



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 13863—2011  
代替 GB/T 13863—1992, GB/T 13864—1992

GB/T 13863—2011

## 激光辐射功率和功率不稳定性测试方法

Test methods for laser radiation power and its instability

(ISO 11554:2006, Optics and photonics—Laser and laser-related equipment—Test methods for laser beam power, energy and temporal characteristics, MOD)

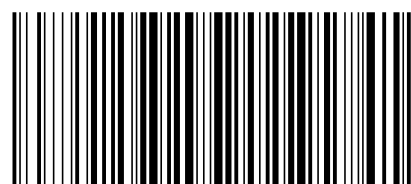
中华人民共和国  
国家标准  
激光辐射功率和功率不稳定性测试方法  
GB/T 13863—2011

\*  
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 1 字数 23 千字  
2012年4月第一版 2012年4月第一次印刷

\*  
书号: 155066·1-44843 定价 18.00 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 13863-2011

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

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 测试条件及要求 .....	2
5 测试方法 .....	3
5.1 激光辐射连续功率测试 .....	3
5.2 连续激光器输出功率不稳定性测试 .....	5
6 测量不确定度估算 .....	6
6.1 激光连续功率的测量不确定度估算 .....	6
6.2 连续激光器输出功率不稳定性和峰值不稳定度的测量不确定度估算 .....	7
7 测试报告 .....	7
附录 A (资料性附录) 本标准与 ISO 11554:2006 相比的结构变化情况 .....	8
附录 B (资料性附录) 本标准与 ISO 11554:2006 的技术性差异及其原因 .....	9
附录 C (规范性附录) 相对强度噪声及其相关测量方法 .....	10

式中：

$SNR$ ——系统的信噪比。

因为电功率  $P_E$  同电流  $i$  的平方成正比，因此也同光功率  $P_{opt}$  的平方成正比，即： $P_E \propto i^2 \propto P_{opt}^2$ 。

这个定义同电场的信噪比  $SNR$  的定义是一致的。这里  $SNR$  是电场功率的比，即： $P_{sin gal} / P_{noise} = P_{AC} / P_{DC}$ 。

### C.3 测量方法

使用一个功率不稳定性高的标准激光器，光束通过透镜，衰减器或其他损耗介质，最后到达探测器，测试框图见图 C.1。为了测试相对强度噪声，电滤波器将测试激光器的直流信号送给电功率计；同时将交流部分放大，并由频谱分析仪显示。测量得到的相对强度噪声用谱线分析仪测量的  $P_E(f)$  被探测系统的频率相关校正函数  $C(f)$  加权后，再除以电平均功率计算出，见公式(C.8)。

$$R(f) = \frac{P_E(f)}{P \times C(f)} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

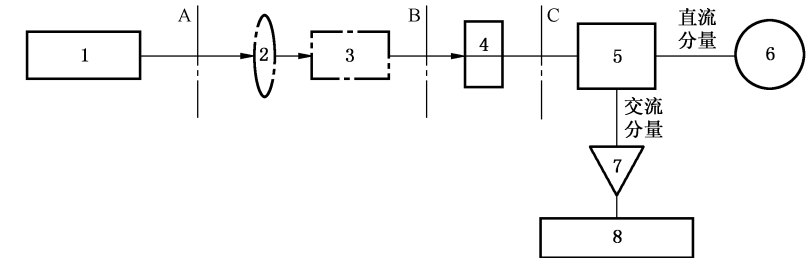
式中：

$P_E(f)$ ——用电路频谱分析仪测量出的电噪声功率的谱密度等效到输入平面 A 的数值，注意  $P_E(f)$  是减去热背景噪声的值，单位为瓦每赫兹(W/Hz)；

$P$  ——测试系统输出的电总直流功率等效到输入平面 A 的数值，单位为瓦(W)；

$C(f)$  ——探测系统的频率相关校正函数。

如果将输出功率直流分量反馈控制激光器能够将测量误差最小化。



说明：

- |             |                          |
|-------------|--------------------------|
| 1——标准激光器；   | 7——前置放大器；                |
| 2——光束整形装置；  | 8——电子频谱分析仪；              |
| 3——衰减装置；    | A—— $R(f)$ 的等效输入平面；      |
| 4——探测器；     | B——光束整形、衰减装置造成的 $R(f)$ ； |
| 5——电子滤波耦合器； | C——探测器散粒噪声造成的 $R(f)$ 。   |
| 6——电功率计；    |                          |

