

**中华人民共和国国家计量技术规范**

JJF xxxx—xxxx

数字源表校准规范

Calibration Specification for Digital Source Meters

（征求意见稿）

xxxx—xx—xx发布 xxxx—xx—xx实施

**国 家 市 场 监 督 管 理 总 局**发 布

数字源表校准规范

|  |
| --- |
| JJF xxxx-xxxx |

Calibration Specification for

Digital Source Meters

归 口 单 位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：大连计量检验检测研究院有限公司

参加起草单位：

本规范委托全国电磁计量技术委员会负责解释。

本规范主要起草人：

XXXXX（大连计量检验检测研究院有限公司）

参加起草人：

XXXXX（大连计量检验检测研究院有限公司）

目录

[引言 6](#_Toc28146)

[1 范围 7](#_Toc14109)

[2 引用文件 7](#_Toc23904)

[3 概述 7](#_Toc3436)

[4 计量特性 8](#_Toc1082)

[5 校准条件 8](#_Toc25726)

[6 校准项目和校准方法 9](#_Toc15235)

[6.1 校准项目 9](#_Toc9832)

[6.2 校准方法 9](#_Toc11401)

[7 校准结果表达 17](#_Toc30806)

[8 复校时间间隔 17](#_Toc8820)

[附录A 18](#_Toc15834)

[附录B 20](#_Toc25868)

[附录C 22](#_Toc27733)

引言

JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定的基础性文件。

本规范为首次发布。

数字源表校准规范

1 范围

本规范适用于直流电压范围在±(0.1 mV～8000 V)，直流电流范围在±(10nA～50 A)、脉冲电流范围在±(1 A～100 A)（宽度范围在50 μs～10 ms），直流电阻测量范围在1Ω～1G Ω的数字源表的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 15637-2012 数字多用表校准仪通用规范

GB/T 13978-2003 数字多用表

GB/T 7354-2003 局部放电测量

JJF 1587-2016 数字多用表校准规范

JJF 1638-2017 多功能标准源校准规范

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 概述

数字源表是一种多功能电学计量器具，综合了直流电压源、直流电流源、脉冲电流源、直流电压表、直流电流表、脉冲电流表、直流电阻表等功能，可在输出电压或电流的同时测量电压、电流和电阻，主要用于半导体器件和材料的分析测试，通过对输出信号和测量信号的数学运算，对器件和材料的性能进行分析、判断，电路结构如图1所示。



图1 数字源表电路结构示意图

4 计量特性

直流电压、直流电流、脉冲电流和直流电阻的示值误差均用公式（1）表示，相对示值误差均用公式（2）表示：

 （1）

式中：

——示值误差；

*P*x——被校数字源表的示值(设定值)；

*P*N——对应输出、输入量的参考值（标准值）。

 （2）

式中：

——相对示值误差。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（23±5）℃ ;

5.1.2 相对湿度：≤80%；

5.1.3 电源电压：220 （1±10%）V；

5.1.4 电源频率：50（1±1%）Hz；

注：环境温度及交流供电电压的允许误差也可以参照仪器使用说明书中的规定。

5.1.5 其他：周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 校准标准器及其他设备

5.2.1 校准时所需的标准器及配套设备如下：

a）数字多用表

b）高压分压器

c）纳伏表

d）静电计

e）直流标准电压源/电流源

f）标准电阻器/电阻箱

g）脉冲分流器/电流传感器

h）数字示波器

1. 高值电阻器

5.2.2 校准装置的测量范围、额定电压（电流）、工作带宽、采样速率、稳定性等参数应覆盖被校数字源表校准所需要，对应功能的最大允许误差绝对值（或不确定度）应不大于被校数字源表相应功能最大允许误差绝对值的。

5.2.3 校准装置的（包括测量电路）应具有良好的屏蔽保护和接地措施。

6 校准项目和校准方法

6.1校准项目

数字源表的校准项目见表1。

表1 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法 |
| 1 | 直流电压输出示值误差 | 6.2.2 |
| 2 | 直流电压测量示值误差 | 6.2.3 |
| 3 | 直流电流输出示值误差 | 6.2.4 |
| 4 | 直流电流测量示值误差 | 6.2.5 |
| 5 | 脉冲电流输出示值误差 | 6.2.6 |
| 6 | 脉冲电流宽度示值误差 | 6.2.7 |
| 7 | 脉冲电流测量示值误差 | 6.2.8 |
| 8 | 直流电阻测量示值误差 | 6.2.9 |

