

团 体 标 准

T/FSS XXX-XXXX

佛山标准 激光焊接机器人

Foshan standard Laserwelding robot

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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专利的责任。

本文件由佛山市佛山标准和卓越绩效管理促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

佛山标准是佛山市为推动制造业高质量发展，打造的系列先进标准。

佛山标准倡导“标准决定质量，只有高标准才有高质量”的理念，坚持“国内领先、国际先进”定位，聚焦佛山制造业重点产业优势产品，对标国内国际先进标准，围绕消费升级方向，提升标准和质量水平，增加优质产品供给，以高标准打造中国制造品质高地，满足人民日益增长的美好生活需要。

佛山标准 激光焊接机器人

1 范围

本文件规定了激光焊接机器人的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于各种规格的激光焊接机器人（以下简称“机器人”）。

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 4768 防霉包装技术要求
GB/T 4879 防锈包装
GB/T 5048 防潮包装
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 9969 工业产品使用说明书 总则
GB 11291.2 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
GB/T 12642-2013 工业机器人 性能规范及其试验方法
GB/T 12644-2001 工业机器人 特性表示
GB/T 15175-2012 固体激光器主要参数测量方法
GB/Z 19397-2003 工业机器人-电磁兼容性试验方法和性能评估准则-指南
GB/T 20867 工业机器人安全实施规范
HB 5282 结构钢和不锈钢电阻点焊和缝焊质量检验
JB/T 8896-1999 工业机器人验收规则

3 术语和定义

GB/T 12642-2013 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类

4.1 按坐标型式分类：

- a) 直角坐标型激光焊接机器人；
- b) 圆柱坐标型激光焊接机器人；
- c) 球坐标型激光焊接机器人；
- d) 关节型激光焊接机器人。

4.2 按工作方式分类：

- a) 脉冲激光焊接机器人;
- b) 连续激光焊接机器人。

4.3 按现场安装的方式分类:

- a) 垂直落地式激光焊接机人;
- b) 倾斜安装式激光焊接机器人;
- c) 悬挂式激光焊接机器人。

4.4 按驱动方式分类:

- a) 伺服型激光焊接机器人;
- b) 非伺服激光焊接机器人。

5 产品组成和性能

5.1 产品组成

产品基本组成如下:

- a) 机器人本体;
- b) 控制系统;
- c) 示教器;
- d) 工装夹具;
- e) 激光焊接设备, 包括激光光源、光纤系统、冷却系统;
- f) 安全防护设施。

注: 其他组件可由供需双方协商提供。

5.2 主要性能参数

5.2.1 激光焊接机器人的性能指标在使用说明书中有规定, 应包括下列各项:

- a) 坐标型式;
- b) 轴数;
- c) 额定负载;
- d) 各轴运动范围;
- e) 工作空间;
- f) 最大单轴速度;
- g) 焊接速度范围;
- h) 位姿准确度和重复性;
- i) 位姿准确度和重复性漂移;
- j) 位置超调量;
- k) 轨迹准确度和重复性;
- l) 轨迹速度准确度和重复性;
- m) 轨迹速度波动;
- n) 摆动偏差;
- o) 拐角偏差
- p) 基本动作控制方式;
- q) 存储容量;

- r) 输入输出接口;
- s) 编程方式;
- t) 外形尺寸和重量;
- u) 耗电功率。

5.2.2 激光焊接设备的性能指标在使用说明书中有规定, 应包括下列各项:

- a) 激光波长;
- b) 激光输出功率;
- c) 功率稳定性;
- d) 脉冲重复频率;
- e) 最大脉冲能量;
- f) 脉冲宽度;
- g) 光束质量;
- h) 光纤最小弯曲半径;
- i) 其他。

5.3 正常工作环境

系统正常工作条件如下:

- a) 环境温度 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度 $40\%\sim 90\%$ (25°C) RH;
- c) 电源电压: 交流 $323\text{V}\sim 418\text{V}$, 频率: $(50\pm 1)\text{Hz}$;
- d) 大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

6 技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 机器人应按经规定程序批准的设计图样和工艺文件进行制造。

