

深圳市机器人协会团体标准

T/SZROBOT 0001—2021

商用清洁机器人通用技术规范

General technical specification for Commercial cleaning robot

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

征求意见稿

2021/10/15

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

深圳市机器人协会 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.....1

4 技术要求.....2

5 试验方法.....9

6 检验规则.....19

7 标志、说明、包装、运输和储存.....21

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

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。

本标准由深圳市机器人协会提出并归口。

本标准起草单位：XXX。

本标准主要起草人：XXX。

商用清洁机器人通用技术规范

1 范围

本标准规定了商用清洁机器人的一般要求、试验方法、检验规则、标志、说明、包装、运输和储存的要求。

本标准适用于一般商用清洁机器人。

注：在有相关的专用产品标准的情况下，产品标准优先于本标准。

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文本必不可少的条款。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。

注：对于不注日期的引用文件，如果最新版本未包含所引用的内容，那么包含了所引用内容的最后版本适用。

GB/T 12350-2009 《小功率电动机的安全要求》

GB/T 15706-2012 《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》

GB/T 16855.1 《机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则》

GB/T 191-2008 《包装储运图示标志》

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 2423.10 《环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)》

GB/T 37283-2019 《服务机器人 电磁兼容 通用标准 抗扰度要求和限值》

GB/T 37284-2019 《服务机器人 电磁兼容 通用标准 发射要求和限值》

GB/T 37242-2018 《机器人噪声试验方法》

GB/T 38124-2019 《服务机器人性能测试方法》

GB/T 38834.1-2020 《机器人 服务机器人性能规范及其试验方法 第1部分：轮式机器人运动》

GB/T 39785-2021 《服务机器人 机械安全评估与测试方法》

GB/T 40013-2021 《服务机器人 电气安全要求及测试方法》

GB 4706.1-2005 《家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求》

GB 4706.18-2014 《家用和类似用途电器的安全 电池充电器的特殊要求》

GB 4943.1-2011 《信息技术设备 安全 第1部分：通用要求》

GB 7247.1-2012 《激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求》

IEC 62133.2:2017 《Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes-Safety requirements for portable sealed secondary cells , and for batteries made from them , for use in portable applications – Part 1:Nickel systems》

3 术语和定义

GB/T 12643-2013 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

服务机器人 service robot

除工业自动化应用外，能为人类或设备完成有用任务的机器人。

注 1：工业自动化应用包括（但不限于）制造、检验、包装和装配。

注 2：用于生产线的关节机器人是工业机器人，而类似的关节机器人用于供餐的就是服务机器人。

[见 GB/T 12643-2013, 2. 10]

3.2

商用清洁机器人 commercial cleaning robot

用于在商场、酒店、写字楼、机场等商用环境下执行扫地、洗地等清洁任务的服务机器人。

4 技术要求

4.1 安全与电磁兼容性

4.1.1 整机安全

4.1.1.1 通则

设计人员应根据GB/T 15706-2012中有关危险的原则来设计机器人，应进行风险分析，以便确定可能出现的任何其他危险。对在危险识别中确定的危险，应该进行风险评估。这种风险评估应对下列情况给予特别关注：

- a) 机器人的例行操作，包括示教、维护、设置和清洁；
- b) 意外启动；
- c) 人员进入的所有通道及车辆行走通道；
- d) 可合理预见的机器人误用；
- e) 控制系统故障的影响；
- f) 与特定机器人应用有关的危险；
- g) 会车。

首先应通过本质安全设计措施来减小风险，然后再用安全防护和补充保护措施来消除或减少风险。任何遗留的风险应采用使用信息的方式来减小。

4.1.1.2 通用要求

机器人应符合GB/T 40013及GB/T 39785的要求。

4.1.1.3 特殊要求

4.1.1.3.1 液体

机器人的液体容器（包括但不限于净水箱、污水箱等）应与机器人电气部分进行隔离，机器人的电气绝缘应不受到液体容器、软管或其他类似部分可泄露出的液体或液体容器表面上可能凝结的水的影响。

对于通过机器人的软管或其他方式连接到水源的机器人，应能经受住正常使用中的水压，应对过高压力危险有足够的安全防护措施。

4.1.1.3.2 IP 等级

机器人本体应符合IP24。

4.1.1.3.3 清洁组件及运动部件的安全

对于在预计使用过程中动作的清洁组件和运动部件，应提供使用信息以降低无意接触清洁组件和运动部件的可能性，对可能造成身体部分、饰品、衣服等卷入的地方则应当装有能使操作人员将清洁组件或运动部件制动的装置，必要时可提供防护罩或类似安全防护措施以防止身体部分、饰品、衣服等进入。

使用信息应当在操作说明书中提供，并将标记固定到设备上，均含有如下的或类似的字句：

警 告
危险的运动部件
手指和人体不得靠近

制动装置及标记应当设置在从伤害危险最大的地方能易于看到的和接触到的明显位置上。

在一般人员维修条件下，则应通过维修信息或标记提示维修人员进行维修作业前应断开电源，适用时在重启电源前重新启动安全防护。

4.1.1.3.4 模式切换

机器人可以有一种或多种工作模式（例如：手动、自动模式等），当机器人同时具备多种工作模式时，机器人应配备一个手动与自动模式切换方式（例如切换按钮、屏幕选择等），手动与自动模式切换应能明确显示机器人工作在何种模式下，并对应单一的工作模式（例如不同工作模式下手动与自动模式切换按钮显示的颜色不同，或旋转到不同位置，每个位置有清晰的识别标志，或屏幕显示当前工作模式等）。

