

·光电系统与amp;设计·

激光平行光幕光能分布均匀性测量研究

刘新刚, 李仰军, 高 健

(中北大学信息通信工程学院, 山西 太原 030051)

摘 要:激光平行光幕用途广泛,可以用来测量物体的直径,弹丸的速度、坐标、弹丸着靶密度等.光幕面内光能分布不均匀使得计时误差较大,直接影响测量精度.光幕光能分布均匀性的测量主要是为研究更大规模的光幕靶和密集度靶提供必要的准备和理论基础,有助于提高光幕测试的精度.从理论上介绍了激光光斑能量分布情况,对激光平行光幕的设计原理进行了说明,完成了激光平行光幕光能均匀性的测量实验,并使用 origin 软件对测量数据进行了分析.实验结果与理论分析相符,证明了测量方法的可行性.

关键词:激光光幕;光能分布;均匀性;测量方法

中图分类号:O436

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2010)05-0012-03

Research for Measuring the Energy Distribution Uniformity of Laser Parallel Light Curtain

LIU Xin-gang, LI Yang-jun, GAO Jian

(Institute of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: Laser parallel light curtain can be extensively used to measure the diameter of the object, the velocity and coordinate of the projectile, the density of projectile in target etc. The uneven distribution of light energy made timing error, directly influencing the accuracy of measurement. The measurement of the uniformity of light energy distribution mainly provides data preparation and theoretical basis for the study of larger screen and dense target, and improves the precision of the curtain tests. The energy distribution of laser spot is introduced theoretically, the design principle of the laser parallel light curtain is explained, the experiment of measuring parallel light uniformity was completed, and the measurement data use of the origin software was analyzed. The experimental results are conformable to the theoretical analysis, the feasibility of the measurement method is proved.

Key words: laser light; the light energy distribution; uniformity; measurement method

光能量分布的均匀程度对测量精度有较大的影响,主要表现在:一是如果光幕面内光能量较小,就不足以使光电探测器响应;二是光幕面内光能分布不均匀使得计时误差较大,直接影响测量精度^[1].光幕的光能量可以通过选用大功率的激光器进行提高;而光能分布的均匀性是否满足测试系统的要求则需要对其进行测试.因此,需要设计一套测量光幕光能分布是否均匀的仪器装置.现有的测量方法需要使用专用的仪器进行测试,测试成本较高,测试周期较长.提出

的测量方法简单易行,所需仪器设备都为实验室常见的,大大降低了测试成本,提高测试效率.

1 激光平行光幕设计原理

1.1 菲涅耳透镜

菲涅耳透镜(Fresnel lens)是一种精密的光学系统,它是根据对接收灵敏度和接收角度的要求设计制

收稿日期:2010-07-29

作者简介:刘新刚(1984-),男,河北人,硕士研究生,主要从事光机电集成技术的研究.

造的,通常由聚乙烯材料注塑成薄纹片,再刻上精细的镜面和纹理.其技术精度要求甚高,优质透镜必须纹理清晰、表面光洁、厚度在 0.65 mm 左右.红外光的透过率应大于 65%.与传统的光学玻璃透镜相比,菲涅尔透镜具有质量轻、材料来源丰富、成本低、制作方便、口径大、厚度薄等特点^[2].实验中利用了菲涅尔透镜的平行聚焦特性,让光源从菲涅尔透镜的焦点发射,经过它之后形成一道平行光幕,如图 1 所示.

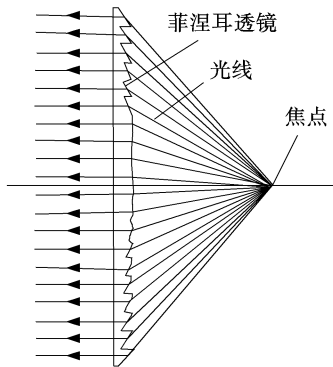


图 1 菲涅耳透镜光路图

1.2 平行光幕的设计原理

文中以绿光线状光斑半导体激光器作为光源,通过菲涅耳透镜,形成了激光平行光幕.原理图如图 2 所示.