6.1.2 制造机器人所用材料及外购元器件、部件, 入厂时需经检验部门复检, 并应符合有关标准规定。

6.2 外观和结构

6.2.1 机器人结构应布局合理, 操作方便, 造型美观, 便于维修。

6.2.2 在机器人成套设备中, 所有紧固部分应无松动; 活动部分的润滑和冷却状况良好。

6.2.3 说明功能的文字、符号、标志应清晰、端正。各轴关节处应标明其运动方向。

6.2.4 机器人表面不能有明显的凹痕、裂缝和变形; 漆膜及镀层应均匀, 无气泡、划伤、脱落和磨损等缺陷; 金属零件不能有锈蚀及其他机械损伤。

6.3 焊接质量

6.3.1 焊接外观

焊接后焊接件表面无焊接缺陷, 反面无明显痕迹、无明显变色、无变形。

6.3.2 单点最大熔深

在额定功率和能量条件下，对两块厚度为 1mm 的标准不锈钢 304 钢板进行激光焊接，在焊接件反面不变色的条件下，所能达到的最大焊接熔深不小于 0.6mm。

6.4 功能

- 6.4.1 机器人的开关、按钮、显示、报警及联锁装置功能应正常。
- 6.4.2 机器人各轴运动应平稳、正常。
- 6.4.3 在各种操作方式中，指令与动作应协调一致。
- 6.4.4 电力线与信号线尽可能远离，并对信号线采用屏蔽、双绞等抗干扰措施。
- 6.4.5 电气设备如遇突然停电情况，在恢复供电时，不得自行接通。
- 6.4.6 机器人停止或者急停时，保证激光束离开焊接件或者不产生激光束。

6.5 性能要求

6.5.1 激光焊接机器人

激光焊接机器人的性能要求主要包括 5.2.1 中的各轴的运动范围、工作空间、最大单轴速度、焊接速度范围、位姿准确度和重复性、位姿准确度和重复性漂移、位置超调量、轨迹准确度和重复性、轨迹速度准确度和重复性、轨迹速度波动、摆动偏差、拐角偏差、耗电功率，这些性能指标应满足使用说明书中的相关规定。

6.5.2 激光焊接设备

激光焊接设备的性能要求主要包括 5.2.2 中的激光波长、输出功率、功率稳定性、激光脉冲重复频率、最大脉冲能量、激光脉冲宽度、激光光束质量、激光光纤最小弯曲半径，这些性能指标应满足使用说明书中的相关规定。

6.6 安全

6.6.1 基本要求

应符合 GB 11291.2 和 GB/T 20867 的安全规定。

6.6.2 接地电阻

机器人操作机、控制装置、动力源都必须有接地点。不能明显表明的接地点，应在其附近标注明显的接地符号“ $\perp$ ”。

机器人中因绝缘损坏可能带电的金属部件与接地点之间的电阻不得超过 0.1 Ω 。

6.6.3 绝缘电阻

机器人交流动力电源电路与壳体之间的绝缘电阻应不小于 10M Ω 。

6.6.4 耐电强度

机器人动力交流电源电路与邻近的非带电导体间，应能承受交流 50Hz、电压有效值 1500V、持续 1 min 的耐电强度试验，无击穿、闪络及飞弧现象。

6.7 持续运行

在额定负载和正常焊接速度下连续运行 120h，机器人工作应正常。

6.8 工艺操作

按工艺要求，对机器人进行示教编程和工艺操作。在正常工艺条件下，其焊接质量应符合要求。

6.9 噪声

机器人空载运行时所产生的噪声应不大于 70dB(A)。

6.10 电源适应能力

当供电电网电压波动，在额定电压的-15%~+10%、频率为 50Hz 时，机器人工作应正常。

6.11 电磁兼容性

应符合 GB/Z 19397-2003 中 6.5 的规定。

6.12 环境条件

6.12.1 环境气候适应性

机器人在表 1 环境条件下使用、运输和贮存时，应能保持正常。其他项目由产品标准规定。

表1 环境条件

环境条件	工作条件	贮存、运输条件
环境温度, °C	0~40	-40~+55
相对湿度, %	40~90	≤93 (40 °C)
大气压力, kPa	86~106	

6.12.2 耐振性

机器人的操作机、控制装置在频率为 5Hz~55Hz、振幅为 0.15mm 的振动条件(或环境)下，工作应正常。

6.13 耐运输性

机器人按要求包装和运输后，应保持正常状态。

6.14 可靠性

机器人的可靠性用平均无故障时间 (MTBF) 和平均修复时间 (MTTR) 来衡量，具体数值应在使用说明书中规定。一般平均无故障时间不小于 5000h，平均修复时间不大于 30min。

