附件5

光源驱动仪测量不确定度评定报告

**一、激光器驱动电流示值误差不确定度评定**

**1　测量方法**

按光源驱动仪（以下简称驱动仪）使用说明书要求对仪器进行预热，选择适宜的校准点用直流电流表进行校准，计算驱动仪与直流电流表的示值误差。

**2　测量模型**

测量模型：

Δ*I*=*Ix*-*I*s

式中：

Δ*I* ——激光器工作电流示值误差，mA；

*Ix* ——被校光源驱动仪激光器工作电流输出示值，mA；

*I*s ——直流电流表的实测值，mA。

**3　不确定度来源分析**

1. 直流电流表测量误差引入的标准不确定度；
2. 测量重复性引入的标准不确定度；
3. 被校光源驱动仪分辨力引入的标准不确定度。

**4　不确定度分量评定**

**4.1　直流电流表测量误差引入的标准不确定度***u*1

直流电流表经量值溯源并确认符合使用要求，使用说明书中100mA点的最大允许误差为：*e*=±(100mA×48×10-6+200mA×4×10-6)= ±5.6μA。

其半宽*a*=5.6μA，在区间内认为服从均匀分布，包含因子*k*=，因此：



**4.2　测量重复性引入的标准不确定度***u*2

调节光源驱动仪激光器工作电流为100mA，在重复性测量条件下，重复测量10次，测量结果如表1所示。

测量结果的平均值：100.01mA。

单次测量结果的实验标准偏差：

则*u*2=3.2μA。

表1 重复性测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 次数 | *x*i/mA |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.02 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |
|  | 100.01 |

**4.3　被校光源驱动仪分辨力引入的标准不确定度***u*3

被校光源驱动仪激光器工作电流100mA点的分辨力为0.01mA，按照均匀分布，包含因子*k*=，因此：



**5　合成标准不确定度**

不确定度分量汇总见表2。

表2 不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量  *Xi* | 不确定度来源 | 标准不确定度  *u*(*xi*)/μA | 概率分布 | 灵敏系数 | 不确定度分量  *ui*/μA |
| *I*s | 直流电流表测量误差引入的标准不确定度 | 3.2 | 均匀 | -1 | -3.2 |
| *Ix* | 测量重复性引入的标准不确定度 | 3.2 | 正态 | 1 | 3.2 |
| δ*Ix* | 被校光源驱动仪分辨力引入的标准不确定度 | 2.9 | 均匀 | 1 | 2.9 |

考虑到重复性和分辨力存在重复，在合成标准不确定度时，将二者中较小值舍去，则：



**6　扩展不确定度**

*U*=*ku*c，取包含因子*k*=2，由此得到激光器工作电流100mA校准结果的扩展不确定度为：*U*= 2×4.5μA =9μA。

换算至相对扩展不确定度为：，*k*=2。

**7　测量不确定度报告**

驱动仪激光器工作电流示值误差测量结果的扩展不确定度为：*U*rel=9×10-5，*k*=2。

**二、温度控制偏差不确定度评定**

**1　测量方法**

按光源驱动仪（以下简称驱动仪）使用说明书要求对仪器进行预热，将含内置热电制冷器和热敏电阻的半导体激光器置于高低温试验箱中，高低温试验箱设定到校准温度，开启光源驱动仪和高低温试验箱，在温度变化过程中，TEC控温指示灯应持续点亮。高低温试验箱达到设定的校准温度后，保温30min，直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值所对应的温度值为半导体激光器当前的工作温度*T*s。

**2　测量模型**

测量模型：

Δ*T*=*T*s-*T*0

式中：

Δ*T*——温度控制偏差，℃；

*T*s——直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值所对应的温度值，℃；

*T*0 ——半导体激光器工作温度设置值，℃。

由于热敏电阻阻值和温度的函数关系如下：



式中：

——热敏电阻在温度*T*1对应的电阻值，kΩ；

——热敏电阻在温度*T*2对应的电阻值，kΩ；

*B*——表征NTC热敏电阻的常数；

*T*1、*T*2——需采用热力学温度，K；

则有：



则测量模型变更为：



式中：

——直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值，kΩ。

其中：*B*常数可以通过热敏电阻的使用手册可以查到，以DR-DT01型光源驱动仪内置电阻为例，该值为3382。*T*1取25.0℃，即298.15K，则通过查阅使用手册可知，该电阻此时的电阻值为10.0kΩ。*T*0为半导体激光器工作温度设置值，视作理论值，不予考虑。则主要影响量为直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值*R*s。其灵敏度系数为：



**3　不确定度来源分析**

根据测量模型可知，不确定度来源主要是由于直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值*R*s引入的标准不确定度*uR*s，主要影响量如下：

1. 直流电阻表测量误差引入的标准不确定度；
2. 测量重复性引入的标准不确定度；
3. 高低温试验箱温度波动度引入的标准不确定度。

**4　不确定度分量评定**

**4.1　直流电阻表测量误差引入的标准不确定度***u*1

直流电阻表经量值溯源并确认符合使用要求，使用说明书中10.0kΩ点的最大允许误差为：*e*=±(10.0kΩ×0.01%+10.0kΩ×0.001%)= ±1.1Ω。

其半宽*a*=1.1Ω，在区间内认为服从均匀分布，包含因子*k*=，因此：



**4.2　测量重复性引入的标准不确定度***u*2

半导体激光器工作温度设置为26℃，使用直流电阻表，在重复性测量条件下，重复测量10次，测量结果如表1所示。

测量结果的平均值： 9.65018kΩ。

单次测量结果的实验标准偏差：

则*u*2=34.1Ω。

表1 重复性测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 次数 | *x*i/kΩ |
|  | 9.63587 |
|  | 9.69357 |
|  | 9.70258 |
|  | 9.67712 |
|  | 9.62827 |
|  | 9.65431 |
|  | 9.64258 |
|  | 9.61835 |
|  | 9.59285 |
|  | 9.65625 |

**4.3　高低温试验箱温度波动度引入的标准不确定度***u*3

高低温试验箱校准过程中，经监测其温度波动度约±0.2℃，半导体激光器工作温度为26℃，通过查阅使用手册，波动到25.8℃和26.2℃对应的阻值分别为9.70119kΩ和9.55572kΩ，对应的波动范围为0.14546kΩ，即145.46Ω。按照均匀分布，包含因子*k*=，因此：



**4.4** **直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值*R*s引入的标准不确定度***uR*s



**5　合成标准不确定度**

不确定度分量汇总见表2。

表2 不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量  *Xi* | 不确定度来源 | 标准不确定度  *u*(*xi*)/Ω | 概率分布 | 灵敏系数 | 不确定度分量  *ui*/℃ |
| *I*s | 直流电阻表测得的激光器热敏电阻阻值*R*s引入的标准不确定度 | 54.1 | 均匀 | -0.0175 | -0.9 |



**6　扩展不确定度**

*U*=*ku*c，取包含因子*k*=2，由此得到激光器工作温度26℃时，温度测量偏差的校准结果的扩展不确定度为：*U*= 2×0.9℃ =1.8℃。

**7　测量不确定度报告**

驱动仪激光器工作温度26℃时，温度测量偏差校准结果的扩展不确定度为：*U*=1.8℃，*k*=2。