

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程

6460型热电薄膜功率计

JJG 357—84

(试 行)

目 录

| | |
|--------------------------|------|
| 一、技术条件..... | (1) |
| 二、检定条件..... | (1) |
| 三、检定项目和检定方法..... | (2) |
| (一) 外观及一般电器性能检查..... | (2) |
| (二) 噪声和漂移的检查..... | (3) |
| (三) 量程刻度的检定..... | (3) |
| 四、检定结果的处理..... | (5) |
| 附录1 6460功率计的调试..... | (6) |
| 附录2 6460功率计量程准确度的检定..... | (11) |
| 附录3 检定记录格式..... | (13) |

6460型热电薄膜功率计

试行检定规程

Verification Regulation of the
Thin Film Thermoelectric
Power Meter Type 6460



JJG 357—84

本检定规程经国家计量局于1984年8月27日批准，并自1985年5月1日起施行。

归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

魏光楚（中国计量科学研究院）

冯新善（中国计量科学研究院）

6460型热电薄膜功率计试行检定规程

本规程适用于新制造使用中和修理后的6460型热电薄膜功率计(以下简称6460功率计)的检定。同系列的454 A、460、467、468、471等功率计可参照本规程进行检定。

注：通常所称的功率计包括两部分，即功率座(或者叫功率头)和与之相配的指示器。本规程把指示器叫做功率计。

一、技术条件

1 功率量程

$0.3 \mu\text{W}—3 \text{W}$ ($-35—\pm 35 \text{ dBm}$)。

2 测量功率的指示误差

不大于满度的 $\pm 1\%$ 。

3 噪声和漂移

在恒定的环境温度下，除最灵敏档可达2%外，其余均优于1%。

4 记录器输出

在10刻度指示满度时输出电压为 $-1000 \pm 5 \text{ mV}$ 。

5 响应时间

不大于1s。

二、检定条件

6 环境条件

温度： $20 \pm 5^\circ\text{C}$

相对湿度： $(65 \pm 15)\%$

7 供电电压

$220 \text{ V} \pm 2\%$

$50 \text{ Hz} \pm 1\%$

8 检定所需仪器

8.1 校准器：305 B 或 305 A。量程准确度1—2档为 $\pm 0.1\%$ ；

3—8档为 $\pm 0.05\%$ 。

8.2 数字电压表

精度优于 $\pm 0.05\%$ ；

分辨率： $1\mu\text{V}$ 。

三、检定项目和检定方法

(一) 外观及一般电器性能检查

9 仪器螺钉不应松动，不能有影响工作性能的机械损伤，调节旋钮应转动灵活，各个按键应跳步清脆，电表指针应能机械调零。

10 6460功率计背面电源电压标记应与所供电源电压相符，机壳应接地。

11 将305B校准器与6460功率计连接（如图1所示），各按键均处于空档位置，然后接通电源。

12 按下305B校准器的“1 mW”（tft head power rating）按键。

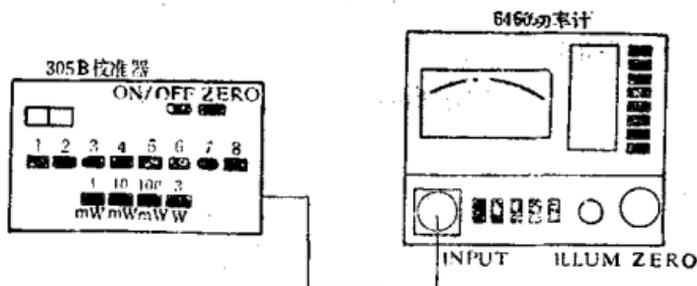


图1 校准器与功率计连接示意图

13 按下6460功率计的量程按键“8”，与1 mW相应的量程照明指示灯应当发亮。

注：6460功率计前面板的右边从上至下共有8个量程按键，为便于操作说明依次编号为8、7、6、5、4、3、2、1。

14 调节照明亮度旋钮（ILLUM），量程照明指示灯的亮度应有明暗的变化。转动照明亮度旋钮，能使量程照明指示灯的亮度适中。

15 从上至下依次按下量程按键“7”、“6”、“5”、“4”、

“3”、“2”、“1”，相应的指示灯应亮。

16 依次按下305 B校准器的“10 mW”、“100 mW”和“3 W”按键，对于10 mW和100 mW量程需从按键“8”开始重复15条的步骤，对于3W量程需从按键“7”开始重复15条的步骤。

