

团 体 标 准

T/TCCT 001—2022

激光精密加工设备检验检测规范

Checking Standards for Laser Micromachining Equipment

TCCT

TIANJIN CHAMBER OF COMMERCE OF T.I.C.

2021 - 10 - 29 发布

2022 - 05 - 08 实施

天津市质检服务商会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品类别	3
5 要求	3
6 检测方法	5
7 标记	11
8 文件	12
附 录 A （规范性） 仪器设备.....	13
参 考 文 献	14



天津市质检服务商会

TCCT

TIANJIN CHAMBER OF COMMERCE OF T.I.C.

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专利的责任。

本文件由天津市质检服务商会提出并归口。

本文件主要起草单位：德中（天津）技术发展股份有限公司、天津凯普林激光科技有限公司、奥测河北电子产品检测技术服务有限公司、北京量传计量技术服务有限公司、天津励测检测技术服务有限公司。

本文件参与起草单位：中国光学工程学会团体标准化技术委员会、中国质量协会、中国电子质量管理协会、天津市激光学会、天津市工商业联合会标准化工作委员会、深圳光韵达光电科技股份有限公司、苏州英谷激光有限公司。

本文件主要起草人：朱凯、杨赫、曲子琪、陈泽、郝继博、屈元鹏、王铁男、曹新、姜晓丹、王璐、李勃、盛泉、马建立、崔晓敏、曹艳、高帆。



天津市质检服务商会

TCCT

TIANJIN CHAMBER OF COMMERCE OF T.I.C.

激光精密加工设备检验检测规范

1 范围

本文件规定了激光精密加工设备的类别、特性要求、安全通用要求、检测方法、标记和文件。本文件适用于激光精密加工设备，包括配套使用的相关激光器。

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 7247.1-2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求

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 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

激光精密加工设备 laser micromachining 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，可分为切割、焊接、表面处理等不同应用方向。

激光精密加工设备又称激光微加工设备，是激光加工设备中的一种，一般将设备系统精度在数微米至数十微米、最小加工图形尺寸在数微米至数十微米、被加工材料厚度或有效加工深度在数百微米内的激光加工设备称为激光精密加工设备。本标准涉及的激光精密加工设备工艺范围一般以透切、定深加工、打孔等去除被加工材料的工艺为主。

3.2

激光器 laser

利用受激辐射原理使光在工作介质中放大或振荡发射的器件

3.3

光束直径 beam diameter

在垂直光束轴平面内，内含功率（或能量）占光束总功率（或能量）规定比例的最小孔径的直径。

3.4

束散角 divergence angle

光束宽度[内含功率（能量）定义的]在远场增大形成的渐进面锥所构成的全角度。

3.5

光束指向稳定度 beam pointing stability

所测光束轴角偏移量的标准方差的2倍。

3.6

光束传输比 beam propagation ratio

M²

光束传输因子（倒数）beam propagation factor (deprecated)

K

光束参数积逼近理想高斯光束衍射极限程度的度量，即：

$$M^2 = \frac{1}{K} = \frac{\pi}{\lambda} \cdot \frac{d_{\sigma 0} \theta_{\sigma}}{4}$$

