

T/CRSS

重庆市机器人学会团体标准

T/CRSS 0010—2023

工业应用移动机器人 调度系统技术要求

Technical requirements for industrial robots dispatching system

2023 - 12 - 29 发布

2023 - 12 - 29 实施

重庆市机器人学会 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 危险识别及风险评估 1

5 功能指标 2

 5.1 功能指标分类 2

 5.2 系统对接 2

 5.3 订单管理 2

 5.4 库位管理 2

 5.5 任务管理 2

 5.6 车辆管理 2

 5.7 车辆通信 2

 5.8 交通管制 3

 5.9 监控界面 3

 5.10 充电管理 3

 5.11 休息管理 3

 5.12 工业应用移动机器人插入和退出调度系统 3

6 性能指标 3

 6.1 网络时延 3

 6.2 丢包率 4

 6.3 响应时间 4

 6.4 路径规划 4

 6.5 协同效率 4

 6.6 可控制机器人数量（部署规模） 4

 6.7 容错率 4

 6.8 避障 4

 6.9 存储性能 4

7 测试方法 4

 7.1 功能测试方法 4

 7.2 性能测试方法 4

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。

本文件由重庆市机器人学会提出并归口。

本文件起草单位：重庆凯瑞机器人技术有限公司、杭州海康机器人技术有限公司、安徽合力股份有限公司、广东天太机器人有限公司、重庆邮电大学、重庆凯瑞认证服务有限公司、杭州迦智科技有限公司、合肥工业大学、广东嘉腾机器人自动化有限公司、临沂临工智能信息科技有限公司、未来机器人（深圳）有限公司、广东天品医疗科技有限公司、珠海格力智能装备有限公司、国家特种机器人产品质量监督检验中心（福建）、斯坦德机器人（深圳）有限公司、莱茵技术（上海）有限公司、国家工程机械质量监督检验中心、苏州UL美华认证有限公司、重庆电子工程职业学院、重庆宙达机器人科技有限公司、重庆遨博智能科技研究院有限公司、重庆大学、西南兵器工业有限责任公司、南瑞集团有限公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、重庆鲁班机器人技术研究院有限公司、机科发展科技股份有限公司、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、河北工业大学、重庆三峡学院。

本文件主要起草人：冉坤、李本旺、李帅永、张弛、孙添飞、王英、李黎明、何志雄、赵赢、訾斌、尚明生、彭鹏、王小平、唐臣玉、王越、王正雨、冯广文、陈博、刘鹏、杨建辉、李德汪、张天翼、张志波、陈挺木、左存岭、董海滨、李东阳、单明、田志成、刘皓然、赵鹏举、史康杰、杨鑫凯、李辉、向学位、陶源、刘必晶、何国田、王松、张胜、张锋、王嘉、陈仕聪、谭泽富。

工业应用移动机器人 调度系统技术要求

1 范围

本文件规定了工业应用移动机器人调度系统的功能指标、性能指标和测试方法。

本文件适用于仓储、物流、运输、邮政、电商、制造业、车辆、港口、医药、零售等领域的工业应用移动机器人调度系统的设计、制造、验收、检验等；本文件不适用于易燃易爆场所使用的工业应用移动机器人的调度系统。

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，仅所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 18849-2011 机动工业车辆 制动器性能和零件

GB/T 20721 自动导引车 通用技术条件

GB/T 36239-2018 特种机器人 术语

GB/T 36321-2018 特种机器人 分类、符号、标志

GB/T 38124-2019 服务机器人性能测试方法

GB/T 41402-2022 物流机器人 信息系统通用技术规范

GBT 41302-2022 工业产品数据字典通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业应用移动机器人调度系统 industrial robots dispatching system

工业应用移动机器人调度系统是用于对预定场地中一定数量的工业应用移动机器人个体进行状态、作业任务、运行管理统筹管理的调度系统。

3.2

公共区域 common zone

允许人与工业应用移动机器人同时存在的作业区域。

3.3

限制区域 restricted zone

专供工业应用移动机器人自动运行的物理上隔离的区域，只有被授权的操作人员允许进入。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGV: 自动导向车(Automated Guided Vehicle)

ERP: 企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

MES: 制造执行系统(Manufacturing Execution System)

OMI: 开放现代的Web组件化框架(Open and Modern Framework for Building User Interfaces)

5 危险识别及风险评估

工业应用移动机器人调度系统的功能设计和操作流程，应考虑工业应用移动机器人在实际使用阶段可预见合理使用和不合理使用的危险，并进行风险评估。这种风险评估应该对下列情况给予特别关注：

- 工业应用移动机器人调度系统的例行操作，包括调试、维护和清洁等；
- 意外启动；
- 可合理预见的误用或误操作；
- 控制系统故障的影响；
- 与工业应用移动机器人调度系统应用有关的危险。首先应通过设计或替代，然后再用安全防护和其他补救措施，消除或减小风险。任何残余风险应采用其他措施（如：警告、标记、培训）来减小。

