UDC 681.2：535.231
N 33

中华人民共和国国家标准

GB/T 6360—1995

激光功率能量测试仪器规范

Specification for laser radiation power and energy measuring equipment

1995-07-24发布　　1996-01-01实施

国家技术监督局　发布

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中华人民共和国国家标准

激光功率能量测试仪器规范

GB/T 6360—1995

Specification for laser radiation power and energy measuring equipment

代替 GB 6360—86

1 范围

本标准规定了包括激光探测器在内的各种应用于 100 nm 至 1 mm 波长范围的激光功率能量测试器件和设备的有关术语定义、检验项目、条件和方法，测量误差和仪器级别以及应满足的最低要求等。

2 术语

以下是供本标准使用的定义。

2.1 光学波段 optical spectral range

电磁辐射的 100 nm 至 1 mm 之间的波长范围。

2.2 激光(辐射) laser radiation

由受控受激发射而产生或放大的光学波段的电磁辐射。

2.3 激光器 laser

主要通过受控受激发射过程而能产生或放大光学波段的电磁辐射器件。

2.4 辐射能量 radiant energy

以辐射形式发射、传播或接收的能量。

符号：Q

单位：焦[耳]；J

2.5 辐照量 radiant exposure

照射到表面一点处的面元上的辐射能量 dQ 除以该面元的面积 dA。

符号：H

$$H = \frac{dQ}{dA} \qquad \cdots\cdots(1)$$

在均匀辐照条件下，上式可简化为：

$$H = \frac{Q}{A} \qquad \cdots\cdots(2)$$

单位：焦[耳]/米^2，J/m^2

2.6 辐射功率(辐射通量) radiant power (radiant flux)

以辐射形式发射、传播或接收的功率。

符号：Φ

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} \qquad \cdots\cdots(3)$$

单位：瓦[特]；W

2.7 辐照度 irradiance

国家技术监督局 1995-07-24 批准　　1996-01-01 实施

照射到表面一点处的面元上的辐射功率 $d\Phi$ 除以该面元的面积 dA。

符号：E

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \qquad \cdots\cdots(4)$$

在均匀辐照条件下，上式可简化为：

$$E = \frac{\Phi}{A} \qquad \cdots\cdots(5)$$

单位：瓦[特]/米^2；W/m^2

2.8 [激光]探测器 laser detector

将辐射功率或能量转化成其他量(通常为电学量)且一般不包括信号处理显示的分立器件。

2.9 显示器(激光探测器用) indicator(for a laser detector)

以辐射单位显示探测器输出的器件。

2.10 仪器(激光功率能量测量用) instrument (for measuring laser power or energy)

激光探测器和显示器的整体组合。

2.11 设备(激光功率能量测量用) equipment (for measuring laser power or energy)

配有附加器件的激光功率能量测试仪器。

2.12 响应度(灵敏度) responsivity

探测器的输出量 Y 与其输入量 X 之比。

符号：S

$$S = Y/X \qquad \cdots\cdots(6)$$

2.13 光谱响应度(光谱灵敏度) spectral responsivity

探测器在 λ 波长处的输出增量 $dY(\lambda)$ 与其单色输入增量 $dX(\lambda)$ 之比随波长的变化。

符号：$S(\lambda)$

$$S(\lambda) = dY(\lambda)/dX(\lambda) \qquad \cdots\cdots(7)$$

2.14 相对光谱响应度(相对光谱灵敏度) relative spectral responsivity

探测器在 λ_i 波长处的光谱灵敏度 $S(\lambda_i)$ 与参考波长 λ_0 处的光谱灵敏度 $S(\lambda_0)$ 之比。

符号：$S_r(\lambda_i)$

$$S_r(\lambda_i) = S(\lambda_i)/S(\lambda_0) \qquad \cdots\cdots(8)$$

2.15 响应时间常数 response time constant

探测器接收一瞬时施加的稳恒辐照到其输出信号上升至稳定终值的(1−1/e)≈0.63 所需之时间。

2.16 下降时间常数 fall time constant

从遮挡探测器接收面的光照到探测器输出信号下降至遮挡时的幅值的 1/e 之间的时间。

2.17 非线性系数 nonlinear coefficient

表述测试仪器输出与输入偏离正比的系数。

$$K = (S/S_0 - 1) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(9)$$

式中：S——任意大小的辐射量的响应度；

S_0——某一确定的相应辐射量的响应度。

2.18 零漂 zero drift

探测器(仪器)在规定时间内其光敏面不受激光或其他光辐射照射时的输出由仪器显示的变化。

2.19 测量误差 error of measurement

被测量的测定值与真值之差。

2.20 测量不确定度 uncertainty of measurement

表征被测量值以 95% 置信度处于真值范围的评定。

2.21 单项不确定度 individual uncertainties

在变量 x_j 固定不变的情况下，依赖于诸(非相关的)影响量 $x_i(i=1,2,3\cdots)$ 的测量结果，仅由不确定度 Δx_j 所引起的不确定度 Δy_j，可表示为：

