

团 体 标 准

T/CECS XXXXX—20XX

地坪涂料涂敷机器人

Floor Coating 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 3

 5.3 功能 3

 5.4 性能 4

 5.5 安全要求及措施 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 性能试验 7

 6.4 安全要求 13

7 检验规则 14

 7.1 检验分类与项目 14

 7.2 出厂检验 14

 7.3 型式试验 14

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 15

9 包装、运输与贮存 15

 9.1 包装 15

 9.2 运输 15

 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。

地坪涂料涂敷机器人

1 范围

本文件规定了建筑工程用地坪涂料涂敷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。

本文件适用于地坪涂料涂敷的地面移动式建筑机器人（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 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 2423.4—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 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 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
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 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
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 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 50209—2010 建筑地面工程施工质量验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地坪涂料涂敷机器人 floor coating robot

用于建筑地面涂敷地坪涂料的场景，能在无人干预的情况下，自主涂敷底涂、中涂、面涂的机器人。

注：地坪涂料涂敷机器人由移动部件、存料供料模块以及可能含有的充电装置和用于辅助工作的附件组成。

3.2

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]

3.3

额定速度 rated speed

产品在额定负载下能长期稳定运行到的最大标称速度。

[来源：GB/T 20721—2022，3.6，有修改]

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。

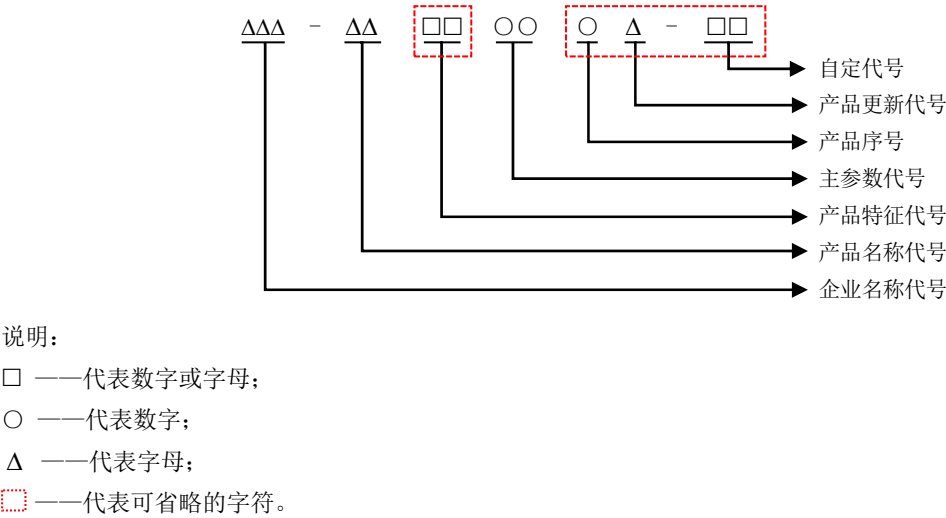


图 1 产品标记

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：DT。

4.2.3 产品特征代号，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：以最大作业宽度（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。

