

光圈性能测试系统的总体设计

魏英智, 张琳

黑龙江科技学院数力系, 哈尔滨 150027

[摘要] 系统解决了设定指定光强, 以及光强连续变化、目标景像高照度模拟、目标图像高分辨率采集等问题。介绍了光圈性能测试控制系统的硬件组成和功能及软件的结构, 对电气控制部分和光学耦合系统的设计进行了详细的讨论。该装置已经通过用户验收, 实践表明: 各项性能指标均符合要求, 使用效果良好且性能稳定可靠。

[关键词] 光圈; 性能测试; 总体设计; 光学耦合系统; 图像照度

[中图分类号] TH741

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)05-0053-03

The Master Design of a Test System for Aperture Performance

WEI Yingzhi, ZHANG Lin

Department of Mathematics and Mechanics, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China

Abstract: The test system should be able to set the light intensity to a fixed value, to tune the light intensity continuously, to simulate the object image's high illumination and to obtain the object's images with high frequency. The functions, the hardware structure and the software structure of the test system for aperture performance are presented in this paper, and the designs of electric controller and optics coupling system are discussed in detail. The device has already been checked and accepted by its clients. It is shown that all performance specifications can meet clients' need, in a stable and reliable way and good results are obtained.

Key Words: aperture; performance test; general design; optics coupling system; image illumination

CLC Number: TH741

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)05-0053-03

0 引言

随着 CCD 摄像机的普及, 无论军用还是民用, 都急需 CCD 摄像机参数测试仪。我国在电视制导引头光学舱中或机载光学吊舱中 CCD 摄像机参数测试技术方面还是一项空白。本项目就是解决电视制导引头光学舱中或机载光学吊舱中 CCD 摄像机参数的测试问题。光圈性能测试台用于在实验室条件下完成对电视系统环境光照度适应范围的测试, 通过该设备可考核电视摄像系统的如下性能: ①电视系统调光功能; ②完成调光所需时间; ③在规定的光照范围内电视成像效果。

在方案中应用了大量的课题组曾经成功应用过的成熟技术, 可解决设定指定光强, 以及光强连续变化、目标景像高照度模拟、目标图像高分辨率采集等问题。本光圈性能测试仪具有图像质量高、光强可调范围宽、技术先进成熟的特点, 有广泛的应用前景。

1 系统总体组成及工作原理

系统由控制及数据处理计算机、光学耦合系统、测试图、光强调节器、直流光源、精密直流电源及照度传感器组成, 控制及数据处理计算机由高性能工控机、视频采集卡、多轴电机控制卡及模拟量输入输出卡组成, 如图 1 所示。

系统的工作原理是: 首先选择合适的光学耦合系统, 使之与电视摄像机相匹配, 保证电视摄像机可观察到清晰的图像与合适的视场 (本方案采用 2 组定焦系统满足 2° 和 8° 的视场范围); 然后通过控制及数据处理计算机发出指令, 调整直流光源与光强调节器, 使之产生符合要求的照度, 将测试图照亮, 被照亮的测试图像, 经光学耦合系统在电视摄像机上清晰成像; 电视摄像机将测试图的视频信号实时传送给控制及数据处理计算机, 计算机对所采集的视频信号进行处理, 从而得

收稿日期: 2006-11-07

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究项目 (10553085)

作者简介: 魏英智, 女, 哈尔滨松北区糖厂街 1 号黑龙江科技学院数力系, 副教授, 研究方向为物理、自动化控制;

E-mail: weiyingzhi1129@163.com

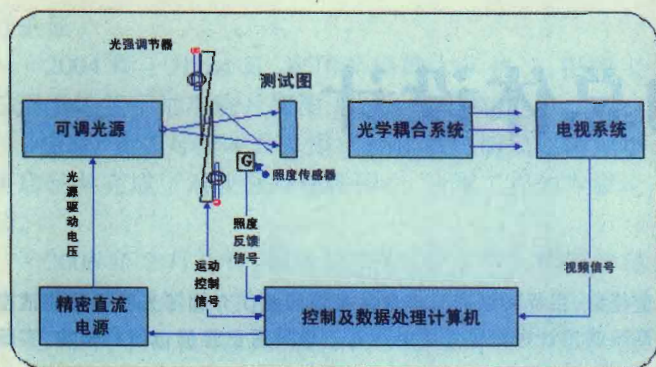


图1 系统组成框图

Fig. 1 Block diagram of the system

出响应时间及分辨率等测试结果。

2 主要部分硬件设计

2.1 光学耦合系统设计

光学耦合系统的作用是保证电视摄像机始终清晰地观察到测试图上的可视图像。本方案采用2组定焦系统满足 2° 和 8° 的视场范围。出瞳在光学耦合系统前方。出瞳距大于要求值。当要求某一视场时手动换上相应的定焦系统即可。光学耦合系统光路原理见图2。

