

团 体 标 准

T/ZSA 232—2024

特种巡逻机器人通用技术要求

General technical requirements of special patrol robot

2024-05-30 发布

2024-05-31 实施

中关村标准化协会 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 系统组成与分类	1
5 技术要求	2
6 试验方法	5
7 检验规则	9
8 标志和说明	10

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。

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。

本文件由中关村标准化协会技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中关村融智特种机器人产业联盟、大陆智源科技（北京）有限公司、北京晶品特装科技股份有限公司、北京理工艾尔安全科技有限公司、北京立德共创智能机器人科技有限公司、北京中天锋安全防护技术有限公司、中国矿业大学、苏州融萃特种机器人有限公司、广州高新兴机器人有限公司、上海海神机器人科技有限公司、深圳航天龙海特智能装备有限公司、安徽相品智能科技有限公司、浙江机器人产业集团有限公司、三门峡市天康成套设备有限责任公司。

本文件主要起草人：李剑、梅涛、王军、高源、陈波、柏林、李满天、韩忠华、于明坤、王均春、刘海博、杨杰超、王甯、潘月、王恩、陈晓东、田富强。

特种巡逻机器人通用技术要求

1 范围

本文件规定了特种巡逻机器人的术语和定义、系统组成与分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志和说明等内容。

本文件适用于指导特种巡逻机器人的研制、生产、检验、使用等。

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 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 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
 GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
 GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 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 30976.1 工业控制系统信息安全 第1部分：评估规范
 GB/T 30976.2 工业控制系统信息安全 第2部分：验收规范
 GA/T 1776—2021 警用机器人系统通用技术要求
 JB/T 14111—2020 电力场站巡检机器人通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特种巡逻机器人 special patrol robot

协助或替代人在危险、恶劣、有毒有害等特殊环境进行巡逻、巡检工作的机器人的统称。

4 系统组成与分类

4.1 系统组成

特种巡逻机器人系统由监测系统、机电驱动系统、控制系统、导航定位系统、防护系统、电源系统、通信系统、人机交互系统和其他相关系统组成。

4.2 分类

4.2.1 按行走机构

按行走机构分类，一般分为：

- a) 轮式机器人：利用轮式机构实现移动的机器人；

b) 履带式机器人：利用履带机构实现移动的机器人。

4.2.2 按应用地点

按应用地点分为：

- a) 室内巡逻机器人：在室内执行巡逻、巡检任务的机器人；
- b) 室外巡逻机器人：在室外执行巡逻、巡检任务的机器人。

5 技术要求

5.1 使用条件

机器人在以下环境条件下应能正常工作：

- a) 环境温度：-20℃~50℃；
- b) 相对湿度：5%~95%。

注：特殊环境情况下，其环境条件可与用户另行商定提出。

机器人在以下环境条件下应能正常储存：

机器人设备长时间停放时，请注意务必将机器人存放于清洁、通风、无腐蚀性气体的仓库内，且仓库要保持一定的温湿度，具体要求如下：

- a) 环境温度：-5~30℃；
- b) 相对湿度：20%~75%。

如无法提供良好的仓库储存环境，请为机器加盖挡雨罩或雨披，避免长期的高温、阴雨天气造成机器零部件生锈等情况。

另外，在设备长期存放情况下也请每月定期将其开到室外，对其进行充电操作，以延长电池使用寿命。

5.2 外观要求

机器人整机应外观美观整洁，外壳表面应有保护涂层或防腐设计，不应有伤痕、毛刺、锈蚀等缺陷，各零部件应完好，联结紧固。

5.3 功能要求

5.3.1 运动功能

具备以下功能：

- a) 通过轮式、履带式底盘等进行驱动行进，实现启动、停止、转向等运动控制功能；
- b) 具备自主导航定位功能，运用视觉导航、激光导航等方式，通过自带的传感器和对周围环境的感知进行自主定位，同时构建周围环境地图，进行路径规划；
- c) 具备障碍物检测功能，配备检测装置，全方位检测障碍物，发现障碍物时应停止或绕行；
- d) 具备急停保护功能，配备急停装置，置于特种巡逻机器人本体明显且易操作的位置，清晰标示，在巡逻、巡检过程中出现跌落、失速等紧急异常情况时应急停，触发时应伴随声光报警，经人工确认复位后可恢复工作。

