



CNAS 技术报告

激光加工设备检测领域实验室认可技术指南

(征求意见稿)

中国合格评定国家认可委员会

目 录

前 言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语、定义及缩略词	5
4 通用要求	5
5 结构要求	5
6 资源要求	6
6.1 人员	6
6.2 设施和环境条件	6
6.3 设备	7
6.4 设备校准和计量溯源性	8
7 过程要求	8
7.1 要求、标书和合同的评审	8
7.2 检测	8
7.3 技术记录	9
7.4 测量不确定度	9
7.5 确保结果有效性	9
7.6 报告结果	9
8 管理体系要求	10
8.1 质量管理	10
8.2 质量控制	10
8.3 质量记录	10
附录 A（资料性附录）激光器特性要求	12
附录 B（资料性附录）激光加工设备检测要求	13
附录 C（资料性附录）激光加工设备领域检测实验室远程审核实施要求	17
参考文献	20

前 言

本文件依据 CNAS-CL01 《检测和校准实验室能力认可准则》、CNAS-CL01-G001 《CNAS-CL01<检测和校准实验室能力认可准则>应用要求》、CNAS-CL01-G002 《测量结果的计量溯源性要求》、CNAS-CL01-G003 《测量不确定度的要求》和CNAS-CL01-A003 《检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明》中的要求，结合激光加工设备领域检测实验室（以下简称实验室）的特性而制定。

本文件旨在促进实验室质量管理的改进和提高，保障实验室出具的检测结果数据准确可靠，同时为CNAS评审工作的规范性提供科学依据，确保评审工作的一致性和有效性。

文件中正文内容是从专业角度提出了实验室认可的技术要求，促进实验室对认可技术的理解和执行，增加在线检测能力远程审核要求；三个附录分别从激光器特性要求、激光加工设备检测要求、激光加工设备领域检测实验室远程审核实施要求，为评审员和实验室提供技术指导。

本文件仅从操作层面上就实施方法给出指导性建议，所提供的方法和实例并非是唯一可选的，仅供相关方参考。

本技术报告主要起草单位：中国合格评定国家认可中心、工业和信息化部电子第五研究所、广州赛宝认证中心服务有限公司、西安应用光学研究所、哈尔滨工业大学、浙江理工大学、浙江大学、北京理工大学、中国电子技术标准化研究院。

中国合格评定国家认可中心、工业和信息化部电子第五研究所、广州赛宝认证中心服务有限公司、西安应用光学研究所、广东工业大学

本技术报告主要起草人：

王粤、刘小茵、周永运、李尧、高智伟、郭伟龙、叶志鹏、冷杰武、于东钰、刘丕群、刘婷、罗凯元

激光加工设备领域实验室认可技术指南

1 范围

本文件旨在促进激光加工检测领域实验室对CNAS认可技术的理解和执行，为评审员和实验室提供技术指导。

本文件适用于申请认可的实验室建立管理体系包括激光加工检测领域中设备稳定性、可靠性、重复性的定性分析或定量检测；供拟申请认可及已获认可的实验室规范其管理和技术使用；也可供评审员在评审过程中参考使用。

2 引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

CNAS-CL01 检测和校准实验室能力认可准则

CNAS-CL01-G001 《检测和校准实验室能力认可准则》应用要求

CNAS-CL01-G002 测量结果的计量溯源性要求

CNAS-CL01-G003 测量不确定度的要求

CNAS-CL01-A003 检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明

CNAS-RL01 实验室认可规则

CNAS-RL02 能力验证规则

GB/T 15313-2008 激光术语

GB/T 14896.9-2018 特种加工机床 术语 第 9 部分：激光加工机床位精度检验

GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 15175-2012 固体激光器主要参数测量方法

GB/T 18490.1-2017 机械安全 激光加工机 第 1 部分：通用安全要求

GB 44703-2024 光辐射安全通用要求

GB/T 5226.1-2019 机械电器安全 机械电器设备 第 1 部分：通用技术条件

GB/T 7247.1-2024 激光产品的安全 第 1 部分：设备分类和要求

ISO/IEC 指南 99 国际计量学词汇—基本和通用概念及相关术语(VIM)

3 术语、定义及缩略词

GB/T 15313-2008 以及 ISO/IEC 指南 99-2013 (VIM) 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 激光加工设备 laser processing equipment

激光加工设备一般指以激光——即受激辐射放大光作为材料加工的具体手段，结合机械系统、软件系统、电控系统及光学系统组合而成的一种专用设备，可分为激光切割、激光焊接、表面处理等加工设备。