4.3 标记示例

示例 1：制造商为博智林的自动地坪涂料涂敷机器人，最大作业宽度 3000 mm，第一款机型，其产品型号为：

BDR-DTZ3000

示例 2：制造商为博智林的自动地坪涂料涂敷机器人，最大作业宽度 3000 mm，产品第一次改型，其产品型号为：

BDR-DTZ3000A

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：5℃～35℃；
- b) 相对湿度：不大于 80%。

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 紧固件紧固可靠，按键及接插件的接头接触应良好。

5.1.4 电缆接线符合电气图纸要求，线缆标识正确，接线及接插件端子无松脱。

5.1.5 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。

5.1.6 产品的开关、按钮、操作系统显示、报警等功能应正常，各种操作方式中，指令功能与动作应一致。

5.1.7 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 产品应具备开机自检和报错功能。

5.3.2 产品应具备可编程功能。

5.3.3 产品应具备手动模式和自动模式切换功能。

5.3.4 产品应具备不同类型的地面适应功能，通过自适应机构，适应一定平整度的地面。

5.3.5 产品宜具备激光建图功能，可采集现场数据，规划作业路径，并能保存路径地图。

5.3.6 产品应具备实时信息显示功能。至少应实时显示如下信息：

- a) 产品当前的运行模式及运行状态；
- b) 当前坐标；
- c) 蓄电池剩余电量；
- d) 报警信息；
- e) 泵料电机转速。

5.3.7 产品应具备实时信息记录功能，实时记录运行参数并存储运行时间、报警记录等信息。

5.3.8 产品应具备主料和固化剂配比调节功能，以适应不同品牌不同规格涂料的要求。

5.3.9 产品应具备涂敷底涂、中涂、面涂的功能，宜通过切换末端执行机构来适用于不同工艺要求的地坪涂料涂敷。

5.3.10 产品应具备涂料自动搅拌和连续搅拌的功能，确保涂料搅拌充分均匀、不粘结。

5.3.11 产品应具备出料量可调节控制的功能。

5.3.12 产品应具备异常报警、低电量报警、涂料自动检测和报警功能。

5.3.13 产品应配备操作无线控制面板，可通过操作无线控制面板软件操控产品工作。操作软件要求如下：

- a) 进入操作界面设置密码，防止意外启动；
- b) 各按钮应设计合理，能有效避免误触碰；
- c) 有相关操作指引，关键操作应具备提示功能。

5.3.14 产品应具备全向移动的功能。

5.3.15 产品应具备障碍物检测功能，自动模式下应开启，手动模式下可根据需要开启或关闭。

5.3.16 产品宜具备自主定位与导航行走功能，可在地库作业环境中，按照设定的路线，自主导航行走和精确定位。

5.3.17 产品宜具备可燃气体浓度检测报警功能，当检测到环境中可燃气体浓度高于设定值时，产品应发出声光报警信号并停止运行。

5.4 性能

5.4.1 涂敷质量

应满足 GB 50209—2010 中 5.9.1~5.9.3、5.9.6~5.9.8、5.9.10 的规定。

5.4.2 涂敷效率

产品的综合涂敷效率应不低于制造商声明的涂敷效率。

5.4.3 涂敷覆盖率

产品的涂敷覆盖应不低于制造商声明的涂敷覆盖率。

5.4.4 额定速度

产品在非涂敷作业时的额定速度应不超过制造商声明的额定速度。

5.4.5 爬坡性能

产品能持续爬坡的最大角度应不小于 10°。

5.4.6 越障性能

产品能越过障碍物的最大高度应不小于30 mm。

5.4.7 越沟性能

产品能越过沟缝的最大宽度应不小于 50 mm。

5.4.8 制动性能

产品制动距离应不超过200 mm。

5.4.9 续航

应符合制造商声明的续航能力。

5.4.10 导航定位精度

产品应具备定位导航功能，性能指标如下：

- a) 导航重复轨迹精度：±50 mm；
- b) 导航重复位置精度：±50 mm；
- c) 导航绝对轨迹精度：±50 mm；
- d) 导航绝对位置精度：±50 mm。

5.4.11 噪声

产品在正常状态下运行时对外最大发射声压级应不大于80 dB（A）。

5.4.12 防护等级

产品的电控箱和电池仓防护等级应满足 GB/T 4208 中的 IP54 要求。

5.4.13 障碍物检测

5.4.13.1 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。

5.4.13.2 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。

5.4.13.3 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。

5.4.14 稳定性

产品经稳定性测试，不应移动、倾翻、失控。

5.4.15 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。

5.4.16 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，无结构及零部件损坏、无明显弯曲变形、紧固件松动等异常情况。

