

T/SZRA

团 体 标 准

T/SZRA 001—2026

轮式柔性导览机器人技术规范

Technical requirement for wheeled flexible tour guide robot

2026 - 03 - 23 发布

2026 - 03 - 23 实施

苏州机器人产业协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 技术要求	5
4.1 外观和结构	5
4.2 功能	5
4.3 性能	5
4.4 安全	6
5 试验方法	7
5.1 外观和结构	7
5.2 功能检查	7
5.3 性能测试	7
5.4 安全测试	9
6 检验规则	10
6.1 检验项目	10
6.2 出厂检验	10
6.3 型式检验	10
7 标志、包装、运输和贮存	10
7.1 标志	10
7.2 包装	10
7.3 运输	11
7.4 贮存	11

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。

本文件由苏州机器人产业协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏云幕智造科技有限公司、苏州市机器人产业协会、苏州能斯达电子科技有限公司、国讯芯微（苏州）科技有限公司、金皇冠智能科技（苏州）有限公司、苏州赛瞳智能科技有限公司。

本文件主要起草人：贺亮、郑紫天、徐毓、申佳雨、瞿卫新、杨品、薛红梅、赵宝茹、蒋琛、康小东、于航。

引 言

随着服务机器人应用场景不断拓展,以柔性导览机器人为核心的智能服务模式已成为各场景服务升级的重要方向。为规范和引导柔性导览机器人的研发、设计与应用,本文件基于实践研究,确立了柔性导览机器人发展的总体原则,并明确了其在功能、性能、交互、适配性等领域的共性要求。本文件的制定与实施,旨在提升柔性导览机器人的场景适配性与服务智能化水平,为柔性导览机器人的研发生产、落地应用与运营管理提供标准化指引。

轮式柔性导览机器人技术规范

1 范围

本文件规定了轮式柔性导览机器人的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于在公共场所提供导览服务的柔性移动底盘人形机器人的设计制造和检验。

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 191-2025 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 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 4768-2008 防霉包装

GB/T 4879-2016 防锈包装

GB/T 5048-2017 防潮包装

GB/T 17626.3-2023 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8-2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 38124-2019 服务机器人性能测试方法

ISO/TS 10566-2016 机器人与机器人设备 协作机器人

ISO 18646-2:2024 机器人技术 服务机器人的性能标准及相关试验方法 第2部分：导航

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

导览 *tour*

为用户提供在公共场所不同场景下的导引和讲解等服务。

3.2

柔性导览机器人 *flexible sensing guided robot*

由柔性皮肤、自主导航装置、人机交互系统、操作系统等组成，可在室内或室外公共场所自主行走，替代人工从事导引、讲解等导览服务的轮式机器人。

3.3

柔性 *flexible*

指材料或结构具备可变形、易贴合、接触时能缓冲卸力的特性，本文件中特指柔性皮肤的物理特性及机器人人机交互时的动作适配特性。

3.4

柔性皮肤 *flexible skin*

以柔性材料为核心，具备形态适配能力，可包覆于机器人表面的功能性覆盖皮肤。

3.5

自主导航装置 *autonomous navigation device*

核心为轮式移动底盘，具备自主行走、转向、越障的轮式运动特性，区别于腿式、履带式等移动形式。

3.6

人机交互系统 human-computer interaction system

用户与机器人之间接收指令、处理及反馈的系统。

3.7

操作系统 operating system

将机器人用到的各功能模块整合形成的系统。

3.8

最大允许力 maximum permissible force

人机交互过程中，机器人作用于人体不同部位时，为保障接触安全所设定的最大安全力值。

[来源：ISO 15066:2016，表A.2]

4 技术要求

4.1 外观和结构

机器人的外观和结构应满足以下要求：

- a) 表面光滑平整，无划痕、磨损；
- b) 柔性皮肤与机器人骨架紧密贴合，不会撕裂或脱落；
- c) 结构牢固可靠，固定部件无松动；
- d) 活动部件的运动应机动灵活，运动到位后能可靠实现位置锁定与负载维持。

