

ICS 25.040.30

CCS J28

团 体 标 准

T/FSS XXX-2024

佛山标准 四轴装配机器人

Foshan Standard Four axis assembly robot

征集意见稿

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

佛山市佛山标准和卓越绩效管理促进会 发布

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 四轴装配机器人

1 范围

本文件规定了负载 60 kg 以下的四轴装配机器人的基本参数、正常工作环境、要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输和贮存和质量承诺。

本文件适用于负载 60 kg 以下的四轴装配机器人（以下简称“机器人”），六轴机器人（六自由度关节机器人）与 DELTA 机器人（并联机器人）不在本文件适用范围内。

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 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

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 5226.7-2020 机械电气安全 机械电气设备 第 7 部分：工业机器人技术条件

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB 11291.1—2011 工业环境用机器人 安全要求 第 1 部分：机器人

GB/T 12642—2013 工业机器人 性能规范及其试验方法

GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇

JB/T 10825-2008 工业机器人 产品验收实施规范

ANSI/ESD S20.20 For the Development of an Electrostatic Discharge Control Program for – Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)

IEC 61340-5-1 Electrostatics –Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena –General requirements

3 术语和定义及缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 12643—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

位姿准确度 Pose accuracy

指令位姿和从同一方向接近该指令位姿时的实到位姿平均值之间的偏差。

3.1.2

位姿重复性 Pose repeatability

对同指令位姿从同一方向重复响应 n 次后实到位姿的一致程度。

3.1.3

多方向位姿准确度变动 Multidirectional pose accuracy variation

从三个相互垂直方向对相同指令位姿响应 n 次时，各平均实到位姿间的偏差。

3.1.4

距离准确度 Distance accuracy

在指令距离和实到距离平均值之间位置和姿态的偏差。

3.1.5

距离重复性 Distance repeatability

在同一方向对相同指令距离重复运动 n 次后实到距离的一致程度。

3.1.6

位置稳定时间 Position stabilization time

用于衡量机器人停止在实到位姿快慢程度的性能。位置稳定时间是从机器人第一次进入门限带的瞬间到不再超出门限带的瞬间所经历的时间，门限带可定义为位置重复性或由制造商制定。

3.1.7

位置超调量 Position overshoot

衡量机器人平稳、准确地停在实到位姿的能力。位置超调量是机器人第一次进入门限带再超出门限带后瞬时位置与实到稳定位置的最大距离。

3.1.8

位姿准确度漂移 Drift pose accuracy

在指定的时间内位姿准确度的变化。

3.1.9

位姿重复性漂移 Drift of pose repeatability

在指定的时间内位姿重复性的变化。

3.1.10

最小定位时间 Minimum posing time

机器人在点位控制方式下从静态开始移动一预定距离和/或摆动一预定角度到达稳定状态所经历的最少时间。

3.1.11

绝对定位误差 Absolute positioning error

绝对定位误差也即位置准确度，表示指令位置和从同一方向接近该指令位置时的实到位置平均值之间的偏差。

3.1.12

绝对定位误差补偿 Absolute positioning error compensation

通过某种补偿方式（如机器人标定、改变机器人算法），降低机器人绝对定位误差，从而达到绝对定位误差补偿。

3.2 缩略语

GB/T 12642—2013 中的缩略语适用于本文件。

4 基本参数、正常工作环境

4.1 基本参数

基本参数包括但不限于以下项目：

- a) 最大运动范围；
- b) 额定负载能力；
- c) 最大负载能力；
- d) 轴数；
- e) 重量；
- f) 每循环时间；
- g) 运行环境温度；
- h) 仓储和运输温度；
- i) 防护等级；
- j) 机械手防护等级；

4.2 正常工作环境

机器人在下列环境下也能正常工作：

- a) 环境温度：5 °C～45 °C；
- b) 相对湿度不大于 90%（25 °C时）；
- c) 电源：
 - 1) 电压：AC 1×200 V～240 V；
 - 2) 频率：50/60 Hz。

d) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

4.3 仓储和运输环境

环境温度：-25 ℃~55 ℃。

5 要求

5.1 外观、结构及一般要求

5.1.1 机器人应布局合理，操作简便、造型美观、便于维护。

5.1.2 机器人表面不应有明显的凹痕、裂纹和变形。漆膜及镀层应均匀，无气泡、划伤、脱落、留痕、剥落、流挂、漏底等缺陷。机器人各组件颜色应美观、协调。

5.1.3 机器人所有紧固件应无松动，活动部门润滑良好。

5.1.4 机器人开关、按钮、显示、报警及联锁装配功能应正常。各种操作方式中，指令应与动作一致。

5.1.5 机器人运转应灵活、平稳、无阻滞现象。传动和调节装置（机构）应灵活可靠，操作方便，无异常声响。

5.1.6 电气线路、管路的外露部位应布局合理，排列整齐，安装牢固，不应与相对运动的零部件接触。

5.1.7 机器人表面上的各种文字、图形、符号应清晰、准确，机器人本体各关节应标明轴号及运动方向。

5.1.8 示教盒表面有保护膜覆盖，应平整并严丝合缝，不应有气泡、破损等缺陷。

5.1.9 机器人外购的零部件应有相关的质量合格证明。

5.2 电源适应性

在电源电压波动幅度±10%，频率为 50 Hz~60 Hz 时，机器人应能正常工作。

5.3 ESD 要求

机器人 ESD 要求应符合 IEC 61340-5-1；ANSI/ESD S20.20。

5.4 噪声

机器人在额定负载、各轴正反方向及低中高速旋转（或移动）条件下的最大运转噪声声压级不应大于 75dB(A)。

5.5 安全要求

5.5.1 动力损失或变化

动力损失或变化应符合 GB 11291.1—2011 中 5.2.2 的要求。

5.5.2 致动控制

致动控制应符合 GB 11291.1—2011 中 5.3 的要求。

5.5.3 降速控制

降速控制应符合 GB 11291.1—2011 中 5.6 的要求。

5.5.4 操作方式

操作方式应符合 GB 11291.1—2011 中 5.7 的要求。

5.5.5 奇异性保护

奇异性保护应符合 GB 11291.1—2011 中 5.11 的要求。

5.5.6 轴的机械及机电限位装置

轴的机械及机电限位装置应符合 GB 11291.1—2011 中 5.12.2 的要求。

5.5.7 断电后关节自锁安全

断电后关节自锁安全应符合 GB/T 5226.7—2020 中 4.1.2.11 的要求。

5.5.8 引入电源线端接法和切断开关

引入电源线端接法和切断开关应符合 GB/T 5226.7—2020 中 5 的要求。

5.5.9 基本防护

基本防护应符合 GB/T 5226.7—2020 中 6.2 的要求。

5.5.10 电动机的过热保护

电动机的过热保护应符合 GB/T 5226.7—2020 中 7 的要求。

5.5.11 急停器件

急停器件应符合 GB/T 5226.7—2020 中 10.7 的要求。

5.5.12 连接和布线的一般要求

连接和布线的一般要求应符合 GB/T 5226.7—2020 中 13.1.1 的要求。

5.5.13 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，应无击穿、闪络及飞弧现象。不适宜经受试验电压的元件和器件，以及试验期间可能动作的浪涌保护器件，应在试验期间断开。

5.6 性能

5.6.1 运动范围

A1(°): ±140;

A2(°): ±140;

A3(mm): -450/+1;