5.5 安全要求及措施

5.5.1 电气要求

5.5.1.1 电气系统应有可靠的短路保护、漏电保护、过流保护等保护装置，确保接触电流不会产生电击危险。

5.5.1.2 产品应具备管路压力检测功能。当管路堵塞时，管路压力增加，产品停止作业并有声光报警提示。

5.5.1.3 异常断电时，产品应停止运动，无额外风险产生；再次通电后，产品应可正常开机。

5.5.1.4 电力线与信号线应在线槽内分开走线，且信号线应采用屏蔽、双绞线等抗干扰措施。

5.5.1.5 电气系统的设计、安装应符合 GB/T 5226.1—2019 中 7.2、7.3 规定。

5.5.1.6 产品接线的颜色应符合 GB/T 5226.1—2019 中 13.2.4 要求。

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

5.5.1.8 产品绝缘电阻应符合 GB/T 5226.1—2019 中 12.3 的规定。

5.5.1.9 产品抗电强度应符合 GB 4943.1—2011 中 5.2 的要求。

5.5.1.10 产品表面温度应符合 GB/T 3836.1—2021 中的 5.3.2.3 的规定。

5.5.2 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 的规定。

5.5.3 报警

产品运行异常时，应能发出声光报警提示并停止工作，包含但不限于以下情况：

- 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；
- f) 管道压力高于预设值；
- g) 产品电量低于预设值；
- h) 涂料余量低于预设值。

5.5.4 通信

- 5.5.4.1 激光雷达通信断开连接应能提示声光报警。
- 5.5.4.2 伺服电机断开连接应能提示声光报警。
- 5.5.4.3 通讯方式为无线局域网 WIFI、移动网络等。

5.5.5 安全标志

安全警示标志应符合 GB 2894 中的规定。

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 的工作环境规定。

6.2 外观及表面质量

目视检查。

6.3 性能试验

6.3.1 涂敷质量

按照GB 50209—2010的规定进行检验。

6.3.2 涂敷效率

6.3.2.1 试验条件

6.3.2.1.1 总面积不小于 80 m²且满足以下施工条件的场地：

- a) 混凝土强度需达到 C20 及以上，场地平整度 2 米靠尺检验不大于 2 mm；
- b) 场地无漏水、无渗水、无裂缝现象，并清理干净无杂物、无粉尘；
- c) 场地地表面粗糙度可保证底涂充分渗透进地面；
- d) 场地地面打磨顺平，无明显台阶高差；
- e) 墙柱边缘需清理干净，无水泥等遗留残迹。

6.3.2.1.2 卷尺、秒表等。

6.3.2.2 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 产品进入试验场地；
- b) 测量应涂敷面积 S_0 （设备房与出入口坡道不在计算面积内）；
- c) 启动自动涂敷模式，以额定负载、涂敷作业时的额定速度进行底涂涂敷作业；
- d) 测量和记录实际底涂涂敷面积 S_1 、实际涂敷时间 t_1 ；
- e) 依次进行中涂、面涂的涂敷（每层涂料施工至少间隔 24 h），分别测量和记录中涂、面涂的涂敷面积 S_2 、 S_3 ，涂敷时间 t_2 、 t_3 ；
- f) 按公式（1）计算试验涂敷效率。

$$\eta = (S_1/t_1 + S_2/t_2 + S_3/t_3) / 3 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——喷涂效率，m²/h；