式中：

K——光束传输因子

 λ ——波长，单位为微米（ μm ） $d_{\sigma 0}$ ——束腰直径，单位为毫米（mm） θ_{σ} ——束散角，单位为毫弧度（mrad）

3.7

脉冲功率 pulse power

脉冲能量与脉冲持续时间之比。

3.8

偏振 polarization

电磁波的振动限制在一定方向的现象。

3.9

光束质量 beam quality

激光束可聚焦程度的度量，是表征激光束聚焦能力的指标。

3.10

脉冲宽度 pulse duration

激光脉冲上升和下降到它的50%峰值功率点的间隔时间。

3.11

脉冲重复频率 pulse repetition frequency

指激光器每秒钟所投射出的脉冲数目。

3.12

行程 travel

运动部件移动的最大距离。

3.13

工作台回转角 swivel angle of table

工作台可回转的最大角度。

3.14

位置偏差 deviation of position

运动部件到达的实际位置减去目标位置之差。

3.15

轴线单向重复定位精度 unidirectional repeatability of positioning

沿轴线或绕轴线的任一位置的单向重复定位的最大值。

3.16

轴线单向定位精度 unidirectional accuracy of positioning of an axis

由单向定位系统偏差和单向轴线重复定位精度估算的2倍的范围。

3.17

振镜 galvo scanning system

又称扫描振镜，由摆动电机带动反射镜片转动，通过控制摆动电机摆动的角度，从而实现镜片反射后出射光束受控偏转的运动组件。典型的振镜系统一般由两组摆动电机、电机驱动器、光学反射镜片组成，并配以场镜共同实现聚焦光斑的受控运动。

4 产品类别

按照GB/T 4754中的行业分类，本文件的设备属于C35专用设备制造业下的C356电子和电工机械专用设备制造。

5 要求

5.1 特性要求

5.1.1 激光器特性要求应符合表1的规定。

表1 激光器特性要求

项目	单位	要求
光斑直径	百分比	偏差在标称值±10%之内
光斑圆度	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)	<50.0urad
光束质量 M ²	百分比	偏差在标称值±10%之内
脉冲能量非稳定度	均方差 rms	<2%
脉宽	百分比	在标称值 50%-100%之间
偏振比	激光通过率的比值	>100:1
平均功率稳定性	均方差 rms	<2%

5.1.2 其它激光精密加工设备特性要求应符合表2的规定

表2 其它激光精密加工设备特性要求

项目		单位	要求
定位精度	水平轴定位精度	比值	≤1.1
	垂直轴定位精度	比值	≤1.1
	水平旋转轴定位精度	比值	≤1.1
	垂直旋转轴定位精度	比值	≤1.1
	振镜轴定位精度	比值	≤1.1
重复定位精度	水平轴重复定位精度	比值	≤1.1
	垂直轴重复定位精度	比值	≤1.1
	水平旋转轴重复定位精度	比值	≤1.1

	垂直旋转轴重复定位精度	比值	≤1.1	
	振镜轴重复定位精度	比值	≤1.1	
轴间精度	振镜间拼接精度	比值	≤1.1	
	水平轴间垂直度	比值	≤1.1	
	垂直轴与加工平面垂直度	比值	≤1.1	
	水平旋转轴轴线与加工平面平行度	比值	≤1.1	
	垂直旋转轴轴线与加工平面垂直度	比值	≤1.1	
平台精度	被加工部件承载台平面度	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	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	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	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	比值	≤1.1	
	远心成像镜头畸变值	百分比	≤10%	
	视觉系统定位精度	比值	≤1.1	
	视觉系统重复定位精度	比值	≤1.1	
系统精度	被加工部件承载台范围内加工精度	比值	≤1.1	
速度	单轴运动速度	百分比	≤1%	
	振镜运动速度	百分比	≤1%	
	靶标定位时间	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）	百分比	≤10%	
	每小时加工件数（在有件数要求的项目中适用本条款）	百分比	≤10%	
加工尺寸范围标准	平面加工尺寸范围标准	百分比	≤1%	
	垂直加工尺寸范围标准	百分比	≤1%	
	单振镜加工平面尺寸范围标准	百分比	≤5%	
	单振镜加工垂直方向可加工尺寸范围标准	百分比	≤20%	
激光终端参数	聚焦光斑相关参数	聚焦光斑直径	百分比	≤10%
		焦深	百分比	≤10%
		聚焦光斑椭圆度	百分比	≥90%
		聚焦光斑相散	百分比	实际相散值与标称值的比值在0.9与1.1之间
	设备终端激光平均功率稳定性	短期平均功率稳定性	百分比	≤3%
		长期平均功率稳定性	百分比	≤6%