17 按下305 B校准器的每一个“tft Head Power Rating”按键的同时按下调零按键（ZERO），调节6460功率计的调零旋钮，6460功率计的电表指针和外接数字电压表（以下简称DVM）的指示应有相应的变化，并且都能调到零点。

（二）噪声和漂移的检查

18 切断305 B校准器的电源，恢复所有的按键。按下6460功率计的量程按键“1”（3mW），响应时间（Response）应指向正常位置（Normal），调节调零旋钮，使电表指针指示在10刻度档的中间，电表指针抖动的范围（峰-峰值）应小于满度的2%（即1小格）。

（三）量程刻度的检定

19 305 B校准器的自校

19.1 按下305 B校准器的电源按键“ON/OFF”，接通校准器的电源。前面板的“Battery”指针应移到白色标有“Good”的区域（否则就得重新更换机内的汞电池），并预热15 min（分钟）。

19.2 将DVM接在305 B校准器背面标有“4.312 mV”的两端子上。连接时使用不涂锡的铜线。

19.3 按下功率量程按键“8”（Power Range）和“1 mW”按键，使DVM的指示为零。然后恢复调零按键的位置。

19.4 调305 B校准器背面标有“Cal”的电位器，使DVM的指示为4.312 mV。

19.5 按“ON/OFF”按键，切断305 B校准器电源。打开机壳，将DVM接到 R_s/S_1 和 TP_1 两点之间，再按“ON/OFF”按键重新接通电源，此时DVM的指示应在+6.0800 V和6.7200 V之间（否则应重复19.2—19.4的操作步骤）。然后，将DVM的实际指示值填入量程“8”所对应的“测量值”一栏中。如附录3表1。

19.6 计算 $Y = 0.31623 X$ ，填入量程“7”对应的“额定值”Y栏

中。

19.7 将 X 值和 Y 值分别除以10、100、1000,把计算结果填入对应的“6”、“4”、“2”和“5”、“3”、“1”栏中。

19.8 根据 X 、 $X/10$ 、 $X/100$ 、 $X/1000$ 和 Y 、 $Y/10$ 、 $Y/100$ 、 $Y/1000$ 及其对应的允许误差计算“极值范围”,并填入相应的栏中。