图 C.1 相对强度噪声  $R(f)$  测试框图

相对强度噪声由很多因素决定，主要为：

- a) 频率；
- b) 输出功率；
- c) 温度；
- d) 调制频率；
- e) 光学反馈的延迟和量级；
- f) 模抑制比；
- g) 弛豫振荡频率。

因此，在测试过程中，应使这些因素的变化最小。

附录 C  
(规范性附录)

相对强度噪声及其相关测量方法

C.1 定义

相对强度噪声 relative intensity noise

$R(f)$

功率起伏在频域的谱密度函数被平均功率的平方根  $P_0^2$  归一化的单边谱密度,见公式(C.1)。

$$R(f) = \frac{S_{\Delta P}(f)}{P_0^2} \quad \dots\dots\dots(\text{C.1})$$

式中:

$S_{\Delta P}(f)$ ——功率起伏的谱密度函数,单位为二次方瓦每赫兹( $\text{W}^2/\text{Hz}$ )。

功率起伏的谱密度函数可按公式(C.2)计算。

$$S_{\Delta P}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{4\pi |V_T(f)|^2}{T} \quad \dots\dots\dots(\text{C.2})$$

式中:

$V_T(f)$ ——功率起伏的傅立叶变换,单位为焦耳(J)。

功率起伏的傅立叶变换按公式(C.3)计算。

$$V_T(f) = \int_{-T/2}^{T/2} \Delta P(t) e^{-2\pi i f t} dt \quad \dots\dots\dots(\text{C.3})$$

式中:

$\Delta P(t)$ ——功率的起伏,单位为瓦(W)。

在时域,激光功率见公式(C.4)。

$$P(t) = P_0 + \Delta P(t) \quad \dots\dots\dots(\text{C.4})$$

式中:

$P(t)$ ——激光功率,单位为瓦(W);

$P_0$ ——平均功率,  $P_0 = \langle P \rangle$ ,单位为瓦(W)。

另外,功率起伏的谱密度函数还可以由功率的自相关函数的傅立叶变换来计算,见公式(C.5)。

$$S_{\Delta P}(f) = 4 \int_0^{\infty} C_{\Delta P}(\tau) e^{2\pi i f \tau} d\tau \quad \dots\dots\dots(\text{C.5})$$

式中:

$C_{\Delta P}(t)$ ——功率的自相关函数,单位为瓦平方( $\text{W}^2$ )。

功率的自相关函数按公式(C.6)计算。

$$C_{\Delta P}(t) = \langle \Delta P(t) \Delta P(t + \tau) \rangle \quad \dots\dots\dots(\text{C.6})$$

C.2 物理意义

带宽为  $[f_L, f_H]$  系统的信噪比是  $R(f)$  在整个系统带宽内所有功率起伏的谱成分的积分的倒数,见公式(C.7)。

$$\text{SNR} = \frac{P_0^2}{\langle \Delta P(t)^2 \rangle} = \left[ \int_{f_L}^{f_H} R(f) df \right]^{-1} \quad \dots\dots\dots(\text{C.7})$$

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13863—1992《激光辐射功率测试方法》和 GB/T 13864—1992《激光辐射功率稳定度测试方法》。与 GB/T 13863—1992 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了术语和定义(见第3章,1992年版的第3章);
- 修改了测试条件及要求(见第4章,1992年版的第4章);
- 增加了大发散角激光辐射连续功率测试(见5.1.1.2);
- 增加了测试时的可选设备(见5.1.4);
- 增加了测量不确定度估算(见第6章);
- 增加了测试报告的内容(见第7章)。

与 GB/T 13864—1992 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了术语和定义(见第3章,1992年版的第3章);
- 修改了测试条件及要求(见第4章,1992年版的第4章);
- 增加了连续激光器输出功率不稳定度测试(见5.2.1);
- 增加了测试时的可选设备(见5.2.3);
- 增加了测量不确定度估算(见第6章);
- 增加了测试报告的内容(见第7章)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 11554:2006《光学和光子学 激光和激光设备 激光束功率、能量和时间特性测试方法》。

本标准与 ISO 11554:2006 相比在结构上有一定调整,附录 A 中列出了本标准与 ISO 11554:2006 的章节编号对照一览表。

本标准与 ISO 11554:2006 相比存在技术性差异,这些差异已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线( | )进行了标示,附录 B 中列出了本标准与 ISO 11554:2006 的技术性差异及其原因的一览表。

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:中国电子科技集团公司第十一研究所、北京光电技术研究所、北京奥依特科技有限责任公司。

本标准主要起草人:陈刚、陆耀东、徐学珍、赵鸿、仇瑛。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 13863—1992;
- GB/T 13864—1992。