



中华人民共和国工业和信息化部 兵工民品计量技术规范

JJF（兵工民品）0038—2024

指控设备专用检测仪校准规范

Specifications of Equipment-specific Testing Instruments

（报批稿）

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中华人民共和国工业和信息化部

发布

指控设备专用检测仪 校准规范

Specifications of Equipment-specific
Testing Instruments

JJF（兵工民品） 0038—2024

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：中国兵器工业集团第二〇七研究所

参加起草单位：北方自动控制技术研究所

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张晓英（中国兵器工业集团第二〇七研究所）

薛 勇（中国兵器工业集团第二〇七研究所）

王浩坤（中国兵器工业集团第二〇七研究所）

参加起草人：

郑爱华（北方自动控制技术研究所）

朱文妍（中国兵器工业集团第二〇七研究所）

狄宋珍（北方自动控制技术研究所）

王悦希（北方自动控制技术研究所）

李 强（北方自动控制技术研究所）

目 录

引言 (Ⅲ)

1 范围 (1)

2 引用文件 (1)

3 术语和计量单位 (1)

3.1 指控设备专用检测仪 (1)

3.2 光功率模块 (1)

4 概述 (1)

4.1 原理 (1)

4.2 结构 (1)

5 计量特性 (2)

6 校准条件 (2)

6.1 环境条件 (2)

6.2 测量标准及其他设备 (3)

7 校准项目和校准方法 (3)

7.1 校准项目 (4)

7.2 校准方法 (4)

8 校准结果表达 (12)

9 复校时间间隔 (13)

附录 A 指控设备专用检测仪校准原始记录格式 (14)

附录 B 校准证书内页格式 (17)

附录 C 测量不确定度评定示例 (20)

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

指控设备专用检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于频带宽度测量范围为(100~500)MHz、直流电压测量范围为(0.01~1000)V、光功率测量范围为(-50~+10)dB_m的指控设备专用检测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

JJF1001-2011界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1

指控设备专用检测仪 Equipment-specific Testing Instruments

用于检测指控设备光、电、波形等综合输出信号的设备。

3.2

光功率模块 Optical power module

用于测量各种光信号输出功率的模块。

4 概述

4.1 原理

指控设备专用检测仪（以下简称检测仪）是针对通信指控系统输出信号研制的专用测试设备，可以对通用的光、电、信息一体化类综合设备的输出信号进行测试。

4.2 结构

检测仪主要由示波器模块、数字表模块、光源模块、光功率计模块组成，其结构示意图如图1所示。

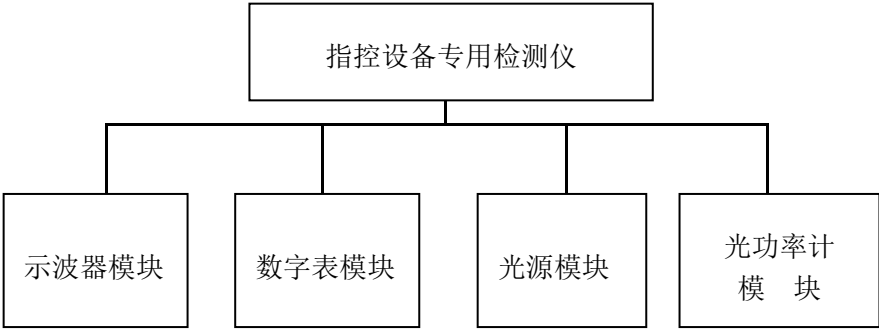


图 1 指控设备专用检测仪结构示意图

5 计量特性

检测仪技术指标如表 1 所示。

表 1 检测仪技术指标

序号	名称	参数范围	最大允许误差
1	波形幅度	10mV~100V（频率：1kHz、输入电阻：1MΩ）	±2%
2	频带宽度	100MHz~500MHz（输入电阻：1MΩ）	±3dB
3	波形频率	1MHz~500MHz（输入电阻：1MΩ）	±2%
4	直流电压	10mV~1000V	±0.5%
5	交流电压	10mV~750V（50Hz、400Hz）	±1.0%
6	直流电流	10mA~11A	±0.5%
7	交流电流	10mA~11A（50Hz、400Hz）	±1.0%
8	电阻	10Ω~100MΩ	±1.0%
9	光源波长	800nm~1700nm	±20nm
10	光源功率	-50dB _m ~+10dB _m	不小于-5dB _m
11	光功率	-50dB _m ~+10dB _m	±0.13dB

6 校准条件

6.1 环境条件

环境条件如下：

- a) 环境温度：(20±5)℃；
- b) 相对湿度：不大于 75%；
- c) 供电电源：220V±22V、50Hz±5Hz 和 DC24V（工作电压范围 20 V~30 V）；
- d) 现场环境不应有影响校准结果的振源、电磁干扰等现象。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准用设备的测量范围应覆盖检测仪的测量范围。

6.2.2 测量标准及其它设备如下表 2 所示。

表 2 测量标准及其它设备

序号	名称	参数范围	技术要求
1	方波信号发生器	输出电压范围：5mV~200V (1M Ω)	最大允许误差： $\pm (0.5\% \times \text{标称值} + 5 \mu\text{V})$
2	时标信号发生器	时标周期：1ms~100ms	最大允许误差： $\pm 0.5\%$
3	稳幅正弦信号发生器	频率范围：50kHz~1GHz (可按检测仪带宽要求选取，覆盖其带宽范围) 输出幅度：5mV~5V (峰峰值)	幅度平坦度： $\pm 0.5\text{dB}$
4	多功能标准源	直流电压：10mV~1000V 交流电压：10mV~750V 直流电流：10mA~11A 交流电流：10mA~11A 电阻：10 Ω ~100M Ω	直流电压最大允许误差：不大于 \pm 输出的 0.125% 交流电压最大允许误差：不大于 \pm 输出的 0.25% 直流电流最大允许误差： \pm 输出的 0.125% 交流电流最大允许误差： \pm 输出的 0.25% 电阻允许误差： \pm 输出的 0.25%
5	标准光源	光源波长：800nm~1700nm	中心波长变化不大于 $\pm 10\text{nm}$ 输出功率：不小于-20dB _m
6	光衰减器	光衰范围：不小于 40dB	插入损耗：不大于 4dB 回波损耗：不小于 45dB
7	光功率计	-50dB _m ~+10dB _m	最大允许误差： $\pm 0.12\text{dB}$ 或 $\pm 2\%$
8	光谱仪	波长：(800~1700) nm 功率：-50dB _m ~+10dB _m	中心波长变化为：不大于 $\pm 5\text{nm}$ 输出功率：不小于-1.2dB _m
校准用附件：分光比为 1:1 的 Y 型光耦合器及配备校准指控设备专用检测仪所需各类附件。			

