

## 对一种手持激光测距仪的安全测试与评价

徐贵道\* 周淑英\* 徐碣敏 施良顺 钱焕文

胡富根 张桂素 王登龙 陈宗礼

(军事医学科学院放射医学研究所, 北京)

**摘要:** 本文报导了用辐照量测试及动物实验的方法, 对一种手持激光测距仪的安全指标进行了测试与评价。给出了可能致伤边界与安全距离。

### The measurement and evaluation of the safe parameter for a hand laser rangefinder

Xu Guidao, Zhou Shuying, Xu Jiemin, Shi Liangshun, Qian Huanwen  
Hu Fugen, Zhang Guisu, Wang Denglong, Chen Zhongli

(Institute of Radiation Medicine,  
Academy of Military Medical Sciences)

**Abstract:** The safe parameter of a kind of hand laser rangefinder was determined and evaluated with measurements and animal experiments, and then possible injury boundary and safe distance are given.

在本手持激光测距仪原订安全使用指标中规定: 眼于光束内的不安全距离不大于500m; 若在发射窗口处加衰减片, 不安全距离可缩小至50m; 150m处测试目标的反射波, 对通过观察光学系统的观察者是安全的。本实验对上述指标进行了测试与动物实验, 给出了本机有关安全参数。

#### 一、测距仪有关参数及实验条件

本机激光发射与观察光路相互独立。左目镜为距离显示, 右目镜为瞄准、观察系统。输出波长为 $1.06\mu\text{m}$ ; 出口光束直径约为1.1cm; 光束发散角约1mrad; 脉冲宽度为8~15ns。

实验是在野外进行的。辐照量的测试, 是用经国家计量院标定过的RJ-7200激光能量计; 实验动物为体重约2kg的青紫兰灰兔46只, 实验用眼92只; 用检眼镜、网格检眼镜和眼

\*为执笔者。

底照相机对眼进行检查。

## 二、测试与动物实验

### 1. 实验程序与方法<sup>[1]</sup>

辐照量测量与动物实验交叉进行,对每一距离先进行测量,确定辐照量后再进行动物照射实验。

由于光束中辐照量不均匀,对激光安全测试与评价,应注意光束中辐照量最强点,即最强“热点”。测试时需要反复扫描测量,以确定热点所在位置。以最强热点上的辐照量,作为所测距离上的剂量。本文辐照量数据均为10个测试数的平均值。

辐照量测出后,由两束He-Ne光交叉指示热点所在位置,以便对准兔眼进行动物实验。动物实验前对所用兔眼均进行检查,用其正常眼。照射前用0.5%复方托品酰胺散瞳,瞳孔平均直径在9.5~10mm范围内。兔眼照后1h和24h,由两个以上有经验的科技人员互相校检,以确定眼的损伤,并用网格检眼镜测出损伤斑直径,对典型病理进行照相。

### 2. 辐照量测试与动物实验<sup>2,3</sup>

(1) 输出总能量测量 在发射天线出口处,测得平均输出能量为 $9.79 \times 10^{-3}$ J。下述实验均在此输出能量条件下进行。

(2) 回波安全实验 在离测距仪分别为50m和100m处放一面积为 $1.2 \times 1.2\text{m}^2$ 的木制白漆靶标,由靶标的反射光,通过观察的光学系统,在出瞳位置上测得辐照量各为 $3.18 \times 10^{-12}$ J/cm和 $2.41 \times 10^{-12}$ J/cm<sup>2</sup>,并在同一位置上进行了动物实验,照射了300个样点,照后1h和24h检查均未见损伤。

(3) 加衰减片的安全实验 在离测距仪50m的条件下,对所配置的三个衰减片的衰减性能进行了测试,所测数据如表1所示。

表1 经衰减相距50m测试结果

衰减片 编 号	标称衰减百 分数 (%)	衰减前辐照量 (J/cm <sup>2</sup> )	衰减后辐照量 (J/cm <sup>2</sup> )	光密度	衰 减 分贝数
1	88.7	$1.710 \times 10^{-3}$	$1.51 \times 10^{-4}$	1.054	10.54
2	93	$1.710 \times 10^{-3}$	$6.59 \times 10^{-5}$	1.414	14.14
3	97	$1.710 \times 10^{-3}$	$2.28 \times 10^{-5}$	1.875	18.75
2+3	93+97	$1.913 \times 10^{-3}$	$1.36 \times 10^{-6}$	3.148	31.48

由表1数据,并参考ANSIZ136.1-1980标准<sup>[6]</sup>,可以看出,用所配置的单片衰减片均达不到50m安全的要求。而使用由2\*和3\*衰减片组合成的衰减器,其实测数据小于安全标准值,在此条件下进行了动物实验,共照射了100个样点,在1h和24h眼底检查,均未发现损伤。

(4) 不同距离上的辐照量测试与动物实验 在不同距离上测得辐照量及动物实验结果见表2。

由表2可见,所测辐照量随距离增加而呈指数衰减;动物损伤的发生率随距离增加而减少。眼损伤可分为三种类型:①重度损伤。照后即可见视网膜爆裂,眼底大出血或团状出

血，出血进入玻璃体凸出2~3D，玻璃体内可出现视网膜碎片及气泡形成，出血很快下坠。24h可见玻璃体内血液扩散，玻璃体混浊，眼底窥不清。②中度损伤。照后视网膜出现圆形或“菊花”形出血斑，中央凝固呈灰白色，直径0.25~1.0mm，24h可见出血斑边缘有扩散，并有色素堆积。③轻度损伤。照后或24h可见视网膜出现淡灰色凝固斑，24h凝固斑边缘有色素聚积，多呈环形，直径0.25~0.5mm。

