



# 新疆维吾尔自治区地方计量技术规范

JJF（新）143—2024

## 数字式直流电参数测量仪校准规范

Calibration Specification for Digital DC Electrical Parameters Meters

2024-12-31发布

2025-06-30实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

# 数字式直流电参数测量仪 校准规范

JJF（新）143—2024

Calibration Specification for Digital DC  
Electrical Parameters Meters

归口单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理局

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

国网新疆电力有限公司电力科学研究院

参加起草单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理评价中心

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

国网新疆电力有限公司电力科学研究院

本规范委托新疆维吾尔自治区电磁计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

王晓文（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

罗雪芳（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

刘卫新（国网新疆电力有限公司电力科学研究院）

**参加起草人：**

杨艳霞（新疆维吾尔自治区市场监督审核评价中心）

王子豪（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

张晓磊（国网新疆电力有限公司电力科学研究院）

张引引（国网新疆电力有限公司电力科学研究院）

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 引 言 .....               | II |
| 1 范围 .....              | 1  |
| 2 引用文件 .....            | 1  |
| 3 术 语 .....             | 1  |
| 4 概 述 .....             | 1  |
| 5 计量特性 .....            | 2  |
| 5.1 直流电压 .....          | 2  |
| 5.2 直流电流 .....          | 2  |
| 5.3 直流功率 .....          | 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 .....     | 2  |
| 7 校准项目和校准方法 .....       | 3  |
| 7.1 校准项目 .....          | 3  |
| 7.2 校准方法 .....          | 3  |
| 8 校准结果 .....            | 6  |
| 9 复校时间间隔 .....          | 7  |
| 附录 A 校准原始记录(推荐)格式 ..... | 8  |
| 附录 B 校准证书内页格式 .....     | 9  |
| 附录 C 测量不确定度评定示例 .....   | 11 |

# 引 言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次制定。

# 数字式直流电参数测量仪校准规范

## 1 范围

本规程适用于额定电压小于等于1000V、额定电流小于等于100 A、准确度等级在0.05级及以下的数字式直流电参数测量仪校准规范（以下简称测量仪）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1491—2014 数字式交流电参数测量仪

JJF 1587—2016 数字多用表校准规范

GB/T 13978—2008 数字多用表

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

### 3.1 基本量程 standard range

不确定度最小的的量程。

## 4 概述

数字式直流电参数测量仪是测量直流电压、直流电流和直流功率等参数的测量仪器。数字式直流电参数测量仪由电流表、电压表、A/D转换器、数字乘法器和显示器等组成。结构示意图见图1。