3.2 激光加工检测 laser processing testing

围绕激光加工核心性能、安全性、软件及控制系统以及环境适应性开展检测。

3.3 激光加工检测实验室 laboratory of laser processing testing

以激光加工为主要检测对象的实验室，大多数激光加工检测实验室进行常规项目的检测。

3.4 常规检测项目 normal testing item

根据设备实际情况，设备检测项目应包括激光器、定位精度、重复定位精度、轴间精度、平台精度、视觉系统相关精度、系统精度、速度、被加工材料、加工尺寸范围标准、激光终端参数、激光辐射安全要求及防护措施。其中激光器特性要求包括：光斑直径、光斑椭圆度、发散角、光束指向稳定性、光束质量 M^2 、脉冲能量不稳定性、功率不稳定性。

4 通用要求

5 结构要求

5.1 若实验室为独立法人实体的一部分时，其所在组织应有设立实验室的文件，母体组织的法人应有对实验室最高管理者的任命和授权文件，保证其独立开展检测业务。母体组织的法人应发布为实验室承担相应的法律责任和不干预检测工作的声明，保证实验室能够独立开展检测业务。实验室应保存母体组织中的其他部门参与实验室管理体系活动的支撑性资料。

6 资源要求

6.2 人员

6.2.1 通用要求

实验室宜至少具备 3 名专职检测人员。检测人员应满足 CNAS-CL01-A003 及 CNAS-CL01-G001 中相关要求，具备能够胜任设备检测工作的经历、经验和技能，掌握设备检测基本理论知识、相关标准/规范以及检测设备的工作原理和性能，熟悉相关检测设备的运行、维修和操作。

6.2.2 能力要求

- 1) 实验室技术负责人除符合 CNAS-CL01-A003 及 CNAS-CL01-G001 中相关要求外，从事激光加工设备检测工作至少 5 年及相关领域工作经验，其中至少 3 年实验室技术管理经验。如果学历或专业不满足要求，应有 10 年以上相关专业检测或校准经历。
- 2) 从事实验室活动的人员不得同时在其他实验室兼职，不应向其他机构借用人员从事相关激光加工设备检测活动。
- 3) 认可的激光加工设备检测授权签字应熟悉 CNAS 所有相关的认可要求，具有本专业中级以上（含中级）技术任职或满足以下条件：
 - 大专毕业后，从事相关专业技术工作 8 年及以上；
 - 大学本科毕业，从事相关专业技术工作 5 年及以上；
 - 硕士学位以上（含），从事相关专业技术工作 3 年及以上；
 - 博士学位以上（含），从事相关专业技术工作 1 年及以上。

注：授权签字人是经 CNAS 认可，签发带认可标识/联合标识的报告或证书的人员。其在被授权的范围内应有相应的技术能力和工作经验。实验室负责人可以不是授权签字人，授权范围也可以不是全部认可范围，授权范围应根据其实际技术能力确定。

- 4) 关键技术人员应掌握激光加工设备检测测量不确定度评定的方法，并能就所负责的检测项目进行测量不确定度评定。
- 5) 实验室应制定培训计划使从事激光检测人员了解必要的安全防护措施，以防止检测中可能会出现激光等对人身安全构成威胁。

6.3 设施和环境条件

6.3.1 通用要求

- 1) 实验室应合理分区（待检区、检测区、仪器设备存放区、办公区），各区之间物理隔离（如隔断、门禁），避免待检设备搬运对检测中设备的干扰，同时防止办公区域粉尘进入检测区，并配置必要的安防设施。

- 2) 实验室应配置针对性警告标识（如“激光辐射危险”“高压警示”），检测区需设置防护围栏或遮光罩，防止激光泄漏伤人。
- 3) 实验室出入口需设置应急通道，配备应急照明及紧急停止按钮（针对激光设备突发故障）。
- 4) 标准或者规范对环境条件有要求时或环境条件影响检测结果时，应监测、控制和记录环境条件。当环境条件不利于检测的开展时，应停止检测活动。
- 5) 实验区域应有环境监控设备或设施（如温度、湿度监测装置），并控制及记录设备安装及运行环境条件。（环境条件建议：照度 $\geq 250\text{lx}$ 、温度范围为 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 70\%\text{RH}$ 、空气洁净度 $\geq \text{ISO 7}$ 级）
- 6) 实验区域应配备有效的排风、除尘、抗振、消防和避震的设备设施，避免镜头污染和损坏，能保证检测设备各部件正常工作。操作人员掌握相关检测设备基本安全工作规范和紧急处理程序，佩戴个体安全防护装备安全配备要求。如检测过程中若涉及材料加工（如激光切割、焊接样品测试），需配置局部排风系统（如万向抽气罩）或中央除尘设备，避免加工产生的烟雾、粉尘污染光学元件，同时保障操作人员呼吸安全。应配备适用于电气火灾的灭火器（如二氧化碳灭火器），避免激光设备电气部件起火风险。
- 7) 检测区地面需做避震处理（如铺设减震垫），精密仪器（如激光干涉仪、 M^2 测试仪）需放置在防震工作台上，减少环境振动对检测的影响。
- 8) 检测区需安装实时监控装置（如温湿度记录仪、洁净度传感器），数据需自动存储且不可篡改，保存期限需符合 CNAS 记录追溯要求（通常不少于 6 年）。
- 9) 实验室在固定场所以外（如工业现场等）进行激光加工设备的测量范围、测量精度、漂移等项目检测活动时，宜提出相应的远程在线审核控制的要求，以确保环境条件满足标准规范的要求。（参考附录 C）

