

ICS 25.040.30

CCS J 28

团体标准

T/JSJXXH XXXX-2026

线控机器人

CableBotx

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

江苏省机械行业协会 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 2

4 分类与标记 2

5 一般要求 3

6 技术要求 6

7 试验方法 9

8 检验规则 13

9 标志、包装、运输和贮存 14

附录 A 16

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。

本文件由南京线控机器人科技有限公司提出。

本文件由江苏省机械行业协会归口。

本文件起草单位：XXXX、XXXX、XXXX……。

本文件主要起草人：XXXX、XXXX、XXXX……。

本文件为首次发布。

线控机器人

1 范围

本文件规定了线控机器人的术语和定义、分类与标记、一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于额定载荷5000 kg及以下的自动化仓储、装载等物流用途与喷涂、吊装等工业用途的线控机器人(以下简称机器人)。5000 kg以上的同类产品可以参照本标准执行。

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 700 碳素结构钢

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 3811 起重机设计规范

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备

GB/T 5226.7 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 34198 起重机用钢丝绳

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 机器人 词汇

GB/T 16439 交流伺服系统通用技术规范

GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南

GB/T 27546 起重机械 滑轮

GB/T 30024 起重机 金属结构能力验证

GB/T 37910.1 焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金

- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- JB/T 6406 电力液压鼓式制动器
- JB/T 7685 电磁鼓式制动器
- JB/T 9006 起重机 卷筒
- JB/T 10559 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
- JB/T 10917 钳盘式制动器
- JB/T 14900 起重机械用安全制动器
- JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接技术规程
- EN 1677-1 吊索用锻钢元件 第1部分：8级锻钢元件的安全要求
- EN 1677-4 吊索用锻钢元件 第4部分：8级链环的安全要求
- GB/T 18851.1-2024 无损检测 渗透检测 第1部分：总则
- GB/T 26953-2025 焊缝无损检测 渗透检测 验收等级

3 术语和定义

GB/T 12643-2025 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 线控机器人 CableBotx

以多根绳索通过滑轮组控制执行端位姿的机器人。通常包括控制组件、驱动动力组件、滑轮组件、绳索及包括吊环在内的基础平台。

3.2 自平衡型 isotropic equilibrium type

指不依赖重力场，通过自身多组驱动绳构成的对称张力网络，即可实现末端执行器在全空间范围内静力平衡与精确控制的机器人构型。该构型可在理论上的微重力或失重环境中工作。该构型具有各向同性的力输出能力，可实现超越重力加速度的机动性。

3.3 重力平衡型 gravity balance type

指依赖重力场参与维持末端执行器基本平衡的机器人构型。通常采用单向提拉方式，重力是构成其静力平衡的必要条件，其典型工作空间位于悬挂点的下方。该构型结构高效，特别适合大负载的作业。

4 分类与标记

4.1 分类

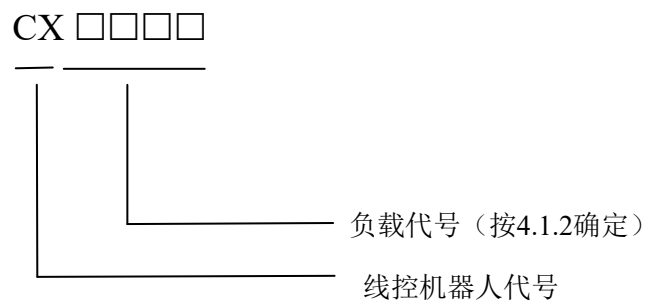
4.1.1 按静力平衡结构类型分为自平衡型与重力平衡型 2 类。额定负载 ≤ 300 kg 的为自平衡型；额定负载 > 300 kg 的为重力平衡型。

4.1.2 按额定负载的 1/10 取值，并用 4 位数字表示该数值（不足 4 位时，高位补 0）。

4.1.3 例如：额定负载 150 kg $\rightarrow 150/10=15 \rightarrow$ 负载代号为 0015；额定负载 3000 kg $\rightarrow 3000/10= 300 \rightarrow$ 负载代号为 0300。

4.2 标记

机器人的型号标记方法表示如下：



示例：

- a) 型号由大写字母“CX”后接 4 位数字组成，其中 4 位数字即为负载代号。
- b) 结构类型（自平衡型 / 重力平衡型）由额定负载数值自动确定，无需额外字母标识。

