

《激光清洗机技术规范》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1 任务来源

本项目根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2025 年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2025〕84 号）的要求进行制定，计划编号：2025-0045T-JB，项目名称：《激光清洗机技术规范》。本项目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。主要起草单位：武汉华工激光工程有限责任公司，湖北工业大学，华工法利莱切焊系统工程有限公司，中车南京浦镇车辆有限公司，南京集萃激光智能制造有限公司，中国科学院空天信息创新研究院，大族激光智能装备集团有限公司，国家光电子信息产品质量检验检测中心，华中科技大学，度亘激光技术(苏州)有限公司，深圳市联赢激光股份有限公司，深圳市星汉激光科技股份有限公司，浙江热刺激光技术有限公司，广东粤港澳大湾区硬科技创新研究院，武汉锐科激光技术股份有限公司，中国计量科学研究院，苏州领创先进智能装备有限公司。本项目属于 2025 年第一批升级传统产业标准项目“质量与可靠性提升-机械”，项目周期 12 个月。

2 主要工作过程

（1）起草阶段

2025 年 3 月 11 日《激光清洗机技术规范》行业标准制定计划于正式下达，由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）负责执行。

2025 年 4 月 8 日 SAC/TC284 发函《关于下达 2025 年 SAC/TC284 标准制修订计划的通知》（SAC/TC284〔委〕4127），向牵头单位下达计划内容。2025 年 4 月 9 日 SAC/TC284/SC2 发函《关于征集三项行业标准起草工作组成员的通知》（SAC/TC284/SC2〔委〕3〔GW〕031），广泛征集大功率激光器应用产业链上下企事业单位作为项目参与单位，组建标准编制组，启动标准研制工作。

2025 年 4 月 10 日至 4 月 29 日，由 SAC/TC284/SC2 秘书处组织，牵头单位华工激光

对国内外激光清洗机产品和技术的现状与发展情况进行了全面调研，同时广泛搜集和检索了国内外的技术资料，最终确定标准编制分工计划及进度安排，初步组成标准编制组。2025年5月5日至7月10日，编制组经过大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，全面地总结和归纳，在此基础上完成了《激光清洗机技术规范》（工作组讨论稿）第一稿的编制。

2025年7月11日，SAC/TC284/SC2秘书处组织召开了《激光清洗机技术规范》项目启动及研讨会，来自标准编制组及行业核心机构的近20余位专家代表齐聚一堂，充分发挥专业优势，逐条讨论标准草案初稿。本次会议围绕标准草案的核心框架、关键定义、适用范围、性能要求、安全规范及环保指标及对应验证方法等进行了充分研讨，围绕标准内容的合理性、恰当性、技术先进性和可操作性进行了深入交流，总结了《激光清洗机技术规范》（工作组讨论稿）第一稿存在的初步问题。

2025年7月14日至8月20日，标准编制组核心起草单位据项目启动会及研讨会会议提出的修改要求，多次召开专题研讨会，对标准文本进行了完善形成了《激光清洗机技术规范》（工作组讨论稿）第二稿。2025年8月21日通过腾讯会议（会议号：485310435）召开了标准编制组研讨会，针对标准（工作组讨论稿）第二稿中的术语、分类和组成、技术要求、试验方法等关键内容进行了详细讨论，并分配了资料收集和试验验证任务。

2025年8月21日至8月27日，标准编制组根据试验验证结果，进一步修改完善标准内容，完成《激光清洗机技术规范》（工作组讨论稿）第三稿和编制说明。经征询全体编制组意见微调后，8月28日形成《激光清洗机技术规范》征求意见稿及编制说明（征求意见阶段），提交至SAC/TC284/SC2秘书处审核。

（2）征求意见阶段

按照行业标准制定程序要求，2025年8月29日SAC/TC284/SC2秘书处将《激光清洗机技术规范》征求意见稿及编制说明（征求意见阶段）提交至SAC/TC284秘书处，并上传至工业和信息化部标准信息服务平台，启动向社会广泛公开征求意见阶段工作，征求意见时间为2025年8月29日-2025年9月29日。SAC/TC284/SC2秘书处通过电子邮件、行业标准系统平台、微信群，就标准的征求意见稿及编制说明向全体委员、有关单位征求意见；同时，面向SAC/TC284以及SAC/TC284/SC1委员单位通过电子邮件、SAC/TC284官网(www.tc284.com)和SAC/TC284微信公众号等方式同步开展征求意见。共向约XXX个单位征