4.2 功能

4.2.1 基本功能

机器人的基本功能包括：

- a) 建图；
- b) 定位；
- c) 自主导航；
- d) 避障；
- e) 越障；
- f) 语音交互；
- g) 触觉交互；
- h) 急停。

4.2.2 拓展功能

机器人的拓展功能包括：

- a) 表情模拟；
- b) 物联控制；
- c) 自主充电。

4.3 性能

4.3.1 建图精度

机器人的建图精度应在 ± 10 cm范围内。

4.3.2 位姿精度

机器人目标定位要求如下：

- a) 位置精度 ≤ 10 cm；
- b) 位姿精度 $\leq 5^\circ$ 。

4.3.3 最大速度

机器人最大速度不应大于 1.5 m/s。

4.3.4 最大坡度

机器人上坡、下坡及驻坡角度不应小于 5°。

4.3.5 避障能力

机器人应能通过避让来防止与静态和动态障碍物发生碰撞。

4.3.6 越障能力

机器人应能越过GB/T 38124-2019中表3规定的A1、A2、B、C、D、E、F七种不同障碍物类型及沟槽（沟槽深度为 100 mm，宽度为 100 mm）。

4.3.7 语音唤醒

机器人语音唤醒要求如下：

- a) 唤醒时间 ≤ 2 s；
- b) 唤醒成功率 ≥ 90 %。

4.3.8 语音识别

机器人语音识别要求如下：

- a) 响应时间 ≤ 2 s；
- b) 语音交互成功率 ≥ 90 %。

4.3.9 最大允许力

机器人与人体不同部位接触时的最大允许力，应符合ISO 15066:2016中表A.2的规定，核心要求如下：

- a) 与人体头部、颈部接触时，最大允许力 ≤ 10 N；
- b) 与人体躯干、胸部、腹部接触时，最大允许力 ≤ 20 N；
- c) 与人体四肢（手臂、腿部）接触时，最大允许力 ≤ 30 N；
- d) 与人体手部、手指接触时，最大允许力 ≤ 5 N。

4.3.10 续航时间

机器人的续航时间应不小于 4 h。

4.4 安全

4.4.1 柔性皮肤

柔性皮肤的材料应符合GB 18401《国家纺织产品基本安全技术规范》，无毒、无害、无刺激性，与人体直接接触无致敏风险，对自然环境无潜在污染；表面无尖锐凸起、毛刺及易脱落部件，物理特性稳定，在机器人额定工作环境下（0℃~40℃、相对湿度 ≤ 60% RH）无开裂、硬化、变形现象。