$$\Delta y_j = \frac{dy}{dx_j} \cdot \Delta x_j \qquad \cdots\cdots(10)$$

2.22 相对不确定度 relative uncertainty

测量不确定度除以被测量的真值。

2.23 方和根不确定度 root-sum-square uncertainty

单项不确定度的平方和的平方根。

2.24 测量结果 measurement result

对示值施行各项校正后的测定值。

2.25 示值误差 error of indication

测试仪器的标称值和真值之间的差。

2.26 相对误差 relative error

测量的绝对误差与被测量的真值之比。

2.27 校准 calibration

确定计量仪器示值误差(必要时也包括确定其他计量性能)的工作。

2.28 检定 verification

为评定计量器具的计量性能(准确度、稳定度、灵敏度)并确定其是否合格所进行的全部工作。

2.29 工作量程测量范围 measuring range

测试仪器在允许误差限内可测的量值范围。

2.30 分辨率灵敏阈 resolution

测试仪器示值可察觉变化所对应的被测功率能量的最小变化值。

2.31 占空比 duty cycle

激光源所产生的脉冲的持续时间与脉冲周期的比值，或脉冲持续时间与脉冲重复频率的乘积。也称为脉冲占空系数。

2.32 校准的光谱带宽 calibration spectral bandwidth

在其他条件不变的情况下，光谱响应度变化不大于校准不确定度的 10%的波长间隔。

2.33 校准因子 calibration factor

仪器示值除以探测器输入量之商。

2.34 等待时间 waiting time

探测器接受面用恒定辐射功率开始照射至其示值使校准不确定度达到 10%所需的时间。

2.35 应用范围 range of application

探测器、仪器或设备的所有参数在级别精度范围内，而探测器无过载危险，足以进行可靠测量的范围。

3 技术要求

所有激光功率能量测试探测器、仪器和设备均应校准，定期送检。在产品定型时，应通过本标准 4.1～4.12 所规定的各项专门试验，并满足相应级别要求。出厂产品都应满足 3.1.10 和 3.1.11 两项技术要求，其他可作抽样试验。

3.1 最低要求

在采用本标准第 4 章所述检测方法和条件下，激光功率能量测试探测器、仪器和设备不得超过下述测量误差。当厂家指明测试器件由于应用范围有限，某些测量误差影响不大时，则可将其忽略(例如，在

需要全本请访问 www.ertongbook.com

测量仪器仅用于某一激光波长时，其灵敏度与波长的依赖关系）。如果检测用于仪器和设备而不是探测器，则灵敏度应当代之以校准因子。

3.1.1 响应度随时间的变化 ±5%；

3.1.2 探测器接收表面响应度的不均匀性 ±5%；

3.1.3 响应度在辐照时的变化 ±2%；

3.1.4 响应度随温度的变化 ±5%；

3.1.5 响应度随非偏振入射角的变化 ±2%；

3.1.6 响应度随辐射功率或能量的变化（非线性） ±5%；

3.1.7 响应度随波长的变化 ±5%；

3.1.8 响应度在线偏振辐射情况下随偏振的变化 ±2%；

3.1.9 重复脉冲辐射的平均功率测量误差 ±5%；

3.1.10 零漂 ±5%；

3.1.11 校准不确定度 ±10%。

3.2 探测器、仪器或设备准确级别规格的其他要求

在探测器、仪器或设备按下述准确级别分类时，3.1.1～3.1.11 条所列的各种误差源均要加以考虑。若厂家指明测试器件由于应用范围有限，某些测量误差无关紧要则可忽略。

