



中华人民共和国国家军用标准

FL 0150

GJB/J 3352-98

脉冲激光峰值功率计 检 定 规 程

Verification regulation for pulse laser peak power-meter

1998-07-27 发布

1999-01-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准



<http://www.hvlab.cn>

GJB 1324A-2019

四川质安高电压工程技术研究中心

中华人民共和国
国家军用标准
固体脉冲激光测距仪通用规范
GJB 1324A-2019

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

开本 880×1230 1/16 印张 2¼ 字数 63 千字
2019年12月第1版 2019年12月第1次印刷

军标出字第12154号



<http://www.hvlab.cn>

中华人民共和国国家军用标准

脉冲激光峰值功率计检定规程

Verification regulation for pulse laser peak power-meter

GJB/J 3352-98

1 范围

1.1 主题内容

本检定规程规定了脉冲激光峰值功率计检定的技术要求, 检定项目、检定条件、检定方法、检定结果的处理和检定周期。

1.2 适用范围

本检定规程适用于新制造、使用中和修理后的波长范围为 $0.4\sim 11\mu\text{m}$ 的脉冲激光峰值功率计的检定。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

本章无条文。

4 一般要求

4.1 受检测量器具的用途和原理

脉冲激光峰值功率计是以测量脉冲激光光源(或模拟激光光源)峰值功率的仪器。它主要由光电探测器、放大电路、脉冲展宽电路及峰值保持电路所组成(原理框图见图1), 将其所探测到的光电信号经A/D转换、数据处理及数字显示等电路处理, 可直接显示激光峰值功率, 或者由示波器显示脉冲波形, 由峰值电压计算得到脉冲激光辐射的峰值功率。

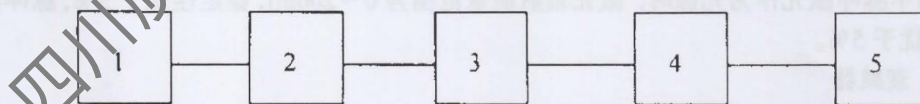


图1 脉冲激光峰值功率计原理框图

1—光电探测器; 2—前置放大器; 3—脉冲展宽电路; 4—峰值保持电路; 5—显示电路

4.2 技术要求

4.2.1 外观及工作正常性

4.2.1.1 脉冲激光峰值功率计应有正确使用各种标志, 包括生产厂名或商标、产品名称、型

总装备部 1998-07-27 发布

1999-01-01 实施



号、生产日期、出厂编号、电源电压、频率和功率等。

4.2.1.2 脉冲激光峰值功率计和附件的表面涂层应均匀、平整,不应有影响外观的划痕、气泡、斑迹、脱漆等缺陷。

4.2.1.3 脉冲激光峰值功率计的结构应牢固,无松动现象。各类开关、接插件、旋钮应灵活、可靠,显示应完整、清晰。

4.2.1.4 使用中和修理后的脉冲激光峰值功率计,允许有不影响仪器计量特性变化的外观缺陷。

4.2.2 灵敏度的最大允许误差

当脉冲激光峰值功率计显示值的单位不是功率值时,检定此项。脉冲激光峰值功率计灵敏度的最大允许误差为 $\pm 15\%$ 。

4.2.3 修正系数的最大允许误差

当脉冲激光峰值功率计显示值的单位是功率值时,检定此项。脉冲激光峰值功率计修正系数的最大允许误差为 $\pm 15\%$ 。

4.3 检定条件

4.3.1 环境条件

- a. 环境温度: $20 \pm 2^\circ\text{C}$;
- b. 相对湿度: 不大于 80% ;
- c. 供电电源: 电压 $220 \pm 22\text{V}$, 频率 $50 \pm 2\text{Hz}$;
- d. 其他: 应避免明显的空气流动、杂散光和强电磁场等的干扰。

4.3.2 检定用设备

检定所用设备必须经过计量技术机构检定合格,并在有效期内。

脉冲激光峰值功率计检定用主要设备为重复频率脉冲激光峰值功率标准装置和单脉冲激光峰值功率标准装置。它们的主要部分有下列设备所组成。

4.3.2.1 激光光源(或模拟激光光源)

- a. 用重复频率脉冲激光器(或模拟激光光源)作为光源时,激光辐射的平均输出功率大于 $1 \times 10^{-6}\text{W}$, 稳定性优于 0.5% , 激光脉冲重复频率在 $1 \sim 10\text{kHz}$ (可调), 波形稳定性优于 3% 。
- b. 用单脉冲激光作为光源时,激光辐射能量范围为 $0 \sim 200\text{mJ}$, 稳定性优于 5% , 脉冲波形稳定性优于 5% 。