模式选择本身不应引发机器人运行，起动控制应单独操作。

对于每个规定的工作模式，应执行有关安全功能和/或安全防护措施。

4.1.1.3.5 稳定性

清洁机器人稳定性应符合GB/T 39785-2021中5.5的要求，应充分考虑以下影响稳定性的因素：

- 由于负载性质、水箱位置、作业任务等引起的重心位置变化；
- 转弯、避障、紧急停止等特殊动作；
- 路面条件（例如坡道、不平整等）；
- 机器人元器件故障（例如工控机、CPU、传感器等）。

必要时，在上述单一因素或多个因素组合的条件下进行验证。

4.1.1.3.6 防碰撞

在机器人上需要安装下列装置，防止人身事故或撞坏其他物体：

- 接触式障碍物检测装置

1) 在机器人的主要运行方向必须至少设置接触式障碍物检测装置（例如防撞条、开关探针等），用于保护人员的安全和预防因为碰撞引起的故障和损伤。接触式障碍物检测装置主要用于速度较低的机器人运行环境中。

2) 当接触式障碍物检测装置的任一位置被碰撞时，机器人应该停止运行。

3) 接触式障碍物检测装置的结构（外形）应降低人员因碰到接触式障碍物检测装置而受到伤害。

4) 在机器人以18m/min或以下速度行驶时, 停止后的距离应在接触式障碍物检测装置缓冲范围内。

5) 要求接触式障碍物检测装置的宽度大于机器人主体结构的宽度, 如果机器人的其他部分的宽度大于主体结构, 要求接触式障碍物检测装置的宽度大于此宽度或者在机器人主体结构的两侧安装杆式防撞开关。

6) 接触式障碍物检测装置的底部到地面的距离宜少于或等于40mm, 若因机器人的工作任务需要无法满足该要求时, 机器人应进行充分的风险减小措施以避免肢体卡入机器人底部(例如脚面)。

7) 接触式障碍物检测装置的高度必须大于或等于100mm。

——非接触式障碍物检测装置

1) 机器人必须至少设置非接触式障碍物检测装置中的一种(例如激光雷达、超声波传感器、摄像头等), 非接触式障碍物检测装置作为接触式障碍物检测装置的辅助安全措施, 允许机器人在手动工作模式下关闭该功能。

2) 当在接触式障碍物检测装置前1000mm或以上距离探测到有人活动或障碍物时, 机器人必须减速运行并保证在障碍物碰到接触式障碍物检测装置前停车, 或者机器人可低速绕过障碍物。

3) 当障碍物清除后, 机器人从停车状态可由手动或自动方式转为运行状态, 若机器人自动转为运行状态时, 必须发出启动的警告声(3秒或以上)后, 才能开始运行。

4.1.1.3.7 紧急停止

急停应起0类或1类停止功能的作用, 急停的类别选择应取决于机械的风险评估。

例外: 在某些情况下, 为了避免产生额外的风险, 必要时执行可控停止, 即在停止实现后, 仍保持机器人制动机构的动力。应对停止条件进行监控, 一旦检测到停止状态出现故障, 应予断电以免造成危险。

紧急停止功能还有下列要求:

- 任意工作模式下, 急停均能正常工作;
- 它应否定所有其他功能和所有模式中的操作;
- 尽快停止危险运行, 且不引起其他危险;
- 复位不应引起重新起动。

一旦紧急停止致动机构的有效操作中止了后续的停止命令, 该命令在其复位前一直有效。复位应只能在引发紧急操作命令的装置上用手动操作。命令的复位不应重新启动机械, 而只是允许再起动。

急停器件应选择用手掌或拳(例如蘑菇头式)触及操作的按钮装置, 急停器件应易接近, 应设置在要求引发急停功能的各个位置。急停操动器应使用红色。最接近操动器周围的衬托色应为黄色。

4.1.1.3.8 异常条件下工作

清洁机器人在异常条件下工作时不应出现危险情况。在不导致单一故障条件的异常工作条件试验期间, 所有安全防护应保持有效。在恢复正常工作条件后, 所有安全防护应符合适用的要求。

每一个异常工作条件应依次施加, 一次施加一个。

应检查清洁机器人、说明书及相关材料, 以便确定合理的预期会发生的异常工作条件。应按适用的情况, 考虑下列最低限度异常工作条件的示例:

- 非预期清扫的杂物卡入清洁组件;
- 运动部件的卡死;
- 水箱液体的溢出;
- 人员的误操作;

- 传感器的异常（包括：雷达、超声传感器、红外传感器、防撞条等）；
- 驱动器等影响运动的器件异常，但硬件未损坏。

4.1.2 零部件安全

4.1.2.1 电池

清洁机器人的电池（组）及其应用应符合GB 31241-2014、GB/T 36276-2018、IEC 62133.2:2017等相关标准的要求。

4.1.2.2 充电器

清洁机器人使用可充电电池的，如果电池在机器人内部充电，交流电源适配器应符合其适用的标准，如GB 4943.1-2011、GB 4706.1-2005或随整机测试。如果电池在机器人外部充电的，交流电源适配器应符合GB 4706.18-2014及其替代标准的要求。