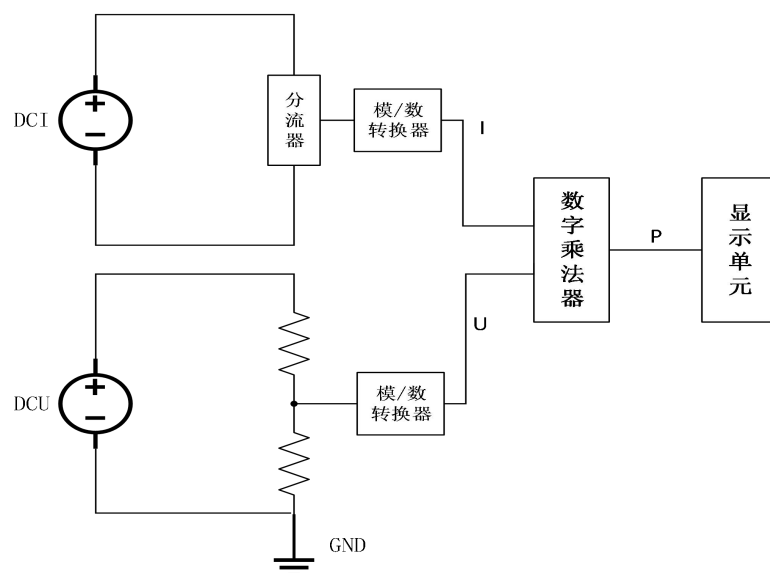


图 1 测量仪结构示意图

## 5 计量特性

### 5.1 直流电压

测量范围：1V~1000V；

最大允许误差：±0.05 %；

### 5.2 直流电流

测量范围：10 mA~100 A；

最大允许误差：±0.05%；

### 5.3 直流功率

测量范围：10mW~100kW；

最大允许误差:±0.1%。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度：(20±2) °C

相对湿度：≤75%

交流供电电源：电压 (220±22) V，频率 (50±0.5) Hz；

电磁场：周围不存在影响测量的电磁干扰。

### 6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准装置对应功能的扩展不确定度 ( $k=2$ ) 应不大于被校测量仪最大允许误差绝对

值的1/3，标准装置的功能和测量范围要覆盖被校测量仪的功能和测量范围。标准器计量性能要求见表1。

表 1 标准装置的要求

|                    |        |        |        |       |      |      |      |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|
| 被校测量仪准确度等级         | 0.01 级 | 0.05 级 | 0.1 级  | 0.2级  | 0.5级 | 1级   | 2级   |
| 标准直流功率源（多功能源）准确度等级 | 0.002级 | 0.01 级 | 0.02 级 | 0.05级 | 0.1级 | 0.2级 | 0.5级 |

6.2.2 校准装置（包括测量电路）应具有良好的屏蔽保护和接地措施，以避免外界干扰。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

校准项目见表2。

表 2 校准项目一览表

| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
|----|------|--------|
| 1  | 直流电压 | 7.2.2  |
| 2  | 直流电流 | 7.2.3  |
| 3  | 直流功率 | 7.2.4  |

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前准备

（1）被校测量仪外形结构完好，外露件等不应损坏或脱落，机壳、端钮等不应有影响正常工作的机械碰伤，按键无卡死或接触不良的现象；

（2）被校测量仪产品名称、制造厂家、仪器型号和编号等均有明确标记；

（3）供电电压标志应正确无误；

（4）通电检查被校设备各测量功能、量程切换应正常，小数点位置应正确，显示字符段应完整；

（5）按照被校测量仪使用说明书的要求和规定进行预热和预调（包括直流功能调零）。

#### 7.2.2 直流电压

##### 7.2.2.1 直流电压校准点的选取

基本量程至少选取3个校准点，校准点应覆盖量程值的20%、50%和100%。其他量程至少选取1个校准点，校准点应覆盖各量程值或接近量程值点。

##### 7.2.2.2 直流电压校准方法

用多功能校准源校准测量仪直流电压时，校准连接示意图如图2所示，标准功率源直流电压输出接被测量仪的电压输入端。

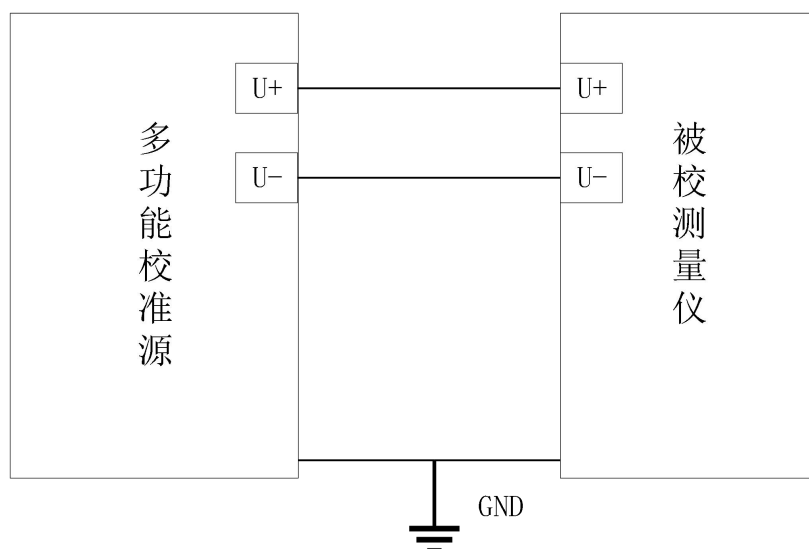


图2 校准直流电压连接示意图

根据校准点，设定多功能校准源直流电压输出值为 $U_n$ ，启动输出，待被校测量仪示值稳定后，记录直流电压示值 $U_x$ ，则被校测量仪的示值误差按式（1）计算，相对误差按式（2）计算。