S_1 、 S_2 、 S_3 ——底涂、中涂、面涂涂敷面积， m^2 ；
 t_1 、 t_2 、 t_3 ——底涂、中涂、面涂喷涂时间，h。

6.3.3 涂敷覆盖率

试验步骤符合 6.3.2.2 的规定，按公式（2）计算每次试验涂敷覆盖率。

$$\mu = S_3 / S_0 \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

μ ——喷涂覆盖率，%；
 S_3 ——实际面涂涂敷面积， m^2 ；
 S_0 ——应涂敷面积， m^2 。

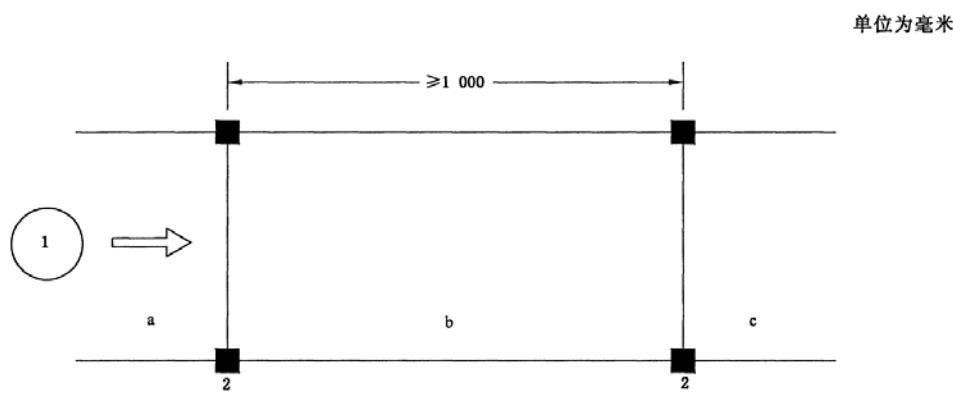
6.3.4 额定速度

6.3.4.1 试验条件

6.3.4.1.1 如图 2 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。

6.3.4.1.2 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 2 测试环境示意图

6.3.4.2 试验步骤

6.3.4.2.1 试验步骤如下：

- a) 产品以额定负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非涂覆作业时的额定速度；
- 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。
- f) 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, m/s;
 s ——距离, mm;
 t ——时间, s。

6.3.5 爬坡性能

6.3.5.1 试验设备

角度为10° 的斜坡, 精度误差为±0.5° 。

6.3.5.2 试验步骤

6.3.5.2.1 测试方法如下:

- a) 装载额定负载的产品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以额定速度移动到目标位置;
- 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。

表1 试验配置

试验配置	产品相对于斜坡的路径	产品运行方向
1	向上	向前
2	向上	向后
3	向下	向前
4	向下	向后

6.3.5.2.2 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。

6.3.6 越障性能

6.3.6.1 试验设备

障碍物: 高度为30 mm, 长1200 mm, 宽40 mm。

6.3.6.2 试验步骤

- 6.3.6.2.1 产品装有额定负载, 放置在初始位置, 应预留足够的加速空间, 确保产品可以在到达障碍物之前达到额定速度, 行进方向需垂直于障碍物长度方向 (90°)。
- 6.3.6.2.2 手动模式下控制产品沿障碍物中心线以额定速度开始越障, 观察越障过程中产品的运动状态, 姿态是否稳定, 直至产品完全越过障碍物后停止运行。

6.3.6.2.3 在行进方向与障碍物长度方向成 45° 、 90° 、 135° 对应的前进、后退模式重复测试三次，分别记录测试结果。

6.3.7 越沟性能

6.3.7.1 试验设备

越沟工装：沟宽50 mm，长1200 mm，深50 mm。

6.3.7.2 试验步骤

6.3.7.2.1 产品装有额定负载，放置在初始位置，应预留足够的加速空间，确保产品可以在到达障碍物之前达到额定速度，行进方向需垂直于障碍物长度方向（ 90° ）。

6.3.7.2.2 手动模式下控制产品沿越沟工装中心线以额定速度开始越沟，观察越沟过程中产品的运动状态，姿态是否稳定，直至产品完全越过缝隙沟后停止运行。

6.3.7.2.3 在行进方向与缝隙沟方向成 45° 、 90° 、 135° 对应的前进、后退模式重复测试三次，分别记录测试结果。

6.3.8 制动性能

6.3.8.1 试验条件

6.3.8.1.1 试验区域长度宜足以使产品达到额定速度并且安全停止。

6.3.8.1.2 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。

6.3.8.2 试验步骤

6.3.8.2.1 试验包括相应的测试配置，每次试验应按下列步骤进行：

- a) 产品额定负载放置于初始位置，加速至额定速度；
- b) 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。

6.3.8.2.2 进行 3 次试验，取平均值。

6.3.9 续航

试验前确保产品处于满电状态，产品料桶注满清水进行模拟涂敷作业，记录当电池电量低于10%时总工作时间。

6.3.10 导航定位精度

试验方法见附录A。

6.3.11 噪声

6.3.11.1 试验条件

- 6.3.11.1.1 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。
- 6.3.11.1.2 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）。
- 6.3.11.1.3 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（见图 3）。