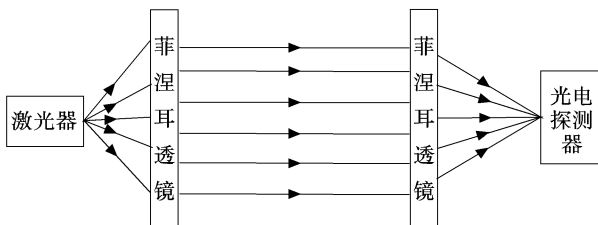


图 2 激光平行光幕原理图

线状光斑激光器发射的光经过菲涅耳透镜后,出射的转变成为平行光.光幕接收端同样使用一个菲涅耳透镜将光幕汇聚后,由光电探测器进行探测.文中就是要通过改变光幕光能量,使光电探测器的输出有变化,通过输出的变化电压来测量光幕光能分布的均匀性.

2 实验及分析

2.1 实验装置

实验所用器材如图 3 所示,将一个步进平台置

于光幕发射装置及接收装置之间,此步进装置上的旋钮每旋转一圈,步进装置的平台就有 1 mm 的横向位移.将不同直径的圆柱体放于步进平台上,圆柱体就会挡住部分光幕.随着步进平台的移动,圆柱体遮挡的光幕位置也产生变化,如果光幕光能分布不均匀,则光电探测器输出的电压值也将发生变化,这样就可测得光幕光能量分布是否均匀,如果不均匀,也可以直观地看出有多大的偏差.

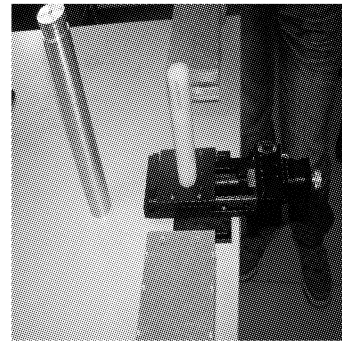


图 3 实验装置

图 3 所示的装置中,平行光幕宽 10 mm;放置的 2 个圆柱体的直径分别为 30 mm 和 40 mm;激光器采用充电电池供电;步进装置固定在试验台上,人为转动旋钮产生横向位移.旋转步进平台旋钮,每次产生 2 mm 的横向位移,移动一次记录一个电压值.记录完毕后更换不同直径的圆柱体重新测量一次,并将数据记录下来.

2.2 实验数据分析

通过对不同直径的圆柱体进行测量,由光电探测器输出两组不同的电压值,如表 1 和表 2 所示.

表 1 测量直径 40 mm 的圆柱所获电压值

0.420	0.417	0.415	0.413	0.411	0.41
0.408	0.406	0.404	0.403	0.402	0.401
0.400	0.400	0.400	0.400	0.399	0.400
0.402	0.402	0.404	0.405	0.405	0.406
0.408	0.410	0.412	0.413	0.413	0.414

表 2 测量直径 30 mm 的圆柱所获电压值

0.456	0.455	0.453	0.451	0.449	0.447
0.446	0.445	0.444	0.443	0.441	0.440
0.440	0.440	0.440	0.440	0.441	0.442
0.442	0.443	0.444	0.444	0.444	0.445
0.445	0.446	0.447	0.448	0.449	0.449
0.450	0.451	0.451	0.452	0.453	

