



中华人民共和国国家标准

GB/T 13740—92

激光辐射发散角测试方法

Testing method of divergence
angle of laser radiation

1992-11-04 发布

1993-08-01 实施



国家技术监督局 发布

激光辐射发散角测试方法

GB/T 13740—92

Testing method of divergence angle of laser radiation

1 主题内容与适用范围

本标准规定了激光辐射发散角的测试方法。
本标准适用于激光辐射高斯光束的发散角测试。

2 引用标准

GB 6360 激光功率能量测试仪器规范
GB 7247 激光产品的辐射安全、设备分类要求和用户指南

3 名词术语

3.1 激光器 laser

主要通过可控受激发射过程产生或放大在光学光谱范围内电磁辐射的器件。

3.2 激光辐射 laser radiation

激光器通过受控受激发射产生的在光学光谱范围内的全部电磁辐射。

3.3 光束发散角 beam divergence angle

表征光束发散度的量。一般用远场发散角来表示。高斯光束的直径依双曲线规律变化,其发散角(全角)为双曲线的两条渐近线间的夹角。

3.4 高斯光束 gauss beam

在光束传输轴线附近可近似视为一种非均匀的球面波,其曲率中心随传输过程不断改变,但其振幅和强度横截面内始终保持高斯分布特性、其等相位面始终保持为球面的辐射光束。

3.5 光束直径 beam diameter

在光束横截面内,光强为峰值光强的 $1/e^2$ 处的光斑直径。高斯光束的直径随传输过程按双曲线规律变化。

3.6 束腰 beam waist

高斯光束中波阵面是平面且光束直径极小的地方。

3.7 光学谐振腔 optical resonator

为辐射的受激发射提供谐振和正反馈作用,以形成比较稳定的谐振模式,并有激光输出的装置。其最简单的结构是由一对相互平行且对面放置的共焦反射镜构成的。

3.8 稳定[谐振]腔 stable resonator

a. 满足 $-1 < (A+D)/2 < 1$ 的开式谐振腔。

式中, A 、 D 为往返变换阵的两个元素。

b. 满足 $0 < (1-L/R_1) \cdot (-L/R_2) < 1$ 的共轴球面腔。

式中, R_1 、 R_2 为两球面反射镜的曲率半径,凹面镜取正值,凸面镜取负值,平面镜取无穷大。

L 为谐振腔腔长,它等于两反射镜间的距离。

3.9 基横模[TEM₀₀] fundamental[transverse]mode [TEM₀₀]

在光束的横截面内,横向场强分布只有一个最大值的模式,基横模的横向场强分布是高斯分布。

3.10 [表面一点的]辐照度 irradiance[at a point of a surface]

投射到包含这点之面元的辐射通量与该面元面积之商。

3.11 连续波 continuous wave

以连续方式而不是脉冲方式工作的激光器之输出。在本标准中,连续输出时间大于 0.25 s 的激光视为连续波激光。

3.12 脉冲激光器 pulsed laser

以单一脉冲、脉冲序列或重复脉冲形式释放其能量的激光器。其脉冲持续时间不大于 0.25 s。

3.13 输出功率的稳定性 output power stability

激光器的输出功率在一定测量时间内的波动程度。

3.14 输出能量的稳定性 output energy stability

激光器的输出能量在一定测量时间内的波动程度。

4 测试方法

4.1 套孔法(I)

适用于稳定的连续波或脉冲激光束。

4.1.1 测试装置

测试装置示意图如图 1 所示。



图 1 套孔法(I)装置示意图

1—待测激光束;2—凸透镜;3—小孔光阑;4—功率计(或能量计)

4.1.2 操作方法和注意事项

- 调整各部件,使待测激光束 1、凸透镜 2、小孔光阑 3、功率计(或能量计)4 同轴;
- 凸透镜 2 焦距 $f \geq 1$ m。透镜的直径应足够大,以免遮挡光束;
- 将孔径为 r 的光阑 3 放在凸透镜的焦平面上;并选择 r ,使之略小于光斑半径 w ,如图 2 所示。

阴影为挡掉部分。其透过率 T 可表示为:

