



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 27665—2011

代替 GB/T 11297.4—1989, GB/T 11297.5—1989

---

## 掺钕钇铝石榴石激光棒激光性能测量方法

Test methods for lasing capability of Nd:YAG laser rods

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

## 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 11297.4—1989《掺钕钇铝石榴石激光棒长脉冲激光阈值及斜率效率的测量方法》和 GB/T 11297.5—1989《掺钕钇铝石榴石激光棒连续激光阈值、斜率效率和输出功率的测量方法》。

与 GB/T 11297.4—1989 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 增加了被测物质:玻璃及陶瓷激光棒(见第 1 章);
- 增加了测量环境、被测激光棒的加工技术要求和安全防护要求(见第 4 章);
- 删除了测量装置中的内调焦望远镜(见 1989 年版的图 1);
- 增加了测量系统中的氮氛激光器、激光电源和冷却系统(见 6.1);
- 修改了测量条件(见 6.2.2,1989 年版的第 3 章);
- 修改了测量步骤(见第 7 章,1989 年版的第 4 章);
- 删除了测量精度(见 1989 年版的第 5 章)。

与 GB/T 11297.5—1989 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 增加了被测物质:玻璃及陶瓷激光棒(见第 1 章);
- 增加了测量环境、被测激光棒的加工技术要求和安全防护要求(见第 4 章);
- 删除了测量装置中的红外变像管(见 1989 年版的图 1);
- 增加了测量系统中的激光电源和冷却系统(见 6.1);
- 修改了测量条件(见 6.2.1,1989 年版的第 3 章);
- 删除了测量前的校准(见 1989 年版的第 4 章);
- 修改了测量步骤(见第 7 章,1989 年版的第 5 章);
- 删除测量精度(见 1989 年版的第 6 章)。

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、北京奥依特科技有限责任公司、北京光电技术研究所。

本标准主要起草人:仇瑛、朱建慧、卢永红。

GB/T 11297.4 和 GB/T 11297.5 于 1989 年首次发布。

# 掺钕钇铝石榴石激光棒激光性能测量方法

## 1 范围

本标准规定了在波长 1 064 nm 的标准激光腔内测量掺钕钇铝石榴石 (Nd:Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, 简称 Nd:YAG) 激光棒的激光性能的方法。

本标准适用于测量 Nd:YAG 晶体, 掺钕玻璃及陶瓷激光棒也可参照使用。

## 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/T 1185 光学零件表面疵病

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 11293 固体激光材料名词术语

## 3 术语和定义

GB/T 11293 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 要求

### 4.1 测量环境

除非另有规定, 测量应在以下条件下进行:

- 环境温度: 18 ℃~28 ℃;
- 相对湿度: 45%~70%;
- 气压: 86 kPa~106 kPa;
- 测量系统应处于无明显的振动、气流和烟尘的环境中, 不得有影响测量结果的干扰。

### 4.2 被测激光棒的加工技术要求

除特殊要求外, 激光棒应满足以下要求:

- 两端面平行度应优于或等于 10'';
- 端面对棒轴垂直度应优于或等于 5';
- 端面表面疵病应符合 GB/T 1185 的规定, 具体要求为: B/0.8D<sub>0</sub>×0.05、C1×0.01、P0.1(D<sub>0</sub> 为激光棒直径, 单位为 mm);
- 端面平面度在全口径 90% 直径范围内应优于或等于 λ/10, (λ 为 632.8 nm);
- 激光晶体两端面镀增透膜, 在波长为 1 064 nm 处的剩余反射率均不大于 0.2%。

### 4.3 参数要求

本标准规定的激光性能参数主要指激光阈值和斜率效率。

#### 4.4 安全防护

测量时应按 GB 7247.1 的要求采取安全防护措施。

### 5 测量原理

#### 5.1 连续激光阈值及斜率效率测量原理

采用平面—平面谐振腔测量 Nd:YAG 激光棒连续泵浦输入功率和输出功率的特性曲线。在直角坐标系中以输入功率为横轴,输出功率为纵轴作出此特性曲线。特性曲线的延长线与输入功率轴上的交点截距即该棒的连续激光阈值,特性曲线直线部分的斜率即棒的斜率效率。

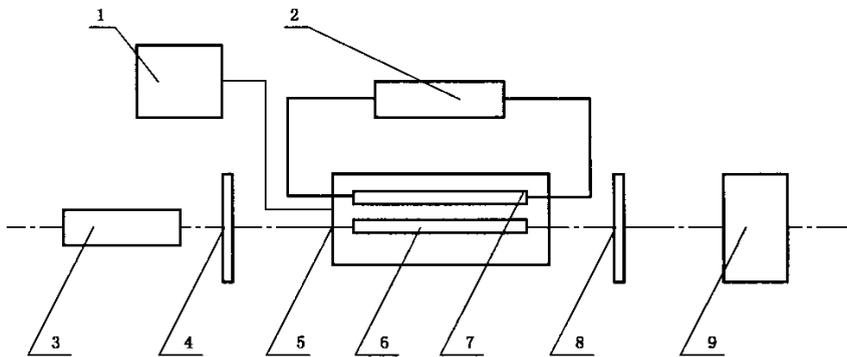
#### 5.2 脉冲激光阈值及斜率效率测量原理

采用单脉冲平面—平面谐振腔测量 Nd:YAG 激光棒泵浦输入能量和输出能量的特性曲线。在直角坐标系中以输入能量为横轴,输出能量为纵轴作出此特性曲线。特性曲线直线部分的延长线与输入能量轴上的交点截距即该棒的脉冲激光阈值,特性曲线直线部分的斜率即棒的斜率效率。