5.3.2 监测功能

具备以下功能：

- a) 在巡逻、巡检过程中，通过自带的可见光摄像机、红外热成像仪、声音采集等监测设备，对视频、音频、数据等信息进行采集监测；
- b) 通过自带的环境监测设备和传感器，对巡逻、巡检现场有害气体、温湿度等情况进行监测识别；
- c) 通过音视频监测等方式，对现场人员、设备、环境等异常情况进行识别；
- d) 将以上异常情况进行报警，同时将信息进行存储并上传系统后台。

5.3.3 自检功能

具备以下功能：

- a) 机器人应具备自检功能，应对自身电量、运行情况等进行实时监测；
- b) 配置状态指示灯，正常状态时显示绿色，异常状态时显示黄色，危险状态时显示红色；
- c) 自检出现异常情况或故障时应立即发出报警信息并上传系统后台。

5.3.4 管控功能

通过遥控、自主两种控制方式执行运动指令。

5.3.5 通信功能

采用无线公网、自组网等通信方式，与系统后台进行双向信息交互传输。

5.3.6 自主充电功能

机器人应具备自主充电功能，能与机器人充电设备配合完成自主充电。

5.3.7 人机交互功能

具备以下功能：

- a) 机器人本体或遥控装置屏幕应能显示工作状态、运行情况等信息；
- b) 通过自带的语音模块，基于系统预设内容替代人进行信息播报或语音交互。

5.4 性能要求

5.4.1 行进速度

在水平地面上的最大行进速度应满足：

- a) 轮式机器人不小于 1.2m/s；
- b) 履带式机器人不小于 1m/s。

5.4.2 越障能力

越障能力应符合以下要求：

- a) 轮式机器人越障高度不低于 5cm；
- b) 履带式机器人越障高度不低于 25cm。

5.4.3 爬坡能力

爬坡能力应符合以下要求：

- a) 轮式机器人爬坡坡度不低于 15° ；
- b) 履带式机器人爬坡坡度不低于 30° 。

5.4.4 涉水能力

室外巡逻机器人涉水深度不低于 10cm。

5.4.5 连续运动工作时间

单次充电，连续运动工作时间应符合：

- a) 轮式机器人不低于 6h；
- b) 履带式机器人不低于 4h。

注：特殊环境情况下，另行提出。

5.4.6 可见光性能要求

上传视频分辨率应不小于1080p，最小光学变焦倍数为4倍。

5.4.7 可视范围要求

可视范围应达到水平 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ，俯仰角 $-45^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

5.4.8 音视频存储时间

音视频采集内容可存储和上传，存储于特种巡逻机器人本体的时间 $\geq 24h$ 。

5.4.9 定位精度要求

定位误差应不大于 $\pm 5cm$ 。

5.5 信息安全性要求

系统数据传输时应采用必要的安全措施，信息安全应符合 GB/T 30976.1 的要求。

5.6 环境适应性要求

5.6.1 低温要求

机器人应能通过 GB/T 2423.1—2008 规定的低温试验，试验温度为 $-20^{\circ}C$ ，试验时间为 2h。

5.6.2 高温要求

机器人应能通过 GB/T 2423.2—2008 规定的高温试验，试验温度为 $50^{\circ}C$ ，试验时间为 2h。

5.6.3 交变湿热要求

机器人应能承受 GB/T 2423.4—2008 规定的交变湿热试验，高温温度为 $50^{\circ}C$ ，循环次数为 2 次。

5.7 电磁兼容性要求

5.7.1 工频磁场抗扰度

机器人应能通过 GB/T 17626.8—2006 规定的工频磁场抗扰度试验。

5.7.2 静电放电抗扰度

机器人应能通过 GB/T 17626.2—2018 规定的静电放电抗扰度试验。

5.7.3 射频电磁场辐射抗扰度

机器人应能通过 GB/T 17626.3—2016 规定的射频电磁场辐射抗扰度试验。

5.8 防护性能要求

整机防护性能应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP55 要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验环境

应满足以下条件：

- a) 环境温度：20℃~30℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

6.1.2 试验机器人

应满足以下条件：

- a) 整机装备齐全，并按规定充满电；
- b) 组装完好，调试完毕，处于可正常使用时的状态；
- c) 若试验整机上安装测试仪器，应尽量减少对机器人的影响。
- d) 保证网络情况良好。

6.1.3 试验场地

试验场地应满足以下条件：

- a) 在平整硬质道路进行试验，地面不应有明显的起伏、坑洼或障碍物，以确保机器人能够稳定地移动和执行任务；
- b) 在试验道路上设置测试区，测试区两端有足够长的助行区域和保证安全停车的辅助区域。