表2 不同距离所测剂量及损伤发生率

距 离 (m)	平 均 辐 照 量 (J/cm <sup>2</sup> )	损伤样点/实验样点	损伤发生率 (%)
0	$9.79 \times 10^{-3}$		
1	$7.02 \times 10^{-3}$		
5	$5.92 \times 10^{-3}$		
9.85	$4.24 \times 10^{-3}$	20/30	67
50	$1.983 \times 10^{-3}$	25/50	50
70.5	$1.132 \times 10^{-3}$	21/50	42
100	$0.692 \times 10^{-3}$	14/50	28
130	$0.496 \times 10^{-3}$	10/50	20
480	$6.613 \times 10^{-3}$		

由于辐照量的起伏，热点的漂移以及动物个体差异等因素的影响，不同距离或同一距离上的损伤病理亦不尽相同。

9.85m距离组，眼底损伤以重度为主，共照射30个样点，损伤点20个。其中18个为大出血及团状出血，2个为菊花形出血，损伤斑直径约为1.0mm。

50m距离组，共照50个样点，损伤25个，损伤以中度为主，4个团状出血，16个菊花形及圆形出血，出血斑平均直径0.5~1.0mm。

以上两组24h检查时，均未见新的损伤点出现。

70.5m距离组，共照射50个样点，损伤中、轻度各占一半。1h出现10个出血斑，其直径为0.25~0.75mm。24h检查又出现11个凝固斑，直径在0.5mm以下。

100m距离组，共照射50个样点，损伤以轻度为主。照后出现5个小圆形出血斑，直径约为0.25mm左右。24h又出现9个凝固斑，直径在0.25mm以下。

130m距离组，共照射50个样点，照后1h未见损伤，24h检查可见10个凝固斑，直径在0.25mm以下。

480m距离组，共照射1000个样点，在1h和24h检查均未见损伤。

### 三、安全距离的推算<sup>[4]</sup>

致伤及安全距离上的辐照量推算，如果损伤发生率为1%的距离定义为致伤边界，由表2数据，经加权回归的统计学处理，得到回归方程如(1)式：

$$y = 4.627 + 1.324x \quad (1)$$

式中,  $y$ 为动物损伤机率单位;  $x$ 为角膜平均入射辐照量的对数。计算表明,  $y$ 与 $x$ 的线性关系很好。由(1)式可以求得, 1%损伤发生率所对应的辐照量为 $3.3 \times 10^{-5} \text{ J/cm}^2$ 。如果安全系数定为一个量级, 那么, 安全距离上的辐照量应为 $3.3 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$ 。此量低于ANSI Z136.1-1980标准中 $5 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$ 的安全值。

致伤及安全距离推算, 由表2中距离与辐照量数据经BI<sub>01</sub>/BAS专用计算机程序, 求得拟合方程如(2)式:

$$H = 7.30744 \times e^{-0.024R} \quad (2)$$

式中,  $H$ 为辐照量;  $R$ 为距离。若将致伤和安全边界上的辐照量 $3.3 \times 10^{-5} \text{ J/cm}^2$ 和 $3.3 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$ 分别代入(2)式, 可得到致伤和安全距离。经计算致伤边界为225m, 安全边界为325m, 325m以远为安全区。

#### 四、小 结

对送测的激光测距仪, 在输出能量为 $9.79 \times 10^{-3} \text{ J}$ 的条件下, 通过测试和动物实验以及有关资料<sup>[5,6]</sup>得到如下结果:

(1) 经对50m和100m处靶标反射波的测试和动物实验表明, 对观察者是安全的。

(2) 所配置的衰减片, 单片衰减均达不到50m处安全的要求。当用标称衰减百分数分别为97%和93%两片组合的衰减器时, 50m处才是安全的。

(3) 束内照射时, 致伤边界为225m, 安全边界为325m, 325m以远为安全区。达到了安全距离不大于500m的指标。

#### 参 考 文 献

- [1] 徐贵道、王登龙, 《兵器激光》, 1985年, 第6期, 第30页。
- [2] Xu Jiemin, Xu Guido et al., Health Physics, 1986, Vol. 56, No. 5, P. 647.
- [3] 徐碣敏、徐贵道等, 《激光与红外》, 1983年, 第4期, 第34页。
- [4] 徐贵道, 《激光与红外》, 1989年, 第6期, 第38页。
- [5] 徐贵道、徐碣敏, 《激光技术》, 1988年, 第6期, 第49页。
- [6] ANSI Z136.1-1980, P. 32.

收稿日期: 1990年2月5日。

请到附近邮局订阅

## 《激光技术》(双月刊)(邮局代号: 62-74)

《激光技术》国内外公开发行人。本刊全面反映我国激光技术在国防、工农业、生物、医学、通讯、人民生活相关的国民经济各领域的研究和应用。

从1990年下半年起, 用双面胶版纸精印, 图文清晰, 欢迎订阅。