

ICS 65.060
CCS B 90

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX-XXXX

工业机器人设计技术规范

Design specification for industrial robots

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会

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 设计要求	2
5 使用信息	4
6 验证与确认	5

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。

本文件由德诺克智能装备（昆山）有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：德诺克智能装备（昆山）有限公司、XXX。

本文件主要起草人：XXX。

工业机器人设计技术规范

1 范围

本文件规定了工业机器人（以下简称“机器人”）的设计要求、使用信息、验证与确认。
本文件适用于工业机器人的设计、研发、生产和测试。

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 1094.11-2022 电力变压器 第 11 部分：干式变压器

GB/T 2423 电工电子产品环境试验方法所有部分

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4857.23-2021 包装 运输包装件基本试验 第 23 部分：垂直随机振动试验方法

GB/T 5080.7-86 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

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 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 16251-2023 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术所有部分

GB/T 30819-2024 机器人用谐波齿轮减速器

GB/T 36008-2018 机器人与机器人装备协作机器人

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业机器人 industrial robot

具有自动控制、可重复编程、多自由度的机械装置，能在工业环境中完成各种作业（如搬运、焊接、装配、喷涂等）。

3.2

工作空间 working space

工业机器人手腕末端可达到的所有点的集合，通常用三维坐标表示。

3.3

重复定位精度 repeatability

在相同条件下，机器人多次重复执行同一动作时，到达指定位置的一致程度。

3.4

负载能力 payload capacity

机器人在指定工作空间内，可搬运的最大质量（包括末端执行器）。

3.5

电磁兼容性 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁干扰的能力。

3.6

防护等级 protection degree

按标准规定的检验方法，外壳对固体和液体进入的防护能力，用 IP 代码表示。

4 设计要求

4.1 总则

工业机器人设计应遵循安全、可靠、高效、经济的原则，满足以下要求：

- a) 符合国家及行业相关法律法规、安全标准及环保要求；
- b) 满足用户对功能、性能、精度及工作环境的需求；
- c) 考虑模块化、标准化设计，便于安装、维护及升级；
- d) 优化结构设计，降低能耗，减少噪声和振动；
- e) 预留接口，支持与其他设备或系统的集成。

4.2 通用要求

4.2.1 基本要求

- 4.2.1.1 机器人应按规定程序批准的设计图样和工艺文件进行制造。
- 4.2.1.2 机器人设计文档应包含设计说明书、原理图、装配图、零部件清单、安全手册等。
- 4.2.1.3 机器人材料与零部件应选用符合国家标准或行业规范的材料，关键零部件（如伺服电机、减速器、传感器）需提供合格证明及可靠性测试报告。
- 4.2.1.4 机器人各功能单元（如机械臂、控制柜、末端执行器）应实现模块化，便于更换和维护。
- 4.2.1.5 机器人应考虑预留检修空间，关键部件需便于拆卸，故障诊断接口应支持远程监控。
- 4.2.1.6 机器人本体及部件应有清晰的型号、参数、安全警示标识，符合 GB 11291.1-2011 要求。

4.2.2 电磁兼容性

- 4.2.2.1 机器人电气系统（包括控制器、驱动模块、传感器）的电磁发射限值和抗扰度应符合 GB/T 17626 所有部分的要求，避免对周边设备产生干扰。
- 4.2.2.2 敏感电路（如信号传输线）应采取屏蔽、滤波等措施，降低电磁耦合影响。
- 4.2.2.3 接地系统设计应满足 GB/T 5226.1-2019 要求。

4.2.3 电气要求

- 4.2.3.1 机器人选用的电源系统输入电压允许波动范围为额定值的 $\pm 10\%$ ，频率波动范围为 $\pm 2\%$ ；电源接口应具备过压、欠压、过流保护功能。
- 4.2.3.2 机器人电气部件应符合 GB/T 5226.1-2019 的要求，金属外壳应可靠接地，接地端子标识清晰。
- 4.2.3.3 机器人导线选型应符合电流、电压及环境要求，接头处需做防潮、防松处理，电缆走向应避免机械磨损。
- 4.2.3.4 机器人电气元件应选用符合 CE、UL 等认证的低压电器元件。

4.2.4 防护等级

4.2.4.1 机器人本体及控制柜的防护等级应根据使用环境确定：

- a) 室内干燥环境：IP54（防灰尘侵入、防喷水）；
- b) 潮湿、多粉尘环境：IP65（防粉尘侵入、防低压喷水）；
- c) 特殊环境（如冲洗、腐蚀场景）：IP67 及以上，或采用特殊防腐材料。