6.3.2 设备控制

根据实验室的检测项目和业务范围，选择合适的检测设备和仪器，确保其性能参数满足检测要求。定期对设备和仪器进行校准和维护，确保其准确性和可靠性。校准周期根据设备的使用频率、精度要求等因素确定，一般为一年。

设备标识与管理：对设备和仪器进行统一的标识管理，包括设备编号、名称、型号、启用日期、校准日期等信息，以便于设备的识别、使用和管理。同时，建立设备档案，记录设备的使用情况、维修情况、校准情况等信息。

6.4 设备

6.4.1 通用要求

实验室应配备满足激光加工检测要求的设备和设施。一般包括：示波器、光电探测器、万用表、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、激光能量计、光电自准直仪、光斑分析仪、M²测试仪、自相关仪、激光跟踪仪、秒表、千分表、直角尺、标准芯轴、影像测量仪、数显卡尺，测高仪等设施设备。仪器设备的数量应能满足所承担检测业务量的需要，能避免设备原因对检测报告时效性和准确性的影响。

6.4.2 日常使用仪器设备过程中应对其进行必要的维护，并保存相关记录。

6.4.3 检测设备在投入使用前应就其稳定性、重复性等性能进行核查，验证其测量范围、测量精度、漂移等指标满足相关标准/规范以及实验室规定要求，保留相关核查/验证记录。

6.4.4 出现下列情况，实验室应对检测设备进行稳定性、重复性试验，以满足相关标准/规范及实验室规定要求：

- a) 新设备首次投用前；
- b) 影响设备精度或漂移的关键部件更换或大修后；
- c) 运行检查中运行参数变化或对参数调整后，可能影响精度时；
- d) 对精度产生怀疑时。

6.4.5 开展项目检测活动时，若涉及到租借设备，应确认使用租借的设备（含主要辅助设备）符合 CNAS-CL01 及相关标准要求，且计量溯源有效，保留该租借设备信息的记录，并在原始记录中记录租借设备的情况。

6.4.6 实验室应：

a) 根据检测设备在激光加工设备检测过程的预期用途或相关标准/规范要求对所辖的设备进行分类管理，并对影响结果报告有效性的不同类型的设备制定检定/校准、核查计划方案；

b) 策划并审查设备使用期间核查方案，明确核查周期、项目/参数和判定方法等。

6.4.7 实验室应制定对检测结果有影响的重点设备的日常维护计划并做好记录，特别是示波器、光电探测器、万用表、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、激光能量计、光电自准直仪、光斑分析仪、M²测试仪、自相关仪、激光跟踪仪、秒表、千分表、直角尺、标准芯轴、影像测量仪、数显卡尺，测高仪等设备设施的日常维护保养。

6.5 设备校准和计量溯源性

6.5.1 对投入使用的计量仪器设备，如示波器、光电探测器、万用表、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、激光能量计、光电自准直仪、光斑分析仪、M²测试仪、自相关仪等设施设备应按计量检定规程/校准规范要求计量溯源，明确量值溯源途径、方法及各环节责任。

6.5.2 进行精度验证时，使用标准样件应与实验室日常加工样品尽可能一致，须覆盖待测样品的特性和量值。

6.5.3 实验室保留相关记录（包括设备校准证书、检定报告、测试数据、环境条件数据、人员资质证明等）作为计量溯源性证据，确保记录的完整性、可追溯性及可重复性，电子记录须安全存储且防篡改。

7 过程要求

7.1 要求、标书和合同的评审

7.1.1 当委托检测任务中包含特性参数要求时，实验室应与客户在合同中明确约定检测的方案。

7.1.2 对内部或例行客户，要求、标书和合同评审可简化进行；对于常规、重复性的检测，一次性签订检测协议的，建议合同评审至少每年进行 1 次。

注：内部检测委托协议书可由母体组织的委托代理人与实验室签订；当检测任务发生变化时，需要重新合同评审，更新检测协议。外部委托检测协议书由实验室与客户或其代理人签订，双方签字确认即视为合同生效。

7.2 检测

7.2.1 实验室接收激光加工设备时应检查和记录其状态和外观，如名称/唯一性标识、型号以及包装容器完好情况等。

7.2.2 应定期对标准样件检测数据及精度等级进行验证，避免因调试检验影响检测结果。

7.2.3 严格按照检测方法和标准要求进行操作，控制检测过程中的各个环节，包括处理、检测、数据记录等，确保检测数据的准确性和可靠性。对于一些关键检测环节，应进行双人复核或多人审核。

