

团体标准

T/GDCKCJH 084—2024

光伏行业用智能移动机器人技术规范

Technical specification for intelligent mobile robot for
photovoltaic industry

2024-05-08 发布

2024-05-15 实施

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 型式与基本参数..... 2

5 技术要求..... 3

6 检验方法..... 6

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。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：广州蓝海机器人系统有限公司。

本文件主要起草人：徐文斌、冼志军、蔡容廷、龙绍金、陈文辉、何崇凯、梁敏。

本文件为首次发布。

光伏行业用智能移动机器人技术规范

1 范围

本文件规定了光伏行业用智能移动机器人(以下简称“智能移动机器人”)的术语和定义、型号与基本参数、技术要求、检验方法。

本文件适用于光伏行业电池片生产过程使用的智能移动机器人(包括花篮移栽智能移动机器人、料盒移栽智能移动机器人、潜伏举升智能移动机器人、叉车式智能移动机器人等)的设计、制造、检验。

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 3797 电气控制设备
GB/T 16574-2021 机械安全 急停功能 设计原则
GB/T 27544-2011 工业车辆 电气要求
GB/T 30030-2023 自动导引车 术语

3 术语和定义

GB/T 30030-2013 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

花篮移栽智能移动机器人 flower basket carrying intelligent mobile robot

用于光伏电池片生产工序之间花篮的运输传送,采用同步带传输,具有传输速度快、平稳性高特点;传感器避障覆盖整个车身,提高行驶过程中的安全性。

3.2

料盒移栽智能移动机器人 box carrying intelligent mobile robot

用于光伏电池片生产工序之间料盒的运输传送,采用同步带传输,具有传输速度快,传输过程中平稳性高的特点;优化机体整体尺寸,使其更适合光伏行业通道狭窄的应用场景;传感器避障覆

盖整个车身，提高行驶过程中的安全性。

3.3

潜伏举升智能移动机器人 latent mobile robot

用于光伏电池片生产工序之间料盒车的运输传送，可直接与料车分离，减少料车的等待时间，提高空车运行速度，同时具备举升和牵引的功能。

3.4

叉车式智能移动机器人 forklift mobile robot

用于光伏产品包装线物流运输、码垛，或组件辅料成品的搬运，整车尺寸紧凑，兼容多种标准栈板，负载可达 2 t，具备智能化水平，提高作业精度和可靠性，减少人力干预，降低安全风险。

3.5

自然导航 natural navigation

激光导航中的一种，利用二维码激光扫描仪对现场环境进行测量、学习并绘制导航环境，在不具备周围环境信息的前提下，让移动机器人在运动过程中根据自身携带的传感器和对周围环境的感知进行自身定位，同时增量式构建周围环境地图，实现即时定位、地图构建，相对一般的激光导航能够减少对反光板依赖。

