文章编号 :1001-5078(2004)03-0231-02

驾束制导仪激光束散角的数字化检测方法研究

李 刚[1] ,董 伟[1] ,徐春梅[1] ,许 辉[2] ,袁智江[2] ,李英华[1]
(1. 军械工程学院 光学与电子工程系 ,河北 石家庄 050003 ;
2. 驻扬州地区军事代表室 ,江苏 扬州 225009)

摘 要:介绍了一种出射激光束散角的数字化检测方法 ,计算机通过采集一定时间间隔内激光光斑图像 ,在计算机中计算出各时刻的光斑大小 ,拟合出连续的束散角变化曲线。给出了实验装置和工作原理以及在计算机中进行数据处理的方法。

关键词:驾束制导 ;束散角 ;数字化检测
中图分类号:TJ765. 2 ;TP206 **文献标识码**:A

Study on Digital Method to Measure Divergence Angle of Laser Beam Rider Guidance

LI Gang[1] , DONG Wei[1] , XU Chun-mei[1] , XU Hui[2] , YUAN Zhi-jiang[2] , LI Ying-hua[1]
(1. Department of Optics and Electronics Engineering , Ordnance Engineering collge , Shijiazhang 050003 ,China ; 2. Post 110 , Yangzhou 225009 , China)

Abstract: The digital method to measure the laser divergence angle is introduced. By using CCD to grasp faculae at invariable time-interval , radiuses of these faculae are calculated , and the fitted continuous curve of divergcnce angle is given with computer. The experimental device , principle and date processing method are illustrated.

Key words: laser beam rider guidance ; divergence angle of laser beam ; digital measurement

1 引 言

激光驾束制导是利用激光束引导导弹飞向目标的。基本工作过程是 ,激光照射器先捕捉并跟踪目标 ,给出目标所在方向的角度信息 ,然后经火控计算机控制导弹发射架 ,以最佳角度发射驾束导弹 ,使它进入激光波束中。弹上接收器接收到直接照到弹上的激光信号 ,解算出弹体轴线与激光束轴线的偏离方向和大小。控制系统操纵舵面改变弹的飞行方向 ,从而使弹体轴线顺向激光束轴线。在这个过程中 ,因目标运动 ,激光照射器要不停地跟踪目标 ,并且保证弹在激光束内飞行。因此 ,驾束制导所用的激光器多为连续或高重频激光器。为了保证弹始终在一定口径的激光光场中飞行 ,要连续改变激光束散角。其光学系统都有变焦装置 ,由时控电路操纵 ,在弹进入光束时 ,能使激光束张开 ;随着弹向目标飞行 ,能使光束逐渐收缩 ,从而使弹所在处的激光光斑或扫描范围保持不变。这样可以使弹上接收器输出的信号只与弹偏离激光束中心的误差大小成比例 ,而与弹距离激光器的远近无关。而且 ,逐渐收缩的光束 ,还有利于提高命中目标的概率[1 ,2] 。

因此 ,制导装置的激光束散角是决定制导精度的一个很重要的指标。传统检测束散角的方法是套孔法和反射靶板法。套孔法是通过控制小孔孔径 ,使通过的能量占总量比值的 86 % ,则认为此时小孔的直径是激光的口径。反射靶板法是在一定距离上放置感光靶 ,将激光束照射靶板 ,再测量激光灼伤光斑的大小。这两种方法的检测精度较低 ,操作不便。CCD 技术和计算机技术的发展使出射激光束散角的数字化检测方法成为可能 ,本文给出了这种检测方法的实验装置、原理和数据处理的方法。

2 实验装置及原理

系统的基本结构如图 1 所示。被检测制导仪发出连续激光 ,由 CCD 物镜聚焦后成像在 CCD 光敏面上。计算机控制采集卡按照一定时间间隔采集光斑图像 ,由计算机完成对光斑图像的处理和束散角的计算 ,然后实时输出测试结果[3 ,4] 。

该实验装置必须要解决两个问题。一是 CCD

作者简介:李刚(1973 -) ,男 ,讲师 ,硕士 ,主要从事光电装备智能化检测方面的研究。E-mail :ligpec @fescomail. net
收稿日期:2003-12-01

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

物镜前的滤光片透过率的确定。因为制导仪的输出激光能量非常强,所以必须通过试验选取合适透过率的滤光片。二是摄像机的同步控制问题。因为测试的是连续激光信号,在不同时刻采集光斑图像,所以必须选取能同步控制的 CCD,使计算机得到不同时刻激光束的光斑图样。

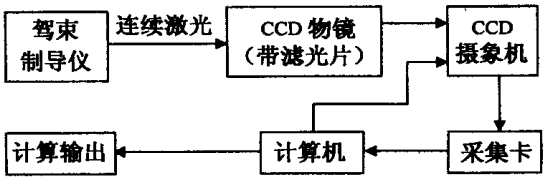

图 1 测试系统框图

系统的基本光路如图 2 所示。CCD 光敏面放在 CCD 物镜的像方焦平面上,制导仪发出连续激光进入 CCD 透镜,经会聚后成像。由于激光脉冲是发散的,所以在像方焦平面上得到的是实时的光斑图样。对于发散角度不同的激光信号,得到的光斑大小是不同的。计算机控制采集卡在一定时间间隔内连续采集多幅光斑图像进行分析。