示值误差 $\Delta_U$ 为：

$$\Delta_U = U_x - U_n \quad (1)$$

相对误差 $\gamma_U$ 为：

$$\gamma_U = \frac{U_x - U_n}{U_n} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta_U$ ——测量仪示值误差，V；

$\gamma_U$ ——测量仪相对误差，%；

$U_x$ ——测量仪示值，V；

$U_n$ ——多功能校准源标准电压表示值，V。

### 7.2.3 直流电流

#### 7.2.3.1 直流电流校准点的选取

基本量程至少选取3个校准点，校准点应覆盖量程值的20%、50%和100%。其他量程

至少选取1个校准点，校准点应覆盖各量程值或接近量程值点。

### 7.2.3.2 直流电流校准方法

用多功能校准源校准测量直流电流时，校准连接示意图如图3所示，多功能校准源直流电流输出接被测量仪的电流输入端。

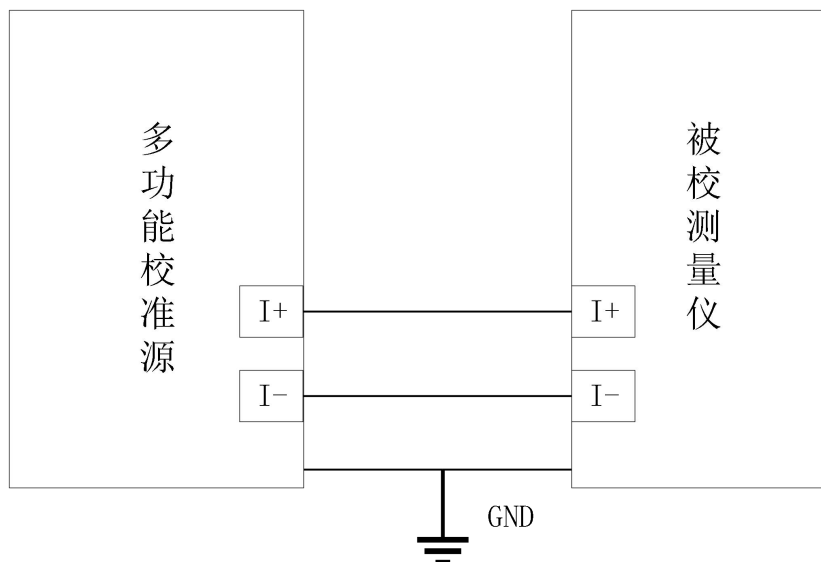


图3 校准直流电流连接示意图

根据校准点，设定多功能校准源的直流电流输出值为  $I_n$ ，启动输出，待被校测量仪示值稳定后，记录直流电流示值  $I_x$ ，则被校测量仪的示值误差按式（3）计算，相对误差按式（4）计算。

示值误差  $\Delta_I$ ：

$$\Delta_I = I_x - I_n \quad (3)$$

相对误差  $\gamma_I$ ：

$$\gamma_I = \frac{I_x - I_n}{I_n} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$\Delta_I$ ——测量仪示值误差，A；

