

T/EJCCSE

团 体 标 准

T/EJCCSE 022-2024

AGV 车复合机器人技术规范

Technical specifications for AGV composite robot

(征求意见稿)

2024-04-25 发布

2024-05-26 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..... 3

2 规范性引用文件..... 3

3 术语和定义..... 3

4 组成和分类..... 4

5 性能要求..... 5

6 技术要求..... 6

7 试验方法..... 9

8 检验规则..... 11

9 标志、包装、运输和贮存..... 12

版权所有 请勿复制

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。

本文件由苏州元子智能科技有限公司提出。

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：苏州元子智能科技有限公司。

本文件主要起草人：×××

版权所有 请勿复制

AGV 车复合机器人技术规范

1 范围

本文件规定了 AGV 车复合机器人（以下简称机器人）的术语和定义、组成与分类、性能要求、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存。

本文件适用于工业领域应用的复合机器人的设计、生产、检验。

2 规范性引用文件

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分试验方法 试验B：高温
GB/T 2423.3 环境试验 第2部分试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 2423.10 环境试验 第2部分试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB/T 4768 防霉包装
GB/T 4879 防锈包装
GB/T 5048 防潮包装
GB/T 5226.1 机械安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
GB 11291.1 工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人
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 工业机器人 性能规范及其试验方法
GB/T 12644 工业机器人 特性表示
GB/T 38326 工业、科学和医疗机器人 电磁兼容 抗扰度试验
GB/T 38336 工业、科学和医疗机器人 电磁兼容 发射测试方法和限值
GB/T 38871 工业环境用移动操作臂复合机器人通用技术条件
GB/T 191 包装储运图示标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

操作机 Manipulator

用来移动物体，由相互铰接或相对滑动的构件组成的多自由度机器。

3.2

移动平台 Mobile platform

能使机器人实现运动的全部零件的组装部分。

3.3

末端执行器 End effector

为使机器人完成任务而专门设计并安装在操作机末端接口处的装置。

3.4

二次定位系统 Secondary positioning system

用于机器人自身二次定位的机械、设备或传感器构成的系统。

3.5

控制系统 Control system

具有逻辑控制和动力功能的系统，能控制和监测机器人机械结构并与环境（设备和使用者）进行通信。

3.6

复合机器人 Composite robot

由操作机、移动平台和控制系统组成的工业机器人。

注：操作机安装在移动平台上，操作机的数量可以是1台或多台。

3.7

额定负载 Rated load

移动平台在正常环境中运行时所允许的最大载荷，不包含操作机的重量。

3.8

工作空间 Working space

操作机的末端所能达到的所有点的集合。

3.9

安全空间 Safeguarded space

由安全防护装置确定的空间。

3.10

自主能力 Autonomous ability

基于当前状态和感知信息，无人干预的执行预期任务的能力。

4 组成和分类

4.1 组成

机器人主要包括：操作机、移动平台和控制系统。

4.2 分类

4.2.1 按导航方式分类

按导航方式分类：

- a) 电磁导航；
- b) 磁带导航；
- c) 磁钉导航；
- d) 光学导航；
- e) 二维码导航；
- f) 坐标导航；
- g) 激光导航；

- h) 视觉导航;
- i) 惯性导航;
- j) 基站导航;
- k) RFID 导航;
- l) 复合导航。

4.2.2 按驱动结构分类

按驱动结构分类:

- a) 差速结构;
- b) 舵轮结构;
- c) 麦克纳姆轮结构;
- d) 履带结构;
- e) 车桥结构。

4.2.3 按负载重量分类

按负载重量分类:

- a) 轻型机器人, 末端有效负载 20kg 以下;
- b) 重型机器人, 末端有效负载 20kg ~ 100 kg 以下;
- c) 超重型机器人, 末端有效负载 100 kg 以上。

4.2.4 按操作机机械结构分类

按机械结构分类:

- a) 直角坐标结构;
- b) 圆柱坐标结构;
- c) 极坐标结构;
- d) 关节结构;
- e) 脊柱结构;
- f) SCARA 结构。

5 性能要求

5.1 操作机性能指标要求

操作机性能指标包括但不限于以下各项(移动平台静态):