5 一般要求

5.1 电源适应性

在电源电压AC 380 V ± 38 V、频率为 50 Hz \sim 60 Hz时，机器人应能正常工作。

5.2 环境适应性

机器人在下列环境下应能正常工作：

- a) 室内环境温度 0 $^{\circ}$ C \sim 50 $^{\circ}$ C；
- b) 室内相对湿度 $\leq 90\%$ RH（无凝露）；
- c) 海拔不超过 1000 m。

5.3 结构

5.3.1 结构件材料

机器人结构件材料应满足以下要求:

- a) 主要受力零部件(包括支撑结构件、滑轮组件、卷筒组件)优先采用力学性能不低于 GB/T 700 中的 Q235B 和 GB/T 1591 中的 Q355B 的钢材;
- b) 厚度大于 50 mm 的钢板用作焊接承载构件时,采用保证厚度方向性能的钢板。

5.3.2 结构强度

机器人结构件强度应满足以下要求:

- a) 金属承力结构件能通过 GB/T 30024 的承载能力验证;
- b) 按 GB 50017,基础结构的安全系数不小于 1.5;
- c) 安装基础结构的承载力验证由客户委托具有相应资质的设计单位或检测机构进行核算/测试,并出具承载力符合性证明文件(如结构计算书、载荷测试报告等),提供给设备供应商确认。

5.3.3 金属结构焊缝

金属结构焊缝应满足如下要求:

- a) 与承载绳索主铰接点直接相连的承载构件焊缝、主要受力结构中的对接焊缝等重要焊缝,质量等级不低于 GB/T 19418 中的 B 级;
- b) 其他受力结构的焊缝质量等级不低于 GB/T 19418 中的 C 级;
- c) GB/T 19418 中的 D 级焊缝只准许用于即使焊缝局部失效也不会导致结构失效或载荷坠落的焊缝连接;
- d) 角焊缝的焊脚尺寸应符合 GB 50661-2011 第 5.4.3 条关于角焊缝最小焊脚尺寸的规定;受力结构的焊接接头符合 GB 50661 的规定;
- e) 主要受力结构件对接焊缝应进行渗透检测,检测方法按 GB/T 18851.1-2024 的规定执行,验收等级不低于 GB/T 26953-2025 中规定的相应等级。

5.4 机构

机器人机构应满足如下要求:

- a) 为防止在断电、故障或紧急情况下负载意外移动或坠落,机器人具备一个或多个独立于驱动系统的常闭式安全制动器。安全制动器可通过以下一种或多种方式实现:
 - 1) 电机轴端集成式安全抱闸:常用于伺服电机,作为第一道制动。
 - 2) 机构外部机械式制动器:直接作用于减速机输出轴、齿轮、丝杠或卷筒等关键传动部件,作为冗余安全制动。

- b) 对于钢丝绳偏离与卷筒轴垂直平面的角度大于 1.5° 的驱动装置宜设置排绳机构。排绳机构采用链条传动时宜设置张紧和断链保护装置，当链条断裂时发出信号并自动停机；
- c) 当钢丝绳绕出卷筒至滑轮的偏斜角超过 3.5° 时，卷筒端应设置压绳器，防止钢丝绳出现脱槽、乱绳现象。

5.5 主要零部件

5.5.1 紧固件要求

机器人用于联结主要受力结构件的联结件应满足如下要求：

- a) 用于结构件的高强度螺栓、螺母和垫圈选用应符合 GB/T 1231、GB/T 3632、GB/T 3098.1 或 EN 14399 等标准的规定；
- b) 高强度螺栓的连接施工应按照 JGJ 82 的规定执行。

5.5.2 制动器

机器人用制动器应满足如下要求：

- a) 工作制动器的安全系数应符合 GB/T 3811 的要求，安全制动器安全系数不应小于 1.5；
- b) 工作制动采用鼓式制动器时，制动器符合 JB/T 6406 或 JB/T 7685 的规定；工作制动器采用钳盘式制动器时，制动器符合 JB/T 10917 的规定；
- c) 安全制动器符合 JB/T 14900 的规定。