求建议和意见。

3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由武汉华工激光工程有限责任公司、湖北工业大学、华工法利莱切焊系统工程有限公司、深圳市嘉鑫激光科技有限公司、浙江工业大学、南京集萃激光智能制造有限公司、洛阳速飞信激光智能装备有限公司、深圳市联赢激光股份有限公司、武汉工程大学、江苏国源激光智能装备制造有限公司、武汉锐科激光技术股份有限公司、山东产研强远激光科技有限公司、大族激光智能装备集团有限公司、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、烟台恩邦电子科技有限公司、中国电子科技集团公司第十一研究所、湖北省标准化与质量研究院负责起草。

主要成员：

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准按照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 20001.5—2017《标准编写规则 第5部分：规范标准》等文件的规定编写。

在编写标准时，遵循面向市场、服务产业、自主研制、适时推出、不断完善的原则，力求与产品研发、工艺试验、技术进步、产业发展、应用推广相结合，统筹推进。编制过程中注意保持了与相关其他国家标准、行业标准内容要求的一致性。

2 标准主要内容

本标准规定了激光清洗机的分类和组成、技术要求，描述了技术要求相应的试验方法，规定了检验规则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于激光清洗机的制造。

本标准共分为8章，包括范围、规范性引用文件、术语与定义、分类和组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存以及2个附录。

关于第1章“范围”

本章概括了标准的技术内容，明确了标准的适用范围。

关于第2章“规范性引用文件”

共引用6项标准，其中国家标准5项（其中强制性国家标准1项）、行业标准1项，均在标准正文的技术内容中有所体现。

关于第3章“术语和定义”

本章除了GB/T 7247.1《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》和JB/T 15429《激光加工设备通用规范》界定的术语与定义外，新增11项专用术语，包括激光清洗机、手持式激光清洗机、半自动激光清洗机、全自动激光清洗机、激光清洗头、清洗能力、清洗效率、表面清洁度等级、除尘系统、扫描线宽以及辅助设施与工具。

关于第4章“分类和组成”

本章内容主要包括激光清洗机的分类和组成。对激光清洗机的分类进行了规范，按设备类型分类可分为手持式激光清洗机、半自动激光清洗机和全自动激光清洗机；按激光器工作方式分类可分为连续波激光清洗机、脉冲激光清洗机和复合激光清洗机；按清洗原理分类可分为干式激光清洗机、湿式激光清洗机和激光冲击清洗/等离子体清洗机。同时对激光清洗机的组成进行了说明，规定了激光清洗机十大核心子系统：激光器、导光传输系统、运动系统、控制系统、机械结构、激光清洗工艺数据库、除尘系统、安全防护系统、冷却系统和辅助设施，绘制了半自动式、手持式激光清洗机和全自动激光清洗机组成示意图。

关于第5章“技术要求”

本章对激光清洗机的通用要求、参数要求和功能要求进行了统一规定。

通用要求规定了清洗机的使用条件、布局 and 造型、气动、冷却、液压、机械润滑系统、外观、互换性与维修、可靠性（平均无故障时间、激光清洗头抗高反能力、抗振动能力、激光清洗头升温）和环保要求；参数要求规定了性能参数、激光器、导光传输系统和运动系统要求；功能要求规定了清洗机的使用功能、控制功能、安全防护和辅助设施要求。

关于第6章“试验方法”

本章对第5章中的主要技术要求及指标的检测方法进行了描述，根据激光清洗机生产企业在生产过程中的检测试验方法确定。

激光清洗机的通用要求试验方法描述了使用条件、布局 and 造型、气动、冷却、液压、机械润滑系统、外观、互换性与维修、可靠性（平均无故障时间、激光清洗头抗高反能力、抗振动能力、激光清洗头升温）和环保的试验方法。

激光清洗机的参数要求试验方法描述了性能参数（通讯接口协议、响应速度、光纤接口类型、准直后光束直径、振镜镜片尺寸、振镜镜片材料、抗损伤阈值、最大承受功率、动态聚焦能力、焦距、焦深、焦距处光斑大小、光斑能量分布、定位精度、重复定位精度、摆动轴数、各轴最大摆动角度、各轴最大摆动角速度、最小步进角度、功率损耗、控制系统类型、触发方式、通讯方式、可清洗污染物种类、扫描线宽、最大扫描速度、清洗效率、表面清洁度）、激光器、导光传输系统和运动系统的试验方法。

激光清洗机的功能要求试验方法描述了使用功能、控制系统、安全防护（光辐射安全、电气安全、机械安全、烟尘安全、标记安全）和辅助设施的试验方法。

关于第7章“检验规则”

本章规定了对激光清洗机的检验规则，包括出厂检验和型式检验所采用的检验条件和检验项目和分类，此外还给出了出厂检验和型式检验项目的合格判定方法。

关于第8章“标志、包装、运输、贮存”