4.1.2.3 电机

清洁机器人的电机应符合GB/T 12350-2009等相关标准的要求。

4.1.2.4 激光雷达

清洁机器人的激光雷达应符合GB 7247.1-2012中1类激光产品的辐射限值 and 标识要求。

4.1.3 电磁兼容性

清洁机器人的发射及抗扰度应符合GB/T 37283及GB/T 37284的要求。

4.2 运动性能

4.2.1 额定速度

机器人的额定速度应符合使用场景的要求，不应低于制造商规定的额定速度。按照5.2.1进行试验。

4.2.2 越沟能力

机器人应能跨越宽度为20 mm、深度为15 mm的沟。按照5.2.2进行试验。

4.2.3 越槛能力

机器人应能跨越高度为10 mm的门槛。按照5.2.3进行试验。

4.2.4 爬坡能力

机器人的爬坡最大坡度应符合使用场景的要求，不应低于制造商规定的最低坡度要求。按照5.2.4进行试验。

4.2.5 地面适应性

机器人应至少能适应但不限于水泥、瓷砖、大理石、环氧地坪材质的硬质地面。按照5.2.5进行试验。

4.2.6 最小转弯半径

对于双轮差动，且轮距中心与机器人中心重合的机器人应能实现原地旋转。对于其他类型的机器人的转弯宽度应小于等于1800 mm。按照5.2.6进行试验。

4.2.7 贴边距离

机器人执行清洁任务时，机器人的侧面及清洁装置与实体墙面及路牙的最小距离应小于等于150 mm。按照5.2.7进行试验。

4.2.8 导航定位能力

机器人的位置重复性应小于等于100 mm。按照5.2.8进行试验。

4.2.9 建图能力

机器人的建图面积应大于等于10000 m²。按照5.2.9进行试验。

4.2.10 避障能力

机器人应至少能识别前方300 mm处的障碍物。按照5.2.10进行试验。

4.2.11 最小停车距离

机器人触发急停功能后，最小停车距离应小于等于500 mm。按照5.2.11进行试验。

4.3 清洁性能

4.3.1 单位时间作业面积

机器人单位时间作业面积应大于等于500 m²/h。按照5.3.1进行试验。

4.3.2 单次最大作业时间

机器人单次最大作业时间应大于等于2.5 h。按照5.3.2进行试验。

4.3.3 可清扫杂物种类

对于具有清扫功能的机器人应可清扫纸屑、纸团、灰尘等轻质杂物。按照5.3.3进行试验。

4.4 噪声

机器人执行清洁任务时噪音应小于等于70 dB。按照5.4进行试验。

4.5 可靠性

4.5.1 概述

机器人应根据制造商规定的应用场景特点选择进行下述试验，试验参数应选取要求值和制造商声明的参数中较严酷的值。

4.5.2 高温运行

机器人应能在45℃的环境下运行，且不产生材料老化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。按照5.5.1进行试验。

4.5.3 低温运行

机器人应能在0℃的环境下运行，且不产生材料老化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。按照5.5.2进行试验。

4.5.4 高温存储

机器人应能在55℃的环境下存储，且不产生材料老化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。按照5.5.3进行试验。

4.5.5 低温存储

机器人应能在-20℃的环境下存储，且不产生材料老化、器件失效等引起的外观、功能、性能异常。按照5.5.4进行试验。

4.5.6 振动

机器人应能承受位移峰峰值为0.35 mm、频率为10 Hz~55 Hz、时间为30 min的垂直方向的振动，且结构及其零件无损伤，无弯曲变形，紧固件无松动，并能正常运行。按照5.5.5进行试验。

4.6 功能要求

4.6.1 自动回充功能

机器人应具有自动回充功能，在典型应用环境光照条件下与充电桩对接成功率应为95%，并可通过手动或自动方式排污及加注清水功能。

4.6.2 远程控制管理功能

在机器人联网的条件下，机器人应具备远程控制管理的功能，包括但不限于以下方面：

- a) 远程查看、导出日志；
- b) 地图列表管理、拉取推送地图；
- c) 上传机器人状态、任务报告；
- d) 推送、安装、卸载APK。

4.6.3 任务报告功能

机器人需要具备将应用数据以数字化和可视化的形式呈现的能力，包括但不限于以下部分：

- a) 单一机器人在不同时间维度下的运行里程/工作时长/清洁面积/任务完成情况等内容需要进行呈现，并支持文档下载、邮件发送、或发送短信等；
- b) 多台机器人在不同时间维度下的运行里程/工作时长/清洁面积/任务完成情况等内容以整体/拆分的形式分别呈现，并支持文档下载、邮件发送、或发送短信等；
- c) 单一清洁地图的清洁数据，包括不同时间维度下的机器人清洁频次/工作时长/清洁面积/任务完成情况等内容需要进行呈现，并支持文档下载、邮件发送、或发送短信等；
- d) 多清洁地图的清洁数据，包括不同时间维度下的机器人清洁频次/工作时长/清洁面积/任务完成情况等，以整体/拆分的形式分别呈现，并支持文档下载、邮件发送、或发送短信等；
- e) 将单一/多台设备的告警信息按级别、类别分别发送给对应的用户，并在云平台及机器本地留存相应记录；