5.5.3 钢丝绳

机器人钢丝绳选用应符合 GB/T 34198 的规定。安全系数选用应 ≥ 5.0 。

5.5.4 电机

机器人各运动轴必须采用高性能交流伺服电机与驱动器构成的闭环驱动系统，系统综合性能应符合 GB/T 16439 等相关标准要求。

5.5.5 减速器

机器人减速器选用，应选择适合于起重机使用特点减速器。减速器应按负荷图(载荷谱)进行初选，并通过发热和过载校验。

5.5.6 滑轮

机器人滑轮应选用钢质滑轮，技术要求应符合 GB/T 27546 的规定。

5.5.7 卷筒

机器人卷筒的技术要求应符合 JB/T 9006 的规定。多层卷绕时宜采用折线绳槽卷筒。

5.5.8 旋转吊环

旋转吊环与框/箱式结构件组成基础平台，或直接连接机器人末端执行器，应符合国家现行相关标准或国际通行标准（如EN 1677），具体如下：

- a) 安全系数：在任意允许的受力方向下，安全系数不应小于4:1，即最小破断载荷应不低于额定工作载荷的4倍；
- b) 材料与工艺：应采用高强度合金钢锻造成型，并经过调质（淬火和回火）热处理。螺栓强度等级不应低于10.9级；
- c) 结构与功能：环体与螺栓应采用分体设计；吊环应能水平方向360°，和垂直方向180°自由旋转，在额定载荷下可持续旋转；安装后吊环底座应紧密贴合于安装表面，且转动灵活、无卡滞；
- d) 静态验证测试：应施加不低于2倍额定工作载荷的验证力，保压后产品不应发生塑性变形；
- e) 动态疲劳测试：应以1.5倍工作极限载荷进行不少于20000次循环的动态疲劳测试，测试后不应出现裂纹、变形等失效现象。

6 技术要求

6.1 外观可视性要求

机器人整体外观应满足下列要求：

- a) 布局合理，操作简便、造型美观、便于维护；
- b) 表面无明显的裂纹和变形。漆面涂层应均匀,无脱落、剥落、流挂、漏底等缺陷；
- c) 结构件的焊缝不得有可见的裂纹、固体夹杂、未熔合和为焊透；
- d) 各组件颜色美观、协调；
- e) 所有紧固件无松动，活动部分润滑良好；
- f) 功能按钮颜色选取符合规定，如“急停”按钮必须是红色,“启动”按钮是绿色等。开关、按钮、显示、报警及联锁装置功能应正常，各种操作方式中,指令应与动作一致；
- g) 运转灵活、平稳、无阻滞现象。传动和调节装置(机构)灵活可靠，操作方便，无异常声响；
- h) 电气线路、管路的外露部位布局合理,排列整齐，安装牢固，不与相对运动的零部件接触；
- i) 表面上的各种文字、图形、符号应清晰、准确、持久；
- j) 示教盒表面平整，无毛刺、破损等缺陷；按键布局合理，安装牢靠，无松动；
- k) 机器人外购的零部件有相关的质量合格证明。

6.2 性能要求

6.2.1 载荷能力

机器人在规定的工作范围内，能安全起吊的额定起重量应符合附录A的规定。

6.2.2 自由度

应符合附录A的规定。

6.2.3 缆绳行程

应符合附录A的规定。

6.2.4 最大运行速度

应符合附录A的要求。

6.2.5 位姿准确度

应符合附录A的要求。

6.2.6 位姿重复性

应符合附录A的要求。

6.2.7 位置稳定时间

应符合附录A的要求。

6.2.8 位置超调量

应符合附录A的要求。

6.2.9 急停响应时间

应符合附录A的要求。

6.2.10 制动性能

额定负载、额定速度下，应可靠抱死，安全停机，无失控运动。

制动距离应符合附录A的要求。

6.2.11 超载性能

整机按额定负载的125%、额定速度运行时，各机构应运行顺畅，无卡阻、异常停止、坠落、绳索断裂；电机无异常啸叫/振动；驱动器无报警、报错；制动器应可靠抱死，安全停机，无失控运动。

6.2.12 连续运行

整机按额定负载、额定速度运行不少于4小时，各机构应运行顺畅，无卡阻、异常停止、坠落、绳索断裂；电机无异常啸叫/振动；驱动器无报警、报错；制动器应可靠抱死，安全停机，无失控运动。

