

# 箭靶照度的分析

魏燎原 李宏图

(长春大学电子工程学院, 长春 130022)

**摘要** 研制了射箭动态精度激光测试系统。以 He—Ne 激光器为光源计算了距靶面 50m、25m 和 5m 处光斑照度的数值, 并与室内外标准照度值作了比较, 指出实验工作应以室内为宜。

**关键词:** 激光; 箭靶; 照度; 动态精度激光测试系统

## 1 引言

我们为省体委研制“射箭动态精度激光测试系统”的实验过程中<sup>[1]</sup>, 当在室外进行时, 光斑与背景难于分辨, 有时根本无法进行实验。为此我们用 He—Ne 激光器做光源, 计算了靶面距光源分别为 50m、25m 和 5m 处光斑的照度值。

计算结果表明, 上述各种距离下的靶面照度值均远大于室内良好采光条件下的照度值。而这些照度值低于或接近于晴朗太阳底下的照度的数值。因此我们的实验工作应以室内为主。照度愈大, 背景与光斑的灰度值差别愈大时有利于编制计算机程序, 区别背景与光斑灰度值提供参考。

## 2 靶面激光光斑照度的计算

我们使用 1000mm 长 He—Ne 激光器作光源, 其波长为 632.8nm, 毛细管直径  $d=1\text{mm}$ , 输出功率为 30mW, 发散角为  $10^{-3}\text{rad}$  (光纤输出端加光学系统)。

我们知道发光强度  $I_v$ <sup>[2]</sup>为

$$I_v = \frac{d\varphi_v}{d\Omega} \quad (1)$$

(1) 式中  $d\varphi_v$  为光通量,  $d\Omega$  为主体角。因为

$$d\varphi_v = V(\lambda)K_m d\varphi_e \quad (2)$$

式(2)中  $K_m$  为最大光谱光视效能,  $V(\lambda)$  为光谱光视效率,  $d\varphi_e$  为辐射通量, 对应 632.8nm 波长时  $V(\lambda) = 0.2398 \approx 0.24$ , 对于 30mW 时  $d\varphi_e = 4.92\text{Lm}$ , 于是

$$I_v = \frac{d\varphi_e}{d\Omega} = \frac{4.92}{\pi Q^2} = \frac{4.92}{3.14(10^{-3})^2} = 1.57 \times 10^6 \text{cd} \quad (3)$$

式(3)中 $\theta$ 为 He-Ne 激光器的发散角  $10^{-3}\text{rad}$ 。该激光器的光亮度  $L_v$  为

$$L_v = \frac{I_v}{dS} = \frac{1.57 \times 10^6}{\pi(\frac{d}{2})^2} = \frac{1.57 \times 10^6}{7.85 \times 10^{-3}} = 2.00 \times 10^9 \text{cd/cm}^2 \quad (4)$$

式(4)中  $d_s$  角 He-Ne 激光器毛鞘管发光截面积。

众所周知,地面上看到太阳的亮度为  $1.5 \times 10^5 \text{cd/cm}^2$ , 而我们所用的 He-Ne 激光器的发光亮度比太阳高出 3 个数量级。当然我们的任务是研究靶面上激光光斑的照度。

现在计算光源距靶面 50m 处靶面上激光光斑的照度为

$$E_{v50} = \frac{I_v}{d_1^2} = \frac{1.57 \times 10^6}{50^2} = 6.28 \times 10^2 \text{lx} \quad (5)$$

式(5)中  $d_1$  为光源到靶面的距离。

我们的 He-Ne 激光器输出端是通过光纤将光束传递到靶面, 如果光纤的传输效率为 60%, 那么在 50m 处靶面上激光光斑的照度值为

$$E_{v50} = \frac{I_v}{d_1^2} \times 60\% = 6.28 \times 10^2 \times 0.6 = 377 \text{lx} \quad (6)$$

同理我们可算出光源距靶面 25m 时, 靶面上激光光斑的照度值为

$$E_{v25} = \frac{0.6I_v}{d_2^2} = \frac{0.6 \times 1.57 \times 10^6}{25^2} = 1.51 \times 10^3 \text{lx} \quad (7)$$

式(7)中  $d_2$  靶面到光源距离为 25m 的值。

光源距靶面 5m 处, 靶上光斑的照度值为

$$E_{v5} = \frac{0.6I_v}{d_3^2} = \frac{0.6 \times 1.57 \times 10^6}{25} = 3.77 \times 10^4 \text{lx} \quad (8)$$

式(8)中  $d_3=5\text{m}$ , 为光源到靶面的距离。

以上计算均是在光束正入射到靶面时的结果。

### 3 结果的讨论

为了便于比较和分析, 我们将几个实际照度值在表 1<sup>[3]</sup>中。

表 1 几个实际的照度值

单位: lx

无月夜天光在地面上所产生的照度	$3 \times 10^{-4}$
接近天顶的满月在地面所生的照度	0.2
办公室工作所必须的照度	20-100
晴朗的夏日在采光良好的室内的照度	100-500
夏天太阳直接照到的露天地的照度	1000-1000

上面我们计算的三种情况下靶面上光斑的照度值与表 1 对比可得出如下结论。

(1) 当靶面距光源 50m、25m 处时, 靶面上激光光斑的照度值大于晴朗夏日采光良好的室内照度值 (即  $100-600lx$ )。但小于或接近于夏日太阳不直接照到的露天地的照度值 (即  $10^3-10^4lx$ )。故在这两种距离范围内不宜在室外作实验。

(2) 靶面距光源 5m 处时, 其照度值大于夏日太阳不直接照到的露天地的照度 (即  $10^3-10^4lx$ ), 但均在同一数量级范围内, 此时虽可在室内进行实验, 但光斑与背景的区别有一定困难, 即可能发生亮度对比阈不大于 0.02。上述计算结果与实验基本符合。

(3) 鉴于上述我们的实验工作应以室内为最理想。或者在室外近距离内, 或设置模拟靶均可得到满意的结果。

(4) 计算结果当激光光斑照度值愈大, 光斑与背景大灰度值差也愈大, 也愈有利于计算机对有关图像信息进行处理。否则计算机就很难对有关信息进行处理。

### 参 考 文 献

- [1] 于永芳, 射箭动态精度激光测试系统研究. 长春大学学报 (自然科学版), 1994, (1): 1-4
- [2] 母国光等编, 光学. 人民教育出版社, 1979, 126
- [3] 母国光等编, 光学. 人民教育出版社, 1979, 127

## Analysis of Arrow Target Illumination

Wei Liaoyuan    Li Hongtu

(The Electronic Engineering Institute, Changchun University,  
Changchun 130022)

### Abstract

The dynamic accuracy laser measurement system for shoot an arrow is developed. We calculated illumination of He-Ne laser speckle on arrow target, they are 50m, 25m and 5m distance from the arrow target to laser source. The calculated illumination is compared with standard illumination in indoor and outdoor conditions, it showed the experimental works was suitable in indoor situation.

**Key Words:** Arrow target, Illumination, Dynamic accuracy laser measurement system