4.2.4.2 机器人防护性能测试方法按 GB/T 4208-2017 执行。

4.2.5 机械设计

4.2.5.1 机械臂、底座等承载部件需通过有限元分析，确保在额定负载下变形量 $\leq 0.1\%$ ，应力应 \leq 材料屈服强度的 80%。

4.2.5.2 减速器、齿轮、丝杠等传动部件应选用高精度产品（如谐波减速器回差 $\leq 10'$ ），并配置润滑系统或自润滑材料。

4.2.5.3 关节处需设置防尘罩、密封圈，防止异物进入；高速运动部件需加装防护栏或警示标识。

4.2.5.4 螺栓、销轴等连接件需满足抗疲劳设计要求，关键部位采用防松装置。

4.2.5.5 应优先选用高强度铝合金、碳纤维等轻质材料，兼顾刚度和耐腐蚀性；接触液体或腐蚀性气体的部件需做表面处理。

4.2.6 性能要求

机器人性能应包括但不限于以下内容：

- 识别成功率；
- 重复定位精度；
- 分辨率；
- 行走速度；
- 爬坡能力；
- 越障能力；
- 涉水能力；
- 跨沟能力；
- 转弯半径；
- 遥控距离；
- 制动距离；
- 载重；
- 清洁度；
- 温升；
- 位置稳定时间；
- 自由度；
- 轨迹速度；
- 轨迹准确度和重复性；
- 位姿准确度和重复性；
- 续航能力；
- 工作噪声。

注：以上具体性能指标应在具体产品表中规定。

4.2.7 功能要求

机器人应具备但不限于以下功能：

- a) 支持点位控制、轨迹规划（如直线、圆弧插补）；
- b) 支持示教编程、离线编程及参数化编程，人机界面应具备程序存储、编辑、调试功能；
- c) 安全功能：
 - 1) 急停装置；
 - 2) 过载保护；
 - 3) 安全传感器；
 - 4) 安全光幕/围栏。
- d) 应具备自诊断功能，实时监控电机温度、电压、编码器信号等参数，故障代码需在操作界面显示并存储；
- e) 应支持主流工业通信协议，实现与上位机、PLC 或其他设备的数据交互。

4.2.8 可靠性设计

4.2.8.1 机器人设计和制造，应考虑正常工况下能稳定工作，可设置平均无故障工作时间等要求。

4.2.8.2 在最大负载及最大工作范围条件下，机器人整体不应失衡。

4.2.9 环境适应性

4.2.9.1 机器人应能在下列工作环境下正常工作：

- a) 工作温度：- 10 °C ~ 45 °C（无冷凝）；
- b) 存储温度：- 20 °C ~ 60 °C；
- c) 相对湿度：10% ~ 90%（无冷凝）。

4.2.9.2 机器人带包装模拟运输试验后，结构及零件应无损伤，无弯曲变形，紧固件应无松动，并能正常工作。

4.3 人机交互界面

机器人操作界面应简洁直观，支持中文显示，包含状态监控、参数设置、故障报警等功能；按键布局符合人体工程学，急停按钮需为红色蘑菇头式，位置醒目且易于操作。

4.4 接口设计

4.4.1 机器人末端执行器安装法兰尺寸应符合 GB/T 30819-2024 的要求。

4.4.2 机器人电源接口、信号接口应具备防误插设计，引脚定义符合 GB/T 5226.1-2019 要求，连接器防护等级与本体一致。

4.4.3 机器人通信接口应支持以太网、RS-485、CAN 等接口，协议兼容性需通过第三方测试。

4.5 其他要求

针对特殊行业（如食品、医药、防爆环境），设计需满足以下附加条件：

- a) 食品行业：接触食品的部件需采用食品级材料（如 316L 不锈钢），表面光滑易清洁；
- b) 防爆环境：电机、控制柜需符合 GB/T 1094.11-2022 防爆标准，防爆等级 \geq Ex IIB T3。

5 使用信息

5.1 机器人使用应符合 GB/T 36008-2018、GB 11291.1-2011 的规定。

5.2 操作界面图标、警示标志需符合 GB/T 16251-2023 人机工效学要求。

5.3 制造商应提供操作培训及技术支持，确保用户正确使用和维护设备。

6 验证与确认

6.1 总则

机器人制造商应按照本文件第 4 章的要求，提供对机器人设计与构造的验证和确认。

6.2 验证与确认方法

6.2.1 基本要求

采用目测、手触的方法进行。

6.2.2 电磁兼容性

按 GB/T 17626 所有部分和 GB/T 5226.1-2019 的规定进行。

6.2.3 电气要求

按 GB/T 5226.1-2019 的规定进行。

6.2.4 防护等级

按 GB/T 4208-2017 和 GB/T 5226.1-2019 的规定进行。

6.2.5 机械设计

采用目测、手触、试运行的方法进行。

6.2.6 性能要求

按 GB/T 12642-2013 的规定进行。

6.2.7 功能要求

采用试运行的方法进行。

6.2.8 可靠性设计

按 GB/T 5080.7-1986 的规定进行。

6.2.9 环境适应性

按 GB/T 2423 所有部分和 GB/T 4857.23-2021 的规定进行。

6.2.10 人机交互界面

采用试运行的方法进行。

6.2.11 接口设计

采用试运行的方法进行。

6.2.12 其他要求

采用目测的方法进行。

T/EJCCCSE XXX-XXXX

