

ICS 31.260
L 51



中华人民共和国国家标准

GB/T 27666—2011

GB/T 27666—2011

制造用激光器光束质量的评价和测试方法

Evaluation and test method for beam quality of manufacturing laser system

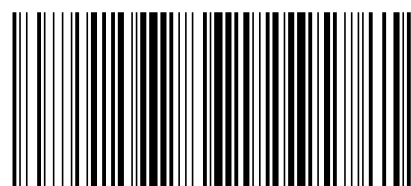
中华人民共和国
国家标准
制造用激光器光束质量的评价和测试方法
GB/T 27666—2011

*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*
开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字
2012年4月第一版 2012年4月第一次印刷

*
书号: 155066·1-44977 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 27666-2011

2011-12-30 发布

2012-05-01 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

附录 A (资料性附录)

其他激光光束质量评价参数和测试方法

A.1 概述

本标准根据标准适用范围“工业制造用大功率激光器”提出了推荐性的评价参数。光束质量是激光制造系统和激光应用技术发展的关键参数。光束传输比 M^2 的物理意义和光束聚焦特征参数值(即光束参数积 BPP)的物理意义已经明确。

A.2 光束传输比

M^2 因子理论通过光束横截面上强度分布的二阶距表示光束束宽,用 M^2 因子表示光束质量。 M^2 因子公式[参见式(A.1)]表示为:

$$M^2 = \frac{d_0 \Theta_0}{d_{00} \Theta_{00}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

d_{00} ——基模高斯光束的束腰直径;

Θ_{00} ——基模高斯光束的束散角;

d_0 ——实际光束的束腰直径;

Θ_0 ——实际光束的束散角。

M^2 因子理论建立在空间域和空间频率域中束宽的二阶距定义基础上,激光束束腰宽度由束腰横截面上的光强分布来决定,远场发散角由相位分布决定, M^2 因子能够反映光场的强度分布和相位分布特性。 M^2 因子的重要性在于它表征了一个实际光束偏离极限衍射发散速度的程度, M^2 因子越大则光束衍射发散越快。 M^2 因子是一个比值,用基模高斯光束的束腰直径和远场发散角的乘积作为分母,当实际光束与基模高斯光束进行比值时,除了包含光束直径和发散角外,还包含了激光的波长。 M^2 因子相同但波长不同的激光器的加工质量可能有很大不同。

A.3 光束聚焦特征参数值与光束传输比的比较

光束聚焦特征参数值 K_f 是激光束空间横模特性的量化评价,它仅包含了光束直径和发散角,并不包含波长的因素,能更好地反映激光束的聚焦特性。两者之间的关系[参见式(A.2)]可以表示为:

$$K_f = \frac{\lambda}{\pi} M^2 \dots\dots\dots (A.2)$$

波长表征了光束的衍射极限。

本标准推荐用 K_f 值作为评价激光光束质量的参数。其中 K 代表光束传输因子,下标 f 表示“focus”,即聚焦。 K_f 值是根据在实际光束传输路径上不同位置处对光束束宽的值,用双曲线方法拟合计算的结果。比将其再与基模高斯光束进行比值计算的 M^2 因子(或 K 值)更有说服力。

A.4 其他光束质量测试方法

A.4.1 早期的测试方法

《激光辐射发散角测试方法》(GB/T 13740—1992)、《激光光束宽度、发散角的测试方法以及横模的

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会(SAC/TC 284)归口。

本标准起草单位:北京工业大学激光工程研究院、国家产学研激光技术中心、中国电子科技集团公司第十一研究所。

本标准主要起草人:左铁钊、陈虹、王旭葆、赵鸿。

5.2 测试设备

除非另有规定,测试设备应采用基于空心探针测试原理的设备,光探测器的波长范围应与待测激光波长相匹配,其测试范围应能够满足待测激光的能量密度阈值。应注意光学器件的承受能力,允许在测试设备上采用保护装置,但不应该影响测试准确度。

