

团 体 标 准

T/CECS XXXX—202X

建筑地面清洁机器人

Construction engineering floor-cleaning robot

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）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国工程建设标准化协会 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 分类和标记	2
4.1 标记	2
4.2 代号说明	2
4.3 标记示例	3
5 要求	3
5.1 一般要求	3
5.2 外观及表面质量	4
5.3 功能	4
5.4 性能	4
5.5 安全要求	6
6 试验方法	7
6.1 试验条件	7
6.2 外观及表面质量	7
6.3 性能	7
6.4 安全要求及措施	14
7 检验规则	14
7.1 检验分类与项目	14
7.2 出厂检验	15
7.3 型式试验	15
8 标志、随机文件和备附件	15
8.1 标志	15
8.2 随机文件和备附件	16
9 包装、运输与贮存	16
9.1 包装	16
9.2 运输	16
9.3 贮存	16
附录 A（规范性） 定位导航试验方法	17
参考文献	20

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》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。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXXX。

建筑地面清洁机器人

1 范围

本文件规定了建筑地面清洁机器人的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、随行文件和备件、包装、运输与贮存。

本文件适用于清除混凝土碎块、砂石、灰尘、钢钉、铁屑等建筑垃圾，使用电池供电的建筑地面清洁机器人（以下简称“产品”）。

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 2423.1—2008 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—2008 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 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 2423.56 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fh：宽带随机振动和导则
- GB/T 2424.5 环境试验 第3部分：支持文件及导则 温度试验箱性能确认
- GB/T 2424.6 环境试验 第3部分：支持文件及导则 温度/湿度试验箱性能确认
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3785.1 电声学 声级计 第1部分：规范
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4857.23—2021 包装 运输包装件基本试验 第23部分：垂直随机振动试验方法
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 24343 工业机械电气设备 绝缘电阻试验规范
- GB/T 24344 工业机械电气设备 耐压试验规范
- GB/T 30030 自动导引车（AGV）术语

3 术语和定义

GB/T 30030界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑地面清洁机器人 construction engineering floor-cleaning robot

用于施工现场，能在无人干预的情况下，自主清除地面灰尘、小颗粒混凝土碎块等垃圾的机器人。

注：建筑地面清洁机器人由移动部件以及可能含有的充电装置和用于辅助工作的附件组成。

[来源：GB/T 34454—2017，3.1，有修改]

3.2

清洁宽度 cleaning width

产品进行清除和收集混凝土碎块、砂石、尘土作业时，在规定的清洁速度范围内一次作业能连续稳定达到的最大有效作业面宽度。

3.3

最大清洁粒度 maximum size of debris

在规定的试验条件下，所测得的产品收集到垃圾容器内的混凝土碎块、砂石、尘土最大当量直径值（即折算成体积相当的圆球的直径值）。

3.4

额定负载 rated load

产品在正常工况下，能确保标称性能参数，所允许的最大载荷。

[来源：GB/T 20721—2022，3.5，有修改]

3.5

额定速度 rated speed

产品在额定负载下能长期稳定运行的最大标称速度。

[来源：GB/T 20721—2022，3.6，有修改]

3.6

自动模式 automatic mode

产品控制系统按照任务程序运行的一种操作方式。

[来源：GB/T 12643—2013，5.3.10.1]

3.7

手动模式 manual mode

通过按钮、操作杆以及除自动操作外对产品进行操作的操作方式。

[来源：GB/T 38124—2019，3.10]

4 分类和标记

4.1 标记

产品标记由企业名称代号、产品名称代号、产品特征代号、主参数代号、产品序号及产品更新代号（首款产品不加）、自定代号（必要时增加）组成，见图1。

4.2 代号说明

4.2.1 企业名称代号：应为制造商可合法使用的品牌/企业名称代号。

4.2.2 产品名称代号：QJ。

4.2.3 产品特征代号：

a) 适用于地面使用的清洁机器人，代号为D；

b) 按自动化程度可分为：

——自动，代号为Z；

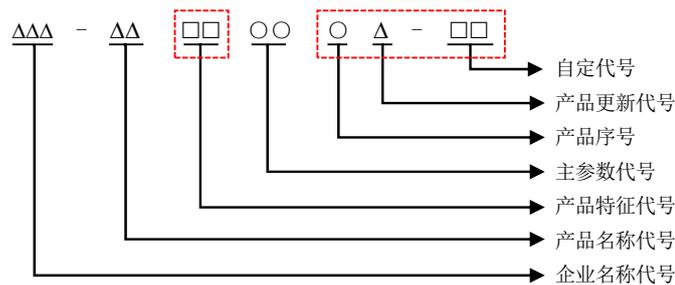
——半自动或遥控，代号为Y。

4.2.4 主参数代号：以产品的清洁宽度（mm）表示。

4.2.5 产品序号：表示同一制造商的特征代号和主参数代号相同的产品的投产顺序号，用阿拉伯数字表示，1、2……依次使用。第一款基础机型可省略产品序号。

4.2.6 产品更新代号：用以标记产品变型更新的代号，当已定型的产品需改型时，应在原型号的基础上加产品更新代号，用大写英文字母表示，A、B、C……依次使用。新定型产品无产品更新代号。

4.2.7 自定代号：特殊情况下，可增加自定代号，如某产品用于特殊用途、特殊订单等的定制改款，可根据定制方的需求增加代号予以区分。



说明：

□ ——代表数字或字母；

○ ——代表数字；

Δ ——代表字母；

□ ——代表可省略的字符。

图1 产品标记

4.3 标记示例

示例1：品牌为博智林的智能型建筑地面清洁机器人，清洁宽度为820 mm，产品第一次更新，标记为：

BDR-QJDZ820A

示例2：品牌为博智林的遥控型建筑地面清洁机器人，清洁宽度为900 mm，产品第二次更新，标记为：

BDR-QJDY820B

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 产品在下列环境下应能正常工作：

- a) 环境温度：0℃～50℃；
- b) 相对湿度：不大于90%；
- c) 充电设备：单相交流供电，额定电压为220V，频率为50Hz，供电电压波动不应超过额定电压的±10%；
- d) 工作场所无积水、裸露钢筋、粒径大于30mm的固体垃圾；
- e) 通道和工作区域的地面台阶高度不大于10mm，坡角度不大于10°。