- f) 云平台及机器本地需要对所有的登录、操作、作业、充电等动作进行日志记录保存，并支持文档下载、邮件发送、或发送短信等；
- g) 云平台及机器本地保存的所有数据库需要进行多重加密处理，访问数据库需要拿到凭证，同时需要定期做数据备份，防止数据丢失；
- h) 云平台需要设置不同的用户角色，模块权限根据用户角色分配且支持对单个账号做单独功能模块权限配置。

4.6.4 自检功能

机器人启动时要求首先执行自检功能，机器人自检结果由自检失败和自检成功两种状态组成。自检失败时，机器人需要准确地告知客户，有显示屏时，在屏幕上显示自检失败的具体原因，并且在自检失败的页面提示客服联系方式，以便客户可以快速地得到解决方案；无显示屏时，需要通过指示灯的方式提示自检异常。机器人自检功能要求实现对所有传感器的检测，包括但不限于机器人安装的激光雷达、视觉传感器、超声传感器等。在机器人自检阶段，需要检测传感器设备是否可被识别、设备参数是否正常、设备数据生成是否正常等。

4.7 通讯要求

4.7.1 通讯方式

清洁机器人的通信模块宜以无线通信为主，有线通信为辅。远距离无线通信宜选择4G/5G等移动通信技术，近距离通信宜选择Bluetooth、Lora等移动通信技术；有线通信宜在机器机身上保留相应的接口，接口协议宜为RS-485、以太网、USB等通用接口；

4.7.2 梯控

若清洁机器人具有和电梯系统进行互联互通功能，应遵循满足以下事项：

- a) 为避免机器人由于通信故障导致的电梯事故，清洁机器人需要采用双通信模式，即需要同时具备Lora和4G/5G双通道通信功能；
- b) 机器人乘坐电梯的流程应为呼叫电梯、进入电梯、乘坐电梯、离开电梯；
- c) 机器人应有异常处理机制，在各个流程都需要设定超时时间，如无法在20s内进入电梯，则应向电梯发出放弃乘梯的信号；
- d) 若要在电梯控制器上面安装对应的硬件，应符合相关的规定，并取得电梯厂家的许可，在厂家专业技术人员指导下进行安装；
- e) 一台电梯控制器应支持响应多台机器人逐次呼梯，依据依次乘梯原则逐次乘坐电梯。当一台机器人最先到达呼梯点时，会获取到呼梯权限，同时其它机器人排队等待获取呼梯权限；
- f) 当有多台电梯多台机器人时，根据调度系统分配机器人乘坐不同电梯；
- g) 机器人应配合梯控功能实现楼层识别的功能，以及在不同的楼层切换不同地图任务的功能；

4.7.3 门禁集成

若清洁机器人具有和门禁系统对接集成功能时，除了满足门禁系统的要求外，要做好防尾随策略，如有人尾随过关，需及时发送告警信息到门禁平台。

4.7.4 协调调度

若清洁机器人具有与多台机器人在同一区域共同作业时，须有统一的调度平台对机器人进行管理，在平台中需要看到机器人的任务、定位等，并基于路径规划避免机器人的碰撞，同时设计出最合理的线路来避免重复任务，提升机器的清洁效率；

在设备联网的情况下，在机器的管理平台上，需要有可视化的界面能看到所有的机器人的状态。

5 试验方法

5.1 试验一般条件

5.1.1 试验样品

服务机器人应按照制造商的说明进行组装和操作，所有必要的准备工作（如功能测试等）应在试验前完成。试验前应记录被测样品的条件信息和使用历史。

注：条件信息可包括型号/名称、软件版本和附件（如果有的话）。

所有的试验应在同一服务机器人及其附件（如果有的话）上进行。为了模拟服务机器人在正常使用过程中可能受到的应力而进行的试验，可能对服务机器人造成损害，而需要额外的可更换部件，并对更换的部件进行记录。

5.1.2 试验用工作条件

5.1.2.1 操作条件

安装的软件不应在一组测试期间被修改或改变。

测试操作等外部因素应在一组测试期间尽量保持一致。

试验场地上的安全设施应处于正常工作状态。

5.1.2.2 环境条件

除非另有规定，试验均在下述条件下进行：

——温度：15 °C~ 35 °C；

——相对湿度：25%~ 75%；

——大气压：86 kPa~ 106 kPa。

5.1.2.3 照明条件

除另有规定外，试验应在下列照明条件下进行：

——测试操作区域应提供充分照明，照度应不低于100 Lux，当某一测试易受照度的影响时（如外观检查），则该测试区域的照度应大于250 Lux；

——色温：3300 K至5300 K。

5.1.2.4 地面条件

本标准中所有的试验应在制造商规定的地面条件下进行，若制造商规定多种地面材质，则试验应在不同的条件下进行。若制造商未规定，则试验应在平整的地板上进行，地面应包括光滑的未处理的层压板或相当的板，至少15 mm厚，且尺寸适合测试。