19.9 依次按下“7”、“6”、“5”、“4”、“3”、“2”、“1”按键,并将与这些按键对应的DVM的读数填入“测量值”栏,测量值应在极值范围以内。

19.10 按下功率量程按键“7”和“3W”按键,此时DVM的指示值应比表1中“7”对应的测量值小0.0070—0.0090V。

19.11 切断305B校准器的电源,将机壳重新装好,并拧紧螺钉,使各按键恢复正常位置。

20 用305B校准器检定量程刻度

20.1 将305B校准器、6460功率计及DVM按图2连接。接通所有仪器电源,预热15—20min(分钟),使仪器处于稳定状态。

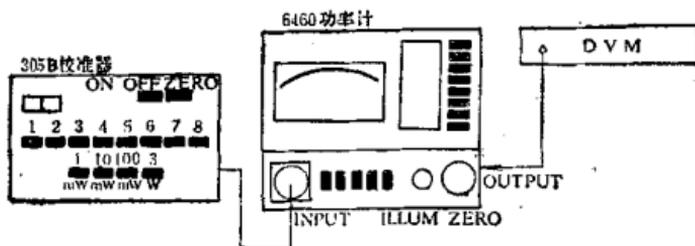


图2 检定功率计连接示意图

20.2 按下305B校准器的“1mW”按键。

20.3 按下305B的调零按键。

20.4 按下305B校准器和6460功率计的量程按键“8”,调节6460功率计的调零旋钮,使6460功率计的电表指针和DVM的指示均为零。

20.5 复原305B校准器的调零按键,读取6460功率计的电表指示

和DVM的读数，记入附录3的表2中，其值应介于允许值范围内。

20.6 对于305 B校准器和6460功率计的量程按键“7”、“6”、“5”、“4”、“3”、“2”、“1”重复20.2—20.5的操作步骤。

20.7 按下305 B校准器的“10 mW”按键，重复20.2—20.6的步骤。

20.8 按下305 B校准器的“100 mW”按键，重复20.2—20.6的操作步骤。

20.9 按下305 B校准器的“3W”按键，重复20.2—20.6的操作步骤（此时不用按“8”按键）。

注：重复上述步骤时，一旦调零完毕即刻读数，以消除零点漂移和噪声的影响，尤其是低量程档，这种影响特别严重，更应注意。

四、检定结果的处理

21 经检定合格的6460功率计发给检定证书。如果某项指标不合格，可根据附录1的步骤进行调试，调试后重新检定。

22 正常使用的6460功率计检定周期为一年。

附 录

附录 1

6460功率计的调试

1 注意事项

1.1 拆除6460功率计背面的电源线，去掉后面板上的六个螺钉，细心地移去箱盖，此时即能看到6460功率计内部的线路板组件及元件标号。

1.2 绝对不能用电阻检测仪(如欧姆表)去检查输入变压器 TP₁。

1.3 因功率计的电路使用的是晶体管或集成电路块，绝对不要用欧姆表的低量程档进行电阻测量。否则，由于元件上流过过大的电流可能造成仪器的损坏或引起参数的改变。

1.4 由于6460功率计是一台高灵敏度直流放大器，因此调试或修理时必须小心谨慎。输入电路的所有接头必须使用铜线，所有的焊接点必须用低熔点的焊料及与此相应的低温电烙铁焊接（每台6460功率计机内都备有这样的焊料）。

2 调试设备

表 1 调 试 设 备

| 设备名称 | 参 考 型 号 | 数 量 |
|---------|---------|-----|
| 通用示波器 | SBM-10A | 1 台 |
| 直流数字电压表 | 7075 | 1 台 |
| 频率计数器 | E312 | 1 台 |
| 万 用 表 | 自 选 | 1 块 |
| 调压变压器 | 自 选 | 1 台 |

3 电源测试

电源测试进行前，如需要，可重复正文10条的操作步骤，

3.1 +8 V 电源的测试

按图 3 连接仪器。

电源电压调到 220 V, DVM 接在 6460 功率计的 $TP_4(+)$ 与地之间, DVM 的指示应在 7.5—8.4 V 之间。

电源电压调到 260 V, DVM 的指示应仍在 7.5—8.4 V 之间。

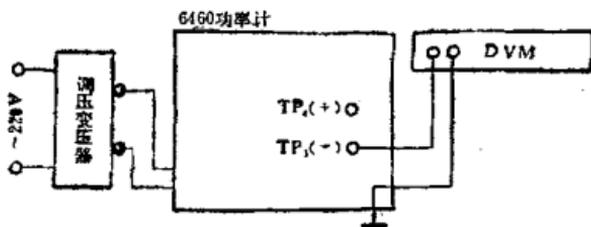


图 3 +8 V 电源测试接线示意图

3.2 -8 V 电源的测试

按图 4 连接仪器。

DVM 接在 6460 功率计的 $TP_3(-)$ 与地之间, DVM 的指示应在 -7.5—-8.4 V 之间。

电源电压调到 220 V, DVM 的指示应仍在 -7.5—-8.4 V 之间。

注: 如果 6460 功率计带有 2200186 型充电电池, 还需按下“BAT ON”按键, 此时 DVM 的指示也应分别在 7.5—8.4 V 和 -7.6—-8.4 V 之间。

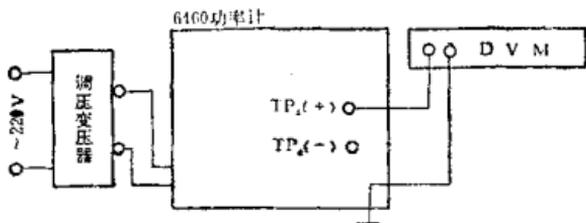


图 4 -8 V 电源测试接线示意图

3.3 电源纹波测试

将示波器接在 $TP_2(+)$ 与地之间, 电压的脉动峰值不应超过 10 mV 。对 $TP_3(-)$ 也应如此。

4 载波频率的测试和调节

4.1 电源电压调到 240 V , 用计数器去测 TP_2 和地之间的斩波驱动信号的周期是否为 12 ms , 否则应调节 R_0 , 使信号周期为 12 ms , 调好后拆除计数器。

4.2 按“OFF”按键, 电源断开。从底座上取下积分电路板 AR_4 。

将示波器接在 TP_1 和地之间按“ON”按键, 电源接通。调节电位器 R_3 , 使示波器出现对称反向全波整流的正弦电压, 其幅度为 1 V , 如图 5 所示。