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

检测仪校准项目见表 3。

表 3 检测仪校准项目

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观及工作正常性检查	7.2.1
2	波形幅度	7.2.2
3	波形频率	7.2.3
4	频带宽度	7.2.4
5	直流电压	7.2.5
6	交流电压	7.2.6
7	直流电流	7.2.7
8	交流电流	7.2.8
9	电阻	7.2.9
10	光源波长	7.2.10
11	光源功率	7.2.11
12	光功率	7.2.12

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

7.2.1.1 检测仪的前面板或后面板上应有铭牌，上面标明产品名称、型号、规格、制造厂名称或商标、出厂编号等，不应有裂纹、损伤、锈蚀和其他影响使用的缺陷。各部件连接应牢固可靠。

7.2.1.2 检测仪通电预热 30 min 后屏幕应稳定并显示正常，所有开关、按键和旋钮应牢固可靠、接触良好、输入输出端口牢靠，自检自校功能正常。

7.2.2 波形幅度

7.2.2.1 按图 2 将方波信号发生器输出与检测仪输入连接，调用检测仪出厂默认设置。

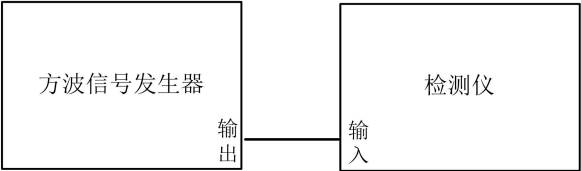


图 2 波形幅度校准示意图

7.2.2.2 在检测仪显示屏上选择“波形幅度”。

7.2.2.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪波形幅度测量范围以 1-2-5 步进选择校准点：10 mV、20 mV、50 mV、100 mV、200 mV、500 mV、1V、2V、5V、10V、20V、50V、100V 点。

7.2.2.4 在方波信号发生器中输出方波信号（方波信号输出频率设置为 1 kHz，负载选择 1 M Ω ），方波信号波形幅度 V_s 按 7.2.2.3 依次设置，待波形显示稳定后在检测仪界面读取波形幅度值 V_x 。检测仪波形幅度示值相对误差按公式（1）计算。

$$\delta_x = \frac{V_x - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

δ_x ——检测仪波形幅度示值相对误差，%；

V_x ——检测仪读取的波形幅度值，V；

V_s ——方波信号发生器输出的方波信号波形幅度值，V。

7.2.3 波形频率

7.2.3.1 按图 3 将方波信号发生器输出与检测仪输入连接，调用检测仪出厂默认设置。

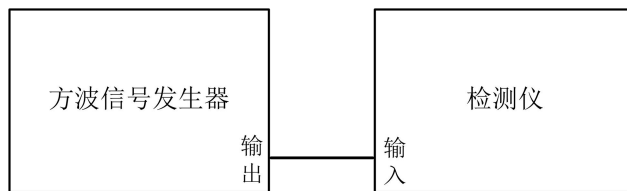


图 3 波形频率校准示意图

7.2.3.2 在检测仪显示屏上选择“波形频率”。

7.2.3.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪频率测量范围以 1-2-5 步进依次选择校准点：1MHz、2MHz、5MHz、10MHz、20MHz、50MHz、100MHz、200MHz、500MHz 点。

7.2.3.4 依据 7.2.3.3 设置方波信号发生器输出标准频率值 f_s （电压幅度：1V 负载：1M Ω ），待波形显示稳定后在检测仪界面读取频率值 f_x ，记录测试结果。按公式（2）计算波形频率相对误差。

$$\delta_x = \frac{f_x - f_s}{f_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_x ——检测仪波形频率示值相对误差，%；

f_x ——检测仪界面读取频率值，MHz；

f_s ——方波信号发生器输出标准频率值，MHz。

7.2.4 频带宽度

7.2.4.1 方法一

7.2.4.1.1 按图 4 将稳幅信号发生器输出与检测仪输入连接，在检测仪显示屏上选择“频带宽度”。

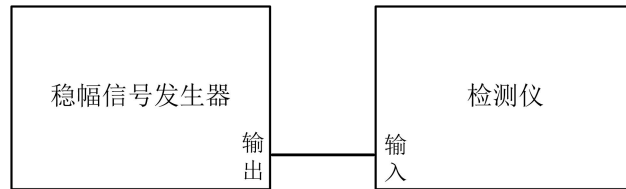


图 4 频带宽度校准示意图

7.2.4.1.2 稳幅信号发生器电压幅值选点根据顾客要求选择，一般为： $0.2\text{V/div} \times 6\text{div}$ 和 $1\text{V/div} \times 6\text{div}$ 。

7.2.4.1.3 在稳幅信号发生器上输出正弦波信号（基准频率为 f_1 ：50kHz、负载： $1\text{M}\Omega$ 、电压幅值依据 7.2.4.1.2 设置），通过检测仪显示屏调整参数，使信号稳定显示在检测仪屏幕上，调节信号电平使其居中覆盖约 80% 屏幕范围，在检测仪界面读取信号电压幅值 V_1 。

7.2.4.1.4 保持正弦信号电压幅值不变，均匀增加稳幅信号发生器的输出信号频率，在检测仪显示屏读取正弦信号电压幅值 V_2 ，直至 $V_2/V_1=0.707$ ，记录此时稳幅信号发生器的输出信号频率 f_2 。按公式（3）计算检测仪频带宽度。

$$f = f_2 - f_1 \quad (3)$$

式中：

f ——检测仪频带宽度，Hz；

f_1 ——稳幅信号发生器上输出的正弦波信号基准频率，Hz；

f_2 ——检测仪信号电压幅值下降到 0.707 时稳幅信号发生器的输出信号频率，Hz。

7.2.4.2 方法二

7.2.4.2.1 按图 4 将稳幅信号发生器输出与检测仪输入连接，在检测仪显示屏上选择“频带宽度”。

7.2.4.2.2 稳幅信号发生器电压幅值选点根据顾客要求选择，一般为： $0.2\text{V/div} \times 6\text{div}$ 和 $1\text{V/div} \times 6\text{div}$ 。

7.2.4.2.3 在稳幅信号发生器上输出正弦信号（基准频率 f_1 ：50kHz、负载： $1\text{M}\Omega$ 、电压幅值依据 7.2.4.2.2 设置），通过检测仪显示屏调整参数，使信号稳定显示在检测仪屏幕上，调节信号电平使其居中覆盖约 80% 屏幕范围，在检测仪显示屏读取信号电压幅值 V_1 。