地面或坡面：摩擦因数在0.75~1.0，依据 GB/T 18029.13测量。

5.2 运动性能试验

5.2.1 额定速度

按照GB/T 38124-2019中5.1.1规定的设备及方法进行测试。

5.2.2 越沟能力

5.2.2.1 测试目的

本测试是通过模拟越沟场景来评测机器人的最大可跨越的沟。

5.2.2.2 测试设备

测试环境宜为高度和相对距离可调的2个平台，用以模拟沟的深度及宽度。平台表面材质为木板，边缘无倒角，长度满足机器人加速至额定速度，宽度大于2倍机器人宽度。

5.2.2.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 调整2个平台的高度及相对距离，即沟的深度及沟的宽度，平台高度为15 mm，平台相对距离为20 mm；
- b) 控制机器人在额定速度及负载情况下直行越沟；
- c) 共测试3次，观察机器人是否可越沟，且不出现倾翻、卡住等现象。

5.2.2.4 测试结果

若机器人出现未能越沟、倾翻或卡住等现象，即为不合格，连续3次越沟合格即通过该宽度及深度的越沟，测试结果记录在表1中。

表 1 结果记录表（越沟能力）

次数	沟的宽度（mm）	沟的深度（mm）	是否越过沟，且不出现倾翻、卡住等现象
第一次			
第二次			
第三次			

5.2.3 越槛能力

按照GB/T 38834.1-2020中9.1~9.4规定的设备及方法进行测试。

5.2.4 爬坡能力

按照GB/T 38124-2019中5.1.3规定的设备及方法进行测试。

5.2.5 地面适应性

5.2.5.1 测试目的

本测试是通过模拟各类典型地面场景来评测机器人地面适应性。

5.2.5.2 测试设备

测试环境分别模拟各类典型地面场景。

5.2.5.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 控制机器人在额定速度及负载情况下在制造商规定的各类典型地面场景下行走10min；
- b) 观察机器人是否可正常行走，且不出现卡住、打滑等情况；
- c) 记录各类典型地面场景的特征，例如：表面材质、缝隙特征等。

5.2.5.4 测试结果

测试结果记录在表2中。

表 2 结果记录表（地面适应性）

序号	典型地面场景	特征	是否可正常行走，且不出现卡住、打滑等情况
1			
2			
.....			
n			

5.2.6 最小转弯半径

对于双轮差动，且轮距中心与机器人中心重合的移动服务机器人，验证机器人是否可进行原地转弯。对于其他类型移动服务机器人应按照GB/T 38834.1-2020中10.1~10.4中规定的L型转弯方法进行试验。

5.2.7 贴边距离

5.2.7.1 测试目的

本测试是通过模拟实际贴边运行场景来评测机器人最小贴边距离。

5.2.7.2 测试设备

测试环境分别为：

- 模拟墙面。模拟墙面颜色为白色或灰色，高度宜高于机器人侧面传感器感知高度；
- 模拟路牙。模拟路牙颜色为灰色或黄色，高度为80mm。

5.2.7.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 添加一个可实现贴边自动运行的任务，机器人在额定速度及负载情况下分别沿模拟墙面和模拟路牙进行贴边自动运行；
- b) 在模拟墙面环境下，测量机器人侧面壳体及清扫装置距离模拟墙面的距离；在模拟路牙环境下，测量机器人清扫装置距离模拟路牙的距离；
- c) 每种测试环境下分别测试3次，取最小值。

5.2.7.4 测试结果

连续3次贴边运行的距离记录在表3中，取最小值。

表 3 结果记录表（贴边距离）

次数	模拟墙面下的贴边距离（mm）		模拟路牙下的贴边距离（mm）	
	侧面壳体	清扫装置	侧面壳体	清扫装置
第一次				
第二次				
第三次				
最小值				

5.2.8 导航定位能力

按照GB/T 38124-2019中5.2.1规定的设备及方法测试机器人位置重复性，增加一种多条路径布置，所使用的设备及方法同GB/T 38124-2019中5.2.1规定的直线布置及多区域布置。