图 5

切断电源, 恢复 AR_4 的原位置, 再接通电源。

5 表头校准和调试

5.1 按图 6 的电路及表 2 所列的元件组装一台简易校准器。

5.2 直流零点的调整

将 DVM 接在 6460 功率计背面标有“OUTPUT”的两接线柱。

将输出调节旋钮 (Output adjust) 顺时针方向旋到头。

按下 6460 功率计的量程按键“8” (此时量程照明灯不亮), 调节电位器 R_1 , 使 DVM 指示为 $0 \pm 0.3\text{ mV}$ 。

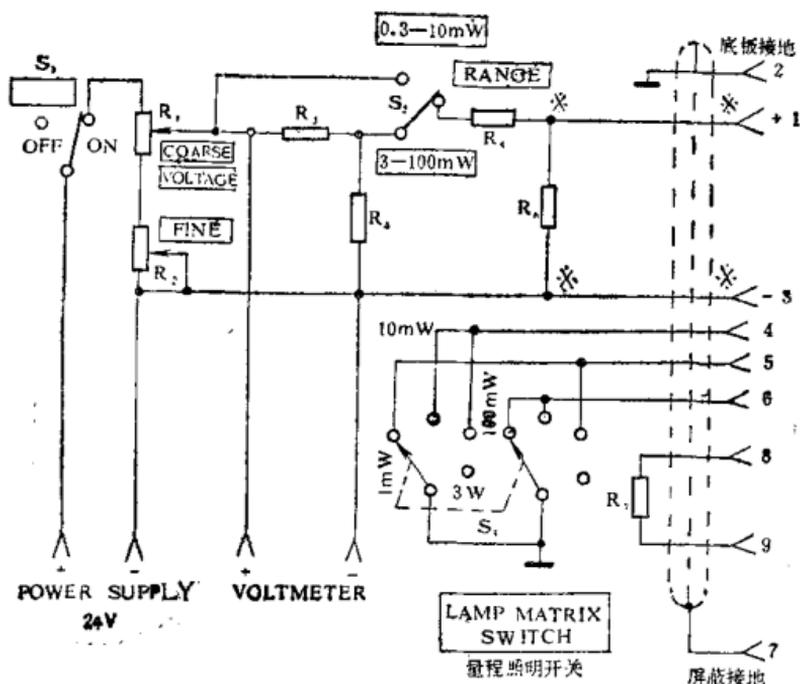
按下量程按键“2” (0.01 W), 调节电表调零旋钮使 DVM 的指示为 $0 \pm 5\text{ mV}$ 。

重复上面的步骤直到两个条件同时满足为止。

5.3 表头灵敏度调整

将简易校准器, 6460 功率计及 DVM 按图 7 连接。

按下6460功率计的量程按键“8”。



※ 处应用低热电势焊料焊接

图6 简易校准器线路图

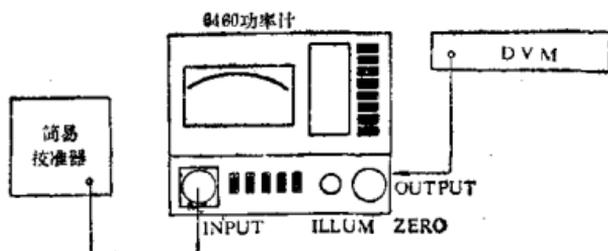


图7 表头灵敏度调整仪器连接示意图

表 2

简易校准器线路元件表

| 元件标号 | 元件名称及规格 |
|----------------|--|
| P ₁ | 插头: Mi/Sanders P/N 3850/043 或配作 |
| R ₁ | 可变线绕电阻器: 25000 Ω , 2W, 10圈 |
| R ₂ | 可变线绕电阻器: 500 Ω , $\pm 3\%$, 1--1/2 W, 5圈 |
| R ₃ | 固定线绕电阻器: 99800 Ω , $\pm 0.025\%$, 750mW |
| R ₄ | 固定线绕电阻器: 200.2 Ω , $\pm 0.025\%$, 750mW |
| R ₅ | 固定线绕电阻器: 199800 Ω , $\pm 0.025\%$, 750mW |
| R ₆ | 固定线绕电阻器: 200 Ω , $\pm 0.025\%$, 750mW |
| R ₇ | 固定线绕电阻器: 100 Ω , $\pm 0.05\%$, 750mW |
| S ₁ | 双向开关 |
| S ₂ | 双向开关 |
| S ₃ | 双刀四位波段开关 |

