

# 光电跟踪测量系统中调光机构的设计

杨立保<sup>1</sup>, 李艳红<sup>2</sup>, 王晶<sup>1</sup>, 乔彦峰<sup>1</sup>

(1. 长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033; 2 长春理工大学, 长春 130022)

**摘要:** 光电跟踪测量系统主要用于发现并跟踪远距离运动目标。为了使该系统在复杂背景光照条件下正常工作, 必须对成像系统进行自动调光。本文阐述了调光系统的原理及结构组成, 通过将密度盘与可变光阑相结合的方式, 实现了自动调光控制。

**关键词:** 光电跟踪测量系统; 可变光阑; 密度盘

**中图分类号:** TB811<sup>+</sup>.13      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672 - 9870 (2007) 03 - 0010 - 02

## Light Adjusting System Design of Target Tracking & Optical Measure System

YANG Libao<sup>1</sup>, LI Yanhong<sup>2</sup>, WANG Jing<sup>1</sup>, QIAO Yanfeng<sup>1</sup>

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China; 2. Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China)

**Abstract:** The Target Tracking & Optical Measure System is used to detect and track targets far away. In order to make the system work normally in all weathers, the light adjusting control system is necessary for its image-forming system. The paper presents the operating principle and structure of the light adjusting system. To adjust light, this system uses light filter and the iris aperture adjustment together.

**Key words:** tracking & optical measure system; iris aperture; light filter

光电跟踪测量系统的主要任务是根据目标和背景光的亮暗变化, 经光学成像系统使焦面上的照度发生相应变化, 从而获得清晰的实况图像。在光学系统设计之初即以某一特定条件作为设计输入, 根据目标与背景的对比度和景物远近以及视场的要求确定焦距及相对孔径<sup>[1]</sup>。但是在有些条件下, 背景光是变化莫测的, 尤其是在靶场和航天测量过程中有很多不确定因素无法事先验证。为了克服天空背景的多变性, 所以要求光学仪器具有调光功能, 以此来扩大光学仪器的动态调光范围<sup>[2, 3]</sup>。

### 1 理论基础

对于图像接收器, 曝光量代表光敏面所接收到的总辐射量, 用  $H$  表示, 它是光敏面所受光照度  $E$

和曝光时间  $t$  的乘积, 即

$$H = Et \quad (1)$$

一般把光照度  $E$  表示成

$$E = qL\left(\frac{D}{f'}\right)^2 \quad (2)$$

式中,  $q$  为成像系统的特性参数, 表示系统中除相对孔径以外影响像面照度的因子;  $L$  为景物的光亮度。

由于系统在室外环境中使用, 其光学系统物面在无穷远,  $E$  可表示为

$$E = \pi L \tau \sin^2 U'_{\max} \frac{\pi L}{4} \left(\frac{D}{f'}\right)^2 \quad (3)$$

式中,  $\tau$  为光学系统透过率。

光学系统入瞳直径  $D$  与可变光阑直径  $d$  之间的关系为

收稿日期: 2007 - 03 - 03

基金项目: 中科院创新基金 (C02N021)

作者简介: 杨立保 (1972 - ), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事光电跟踪测量仪器方面的研究, E-mail: yanglibao228@163.com。

$$D = \beta d \quad (4)$$

式中,  $\beta$  为可变光阑通过它前边的光学镜组成像时的垂轴放大率。

由于可变光阑放在孔径光阑的位置, 所以有

$$H = \frac{\pi L}{4} \left( \frac{\beta d}{f'} \right)^2 t \quad (5)$$

由上式可知可以通过调整系统透过率  $\tau$  和可变光阑直径  $d$  以及曝光时间  $t$  而达到改变光敏面所接收的总光通量  $H$  的目的。它们分别对应滤光片调光, 可变光阑调光及摄像机本身自带的电子快门调光。滤光片调光又分为连续调光和分档调光两种。密度盘就是滤光片连续调光的一种形式。可变光阑调光是通过改变入瞳口径来改变相对孔径实现调光的, 主要是限制通光量。相对孔径是光学系统中非常重要的参数, 它的改变还涉及到分辨率等参数的变化。电子快门调光是通过光照的积分时间来改变像面照度的。

