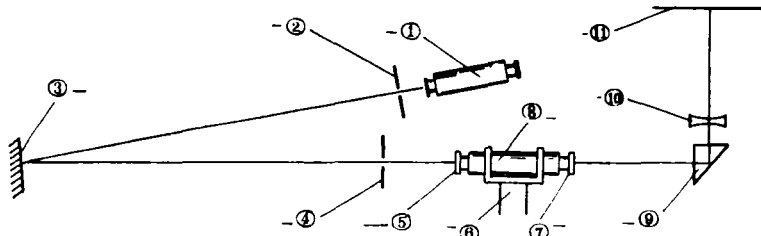


图 1 磨管装置的光路示意图

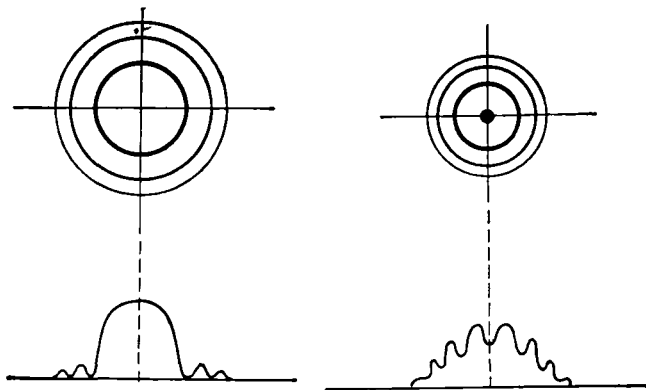


图2 光阑引起的衍射图象 图3 光束通过毛细管时的衍射图象

2. 调准激光管毛细管轴线与光束中心线重合

将待测激光管置于可调支架的“V”形槽上,调节可调支架,使光束从激光管的毛细管中心通过。在调准情况下光靶上的光斑应是一组较前稍密些的一系列衍射圆环,如图3所示。光斑中心或是暗点或是亮点,依毛细管长度、直径、光阑④孔径以及它与激光管之间距离、激光管与凹透镜之间距离而定。所谓二轴线重合就是衍射光斑与“十”字同心,同时衍射圆环对称工整,亮暗均称。

3. 修磨管端

修磨管端分粗磨和细磨两种工序。为了不使调好的光束中心线受到破坏,每次研磨都取下来在磨盘上进行。管口平面与管轴的垂直性是依靠放在管口端的平晶及球面反射镜(与待粘的曲率相同)的反射光来进行检验,只要观察在光阑④和⑤上的反射光斑与光阑孔的对中的程度即可,如图1所示。

二、准直精度的分析

磨管工序的目的,就是要使粘贴于管子两端的反射镜(一平一凹)所构成的谐振腔的光轴与毛细管轴同轴,这样才能保证激光器有较大的输出功率。实际上这种同轴偏差是不可避免的,经验表明,这种偏差不超

过毛细管管径的十分之一时还是允许的。

这种磨管方法中,前两步是使毛细管轴和激光束中心线相合;后一步是使腔轴与激光束中心线相合,由此达到腔轴与毛细管轴相重合,其同轴的精度取决于上述两种情况的重合精度。

毛细管轴和激光束中心线的重合性是靠衍射图象相对于光靶“十”字的对称分布来判定的。通过调节工作台支架⑥,使毛细管相对于光束平移。上下俯仰或左右旋转的实验测定表明:平移±0.03毫米或俯仰±0.015毫米(指毛细管端口的上升或下降量)就可分辨出衍射图象相对于光靶“十”字失掉对称性。由此可以定出毛细管轴和光靶“十”字中心的重合误差为

$$\Delta y_1 \leq 0.03 \text{ 毫米。}$$

此外,还应考虑,利用光靶“十”字来确定光束中心线时,也有大约相同的误差,因此毛细管轴和激光束中心线的重合误差应为 $\sqrt{2} \Delta y_1$ 。

腔轴与激光束中心线的重合误差可按如下的分析来确定。平凹谐振腔的光轴是指这样的一条轴线,如图4(a)所示,它通过凹面镜Q的曲率中心O,同时又垂直于平面镜P的平面。这时如果腔轴与激光束中心线严格同轴,则该激光束将分别被两个镜子按原路反射回来,在光阑②上可看到两反射光斑(直径约8毫米)均与光阑②小孔同心。如果两个反射镜中任何一个,相对于光束中心线有一个垂直偏差角 $\Delta\alpha$,那么腔轴相对于光束中心线也有相同的同轴偏差角 $\Delta\alpha$,如图4(b), (c)所示,两反射镜反射激光束在光阑②上的光斑中心就会偏离光阑孔。因此,通过观察两反射镜的反射光斑中心与光阑小孔的重合情况,可以确定腔轴与激光束中心线的重合误差。在我们的装置中,光阑②距待磨激光管的距离约为3.5米,反射光斑中心与光阑小孔的重合,判别误差为0.5毫米,由此得出两镜相对于光束中心线的垂直偏差为:

$$\Delta\alpha \leq \frac{0.5}{2 \times 3500} = 7.1 \times 10^{-5} \text{ 弧度。}$$

由图4(b), (c)可见,两镜的垂直偏差,引起腔轴偏离光束中心线的误差是相同的。如凹面镜的曲率半径为 $R = 1000$ 毫米,则腔轴在反射镜处偏离激光中心线的误差距离为

$$\Delta y_2 = R \cdot \Delta\alpha \leq 0.07 \text{ 毫米。}$$

如果两个反射镜同时有 $\Delta\alpha$ 的垂直偏差,则总误差量应为 $\sqrt{2} \Delta y_2$ 。

综合以上两种误差,这种磨管方法的精度为

$$\Delta y \leq \sqrt{2(\Delta y_1)^2 + 2(\Delta y_2)^2}$$

$$\leq 0.11 \text{ 毫米。 (下转 284 页)}$$

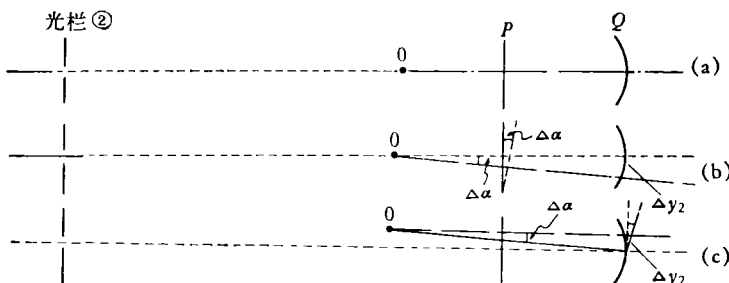


图4 腔轴与激光束中心线重合性的分析图示