

# 锥体反射稜镜的加工及干涉测量\*

北京光学仪器厂

锥体稜镜是具有三个全反射面的光学元件,它能使光线经过稜镜反射后,以平行于入射光线的方向出射。对于高精度的锥体稜镜,在制造之前必须先严格选择材料,每块材料在三个方向上的内应力、条纹和折射率的均匀性,一般要求为1级。

下文我们以矢高50毫米的锥体稜镜为例,说明其加工和测量方法。

## 加工方法

### 1. 分离器法

这种方法是先用金刚石砂轮将材料粗磨成边长为98毫米的正方体。然后用手细磨并改角,要求每面相互间的夹角为 $90^\circ \pm 10''$ 。并进行单块粗抛光达到表面平面性2个光圈,光洁度P IV级。

为了保证修正立方体的光圈和角度的精确度,要求用 $\phi 150$ 毫米平晶检验时,分离器的光圈在0.5个光圈以内。在修正立方体时,为了不使立方体塌边,抛光液不宜加得太浓,立方体的角度修正是采用偏压的修正方法。

角度的精密测量是在两台 $0.1''$ 的自准直测微平行光管上,利用与标准角块(或标准多面体)的比较进行的。在测试过程中,要防止震动。操作仪器要轻而稳,以保证测量的精度,这种方法精度在 $0.5''$ 以内。

将检验合格的立方体切割成锥体稜镜,研磨抛光底面,要求底面与每个直角面的夹角在 $1'$ 以内,表面平面性是0.2个光圈。

### 2. 光胶法

这种方法是经过检验的材料切块,加热软化,热压成锥体稜镜毛坯。再放入精密退火炉中进行精密退火,退火后内应力达到1级。接着在铣磨机上用金刚石砂轮铣磨材料的底面和三个直角面。

先抛光一直角面,达到表面平面性在0.2个光圈以内,光洁度达P IV级。

用手工修改另二个直角面,使三个直角面之间夹角在 $90^\circ \pm 10''$ 以内。将改完角的锥体稜镜光胶在长方体光胶工具上。此光胶长方体要求每个直角在 $0.5''$ 以内。光胶时,为了使稜镜的两个未加工的直角面与光胶长方体的相应面在同一平面上,因此光胶时要用一个直角夹具。

\* 1972年6月19日收到。

然后将光胶长方体光胶在大光胶平板上,组成一整盘,进行细磨抛光,抛光时用自准直测微平行光管(或用激光平面干涉仪)检查抛光面与大平板之间的平行度不超过  $0.5''$ 。加工第二个直角面后,翻转光胶长方体,再加工第三个直角面,最后加工底面。

### 角度误差的测量

锥体稜镜的精度要求很高,其直角精度一般要求在  $1''$  以内。所以在制造过程中测量其误差就显得格外重要。

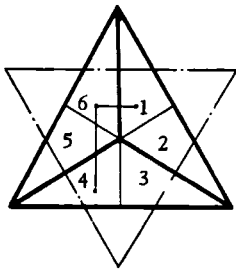


图 1

从锥体稜镜的底面看去,可以看到稜镜的三根稜线和三根稜线的象,它们将稜镜反射面分割为六个区域(如图 1)。光线从区域 1 入射经过反射面 6,由区域 4 反射出来。

如果锥体稜镜三个直角的误差都为 0 时,则其展开后相当于一个平行平面玻璃板。否则相当于六个光楔。

根据上述原理,我们可以用干涉法测量入射光线与出射光线之间的夹角来确定三直角的综合误差和每个直角的误差。测量工作在泰曼干涉仪上进行,其光源是用氦氖激光管(如图 2)<sup>1)</sup>。

图 2)<sup>1)</sup>。

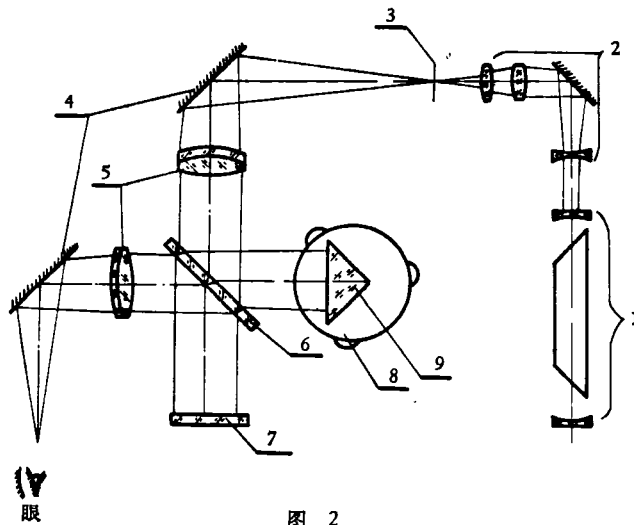


图 2

- |          |         |           |
|----------|---------|-----------|
| 1—氦氖激光管; | 2—聚光系统; | 3—光阑;     |
| 4—反射镜;   | 5—准直镜;  | 6—分光镜;    |
| 7—参考镜;   | 8—平台;   | 9—被测锥体稜镜。 |

### 测量计算方法

设锥体稜镜三个直角面的夹角误差分别为  $\delta_{12}$ 、 $\delta_{23}$ 、 $\delta_{31}$ ; 其折射率为  $n$ 。入射光线和