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

6.2.1.1 外观及功能正常性检查

数字源表面板上应标有器具名称、型号、制造厂、出厂编号和工作电源要求，电源开关、输入/输出端口、功能设置开关等应标志清晰、安装牢固，功能旋钮、按键、触摸屏等应灵活可靠，且无影响正常工作的机械损伤，通电后各输出功能、测量功能、量程切换应正常，显示字符段应完整。

6.2.1.2 校准点的选取原则

校准点应覆盖所有量程并兼顾各量程之间的覆盖性及量程的均匀性，也可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点。校准点选取可参考以下原则：

直流电压和直流电流的输出及测量，选取各量程值的10%、50%、100%（或接近100%）和-100%（或接近-100%）在内的3～5个校准点；

脉冲电流的输出及测量，选取各量程值的100%（或接近100%）和-100%（或接近-100%）点；

直流电阻测量，选取各量程值的100%（或接近100%）点，或选取10的整数次幂点。

6.2.2 直流电压输出示值误差

6.2.2.1 数字源表输出电压绝对值10mV ≤≤1000V时，使用数字多用表进行校准，仪器连接如图2所示。



图2 直流电压输出校准接线图

设定数字源表输出直流电压，在数字多用表（纳伏表）上读取电压实测值 ，按公式（3）计算直流电压输出示值误差。

 （3）

式中：

——被校数字源表直流电压输出示值误差，V；

——被校数字源表直流电压输出设定值，V；

——数字多用表（纳伏表）实测值，V。

6.2.2.2 数字源表输出电压绝对值＜10 mV时，使用纳伏表进行校准，仪器连接如图2所示，方法同6.2.2.1。

6.2.2.3 数字源表输出电压绝对值＞1000 V时，使用高压分压器和数字多用表校准，仪器连接如图3所示。



图3 直流高压输出校准接线图

设定数字源表输出直流电压，在数字多用表上读取电压实测值 ，按公式（4）计算直流电压输出示值误差。

 （4）

式中：

——高压分压器分压比。

6.2.3 直流电压测量示值误差

数字源表直流电压测量示值误差，可采用标准源（表）法校准，也可在校准直流电压输出功能时，利用直流电压回读功能进行校准。

6.2.3.1 标准源（表）法

a) 标准源法



图4 直流电压测量校准接线图（标准源法）

仪器连接如图4所示，设置标准电压源输出校准点电压，在被校数字源表上读取显示值，按公式（5）计算直流电压测量示值误差。

 （5）

式中：

——被校数字源表直流电压测量示值误差，V；

——被校数字源表直流电压测量显示值，V；

——标准电压源设定值(标准电压值)，V。

b) 标准表法



图5 直流电压测量校准接线图（标准表法）

仪器连接如图5所示，设置电压源输出校准点电压，在直流标准电压表上读取标准电压值，在被校数字源表上读取显示值，按公式（5）计算直流电压测量示值误差。

6.2.3.2 回读法

在校准直流电压输出的同时，利用数字源表的电压回读功能，读取电压测量值为，采用6.2.2.1或6.2.2.2的方法校准直流电压输出功能的同时，用公式（6）计算直流电压测量示值误差；采用6.2.2.3的方法校准直流电压输出功能的同时，用公式（7）计算直流电压测量示值误差。

 （6）

 （7）

6.2.4 直流电流输出示值误差

依据输出电流的大小，选择标准表法、电阻电压法和指零仪法中合适方法，对数字源表直流电流输出示值误差进行校准。

6.2.4.1 标准表法



图6 直流电流输出校准接线图（标准表法）

仪器连接如图6所示，用数字多用表进行校准，设定数字源表输出直流电流，在数字多用表上读取电流实测值 ，按公式（8）计算直流电流输出示值误差。

 （8）

式中：

——被校数字源表直流电流输出示值误差，A；

——被校数字源表的直流电流输出设定值，A；

——数字多用表实测值，A。

6.2.4.2 电阻电压法



图7 直流电流输出校准接线图（电阻电压法）

仪器连接如图7所示，选择阻值合适的标准电阻或直流分离器，将数字源表输出的直流电流转换为电压，用数字多用表测量。设定数字源表输出直流电流，在数字多用表上读取电压实测值 ，按公式（9）计算直流电流输出示值误差。