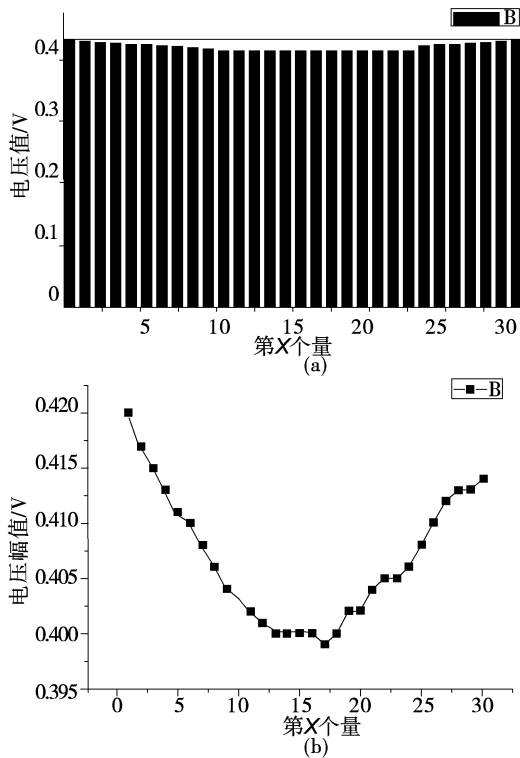


图4 测量直径40 mm的圆柱所获电压值的数据处理图形

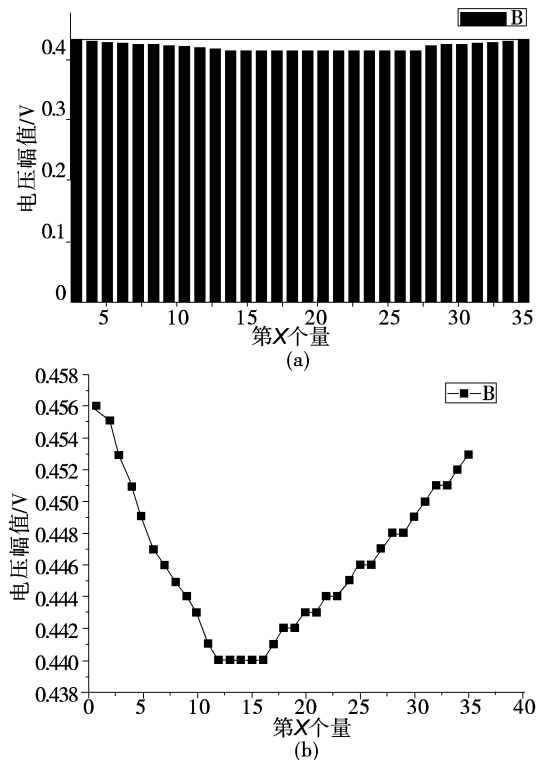


图5 测量直径30 mm的圆柱所获电压值的数据处理图形

上述实验数据通过 origin 软件进行处理得到如图4、图5所示。

从实验数据可以直观地看出,直径越大的圆柱体,挡光量越大,所获电压值越小,与理论分析相符.激光光源具有高斯分布的特点,理论上分析,光幕的中心光强要大于两侧光强.由图4b和图5b可以看出光幕中心位置光能分布最均匀,光强最强,光强分布近似满足高斯分布;由柱状图可以看出,整个光幕光能分布较均匀,偏差的数量级为 10^{-3} ,基本满足测试要求.

由于采用电池供电,随着时间的流逝,电池电量也在降低,导致激光光强也有所降低,因此所获电压值并不严格对称,导致所得数据图形并不以中心为轴对称.如果采用恒流源供电,则所得图形将更均匀.

3 结 论

使用线性激光器通过菲涅耳透镜形成的激光平行光幕能量分布具有较好的均匀性.电源电压的未定性直接影响光幕能量的均匀分布,因此在生成激光光幕时要使用稳定性好的电源.

对光幕光能分布均匀性的测试,有利于提高测试精度,也为设计高精度、大面积的光幕靶提供了依据.文中所述实验方法需要的设备简单,操作方便,具有低成本,较高可靠性的特点.通过对实验数据分析可知,实验结果与理论分析相符,证明该实验具有可行性.

参考文献

- [1] 韩乐一,周汉昌,赵冬娥. 半导体激光光幕的平行性和均匀性研究[J]. 弹箭与制导学报,2008,28(5):281-282.
- [2] 张兰. 菲涅耳透镜对平行光的成像特性分析[J]. 光学仪器,2000,22(1):15-18.