



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 965—2001

通信用光功率计

Optical Power Meter in Telecommunication

2001-07-06 发布

2001-10-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

通信用光功率计检定规程

Verification Regulation of Optical Power

Meter in Telecommunication

JJG 965—2001

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2001 年 07 月 06 日批准，并自 2001 年 10 月 01 日起施行。

归口单位： 全国光学计量技术委员会

起草单位： 信息产业部通信计量中心

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

郭 恒 （信息产业部通信计量中心）

参加起草人：

周 波 （信息产业部通信计量中心）

目 录

1 范围	(1)
2 计量单位	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
4.1 光功率 (P) 测量范围	(1)
4.2 定标波长范围	(2)
4.3 定标功率	(2)
4.4 扩展不确定度 ($k=2$)	(2)
4.5 光电型光功率计的线性误差	(2)
5 通用技术要求	(2)
5.1 外观	(2)
5.2 光学系统	(2)
6 计量器具控制	(2)
6.1 检定条件	(2)
6.2 检定项目	(3)
6.3 检定方法	(3)
6.4 检定结果处理	(7)
6.5 检定周期	(7)
附录 A 检定记录格式	(8)
附录 B 检定证书 (背面) 格式	(11)

通信用光功率计检定规程

1 范围

本规程适用于量热型、光电型通信用光功率计首次检定、后续检定和使用中检验。

2 计量单位

通常光功率值用单位瓦（W、mW……）系列表征，功率 W 是国家选定的国际单位制中具有专门名称的导出单位。而级差单位分贝（dB）是国家选定的非国际单位制单位。工程中除了习惯用级差单位分贝（dB）以外，还习惯用绝对功率单位分贝（dBW、dBm……）系列来表示功率的量值。

以上两种单位制经常出现在同一本光功率计的说明书及其示值显示中。用单位瓦（W、mW……）表示的功率值（ P_W 、 P_{mW} ……）可换算成用绝对功率单位分贝表示的功率值（ P_{dBW} 、 P_{dBm} ）。换算公式如下：

$$P_{dBW} = 10 \lg \frac{P_W}{1 \text{ W}} \quad (1)$$

$$P_{dBm} = 10 \lg \frac{P_{mW}}{1 \text{ mW}} \quad (2)$$

3 概述

通信用光功率计是通信干线铺设、设备维护、科研和生产中使用的重要仪器。主要用于测量光发射端机的输出功率及输出功率稳定度，光传输线路中的平均传输功率；光接收端机的灵敏度；各种无源器件的插入损耗和衰减量。

通信用光功率计通常由探测器、显示器和信号处理系统三部分构成。由于使用不同的探测器，光功率计被分为量热型和光电型。量热型光功率计的探测器是根据能量转换和能量守恒原理制作的，由光吸收体、热电转换元件和直流校准系统等组成，优点是确定度小，但对环境条件要求高，且测量范围较窄。光电型光功率计的探测器是利用半导体光电器件制作的，优点是对环境条件适应性强，测量范围宽，但不确定度比量热型的大。这两种类型的光功率计均可通过显示器或计算机读取光功率值。

4 计量性能要求

4.1 光功率（P）测量范围

量热型：+10～-10 dBm

光电型：+13～-110 dBm

4.2 定标波长范围

量热型：600～1 600 nm

光电型：(1 310 ± 20) nm；(1 550 ± 20) nm

4.3 定标功率

量热型：≥ -10 dBm

光电型：根据说明书，选 -10 dBm，-20 dBm，-23 dBm 或 -33 dBm 中的一点。

4.4 扩展不确定度 ($k=2$)

量热型：(2～3)%

光电型：(3～10)%

4.5 光电型光功率计的线性误差

不超过 ±2% (0～-80 dBm)

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 测量使用的各类配件及说明书齐全。

5.1.2 光功率计应有规格、型号、制造厂名、编号、 标志、出厂日期等。

5.1.3 光功率计探测器的接收面应保持清洁、干燥、均匀，无变色、划痕和脱落现象。

5.1.4 光功率计无影响其电气和光学性能的机械损伤，各钮、键调节自如。

5.1.5 光功率计显示值应清晰。

5.2 光学系统

5.2.1 光功率计的光输入方式

量热型：光束输入（空间光束）；光电型：光纤跳线输入或光束输入。

5.2.2 光功率计的最大接收功率应大于光源的输出功率

5.2.3 对于光束输入型光功率计，其光接收面的直径与入射光光斑直径（按 $1/e^2$ 定义）的比值应大于等于 3。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定及使用中检验。