5.1.2 所有零部件的安装应正确、完整，连接应牢固可靠。

5.1.3 管路、拉线、电线束应布置规范，固定可靠，不应与结构件干涉、摩擦。

- 5.1.4 各传动装置、末端执行结构应运行平稳，无相互干涉，卡滞、异响等异常。
- 5.1.5 产品内部应无遗留异物。
- 5.1.6 产品通信网络应用层适用 Modbus、MQTT、HTTP、HTTPS、FTP 等公用协议，传输层适用 TCP、UDP 等公用协议。

5.2 外观及表面质量

- 5.2.1 表面应平整光滑，无可能造成伤害的利边、尖角，金属板边缘无毛刺。
- 5.2.2 表面无明显凹陷、划伤、变形和污渍。
- 5.2.3 表面色泽均匀，不应有起泡、龟裂、脱落和磨损现象。
- 5.2.4 金属零部件无锈蚀。
- 5.2.5 开关、操作件、指示灯、插座等有明确标识。
- 5.2.6 产品有标牌和商标。
- 5.2.7 涉及安全相关的有明确警示标识。

5.3 功能

- 5.3.1 产品应具备手动模式、自动模式切换功能。
- 5.3.2 产品应具备开机自检功能。
- 5.3.3 产品可实现激光建图，地图与实体的长度、宽度误差应在 ± 50 mm 内。
- 5.3.4 产品应具备自主定位和自主导航功能，能够在行驶中自动纠偏，能根据自扫图或 BIM 系统下生成的清扫路径图，对室内外地面进行清洁。
- 5.3.5 产品应具备抑尘功能，工作时无明显扬尘产生。
- 5.3.6 产品应具备故障报警功能，并能显示故障信息。
- 5.3.7 产品应具备地图编辑功能，可清除自扫图产生的噪点。
- 5.3.8 产品应具备日志追踪系统，可追踪系统的历史使用情况。
- 5.3.9 产品应具备实时信息显示的功能：
 - a) 实时显示产品当前的运行模式及运行状态、蓄电池剩余电量；
 - b) 实时记录运行参数并存储运行时间、报警记录等信息；
 - c) 垃圾仓剩余料位低于一定值时，应通过一个明显的信号提示；
 - d) 蓄电池剩余电量低于一定值时，应通过一个明显的信号（如声或光信号）提示。
- 5.3.10 产品应具备自动转运至垃圾中转站的功能。
- 5.3.11 产品应设置垃圾箱的自动翻转装置，可自动清仓。
- 5.3.12 产品应对离心风机进行过载保护并能提示报警。
- 5.3.13 产品应具备滤芯清洁功能。
- 5.3.14 产品可定时发送任务，定时间隔任务。

5.4 性能

5.4.1 清洁覆盖率

应不低于制造商声明的清洁覆盖率。

5.4.2 清洁效率

产品在有隔断的场所作业时不应低于制造商声明的效率。

5.4.3 最大清洁粒度

可清除混凝土碎块、灰尘、钢钉、铁屑等物体，最大清洁粒度应不小于30 mm。

5.4.4 导航定位精度

应达到以下精度要求：

- a) 绝对轨迹精度：室内±50 mm；室外±70 mm；
- b) 绝对位置精度：室内±40 mm；室外±60 mm；
- c) 重复位置精度：室内±30 mm；室外±50 mm。

5.4.5 续航

应符合制造商声明的续航能力。

5.4.6 额定速度

产品在非清洁作业时的额定速度不应超过制造商声明的额定速度。

5.4.7 制动距离

应不超过200 mm。

5.4.8 爬坡性能

产品能持续爬坡的最大角度应不小于10°。

5.4.9 越障性能

产品能越过越障碍物的最大高度应不小于10 mm。

5.4.10 越沟性能

产品能越过沟缝的最大宽度应不小于25 mm。

5.4.11 障碍物检测

5.4.11.1 产品应安装接触式防护装置(如安全触边)和非接触式防护装置(如激光雷达或超声波雷达)，避免与作业人员或周围环境造成碰撞风险。

5.4.11.2 产品接触式防护装置应满足以下要求：

- a) 产品四周应安装接触式防护装置，触发后应立即停止运动，并有明显区别于正常信号的声光报警提示；
- b) 接触式防护装置的最大触发力不应超过 22 N。

5.4.11.3 产品非接触式防护装置应满足以下要求：

- a) 能够提前感知前进方向至少 200 mm 以外的障碍物（障碍物高度不低于 200 mm），有明显区别于正常信号的声光报警提示并停止工作；
- b) 障碍物移除至少 2 s 后，产品自动恢复工作。