6.15 成套性

6.15.1 机器人应包括操作机、控制装置、动力源装置、连接电缆等成套设备。

6.15.2 机器人出厂时，应备有供正常生产使用的附件、维修用的备件及专用工具。

6.15.3 机器人出厂时，应提供工业机器人特性数据表、技术说明书或操作、安装、维修说明书等技术文件以及合格证。

7 试验方法

7.1 试验条件

按 JB/T 8896-1999 中 5.1 的规定进行。

7.2 外观和结构检查

采用目视手动等检查。

7.3 焊接质量检查

7.3.1 焊接外观质量采用目视手动检查。

7.3.2 单点最大熔深

按 HB 5282 的相关规定进行。

7.4 功能检查

采用目视手动等检查。

7.5 性能测试

7.5.1 激光焊接机器人

7.5.1.1 各轴运动范围测量

按 JB/T 8896-1999 中 5.4.1 的规定进行。

7.5.1.2 工作空间测量

按 JB/T 8896-1999 中 5.4.2 的规定进行。

7.5.1.3 最大单轴速度

在额定负载条件下，使被测关节进入稳定工作状态，其他关节固定。令被测关节以最大速度做最大范围的运动，测出速度的最大值。重复测量 10 次，以 10 次所测结果的平均值作为测量结果。

7.5.1.4 焊接速度范围

在额定负载条件下，使被测关节进入稳定工作状态。令被测关节以最大速度做大范围的运动，测出机械接口坐标原点或工具中心点的速度。重复测量 10 次，以 10 次所测结果的平均值作为测量结果。