4.3.2.2 衰减器

衰减器的衰减系数标准不确定度小于 0.2% 。

4.3.2.3 标准激光功率计

标准激光功率计的测量范围为 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}\text{W}$, 标准扩展不确定度小于 1% 。

4.3.2.4 能量计

标准激光能量计及监视能量计的测量范围为 $0 \sim 200\text{mJ}$, 标准扩展不确定度小于 2% 。

4.3.2.5 数字频率计

数字频率计的测量范围为 $0 \sim 10\text{MHz}$, 分辨力优于 $1 \times 10^{-3}\text{Hz}$ 。

4.3.2.6 直流数字纳伏表



直流数字纳伏表的量程为 3mV,分辨力为 1nV。

4.3.2.7 光电探测器

光电探测器的上升时间小于 1ns。

4.3.2.8 瞬态数字化波形分析仪

瞬态数字化波形分析仪的带宽大于 400MHz,采样率大于 200MS/s。

5 详细要求

5.1 检定项目和检定方法

5.1.1 外观及工作正常性

目视观察或手动检查,其结果应符合 4.2.1 条规定。

5.1.2 灵敏度的测量误差

5.1.2.1 重复频率脉冲激光

当脉冲激光峰值功率计用于测量重复频率脉冲激光辐射时,按图 2 所示的重复频率脉冲激光功率检定框图进行。

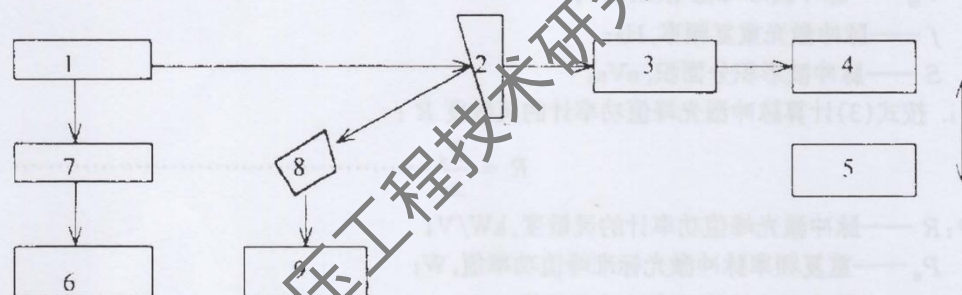


图2 重复频率脉冲激光功率检定框图

1—重复频率脉冲激光光源；2—楔形分束器；3—衰减器组；4—标准激光功率计；5—脉冲激光峰值功率计；6—数字频率计；7—脉冲激光电源；8—光电探测器；9—瞬态数字化波形分析仪

a. 打开重复频率脉冲激光光源,按图 2 所示的检定框图,调整好测试光路,使重复频率脉冲激光垂直并全部入射到标准激光功率计以及光电探测器表面。

b. 测量设备预热半小时以上,用标准激光功率计测量激光辐射功率值 P 。

c. 重复测量激光辐射功率值 P 六次以上,按式(1)计算激光辐射功率的实验标准偏差 $S(P)$:

$$S(P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: $S(P)$ ——激光辐射功率的实验标准偏差, μW ;

P_i ——第 i 次测量的激光辐射功率值, μW ;

$\bar{P}$ —— n 次测量激光辐射功率的平均值, μW ;



n ——测量次数。

d. 如果 $S(P)/\bar{P}$ 大于 0.5%, 则排除产生的原因, 重复步骤 c, 直至 $S(P)/\bar{P}$ 不大于 0.5%, 记录此时的激光辐射功率平均值 $\bar{P}$ 。

e. 用脉冲激光峰值功率计代替标准激光功率计, 输入激光辐射, 记录脉冲激光峰值功率计的显示值 y_1 。

f. 用数字频率计测量脉冲激光重复频率 f 。

g. 用瞬态数字化波形分析仪测量光电探测器输出的脉冲波形峰值电压 V_m 及脉冲波形积分面积 S 。

h. 按式(2)计算重复频率脉冲激光标准峰值功率 P_s :

$$P_s = \frac{\bar{P} \cdot V_m}{f \cdot S} \quad (2)$$

式中: P_s ——重复频率脉冲激光标准峰值功率值, W;

$\bar{P}$ —— n 次测量激光辐射功率的平均值, μW ;