 （9）

式中：

——数字多用表电压实测值，V；

——标准电阻(或分流器)阻值，Ω。

6.2.4.3 指零仪法



图8 直流电流输出校准接线图（指零仪法）

仪器连接如图8所示。设置被校数字源表输出电流为0 A，直流标准电压源输出电压为0 V，作为指零仪的静电计显示电流应为0 A，可使用静电计的“REL”功能清零。

设定被校数字源表输出电流，设定直流标准电压源输出反向电压，通过不断调节直流标准电压源的输出电压，使静电计电流表读数绝对值减小，直至0A，记录此时直流标准电压源的电压值 ，按公式（10）计算直流电流输出的示值误差。

 （10）

式中：

——直流标准电压源输出值，V；

——高值电阻器阻值，Ω。

6.2.5 直流电流测量示值误差

数字源表直流电流测量示值误差，可依据电流大小选择标准源法、标准表法、电压电阻法校准，也可在校准直流电流输出功能时，利用直流电流回读功能进行校准。

6.2.5.1 标准源法、标准表法和和电压电阻法

a) 标准源法



图9 直流电流测量校准接线图（标准源法）

仪器连接如图9所示，设置标准电流源输出校准点电流，在被校数字源表上读取显示值，按公式（11）计算直流电流测量示值误差。

 （11）

式中：

——被校数字源表直流电流测量示值误差，A；

——被校数字源表直流电流测量显示值，A；

——标准电流源设定值(标准电流值)，A。

b) 标准表法



图10 直流电流测量校准接线图（标准表法）

仪器连接如图10所示，设置电流源输出校准点电流，在直流标准电流表上读取标准电流值，在被校数字源表上读取显示值，按公式（11）计算直流电流测量示值误差。

c）电压电阻法



图11 直流电流测量校准接线图（电压电阻法）

仪器连接如图11所示。设定直流标准电压源输出电压，高值电阻器阻值，在被校数字源表上读取显示值，按公式（12）计算直流电流测量示值误差。

 （12）

式中：

——被校数字源表直流电流测量示值误差，A；

——被校数字源表直流电流测量显示值，A；

——直流标准电压源输出值，V；

——高值电阻器阻值，Ω。

6.2.5.2 回读法

在校准直流电流输出的同时，利用数字源表的电流回读功能，读取电流测量值为，采用6.2.4.1的方法校准直流电流输出功能的同时，用公式（13）计算直流电流测量示值误差；采用6.2.4.2的方法校准直流电流输出功能的同时，用公式（14）计算直流电流测量示值误差；采用6.2.4.3的方法校准直流电流输出功能的同时，用公式（15）计算直流电流测量示值误差。

 （13）

 （14）

 （15）

6.2.6 脉冲电流输出示值误差

仪器连接如图12所示。被校数字源表输出的脉冲电流经脉冲分流器或电流传感器转换为电压信号后接入数字示波器。



图12 脉冲电流输出校准接线图

设定数字源表输出的脉冲电流为，脉冲分流器或电流传感器的转换系数为，数字示波器测量的电压值为，按公式（16）计算脉冲电流输出示值误差。

 （16）

式中：

——被校数字源表脉冲电流输出示值误差，A；

——被校数字源表脉冲电流输出设定值，A；

——数字示波器测量电压值，V；

——脉冲分流器或电流传感器转换系数，A/V。

6.2.7 脉冲电流宽度示值误差

仪器连接如图12所示。设定数字源表输出宽度为的脉冲电流，待输出稳定后，调节数字示波器使被测脉冲波形占屏幕垂直刻度的80%、水平刻度的50%以上。数字示波器测量脉冲分流器或电流传感器输出端脉冲信号的宽度（上升沿的10%点至下降沿的10%点间时间间隔）为，按公式（17）计算脉冲电流宽度示值误差。

 （17）

式中：

——被校数字源表脉冲电流宽度示值误差，s；

——被校数字源表脉冲电流宽度设定值，s；

——数字示波器测量的脉冲宽度值，s。

6.2.8 脉冲电流测量示值误差

采用回读法校准脉冲电流测量示值误差。在采用6.2.6的方法校准脉冲电流输出的同时，利用数字源表的电流回读功能，读取电流测量值为，按照公式（18）计算脉冲电流测量示值误差。