本章规定了对激光清洗机的标志，包括标牌、机床及激光标识的要求，还规定了激光清洗机的包装、运输与贮存的要求。

关于附录A（规范性）详细规范

本附录提供了激光清洗机制造厂应给出的详细规范，明确该详细规范可以以产品说明书、检验作业指导书、企业标准等形式给出。

关于附录B（资料性） 激光清洗机推荐工艺参数

本附录举了常用激光清洗机推荐的工艺参数。

3 解决的主要问题

相对于传统化学清洗的污染风险和物理清洗的表面损伤，激光清洗具有无接触、无耗材、无化学污染、选择性好、精度高等显著优势，符合绿色制造和精密制造的发展趋势。激光清洗可广泛应用于航空发动机叶片、航天器精密部件、高端汽车模具、船舶防腐层、文物表面处理等高附加值、高精度领域，有效去除氧化物、油漆、油污、涂层等污染物。作为先进制造领域的关键装备之一，激光清洗机对提升表面处理质量和效率至关重要。通过编制《激光清洗机技术规范》行业标准，能够有效解决当前激光清洗行业面临的标准化不足、产品质量不稳定、市场秩序不规范等核心问题，推动技术应用与产业升级，促进激光清洗技术的健康发展和规模化应用。具体如下：

(1) 统一设备基础规范，解决行业标准缺失问题：通过明确激光清洗机的定义、分类和组成，解决当前市场因缺乏统一标准导致的设备配置混乱、术语定义模糊、分类方式不统一等问题，为设备选型、采购和性能比较提供基础依据，减少市场混乱。

(2) 强化安全与环保要求，保障人员健康与环境安全：对激光清洗机的安全防护提出更全面的要求，重点明确对移动式激光清洗机、支持作业头模块互换的激光清洗机的光辐射要求，解决激光清洗作业过程中存在的激光辐射危害、有害烟尘逸散等风险，保障操作人员安全 and 环境合规性。

(3) 规范技术要求与测试方法，提升产品可靠性与用户选型效率：对激光清洗机的关键性能指标及其对应的试验方法进行统一、量化的规定。解决用户选型时因缺乏可比、可信的技术参数导致的周期长、成本高、品控风险大等问题，同时推动生产端建立标准化的设计、制造、调试与检测流程，提升产品质量可靠性和一致性，降低终端用户的使用风险。

(4) 明确核心模块技术要求，促进供应链规范与整合：明确提出激光器、清洗头、控制系统、清洗能力等核心性能参数要求及测试方法，解决上游关键部件性能参差、接口不兼容、系统集成难度大等问题，有利于设备制造商统一采购标准、优化供应链管理、降低整合成本，并最终提升整机性能和稳定性。

(5) 提供市场监管与质量提升依据，促进产业健康发展：本标准可为政府主管部门提供了明确的监管技术依据，有助于规范市场秩序，遏制低质、不合规产品的流通，保护消费者和合规企业的权益。同时，引导生产企业优化工艺、控制成本、提升产品竞争力，为国内企业拓展国际市场奠定基础，推动激光清洗行业的可持续、高质量发展。

三、主要试验(或验证)情况

1 主要指标确定的依据

本标准起草单位涵盖了激光清洗机的制造、使用、检验检测等产业链上的众多单位，结合起草单位的验证数据、资料和相关国家/行业标准完成本标准草案的编写。其中通用指标的确定主要依据JB/T 15429《激光加工设备通用规范》（上级标准）和GB 44703《光辐射安全通用要求》、GB/T 7247.1《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》、GB/T 17421.2《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》、GB 2894《安全色和安全标志》、GB/T 191《包装储运图示标志》。本标准特色指标按照JB/T 15429

《激光加工设备通用规范》框架，分为通用要求、性能要求和功能要求。编制组依据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，细化了通用要求中的“可靠性”要求，明确提出平均无故障时间、激光清洗头抗高反能力、抗振动能力、激光清洗头升温4项指标；性能要求中根据激光清洗机特色，提取通讯接口协议、响应速度、光纤接口类型、准直后光束直径、振镜镜片尺寸、振镜镜片材料、抗损伤阈值、最大承受功率、动态聚焦能力、焦距、焦深、焦距处光斑大小、光斑能量分布、定位精度、重复定位精度、摆动轴数、各轴最大摆动角度、各轴最大摆动角速度、最小步进角度、功率损耗、控制系统类型、触发方式、通讯方式、可清洗污染物种类、扫描线宽、最大扫描速度、清洗效率、表面清洁度共28项指标。