5.2 安全通用要求

5.2.1 分类

由于激光束的波长、能量及脉冲特性涉及的范围很广，所以潜在的危害程度差别较大。不可能按共同的安全限值把激光产品定义为一组。

5.2.1.1 分类职责

激光产品的分类职责应符合GB 7247.1-2012第8.2章的要求。

5.2.1.2 分类规则

激光产品分类规则应符合GB 7247.1-2012第8.3章的要求。

5.2.2 确定可达发射水平

依据GB 7247.1-2012第9章确定可达发射水平。

5.2.3 安全要求及措施

5.2.3.1 激光辐射

激光辐射危害的防护应符合GB/T 18490.1-2017第5.3.2章、第6章的要求。

5.2.3.2 由材料和物质产生的危险

由材料和物质产生的危险的防护应符合GB/T 18490.1-2017第5.3.4章、第6章的要求。

5.2.3.3 电气安全

5.2.3.3.1 基本要求

基本要求应符合GB/T 5226.1-2019第4章的要求。

5.2.3.3.2 引入电源线断接法和切断开关

引入电源线断接法和切断开关应符合GB/T5226.1-2019第5章的要求。

5.2.3.3.3 电击防护

电击防护应符合GB/T 5226.1-2019第6章的要求。

5.2.3.3.4 电气设备的保护

电气设备的保护应符合GB/T 5226.1-2019第7章的要求。

5.2.3.3.5 等电位联结

等电位联结应符合GB/T 5226.1-2019第8章的要求。

5.2.3.3.6 控制电路和控制功能

控制电路和控制功能应符合GB/T 5226.1-2019第9章的要求。

5.2.3.3.7 操作板和安装在设备上的控制器件

操作板和安装在机械上的控制器应符合GB/T 5226.1-2019第10章 件 采取安全防护措施。

5.2.3.3.8 控制设备：位置、安装和电柜

位置、安装和电柜应符合GB/T 5226.1-2019第11章的要求。

5.2.3.3.9 导线和电缆

导线和电缆应符合GB/T 5226.1-2019第12章的要求。

5.2.3.3.10 配线技术

配线技术应符合GB/T 5226.1-2019第13章的要求。

5.2.3.3.11 电动机及有关设备

电动机及有关设备应符合GB/T 5226.1-2019第14章的要求。

5.2.3.3.12 插座和照明

插座和照明应符合GB/T 5226.1-2019第15章的要求。

5.2.3.3.13 验证

应依据GB/T 5226.1-2019第18章进行验证。

5.2.3.4 机械安全风险评估

应依据GB/T 15706-2012进行机械风险评估。

6 检测方法

6.1 激光器

6.1.1 光斑测量

6.1.1.1 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。

6.1.1.2 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° ，如图 1 所示，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。

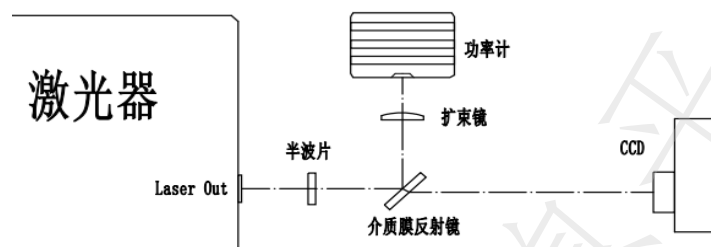


图1

6.1.1.3 连接光斑分析仪 CCD，设置 Home-Main Controls-Definition 为 $1/e^2$ along crosshairs (13.5%)，设置 Setup-Exposure time 为 Auto，Image Averaging 为 None。

6.1.1.4 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 0.06~200 之间，否则更换衰减片。要求光斑参数：圆度 > 90%、光斑直径：标称值的 $\pm 10\%$ 。

6.1.2 发散角

6.1.2.1 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。

6.1.2.2 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 2.0mrad (Full Angle)。

6.1.3 光束指向稳定性

6.1.3.1 使用 PC-Beamage - Start Date Acquisition 功能，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 $^\circ\text{C}$)。