V_m ——脉冲波形峰值电压, mV;

f ——脉冲激光重复频率, Hz;

S ——脉冲波形积分面积, nVs。

i. 按式(3)计算脉冲激光峰值功率计的灵敏度 R :

$$R = \frac{P_s}{y_1} \quad (3)$$

式中: R ——脉冲激光峰值功率计的灵敏度, kW/V;

P_s ——重复频率脉冲激光标准峰值功率值, W;

y_1 ——脉冲激光峰值功率计的显示值, mV。

j. 重复步骤 e~i 六次以上, 按式(4)计算灵敏度的测量误差 $S(R)$:

$$S(R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (4)$$

式中: $S(R)$ ——灵敏度的测量误差, kW/V;

R_i ——第 i 次测量得到的灵敏度, kW/V;

$\bar{R}$ —— n 次测量的灵敏度的平均值, kW/V;

n ——测量次数。

其 $2 \cdot S(R)/\bar{R}$ 值应符合 4.2.2 条的规定。

5.1.2.2 单脉冲激光

当脉冲激光峰值功率计用于测量单脉冲激光辐射时, 按图 3 所示的单脉冲激光峰值功率检定框图进行。



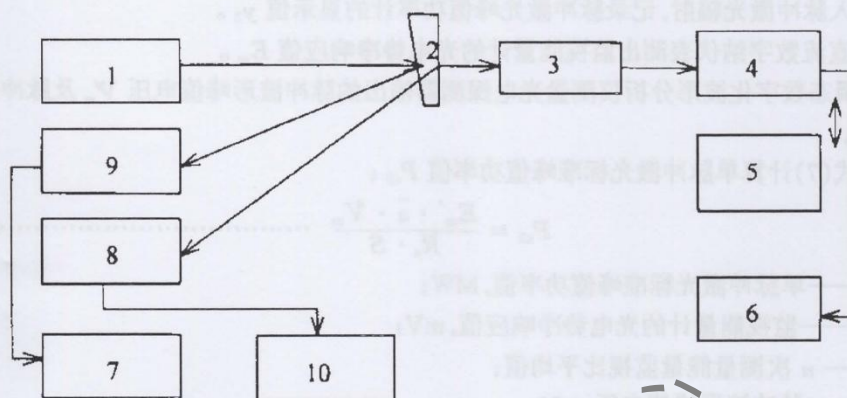


图3 单脉冲激光峰值功率检定框图

1—单脉冲激光光源;2—楔形分束器;3—衰减器组;4—标准激光能量计;5—脉冲激光峰值功率计;
6—直流数字纳伏表;7—直流数字纳伏表;8—光电探测器;9—监视能量计;10—瞬态数字化波形分析仪

a. 打开单脉冲激光光源,按图3所示的装置调整好测试光路,使单脉冲激光辐射全部入射到标准激光能量计、监视能量计内。

b. 测量设备预热半小时以上,用6、7直流数字纳伏表分别测量标准激光能量计和监视能量计的光电势净响应值 E_s 和 E_m 。

c. 按式(5)计算能量监视比 α :

$$\alpha = \frac{E_s}{E_m} \dots\dots\dots (5)$$

式中: α ——能量监视比;

E_s ——标准激光能量计光电势净响应值, mV;

E_m ——监视能量计光电势净响应值, mV。

d. 重复步骤 b 和 c 六次以上,按式(6)计算能量监视比重复性 $S(\alpha)$:

$$S(\alpha) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6)$$

式中: $S(\alpha)$ ——能量监视比实验标准偏差;

α_i ——第 i 次测量的能量监视比;

$\bar{\alpha}$ —— n 次测量能量监视比的平均值;

n ——测量次数。

e. 如果 $S(\alpha)/\bar{\alpha}$ 大于 0.6%, 则排除产生的原因,重复步骤 b~d,直至 $S(\alpha)/\bar{\alpha}$ 不大于 0.6%,记录此时的能量监视比平均值 $\bar{\alpha}$ 。

f. 将主光路上的标准能量计移去,换上脉冲激光峰值功率计,并使激光辐射全部入射到脉冲激光峰值功率计上。



- g. 输入脉冲激光辐射, 记录脉冲激光峰值功率计的显示值 y_2 。
- h. 用直流数字纳伏表测出监视能量计的光电势净响应值 E_m 。
- i. 用瞬态数字化波形分析仪测量光电探测器输出的脉冲波形峰值电压 V_m 及脉冲波形积分面积 S 。
- j. 按式(7)计算单脉冲激光标准峰值功率值 P_{s2} :

$$P_{s2} = \frac{E_m' \cdot \bar{\alpha} \cdot V_m}{R_s \cdot S} \quad (7)$$

式中: P_{s2} ——单脉冲激光标准峰值功率值, MW;