7.2.4 实验室应尽量避免设备检测过程中发生物理损失和化学变化。保障存储条件的完整性。

7.3 技术记录

7.3.1 检测过程中产生的数据应及时、准确地记录，记录内容应包括检测项目、检测方法、检测设备、检测时间、检测人员、检测数据等，数据记录应具有可追溯性。检测数据应妥善保存，保存期限应根据相关规定和实验室的要求确定。

7.3.2 采用手工或实验室信息管理系统自动收集、记录、处理和化验数据信息时，实验室应确保记录/报告包含足够信息，满足识别影响测量结果及其测量不确定度的因素，确保能在尽可能接近原条件的情况下重复检测活动。

7.3.3 检测报告应内容完整、格式规范、数据准确、结论明确，报告中应包括检测项目、检测方法、检测结果、判定依据等信息。检测报告应经过审核和批准后发放，确保报告质量和公正性。

7.4 测量不确定度

7.4.1 实验室应有文件规定，明确评定测量不确定度的要求。实验室应建立相应数学模型，给出相应检测能力的评定测量不确定度案例。实验室可在检测出现临界值、内部质量控制或客户有要求时，需要报告测量不确定度。

7.4.2 实验室应识别对测量结果不确定度的关键影响因素。

7.5 确保结果有效性

7.5.1 实验室应对检测过程进行监督和检查，及时发现和纠正不符合检测结果质量要求的行为。

7.5.2 实验室应有参加能力验证活动的程序和记录要求，包括参加能力验证工作计划和不满意结果的处理措施等内容。

7.5.3 对检测数据进行正确的处理和分析，采用科学的统计方法和数据处理软件，去除异常数据，可参考国家标准或行业通用规范，确保数据的真实性和可靠性。

7.6 结果报告

7.6.1 结果的电子传送

当实验室利用母体组织内部网络或信息化系统传送检测结果时，应满足 CNAS CL01: 2018 第 7.11 条款的要求，同时应符合报告审核和发送报告的流程并保留有相关记录。

7.6.2 实验室在为客户出具报告时，可采用简化报告，但实验室应规定简化内容。报告中简化的信息应能方便地从实验室中获得，并可追溯。

7.6.3 试验报告应保证内容完整性，报告中记录的检测过程、设备使用记录应与原始记录完全对应，报告签发需经三级审核，电子报告需通过 LIMS 系统确保完整性。

8 管理体系要求

8.1 质量管理

实验室应建立内部质量控制体系，定期进行内部质量控制活动，如使用标准测试件进行核查、进行设备比对、方法比对等，发现问题及时采取纠正措施，确保检测结果的准确性和可靠性。

8.2 质量控制

- 1) 制定实验室的质量手册，明确实验室的质量方针、目标、组织结构、职责权限、工作流程等，为实验室的质量管理提供指导和依据。
- 2) 根据质量手册的要求，制定相应的程序文件，如检测工作程序、设备管理程序、人员培训程序、质量控制程序、数据处理程序等，规范实验室的各项工作。
- 3) 定期对实验室的质量管理体系进行审核和评审，确保质量管理体系的有效性和持续改进。

8.3 质量记录

对检测过程中的原始数据、检测报告、设备使用记录、人员培训记录等进行记录、保存等档案管理。质量记录应真实、准确、完整，具有可追溯性。对实验室的文件、资料、记录等进行分类、归档和管理。

附录 A
(资料性附录)
激光器特性要求

表 A.1 提供了激光器特性要求概览。

表 A.1 合格评定活动一览表

项目	单位	要求
光斑直径	毫米	偏差在标称值±5%之内
光斑椭圆度	百分比	> 标称值
发散角	毫弧度 mrad	< 2.0mrad (Full Angle)
光束指向稳定性	每分钟或每摄氏度 (Per Minute/ Per °C)	< 50.0 urad
光束质量 M ²	无量纲	偏差在标称值±5 之内
脉冲能量不稳定性	均方差 rms	< 2%
脉宽	纳秒、皮秒	在标称值 50%-100% 之间
功率不稳定性	均方差 rms	< 2%

附录 B

(资料性附录)