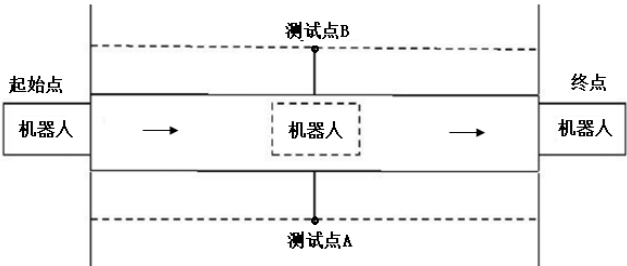


图 3 噪声测试环境平面示意图

6.3.11.2 试验步骤

- 6.3.11.2.1 按照图 3 测试点及相关要求布置好测试传送器或声级计。
- 6.3.11.2.2 测试开始前，采集测试点 A、B 至少 30 s 的背景噪音值。
- 6.3.11.2.3 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。
- 6.3.11.2.4 连续测试 3 次，记录相关试验数据，并按表 2 进行修正。
- 6.3.11.2.5 最终试验结果取各测试点的噪声算数平均值。

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

6.3.12 防护等级

按照GB/T 4208的规定进行试验。

6.3.13 障碍物检测

6.3.13.1 试验设施

- 6.3.13.1.1 墙壁或高 400 mm，直径 70 mm 的圆柱体障碍物。
- 6.3.13.1.2 推拉力计，最大负荷 300 N，分度值 2 N，精度±1%。
- 6.3.13.1.3 长度测量设备，精度不低于 0.5 mm。

6.3.13.2 试验步骤

- 6.3.13.2.1 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。

6.3.13.2.2 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 2s 或 2s 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。

6.3.14 稳定性

6.3.14.1 试验设备

推拉力计。

6.3.14.2 试验步骤

- 6.3.14.2.1 产品处于额定负载工作状态。
- 6.3.14.2.2 产品以正常运行时的姿态放置在 10° 的斜面上,静止 15 min。
- 6.3.14.2.3 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。
- 6.3.14.2.4 记录测试场景,试验条件和测试结果。

6.3.15 环境适应性

6.3.15.1 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。

6.3.15.2 低温储存

按GB/T 2423.1—2008中的方法Ab进行试验,试验过程中不通电,其中温度为 $(-10 \pm 3)^{\circ}\text{C}$,持续 24 h,在标准环境条件下恢复 1 h,检查产品外观和基本功能是否正常。

6.3.15.3 低温工作

按 GB/T 2423.1—2008 中的方法 Ae 进行试验,其中温度为 $(5 \pm 3)^{\circ}\text{C}$,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是否正常。

6.3.15.4 高温储存

按 GB/T 2423.2—2008 中的方法 Bb 进行试验，试验过程中不通电，其中温度为 $(45 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，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是否正常。

6.3.15.5 高温工作

按 GB/T 2423.2—2008 中的方法 Be 进行试验，其中温度为 $(35 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，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是否正常。

6.3.15.6 高低温循环

6.3.15.6.1 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 $(1 \pm 0.2) \text{ K/min}$;
- b) 标准环境温度： $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- c) 高温 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，暴露持续时间 3 h;
- d) 低温 $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，暴露持续时间 3 h;
- e) 共进行 10 个循环。

6.3.15.6.2 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 1 h 后，检查产品外观和基本功能是否正常。

6.3.15.7 恒定湿热

按 GB/T 2423.3 进行试验，其中温度为 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，湿度为 $(93 \pm 3)\%$ ，维持 48 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是否正常。

6.3.15.8 交变湿热

循环方法按照 GB/T 2423.4—2008 图 2b) 执行，其中高温 40°C ，循环 2 次；恢复方法按照 GB/T 2423.4—2008 图 3 的规定执行恢复，检测产品外观、功能，并记录产品的检测情况和运行参数。

