附件2

《光源驱动仪校准规范》（征求意见稿）

编制说明

一、任务来源

经湖南省市场监督管理局同意，根据2024年2月下达的《湖南省市场监督管理局关于下达2024年度湖南省地方计量技术规范项目计划的通知》（湘市监计量函〔2024〕50号）要求，由湖南航天机电设备与特种材料研究所制订《光源驱动仪校准规范》。

归口单位：湖南省市场监督管理局。

起草单位：湖南航天机电设备与特种材料研究所、湖南省计量检测研究院。

二、必要性分析

半导体激光器具有单色性好、体积小、重量轻、功耗低、效率高、可靠性好等特点，广泛应用于光电通信、医疗健康、材料加工、武器装备等领域。半导体激光器是温度敏感器件，环境温度变化或工作发热导致结温变化不但会引起激光功率的变化，而且会影响到其输出波长的变化。在某一特定的结温下，当半导体激光器的驱动电流大于阈值电流时，半导体激光器的输出光功率与驱动电流成正比关系。驱动电流的准确性和稳定性直接影响半导体激光器输出光功率的准确性和稳定性。本校准规范所校对象光源驱动仪主要驱动的超辐射发光二极管，是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， 简称SLD光源。SLD光源是一种宽带半导体激光器，同样具备以上特性。其主要由长时间保持高准确度、高稳定度，具备恒温控制的恒流源组成。其温度控制准确度、驱动电流的准确度和稳定度直接影响半导体激光器输出光波长的稳定性、光功率的准确性和稳定性。

本项目拟制订地方计量技术规范，旨在规范全省光源驱动仪的量值溯源工作，明确其计量特性，确保其量值的准确可靠，填补我省光源驱动仪量值溯源的技术空白，保障全省半导体激光器的准确性、稳定性和可靠性，为半导体激光器生产厂家产品质量提升提供有力的技术支撑。

根据国家计量技术规范全文公开系统查询结果，目前国内尚无统一、规范的国家计量技术规范作为驱动仪量值溯源的技术依据，经调研和互联网搜索，也未发现有相关的行业、部门计量技术规范。光源驱动仪提供了稳定的光源驱动电流，精准的光源管芯温度控制，是开展激光二极管研究、制造、检测的重要手段，广泛应用于我省光电通信、医疗健康、材料加工、武器装备等领域。结合我省半导体激光技术及应用产业链需求，有必要针对应用最为广泛的基于热电制冷器的光源驱动仪制订统一的计量技术规范，规范其量值溯源工作，保障其量值的准确可靠。

三、现状分析

（1）国内外生产情况：经调研，对于光源驱动仪，国内主要有北京浦丹、北京康冠、苏州波弗等；各厂家生产的主要型号及技术指标如表 1所示。

（2）国内外使用情况：光源驱动仪广泛应用于光电通信、医疗健康、材料加工、武器装备等行业。据不完全统计，现服役于湖南省各光电通信、材料加工、军工等企事业单位的光源驱动仪已达100余台套。随着技术的发展和产能的提升，其数量还在不断增加。由于光源驱动仪缺乏统一的国家、部门计量技术规范，不利于光源驱动仪量值溯源工作的有效开展。

四、参考标准/规范

1. GB/T 15313-2008　《激光术语》

2. 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》

3. GB/T 31358-2015　《半导体激光器总规范》

4. GB/T 31359-2015　《半导体激光器测试方法》

5. SJ/T 2749-2016　《半导体激光二极管测试方法》

6. JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

7. JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

8. JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

表 1 各厂家生产的主要型号光源驱动仪及技术指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 型号 | 工作电流 | | 工作电流短期稳定性 | 控温桥路电阻偏差 | | 最大TEC驱动电流 | 温度控制偏差 | |
| 测量范围 | 最大允许误差 | 测量范围 | 最大允许误差 | 测量范围 | 最大允许误差 |
| 浦丹光电 | DR-DT01 | （1～200）mA | ±（1%输出+0.5mA) | <0.2% | 10kΩ | ±3% | >1A | -45℃～+75℃ | ±1℃ |
| 康冠光电 | KG-LDDR-1 | （1～200）mA | ±（1%输出+0.5mA) | <0.2% | 10kΩ | ±2% | >1A | 0℃～+45℃ | ±1℃ |
| 康冠光电 | KG-LDDR-2 | （1～500）mA | ±（1%输出+0.5mA) | <0.5% | 10kΩ | ±2% | >1A | 0℃～+45℃ | ±1℃ |
| 康冠光电 | KG-LDDR-3 | （1～1000）mA | ±（1%输出+0.5mA) | <0.5% | 10kΩ | ±2% | >1.5A | 0℃～+45℃ | ±1℃ |
| 波弗光电 | Pilot4-AC | （1～400）mA | ±（2%输出+0.5mA) | <0.5% | 10kΩ | ±3% | >1A | 0℃～+45℃ | ±1℃ |
| 世维通光智能 | SIO | （1～450）mA | ±（2%输出+0.5mA) | <0.5% | 10kΩ | ±3% | >3A | -5℃～+55℃ | ±1℃ |

