

推荐性国家标准

《激光清障仪技术规范》编制说明

（征求意见稿）

1 工作简况

1.1 任务来源

根据 2026 年 1 月 28 日《国家标准委员会关于下达 2026 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发【2026】10 号），由中国机械工业联合会提出、全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会（SAC/TC284）归口、全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会大功率激光器应用分技术委员会（SAC/TC284/SC2）执行，制定推荐性国家标准《激光清障仪技术规范》。本项目计划编号 20260330-T-604，主要起草单位：中国科学院空天信息创新研究院、武汉华工激光工程有限责任公司、南通斯派特激光科技有限公司、四川红岸基地智能科技有限公司、中国计量科学研究院、北京凯普林光电科技股份有限公司、飒铂智能科技（山东）有限公司、中国南方电网有限责任公司、江苏省电力试验研究院有限公司，项目周期为 18 个月。

1.2 制定背景

激光清障仪是一种利用激光束热效应实现非接触式清除障碍物的专用设备，典型的应用包括激光清除电网上妨碍高压电线的树枝等异物、激光清除火灾现场妨碍浓烟排出的彩钢板、激光清除马蜂窝等。激光清障仪通过激光瞄准和发射装置将激光聚焦在远处，人员采用手持控制终端在安全区域内对激光发射器进行操作，以实现激光对目标物的预期作用效果。

在电力、交通领域，激光清障仪可用于清除电网和道路上的风筝、遮阳网、塑料布、广告布、鸟巢等，切割高空树枝，消除线路安全隐患，确保电力线路的安全运行。在消防等领域，激光清障仪可以切割火灾现场的挡板，防止浓烟聚集产生爆炸。在应急救援领域，激光清障仪可以用于破拆、清除马蜂窝等。激光清障仪代替了传统的人工高空、高危作业，解决了人员攀登高压线、接近火灾现场

等造成人身安全且效率低的问题，以及恶劣天气接近现场执行任务难的问题，其安全性高、工作强度小、高效、精准、稳定性好、自动化与智能化程度高、绿色环保，对促进我国电力、交通、园林、消防等领域安全、高效开展工作具有重要意义。

目前，中国市场激光清障仪的业务不断突破，全国已有 100 余家企业涉足激光清障仪相关的研发、生产、检测、应用。主要生产企业包括南通斯派特激光科技有限公司、四川红岸基地智能科技有限公司、山东济钢空天产业发展有限公司、北京北创芯通科技有限公司等。在电力、铁路、应急救援、园林物业等领域的市场需求预计超过 10 万套。随着各个领域逐步实现自动化和智能化，激光清障仪替代传统人工操作已经成为主要趋势。

随着激光清障仪的应用越来越广泛，激光清障仪向作用距离越来越远、光斑到作用点功率密度越来越高、激光聚焦可调范围越来越大、体积重量小型化、激光安全防护越来越规范等方向发展。目前已有功率 1500W、可变焦范围覆盖 600m、具备激光安全防护功能的激光清障仪，已应用到电网、园林、应急救援清障中并获得良好的预期作用效果。

然而，由于激光清障仪没有国家标准，各生产厂家没有统一的产品设计、生产标准可依，导致激光清障仪的作用效果、激光安全防护良莠不齐，制约了产品的推广与应用。本标准的制定将填补国内外激光清障仪领域的标准空白，进一步促进激光清障仪服务于公共基础设施等领域。

1.3 主要参加单位及工作

2026 年 2 月 5 日 SAC/TC284 通过 SAC/TC284/SC2 向牵头单位中国科学院空天信息创新研究院发出了 SAC/TC284(委)4175 号“关于下达 2025 年 SAC/TC284 标准制修订计划的通知”。

2026 年 3 月 30 日中国科学院空天信息创新研究院制定了详细的标准修订工作时间计划，提交“SAC/TC284 标准编制组组成和标准编制时间计划”，明确了进度要求，落实了相关参与单位和人员的工作职责和任务。

中国科学院空天信息创新研究作为牵头起草单位，参加编制组的还包括武汉华工激光工程有限责任公司、中国合格评定国家认可中心、四川红岸基地智能科

技术有限公司、北京中安锐盾科技发展有限公司、武汉锐科光纤激光技术股份有限公司、南通斯派特激光科技有限公司、潍坊华光光电子有限公司、亮剑（洛阳）激光科技有限公司、深圳市星汉激光科技股份有限公司、广东电网有限责任公司东莞供电局、北京北创芯通科技有限公司、北京创鑫智造激光科技有限公司、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、杭州奇点感知技术有限公司、苏州纽芬奇机电科技有限公司、上海迪方电气科技有限公司、北京中泰极光科技有限公司、南京顺泰科技有限公司、许继电气股份有限公司、江苏国源激光智能装备制造有限公司、山东惠工电气股份有限公司、哈尔滨工业大学（深圳）、国网信息通信产业集团有限公司、浙江工业大学、中国计量科学研究院、华中科技大学、湖北省标准化与质量研究院、湖北省产品质量监督检验研究院、北京凯普林光电科技股份有限公司。起草单位及主要起草人承担任务见表1。

表1 起草单位及主要起草人承担工作

序号	姓名	单位名称	工作分工
1	廖利芬	中国科学院空天信息创新研究院	总体负责标准制定，统筹确定标准框架，承担本标准的主要起草工作
2	周小庄	武汉华工激光工程有限责任公司	确定编写原则和各阶段节点，与相关机构、专家沟通，编撰标准配套文档
3	陈晓芳	中国合格评定国家认可中心	进行国内外相关标准调研，对比分析现行标准，提供技术参考依据
4	陈国鑫	四川红岸基地智能科技有限公司	对重点内容进行校核完善，提供清障仪生产和应用方面的技术支持咨询
5	张启迪	北京中安锐盾科技发展有限公司	聚焦高能激光技术，参与各阶段文件的研讨，提供相关技术支持
6	闫大鹏	武汉锐科光纤激光技术股份有限公司	从光源研发角度对标准重点内容进行校核完善，提供相关技术支持
7	桑魏魏	南通斯派特激光科技有限公司	对标准的文本重点内容给出合理的意见建议
8	梁盼	潍坊华光光电子有限公司	参与各阶段文件的编制，提供相关技术支持
9	左竞	亮剑（洛阳）激光科技有限公司	对标准的文本重点内容给出合理的意见建议
10	周少丰	深圳市星汉激光科技股份有限公司	从半导体激光器应用角度提供相关技术支持
11	李婷	武汉华工激光工程有限责任公司	对标准草案提供技术支持，协调标准内容的一致性与适用性
12	蔡晓峰	广东电网有限责任公司东莞供电局	从电网应用端提供激光清障仪实际使用需求和技术要求
13	柯常军	中国科学院空天信息创新研究院	负责标准验证工作，从行业产品准入与技术迭代方面把关标准质量

