****

湖南省地方计量技术规范

**JJF**（湘）xx－**2024**

光源驱动仪校准规范

Calibration Specification for Light Source Driver

（征求意见稿）

2024-xx-xx发布 　　　 2024-xx-xx实施

湖南省市场监督管理局发 布

光源驱动仪校准规范

**JJF**（湘）**××**—**2024**

Calibration Specification for

Light Source Driver

归口单位：湖南省市场监督管理局

主要起草单位：湖南航天机电设备与特种材料研究所

参加起草单位：湖南省计量检测研究院

本规范委托湖南航天机电设备与特种材料研究所负责解释

本规范主要起草人：

管鹏举（湖南航天机电设备与特种材料研究所）

参加起草人：

×××（×××）

×××（×××）

目　　录

引言 （Ⅱ）

1　范围 （1）

2　引用文件 （1）

3　术语和计量单位 （1）

4　概述 （1）

5　计量特性 （2）

5.1　工作电流 （2）

5.2　控温桥路电阻偏差 （2）

5.3　最大TEC驱动电流 （2）

5.4　温度控制偏差 （2）

6　校准条件 （2）

6.1　环境条件 （2）

6.2　测量标准及其他设备 （2）

7　校准项目和校准方法 （3）

7.1　校准项目 （3）

7.2　校准方法 （3）

8　校准结果表达 （6）

9　复校时间间隔 （6）

附录A　校准原始记录参考格式 （8）

附录B　校准证书内页参考格式 （9）

附录C　测量不确定度评定示例 （10）

引　　言

本规范依据JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》进行制定。

本规范为首次发布。

光源驱动仪校准规范

1. 范围

本规范适用于基于热电制冷器恒温控制的超辐射发光二极管光源驱动仪的校准。

1. 引用文件

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1638-2017 多功能标准源校准规范

GB/T 15313-2008 激光术语

GB/T 15651.4-2017 半导体器件 分立器件 第5-4部分：光电子器件半导体激光器

GB/T 31358-2015 半导体激光器总规范

GB/T 31359-2015 半导体激光器测试方法

SJ/T 2749-2016 半导体激光二极管测试方法

JJG(军工) 69-2017 直流标准电流源

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。

1. 术语和计量单位

JJF 1001-2011、GB/T 15313-2008、GB/T 31358-2015界定的及以下术语和定义适用于本规范。

* 1. 半导体激光器 semiconductor laser

以半导体材料为激光介质的激光器。

* 1. 激光二极管 laser diode

具有二极管结构，以半导体材料为激光介质，并以电流注入二极管有源区为泵浦方式的半导体激光器。当半导体二极管激励电流超过阈值电流时，自由电子和空穴复合引起受激发射，能够产生相干光辐射的器件。

注：激光二极管芯片一般安装在热沉上或封装在带有或不带有耦合装置（如透镜，尾纤）的管壳中。

* 1. 超辐射发光二极管 super luminescent diode（SLD）

一种利用半导体超辐射发光的宽带半导体光源，性能介于激光二极管和发光二极管之间的半导体光电器件。

* 1. 阈值电流 threshold current

使激光器内光子增益等于或大于腔内总损耗，从而产生激光的最小驱动电流，单位是A或mA。

* 1. 工作电流

驱动激光器产生激光的电流，单位是A或mA。

* 1. 热电制冷器 thermoelectric cooler（TEC）

热电制冷器是指利用半导体的热电效应制取冷量的器件，又称半导体制冷器。

* 1. PID控制器

由比例单位P、积分单元I和微分单元D组成的控制器。

1. 概述

光源驱动仪是一种用于SLD光源研制、生产、检测的专用测试设备，能够输出幅度可调节的高稳定直流电流信号供SLD光源稳定工作；提供受PID控制器调节的TEC驱动电流，实现对SLD光源芯片的精密恒温控制。主要由可调恒流源、TEC控温系统、内置安全启动与微型计算机、整机供电电源及面板控制机构、连接适配器和测试电缆等组成，具有输出电流稳定，精密温度控制，综合安全防护等特点。其工作原理如图 1所示。



图 1 光源驱动仪工作原理示意图

1. 计量特性
	1. SLD光源工作电流
		1. 输出范围：(1～1000)mA。
		2. 最大允许误差：±1.0%。
		3. 短期稳定性：≤0.50%。
	2. 控温桥路电阻偏差
		1. 标称值根据光源驱动仪实际采用的热敏电阻而定，一般采用10kΩ@25℃的热敏电阻。
		2. 最大允许误差：±3%。
	3. 最大TEC驱动电流