6.1.4 光束质量

6.1.4.1 同 6.1.1 光路，介质膜反射镜后的透射光通过两个反射镜射入 M² 测试仪，如图 2 所示。

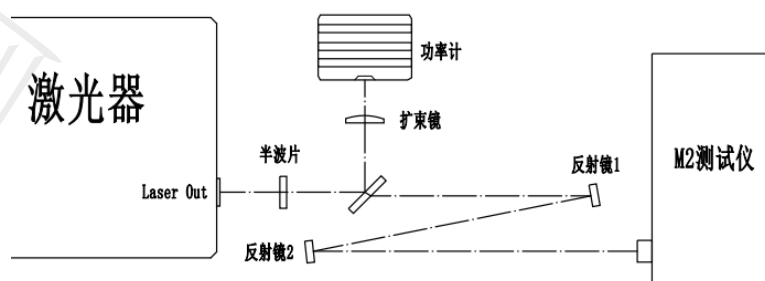


图2

6.1.4.2 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。

6.1.4.3 根据束腰位置手动取点，在 Waist LocationX, Y 的中间添加一个点作为束腰位置，在束腰位置的两侧 $< \pm 1 * \text{Rayleigh LengthX, Y}$ 的范围内各取 2 个点，在束腰位置的两侧 $> \pm 2 * \text{Rayleigh LengthX, Y}$ 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 $\pm 10\%$ 。

6.1.5 脉冲非稳定度

6.1.5.1 将激光器设置重频为 10K(或最小值)，功率输出比例为 $10\% \sim 20\%$ ，使强光感光卡能看到即可。

6.1.5.2 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： $< 2\% \text{rms}$ 。

6.1.6 脉宽

6.1.6.1 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振，调整半波片 2 使进入自相关仪的光刚好能够被感光卡看到。

6.1.6.2 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，测试光路如图 3 所示。

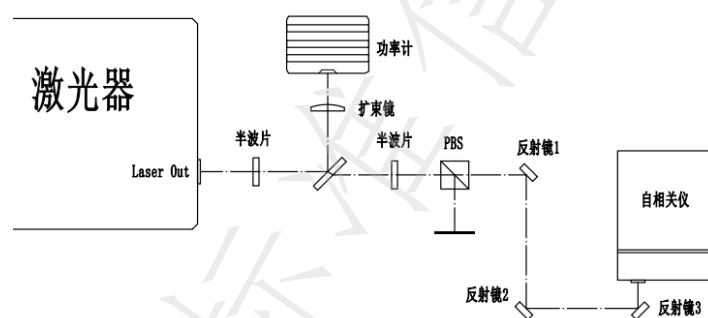


图3

6.1.7 偏振比

6.1.7.1 使激光器出光经过半波片、PBS 及扩束镜后射入功率计中心。

6.1.7.2 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： $> 100:1$ 。

6.1.8 光谱

6.1.8.1 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。

6.1.8.2 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。

6.1.9 平均功率稳定性

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： $< 2\% \text{rms}$ 。

6.2 定位精度

6.2.1 水平轴定位精度

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 。

6.2.2 垂直轴定位精度

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 。

6.2.3 水平旋转轴定位精度

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 。

6.2.4 垂直旋转轴定位精度

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 。

6.2.5 振镜轴定位精度

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 。

6.3 重复定位精度

6.3.1 水平轴重复定位精度

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 。

6.3.2 垂直轴重复定位精度

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 。

6.3.3 水平旋转轴重复定位精度

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 。

6.3.4 垂直旋转轴重复定位精度

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 。

6.3.5 振镜轴重复定位精度

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 。

6.4 轴间精度

6.4.1 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 。

6.4.2 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 。

6.4.3 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 。

6.4.4 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 。

6.4.5 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 。

6.5 平台精度

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 。

6.6 视觉系统相关精度

6.6.1 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 。

6.6.2 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 。

6.6.3 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 。

6.6.4 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 。

6.6.5 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 $\leq 10\%$ 。

6.6.6 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 。

6.6.7 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 。

6.7 系统精度

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 。

6.8 速度

6.8.1 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 $\leq 1\%$ 。

6.8.2 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 $\leq 1\%$ 。

6.8.3 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 。

6.9 被加工材料

6.9.1 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 $\leq 10\%$ 。

6.9.2 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 $\leq 10\%$ 。

6.10 加工尺寸范围标准

6.10.1 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 $\leq 1\%$ 。

6.10.2 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 $\leq 1\%$ 。

6.10.3 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 $\leq 5\%$ 。

6.10.4 单振镜加工垂直方向可加工尺寸范围标准

适用于三维振镜，同时符合标准内系统精度及标准内焦深范围单振镜垂直方向可加工尺寸范围。检验方法为沿固定坡度分别打若干条振镜标称高度的直线，依次测量每条直线首尾宽度和中间宽度，宽度误差 $\leq 20\%$ 视为合格，否则为不合格。