序号	姓名	单位名称	工作分工
14	衣佳民	北京北创芯通科技有限公司	提供设备生产、使用及检测方面资料
15	张志强	北京创鑫智造激光科技有限公司	参与本标准文件修改，提供相关技术支持
16	秦金垒	国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司	从产业应用角度对标准的征求意见稿、送审稿重点内容进行校核完善
17	胡利炆	杭州奇点感知技术有限公司	提供激光感知与探测相关技术支持
18	顾云飞	苏州纽芬奇机电科技有限公司	从技术角度对标准的重点内容进行校核完善
19	文程	上海迪方电气科技有限公司	对标准文稿重点内容工作进行校核完善
20	张江涛	北京中泰极光科技有限公司	参与标准文件编制和修改，提供相关技术支持
21	李和平	南京顺泰科技有限公司	对标准文稿重点内容工作进行校核完善
22	雍明超	许继电气股份有限公司	参会并提出核心修改意见
23	陈正	江苏国源激光智能装备制造有限公司	提供激光装备制造相关技术支持
24	苏文斌	山东惠工电气股份有限公司	提供电气设备相关技术支持
25	于楠	哈尔滨工业大学(深圳)	从学术研究角度提供技术咨询
26	张叶峰	国网信息通信产业集团有限公司	从信息通信角度提供技术支持
27	姚建华	浙江工业大学	从技术角度对标准的重点内容进行校核完善
28	孙青	中国计量科学研究院	承担标准化测试工作
29	唐霞辉	华中科技大学	对标准的文本重点内容给出合理的意见建议
30	高家鸣	湖北省标准化与质量研究院	收集、分析国内外相关技术文献和资料
31	朱超	武汉锐科光纤激光技术股份有限公司	提供光纤激光器相关技术参数和测试方法的支持
32	沈志明	广东电网有限责任公司东莞供电局	研发及产业化角度，对标准重点内容进行完善
33	朱弘钊	国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司	从电力行业应用角度提供技术支持
34	付驰威	湖北省产品质量监督检验研究院	从产品质量检测角度提供技术支持
35	王粤	中国合格评定国家认可中心	提供标准文本校核，并给出意见修改完善
36	周健航	中国科学院空天信息创新研究院	参与标准文件编制和修改，提供相关技术支持
37	吴念	国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司	从产业应用角度对标准的点内容进行校核完善

序号	姓名	单位名称	工作分工
38	邹智洛	广东电网有限责任公司东莞供电局	对标准文稿重点内容工作进行校核完善
39	刘钊	北京创鑫制造激光科技有限公司	从技术角度对标准的重点内容进行校核完善
40	窦中山	许继电气股份有限公司	对标准的文本重点内容给出合理的意见建议
41	金东臣	北京凯普林光电科技股份有限公司	提供激光器相关技术支持

1.4 主要工作过程

1.4.1 草案工作阶段

项目计划下达后，编制组通过调查研究国内外相关标准、技术指南，并结合激光清障仪产品的实际应用需求，系统收集和整理了国内外有关标准及规范、文献等资料，拟定了本标准的编制思路与框架结构。在此基础上，编制组起草了《激光清障仪技术规范》国家标准草案（初稿）。

2026年4月23日，标准编制组在上海新国际博览中心会议室W3-M4召开了项目启动会暨首次研讨会，三十余位起草单位专家代表出席会议。本次会议系统介绍了项目的立项背景、编制意义及整体框架，梳理了四川红岸、锐科激光、南通斯派特、华光光电子、亮剑激光、东莞供电局、北创芯通、华科大、湖北省质检院等多家单位的反馈意见，详细说明了关于产品分类维度、激光功率稳定性测试方法、不同目标物（如漂浮物、树枝、玻璃幕墙）的切割时间指标、环境适应性试验条件等关键建议的反馈结果与处理情况，对《激光清障仪技术规范》国家标准草案（初稿）进行深入研讨，明确了下一步将重点完善产品基本构成图、性能指标、安全要求的逻辑关联性及文本打磨的核心工作方向。本次会议既是对激光清障行业技术实践的系统梳理，也是企业和行业提升技术话语权、抢占产业竞争制高点的关键举措，平衡了技术创新与实际应用需求，为标准草案的优化完善和标准后续的征求意见、审查及发布奠定坚实基础。

2026年5月至2026年6月，牵头单位空天院联合华工激光召开多次内部研讨会，根据首次研讨会会议要求，对标准的制定内容进行了分析、讨论，逐条核对《激光清障仪技术规范》国家标准草案（初稿），修改形成了《激光清障仪技术规范》国家标准工作组讨论稿。SAC/TC284/SC2秘书处于2026年7月4日向

编制组成员征集意见，四川红岸、锐科激光、北创芯通、创鑫智造激光、纽芬奇机电、迪方电气及湖北省质检院等多单位进行了意见反馈，最终形成《激光清障仪技术规范》国家标准征求意见稿（草案）。

2026年7月15日，标准编制组召开了线上与线下相结合的二次研讨会，对《激光清障仪技术规范》国家标准征求意见稿（草案）进行研讨。30余名与会专家聚焦产品适用范围、技术要求及试验方法等关键内容，结合行业实践经验展开深入交流。会议重点讨论了标准的适用范围（平均功率 $\leq 3\text{kW}$ 、有效作用距离 $\leq 600\text{m}$ ）、激光波长、激光功率、光斑尺寸、瞄准偏差、聚焦范围、云台运动性能等关键性能指标的确定依据，以及激光安全防护要求（作为4类激光产品的设备安全要求）和环境适应性要求等内容。会后，编制组根据研讨会专家意见对标准草案进行了修改完善，重点包括：将有效作用距离从原400m扩展至600m并增设(400,600]距离档位的光斑尺寸要求；将环境安全和人员安全要求移至资料性附录A《激光清障仪作业安全指南》；补充了二氧化碳激光清障仪光束质量要求的表述；完善了光斑尺寸试验方法中表2各距离档位的测试要求；优化了检验规则中出厂检验项目的界定等。

2026年8月6日，编制组完成了《激光清障仪技术规范》国家标准征求意见稿和编制说明的编制，提交SAC/TC284秘书处审核。

1.4.2 征求意见阶段

2 标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 标准编制原则

本文件的编制遵循以下原则：

（1）规范性原则：本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》给出的规则进行编制。

（2）协调性原则：本文件与国家相关政策法规保持一致，与GB/T 7247.1—2024《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》、GB 44703—2024《光辐射安全通用要求》、GB/T 10320—2011《激光设备和设施的电气安全》、GB/T 15175—2012《固体激光器主要参数测量方法》等现行有效的国家标准保持

协调一致。在激光安全要求方面以 GB/T 7247.1 和 GB 44703 为基础，针对激光清障仪作为 4 类激光产品的特点，细化了设备自身的安全设计要求。

(3) 科学性原则：本文件的技术指标和试验方法基于各激光清障仪生产企业的长期生产实践和实际检测数据总结得出，参数归纳具有科学性，既能满足用户使用需求，又能为技术发展留出空间。

(4) 可操作性原则：本文件的试验方法参照 GB/T 2423《电工电子产品环境试验》、GB/T 15175—2012《固体激光器主要参数测量方法》等标准的规定执行，并进行细化和整理优化。试验所需设备为通用设备，操作方法简单，条理清晰，便于生产企业和检测机构理解和执行。