- a) 末端有效负载;
- b) 最大单轴速度;
- c) 轨迹速度;
- d) 工作空间;
- e) 位置稳定时间;
- f) 位置准确度和重复性。

5.2 移动平台性能指标要求

移动平台性能指标包括但不限于以下各项(操作机静态):

- a) 额定速度;
- b) 额定负载;

- c) 平台重复定位精度;
- d) 制动距离。

5.3 整机性能指标要求

整机性能指标包括但不限于以下各项（整机动态）：

- a) 系统重复定位精度;
- b) 续航时间。

6 技术要求

6.1 外观和结构

6.1.1 外观要求

机器人的外观应满足以下要求：

- a) 表面不应有明显的凹痕、裂痕和变形;
- b) 漆膜及镀层应均匀、无起泡、脱落和磨损等缺陷;
- c) 文字、符号和标志应清晰、端正;
- d) 金属零部件不应有锈蚀;
- e) 操作机与移动平台应颜色协调。

6.1.2 结构要求

机器人的结构应满足以下要求：

- a) 所有紧固件部分无松动，活动部位润滑良好;
- b) 外型尺寸应满足设计要求，结构布局合理，装配简单，易于维修保养;
- c) 移动平台结构应有足够的强度，考虑操作机运动时的偏载，不能产生变形和倾覆;
- d) 轮系结构应考虑车体晃动对操作机定位精度的影响。

6.1.3 外壳防护等级要求

外壳应具有足够的机械强度，整体防护等级室内应用环境应不低于 IP3X，户外应用不低于 IP54。

6.2 电气要求

6.2.1 充电或供电接口

应满足以下要求：

- a) 在非充电状态时，自动裸露的充电接口与电池不应导通;
- b) 充电接口应具备短路保护功能;
- c) 供电接口应有短路和过流保护功能;
- d) 供电接口应有隔离开关，用于分段电源进线端。

6.2.2 移动平台接地

移动平台接地应满足以下要求：

- a) 应有接地装置;
- b) 接地装置与带电的金属部件之间的接地电阻应小于 0.1Ω 。

6.2.3 绝缘

应符合以下条件：

- a) 直流供电时，带电部件与壳体之间绝缘应大于 $1\ 000 \Omega$ 乘以系统标称电压;

- b) 交流供电时，动力交流电源电路与壳体之间绝缘应大于 $10\text{ M}\Omega$ 。

6.2.4 耐电强度

应能承受工频电压 $1\ 000\text{ V}$ ，频率为 50 Hz ，泄漏电流设定为 30 mA ，持续时间 1 min 无击穿、器件无损坏。

6.3 控制系统

控制系统应包含移动平台和操作机的控制，定位及动作，并应具备以下功能：

- a) 运动计算与轨迹规划；
- b) 操作机操作命令的处理；
- c) 人机交互控制；
- d) 传感器信息处理；
- e) 故障检测与诊断；
- f) 总线通信；
- g) 权限管理；
- h) 日志信息记录。

6.4 操作机

6.4.1 结构形式

机器人的操作机可是以下的形式：

- a) 工业机器人；
- b) 协作机器人；
- c) 含三个或三个以上运动轴、自动控制、可重复编程，应具有一定自主能力的机器人。

6.4.2 动力源

动力源包括：液压、电力、气动等。

6.4.3 操作机在移动平台的安装

操作机在移动平台上可采用固定式或移动式安装，例如操作机是移动的，则应指明导向的方式。

6.5 安全防护装置

安全防护装置应具备以下功能：

- a) 安全空间检测；
- b) 障碍物检测；
- c) 紧急停车；
- d) 动作停止；
- e) 声光告警。

6.6 导航定位装置

6.6.1 导航方式

应具有本文件 4.2.1 中所述的导航方式。

6.6.2 导航定位

与控制器结合应满足以下要求：

- a) 具备初始定位功能；

- b) 具备连续导航和定位功能；
- c) 可以通过二次定位系统实现定位要求。

6.7 安全要求

6.7.1 操作机的安全要求

操作机应满足以下安全要求：

- a) 应符合 GB 1129.1 的规定；
- b) 每台操作机都应有保护性停止功能和独立的急停功能；
- c) 操作机运行时，不应对人或周围环境造成伤害，不应损坏应用产品；
- d) 操作机紧急停止，应需要经人工确认复位，才可重新启动并回复之前的状态；
- e) 操作机应具有运动超时保护功能。

