

# 脉冲激光输出参数对光学薄膜损伤阈值的影响解析

郝洪荣 刘丹丹

皖西学院电气与光电工程学院 安徽 六安 237012

**【摘要】**在科学技术水平不断发展的大时代背景下,相关人员采用独特的处理技术,结合激光输出的管理方法对相关实验物体进行薄膜损伤等阈值的判断和分析,可以直接判断其主要的薄膜损伤等基础能力。基于此,本文首先对薄膜损伤的内容进行相关分析;其次通过相应的实验模拟对光学薄膜损伤阈值进行相关介绍,并简单的说明了其主要的影 响,希望能够给同行带来一定的帮助。

**【关键词】**脉冲输出; 薄膜损伤; 阈值; 影响

## 引言:

光学薄膜的抗激光损伤能力主要是通过激光诱导损伤阈值反映的。为了确保薄膜损伤阈值的数据信息相对安全准确,操作部门应投入适当的建设资金,购买安全可靠的能量校准测量设备来提高薄膜损伤阈值的精确效果,并采用独特的施工处理工艺,提升脉冲激光能量的安全性和稳定性,为后期激光薄膜损伤阈值的测量管理工作奠定坚实的基础。

## 一、薄膜损伤内容分析

### 1. 薄膜损伤的判别分析

#### 显微镜法

操作处理人员选取适量的检测样品,在排除外界客观因素的同时,妥善的将其放置在精密度较高的高倍显微镜下,一旦在显微镜下发现薄膜内含有大量的损伤斑点,就可以初步的判断薄膜处于损伤状态;对于薄膜损伤阈值的数据分析可以得出,对测试的样品进行相应的

激光测试管理,并采用相关阈值测试方法,在对薄膜进行辐照处理下,薄膜的整体架构在显微镜的透视下大小就会被相应的放大 80-190 倍 [1],这样就可以清晰的发现薄膜的损伤位置和具体的数量,经过周密的计算处理后 计算得出相应的薄膜损伤阈值信息。这种操作方法虽然相对简便,但是容易受到人类主观意识的影响,由于观察者对损伤阈值的判断标准是不统一的,可能导致损伤阈值相对不准确。

### (2) 散射法

测量人员利用激光的特点对散射的光能量进行辐射变化操作,通过对辐照薄膜和辐照薄膜后奠定散射光能量的辐射情况差异性,来断定薄膜架构是否出现损伤,经过科学的分析可以发现,当激光能量变化幅度在 11% 左右时,可以确定其薄膜激光能量的临界损伤点,在对相关密度进行有效处理的同时,进而确定最终的薄膜损伤阈值。具体的散射法损伤判别原理图如图 1 所示。

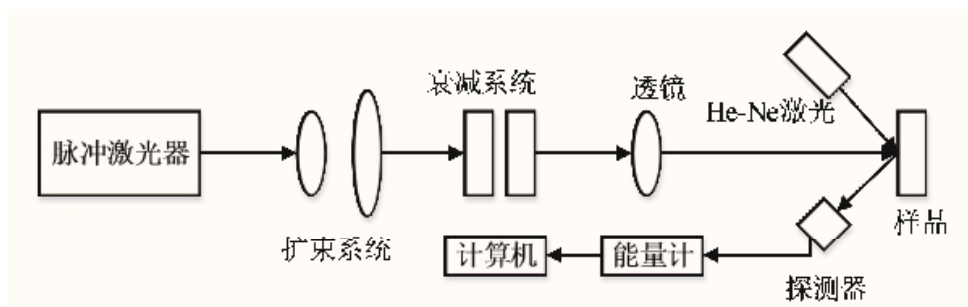


图 1 散射法损伤判别原理

### (3) 光声法

测量人员利用一系列的声波信号判断薄膜损伤的情况,并充分结合脉冲激光的自身特点进行全面的辐照处理,并在薄膜测试样品的附近放置相应的光声探测处理设备,如果薄膜出现损伤的情况,探测器就会相应的收集相关脉冲声波信息,在经过独特的声波操作处理后,对薄膜损伤部位进行判断处理。值得注意的是,在进行声波信号处理期间,可能容易受到外界风险因素的干扰,使得收集的声波信号含有相应的噪声,使得损伤判别信息不准确,即光声薄膜损伤的处理方法不具有的可行性 [2]。

### 2. 薄膜损伤阈值的影响因素

#### 高能激光和高功率激光

光学薄膜损伤特点的形成经常会受到高能激光束和相对较大的功率激光束等因素的影响,例如,从薄膜损伤阈值的形态和自身特性等方面可以看出,两者有着很大的区别,首先,声波长较长的连续激光器是高能激光器的重要组成部分,短脉冲的激光器是高功率激光器的重要组成部分,脉宽较窄、功率密度较高是其主要的优势;其次,应对两者的损伤机理进行相应的分析。一般情况下,高能激光的时间相对较长,能量密度相对较高,进而形成高能激光性能对薄膜产生相应的

损伤;最后,两者的损伤外貌也存在一定的差别,高能激光会对薄膜等基础架构产生相应的热熔类损伤,在形成炸裂式的破坏之后,经过相关测试分析,形成损伤阈值较低的激光能量数据。

#### 光斑尺寸

有相关统计资料显示,光学薄膜的损伤阈值会受到激光光斑尺寸等因素的影响,即产生所谓的“光斑效应”<sup>[3]</sup>。例如,薄膜损伤阈值的变化规律是随着激光光斑的幅度发生相应变化的,如果光斑斑点逐渐变大,薄膜损伤阈值相应减小,一旦损伤阈值达到临界范围后,薄膜的损伤阈值将会保持不变。同时,由于在薄膜层内部会形成相应的架构缺陷,当光斑形成的面积逐渐变大时,薄膜损伤阈值将会越来越小。