6.1 检定条件

6.1.1 检定环境条件

环境温度：(22 ± 5) °C；检定期间内温度最大变化：±1 °C

相对湿度：≤75%

电源电压：AC (220 ± 11) V，50 Hz

检测室应蔽光，周围无剧烈振动、强热辐射和强电磁干扰。

6.1.2 检定设备

6.1.2.1 稳定激光源

中心波长：(1 310 ± 20) nm；(1 550 ± 20) nm

半功率点线宽： ≤ 7 nm（若标准功率计的探测器是锗材制作的，则应 ≤ 5 nm）

输出功率： ≥ 0 dBm（1 mW）

输出功率稳定度：长期稳定度：不超过 ± 0.05 dB（5 h）；

短期稳定度：不超过 ± 0.005 dB（15 min）

6.1.2.2 自聚焦光纤或聚光镜（用于量热型）

工作波长：600~1 600 nm

注：光源为光纤跳线输出时，用自聚焦光纤；光源为非平行光束输出时，用聚光镜。

6.1.2.3 光衰减器

工作波长： $(1\ 310 \pm 20)$ nm； $(1\ 550 \pm 20)$ nm

动态范围：0~60 dB，连续可调

插入损耗： ≤ 3.5 dB

最大允许误差：不超过 ± 3.0 dB（全量程）

输入输出方式：与光源的输出方式一致

6.1.2.4 光开关

光束型（电子快门或黑色挡板）；光纤型

6.1.2.5 光分路器

分光比为1:1的Y型分路器

6.1.2.6 量热型标准光功率计

工作波长：600~1 600 nm

定标波长： $(1\ 310 \pm 20)$ nm； $(1\ 550 \pm 20)$ nm

光功率测量范围： $+10 \sim -10$ dBm

定标点光功率值： ≥ -10 dBm（100 μ W）

扩展不确定度： $\leq 1\%$ （ $k=2$ ）

6.1.2.7 光电型标准光功率计

工作波长：1 000~1 600 nm

定标波长： $(1\ 310 \pm 20)$ nm； $(1\ 550 \pm 20)$ nm

光功率测量范围：0~-50 dBm

定标点光功率值： -10 dBm（100 μ W）、 -20 dBm（10 μ W）、 -23 dBm（5 μ W）

等。

扩展不确定度： $\leq 3\%$ （ $k=2$ ）

6.2 检定项目

光功率计的检定项目见表1。

6.3 检定方法

6.3.1 外观检查

通过目视和手动结合，按5.1.1~5.1.5规定的各项内容进行检查。

6.3.2 光学系统检查

根据仪表说明书，按5.2.1~5.2.3规定的各项内容进行检查。

表 1 检定项目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观	+	-	-
光学系统	+	+	+
光功率测量范围	+	-	-
光功率示值	+	+	+
非线性修正系数	+	-	-

注：1. “+”表示需检定的项目，“-”表示不需检定的项目。
2. 量热型光功率计无“非线性修正系数”检定项目。

6.3.3 光功率计测量范围检定

检查光功率计的功率测量范围。

6.3.4 量热型光功率计示值检定

6.3.4.1 激光源输出非平行光束时，在光学平台上，按图 1 连接被检光功率计和检定设备；激光源输出平行光束时，去掉聚光镜即可；激光源为光纤输出时，按图 2 连接。

