

ICS 31.260
CCS L51

JB

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T XXXXX—20XX

激光加工设备通用规范

点击此处添加标准英文译名

General specification for laser processing equipments

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2024 年 03 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 分类和组成.....	2
4.1 分类.....	2
4.2 组成.....	3
5 技术要求.....	3
5.1 一般要求.....	3
5.2 激光加工设备的性能参数.....	3
5.3 激光器及光路系统.....	3
5.4 加工平台.....	4
5.5 其它.....	6
5.6 安全.....	6
6 试验方法.....	7
6.1 环境适应性.....	7
6.2 激光加工性能.....	8
6.3 激光器及光路系统.....	9
6.4 加工平台.....	10
6.5 其他.....	11
6.6 安全要求.....	12
7 检验规则.....	12
7.1 检验分类.....	12
7.2 检验条件.....	12
7.3 检验项目与分类.....	12
7.4 检验规则.....	13
8 标志、包装、运输、贮存.....	14
8.1 标志.....	14
8.2 包装.....	14
8.3 运输.....	15
8.4 贮存.....	15
附录 A （资料性） 部分激光加工设备基本性能参数体系示例.....	17

前 言

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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件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。

本文件由全国特种加工机床标准化技术委员会（SAC/TC161）副归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

激光加工设备通用规范

1 范围

本文件规定了激光加工设备的分类和组成、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存的要求。

本文件适用于激光加工设备的设计、制造、检验和交付。采用激光与其他形式能源组合加工的复合激光加工设备可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。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。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证
- GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB 2894—2008 安全标志及其使用导则
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- 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
- GB/T 6576—2002 机床润滑系统
- GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求
- GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 9061—2006 金属切削机床 通用技术条件
- GB/T 9439—2023 灰铸铁件
- GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14896.9—2018 特种加工机床术语 第9部分：激光加工机床
- GB/T 15313—2008 激光术语
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 17162—1997 机床 速度和进给量
- GB/T 17421.2—2023 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/Z 18462—2001 激光加工机械 金属切割的性能规范与标准检查程序
- 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/T 18490.3—2017 机械安全 激光加工机 第3部分：激光加工机和手持式加工机及相关辅助设备的噪声降低和噪声测量方法（准确度2级）
- GB/T 23567.1 数控机床可靠性评定 第1部分：总则
- GB/T 23570—2009 金属切削机床焊接件 通用技术条件
- GB/T 23572—2009 金属切削机床 液压系统通用技术条件
- GB/T 25373 金属切削机床 装配通用技术条件
- GB/T 25374—2010 金属切削机床 清洁度的测量方法

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
GB/T 41569 激光器和激光相关设备 激光装置 文件要求
HJ 1263 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法
QJ 262A—2005 钣金冲压件通用技术条件

3 术语和定义

GB 7247.1—2012、GB/T 14896.9—2018 和 GB/T 15313—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

激光加工设备 laser processing equipment

包含有一台或多台激光器，能提供足够的能量/功率，至少使工件的某一部分熔化、气化，或者引起相变，并在功能和安全性上符合工程化使用的机器。

3.2

激光光路系统 laser transporting system

通过光束传输或变换，将激光能量传输至加工工件的装置。

3.3

控制系统 control systems

由电路控制器、可编程逻辑控制器（PLC）、数控系统（CNC）、驱动系统、执行单元、控制软件、人机交互界面等组成的设备控制装置。

3.4

运动系统 moving systems

实现光束与工件相对移动的装置。

4 分类和组成

4.1 分类

激光加工设备按加工属性可分为下列三类：

- a) 激光增材加工设备：以激光为能量源，采用逐层离散/堆积的原理进行零件或构件制造的激光加工设备，如激光 3D 打印设备、激光熔覆设备等；
- b) 激光减材加工设备：以激光为能量源，选择性地去除同质/异质材料的激光加工设备如激光切割设备、激光打孔设备、激光打标设备、激光划片设备、激光调阻设备、激光雕刻设备、激光清洗设备等；
- c) 激光等材加工设备：以激光为能量源，加工前后质量没有变化的激光加工设备如激光内雕设备、激光变色标记设备、非添加材料的激光表面处理设备、激光成型设备等。

