

# 红外天文光度计中 反射式场光学系统的应用

钱 忠 钰

(中国科学院北京天文台)

**摘要**——本文论述了反射式场光学系统——凹面反射镜系统的结构和特点,以及它们应用于 $1\sim 5.5\mu\text{m}$ 红外波段时的优缺点。实验结果表明:凹面反射镜系统在上述红外波段可以得到满意的结果,缺点是它结构复杂,加工和调整相当困难。

## 一、概 述

场光学 (Fabry-Optic) 系统是各种天文光度计中的辅助光学系统,它通常只是一个单透镜。它把望远镜的主镜(即有效光栏)成像在探测器的光敏面上,它能将收集的能量均匀地分布到探测器的光敏面上,改善望远镜和光度计视场的均匀性,减小导星误差可能造成的不利影响,防止能量过分集中到探测器光敏面的局部区域,避免局部的损伤。

在场光学系统中,设主镜口径为  $D$ , 焦距为  $F$ , 探测器光敏面直径为  $d$ , 则所要求的场透镜的焦距近似为  $f = \frac{F}{D} \cdot d$ , 透镜的直径大于有效光栏的直径<sup>[1]</sup>。

天文用近红外光度计通常用碲化镉作探测器,工作波长范围为  $1\sim 5.5\mu\text{m}$ 。由于波长覆盖较宽,用单透镜做场镜会带来色差,为此,用凹面反射镜作场镜<sup>[2]</sup>。

## 二、凹面反射镜光学系统

凹面反射镜场光学系统没有色差,但由于探测器不能置于入射光路上,光轴必须由反射镜偏转一个角度。这时凹面镜的光学反射面成为凹椭球面,它有子午面曲率半径  $r_m$  和弧矢面曲率半径  $r_s$ 。如果要求场光学系统有等值焦距  $f$ , 光轴的偏转角定为通常所采用的  $90^\circ$ , 则要求  $r_s = 2\sqrt{2}f$ ,  $r_m = \sqrt{2}f$ , 其原理和安装情况如图1所示,这种场光学系统原则上适用于各种波长,性能也较稳定,实验结果满意。但这种反射系统加工和调整相当困难。

---

本文 1985 年 1 月 2 日收到。修改稿 1985 年 6 月 11 日收到。

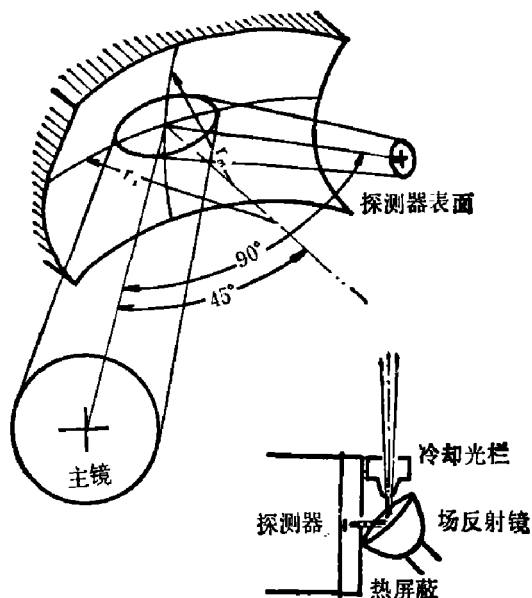


图1 凹面反射镜场光学系统的原理和安装  
Fig. 1 Hollow mirror field-optic

### 三、性能测量及结果

测试装置图见图2。被测的场反射镜系统是为天文红外光度计设计的，视场特性要求与  $f/8$  的望远镜相适应。由于在实验室无法用简单的方法组成一个  $f/8$  的反射光学系统，测试采用了模拟的办法，在主镜的位置放置一个可看作点源的黑体(直径0.6 mm)，并让它在  $X$  与  $Y$  方向作类似电视光栅的两维扫描，在视场边缘信号变化的梯度就反映了反射式场镜的聚焦好坏，而视场的宏观特性就表示了系统调整的优劣，这从图3可以清楚地看出。