4.4.2 耐压强度

充电设备交流电源输入端与金属可触及件之间，应能承受 1500 V、50 Hz 的试验电压，1 min 内无击穿。

4.4.3 电源适应能力

机器人应能在额定电压为 220 V、额定频率为 50 Hz，且电压波动幅度在 ±10% 的市电条件下正常工作。

4.4.4 射频电磁辐射抗扰度

应符合GB/T 17626.3-2023中规定的试验等级为2级的要求，试验完成后机器人需能正常运行。

4.4.5 工频磁场抗扰度

应符合GB/T 17626.8-2006中规定的试验等级为3级的要求，试验完成后机器人需能正常运行。

4.4.6 工作噪声

机器人在额定负载工作时，所产生的噪声应不大于 80 dB (A)。

4.4.7 气候环境适应性

机器人应能在0° C~40° C、相对湿度≤60%RH的环境下正常工作。

4.4.8 急停

机器人急停要求如下：

- a) 停止距离≤ 0.5 m；
- b) 停止时间≤ 1 s。

5 试验方法

5.1 外观和结构

在充足的光照条件下目视和触摸检验，检验结果应符合4.1规定。

5.2 功能检查

按照产品使用说明书的操作指引，进入功能状态，通过目视检查机器人在不同功能下的表现。检查过程应符合GB/T 38124-2019中第5章的规定。

5.3 性能测试

5.3.1 建图精度

按 ISO 18646-2:2024 中第 10 章的规定进行。

5.3.2 位姿精度

按 GB/T 38124-2019 中 5.2.1.3 的规定进行。

5.3.3 最大速度

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.1.3 的规定进行。

5.3.4 最大坡度

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.3.3 的规定进行。

5.3.5 越障能力

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.3 的规定进行。

5.3.6 避障能力

按 GB/T 38124-2019 中 5.2.3 的规定进行。

5.3.7 语音唤醒

按 GB/T 38124-2019 中 5.6.3 的规定进行。

5.3.8 语音识别

按 GB/T 38124-2019 中 5.6.3 的规定进行。

5.3.9 急停能力

5.3.9.1 试验设备

试验设备要求如下：

- 测距仪：量程 ≥ 5 m，测量精度 ± 1 mm，分辨率 0.1 mm，支持瞬时距离捕捉；
- 计时器：计时精度 ± 0.01 s，分辨率 0.001 s，可同步触发启停与急停指令；
- 测速仪（增补）：量程 0~5 m/s，测量精度 ± 0.01 m/s，用于校准机器人运行至 1 m/s 的实际速度。

5.3.9.2 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 被测机器人静止在初始位置；
- b) 机器人从初始位置开始平稳加速到 1 m/s；
- c) 当机器人行进至预设的刹车起点时，立即触发紧急停止，测量从起点到机器人完全停止的距离；
- d) 以上步骤重复 10 次，每次测试间隔 10 min。

5.3.9.3 试验结果

取 10 次停止时间和停止距离的平均值作为测试结果，见表 1。同时，应记录负载，以克（g）为单位。

表 1 急停能力

测试次数	负载（g）	测试速度（m/s）	停止时间（s）	停止距离（m）

5.3.10 最大允许力

需同时满足 ISO 15066:2016 中第 5 章及本文件 5.3.10 的规定。

5.3.10.1 试验设备

试验设备要求如下：

- 模拟人体不同部位的柔性仿体（符合 ISO 15066:2016 中附录 A 的仿体材质要求）；
- 压力传感器：量程 0~50 N，精度 ± 0.1 N，分辨率 0.01 N，具备实时力值采集功能；
- 力值数据记录仪：可同步记录接触时间、力值峰值。

5.3.10.2 试验步骤

试验步骤要求如下：

- a) 被测机器人除自身外无其他负载，放置在符合测试环境（ 20 ± 2 °C，相对湿度 55 ± 5 % RH）的初始位置；
- b) 分别将机器人与模拟人体头部、颈部、躯干、四肢、手部的柔性仿体进行接触交互动作，动作模拟实际导览场景中的握手、轻触、拥抱等行为；
- c) 机器人执行接触动作至传感器显示力值达到峰值，记录峰值数据后，机器人恢复至初始位置；
- d) 每个人体部位的接触测试重复 3 次，每次测试间隔 5 min，测试过程符合 ISO 15066:2016 中 5.2 的力施加要求。

5.3.10.3 试验结果

试验结果要求如下：

- a) 以牛顿（N）为单位，按表 2 记录各人体部位 3 次测试的力值峰值及最大值；
- b) 判定标准：各部位测试的最大力值均不得超过 ISO 15066:2016 中表 A.2 规定的对应限值，任一部位超标则判定该项目不合格。

表 2 最大允许力

接触人体部位	第一次测试峰值 (N)	第二次测试峰值 (N)	第三次测试峰值 (N)	单次最大值 (N)	ISO 15066:2016 限制 (N)	是否合格
头部/颈部					10	
躯干/胸部/腹部					20	
四肢(臂/腿)					30	
手部/手指					5	

5.3.11 续航时间

按 GB/T 38124—2019 中 5.4.1.2 的规定进行。

5.4 安全测试

5.4.1 柔性皮肤试验方法

5.4.1.1 试验设备

试验设备要求如下：

- 表面粗糙度仪（精度 $Ra \leq 0.01 \mu m$ ）；
- 拉力试验机（量程 $0 \sim 500 N$ ，精度 $\pm 1 N$ ）；
- 有害物质检测试剂盒（符合 GB 18401 接触类材料安全标准）；
- 恒温恒湿试验箱；
- 人工模拟接触摩擦仪。

