



CNAS 技术报告

增材制造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 引用文件	4
3 术语、定义及缩略词	4
4 通用要求	5
5 结构和管理要求	5
6 资源要求	5
6.1 人员	5
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 校准	9
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	10
7.6 报告结果	10
8 管理体系要求	100
8.1 质量管理	10
8.2 质量控制	10
8.3 质量记录	11
附录 A（资料性附录）增材制造设备检测领域实验室关键检测指标	12
附录 B（资料性附录）增材制造设备实验室远程审核实施要求	15
参考文献	17

前 言

本指南由中国合格评定国家认可委员会（CNAS）制定，是依据 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》中的要求，结合增材制造设备检测实验室（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。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。文件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；两个附录分别从增材制造设备检测领域实验室关键检测指标、增材制造设备检测领域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。

本文件条款号与 CNAS-CL01 相对应，因此并不连续。

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、广东工业大学、华南理工大学。

本技术报告主要起草人：史新波、刘小茵、邢小淳、李尧、高智伟、郭伟龙、叶志鹏、冷杰武、于东钰、刘丕群、刘婷、王迪、蒋仁武。

增材制造设备领域实验室认可技术指南

1. 范围

本文件旨在促进增材制造设备检测领域实验室对 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增材制造设备检测中设备性能、精度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. 规范性引用文件

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 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

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 14896.7-2015 特种加工机床 术语 第 7 部分：增材制造机床

GB/T 35351-2017 增材制造 术语

GB/T 35021-2018 增材制造 工艺分类和原材料

GB/T 37698-2019 增材制造—设计—要求、指南和建议

GB/T 41507-2020 激光增材 术语 坐标系和测试方法

GB/T 43411-2023 电子束选区熔化增材制造机床 通用技术条件

GB/T 43140-2023 激光定向能量沉积机床 通用技术规范

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 35351-2017 以及 ISO/IEC 指南 99-2013 (VIM) 中界定术语和定义适用于本文件。

3.1

增材制造 additive manufacturing: AM

以三维模型数据为基础，通过材料堆积的方式制造零件或实物的技术。

[来源：GB/T 35351-2025, 3.1.1]

3.2

增材制造设备 additive manufacturing machine; additive manufacturing apparatus

增材制造系统中用以制造零件或实物的必要组成部分，包括硬件、软件和完成一个成形周期的必要附件。

[来源：GB/T 35351-2025, 3.1.3]

3.3

增材制造设备检测 additive manufacturing machine testing

围绕增材制造设备核心性能、安全性、软件及控制系统以及环境适应性开展检测。

3.4

增材制造设备检测实验室 laboratory of additive manufacturing machine testing

以增材制造设备为主要检测对象的实验室，大多数增材制造设备检测实验室进行常规检测项目（3.5）。

3.5

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设备包装及外观、软件及控制系统、激光束、氧含量、重复定位精度、几何精度等。其中关键检测部件包括：激光器、气体循环系统、光学系统组件、运动系统组件、铺粉装置、成形平台加热单元。（参考附录 A）

5. 结构和管理要求

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

6.1 人员

6.1.1 通用要求

实验室宜至少具备 3 名专职检测人员。检测人员、技术负责人、授权签字人应符合 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。

6.1.2 能力要求

- a) 实验室技术负责人从事增材设备检测工作至少 5 年相关领域技术工作经验，其中至少 3 年实验室技术管理经验。
- b) 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增材制造设备检测活动。
- c) 认可的增材设备检测授权签字人应当达到中级及以上检测相关专业技术任职要求，并有 3 年以上设备检测经历。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。
- d) 关键技术人员应掌握增材制造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。

6.2 设施和环境条件

6.2.1 通用要求

- a) 实验室应合理分区（样品制备区、后处理区、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及合适的警告。
- b) 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。
- c) 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：温度范围为 20℃～25℃（±2℃）、相对湿度≤60%RH、空气洁净度≥ISO 7 级、噪声声压级<70 dB（A））检测区需安装多参数环境监测仪，实时采集温度、湿度、洁净度等数据，数据自动存储且保存期限≥6 年。
- d) 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，避免物料损失和污染，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，佩戴个体防护装备安全配备要求。涉及金属粉末存储及检测区需配置防爆型通风除尘系统（金属粉末属于可燃粉尘，如钛粉、铝粉遇明火易爆炸），除尘设备需符合《粉尘防爆安全规程》要求；检测区地面采用防静电材质，禁止使用易产生静电的工