4.2 组成

基本的激光加工设备由部分组成：

——激光器及光路系统

——加工平台

各种类激光加工设备的具体组成应满足激光加工的具体要求，符合各种类激光加工设备详细规范的规定。

5 技术要求

5.1 工作条件

激光加工设备应在下列使用条件下可靠工作：

- a) 环境条件：
 - 环境温度：5℃～40℃
 - 相对湿度：≤75%
- b) 电源要求：
 - 电压范围：单相三线制（220±11）VAC，或三相五线制（380±19）VAC；
稳定性≤±5%，三相不平衡度≤2.5%
 - 频率范围：（50±1）Hz；
 - 电网容量：由产品详细规范规定。
- c) 激光加工设备正常工作所需冷却液，激光工作气体、激光加工辅助气体、加工用原材料、维保调试专用工具和激光加工设备使用环境的卫生等级、照明及震动等要求，均应符合各种类激光加工设备详细规范中的规定。

5.2 激光加工设备的性能参数

在不同种类激光加工设备的详细规范中应规定表征激光加工性能的下列有关参数。其参数经规定的测量方法测量后，应符合详细规范的规定。各种类激光加工设备的具体基本性能参数见附录A。

表1 激光加工设备的性能参数

性能参数	激光增材加工设备	激光减材加工设备	激光等材加工设备
共性	运动速度 定位精度 加工幅面 工件成形精度		
特有	送丝速度（适用时） 送粉速度（适用时） 沉积速率 搭接/堆积精度 分层厚度	粗糙度 垂直度（适用时） 断面质量（适用时） 切口宽度（适用时）	形变（适用时）

5.3 激光器及光路系统

5.3.1 激光器的性能指标应满足激光加工要求，符合各种类激光加工设备的详细规范要求。

5.3.1.1 连续激光器的性能参数

除非另有规定，在不同型号连续激光器的详细规范中应规定下列有关参数。其参数经规定的测量方法（见6.3.1）测量后，应符合详细规范的要求。

- a) 波长；
- b) 输出功率；
- c) 输出功率不稳定性；
- d) 束散角；
- e) 出口光束直径或光束宽度；
- f) 光束质量（适用时）；
- g) 束腰直径或束腰宽度（适用时）；
- h) 光束指向稳定性（适用时）；
- i) 偏振度（适用时）；
- j) 阈值（适用时）；
- k) 光电转换效率（适用时）；
- l) 其他。

5.3.1.2 脉冲激光器的性能参数

除非另有规定，在不同型号脉冲激光器的详细规范中应规定下列有关参数。其参数经规定的测量方法（见6.3.1）测量后，应符合详细规范的要求。

- a) 波长；
- b) 输出能量；
- c) 输出能量不稳定性；
- d) 脉冲宽度；
- e) 脉冲重复频率；
- f) 束散角；
- g) 出口光束直径或光束宽度；
- h) 峰值功率（适用时）；
- i) 平均功率（适用时）；
- j) 光束质量（适用时）；
- k) 束腰直径或束腰宽度（适用时）；
- l) 光束指向稳定性（适用时）；
- m) 偏振度（适用时）；
- n) 阈值（适用时）；
- o) 光电转换效率（适用时）；
- p) 其他。

5.3.2 激光光路系统的性能指标应满足激光能量传输及处理的要求，符合各种类激光加工设备详细规范要求。

除非另有规定，在不同类型的激光光路系统的详细规范中应规定下列有关参数。其参数经规定的测量方法（见6.3.2）测量后，应符合详细规范的要求。

- a) 焦距；
- b) 工件表面光斑形状与尺寸；
- c) 焦点位置；
- d) 光斑能量分布；
- e) 其他。

5.4 加工平台

5.4.1 布局 and 造型

激光加工设备的布局 and 造型应符合以下规定：

- a) 激光加工设备造型设计应美观大方，外部结构与色彩匀称、和谐；
- b) 激光加工设备各部件及装置应布局合理，操作控制部分高度适中，便于操作者观察和使用；
- c) 激光加工设备设计时宜考虑装配、调试、检验、使用、维修和拆卸的方便。整体或拆分运输的机床应符合装载和运输的要求。