E_m' ——监视能量计的光电势净响应值, mV;

$\bar{\alpha}$ —— n 次测量能量监视比平均值;

V_m ——脉冲波形峰值电压, mV;

R_s ——标准激光能量计灵敏度, mV/J;

S ——脉冲波形积分面积, nVs。

- k. 按式(8)计算脉冲激光峰值功率计灵敏度 R :

$$R = \frac{P_{s2}}{y_2} \quad (8)$$

式中: R ——脉冲激光峰值功率计的灵敏度, GW/V;

P_{s2} ——单脉冲激光标准峰值功率值, MW;

y_2 ——脉冲激光峰值功率计的显示值, mV。

- l. 重复步骤 g~k 六次以上, 按式(9)计算灵敏度的测量误差 $S(R)$:

$$S(R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (9)$$

式中: $S(R)$ ——灵敏度的测量误差, GW/V;

R_i ——第 i 次测量得到的灵敏度, GW/V;

$\bar{R}$ —— n 次测量的灵敏度的平均值, GW/V;

n ——测量次数。

其 $2 \cdot S(R)/\bar{R}$ 值应符合 4.2.2 条的规定。

5.1.3 修正系数的测量误差

5.1.3.1 重复频率脉冲激光

- a. 按 5.1.2.1 条的步骤 a~d, 测量得到激光辐射功率平均值 $\bar{P}$ 。
- b. 用脉冲激光峰值功率计代替标准激光功率计, 输入激光辐射, 记录脉冲激光峰值功率计的峰值功率显示值 P_{m1} 。
- c. 按 5.1.2.1 条的步骤 f~h 测量得到重复频率脉冲激光标准峰值功率值 P_{s1} 。
- d. 按式(10)计算脉冲激光峰值功率计的修正系数 K :

$$K = \frac{P_{m1}}{P_{s1}} \quad (10)$$



式中: K ——脉冲激光峰值功率计的修正系数;

P_{m1} ——脉冲激光峰值功率计的峰值功率显示值, μW ;

P_s ——重复频率脉冲激光标准峰值功率值, μW 。

e. 重复步骤 d 六次以上, 按式(11)计算修正系数的测量误差 $S(K)$:

$$S(K) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \bar{K})^2}{n-1}} \quad \text{..... (11)}$$

式中: $S(K)$ ——修正系数的测量误差;

K_i ——第 i 次测量得到的修正系数;

$\bar{K}$ —— n 次测量修正系数的平均值;

n ——测量次数。

其 $2 \cdot S(K)/\bar{K}$ 值应符合 4.2.3 条的规定。

5.1.3.2 单脉冲激光

a. 按 5.1.2.2 条的步骤 a~e, 测量得到 n 次测量能量监视比平均值 $\bar{a}$ 。

b. 按 5.1.2.2 条的步骤 f~g, 记录脉冲激光峰值功率计的峰值功率显示值 P_{m2} 。

c. 按 5.1.2.2 条的步骤 h~j, 测量得到单脉冲激光标准峰值功率值 P_s 。

d. 按式(12)计算脉冲激光峰值功率计修正系数 K :

$$K = \frac{P_{m2}}{P_s} \quad \text{..... (12)}$$

式中: K ——脉冲激光峰值功率计的修正系数;

P_{m2} ——脉冲激光峰值功率计的峰值功率显示值, MW;

P_s ——单脉冲激光标准峰值功率值, MW。

e. 重复步骤 b~d 六次以上, 按式(11)计算修正系数的测量误差 $S(K)$ 。

其 $2 \cdot S(K)/\bar{K}$ 值应符合 4.2.3 条的规定。

5.2 检定结果的处理和检定周期

5.2.1 检定结果的处理

经检定合格的脉冲激光峰值功率计发给检定证书, 检定不合格的脉冲激光峰值功率计发给检定结果通知书。

5.2.2 检定周期

脉冲激光峰值功率计的检定周期一般为二年。



附加说明:

本规程由中国兵器工业总公司提出。

本规程由中国兵器工业标准化研究所归口。

本规程由中国兵器工业第二〇五研究所起草。

本规程主要起草人:徐林苗、南 瑶、张晓舟、宋一兵、辛 红、马冬兰。

计划项目代号:7BQ16。

四川质安高压电压工程技术研究中心

