

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37415—2019

---

## 桁架式机器人通用技术条件

General specifications of gantry robot

2019-05-10 发布

2019-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品分类 .....	2
5 性能 .....	2
6 技术要求 .....	2
7 试验方法 .....	6
8 检验规则 .....	9
9 标志、包装、运输、贮存 .....	10

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本标准起草单位：金石机器人常州股份有限公司、北京机械工业自动化研究所有限公司、江苏亨通智能科技有限公司、杭州娃哈哈集团有限公司、宁夏巨能机器人股份有限公司、深圳吉阳智能科技有限公司。

本标准主要起草人：刘金石、张有斌、张江涛、刘颖、程勋辉、王新炜、胡文轻、杨沛湛、李志博、阳如坤、黄永衡。



# 桁架式机器人通用技术条件

## 1 范围

本标准规定了桁架式机器人的产品分类、性能、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于桁架式机器人及其变型品种。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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—2008 包装储运图示标志
- GB/T 3766—2001 液压系统通用技术条件
- GB/T 4768—2008 防霉包装
- GB/T 4879—2016 防锈包装
- GB/T 5048—2017 防潮包装
- GB/T 5080.1—2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理
- GB 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB 11291.1—2011 工业环境用机器人 安全要求 第1部分:机器人
- GB 11291.2—2013 机器人与机器人装备 工业用机器人安全要求 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 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
- GB/T 12644—2001 工业机器人 特性表示
- GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- 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
- 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
- JB/T 8896—1999 工业机器人 验收规则

## 3 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

#### 桁架式机器人 gantry robot

以笛卡尔直角或斜角坐标系配置的线性运动为主,以多自由度回转运动为辅,能够自动控制,可重复编程的多用途操作机。

## 4 产品分类

### 4.1 按负载能力分类

桁架机器人按负载能力分类,可以分为:

- a) 轻负载桁架式机器人,负载能力 $\leq 100$  kg;
- b) 中负载桁架式机器人,负载能力  $100$  kg $\sim$  $1\ 000$  kg;
- c) 重负载桁架式机器人,负载能力 $>1\ 000$  kg。

### 4.2 按伺服轴数量分类

桁架机器人按轴数分类,可以分为:

- a) 两轴桁架式机器人;
- b) 三轴桁架式机器人;
- c) 多轴桁架式机器人。

### 4.3 按精度分类

桁架机器人按精度分类,可以分为:

- a) 高精度桁架式机器人,定位精度 $<0.25$  mm,重复定位精度 $<0.05$  mm;
- b) 中精度桁架式机器人, $0.25$  mm $\leq$ 定位精度 $\leq 0.5$  mm, $0.05$  mm $\leq$ 重复定位精度 $\leq 0.1$  mm;
- c) 一般精度桁架式机器人,定位精度 $>0.5$  mm,重复定位精度 $>0.1$  mm。

## 5 性能

桁架机器人的性能指标,应在产品标准中加以规定,包括下列各项:

- a) 坐标型式;
- b) 轴数;
- c) 额定负载;
- d) 各轴位移量;
- e) 工作空间;
- f) 定位精度;
- g) 重复定位精度;
- h) 最小定位时间;
- i) 循环时间;
- j) 单轴加速度;
- k) 最大单轴速度;
- l) 合成加速度;
- m) 合成速度。

## 6 技术要求

### 6.1 一般要求

桁架式机器人应满足以下要求:

- a) 制造机器人所用材料及外购元器件、部件应符合各元器件的有关标准规定；
- b) 机器人桁架结构上的运动部件应调整到位,保证机器人运动时的平稳性；
- c) 电力线与信号线应分开,并对信号线采取屏蔽、双绞等抗干扰措施；
- d) 控制柜应有良好的通风和散热措施；
- e) 各轴位置定位应具备可编程性和可控制性。

## 6.2 外观和结构

桁架式机器人外观和结构应满足以下要求：

- a) 机器人颜色应美观、协调,漆皮表面光洁,不应有漏漆、起皮、脱落等缺陷,金属零件不应有锈蚀及其他机械损伤；
- b) 机器人结构因行业环境因素,导轨推荐使用滚轮结构导轨；
- c) 机器人结构应布局合理,操作方便,造型美观,便于维修；
- d) 机器人成套设备中,所有紧固部分应无松动；
- e) 机器人液压、气动系统不得有漏油、漏气现象,液压系统应符合 GB/T 3766—2001 的规定,气压系统应符合 GB/T 7932—2017 的规定,活动部分润滑和冷却状况良好；
- f) 文字、符号和标志应清晰端正,各直线伺服运动轴处应标明轴号及其运动方向；
- g) 机器人桁架结构应比例协调,立柱固定牢靠稳定,机器人在其上运动时无非正常振动产生。