多条路径布置尺寸如图1所示，布置内的隔离墙宜比机器人高，且不能被越过，布置内的圆柱形障碍物高600 mm，直径200 mm，灰色表面。

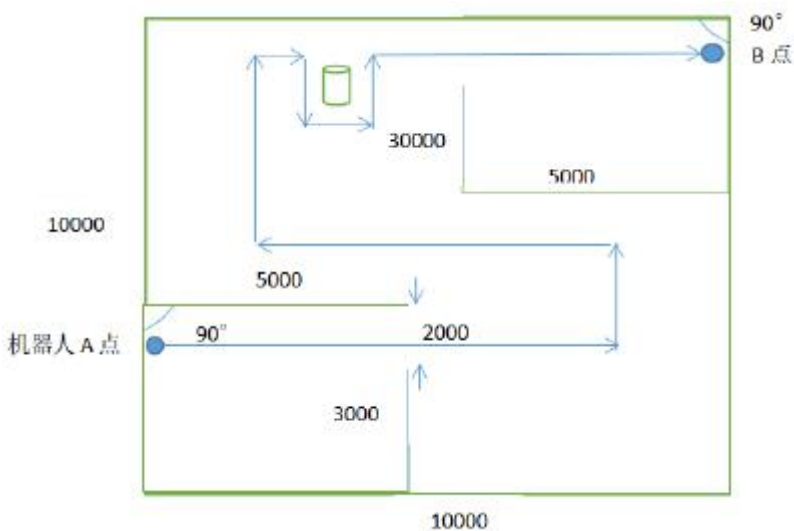


图 1 多条路径布置图

5.2.9 建图能力

5.2.9.1 测试目的

本测试是通过新建地图、编辑地图来评测设备建图功能的完整性。

5.2.9.2 测试设备

测试环境如图2所示正方形区域, 建图测试区域应大于20倍机器人长度和宽度, 机器人沿路a、b、c、d、e、f、g、h、j、k线方向建图形成闭环。

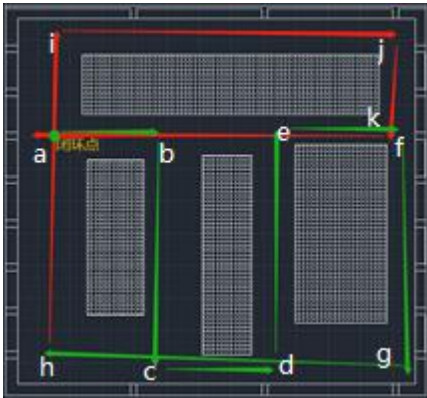


图 2 建图能力布置示意图

5.2.9.3 测试方法

- 测试步骤如下：
- a) 打开机器人软件平台，新建地图；
 - b) 让机器人以额定速度移动建图；
 - c) 由路线起点a沿路线方向按字母从小到大顺序依次经过各点后返回至a点形成闭环；
 - d) 闭环后保存地图。

5.2.9.4 测试结果

如果建图过程中失败或建图不能保存，则视为测试失败。如果连续3次建图保存成功并按表2中功能要求评测通过，则视为成功，结果记录于表4。

表 4 结果记录表（建图能力）

建图次数	机器人形成环路时能自动 闭环	实时显示建图 路线	地图墙面平滑，没有双面 墙或锯齿	支持添加虚拟墙 功能
第一次				
第二次				
第三次				

5.2.10 避障能力

按照GB/T 38124-2019中5.2.3规定的设备及方法进行测试。

5.2.11 最小停车距离

按照GB/T 38124-2019中5.1.2规定的设备及方法进行测试。

5.3 清洁性能试验

5.3.1 单位时间作业面积

5.3.1.1 测试目的

本测试为了查看机器人在相对封闭的环境下，能够清洗的最大面积。

5.3.1.2 测试设备

如图 3 所示，测试区域在长 ≥ 10 个车身长度，宽 ≥ 10 个车身宽度的无外部影响的空间内，测试场地需确保机器连续无障碍运行。



图 3 单位时间作业面积区域布置图

5.3.1.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 在确定机器清洁区域后，布置相对应的清洁方案、并确保在测试时间内不会出现加水、排污、充电；
- b) 开启自动清洗任务，设定速度为自动清洗任务的额定速度，让机器在区域内循环运行，使用激光跟踪仪记录机器人运行轨迹；
- c) 任务运行时开始计时，直至1h后，查看机器人运行轨迹，计算机器人清洁面积（即运行轨迹长度与清洁宽度的乘积）；
- d) 连续测试次数 ≥ 3 次。

5.3.1.4 测试结果

测试完成后，编写测试结果，见表 5，记录测试中清洁面积

表 5 结果记录表（单位时间作业面积）

次数	清洁面积（ m^2/h ）
第 1 次	
第 2 次	
第 3 次	
平均值	

5.3.2 单次最大作业时间

5.3.2.1 测试目的

本次测试是为了查看机器在充满电、清水箱满、污水箱空的状态下，能够持续作业多长时间。

5.3.2.2 测试设备

如图 3 所示，测试区域在长 ≥ 10 个车身长度，宽 ≥ 10 个车身宽度的无外部影响的空间内，区域面积需要满足机器人可持续作业要求。

5.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 在确定机器清洁区域后，布置相对应的清洁方案、并将清洗水量开到最小（减少在测试时间内出现加水、排污）；
- b) 开启自动清洗任务，让机器开始运行；
- c) 任务运行时开始计时，直至机器由于电量低停止清洁任务，查看消耗时间；
- d) 连续测试次数 ≥ 3 次。

5.3.2.4 测试结果

测试完成后，编写测试结果，见表 6，记录测试花费时间。

表 6 结果记录表（单次最大作业时间）

次数	消耗时间（h）
第 1 次	
第 2 次	
第 3 次	
平均值	

5.3.3 可清扫杂物种类

5.3.3.1 测试目的

本次测试是为了查看机器能够对哪些杂物进行清理而不会对吸入系统和排出系统造成堵塞。

5.3.3.2 测试设备

如图 4 所示，测试区域在长 ≥ 10 个车身长度，宽 ≥ 10 个车身宽度的无外部影响的测试场地中，任意放置要求的杂物，每处杂物放置重量 $\geq 20\text{g}$ ，需保证在测试场地中机器有足够的清洗任务空间。



图 4 可清扫杂物种类测试布置示意图

每一处布置点可布置以下单一杂物，杂物类型可包括但不限于：

- a) 灰尘10g：使用细度模数为2.2~1.6的细沙；
- b) 纸屑20片：普通A4裁剪成20mm*20mm的方块纸屑；
- c) 纸团5个：由A4纸团成的直径小于100mm的纸团。

