



中华人民共和国国家标准

GB/T 16601.2—2017
部分代替 GB/T 16601—1996

激光器和激光相关设备 激光损伤阈值 测试方法 第2部分：阈值确定

Lasers and laser-related equipment—Test methods for laser-induced damage
threshold—Part 2: Threshold determination

(ISO 21254-2:2011, MOD)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试方法	1
4.1 概述	1
4.2 1对1测试	1
4.2.1 概述	1
4.2.2 试验参数	1
4.2.3 测试步骤	1
4.2.4 测量结果评估	2
4.3 S对1测试	2
4.3.1 概述	2
4.3.2 试验参数	3
4.3.3 测试步骤	3
4.3.4 测量结果评估	3
5 测试准确度	6
6 测试报告	7
6.1 概述	7
6.2 1对1测试	7
6.3 S对1测试	7
附录A(资料性附录) 测量步骤示例(1对1测试)	8
附录B(资料性附录) 1对1测试报告示例	13
附录C(资料性附录) 测试步骤示例(S对1测试)	17
附录D(资料性附录) S对1测试报告示例	20
附录E(资料性附录) S对1测试外推法	25
附录F(资料性附录) 损伤数据转换为缺陷密度	26
参考文献	28

前 言

GB/T 16601《激光器和激光相关设备 激光损伤阈值测试方法》分为以下部分：

- 第 1 部分：定义和总则；
- 第 2 部分：阈值确定；
- 第 3 部分：激光功率(能量)承受能力确信；
- 第 4 部分：检查、探测和测量。

本部分为 GB/T 16601 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分部分代替 GB/T 16601—1996《光学表面激光损伤阈值测试方法 第 1 部分：1 对 1 测试》，与 GB/T 16601—1996 相比，主要技术变化如下：

- 修改了 1 对 1 测试方法(见 4.2)；
- 增加了 1 对 1 测试步骤示例及测试报告示例(见附录 A 和附录 B)；
- 增加了 S 对 1 测试方法(见 4.3)；
- 增加了 S 对 1 测试步骤示例及测试报告示例(见附录 C 和附录 D)；
- 增加了 S 对 1 测试外推法(见附录 E)；
- 增加了损伤数据转换为缺陷密度的计算方法(见附录 F)。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 21254-2:2011《激光器和激光相关设备 激光损伤阈值测试方法 第 2 部分：阈值确定》。

本部分与 ISO 21254-2:2011 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 15313—2008 代替了 ISO 11145；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 16601.1—2017 代替了 ISO 21254-1:2011。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国兵器工业集团公司提出。

本部分由全国光学和光子学标准化技术委员会(SAC/TC 103)归口。

本部分起草单位：中国兵器工业标准化研究所、国营第五三〇八厂、西南技术物理研究所、南京理工大学。

本部分主要起草人：孟凡萍、熊波、魏爱清、魏晓羽、陈建华、叶大华、褚召华、倪晓武。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16601—1996。

引 言

本部分说明了确定镀膜和未镀膜光学元件的单脉冲和多脉冲激光损伤阈值的测试方法。其目的是提供一些测试方法,利用这些方法得到的测量结果具有一致性,同时可以在不同实验室内快速、准确地比较。

在单脉冲测试中,即本部分中的1对1测试,每个样品表面上未经辐照的测试点只经过一个激光脉冲的辐照。当辐照能量低于单脉冲测试下的损伤能量时,重复的激光脉冲辐照可能损伤光学元件,或者造成元件性能恶化。除了由发热与热畸变引起的可逆效应外,还能观察到由老化、微损伤和缺陷产生或扩展造成的不可逆损伤。元件光学质量的恶化与激光工作参数和元件所处的光学系统相关。多脉冲测试,即S对1测试,是使用具备恒定能量密度的脉冲串辐照测试点。

除了根据1对1测试中损伤概率曲线评估损伤阈值的技术外,本部分还陈述了两种简化方法处理S对1损伤测试中得到的原始数据:一是特征损伤曲线法,二是外推法。特征损伤曲线法要求对样品表面大量的测试点进行S对1测试并生成3条曲线,这3条曲线分别表明在选定脉冲数条件下产生损伤概率为10%、50%和90%的能量密度。特征损伤曲线是完整的和扩展的激光损伤阈值测试结果,建议对新开发的或关键的激光光学元件进行基础研究时采用。S对1测试的第二个方法,即外推法,使用大幅减少的测试点。这一方法生成一幅损伤与未损伤区域的分布图,该分布图表明损伤阈值与每个测试点辐照脉冲数相关。该分布图的可靠性有限,但它能够用于对经过完整损伤测试质量认证的激光光学元件进行质量控制,或者作为扩展的损伤测试的准备工作部分。

适合于工业应用的现实的激光损伤测试需要大量脉冲($10^9 \sim 10^{11}$ 个),因此需要高昂的实验费用。本部分也阐述了一个通过外推特征损伤曲线获得S对1损伤阈值的步骤,以此估算光学元件的实际寿命。

注:应该认识到,经过重频脉冲辐照的光学元件的激光损伤阈值受到多种不同的恶化机制影响,包括污染、发热、内部缺陷的产生或扩展、结构改变。这些机制受激光工作参数、环境及元件安装条件影响。因此,应记录所有参数并且铭记测试中不同的工作条件可能产生不同的损伤现象。

本部分陈述的测试步骤适用于不同激光波长和脉冲宽度的组合。然而,比较激光损伤阈值可能会产生误导,除非测量是在使用相同波长、相同脉冲宽度及光束直径下进行的。激光损伤阈值测量的定义和总则见于GB/T 16601.1—2017。

激光器和激光相关设备 激光损伤阈值 测试方法 第2部分:阈值确定

警示——对损伤数据进行推算可能会高估激光损伤阈值。在测试有毒材料(如 ZnSe, GaAs, CdTe, ThF₄, 硫化物, Be, Cr, Ni)的情况下,可能导致严重的健康危害。详细说明见 GB/T 16601.1—2017 附录 A。

1 范围

GB/T 16601 的本部分规定了确定光学元件激光损伤阈值的 1 对 1 和 S 对 1 测试方法。本部分适用于各种类型的激光器和各种工作条件下激光损伤阈值的确定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15313—2008 激光术语(ISO 11145:2006, MOD)

GB/T 16601.1—2017 激光和激光相关设备 激光损伤阈值测试方法 第1部分:定义和总则(ISO 21254-1:2011, MOD)

3 术语和定义

GB/T 15313—2008 和 GB/T 16601.1—2017 界定的术语和定义适用于本文件。

4 测试方法

4.1 概述

激光损伤阈值测试的原理、测试设备、测试样品的准备见 GB/T 16601.1—2017。

4.2 1 对 1 测试

4.2.1 概述

在 1 对 1 测试中,样品表面每一个未经辐照的测试点只经过单个具备明确光束参数的激光脉冲的辐照。根据试验数据,构建损伤概率与能量密度或功率密度的关系图。

4.2.2 试验参数

测试设备按 GB/T 16601.1—2017 中 6.2.6.5 描述的参数表征。

4.2.3 测试步骤

将样品测试点放置于激光光路中,使用不同能量密度或功率密度的单个激光脉冲对其进行辐照。