

激光定位系统的随动控制太阳伞

卫丕昌 凌伟

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

摘要: 论述了随动太阳伞的光学原理、传动原理, 用图片展示了实物, 试验现场和试验效果。

关键词: 激光定位系统; 随动控制; 太阳伞; 日全食

1 引言

用 CCD 器件和鱼眼物镜(见图 1)等部件构成的激光设备, 全天候的凝视着水平面以上, 2π 立体角的空间。当太阳在天空, 无云遮掩时, 在监视器的显示屏上, 太阳的像及其晕条, 完全复盖了屏幕; 实质是溢出的光电子充满了绝大部分 CCD 象元, 至使 CCD 不能敏感来袭的激光信号。抑制日光干扰, 成为必须解决的课题。为此应用日全食原理和经纬仪传动原理, 研制成功的随动太阳伞装置, 如图 2 所示。

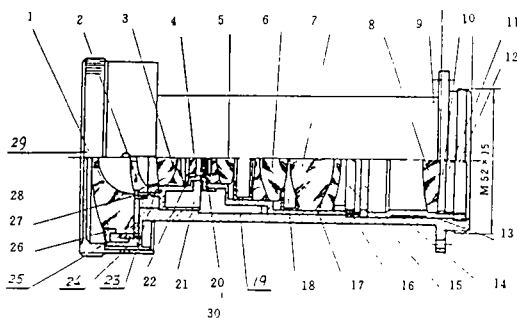


图 1 鱼眼物镜

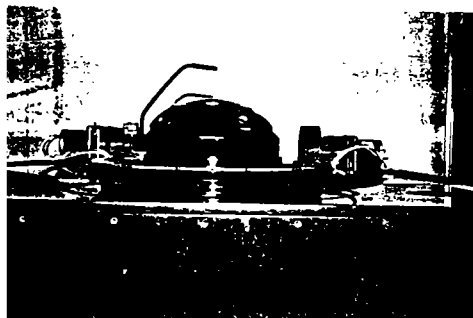


图 2 随动太阳伞装置(主视图)

2 日全食原理的应用

在图 4 中, S 、 T 和 M 分别表示太阳、地球和月球。显然, 只有在 PP 两点间的区域内, 太阳才为月球完全遮住。即在月球影锥内才是日全食。而在 OP 和 $O'P'$ 区域内, 即在月球半影锥内是日偏食。日食原理应用到太阳伞上, 直径 PP 相当于鱼眼物镜的入瞳直径。因此, 只要有一

障碍物,其影子的尺寸大于入瞳直径,那么在象面处的 CCD 上,就不会有直射阳光。

3 太阳伞的直径

在图 5 中, $AB=a$ 是鱼眼物镜的入瞳, $a=3.24\text{mm}$; $\angle B'BD=\beta$ 是太阳视角的半角, $2\beta=32'$; $B'B=L$ 是太阳伞到入瞳的距离, $L=58\text{mm}$ 。求太阳伞的直径 $CD=?$

在图 2 中, $CD=A'B'+CA'+B'D'$, $A'B'=AB$, $CA'=B'D$ 。在直角三角形 $\triangle DB'B$ 中,

$$\because B'D=B'B \cdot \text{tg}\beta=L \cdot \text{tg}\beta$$

$$\because B'D=0.27\text{mm}$$

$$\therefore CD \approx 3.8\text{mm}$$

也就是说,有一球或棒的直径不小于 4mm ,它的影就可把鱼眼物镜的入瞳遮住,在 CCD 像面上没有直射日光。由于光电控制上的需要,将太阳伞作成圆心角 90° 弧形,中空,外径 6mm 。对鱼眼物镜的视场遮拦 $5^\circ 55'$, 对应于 $\Omega=8.4 \times 10^{-3}$ 立体角*, 占半球空间 2π 立体角的 0.13% 。

4 太阳伞的传动原理

经纬仪的方位和俯仰轴,可以保证其望远镜的光轴,指向水平面以上,半球空间的任何方向;以此原理设计的随动太阳伞装置,亦有这种特点。可在地球各地使用,而不受限制。实物如图 2 所示。在图 2 中,深绿色部分为随动太阳伞。左边的步进电机和谐波减速器相连;减速器输出轴上,斜伸的杆就是太阳伞。该步进电机使太阳伞在高低方向转动。

右边步进电机通过谐波减速器和锥齿轮付相连接,实现方位传动。高低和方位的合运动,使太阳伞可遮拦天空任意处的直射阳光。

5 基本参数

(1)36BF 002 I 型步进电机的步距角为 3° ; (2)谐波减速器速比 $1:80$, (同高低速比); (3)方位速比 $1:351.5$; (4)高低传动灵敏度 $2'15''/\text{步}$; (5)方位传动灵敏度 $31''/\text{步}$; (6)太阳角速度 $15''/\text{每秒钟}$ 。

6 太阳伞的试验现场

94 年 7 月 15 日下午 1 点至 3 点,在长光所 218 楼西侧进行了太阳伞的试验。

* $\Omega=2\pi[1-\cos(\alpha/2)]$



图 3 日食原理

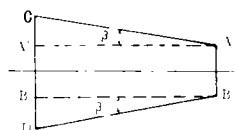


图 4 求太阳伞的直径 CD

当太阳光直接进入鱼眼物镜时, 监视器上出现如图 6 所示的太阳的像和大量光电子溢出而形成的晕条。

而当太阳伞遮住直射日光时, 太阳的像和晕条消失(见图 7); 在方形波门内, 仅有为日光照得很亮的云的像, 不影响告警设备的正常工作。因为, 设备具有的实时图像相减功能, 可将其

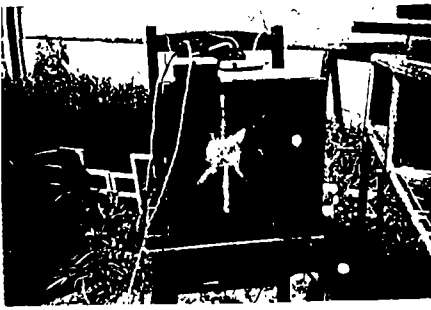


图 5 太阳的象与晕条

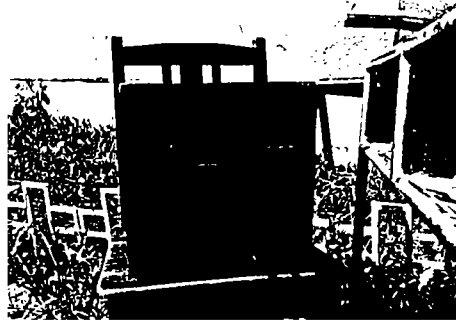


图 6 太阳伞挡住了直射日光

消除“干净”^[2]。

7 结 论

- (1) 太阳伞直径的选择适当;
- (2) 随动太阳伞传动系统设计正确;
- (3) 对消除日象及其晕条的效果明显。

参 考 文 献

- [1] 石延汉等译, 伊·夫·包拉克著, 普通天文学教程. 北京: 商务印书馆, 1954
 [2] 于前洋等, 激光侦察告警设备研制报告. 长春光机所, 1992

Servocontrol Solar Umbrella of Laser Locating System

Wei Pichang, Ling Wei
 (Changchun Institute of Optics and Fine
 Mechanics, Chinese Academy of Sciences,
 Changchun 130021)

Abstract

The optical and mechanical principles of the servocontrol solar umbrella are described. The equipment and experimental result are showed by photos.

Key word: Laser locating system, Servocontrol, Solar umbrella, Total eclipse