4 型式和基本参数

4.1 型式

4.1.1 组成

智能移动机器人由机械本体、驱动装置、执行机构、安全防护装置、控制系统、电源装置、导航装置、通信装置、人机交互系统、上位控制系统及其它装置组成，如图 1 所示。

4.1.2 分类

4.1.2.1 智能移动机器人按驱动方式可分为以下类型：

- a) 差速驱动；
- b) 单舵轮驱动。

4.1.2.2 智能移动机器人按导航方式可分为以下类型：

- a) 自然导航；
- b) 磁带导航；
- c) 激光导航；
- d) 视觉导航；

e) 复合导航。

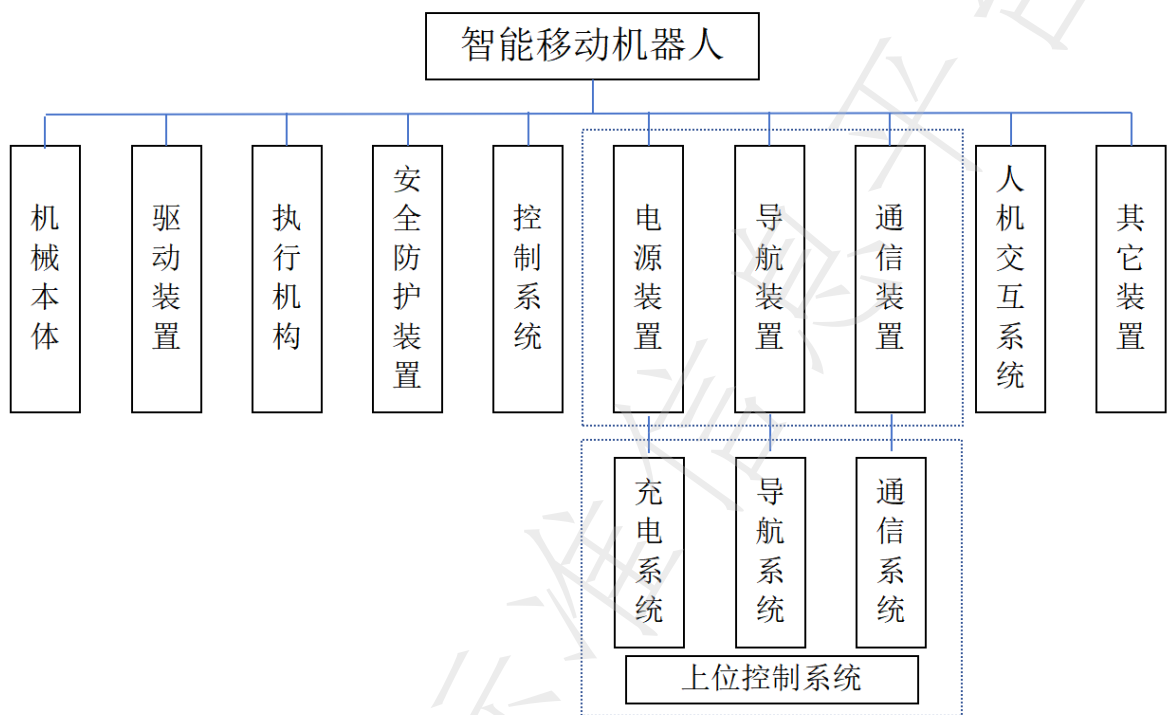


图 1 智能移动机器人组成

4.1.2.3 智能移动机器人按照控制模式方式可分为以下类型：

- a) 自动控制模式；
- b) 手动控制模式。

4.2 基本参数

智能移动机器人基本参数见表 1。

5 技术要求

5.1 外观要求

智能移动机器人外观应符合以下要求：

- a) 油漆整体漆面整体颜色一致，表面无脏污；
- b) 油漆喷涂均匀平整；无露底、掉漆；无明显的流油、尘点、划痕；板材无明显凹凸不平、变形、缺损、打磨痕；

- c) 焊点无脱焊、漏焊，无明显焊缝；
- d) 无毛刺披锋，无尖锐凸起；
- e) 外观需粘贴醒目的安装标识，字体清晰，无歪斜；
- f) 起承载作用的螺栓拧紧后应有明显标识。

表 1 基本参数

参数项目	参数指标				
	花篮移栽智能移动机器人	料盒移栽智能移动机器人	叉车式智能移动机器人(成品搬运)	叉车式智能移动机器人(组件搬运)	潜伏举升智能移动机器人
外形尺寸(mm)	1500*850*2100	1144*1000*1350	1700*960*2260	3200*1100*2260	950*750*285
载重能力(kg)	300	300	2000	2000	1000
运动方式	前进后退、转弯、原地旋转	前进后退、转弯、原地旋转	前进后退、转弯	前进后退、转弯	前进后退、转弯、原地旋转
驱动方式	差速驱动	差速驱动	单舵轮驱动	单舵轮驱动	差速驱动
驱动电源电压(V)	48	48	24	24	48
额定工况运行时间(h)	6~8	6~8	12~14	12~14	4~6
使用环境	适用于室内环境，温度 15~40℃				