7.2.4.2.4 保持正弦信号电压幅值不变，将稳幅信号发生器的频率均匀调整至检测仪频带宽度上限频率值，在检测仪显示屏读取信号电压幅值 V_2 。按公式（4）计算检测仪频带宽度内下降或上升的分贝数。

$$A_{BW} = 20 \lg \frac{V_2}{V_1} \quad (4)$$

式中：

A_{BW} ——带宽内下降（或上升）的分贝数，dB；

V_2 ——带宽上限频率点下检测仪信号电压幅值，V；

V_1 ——基准频率点下检测仪信号电压幅值，V。

7.2.5 直流电压

7.2.5.1 按图 5 将多功能校准源输出与检测仪输入连接，调用检测仪出厂默认设置。

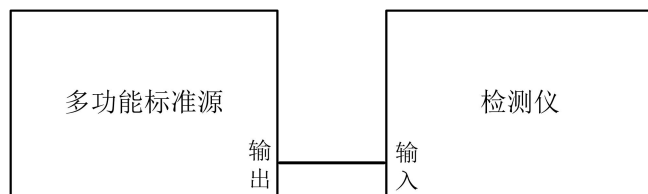


图 5 直流电压校准示意图

7.2.5.2 在检测仪显示屏上选择“直流电压”；按照接线提示选择接线孔连接线缆。

7.2.5.3 根据顾客要求选择量程和校准点或者根据检测仪直流电压测量范围依次选择量程（10-100）mV、（100-1000）mV、（1-10）V、（10-100）V、（100-1000）V，每个量程依次选取三个点（满量程的 1/10 点、1/2 点、满量程点）。

7.2.5.4 依据 7.2.5.3 在多功能标准源上设置直流电压输出 V_s ；在检测仪显示屏上读取测试值 V_x 。按公式（5）计算直流电压示值相对误差。

$$\delta_x = \frac{V_x - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

δ_x ——检测仪直流电压示值相对误差，%；

V_x ——检测仪显示屏读取直流电压值，V；

V_s ——多功能标准源输出直流电压值，V。

7.2.6 交流电压

7.2.6.1 按图 6 将多功能校准源输出与检测仪输入连接，调用检测仪出厂默认设置。

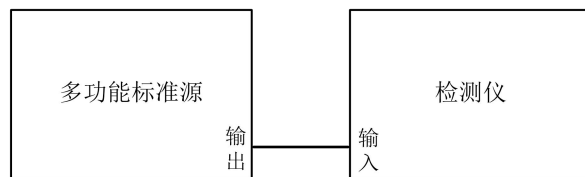


图6 交流电压校准示意图

7.2.6.2 在检测仪显示屏上选择“交流电压”；按照接线提示选择接线孔连接线缆。

7.2.6.3 根据顾客要求选择频率点和电压校准点或者根据检测仪交流电压测量范围选择频率点和电压校准点。建议频率点选取2个：50Hz、400Hz，电压校准点在每个频率点下选择量程（10-100）mV、（100-1000）mV、（1-10）V、（10-100）V、（100-750）V，每个量程依次选取三个点（满量程的1/10点、1/2点、满量程点）。

7.2.6.4 依据7.2.6.3频率选点方法，在多功能校准仪上设置输出频率。

7.2.6.5 根据7.2.6.3电压选点方法，在多功能校准仪上设置输出交流电压值 V_s ；在检测仪显示屏上读取测试值 V_x 。按公式（6）计算交流电压相对误差。

$$\delta_x = \frac{V_x - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

δ_x ——检测仪交流电压示值相对误差，%；

V_x ——检测仪显示屏读取的交流电压值，V；

V_s ——多功能标准源输出的交流电压值，V。

7.2.7 直流电流

7.2.7.1 按图7将多功能校准源输出与检测仪输入连接。

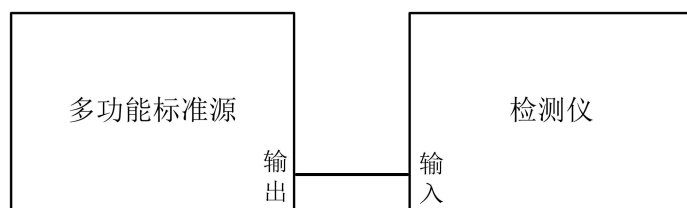


图7 直流电流校准示意图

7.2.7.2 在检测仪显示屏上选择“直流电流”，按照接线提示选择接线孔连接线缆。

7.2.7.3 根据顾客要求选择量程和校准点或者根据检测仪直流电流测量范围依次选择量程（10-100）mA、（100-1000）mA、（1-11）A，每个量程依次选取10的整数次幂点。

7.2.7.4 依据7.2.7.3选点方法在多功能校准仪上设置输出直流值 I_s ；读取检测仪显

示屏上显示值 I_x 。按公式（7）计算直流电流示值相对误差。

$$\delta_x = \frac{I_x - I_s}{I_s} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

δ_x ——检测仪直流电流示值相对误差，%；

I_x ——检测仪显示屏显示的直流电流值，A；

I_s ——多功能标准源输出直流电流值，A。

7.2.8 交流电流

7.2.8.1 按图 8 将多功能校准源输出与检测仪输入连接。

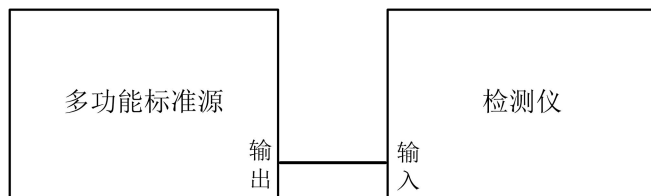


图 8 交流电流校准示意图

7.2.8.2 在检测仪显示屏上选择“交流电流”，按照接线提示选择接线孔连接线缆。

7.2.8.3 根据顾客要求选择频率和电流校准点；或者根据检测仪交流电流测量范围依次选择频率和电流校准点。建议频率点选取 2 个：50Hz、400Hz；电流校准点在每个频率点下选择：量程（10-100）mA、（100-1000）mA、（1-11）A，每个量程依次选取 10 的整数次幂点。

7.2.8.4 依据 7.2.8.3 频率选点方法，在多功能校准仪上设置输出频率。

7.2.8.5 根据 7.2.8.3 电流选点方法，在多功能校准仪上设置输出交流电流值 I_s ；在检测仪显示屏上记录测试值 I_x 。按公式（8）计算计算交流电流示值相对误差。

$$\delta_x = \frac{I_x - I_s}{I_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