如果由用户借助表、图或函数式来修正灵敏度所受的各种温度、非线性或波长影响，以扩展级别精度，就应添加字母“L”标记。

激光功率能量测试仪器按其测量的不确定度分为以下五个级别。

3.2.1 20 级

符合 3.1 节所列最低技术指标要求的探测器、仪器和设备属于 20 级。

3.2.2 10 级

各单项相对不确定度的绝对值之和不超过 20%，方和根不确定度不超过 8%。

3.2.3 5 级

各单项相对不确定度的绝对值之和不超过 10%，方和根不确定度不超过 4%。

3.2.4 2 级

各单项相对不确定度的绝对值之和不超过 4%，方和根不确定度不超过 1.6%。

3.2.5 1 级

各单项相对不确定度的绝对值之和不超过 2%，方和根不确定度不超过 0.8%。

3.3 校准

探测器、仪器或设备应当至少在一个波长为 λ 的单色辐射或一个具有以 λ 为中心的光谱带宽的多色辐射下进行校准。

3.4 过载

探测器、仪器或设备按本标准 4.12 条做完过载检测后，也应当达到最低要求并符合相应级别的要求。

3.5 自检功能

5 级、2 级和 1 级的探测器、仪器或设备要配有用户能检查测试仪器固有性能的手段，如吸收体的电加热器、辅助辐射源。它应能确定出名义示值的约为该类最大允许不确定度一半的相对偏差。

4 检测

若检测用于仪器或设备而不是探测器，则用校准因子代替灵敏度。

4.1 响应度随时间的变化

4.1.1 连续负载后的变化

用最多100%至少80%的最大允许辐照度，对中照射探测器表面(若辐照覆盖的探测器表面小于80%，则要附加进行整个探测器表面均匀性的检测)后，测量响应度的不可逆相对变化；

a) 对连续激光功率和重复脉冲激光平均功率测量用的探测器，采用仅在探测器工作波段发射的连续激光器或其他连续辐射源，照射时间为100 h。

b) 对脉冲激光能量测量用的探测器，采用1 000个激光脉冲。两个脉冲之间的间隔时间不小于探测器的下降时间常数。

(最大允许的辐照度与检测激光的脉冲持续时间有关。)

4.1.2 贮存后的变化

探测器在温度(40±2)℃和相对湿度至少95%环境贮存10天后，测量响应度的相对变化。

4.2 响应度的空间变化(非均匀性)

使用恒定的光束依次照射探测器的接收面的每一部分，测量探测器输出的最大相对变化。光束直径(在1/e峰值处测出)须为探测器接收面直径或对角线的1/10，但不小于1 mm或20倍校准所用电磁辐射的波长。

4.3 响应度在照射期间的变化

连续激光用的探测器是用允许的最大辐射功率，脉冲激光能量测量用的探测器则用允许的最大脉冲能量，以四倍于探测器下降时间常数的间隔时间，在稳定的辐照度下，照射1 h。测量探测器响应度在照射期间的可逆相对变化。如果厂家规定有限工作时间，则检测应在两倍规定时间进行。

4.4 响应度随温度的变化

应在环境温度0℃至40℃下，测量探测器响应度可逆性相对变化。应等候被测仪器与环境之间达到热平衡，然后进行测试。

4.5 响应度随非偏振辐射的入射角的变化

采用非偏振的光辐射，测量响应度在规定的辐射方向5°圆锥度内的最大相对变化。若探测器配有可使待测辐射偏离规定辐照方向小于5°的调整手段，则应检查响应度的相对变化是否在规定的调整不确定度内。

4.6 响应度随辐射功率或能量的变化(非线性)

应在厂家规定的辐射功率或能量应用范围内，测量响应度与额定值的最大相对偏差。在测量时，必须保持光束空间分布和直径不变。

若仪器配有可修正非线性的自校准手段，或厂家提供表征探测器输出与辐射功率(辐射能量)关系的非线性修正曲线、函数或表格，则应测量其剩余的误差。

4.7 响应度随波长的变化

应在规定的波长范围内测量相对光谱响应度的变化。如果厂家以校准曲线、表格或函数关系的形式给出光谱响应度，则需要测量实际光谱响应度与规定的光谱响应度之间的最大相对偏差。

4.8 响应度随偏振辐射的入射角的变化

应在不同偏振面的线偏振额定辐照方向附近的5°圆锥度内(或由调准误差确定的锥内)、测量响应度随入射方向的最大相对变化。

4.9 平均功率响应度随脉冲频率和占空比的变化

应当在规定的脉冲激光重复率和占空比的范围内，测量脉冲激光与连续激光下的响应度的最大相对偏差。测量时，辐射功率取算术平均值。

4.10 零漂

在温度变化率(5±0.5)K/h和空气流速至少1 m/s的条件下，仪器预热10 min以后，观测其在一个小时相对于该量程最大示值的相对零漂。若厂家有零漂的修正方法则要确定修正后的残差。若厂家提供的操作说明书硬性规定温度梯度和气流速度的限制时，则在其限制条件下进行测量。

