

刀口干涉仪

韩昌元 武晓东 张晓辉

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 一种使用刀口检验和干涉检验技术的刀口干涉仪被研制成功。其干涉仪采用了径向剪切系统, 因此大尺寸光学元件容易被检测。实验结果表明因这台仪器检验大尺寸光学元件面形的精度达 $\lambda/20$

1 前言

刀口干涉仪是为了测试大口径球面反射镜、平面反射镜、大尺寸玻璃均匀性而研制的。目前检验口径 120mm 以上的大口径光学零件的面形和玻璃均匀性是一个难题, 通常用的干涉方法因大尺寸的标准面不好加工而难以用在大尺寸零件的检验中。现在一般都用刀口仪检验。刀口仪检验灵活方便, 但也有它的缺点, 就是不易定量, 而刀口干涉仪能够解决这个问题, 并且和刀口仪一样小型, 使用也十分方便, 利用被检镜面中心附近的小区域作为参考面, 也解决了标准面的问题, 为此目的我们研制了刀口干涉仪。图 1 照片是刀口干涉仪外形。

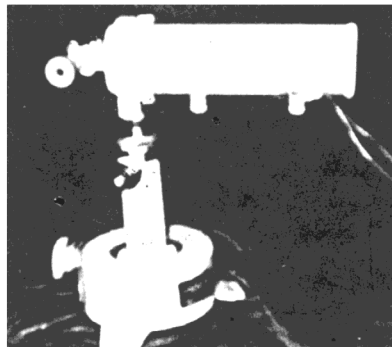


图 1 刀口干涉仪外形

2 刀口干涉仪的原理

图 2 为刀口干涉仪原理示意图, 直角棱镜和斜方棱镜胶合, 其胶合面作为分光面, 透镜 L_1 把光源的像成在被检镜面的中心, 图中 C 表示这部分光束, 透过分光面 B 的光束经过透镜 L_2 在被检镜面的曲率中心附近产生焦点, 并照明整个被检镜面, 图中用 d 表示这部分光束。这

两部分的光束各自按相反的方向返回，如图 1 (a) 中所示用 c' 表示 c 的返回部分，用 d' 表示了 d 的返回部分，在 o 处产生由 c' 部分给出的参考波和由 d' 部分给出的被检波的干涉条纹。如果 L_2 是等半径的双凸透镜，则透镜的像差对参考波和被检波的影响相同，所以对干涉条纹不起作用。

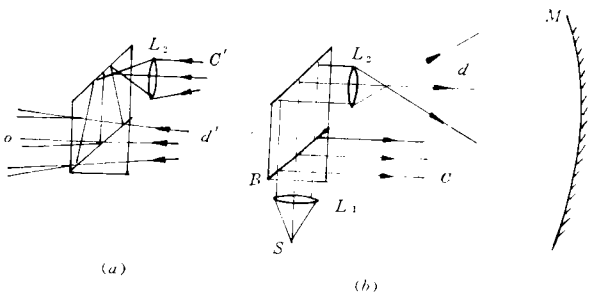
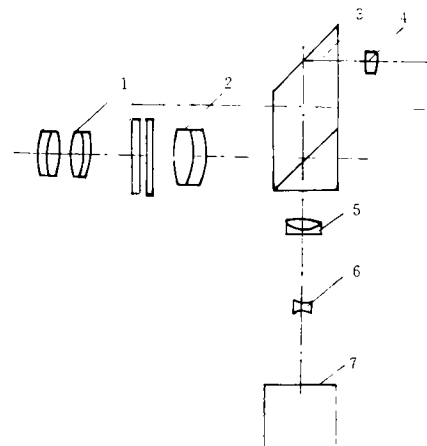


图 2 刀口干涉仪原理示意图
(a) 输出光线 (b) 输入光线



1—测微目镜；2—场镜；3—分束器；
4. —聚焦物镜；5、6—光束扩展器；7—激光器
图 3 光学系统示意图

这个干涉仪利用被检镜面中心附近的小区域作为参考面，所以精度高。另一方面参考波和被检波的光程相等且同路，所以对于震动和空气抖动的影响不敏感。

图 3 表示光学系统示意图。

3 实验结果和分析

(1) 用刀口干涉仪检验长光所光学车间用作标准球面的口径 $D=290\text{mm}$ 曲率半径为 3 米的反射镜的面形。图 4 的二张照片表示用刀口干涉仪得到的干涉条纹，从条纹可以判定该球面的局部光圈达到了 $1/9 \sim 1/10$ 光圈，即面形误差接近 $\lambda/20$ 水平。从条纹中还可以看出中心有一点凹，这和用刀口仪检验该镜时看到的结果是完全符合的，只不过用刀口仪还不能象干涉仪这样明确地定量。