δ_x ——检测仪交流电流示值相对误差，%；

I_x ——检测仪显示屏读取交流电流值，A；

I_s ——多功能标准源输出交流电流值，A。

7.2.9 电阻

7.2.9.1 按图 9 将多功能校准源输出与检测仪输入连接。

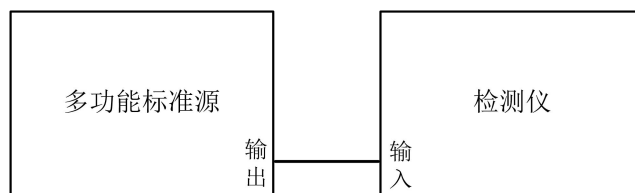


图9 电阻校准示意图

7.2.9.2 在检测仪屏幕界面选择“电阻”，按照屏幕接线提示选择接线孔连接线缆。

7.2.9.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪电阻测量范围依次选择10的整数次幂点。

7.2.9.4 根据7.2.9.3选点方法在多功能校准仪上设置输出电阻标准值为 R_s ，在检测仪显示屏幕上读取测试结果 R_x 。按公式（9）计算电阻示值相对误差。

$$\delta_x = \frac{R_x - R_s}{R_s} \times 100\% \quad (9)$$

式中：

δ_x ——检测仪电阻示值相对误差，%；

R_x ——检测仪显示屏读取电阻值， Ω ；

R_s ——多功能标准源输出电阻值， Ω 。

7.2.10 光源波长

7.2.10.1 按图10将检测仪光源输出口与光谱仪输入连接。

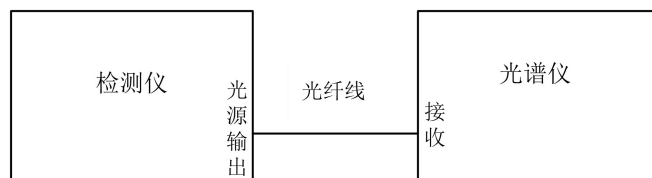


图10 光源校准示意图

7.2.10.2 在检测仪上选择“光源测试”。

7.2.10.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪光源测量范围选择校准点，推荐1310nm、1550nm。

7.2.10.4 依据7.2.10.3选点方法依次在检测仪上设置输出波长 λ_x ，在光谱仪上记录显示的波长 λ_s 。按公式（10）计算波长绝对误差。

$$\Delta = \lambda_x - \lambda_s \quad (10)$$

式中：

Δ ——检测仪光源波长绝对误差，nm；

λ_x ——检测仪光源输出值，nm；

λ_s ——光谱仪读取波长值，nm。

7.2.11 光源功率

7.2.14.1 按图 11 将光谱仪输入口与检测仪光源输出口连接。

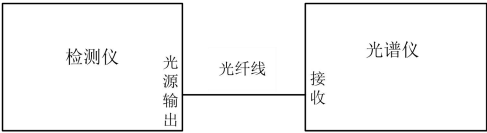


图 11 光源输出功率校准示意图

7.2.11.2 在检测仪上选择“光源测试”。

7.2.11.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪光源测量范围依次选择校准点，推荐 1310nm、1550nm；

7.2.11.4 依据 7.2.11.3 设置检测仪光源输出波长，在光谱仪上设置波长与检测仪设置波长相同，每隔 30s~60s 读取光谱仪光功率值 P_i （dBm），连续进行 3 次测量取平均值按公式（11）计算。

$$\overline{P}_{\text{out}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i \quad (11)$$

式中：

$\overline{P}_{\text{out}}$ ——光谱仪连续三次测量检测仪光源功率的平均值，dBm；

P_i ——光谱仪读取单次波长功率值，nm；

注： $\overline{P}_{\text{out}}$ 应不小于光源要求的输出功率。

7.2.12 光功率

7.2.12.1 按图 11 用分光比为 1:1 的 Y 型光耦合器将光源经可调光衰减器输出的光信号与标准光功率计及检测仪光功率计连接。

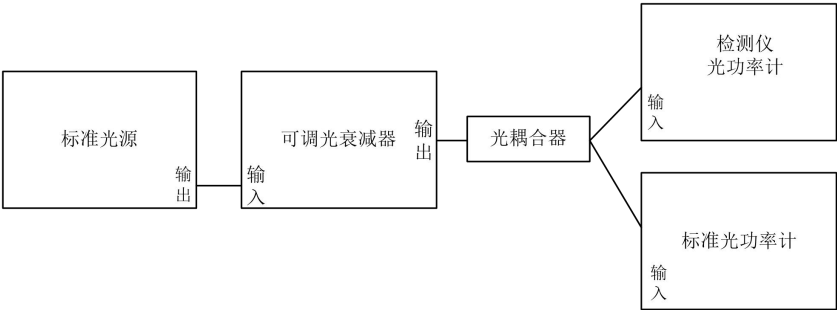


图 11 光功率校准示意图

7.2.12.2 在检测仪上选择“光功率计”。

7.2.12.3 根据顾客要求选择校准点或者根据检测仪光功率计测量范围依次选择光源波长和光功率校准点。推荐光源波长 λ_i : 1310nm、1550nm; 光功率计校准点 P_s : -50dB_m、-40dB_m、-30dB_m、-20dB_m、-10dB_m、0dB_m、0dB_m、10dB_m。

7.2.12.4 依据 7.2.12.3 设置标准光源、可调光衰减器、标准光功率计、检测仪光功率计的波长 λ_i 一致。

7.2.12.5 依据 7.2.12.3 调节光衰减器, 使标准光功率计显示值 P_s 为光功率校准点, 在检测仪上读取光功率计测试结果 P_i , 每隔 30s-60s 读取检测仪光功率值 P_i (dB_m), 连续进行 3 次测量取平均值。按公式 (12) 计算光功率绝对误差。

$$\Delta = \overline{P}_{\text{out}} - P_s \quad (12)$$

式中:

Δ ——检测仪光功率示值绝对误差, dB;

$\overline{P}_{\text{out}}$ ——检测仪读取三次光功率平均值, dB_m;

P_s ——标准光功率计显示值, dB_m。

8 校准结果表达

校准结束后出具校准证书, 推荐校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出, 并按JJF 1059.1-2012 “测量不确定度评定与表示” 给出测量不确定度, 不确定度评定示例见附录C。校准证书至少包含以下信息:

- a) 标题, 如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果不在实验室内进行校准);
- d) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对抽样程序进行说明;
- i) 对校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;

- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名，以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议复校间隔时间为12个月。

附录 A

指控设备专用检测仪校准原始记录格式

样品信息			
名称		出厂编号	
型号/规格		校准依据	
标准器信息			
名称	测量范围	准确度等级/ 最大允许误差	证书编号及有效期
环境条件			
温度		湿度	

A.1 外观及附件检查

表 A. 1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观检查	
附件检查	
工作正常性检查	

A.2 波形分析

表 A. 2 波形分析

1、波形幅度（1MΩ）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
2、波形频率（1MΩ）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$

3、频带宽度（方法一）					
输入电阻	最小允许值	实测值		结论	$U(k=2)$
1MΩ					

频带宽度（方法二）						
输入电阻	标准电压 幅值	标称值电压幅值		带宽处分贝数 (dB)	结论	$U(k=2)$
		基准处	带宽处			
1MΩ						

A.3 电压电流电阻测量

表 A.3 电压电流电阻测量

1、直流电压					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
2、交流电压（50Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
交流电压（400Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
3、直流电流					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
4、交流电流（50Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
交流电流（400Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
5、电阻					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$