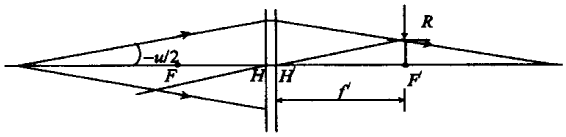

图 2 测试系统光路图

根据图示的光路,可以得到 CCD 物镜像方焦平面上的光斑大小和待测的束散角的关系式:

$$u = -2R/f' \tag{1}$$

式中:u 为待测激光的束散角,f 为 CCD 物镜的焦距,R 为 CCD 物镜焦平面上得到的光斑半径。

3 质心法确定光斑中心

欲确定光斑大小,首先要确定光斑中心位置。由于激光光斑没有明显的边缘,也不一定为准确的圆形,所以横向扫描法不能准确确定其中心。而用质心法可以准确确定不规则形状的中心位置[4]。

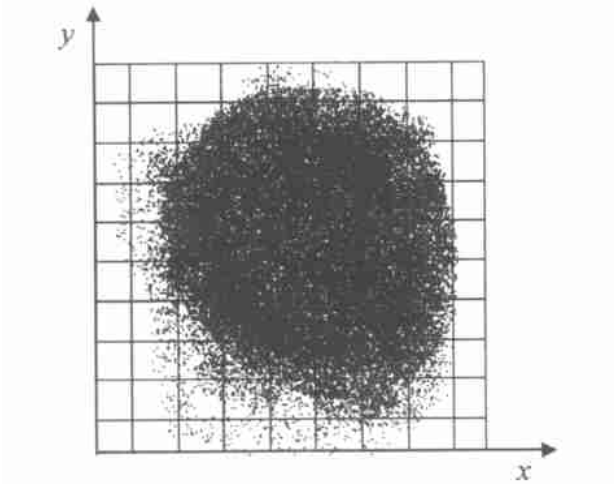

图 3 CCD 光斑图样

如图 3 所示,设 x 方向像素数为 I,y 方向像素数为 J,各像素对应的灰度值为 $M(i,j)$,则光斑中心位置为:

$$\begin{cases} x = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} iM(i,j) \Big/ \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} M(i,j) \\ y = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} jM(i,j) \Big/ \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} M(i,j) \end{cases} \tag{2}$$

4 微分法确定光斑半径

如图 4 所示,对于不均匀分布的光斑图样,求出光斑中心 $o(x,y)$ 后,以 o 为圆心,在半径 r 处,做宽度为 a 的园环,通过计算该环带的灰度密度分布 ρ,可以求出光斑半径 R。

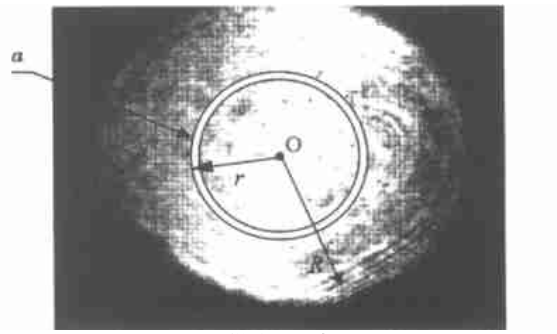

图 4 微分法示意图

$$\rho(r) = \frac{\int_{r-a/2}^{r+a/2} M(r)\,dr}{\int_{r-a/2}^{r+a/2} 2\pi r\,dr} \tag{3}$$

根据计算出的密度分布 ρ,可以得到 ρ- r 的关系如图 5 所示。在计算机中求出修正值,由该图即可得出对应的光斑半径 R[5,6]。

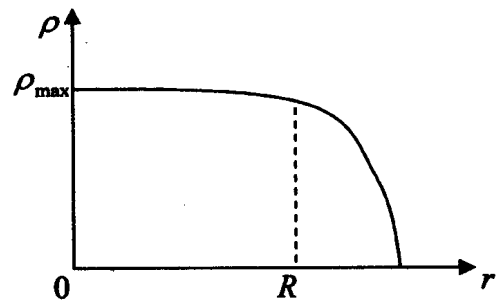

图 5 ρr 关系图

5 讨 论

对采集到的激光光斑图样,用质心法确定中心位置,微分法确定光斑半径,从而实现出射激光束散角的数字化检测,具有较高的精度。该检测方法不须调整复杂的光路,自动化程度高,具有较好的实用性,采集到的光斑图样可以进一步的分析和保存。

参考文献:

[1] 李宝平. 精确制导技术在未来制导兵器发展中的应用预测(二)[J]. 红外与激光工程,1996,25(3):54 - 60.
[2] 王永仲. 现代光学技术[M]. 北京:科学出版社,1999.
[3] 王永仲. 智能光电系统[M]. 北京:科学出版社,1999.
[4] DALSA. Applications of high speed A/D in CCD imaging [A]. DALSA 1998 - 1999 DATABOOK[M]. 1999.
[5] 吕海宝. 激光光电检测[M]. 长沙:国防科技大学出版社,2000.
[6] 王润生. 图像理解[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1998.

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net