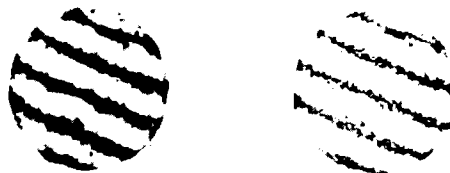


图 4 $D=290\text{mm}$ $R=3000\text{mm}$
标准球面反射镜干涉图

(2) 检验口径 $D=230\text{mm}$, 半径 $R=2300\text{mm}$ 的未镀膜刚加工出来的球面反射镜。该镜从图纸上要求是局部光圈为 $1/10$ 。图 5 表示了用刀口干涉仪检验的干涉条纹, 从干涉条纹可以判断该镜子没有达到 $1/10$ 光圈的要求, 只有 $1/6$ 光圈的水平。从实验结果表明对于没有镀膜的加工中的球面反射镜用刀口干涉仪检验, 对比很好, 并且能量足够, 可以用目镜或投影屏观察条纹。

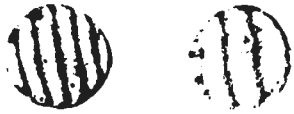


图 5 $D=230\text{mm}$ $R=2300\text{mm}$
标准球面反射镜干涉图

(3) 检验应化所英国进口的大型摄谱仪准直镜, 其口径 $D=410\text{mm}$, 半径 $R=6800\text{mm}$ 。图 6 为用刀口干涉仪得到的干涉条纹, 从干涉图中可以看出该镜子的面形精度可达 $1/7$ 以上的局部光圈。



图 6 $D=410\text{mm}$ $R=6800\text{mm}$
摄谱仪准直镜干涉图

(4) 检验光学车间加工中的口径为 320mm , 半径为 2400mm 的球面反射镜。图 7 为用刀口干涉仪检验该镜的阴影图和用刀口干涉仪检验该镜的干涉图。从图中我们看到用刀口干涉仪检验的结果是一致的, 只是阴影图不好定量, 而干涉图容易定量。该镜的带差有 $1/2.5$ 光圈。

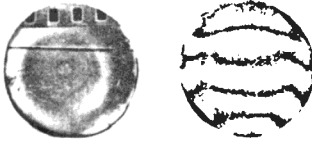


图 7 $D=320\text{mm}$ $R=2400\text{mm}$
球面反射镜的阴影图和干涉图

(5) 检验口径 $D=304\text{mm}$, 半径 $R=1640\text{mm}$, 球面反射镜。图 8 表示用刀口干涉仪检验的干涉条纹, 从干涉条纹可以看出镜子可达 $\lambda/20$ 的面形精度。

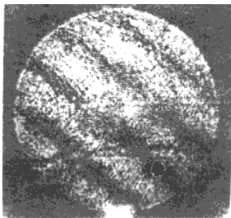


图 8 $D=304\text{mm}$ $R=1640\text{mm}$
球面反射镜干涉图

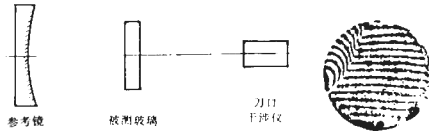


图 9 检验玻璃均匀性系统示 图 10 检验玻璃均匀性的干涉图
意图

图 10 表示用刀口干涉仪检验口径为 160 毫米, 厚度为 40 毫米平板玻璃的干涉图, 从干涉图中看出该玻璃左上角的均匀性不好。

4 实验结论

从上述实验中得出，刀口干涉仪对环境的要求并不太高，比刀口仪的使用要求还低，精度达到 $\lambda/20$ 以上。刀口干涉仪使用方便，容易掌握，条纹判读直观，定量容易。另外加小光栏和刀片即可当作普通的刀口仪使用，是一台小型实用方便的仪器。

先后参加本工作的有金尚玉、刘书梯、张琴生等同志，长光所光学车间，光玻车间检验组的同志使用本仪器并提出宝贵意见，在此一并致谢。

参 考 文 献

[1] Joseph Vrabel, Earle. B. Brown, *Optical Engineering*, 1975, 14 (2): 124

Knife Edge Interferometer

Han Changyuan, Wu Xiaodong and Zhang Xiaohui

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun130022)*

Abstract

A Knife edge interferometer using knife edge and interferometric technique has been developed. The interferometer adopts radial shearing system, so that the large scale optics can be tested easily. The tested result show that the accuracy of $\lambda/20$ is achieved for testing the figures of the large optics by using this instrument.