$\gamma_I$ ——测量仪相对误差，%；

$I_x$ ——测量仪示值，A；

$I_n$ ——多功能校准源标准电流示值，A。

### 7.2.4 直流功率

#### 7.2.4.1 直流功率校准点的选取

基本量程至少选取3个校准点，校准点应覆盖量程值的20%、50%和100%。其他量程至少选取1个校准点，校准点应覆盖各量程值或接近量程值点。

#### 7.2.4.2 直流功率校准方法

用多功能校准源校准测量直流功率时，校准连接示意图如图4所示，多功能校准源直流电压和直流电流输出分别接被校测量仪的直流电压和直流电流输入端。

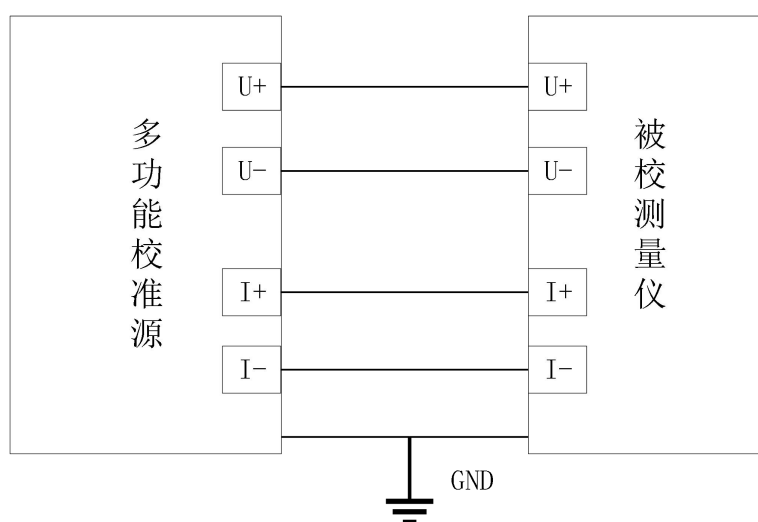


图4 校准直流功率连接示意图

根据校准点，设定多功能校准源直流功率输出值为  $P_n$ ，启动输出，待被校测量仪示值稳定后，记录直流功率示值  $P_x$ ，则被校测量仪的示值误差按式（8）计算，相对误差按式（9）计算。

示值误差  $\Delta_p$  为：

$$\Delta_p = P_x - P_n \quad (8)$$

相对误差  $\gamma_p$  为：

$$\gamma_p = \frac{P_x - P_n}{P_n} \times 100\% \quad (9)$$

式中：

$\Delta_p$ ——测量仪示值误差，W；

$\gamma_p$ ——测量仪相对误差，%；

$P_x$ ——测量仪示值，W；

$P_n$ ——多功能校准源标准功率示值，W。

## 8 校准结果

经校准的数字式直流电参数测量仪出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映。

校准证书应至少

包括以下信息：

- (1) 标题：“校准证书”；
- (2) 实验室名称和地址；
- (3) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- (4) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- (5) 客户的名称和地址；
- (6) 被校对象的描述和明确标识；
- (7) 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

的接收

日期；

- (8) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- (9) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- (10) 校准环境的描述；
- (11) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- (12) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- (13) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- (14) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录格式见附录A，校准证书内页格式见附录B，测量不确定度评定示例见附录C。

## 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 校准原始记录(推荐)格式

## 数字式直流电参数测量仪校准原始记录

|         |       |         |       |
|---------|-------|---------|-------|
| 委托单位:   |       | 校准证书编号: |       |
| 委托单位地址: |       | 校准依据:   |       |
| 仪器名称:   | 型号规格: | 出厂编号:   |       |
| 制造单位:   |       | 仪器状况:   |       |
| 校准地址:   |       | 环境温度:   | 环境湿度: |

校准用主要计量标准器具

| 名称 | 规格型号 | 不确定度/准确度等级/<br>最大允许误差 | 出厂编号 | 证书编号 | 有效期 |
|----|------|-----------------------|------|------|-----|
|    |      |                       |      |      |     |

1. 外观和通电检查: ☐ 符合要求 ☐ 不符合要求

2. 示值误差:

(1) 直流电压

| 量程 | 标准电压值 | 显示电压值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

(2) 直流电流

| 量程 | 标准电流值 | 显示电流值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

(3) 直流功率

| 量程 | 标准功率值 | 显示功率值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

校准人员: \_\_\_\_\_ 核验人员: \_\_\_\_\_ 校准日期: \_\_\_\_\_ 年 月

日

附录 B 校准证书内页格式

证书编号 ××××××-××××

|                    |      |                   |         |      |
|--------------------|------|-------------------|---------|------|
| 校准机构授权说明           |      |                   |         |      |
| 校准环境条件及地点：         |      |                   |         |      |
| 温 度                | ℃    | 地 点               |         |      |
| 相对湿度               | %    | 其 他               |         |      |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： |      |                   |         |      |
| 校准使用的计量标准装置：       |      |                   |         |      |
| 名 称                | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 检定/校准证书 | 有效期至 |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |
|                    |      |                   |         |      |

- 注：
- 1. XXXXXX仅对加盖“XXXXXX校准专用章”的完整证书负责。
  - 2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
  - 3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