4.11 校准或检定

在厂家的指定波长，用激光功率能量标准校准送检的探测器、仪器或设备。应当参照现行的激光功率能量计国家检定规程规定的具体方法和步骤实施校准或检定。要集中照射探测器50%表面，辐照度不得低于最大值的63%。在估计校准的不确定度时，应当全面考虑本标准第3章所述的各种误差影响因素。

可用孔径光栏截取一高斯光束来实现上述辐照条件。

4.12 过载

过载检测是将整个探测器表面曝露在辐照下进行

a) 对于测量激光功率的探测器，在两倍最大允许辐照度下，持续照射10 min，或者10个响应时间常数的时间；

b) 对于测量激光能量的探测器，用两倍最大允许脉冲辐照量(能量)下，照射10个脉冲，每两个脉冲之间的时间间隔约为探测器的1个下降时间常数。

探测器所使用的激光器或其他辐射源的波长应在厂家规定的波长范围内。

对于大中功率计和能量计，超载幅度和照射时间及次数可适当缩减。

5 仪器说明书

每台激光测试用的探测器、仪器或设备，均应配带有相应的说明书，至少包含下列一些特征数据和详细内容：

5.1 特征数据

应当分别指出探测器或测试仪器的下列特征数据：

——工作波长范围；

——校准光谱带宽(光谱平坦性)；

——探测器的有效光敏面积或限制光栏；

——响应度(非直读式仪器)或校准因子，给出校准时的测量条件；

——响应时间常数和下降时间常数；

——功率量程(能量量程)和分辨率；

——等待时间(仅用于连续激光探测器)；

——测量误差和等级，包括3.1.1～3.1.11所述的各项测量不确定度；

——修正表、修正曲线或修正公式；

——探测器应用的条件和影响。例如，如果某些环境(振动、电场、磁场)对探测器测量有影响，也应说明，并提出要求，指出其可能产生的误差。

当这些参数在应用中可能受到限制，则应当在操作说明书中交待(例如在某些情况下可能需要修正响应度或校准因子随波长的变化，如果探测器、仪器或设备要用于同时发射几种波长(谱线)的激光器，则应指出只有各发射谱线都处于 光谱带宽内才可使用)。

5.2 注意事项

5.2.1 最大可允许的量限

a) 对连续激光用的探测器、仪器或设备，应指出最大可允许的辐照度和辐射功率值；

b) 对脉冲激光用的探测器、仪器或设备，应给出最大可允许的辐照度、辐照量和脉冲能量随脉冲持续时间变化的图表或公式。此外，最大可允许的脉冲重复率也应说明。

如果最大可允许的辐射能量和辐射功率与某些参数有关(例如波长、脉宽)则应在厂家的使用说明书上详加说明，并在标牌上注明。

5.2.2 损伤

应当提醒使用者注意保护探测器，防止由于过载等原因而受损伤，并指出探测器响应度变化的合理范围。

5.2.3 激光危害

应根据激光安全防护标准指出探测器反射的辐射对人和物有害的区域。

5.3 使用调试

详细说明探测器、仪器或设备的使用和操作步骤，包括如何使探测器定位及其对准激光束调试等。

5.4 维护

应指出为确保探测器、仪器或设备的级别所必须的存放温度、相对湿度等在内的维护措施。

6 标牌

探测器、仪器或设备应贴有识别标牌，牌上至少要有以下内容：

——厂家；

——序号，生产日期；

——精度级别；

——最大额定辐照度，W/mm^2 或最大额定辐照量，J/mm^2；

——工作波长范围。

附加说明：

本标准由国家技术监督局提出。

本标准由中国计量科学研究院负责起草。

本标准主要起草人徐大刚、毛世华、马冲。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

GB/T 6360—1995

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
激光功率能量测试仪器规范
GB/T 6360—1995
*
中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码：100045
电　　话：8522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
版权专有　不得翻印
*
开本 880×1230　1/16　印张 3/4　字数 13千字
1996年2月第一版　1996年2月第一次印刷
印数 1—1 500
*
书号：155066·1-12217　定价10.00元
*
标 目 281—08

GB/T 6360-1995