2.2 标准主要内容

本文件规定了激光清障仪的分类方式、技术要求及试验方法，明确了检验规则及产品包装、运输等要求。主要技术内容包括：

(1) 产品分类及组成：按是否具备调焦功能分为固定焦距清障仪和可变焦距清障仪；按结构形式分为连体式清障仪和分体式清障仪；按光源类型分为光纤激光清障仪和二氧化碳激光清障仪。明确了激光清障仪由激光器主机、发射头、供电模块、云台、支撑架（适用时）、控制模块、安全保护模块等组成。

(2) 技术要求：

①基本要求：包括外观要求和使用功能要求。激光清障仪应至少具有切割、熔化、气化等清除功能。

②性能要求：包括激光波长（光纤激光清障仪与标称波长偏差 $<10\text{nm}$ ，二氧化碳激光清障仪与标称波长偏差 $<0.1\mu\text{m}$ ）、激光功率（标称功率与实际输出功率偏差 $<10\%$ ）、激光功率不稳定性（ $<5\%$ ）、光束质量（光纤激光清障仪 $M^2\leq 1.3$ ，二氧化碳激光清障仪光束质量 M^2 应 ≤ 1.2 ）、光斑尺寸（x 方向和 y 方向光斑尺寸比值 ≤ 1.3 ，在不同作用距离下符合表 2 规定）、瞄准偏差（ ≤ 20 角秒）、聚焦范围（覆盖制造商声明的有效作用距离）、云台旋转角度（水平 $-120^\circ\sim+120^\circ$ ，垂直 $-45^\circ\sim+60^\circ$ ）、云台步进角度（ $\leq 0.01^\circ$ ）、云台瞄准时间（ $\leq 10\text{s}$ ）。

③激光安全防护要求：激光清障仪应为 4 类激光产品。对设备安全的要求包括急停与联锁、出光告警、告警信号可视性、电气安全（符合 GB/T 10320—2011）、

核心器件连接校验、倾倒防护、限位保护、模块安全、复位功能等。标识应符合 GB 44703—2024 和 GB/T 7247.1—2024 的规定。

④环境适应性要求：工作温度-10℃~+40℃，贮存温度-20℃~+55℃，经恒定湿热、温度冲击、振动（模拟运输）试验后能正常工作，外壳防护等级不低于 IP X2。

⑤供电要求：供电方式为 AC 220V 或移动电源，满功率状态下连续工作 30min 以上激光功率保持在标称最大功率 70%以上。

（3）试验方法：针对第 5 章的各项技术要求逐项给出了试验方法，包括外观检查、使用功能检查、激光波长、激光功率、激光功率不稳定性、光束质量、光斑尺寸、瞄准偏差、聚焦范围、云台旋转角度、云台步进角度、云台瞄准时间、分类规则检查、设备安全检查、标识检查、环境适应性试验和供电要求检查等。

（4）检验规则：规定了型式检验和出厂检验的分类、检验条件、检验项目及判定规则。

（5）标志、包装、存储与运输：规定了清障仪标志、包装箱标志、随机文件、包装要求、标配件、选配件、贮存和运输要求。

（6）附录 A（资料性）激光清障仪作业安全指南：给出了激光清障仪在作业过程中涉及环境安全和人员安全管理的推荐性指南，包括概述、环境安全（作业区域管控、光路安全控制、消防措施、烟雾防护、作业环境条件）、人员安全（双人操作制、权限管理、目标区域人员识别、人员防护装备、远程操控与定位）和安全检查等内容。

2.3 标准主要内容确定的依据

本文件规定的技术要求来源于各生产企业长期的实际生产经验、归纳提取的相关指标记录和相关国家标准。主要依据包括：

（1）激光波长、激光功率、激光功率不稳定性、光束质量等激光器参数依据 GB/T 15175—2012《固体激光器主要参数测量方法》；

（2）激光安全防护要求依据 GB/T 7247.1—2024《激光产品的安全 第 1 部分：设备分类和要求》和 GB 44703—2024《光辐射安全通用要求》；

（3）电气安全要求依据 GB/T 10320—2011《激光设备和设施的电气安全》；

(4) 环境适应性试验方法依据 GB/T 2423.1—2008、GB/T 2423.2—2008、GB/T 2423.3—2016、GB/T 2423.10—2019、GB/T 2423.22—2012、GB/T 4798.2-2021;

(5) 外壳防护依据 GB/T 4208—2017;

(6) 包装依据 GB/T 13384—2008。

光斑尺寸在不同距离下的限值的确定，基于对目前市场上主流激光清障仪产品的实际检测数据的统计分析。光纤激光清障仪在 $\leq 10\text{m}$ 距离光斑尺寸 $\leq 3\text{mm}$ ，(10, 50]距离 $\leq 5\text{mm}$ ，(50, 100]距离 $\leq 10\text{mm}$ ，(100, 200]距离 $\leq 15\text{mm}$ ，(200, 400]距离 $\leq 18\text{mm}$ ，(400, 600]距离 $\leq 20\text{mm}$ ；二氧化碳激光清障仪在 $\leq 10\text{m}$ 距离光斑尺寸 $\leq 8\text{mm}$ ，(10, 50]距离 $\leq 15\text{mm}$ ，(50, 100]距离 $\leq 30\text{mm}$ ，(100, 200]距离 $\leq 40\text{mm}$ ，(200, 400]距离和(400, 600]距离不适用。瞄准偏差 ≤ 20 角秒、云台步进角度 $\leq 0.01^\circ$ 、云台瞄准时间 $\leq 10\text{s}$ 等指标的确定，综合考虑了当前行业技术水平和用户对精确定位和快速响应的实际需求。

3 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 主要试验（或验证）情况分析、综述报告

本标准在编制过程中，以中国科学院空天信息创新研究院检验中心（国家激光器件质量检验检测中心）多年积累的激光清障仪产品检测数据为基础。该中心是我国唯一的国家级激光器件质检中心，具备出具权威性国际互认 CNAS、中国计量 CMA 的第三方检测报告的能力。2020 年至 2025 年，该中心已出具激光清障仪相关产品的检测报告 100 余份，覆盖了激光波长、功率、光斑尺寸、瞄准精度、安全防护等主要技术参数。此外参考了各起草单位提供研发、生产过程中的长期实测数据和相关的国家标准、行业标准，确定的激光清障仪的参数指标主要有外观要求、使用功能要求、激光波长、激光功率、激光功率不稳定性、光束质量、光斑尺寸、瞄准偏差、聚焦范围、云台旋转角度、云台步进角度、云台瞄准时间、激光安全防护要求、环境适应性要求、供电要求等。

(1) 激光波长验证：按照 GB/T 15175—2012 第 5.1 条规定的方法，在室内环境下对光纤激光清障仪（标称波长 1080nm）和二氧化碳激光清障仪（标称波长

10.6 μm)的激光波长分别进行了测试。对多台不同批次的光纤激光清障仪产品进行测试,实测波长与标称波长的偏差均小于 10nm;对二氧化碳激光清障仪产品进行测试,实测波长与标称波长的偏差均小于 0.1 μm 。验证结果表明,本标准规定的波长偏差限值具备充分的实测数据支持。