A.4 光源测试

表 A.4 光源测试

1、光源波长					
工作波长 (nm)	最小允许值 (nm)	实测波长 (nm)	最大允许值 (nm)	结论	$U(k=2)$
2、光源功率					
功率 波长	实测值 (dB _m)				$U(k=2)$
	1	2	3	平均值	

A.5 光功率计测量

表 A.5 光功率测量

1、光功率								
标准值 (dB _m)	允许误差下限 (dB)	实测值 (dB _m)				允许误差上限 (dB)	结论	$U(k=2)$
		1	2	3	平均值			

附录 B

校准证书内页格式

1 外观及附件检查

表 1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观检查	
附件检查	
工作正常性检查	

2 波形分析

表 2 波形分析

1、波形幅度（1MΩ）						
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U\left(k=2\right)$	
2、波形频率（1MΩ）						
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U\left(k=2\right)$	
3、频带宽度（方法一）						
输入电阻	允许误差下限	实测值		结论	$U\left(k=2\right)$	
（1MΩ）						
频带宽度（方法二）						
输入电阻	标准电压值 /div	标称值电压幅值		带宽处分贝数 （dB）	结论	$U\left(k=2\right)$
		基准处	基准处			
（1MΩ）						

3 电压电流电阻测量

表 3 电压电流电阻测量

1、直流电压					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
2、交流电压（50Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
交流电压（400Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
3、直流电流					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
4、交流电流（50Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
交流电流（400Hz）					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$
5、电阻					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$

4 光源测试

表 4 光源测试

1、光源波长					
标准值	最小允许值	实测值	最大允许值	结论	$U(k=2)$

2、光源功率 $\geq -5\text{dBm}$						
功率 波长	测量值 (dB _m)				结论	$U(k=2)$
	1	2	3	平均值		

5 光功率计测量

表 5 光功率计测量

1、光功率								
标准值 (dBm)	允许误差下限 (dB)	实测值 (dBm)				允许误差上限 (dB)	结论	$U(k=2)$
		1	2	3	平均值			

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 波形幅度测量不确定度的评定

C.1.1 测量方法

使用示波器校准仪直接测量指控设备专用检测仪波形垂直幅度，以 9500B 示波器校准仪输出的 10mV 信号为例进行不确定度评定。

C.1.2 不确定度来源

不确定度来源包含：

- a) 9500B 示波器校准仪不准确引入的不确定度分量 u_1 ；
- b) 9500B 波形垂直幅度测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2 ；
- c) 指控设备专用检测仪波形垂直幅度分辨力引入的不确定度 u_3 。

C.1.3 标准不确定度评定

- a) 示波器校准器不准确引入的不确定度分量 u_1

按示波器校准仪说明书的技术指标，方波电压的误差限为 $\pm (0.1\% + 10 \mu V)$ ，即在 10mV 时置信区间为 $\pm (0.1\% \times 10\text{mV} + 10 \mu V)$ ，则半宽度 a 为 $20 \mu V$ ，在区间内可认为服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度 $u_1 = 20 \mu V / \sqrt{3} = 12 \mu V$ 。

- b) 波形幅度测量过程中重复性引入的不确定度分量 u_2

对示波器校准仪输出的方波信号（10mV/div）进行多次（10 次）重复测量，得到以下数据：

1	2	3	4	5
10.04mV	10.04mV	10.04mV	10.04mV	10.04mV
6	7	8	9	10
10.04mV	10.04mV	10.04mV	10.04mV	10.04mV

按 A 类评定，按贝塞尔公式计算实验标准偏差，用 $S(\bar{x})$ 表示：

$$s_n(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0, \quad u_2 = 0$$

- c) 指控设备专用检测仪波形幅度分辨力引入的不确定度分量 u_3

对于指控设备专用检测仪，分辨力为 0.01 mV，按均匀分布，则选取 $k = \sqrt{3}$ ，计算可得引入的相对标准不确定度 $u_3 = 2.89 \mu V$

C.1.4 合成不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 12.34 \mu\text{V}$$

C.1.5 扩展不确定度

$$U = k u_c = 25 \mu\text{V} = 0.025 \text{mV} \quad (k=2)$$

C.2 波形频率测量不确定度的评定

C.2.1 测量方法

使用示波器校准仪直接测量指控设备专用检测仪频率，以 9500B 示波器校准仪输出的 1MHz 点信号为例进行不确定度评定。

C.2.2 不确定度来源

不确定度来源包含：

- a) 9500B 示波器校准仪波形频率不准确引入的不确定度分量 u_1 ；
- b) 9500B 波形频率测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2 ；
- c) 指控设备专用检测仪波形分辨率引入的不确定度分量 u_3 。

C.2.3 标准不确定度评定

- a) 示波器校准仪 9500B 的波形频率不准确所引入的标准不确定度 u_1

根据示波器校准仪 9500B 的技术说明书，来确定输出时标（1MHz 点）置信区间的半宽度为 $a=0.25\text{PPm}$ ， $k=\sqrt{3}$ ，所以由于示波器校准仪 9500B 输出时标不准确引入的相对标准不确定度（在典型测量点 1MHz 时）为：

$$u_1 = a/k = 2.5 \times 10^{-7} / \sqrt{3} = 1.44 \times 10^{-7}$$

- b) 波形频率过程重复性引入的标准不确定度 u_2

选一台稳定的通用计数器 53132A（型号：53132A 编号：40003215）对其示波器校准仪 9500B 输出时标（1MHz）进行重复测量 10 次，得到以下数据单位：

1	2	3	4	5
0.99999994	0.99999994	0.99999995	0.99999995	0.99999994
6	7	8	9	10
0.99999996	0.99999997	0.99999994	0.99999994	0.99999994

则由于频率测量过程重复性所引入的标准不确定度为：

$$u_2 = 1.06 \times 10^{-8}$$

- a) 指控设备专用检测仪波形频率分辨率引入的不确定度分量 u_3

对于指控设备专用检测仪分辨率引入的不确定度按均匀分布，则选取 $k=\sqrt{3}$ ，计算可得引入标准不确定度 $u_3=2.9 \times 10^{-4}\text{MHz}$ 。输出时标（1MHz 点）合成标准不确定度

C.2.4 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 3.0 \times 10^{-4} \text{MHz}$$