## 2 调光系统设计

本系统主要由光学系统、可变光阑、密度盘、像面附近的光敏电阻、带电子快门的摄像机、随动触发系统等组成, 系统组成框图如图 1 所示。

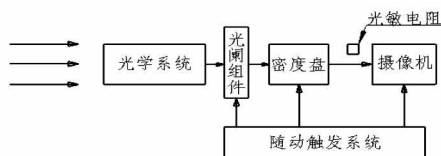


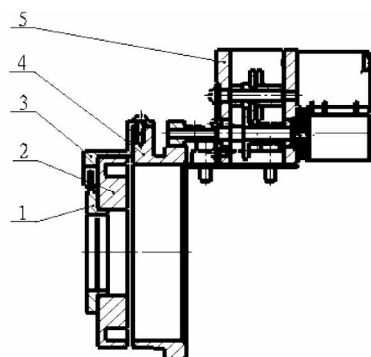
图 1 调光系统组成框图

Fig.1 adjusting light system diagram

其工作原理是：在光学系统的适当位置放置一个光敏电阻, 实时监测进入光学系统的光能量, 并将光敏电阻输出的电压信号转变为控制信号, 控制相应电路实时调节可变光阑孔径大小和密度盘的透过率。通过改变光阑孔径大小和密度盘来控制照射到摄像机光敏面的光照度：当光强度增大时, 相应转动密度盘逐渐降低透过率。当密度盘的调光作用不足以降低光照度时, 由随动触发系统发出指令控制可变光阑, 该指令带动可变光阑通光口径的减小。相反地, 当光强度减弱时, 逐渐增大密度盘的透过率, 当密度盘的全透位置都不足以增大光照度时, 以同样的随动触发系统发出指令控制可变光阑, 驱动可变光阑增大通光口径使更多的光线进入光路。在这一系列调整过程中, 光敏电阻监测的光照度经光电转换成的控制信号起到了中枢控制的作用。根据上述原理, 设计了相应的机构, 可变光阑调

光组件由五部分组成, 如图 2 所示

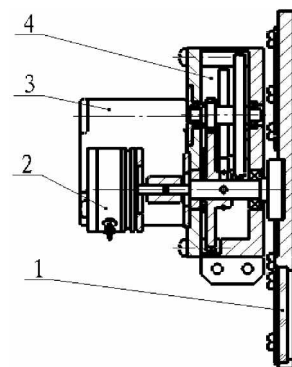
滤光片调光组件由四部分组成, 其中滤光片为一环形, 透过率渐变, 如图 3 所示



1.可变光阑 2.光阑座 3.拨叉 4.光阑大齿轮 5.光阑驱动组件

图 2 可变光阑调光组件

Fig.2 iris aperture adjusting light system diagram



1.滤光片 2.电位器 3.步进电机 4.齿轮箱体

图 3 密度盘调光组件

Fig.2 ilight filter adjusting light system diagram

## 3 结论

本文论述了在跟踪运动目标的过程中, 为了适应变幻莫测的背景光亮度, 在光学系统焦面上获得基本恒定的背景光照度的一种调光方法。该方法的特点是, 首先通过光敏电阻监测经过光学系统后的光能量, 并在光路中设置具有不同滤光作用的滤光组件, 通过一套控制系统协调各部件的动作, 有效地提高系统光通量的动态范围。

### 参考文献

- [1] 张以谟 应用光学 [M] 北京 机械工业出版社, 1982.
- [2] 张明慧, 张尧禹, 乔彦峰 高精度光电跟踪设备主摄影自动调光机构的研究 [J] 光电子技术与信息 2003, 10(16): 21 - 23.
- [3] 金龙旭, 吕增明, 熊经武. CCD 摄像机全自动调光系统. [J] 光学精密工程, 2002, 12(10): 587 - 590.