6.11 激光终端参数

6.11.1 聚焦光斑相关参数

6.11.1.1 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 $\leq 10\%$ 。

6.11.1.2 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 $\leq 10\%$ 。

6.11.1.3 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 $\geq 90\%$ 。

6.11.1.4 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。

6.11.2 设备终端激光平均功率稳定性

6.11.2.1 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 $\leq 3\%$ 。

6.11.2.2 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 $\leq 6\%$ 。

7 标记

7.1 标记

7.1.1 一般要求

激光标记的一般要求应符合GB 7247.1-2012第5.1章的规定。

7.1.2 1类和1M类

1类和1M类的说明标记应符合GB 7247.1-2012第5.2章的规定。

7.1.3 2类和2M类

2类和2M类的警告标记符合GB 7247.1-2012第5.3章的规定。

7.1.4 3R类

3R类的警告标记和说明标记应符合GB 7247.1-2012第5.4章的规定。

7.1.5 3B类

3B类的警告标记和说明标记应符合GB 7247.1-2012第5.5章的规定。

7.1.6 4类

4类的警告标记和说明标记应符合GB 7247.1-2012第5.6章的规定。

7.1.7 窗口标记

激光辐射的窗口附近的标记应符合GB 7247.1-2012第5.7章的规定。

7.1.8 辐射输出和标准说明

辐射输出和标准说明应符合GB 7247.1-2012第5.8章的规定。

7.1.9 挡板标记

7.1.9.1 每个接头、防护罩上的每块挡板及防护围封的每块通道挡板上都应具有标记，标记应符合GB 7247.1-2012第5.9.1章的规定。

7.1.9.2 安全联锁标记

安全联锁标记应符合GB 7247.1-2012第5.9.2章的规定。

7.1.10 不可见光辐射警告

不可见光辐射警告应符合GB 7247.1-2012第5.10章的规定。

7.1.11 可见光辐射警告

可见光辐射警告应符合GB 7247.1-2012第5.11章的规定。

7.2 激光加工机的标记

激光加工机的标记应符合GB/T 18490.1-2017第8章的要求。

7.3 机械电气安全相关的标记

整机产品的机械电气安全相关的警告标志、铭牌、标记、标签和识别牌应经久耐用，经得住复杂的实际环境影响。应符合GB/T 5226.1-2019第16章相关要求。

8 文件

8.1 机械电气安全相关的文件

机械电气安全相关的文件GB/T 5226.1-2019第17章的要求。

8.2 用户资料

激光产品制造商应依据GB/T 18490.1-2017第7章的要求提供相关信息。



天津市质检服务商会

TIANJIN CHAMBER OF COMMERCE OF T.I.C.

附录 A
(规范性)
仪器设备

试验用仪器设备应经过计量检定或校验合格且在有效期内，仪器设备的准确度应不低于表A.1的规定。

表A.1 仪器设备的准确度要求

仪表名称	技术指标
光功率计	2级
M ² 分析仪	300nm~1100nm
能量计	0.3 μm~11 μm
自相关仪	自相关度: 10fs~100ps
光纤光谱仪	600nm~1700nm
激光干涉仪	±(0.03 μm+1.5×10 ⁻⁶ L), L——测量长度
自准直仪	3级
千分表	分度值: 0.01mm
钢直尺	(0~2000) mm; ±0.35mm
秒表	分辨力 0.01s, ±0.5s/d

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 15313—2008 激光术语
- [4] 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
- [5] 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
- [6] 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



天津市质检服务商会

TIANJIN CHAMBER OF COMMERCE OF T.I.C.