5.3.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- d) 在确定测试区域后，将一些杂物随意放置在机器清洗任务的路线上，并记录放置位置和杂物类型；
- e) 开启机器自动任务，让机器清洗对应区域；
- f) 查看机器在清洗过程中，能否将杂物吸入污水箱；
- g) 继续任务，待到任务完成或机器回到补给站进行补给，查看杂物是否能够正常排出；
- h) 连续测试次数≥3次。

5.3.3.4 测试结果

测试完成，编写测试结果，见表 7，记录测试中污物是否被吸入污水箱以及是否能够正常排出

表 7 结果记录表（可清扫杂物种类）

次数	是否被吸入污水箱	是否被排出
第 1 次		
第 2 次		
第 3 次		

5.4 噪声试验

按照GB/T 37242-2018中规定的设备及方法进行测试。

5.5 可靠性试验

5.5.1 高温运行

按GB/T 2423.2-2008进行试验，试验步骤如下：

- a) 将机器人放入温度试验箱中，试验箱以不超过1℃/min的速率升温至45℃或制造商规定的最高运行温度，两者取温度较高值，待移动服务机器人温度达到稳定后开机运行。
- b) 机器人运行2 h，然后关机2 h，然后以同样的速率降至室温；
- c) 从试验箱中取出试验样品后检查试验样品能否正常工作。

5.5.2 低温运行

按GB/T 2423.1-2008进行试验，试验步骤如下：

- a) 将机器人放入温度试验箱中，试验箱以不超过1℃/min的速率降温至0℃或制造商规定的最低运行温度，两者取温度较低值。待移动服务机器人温度达到稳定后开机运行。
- b) 机器人运行2 h，然后关机2 h，然后以同样的速率升温至室温；
- c) 从试验箱中取出试验样品后检查试验样品能否正常工作。

5.5.3 高温存储

按GB/T 2423.2-2008进行试验，将处于关机状态的机器人放入温度试验箱中，试验箱以不超过1℃/min的速率升温至55℃，当试验样品温度达到稳定后保持24 h。然后以同样的速率降温至室温后，取出样品后检查被试样品能否正常工作。

5.5.4 低温存储

按GB/T 2423.1-2008进行试验，将处于关机状态的机器人放入温度试验箱中，试验箱以不超过1℃/min的速率降温至-20℃，当试验样品温度达到稳定后保持24 h。然后以同样的速率升温至室温后，取出样品后检查被试样品能否正常工作。

5.5.5 振动

按GB/T 2423.10-2019进行试验，将处于关机状态的机器人固定在振动台上，按照要求参数进行试验，试后将被试样品取下振动台并开机验证，检查样品能否正常工作。

5.6 功能验证

5.6.1 自动回充功能

5.6.1.1 测试目的

本测试是为了机器人在不同回充位置下，检测自动补给功能是否达标。

5.6.1.2 测试设备

测试区域需要保证机器正常加减速和方向调整，测试区域内布置有10个测试点，测试点在以充电座为中心，半径分别为1000 mm、2000 mm的半圆弧上，每个位置点和充电座的连线成0°、45°、90°、135°和180°。测试区域光线条件应满足机器人实际应用环境。

5.6.1.3 测试方法

测试步骤如下：

- 将机器人放置在各个位置点上启动回充功能；
- 在每个位置试验4次，清洁机器人的头部放置方位分别和充电座连线逆时针成0°、90°、180°和270°。
- 记录机器人是否在距离充电座1000mm处在3min内成功对接充电、距离充电座2000mm处在5min内成功对接充电；
- 对接成功后，查看机器能否正常加清水（对具有自动补充清水的机器人要求）；
- 对接成功后，查看机器能否正常排污水（对具有自动排出污水的机器人要求）。

5.6.1.4 测试结果

测试完成后，编写测试结果，见表8，记录不同光照环境下测试对接中成功次数

表 8 结果记录表（自动回充功能）

次数	对接成功	充电成功	加水成功	排污成功
第 1 次				
第 2 次				
第 3 次				
.....				
成功率				

5.6.2 远程控制管理功能

5.6.2.1 测试目的

本测试是验证机器人联网条件下是否具备远程控制管理的功能。

5.6.2.2 测试设备

测试场景应具备制造商规定的网络条件。

5.6.2.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 调试机器人及远程控制平台，进行联网、连接互通等准备；
- b) 使用远程控制平台控制机器人，逐一操作功能；
- c) 观察远程控制平台显示及机器人状态，验证是否满足要求；
- d) 记录远程控制平台、机器人的现象以及操作步骤。

5.6.2.4 测试结果

测试完成后，编写测试结果，见表9。

表9 结果记录表（远程控制管理功能）

功能	操作步骤	远程控制平台现象	机器人现象
远程查看、导出日志			
地图列表管理、拉取推送地图			
上传音视频文件			
上传机器人状态、任务报告			
推送、安装、卸载 APK			
其他：			

5.6.3 任务报告功能

5.6.3.1 测试目的

本测试是验证机器人是否具有将应用数据数字化和可视化的能力。

5.6.3.2 测试设备

测试场景应满足机器人实现各类任务的条件需求。

5.6.3.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 控制多台机器人执行清洁任务；
- b) 记录机器本地生成及上传云平台的任务报告的报告内容、通知形式；
- c) 验证机器本地及云平台是否具有告警分级、数据库加密、账号模块权限配置等功能。

