

ICS 77.120.99

CCS L90

团 体 标 准

T/CI 073—2022

激光照明用稀土荧光陶瓷光学性能的试验 方法

Test methods of optical properties of rare earth ceramic
phosphors for laser-based lighting

2022-9-26 发布

2022-9-26 实施

中国国际科技促进会 发布

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。

某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由上海应用技术大学提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件主起草单位：上海应用技术大学、江苏师范大学、中国科学院上海光学精密机械研究所、上海理工大学、南京光宝光电科技有限公司、烟台华创智能装备有限公司、浙江绿龙新材料有限公司、海宁恒伟纺织机械有限公司、浙江航泰新材料有限公司、海宁海丽龙新材料科技有限公司、浙江安贝新材料股份有限公司、惠创科技（台州）有限公司、广东皇智照明科技有限公司、上海亮威照明科技股份有限公司、浙江亿米光电科技有限公司、江苏厚睦莱照明科技有限公司、西双版纳承启科技有限公司，苏州璋驰光电科技有限公司。

本文件主要起草人：李杨、李月锋、邹军、杨波波、张乐、范金太、林辉、董永军、苏晓锋、赵巍、陈俊锋、王剑勤、徐欢、钱麒、徐华、汤雄、杨磊、杨忠、陈启、冯英俊。

本文件是首次发布。

激光照明用稀土荧光陶瓷光学性能的试验方法

1.范围

本文件规定了激光照明用稀土荧光陶瓷的光谱性能、色品坐标、饱和阈值、照度不稳定度和光束宽度的性能指标和测定方法。

本文件适用于激光照明用稀土荧光陶瓷的光学性能的评价和测定。

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，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB7247.1 激光产品的安全

GB/T 10320 激光设备和设施的电气安全

GB/T 1185 光学零件表面疵病

GB/T 31358 半导体激光器总规范

GB/T 15313 激光术语

GB/T 5838.1 荧光粉术语

GB/T 5838.3 荧光粉性能试验方法

GB/T 24824-2009 普通照明用 LED 模块测试方法

GB/T 31359-2015 半导体激光器测试方法

GB/T 13863 激光辐射功率和功率不稳定度测试方法

GB/T 23595.1 白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉

第 1 部分 光谱性能的测定

GB/T 23595.3 白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉

第 3 部分 色品坐标的测定

GB/T 14634.2-2010 灯用稀土三基色荧光粉试验方法

第 2 部分 发射主峰和色度性能的测定

GB/T 24981.1-2020 稀土长余辉荧光粉试验方法

第 1 部分 发射主峰和色品坐标的测定

GB/T 30454-2013 LED 用稀土硅酸盐荧光粉试验方法

GB/T 30457-2013 灯用稀土紫外发射荧光粉试验方法

GB/T 40563-2021 氟化物红色荧光粉

IEC60825 激光安全标准

CIE 1931 XYZ 标准色度系统 (CIE 1931 XYZ)

3.术语和定义

除以下术语外，GB/T 15313、GB/T 5838.1 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

激光照明光源

基于激光二极管 (LD) 技术的照明用光源。

3.2

激光荧光陶瓷

在激光二极管 (LD) 发出的光激发下能发光的无机陶瓷材料。

3.3

饱和阈值

在激光辐射下，荧光材料获得峰值光通量时，对应的激光功率密度数值。

3.4

光准直器

将 LD 光源发出的光，转变成准直光 (平行光) 的光学元件。

3.5

照度不稳定性

在一定的时间内，荧光材料输出光在某一点照度值的变化程度。

4.要求

4.1 测试条件

4.1.1 环境要求

测量时环境应满足下面要求：

- a) 温度：20°C~25°C；
- b) 相对湿度：<65%；
- c) 无明显的振动、气流、烟尘、杂散光及电磁干扰；
- d) 环境照度：在较暗环境下，避免强光干扰；
- e) 防静电。