6.3.16 包装及运输振动

6.3.16.1 产品整机应进行测试。

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

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

6.4.3.1.1 使产品处于正常工作状态，然后使产品进入异常运行状态。

6.4.3.1.2 检查产品是否能按规定要求正常报警。

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

逐台检验，检验项目应全部合格。

表3 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观及表面质量	5.2	6.2	√	√
2	功能	5.3	目视或操作	√	√
3	涂敷质量	5.4.1	6.3.1	—	√
4	涂敷效率	5.4.2	6.3.2	—	√
5	涂敷覆盖率	5.4.3	6.3.3	—	√
6	额定速度	5.4.4	6.3.4	—	√
7	爬坡性能	5.4.5	6.3.5	—	√
8	越障性能	5.4.6	6.3.6	—	√
9	越沟性能	5.4.7	6.3.7	—	√
10	制动性能	5.4.8	6.3.8	√	√
11	续航	5.4.9	6.3.9	—	√
12	导航定位精度	5.4.10	6.3.10	—	√
13	噪声	5.4.11	6.3.11	—	√
14	防护等级	5.4.12	6.3.12	—	√
15	障碍物检测	5.4.13	6.3.13	√	√
16	稳定性	5.4.14	6.3.14	√	√
17	环境适应性	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	5.5.1.8	6.4.1	—	√
20	耐压	5.5.1.9	6.4.2	—	√
21	报警	5.5.3	6.4.3	√	√
注：“√”为检验项目。					

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) 产品停产达一年以上恢复生产时。

7.3.2 型式试验中规定的项目有2项或2项以上不合格时，则判定为型式试验不通过。当有1项不合格时允许返工，重新检验，仍不合格则判定为型式试验不通过。

8 标志、随机文件和备附件

8.1 标志

8.1.1 产品应有一个或多个清晰耐久的标牌，产品标牌至少应标明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 型号；
- c) 产品尺寸；
- d) 产品重量；
- e) 额定功率；
- f) 电源充电参数；
- g) 制造单位及商标；
- h) 出厂编号；
- i) 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 产品在包装前，应将各伺服轴和活动部分牢靠固定。

9.1.2 包装应防霉、防潮、防锈。

9.1.3 零配件应装袋，分类明确、数量统一。

9.1.4 外露加工面应涂上防锈剂，防止锈蚀。

9.1.5 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 长期存放产品在仓库，其环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不得大于 90%，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产品用户手册的规定。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。

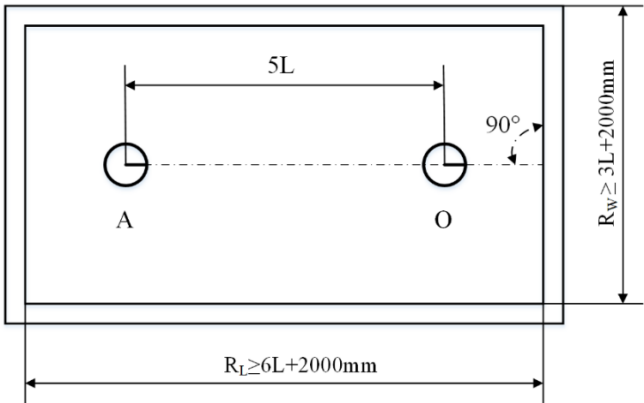
附录 A
(规范性)
定位导航试验方法

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;

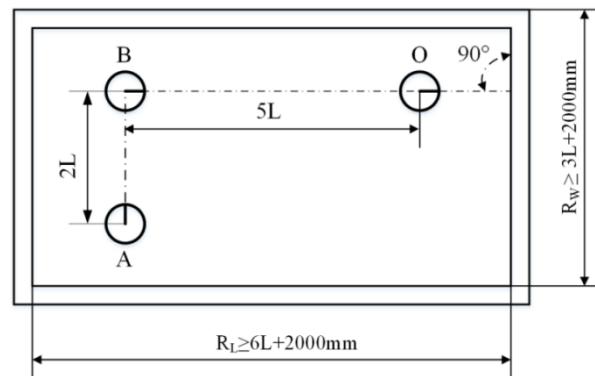
L —— 机器人运动方向长度, 对于搬运类建筑机器人, 额定负载下测试时, L 为带额定负载后的整体长度。