6.7.2 移动平台的安全要求

移动平台应满足以下安全要求：

- a) 应在主要运行方向上安装防护装置；
- b) 在自动模式下，防护装置的检测范围至少要覆盖车体自身及其负载的宽度；
- c) 防护装置应保持开启状态，只有在完成安全风险评估的前提下，防护装置才允许被关闭；
- d) 接触式防护装置被触发时，移动平台和操作机应立即停止，经人工确认复位才能重新启动；
- e) 接触式防护装置无法完全覆盖操作机空间时，需增加非接触式防护装置；
- f) 非接触式防护装置被触发时，移动平台和操作机应立即停止。

6.7.3 操作机与移动平台安全互锁要求

应符合以下安全要求：

- a) 移动平台运行前应确保操作机位置状态安全；
- b) 操作机与移动平台之间，应避免相互碰撞损坏；
- c) 移动平台运行时，操作机应在有效的安全空间内运行；
- d) 移动平台被触发急停时，操作机应同时停止操作。

6.7.4 应用安全要求

机器人的应用应满足以下安全要求：

- a) 无法被安全空间保护的区域应指定为危险区域，应有适当的保护措施；
- b) 人行通道和人员工作的位置，应考虑操作机的工作空间及末端执行器的形状和尺寸；
- c) 当操作机运行超出移动平台时，移动平台的移动速度不应超过 0.2 m/s。

6.8 电磁兼容性

6.8.1 电磁发射

应符合 GB/T 38336 规定的要求。

6.8.2 电磁抗扰度

应符合 GB/T 38336 规定的要求。

6.9 环境适应性

6.9.1 地面适应性要求

机器人应能在满足以下要求的地面上运行：

- a) 平面度（任意 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 范围）：3 mm ~ 5 mm；

- b) 坡度：3% ~ 5% ；
- c) 台阶高度：2 mm ~ 5 mm ；
- d) 沟槽宽度：3 mm ~ 8 mm 。

6.9.2 环境适应性

机器人应能满足以下要求的环境中运行：

- a) 环境温度：0 ℃ ~ 40 ℃ ；
- b) 环境相对湿度：10% ~ 90% ，无结露；
- c) 气压：80 kPa ~ 110 kPa 。

7 试验方法

7.1 外观和结构检查

目视检查机器人外观和零部件质量，使用卷尺或其它工具检测外形尺寸。

7.2 环境适应性检查

7.2.1 地面适应性

手动操作机器人移动，机器人应在 6.9.1 规定的地面下运行正常。

7.2.2 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 规定的试验方法对机器人进行恒定湿热试验，在温度 40 ℃ ，湿度 90% 的实验条件下，持续试验 8 h 。

7.2.3 振动试验

按 GB/T 2423.10 规定的试验方法对机器人进行振动试验。试验期间样品保持通电状态，试验结束后，检查接插件、电子元件、紧固件等无明显松动和位移。

7.3 电磁兼容试验

7.3.1 电磁发射的结果应满足 GB/T 38336 的要求。

7.3.2 电磁抗扰度的结果应满足 GB/T 38336 的要求。

7.4 电气要求试验

按 GB/T 5226.1 进行试验。

7.5 控制系统试验

机器人通电，按操作手册检查 6.3 中各项功能正常。

7.6 导航定位试验

机器人自动运行，实验结果应满足导航定位的要求。

7.7 性能试验

7.7.1 末端有效负载

在试验过程中与试验结束后，应符合以下要求：

- a) 各部件能够正常完成其功能；

- b) 机器人运行平稳无抖动和异响;
- c) 结构本体无开裂或塑性变形。

7.7.2 最大单轴速度

移动平台停止不动，在末端有效负载的条件下，被测轴以最大速度做最大范围动作，其他轴固定不动，测出速度的最大值。重复测量 5 ~ 10 次，取平均值作为测量结果。

7.7.3 轨迹速度

按 GB/T 12642 中 8.6.4 的方法进行试验。

7.7.4 工作空间

按 GB/T 12644 中 5.5 的方法进行试验。

7.7.5 位姿准确度及重复性

按 GB/T 12642 中 7.3 的方法进行试验。

7.7.6 额定负载

7.7.6.1 静态测试，加载 1.25 倍额定负载，测试时间 15 min 。

7.7.6.2 动态测试，加载额定负载，机器人正常运动控制。

7.7.7 额定速度

应符合制造商设定的数值，等级划分应符合表 1 的规定。

表1 等级与额定速度

等级	额定速度 V (m, s)
1	$V \geq 3.0$
2	$2.0 \leq V < 3.0$
3	$1.0 \leq V < 2.0$
4	$V < 1.0$