## 6.3 功能

桁架式机器人功能应满足以下要求：

- a) 开关、按钮、显示、报警及联锁装置,功能应正常；
- b) 各直线伺服运动轴运动应平稳、正常；
- c) 各种操作方式中,指令与动作应协调一致；
- d) 横梁长度超过 25 m,推荐采用横梁的热变形补偿功能；
- e) 使用滑触式、感应式等非直接供电方式的,应具备电压稳定功能和不间断供电功能；
- f) 应具备与其他自动化配套设备集成的功能。

## 6.4 安全

### 6.4.1 基本要求

机器人的安全应符合 GB 11291.1—2011、GB 11291.2—2013、GB 5226.1—2008 和 GB/T 15706—2012 的规定。

### 6.4.2 接地

机器人操作机、控制装置、动力源都应有接地点。不能明显表明的接地点,应在其附近标注明显的接地符号“ $\perp$ ”。接地点与机器人中因绝缘损坏可能带电的金属部件之间的电阻不得超过 12  $\Omega$ 。

### 6.4.3 绝缘电阻

机器人控制装置动力交流电源电路与壳体之间绝缘电阻应不小于 1 M $\Omega$ 。

### 6.4.4 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(50 Hz)电压有效值 1 500 V 持续 1 min 的耐电强度试验,无击穿、闪络及飞弧现象。

#### 6.4.5 紧急停止功能

每个能启动桁架式机器人运动或造成其他危险状况的控制点都应有手动的急停功能,该急停功能应符合以下要求:

- 终止所有危险;
- 切断桁架式机器人驱动器的驱动源;
- 消除可由桁架式机器人控制的任何其他危险;
- 保持有效值直至复位;
- 只能手动复位,复位后不会自动重启,只允许手动启动。

桁架式机器人系统如遇突然停电情况,在恢复供电时,不得自行接通。

#### 6.4.6 短路保护装置

桁架式机器人的电源线和外接软线固定装置应安全可靠,应有防水的进线座,并应有短路保护装置。

#### 6.4.7 安全保护装置

当桁架式机器人在工作过程中出现超负载、超运行速度、超最大行程等故障时,控制系统应能发出报警信号,且应立即停止工作。

#### 6.4.8 限位装置

桁架式机器人应有限制各运动轴最大位移的机械硬限位装置。

#### 6.4.9 竖直轴(Z轴)安全装置

桁架式机器人竖直轴(Z轴)安全装置应满足以下要求:

- a) 机器人末端负载 $\geq 100$  kg时,应配备外置制动系统(不包含电机的制动系统),该系统与机器人竖直轴(Z轴)直接连接;
- b) 机器人竖直轴(Z轴)应配备维修时使用的防坠落锁紧机构。

#### 6.4.10 执行机构安全装置

桁架式机器人执行机构安全装置应满足以下要求:

- a) 所有执行机构应配备防坠落锁紧机构和防止滑动的锁紧机构;
- b) 重要连接处应做防松设计。

#### 6.4.11 安全防护

安全防护应满足以下要求:

- a) 桁架式机器人的运动区域应具有安全防护栅栏,操作人员不能触摸到桁架式机器人上的运动部件(运动部件的运动力 $< 10$  N的除外);
- b) 因维护需要,需要预留安全门时,安全门应安装安全门锁,控制系统应具有相应的安全回路,在系统不允许的情况下,安全门不能被打开;
- c) 在无安全门的情况下,安全维护栅栏开口距离危险源应 $\geq 850$  mm。

### 6.5 噪声

测量条件:测量环境没有回音、距离机器人 10 m 测量。

机器人在空载运行时所产生的噪声,应  $<80$  dB(A)。

## 6.6 连续运行

机器人在额定负载和工作速度下,连续运行 24 h,工作应正常。

## 6.7 工艺操作

对机器人进行示教编程和工艺操作,工作应正常,可以满足正常上卸料。

## 6.8 电源适应能力

当供电电网电压波动,交流电源在额定电压的  $\pm 10\%$  范围内,频率为  $50 \times (1 \pm 1\%)$  Hz 时,机器人工作应正常。