注：GB/T 15706-2012和GB/T 16856-2015对进行危险识别及减少风险提出了要求和指导。

6 功能指标

6.1 功能指标分类

调度系统应具备系统对接、订单管理、库位管理、任务管理、车辆管理、车辆通信、交通管制、监控界面、充电管理、休息管理、工业应用移动机器人插入和退出调度系统等功能。

6.2 系统对接

6.2.1 调度系统应具备数据库管理功能，与用户的 ERP、MES 等管理系统实现实时信息交互。应具备服务器数据自动备份和任务数据定期过账功能。

6.2.2 通过 MES 或 ERP 能够查询调度系统中所有 AGV 状态信息，包括：AGV 当前站点、运行状态、传感器状态、当前运行速度、当前运行方向、挂接机构状态、扩展输入输出端口状态、当前电池电压等；

6.2.3 通过 MES 或 ERP 能够查询调度系统中当前正在执行或排队等待执行的任务信息，包括：任务标识、任务类型、任务详情、任务优先级、任务执行状态、任务起止时间等；

6.2.4 可通过 MES 或 ERP 向调度系统下达任务信息，调度系统向 MES 或 ERP 返回任务标识。任务信息包括：任务类型、任务详情、任务优先级等；

6.2.5 只要一个任务尚未开始执行，MES 或 ERP 就可以通过修改或取消任务接口对任务进行操作；

6.2.6 当 AGV 成功完成一项任务或者由于某些特殊原因导致 AGV 无法完成某项任务时，调度系统向 MES 或 ERP 报告任务执行结果。

6.3 订单管理

调度系统应具备不同订单模式下的任务分解、OMI通用化、取消/异常处理/重启恢复通用逻辑等功能。

6.4 库位管理

调度系统应具备区域到点的转换和货物管理等功能。

6.5 任务管理

用于处理系统运行过程中的各种任务,应对任务执行的信息进行记录和统计，且应具备以下功能：

- 搬运任务的执行；
- 充电任务的执行；
- 任务的启动、取消和变更等；
- 应具备中央调度、分布式调度或智能调度等任务指派策略。

6.6 车辆管理

用于系统中运行的所有工业应用移动机器人的调度，且应具备以下功能：

- 车辆分配；
- 路径搜索；
- 运行控制；
- 车辆的退出与恢复。

6.7 车辆通信

调度系统应具备与工业应用移动机器人之间的通信信息交互功能。具体包括：

- 工业应用移动机器人能够正确接收调度系统下发的消息、命令和任务，并且能够按照调度系统定制好的计划完成任务；
- 调度系统能够正确接收来自工业应用移动机器人的消息；
- 工业应用移动机器人与工业应用移动机器人之间能够正确的进行信息交互。

6.8 交通管制

调度系统应具备交通管制功能，调度系统的交通管制方法应能够避免多台工业应用移动机器人在交叉路口、拐弯处“撞车”。具体如下：

- 调度系统应能够生成工业应用移动机器人的运行路线；
- 调度系统应能够根据工业应用移动机器人所处当前标志点的和运行路线正确判断下一个站点是否为终点；
- 调度系统应能够正确判断工业应用移动机器人下一个站点的状态，并根据下一个站点的状态指示工业应用移动机器人运行动作。

6.9 监控界面

监控界面应显示工业应用移动机器人状态信息，车辆地图分布信息，任务状态，故障状态信息的监控显示功能。

6.10 充电管理

6.10.1 充电模式

调度系统应能设置工业应用移动机器人的充电模式，包括但不限于：人工充电、自动换电池、在线自动充电。当工业应用移动机器人处于离线或手动充电时，调度系统不进行充电决策，而由外部程序或者人工决定工业应用移动机器人充电时机。当工业应用移动机器人充电模式为自动充电时，调度系统应能够根据工业应用移动机器人电量决定开始充电和结束充电时间，并将充电任务正确指派给对应的工业应用移动机器人。

6.10.2 充电桩选择

可以依据黑白名单原则或就近原则等充电桩选择策略，引导工业应用移动机器人进行充电桩选择。

6.10.3 充电时机决策

可以根据工业应用移动机器人的状态（忙/空闲、有任务/无任务）设定开始充电的阈值，可根据充电桩充足与否设定结束充电的阈值，可设定充电时长。

6.11 休息管理

调度系统应具备工业应用移动机器人的休息管理功能。当工业应用移动机器人既无任务执行，又不需要充电的时候，调度系统应能够按照黑白名单原则、优先级原则、就近原则等逻辑进行决策，使工业应用移动机器人根据对应的休息决策进行休息。具体休息决策逻辑如下：

- 1) 黑白名单原则:依据休息位预设的AGV类型黑白名单或者AGV编号的黑白名单选择休息位；
- 2) 优先级原则: 依据休息位预设优先级选择休息位；
- 3) 就近原则: 依据搜路距离选择离自己最近的休息位。

6.12 工业应用移动机器人插入和退出调度系统

工业应用移动机器人应在开机启动或出现设备故障恢复之后，需要由人工操作工业应用移动机器人插入调度系统的制定路径，方可由调度系统对该车辆进行到调度管理。

7 性能指标

7.1 网络时延

调度系统与工业应用移动机器人之间无线网络传输的网络时延应符合GB/T 41302中7.1的要求。

7.2 丢包率

调度系统与工业应用移动机器人之间无线网络传输的丢包率应符合GB/T 41302中7.1的要求。

7.3 响应时间

是指从调度系统给工业应用移动机器人下发指令到工业应用移动机器人做出相应动作的时间,包含2部分,即:工业应用移动机器人本体软件处理时间、调度系统与工业应用移动机器人本体之间通信时延。

