

全息激光防护薄膜的防护效果试验

曾吉勇 高尚瑞

吴建宏

(空军高炮学院理化教研室, 桂林, 541003) (苏州大学激光研究室, 苏州, 215006)

钱焕文

(军事医学科学院放射医学研究所, 北京, 100850)

摘要: 研制成功了全息激光防护薄膜。本文报道了全息激光防护薄膜对强功率激光的防护效果试验。试验表明: 薄膜对 $0.53\mu\text{m}$ 波长激光的平均光密度 D 为 4.11, 有效防护角为 15° , 抗激光破坏能力强; 在 60mJ 激光入射能量内, 薄膜对兔眼的激光防护效果显著, 眼损伤的发生率为百分之零。

关键词: 激光全息 激光防护

Testing on protective effect of laser-resisting holographic protective film

Zeng Jiyong, Gao Shangrui

Wu Jianhong

(Antiaircraft Artillery Academy of Air Force, Guilin, 541003)

(Suzhou University, Suzhou, 215006)

Qian Huanwen

(Institute of Radiation Medicine, Academy of Military Medical Sciences, Beijing, 100850)

Abstract: Laser-resisting holographic protective film has been developed. In this paper, the testing on protective effect of laser-resisting holographic protective film against powerful laser irradiation has been reported. The testing results show that: for the protection film, the average optical density of $0.53\mu\text{m}$ wavelength laser is 4.11, the effective protective angle is 15° , with strong power against laser destruction, within 60mJ entrance energy, the protective effects for rabbit eyes are notable with a ratio of 0 per cent rabbit eye's harm.

Key words: laser-hologram lasing safety

一、引言

在光电对抗中, 激光对抗是发展的重点。未来战争中, 激光干扰、致盲武器将对人眼和光电传感器构成严重威胁。全息激光防护薄膜采用高透明涤纶软片基, 涂敷重铬酸盐明胶作为光敏介质, 利用激光全息技术制作的反射或三维相位光栅, 实现按要求反射特定波长的激光而让其它波长的光较少衰减地通过^[1]。

对研制的全息激光防护薄膜进行了性能测试, 主要包括激光透过率、光密度; 抗激光破坏能力和兔眼防护效果的生物效应试验。

二、试验仪器

1. 激光照射装置

激光照射装置由 Nd: YAG 激光器、KTP 倍频系统和分束监测等部分组成。该装置输出

激光能量连续可调, 可输出纯 $0.53\mu\text{m}$ 绿色激光 60mJ , 光束发射角 0.2mrad , 脉冲宽度 10ns 。

2. 激光能量测量仪器

(1) LM-3A 激光能量计 量程 $1\mu\text{J} \sim 2\text{J}$, 探测器接收平面直径 20mm , 波长响应 $0.25\mu\text{m} \sim 11\mu\text{m}$ 。主要用于测量 Nd: YAG 激光输出总能量和全息激光防护薄膜的入射激光能量, 以及作为监测使用。

(2) LER-⑤激光能量比率计 配用压电型和光电型、热释电型探测器, 可以测量脉冲激光能量。其能量分辨为 10^{-11}J , 测量上限 10J , 波长响应 $0.25\mu\text{m} \sim 16\mu\text{m}$, 可以测量单脉冲激光能量和重复频率 10 次及 100 次脉冲激光能量的平均值。探测器的接收面积为 1cm^2 。

在使用前, 以上两台仪器均经中国计量科学研究院标定。

三、试验方法

1. 激光能量测量方法

(1) 直接测量脉冲激光能量 由于 Nd: YAG 激光器输出能量稳定度在 5% 以内, 可以采用直接测量防护薄膜的入射激光能量和透射激光能量的方法。对照射 20 次激光剂量的测量值取平均值, 然后再通过光密度计算公式, 计算出全息激光防护薄膜的光密度 D 。

(2) 脉冲激光能量分束测量方法 在进行激光生物效应实验时, 剂量测量采用分束监测的方法。首先根据试验所需的照射剂量, 测出监测分束比 k , 再记录每次照射监测数 A , 根据 $E = k \cdot A$ 的关系, 求得每次照射能量值 E 。

用此法连续测量 10~20 次, 取其每次分束比的平均值 k 及其标准误差。在测量全息激光防护薄膜透射激光能量时, 同时记录监测能量值 10~20 次, 计算出入射激光能量的平均值。

2. 全息激光防护薄膜破坏性试验方法

采用纯 $0.53\mu\text{m}$ 激光, 在同一脉冲激光能量, 同一脉冲激光发射频率下, 分别照射防护薄膜, 观察防护薄膜对激光照射的耐损性, 记录其受损情况及照射次数。

3. 动物实验照射方法及照后检查方法

实验动物选用接近人眼特性的青紫兰灰兔, 体重 2kg 左右, 照前用 0.5% 复方托品酰胺扩瞳, 检眼镜观察眼底正常者方可选用。照射后用检眼镜再次观察, 记录是否有损伤出现及损伤程度和损伤数。当透射能量与监测能量的分束比 k 测出后照射兔眼, 为确保探测器的接收口对光中心与兔眼对光中心的一致性, 采用“双光束空间交叉定位法”, 从而保证了探测器的接收口与换用照射兔眼对光的一致性^[2]。

四、试验结果

1. 薄膜光密度测试

选用 5 块防护薄膜样品, 经 1500 多次照射, 得出薄膜的平均光密度 D 为 4.11 , 表明全息激光防护薄膜对 $0.53\mu\text{m}$ 波长激光的防护效果良好, 其有效防护角达 15° 。见表 1。