2 标准使用或试用情况的验证分析

本文件根据标准中使用性能参数指标以及描述的试验方法，针对几种典型的激光清洗设备，确定了需要验证的主要指标和相应的测试方法，对主要指标进行了测试和验证。通过验证，证明本标准所规定的功能性能指标体系合理，技术内容全面，测量方法正确、操作性好，能够为国内激光加工领域的激光清洗机的生产、应用企业提供指导。

部分试验数据正在验证和整理中。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及有关专利等知识产权问题。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

1 本标准的标准化对象在行业中的重要性或存在问题

激光清洗机作为工业激光清洗领域的核心装备，其标准化对推动产业规范化、高质量发展具有关键作用。当前，激光清洗行业普遍存在技术标准体系不完善、产品质量一致性差、性能指标不统一、安全管控缺失等问题，严重影响技术推广和行业信任。本标准通过明确激光清洗机的分类和组成、基本功能、性能与可靠性要求，以及相对应的试验方法，为设备制造、验收与应用提供统一依据，有效解决因标准缺失导致的市场混乱和技术分歧。

2 本标准中的创新点或亮点及其作用

本标准的创新点和亮点在于系统提出了激光清洗机的设备分类和组成、技术要求和检验规范。与现有国家标准GB/T 41735-2022《绿色制造 激光表面清洗技术规范》侧重于工艺规范不同，本标准聚焦于激光清洗机作为装备产品本身，从设备类型划分（分类和组成）、可靠性（通用要求）、基本性能指标（参数要求）、安全与环保要求等方面提出明确规范，并配套相应的试验方法。本标准填补了产品级标准的空白，有助于推动激光清洗机在绿色环保、智能控制、长寿命设计等方面的技术集成与装备升级，为设备研发、生产制造和市場应用提供全面技术支撑。

3 本标准对产业发展的总体作用

本标准的制定将有力推动激光清洗技术在各工业领域的规范化、规模化和高水平应用。在“双碳”战略和智能制造政策背景下，激光清洗作为绿色清洗技术的代表，正在锂电池、航空航天、轨道交通、船舶制造、精密电子等高端领域加速替代传统清洗工艺，市场规模持续扩大、应用场景不断拓展。通过本标准实施，将统一激光清洗机的技术门槛和质量评价体系，提升设备可靠性、安全性和环保性能，降低设备维护成本和使用风险，增强用户信心。同时，标准将促进激光清洗机在模块化设计、智能控制、工艺协同等方面的技术融合与创新，推动国产激光清洗装备走向高端化、系列化和品牌化，助力企业提升国际竞争力，构建健康可持续的激光清洗产业生态。

六、与国际、国外对比情况

当前，国外在激光加工安全及设备领域已经形成了部分标准。国际标准有IEC 60825-1:2014《激光产品安全 第1部分：设备分类和要求》，包含有关激光安全分类的信息、有用的安全相关计算、危险预防活动以及对激光安全负责人和公司的主要建议，对激光产品的光辐射安全进行规范；ISO 11553系列对激光加工机的机械安全进行规范；国外标准有美国ANSI Z136系列，给定了各种波长各种工作模式激光对人眼和皮肤的最大允许辐射。但细分到激光清洗，未检索到与激光清洗相关的国际（国外）标准。

本标准没有采用国际标准。标准制定过程中，未查到同类国际、国外标准；未测试国外样品、样机。本标准为国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准

的协调性

本次标准申报项目属于机械行业。在SAC/TC284全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会标准体系中，本标准属于“0428401光辐射安全和激光设备”框架中的“04激光设备和应用”条目下的“01激光加工设备和工艺”，体系编号0428401040001051。

本标准按照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》的规定进行起草。标准内容不违背现行相关法律、法规和规章，与国家标准GB/T 44703-2024《光辐射安全通用要求》、GB/T 7247.1—2024《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》及其他推荐性标准无矛盾冲突、矛盾。



图1 光辐射安全和激光设备标准体系框架

八、重大分歧意见的处理和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议批准为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议于标准发布6个月后实施。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等方式发宣贯通知。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

2023年12月SAC/TC284创建标准项目《激光清洗机通用规范》，后根据光辐射安全和激光设备标准体系框架，“04激光设备和应用”条目下的“01激光加工设备和工艺”设立行业标准《激光加工设备通用规范》（体系编号0428401040000001），下级具体激光产品均修改名称为《激光XX机技术规范》，据此，2024年4月标准项目《激光清洗机通用规范》更名为《激光清洗机技术规范》继续上报。根据SAC/TC284标准体系及编制组讨论决定，特申请调整标准名称为《激光清洗机技术规范》。



行业标准《激光清洗机技术规范》编制组

2025 年 8 月 28 日