



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—20XX

光纤激光器能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades for
fiber lasers

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家标准化管理委员会提出并归口。

光纤激光器能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了工业生产加工用光纤激光器的能效等级、能效限定值、能效计算方法和试验方法。

本文件适用于额定输出光功率大于等于500W的连续光纤激光器、准连续光纤激光器、脉冲光纤激光器、光纤耦合输出直接半导体光纤激光器和环形光斑光纤激光器。

本文件不适用于通信光纤激光器，掺铥、掺钕的光纤激光器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 15175 固体激光器主要参数测试方法

GB/T 15313 激光术语

GB/T 31359 半导体激光器测试方法

JB/T 12632 光纤激光器

ISO 11145:2018 光学与光子学 激光器与激光相关设备 术语和符号 (Optics and photonics — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols)

IEEE Std 2065:2020 工业光纤激光器测试方法和参数要求指南 (IEEE Guide for Parameter Requirements and Test Method for Industrial Fiber Laser)

3 术语和定义

GB/T 15175-2012、GB/T 15313、IEEE Std 2065:2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光纤激光器 fiber laser

以掺有激活粒子的光纤为激光介质的激光器。

注：激活粒子指可以通过受激发射而产生激光的原子、分子、离子和电子—空穴对等的总称。

[来源：GB/T 15313-2008，定义2.4.35]

3.2

连续光纤激光器 continuous wave (CW) fiber laser

大于或等于0.25s时间期间持续辐射的光纤激光器。

[来源：GB/T 15313-2008，定义2.3.4]

3.3

准连续光纤激光器 quasi-continuous wave (QCW) fiber laser

输出激光脉冲的重复频率大于1kHz，占空比≥10%的脉冲光纤激光器。

3.4

脉冲光纤激光器 pulsed fiber laser

单个激光脉冲小于2us，且采用声光调制器、电调种子源等器件使能量在时域内压缩的光纤激光器。

3.5**光纤耦合输出直接半导体激光器 fiber-coupled direct diode laser**

将半导体激光芯片发出的激光，通过专门的光学系统进行光束整形后，高效率地耦合进入一根光纤，并从光纤末端输出的激光器件。

3.6**环形光斑光纤激光器 ring-shot fiber laser**

通过一根特种光纤输出两束同轴、且可独立调控的激光束（中心光束与环形光束）的光纤激光器。

3.7**电光转换效率 electrical-optical conversion efficiency**

$$\eta$$

输出激光束内的所有功率（或能量）与输入光纤激光器的电功率（或能量）的比值，通常以百分比表示。

3.9**光纤激光器能效限定值 minimum allowable value of fiber laser**

在额定工作条件下，光纤激光器电光转换效率的最小允许值。

4 技术要求**4.1能效等级**

4.1.1 光纤激光器能效等级分为3级，其中1级能效最高。

4.1.2 各等级光纤激光器的电光转化效率不应低于表1的规定。

表1 普通类型自冷却光纤激光器能效等级

光纤激光器类型	电光转化效率 %		
	1 级	2 级	3 级
连续光纤激光器 ¹	35.0	30.0	25.0
准连续光纤激光器	20.0	16.0	14.0
脉冲光纤激光器	33.0	30.0	25.0

表2 特殊类型自冷却光纤激光器能效等级

光纤激光器类型	电光转化效率 %		
	1 级	2 级	3 级
光纤耦合输出直接光纤激光器	45.0	40.0	35.0
环形光斑光纤激光器	38.0	35.0	30.0

表3 普通类型外冷却光纤激光器能效等级

光纤激光器类型	电光转化效率 %		
	1 级	2 级	3 级
连续光纤激光器	42.0	37.0	33.0
准连续光纤激光器	23.0	20.0	15.0
脉冲光纤激光器	35.0	30.0	20.0

注 1：采用倍频方式产生绿光的光纤激光器，各等级能效指标为相应光纤激光器能效指标的 50%。

表4 特殊类型外冷却光纤激光器能效等级

光纤激光器类型	电光转化效率 %		
	1 级	2 级	3 级
光纤耦合输出直接光纤激光器	45.0	40.0	35.0
环形光斑光纤激光器	40.0	37.0	32.0

4.2 能效限定值

光纤激光器的能效限定值分别为表1—表4中的3级。

4.3 待机功耗限定值

对于额定输入功率大于10000W、配套水冷机的激光器，待机状态下功率应小于或等于额定输入功率的5%。

5 电光转化效率的计算方法

按式（1）计算光纤激光器的电光转化效率：

$$\eta = \frac{P_{\text{光}}}{P_{\text{电}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