激光加工设备检测要求

表 B.1 提供了激光加工设备检测要求概览。

表 B.1 激光加工设备检测要求

项目		检测要求
激光器	光斑测量	<p>1) 根据激光器功率范围选择适当的输出比例, 一般为 8%~15% 之间。</p> <p>2) 在出光口处固定半波片, 调节半波片, 使激光经过 PBS 分得两束光且强度基本一致, 偏振方向即为 45°, 依次固定介质膜反射镜、功率计、扩束镜, 使激光准确照射在功率计中心。</p> <p>3) 连接光斑分析仪 CCD, 设置阈值为 $1/e^2$ (13.5%)。</p> <p>4) 激光器满功率出光, 将 CCD 放置在距离出光口 500mm 处测量反射镜透射光, 微调 CCD 位置, 使光斑位于画面中央, 确认 CCD 曝光时间在 0.06~200ms 之间, 否则更换衰减片。要求光斑参数: 椭圆度 > 90%、光斑直径: 标称值的 ±10%。</p>
	发散角	<p>1) 在距离出光口 200mm 处, 加入一个焦距为 300mm 的正透镜, 使经过介质膜反射镜的透射光聚焦。调整透镜角度, 使透镜与 CCD 接收面平行, 调整透镜位置, 使光斑位于画面中央, 确认 CCD 曝光时间在 0.06~200 之间, 否则更换衰减片。</p> <p>2) 记录光斑 x, y 直径, 即透镜焦平面的光斑尺寸, 直径/300mm 即为发散角。要求发散角: 小于 2.0 mrad (Full Angle)。</p>
	光束指向稳定性	记录 1min 内的光斑数据, 提取数据并计算均方差即为光束指向稳定性数值。要求光束指向稳定性: <50.0urad (Per Minute) 或 <50.0urad (Per °C)。
	光束质量	<p>1) 介质膜反射镜后的透射光通过两个反射镜射入 M²测试仪, 连接 M²测试仪, 调节光斑至软件显示中心位置, 选择对应波长, 并自动去点测试。</p> <p>2) 根据束腰位置手动取点, 在 Waist Location X, Y 的中间添加一个点作为束腰位置, 在束腰位置的两侧 < ±1*Rayleigh Length X, Y 的范围内各取 2 个点, 在束腰位置的两侧 > ±2*Rayleigh Length X, Y 的范围外各取 3 个点, 测试并生成报告。要求光束质量 M2: 标称值的 ±10%。</p>
	脉冲非稳定度	<p>1) 将激光器设置重频为 10K (或最小值), 功率输出比例为 10%~20%, 使强光感光卡能看到即可。</p> <p>2) 将光射入能量计探头小孔, 设置功率输出比例为 100%, 连接能量计, 设置波长及采样个数, “Standard Deviation/Mean(2 Sigma)”即为脉冲能量非稳定度。要求脉冲能量非稳定度: <2% rms。</p>
	脉宽	1) 从出光方向依次摆放半波片 1、介质膜反射镜、半波片 2、PBS 及反射镜, 调节半波片 1 使介质膜反射镜入射光为水平偏

		<p>振, 调整半波片 2 使进入自相关仪或光电探测器的光刚好能够被感光卡看到。</p> <p>2) 调节反射镜角度, 使光束通过入射小孔, 两个反射光点在控制窗口十字线的水平线上, 旋转 Beam Distance 旋钮, 观察其中一个点位置不变, 调节反射镜使这个点对准十字线中央, 测试光路。</p>
	偏振比	<p>1) 使激光器出光经过半波片、PBS 及扩束镜后射入功率计中心。</p> <p>2) 激光器满功率出光, 旋转半波片, 使 PBS 透射光功率最小, 记录三次功率计示数, 记平均值 P1。旋转半波片, 使 PBS 透射光功率最大, 记录三次功率计示数, 记平均值 P2, 偏振比计算为 P2/P1。要求偏振比: >100:1。</p>
	光谱	<p>1) 连接光谱仪, 确保光纤跳线的光纤头洁净, 将一端的光纤头接到光谱仪输入口, 另一端固定在支架上接收激光。</p> <p>2) 设置光谱仪光纤头参数、图像参数、测量参数、显示方式及路径等, 获得中心波长、谱宽、峰值等参数。</p>
	平均功率稳定性	<p>激光器满功率出光且射入功率计中心, 可添加扩束镜辅助测量, 记录每秒的功率值, 持续至少 8h, 将获取的参数进行均方差计算。要求平均功率稳定性: <2% rms。</p>
定位精度	水平轴定位精度	<p>使用激光干涉仪或相关仪器, 对水平轴的线性位移进行测量, 实测定位精度与标称定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	垂直轴定位精度	<p>使用激光干涉仪或相关仪器, 对垂直轴的线性位移进行测量, 实测定位精度与标称定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	水平旋转轴定位精度	<p>使用回转轴测量装置或相关仪器, 对水平旋转轴的线性旋转角度进行测量, 实测定位精度与标称定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	垂直旋转轴定位精度	<p>使用回转轴测量装置或相关仪器, 对垂直旋转轴的线性旋转角度进行测量, 实测定位精度与标称定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	振镜轴定位精度	<p>在振镜的最大工作范围内, 标记一定数量的阵列标准圆, 随后, 用设备读取标准圆实际位置和理论位置的偏差, 该偏差与标称偏差的比值≤ 1.1。</p>
重复定位精度	水平轴重复定位精度	<p>使用激光干涉仪或相关仪器, 对水平轴的往复线性位移进行测量, 实测重复定位精度与标称重复定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	垂直轴重复定位精度	<p>使用激光干涉仪或相关仪器, 对垂直轴的往复线性位移进行测量, 实测重复定位精度与标称重复定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	水平旋转轴重复定位精度	<p>使用回转轴测量装置或相关仪器, 对水平旋转轴的线性旋转角度进行测量, 实测重复定位精度与标称重复定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	垂直旋转轴重复定位精度	<p>使用回转轴测量装置或相关仪器, 对垂直旋转轴的线性旋转角度进行测量, 实测重复定位精度与标称重复定位精度的比值≤ 1.1。</p>
	振镜轴重复定位精度	<p>在振镜的最大工作范围内, 在不同位置, 分别标记一定数量的阵列标准圆, 随后, 用设备读取每一个振镜范围内同一位置标准圆的实际位置和理论位置的偏差, 该偏差与标称偏差的比值≤ 1.1。</p>