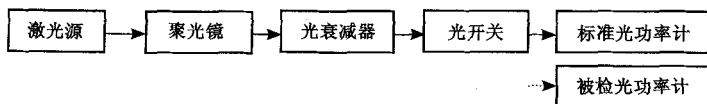


图 1 量热型光功率计检定装置框图（激光源为光束输出）

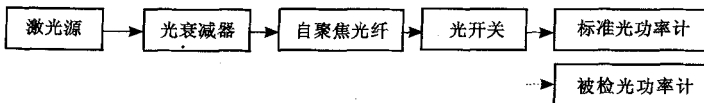


图 2 量热型光功率计检定装置框图（激光源为光纤输出）

6.3.4.2 在 6.1.2.6 条规定的定标功率范围内任选一点，按下面的步骤进行检定。

6.3.4.3 将标准光功率计的探测器对准光束，调整衰减器的衰减量，使标准光功率计的指示值处于待检功率点上，关闭光开关。

6.3.4.4 系统热平衡以后，在标准光功率计上读取第一个读数。

6.3.4.5 打开光开关，系统热平衡以后，读取标准光功率计的第二个读数。

6.3.4.6 关闭光开关，系统热平衡以后，读取标准光功率计的第三个读数。

6.3.4.7 重复 (6.3.4.4~6.3.4.6) 条 n 次， n 不小于 3。

6.3.4.8 分别计算三个读数的 n 次测量算术平均值，得到 P_1 、 P_2 、 P_3 。

标准值 P_a^* 计算公式如下：

$$P_a^* = P_a \times C^* \quad (3)$$

$$P_a = P_2 - (P_1 + P_3)/2 \quad (4)$$

式中： P_a ——未经修正的标准光功率值；

C^* ——检定时使用的标准装置被检定时，得到的修正系数。

6.3.4.9 打开光开关，将被检光功率计的探测器对准光束。

6.3.4.10 关闭光开关，参照 (6.3.4.4~6.3.4.8) 条标准光功率计的测量步骤，得到被检光功率计第一、二、三个读数的算术平均值 P_I 、 P_{II} 、 P_{III} 。

示值 P_b 计算公式如下：

$$P_b = P_{II} - (P_I + P_{III})/2 \quad (5)$$

修正系数 C ，计算公式如下：

$$C = P_a/P_b \quad (6)$$

相对误差 Δ (用于仪表验收或初检)，计算公式如下：

$$\Delta = (P_b - P_a)/P_a \times 100\% \quad (7)$$

将以上各项计算结果填入检定记录表 (见附录 A)。

6.3.5 光电型光功率计示值检定

6.3.5.1 光束耦合方式的光电型光功率计示值检定

在 6.1.2.7 条规定的定标功率范围内任选一点，参照 6.3.4 条——量热型光功率计示值检定进行，当 P_1 (P_I) 低于所测光功率三个量级以上时可作为零值处理， P_1 (P_I) 和 P_3 (P_{III}) 不需反复测量。公式 (4)、(5) 简化为：

$$P_a = P_2 \quad (8)$$

$$P_b = P_{II} \quad (9)$$

6.3.5.2 光纤耦合方式的光电型光功率计示值检定

使用光纤跳线直接插拔实施检定时，按图 3 在光学平台上连接被检光功率计和检定设备；光源输出功率大于 6 dBm 时，也可按图 4 连接，通过使用 Y 型分路器实施检定。检定方法和数据处理参照 6.3.5.1 条——光束耦合方式的光电型光功率计示值检定进行。

6.3.6 光电型光功率计非线性修正系数检定

6.3.6.1 采用双光束法按图 5 连接检定设备，在 4.5 条规定的测量范围内，选已进行

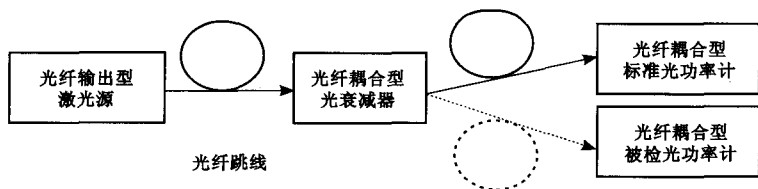


图3 光纤耦合的光电型光功率计检定装置框图（使用光纤跳线直接插拔）

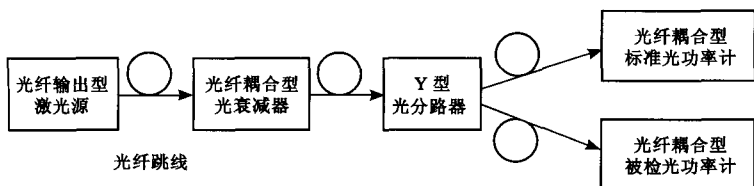


图4 光纤耦合的光电型光功率计检定装置框图（使用Y型光分路器）

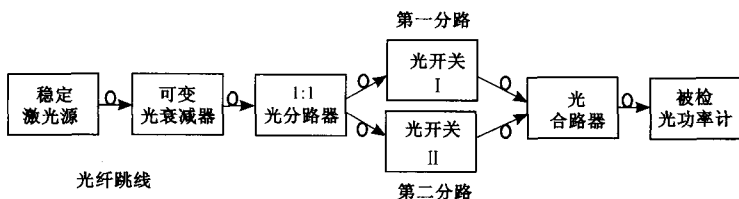


图5 非线性修正系数检定装置框图

过示值检定的某功率点（通常选 0 dBm）作为初始参考功率点，按下面的步骤进行检定。

6.3.6.2 接通两个光路，检查并确认装置工作正常后，调整光衰减器的衰减量，使光功率计的显示值近似为参考功率值 P_0 。

6.3.6.3 断开两个光路，在光功率计上读取第一个读数。

6.3.6.4 接通两个光路，在光功率计上读取第二个读数。

6.3.6.5 接通第一分路，在光功率计上读取第三个读数。

6.3.6.6 接通第二分路，在光功率计上读取第四个读数。

6.3.6.7 断开两个光路，在光功率计上读取第五个读数。

6.3.6.8 重复（6.3.6.3~6.3.6.7）条 n 次， n 不小于 3。

6.3.6.9 分别计算五个读数的 n 次测量算术平均值，得到 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 。数值计算公式如下：

