

一种调校平-凸谐振腔组件的有效方法

朱连新

(云南光学仪器厂设计研究所)

用牛顿环等厚干涉法调校平-凸谐振腔组件,既直观,又容易,是一种行之有效的办法。

A useful method for adjusting the plano-convex resonant cavity module

Zhu Lianxin

(Design Institute of Optical Instrument Factory of Yunnan)

Abstract

Plano-convex resonant cavity module is adjusted by means of the Newton's ring equi-thickness interference. This is a useful, direct and easy method.

一、前 言

对于平-平谐振腔,用光学准直仪,可以很容易地将它调校好。但对于平-凸谐振腔,采用几何光学准直法调校,将会遇到困难,特别是要确定两个或两个以上凸面镜球心的连线时更为困难,必须寻求别的调校方法。我们在调校四件式平-凸谐振腔组件时,先采用光学准直法,几经失败后,用牛顿环等厚干涉法进行尝试,一举获得成功。采用这种方法,既直观,又容易,效果良好。下面将对如何用牛顿环等厚干涉法调校平-凸谐振腔组件作一个概述。

大家知道,以相同的位相或恒定的位相差振动的光源称为相干光源。相干光束重叠而形成明暗条纹的现象叫做光的干涉^[1,2]。光束重叠于某处,该处呈现的条纹是明或暗分别由程差公式

$$\Delta = \pm k\lambda \quad (1)$$

和
$$\Delta = \pm (2k+1) \cdot \lambda/2 \quad (2)$$

所确定。式中, k 为整数, λ 为波长。

对于楔形玻璃物，等厚干涉条纹是一些平行于楔棱的直线，对于平-凸透镜，等厚干涉条纹是一些同心圆环——牛顿环，其亮环和暗环的半径分别由公式

$$r_{\text{明}} = \sqrt{\left(k - \frac{1}{2}\right) \lambda R} \quad (3)$$

和

$$r_{\text{暗}} = \sqrt{k \lambda R} \quad (4)$$

所确定。式中， k 为整数， λ 为波长， R 为平凸透镜的曲率半径。当在接触点处，程差 $\Delta = \frac{1}{2}\lambda$ ，所以牛顿环的中心点为暗点。牛顿环的产生装置及其干涉图样如图1和图2所示。

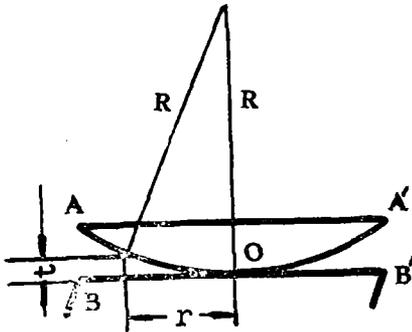


图1 牛顿环发生装置

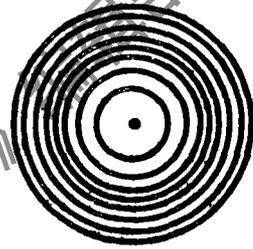


图2 牛顿环

二、调 校

我们要调校的平-凸谐振腔组件如图3所示。它由平凸全反射镜、BDN染料调Q片、YAG晶体、平凸校正透镜四部分和连接套组成。

1. 调校装置

调校装置如图4所示。它由He-Ne激光器、五维调节台、光栏1、光栏2和被调校的平-凸谐振腔组件组成。光栏1和光栏2的孔径为1mm。He-Ne激光器的输出端离平-凸谐振腔组件的输出端1.5m，在条件许可时，此距离远些更好。

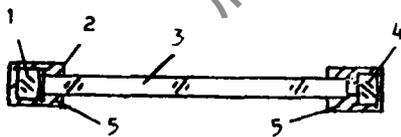


图3 平-凸谐振腔组件的组成。
1.平凸全反射镜；2.BDN染料调Q片；3.YAG晶体；4.平凸校正透镜；5.连接套

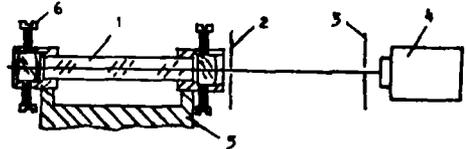


图4 调校装置简图。1.平-凸谐振腔组件；2.光栏1；3.光栏2；4. He-Ne激光器；5.五维调节台；6.调节钉

2. 调校方法

(1) 用胶将YAG晶体和两个连接套按图3所示位置粘接好，待胶固化后，放置在图4所示的五维调节台上。调整五维调节台，使He-Ne激光大致从连接套的轴心部位射入。加上光

栏1和光栏2,反复精调五维调节台,使He-Ne激光进出都通过晶体的轴心部位,并使从YAG晶体前端面反射回来的激光完全落入光栏孔内,或使其来回的光心完全重合。即是说,这时He-Ne激光束心被认为已与YAG晶体的轴重合,并且与晶体的前端面垂直。

(2) 放入BDN染料调Q片,使其紧贴YAG晶体,再放入平凸全反射镜。此时在光栏2的表面上观察到一些环心与光栏孔不重合的牛顿环。在这时,我们用调节钉调整平凸全反射镜的方位,边调整平凸全反射镜边观察牛顿环心的移动,直到环心完全落入光栏孔内,且环与孔完全对称为止。最后用胶将平凸全反射镜固于连接套内,待胶干固后,取去调节钉。