5.4.1.2 试验步骤

试验步骤要求如下：

- a) 材料安全性检测：按 GB 18401《国家纺织产品基本安全技术规范》接触类要求，对柔性皮肤取样检测重金属、甲醛、致敏性染料等有害物质，检测结果需满足 A 类接触要求；
- b) 表面尖锐性检测：在充足光照下，用粗糙度仪检测皮肤表面及边缘各测点粗糙度，同时采用裸手全域触摸检验，无刺手、刮擦感为合格；
- c) 贴合牢固性检测：将机器人置于拉力试验机，对柔性皮肤与骨架结合处施加水平拉力（30 N，持续 1 min），皮肤无撕裂、翘边、脱落现象为合格；模拟机器人日常运动（摆臂、转身等）500 次，皮肤仍与骨架紧密贴合为合格；
- d) 环境适应性检测：将柔性皮肤样品放入恒温恒湿试验箱，在 $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ 、 $40 \text{ } ^\circ\text{C}$ 、相对湿度 60% RH 条件下各放置 24 h，取出后观察无开裂、变形、粘黏、硬化现象为合格；
- e) 耐磨抗脱落检测：用人工模拟接触摩擦仪，以 5 N 压力、10 次/分钟频率对皮肤易接触部位摩擦 1000 次，无掉屑、起皮、颜色脱落现象为合格。

5.4.1.3 试验结果

以上所有测试项均满足要求，判定柔性皮肤试验合格；任一项目不达标，判定该项目不合格。

5.4.2 工作噪声试验方法

5.4.2.1 试验设备

试验设备要求如下：

- 声级计精度 $\pm 1 \text{ dB (A)}$ ，符合 GB 3785.1 文件要求；
- 无音室背景噪声 $\leq 30 \text{ dB (A)}$ 。

5.4.2.2 试验步骤

试验步骤要求如下：

- a) 将机器人置于无音室中央，在额定负载下以额定速度正常运行；
- b) 声级计分别置于机器人正前方、左右两侧 1 m 处，距地面 1.2 m 高度，各测点测量 3 次，每次测量持续 10 s，记录稳定数值；

c) 取所有测点测量数值的平均值作为最终测试结果。

5.4.2.3 试验结果

测试平均值 \leq 80 dB (A), 判定工作噪声试验合格。

6 检验规则

6.1 检验项目

检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

机器人应符合如下出厂检验条件:

- a) 每台机器人都要经过质量检验, 检验合格并附上产品合格证后, 方可出厂;
- b) 出厂检验项目为 5.1、5.2, 所有出厂检验项目均需符合对应章节的技术要求及检验方法规定, 无不合格项方判定为出厂检验合格;
- c) 出厂检验方法严格按照本文件 5.1、5.2 中规定的试验方法执行, 其中外观和结构按“充足光照下目视+触摸”检验, 功能检查按产品使用说明书操作并遵循 GB/T 38124-2019 第 5 章要求;
- d) 出厂检验过程中, 若出现任一项目不符合 4.1、4.2 对应技术要求的情况, 判定该台机器人出厂检验不合格, 需返工整改后重新检验, 复检合格方可出厂, 复检仍不合格则作报废或返工处理。

6.3 型式检验

当有下列情况之一, 应进行型式检验:

- a) 机器人定型投产时;
- b) 当机器人的设计、结构、材料、工艺有重大变更时;
- c) 生产时, 按周期进行型式检验;
- d) 检验机构进行产品认证时;
- e) 长期停产后恢复生产时。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

机器人上应包含下列标志:

- a) 名字、型号;
- b) 厂商名字;
- c) 认证标识。

机器人包装箱上应包含下列标志:

- a) 产品名字、型号;
- b) 厂商名字;
- c) 生产日期;
- d) 重量;
- e) 包装箱尺寸;
- f) 执行标准号;

包装箱上的储运图示标志应符合 GB/T 191-2008 的规定。

7.2 包装

机器人包装应符合以下要求:

- a) 机器人内包装用塑料袋, 外包装用密封箱;
- b) 机器人出厂时应附有产品合格证、使用说明书、技术规格书等;

c) 包装材料应符合 GB/T 4768-2008、GB/T 4879-2016 和 GB/T 5048-2017 的规定。

7.3 运输

包装好的机器人在运输过程中应采取防水措施，避免与腐蚀性物质接触，并防止剧烈振动、冲击和挤压。

7.4 贮存

机器人应存放在干燥、空气流通且无腐蚀性物质的室内环境，避免阳光直射及雨水侵袭。