5.4.2 结构性能

5.4.2.1 机械结构

激光加工设备的机械结构应符合以下规定：

- a) 激光加工设备机械结构焊接件应符合 GB/T 23570—2009 第 4 章、第 5 章中的相关规定；
- b) 激光加工设备机械结构铸件应符合 GB/T 9439—2023 中的相关要求；
- c) 激光加工设备机械加工件应符合 GB/T 25376 中的相关要求；
- d) 激光加工设备钣金冲压件应符合 QJ 262A 中的相关要求；

5.4.2.2 运动系统（适用时）

激光束与工件之间相对运动的轴数、各轴的行程、定位精度、重复定位精度、进给速度应满足激光加工设备的加工性能要求，符合各种类激光加工设备详细规范的规定。

5.4.2.3 气动、冷却、液压、润滑系统

激光加工设备的气动、冷却、液压、润滑系统应符合以下规定：

- a) 激光加工设备气动系统应符合 GB/T 7932—2017 中的相关要求；
- b) 激光加工设备冷却系统应符合产品详细规范的要求；
- c) 激光加工设备液压系统应符合 GB/T 23572—2009 中的相关要求；
- d) 激光加工设备润滑系统应符合 GB/T 6576—2002 中的相关要求。

5.4.2.4 装配质量

激光加工设备的装配质量应符合以下规定：

- a) 装配后的激光加工设备的零件表面不应有锈蚀、毛刺、污渍、磕痕、划痕等缺陷；
- b) 激光加工设备床身、机架等重要基础结构件应做内应力消除处理；
- c) 所有装配好的光学元件表面不应有划痕、磕痕、裂纹、灰尘、污渍残留和应力变形等缺陷；
- d) 激光加工设备的部件及整机的装配环境、各运动元件的装配和相关气动、冷却、液压及润滑系统的装配质量应符合 GB/T 25373 的规定；
- e) 激光加工设备防护罩防尘过滤、电气柜及接线盒的 IP 防护等级、光学元件及组件的 IP 防护等级应按照 GB/T 4208 等级划分符合各品种激光加工设备详细规范的规定；
- f) 要求装配后的激光加工设备的清洁度应符合各种类激光加工设备详细规范的规定。

5.4.2.5 外观要求

激光加工设备的外观应符合以下规定：

- a) 激光加工设备外观表面不应有非设计预期的凸起、凹陷、粗糙不平和其他损伤；
- b) 激光加工设备的防护外壳应平整、匀称，无翘曲、凹陷现象。门、盖贴合于对应结合面的间隙均匀。贴合缝隙值和缝隙不均匀值均不大于 GB/T 9061—2006 表 1 的规定；
- c) 激光加工设备零、部件外露结合面的边缘应整齐，无明显错位。错位量和错位不均匀量宜符合 GB/T 9061—2006 表 1 的规定；
- d) 激光加工设备外露零件表面不应有磕碰、锈蚀。紧固件端部色泽一致，无损伤。表面涂覆件色调一致，无褪色、涂层脱落现象；
- e) 激光加工设备上的观察窗应符合光辐射安全防护要求，具有 OD 值标记。观察窗应装配平整，可见光透光性一致，表面无划痕；
- f) 激光加工设备各种标牌应清晰、耐久，平整、竖直固定。

5.4.3 控制系统

激光加工设备控制系统中的电气控制应符合 GB/T 5226.1 中的相关要求。数控系统应符合 GB/T 26220—2010 中第4章的要求。

5.4.4 工艺软件专家系统

激光加工工艺软件专家系统的功能应符合各种类激光加工设备的详细规范要求。

5.5 其它

5.5.1 环保要求

激光加工设备的安装、使用、拆除不应对人体职业健康安全和环境产生危害。

5.5.2 废弃物

激光加工设备在加工过程中产生的废水、废气、废液、固体废弃物的分类收集或处理应符合产品详细规范中的规定。各类废弃物经处理后应达到国家排放标准。

5.5.3 辅助设施

激光冷却设备、压缩气体过滤装置、原辅料送料装置、光学辅助定位装置、加工过程监控系统、工件定位工装夹具、上下料系统、除尘设备和离线编程软件等激光加工设备辅助设施的功能、性能应符合各种类激光加工设备详细规范中规定的要求。