7.4 路径规划

对于部分不带路径规划功能的工业应用移动机器人,通常其行驶路径是通过调度系统来进行规划的。验证调度系统所规划的路径是否为最短路径,也是评判调度系统性能的一个重要指标。

7.5 协同效率

通过调度系统的任务分配、路径规划、避障等功能进行综合评判。

7.6 可控制机器人数量(部署规模)

调度系统平稳运行时,能够同时控制的工业应用移动机器人数量。测试方法:统计一个月内每天正常运行的工业应用移动机器人台数,取算数平均值。

7.7 容错率

小于等于5%工业应用移动机器人故障的情况下,调度系统能够平稳运行。

7.8 避障

针对不具备避障功能的工业应用移动机器人本体,通常依托于调度系统来实现避障。测试方法与具备避障功能的工业应用移动机器人本体避障试验方法相同。

7.9 存储性能

数据存储性能应符合GB/T 41402-2022中第6章的要求。

8 测试方法

8.1 功能测试方法

参考GB/T 41402-2022中11.3测试用例设计要求和测试步骤,采用目击测试的方法对本文件第5章各项功能指标进行功能验证试验。

8.2 性能测试方法

8.2.1 网络时延

8.2.1.1 从调度系统到工业应用移动机器人的网络时延测试。

- 从调度系统向工业应用移动机器人做持续的ping测试,建议ping 100个数据包;
- 设置测试目的地址为工业应用移动机器人的IP地址,然后进行链路测试,记录网络时延;
- 最大网络时延应符合GB/T 41402-2022中7.1的要求。

8.2.1.2 从工业应用移动机器人到调度系统的网络时延测试。

- 从工业应用移动机器人向调度系统做持续的ping测试,建议ping 100个数据包,记录时间网络时延;
- 设置测试目的地址为调度系统的IP地址,然后进行链路测试,记录网络时延;
- 最大网络时延应符合GB/T 41402-2022中7.1的要求。

8.2.2 丢包率

8.2.2.1 从调度系统到工业应用移动机器人的链路测试。

- 从调度系统向工业应用移动机器人做持续的ping测试，建议至少ping 1000个数据包；
- 设置测试目的地址为工业应用移动机器人的IP地址，然后进行链路测试，记录测试结果，计算丢包率；
- 测试3次，丢包率最大值应符合GB/T 41402-2022中7.1的要求。

8.2.2.2 从工业应用移动机器人到调度系统的链路测试。

- 从工业应用移动机器人向调度系统做持续的ping测试，建议至少ping 1000个数据包；
- 设置测试目的地址为调度系统的IP地址，然后进行链路测试，记录测试结果，计算丢包率；
- 测试3次，丢包率最大值应符合GB/T 41402-2022中7.1的要求。

8.2.3 响应时间

8.2.3.1 响应时间要求

是指从调度系统给工业应用移动机器人下发指令到工业应用移动机器人做出相应动作的时间，包含2部分，即：

- 1) 工业应用移动机器人本体软件处理时间；
- 2) 调度系统与工业应用移动机器人本体之间通信时延。

8.2.3.2 测试方法一

- 3) 调度系统时间和工业应用移动机器人时间进行同步；
- 4) 从调度系统向工业应用移动机器人发送带时间戳的指令 t_1 ；
- 5) 调度系统收到指令，并做出响应的时间为 t_2 ；
- 6) 记录 t_2 和 t_1 的时间差，重复测试 3 次，取平均值。

8.2.3.3 测试方法二

- 1) 采用 1 台高速相机同时连续抓拍调度系统操作界面和工业应用移动机器人；
- 2) 回放抓拍照片，以调度系统指令发送成功时刻照片为起始时间 t_1 ，工业应用移动机器人做出响应时刻照片为终止时间 t_2 ，根据 t_1 - t_2 照片数和高速相机抓拍帧率计算响应时间 t ；
- 3) 重复测试 3 次，取平均值。

8.2.4 路径规划

参考GB/T 38124-2019中5.2场景设计和测试步骤进行试验验证。

8.2.5 协同效率

通过调度系统的任务分配与路径规划，机器人可实现任务的并行执行，提高工作效率。协同效率可通过测试多机器人完成特定任务的时间进行试验验证。

8.2.6 可控制机器人数量（部署规模）

统计一个月内每天正常运行的工业应用移动机器人台数，取算数平均值。

8.2.7 容错率

在调度系统平稳运行期间，人为制造小于等于5%的工业应用移动机器人故障，测试调度系统能否继续平稳运行。

8.2.8 避障

测试方法与具备避障功能的工业应用移动机器人本体避障试验方法相同。

8.2.9 存储性能

参考GB/T 41402-2022中11.4的测试用例设计要求和测试步骤进行试验验证。