A4(°): ±360。

5.6.2 关节速度

A1 (°/s): 245;
A2 (°/s): 390;
A3 (mm/s): 910;
A4 (°/s): 1400。

5.6.3 位姿准确度

位置准确度 (mm): $AP_p \leq 3$; 姿态准确度 (°): $|AP| \leq 1.0$ 。

5.6.4 位姿重复性

位置重复性 (mm): $RP_p \leq 0.04$; 姿态重复性 (°): $RP_A \leq 0.05$ 。

5.6.5 多方向位姿准确度变动

多方向位置准确度变动 (mm): $vAP_p \leq 1.5$; 多方向姿态准确度变动 (°): $vAP \leq 1.0$ 。

5.6.6 距离准确度

位置距离准确度 (mm): $|AD_p| \leq 1$; 姿态距离准确度 (°): $|AD| \leq 0.1$ 。

5.6.7 距离重复性

位置距离重复性 (mm): $|RD| \leq 0.1$; 姿态距离重复性 (°): $|RD| \leq 0.03$ 。

5.6.8 位置稳定时间

位置稳定时间 t (s) ≤ 1 。

5.6.9 位置超调量

位置超调量 OV (mm) ≤ 1 。

5.6.10 位姿准确度漂移

位置准确度漂移 (mm): $dAP_p \leq 0.5$; 姿态准确度漂移 (°): $dAP \leq 0.1$ 。

5.6.11 位姿重复性漂移

位置重复性漂移 (mm): $dRP_p \leq 0.5$; 姿态重复性漂移 (°): $dRP \leq 0.1$ 。

5.6.12 最小定位时间

机器人从 P_{1+3} 移动至 P_{1+4} (即 D100) 的最小定位时间 T (s) ≤ 6 。

5.6.13 绝对定位误差补偿

机器人在补偿后的位置准确度相比于补偿前提升了 30%。

6 试验方法

6.1 试验要求

a) 试验温度应在 10 °C~35 °C，相对湿度在 40%~75%之间。机器人的性能试验温度应保持在 20°C±2°C 范围内。

b) b)除特别规定外，试验额定负载情况下进行。

注：机器人经过公司技术人员进行必要调试完毕后进行。

c) 机器人性能试验按 GB/T 12642-2013 中规定的要求进行试验。

6.2 外观、结构及一般要求检验

按 5.1 要求进行检查，应符合条件。

6.3 电源适应性

调整机器人的输入电源，分别在额定电压及频率波动极值处工作 5 min，视检机器人是否工作正常。

6.4 ESD 要求检验

按 IEC 61340-5-1；ANSI/ESD S20.20 规定的方法进行。

6.5 噪声

按 GB/T 3768 规定的方法进行。

6.6 防护等级

按 GB/T 4208 规定的方法进行。

6.7 耐电强度

按 GB/T 5226.1—2019 中 18.4 规定的方法进行。。

6.8 性能试验

6.8.1 运动范围

按 JB/T 10825—2008 中 6.5 规定的方法进行。。

6.8.2 关节速度

按 JB/T 10825—2008 中 6.7 规定的方法进行。。

6.8.3 位姿准确度

按 GB/T 12642—2013 中 7.2.1 规定的方法进行。。

6.8.4 位姿重复性

按 GB/T 12642—2013 中 7.2.2 规定的方法进行。。

6.8.5 多方向位姿准确度变动

按 GB/T 12642—2013 中 7.2.3 规定的方法进行。。

6.8.6 距离准确度

按 GB/T 12642—2013 中 7.3.2 规定的方法进行。。

6.8.7 距离重复性

按 GB/T 12642—2013 中 7.3.3 规定的方法进行。。

6.8.8 位置稳定时间

按 GB/T 12642—2013 中 7.4 规定的方法进行。。

6.8.9 位置超调量

按 GB/T 12642—2013 中 7.5 规定的方法进行。。

6.8.10 位姿准确度漂移

按 GB/T 12642—2013 中 7.6 规定的方法进行。。

6.8.11 位姿重复性漂移

按 GB/T 12642—2013 中 7.6 规定的方法进行。。

6.8.12 最小定位时间

按 GB/T 12642—2013 中第 9 章规定的方法进行。。

6.9 绝对定位误差补偿

按 GB/T 12642—2013 中 7.2.1 规定的方法进行，分别对补偿前和补偿后的机器人的位置准确度进行测试，计算提升比率 $i = (AP_{P_{补偿前}} - AP_{P_{补偿后}}) / AP_{P_{补偿前}} \times 100\%$ 。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 每台机器人应经过本公司检验部门检验合格，并附上出厂检验合格证书方能出厂。

7.1.2 出厂检验项目包含外观检验与性能检验，两者都需通过检验合格后方能出厂。

7.1.3 外观检验如有项目不合格，允许直接修复后提交检测，合格后可出厂；性能检验如有项目不合格，需与相关部门讨论确认问题点后进行修复并再次提交检验，若再出现不合格项，则判该产品为不合格品。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验在下列情况之一时进行：

- a) 新产品试制定型时；
- b) 正式生产后，如设计、材料、工艺、设备有较大改变时；
- c) 产品停产半年以上，恢复再生产时；
- d) 产品连续生产时，每年至少进行一次型式试验。

7.2.2 型式试验内容包括本标准第5章全部内容。

7.2.3 型式检验的样品在出厂检验合格产品中随机抽样，每次抽两台。

7.2.4 在型式检验中，若出现安全性项目的不合格，则判该次型式检验不合格。若出现非安全性项目的不合格，则余下项目停止检验，并从该批产品加倍抽样，对不合格项目复检。如复检合格，则在加倍抽样产品中任取两台，对尚未完成的检验项目进行检验。如检验合格，则判该次型式检验合格，如再有不合格品出现，则判该次型式检验不合格。

8 标志、使用说明书、包装、运输和贮存

8.1 铭牌

铭牌应在机器人醒目的位置上，且应且有如下内容：

- a) 产品名称和型号；
- b) 物料号；
- a) 序列号；
- b) 生产日期；
- c) 重量；
- d) 负载；
- e) 臂展；
- f) 公司名称；
- g) 生产地。

8.2 使用说明书

使用说明书应按 GB/T 9969 的规定编写。

8.3 包装

机器人应包装牢固可靠，能有效地保护产品。包装标志应符合 GB/T 191 的有关规定。

8.4 运输

机器人在运输过程中，应能防护碰撞和雨雪侵袭。

8.5 贮存

机器人应贮存在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%（25 $^{\circ}\text{C}$ 时），空气中无粉尘和腐蚀性气体且通风良好的仓库中。

9 质量承诺

- 9.1 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 12 个月。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。
 - 9.2 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。
 - 9.3 对客户反馈的信息应在 24 h 内做出响应。
-