$\left|I\right|$>1.0A。

注：$\left|I\right|$为TEC驱动电流的绝对值，单位为A。

* 1. 温度控制偏差
		1. 温度控制范围：-45℃～+70℃。
		2. 最大允许偏差：±1.0℃。

注：以上技术指标不适用于合格性判别，仅供参考。

1. 校准条件
	1. 环境条件
		1. 环境温度：22℃～28℃。
		2. 相对湿度：45％～80％。
		3. 供电电源：(220±22)V，(50±1)Hz。
	2. 测量标准及其他设备
		1. 直流电流表
2. 测量范围：(1～1000)mA；
3. 最大允许误差：±0.1%。
	* 1. 直流电压表
4. 测量范围：10mV～10V；
5. 最大允许误差：±0.1%。
	* 1. 直流电阻表
6. 测量范围：1kΩ～500kΩ；
7. 最大允许误差：±0.1%。
	* 1. 直流电阻箱
8. 测量范围：1kΩ～500kΩ；
9. 准确度等级：0.01级；
10. 最小步进阻值：≤10Ω。
	* 1. 高低温试验箱
11. 测量范围：-50℃～+80℃；
12. 温度偏差：±2.0℃；
13. 温度波动度：±0.5℃；
14. 温度均匀度：2.0℃。
	* 1. SLD光源

内置热电制冷器和热敏电阻。

1. 校准项目和校准方法
	1. 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
|  | 工作电流示值误差 | 7.2.2 |
|  | 工作电流短期稳定性 | 7.2.3 |
|  | 控温桥路电阻偏差 | 7.2.4 |
|  | 最大TEC驱动电流 | 7.2.5 |
|  | 温度控制偏差 | 7.2.6 |

* 1. 校准方法
		1. 校准前准备
1. 外观检查

被校光源驱动仪的仪器名称、型号、出厂编号、制造厂名或商标、端钮标识等信息应齐全；端钮、开关、按键和调节旋钮应无松动、损伤、脱落；各种功能标识应齐全正确。

1. 工作正常性检查

通电后开关、按键、调节旋钮、显示屏、测量仪表和各种状态指示灯（标识）应工作正常。

1. 预热

在规定的环境条件下，所用测量标准、配套设备以及被校光源驱动仪均按说明书进行预热。

* + 1. 工作电流示值误差
1. 校准点的选取：应覆盖被校光源驱动仪工作电流的输出范围并兼顾均匀性，可根据实际情况或送校单位的要求选取3～5个校准点。
2. 按图 2连接仪器，用直流电流表测量被校光源驱动仪的输出电流，实测值为*I*s，被校光源驱动仪工作电流示值为*Ix*。
3. 被校光源驱动仪工作电流的示值误差按公式(1)计算，相对误差按公式(2)计算。

Δ*I*=*Ix*-*I*s

式中：

Δ*I* ——工作电流示值误差，mA；

*Ix* ——被校光源驱动仪工作电流示值，mA；

*I*s ——直流电流表的实测值，mA。

$γ=\frac{I\_{x}-I\_{s}}{I\_{s}}×100\%$

式中：

γ ——工作电流相对示值误差，%。



图 2 工作电流校准示意图

* + 1. 工作电流短期稳定性
1. 校准点的选取：可根据实际情况或送校单位的要求选取3～5个校准点。
2. 按图 2连接仪器，调节工作电流至校准点并根据说明书要求的时间运行至稳定状态。
3. 输出稳定后，在被校光源驱动仪说明书规定时间间隔内，记录直流电流表的最大值*I*max和最小值*I*min。
4. 被校光源驱动仪工作电流短期稳定性*S*按公式(3)计算。

$S=\left|\frac{I\_{max}-I\_{min}}{\overline{I}}\right|×100\%$

式中：

*S* ——被校光源驱动仪工作电流短期稳定性，%。

*I*max ——规定的时间间隔内直流电流表测得的最大值，mA；

*I*min——规定的时间间隔内直流电流表测得的最小值，mA；

$\overline{I}$——规定的时间间隔内直流电流表测得结果的算术平均值，mA。

* + 1. 控温桥路电阻偏差
1. 按图 3连接仪器，直流电阻箱阻值预设为被校光源驱动仪实际采用的热敏电阻标称值的95%，如10kΩ@25℃的热敏电阻预设为9.50kΩ。
2. 开启光源驱动仪，观察直流电压表示值。
3. 示值稳定后，以0.01kΩ的步进阻值增加电阻值，同时观察直流电压表示值变化趋势，直到直流电压表示值向相反的方向改变（如：直流电压表示值从增加变为减少或从减少变为增加），停止改变直流电阻箱阻值。
4. 当前直流电阻箱阻值为被校光源驱动仪控温桥路电阻的实测值。
5. 被校光源驱动仪的控温桥路电阻偏差按公式(4)计算。

Δ*R*=*R*s-*R*0

式中：

Δ*R* ——控温桥路电阻偏差，kΩ；

*R*s——被校光源驱动仪控温桥路电阻实测值，kΩ；

*R*0 ——被校光源驱动仪控温桥路电阻设置值，kΩ。



图 3 控温桥路电阻偏差校准示意图

* + 1. 最大TEC驱动电流
1. 按图 4连接仪器，直流电阻箱阻值预设为温度控制范围最低温度时，热敏电阻对应的电阻值，在接通电源的3秒内读取直流电流表的示值*I*1，关闭电源开关。
2. 将直流电阻箱的阻值预设为温度控制范围最高温度时，热敏电阻对应的电阻值，在接通电源的3秒内读取直流电流表的示值*I*2。
3. 则最大TEC驱动电流为*I*1和*I*2中绝对值较大者。