## 6.9 电磁兼容性

### 6.9.1 一般要求

机器人的电磁兼容性应符合 GB/Z 19397—2003 中 6.5 的规定。

### 6.9.2 辐射敏感度

机器人在受到射频干扰时 (ISM 1 组 A 级),工作应正常。

### 6.9.3 磁场敏感度

机器人在  $3$  V/m 电平值的场中(相当于测试级 2 级),工作应正常。

## 6.10 环境气候适应性

机器人在表 1 规定的环境条件下使用、运输和贮存时,应保持正常。

表 1 机器人使用环境条件

环境条件	工作条件	贮存、运输条件
环境温度	$0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$
相对湿度	$\leq 85\%$ ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	
大气压力	$80\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$	

## 6.11 耐振性

机器人的操作机、控制装置在受到频率为  $5\text{ Hz} \sim 55\text{ Hz}$ 、振幅为  $0.15\text{ mm}$  的振动时,工作应正常。

## 6.12 耐运输性

机器人按要求包装和运输后,应保持正常。

## 6.13 可靠性

机器人的可靠性用平均无故障工作时间 (MTBF) 和平均修复时间 (MTTR) 来衡量,一般  $\text{MTBF} > 5\ 000\text{ h}$ ,  $\text{MTTR} < 30\text{ min}$ 。



## 6.14 成套性

机器人的成套性应满足以下要求：

- a) 机器人应包括操作机、控制装置、动力源装置、连接管线等成套设备及可供用户选用的抓手等配套装置；
- b) 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；
- c) 机器人出厂时，应提供特性数据表、技术说明书或操作、安装、维修说明书等技术文件以及产品合格证明书。

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

除有另行规定外，均在下述条件下进行：

- 温度： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $\leq 85\%$ ；
- 大气压力： $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

### 7.2 功能检查

机器人功能检查主要确认各个指令和动作的有效性和准确性：

- a) 按钮功能和显示装置检查 按各类工业机器人的技术要求，检查各按钮的功能和显示装置的显示是否正常；
- b) 联锁功能检查 按桁架式机器人的要求，检查全部联锁功能，特别是按下“停止”或“急停”按钮后，不按“复位”和“启动”按钮，则其他按钮均不能使运动部件动作；
- c) 各轴动作检查 人工操作按钮，使每个轴往复运行三次，检查各轴动作是否正确；
- d) 指令动作检查 按各类工业机器人所规定的操作，检查各轴指令与动作的一致性。

### 7.3 性能测试

#### 7.3.1 各轴位移测量

以机座坐标系为基准，测出机器人末端执行器各直线轴上的位移量。

#### 7.3.2 工作空间测量

测试条件：空载状态。

测试程序：根据工作空间作图法（按 GB/T 12644—2001）绘制出工作空间简图。

以机座坐标系为基准，测出工作空间上的各特殊点（极限位置点和拐点）的坐标值。

#### 7.3.3 定位精度

机器人停止时，实际到达的位置和要求到达位置的误差。矩阵式测量目标位置选择见图 1，其测量方法如下：

- a) 定义和符号：按 GB/T 17421.2—2016 中第 2 章的规定。
- b) 检验条件：按 GB/T 17421.2—2016 中 3.1 的规定。
- c) 被测机器人：被测机器人应完成装配并充分运转；在开始检验精度之前，机器人的调平、几何精度和功能检验都应完全符合要求；检验期间若使用机器人内部补偿程序，应记录在检验报

告中。

- d) 按机器人编制程序使运动部件沿着或者围绕轴线运动到一系列的目标位置,并在各目标位置停留足够的时间,以便测量和记录实际位置。
- e) 测量目标位置的选择:每个目标位置的距离可以自由选择,一般应根据技术工艺规范要求,技术工艺要求规定的上卸料的部位,对矩阵式的上卸料参考图 1 涂圈位置选择,中位点(A 点)、四周最突出点(B、D、F、H 点)应测量。
- f) 测量:每个目标位置在每个目标方向上应至少测量 5 次。
- g) 测量结果:精度评定是按 5 次或  $n$  次的平均值做统计。