4.1.2 安全要求

- a) 测量时应按 GB 7247.1 的要求采取激光安全防护措施；
- b) 激光器配套的电系统应符合 GB/T10320 的规定。

4.2 被测荧光陶瓷样品要求

除特殊要求外，样品应满足以下要求：

- a) 两端面平行度（平面/平面）应不大于 30"；
- b) 端面对棒轴垂直度应不大于 5'；
- c) 端面表面疵病质量根据 GB/T1185，应符合：麻点 $B/0.8D_0 \times 0.05$ ，划痕 $C/2D_0 \times 0.01$ （ D_0 为样品直径，单位为 mm）；
- d) 端面应清洁，无影响测量的灰尘和挡光污渍。

5.测量方法

5.1 光谱性能的测定

5.1.1 测定范围

200nm~800nm。

5.1.2 方法原理

以氙灯为光源，经激发单色仪分光，产生不同波长的激发光。根据需要用某一波长的激发光，激发样品室里的激光照明用稀土荧光陶瓷试样，试样发出的光经光谱检测仪测得发射光谱。同理，固定某一发射波长，测得激发光谱。

5.1.3 仪器与装置

- a) 荧光分光光度计：精度 $\pm 0.5\text{nm}$ ；
- b) 激发光谱测量范围：200nm~800nm，发射光谱测量范围：380nm~780nm；
- c) 激发光源：色温 5500K~6500K，显色指数大于 95 的石英玻壳氙灯，在紫外 B 波段、A 波段和可见光区有连续光谱，每 10min 光输出稳定度优于 1%，在整个寿命期内满足上述要求。

5.1.4 测试步骤

- a) 根据荧光分光光度计仪器（5.1.3）要求开启氙灯，稳定 10min~30min，参照仪器使用说明书矫正仪器；
- b) 将试样（4.2）放置在样品室里的样品架上；
- c) 以 450nm 激发波长作为监控波长，作一个发射光谱扫描，读出发射光谱主峰波长；
- d) 用该发射光谱的主峰波长作为监控波长，作激发光谱扫描，读出激发光谱峰值波长 (λ_{ex}) ；
- e) 再用该激发光谱峰值波长作为监控波长，作发射光谱扫描，读出发射光谱主峰波长(λ_{em})。

5.1.5 测试结果表述

激发光谱峰值波长用 λ_{ex} 表示,发射光谱主峰波长用 λ_{em} 表示,样品连续测试三次,取其平均值。

5.1.6 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值,这两个测试结果的绝对差值超过重复性限(r)=10nm的情况不超过5%。

5.1.7 允许差

实验室之间激发光谱峰值波长(λ_{ex})、发射光谱主峰波长(λ_{em})分析结果的差值应分别不大于20nm、15nm。

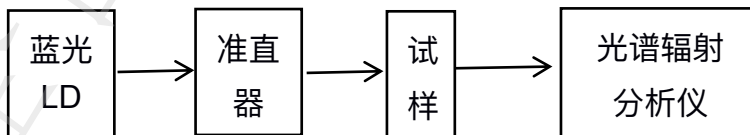
5.2 色品坐标的测定

5.2.1 方法原理

用一个发射波段 $450\pm 10\text{nm}$ 的激光二极管(LD)作为激发光源,经准直器准直成束腰光斑直径1mm的准直光束,激发激光照明用稀土荧光陶瓷试样,产生的光经收集后,通过光谱辐射分析仪把光信号转变为电信号。按照一定的波长间隔测得整个可见光波段的相对发射光谱功率分布。然后按照CIE推荐的公式求出激光照明用稀土荧光陶瓷发光的色品坐标。

5.2.2 测量装置

5.2.2.1 仪器原理图



5.2.2.2 激发光源

由蓝光LD和光准直器组成,激发光的峰值波长是 $450\pm 10\text{nm}$,准直器输出蓝光准直光束束腰光斑直径1mm。试样放在蓝光光束束腰位置,激发光入射样

品室里的试样，发出的荧光在试样法线成 45° 方向被收集。激发光点亮 10min 后，稳定度优于 0.1%。

5.2.2.3 光谱辐射分析仪

- a) 波长准确性： $\pm 0.5\text{nm}$ ；
- b) 波长重复性： $\pm 0.2\text{nm}$ ；
- c) 色品坐标准确性： ± 0.002 ；
- d) 光谱范围： $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ ；
- e) 扫描间隔： 5nm 。