(2) 激光功率与功率不稳定性验证:按照 GB/T 15175—2012 第 5.2 条和第 5.10.2 条规定的方法,在室内环境下对多台不同功率等级(300W、500W、1000W、1500W)的激光清障仪进行了激光功率和功率不稳定性测试。在标称最大功率下连续运行,实测标称功率与实际输出功率偏差均小于 10%;在 8 小时连续运行条件下,激光功率不稳定性均小于 5%。验证结果表明,本标准规定的功率偏差和功率不稳定性限值具有充分的实测依据。

(3) 光斑尺寸验证:按照 6.2.5 规定的方法,使用游标卡尺(分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$)和测距仪,在 $\leq 10\text{m}$ 、(10, 50]、(50, 100]、(100, 200]、(200, 400]、(400, 600]等距离档位,对光纤激光清障仪的光斑尺寸进行了系统测试。测试结果显示,能满足在 $\leq 10\text{m}$ 距离光斑尺寸 $\leq 3\text{mm}$, (10, 50]距离 $\leq 5\text{mm}$, (50, 100]距离 $\leq 10\text{mm}$, (100, 200]距离 $\leq 15\text{mm}$, (200, 400]距离 $\leq 18\text{mm}$, (400, 600]距离 $\leq 20\text{mm}$ 。上述数据与目前市场上主流激光清障仪产品的实际性能一致。在 x 方向和 y 方向的光斑尺寸比值测试中,所有受测产品的比值均 ≤ 1.3 。二氧化碳激光清障仪的光斑尺寸验证结果亦符合表 2 规定。验证结果表明,本标准表 2 中不同距离下光斑尺寸的分级要求科学合理。

(4) 瞄准偏差验证:按照 6.2.6 规定的方法,在室外测试环境(风力 ≤ 3 级、人眼可视静态目标)下,对多台激光清障仪的瞄准偏差进行了测试。使用游标卡尺测量烧蚀光斑几何中心与瞄准十字准心对应点之间的线性偏差,按公式 $\theta = \arctan(d/L) \times 0.206 \times 10^6$ 计算瞄准偏差。测试结果表明,所有受测产品的瞄准偏差均小于 20 角秒。部分高端产品在 10m~200m 距离范围内,其瞄准系统可实现激光辐照点中心与十字准心精准无偏差。

(5) 聚焦范围验证:按照 6.2.7 规定的方法,从最小可调距离至最大可调距离,选取最小、中间、最大三个测试点进行聚焦范围验证。在每个测试点按 6.2.5 的方法测量光斑尺寸,确认其符合制造商声明的聚焦状态。测试结果表明,可变焦距类清障仪的聚焦范围可有效覆盖制造商声明的有效作用距离,目前已有产品

可实现 1m~200m 范围内动态聚焦调节。

(6) 云台性能验证：按照 6.2.8、6.2.9、6.2.10 规定的方法，分别使用角度尺、带毫米刻度的钢直尺和秒表，对云台旋转角度、云台步进角度和云台瞄准时间进行了测试。测试结果表明，水平旋转角度范围覆盖 $-120^{\circ}\sim+120^{\circ}$ ，垂直旋转角度范围覆盖 $-45^{\circ}\sim+60^{\circ}$ ；云台步进角度 $\leq 0.01^{\circ}$ ；云台瞄准时间 $\leq 10\text{s}$ 。验证结果表明，本标准规定的云台性能指标与当前行业技术水平相适应。

(7) 激光安全防护验证：按照 6.3.2 规定的方法，通过模拟操作、功能验证和目视检查等方式，对急停与联锁、出光告警、告警信号可视性、电气安全、核心器件连接校验、倾倒防护、限位保护、模块安全、复位功能等设备安全要求逐项进行了验证。测试结果表明，各受测产品的安全设计均能满足本标准规定的设备自身安全要求。电气安全方面，按照 GB/T 10320—2011 的规定进行验证，设备具备过压、欠压、过流、过温等保护功能。

(8) 环境适应性验证：按照 6.4.1~6.4.5 规定的方法，对激光清障仪的工作温度($-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$)、贮存温度($-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$)、恒定湿热($40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $93\%\pm 3\%\text{RH}$ 、48h)、温度冲击($-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、5 次循环)和振动(模拟运输，2M4 等级)进行了试验验证。所有受测产品在试验后均能正常工作，未产生结构和性能上的损坏。外壳防护等级验证按照 GB/T 4208—2017 中第 13 章和第 14 章规定的方法进行，受测产品均满足 IP X2 及以上要求。

具体指标验证情况详见附录 1。通过验证，本文件整体结构合理，规定的性能指标体系与激光清障仪制造及应用需求高度适配，技术要素覆盖全面，具有明确可操作性，能够有效指导激光清障仪的设计、制造、检验及应用，达到预期标准制定目的。

3.2 技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

(1) 技术经济论证

本文件在技术上 GB/T 7247.1—2024《激光产品的安全 第 1 部分：设备分类和要求》、GB 44703—2024《光辐射安全通用要求》、GB/T 10320—2011《激光设备和设施的电气安全》、GB/T 15175—2012《固体激光器主要参数测量方法》等现行有效的国家标准为基础，试验方法参照 GB/T 2423《电工电子产品环境试

验》等标准的规定执行。上述标准均为行业广泛采用、技术成熟的国家标准，试验所需设备为通用设备，操作方法简单，条理清晰。起草单位涵盖设备制造商、检测机构和应用单位，形成了完整的“研发—制造—检测—应用”产业链条。目前全国已有 100 余家企业涉足激光清障仪相关业务，激光功率从最初的 100W 发展到 1500W，可变焦范围覆盖 600m 的产品已投入实际应用，拥有较为成熟的产业生态，技术条件已具备规模化和标准化的基础。本文件的技术要求与现有生产工艺和检测能力相匹配，企业无需为满足新标准而短期内投入大量的设备改造和测试认证成本。

从企业端看，本标准统一了激光清障仪产品的技术要求和试验方法，生产企业无需针对不同用户制定差异化的企业标准或技术协议，降低了产品设计、生产和检测的复杂度，降低单台产品的检测成本和制造成本。从用户端看，激光清障仪的应用方可依据本标准进行产品选型和验收，为招投标提供统一的技术依据，降低重复测试和沟通、交易成本。从运维端看，激光清障仪单次作业成本仅为传统吊车作业的五分之一，可节省 80%的清障作业时间和 70%的人力成本，某省级电网应用后年均减少停电时长超 1200 小时、节约运维成本超 300 万元。

（2）预期的经济效益

激光清障仪的应用可大幅压缩单次清障作业的时间和人力投入。单处隐患处置时长从传统方式的数小时压缩至十余分钟；单次作业人力、物力投入减少七成以上，作业效率提升 4 倍左右。在电力线路清障场景中，传统作业至少需要停电两小时，而采用激光清障仪从设备架设到隐患彻底消除仅需 8 分钟，用户侧全程“零感知”。本标准的实施将进一步规范市场秩序，降低行业准入门槛的模糊性，促进产业健康有序发展，带动光纤激光器、光学元器件、精密机械部件等上游产业链的协同发展，形成新的经济增长点。