5.5.4 文件资料要求

各种类激光加工设备的文件资料应符合 GB/T 41569 中的相关要求。

5.5.5 附件与工具

激光加工设备专用附件、光学元件擦拭更换用具和光路调整专用工具等附件与工具应符合各种类激光加工设备详细规范的要求。

5.5.6 可靠性要求

在满足激光加工设备使用条件下，激光加工设备的失效判定和平均故障间隔时间(MTBF)应符合产品详细规范的规定。

5.6 安全

5.6.1 光辐射安全

激光加工设备的光辐射安全应符合GB/T 18490.1—2017 第5章中的规定。

5.6.2 电气安全

激光加工设备的电气安全应符合GB/T 5226.1—2019 中的相关规定。

5.6.3 机械安全

激光加工设备的机械安全风险应按照GB/T 15706的要求进行评估并采取相应的风险减小措施。机械安全应达到详细规范中规定的要求。

5.6.4 烟尘防护

应识别激光加工设备工作过程中释放的烟尘、废气等大气污染物的种类、浓度和排放速率，采取合理、有效的处理措施，使污染物排放达到GB 16297标准的要求。

5.6.5 噪声

应识别激光加工设备的噪声危害，采取相应的措施降低噪声，使噪声排放声压级不超过70dB（A）。

5.6.6 安全标识

激光加工设备的安全标识应符合以下规定：

- a) 激光加工设备应有光辐射安全风险等级通用标识和专业标识。通用标识和专业标识的要求应符合GB 7247.1—2012 中第5章的相关规定；
- b) 电气、机械、烟尘及其他安全防护标识应符合GB 2894—2008的规定。

6 试验方法

6.1 环境适应性

6.1.1 低温试验

试验前，应将激光加工设备中可能存在的冷却液完全排空。将激光加工设备或其中的主要部件放置于温度试验箱中，按GB/T 2423.1—2008第5.2条进行试验。试验对象、试验的严酷等级和持续时间由各种类激光加工设备的详细规范确定。试验结束，观察激光加工设备在空运转状态下的运行情况。

6.1.2 高温试验

将激光加工设备或其中的主要部件放置于温度试验箱中，按GB/T 2423.2—2008第5.2条进行试验。试验对象、试验的严酷等级和持续时间由各种类激光加工设备的详细规范确定。试验结束，观察激光加工设备在空运转状态下的运行情况。

6.1.3 电源适应能力试验

采用万用电表、示波器等电子测量仪器测量交流输入电源参数，观察激光加工设备在规定电源参数范围内能否正常工作。

6.1.4 工作条件试验

激光加工设备工作技术条件应按照各种类激光加工设备详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.2 激光加工性能

6.2.1 试验条件

在激光加工性能测试过程中，激光加工设备使用环境、工作条件应满足各种类激光加工设备详细规范中的要求。试验前宜先进行设备空运转，再进行加工试验。测试过程中因工作条件发生变化，不满足性能测试要求或因故障进行了必要修复调整，则所有的激光加工性能参数应重新测试。

6.2.2 参数试验方法

6.2.2.1 运动速度

测量作用于工件表面的激光光斑相对与工件表面移动的位移轨迹长度和对应的所需最少位移时间用式（1）计算出运动系统最大运动速度。

$$V_{\max} = L/t \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_{\max} ——最大运动速度，单位为米每秒（m/s）；

L —— t 时间内激光光斑相对于工件表面移动的位移轨迹线长度，单位为米（m）；

t ——激光光斑相对于工件表面移动线长度 L 所需最少时间，单位为秒（s）。

6.2.2.2 定位精度

按照GB/T 17421.2—2023 第5章中的检验程序进行试验。

6.2.2.3 加工幅面

用适合精度的计量器具、仪器检测可加工工件的尺寸。

6.2.2.4 工件成型精度

用适合精度的计量器具、仪器检测加工后的加工工件尺寸偏差。

6.2.2.5 送丝速度（适用时）

测量送丝装置送丝长度和对应的所需最少时间用式（2）计算出最大送丝速度。

$$V_{\max} = L/t \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V_{\max} ——最大送丝速度，单位为米每秒（m/s）；

L —— t 时间内送丝长度，单位为米（m）；

t ——送丝长度 L 所需最少时间，单位为秒（s）。

6.2.2.6 送粉速度（适用时）

测量流出的粉末质量与对应的所需最少送粉时间用式（3）计算最大送粉速度。。

$$V_{\max} = m/t \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{\max} ——最大送粉速度，单位为克每秒（g/s）；
 m —— t 时间内送粉质量，单位为克（g）；
 t ——送丝长度 L 所需最少时间，单位为秒（s）。