5.2.3 测试步骤

- a) 开启激发光源（5.2.2.2），点亮稳定 10min，参照仪器使用说明书校正仪器；
- b) 把试样（4.2）放入样品室中，蓝光光束束腰位置；
- c) 使用激发光源激发试样，从 $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 波长范围进行扫描试样发出荧光，测出试样色品坐标。

5.2.4 测试结果表述

色品坐标：CIE1931 XYZ 标准色度系统制定的 x,y 来表示。样品连续测试三次，取其平均值。

5.2.5 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，这两个测试结果的绝对差值超过重复性限(r)= 0.002 的情况不超过 5%。

5.2.6 允许差

实验室之间色品坐标 x,y 值分析结果的差值不大于 0.005。

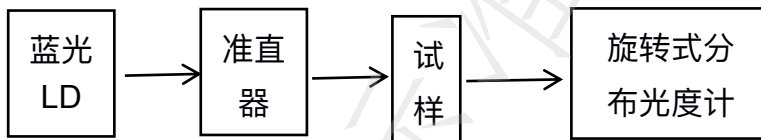
5.3 饱和阈值的测定

5.3.1 方法原理

用峰值波长 $450\pm 10\text{nm}$ 的蓝光 LD 作为激发光源，经光准直器形成束腰光斑直径 1mm 的准直光束，激发荧光陶瓷试样产生的光经收集后，在测光暗室中，按 GB/T 24824-2009 5.2.1 总光通量的基准测量方法的规定执行，采用旋转式分布光度计测量荧光陶瓷输出的光通量，增加蓝光 LD 的激发功率，荧光陶瓷试样的输出光达到峰值光通量时，记录蓝光 LD 的功率值，除以准直光束束腰光斑面积，得出饱和阈值。

5.3.2 测量装置

5.3.2.1 测试装置图



5.3.2.2 激发光源

由蓝光 LD 和光准直器组成，激发光的峰值波长是 $450\pm 10\text{nm}$ 。试样放在蓝光光束束腰位置，激发光入射荧光陶瓷试样后，发出的光被旋转式分布光度计收集。激发光点亮 10min 后，稳定度优于 0.1%。

5.3.2.3 旋转式分布光度计

- a) 垂直轴扫描范围： $\pm (10^\circ\sim 90^\circ)$ 可选；
- b) 水平轴扫描范围： $0^\circ\sim 360^\circ$ ；
- c) 转角精度： $\pm 0.05^\circ$ ；
- d) 开机预热时间：30min。

5.3.3 测试步骤

- a) 将蓝光 LD、准直器和荧光陶瓷试样夹持在旋转式分布光度计上,使 LD 处于燃点状态,荧光陶瓷试样放置在准直光束的束腰位置(光斑直径 1mm),并处于分布光度计的旋转中心;
- b) 在足够多的发光平面上,以足够小的角度间隔测量,以分布光度计的光度探测器到被测试样发光中心之间的测量距离为半径的虚拟球面上的各点的照度。平面间角度间隔一般为 5° ,平面内的角度间隔一般为 1° ;
- c) 用数值积分的办法(GB/T24824-2009 5.2.1 式(1))计算试样总光通量;
- d) 增加 LD 的功率,记录光通量随 LD 功率的变化,随着 LD 功率的增加,荧光陶瓷试样输出光达到峰值光通量时,记录 LD 功率值;
- e) 将 LD 功率值,除以束腰光斑面积,得到饱和阈值数值。

5.3.4 测试结果表述

饱和阈值用 p_d 表示,样品连续测试三次,取其平均值。

5.3.5 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值,这两个测试结果的绝对差值超过重复性限(r)= $5w/mm^2$ 的情况不超过 5%。