### 二、激光损伤阈值测试原理

相关人员对光学薄膜的临界点进行入射激光束的能量密度测试是激光诱导薄膜损伤阈值的主要应用方式,测试人员采用严格的测试标准后,有机融入相关零几率损伤法,结合不同效果的激光能量对辐射的样品进行能量测试,将其主要划分为9-11个测试点,进而记录相应的测试损坏点,在保证脉冲能量范围足够大的同时,确定不同程度的损伤几率,所对应的能量数值应除以光斑面积进而获取激光损伤具体阈值。与此同时,本文所说的实验处理模式主要如下,实验处理人员经过相关调试将从激光器内部呈现的激光能量进行相应扩充,当将其融入到衰减系统后,利用系统内不同性能的衰减片,通过一定的调节组合进而形成不同层次的激光能量,利用衰减系统内部的低能量激光进行样品折射处理,首先,结合NewPort 能量计的收集,直接测得样品表面的具体激光能量;其次,经过聚头镜的汇合将能量收集到样品表面,并采用CCD在线图像判别的方法,利用电动的处理模式进行操作移动,从而完成整个的损伤测试实验处理。

### 三、实验结果及分析

#### 1. 数值模型建立

能量误差和薄膜损伤阈值误差的计算公式可以表示为  $\Delta F_{a1} = \frac{E_0 \times a_1 \%}{\pi r^2}$ , 其中实验室的入射量应为  $E_0$ , 多次测量的能量误差百分比为  $a_j\%$  ( $j=1, 2, \dots, n$ )。首先,在确保激光变量不变的实验环境下,利用高斯基模的输出光束对不同尺寸的激光光斑进行测量,面对不同的能量误差。聚焦光斑尺寸与损伤阈值误差的管理,得出如下计算公式,即  $\Delta F_{b2} = -\frac{2E_0}{\pi r^2} (r \times b_i \%)$ ,  $b_i\%$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 代表多次测量光斑的误差比,经过数据和分析可以发现,能量误差、聚焦光斑尺寸误差的增大,会使得损伤阈值误差相继增加。

因此,可以初步确定,聚焦光斑尺寸和脉冲能量两个主要影响因素相互独立且完整,按照相应的合成原理可以发现,薄膜损伤阈值的不确定性关系可以表示为

$$U = \sqrt{\Delta F_{a1}^2 + \Delta F_{b2}^2} = \sqrt{\left(\frac{E_0 \times a_1 \%}{\pi r^2}\right)^2 + \left(\frac{2E_0}{\pi r^2} (r \times b_i \%)\right)^2}$$

#### 2. 能量和聚焦光斑尺寸对损伤阈值的主要影响

实验人员使用单层 HfO<sub>2</sub> 薄膜作为主要的实验测试样

品,具体的能量测量范围一般在12-42mJ之间,如图1所示,为具体的同一标称值下脉冲输出能量图。通过此图可以发现,在相同标称值下,受到外界环境因素的影响,激光器输出的每个脉冲能量不能保持一致,从而可以确定激光输出的能量指标存在不确定性。通过一系列的实验分析可以发现,同一能级标称值和实测值之间存在误差,不同能级能量误差百分比不完全相同,且百分比数值呈现随机性,最大能量误差为6.60%<sup>[4]</sup>。

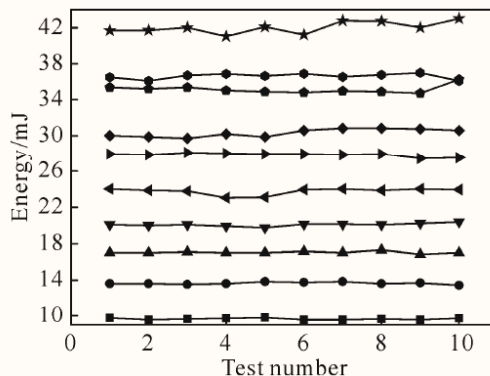


图2 同一标称值下脉冲输出能量图

### 四、结束语

综上所述,脉冲激光输出参数对光学薄膜损伤阈值的影响是会受到各种外界客观环境因素影响的,企业应顺应时代发展的潮流,结合先进的互联网处理技术,并妥善协调处理各类薄膜损伤的处理条件在因地制宜、统筹规划的基础上,构建安全、可靠的操作系统,最后促进社会平稳运行。

### 参考文献:

[1] 孙文峰, 洪瑞金, 陶春先, 等. 脉冲激光改性金属纳米薄膜的等离子体特性[J]. 中国激光, 2020(1):128-135.  
 [2] 陈青山, 陈璐, 赵霞, 等. 微脉冲激光阈值下治疗黄斑软性玻璃膜疣和玻璃膜疣性DPED的形态学改变(英文)[J]. 国际眼科杂志, 2020, v. 20(06):16-21.  
 [3] 白凤凤, 武桂芬. 光学薄膜激光损伤阈值的智能检测研究[J]. 激光杂志, 2020, v. 41;No. 269(02):175-179.  
 [4] 严荣荣, 苏俊宏, 杨利红. 脉冲激光输出参数对光学薄膜损伤阈值的影响[J]. 光学与光电技术, 2019, 17(02):34-40.

项目:皖西学院高层次人才项目:WGKQ2021007, 含碳温室气体浓度的反演研究