5.4.12 噪声

在正常工作状态时对外最大发射声压级应不大于80 dB(A)。

5.4.13 稳定性

产品经稳定性测试，不应移动、倾翻、失控。

5.4.14 环境适应性

经环境适应性试验后，产品应功能正常，外观无异常。

5.4.15 随机振动

经随机振动试验后，产品功能应正常，无结构及零件损坏、紧固件松动等异常情况。

5.4.16 包装及运输振动

经包装及运输振动试验后，产品功能应正常，无结构及零件损坏、无明显弯曲变形、紧固件松动等异常情况。

5.5 安全要求

5.5.1 电气要求

5.5.1.1 所有电气电控导线均应捆扎成束、布置整齐、紧固卡紧、接头牢固并有绝缘套。

5.5.1.2 动力线与信号线应分开，且信号线应采用屏蔽、双绞线等抗干扰措施。

5.5.1.3 产品交流动力电源电路与壳体之间的绝缘电阻应不小于1 M Ω 。

5.5.1.4 应能经受1 min 频率为50 Hz 基本正弦波的电压过电流保护。

5.5.1.5 当主供电回路出现过电流异常时，应马上自动断开电路，避免危险的发生。

5.5.1.6 残余电压应符合GB/T 5226.1—2019中6.2.4的规定。

5.5.1.7 采用锂电池供电的产品，行走、清扫供电分离。

5.5.1.8 电控箱、电机、定位导航零部件、电动推杆的防护等级应不低于GB/T 4208中的IP54。

5.5.2 安全标志

安全警示标志应符合GB 2894中的规定。

5.5.3 防跌落

产品应只在设定的区域内进行作业，禁止驶离设定区域。

5.5.4 灰尘抑制及过滤

5.5.4.1 产品应采取措施避免吸入的扬尘过多导致内部电路元器件失效。

5.5.4.2 当影响到产品性能时，应能停止产品工作并伴有报警提示。

5.5.4.3 产品应对离心风机进行过载保护并能提示报警，应采取措施自动清洁滤芯。

5.5.5 紧急停止

产品应设置可识别和易于接近的符合GB/T 5226.1—2019中10.7的急停装置。

5.5.6 障碍物检测

5.5.6.1 产品应配备主要行驶方向上的障碍物检测装置，并满足 5.4.10 的要求。自动模式下产品应在与人或障碍物接触前安全停止，且应通过一个明显的信号（如声、光信号等）提示。

5.5.6.2 当行驶路径上的障碍物消失后，产品应自动重新开始运行。

5.5.7 动力电池

5.5.7.1 动力电池管理系统应具备充电过压控制、放电电压控制、充电电流控制、放电电流控制、充电温度控制等功能。

5.5.7.2 应设置动力电池或动力电池箱的约束装置。

5.5.8 报警

产品运行异常时，应能发出声光报警提示并停止工作，包括但不限于以下情况：

- a) 激光雷达被遮挡；
- b) 驱动器故障；
- c) 电机故障；
- d) 通信故障；
- e) AGV 定位出错。

5.5.9 通信

5.5.9.1 激光雷达通信断开连接应能提示声光报警。

5.5.9.2 舵轮通信断开连接应能提示声光报警。

5.5.9.3 通讯方式为无线局域网 WIFI、移动网络等。

6 试验方法

6.1 试验条件

除非另有要求，试验条件应符合 5.1.1 的规定。

6.2 外观及表面质量

目测检查。

6.3 性能

6.3.1 清洁覆盖率

6.3.1.1 试验设备

长度测量工具、时间记录工具。

6.3.1.2 试验条件

试验场地的要求如下所列，见图2：

- a) 地面应平整；
- b) 模拟清扫面积不小于 60 m²的标准户型的场地；
- c) 模拟墙体、隔断墙体的高度不低于 2 m；
- d) 隔断后的区域数量不应多于 4 个（不含通道），单个区域最小面积不小于 6 m²；

- e) 通道（门洞或过道）宽度 l 不小于 900 mm；
- f) 除通道外，隔断后的各区域的最短尺寸不小于 2.6 m；
- g) 均匀铺设粒度 30 mm 及以下混凝土碎块或砂石。

6.3.1.3 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 产品进入近似图 2 自然污染的建筑工地（清理掉大于 30 mm 的混凝土碎块、钢钉、垃圾袋等物体）或 6.3.1.2 规定的试验场地；
- b) 测量应清洁面积 S_0 ；
- c) 启动自动清洁模式，以清洁作业时的额定速度进行连续作业；
- d) 测量实际清洁面积 S_t 、实际清洁时间 t_t ；
- e) 重复 a)~c) 步骤 2 次；
- f) 按公式（1）计算每次试验清洁覆盖率，最终结果取平均值。

$$\mu = S_t / S_0 \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

μ ——清洁覆盖率； S_t ——实际清洁面积； S_0 ——应清洁面积。

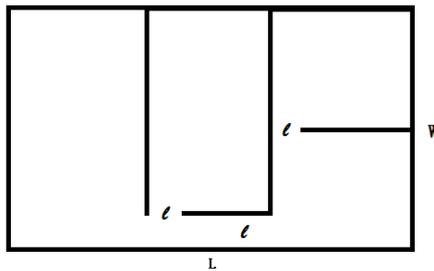


图 2 试验场地平面示意图

6.3.2 清洁效率

试验步骤符合 6.3.1.3 的规定，按式（2）计算每次试验清洁效率 η ，最终结果取平均值。

$$\eta = S_t / t_t \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η ——清洁效率，单位为平方米每小时（ m^2/h ）；
- S_t ——实际清洁面积，单位为平方米（ m^2 ）；
- t_t ——实际清洁时间，单位为小时（h）。

6.3.3 最大清洁粒度

6.3.3.1 试验设备

卡尺或直尺等长度测量工具，精度不低于 1 mm。

6.3.3.2 试验步骤

产品在自动清洁模式下，以额定速度在铺有 20 mm ~ 40 mm 范围当量直径的颗粒（密度为 1.5 g/cm^3 ~ 2.4 g/cm^3 的石块或混凝土碎块）的试验场地上进行作业。测量所收集到的最大颗粒的当量直径。

6.3.4 导航定位精度

试验方法见附录A。

6.3.5 续航能力

6.3.5.1 试验设备

秒表计时器或产品自带的计时功能。

6.3.5.2 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 试验前确保产品处于满电状态；
- b) 启动产品，自动执行清扫工作，在空载状态下以额定速度持续运行至电池电量 20%时，观察是否有报警提示；
- c) 继续运行至电池电量 5%，记录续航时间。