 （18）

式中：

——被校数字源表脉冲电流测量示值误差，A；

——被校数字源表脉冲电流回读值，A。

6.2.9 直流电阻测量示值误差



图13 直流电阻测量校准接线图

仪器连接如图13所示，选择合适的标准电阻器或电阻箱接入数字源表测量端，用数字源表的电阻测量功能直接测量，按公式（19）计算直流电阻测量示值误差。

 （19）

式中：

——被校数字源表直流电阻测量示值误差，Ω；

——被校数字源表测量的电阻值，Ω；

——标准电阻器或电阻箱的电阻值，Ω。

7 校准结果表达

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：

a） 标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

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）客户的名称和地址；

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，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）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）校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

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，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议不超过12个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此，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

校准原始记录格式

A.1 外观及功能正常性检查

A.2 直流电压输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（V） | 实测值(V) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.3 直流电压测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（V） | 被校测量值(V) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.4 直流电流输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（A） | 实测值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.5 直流电流测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（A） | 被校测量值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.6 脉冲电流输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（A） | 实测值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.7 脉冲电流宽度示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 脉冲宽度设定值（s） | 实测值(s) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.8 脉冲电流测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（A） | 被校测量值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.9 直流电阻测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（Ω） | 被校测量值(Ω) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录B

校准证书（内页）格式

B.1 外观及功能正常性检查

B.2 直流电压输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（V） | 实测值(V) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.3 直流电压测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（V） | 被校测量值(V) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.4 直流电流输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（A） | 实测值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.5 直流电流测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（A） | 被校测量值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.6 脉冲电流输出示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 输出设定值（A） | 实测值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.7 脉冲电流宽度示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 脉冲宽度设定值（s） | 实测值(s) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.8 脉冲电流测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（A） | 被校测量值(A) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.9 直流电阻测量示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值（Ω） | 被校测量值(Ω) | 不确定度*U*rel（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录C

测量结果不确定度评定示例

C.1 直流电压输出示值误差测量结果的不确定度

C.1.1 测量模型

按6.2.2.1条款方法，用数字多用表直接校准数字源表直流电压输出示值误差，测量模型可用公式（C.1）表示。

 （C.1）

式中：

——被校数字源表直流电压输出示值误差，V；

——被校数字源表直流电压输出设定值，V；

——数字多用表（纳伏表）实测值，V。

各不确定度（包括所有分量）之间不相关，不确定度传播律可用公式（C.2）表示。

 (C.2)

式中：

，

——被校数字源表直流电压输出示值误差的合成标准不确定度，V；

——被校数字源表引入的标准不确定度，V；

——数字多用表（纳伏表）引入的标准不确定度，V。

C.1.2 标准不确定度来源

C.1.2.1 的来源

a) 数字源表读数分辨力引入的标准不确定度。

C.1.2.2 的来源

a)测量重复性引入的不确定度。

b)数字多用表引入的标准不确定度。

c)数字多用表读数分辨力引入的标准不确定度。

C.1.3 标准不确定度的评定

C.1.3.1 数字源表引入的标准不确定度

数字源表读数分辨力为1×10-4V,采用B类方法进行评定，区间半宽度为a=5×10-5V。按均匀分布计算，数字源表读数分辨力引入的不确定度为：

3×10-5 V

数字源表引入的标准不确定度

==3×10-5 V

C.1.3.2 测量重复性引入的标准不确定度

测量重复性引入的标准不确定度，采用A类方法评定，通过多次重复测量，经计算得到。多次重复测量结果如表C.1所示。

表C.1 数字源表输出直流电压测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次 数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 数字多用表示值（V） | 1.00010 | 1.00008 | 1.00009 | 1.00009 | 1.00011 |
| 次 数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 数字多用表示值（V） | 1.00010 | 1.00012 | 1.00012 | 1.00011 | 1.00007 |

用贝塞尔公式计算实验标准差，得：

= 1.7×10-5 V

测量重复性引入的标准不确定度为：

 1.7×10-5 V

C.1.3.3 数字多用表引入的标准不确定度

数字多用表说明书给出，直流电压2V量程测量1V的最大允许误差为±（4.0ppm×Read+0.25ppm×Rang）=±4.5×10-6V，按均匀分布计算，数字多用表引入的标准不确定度为：