轴间精度	振镜间拼接精度	分别加工贯穿振镜范围的四条边的一定数量的短直线，测量每条短直线的拼接精度，进行几何平均，该平均值与标称值的比值 ≤ 1.1 。
	水平轴间垂直度	用标准直角刀具顶靠在一个轴上，千分表放在另外一个垂直轴上，千分表探针抵触着标准直角刀具另一个垂直面，沿垂直轴移动千分表，读取千分表的数值，该数值与标称值的比值 ≤ 1.1 。
	垂直轴与加工平面垂直度	用标准直角刀具放在加工面上，千分表放在垂直轴上，千分表探针抵触着标准直角刀具另一个垂直面，沿垂直轴移动千分表，读取千分表的数值，该数值与标称值的比值 ≤ 1.1 。
	水平旋转轴轴线与加工平面平行度	用回转轴测量装置，对水平旋转轴轴线与加工平面平行度进行测量，该平行度数值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
	垂直旋转轴轴线与加工平面垂直度	用回转轴测量装置，对垂直旋转轴轴线与加工平面平行度进行测量，该平行度数值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
平台精度	被加工部件承载台平面度	被加工部件承载台平面度测量时，在平台上选择一定密度的点位，用千分表测量高度偏差值，该数值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
视觉系统相关精度	同轴视觉定位与激光聚焦位置偏差值	分别读取激光焦点位置的标记圆与相机焦点位置的标记圆的圆心位置距离，重复多次取平均值，该数值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
	旁轴视觉定位与激光聚焦位置偏差标称值与实际值误差	分别读取激光焦点位置的标记圆与相机焦点位置的标记圆的圆心位置距离，计算实际距离与标称距离的偏差，重复多次取平均值，该平均值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
	同轴视觉定位与激光聚焦位置偏差值的重复精度	分别读取激光焦点位置的标记圆与相机焦点位置的标记圆的圆心位置距离波动量，重复多次取平均值，该平均值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
	旁轴视觉定位与激光聚焦位置偏差值的重复精度	分别读取激光焦点位置的标记圆与相机焦点位置的标记圆的圆心位置距离，与标称值的偏差波动量，重复多次取平均值，该平均值与标称数值的比值 ≤ 1.1 。
	远心成像镜头畸变值	用摄像头读取标准测试图形，生成标准图形内各标准圆的位置信息和理论位置的偏差平均值 $\leq 10\%$ 。
	视觉系统定位精度	使用带标记点的测试标准件，用设备定位后在标准件图形上标记基准圆，测试基准圆相对于原始标记点的位置误差精度，该误差精度与标称精度的比值 ≤ 1.1 。
	视觉系统重复定位精度	使用带标记点的测试标准件，用设备定位后在标准件图形上标记基准圆，测试基准圆相对于原始标记点的位置误差精度的波动量，该波动量与标称波动量的比值 ≤ 1.1 。
系统精度	被加工部件承载台范围内加工精度	被加工部件承载台范围内加工精度的测试，应使用标准测试图形进行加工，测量实际加工位置与图档理论位置最大偏差，该偏差与标称偏差的比值 ≤ 1.1 。
速度	单轴运动速度	沿单轴方向全行程往返运动一定遍数，按实际运行的距离除以运行所用时间，计算出单轴运动速度和标称速度的偏差量与标称速度的比值 $\leq 1\%$ 。
	振镜运动速度	沿振镜范围内，加工一定直径的圆若干遍，根据总路径长度与实际运行时间计算出实际运行速度，实际速度和标称速度的偏差量与标称速度的比值 $\leq 1\%$ 。
	靶标定位时间	放置好带靶标点的标准测试件，从设备零点位置启动后，依次