具，防止粉末静电积聚引发爆炸风险；粉末处理区设置紧急冲淋装置及洗眼器，距离操作点 $\leq 10\text{m}$ ，应对粉末飞溅或化学污染；检测区配备惰性气体灭火系统（针对金属粉末火灾）、二氧化碳灭火器（针对电气火灾），禁止使用水基灭火器；检测区与大功率电气设备（如焊机、变频器）应保持一定距离 $>10\text{m}$ ；激光检测区设置激光辐射防护围栏及紧急停止按钮，当激光泄漏或设备故障时可立即停机。

e) 应制定措施回收及净化检测过程中产生的有害气体。

f) 实验室在固定场所以外（如工业现场等）进行增材制造设备精密度和偏倚等项目检测活动时，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 B）

6.2.2 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、精度、量程等参数满足检测要求。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、购买日期、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。

6.3 设备

6.3.1 通用要求

实验室应配备满足增材制造设备检测要求的设备和设施，一般包括材料力学试验机、示波器、万用表、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、无损检测设备、粗糙度轮廓仪等设施设备。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。

6.3.2 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。

6.3.3 检测设备在投入使用前应就其稳定性、可靠性等功能进行核查，验证其精密度、偏倚、样品损失等满足相关标准/规范以及实验室规定要求，保留相关核查/验证记录。

6.3.4 出现下列情况，实验室应对增材制造设备进行参数偏倚试验，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) 设备关键部件更换或维修后；
- c) 运行检查中运行参数变化或对参数调整后；
- d) 对精度产生怀疑时。

6.3.5 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。

6.3.6 实验室应：

a) 根据检测设备在增材制造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。

6.3.7 实验室应针对影响检测结果的重点设施设备制定日常维护计划并做好记录，特别是材料力学试验机、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、无损检测设备、粗糙度轮廓仪等设施设备的日常维护保养。

6.4 设备校准和计量溯源性

6.4.1 对投入使用的计量仪器设备，如材料力学试验机、激光功率计、光谱分析仪、激光干涉仪、无损检测设备、粗糙度轮廓仪等应按计量检定规程/校准规范要求进行量值溯源，明确量值溯源途径、方法及各环节责任。

6.4.2 增材设备的标准样件是指用于校准、验证和评估增材制造设备性能及所生产产品质量的标准样品。常见增材设备标准样件包括：尺寸标准样件、形状标准样件、材料性能标准样件、内部结构标准样件、功能标准样件等。

6.4.3 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。

6.4.4 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 实验室接收增材设备时应检查和记录其状态和外观，如设备名称/唯一性标识、型号以及包装容器完好情况等。

7.2.2 使用标准成形件进行检测时，应确保其工艺参数、材料符合要求。

7.2.3 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。

7.2.4 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，包括样品的制备、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。

7.2.5 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方可发放，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要求时，需要报告测量不确定度，并给出测量结果的不确定度范围。

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合格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 报告结果

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(包含电子报告)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,报告经审核后签发。

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、进行人员比对、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

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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)