（3）预期的社会效益

激光清障仪采用非接触式作业方式，操作人员无需攀爬杆塔或接近带电体，通过地面远程操控即可完成清障，彻底改变了传统人工登塔存在高空坠落风险和触电风险的作业模式，从根本上杜绝了上述安全隐患，实现了异物清理“零登高、零触网”；可实现“即发现即清除”，大幅缩短异物处置时间，云浮供电局应用后惠及沿线 20 万居民，动车组延误率下降 60%。本标准的制定填补了国内外激

光清障仪领域的标准空白，为行业监管和国际贸易提供了技术基础，并在火灾、地质灾害等应急救援场景中展现出独特优势。

（4）预期的生态效益

激光清障仪利用激光束热效应实现非接触式清除，无需使用化学药剂。相较于传统清障方式中可能使用的化学除草剂、溶剂等化学物质，激光清障完全避免了化学物质对土壤、水体和大气环境的污染。激光清障作业无需机械砍伐或大型车辆进场，可精确控制切割的位置和深度，避免误伤健康的树干。激光清障可在不伤害鸟类、不破坏生态环境的前提下，快速彻底消除线路隐患。激光清障仪无需停电作业，避免了传统清障方式中因线路停电导致的临时发电产生的碳排放。设备本身采用电力驱动，运行过程中不产生直接排放，符合国家“双碳”战略要求；作业后目标物分解为微小颗粒或气体，无固体废弃物残留，无需对残留物进行额外处理，减少了二次污染。

4 与国际、国外同类标准计算内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

目前国际上尚无专门针对激光清障仪的产品标准。与本标准相关的国际标准主要包括 IEEE 标准《电网异物激光远程清除装置技术规范》，该标准仅涉及波长、功率密度、瞄准指示等有限参数，在技术要求上远不能满足激光清障仪聚焦范围、光斑尺寸、瞄准偏差、云台运动性能等关键参数的检测要求，在安全防护方面也仅部分包含 4 类激光产品的安全要求，缺少云台定位范围、精度等参数的规定。本文件在激光安全要求方面与 IEC 60825-1《激光产品的安全》和 GB/T 7247.1 保持一致，在激光参数测量方面参考了 ISO 11145《光学和光子学 激光和激光相关设备 词汇和符号》和 ISO 11553《机械安全 激光加工机》等国际标准的相关要求。本文件为国内先进水平。

5 以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本文件未采用国际标准，主要原因在于目前国际上尚无专门针对激光清障仪的产品标准。与本标准相关的 IEEE 标准《电网异物激光远程清除装置技术规范》

在技术内容覆盖面上与本文件的适用范围存在较大差异，仅涉及波长、功率密度、瞄准指示等有限参数，无法覆盖激光清障仪产品的聚焦范围、光斑尺寸、瞄准偏差、云台运动性能等关键性能指标，在安全防护方面也仅部分包含 4 类激光产品的安全要求。本文件在激光安全要求方面合规引用了 IEC 60825-1《激光产品的安全》的国内等同采用标准 GB/T 7247.1—2024，符合我国标准引用国际标准的规范要求。

6 与有关法律法规、行政法规及相关标准的关系

本文件与现行相关法律、法规、规章及强制性国家标准 GB 44703—2024《光辐射安全通用要求》协调一致，无抵触。本文件属于光辐射安全和激光设备标准体系中“01 光辐射安全和激光设备”大类中“0104 激光设备和应用”小类的产品标准，体系编号 0428401040004002。本文件与 GB/T 7247.1—2024、GB 44703—2024、GB/T 10320—2011、GB/T 15175—2012 等现行有效的国家标准协调一致，环境适应性试验方法与 GB/T 2423 系列标准保持一致，包装要求与 GB/T 13384—2008 协调一致。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

本文件未产生重大分歧意见。

8 涉及专利的说明

本文件未涉及知识产权问题。

9 文件是否涉及版权风险

本文件不涉及版权风险。

10 实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等实施建议

本文件为推荐性国家标准，建议自发布之日起 3 个月实施。

由国家标准化管理委员会和全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会组织在全国范围内推广实施。标准正式实施后，全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会通过会议进行宣贯，利用标委会网站和微信公众号等方式发布宣贯通知。

