



中华人民共和国国家标准

GB/T 13739—92

激光辐射横模鉴别方法

Testing method of transverse
mode of laser radiation

1992-11-04 发布

1993-08-01 实施



国家技术监督局 发布

激光辐射横模鉴别方法

GB/T 13739—92

Testing method of transverse mode
of laser radiation

1 主题内容与适用范围

本标准规定了激光辐射横模的鉴别方法。

本标准适用于激光辐射高斯光束的横模鉴别。

2 引用标准

GB 7247 激光产品的辐射安全、设备分类要求和用户指南

GB 6360 激光功率能量测试仪器规范

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 基横模 TEM₀₀ fundamental[transverse]mode

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

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 高斯线型 gaussian lineshape

具有下述高斯函数形式的线型叫做高斯线型。

$$g(r, r_0) = \frac{c}{r} \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{1/2} \cdot e^{-\frac{\pi^2}{2kT} \left(\frac{r-r_0}{r_0} \right)^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: c ——真空中的光速;

m ——原子质量;

k ——玻尔兹曼常数;

T ——绝对温度。

3.6 横模 transverse mode

在垂直于光轴的横截面中,共振模式有确定的场强分布,每一种分布形式就是一种横模。

3.7 纵模 longitudinal mode

在垂直于光轴的横截面内,共振模式的场分布相同,而沿光轴方向形成驻波,具有确定的由驻波波

节数表征的纵向场分布,每一种纵向场分布形式,就是一种纵模。

4 鉴别方法

4.1 目测鉴别法

4.1.1 目测法的应用范围和注意事项:

- 被鉴别激光在可见光范围内;
- 被观察平面必须是漫反射面;
- 激光器类别在 3 B 类以下。

4.1.2 目测漫反射光斑,根据光斑图样鉴别横模模式。

4.2 照相鉴别法

本鉴别法适用于连续和脉冲激光束。

4.2.1 测试装置和注意事项

测试装置示意图如图 1 所示



- 待测激光束 1 经透镜 2 聚焦在漫射板 3 上;
 - 必要时加入衰减片 5,以防止漫射板过热;
 - 照相机 4 要远离漫射板 3,以避免光斑图像畸变;
 - 适当控制曝光量,使底片的黑度在感光乳胶特性曲线的线性区域内。
- #### 4.2.2 模式鉴别
- 根据底片光斑图样鉴别横模模式;
 - 初步认为是基横模时,再用密度计测量光斑的径向黑度分布,若符合高斯分布则为基横模。
- #### 4.2.3 当被测激光束为非可见光时,须选择相应衰减片、漫反射板和感光胶片,以期匹配。

4.3 常见的横模光斑图样

激光的横模一般用 TEM_{mnq} 来标记。其中 q 为纵模序数, m,n 为横模序数。基模和几个高阶模的花样如图 2a 和图 2b 所示。

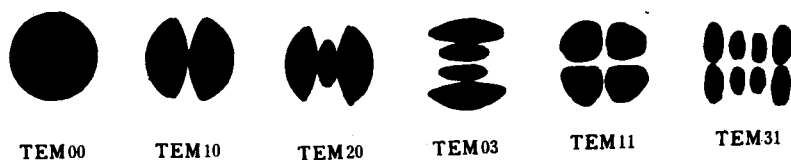


图 2a 方形镜球面腔光斑图样示例

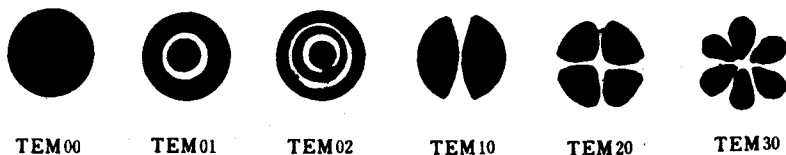


图 2b 圆形镜球面腔光斑图样示例

4.4 频谱分析鉴别法

4.4.1 原理

根据激光原理,当光束截面光强分布为高斯函数分布时,相邻纵模最小的频率间隔为:

$$\Delta u_{00q=1} = \frac{c}{2\mu L} \dots\dots\dots (2)$$

式中: c ——光在真空中的传播速度;

μ ——激光介质的折射率;

L ——激光器腔长。

此时输出激光为基横模(TEM₀₀)

若相邻模谱最小的频率间隔为

$$\Delta u_{mnq=0} = \frac{c}{2\mu L} \left[1 + \frac{n^2}{R_A^2} + \frac{m^2}{R_B^2} \right] \dots\dots\dots (3)$$

式中: m, n ——高阶模序数,为正整数

R_A, R_B ——为激光谐振腔两镜片曲率半径。

那么,激光器则有高阶模输出。

4.4.2 检测装置

用共焦球面扫描干涉仪(简称干涉仪)检测激光频谱结构。检测装置示意图如图 3 所示。

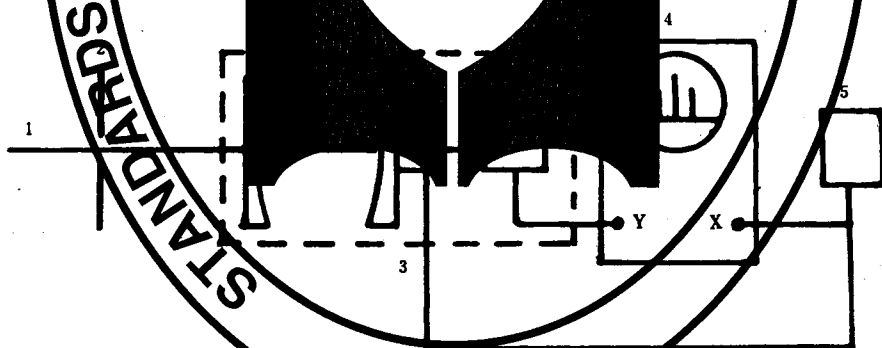


图 3 激光频谱检测装置示意图

1—待测激光束;2—小孔光阑;3—干涉仪;

3a—压电陶瓷;3b—光探测器;4—示波器;

5—锯齿波发生器

待测激光束 1 经小孔光阑 2 进入干涉仪 3,并防止反射光反馈回激光器。

光束经干涉仪 3 在示波器 4 上显示出频谱成分。

4.4.3 模式鉴别

根据示波器上的模谱结构测量频率间隔,与(2)、(3)式比较,符合(2)者为基横模,符合(3)者为高阶横模。

4.4.4 注意事项

a. 干涉仪和光探测器的波长范围应与待测激光波长相匹配;

b. 对中、大功率激光束,应注意光学器件的承受能力。如采用衰减、分束等方法,应注意频率的丢失与畸变;

c. 应注意激光束与干涉仪的准直。

5 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。