5.3.6 允许差

实验室之间饱和阈值分析结果的差值不大于 10。

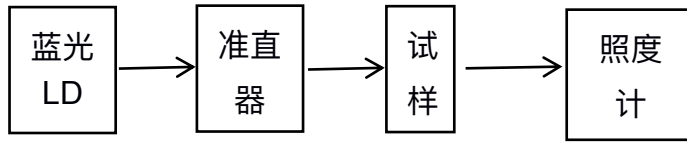
5.4 照度不稳定度的测定

5.4.1 方法原理

用峰值波长 $450\pm 10\text{nm}$ 的蓝光 LD 作为激发光源,经光准直器形成束腰光斑直径 1mm 的准直光束,激发荧光陶瓷试样产生的光,被照度计采集,得出照度值。

5.4.2 测量装置

5.4.2.1 测试装置图



5.4.2.2 激发光源

由蓝光 LD 和光准直器组成，激发光的峰值波长是 $450\pm 10\text{nm}$ 。试样放在蓝光光束束腰位置，激发光入射荧光陶瓷试样后，发出的光被照度计采集。激发光点亮 10min 后，稳定度优于 0.1%。

5.4.3 测试步骤

- a) 按测试装置图，顺序摆放和连接测试仪器，使 LD 处于燃点状态，LD 输出光经准直器准直，入射陶瓷试样，荧光陶瓷试样放置在准直光束的束腰位置（光斑直径 1mm）；
- b) 调整照度计位置，使得从荧光陶瓷试样输出的光束在照度计光接收面的中心入射，光束光斑投射到照度计光接收面直径的 $2/3$ 区域内；
- c) 在规定的测试时间周期内均为 n 次取值，记录每次测得的照度值 E 。

5.4.4 测试结果表述

(1)

式 (1) 中：

S ——照度不稳定性

E_{max} ——最大照度值，单位为勒克斯(lux)

E_{min} ——最小照度值，单位为勒克斯(lux)

E_{ave} ——平均照度值，单位为勒克斯(lux)

注：式 (1) 参照 GB/T13863。

照度不稳定性用 S 表示, 样品连续测试三次, 取其平均值。

5.4.5 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值, 这两个测试结果的绝对差值超过重复性限(r)=5% 的情况不超过 5%。

5.4.6 允许差

实验室之间照度不稳定性分析结果的差值不大于 10%。

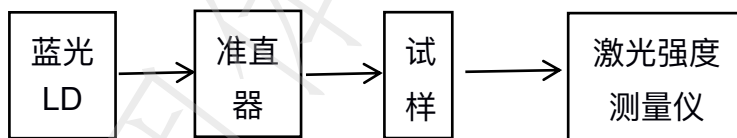
5.5 光束宽度的测定

5.5.1 方法原理

用峰值波长 $450\pm 10\text{nm}$ 的蓝光 LD 作为激发光源, 经光准直器形成束腰光斑直径 1mm 的准直光束, 激发荧光陶瓷试样产生的光, 经激光强度测量仪扫描获得光强分布。

5.5.2 测量装置

5.5.2.1 测试装置图



5.5.2.2 激发光源

由蓝光 LD 和光准直器组成, 激发光的峰值波长是 $450\pm 10\text{nm}$ 。试样放在蓝光光束束腰位置, 激发光入射荧光陶瓷试样后, 发出的光经激光强度测量仪扫描获得光强分布。激发光点亮 10min 后, 稳定度优于 0.1%。

5.5.3 测试步骤

a) 按照测试装置图, 首先将 LD, 准直器和荧光陶瓷试样水平固定, 确保经过荧光陶瓷试样的发光几何中心与激光强度测量仪取样装置的几何中心等高;

- b) 按照 GB/T31359-2015 5.19.1.2 步骤获得光强分布；
- c) 按照 GB/T31359-2015 5.20.2 步骤测得光束宽度值。

5.5.4 测试结果表述

(2)

式 (2) 中：

Δd ——光束宽度、单位为毫米 (mm) ；

d_1 和 d_2 ——最大宽度对应的坐标位置，单位为毫米 (mm) 。

注：式 (2) 参照 GB/T31359-2015 5.20.3。

光束宽度用 Δd 表示，样品连续测试三次，取其平均值。

5.5.5 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，这两个测试结果的绝对差值超过重复性限(r)=0.1mm 的情况不超过 5%。

5.5.6 允许差

实验室之间光束宽度分析结果的差值不大于 0.2mm。
