减光值校准结果的不确定度评定

# C.1校准基本信息

C.1.1校准环境：

温度：（18~25）℃，相对湿度：40%~60%。

C.1.2被测对象

线型光束感烟探测器滤光片

C.1.3校准方法

光谱光度计计开机预热后，将滤光片置入光谱光度计的光路中，以空气为参比，测量（800～1000）nm范围内（光谱带宽为2 nm，采样间隔为10 nm，积分时间为1 s）的光谱透射比，根据透射比值计算减光值。

该测量过程使用的标准器光谱光度计满足以下性能：近红外区波长最大允许误差不超过±2.0 nm；透射比最大允许误差不超过±0.006；杂散辐射水平低于0.005；测量的光谱范围应覆盖开展工作所需的光谱范围。

# C.2测量模型及不确定度来源识别

# C.2.1数学模型



|  |  |
| --- | --- |
|  | （C.1） |

式中：*A*——减光值，dB；

*T*——透射比值；

根据不确定度传播定律：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （C.2） |

即

|  |  |
| --- | --- |
|  | （C.3） |

C.2.2不确定度来源识别

标准不确定度来源如下：

（1）测量重复性性引入的标准不确定度；

（2）光谱光度计波长误差引入的标准不确定度；

（3）光谱光度计光谱透射比误差引入的标准不确定度；

（4）样品均匀性引入的标准不确定度；

（5）样品正反差别引入的不确定度。

不确定度来源示意图如图1所示。



图1 不确定度来源示意图

# C.3测量不确定度评定

测量结果的不确定度评定为例。

C.3.1计算*u*1(*A*)各分量的标准不确定度

1. 由测量重复性引入的标准不确定度*u*1(*A*)

标称值<1 dB时：重复测量10次0.4 dB滤光片，测量结果为0.40 dB，0.39 dB，0.39 dB，0.40 dB，0.41 dB，0.41 dB，0.40 dB，0.40 dB，0.40 dB，0.41 dB。按照贝塞尔公式计算得到标准偏差*s*为0.0074 dB，按照规范要求，测量结果为4次测量的平均值，因此，重复性引入的标准不确定度*u*1(*A*)=。计算得到：

*u*1(*A*)0.4dB=0.004 dB

标称值10 dB时：重复测量10次0.4 dB滤光片，测量结果为10.0 dB，10.1 dB，10.2 dB，10.0 dB，10.1 dB，10.1 dB，10.0 dB，10.2 dB，10.2 dB，10.1 dB。按照贝塞尔公式计算得到标准偏差*s*为0.082 dB，按照规范要求，测量结果为4次测量的平均值，因此，重复性引入的标准不确定度*u*1(*A*)=。计算得到：

*u*1(*A*)10dB=0.041 dB

1. 由光谱光度计波长误差引入的标准不确定度*u*2(*A*)

标称值<1 dB时：滤光片透射比约为90%，光谱光度计在取样间隔为10 nm时波长引起的光谱透射比变化为0.005，而光谱光度计波长最大允许误差不超过±2.0 nm，则：

*u*2(*T*)=0.005/10×2.0=0.001

*u*2(*A*)0.4dB=0.0048 dB

标称值10 dB时：滤光片透射比约为10%，光谱光度计在取样间隔为10 nm时波长引起的光谱透射比变化为0.01，而光谱光度计波长最大允许误差不超过±2.0 nm，则：

*u*2(*T*)=0.01/10×2.0=0.002

*u*2(*A*)10dB=0.0097 dB

1. 光谱光度计光谱透射比测量误差引入的标准不确定度*u*3(*A*)

光谱光度计透射比最大允许误差为±0.006，按均匀分布考虑，则：

*u*3(*T*)=0.006/=0.0035

标称值<1 dB：*u*3(*A*)0.4dB=0.0167 dB

标称值10 dB：*u*3(*A*)10dB=0.150 dB

1. 样品均匀性引入的标准不确定度*u*4(*A*)、正反面差引入的标准不确定度*u*5(*A*)

标称值<1 dB时：测量结果统计如图7所示，接近70%的滤光片均匀性、正反面差≤0.02 dB，因此，以0.02 dB作为误差计算均匀性、正反面差引入的不确定度，按均匀分布考虑。

*u*5(*A*)0.4dB=*u*4(*A*)0.4dB=0.02/=0.012 dB

图7 样品均匀性、正反面差合格率统计图（标称值<1dB)

标称值10dB时：测量结果统计如图8所示，超85%的滤光片均匀性、正反面差≤0.1dB，因此，以0.1 dB作为误差计算均匀性、正反面差引入的不确定度，按均匀分布考虑。

图8样品均匀性、正反面差合格率统计图（标称值10dB)

*u*5(*A*)10dB=*u*4(*A*)10dB=0.1/=0.058 dB

C.3.2不确定度分量及合成不确定度

将各不确定度分量汇总如表C.1所示。

表C.1各不确定度分量（800 nm~1000 nm）

|  |  |
| --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度 |
| 减光值标称值<1 dB | 减光值标称值10 dB |
| 重复性*u*1(*A*) | 0.0028  | 0.035  |
| 波长误差*u*2(*A*) | 0.0048  | 0.0097  |
| 光谱透射比测量误差*u*3(*A*) | 0.0167  | 0.1504  |
| 样品均匀性*u*4(*A*) | 0.012 | 0.058  |
| 样品正反差别*u*5(*A*) | 0.012 | 0.058  |
| 合成标准不确定度*u*(*A*) | 0.024  | 0.175  |

由于各不确定度分量独立且不相关（见表C.1），合成不确定度按式（C.4）计算。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （C.4） |

# C.4扩展不确定度

由于各校准单位装置和人员、环境条件的差别，校准结果的不确定度各不相同按上述分析，通过实验测试估算的扩展不确定度如表C.2所示。

扩展不确定度：*U*=*k*×*u*，取*k*=2。

表C.2 扩展不确定度（800 nm~1000 nm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准项目 | 标称值 | 扩展不确定度*U*（*k*=2） |
| 减光值 | <1 dB | 0.05 dB |
| 减光值 | 10 dB | 0.4 dB |