C.1.3.4 数字多用表分辨力引入的标准不确定度

数字多用表读数分辨力为1×10-5V,采用B类方法进行评定，区间半宽度为a=5×10-6V。按均匀分布计算，数字多用表读数分辨力引入的不确定度为：

3×10-6 V

C.1.3.5 数字多用表引入的标准不确定度

因远小于，所以数字多用表分辨力引入的不确定度不予考虑。数字多用引入的标准不确定度为

=1.8×10-5V

C.1.4 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量汇总见表C.2。

表C.2 直流电压输出校准结果的不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 灵敏系数 | 标准不确定度/V | /V |
|  | 数字源表引入 | 1 | 3×10-5 | 3×10-5 |
|  | 数字多用表引入 | -1 | 1.8×10-5 | 1.8×10-5 |

C.1.5 合成标准不确定度

各不确定度分量之间互不相关，故合成标准不确定度为：

=3.5×10-5V

C.1.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

=7×10-5V

C.2 直流电流输出示值误差测量结果的不确定度

C.2.1 不确定度来源和测量模型

按6.2.4.1条款方法，用数字多用表直接校准数字源表直流电流输出示值误差，测量模型可用公式（C.3）表示。

 （C.3）

式中：

——被校数字源表直流电流输出示值误差，A；

——被校数字源表的直流电流输出设定值，A；

——数字多用表实测值，A。

各不确定度（包括所有分量）之间不相关，不确定度传播律可用公式（C.4）表示。

 (C.4)

式中：

，

——被校数字源表直流电流输出示值误差的合成标准不确定度，A；

——被校数字源表引入的标准不确定度，A；

——数字多用表引入的标准不确定度，A。

C.2.2 标准不确定度来源

C.2.2.1 的来源

a) 数字源表读数分辨力引入的标准不确定度。

C.2.2.2 的来源

a)测量重复性引入的不确定度。

b)数字多用表引入的标准不确定度。

c)数字多用表读数分辨力引入的标准不确定度。

C.2.3 标准不确定度的评定

C.2.3.1 数字源表引入的标准不确定度

数字源表读数分辨力为1×10-4mA,采用B类方法进行评定，区间半宽度为a=5×10-5mA。按均匀分布计算，数字源表读数分辨力引入的不确定度为：

3×10-5 mA

数字源表引入的标准不确定度

==3×10-5 mA

C.2.3.2 测量重复性引入的标准不确定度

测量重复性引入的标准不确定度，采用A类方法评定，通过多次重复测量，经计算得到。多次重复测量结果如表C.3所示。

表C.3 数字源表输出直流电流测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次 数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 数字多用表示值（mA） | 1.00024 | 1.00018 | 1.00018 | 1.00022 | 1.00024 |
| 次 数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 数字多用表示值（mA） | 1.00026 | 1.00021 | 1.00018 | 1.00015 | 1.00018 |

用贝塞尔公式计算实验标准差，得：

=3.6×10-5 mA

测量重复性引入的标准不确定度为：

 3.6×10-5 mA

C.2.3.3数字多用表引入的标准不确定度

数字多用表说明书给出，直流电流2 mA量程测量1mA电流的最大允许误差为±（15ppm×Read+2.0ppm×Rang）=±19×10-6mA，按均匀分布计算，数字多用表引入的标准不确定度为：



C.2.3.4 数字多用表分辨力引入的标准不确定度

数字多用表读数分辨率为1×10-5mA,采用B类方法进行评定，区间半宽度为a=5×10-6 mA。按均匀分布计算，数字多用表读数分辨力引入的不确定度为：

3×10-6 mA

C.2.3.3 数字多用表引入的标准不确定度

因远小于，所以数多用表分辨力引入的标准不确定度不予考虑，数字多用表引入的不确定度

==3.8×10-5 mA

C.2.4 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量汇总见表C.4。

表C.4 直流电流输出校准结果的不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 灵敏系数 | 标准不确定度/mA | /mA |
|  | 数字源表引入 | 1 | 3×10-5 | 3×10-5 |
|  | 数字多用表引入 | -1 | 3.8×10-5 | 3.8×10-5 |

C.2.5 合成标准不确定度

各不确定度分量之间互不相关，故合成标准不确定度为：

=5×10-5 mA

C.2.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

=1.0×10-4 mA