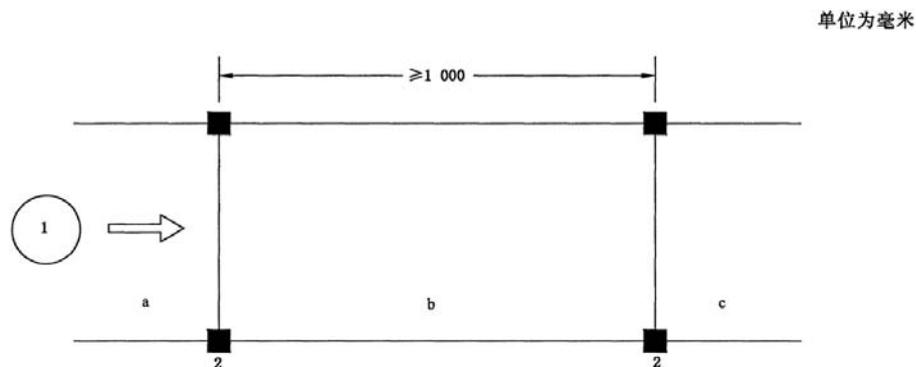
6.3.6 额定速度

6.3.6.1 试验条件

6.3.6.1.1 如图 3 所示，速度测试区域长度应至少为 5 倍产品长度，且不少于 1000 mm，宽度应保证产品能够正常行走。测试区域各端要保留足够的空间加速和减速。

6.3.6.1.2 应具有能及时确定产品进入和离开测试区域的装置，如：

- 起始线和终止线位置布置传感器；
- 3D 运动跟踪系统或视频录制设备。



标引序号说明：

1——产品； 2——起始线和终止线； a——加速区域； b——测试区域； c——减速区域。

图 3 测试环境示意图

6.3.6.2 试验步骤

6.3.6.2.1 试验步骤如下：

- a) 产品以空载状态放置在初始位置；
- b) 产品从初始位置启动并加速，直线运行，在起始线之前应达到额定速度；
- c) 产品通过速度测试区域的时间为 t ；
- d) 产品通过终止线后减速至停止；

e) 分别进行 3 次测试。

6.3.6.2.2 额定速度按式 (3) 计算, 取平均值。

$$v=s/1000 t \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- v——行驶速度, 单位米每秒 (m/s);
- s——距离, 单位为毫米 (mm);
- t——时间, 单位为秒 (s)。

6.3.7 制动距离

6.3.7.1 试验条件

6.3.7.1.1 试验区域长度宜足以使产品达到额定速度并且安全停止。

6.3.7.1.2 试验设施应具有能及时确定产品运动的装置, 用于测量产品的停止位置, 精度误差为 2%, 如:

- 在与产品行进方向垂直的路径旁墙体上每间隔 10 mm 涂上窄条纹且每间隔 100 mm 涂上宽条纹;
- 3D 运动跟踪系统或视频录制设备;
- 卷尺等长度测量工具、秒表等时间记录工具。

6.3.7.2 试验步骤

6.3.7.2.1 试验包括相应的测试配置, 每次试验应按下列步骤进行:

- a) 产品处于额定负载状态, 置于初始位置, 加速至额定速度;
- b) 可手动 (如急停) 也可自动 (如检测到障碍) 启动停止指令;
- c) 测量产品从停止启动到完全停止所行进的距离;
- d) 试验中如出现产品倾倒则直接判定为试验失败。

6.3.7.2.2 进行 3 次试验, 取平均值。

6.3.8 爬坡性能

6.3.8.1 试验设备

角度为10° 的斜坡, 精度误差为±0.5° 。

6.3.8.2 试验步骤

6.3.8.2.1 测试方法如下:

- a) 产品处于额定负载状态, 放置在斜坡的初始位置;
- b) 产品依次按表 1 测试配置的路径和方向移动到目标位置;
- c) 测试时产品应在坡面中间 (L/2) 停止不小于 10 s;
- d) 每个测试配置测试不少于 3 次;
- e) 空载和满载分别测试不少于 2 次。

6.3.8.2.2 每次测试时, 若产品在上坡或下坡的任一过程中出现倾倒、下滑、侧滑、颠簸、走歪以及报错等异常状况时, 则认为此过程测试失败。

表 1 爬坡能力测试配置

测试配置	产品相对于斜坡的路径	产品移动方向
1	向上	前进
2	向上	后退
3	向下	前进
4	向下	后退

6.3.9 越障性能

6.3.9.1 试验设备

障碍物：高度为10 mm，长1200 mm，宽40 mm。

6.3.9.2 试验步骤

6.3.9.2.1 产品处于额定负载状态，到达障碍物前方并通过障碍物，前进方向需垂直于障碍物。

6.3.9.2.2 观察产品通过障碍物时是否存在打滑等异常情况，越过障碍物后，观察产品是否恢复原行驶轨迹行驶继续前行。

6.3.9.2.3 分别测试障碍物在 45° 和 135° 时产品的越障姿态及方向保持能力。

6.3.10 越沟性能

6.3.10.1 试验设备

越沟工装：沟宽25 mm，长1200 mm，深50 mm。

6.3.10.2 试验步骤

6.3.10.2.1 产品分别处于空载、额定负载状态。

6.3.10.2.2 启动产品并沿规划行驶线路行驶，前进方向需垂直于越沟工装。

6.3.10.2.3 观察产品越沟时是否存在打滑等异常情况，越沟后观察产品是否恢复并继续保持原行驶轨迹行驶。

6.3.11 障碍物检测

6.3.11.1 试验设施

6.3.11.1.1 墙壁或高 400 mm，直径 70 mm 的圆柱体障碍物。

6.3.11.1.2 推拉力计，最大负荷 300 N，分度值 2 N，精度±1%。

6.3.11.2 试验步骤

6.3.11.2.1 产品接触式防护装置应按下列步骤进行试验：

- a) 产品处于额定负载状态，以不超过额定速度运行产品，使产品触碰墙壁或障碍物，观察产品四周的接触式防护装置是否能有效触发，触发后立即停止运行；
- b) 使用推拉力计记录可触发接触式防护装置动作时的力度大小，记录产品声光报警相应状态，以及示显装置的报警信息。