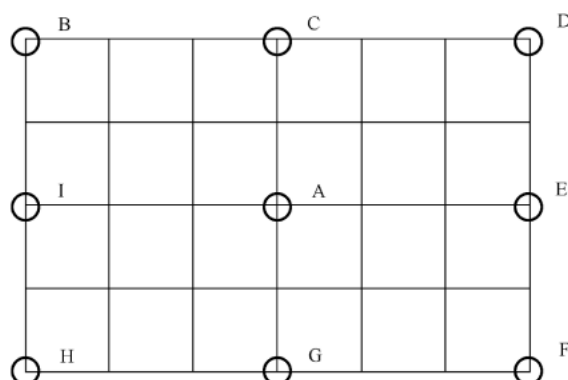


图 1 矩阵式测量目标位置选择示意图

#### 7.3.4 重复定位精度

同一个位置多次定位产生的误差,其测量方法:

- a) 定义和符号:按 GB/T 17421.2—2016 中第 2 章的规定。
- b) 检验条件:按 GB/T 17421.2—2016 中第 3 章的规定。
- c) 被测机器人:被测机器人应完成装配并充分运转;在开始检验精度之前,机器人的调平、几何精度和功能检验都应完全符合要求;检验期间若使用机器人内部补偿程序,应记录在检验报告中。
- d) 按机器人编制程序使运动部件沿着或者围绕轴线运动到一系列的目标位置,并在各目标位置停留足够的时间,以便测量和记录实际位置。
- e) 测量目标位置的选择:按 7.3.3 的规定。
- f) 测量:每个目标位置在每个目标方向上应至少测量 5 次,统计出来位置偏差值,位置偏差值是运动部件到达实际位置减去目标位置之差。
- g) 测量结果:精度评定是按 5 次或  $n$  次的平均值做统计。

#### 7.3.5 最小定位时间测量

按 GB/T 12642—2013 中第 9 章进行试验。

#### 7.3.6 循环时间

在最大行程条件下,按图 2 机器人循环运行轨迹所示从 A 点运动到 D 点,并从 D 点返回到 A 点(按 ABCD-DCBA)进行循环运行。

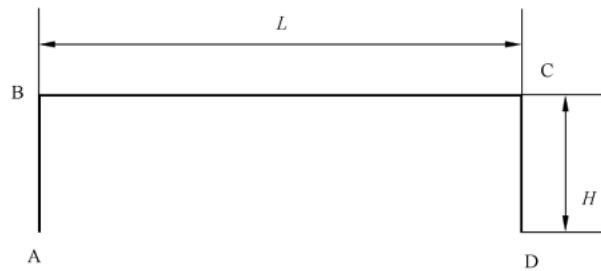


图 2 机器人循环运行轨迹

用仪表计时,取 10 次循环动作所需时间,求平均值。重复 3 次,其结果应符合各个型号的产品对应的要求。(其中  $L$  和  $H$  的具体尺寸由各个型号的产品的要求给出,循环时间的测量主要是确定能否满足加工节拍。)

### 7.3.7 单轴加速度

某一轴在运动时的加速度。

测量方法按 GB/T 12642—2013 中 6.7 的规定。

### 7.3.8 最大单轴速度

使被测轴进入稳定的工作状态,其他轴固定。令机器人被测轴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为测量结果。