6.3 安全要求-工业环境下的安全

6.3.1 动力传递部件

应符合GB 11291.1-2011的第5.2.1的有关要求。

6.3.2 动力损失或变化

应符合GB 11291.1-2011的第5.2.2的有关要求。

6.3.3 部件故障

应符合GB 11291.1-2011的第5.2.3的有关要求。

6.3.4 致动控制

应符合GB 11291.1-2011的第5.3的有关要求。

6.3.5 降速控制

应符合GB 11291.1-2011的第5.6的有关要求。

6.3.6 操作方式

应符合GB 11291.1-2011的第5.7的有关要求。

6.3.7 轴及空间的安全软限位

应符合GB 11291.1-2011的第5.12.3的有关要求。

6.4 安全要求-电气安全

6.4.1 紧急停止

应符合GB/T 5226.1-2019的第9.2.3.4的有关要求。

6.4.2 保护联结电路连续性的验证

应符合GB/T 5226.1-2019 的第18.2.2的要求。

6.4.3 电阻试验

绝缘电阻 $\geq 100 \text{ M}\Omega$ 。

6.4.4 耐压试验

应符合GB/T 5226.1-2019 的第18.4的要求，初级电路应能承受AC 1000 V，50 Hz电压，1min内仪器无报警，无击穿、无闪络现象。

6.4.5 断电后关节自锁安全

应符合GB/T 5226.7-2020的第4.1.2.11的有关要求。

6.4.6 引入电源线端接法和切断开关

应符合GB/T 5226.7-2020的第5.1、5.2、5.3的有关要求。

6.4.7 基本防护

应符合GB/T 5226.7-2020的第6.2的有关要求。

6.4.8 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。

6.4.9 急停器件

应符合GB/T 5226.7-2020的第10.7的有关要求。

6.4.10 连接和布线的一般要求

应符合GB/T 5226.7-2020的第13.1.1的有关要求。

6.5 数据接口

基于标准以太网的通信接口，必须同时提供HTTP/HTTPS协议用于上位系统管理与数据查询，以及gRPC协议用于高实时性的控制指令与状态流数据传输。

6.6 防护等级

电气控制系统的所有柜体、操作单元及外部接线盒，其外壳防护等级应不低于IP54。

7 试验方法

7.1 一般要求

通过观察是否有异常现象、查验相关文件显示是否符合要求的方法进行。

7.2 外观与结构

通过观察的方法进行。

7.3 性能要求

7.3.1 试验前准备

机器人应在空载运行试验完成后进行以下各项试验。

进行空载实验，应在基础平台（末端执行器）空载状态下，控制机器人在其工作空间范围内，分别以低、中、高3种移速状态，按前后左右平移、上升下降，停止、旋转的指令进行运行测试，累计测试时间应 $>10\text{ min}$ 。检查各机构运行顺畅，无卡阻、异常停止、坠落、绳索断裂；电机无异常啸叫/振动；驱动器无报警、报错。

7.3.2 载荷能力

通过对模拟载荷或实物载荷用符合要求的衡器进行称重的方法进行。

7.3.3 自由度

通过观察分析的方法进行。

7.3.4 最大运行速度

按下述步骤进行：

- a) 在机器人工作空间内选取一条直线轨迹，起点 A 和终点 B 的坐标已知，两点间距离不小于工作空间跨度的 1/3；
- b) 机器人安装额定负载，设定运动速度为 100%额定速度；
- c) 编制程序使机器人末端从起点 A 向终点 B 作直线运动，到达后停顿 3s~5s，再由终点 B 返回起点 A，到达后停顿 3s~5s，往复循环不少于 5 次；
- d) 启动机器人运行，同时数据采集系统以不低于 100Hz 的频率连续记录末端位置-时间数据；处理数据得到各采样点的瞬时速度，取所有循环中的最大值作为最大运动速度测试结果。

7.3.5 位姿准确度与重复性

依据GB/T 12642-2013中7.2.1、7.2.2规定的方法进行测试，具体步骤如下：

- a) 在移动平台其中一个面，装置 3 个棱镜（图 1）；
- b) 设定机器人最大 100%移速，安装额定 100%负载物；
- c) 按照下图的移动轨迹分别操作机器人在 P1~P5（图 2）之间重复运动 30 次，用全站仪测量出 P1~P5 的位置坐标（测棱镜）；
- d) 将测量数据进行解算，得到机器人末端执行器中心点的位置（图 3）的坐标位置、倾角；
- e) 根据 GB/T 12642-2013 中 7.2 标准中的公式要求，分别计算出位置和姿态重复精度和绝对精度。