5.6.3.4 测试结果

测试完成后，记录任务报告内容、通知形式以及是否具备告警分级、数据库加密、账号模块权限配置等功能。

5.6.4 自检功能

5.6.4.1 测试目的

本测试是机器人启动时是否具备自检功能。

5.6.4.2 测试设备

测试场景应满足机器人启动的要求。

5.6.4.3 测试方法

测试步骤如下：

- a) 控制机器人开机；
- b) 观察机器人是否具有开机自检功能；
- c) 记录机器人的自检内容，分别模拟单一故障，观察并记录故障提示方式、处理策略等。

5.6.4.4 测试结果

测试完成后，编写测试结果，见表10。

表 10 结果记录表（自检功能）

序号	自检内容	故障提示方式	处理策略

6 检验规则

6.1 总则

本标准规定的检验为型式检验。
如无特殊说明，本标准规定的检验仅对生产一年以内的产品进行。

6.2 型式检验

型式检验一般在产品设计定型时进行，但在产品的主要设计、工艺、元器件及材料有重大改变，可能影响产品的重要性能，使已得出的试验结论不再有效时，也应进行型式检验。

6.3 检验项目及样品数量

检验项目及样品数量见表11。

表 11 检验项目及样品数量

检验项目		本标准条款		样品数量
		技术要求	试验方法	
安全与电磁兼容性	整机安全	4.1.1	/	1
	零部件安全	4.1.2	/	
	电磁兼容性	4.1.3	/	
运动性能	额定速度	4.2.1	5.2.1	1
	越沟能力	4.2.2	5.2.2	
	越槛能力	4.2.3	5.2.3	
	爬坡能力	4.2.4	5.2.4	
	地面适应性	4.2.5	5.2.5	
	最小转弯半径	4.2.6	5.2.6	
	贴边距离	4.2.7	5.2.7	
	导航定位能力	4.2.8	5.2.8	
	建图能力	4.2.9	5.2.9	
	避障能力	4.2.10	5.2.10	
	最小停车距离	4.2.11	5.2.11	
清洁性能	单位时间作业面积	4.3.1	5.3.1	
	单次最大作业时间	4.3.2	5.3.2	
	可清扫杂物种类	4.3.3	5.3.3	
噪声		4.4	5.4	
可靠性	高温运行	4.5.2	5.5.1	1
	低温运行	4.5.3	5.5.2	
	高温存储	4.5.4	5.5.3	
	低温存储	4.5.5	5.5.4	
	振动	4.5.6	5.5.5	
功能要求	自动回充功能	4.6.1	5.6.1	1
	远程控制管理功能	4.6.2	5.6.2	
	任务报告功能	4.6.3	5.6.3	
	自检功能	4.6.4	5.6.4	
通讯要求	通讯方式	4.7.1	/	1
	梯控	4.7.2	/	
	门禁集成	4.7.3	/	
	协调调度	4.7.4	/	

7 标志、说明、包装、运输和储存

7.1 标志和说明

7.1.1 总则

机器人除相关产品标准规定的必要的安全警示标识和说明外，还应具有本标准所规定的标志和说明内容。

7.1.2 产品铭牌

机器人应有清晰耐久地标记，在服务机器人被安装后使人们清晰可见。铭牌应固定在邻近各个引入电源的外壳上，并给出下列信息：

- 供方的名称或商标；
- 必要时的认证标识；
- 使用顺序号；
- 额定电压或额定电压范围、相数和频率（如果是交流），每个电源的满载电流；
- 机器人的短路额定值（适用时）；
- 电源性质的符号，标有额定频率的除外；
- 额定输入功率[单位为瓦（W）]或额定电流[单位为安（A）]；
- 打算与移动部件一起使用的电源适配器的型号或规格；
- 服务机器人型号或系列号。

铭牌标示的满载电流，不应小于正常使用条件下同时运行的所有电动机和其他机器人的满载电流之和。

注1：在不会造成误解的前提下，允许有另外的标志。

注2：如果机器人标有额定压力，其单位可以是巴（bar），但其只能和帕（Pa）同时标示，巴（bar）标在括号中。

7.1.3 其他标识

机器人的各类危险应通过风险评估确定是否需要使用标识黏贴于危险发生的相应位置或附近显眼的位置，标识的样式应符合 IS07010。

7.1.4 说明书

机器人的说明书应包含必要的使用、操作、维护和拆卸时的相关说明及使用信息。除产品安全标准规定的相关内容外，应在说明书醒目位置标明以下内容：

- 售后服务联系方式：服务电话或电子邮箱等联系方式；
- 产品执行标准。

其中允许将售后服务联系方式和产品执行标准标志在包装上。

7.2 包装、运输和储存

机器人的包装（适用时）应符合防尘、防潮、防震等运输安全规定。机器人运输包装标志应符合GB/T 191-2008的规定。标志中应标明产品名称、型号、产品执行标准、重量、制造商名称、生产日期以及“小心轻放”、“勿倒置”等其他需要标注的内容。

机器人的包装箱内应有下列文件（可合并印刷）：

- a) 装箱清单；

- b) 产品说明书;
- c) 产品合格证;
- d) 保修卡。

机器人应储存于干燥、防潮、防腐、无油污并且通风的室内。产品说明书或产品标签上应注明安全储存条件和储存维护方法。