7.7.8 平台重复定位精度

按 GB/T 38871 中 7.6.8 的方法进行试验。

7.7.9 系统重复定位精度

按 GB/T 38871 中 7.6.11 的方法进行试验。

7.7.10 续航时间

机器人一次充满电后的平均连续工作时间，应符合制造商声明的工况和数值。

7.8 安全试验

7.8.1 操作机的安全试验

按 GB 11291.1 和 GB 11291.2 的规定进行试验。

7.8.2 移动平台的安全试验

按 GB/T 38871 中 7.7 的规定进行试验。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

机器人出厂前应逐台检验，由检验部门检查合格后方可出厂，出厂时应带有产品质量合格证。

8.3 型式检验

8.3.1 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时，方才进行型式检验。检验结果全部符合本标准的要求后，则判定合格。

8.3.2 检验项目见表2。

表2 机器人检验项目

序号	检验项目		出厂检验	型式检验
1	外观和结构	整机结构	√	√
2		外壳表面	√	√
3		电气部件布线	√	√
4		机器人本体重量	√	√
5		机械接口	√	√
6	环境适应性	地面适应性	—	√
7		恒定湿热试验	—	√
8		振动试验	—	√
9	电磁兼容性	电磁发射试验	—	√
10		电磁抗扰度试验	—	√
11	电气要求	充电接口	√	√

机器人检验项目（续）

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	序号
12	电气要求	车体接地	√	√
13		绝缘电阻	—	√
14		耐电强度	—	√
15	控制系统	控制系统实验	√	√
16	性能	末端有效负载	—	√
17		最大单轴速度	—	√
18		轨迹速度	—	√
19		工作空间	—	√
20		位姿准确度和重复性	—	√
21		额定速度	√	√
22		额定负载	√	√
23		平台重复定位精度	√	√
24		系统重复定位精度	√	√

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	序号
25		续航时间	√	√
26	安全要求	操作机安全试验	√	√
27		移动平台安全试验	√	√
注：“√”表示规定必须做的项目，“-”表示规定可不做的项目。				

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 产品标志

机器人产品上应有清晰的标志，应包括以下内容：

- 产品名称及型号；
- 公司名称或注册商标；
- 产品出厂编号；
- 生产日期；
- 产品执行标准；
- 特征参数。

9.1.2 包装标志

产品的外包装箱上应有清晰的标志，应包括以下内容：

- 产品名称及型号；
- 产品数量；
- 公司名称及注册商标。

9.1.3 安全警示标志

机器人本体、充电器及电池的外部应具有必要的安全警示标志，以告知用户安全使用。必要时，应提供使用、操作、维护和拆卸移动机器人时预防措施的安全警示标志。

安全警示标志包括但不限于：

- 机器人应在其醒目位置标有“仅适用 XX 充电器”等类似警示说明；
- 机器人应有工作极端温度的高温或低温部件的警告和标志；
- 充电器应标明“仅供 XX 机器人使用”等类似警示说明；
- 机器人充电器应有接口标志和说明；
- 电池警示标志应符合相关电池产品标准的规定；
- 激光辐射安全标志；
- 电磁辐射标志；
- 适当的其他安全警示。

9.2 包装

产品的包装箱上应有符合 GB/T 191 的“小心轻放”、“防潮”、“包装堆码”等标志，包装箱内应有产品合格证、使用说明书、保修卡、装箱清单等。

9.3 运输

9.3.1 包装后产品在使用交通工具进行长途运输时，产品不应放在敞篷车厢，中转时不应存放在露天仓库。

9.3.2 在运输过程中电池组应处于安全状态，不应和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车装运。应注意防雨、防尘及机械损伤。

9.3.3 在装卸过程中，禁止摔碰、滚翻和重压。

9.4 贮存

存放产品的仓库环境温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 93%，无凝露，室内应无酸、碱及腐蚀性气体，贮存处应有防雨、雪和水浸的措施，不应露天存放。