Table 1 Optical density of laser-resisting holographic film for $0.53\mu\text{m}$ wavelength laser

film number (No)	measure number*	optical density	
		D_0	D_{15}
2	200	4.32 ± 0.36	
3	200	4.16 ± 0.28	4.06 ± 0.29
4	200	4.21 ± 0.24	4.25 ± 0.24
5	200	3.97 ± 0.32	
6	200	4.04 ± 0.28	

* —One film was irradiated by five dosage, and one dosage was used fourty times

D_0 —Optical density of protective film laid vertically

D_{15} —Optical density of protective film rotated 15°

2. 兔眼防护效果生物效应实验

实验通过对 32 只免眼 500 多次照射, 结果表明免眼前加用全息激光防护薄膜后, 激光眼损伤的发生率为 0%。通过激光生物效应实验可以看出, 薄膜对 0.53μm 激光照射具有明显的防护效果。见表 2。

Table 2 Bioeffect of rabbit's eyes protection against 0.53μm wavelength laser with protective film

irradiation energy (mJ)	damge number/ irradiation number	ratio of damage (%)	note
0.539×10^{-1}	39/ 50	78	no protective film
1.506×10^{-3}	0/ 100	0	
2.253×10^{-3}	0/ 50	0	protective films were laid vertically
1.285×10^{-3}	0/ 100	0	
1.858×10^{-3}	0/ 100	0	protective film was rotated 15°
3.775×10^{-3}	0/ 100	0	one reflector was taken away
0.175	0/ 15	0	two reflectors were taken away

Note: In the table, the irradiation energy is transmission energy through protective film

3. 0.53μm 激光对全息激光防护薄膜的破坏性试验

试验中将防护薄膜出现密度较淡的阴影定为轻度损伤, 此时, 0.53μm 波长激光的透射率小于 0.1%; 出现密度较浓的斑痕时定为中度损伤, 此时, 0.53μm 波长激光的透射率明显增大, 但仍小于 1%; 当损伤斑明显增大且极为浓密时定为重度损伤, 此时, 0.53μm 波长激光的透射率大于 1%, 薄膜损伤处失去激光防护效果。

试验共照射近 1500 次, 结果表明: (1) 能量为 59.5mJ, 发射频率 1Hz~5Hz, 薄膜经 20 次以上照射才出现不同程度的损伤。(2) 能量为 90.9mJ, 发射频率 1Hz~5Hz, 经 10 次以上照射才出现不同程度的损伤。(3) 密封于两块玻璃之间的防护薄膜, 能量为 59.5mJ~90.9mJ, 重复频率 1Hz~5Hz, 照射 30s~60s, 未见损伤。

Table 3 Destructive testing of laser-resisting holographic protective film in 0.53μm wavelength laser

irradiation energy (mJ)	frequency (Hz)	destruction condition of protective film	
		protective film (No. 1)	film sandwiched in glass
59.5	1	light destruction by irradiated 38 times	no destruction by irradiated 200 times
59.5	2	middling destruction by irradiated 20 times	
59.5	5	heavy destruction by irradiated 21 times	no destruction by irradiated 30 second
90.9	1	light destruction by irradiated 11 times	no destruction by irradiated 200 times
90.9	2	middling destruction by irradiated 10 times	
90.9	5	heavy destruction by irradiated 30 times	no destruction by irradiated 60 second

激光对 CCD 固体摄像器的饱和干扰效应

陈德章 卿光弼 张承铨 刘 韵 刘光华 赵 刚 高剑波

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

摘要: 本文主要研究不同脉冲宽度的 $1.06\mu\text{m}$ 和 $0.53\mu\text{m}$ 脉冲激光对 CCD 固体摄像器的饱和干扰效应。

关键词: CCD 摄像机 脉冲激光饱和干扰效应

Saturated effect of CCD sensor resulted from laser illumination

Chen Dezhang, Qing Guangbi, Zhang Chengquan, Liu Yun

Liu Guanghua, Zhao Gang, Gao Jianbo

(Southwest Institute of Technicale Physics, Chengdu, 610041)

Abstract: This paper is a experimental research on saturated effect of CCD sensor illuminated by a solid YAG laser operating at 1064nm or 530nm. This paper described the experimental setup and the phenomena observed, and the experimental results show that the saturation sensitivity is related to the response sensitivity of CCD sensor at different wavelength.

Key words: CCD camera saturated effects caused by pulse lasers

一、引 言

CCD 作为一种图象传感器已广泛的应用于军事、医学、科研和工农业生产等各领域, 但其

五、试 验 结 论

全息激光防护薄膜能有效地防护 $0.53\mu\text{m}$ 波长激光照射, 抗激光破坏能力强; 试验通过对 32 只兔眼 500 多次照射, 结果表明当兔眼前加用全息激光防护薄膜后, 在 $0^\circ \sim 15^\circ$ 范围内, 在不同 $0.53\mu\text{m}$ 激光能量照射下, 激光眼损伤的发生率均为 0%。

参 考 文 献

- 1 刘大禾, 周 静, 黄婉云. 光学学报, 1990; 10(9): 851~ 856
- 2 钱焕文, 徐碣敏, 徐贵道 et al. 激光与红外, 1990; 20(5): 45~ 48

* * *

作者简介: 曾吉勇(附照片), 男, 1964 年 12 月出生。硕士, 讲师。现从事光电对抗研究。

高尚瑞, 男, 1941 年 10 月出生。教授。主要从事光电对抗研究。

吴建宏, 男, 1960 年 7 月出生。副研究员。主要从事全息光学信息处理研究。

收稿日期: 1995-12-25 收到修改稿日期: 1996-04-22