增材制造设备检测领域实验室检测项目及要求

表 A.1 提供了增材制造设备检测领域实验室检测项目及要求

表 A.1 增材制造设备检测领域实验室检测项目及要求

序号	项目	内容	标准	基本要求
1	设备	设备包装要求、操作说明书、设备外观尺寸、成型室尺寸检测	JB/T 8356-2016	按行业标准进行证明或验证
2	设备安全防护	机械危险与防护、安全防护装置、控制系统和装置的安全防护、电器危险与防护、温度控制安全防护、激光辐射的安全防护、噪音及照明相关要求	GB 25493-2010 GB 26503-2011 GB 44703-2024	按国标规定进行证明或验证
3	软件及控制系统	控制软件功能、性能、通用质量特性	GB/T 37391-2019 GB/T 26805-2011	控制软件应具备以下功能： -控制功能，包括铺送粉控制、高压电源控制、真空系统控制、电子束标定等； -显示功能，实时显示打印零件剖面、打印高度、基板温度、真空度等过程参数； -打印功能，包括一键式自动打印、工艺参数修改、生成打印报表等； -维护管理功能，包括灯丝寿命管理、机床维护管理等。
		数控系统功能、性能、通用质量特性	GB/T 26220-2010	按国标规定进行证明或验证
		在线监控系统功能、性能、通用质量特性		按规定进行证明或验证
4	激光束检测	连续激光器的激光功率检测	GB/T 13863-2011	设备标称功率应与实际值进行比较。应在使用点（即在成形室内）使用校准的测量仪器进行测量。仪器应能准确覆盖激光功率范围。激光功率测量应符合生产要

				求，覆盖典型功率范围。如果该范围未知，建议至少在三个点进行测量，包括最大标称激光功率和最大功率的 30%、90%。如果设备制造商规定预热时间，应在预热结束后测量。
		连续激光器激光功率稳定性检测		除非供需双方另有约定，在所有光学元件（无粉末状态）后进行以下测量，以证明激光功率稳定性： a) 设备规定预热时间后的最大额定激光功率； b) 在激光器以最大额定激光功率至少保持 15 分钟后，在 2 分钟以内的最大额定激光功率。 两次测量之间的偏差不得超过±5%
		脉冲激光器检测	ISO 11146-2:2021	机器规定预热时间后的最大额定平均功率；最大额定平均功率保持在最大额定值不少于 2 min，平均功率测量时间最小为 30 min（30min 功率稳定性优于 3%）。
		激光光束质量	ISO 11146-2:2021	激光束的特性（光斑尺寸、轮廓和对称性）应在成形平面上用光束测试设备确定，测试时激光束应垂直于成形平面。
	电子束	束偏转特性	GB/T 10066.7-2009	<p>-偏转界限。电子束在样品上形成一个适当的可视图形之前，设置一个初步界限，用一个小的处理区域开始试验，在检查电子书偏转界限的有效性后，处理区域可逐步放大。</p> <p>-频率响应。利用电子束轰击一个样品形成可视的电子束图形（在两个方向偏转的情况下首选圆形）来检测最大偏转频率。以一个的偏转值开始（低于最大期望值的十分之一），然后增加频率，直到图形减小到其尺寸的一半。试验图形的尺寸应是最大偏转角的 10%，特殊规定除外。</p> <p>-偏转角的线性。利用电子束轰击样品形成可视的电子束图形（在两个方向偏转的情况下首选圆</p>

				形), 用比最大偏转频率低得多的频率绘制图形, 振幅在 5 到 10 等步幅内从最大偏转角的 10%增加到 100%。
		额定功率		通过阴极电流作为回路电流, 在加速电压源的冷端测量, 测量数据与加速电压的乘积。
		电子束参数		<p>—束功率。工件或收集器被绝缘放置在真空室内, 通过分路器, 用低阻抗导线与回路导线连接。由分路器的电阻与所测量的分路器整个电压降给束流, 束功率是这个电流与加速电压的乘积。</p> <p>—电子束束径</p> <p>1) 带有狭缝的收集器。电子束被扫描经由带有狭缝的收集器上画一个圆允许电子束流尺度测量在几个方向。</p> <p>2) 钻孔试验。利用电子束在一个放置在加工件位置的样品上进行钻孔试验。应保证加工件的温度不影响孔的尺寸。</p>
5	扫描精度	轨迹精度	GB/T 43233-2023	<p>确定轨迹精度的模式应包括总工作范围和扫描速度范围, 并用光学仪器进行测量。应检测以下内容:</p> <p>—闭合或互补轮廓处入口点与出口点的一致性;</p> <p>—改变方向时的轨迹精度(光学系统的惯性);</p> <p>—不同曝光形式之间的重叠区域(例如轮廓和体积曝光)。</p>
		激光束位置偏差		通过激光打标合适的几何图案, 并对图案进行测量, 确定相对于成形平面的激光束位置(场校正)的测量。除供需双方另有约定, 否则激光束位置与规定位置的 X-Y 偏差矢量不得超过 0.06mm。
		扫描速度		扫描速度的测量应在 x 和 y 以及 $(45 \pm 15)^\circ$ 方向进行, 可以通过在工作平台成形平面上的测试纸上进行扫描来确定扫描速度。
6	机械功能测试	成形平台移动精度	GB/T 43233-2023	成形平台移动的精度和再现性应在规定的移动范围内进行测定,