证书编号 ××××××-××××

校准结果

1. 外观和通电检查： ☐符合要求 ☐不符合要求

2. 示值误差：

(1) 直流电压

| 量程 | 标准电压值 | 显示电压值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

(2) 直流电流

| 量程 | 标准电流值 | 显示电流值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

(3) 直流功率

| 量程 | 标准功率值 | 显示功率值 | 不确定度 |
|----|-------|-------|------|
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |
|    |       |       |      |

以下空白

根据所采用的校准方法填写对应方法的校准结果表格。

校准员：

核验员：

## 附录 C 测量不确定度评定示例

### 数字式直流电参数测量仪直流功率测量结果不确定度分析报告

#### 1 概述

- 1.1 测量依据：《数字式直流电参数测量仪校准规范》
- 1.2 环境条件：环境温度：(20±5)℃，相对湿度：(55±20)%
- 1.3 测量标准：5730+52120A多功能校准源(以下简称标准源)，电压(0~1000)V，电流(0~20)A，
- 1.4 被测对象：IDI9921PW数字式交直流电参数测量仪(以下简称测量仪)。测量范围：电压：10V~480V，电流(0~5)A。
- 1.5 测量过程：用标准源输出各参量标准值，从被校测量仪上读取显示值，计算被校测量仪各参量的示值误差。

#### 2 建立测量模型

功率测量模型： $\Delta P = P_x - P_N$  (C.1)

式中： $\Delta P$ ——被校准标准源功率的示值误差(W)；

$P_x$ ——被校准标准源功率显示值(W)；

$P_N$ ——标准源功率标准值(W)。

#### 3 不确定度分量的评定

不确定度来源于标准源和被校准测量仪。标准源引起的不确定度，用B类方法进行评定。测量仪引起的不确定度包括，一是由分辨力引起的不确定度，用B类方法进行评定。二是由测量仪测量重复性引起的不确定度，采用10次测量得到连续的测量列，采用A类方法进行评定。本文选取220V, 5A为例进行分析。

##### 3.1 由被校表读数引入的标准不确定度 $u(x)$

α) 由被校准测量仪的重复性引入的标准不确定度  $u(x_1)$

基本量程档的额定电压和额定电流220V, 5A在重复性条件下进行10次连续独立测量，得到测量数据如下表C.1：

表C.1 测量仪10次测量结果

| 测量次数 | 功率(W)   |
|------|---------|
| 1    | 1099.92 |
| 2    | 1099.44 |
| 3    | 1099.86 |
| 4    | 1099.74 |
| 5    | 1099.81 |
| 6    | 1099.42 |

|    |         |
|----|---------|
| 7  | 1099.91 |
| 8  | 1099.40 |
| 9  | 1099.72 |
| 10 | 1099.94 |

根据贝塞尔公式

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}} \quad (\text{C. 2})$$

式中： $q_k$  是第  $k$  次的测量结果； $\bar{q}$  是  $n=10$  次测量值的算术平均值。

分别计算如表 C. 2

表 C. 2 单次测量实验标准偏差

| 单次标准偏差 | 功率 (W) |
|--------|--------|
| $s$    | 0.2168 |

输入量的 A 类标准不确定度为测量列的单次测量实验标准偏差

b) 由被校准测量仪的分辨力引入的不确定度分量  $u(x_2)$

被校准测量仪的分辨力为  $\delta_x$ ，区间半宽度  $a = \delta_x/2$ 。可假设为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ 。由分辨力引入的标准不确定度分量为：

$$\mu_B(x) = \frac{a}{k} = \frac{\delta_x}{2\sqrt{3}} = 0.29\delta_x \quad (\text{C. 3})$$