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

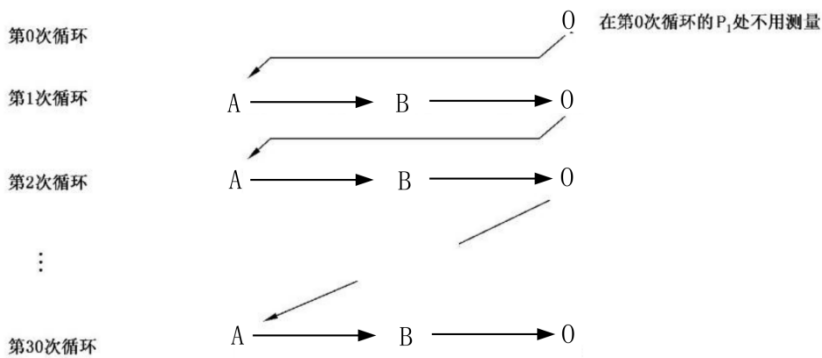
项目	位置分辨率	位置精度	角度分辨率	角度精度	数据采样频率
要求	$\leq 1\text{ mm}$	$\leq 2\text{ mm}$	$\leq 0.3^\circ$	$\leq 0.5^\circ$	$\geq 30\text{ Hz}$

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、曲线路径（如有必要），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：

- a) 按说明书做好导航准备（建图等）；
- b) 在地图中选定好路径起点 A、及路径终点 O；
- c) 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；
- d) 使用试验设备记录机器人轨迹 A 点和 O 点的位姿；
- e) 重复步骤 c)～d) 30 次。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20721—2022 自动导引车 通用技术条件
-

中国工程建设标准化协会
产品标准《地坪涂料涂敷机器人》

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），制定《地坪涂料涂敷机器人》标准。由中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会归口管理，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

地下停车场增加地坪漆保护工程后可以有效的避免停驶车辆带来的灰尘，尤其是在阴雨天气可以有效的防止在停车场内出现泥泞和水渍。此外，停车场内加以地坪漆保护工程后，地表易于清洁，可以随时保持地下停车场内干净舒适的环境，与物业的高档风格形成一致。地坪漆已成为我国发展速度最快的产业之一，适用于各种场地，如：厂房、机房、仓库、实验室、病房、手术室、车间等。

目前环氧地坪依靠人工进行涂敷，效率低下，而且由于环氧地坪涂料施工过程会挥发有毒物质，对施工工人的健康有伤害。此外，由于人工施工时需要长时间连续蹲在地面上进行涂敷，劳累且易引发职业病。

地坪漆涂敷机器人具有涂敷底漆、中涂、面漆功能，集成激光建图、自主定位及导航行走、自动搅拌、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等问题。

经查询，目前国内尚无地坪漆涂敷机器人产品标准，建筑机器人标准领域基本处于空白阶段，使得建筑机器人标准体系的推行受到制约。因此，制定《地坪涂料涂敷机器人》产品标准，明确地坪漆涂敷机器人的产品分类、技术要求、实验方法、检验规则等要求，不仅对推进建筑机器人标准化体系的快速建立有积极的良性作用，而且对国家“新基建”的深入贯彻及未来“十四五规划”发展必将产生积极的引领指导作用。

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) 本标准的内容与现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209、《环氧树脂自流平地面工程技术规范》GB/T 50589 协调一致。

三、编制目的

本标准统一规范地坪涂料涂敷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、运输与贮存等技术事项而制定。

四、制定标准与现行法律、法规、标准的关系

1、目前，我国现行的与地坪涂料涂敷机器人相关的法规及标准有：

1)《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209

2)《环氧树脂自流平地面工程技术规范》GB/T 50589

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、中国建筑标准设计研究院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31日，经中国工程建设标准化协会批准，《地坪涂料涂敷机器人》正式立项。

2、2022年2月～5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地坪涂料涂敷机器人相关的法规、标准、文献资料等，开展了相关技术研究，并对地坪涂料涂敷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。

3、2022年5月11日，经中国工程建设标准化协会建筑机器人专业委员会批准，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。

4、2022年5月～6月，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6月30日在编制组内进行了第一次会议评审。

5、2022年7月，编制组根据评审意见和建议，修改标准文本，并于2022年7月21日在编制组内进行了第二次会议评审，。

6、2022年8月，根据会议评审意见，修改完善标准，形成了标准征求意见稿。

7、2022年9月28日，提交系统进行公开意见征集。

六、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。

七、技术难点及解决方法

无。

八、主要性能指标的验证试验

对地坪涂料涂敷机器人的功能、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。建筑机器人施工目前没有国际标准和国外先进标准。