

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^[1]

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^{2,3}

(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 9.79×10^{-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 3.18×10^{-12} J/cm和 2.41×10^{-12} J/cm²,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 ²)	衰减后辐照量 (J/cm ²)	光密度	衰 减 分贝数
1	88.7	1.710×10^{-3}	1.51×10^{-4}	1.054	10.54
2	93	1.710×10^{-3}	6.59×10^{-5}	1.414	14.14
3	97	1.710×10^{-3}	2.28×10^{-5}	1.875	18.75
2+3	93+97	1.913×10^{-3}	1.36×10^{-6}	3.148	31.48

由表1数据,并参考ANSIZ136.1-1980标准^[6],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 ²)	损伤样点/实验样点	损伤发生率 (%)
0	9.79×10^{-3}		
1	7.02×10^{-3}		
5	5.92×10^{-3}		
9.85	4.24×10^{-3}	20/30	67
50	1.983×10^{-3}	25/50	50
70.5	1.132×10^{-3}	21/50	42
100	0.692×10^{-3}	14/50	28
130	0.496×10^{-3}	10/50	20
480	6.613×10^{-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^[4]

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BI₀₁/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^[5,6]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。