### 6 测量装置

#### 6.1 测量系统

激光阈值及斜率效率测量系统由下列元器件组成:激光电源、氩氟激光器、泵浦灯、激光棒、聚光腔、全反镜、输出镜、功率计或能量计、冷却系统。测量系统组成见图 1。



说明:

- 1——冷却系统;
- 2——激光电源;
- 3——氩氟激光器;
- 4——全反镜;
- 5——聚光腔;
- 6——激光棒;
- 7——泵浦灯;
- 8——输出镜;
- 9——功率计(能量计)。

图 1 测量系统组成图

## 6.2 测量装置要求

### 6.2.1 连续激光阈值及斜率效率测量装置应满足以下要求：

- 冷却系统采用压缩机制冷，冷却水温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 连续激光电源，输出功率  $1\ 000\ \text{W} \sim 4\ 500\ \text{W}$ ，应能连续可调，并有电压及电流显示表；
- 采用平面—平面腔，全反镜距离激光棒端面  $200\ \text{mm}$ ，输出镜距离激光棒端面  $200\ \text{mm}$ ，全反镜对波长  $1\ 064\ \text{nm}$  的光波反射率应大于  $99.8\%$ ，输出镜透过率为  $15\% \pm 2\%$ ；
- 聚光腔采用金属成像聚光腔；
- 泵浦灯采用直管型氙灯，灯弧长  $100\ \text{mm}$ ，灯内径可参照  $R_{\text{#}}/R_{\text{T}} \approx 1.2$  进行选择；
- 功率计采用热电式。

### 6.2.2 脉冲激光阈值及斜率效率测量装置应满足以下要求：

- 冷却系统采用压缩机制冷，冷却水温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 电源注入能量为  $50\ \text{J} \sim 200\ \text{J}$ ，并且连续可调，电源脉宽为  $200\ \mu\text{s} \sim 250\ \mu\text{s}$ ；
- 采用平面—平面腔，腔长为  $400\ \text{mm}$ 。介质膜片中心波长  $1\ 064\ \text{nm}$ ，全反镜反射率应大于  $99.8\%$ ，输出端反射率为  $50\% \pm 2\%$ ；
- 聚光腔采用金属成像聚光腔；
- 泵浦灯采用直管型氙灯，灯弧长  $100\ \text{mm}$ ，灯内径可参照  $R_{\text{#}}/R_{\text{T}} \approx 1.2$  进行选择；
- 能量计采用热电式。

## 7 测量步骤

测量应按以下步骤进行：

- 将被测激光棒用胶粘剂封装在套管里，然后用 V 型槽将套管滚直，使套管与棒同轴。封装好的激光棒端面不允许有污物存在，等到完全固化后，方可进行测量，或用 O 形圈将激光棒固定好。激光棒封入套管时切勿损坏端面的增透膜层；
- 将封装后的激光棒装入聚光腔，在装入过程中棒受力应均匀。然后用氦氖激光束调整光路，使激光棒端面反射光点与谐振腔两端膜片的反射光点重合；
- 开通冷却水，检查聚光腔是否漏水，不漏水方可进行实验，水温应保持在  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 按激光电源操作方法打开电源，点燃泵浦灯，使输入功率大到足以使谐振腔产生振荡并有激光输出，反复调整谐振腔，使激光器处在最佳工作状态，此时阈值功率最小；
- 由低到高把每一输入功率或能量和输出功率或能量测出来并记录所得数据，共测量不少于 10 个点，每一点重复测量 3 次取平均值；
- 测量完毕后，应逐渐降低输入功率，关闭电源，停冷却水，取出被测激光棒。

## 8 测量结果

### 8.1 连续激光阈值及斜率效率计算

电源注入电功率[见公式(1)]表示为：

$$P_{\text{in}} = I \times U \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- $P_{\text{in}}$ ——电源注入电功率，单位为瓦(W)；  
 $I$ ——电源的电流表的显示值，单位为安培(A)；  
 $U$ ——电源的电压表的显示值，单位为伏特(V)。

作出激光输出功率对注入电功率的特性曲线,将特性曲线的直线部分延长到横轴,其交点的截距即是该激光棒的阈值,特性曲线的直线斜率即是该棒的斜率效率,斜率效率[见公式(2)]表示为:

$$\eta = \Delta P_{out} / \Delta P_{in} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\eta$  ——斜率效率;
- $\Delta P_{out}$  ——激光输出功率增量,单位为瓦(W);
- $\Delta P_{in}$  ——电源注入电功率增量,单位为瓦(W)。

8.2 脉冲激光阈值及斜率效率计算

电源注入能量[见公式(3)]表示为:

$$E_{in} = \frac{1}{2}CU^2 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $E_{in}$  ——电源注入能量,单位为焦耳(J);
- $C$  ——储能电容,单位为法(F);
- $U$  ——输入电压,单位为伏特(V)。

作出激光输出能量对注入能量的特性曲线。将特性曲线的直线部分延长到横轴,其交点的截距即是该激光棒的阈值,特性曲线的直线斜率即是该棒的斜率效率,斜率效率[见公式(4)]表示为:

$$\eta = \Delta E_{out} / \Delta E_{in} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $\eta$  ——斜率效率;
- $\Delta E_{out}$  ——激光输出能量增量,单位为焦耳(J);
- $\Delta E_{in}$  ——电源注入能量增量,单位为焦耳(J)。

9 测量报告

测量报告应包括下列内容:

- a) 测量单位;
- b) 送检单位;
- c) 环境条件;
- d) 测量人员;
- e) 测量日期;
- f) 激光棒规格;
- g) 被测激光棒的特性曲线;
- h) 激光阈值、斜率效率。