1) 在测量过程中,由于我们采用的激光管的频率不稳定,所以在实际测量中用泰曼干涉仪的测试参考镜进行参考测量。

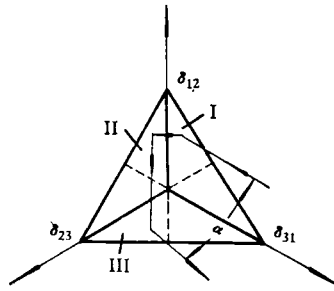


图 3

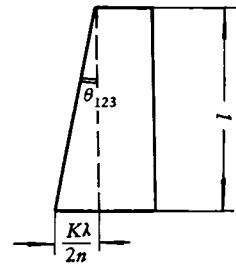


图 4

出射光线的夹角为  $\alpha_{123}$ 。棱镜展开成平板时,其楔角为  $\theta_{123}$ ;在展开长度  $l$  上可观察到  $k$  个干涉条纹;光源波长  $\lambda = 0.6328$  微米。

则由图 3 可得

$$\alpha_{123} = \sqrt{\frac{8}{3}} n \sqrt{\delta_{12}^2 + \delta_{23}^2 + \delta_{31}^2 + \delta_{12}\delta_{31} + \delta_{13}\delta_{23} - \delta_{12}\delta_{23}},$$

$$\theta_{123} = \frac{\alpha_{123}}{n} = \sqrt{\frac{8}{3}} \sqrt{\delta_{12}^2 + \delta_{23}^2 + \delta_{31}^2 + \delta_{12}\delta_{31} + \delta_{13}\delta_{23} - \delta_{12}\delta_{23}}.$$

又根据图 4 可得

$$\theta_{123} = \frac{\kappa\lambda}{2nl}.$$

**举例:**

设一个锥体棱镜要求入射光线与出射光线的夹角应小于  $5''$ 。根据上述要求得出锥体棱镜的三个直角面的二面角误差大约均小于  $1''$ 。

如:  $l = 35$  毫米,  $\lambda = 0.6328$  微米,  $n = 1.5147$  则计算得

$$\alpha_{123} = 4.95'',$$

$$\theta_{123} = 3.3'',$$

$$\kappa \leq 2.65 \text{ 条}.$$

上面的计算公式和举例中,都没有包括玻璃材料折射率不均匀性,面形误差等,而在实际测量中评价角度误差时,这些因素都应考虑进去。

对于锥体棱镜的每个直角误差计算:

根据每个区域的条纹(如图 5),过  $E$  点作  $GF$  垂直于棱线,与相邻条纹相交于  $G$  和  $F$  点,得  $l_1$  和  $l_2$ 。

$$\text{则} \quad \delta = \sqrt{\frac{3}{128}} \lambda \left( \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) \times 206265''.$$

在测量单角误差时,并要判断直角误差的正负。当拧测量工作台的安平螺丝时,在干涉仪视场中看到干涉象点向下移

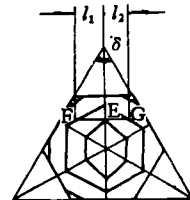


图 5

动时, 如果干涉条纹向外移,<sup>1)</sup> 则  $\delta < 0$ , 反之  $\delta > 0$ . 如图 6 (a), (b).

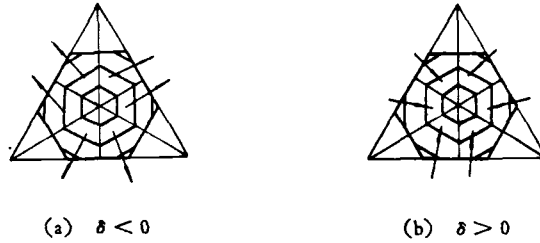


图 6

1) 所谓干涉条纹向外移指的是干涉条纹远离稜线, 所谓向里移指的是干涉条纹靠向稜线.

«物理»编辑部:

由于我们工作作风不够严谨, 定稿和校对时疏忽, 致使本刊第一卷第二期 «0.01—18 Mev 单能快中子通量的测量» 一文中造成一些错误, 除向读者深表歉意外, 特请在第三期上刊登下列勘误表。 此致  
敬礼!

作者  
一九七二年十二月十日

勘 误 表

页	行	误	正
62	倒 13	在美国	在英国
62	倒 3	10—100Kev 能区	30 Kev 能量
66	4	$\Phi_{\text{中}} = A_a \frac{N_a}{Q}$	$\Phi_{\text{中}} = A_a \frac{N_a}{Q}$
67	14	$\text{He}^3(\alpha, p)\text{He}^4$	$\text{He}^3(d, p)\text{He}^4$
69	6	氚靶 (0.24mg/cm <sup>2</sup> )	氘靶 (0.24mg/cm <sup>2</sup> )
76	16	测量 $3E_p = 1.930\text{Mev}$	测量了 $E_p = 1.930\text{Mev}$
78	[7]中	for Seactors	for Reactors
78	[19]中	Taylor et al., Canada	Taylor et al., Canad.
78	[20]中	108 (1957), 1294.	74 (1948), 373.
78	倒 1—3		[21] H. W. Newson et al., <i>Phys. Rev.</i> , 108 (1957), 1924. [22] S. Devous et al., <i>Angular Correlation Handbuch der Physik</i> , Vol. 42, Belin, 1957. [23] Kai Siegbahn, <i>Alpha-Beta-and-Gamma-Ray Spectroscopy</i> , Vol. I, 1962.