7.5.1.5 位姿准确度和重复性测量

按 GB/T 12642-2013 中 7.2 的规定进行。

7.5.1.6 位姿准确度和重复性漂移测量

按 GB/T12642-2013 中 7.6 的规定进行。

7.5.1.7 位置超调量测量

按 GB/T 12642-2013 中 7.5 的规定进行。

7.5.1.8 轨迹准确度和重复性测量

按 GB/T 12642-2013 中 8.2 和 8.3 的规定进行。

7.5.1.9 轨迹速度准确度和重复性测量

按 GB/T 12642-2013 中 8.6 的规定进行。

7.5.1.10 轨迹速度波动测量

按 GB/T 12642-2013 中 8.6 的规定进行。

7.5.1.11 摆动偏差测量

按 GB/T 12642-2013 中 11.1 的规定进行。

7.5.1.12 拐角偏差测量

按 GB/T 12642-2013 中 8.5 的规定进行。

7.5.2 激光焊接设备

7.5.2.1 波长

按 GB/T 15175-2012 中 5.1 的规定进行。

7.5.2.2 输出功率

按 GB/T 15175-2012 中 5.2 的规定进行。

7.5.2.3 功率稳定性

按 GB/T 15175-2012 中 5.10 的规定进行。

7.5.2.4 脉冲重复频率

按 GB/T 15175-2012 中 5.3 的规定进行。

7.5.2.5 最大脉冲能量

用能量计测量，具体按 GB/T 15175-2012 中 5.4 的规定进行。

7.5.2.6 脉冲宽度

按 GB/T 15175-2012 中 5.5 的规定进行。

7.5.2.7 光束质量

按 GB/T 15175-2012 中 5.9 的规定进行。

7.5.2.8 光纤最小弯曲半径

采用光纤弯曲半径测量仪对激光光纤进行测量，测试3次，取3次平均值作为最小弯曲半径测量值。

7.6 安全检验

7.6.1 基本要求

按 GB 11291.2 和 GB/T 20867 规定进行。

7.6.2 接地电阻检测

按 GB/T 5226.1-2019 中 18.2 的规定进行。

7.6.3 绝缘电阻测量

按 GB/T 5226.1-2019 中 18.3 的规定进行。

7.6.4 耐电强度试验

按 GB/T 5226.1-2019 中 18.4 的规定进行。

7.7 连续运行试验

按 JB/T 8896-1999 中 5.6 的规定进行。

7.8 工艺操作试验

在正常工艺条件下,按激光焊接要求对机器人进行示教编程,然后启动机器人进行自动运行,作业完成后,检查其焊接质量应符合要求。

7.9 噪声

按 JB/T 8896-1999 中 5.7 的规定进行。

7.10 电源适应能力试验

按 JB/T 8896-1999 中 5.8 的规定进行。

7.11 电磁兼容性试验

按 GB/Z 19397-2003 中第 6 章的规定进行。

7.12 环境气候适应性试验

按 JB/T 8896-1999 中 5.10 的规定进行。

7.13 振动试验

按 JB/T 8896-1999 中 5.11 的规定进行。

7.14 运输试验

按 JB/T 8896-1999 中 5.12 的规定进行。

7.15 可靠性试验

由产品标准规定。

8 检验规则

检验规则按 JB/T 8896-1999 规定进行。检验项目见表 2。

表2 检验项目

序号	检验项目		检验类别		技术要求	检验方法
			出厂检验	型式检验		
1	外观和结构		○	○	6.2	7.2
2	焊接	焊接外观	○	○	6.3.1	7.3.1
3	质量	单点最大熔深	○	○	6.3.2	7.3.2
4	功能		○	○	6.4	7.4
5	性能 要求	各轴运动范围	○	○	6.5.1	7.5.1.1
6		工作空间	—	○	6.5.1	7.5.1.2
7		最大单轴速度	○	○	6.5.1	7.5.1.3
8		焊接速度范围	—	○	6.5.1	7.5.1.4
10		位姿准确度和重复性	○	○	6.5.1	7.5.1.5
11		位姿准确度和重复性漂移	○	○	6.5.1	7.5.1.6
12		位置超调量	○	○	6.5.1	7.5.1.7
13		轨迹准确度和重复性	○	○	6.5.1	7.5.1.8
14		轨迹速度准确度和重复性	—	○	6.5.1	7.5.1.9
15		轨迹速度波动	—	○	6.5.1	7.5.1.10
16		摆动偏差	○	○	6.5.1	7.5.1.11
17		拐角偏差	○	○	6.5.1	7.5.1.12
18		波长	○	○	6.5.2	7.5.2.1
19		输出功率	○	○	6.5.2	7.5.2.2
20		功率稳定性	○	○	6.5.2	7.5.2.3
21		脉冲重复频率	—	○	6.5.2	7.5.2.4
22		最大脉冲能量	—	○	6.5.2	7.5.2.5
23		脉冲宽度	—	○	6.5.2	7.5.2.6
24		光束质量	○	○	6.5.2	7.5.2.7
25		光纤最小弯曲半径	○	○	6.5.2	7.5.2.8
26	安全	基本安全要求	—	○	6.6.1	7.6.1
27		接地电路	○	○	6.6.2	7.6.2
28		绝缘电阻	○	○	6.6.3	7.6.3
29		耐电强度	○	○	6.6.4	7.6.4
30	持续运行		○	○	6.7	7.7
31	工艺操作		○	○	6.8	7.8
32	噪声		○	○	6.9	7.9

33	电源适应性	○	○	6.10	7.10
34	电磁兼容性	—	○	5.11	6.11
35	环境气候适应性	—	○	5.12	6.12
36	耐振性	—	○	5.13	6.13
37	耐运输性	—	○	5.14	6.14
38	可靠性	—	○	5.15	6.15
39	耗电功率	—	○	5.2.1 u)	—
注：“○”为检验项目。					

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 机器人产品上应装有标牌，标牌上应包括下述内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 动力源参数及耗电功率；
- d) 外形尺寸和重量；
- e) 生产编号；
- f) 制造单位名称；
- g) 出厂年月。

9.1.2 使用说明书

使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。具体应包括下述内容：

- a) 概述：产品特点、主要用途及适用范围、品种、规格、型号组成及意义、尺寸、重量、使用环境条件、工作条件、安全等；
- b) 安全使用注意事项；
- c) 结构特征与工作原理；
- d) 技术特征：主要性能、主要参数；
- e) 安装、调整（或调试）、使用、操作；
- f) 故障分析与排除、事故处理；
- g) 保养、维修、运输、贮存；
- h) 环保及其他。

9.1.3 包装标志

在包装箱外表面上，应按 GB/T 191 规定做图示标志和安全警告标志。

9.2 包装

9.2.1 机器人在包装前，必须将操作机活动臂部分固定牢靠。

9.2.2 操作机底座及其他装置与包装箱底板应固定牢靠。

9.2.3 控制装置应单独包装。

9.2.4 包装材料符合 GB/T 4768、GB/T 4879、GB/T 5048 的要求。若有其他特殊包装要求，应在产品标准中规定。

9.2.5 包装箱内应有下列文件：

- a) 特性数据表和产品合格证明书；
- b) 使用说明书及安装图；
- c) 随机备件、附件及其清单；
- d) 装箱清单及其他有关技术资料。

9.3 运输

运输、装卸时，应按 9.1.2 “包装标志”的规定标识方向放置，保持包装箱的竖立位置，并不得堆放。

9.4 贮存

长期存放机器人产品的仓库，其环境温度为 0~40℃，相对湿度不大于 80%。其周围环境应无腐蚀、易燃气体，无强烈机械振动、冲击及强磁场作用。贮存期限及其维护要求由产品标准规定。

10 质量承诺

10.1 用户在遵守产品使用说明书规定的操作条件下，自购买产品之日起，产品质保期 18 个月（易损件除外）。质保期间若因质量问题造成产品故障的，制造商应负责免费维修或更换。

10.2 如因操作不当或外部不可抗拒的因素所造成的非质量问题导致产品故障，或超过保修期的，制造商应提供维修服务。

10.3 对客户反馈在 24 h 内做出响应。