11 其他应予以说明的事项

无。

国家标准《激光清障仪技术规范》编制组

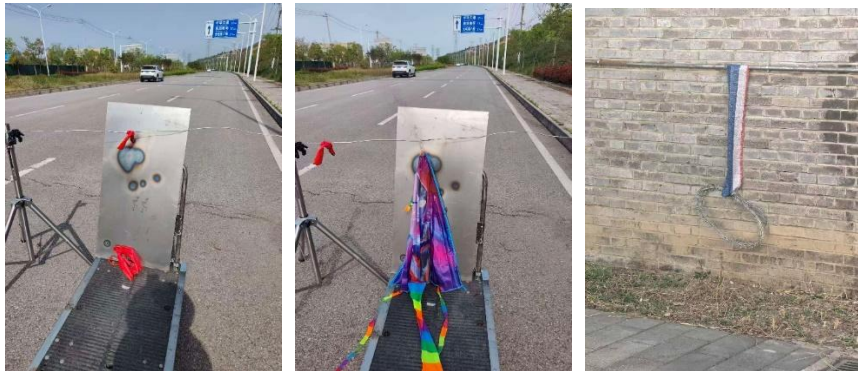
2026年8月6日

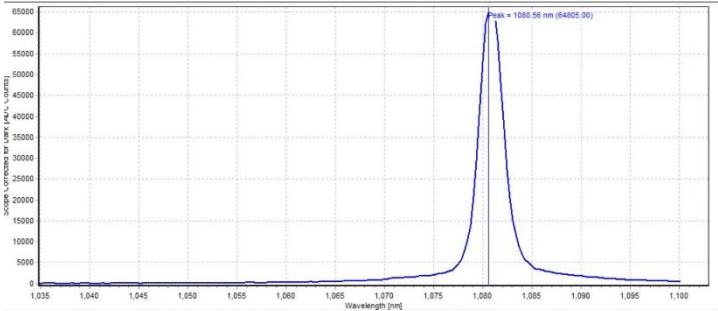
附录 1

主要指标的测试和验证情况的验证分析报告

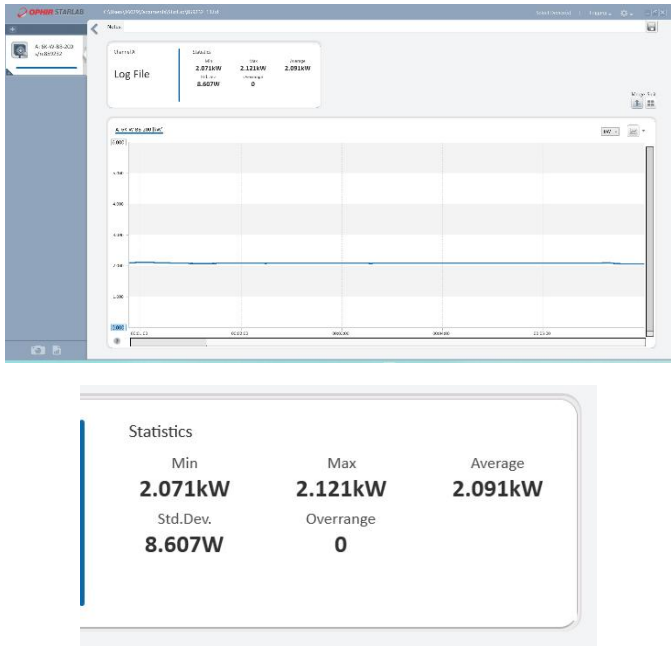
表 F.1 测试仪器、测试原理及方法、测试过程及结果和测试结论

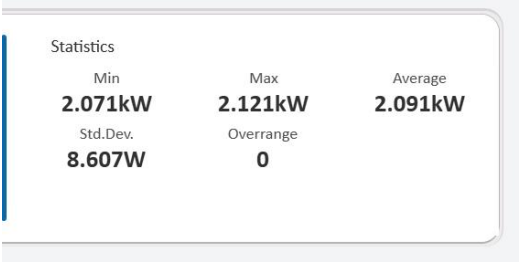
序号	1
测试项目	外观
测试仪器	目测
测试原理及方法	人眼观察激光清障仪的外观
测试结果	a) 激光器主机、发射头、供电模块、云台、支撑架、控制模块、安全保护模块外表光洁、平整，无凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷； b) 各零部件正确安装，牢固可靠，操作部分动作顺畅、无卡滞； c) 输出窗口玻璃无破损、无污染； d) 标志、铭牌、文字及符号清晰、耐久
结论	外观满足指标要求

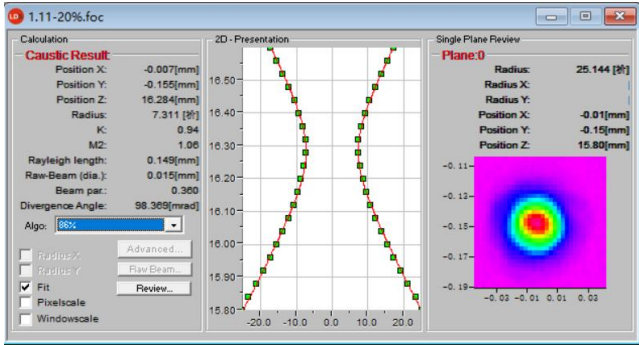
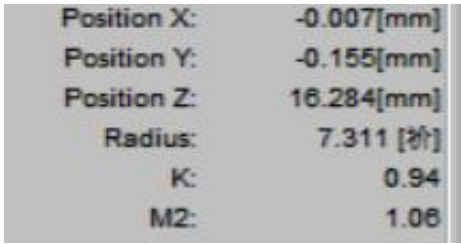
序号	2
测试项目	功能
测试仪器	目测
测试原理及方法	在户外观察激光清障仪能清楚的目标物类型。
测试结果	激光清障仪具有切割广告布、风筝、遮阳网的功能：  激光清障仪具有切割熔化钢板的功能： 
结论	功能要求满足指标要求

序号	3
测试项目	激光波长
测试仪器	光谱仪（AvaSpec-ULS3648-USB2）
测试原理及方法	激光清障仪漫反射的激光进入光谱仪，光谱仪测量波长。
测试结果	$\lambda=1080.56\text{nm}$  
结论	激光清障仪为光纤激光器类别，标称波长 1080nm，实际波长 1080.56nm，波长满足指标

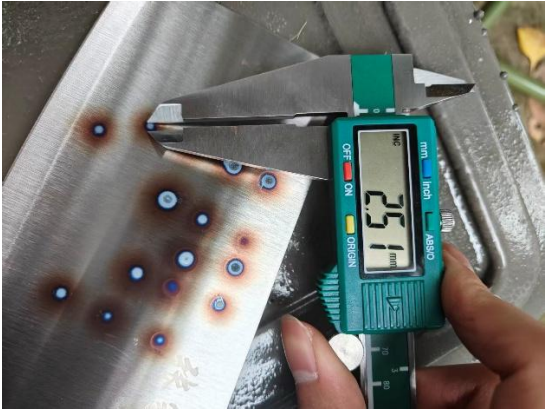
序号	4
测试项目	激光功率
测试仪器	激光功率计（15K-W-BB-45）
测试原理及方法	激光全部进入功率计探测面，用激光功率计测量激光功率
测试结果	测试结果 1:   $P=1.077\text{kW}$ 测试结果 2:

	 P=2.091kW
结论	结论 1: 激光清障仪标称功率 1kW, 实际功率 1.077 kW, 满足指标要求 结论 2: 激光清障仪标称功率 2kW, 实际功率 2.091 kW, 满足指标要求

序号	5
测试项目	激光功率不稳定性
测试仪器	激光功率计 (15K-W-BB-45)
测试原理及方法	激光全部进入功率计探测面, 用激光功率计测量激光功率。测量一段时间, 计算稳定性, 本次试验测量了 5 分钟
测试结果	 $\delta_{P_{\sigma}} = \frac{k P_{\sigma}}{P_{avg}} \times 100\% = 0.3\% \quad (k = 1)$ 其中 $\delta_{P_{\sigma}}$: 输出功率不稳定性标准差, k: 标准差的系数, P_{σ}: 功率标准差(8.607W), P_{avg}: 输出功率平均值(2.091 kW)
结论	功率不稳定性 0.3%, 满足指标要求

序号	6
测试项目	光束质量
测试仪器	激光光束分析仪（HP-MSM-HB）
测试原理及方法	激光清障仪是光纤激光器类型，激光清障仪的发射头处取下准直器件，QBH 输出，测量 QBH 输出的光束质量，激光器垂直向下出光，焦点在微细光斑分析仪上，Algo 设置为 86%，测量激光器的光束质量
测试结果	 测试现场   $M^2=1.06$
结论	$M^2=1.06$ ，满足指标要求

序号	7
测试项目	光斑尺寸
测试仪器	数显式游标卡尺 (91513)
测试原理及方法	用游标卡尺量光斑在 x 方向（最大尺寸）和 y 方向（垂直于最大尺寸）

	的尺寸
测试结果	结果 1: 激光作用在距离被测样品 50m 远处钢板上的光斑大小: 1.26mm、1.51mm、1.38mm, 平均值 1.38mm。圆形光斑。  50m 处光斑大小某次测量结果 结果 2: 100m 处光斑大小: 1.58mm、2.47mm、1.96mm, 平均值 2.00mm。圆形光斑。  100m 处光斑大小某次测量结果 结果 3: 200m 处光斑大小: 2.63mm、2.51mm、2.81mm, 平均值 2.65mm。圆形光斑。  被测样品 200m 处光斑大小某次测量结果 结果 4: 测量激光作用在距离被测样品 600.688m 远处木板上的光斑大小: 8.0mm、7.5mm、7.4mm, 平均值 7.6mm。圆形光斑。

	 被测样品光斑大小某次测量结果
结论	50m 处光斑大小： 1.38mm，圆形光斑 100m 处光斑大小： 2.00mm，圆形光斑 200m 处光斑大小： 2.65mm，圆形光斑 600m 处光斑大小： 7.6mm，圆形光斑 满足指标要求

