**附件5：**

直流大电流源示值测量结果不确定度评定

A.1概述

A.1.1 测量环境条件：温度为20.0℃,相对湿度为55%。

A.1.2 测量标准见表 A.1。

表A.1 测量标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准器 | 测量范围 | 最大允许误差 |
| 1 | 电流电压转换器 | 2000A/1V | ±0.005% |
| 2 | 数字多用表 | DCV：200mV～2V | ±（3.0ppm\*R+0.2ppm\*F） |

A.1.3 被测对象见表 A.2。

表A.2 被测对象

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 被校设备 | 测量范围 | 最大允许误差 |
| 直流大电流源 | (0～2400)A | ±（0.015%R+0.005%F） |

A.1.4 测量方法

采用电流电压转换法。将电流电压转换器接入大电流源输出回路中，电流电压转换器的二次输出端与数字多用表的电压测量端连接。根据选取的校准点依次记录大电流源输出电流示值、数字多用表直流电压示值。

A.2 测量模型

Δ*I*=*I*x− *K*N*V*N

式中∶

Δ*I*——大电流源直流电流示值误差，A；

*I*x——大电流源输出直流电流示值，A；

*K*N——电流电压转换器的标称比例，A/V；*V*N——数字多用表直流电压示值，V。

A.3合成方差及灵敏系数

$$u\_{c}^{2}(ΔI)=\left[c\_{1}u\left(I\_{X}\right)\right]^{2}+\left[c\_{2}u\left(K\_{N}\right)\right]^{2}+\left[c\_{3}u\left(V\_{N}\right)\right]^{2}$$

*I*x、*K*N、*V*N的灵敏系数分别为：

$$c\_{1}=∂ΔI/∂I\_{X}=1,c\_{2}=∂ΔI/∂K\_{N}=-V\_{N},c\_{3}=∂ΔI/∂V\_{N}=-K\_{N}$$

A.4标准不确定度分量的评定

在校准条件下，大电流源的测量不确定度主要由电流电压转换器、数字多用表和大电流源的测量不重复引起，温度、湿度等其他因素的影响可忽略不计。

A.4.1 输入量*I*x引入的标准不确定度*u*（*I*x）

主要由大电流源测量重复性引起。可通过重复测量得到测量列，采用A类评定方法进行评定。

以大电流源输出2000A为例，在重复性条件下得到数据列，如表A.3的所示。表A.3测量数据列

|  |  |
| --- | --- |
| 测量次数 | 测量值（A） |
| 1 | 2000.38A |
| 2 | 2000.37A |
| 3 | 2000.38A |
| 4 | 2000.38A |
| 5 | 2000.38A |
| 6 | 2000.39A |
| 7 | 2000.38A |
| 8 | 2000.39A |
| 9 | 2000.38A |
| 10 | 2000.38A |

平均值：

$$‾\_{X}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}I\_{Xi}=2000.38A$$

单次实验标准差为：

$$S\_{i}=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(I\_{Xi}-\overbar{I\_{X}}\right)^{2}}{n-1}}≈0.006A$$

A.4.2 输入量*VN*引入的标准不确定度*u*（*VN*）

 标准不确定度*u*（*VN*）主要由数字多用表准确度引起，数字多用表直流电压1V时最大允许误差为：±（3.0×10-6×1V+0.2×10-6×2V）=±0.0000034V，半宽度*a*1=0.0000034V，在此区间内可认为服从均匀分布，包含因子*k*=，则：

*u*(*VN*)=*a*1/*k*=0.0000034V/≈0.000002V

A.4.3 输入量*KN*引入的标准不确定度*u*（*KN*）

标准不确定度*u*（*KN*）主要由电流电压转换器的准确度引起，2kA时，电流电压转换器标称比例为2kA/1V，最大允许误差为：±0.005%，即：±0.005%×2000A/V=±0.10A/V，半宽度*a*2=0.10A/V，在此区间内可认为服从均匀分布，取包含因子*k*=，则：

*u*(*KN*)=*a*2/*k*=0.10A/V/≈0.058A/V

A.5 合成标准不确定度

A.5.1输入量标准不确定度分量一览表

表A.4输入量标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度*ui* | */ci/* | */ci /·u*（*xi*） |
| 测量重复性引入 | 0.006A | 1 | 0.006A |
| 数字多用表准确度引入 | 0.000002V | 2000A/V | 0.004A |
| 电流电压转换器准确度引入 | 0.058A/V | 1V | 0.058A |

A.5.2合成标准不确定度的计算

考虑上述各输入量互不相关，则合成标准不确定度为

$$\begin{matrix}u\_{c}(ΔI)&=\sqrt{\left[c\_{1}u\left(I\_{X}\right)\right]^{2}+\left[c\_{2}u\left(K\_{N}\right)\right]^{2}+\left[c\_{3}u\left(V\_{N}\right)\right]^{2}}\\&=\sqrt{(0.006A)^{2}+(0.004A)^{2}+(0.058A)^{2}}≈0.06A\end{matrix}$$

A.6扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为

*U*=*k×uc*=2×0.06A=0.12A

或 *Urel*=0.12A/2000.38A×100%=0.006%

A.7 测量结果的表述

在本实例中，被校5kA直流大电流源输出2000A 时的测量结果为2000.38A，其扩展不确定度为

*U*=0.12A 或*Urel*=0.006%（*k*=2）