图1 棱镜安装示意图

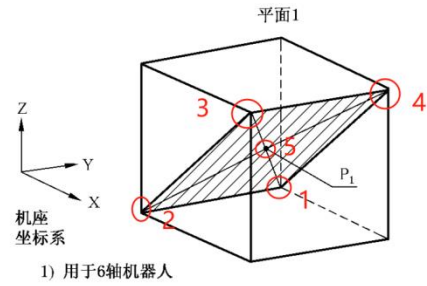


图2 P1~P5 运动轨迹

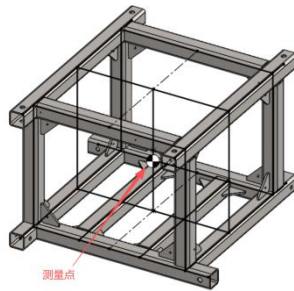


图3 移动平台中心点示意图

7.3.6 位置超调量

按GB/T 12642-2013第7.5条规定的方法，采用下列步骤：

- 按照规定设置测试点并启动机器人向指令位姿运动；
- 通过编码器读数连续记录机器人末端（电机端折算）的位置数据；
- 在记录的位置曲线上，读取首次越过指令位置的最大峰值 P_{max} （mm）；
- 按式（1）计算位置超调量 OV （mm）：

$$OV = P_{max} - P_{cmd} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P_{cmd} ——指令位置（mm）；

- 重复测量3次，取最大值作为测试结果。

7.3.7 急停响应时间

按下述方法进行测试：

- 使机器人从起始点以额定速度与额定负载向典型轨迹上运行；
- 触发急停装置，同时通过数据采集系统同步记录急停信号触发时刻 $te1$ ；
- 编码器速度反馈数据（采样频率 ≥ 1 kHz）；
- 分析速度曲线，确定速度首次降至零（或小于额定速度的1%）且后续不再上升的时刻 $te2$ ；
- 按公式计算急停响应时间 T （s）：

$$T=te_2-te_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

f) 重复测量 3 次，取算术平均值作为测试结果。

7.3.8 制动性能

7.3.8.1 制动器的安全功能

按下述方法进行测试：

- a) 将机器人安装额定负载，在额定速度下，于工作空间内选择一条典型的直线测试轨迹；
- b) 启动机器人沿轨迹运行，运行 5s~10s 后，分别进行切断主电源和切断任意一组驱动电源操作；
- c) 观察机器人制动器应可靠抱死，安全停机，无失控运动。

7.3.8.2 制动距离

按下述方法进行测试：

- a) 将机器人安装额定负载，在额定速度下，于工作空间内选择一条典型的直线测试轨迹；
- b) 启动机器人沿轨迹运行，运行 5 s~10 s 后，操作人员手动按下急停按钮；
- c) 待机器人末端执行器完全静止后，用全站仪测量此时末端执行器的空间位置，记为 x_1, y_1, z_1 ；
- d) 从机器人控制系统（或伺服驱动器）的编码器历史记录中，读取急停按钮触发瞬间（通常以急停信号上升沿为时间戳）的坐标或末端位姿数据，记为理论触发点 P；
- e) 解除急停状态，通过手动操作或程序控制，将机器人末端移动到步骤 d)提取的理论触发点 P；
- f) 机器人稳定在点 P 后，用全站仪再次测量此时末端执行器的空间位置，记为 x_2, y_2, z_2

按下列公式计算制动距离 S（mm）：

$$\Delta S = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

g) 观察机器人制动器，应可靠抱死，安全停机，无失控运动。

7.3.9 超载性能

按下列步骤进行：

- a) 将机器人基础平台（末端执行器）悬挂 1.25 倍负载，在其工作空间的边界上方的 4 个顶点位置悬停，每个位置悬停 5 min；
- b) 检查各机构运行顺畅，无卡阻、异常停止、坠落、绳索断裂；电机无异常啸叫/振动；驱动器无报警、报错；结构件无裂纹、变形或损坏，连接螺栓无松动。