序号	8
测试项目	瞄准偏差
测试仪器	数显式游标卡尺（91513） RTK（X11）
测试原理及方法	a) 测量目标物与激光清障仪的距离。 b) 测量烧蚀光斑几何中心与瞄准十字准心对应点之间的线性偏差 d (mm)。 c) 按公式按公式计算瞄准偏差 (单位") $\theta = \arctan(d / L) \times 0.206 \times 10^6$
测试结果	白天 50 米：瞄准偏差 $d_1=0.39\text{mm}$ ， $\theta=1.6''$  白天 100 米：瞄准偏差 $d_2=0.75\text{mm}$ ， $\theta=1.5''$



白天 150 米：瞄准偏差 $d_3=0.98\text{ mm}$, $\theta=1.3''$



白天 200 米：瞄准偏差 $d_4=1.18\text{ mm}$, $\theta=1.2''$



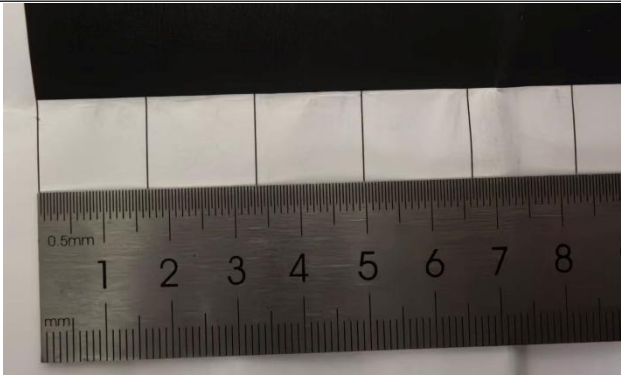
夜间 50 米：瞄准偏差 $d_5=0.44\text{ mm}$, $\theta=1.8''$

	 夜间 100 米：瞄准偏差 $d_6=1.44\text{mm}$，$\theta=3.0''$ 
结论	白天 50m 距离：瞄准偏差 $d_1=0.39\text{mm}$ 。 $\theta=1.6''$ 白天 100m 距离：瞄准偏差 $d_2=0.75\text{mm}$ 。 $\theta=1.5''$ 白天 150m 距离：瞄准偏差 $d_3=0.98\text{mm}$ 。 $\theta=1.3''$ 白天 200m 距离：瞄准偏差 $d_4=1.18\text{mm}$ 。 $\theta=1.2''$ 夜间 50m 距离：瞄准偏差 $d_5=0.44\text{mm}$ 。 $\theta=1.8''$ 夜间 100m 距离：瞄准偏差 $d_6=1.44\text{mm}$ 。 $\theta=3.0''$ 符合 20 角秒以内的要求

序号	9
测试项目	聚焦范围
测试仪器	RTK (X11)
测试原理及方法	在供应商声明的有效作用距离内，测量焦点光斑大小。
测试结果	50m 处光斑大小： 1.38mm，圆形光斑。 100m 处光斑大小： 2.00mm，圆形光斑。 200m 处光斑大小： 2.65mm，圆形光斑。 600m 处光斑大小： 7.6mm，圆形光斑
结论	供应商声明的有效作用距离：200m。供应商声明的光斑大小：50 米处光斑直径 $\leq 5\text{mm}$ ，100 米处光斑直径 $\leq 10\text{mm}$ ，200 米处光斑直径 $\leq 15\text{mm}$ 。 满足供应商声明的光斑大小的要求。且满足标准表 2 的要求

序号	10
测试项目	云台旋转角度
测试仪器	角度尺
测试原理及方法	控制云台向水平正、负方向旋转，分别测量其最大旋转角度，记录实际范围。 控制云台向垂直正、负方向旋转，分别测量其最大旋转角度，记录实际范围
测试结果	水平转动角度：-180°~180° 垂直转动角度：-90°~90°  被测样品云台水平转动-180°和 180°位置  被测样品云台垂直转动-90°和 90°位置
结论	水平旋转角度范围覆盖了-120°~+120°，垂直旋转角度范围覆盖了-45°~+60°，符合要求

序号	11
测试项目	云台步进角度
测试仪器	数显式游标卡尺（91513） RTK（X11）
测试原理及方法	a) 在距离云台旋转中心水平距离 10 m 处，放置钢直尺。 b) 控制云台使瞄准点从 0 刻度移动至 2 mm 刻度处。重复进行 3 次。 c) 垂直方向按相同方法测试。 d) 记录瞄准点准确到达目标刻度的步进次数 N，记算云台的最小可控角度。 $\theta = 0.01^\circ / N$
测试结果	0.0004°
结论	符合要求

序号	12
测试项目	云台瞄准时间
测试仪器	秒表
测试原理及方法	a) 在 10m 处放置两个直径为 10mm 的靶标点，两点中心间直线距离 50cm。 b) 在接收到目标坐标指令后，云台从静止状态启动，到瞄准点稳定停留在目标点（误差小于一个光斑半径），控制云台瞄准点从 A 点移动至 B 点，并达到锁定状态。 c) 使用秒表记录整个过程所需时间。
测试结果	 点击十字光标，在 1s 内瞄准目标。
结论	1s，符合要求

序号	13
测试项目	激光安全分类
测试仪器	激光功率计

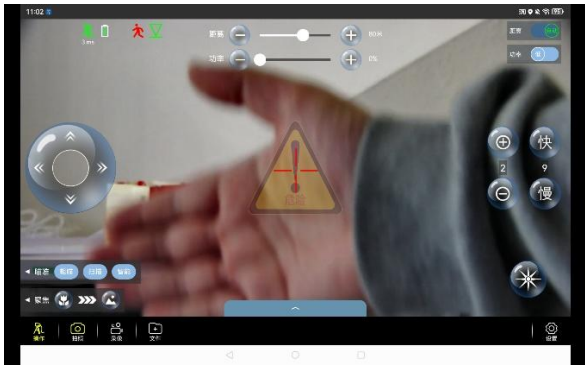
	(6K-W-BB-200×200)
测试原理及方法	检查功率>0.5W，即为 4 类激光。
测试结果	4 类激光
结论	符合要求

序号	14
测试项目	激光安全对设备安全的要求
测试仪器	人眼观察
测试原理及方法	清障仪的安全设计应满足以下设备自身安全要求： a) 急停与联锁：主机和手持控制终端上均应设置显著、易操作的紧急停止按钮。设备应配备钥匙开关或等同功能的授权装置。 b) 出光告警：在准备出光时，设备应有指示灯闪烁，并发出警告声音，且操作及附近人员清晰可听可视；确认出光后，设备发射激光时，应有连续的可听或可视信号告警。且激光告警信号应具备夜间可视性。 c) 告警信号可视性：告警指示灯在透过激光防护眼镜观察时仍应清晰可见。 d) 电气安全：应符合 GB/T 10320-2011 的规定，具备过压、欠压、过流、过温等保护功能。 e) 激光器主机、激光发射头、发射头观瞄系统三个激光发射相关核心器件间设置连接校验，若出现三者间任意两者的断连应立即停止出光。 f) 倾倒防护：设备（尤其是分体式发射头及云台）应具备倾倒检测功能，发生超出安全范围的倾斜或倾倒时，应自动切断激光输出并发出声光报警。 g) 限位保护：云台旋转轴应具备机械限位保护。 h) 模块安全：分体式设备应具备连接状态确认。接口应有防尘、防异物装置。出光过程中连接异常断开时，应自动切断激光输出。 i) 复位功能：因安全联锁导致激光关闭后，应经人工手动复位，激光才能再次启动。
测试结果	1) 钥匙控制器 具备钥匙控制器，设备主机开启需要转动钥匙开关，当钥匙旋转至“关”的位置时，钥匙可拔出，作业人员接触不到激光，避免事故发生。 2) 手动急停按钮 设备具备手动急停按钮功能模块，确保当作业现场发生突发情况下，人员可手动切断激光，避免事故发生