五 编制的主要内容

光源驱动仪校准规范主要用于基于热电制冷器的光源驱动仪的校准，对仪器的计量特性指标和试验方法作了明确说明。编制校准规范主要内容如下：

**1 范围和概述**

本规范适用于基于热电制冷器的光源驱动仪的校准。仪器工作原理示意图如图 1所示，简述如下：光源驱动仪主要由可调恒流源、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，其内置可调恒流源可根据激光二极管输出光功率的要求输出稳定的直流电流维持激光二级管的工作电流，TEC控温系统实现对激光二极管芯片的精密恒温控制，从而实现激光二级管输出稳定的光源信号。



图 1 光源驱动仪工作原理示意图

**2 计量特性**

本规范规定的计量特性参考了国家标准GB/T 31359-2015 《半导体激光器测试方法》。选择北京浦丹光电股份有限公司、苏州波弗光电科技有限公司等厂家生产的该类光源驱动仪进行了校准项目和试验方法的可行性验证，验证结果见试验报告。

本规范制定的计量特性主要包括工作电流示值误差、工作电流短期稳定性、控温桥路电阻偏差、最大TEC驱动电流、温度控制偏差，GB/T 31359-2015 《半导体激光器测试方法》中规定的工作电流采用电流表进行测试，波长-温度漂移系数主要采用温度调控装置进行试验。由于GB/T 31359-2015规定的输出光功率、光波长、脉冲能量、电光转换效率、光强分布等参数与半导体激光器本身性能相关，因此未被列入本规范校准项目中。

**2.1 工作电流示值误差**

测量方法：按光源驱动仪使用说明书要求对仪器进行预热稳定。驱动仪预热稳定后，按照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均匀选取5个校准点。将被校光源驱动仪工作电流输出端口连接至直流电流表，分别记录被校光源驱动仪工作电流输出示值和直流电流表的实测值，两者差值即为工作电流示值误差，除以实测值为工作电流相对误差。

参考各厂家的规定的基本误差及规范试验报告，将驱动仪工作电流示值相对误差建议指标设置为±1.0%。试验结果表明，所有驱动仪示值相对误差均控制在±1.0%以内。

**2.2 工作电流短期稳定性**

测量方法：测试方法同2.1，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，取两者差值的绝对值除以两者的平均值为被校光源驱动仪工作电流短期稳定性。

参考各厂家的规定的稳定性及规范试验报告，将驱动仪工作电流短期稳定性建议指标设置为≤0.50%。试验结果表明，所有驱动仪的稳定性均控制在0.50%以内。

**2.3 控温桥路电阻偏差**

测量方法：将被校光源驱动仪激光器热敏电阻采样端口连接至直流电阻箱，直流电压表连接至直流电阻箱。直流电阻箱阻值预设为9.50kΩ，接通电源，观察直流电压表示值，待示值稳定后，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情况，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，该阻值为被校光源驱动仪控温桥路电阻的实测值，则控温桥路电阻偏差为控温桥路电阻的实测值减去被校光源驱动仪控温桥路电阻预设值。

参考各厂家的规定的稳定性及规范试验报告，将驱动仪的控温桥路电阻偏差建议指标设置为±3%。试验结果表明，所有驱动仪的控温桥路电阻偏差均控制在±3%以内。

**2.4 最大TEC驱动电流**

测量方法：将被校光源驱动仪激光器TEC驱动电流输出端口连接至直流电流表。直流电阻箱阻值预设为2.26kΩ(模拟热敏电阻阻值，对应光源驱动仪温度控制范围的最高温度70℃)，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，将直流电阻箱的阻值预设为325.00kΩ(模拟热敏电阻阻值，对应光源驱动仪温度控制范围的最低温度-45℃)，在接通电源的3秒内读取直流电流表的示值*I*2；则最大TEC驱动电流为*I*1和*I*2中绝对值较大者。

参考各厂家的规定的最大TEC驱动电流及规范试验报告，将驱动仪的最大TEC驱动电流建议指标设置为大于1A。试验结果表明，所有驱动仪的控温桥路电阻偏差均大于1A。

**2.5 温度控制偏差**

测量方法：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， 该温度值与半导体激光器工作温度设置值之差为温度控制偏差。

参考各厂家规定的温度控制偏差及规范试验报告，将驱动仪的温度控制偏差建议指标设置为±1℃。试验结果表明，所有驱动仪的温度控制偏差均控制在±1℃以内。

**3校准用标准装置**

校准用标准装置见表1。

表1 校准用标准装置及推荐技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准用标准装置 | 测量范围 | 技术指标 | 校准参数 |
| 1 | 直流电流表 | （1～1000）mA | 最大允许误差：±0.1% | 工作电流示值误差及其短期稳定性，最大TEC驱动电流 |
| 2 | 直流电压表 | 10mV～10V | 最大允许误差：±0.1% | 控温桥路电阻偏差 |
| 3 | 直流电阻表 | 1kΩ～500kΩ | 最大允许误差：±0.1% | 温度控制偏差 |
| 4 | 直流电阻箱 | 1kΩ～500kΩ | 准确度等级：0.01级；  最小步进阻值：≤10Ω。 | 控温桥路电阻偏差 |
| 5 | 高低温试验箱 | -50℃～+80℃ | 温度偏差：±2.0℃；  温度波动度：±0.5℃；  温度均匀度：2.0℃。 | 温度控制偏差 |
| 6 | 半导体激光器 | / | 内置热电制冷器和热敏电阻 | 温度控制偏差 |

六 总结

在本规范的制订过程中，编制组以国内外技术资料及相关标准、大量试验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作和普遍适用的原则，按照相关法律法规及项目进度要求制订《光源驱动仪校准规范》。