5.2 结构要求

智能移动机器人结构应符合以下要求：

- a) 满足设计负载；
- b) 结构稳定，在额定负载下运行无异常振动，无异常机械运行噪声；
- c) 结构上应具备人机交互、急停、碰撞检测等功能；
- d) 结构上应预留装卸货接口，便于装卸货；
- e) 结构上无尖锐凸起等结构，传动结构需有护罩等保护措施，避免伤人；
- f) 结构上应具备减震机构，减少地面不平可能引起的车身震动及器件损坏，同时保持主动轮对地面的附着力。

5.3 性能要求

智能移动机器人应符合表 2 性能需求。

表 2 性能要求

要求项目	要求指标
导航精度	40000 m ² 的应用场景下： a) 自然导航全局导航精度控制在 30 mm； b) 磁带导航全局导航精度控制在 50 mm； c) 激光导航全局导航精度控制在 30 mm； d) 视觉导航全局导航精度控制在 20 mm； e) 复合导航全局导航精度控制在 20 mm。
对接精度	花篮移栽、料盒移栽式：利用反光板、二维码、视觉特征识别，对接精度可以达到±3 mm 范围。 潜伏举升式：利用反光板、二维码、视觉特征识别，对接精度可以达到±3 mm 范围。 叉车式：利用反光柱、视觉特征识别，对接精度可以达到±10 mm 范围。
规划路径	系统具备自主规划路径能力，可实现任意点位到达目标位置。
爬坡/台阶/间隙	≤5° / 5 mm / 30 mm
行驶速度	0~1.2 m/s 可调
最小离墙通行间距	≤200 mm
智能避障	要求具备智能避障，遇到大型障碍物(雷达扫描出障碍的宽度超过或等于机器人本体)需停止等待，并发出报警信息提示；遇到小型障碍(雷达扫描出障碍的宽度小于机器人本体)可以选择绕开。
自动充电	要求具备智能自动充电，电量低于 20%应自主前往充电桩工位充电。
执行功能	a) 花篮移栽、料盒移栽式：要求具备单层或双层传输物料装置 b) 潜伏举升式：要求具备举升、旋转物料装置 c) 叉车式：要求具备叉臂举升物料装置
故障诊断	要求具备故障识别系统，实时反馈故障信息和报警提示。

5.4 安全要求

智能移动机器人应符合以下安全要求：

- a) 机械安全：必须符合机械安全要求，设备的尺寸、重量、刹车系统、防护装置应满足 GB/T

16574-2021 的要求；

- b) 电气安全：必须符合电气安全要求，电路设计、电源线路、控制系统等应满足 GB/T 27544-2011 的要求；
- c) 防撞安全：设备需有 360° 防撞检测装置，检测反应时间应小于 0.1 s。

5.5 电气质量

智能移动机器人应符合以下电气质量要求：

- a) 电源系统必须符合国家或地方相关电力标准规定；
- b) 电源系统必须具备过载、短路、过电压、欠电压等安全保护装置，以防止电力故障造成的人员伤害和财产损失；
- c) 所有部件和设备必须与全车接地相连，接地电阻应小于等于 4 Ω ，确保接地的可靠性；
- d) 电气控制应符合 GB/T 3797 要求。

5.6 控制系统

智能移动机器人控制系统负责控制机器人移动和行为，需满足以下要求：

- a) 具备导航系统：这是实现智能移动机器人自主移动和路径规划的关键部分。可选用的导航系统包括自然导航、磁带导航、激光导航、视觉导航、复合导航。这些系统通过不同的传感器和算法，使智能移动机器人能够识别环境、规划路径并实现精准导航；
- b) 具备运动控制系统：负责控制智能移动机器人上的运动机构，如差速轮、单舵轮等。不同的运动机构应采用不同的控制算法模型；
- c) 具备通讯与任务管理系统：实现智能移动机器人与调度控制系统、其他智能移动机器人以及监控系统之间的通信，包括任务分配、车辆管理、交通管理和状态监控等功能。