C.2.5 波形频率 (1MHz 点) 扩展不确定度

$$U = k u_c = 2 \times 3.0 \times 10^{-4} = 0.6 \text{kHz} \quad (k=2)$$

C.3 频带宽度测量不确定度的评定

C.3.1 测量方法

使用示波器校准仪直接测量指控设备专用检测仪波形频带宽度, 检测仪频带宽度测量的数学模型如下所示:

$$f_x = f_2 - f_1$$

式中:

f_1 ——示波器校准仪设置的初始频率, Hz;

f_2 ——电压幅度下降到 0.707 倍时的频率, Hz。

C.3.2 不确定度来源

不确定度来源包含:

- 9500B 示波器校准器频率误差引入的不确定度分量 u_1
- 9500B 示波器校准器平坦度引入的不确定度分量 u_2
- 指控设备专用检测仪频率不稳定或分辨力引入的不确定度分量 u_3

C.3.3 标准不确定度评定

- 9500B 示波器校准器频率误差引入的不确定度分量 u_1

根据示波器校准仪说明书给出的技术指标, 稳幅正弦波输出频率最大允许误差: $\pm 0.25 \text{PPm}$, 区间半宽度为 $\pm 0.25 \text{PPm}$, 设定其为均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则不确定度为 $u_1 = 0.025 / \sqrt{3} = 0.144 \text{PPm}$ 。对 500MHz 频率, 换算成绝对频率值为 72Hz。

- 由平坦度引入的不确定度分量 u_2

首先测量出示波器带宽附近频率与显示波形幅度变化关系, 得到以下结果: (示波器设置 16 次平均)

频率 幅度	基准频率点 (50kHz)	500MHz	502MHz	504MHz
0.2V/div	1.17V	0.839	0.827V	0.817V

假定在 500MHz~504MHz 频率范围内, 频率变化与幅度变化呈线性, 根据测试数据计算变化斜率为 0.18MHz/mV 根据示波器校准仪说明书技术指标: 相对于参考频率的平坦度为 $\pm 4.0\%$ (300MHz~550MHz), 在测试点为 1.17V 时, 可能引入的误差为: 4.68mV, 导致的频率误差为 $0.18 \text{MHz/mV} \times 4.68 \text{mV} = 0.8424 \text{MHz}$, 取 $\pm 0.8424 \text{MHz}$, 假定此误差范

围为均匀分布, 取 $k=\sqrt{3}$, 得到 $u_2=486.4\text{Hz}$

c) 指控设备专用检测仪不稳定或读数分辨力引入的不确定度分量 u_3

指控设备专用检测仪带宽分辨力引入的不稳定度分量 u_3 为 0.05MHz 按均匀分布, 则选取 $k=\sqrt{3}$, 计算可得引入的标准不确定度 $u_3=29\text{Hz}$

C.3.4 合成标准不确定度的评定

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 492\text{Hz}$$

C.3.5 扩展不确定度

$$U = k u_c = 0.98\text{kHz} \quad (k=2)$$

C.4 直流电压测量不确定度评定

C.4.1 测量方法

使用多功能校准源直接测量指控设备专用检测仪直流电压, 以 5720A 多功能校准源输出的 10V 直流电压为例进行不确定度评定。

C.4.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项:

- 由多功能校准器不准确引入的不确定度分量 u_1 ;
- 直流电压测量过程重复性引入的不确定度分 u_2 ;
- 指控设备专用检测仪直流电压分辨力引入的不确定度 u_3 。

C.4.3 标准不确定度的评定

- 由多功能校准器不准确引入的不确定度分量 u_1

标准不确定度 u_1 是多功能校准器直流电压不准确所引入的标准不确定度按 B 类方法评定, 根据多功能校准器 5720A/5725A 的技术说明书, 半宽度为 $a=7.35 \times 10^{-5}$, $k=\sqrt{3}$, 所以由于直流电压不准确引入的标准不确定度 (在典型测量点 10V 时) 为: $u_1 = a/k = 7.35 \times 10^{-5} / \sqrt{3} = 4.24 \times 10^{-5}$

- 直流电压测量过程重复性引入的不确定度分 u_2

标准不确定度 u_2 主要是直流电压重复测量引入的不确定度分量, 对多功能校准器 11V 量限的 10V 点连续测量 10 次, 得到以下数据: (单位: V)

1	2	3	4	5
9.99997	9.99996	9.99996	9.99997	9.99997
6	7	8	9	10
9.99996	9.99997	9.99997	9.99996	9.99997

平均值 $\bar{x}=9.999966$; 则标准不确定度 u_2 为: $u_2=5.2\times 10^{-6}$

c) 指控设备专用检测仪直流电压分辨力引入的不确定度 u_3

对于指控设备专用检测仪直流电压, 其信号输出位数为 5 位, $k=\sqrt{3}$, 则计算可得引入的标准不确定度 $u_3=2.9\times 10^{-4}\text{V}$ 。

C.4.4 直流电压 (评定 11V 量限 10V 点) 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}=3.1\times 10^{-4}\text{V}$$

C.4.5 直流电压扩展不确定度

$$U=k\times u_c=6\times 10^{-4}\text{V} \quad (k=2)$$

C.5 直流电流测量不确定度评定

C.5.1 测量方法

使用多功能校准源直接测量指控设备专用检测仪直流电流, 以 5720A 多功能校准源输出的 1A 点直流电流为例进行不确定度评定。

C.5.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项:

- 5720A 多功能校准器输出电流不准确引入的不确定度分量 u_1
- 5720A 多功能校准源直流电流测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2
- 指控设备专用检测仪直流电流不稳定或分辨力引入的不确定度 u_3

C.5.3 标准不确定度的评定

- 5720A 多功能标准器输出电流不准确引入的不确定度分量 u_1

对于多功能校准器 5720A/5725A 其电流准确度在 2.2A 量限的 1A 电流输出点为: $\pm 5.01\times 10^{-5}$ 。分布视为均匀分布, 则 $k_1=\sqrt{3}$, 计算可得直流电流不准确引入的标准不确定度 (在典型测量点 1A 时) 为: $u_1=5.01\times 10^{-5}/\sqrt{3}=2.9\times 10^{-5}\text{A}=29\mu\text{A}$

- 5720A 多功能校准源由直流电流测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2

对多功能校准器 2.2A 量限的 1A 电流输出点连续测量 10 次, 得到以下数据 (单位: A):

1	2	3	4	5
0.99993	0.99992	0.99992	0.99993	0.99992
6	7	8	9	10
0.99992	0.99993	0.99993	0.99992	0.99993

则标准不确定度 u_2 为: $u_2=5.27\times 10^{-6}\text{A}$

c) 指控设备专用检测仪直流电流分辨力引入的不确定度 u_3

对于指控设备专用检测仪直流电流, 其位数为 5 位, 分辨力为 0.1mA, 并经检定合格, $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_3=0.1\text{mA}/(2\times\sqrt{3})=0.029\text{mA}$$