6.2.2.7 沉积速率

测量沉积物质量与对应的所需最少沉积时间用式（5）计算最大沉积速率。

$$V_{\max} = m/t \cdots \cdots \cdots (5)$$

式中：

V_{\max} ——最大沉积速率，单位为克每秒（g/s）；
 m —— t 时间内沉积物质量，单位为克（g）；
 t ——送丝长度 L 所需最少时间，单位为秒（s）。

6.2.2.8 搭接/堆积精度

用适合精度的计量器具、仪器检测成型后工件的尺寸偏差。

6.2.2.9 分层厚度

按最小分层厚度进行成形制件试验，制件厚度不应大于最小分层厚度。

6.2.2.10 粗糙度

按照GB/Z 18462—2001 第5章中的检验程序进行试验。

6.2.2.11 垂直度（适用时）

按照GB/Z 18462—2001 第5章中的检验程序进行试验。

6.2.2.12 断面质量（适用时）

按照GB/Z 18462—2001 第5章中的检验程序进行试验。

6.2.2.13 切口宽度（适用时）

按照GB/Z 18462—2001 第5章中的检验程序进行试验。

6.2.2.14 形变（适用时）

用适合精度的计量器具、仪器检测可加工工件的形状变化。

6.3 激光器及光路系统

6.3.1 激光器

按照各种类激光器详细规范中的试验方法对激光器满足激光加工设备要求的主要指标进行试验。

6.3.2 激光光路系统

6.3.2.1 焦距

用适合精度的计量器具、仪器检测焦点距离。

6.3.2.2 工件表面光斑尺寸及形状

按照GB/T 26599.1—2011中规定的激光光束宽度试验方法进行试验。

6.3.2.3 焦点位置

用适合精度的计量器具、仪器检测焦点位置。

6.3.2.4 工件表面光斑能量分布

按照GB/T 26599.1—2011中规定的光束传输比试验方法进行试验。

6.3.2.5 其他性能参数

激光光路系统的其他性能参数按照各种类激光加工设备的详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.4 加工平台

6.4.1 布局和造型

采用目测法进行试验。

6.4.2 结构性能

6.4.2.1 机械结构

机械结构的试验应符合以下要求：

- a) 机械结构焊接件按照 GB/T 23570—2009 第 6 章中的相关试验方法进行试验；
- b) 机械结构铸造件按照 GB/T 9439—2023 中第 8 章中的相关试验方法进行试验；
- c) 机械结构机械加工件按照 GB/T 1958 中的相关试验方法进行试验；
- d) 机械结构钣金冲压件按照 QJ 262A—2005 中第 4.5 条的相关试验方法进行试验。

6.4.2.2 运动系统

- a) 采用目测法对运动的轴数进行试验；
- a) 用适合精度的计量器具、仪器对各轴的行程进行试验；
- b) 定位精度按照 GB/T 17421.2—2023 中第 5 章中的检验程序进行试验；
- c) 重复定位精度按照 GB/T 17421.2—2023 中第 5 章中的检验程序进行试验；
- d) 进给速度按照 GB/17162—1997 中第 5 章中的检验程序进行试验。

6.4.2.3 气动、冷却、液压、润滑系统

气动、冷却、液压、润滑系统的试验应符合以下要求：

- a) 气动系统应按照 GB/T 7932—2017 第 6 章中的相关试验方法进行试验；
- b) 冷却系统应按照产品详细规范中规定的试验方法进行试验；
- c) 液压系统应按照 GB/T 23572—2009 第 6 章中的相关试验方法进行试验；
- d) 润滑系统应按照 GB/T 6576—2002 第 11 章中的检验要求采用产品详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.4.2.4 装配质量