(3) 将平凸校正透镜放入图4所示位置,这时,我们在光栏2的表面上又观察到一个牛顿环。如果此牛顿环的环心与光栏2的孔不重合,需用前述方法将其调到重合,再进行胶粘和拆去调节钉。至此整个组件就算调校好了。

我们的平-凸谐振腔组件,所调校的技术要求是平凸全反射镜的球心与平凸校正透镜球心的连线要垂直于YAG晶体的一个端面。上述调校方法,从原理上讲,已经达到了这个要求。但实际情况如何?我们曾做过试验。在完成了上述调校方法的第一个步骤后,加用一台1"准直仪,并与YAG晶体的后端面准直,以监视平凸全反射镜的平面与晶体后端面的平行偏差。然后放入一个柱面与平面的垂直度较好而球心偏为 $2'30''$ 的平凸全反射镜,待调整到牛顿环与光栏2的孔完全重合时,从1"准直仪上观察到平凸全反射镜的平面偏离晶体后端面 $2'35''$,这说明实际与理论很接近。

还有一点要提及的是,由于平-凸谐振腔组件的各元件轴向表面,既有平面,又有曲,面因此He-Ne激光射入该组件后,从各表面反射回来的光所形成的干涉条纹,既有楔形等厚干涉条纹,又有曲面等厚干涉条纹——牛顿环。所以组件调校完毕时,在光栏2表面上呈现的干涉条纹,是曲面与曲面、曲面与平面、平面与平面的等厚干涉的最终结果。就我们这个组件而言,调校完毕后,在光栏2表面上呈现的干涉花样如图5所示。图中的黑色环和黑点带分别表示亮环和亮带。

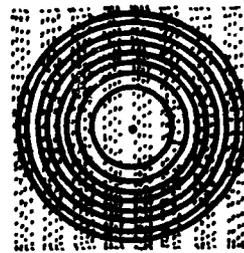


图5 组件调校好后的干涉花样

三、装机效果

调校装配好后的平-凸谐振腔组件的外形如图6所示。这种组件式结构与分列式结构相比,体积和重量都小得多,体积仅为 $\phi 6 \times 68$ 。

我们将此组件装于圆形紧裹聚光腔中,整个激光器件的体积为 $\phi 21 \times 70$,重量约40g。就目前我们所了解到的情况来看,这种激光器件是最小最轻的。

图6 平-凸谐振腔组件外形

从主要技术参数来看,它的激光单峰阈值为5.4J,单峰坪宽为0.024J,输出能量为9.5mJ,激光脉冲宽度为8ns,光束束散角为0.7mrad,前四个参数和目前国内外的小型激光测距仪相比,相差不大,但影响测程的一个重要指标激光发散角却比目前国内外的小型激光

- [2] 宋正方、丁强,《中国激光》,1986年,第13卷,第9期,第597页。
- [3] B.R.Bean, Troposphere refraction, Advances in radio reaserch, J.A. Saton ed., Academic, London, 1964.
- [4] R.A.McClatchey et al., Optical properties of atmosphere, AD-753075, 1973.
- [5] J.C.强生,《物理气象学》(中译本),科学出版社,1960年。
- [6] F.Wünschmann, Gerlands Beitr, Geophys, 1931, Vol.31, P.83.

收稿日期:1987年10月3日。

(上接第26页)

测距仪都小。例如MT-18小型激光测距机,它经发射系统压缩后的激光发散角为1mrad,而我们的激光器件本身的光束束散角为0.7mrad,即发散角为 $0.7/2=0.35$ mrad。两者相比,我们的器件的发散角要小得多。因此,将此器件装入我们的发射和接收系统的透过率分别为0.368和0.234的潜望式测距仪中,在一般能见度下,能对树林、草坡、土坎等自然目标稳定测距9000m,且工作稳定可靠。如果减少潜望式测距仪的发射和接收系统的透过损耗,提高测程到20000m是可能的。由此看来,此平-凸谐振腔组件的装机效果是良好的。

从我们用牛顿环等厚干涉法调校平-凸谐振腔组件来看,一个突出的优点是既直观,又容易,在一般暗室中进行即可。我们认为此法还可用来调校某些光学系统的光路以某些光学件的中心校定等。

本调校试验得到了邬龙卿、万家荣同志的支持与帮助、沈韵秋、谢尧廷、唐廷章、王光福、杨钧、李华昌、段宝光、李启文等同志参与了部分调试工作,并提出了宝贵建议。在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] C.Э.福里斯 A.Б.季莫列娃,《普通物理学》,第三卷第一分册,高等教育出版社,1956年7月,第30~47页。
- [2] T.C.兰斯别尔格,《光学》,上册,人民教育出版社,1961年11月,第53~58,92~97页。

作者简介:朱建新,男,1940年6月出生。工程师。现从事激光器的设计研制工作。

收稿日期:1987年10月3日。

(上接第57页)

从晶体的结晶学坐标变换到晶体物理学坐标时,重算折射系数的值将引入一个与测量误差相比可忽略的修正值。正如表1所示,我们测量方解石的折射率同文献相符很好,但我们得到的TGS的晶体的折射率测量值(见表2)要比文献数值低0.01或0.02。TGS晶体折射率测量值同文献数的差别,显然在于与TGS晶体表面存在一个过渡层有关,这个过渡层的性质与材料内部性质是不同的^[1]。

因此,本工作采用的方法完全能用于确定光学各向异性介质的折射率。

参 考 文 献 (略)

译自 OMΠ, 1984, No.7, P.3~5.

郑秉秀 译 卢中尧 校