C.5.4 直流电流 (评定 2.2A 量限 1A 点) 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{(u_1^2+u_2^2+u_3^2)}=41.3\times 10^{-6}\text{A}$$

C.5.5 直流电流 (评定 2.2A 量限 1A 点) 扩展不确定度

$$U=ku_c=2\times 41.3\times 10^{-6}\text{A}=8\times 10^{-5}\text{A} (k=2)$$

C.6 交流电压测量不确定度评定

C.6.1 测量方法

使用多功能校准源直接测量指控设备专用检测仪交流电压, 以 5720A 多功能校准源输出的 10V/50Hz 交流电压为例进行不确定度评定

C.6.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项

- 5720A 多功能校准器交流电压不准确引入的不确定度分量 u_1
- 5720A 多功能校准器交流电压测量过程重复性引入的不确定度分 u_2
- 指控设备专用检测仪交流电压分辨力引入的不确定度 u_3

C.6.3 标准不确定度的评定

a) 5720A 多功能校准器交流电压不准确所引入的标准不确定度 u_1 按 B 类方法评定
根据多功能校准器 5720A/5725A 的技术说明书, 其交流电压准确度在典型测量点 10V/50Hz 时为: $\pm 810\times 10^{-6}$, $k=\sqrt{3}$, 所以由于交流电压不准确引入的标准不确定度 (在典型测量点 10V/50Hz 时) 为:

$$u_1=810\times 10^{-6}/\sqrt{3}=468\times 10^{-6}$$

b) 5720A 多功能校准器交流电压测量过程重复性引入的不确定度分 u_2

对 5720A 多功能校准器 (10V/50Hz 点) 连续测量 10 次, 得到以下数据: (单位: V)

1	2	3	4	5
9.99820	9.99815	9.99816	9.99817	9.99820
6	7	8	9	10
9.99821	9.99814	9.99820	9.99817	9.99815

平均值 $\bar{x}=9.998175$, 则标准不确定度为:

$$u_2=25.5\times 10^{-6}$$

c) 标准不确定度 u_3 是指控设备专用检测仪分辨率引入的不确定度

指控设备专用检测仪交流电压 10V 点的分辨力为 1mV, $k=\sqrt{3}$, 则 $u_3=1\text{mV}/(2\times\sqrt{3})$
 $=2.89\times 10^{-4}\text{V}$

C.6.4 交流电压 (评定 11V 量限 10V/50Hz 点) 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}=5.5\times 10^{-4}\text{V}$$

C.6.5 交流电压 (评定 11V 量限的 10V/50Hz) 扩展不确定度

$$U=ku_c=2\times 5.5\times 10^{-4}=1.1\times 10^{-3}\text{V} \quad (k=2)$$

C.7 交流电流测量不确定度评定

C.7.1 测量方法

使用多功能校准源直接测量指控设备专用检测仪交流电流, 以 5720A 多功能校准源输出的 1A/50Hz 点交流电流为例进行不确定度评定。

C.7.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项

- 5720A 多功能校准器输出交流电流不准确引入的不确定度分量 u_1
- 5720A 交流电流测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2
- 指控设备专用检测仪输出交流电流分辨率引入的不确定度 u_3

C.7.3 标准不确定度的评定

- 5720A 多功能标准器输出交流电流不准确引入的不确定度分量 u_1

对于多功能校准器 5720A/5725A 其交流电流准确度在典型测量点 1A/50Hz 时为:
 $\pm 790\times 10^{-6}$, 取 $k=\sqrt{3}$, 计算可得直流电流不准确引入的相对标准不确定度 (在典型
 测量点 1A/50Hz 时) 为: $u_1=790\times 10^{-6}/\sqrt{3}=3.95\times 10^{-4}\text{A}$

- 5720A 交流电流交流电流测量过程重复性引入的不确定度分 u_2

用 3458A 数字多用表对多功能校准器 2.2A 量限的 1A/50Hz 电流输出点连续测量
 10 次, 得到以下数据: (单位: A):

1	2	3	4	5
0.99996	0.99996	0.99997	0.99996	1.00001
6	7	8	9	10
0.99991	0.99993	1.00002	1.00004	1.00003

平均值 $\bar{x}=0.999979$, 则标准不确定度 u_2 为:

$$u_2=4.38\times 10^{-6}\text{A}$$

- 指控设备专用检测仪交流电流分辨率引入的不确定度 u_3

指控设备专用检测仪交流电流分辨力 0.1mA , $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_3=0.1\text{mA}/(2\times\sqrt{3})=0.029\text{mA}$$

C.7.4 交流电流 (2.2A 量限的 1A/50Hz 点) 合成标准不确定度

$$u_c(\text{A})=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}=3.98\times 10^{-4}$$

C.7.5 交流电流 (2.2A 量限的 1A/50Hz 点) 扩展不确定度

$$U=ku_c=2\times 3.98\times 10^{-4}=8\times 10^{-4} (k=2)$$

C.8 电阻 (评定 Ω 档 10k Ω 点) 测量不确定度评定

C.8.1 测量方法

使用多功能校准源直接测量指控设备专用检测仪电阻, 以 5720A 多功能校准源输出的 10k Ω 点交流电流为例进行不确定度评定。

C.8.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项

- 5720A 多功能校准器输出电阻不准确引入的不确定度分量 u_1
- 5720A 多功能校准器电阻测量过程重复性引入的不确定度分量 u_2
- 指控设备专用检测仪电阻分辨力引入的不确定度 u_3

C.8.3 标准不确定度的评定

- 多功能校准器电阻不准确所引入的标准不确定度 u_1 按 B 类方法评定

数字多用表标准装置中, 根据多功能校准器 5720A/5725A 的技术说明书, 来确定 Ω 档 10k Ω 点置信区间的半宽度为 $a=12\times 10^{-2}$ 。区间内的分布视为均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 所以由于电阻不准确引入的标准不确定度 (在典型测量点 10k Ω 时) 为:

$$u_1=a/k=12\times 10^{-2}/\sqrt{3}=6.93\times 10^{-2}$$

- 电阻测量过程重复性所引入的标准不确定度 u_2 按 A 类方法评定

对多功能校准器电阻档 10k Ω 点连续测量 10 次, 得到以下数据: (单位 k Ω)

1	2	3	4	5
10.00000	10.00001	10.00001	10.00001	10.00000
6	7	8	9	10
10.00000	10.00001	10.00001	10.00001	10.00000

平均值 $\bar{x}=10.000006$

则标准不确定度 u_2 为: $u_2=1.11\times 10^{-3}\Omega$

- 指控设备专用检测仪电阻分辨力引入的不确定度 u_3

指控设备专用检测仪电阻分辨力为 $0.001\text{k}\Omega$, $k=\sqrt{3}$, 视为均匀分布, 则

$$u_3=2.89\times 10^{-1}\Omega$$

C.8.4 电阻 (评定 Ω 档 10k Ω 点) 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} = 29.8 \times 10^{-2}$$