		识别数个间距为一定数值的靶标点，识别成功后再次回归到设备零点，整个循环所用时间与标称时间的比值 ≤ 1.1 。	
被加工材料	单位时间加工孔数（在有孔数要求的项目中适用本条款）	在指定材料、厚度和加工孔直径的前提下，按照孔直径的两倍为间距进行阵列排列，实测每分钟能够加工的孔数。实际孔数与标称值的偏差 $\leq 10\%$ 。	
	每小时加工件数（在有件数要求的项目中适用本条款）	在指定待加工的产品材料、数据和质量要求的前提下，记录设备从原点开始动作，循环加工一定数量的合格产品后返回原点所用小时数，合格产品的数量与小时数的比值，该比值与标称值的偏差 $\leq 10\%$ 。	
加工尺寸范围标准	平面加工尺寸范围标准	在符合标准内系统精度的尺寸范围，按照平面最大尺寸的四角分别打出标记圆，用视觉定位系统分别测量标记圆的位置，并计算出圆心间距离，该距离和标称加工范围的偏差 $\leq 1\%$ 。	
	垂直加工尺寸范围标准	二维加工聚焦范围内承载台平面上，最低和最高聚焦平面差 $\leq 1\%$ 。	
	单振镜加工平面尺寸范围标准	符合标准内系统精度的单振镜可加工尺寸范围。按标称振镜加工范围的最大尺寸，加工标记圆间距为 2mm 直径为 1mm 的阵列圆，用摄像头读取符合畸变等所有系统精度的标准圆位置，计算出最大矩形平面范围面积和标称范围面积的比值 $\leq 5\%$ 。	
激光终端参数	聚焦光斑相关参数	聚焦光斑直径	提高激光标刻速度，在指定材料上标记离散的光斑，测量光斑的平均直径和标称直径的偏差的百分比 $\leq 10\%$ 。
		焦深	以焦点高度为基准，在上下一定范围内，以一定的高度为梯度，从低到高标记焦点在不同焦平面的标准圆，记录第一个完整的标准圆和最后一个完整的标准圆的垂直方向高度差，该高度差视为实际焦深，实际焦深与标称焦深的偏差 $\leq 10\%$ 。
		聚焦光斑椭圆度	提高激光标刻速度，在指定材料上标记离散的光斑，测量多个光斑的短轴和长轴的比值的平均值 $\geq 90\%$ 。
	设备终端激光平均功率稳定性	聚焦光斑相散	搭建外光路，采用光束分析仪，实际相散值与标称值的比值在 0.9 与 1.1 之间。
		短期平均功率稳定性	测量开机预热一定时间后的终端功率，4 小时后的终端功率，8 小时后的终端功率，3 个功率的最大值与最小值的差值，该差值与平均功率的比值 $\leq 3\%$ 。
		长期平均功率稳定性	设备每天工作一定时间后测量设备的实际功率，连续测量一定时间（三个月以内），计算该时间段内特定控制参数下的激光终端功率最大值与最小值的差值，该差值与特定控制参数下的功率的比值 $\leq 6\%$ 。
激光辐射安全要求及防护措施	激光辐射安全	依据 GB 44703-2024，检测内容包括：激光安全类别及对应类别的安全防护措施、防护罩外激光安全内部及安全防护措施、激光通过观察窗辐射安全要求、标签标识等。	
	由材料和物质产生的危害	依据 GB/T 18490.1-2017	
	电气安全	依据 GB/T 5226.1-2019，检测内容包括：电击防护、电器设备的保护、等电位联接、控制电路与控制功能、操作版与控制器件、配线技术、电动机及有关设备等。	
	机械安全风险评估	依据 GB/T 15706-2012	

附录 C (资料性附录)

激光加工设备领域实验室在线审核实施要求

表 C.1 提供了激光加工设备领域实验室在线审核实施要求概览。

表 C.1 激光加工设备领域实验室在线审核实施要求

在线审核流程	应用场景	ICT 技术	风险事项	风险预防措施
审核受理	— 在线提交与审核资料传输	<ul style="list-style-type: none"> — 工业互联网平台软件(如 ERP 系统)中的审核模块,实现申请资料的在线提交; — 安全的文件传输协议(FTP)或云存储服务,确保资料传输的安全性和效率; — 共享平台:提供文件上传与下载功能; — 即时通信软件、电子邮箱; — 硬件,如 U 盘,电脑、智能移动终端。 包括但不限于上述技术	<ul style="list-style-type: none"> — 数据泄露风险 — 信息不完整或错误 	<ul style="list-style-type: none"> — 采用加密技术确保数据在传输过程中的安全性,设置权限管理,确保只有授权人员能访问。 — 设计明确的资料提交指南,并在系统中设置校验机制,防止信息不完整或错误。
审核启动	<ul style="list-style-type: none"> — 通知发布:通知申请方审核启动的时间和相关信息。 — 任务分配:系统根据审核员的专长和可用性自动分配审核任务。 — 线上会议:召开启动会议,明确审核目标和要求。 	<ul style="list-style-type: none"> — 即时会议软件(如腾讯会议、Zoom 等),实现远程会议和启动会的召开。 — 邮件或短信通知系统,确保所有相关人员及时收到审核启动通知。 — 在线任务管理系统:支持任务的自动分配和跟踪。 	<ul style="list-style-type: none"> — 通知遗漏或错误 — 任务分配不均 — 会议效果受网络条件影响 	<ul style="list-style-type: none"> — 建立通知确认机制,确保申请方及时收到并理解通知内容。 — 优化任务分配算法,确保审核任务均衡分配。 — 提前测试网络质量,确保会议顺利进行;准备备用方案,如电话会议。

