

## JPY-95 型激光平面干涉仪\*

北京科学仪器厂

用氦氖激光作光源的等厚平面干涉仪,较普通干涉仪有很大的优点。我们知道,光波的相干性取决于单色性,即谱线宽度。在氦氖激光器中,谱线宽度为 $10^3$ 赫或者更窄些。据报道,目前在大气中,在200米光程差中能看到清楚的干涉条纹。由于激光本身具有高度相干性的特点,我厂试制了一批JPY-95型激光平面干涉仪(图1),实际使用表明,用激光代替氪灯、汞灯、钠灯作为单色光源,给干涉仪开辟了新的使用范围。

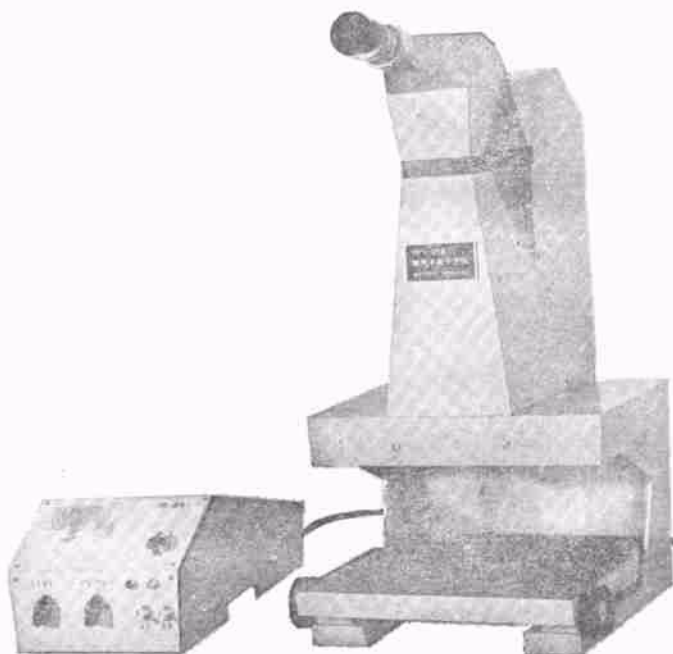


图1 JPY-95型激光平面干涉仪外形

### 一、激光干涉仪的特点

(一) 属非接触测量,故不损害光学零件表面光洁度,避免用样板检验时玻璃与玻璃接触引起的擦伤。

(二) 检验平行玻璃两平面平行性时,精度高,直观,零件的局部误差明显,而且便于车间盘检,减少零件返修,因而提高零件合格率。

\* 1972年3月1日收到。

(三) 由于激光单色性好,相干性强,所以干涉层厚。经实际测试,当零件厚度为100毫米时,条纹很清晰。这是一般平面干涉仪不能比拟的。

能测量较厚零件两端面平行度,例如固体激光的红宝石加工,用此仪器检验是方便的。

(四) 能测量一些高精度零件,例如屋脊稜镜、锥体稜镜,其精度高,简便可靠。

## 二、仪器用途、技术参数及精度

“激光干涉仪”是用来测量光学零件的平面度;平行平面的平行度;小角度以及测量红宝石的均匀性,还可以测量一些高精度稜镜的角度误差,如列曼屋脊稜镜的屋脊误差、双象差,多面锥体稜镜等。

仪器的技术参数:

物镜放大率  $\frac{1}{7.9} X$ ; 目镜放大率  $10 X$ ; 视场  $\phi 95$  毫米; 激光管: 外腔式, 光束直径  $\phi 1-1.5$  毫米, 输出功率  $0.3-0.5$  毫瓦, 激光散射角  $0.004-0.01$  弧度, 激光波长:  $\lambda = 6328$  埃。

仪器精度指标:

$$\text{测平面度} < \frac{\lambda}{15}$$

$$\text{测平行度} \Delta\theta'' = \frac{\Delta m \lambda}{2nb} \times 206265.$$

其中  $\Delta m$ ——分数条纹读数精度;

$n$ ——被测件折射率;

$b$ ——被测件宽度;