6.3.11.2.2 产品非接触式防护装置应按下列步骤进行试验：

- a) 产品处于待工作状态；

- b) 根据预定试验场地规划出产品的行驶路线，在行驶路径的中央放置试验障碍物工装；
- c) 启动设备，开启避障雷达、超声波等探测装置，设置产品行驶速度，开启自动运行模式；
- d) 产品行走至障碍物附近，观察产品是否会发出报警信号（声信号或者/和光信号），软件面板是否显示报警提示（如有此功能），是否会自动刹车并停止前进，待产品停稳后，测量并记录障碍物离产品之间的距离；
- e) 移除障碍物，观察产品有无重新启动警告声并延时 2 s 或 2 s 以上启动，观察产品是否会沿计划行驶路径行驶；
- f) 分别将障碍物移动至行驶轨迹扫描范围内的左侧和右侧，重复步骤 c)~e)，记录相关试验结果和数据；
- g) 将机器人运行方向分别设置为后退、左移、右移、左转弯、右转弯模式（分别在机器人空载和满载情况下，行进方向前进、后退，以最小运行速度、额定运行速度和最大运行速度），在产品行驶范围内，重复步骤 b)~f)，记录相关数据；
- h) 试验结束后，在手动操作模式下将机器人行驶至规定停放位置后关闭机器人，并整理现场。

6.3.12 噪声

6.3.12.1 试验条件

6.3.12.1.1 测量使用的声级计（包括传声器和电缆）或其他等效的测量系统应符合 GB/T 3785.1 中规定的 1 型声级计的要求。

6.3.12.1.2 起始点与终点距离不小于 5 倍产品长度（沿运动方向的长度）。

6.3.12.1.3 测试点布置在移动路径中间，距离产品侧面 1 m，距离地面高度 1 m 处，离其他反射面距离应不小于 1 m。

6.3.12.2 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 按照图 4 测试点及相关要求布置好测试传送器或声级计；
- b) 测试开始前，采集测试点 A、B 至少 30 s 的背景噪音值；
- c) 启动产品及开启各负载并原地热机 10 分钟后，以额定速度从起始点直线移动至终点；
- d) 连续测试 3 次，记录相关试验数据，并按表 2 进行修正；
- e) 最终试验结果取各测试点的噪声算术平均值。

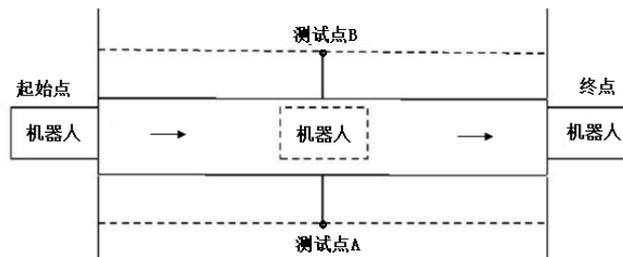


图 4 噪声测试环境平面示意图

表 2 背景噪声修正值

单位为分贝

实测噪声与背景噪声的差值	3	4~5	6~8	9~10	>10
应减去修正值	3	2	1.0	0.5	0

6.3.13 稳定性

6.3.13.1 试验设备

推拉力计。

6.3.13.2 试验步骤

6.3.13.2.1 产品处于额定负载工作状态。

6.3.13.2.2 产品以正常运行时的姿态放置在 10° 的斜面上，静止15 min。

6.3.13.2.3 观察试验过程中和试验后机械结构是否产生永久变形或损坏。

6.3.13.2.4 记录测试场景，试验条件和测试结果。

6.3.14 环境适应性

6.3.14.1 试验设备

试验箱，应满足GB/T 2424.5、GB/T 2424.6中相应的性能要求。

6.3.14.2 高温存储

按GB/T 2423.2—2008中的方法Bb进行试验，试验过程中不通电，其中高温 $(70\pm 3)^\circ\text{C}$ ，持续24 h。在标准环境条件下恢复1 h后，检查产品外观和基本功能。

6.3.14.3 高温工作

按GB/T 2423.2—2008中的方法Be进行试验，其中高温 $(50\pm 3)^\circ\text{C}$ ，持续24 h。在标准环境条件下恢复1 h后，检查产品外观和基本功能。

6.3.14.4 低温存储

按GB/T 2423.1—2008中的方法Ab进行试验，试验过程中不通电，其中低温 $(-20\pm 3)^\circ\text{C}$ ，持续24 h，取出在标准环境条件下恢复1 h，检查产品外观和基本功能。

6.3.14.5 低温工作

按GB/T 2423.1—2008中的方法Ae进行试验，其中低温 $(-5\pm 3)^\circ\text{C}$ ，持续24 h。在标准环境条件下恢复1 h后，检查产品外观和基本功能。

6.3.14.6 交变湿热试验

按GB/T 2423.4—2008中图2 b)进行试验，其中高温 $(40\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(90\pm 3)\%$ ，共进行2个循环(48 h)。按照GB/T 2423.4—2008中图3的规定执行恢复，检查产品外观和基本功能。

6.3.14.7 高低温循环

按GB/T 2423.22进行试验，产品全程通电。试验参数如下：

- a) 温度变化速率为 $(1\pm 0.2)\text{K}/\text{min}$ ；
- b) 高温 $(50\pm 2)^\circ\text{C}$ ，暴露持续时间3 h；
- c) 低温 $(-5\pm 2)^\circ\text{C}$ ，暴露持续时间3 h；
- d) 共进行2个循环。