参考点功率值 P_0 :

$$P_0 = a_2 - (a_1 + a_5)/2 \quad (10)$$

第一分路光功率值 P_1 :

$$P_1 = a_3 - (a_1 + a_5)/2 \quad (11)$$

第二分路光功率值 P_2 :

$$P_2 = a_4 - (a_1 + a_5)/2 \quad (12)$$

当 a_1 (a_5) 低于被检光功率值三个量级以上时可作为零值处理, a_1 (a_5) 不需反复测量。公式 (10)、(11)、(12) 简化为:

$$P_0 = a_2 \quad (13)$$

$$P_1 = a_3 \quad (14)$$

$$P_2 = a_4 \quad (15)$$

初始参考功率点的非线性修正系数为 A_0 :

$$A_0 = 1 \quad (16)$$

被检功率点相对于初始参考功率点的非线性修正系数为 A_n :

$$A_n = P_0/(P_1 + P_2) \times A_{n-1} \quad (17)$$

被检功率点的线性误差为 C_n :

$$C_n = (A_n - A_0) \times 100\% \quad (18)$$

6.3.6.10 设定 P_1 (P_2) 为新的参考功率值, 重复以上操作步骤, 可以在 4.5 条规定的范围内测量出光电型光功率计的非线性修正系数和线性误差。

6.4 检定结果处理

6.4.1 根据 6.2 条“检定项目”逐条进行检定, 将检定所得数据记录于附录 A 中的相应表格中, 计算结果, 符合本规程要求的判定为合格, 反之为不合格。

6.4.2 经检定合格的光功率计, 出具检定证书 (见附录 B); 检定不合格的, 发给检定结果通知书, 并注明检定不合格项目。

6.5 检定周期

光功率计的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

检定记录格式

检定证书编号: _____

第 _____ 页共 _____ 页

光功率计检定原始记录

1 基本信息

仪器名称		送检单位	
制造厂		联系电话	
仪器型号		仪器编号	
插件型号		插件编号	
工作波长		工作方式	
标准器名称		检定单位	
测量范围		扩展不确定度	($k=2$)
计量标准证书号		有效期至	年 月 日
检定所依据的技术文件			
检定环境	温 度	℃	湿 度 %RH

检定员: _____ 核验员: _____ 检测日期: _____ 年 月 日

2 外观检查

检 查 内 容	有	无	数 量	备 注
配件及说明书				
光接收面损伤				
开关、按键和旋钮损伤				
显示器示值不清晰				

检查结果:

检定证书编号：_____

第_____页共_____页

3 光学系统检查

光输入方式	
最大接收功率	dBm
接收面直径（光束输入型）	mm

检查结果：

4 光功率测量范围：

检定结果：

5 示值检定

上级检定给出的修正系数 C^* ：

	标准光功率计			被检光功率计		修正系数 $C = P_a / P_b$
	光功率值	平均值 P_a^*	标准值 P_a	光功率值	示值 P_b	
1						
2						
⋮						
$n-1$						
n						

检定结果：

检定证书编号：_____

第_____页共_____页

6 非线性修正系数检定

工作波长：_____ nm

初始参考光功率值：_____

	被检点 光功率值 P	参考点 光功率值 P_0	第一分路 光功率值 P_1	第二分路 光功率值 P_2	两路 光功率和 $P_1 + P_2$	非线性 修正系数 A_n	线性误差 C_n (%)
1							
2							
⋮							
$n-1$							
n							

检定结果：

附录 B

检定证书（背面）格式

检定证书编号：_____

第_____页共_____页

工作波长：_____工作方式：_____

插件型号：_____插件编号：_____

1 光功率测量范围：

检定结果：

2 光功率计示值检定：

	标准值 P_a	示值 P_b	修正系数 $C = P_a / P_b$	相对误差 $\Delta = (P_b - P_a) / P_a \times 100\%$
1				
2				
⋮				
$n-1$				
n				

检定结果：

3 光电型光功率计非线性修正系数检定：

工作波长：_____ 初始参考光功率值：

	被检点光功率值	非线性修正系数 A_n	线性误差 C_n
1			
2			
⋮			
$n-1$			
n			

检定结果：