装配质量的试验应符合以下要求：

- b) 采用目测法对激光加工设备的零件、光学元件的装配质量和部件及整机的装配环境进行试验；
- c) 床身、机架等重要基础结构件的内应力消除处理采用核验内应力处理工序现场记录进行验证；
- d) 光学元件应力变形采用产品详细规范中规定的试验方法进行试验；
- e) 激光加工设备各运动元件的装配质量按照 GB/T 9061—2006 第 4 章的相关检验方法和产品详细规范中的具体方法进行试验；
- f) 激光加工设备防护罩、电气柜、接线盒及光学元件组件的 IP 防护等级按照 GB/T 4208 中的相关试验方法进行试验；
- g) 激光加工设备的清洁度按照 GB/T 25374—2010 第 6 章中相关试验方法和产品详细规范中的具体方法进行试验。

6.4.2.5 外观

装配质量的试验应符合以下要求：

- a) 采用合适精度的长度计量工具对门、盖贴合缝隙值和缝隙不均匀值进行测量；
- b) 采用合适精度的长度计量工具对零、部件外露结合面边缘的错位量和错位不均匀量进行测量；
- c) 采用目测法对 5.4.2.5 条中其它外观要求进行试验。

6.4.3 控制系统

- a) 电气控制按照 GB/T 5226.1 中第 18 章中的相关试验方法进行试验。
- b) 数控系统按照 GB/T 26220—2010 中第 5 章中的相关试验方法进行试验。

6.4.4 工艺软件专家系统

激光加工工艺软件专家系统按照各种类激光加工设备的详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.5 其他

6.5.1 环保要求

按照 GB 16297 中第8章中的相关试验方法进行试验。

6.5.2 废弃物

按照 GB 16297 中第8章中的相关试验方法进行试验。

6.5.3 辅助设施

激光加工设备辅助设施的功能、性能按照各种类激光加工设备详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.5.4 文件资料要求

采用观察法进行试验。

6.5.5 附件与工具

采用观察法对各种类激光加工设备详细规范中规定激光加工设备专用附件、光学元件擦拭更换用具和光路调整专用工具等附件与工具进行查验。

6.5.6 可靠性

按照GB/T 23567.1中的可靠性评定准则结合产品详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.6 安全要求

6.6.1 光辐射安全试验

光辐射安全按照GB/T 18490.1—2017第6章中的验证方法进行试验。

6.6.2 电气安全

电气安全按照GB/T 5226.1—2019第18章中的验证方法进行试验。

6.6.3 机械安全

机械安全按照产品详细规范中规定的试验方法进行试验。

6.6.4 烟尘防护

烟尘防护按照HJ 1263规定是试验方法进行试验。

6.6.5 噪声

按照GB/T 18490.3—2017中第5章的验证方法进行试验。

6.6.6 安全标识

采用目测法进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

本标准规定的检验为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 检验条件

除非另有规定，所有的检验都应在环境温度10℃～40℃、相对湿度≤75%、大气压强86 kPa～106 kPa和各种类激光加工设备详细规范规定的工作技术条件下进行。

7.3 检验项目与分类

本标准规定的激光加工设备检验项目见表1，其中出厂检验项目中标记为“√”的项目为基本检验项目，其他需要增加的出厂检验项目应在各种类激光加工设备详细规范中规定。

表2 检验项目内容与分类

检验项目		要求	试验方法	检验分类	
				型式检验	出厂检验
工作条件	工作条件	5.1	6.1	√	×
激光加工性能	运动速度	5.2	6.2.2.1	√	√

	定位精度		6.2.2.2	√	√
	加工幅面		6.2.2.3	√	√
	工件成型精度		6.2.2.4	√	√
	送丝速度（适用时）		6.2.2.5	√	√
	送粉速度（适用时）		6.2.2.6	√	√
	沉积速率		6.2.2.7	√	√
	搭接/堆积精度		6.2.2.8	√	√
	分层厚度		6.2.2.9	√	√
	粗糙度		6.2.2.10	√	√
	垂直度（适用时）		6.2.2.11	√	√
	断面质量（适用时）		6.2.2.12	√	√
	切口宽度（适用时）		6.2.2.13	√	√
	形变（适用时）		6.2.2.14	√	√
激光器及光路系统	激光器	5.3.1	6.3.1	√	√
	激光光路系统	5.3.2	6.3.2	√	√
加工平台	布局和造型	5.4.1	6.4.1	√	×
	结构性能	5.4.2	6.4.2	√	√
	控制系统	5.4.3	6.4.3	√	×
	工艺软件专家系统	5.4.4	6.4.4	√	×
其它	环保	5.5.1	6.5.1	√	√
	废弃物	5.5.2	6.5.2	√	√
	辅助设施	5.5.3	6.5.3	√	×
	文件资料要求	5.5.4	6.5.4	√	√
	附件与工具	5.5.5	6.5.5	√	√
	可靠性	5.5.6	6.5.6	√	×
安全要求	光辐射安全	5.6.1	6.6.1	√	√
	电气安全	5.6.2	6.6.2	√	√
	机械安全	5.6.3	6.6.3	√	√
	烟尘防护	5.6.4	6.6.4	√	√
	噪声	5.6.5	6.6.5	√	×
	安全标识	5.6.6	6.6.6	√	√
注：标有“√”的为应检验项目，标有“×”的为不需检验项目。					