接通简易校准器的电源, 调节电压控制旋钮 (Voltage), 使DVM的指示为 -1.000 V 。

调节6460功率计的电位器R₂₁, 使6460功率计的电表在10刻度档指示为满度。

调节电压控制旋钮使DVM指示为 -300 mV 。

按下6460功率计的量程按键“7” (3W)。

调节简易校准器的电压控制旋钮, 使DVM的指示为 -316.2 mV 。

6 零点偏移测试

仪器连接如图5。切断简易校准器的电源。

按下6460功率计的量程按键“1”, 调节6460功率计的调零旋钮, 使6460功率计的电表指针指示为零。

从下至上依次按下每一个量程按键, 检查电表指针在每一个位置上是否为零。

7 响应时间测试

将示波器接在6460功率计背面标有“OUTPUT”的两接线柱上, 按下量程按键“1” (3mW), 接通简易校准器的电源, 调节电压控制旋钮, 使得6460功率计电表指针在10刻度档为满度。

把示波器的灵敏度和扫描速率调到 0.1V/cm 和 0.5s/cm 。切断简易校准器的电源。

调节6460功率计的调零旋钮，使6460功率计的电表指针指示为零。

接通简易校准器的电源，同时观察示波器的波形，波形上升时间（从10%上升到90%）应介于 $0.5—1.5\text{s}$ 之间。

将响应时间开关（Response）扳向“Fast”，重复上述步骤，波形上升时间应介于 $15—50\text{ms}$ 之间。

使响应时间开关扳回到正常位置。

8 输出调节测试

按下6460功率计的量程按键“8”，使简易校准器量程开关指向 $0.3—10\text{mW}$ ，调节电压控制旋钮，使6460功率计的电表指针在10刻度档为满度。

反时针旋转输出调节旋钮（Output adjust），检查示波器指示是否从 -1V 变到零。

附录 2

6460功率计量程准确度的检定

1 按附录1调试程序调试的6460功率计，可进行量程准确度检定。

2 305 B校准器能够提供使6460功率计的电表指针偏转满度所需要的精密稳定的直流电压，在检定过程中起标准直流电源的作用。简易校准器虽然也提供相当的直流电压，检定过程中只起媒介的作用。6460功率计不同量程档使电表指针偏转满度所需输入的电压列于表1。据此算出简易校准器的输入电压也列于表1。通过测量简易校准器的输入电压即可检定6460功率计的量程准确度。

3 将仪器按图8组成测试系统。

3.1 简易校准器的电源开关 S_1 置于“OFF”。

3.2 其他仪器电源接通预热15 min（分钟）。

3.3 按下6460功率计的量程按键“8”。

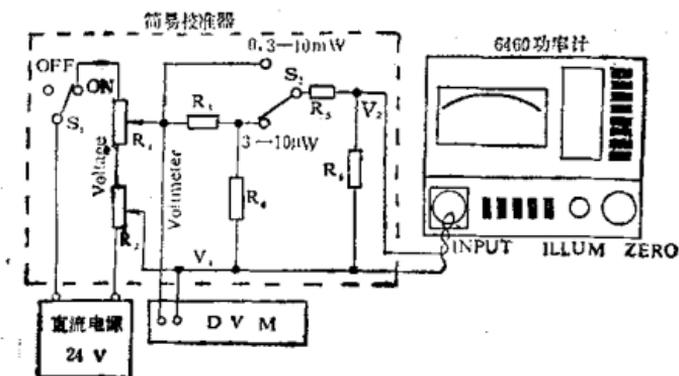


图8 量程检定仪器连接示意图

表1 6460功率计满度偏转所需输入功率

| 功率 量程 | 校准器的 输出电压 V_2 | 校准器的 输入电压 V_1 | 功率计满度偏转所要求的输入功率 | | | |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|
| | | | 1 mW | 10mW | 100mW | 3W |
| 1 | 1.8635 μ V | 0.68175 V | 0.3 μ W | 3.0 μ W | 30 μ W | 3.0mW |
| 2 | 4.312 μ V | 2.156 V | 1.0 μ W | 10 μ W | 100 μ W | 10mW |
| 3 | 13.635 μ V | 6.8175 V | 3.0 μ W | 30 μ W | 300 μ W | 30mW |
| 4 | 43.12 μ V | 21.56 V | 0.01mW | 0.1mW | 1mW | 100mW |
| 5 | 0.13635mV | 0.13635 V | 0.03mW | 0.3mW | 3mW | 300mW |
| 6 | 0.4312mV | 0.4312 V | 0.1mW | 1.0mW | 10mW | 1.0W |
| 7 | 1.3635mV* | 1.3635 V | 0.3mW | 3.0mW | 30mW | 3.0W |
| 8 | 4.312mV | 4.312 V | 1.0mW | 10mW | 100mW | |