5.7 人机交互系统

人机交互系统的作用是使操作人员能够快速掌握系统的使用方法和功能，需满足以下要求：

- a) 应具备智能移动机器人状态信息显示界面，可以从该界面了解机器人状态、电量、任务等基础信息；
- b) 应具备智能移动机器人遥控操作界面，可以遥控机器人移动或指定前往任意目标点；
- c) 应具备智能移动机器人日志查询界面，可以查找机器人警告和报警相关的历史信息。

6 检验方法

6.1 外观检验方法

外观检验采用目视检验方法。

6.2 结构检验方法

结构检验方法如下：

- a) 检验设计负载的方法是，加载至设计负载，带举升功能的，先从低位举升到高位，如举升过程顺畅，无异响，无异常抖动，无电机发热报警等情况，则检验通过；带移栽功能的，如传送带和滚筒或链传动式，应将负载放置在移栽装置上，做往复运动，模拟正常工作时间与工作间隔，测试次数设为 1000 次，每次间隔为 2 min，如果负载传动顺畅、无异响、无异常抖动、无电机发热报警等情况，则检验通过；
- b) 检验机械结构有无异响的方法是，加载至设计负载，从静止开启后逐步提高到设计速度，无异响则检验通过；若发现异响，则排查异常后继续测试。

6.3 性能检验方法

性能检验方法如下：

- a) 导航精度：在移动机器人上安装高精度二维码摄像头(精度 1 mm)，在初始位置粘贴一张二维码，记录此时二维码精度信息。再让机器人行驶一圈(行程 30 m 以上)，再次回到初始位置后进行二次记录二维码精度信息，并求出与初始值的偏差值，一直循环 100 次并记录偏差值，最终求出 100 次数据的平均值为检验结果，应符合表 2 要求；
- b) 对接精度：移动机器人进行对接测试，使用高精度二维码摄像头(精度 1 mm)记录每次对接完成后的坐标偏差信息，再由机器人退出对接点后 1 m 距离，再次重新进行对接，如此重复 100 次后求出平均值为检验结果，应符合表 2 要求；
- c) 路径规划：设定任意目标，观察移动机器人数据显示是否实现自主路径规划；
- d) 爬坡/台阶/间隙：分别人为增加坡度(5°)、台阶(5 mm)、间隙(30 mm)，让移动机器人行驶移动 5m 经过，观察其是否能正常驶过，无明显抖动和卡顿；最小离墙通行间距检验方法：让移动机器人离墙间距 200 mm 行驶，观察机器人是否正常行驶；
- e) 智能避障检验方法：分别放置大、小型障碍在移动机器人行驶路径上，观察移动机器人行为是否满足表 2 要求；
- f) 自动充电检验方法：放置移动机器人工作直至电量低于 20%，观察移动机器人是否自主前往充电桩充电。

6.4 安全要求检验方法

安全要求检验方法如下：

- a) 机械安全：按 GB/T 16574-2021 的要求对移动机器人的尺寸、重量、刹车系统、防护装置

进行测试检查；

- b) 电气安全：按 GB/T 27544-2011 的要求对移动机器人的电气、电路设计、电源线路进行测试检查；
- c) 防撞安全：使用移动遥控障碍接近行驶中的移动机器人，测试其防撞功能是否健全。

6.5 电气质量检验方法

使用专业电气测量仪器，如万用表、示波器等对移动机器人的电控箱、接地安全性进行逐一测试检查，检查结果应符合电气质量要求。

6.6 控制系统检验方法

按技术要求对移动机器人的导航系统、运动控制系统、通讯与任务管理系统进行逐一使用测试：

- a) 人工设定任意目标，观察移动机器人能否实现自主路径规划并正常行驶到目标点；
- b) 使用调度系统发送任务指令，观察移动机器人是否执行对应任务。

6.7 人机交互系统检验方法

按技术要求对移动机器人的人机交互系统进行检验：

- a) 观察移动机器人状态信息显示界面，是否存在移动机器人状态、电量、任务等基础信息；
 - b) 操作移动机器人遥控操作界面，能否正常遥控移动机器人移动；
 - c) 故意触发移动机器人异常，观察移动机器人日志查询界面，是否存在警告和报警相关的历史信息。
-