审核准备	<p>—线上会议：采用视频会议系统实现审核计划和策略的远程讨论。</p> <p>—在线设备控制与数据采集：通过远程访问对工业现场设备进行检查。</p>	<p>—视频会议软件：实现远程高清、稳定视频会议。</p> <p>—工业数据管理系统：监测设备运行状态，采集实时数据。</p> <p>-5G 网络技术：支撑远程访问的高速性、流畅性。</p> <p>-无人机和移动摄影器材：完成现场的预先勘察。</p>	<p>—视频会议故障</p> <p>—设备控制不准确或延迟</p> <p>—数据采集不完整或失真</p>	<p>—准备备用通信方式，如电话会议，以应对可能的网络问题。</p> <p>—对远程控制设备进行定期维护和校准，确保其精确性和稳定性。</p> <p>—制定详细的勘察和采集计划，并在实际操作中进行必要的调整。</p>
审核实施	<p>—远程审核：利用远程监控和通信技术进行现场审核的替代或补充。</p> <p>—实时记录：使用电子记录工具记录审核过程中的关键信息和发现。</p> <p>—在线数据采集与验证：通过传感器或网络摄像头收集实时数据并对数据进行真实性、合理性验证。</p> <p>—工业软件检测：对工业现场使用的软件进行功能验证。</p>	<p>—远程监控技术：如无人机巡查、远程传感器等。</p> <p>—电子记录系统：支持实时输入、修改和保存记录。</p> <p>—数字孪生平台：了解验证设备的运行状态、原材料的加工过程、工艺的执行情况以及样品的性能表现。</p> <p>—工业互联网平台：软件（如 MES 系统）实时采集现场数据与分析。</p> <p>—数据验证工具，对采集到的数据进行实时分析和校验。</p>	<p>—远程审核准确性问题</p> <p>—记录丢失或篡改</p> <p>—数据采集误差</p> <p>—数据传输延迟</p>	<p>—提前制定远程审核操作规范以确保审核质量。</p> <p>—采用数据加密和权限控制，确保记录真实完整。</p> <p>—定期对数据采集设备进行校准和维护，确保准确无误。</p> <p>—优化网络传输协议和设备配置，降低数据传输延迟。</p>
结果公布	<p>—线上公示：通过官方网站或平台公布审核结果。</p> <p>—电子证书发放：向通过审核的申请方发放电子证书。</p>	<p>—网站或平台开发技术：确保信息发布的及时性和准确性。</p> <p>—电子签名技术：确保电子证书的真实性和法律效力。</p> <p>—邮件或短信通知，确保相关人员及时收到结果通知。</p>	<p>—信息泄露风险</p> <p>—电子证书伪造风险</p>	<p>—加强网站或平台的安全防护，防止信息被非法获取。</p> <p>—采用高强度的加密和签名算法，防止证书被伪造。</p>
证后管理	<p>-电子证书管理：通过电子证书，实现在线查看和验证</p> <p>—实时抽样与监督：通过远程监控，进行定期或不定期的抽样检查。</p>	<p>—二维码追溯：为电子证书提供二维码，便于快速验证。</p> <p>—物联网技术：用于实时监控和收集关键数据。</p> <p>—实时抽样技术：结合工业数据管理系统，实现远程抽样。</p>	<p>—证书管理不善，导致证书失效或滥用</p> <p>—追溯信息不完整或不准确</p> <p>—监督不到位</p>	<p>—建立证书管理机制，定期更新和验证证书的有效性；实施权限管理，确保只有授权人员能访问和修改证书信息。</p> <p>—对追溯系统进行定期维护和检查，确保数据的完整性和准确性。</p> <p>—制定详细的监督计划，</p>

				确保监督的全面性和有效性。
--	--	--	--	---------------

注：ICT 技术宜根据实际情况选用

参 考 文 献

- [1] GB/T 14896.1-2009 特种加工机床 术语 第 1 部分：基本术语
- [2] GB/T 14896.9-2018 特种加工机床 术语 第 9 部分：激光加工机床位精度检验
- [3] GB/T 16462.4-2007 数控车床和车削中心检验条件 第 4 部分：线性和回转轴线的定位精度及重复定位精度检验
- [4] GB/T 17421.2-2016 机床检验通则 第 2 部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定
- [5] GB/T 20957.4-2007 精密加工中心检验条件 第 4 部分：线性和回转轴线的定位精度和重复定
- [6] GB/T 13739-2011 激光光束宽度、发散角的测试方法以及横模的鉴别方法
- [7] ISO 11145:2018 光学和光子学-激光和激光相关设备-词汇和符号