7.3.10 连续运行测试

超载试验完成后，模拟交付场景的使用工况进行连续运行测试：

- a) 在机器人工作空间内放置负载物（模拟交付场景的负载物的形态和重量，或直接相同的负载物）；
- b) 设定机器人的运动轨迹，例如：抓取、放下、堆叠等，具体根据交付场景设定；
- c) 连续运行测试不低于 4 h 测试；
- d) 检查测试过程各机构运行顺畅，无卡阻、异常停止、坠落、绳索断裂；电机无异常啸叫/振动；驱动器无报警、报错；结构件无裂纹、变形或损坏，连接螺栓无松动。

7.4 安全要求-工业环境下的安全

下列（但不局限于）检验方法可以满足本条的要求：

- a) 视觉检查；
- b) 实际试验；
- c) 测量；
- d) 在操作中观察；
- e) 分析电路图。

7.5 安全要求-电气安全

各项试验按下列方法进行：

- a) 保护联结电路连续性的验证：按 GB/T 5226.1 中 18.2.2 规定的方法进行测试；
- b) 试验电阻：按 GB/T 5226.1 中 18.3 规定的方法进行测试；
- c) 耐压测试：按 GB/T 5226.1 中 18.4 规定的方法进行测试。

7.6 数据接口

HTTP/HTTPS协议测试：使用HTTP客户端（如curl）向设备发送管理类及数据查询请求（GET/POST等），检查响应。

gRPC协议测试：使用gRPC客户端调用控制指令接口，测量指令发出到设备响应的往返时延；订阅状态流数据接口，检查数据更新频率。

7.7 防护等级

按GB/T 4208规定的方法进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

机器人检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 每台机器人应经公司质量检验部门出厂检验合格，并附合格证后方可出厂。

出厂检验项目为 6.1、6.2.1~6.2.6、6.2.9~6.2.12、6.4.1、6.4.2、6.4.3。

8.2.2

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新型号机器人试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响其性能时；
- c) 正式生产后每 2 年进行一次；
- d) 停产 2 年以上重新恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督检验部门提出型式检验要求时。

8.3.2 型式检验项目为本文件第 5 章、第 6 章规定的全部要求。

8.3.3 型式检验中如有不合格项目，允许对不合格项目加倍抽样复检，复检结果若仍有一不合格项，则判本次型式检验不合格。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

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) 产品编号；
- c) 额定载荷；
- d) 自由度；
- e) 电压；
- f) 最大功率；
- g) 出厂时间；
- h) 制造商及地址。

9.2 包装

9.2.1 所有无涂敷层的外表面均应涂上防锈油或采取其他防锈措施。

9.2.2 各组件应分类或单独包装，内包装用塑料袋，外包装用木质材料、木质合成材料、塑料包装材料或金属材料。

9.2.3 随同装箱的技术文件（不限于）如下：

- a) 合格证；
- b) 符合 GB/T 9969 的要求的使用说明书；
- c) 装箱单应包括以下内容：
 - 1) 名称、型号；
 - 2) 装箱单；
 - 3) 安装图；
 - 4) 出厂编号；
 - 5) 净重；

9.3 运输

可用常规交通工具运输，运输过程中应防止重压、暴晒、雨淋，装卸时应轻装轻卸，应避免在高温下运输。

9.4 贮存

包装后的机器人应贮存在通风干燥的室内，不与含有腐蚀性物质混贮。

附录 A

(规范性)

表A.1 机器人规格参数

参数类别	结构分类	重力平衡型				自平衡型		
基础参数	产品型号	CX0500	CX0300	CX0100	CX0050	CX0030	CX0015	CX0005
	额定载荷(kg)	≤5000	≤3000	≤1000	≤500	≤300	≤150	≤50
	载荷自由度	3~6						
	缆绳行程 (m)	10~80				10~80		
	末端形式	机械抓手、吊具 (选配)				机械抓手、吊具、磁吸 (选配)		
	最大移动速度(m/s)	1				3		
	总功率(kW)	≤330	230	65	49	15	15	10
	操控方式	自动、手动						
	安装方式	地面安装+钢结构安装						
性能参数	位置重复性(mm)	±5				±5		
	位置准确度(mm)	±50				±15		
	姿态重复性(°)	≤1				≤1		
	姿态准确度(°)	≤1.5				≤1.5		
	位置稳定时间(s)	≤2				≤1		
	位置超调量(mm)	≤50				≤20		
	急停相应时间(s)	≤1				≤1		
	制动距离 (动态) (m)	≤0.5				≤0.5		