7.4 检验规则

7.4.1 型式检验

7.4.1.1 说明

本标准规定的型式检验包括产品设计定型检验、生产定型检验、例行检验。

7.4.1.2 时机

有下列情况之一，应进行型式检验：

- 按申报定型的图样和技术文件制造的新产品；
- 为了全面评价新产品的质量是否达到技术要求和工厂是否具备了批量生产的能力

和手段时；

- c) 新产品正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产超过二年，又恢复生产时；
- e) 产品转厂生产时；
- f) 国家质量监督机构提出鉴定检验时；
- g) 生产厂家规定的需要例行检验时。

7.4.1.3 规则

由制造厂随机选定一台及以上数量产品作为检验样品，对表2“型式检验”栏所选定的检验项目逐个逐项，按表2“试验方法”栏引用的检验方法进行检验。每项检验结果均符合表2“要求”栏规定的要求，则判定产品鉴定检验合格。检验过程中，若有一个产品的一个检验项目不符合要求，则判定产品鉴定检验不合格。检验不合格，在查找原因和改进工艺重新生产后，可重新提出型式检验。

7.4.2 出厂检验

7.4.2.1 时机

有下列情况之一，应进行出厂检验：

- a) 产品经组装调试后；
- b) 需要重复检验时。

7.4.2.2 规则

将新产品或需要重复检验的产品全数作为检验样品，对表2“出厂检验”栏所选定的检验项目逐项，按表2“试验方法”栏引用的检验方法进行检验。每项检验结果均符合表2“要求”栏规定的要求，则判定产品出厂检验合格。检验过程中，若有一个检验项目不符合要求，则判定产品出厂检验不合格。检验不合格，在查找原因和返工或返修经调试后，可重新提出出厂检验。

经出厂检验合格的产品可入库、交货。出厂检验由制造厂检验部门进行。

7.4.3 复检

7.4.3.1 时机

有下列情况之一，应进行复检：

- a) 产品在出厂检验过程中，具有不合格项，经返工、返修和调试后；
- b) 产品经维修，用户提出要求时；
- c) 产品出厂检验合格后入库贮存超过12个月而未出厂时。

7.4.3.2 规则

以最后一次检验结果作为判定依据，按7.4.2.2确定的规则进行判定。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

除非另有规定,每台激光加工设备应在其醒目的位置牢固、清晰地附有产品名称、型号、制造厂名称、商标、制造日期及各类安全防护标记。

8.1.2 包装标志

每一台激光加工设备的外包装运输箱上应清晰地标有符合GB/T 191规定的尺寸、颜色要求的由各种类激光加工设备详细规范规定的“易碎物品”、“向上”、“怕晒”、“怕雨”、“重心”、“由此吊起”和“禁止翻滚”等标志;

8.2 包装

8.2.1 内包装

8.2.1.1 一般要求

每一台激光加工设备应进行单独的内包装。有关零部件可以用独立包装盒(箱)分开包装。在内包装之前,应完全排空激光加工设备的冷却液和油脂。包装时在激光加工设备的各关键部位应设置固定支架用于紧固产品运动部件,薄弱部分采用隔震材料,做好防震措施。

8.2.1.2 随箱文件

下列技术文件应随激光加工设备一并装入包装盒(箱)内:

- a) 产品合格证(应标注产品所执行标准的代号、编号、名称);
- b) 产品说明书;
- c) 装配图(需要时);
- d) 装箱单;
- e) 其他。

8.2.2 外包装

激光加工设备的外包装应符合各种类激光加工设备详细规范中根据GB/T 13384—2008制订的产品运输包装要求。

8.2.3 包装设计与材料要求

包装设计与材料符合下列要求:

- a) 激光加工设备内、外包装的设计及对材料的要求应符合各种类激光加工设备详细规范中的规定;
- b) 激光加工设备的内、外包装盒(箱)应牢固,经运输试验后,外观不应有明显损伤(箱体开裂、整体变形等)。

8.2.4 包装试验

8.2.4.1 试验时机

有下列情况之一,应进行包装试验:

- a) 当激光加工设备改进、改型、新产品投产时;
- b) 当激光加工设备的内、外包装盒(箱)的结构、工艺、材料变更时。

8.2.4.2 试验准则

8.2.4.2.1 包装试验每二年进行一次。样品从当年已完成内、外包装的产品中随机抽取2件产品,按GB/T 13384—2008第6章中的试验方法和各种类激光加工设备详细规范中的具

体要求进行试验。试验后，观察内、外包装盒（箱）情况、检验机械结构性能（见 5.8.1）及产品的外观（见 5.11 条）均应符合要求；并用有关试验方法（见 6.2 条）检验产品的激光加工性能应符合各种类激光加工设备详细规范的规定。

8.2.4.2.2 上述检验都合格，则判定包装检验合格，否则判定不合格。在查明原因及改进措施后，按初检程序再次检验。

8.2.4.2.3 包装检验不合格，产品不应发运交货。

8.3 运输

8.3.1 运输方法

经包装检验合格的产品应适合汽车、火车、飞机、轮船等运输工具运输。

8.3.2 运输条件

运输过程中符合以下条件：

- a) 海上运输应加密封措施；
- b) 汽车运输应根据道路状况控制车辆速度；
- c) 陆地运输应有防雨、防尘、防跌落、防撞击、防日晒等措施，用敞篷车运输应加盖篷布；
- d) 搬运时应避免跌落、倾覆；
- e) 不应和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车装运。

8.4 贮存

8.4.1 贮存场所

产品不应露天贮存。

8.4.2 贮存条件

产品应贮存在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于95 %、干燥通风、无腐蚀性气体的仓库内。

8.4.3 贮存要求

产品应按外包装标志直立向上方向放置，不宜堆码存放。

8.4.4 贮存期

产品在本标准规定的条件（见8.4.2条）下，其贮存期为12个月，如超出12个月，产品应进行复检（见7.4.3条）。

附录 A

(资料性)

部分激光加工设备基本性能参数体系示例

A.1 概述

本附录列举了典型激光加工设备性能参数体系中的部分基本参数,本附录不意味着是无遗漏的。各类型激光加工设备的详细规范应规定其相应的基本性能参数的完整体系。

A.2 激光减材设备

A.2.1 激光切割设备

- 激光功率
- 激光波长
- 激光光束质量
- 数控平台
- 切割幅面
- 切割精度
- 切割速度
- 切割厚度
- 切割材质
- 切缝宽度
- 总粗糙度
- 总垂直度

A.2.2 激光打标设备

- 激光功率
- 激光波长
- 激光光束质量
- 数控平台
- 振镜幅面
- 打标速度
- 打标深度
- 打标精度
- 打标线宽

A.2.3 激光打孔设备

- 激光功率
- 激光波长
- 激光光束质量
- 数控平台
- 打孔深度
- 最小孔径
- 孔深径比

——打孔圆度

A. 2. 4 激光雕刻设备

——激光功率

——激光波长

——激光光束质量

——数控平台

——刻蚀速率

——刻蚀深度

——刻蚀精度

A. 3 激光等材设备

A. 3. 1 激光焊接设备

——激光功率

——激光波长

——激光光束质量

——数控平台

——焊接幅面

——焊接精度

——焊接速度

——焊接深度

——焊接接头形式

——焊缝深宽比

A. 4 激光增材设备

A. 4. 1 激光快速成型设备

——激光功率

——激光波长

——激光光束质量

——数控平台

——加工室幅面

——送粉量/速率

——铺粉厚度

——扫描路径

——粉末利用率

——成形精度

A. 4. 2 激光熔覆设备

——激光功率

——激光波长

——激光光束质量

——数控平台

——熔覆速度

——熔覆宽度

——熔覆厚度
——塔接率
——稀释率