*在 3W (+35dBm) 档的量程上校准器的输出电压为1.368mV。

3.4 调节调零旋钮使6460功率计的电表指针指示为零。

3.5 简易校准器的电源开关 S_1 置于“ON”，量程开关 S_2 置于“0.3—10mW”。

3.6 调节简易校准器的电压控制旋钮，使6460功率计的电表指针在10刻度档的指示为满度，同时读取DVM的指示值并记入表2的相应

栏中。DVM的指示应在极限范围内。

3.7 按照表 2 的次序重复上面的步骤，读取DVM的指示值，其值应在相应的极限范围以内。

表 2

| 6460功率计 量程按键位置 | 简易校准器 量程开关位置 | D V M 指示的极限值 | | |
|-------------------|-----------------|--------------|-----|----------|
| | | min | 实测值 | max |
| 8 | 0.3—10mW | 4.296 V | | 4.328 V |
| 7 3W* | 0.3—10mW | 1.344 V | | 1.372 V |
| 6 1W | 0.3—10mW | 0.4296 V | | 0.4328 V |
| 6 0.3W | 0.3—10mW | 0.1358 V | | 0.1369 V |
| 4 0.1W | 3—100 μ W | 21.48 V | | 21.66 V |
| 3 0.03W | 3—100 μ W | 6.794 V | | 6.848 V |
| 2 0.01W | 3—100 μ W | 2.135 V | | 2.176 V |
| 1 3mW | 3—100 μ W | 0.6779 V | | 0.6918 V |

* 在 3 W (+35dBm) 档进行 3.6 步时，调节简易校准器的电压控制旋钮使6460功率的电表指针在 3 刻度档的指示为满度。

附录 3

检定记录格式

表 1

305 B 校准器自校记录表格

| 量程 | 额定值 (V) | 允许误差 (V) | 极值范围 (V) | 测量值 (V) |
|----|---------|----------------|----------|---------|
| 8 | X | ± 0.3200 | | |
| 7 | Y | ± 0.0010 | | |
| 6 | X/10 | ± 0.00030 | | |
| 5 | Y/10 | ± 0.00010 | | |
| 4 | X/100 | ± 0.000030 | | |
| 3 | Y/100 | ± 0.000010 | | |
| 2 | X/1000 | ± 0.000006 | | |
| 1 | Y/1000 | ± 0.000002 | | |

表 2 305B校准器检定6460功率计记录格式(兼证书)

| 305B 校准器按键位置 | | 6460功率 | 6460功率计电表指示 | | D V M 读 数 | | 备 注 |
|---------------|------|------------|-------------|-----|---------------|-------------|--------|
| fft功率座 额定值 | 功率量程 | 计按键 位 置 | 允许值范围 | 指示值 | 允许值范围 (mV) | 测量值 (mV) | |
| 1 mW | 8 | 8 | 10±1/2小格 | | 1000±10 | | |
| | 7 | 7 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 6 | 6 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 5 | 5 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 4 | 4 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 3 | 3 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 2 | 2 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 1 | 1 | 10±1小格 | | 316.2±6.3 | | |
| 10 mW | 8 | 8 | 10±1/2小格 | | 1000±10 | | |
| | 7 | 7 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 6 | 6 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 5 | 5 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 4 | 4 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 3 | 3 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 2 | 2 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 1 | 1 | 10±1小格 | | 316.2±6.3 | | |
| 100 mW | 8 | 8 | 10±1/2小格 | | 1000±10 | | |
| | 7 | 7 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 6 | 6 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 5 | 5 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 4 | 4 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 3 | 3 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 2 | 2 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 1 | 1 | 10±1小格 | | 316.2±6.3 | | |
| 3 W | 8 | 8 | | | 300±3.0 | | |
| | 7 | 7 | 3±1/3小格 | | 1000±10 | | |
| | 6 | 6 | 10±1/2小格 | | 316.2±3.2 | | |
| | 5 | 5 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 4 | 4 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 3 | 3 | ◆ | | 1000±10 | | |
| | 2 | 2 | ◆ | | 316.2±3.2 | | |
| | 1 | 1 | 10±1小格 | | 1000±10 | | |