分别计算得下表 C. 3

表 C. 3 被校准测量仪的分辨力引入的不确定度分量  $u(x_2)$

| 不确定度分量   | 功率 (W) |
|----------|--------|
| $u(x_2)$ | 0.0029 |

被校准测量仪的重复性引入的标准不确定度  $u(x_1)$  和被校准测量仪的分辨力引入的不确定度分量  $u(x_2)$ ，取大者作为读数引入的不确定度分量。

由此，被检表读数引入的标准不确定度：

$$u^2(x_x) = u^2(x_1) \quad (\text{C. 4})$$

结果如下表 C. 4

表C.4由被校表读数引入的标准不确定度  $u(x)$ 

| 不确定度分量 | 功率(W)  |
|--------|--------|
| $u(x)$ | 0.2168 |

## 3.2由标准源引入的B类不确定度评定

由标准源说明书查当电流输出5A的情况下，标准源在1年之内的准确度为 $66 \times 10^{-6}$ ，计算出标准源在引入的不确定度为：

$$u(220V、5A) = 0.0363 \text{ W}$$

其他参数的标准不确定度计算和以上相似，在表C.5列出：

表C.5 标准源引入的不确定度

| 校准点   | 标准源一年内的准确度          | $\mu_N (k=2)$ |
|-------|---------------------|---------------|
| 1100W | $66 \times 10^{-6}$ | 0.0363 W      |

## 4 标准不确定度汇总表C.6

表C.6 标准不确定度汇总表

| 测量点     | 标准不确定度分量<br>$u$ | 不确定度来源 | 标准不确定度值 | 灵敏系数<br>$c_i$ | $ c_i  u(x_i)$ |
|---------|-----------------|--------|---------|---------------|----------------|
| 功率1100W | $u(P_X)$        | 被检表读数  | 0.2168W | 1             | 0.2168W        |
|         | $u(P_N)$        | 标准源    | 0.0363W | -1            | 0.0363W        |

## 5 合成标准不确定度的评定

由于 $P$ 和 $P_X$ 和 $P_N$ 互不相关，依照公式：

$$u_c^2(\Delta P) = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\partial f}{\partial P_i} \right]^2 u^2(P_i) \quad (C.5)$$

由(1)式得到合成方差：

$$u_c^2(\Delta P) = u^2(\Delta) = c^2(P_X)u^2(P_X) + c^2(P_N)u^2(P_N) \quad (C.6)$$

$$\text{灵敏系数：} c(P_X) = \frac{\partial \Delta}{\partial P_X} = 1, \quad c(P_N) = \frac{\partial \Delta}{\partial P_N} = -1 \quad (C.7)$$

合成标准不确定度的估算

$$u_c(P) = \sqrt{c^2(P_X)u^2(P_X) + c^2(P_N)u^2(P_N)} \quad (C.8)$$

其他参数同上计算得出

$$\text{功率：} u_c(P) = \sqrt{c^2(P_X)u^2(P_X) + c^2(P_N)u^2(P_N)} = \sqrt{0.2168^2 + 0.0363^2} \approx 0.22 \text{ W} \quad (C.9)$$

## 6 扩展不确定度的评定

包含因子 $k=2$ 时的扩展不确定度分别为：

功率： $U = u_c(P) \cdot k = 0.22 \times 2 = 0.44\text{W}$ ； $k=2$

以此类推，对测量范围内的其他校准点的测量不确定度评定如下表C.7：

表C.7 全部校准点的测量不确定度评定

| 校准点<br>(W) | 不确定度分量(W)   |             |          | $\mu_c(\text{W})$ | $U(\text{W})$<br>( $k=2$ ) | $U_{\text{rel}}(\%)$ |
|------------|-------------|-------------|----------|-------------------|----------------------------|----------------------|
|            | $u(P_{x1})$ | $u(P_{x2})$ | $u(P_N)$ |                   |                            |                      |
| 10.00      | 0.0032      | 0.0029      | 0.00031  | 0.00432           | 0.00866                    | 0.09                 |
| 220.00     | 0.0824      | 0.0029      | 0.00704  | 0.0828            | 0.166                      | 0.08                 |
| 660.00     | 0.1834      | 0.0029      | 0.0244   | 0.185             | 0.370                      | 0.06                 |
| 1100.00    | 0.2168      | 0.0029      | 0.0363   | 0.219             | 0.438                      | 0.04                 |
| 2000.00    | 0.2435      | 0.0029      | 0.066    | 0.252             | 0.504                      | 0.03                 |

## 8 测量结果不确定度的报告与表示

直流功率： $U_{\text{rel}} = 0.03\% \sim 0.09\%$ ， $k=2$

新疆维吾尔自治区  
地方计量校准规范

数字式直流电参数测量仪校准规范

JJF(新)143—2024

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

\*

版权所有 不得翻印

\*

880mm×1230mm 16开本

2023年x月第1版 2023年x月第1次印刷

印数 1-100