观察并记录产品基本功能和运行参数，记录电流、电压、功率、温度等参数。在标准环境条件下恢复1h后，检查产品外观和基本功能。

6.3.15 随机振动

按照GB/T 2423.56的规定进行。

6.3.16 包装及运输振动

6.3.16.1 产品如有多个包装，如裸机、电池、配件等单独包装，所有包装均进行测试。

6.3.16.2 试验步骤应符合 GB/T 4857.23 的规定，试验参数按照 GB/T 4857.23—2021 中附录 D 等级 3 执行。

6.3.16.3 试验后，检测外观、产品功能、零部件及紧固件状态。

6.4 安全要求及措施

6.4.1 绝缘电阻

按照GB/T 24343规定进行试验。

6.4.2 耐压

按照GB/T 24344规定进行试验。

6.4.3 报警

使产品处于正常工作状态，然后使产品进入异常运行状态。检查产品是否能按规定要求报警，同时是否相应停止作业。

7 检验规则

7.1 检验分类与项目

产品的检验分出厂检验、型式试验，检验项目见表3。

7.2 出厂检验

出厂检验为逐台检验，出厂检验项目应全部合格。

7.3 型式试验

7.3.1 型式试验在以下几种情况下进行：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产一年以上后恢复生产时。

7.3.2 型式试验中规定的项目，有2项及以上不合格时，允许返工，再重新检验，仍有一项不合格则判定型式检验不合格。

表3 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式试验
----	------	------	------	------	------

1	外观及表面质量	5.2	6.2	√	√
2	功能	5.3	目视或操作	√	√
3	清洁覆盖率	5.4.1	6.3.1		√
4	清洁效率	5.4.2	6.3.2		√
5	最大清洁粒度	5.4.3	6.3.3		√
6	导航定位精度	5.4.4	6.3.4		√
7	续航	5.4.5	6.3.5		√
8	额定速度	5.4.6	6.3.6		√
9	制动距离	5.4.7	6.3.7		√
10	爬坡性能	5.4.8	6.3.8		√
11	越障性能	5.4.9	6.3.9	√	√
12	越沟性能	5.4.10	6.3.10	√	√
13	障碍物检测	5.4.11	6.3.11	√	√
14	噪声	5.4.12	6.3.12	√	√
15	稳定性	5.4.13	6.3.13		√
16	环境适应性	5.4.14	6.3.14		√
17	随机振动	5.4.15	6.3.15		√
18	包装及运输振动	5.4.16	6.3.16		√
19	绝缘电阻	5.5.1.3	6.4.1		√
20	耐电压	5.5.1.4	6.4.2		√
21	报警	5.5.8	6.4.3	√	√
注：“√”——检验项					

8 标志、随机文件和备附件

8.1 标志

8.1.1 产品标牌应包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 型号；
- c) 清扫宽度；
- d) 产品尺寸；
- e) 产品重量；
- f) 额定功率；
- g) 电源充电参数；
- h) 制造单位及商标；
- i) 出厂编号；
- j) 生产日期。

8.1.2 产品标牌应固定在产品的明显且不易损坏位置，产品标牌的型式、尺寸和技术要求应符合 GB/T 13306 的规定。

8.2 随机文件和备附件

8.2.1 产品出厂时应附以下随机文件：

- a) 产品合格证;
- b) 用户手册;
- c) 装箱单;
- d) 随机备附件清单。

8.2.2 随机备附件应与产品一起提供。

9 包装、运输与贮存

9.1 包装

- 9.1.1 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。
- 9.1.2 产品在包装箱中应固定牢固。
- 9.1.3 外露加工面应涂上防锈剂，防止锈蚀。
- 9.1.4 装箱单应与实物相符，包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 运输

- 9.2.1 运输、装卸时，应保持包装箱的竖立位置，并不得堆放。
- 9.2.2 运输应符合铁路、公路或水路等交通运输部门的有关规定，且保证产品在运输过程中无损伤。
- 9.2.3 运输与装卸过程中，不应挤压、抛掷。
- 9.2.4 不得与有腐蚀性的物品混合运输。
- 9.2.5 运输工具应有防雨措施，并保持清洁无污染。

9.3 贮存

- 9.3.1 产品应存放在通风、干燥的库房内，否则应采取防晒、防潮、防雨、防腐蚀等措施。
- 9.3.2 长期存放产品的仓库，其环境温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不得大于 90%，其周围环境无腐蚀、易燃气体，无强烈机械振动、冲击及强磁场作用。
- 9.3.3 贮存期限及维护要求应符合用户手册的规定。长期贮存后启用时，应按表 3 列出的出厂检验项目进行检查。

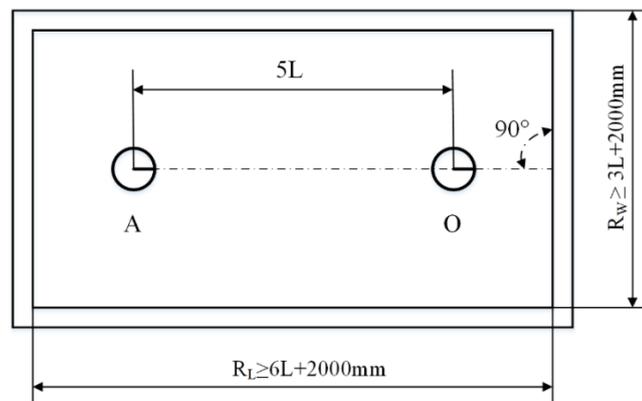
附录 A
(规范性)
定位导航试验方法

A.1 试验条件

A.1.1 直线路径

如图A.1所示,在规定的试验区域设定直线路径起始位置A及终点位置O,试验区域的设置应符合:

- a) 两个位置之间的距离至少 5 倍产品长度 (沿运动方向的长度 L);
- b) 产品在位置 A 或 O 时,产品四周离周边隔离墙的水平距离应不小于 1000 mm;
- c) 试验环境的隔离墙应最少比机器人的导航激光雷达高 200 mm。



说明:

R_l —— 试验区域长度;

R_w —— 试验区域宽度;

