不确定度分析示例

依据光谱辐亮度探测器校准规范的各项计量特性及与校准项目的规定，对某公司的辐亮度探测器进行了校准。下面针对被测辐亮度探测器的辐亮度响应度测量结果的不确定度进行分析。

**C.1辐亮度响应度校准不确定度评定**

**C.1.1 测量方法**

辐亮度响应度校准是与标准辐亮度探测器进行替代法测量。不确定度评定如下：

**C.1.2 测量公式**

 $R\_{L}=\frac{I\_{D}-I\_{D0}}{\frac{I\_{S}-I\_{S0}}{R\_{SL}}}$ （C.1）

式中：

*R*L——被测辐亮度探测器在当前波长处的辐亮度响应度，单位为（A⋅m2⋅sr⋅W-1）；

*I*D*、I*S——光输出时被测、标准探测器输出电流值，单位为（A）；

*I*D0*、I*S0——光关闭时被测、标准探测器输出电流值，单位为（A）；

*R*SL——标准辐亮度探测器在当前波长处的辐亮度响应度，单位为（A⋅m2⋅sr⋅W-1）。

**C.1.3 测量不确定度公式**

将公式（C.1）两边取对数，求偏导后得出

$u\_{rel}\left(R\_{L}\right)=\sqrt{c\_{1}^{2}u\_{rel}^{2}\left(I\_{D}-I\_{D0}\right)+c\_{2}^{2}u\_{rel}^{2}\left(I\_{S}-I\_{S0}\right)+c\_{3}^{2}u\_{rel}^{2}\left(R\_{SL}\right)}$ （C. 2）

其中，灵敏系数*c*1=1，*c*2=1，*c*3=1。

**C.1.4 不确定度来源**

不确定度分量包括标准辐亮度输出电流的测量重复性、被校探测器输出电流值测量重复性以及标准辐亮度探测器辐亮度响应度的不确定度，以及辐亮度源均匀性引入的不确定度分量、光源波长引入的不确定度分量、探测器定位引入的不确定度分量、杂散光引入的不确定度分量、探测器与光源距离变化引入的不确定度分量等。

**C.1.5 标准不确定度分量评定**

C.1.5.1 标准辐亮度探测器辐亮度响应度的不确定度

标准辐亮度探测器辐亮度响应度的不确定度来源于上级溯源给出的测量不确定度。*U*=0.4%（*k*=2），则该项引入的标准不确定度*u*1=0.2%。

C.1.5.2标准探测器测量重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 测量值/nA | 103.2 | 103.1 | 103.2 | 103.2 | 103.3 | 100.2 |

采用A类评定方法，计算得到测量重复性引入的标准不确定度*u*2=0.07%。

C.1.5.3被测探测器测量重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 测量值/nA | 74.23 | 74.21 | 74.14 | 74.27 | 74.25 | 74.24 |

采用A类评定方法，计算得到测量重复性引入的标准不确定度*u*3=0.07%。

C.1.5.4 辐亮度源均匀性引入的标准不确定度分量

辐亮度源均匀性按照0.5%计算，按均匀分布，*k*=，则该项引入的标准不确定度*u*4=0.29%。

C.1.5.5 探测器定位引入的标准不确定度分量

探测器定位与角度误差引入的辐亮度测量最大差异为0.1%，按均匀分布，*k*=，则该项引入的标准不确定度*u*5=0.06%。

C.1.5.6 探测器与光源距离变化引入的标准不确定度分量

探测器与光源距离改变引入的辐亮度测量最大差异为0.2%，按均匀分布，*k*=，则该项引入的标准不确定度*u*6=0.12%。

C.1.5.7 杂散光引入的标准不确定度分量

杂散光引入的辐亮度最大差异为0.1%，按均匀分布，*k*=，则该项引入的标准不确定度*u*7=0.06%。

C.1.5.8 光源波长引入的标准不确定度分量

光波长测量引入的辐亮度最大差异为0.02%，按均匀分布，*k*=，则该项引入的标准不确定度*u*8=0.012%。

**C.1.6合成标准不确定度**

辐亮度响应度标准不确定度汇总如表C.1.2所示

表C.1.2 辐亮度响应度标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定分量 | 不确定来源 | 评定方法 | 相对标准不确定度 |
| *u*1 | 标准探测器溯源 | B类 | 0.2% |
| *u*2 | 标准探测器测量重复性 | A类 | 0.07% |
| *u*3 | 被测探测器测量重复性 | A类 | 0.07% |
| *u4* | 辐亮度源均匀性 | B类 | 0.29% |
| *u5* | 探测器定位 | B类 | 0.06% |
| *u6* | 探测器与光源距离变化 | B类 | 0.12% |
| *u7* | 杂散光 | B类 | 0.06% |
| *u8* | 光源波长 | B类 | 0.012% |

由于各标准不确定度分量间互不相关，则合成标准不确定度为：

$$u\_{c}=\sqrt{u\_{1}^{2}+u\_{2}^{2}+u\_{3}^{2}+u\_{4}^{2}+u\_{5}^{2}+u\_{6+}^{2}u\_{7}^{2}+u\_{8}^{2}}=0.4\%$$

**C.1.7 扩展不确定度**

取*k*=2，则扩展不确定度 $U=ku\_{c}=0.8\%$