$\lambda$ ——激光波长。

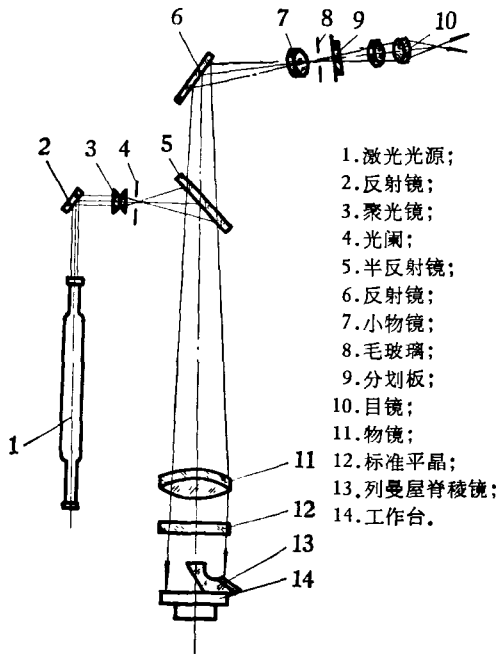


图2 仪器光路图

如图2所示,由激光管发出的激光聚焦于光阑(4),消球差物镜其焦点亦要置于光阑(4)上,光经大物镜后成平行光束,通过楔形标准平面镜(12)的下表面与被检平面产生等厚干涉条纹,再经分光镜(5)及反射镜(6)、小物镜(7),干涉图象成象于分划板(9),通过目镜(10)观察,条纹数目可通过调整工作台的调节螺丝来改变空气楔借以实现。

## 三、仪器光路

## 四、实际使用两例

(一) 测量平行平面的平行性及其楔角

如图3所示,假定在长度  $b$  (或直径) 中有  $m$  条干涉条纹, 在长度的两端对应厚度为  $h_1, h_2$ 。根据光程公式:

$$\delta = 2nh + \frac{\lambda}{2} = K\lambda,$$

$$2n(h_2 - h_1) = (K_2 - K_1)\lambda = m\lambda,$$

$$\text{或 } h_2 - h_1 = \frac{m\lambda}{2n}.$$

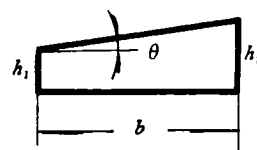


图 3

另一方面根据几何关系有  $\theta = \frac{h_2 - h_1}{b}$ , 由此导出小角公式:

$$\theta'' = \frac{m\lambda}{2nb} \times 206265.$$

严格来说, 这样检验出来的平行是光学平行, 亦即光程的相等性。一般情况下玻璃不太厚时, 玻璃不均匀性影响很小, 所以检验出来的平行性可以认为是几何平行性。

(二) 检验屋脊稜镜屋脊角误差及双象差

零件放置参看光路图。调整载物台, 使经过两个平面反射回来的光线产生干涉。其一是标准平面, 其二是被测稜镜的两折射面。在视场中可看到两个并排的长方形干涉区域(如图 4 所示)。调节载物台使其中一组条纹与长方形的短边平行。

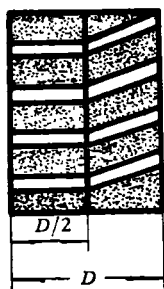


图 4

如果屋脊角没有误差, 则两组干涉条纹在一直线上; 如果有误差, 第二个长方形中的干涉条纹将是倾斜。将一个长方形的条纹延长, 数出延长线截过第二个长方形的干涉条纹数目就可以算出双象差及屋脊角的误差。

已知双象差  $S = 4n\delta \cos \beta$ , 式中  $n$  是零件折射率,  $\delta$  是屋脊角误差,  $\beta$  是屋脊稜的垂直面与光轴的尖角。此时, 从稜镜第二折射面反射回来的两束平行光分开的角度为  $2S = 8n\delta \cos \beta$ , 在宽度为稜镜通光口径一半  $\frac{D}{2}$  的范围内, 产生干涉条纹数目  $m$ , 则有

$$m\lambda = \frac{D}{2} \cdot 2S = \frac{D}{2} 8n \cos \beta.$$

由此可求出:

$$\text{双象差: } S = \frac{m\lambda}{D}.$$

$$\text{屋脊角误差: } \delta = \frac{m\lambda}{4nD \cos \beta}.$$

此仪器经使用发现, 由于氩氟激光管受环境及本身管材的影响, 其激光管腔长度  $d$  的变化引起激光波长的不稳定(当然还有别的原因), 故影响干涉条纹的清晰度, 特别在测量较厚零件时较为明显, 这一缺点有待今后实践中不断克服。