				例如通过千分表或玻璃标尺。为此，应逐步移动成形平台，其应符合目标粉末涂层厚度值或其倍数。应在至少五个成形平台高度（0%、25%、50%、75%、100%）处进行测量，每个平台高度应至少进行 5 次连续移动，卸载平台位于最高位置，在最低位置承受重量负载。重量负荷应与待加工材料（相对密度）和保持能力有关，至少为保持能力的 30%。公差应由设备供需双方商定。
		供粉平台移动精度		供粉平台运动的精度和再现性应在规定的运动范围内进行测定，例如通过千分表或玻璃秤。为此，平台的移动距离应与沉积一层或多层预期粉末层厚度所需的粉末量相对应。应在至少五个送料平台高度（0%、25%、50%、75%、100%）处进行测量，每个平台高度应至少进行 5 次连续移动，空载送料平台处于最高位置，在最低位置承受重量负载。应根据待加工材料（相对密度）和保持能力规定重量荷载。公差应由供需双方商定。
		铺粉运动装置		检查铺粉装置的运动是否均匀且可重复，检查应在使用粉末的情况下进行。
7	成形室性能控制	加热系统功能、性能、通用质量特性		按规定进行证明或验证
		成形室内气氛		使用适当的传感器和控制系统确保工作过程中保护气体的纯度符合要求。
8	成形性能测试	表面质量、内部质量、显微组织、几何尺寸精度、力学性能等	GB/T 35022	按国标规定进行证明或验证

附录 B

(资料性附录)

增材制造设备检测领域实验室在线审核实施要求

表 B.1 提供了增材制造设备检测领域实验室在线审核实施要求。

表 B.1 激光加工设备检测要求

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</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</p>	<p>—证书管理不善，导致证书失效或滥用</p> <p>—追溯信息</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</p>

	督：通过远程监控，进行定期或不定期的抽样检查。	据。 —实时抽样技术：结合工业数据管理系统，实现远程抽样。	不完整或不准确 —监督不到位	改证书信息。 —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。 —制定详细的监督计划，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 42021-2022 工业互联网 总体网络架构
- [2]GB/T 42127-2022 智能制造 工业数据 采集规范
- [3]GB/T 38868-2020 工业控制网络通用技术要求—有线网络
- [4]GB/T 27002-2011 合格评定 保密性 原则和要求
- [5]GB 26503-2011 快速成形机床 安全防护技术要求
- [6]GB 25493-2010 以激光为加工能量的快速成形机床 安全防护技术要求
- [7]GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件
- [8]GB 44703-2024 光辐射安全通用要求
- [9]GB/T 13863-2011 激光辐射功率和功率不稳定性测试方法
- [10]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
- [11]GB/T 17421.1-202 机床检验通则 第 1 部分: 在无负荷或准静态条件下机床的几何精度
- [12]JB/T 8356-2016 机床包装 技术条件
- [13]GB/T 39329-2020 增材制造 测试方法 标准测试件精度检验
- [14]GB/T 43233-2023 增材制造 系统性能和可靠性 航空航天用金属材料激光粉末床熔融设备验收试验
- [15]GB/T 35022 增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料
- [16]GB/T 37391-2019 可编程序控制器的成套控制设备规范
- [17]GB/T 26805-2011 工业控制计算机系统 软件
- [18]GB/T 26220-2010 工业自动化系统与集成 机床数值控制 数控系统通用技术条件
- [19]GB/T 10066.7-2009 电热装置的试验方法 第 7 部分: 具有电子枪的电热装置
- [20]ISO 11146-2:2021 Lasers and laser-related equipment Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios Part 2: General astigmatic beams