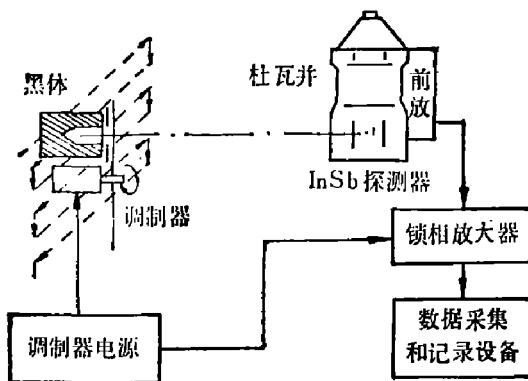


图2 测量装置方框图  
Fig. 2 Schematic diagram of the measuring arrangement

凹面反射镜参数：材料为铜，光学反射面镀金， $r_m=5.64$  mm， $r_s=11.28$  mm，等值焦距  $f$  为 4 mm，镜面的直径约 10 mm。

实验结果，场反射镜系统调整得较好和调整得不好时的两维视场特性见图3。

调整得较好的场反射镜系统和整个红外光度计安装在  $f/8$  的望远镜上。让红外源沿赤经方向缓慢移动，通过望远镜的视场所测得的真实的视场特性见图4，信号出现正负两个方向是光度计在赤经方向的调制造成的。

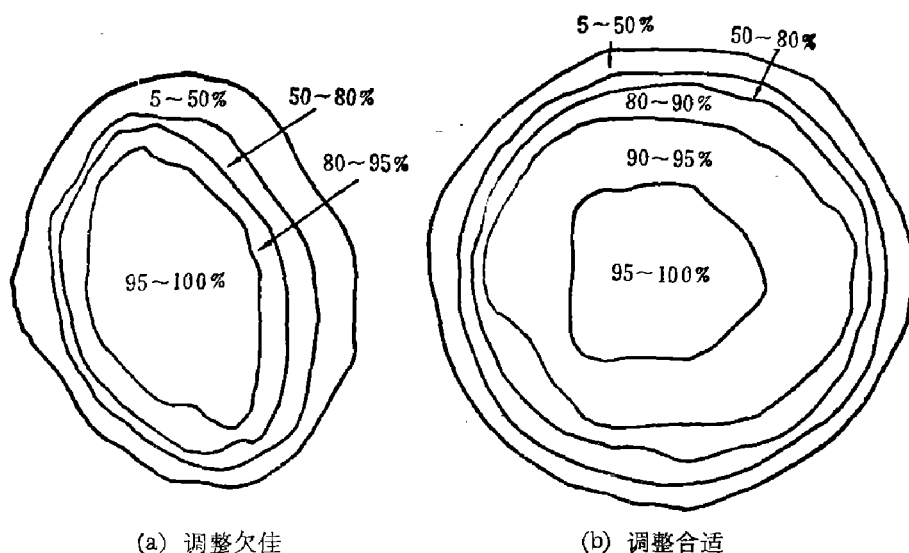


图3 凹面反射场镜系统视场特性

Fig. 3 Two-dimension view-field of the hollow mirror field-optic system, the optimum-adjusted (right) and the insufficient-adjusted (left).

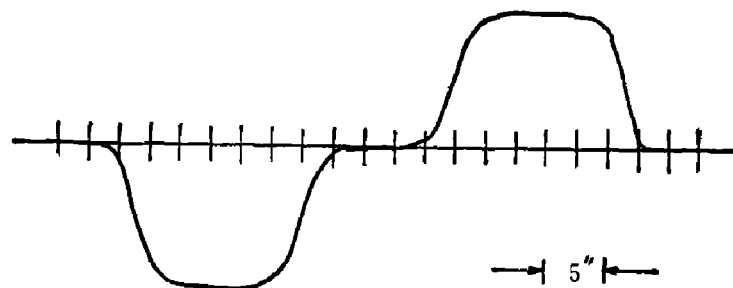


图4 在望远镜上测得的凹面反射场镜系统的视场特性

Fig. 4 View-field profile of the hollow mirror field-optic system on telescope

致谢——作者感谢西德马普天文研究所 Dr. Hefele 在试验中所提供的方便和帮助。

### 参 考 文 献

- [1] Michlovic J., *Appl. Opt.*, **11** (1972), 490.
- [2] Eabner K., in *Handbuch der Physik*, Bd. 29, Springer-Verlag, Heidelberg, 1967.
- [3] Schulte in den Bäumen J., *Dissertation, Univ. Heideiberg*, 1978.

## APPLICATIONS OF FABRY-OPTIC IN THE INFRARED ASTRONOMICAL PHOTOMETERS

QIAN ZHONGYU

(Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica)

### ABSTRACT

The characteristics and the constructions of a hollow mirror system, one of the field-optics systems used in the infrared ( $1\sim 5.5\mu\text{m}$ ) astronomical instruments are mentioned.