C.8.5 电阻 (评定 Ω 档 10k Ω 点) 扩展不确定度

$$U = ku_c = 2 \times 29.8 \times 10^{-2} = 0.6 \Omega \quad (k=2)$$

C.9 光源波长 (评定 1310nm 点) 测量不确定度评定

C.9.1 测量方法

使用光谱分析仪直接测量指控设备专用检测仪光源输出波长, 以 FTB-2 光谱分析仪为例对典型点 1310nm 点光源波长进行不确定度评定。

C.9.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项

- a) 光谱分析仪波长测量不准确引入的不确定度分量 u_1
- b) 光源波长测量过程重复性引入的不确定度分 u_2
- c) 指控设备专用检测仪测量分辨力引入的不确定度 u_3

C.9.3 标准不确定度的评定

- a) 光谱仪波长测量所引入的标准不确定度 u_1 按 B 类方法评定

根据光谱分析仪技术说明书, 波长准确度为 $\pm 0.01\text{nm}$, 区间内的分布视为均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 所以由于波长测量不准确引入的相对标准不确定度为:

$$u_1 = a/k = 0.01/\sqrt{3} = 5.78 \times 10^{-3}$$

- b) 光源波长重复测量所引入的标准不确定度 u_2 按 A 类方法评定

用光谱分析仪对标准光源波长典型点 1310nm 点连续测量 10 次, 得到以下数据:
(单位 nm)

1	2	3	4	5
1310.466	1310.467	1310.467	1310.466	1310.465
6	7	8	9	10
1310.467	1310.467	1310.466	1310.465	1310.465

平均值 $\bar{x} = 1310.466$, 则标准不确定度 u_2 为:

$$u_2 = 2.3 \times 10^{-6}$$

- c) 指控设备专用检测仪光源测量分辨力引入的标准不确定度按 B 类方法评定 u_3

指控设备专用检测仪分辨力为 0.1nm , $k=\sqrt{3}$, 则 $u_3 = 2.89 \times 10^{-2}\text{nm}$

C.9.4 光谱仪光源波长合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} = 2.94 \times 10^{-2}$$

C.9.5 光源波长 (1310nm 点) 扩展不确定度

$$U=ku_c=2\times 2.94\times 10^{-2}=6\times 10^{-2}=0.06\text{nm} \quad (k=2)$$

C.10 光功率（评定 1310nm, -10dBm 点）测量不确定度评定

C.10.1 测量方法

使用标准光功率计对测量指控设备专用检测仪光功率计进行测量，以 81634B 光功率计为例对 1310nm 点光源输出功率进行不确定度评定。

C.10.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项

- 光功率计功率测量误差引入的不确定度分量 u_1 ;
- 光功率计测量过程重复性引入的不确定度分 u_2 ;
- 指控设备专用检测仪光功率测量分辨力引入的不确定度 u_3

C.10.3 标准不确定度的评定

- 光功率计测量所引入的标准不确定度 u_1 按 B 类方法评定

根据标准光功率计（81634A）技术说明书，光功率最大允许误差为： $\pm 2\%$ ，其半宽度为 0.02，所以由于光功率计测量不准确引入的标准不确定度为：

$$u_1=a/k=0.02/\sqrt{3}=1.15\times 10^{-2}=0.049\text{dB}_m$$

- 光功率计重复测量所引入的标准不确定度 u_2 按 A 类方法评定

用标准光功率计对检测仪（1310nm, -10dBm）点功率连续测量 10 次，得到以下数据（单位 dB_m）

1	2	3	4	5
-10.01	-10.01	-10.01	-10.01	-10.01
6	7	8	9	10
-10.01	-10.01	-10.01	-10.01	-10.01

平均值 $\bar{x} = -10.01$ ，则标准不确定度 u_2 为：

$$u_2=0$$

- 指控设备专用检测仪光功率计测量分辨力引入的标准不确定度按 B 类方法评定

指控设备专用检测仪光功率计分辨力为 0.01dB_m，按 B 类评定，视为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则 $u_3=2.89\times 10^{-3}\text{dB}_m$

C.10.4 光功率测量合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{(u_1^2+u_2^2+u_3^2)}=0.05\text{dB}_m$$

C.10.5 光功率（1310nm, -10dBm 点）扩展不确定度

$$U=ku_c=2\times 0.05=0.1\text{dB}_m \quad (k=2)$$

C.11 光源功率（评定 1310nm 点）测量不确定度评定

C.11.1 测量方法

使用光谱分析仪对测量指控设备专用检测仪光源功率进行测量,以 FTB-2 光谱分析仪为例对 1310nm 点光源输出功率进行不确定度评定。

C.11.2 不确定度来源

不确定度来源有以下 3 项:

- a) 光谱分析仪功率测量不准确引入的不确定度分量 u_1 ;
- b) 光谱分析仪测量过程重复性引入的不确定度分 u_2 ;
- c) 指控设备专用检测仪光源功率测量分辨力引入的不确定度 u_3

C.11.3 标准不确定度的评定

- a) 光谱分析仪测量所引入的标准不确定度 u_1 按 B 类方法评定

根据标准光谱分析仪 (FTB-2) 技术说明书, 光源功率最大允许误差为: $\pm 2\%$, 其半宽度为 0.02, 所以由于光谱分析仪测量不准确引入的标准不确定度为:

$$u_1 = a/k = 0.02/\sqrt{3} = 1.15 \times 10^{-2} = 0.049 \text{ dB}_m$$

- b) 光谱分析仪重复测量所引入的标准不确定度 u_2 按 A 类方法评定

用光谱分析仪计对检测仪 (1310 nm) 点功率连续测量 10 次, 得到以下数据 (单位 dB_m)

1	2	3	4	5
+0.78	+0.78	+0.78	+0.78	+0.78
6	7	8	9	10
+0.78	+0.78	+0.78	+0.78	+0.78

平均值 $\bar{x} = +0.78$

则标准不确定度 u_2 为: $u_2 = 0$

- c) 指控设备专用检测仪光源功率测量分辨力引入的标准不确定度按 B 类方法评定

指控设备专用检测仪光源功率分辨力为 0.01 dB_m , 按 B 类评定, 视为均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则 $u_3 = 2.89 \times 10^{-3} \text{ dB}_m$

C.11.4 光源功率测量合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} = 0.05 \text{ dB}_m$$

C.11.5 光源功率 (1310nm) 扩展不确定度

$$U = k u_c = 2 \times 0.05 = 0.1 \text{ dB}_m \quad (k=2)$$

中华人民共和国工业和信息化部
兵工民品计量技术规范
指控设备专用检测仪校准规范
JJF（兵工民品）0038—2024
版权所有 不得翻印