$$T = 1 - \exp[-2(r/w)^2] \quad \dots\dots\dots (1)$$

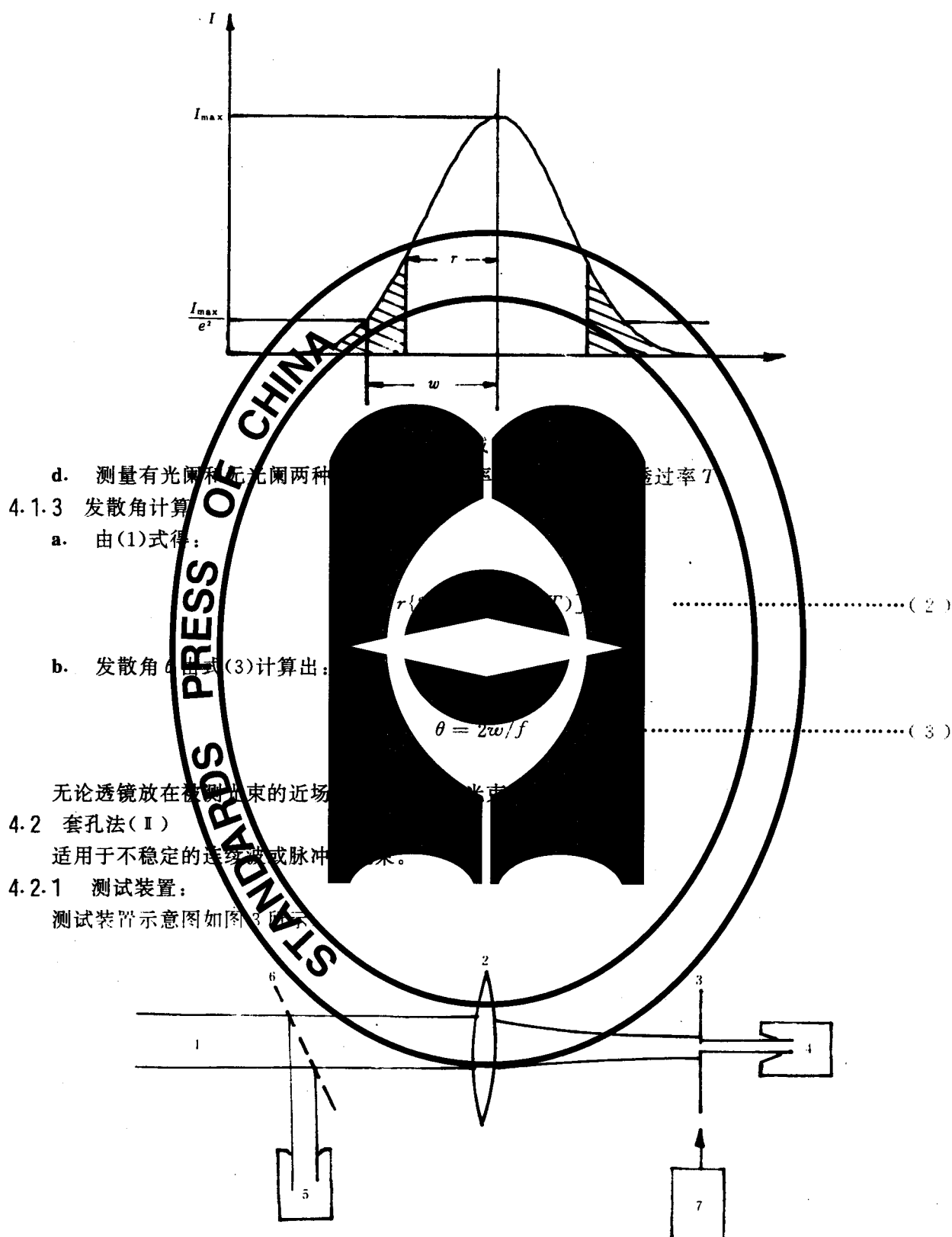


图3 套孔法(Ⅱ)装置示意图

1—待测激光束;2—凸透镜;3—小孔光阑;4—能量(功率)计A;

5—能量(功率)计B;6—分束器;7—套孔板的X-Y位置调整装置

分束器6把光束分为参考光束和测量光束,分别由A、B能量(功率)计接收。

4.2.2 操作方法和注意事项:

操作方法和注意事项同套孔法 I。

系统的透过率为:

$$T = Q_{11}Q_{22}/Q_{12}Q_{21} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: T ——系统的透过率;

Q_{11} ——有套孔时 A 的读数;

Q_{21} ——有套孔时 B 的读数;

Q_{12} ——无套孔时 A 的读数;

Q_{22} ——无套孔时 B 的读数。

4.2.3 得到透过率后,可根据(2)、(3)式计算出光束发散角。

4.3 小孔扫描法

适用于稳定的连续或脉冲激光束。

4.3.1 测试装置示意图如图 4 所示。

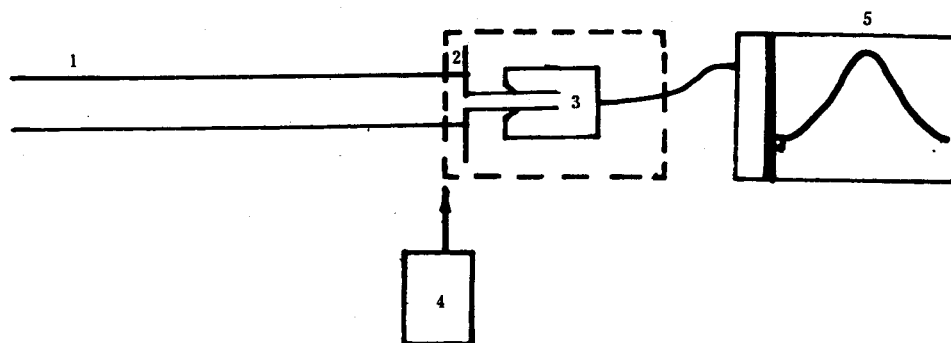


图 4 小孔扫描法装置示意图

1—待测激光束;2—光阑;3—探测器;4—扫描驱动器;

5—X-Y 记录仪

4.3.2 操作方法和注意事项:

将小孔置于激光束的远场 z 处 ($z \geq 7 \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$)。使小孔沿光束直径扫描,探测器的输出对入射光功率归一化得到光强分布曲线。

4.3.3 由此方法测绘到的光强分布曲线可以算出该处的光束半径 w ,根据公式:

$$\theta = 2w/z \quad \dots\dots\dots(5)$$

计算发散角。

5 使用本标准应注意的问题

5.1 探测器应符合 GB 6360 的要求。

5.2 探测器和测试系统中的其他元件,如分束器、透镜的镀膜层和小孔板等,均应注意它们耐受激光辐射的能力。

6 防护措施

全部装置和整个测试过程,应按照 GB 7247 的要求,采取安全防护措施。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由北京光电技术研究所归口。

本标准由北京光电技术研究所负责起草。