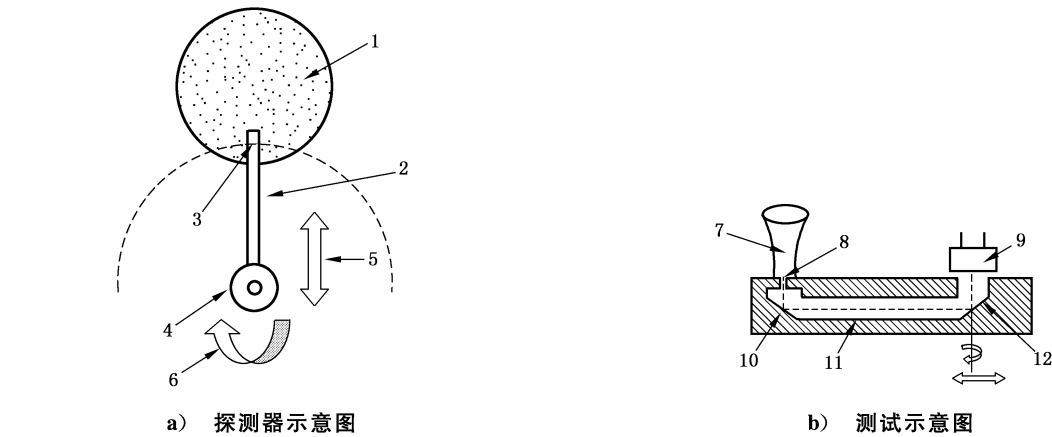
5.3 安全防护

为了保障工作人员的安全,对高压、激光辐射应有相应的防护措施,应按照 GB 7247.1 的要求采取安全防护措施。

6 光束质量的测试方法

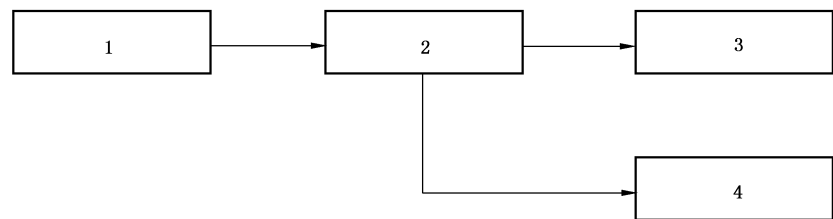
6.1 测试原理

测试原理见图 2,测试系统见图 3,相关信息参见附录 A。



- 说明:
- | | | |
|----------|---------|------------|
| 1——光束截面; | 5——平动; | 9——探测器; |
| 2——探针; | 6——转动; | 10——第一反射面; |
| 3——扫描线; | 7——激光束; | 11——中空管; |
| 4——小孔; | 8——小孔; | 12——第二反射面。 |

图 2 空心探针扫描测试原理示意图



- 说明:
- | |
|---------------|
| 1——被测激光; |
| 2——光束光斑质量诊断仪; |
| 3——吸收体; |
| 4——计算机。 |

图 3 测试系统示意图

制造用激光器光束质量的评价和测试方法

1 范围

本标准规定了工业制造用大功率激光器光束质量的评价参数计算和测试方法。本标准适用于工业制造用各种连续激光器。

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 7247.1 激光产品的安全 第 1 部分:设备分类、要求和用户指南

GB/T 15313—2008 激光术语

ISO 11146-1 激光和激光相关设备 激光束宽度、发散角和束扩散率的试验方法 第 1 部分:无象散和简单象散束(Lasers and laser-related equipment—Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios—Part 1: Stigmatic and simple astigmatic beams)

3 术语和定义

GB/T 15313 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 15313 的某些术语和定义。

3.1

光束直径 beam diameter

d_u

在垂直光束轴平面内,内含功率(或能量)占光束总功率(或能量)规定比例($u\%$)的最小孔径的直径。当 $u=86.5\%$ 时,下角标可省去。

注:为了明确,光束直径的标识要将符号及其适合的下标一起使用,即: d_u 或 $d_{86.5}$ 。

[GB/T 15313—2008,定义 2.1.49.1]

3.2

束腰直径 beam waist diameter

$d_{0,u}$

束腰位置处的内含功率(或能量)定义的光束直径 d_u 。

注:为了明确,束腰直径的标识要将符号及其适合的下标一起使用,即: $d_{0,u}$ 或 $d_{0,86.5}$ 。

[GB/T 15313—2008,定义 2.1.53.1]

3.3

光束宽度 beam widths

$d_{x,u}, d_{y,u}$

分别在两所选的相互正交且垂直于光束轴的 x 和 y 方向上,内含功率(或能量)占总功率(或能量)规定比例($u\%$)的最小宽度。

注 1: 所选最小方向由最小束宽及其正交方向确定。

注 2: 对于圆形高斯光束, $d_{x,95.4} = d_{86.5}$ 。

注 3: 为了明确,光束宽度的标识要将符号及其适合的下标一起使用,即: $d_{x,u}, d_{y,u}$ 或 $d_{x,86.5}, d_{y,86.5}$ 。