### 7.3.9 合成加速度

被测轴进入稳定的工作状态,其他轴固定。被测轴以最大加速度做运动,测出各轴加速度的分量合成的加速度。

重复测量 10 次,以 10 次所测结果的平均值为测量结果。

### 7.3.10 合成速度

各轴速度分量合成的速度。

测量方法按 GB/T 12642—2013 中 6.7 的规定。

### 7.3.11 额定负载

在工业机器人规定的性能范围内,机械接口处能承受负载的允许值。

测量方法按 GB/T 12642—2013 中 6.6 的规定。

## 7.4 安全测试

### 7.4.1 接地电阻测量

按 GB 5226.1—2008 中 18.2 进行试验。

### 7.4.2 绝缘电阻测量

按 GB 5226.1—2008 中 18.3 进行试验。

### 7.4.3 耐电强度试验

按 GB 5226.1—2008 中 18.4 进行试验。

## 7.5 噪声测试

按 JB/T 8896—1999 中 5.7 进行试验。

## 7.6 连续运行试验

按 JB/T 8896—1999 中 5.6 进行试验。

## 7.7 工艺操作试验

在正常工艺条件下,按工艺要求进行示教编程,并启动机器人自动运行,工作正常。

## 7.8 电源能力试验

按 JB/T 8896—1999 中 5.8 进行试验。

## 7.9 电磁敏感度试验

### 7.9.1 辐射敏感度试验

按 GB/Z 19397—2003 中第 6 章进行试验。

### 7.9.2 磁场敏感度试验

按 GB/Z 19397—2003 中第 6 章进行试验。

## 7.10 环境气候适应性试验

按 JB/T 8896—1999 中 5.10 进行试验。

## 7.11 振动试验

按 JB/T 8896—1999 中 5.11 进行试验。

## 7.12 运输试验

按 JB/T 8896—1999 中 5.12 进行试验。

## 7.13 可靠性试验

按 GB/T 5080.1—2012,平均无故障工作时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR)来衡量,一般  $MTBF > 5\ 000\ h$ ,  $MTTR < 30\ min$ 。

## 8 检验规则

8.1 产品检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 有下列情况之一时,一般应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 已定型的产品,如设计、关键工艺、材料有较大改变,可能影响产品性能;
- c) 正常生产的产品,每隔 3 年或累计台数达到 500 台;
- d) 产品停产 3 年恢复生产;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

8.3 每台桁架机器人都应进行出厂检验。

8.4 检验项目见表 2。

8.5 其他检验规则按 JB/T 8896—1999 中第 3 章进行。

表 2 桁架机器人检验项目

序号	检验项目	技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验	
1	外观和结构	6.2	—	○	○	
2	功能	6.3	7.2	○	○	
3	性能	各轴位移量	5 d)	7.3.1	○	○
4		工作空间	5 e)	7.3.2	○	○
5		定位精度	5 f)	7.3.3	○	○
6		重复定位精度	5 g)	7.3.4	○	○
7		最小定位时间	5 h)	7.3.5	—	○
8		循环时间	5 i)	7.3.6	—	○
9		单轴加速度	5 j)	7.3.7	○	○
10		最大单轴速度	5 k)	7.3.8	○	○
11		合成加速度	5 l)	7.3.9	○	○
12		合成速度	5 m)	7.3.10	○	○
13		额定负载	5 c)	7.3.11	—	○
14	安全性	接地电阻	6.4.2	7.4.1	○	○
15		绝缘电阻	6.4.3	7.4.2	○	○
16		耐电强度	6.4.4	7.4.3	—	○
17	噪声	6.5	7.5	—	○	
18	连续运行	6.6	7.6	○	○	
19	工艺操作	6.7	7.7	○	○	
20	电源适应能力	6.8	7.8	—	○	
21	辐射敏感度	6.9.2	7.9.1	—	○	
22	磁场敏感度	6.9.3	7.9.2	—	○	
23	环境气候适应性	6.10	7.10	—	○	
24	耐震性	6.11	7.11	—	○	
25	耐运输性	6.12	7.12	—	○	
26	可靠性	6.13	7.13	—	○	

注：“○”为检测项目。

## 9 标志、包装、运输、贮存

### 9.1 标志

9.1.1 桁架式机器人机应具有铭牌，铭牌上至少应标明：

- a) 产品名称;
- b) 产品型号;
- c) 动力源参数及耗电功率;
- d) 净质量,kg;
- e) 生产编号;
- f) 制造单位及名称;
- g) 出厂年、月。

9.1.2 包装箱外表面上,应按 GB/T 191—2008 规定做图示标志。

## 9.2 包装

9.2.1 机器人在包装前,应将各伺服轴和活动部分牢靠固定。

9.2.2 机器人在拆除后,推荐单元部件分体包装,确保包装箱固定牢靠。

9.2.3 包装材料应符合 GB/T 4768—2008、GB/T 4879—2016、GB/T 5048—2017 的规定。

9.2.4 若有其他特殊包装要求,应在对应的产品要求中规定。

9.2.5 包装箱内应有下列文件:

- a) 产品合格证明书;
- b) 使用说明书或操作、安装、维修说明书;
- 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 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度不得大于85%,其周围环境无腐蚀、易燃气体,无强烈机械振动、冲击及强磁场作用。贮存期限及维护要求由相应产品标准规定。

---