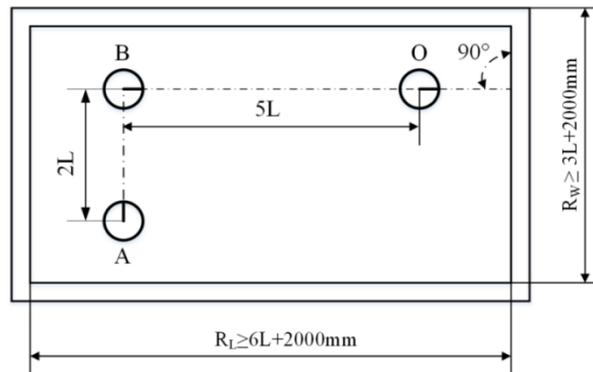
L —— 机器人运动方向长度,对于搬运类建筑机器人,额定负载下测试时, L 为带额定负载后的整体长度。

图 A.1 直线路径环境示意图

A.1.2 直角路径

如图A.2所示,在规定的试验区域设定直角路径的起始位置A、中间位置B及终点位置O,试验区域的设置应符合:

- a) A、B两个位置之间至少2倍机器人长度及, B、O两个位置之间的距离,至少5倍机器人长度 (沿运动方向的长度 L);
- b) 机器人在位置A、B、O时,机器人四周离周边隔离墙的水平距离应不小于1000 mm;
- c) 试验环境的隔离墙应至少比机器人的导航激光雷达高200 mm。



说明:

R_L ——试验环境长度;

R_W ——试验环境宽度;

L ——机器人运动方向长度, 对于搬运类建筑机器人, 额定负载下测试时, L 为带额定负载后的整体长度。

图 A. 2 直角路径环境示意图

A. 2 仪器设备

试验设备应具备对产品定位和导航过程中的姿态和路径的追踪功能, 并能实时完成所追踪的位置、角度、运行轨迹等的记录和计算。一般可使用视觉跟踪系统、激光跟踪仪等。

试验设备应符合表 A. 1 的要求。

表 A. 1 试验设备要求

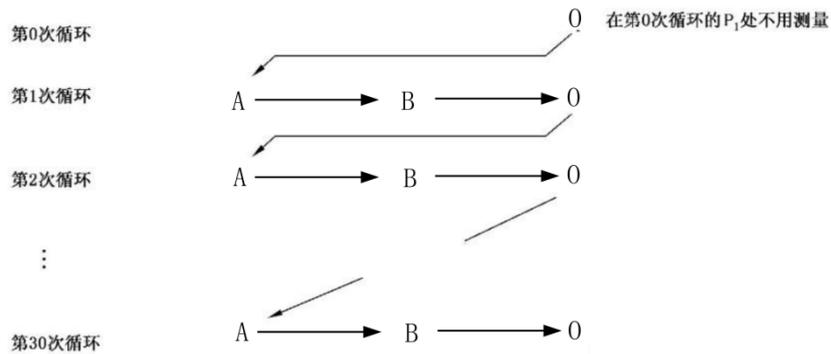
项目	位置分辨率	位置精度	角度分辨率	角度精度	数据采样频率
要求	$\leq 1 \text{ mm}$	$\leq 2 \text{ mm}$	$\leq 0.3^\circ$	$\leq 0.5^\circ$	$\geq 30 \text{ Hz}$

A. 3 试验步骤

A. 3. 1 导航位置精度试验方法

本试验采用图A. 1所示直线路径、图A. 2所示直角路径来测试产品的站点导航精度。试验步骤如下:

- 按说明书做好导航准备(建图等);
- 在地图中选定好路径起点A、路径中间点B(直角路径时需要)及路径终点O;
- 自动模式下使机器人从终点位置O开始, 依次将机器人移至A点、B点和终点位置O。采用如图A. 3所示的循环, 以单一方向接近每个位姿;
- 使用试验设备记录机器人到达A点和O点的位姿;
- 重复步骤c)~d)30次;
- 根据实际工作场景选择直线路径、直角路径, 分别完成步骤b)~e)的操作。



标引序号说明:

A——路径起点;

B——路径中间点 B;

O——路径终点 O。

图 A.3 可循环的图示

A.3.2 导航轨迹精度试验方法

本试验采用图A.1所示直线路径、图A.2所示直角路径来测试产品的导航轨迹精度。试验步骤如下:

- 按说明书做好导航准备(建图等);
- 在地图中选定好路径起点 A、及路径终点 O;
- 自动模式下使机器人从终点位置 O 开始,依次将机器人移至 A 点、O 点。采用如图 4 所示的循环,以单一方向接近每个位姿;
- 使用试验设备记录机器人轨迹 A 点和 O 点的位姿;
- 重复步骤 c)~d) 30 次。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
 - [2] GB/T 20721—2022 自动导引车 通用技术条件
 - [3] GB/T 34454—2017 家用干式清洁机器人 性能测试方法
 - [4] GB/T 38124—2019 服务机器人性能测试方法
-

中国工程建设标准化协会
产品标准《建筑地面清洁机器人》

编 制 说 明

一、标准编制任务来源

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2021〕11号），协会标准《建筑地面清洁机器人》已列入编制计划，由建筑机器人专业委员会归口管理；由广东博智林机器人有限公司、中国建筑标准设计研究院有限公司等单位负责具体的制订工作。

二、项目背景及标准编制意义、原则

1、项目背景及标准编制意义

建筑行业作为国民经济支柱产业，在推动经济社会发展过程中持续发挥重要作用。国家统计局数据显示，2019年建筑业增加值占国内生产总值比例达到了7.16%的近十年最高点。自2010年以来，该比例始终保持在6.6%以上，目前已维持连续三年增长。

中国作为世界上最大的建筑市场，2019年中国房屋新开工面积22.72亿平方米，同比增长8.5%。但建筑业大而不优，“老大难”的问题集中体现在：传统建筑业属劳动密集型行业，当前用工缺口越来越大，此外作业环境“危繁脏重”、安全生产和工程质量风险高，传统粗放式、手工生产方式下生产效率低等。