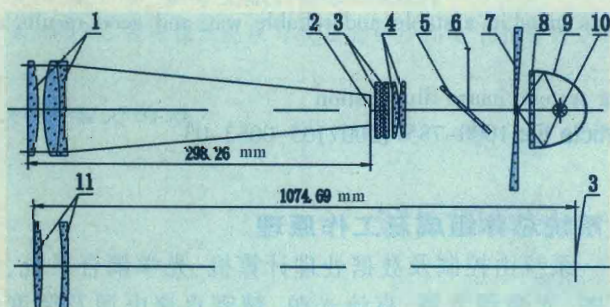


图2 光路原理图

Fig. 2 Configuration of optical path

注: 1—大视场物镜; 2—国标测试图; 3—复眼透镜; 4—照明聚光镜; 5—反射率为5%的平面反射镜; 6—检测用照度计; 7—光能衰减双光栅; 8—石英保护玻璃; 9—椭圆反光镜; 10—150W金属卤灯; 11—小视场物镜。

经设计计算小视场在 2° 范围之内能分辨 $(2 \times 60 \times 60) / 3.49 = 2063$ 条线, 远高于CCD的分辨率。计算MTF得: 1° 视场为0.651; 0.85° 视场为0.702。

2.2 电气控制部分设计

2.2.1 电气控制原理

电器部分控制原理如图3所示。

2.2.2 照度控制系统

照度控制系统是本系统的重要组成部分, 所有的测试均需要在精确、稳定的照度条件下完成。本系统的一个重要设计问题就是要实现图像照度的大范围、高精度调整。

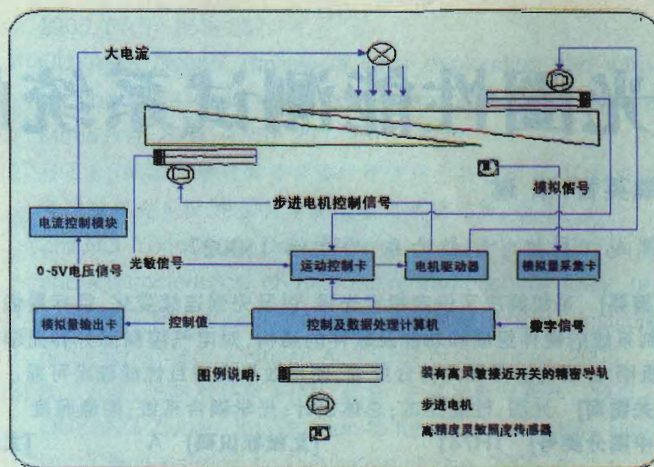


图3 电气部分控制原理图

Fig. 3 Control schematic of electrical part

因为本系统最高照度要求达到 $120000\text{lx}^{[1]}$, 所以首先要提供一个高稳定性、高亮度的基准光源。考虑到直流光源经过一定时间的使用后会产生效率衰减, 采用直流光源供电电压的动态可调设计。为直流光源提供电源的电流控制模块受计算机控制。在需要对基准光源进行调整时, 计算机软件可以实现光源的自动校准, 保证其稳定精度。原理框图如图4所示。

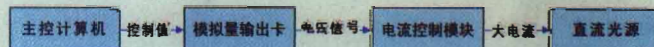


图4 精密光源的控制原理框图

Fig. 4 Control chart of precision light source

由于直流光源的效率衰减是微量的, 这就要求控制电压要有高的输出分辨率, 本文设计输出分辨率为12位D/A, 控制范围0~5V, 控制电压可以精确到2mV。而电流控制模块为精密直流可调的线性电源, 实现线性连续无级调整^[2]。

在基准光源稳定的情况下, 通过光强调节器实现照度调整, 如图5所示。

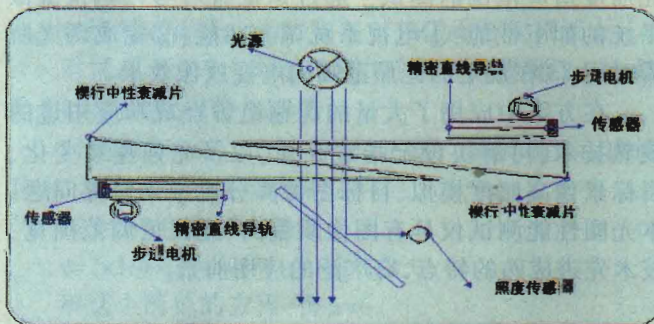


图5 光强调节器结构图

Fig. 5 Structure chart of light intensity regulator

由驱动电机驱动精密直线导轨带动楔形中性衰减片相对运动^[3],光线通过中性衰减片,实现光强调整。导轨端的传感器用于确定楔形中性衰减片参考零点的位置,当楔形中性衰减片处于该位置时,测试仪输出的光强应为 120 000lx,通过这一点一方面可以进行基准光源的校准,另一方面计算机以这一点的位置初始化系统,以后楔形中性衰减片的位置调整均以此处为基准。在调整过程中,照度传感器将直流光源的光强值反馈给计算机,计算机据此数据及设备调试时实测的照度-位置定标数据,确定楔形中性衰减片应处的位置,通过电机带动其在规定的时间内在该位置定位。然后,依据照度传感器的反馈值进行设置值与实际值的比较,如果偏差超出精度要求,计算机则进行进一步的调整。