η ——激光器的电光转化率，单位为%；

$P_{\text{光}}$ ——激光器的输出光功率，单位为千瓦（kW）；

$P_{\text{电}}$ ——激光器的输入电功率，单位为千瓦（kW）。

6 试验方法

光纤激光器的电光转化效率按附录A进行测试。

附录A
(规范性)
光纤激光器电光转化效率测试方法

A. 1 试验条件

A. 1.1 环境条件

在下列范围的温度、湿度和气压等条件下进行测试：

- a)环境温度：23℃±5℃，测试期间温度变化不超过±3℃。
- b)相对湿度：45%RH~80%RH。
- c)大气压力：86kPa~106kPa。
- d)其他要求：测试区域内无影响测量的振动、气流和背景辐射。

A. 1.2 电源

电源应符合以下要求：

- a)电源电压：交流 $220 \times (1 \pm 1\%) \text{V}$ 或 $380 \times (1 \pm 1\%) \text{V}$ 。
- b)电源频率： $50 \times (1 \pm 1\%) \text{Hz}$ 。
- c)总谐波失真：≤2%。

A. 2 测试仪器

A. 2.1 激光功率计

激光功率计应符合以下要求：

- a)功率测量范围：500 W~200 kW。
- b)波长测量范围：0.5 μm~1.2 μm。
- c)功率计校准不确定度： $U_{\text{rel}} \leq 3\% (k=2)$ 。

注：激光功率计可由一系列激光功率计组成，单个激光功率计仅覆盖部分波长范围和功率范围。

A. 2.2 电能分析仪

电能分析仪应符合以下要求：

- a)电压范围：100 V~1000 V。
- b)电流范围：1 A~6000 A。
- c)功率范围：1 kW~6000 kW。
- d)电能分析仪功率校准不确定度： $U_{\text{rel}} \leq 2\% (k=2)$ 。

A. 2.3 温控水冷机

用于光纤激光器与水冷型激光功率计的温控，流量与制冷量需满足光纤激光器及激光功率计技术要求。

A. 3 测试方法

激光器电光转化效率的测试步骤如下。

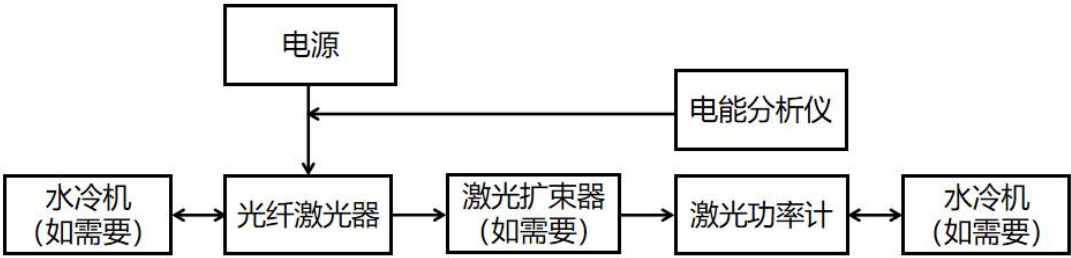


图 A. 1 光纤激光器能效测试示意图

- a)按照图 A.1 所示连接光纤激光器、电源及水冷机，进入待机状态。同时连接电能分析仪，确认待机功率是否符合要求并予以记录。
- b)借助光纤激光器指示光将激光器输出对准激光功率计探测面中心，且光束传输方向与激光功率计探测面保持垂直。以光强降至峰值强度 $1/e^2$ 位置的直径作为光束直径。光束直径应符合以下要求：
- 最大输出功率 1 kW 的激光器光束直径应不小于 10 mm；
 - 最大输出功率 3 kW 的激光器光束直径应不小于 20 mm；
 - 最大输出功率 10 kW 的激光器光束直径应不小于 25mm；
 - 最大输出功率 30 kW 的激光器光束直径应不小于 35 mm。
- c)将激光功率计与水冷机连接，并将水流量设置为合适的大小，水流量应不小于激光功率计规格要求的额定值。冷却水 1 min 内温度波动应不超过 2℃，并应避免在水冷机启动制冷时进行出光测试。
- d)设置激光功率计的量程范围与测量波长，设置电能分析仪的量程范围。确认激光输出光路无遮挡，并在输出光路设置了人员安全措施，确认人员处于安全区域。设置激光器输出功率为额定功率，使激光器出光，待出光时间大于 90s 后，用激光功率计测量激光器的输出功率并记录稳定值，同时用电能分析仪测量激光器耗电功率并记录稳定值。重复测量 3 次，取激光功率计测量结果的平均值作为激光功率 $P_{\text{光}}$ ，取电能分析仪测量结果的平均值作为电功率 $P_{\text{电}}$ 。
- e)按式（1）计算光纤激光器的电光转化效率。