国内外很多企业均以推出不同场景的清洁机器人，比如上海高仙推出了服务机器人；女娲机器人推出了户外清扫机

器人、室内清扫机器人；北京智行者科技有限公司推出的无人驾驶清扫车蜗小白；魔莲智能科技(上海)有限公司推出的无人驾驶扫地机器人红莲 9 号等等。

经调研，地面清洁机器人现尚无相关国家、行业及地方标准，随着科学技术的高速发展，以及当前地面清洁机器人的研发成果和应用数据，为能更好地采用高科技的手段和工具提升实测实量作业的精度和行业水平，落实国家质量方针、规定要求的需求，亟需编制相关的标准对地面清洁机器人的技术要求、试验方法进行约束，填补国内地面清洁机器人在产品标准方面的空白，以提高智能建造技术的先进性、经济性及合理性。因此建议开展《地面清洁机器人》的编制工作。

2、标准编制原则

1) 本标准的编写符合现行国家标准《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》GB/T 1.1—2020、《标准编写规则 第 10 部分：产品标准》GB/T 20001.10—2014 的规定；

2) 目前国家层面、行业层面均无现行有效的地面清洁建筑机器人产品规范，地面清洁机器人的施工验收目前主要参考：JB/T 7303-2007《路面清扫车》、QC/T 51-2019《扫路车》、QB/T 4833-2015《家用和类似用途清洁机器人》、GB/T 34454-2017《家用干式清洁机器人 性能测试方法》、GB/T 30029-2013《自动导引车(AGV)设计通则》、GB/T 20721-2022

《自动导引车 通用技术条件》为本标准的编制提供了基础。

三、编制目的

目前，国内施工现场清洁基本采用人工方式，传统行业劳动力密集，作业强度大，作业环境恶劣，从业人员年龄偏长，管控监督困难。而基于工地平均工龄及人工费用逐渐提高，且人工清洁一年左右容易产生尘肺病等职业疾病，因此需要大力发展建筑工序的设备的机械化、智能化、数字化变得十分紧迫。现有的清洁清扫机器人主要包括小型室内家庭清洁机器人和大型室外机器人，两者的工作场所都主要是相对较平整的地面，而且基本都是通过洒水抑尘的方式，如智行者—蜗小白、盈峰环境等生产的清洁机器人。与施工现场以混凝土碎屑为主状况来说，现有机器人均不符合。

地面清洁机器人涉及机械、电子和计算机等领域，是将移动机器人技术和清洁技术融为一体的技术产品，是具备人机协调、自然交互功能的建筑机器人。清洁机器人具有自动并彻底清洁地面的功能；不需人工干预；具备自动倾倒垃圾的功能，不需人工拆下垃圾箱方可清理；人员不受噪音影响；能自动充电、自动把内部垃圾传送到一个大容量垃圾箱中。同时安全性高：无触电危险、无碰撞危险、无跌落危险、无失控危险。经过实际施工对比，其工作效率和精度都远高于人工。

地面清洁机器人产品的特点如下：

1) 地面清洁机器人——减员提效。搭载全自动清扫系统，集成激光建图、自主定位及导航、自动吸尘、抑尘于一体，清扫效率是人工 3 倍。

2) 地面清洁机器人——全天候施工。集成激光建图、自主定位及导航行走、自动清扫、快速充电、自检及实时信息显示等功能，可实现全自动导航施工，解决传统施工环境恶劣、效率低下、质量不稳定及安全隐患，白昼不能连贯作业等问题。

3) 地面清洁机器人——提高施工质量，改善工作环境。对比人工清扫，机器人施工更加环保，清洁质量高，可使工人远离扬尘环境，营造绿色施工，其效率和质量显著提升。

四、制定标准与现行法律、法规、标准的关系

1、目前，我国现行的与地面清洁机器人相关的法规及标准有：

QB/T 4833-2015《家用和类似用途清洁机器人》

GB/T 34454-2017《家用干式清洁机器人 性能测试方法》

GB/T 20721-2022《自动导引车 通用技术条件》

2、本标准的相关内容与上述标准基本一致，无冲突项目。

五、编制工作过程

本标准由广东博智林机器人有限公司作为牵头组织单位，并成立了标准编制工作起草小组，在此基础上明确了任务和分工，积极开展标准的研究、调研、起草、研讨等工作。

1、2021年5月，根据中国工程建设标准化协会文件“关于征求《2021年第一批协会标准制订、修订计划》（草案）意见的通知”，广东博智林机器人有限公司申报《建筑地面清洁机器人》。

2、2021年5月31日经中国工程建设标准化协会批准，《建筑地面清洁机器人》正式立项。

3、2021年7月~12月，广东博智林机器人有限公司收集、整理、并系统地分析了国内外与建筑地面清洁机器人相关的法规、标准、文献资料等，开展了相关技术研究，并对建筑地面清洁机器人的试验项目进行了分析，根据产品需求规格说明书、设计规格书、试验大纲、测试报告等相关材料，完成各部分内容的起草，内部多次进行了反复讨论修改，形成标准草案。

4、经中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会批准，2022年5月11日在广东博智林机器人有限公司召开了编制组成立暨第一次工作会议，会议确定了编制工作分工和进度计划安排。

5、根据首次工作会议的要求，编制组对标准文本进行了充分的讨论及修改，并于2022年7月1日进行了第一次会议评审。

6、根据各位专家的意见和建议，修改标准文本，并于2022年7月29日进行了第二次会议评审。

7、根据会议评审意见，修改完善标准，形成了标准征求意见稿，于2022年9月30日提交系统进行公开意见征集。

五、新旧标准主要技术变化（适用于修订标准）

本标准为新编标准。

六、技术难点及解决方法

无。

七、技术难点及解决方法

无。

八、主要性能指标的验证试验

对建筑地面清洁机器人的功能、性能、安全相关的项目均已进行了试验验证。

九、重大意见分歧的处理依据和结果（如有）

无。

十、采标情况（如有）

无。目前没有国际标准和国外先进标准。