2.2.3 控制及处理计算机

控制及处理计算机由工控机、高速视频采集卡、多轴电机控制卡、模拟量采集卡、I/O 输出模块及相应的软件组成。本系统中所有参数的测试,都可利用工控机及相应的软件,勿需用眼进行判别,所以测试结果更具客观性、准确性。

3 软件控制部分设计

3.1 程序架构

如图 6 所示,软件根据功能进行模块划分,包括主控程序模块、照度控制模块、模拟量采集与输出模块、图像采集存储模块和图像处理模块。主控程序通过模拟量采集与输出模块对直流光源进行微调控制,使用通过模拟量采集卡获得的照度值对照度进行调节,照度的控制是通过照度控制模块实现的,设置的目标照度通过照度拟合公式转化,计算得到需要的电机行程,电机控制模块通过驱动器驱动电机到达目标位置,完成照度控制;图像采集存储模块负责采集电视摄像机生成的视频图像,实时进行存储;图像处理模块则完成

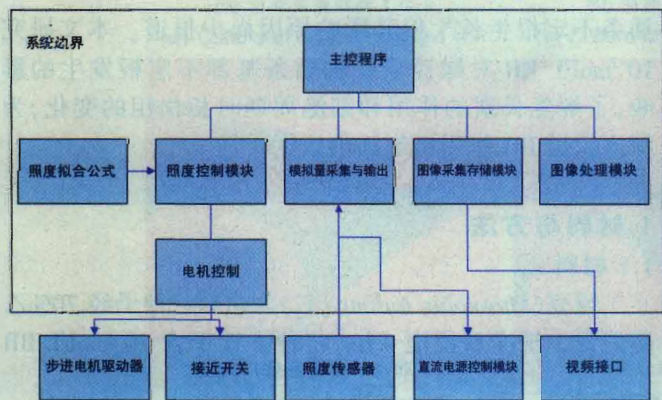


图 6 程序框架图

Fig. 6 Program framework chart

采集图像的部分处理工作,给出相应的分析数据与测试结果。

3.2 界面设计

图 7 是软件设计的构思界面,程序用 VC6.0 开发,采用 Windows 标准界面样式,根据测试的不同,给出相

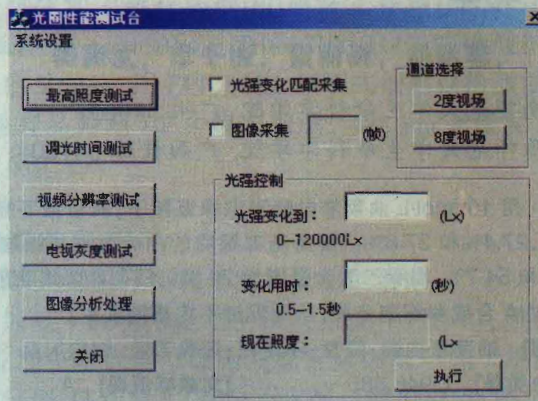


图 7 界面图

Fig. 7 Interface diagram

应的测试环境和输入。为了满足光源的稳定性要求,设计了照度校准功能,在系统设置中进行照度校准。

4 结束语

在充分分析《光圈性能测试台技术协议》的基础上,参照课题组以前完成的设备情况,广泛收集国内外同类产品资料,总体设计光圈性能测试台,进行了反复对比与论证,在以上总体设计思想的指导下,进行了各个部分的设计,取得了良好的整体效果,现已研制成功并交付使用。经用户使用证明:该装置的设计方案正确、技术指标已达到或超过合同要求,为测试光圈性能提供了良好的手段,相关技术如直流光照度传感器的研究、精密直流电源和控制及处理计算机方面的研究都能为相关科学研究提供有益的借鉴。

参考文献 (References)

- [1] 朱小清主编. 照明技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004. ZHU Xiaoping ed. Illuminate technology manual[M]. Beijing: China Machinery Industry Press, 2004
- [2] 陈中柘. 光源精密测控系统的研究[J]. 计量与测试技术, 2005, 32(10): 36-37. CHEN Zhongshi. The research of the measurement & control system for light source [J]. Metrology & Measurement Technique, 2005, 32(10): 36-37.
- [3] 康为民, 关英姿. 可见光光学目标模拟器的研制[J]. 光学技术, 2000, 26(3): 282. KANG Weimin, GUAN Yingzi. Development of a visible - light optical target simulator [J]. Optical Technique, 2000, 26(3): 282.

(责任编辑 齐志红)