图 4 最大TEC驱动电流校准示意图

* + 1. 温度控制偏差
1. 校准点的选取：应覆盖被校光源驱动仪的温度控制范围并兼顾均匀性，可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点，均匀选取3～5个校准点。
2. 按图 5连接仪器，将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控温指示灯应持续工作。
3. 高低温试验箱达到设定的校准温度后，保温30min。
4. 直流电阻表测得的SLD光源热敏电阻阻值所对应的温度值为SLD光源当前的实际工作温度*T*s。
5. 被校光源驱动仪的温度控制偏差按公式(5)计算。

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SLD光源热敏电阻阻值所对应的实际工作温度，℃；

*T*0 ——光源驱动仪设置的SLD光源工作温度，℃。



图 5 温度控制偏差校准示意图

1. 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：

* 1. 标题：如“校准证书”；
	2. 实验室名称和地址；
	3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
	4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
	5. 客户的名称和地址；
	6. 被校对象的描述和明确标识；
	7. 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；
	8. 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；
	9. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
	10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
	11. 校准环境的描述；
	12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
	13. 对校准规范的偏离的说明；
	14. 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
	15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
	16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

参考校准原始记录格式、校准证书内页格式分别见附录A、附录B，光源驱动仪工作电流示值误差测量不确定度评定见附录C。

1. 复校时间间隔

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，建议不超过1年。更换重要部件、维修或对仪器性能有怀疑时，应重新校准。

附录A

校准原始记录参考格式

记录编号：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托单位： |  | 证书编号： |  |
| 委托单位地址： |  | 校准依据： |  |
| 仪器名称： |  | 型号规格： |  |
| 出厂编号： |  | 制造单位： |  |
| 校准地点： |  | 环境温度： |  | 相对湿度： |  |

校准用主要计量标准器具

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 出厂编号 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 溯源机构/证书编号 | 有效日期 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

1. 外观检查：
2. 工作正常性检查：
3. 工作电流示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 示值 | 实测值 | 相对误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. 工作电流短期稳定性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 最大值 | 最小值 | 平均值 | 短期稳定性 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. 控温桥路电阻偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 实测值 | 设置值 | 偏差 | 相对偏差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |  |

1. 最大TEC驱动电流

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *I*1 | *I*2 | 实测值 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |

1. 温度控制偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实测值 | 设置值 | 偏差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

校准人员：　　　　　　　　 核验人员：　　　　　　　　 校准日期：　　　年　　　月　　　日

共 页 第 页

附录B

校准证书内页参考格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 证书编号：×××××××××**校准结果**1. 外观检查：
2. 工作正常性检查：
3. 工作电流示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 示值 | 实测值 | 相对误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. 工作电流短期稳定性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 最大值 | 最小值 | 平均值 | 短期稳定性 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. 控温桥路电阻偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 实测值 | 设置值 | 偏差 | 相对偏差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |  |

1. 最大TEC驱动电流

|  |  |
| --- | --- |
| 实测值 | 测量不确定度 |
|  |  |

1. 温度控制偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实测值 | 设置值 | 偏差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

共 页 第 页 |

附录C

测量不确定度评定示例

1. 概述

环境条件：温度：25℃，相对湿度：50%；

测量标准：直流电流表，直流电压表，直流电阻箱，高低温试验箱；

被测对象：光源驱动仪；

测量方法：以工作电流示值误差为例，采用直接测量法，用直流电流表测量光源驱动仪工作电流端口输出的100mA直流电流，记录被校光源驱动仪的实测值。

1. 测量模型

设*I*s为直流电流表的实测值，*Ix*为被校光源驱动仪工作电流输出示值，由使用说明书可知，对于直流电流表和光源驱动仪，在标准条件下，温度、湿度等带来的影响可忽略，由此得到：

 Δ*I*=*Ix*-*I*s (C.1)

考虑到被校光源驱动仪工作电流输出示值的分辨力对测量结果的影响，测量模型成为：

 Δ*I*=*Ix*-*I*s+δ*Ix* (C.2)

式中：

Δ*I* ——工作电流示值误差，mA；

*Ix* ——被校光源驱动仪工作电流示值，mA；

*I*s ——直流电流表的实测值，mA；

δ*Ix* ——被校光源驱动仪工作电流示值分辨力对测量结果的影响量，mA。

1. 不确定度来源分析
2. 直流电流表测量误差引入的标准不确定度；
3. 测量重复性引入的标准不确定度；
4. 被校光源驱动仪分辨力引入的标准不确定度。
5. 不确定度分量评定

C.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：

 (C.3)

C.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C.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C.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 |

C.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：

 (C.4)

1. 合成标准不确定度

不确定度分量汇总见表C.2。灵敏系数由公式(C.2)计算得到。

表C.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：

 (C.5)

1. 扩展不确定度

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

相对扩展不确定度为：，*k*=2。