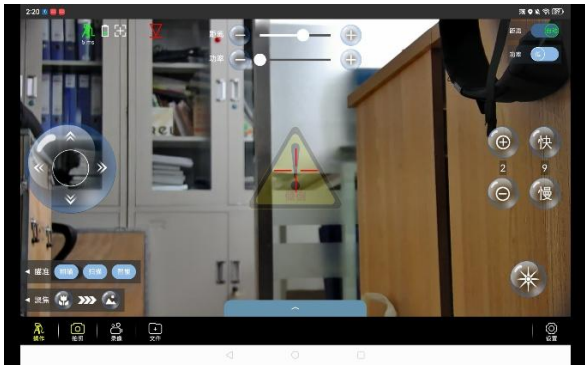
钥匙控制器和急停面板图示

3) 样品具备异物入侵报警
 操作人员靠近样品工作感应边界时，在平板电脑接触屏上出现入侵警告标识，输出激光自动关闭。



异物入侵报警图示

4) 样品具有倾倒报警
 当样品瞬间出现倾倒时，在平板电脑触摸屏上出现倾倒警告标识，输出激光自动关断。



倾倒报警图示

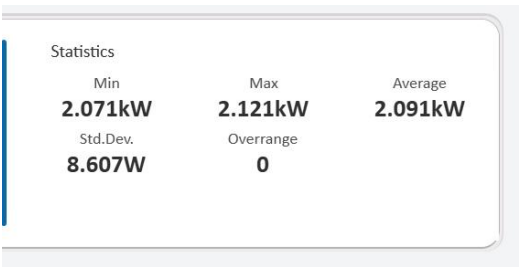
- 5) 具有出光告警指示灯。
- 6) 有电气安全保护功能。
- 7) 激光器主机、激光发射头、发射头观瞄系统三个激光发射相关核心器件间有连接校验。
- 8) 一体式。

结论	符合 a) b) c) d) e) f) h) 条款
----	----------------------------

序号	15
测试项目	激光安全对标识的要求
测试仪器	人眼观察
测试原理及方法	激光清障仪的标识应符合GB 44703-2024和GB/T 7247.1-2024的规定，应包含4类激光产品的警告标记、危险符号、说明标记（含激光类别、标准名称、最大输出功率、波长等）、窗口标记、挡板标记等。
测试结果	1) 激光辐射发射警告 配备了辐射告警装置，对于在操作控制器或样品工作区附近的人员，警告装置清楚可见。  警告装置图示
结论	有相关标识

序号	16
测试项目	环境适应性要求
测试仪器	激光功率计（6K-W-BB-200×200）
测试原理及方法	a) 低温工作：按照 GB/T 2423.1-2008“试验 Ad”进行。将通电待机状态的清障仪放入低温箱，以$\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$的速度降温至$-10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$，保温 2h。在试验箱内按 6.2.2 测量激光功率，并检查基本功能。 b) 低温贮存：按照 GB/T 2423.1-2008“试验 Ab”进行。将非工作状态的清障仪放入低温箱，以$\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$的速度降温至$-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$，保温 48h。恢复至常温后，检查基本功能和激光功率。 c) 高温工作：按照 GB/T 2423.2-2008“试验 Bd”进行。将通电待机状态的清障仪放入高温箱，以$\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$的速度升温至$+40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$，保温 2h。在试验箱内按 6.2.2 测量激光功率，并检查基本功能。 d) 高温贮存：按照 GB/T 2423.2-2008“试验 Bb”进行。将非工作状态的清障仪放入高温箱，以$\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$的速度升温至$+55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$，保温 48h。恢复至常温后，检查基本功能和激光功率
测试结果	常温出口功率： 2.091kW

-20℃功率： 2.308kW
46℃功率： 1.445kW



常温下连续出光 5min 的连续功率测量结果



高低温功率测试现场

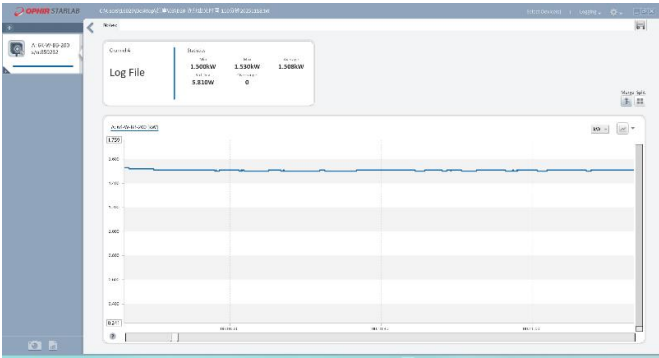


高低温箱-20℃设置界面



-20℃环境下连续出光 5min 的连续功率测量结果

	 高低温箱+46℃设置界面 Statistics <table><tr><th>Min</th><th>Max</th><th>Average</th></tr><tr><td>1.374kW</td><td>1.505kW</td><td>1.445kW</td></tr><tr><td>Std.Dev.</td><td>Overrange</td><td></td></tr><tr><td>47.99W</td><td>0</td><td></td></tr></table> +46℃环境下连续出光 5min 的连续功率测量结果	Min	Max	Average	1.374kW	1.505kW	1.445kW	Std.Dev.	Overrange		47.99W	0	
Min	Max	Average											
1.374kW	1.505kW	1.445kW											
Std.Dev.	Overrange												
47.99W	0												
结论	低温，高温下工作正常												

序号	17
测试项目	供电要求
测试仪器	电子秒表(PC960)，激光功率计（6K-W-BB-200×200）
测试原理及方法	供电要求检查方法如下： a) 使用 AC 220V 和或移动电源供电，检查清障仪供电方式。 b) 目视检查移动电源所具备的合格证明材料。 c) 在常温下（10℃ ~ 25℃），使用 AC 220V 或移动电源给清障仪供电，满功率开机，连续工作 30min 后测量激光功率，或者记录激光功率下降至满功率 70%时的时间。 d) 目视检查信息显示功能。
测试结果	测试结果 1： 单块电池工作时间：初始功率 1.6kW，满功率下连续工作 100min 后，功率 1.5kW。 

	Statistics Min 1.500kW Std.Dev. 5.810W Max 1.530kW Overrange 0 Average 1.508kW				
	出光时间过程中功率测量结果				
	时间/min	10	20	30	40
	功率/kw	1.608	1.569	1.620	1.534
	时间/min	60	70	80	90
	功率/kw	1.608	1.583	1.503	1.551
	测试结果 2：初始功率 1.8kW，47 分钟 53 秒后，功率 1.5kW。				
结论	清障仪供电方式为AC 220V和移动电源两种。 a) 移动电源有证书。 b) 在满功率状态下连续工作，激光功率保持在标称最大功率 70% 以上的时间≥30min。				