6.2 外观检查

目测及手动检查机器人外观质量，应满足5.2的规定。

6.3 功能试验

6.3.1 运动功能试验

分别在自主模式和遥控模式下启动机器人，设定运动路线等信息，按以下方法进行试验：

- a) 目测其是否能实现启动、停止、转向等运动控制功能；
- b) 设定 30m 的测量区间，预先标定导航轨迹，观察其是否能按照预设路线行进；
- c) 放置障碍物，观察其是否能够发现障碍物并停止或绕行；
- d) 操作急停装置，看是否能紧急停止并伴随声光报警。

6.3.2 监测功能试验

在试验场地内进行巡逻、巡检试验，判断机器人监测到的视频、音频、数据等信息是否能够实时上传至系统后台，并根据预设信息进行识别，监测到异常状况时，观察其是否能报警并语音提示。

6.3.3 自检功能试验

按以下步骤进行试验：

- a) 将机器人准备完毕，放置在准备区域指定位置；
- b) 机器人正常工作状态下，断开任一驱动模块、监测设备、遥控装置等电源或信号，观察其是否报警提示，将异常或故障信息上传系统后台，状态指示灯进行相应状态显示；
- c) 将电源系统阈值设置不足电量，进行电池模块的自检，并观察其是否有报警提示，将异常或故障信息上传系统后台，状态指示灯进行相应状态显示。

6.3.4 管控功能试验

通过遥控、自主两种控制方式执行运动指令，机器人应能根据命令执行启停、行走、后退、转向、拍照等任务。

6.3.5 通信功能试验

按以下步骤进行试验：

- a) 通过系统后台向机器人下达运行指令，观察机器人是否接收指令，并准确执行；
- b) 遥控机器人采集图像、语音、数据等信息，判断机器人是否按照指令采集信息并上传至系统后台。

6.3.6 自主充电功能试验

在离充电桩一定距离时，启动机器人自主充电指令，观察机器人是否自动行驶到充电桩附近，并与充电设备配合完成充电。

6.3.7 人机交互功能试验

观察机器人本体或遥控装置屏幕是否显示工作状态、运行情况等信息，按机器人系统内预设内容，观察其是否能进行信息播报或语音交互。

6.3.8 防跌落功能实验

将机器人自主巡逻、巡检路线设置在台阶处，机器人自主导航过程中，到达台阶附近时，观察机器人是否具备防跌落功能，检测到台阶后自动停止前进。

6.3.9 防碰撞（避障）功能实验

机器人巡逻、巡检状态下，在其行进路线上摆放相应障碍物，观察机器人是否绕行或停止前进，若机器人停止前进，再观察其是否发出报警提示。

机器人在非巡逻、巡检状态下，捏其防撞梁观察机器人是否发出报警提示。

6.4 性能试验

6.4.1 行进速度试验

按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地内设定 30m 的测量区间，预先标定导航轨迹，标出始端线和终端线；
- b) 操控机器人使其按最大速度直线驶过始端线和终端线，记录所用时间，计算行进速度；
- c) 上述试验不得少于 3 次，计算平均速度，判断试验结果是否符合要求。

6.4.2 越障试验

按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地上布置越障试验装置，宽度应大于机器人的宽度；
- b) 越障试验装置的高度：轮式机器人为 5cm，履带式机器人为 25cm。
- c) 机器人正对越障试验装置，停在越障试验装置前沿；
- d) 操作机器人直行，使其越过越障试验装置，试验重复进行 3 次，判断试验结果是否符合要求。

6.4.3 爬坡试验

按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地上布置爬坡试验装置，爬坡长度不小于 5m；
- b) 爬坡试验装置的坡度：轮式机器人为 15°，履带式机器人为 30°；
- c) 机器人正对试验装置的斜坡坡道，停在斜坡前沿；
- d) 操作机器人直行，使其行走至爬坡试验装置上，再从坡道行走至坡底，试验重复进行 3 次，判断试验结果是否符合要求。

6.4.4 涉水试验

室外巡逻机器人按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地上布置涉水试验区，水槽长度不小于 5m，水位深度为 10cm；
- b) 静态测试：将机器人通电静止涉水持续 10 分钟后，机器人应能正常运行；
- c) 动态测试：轮式机器人在水中以 1.2m/s，履带式机器人以 1m/s 的速度分别来回行驶，应能正常运行。

6.4.5 防跌落试验

按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地上布置防跌落（台阶）试验装置，宽度应大于机器人的宽度；
- b) 防跌落能力试验要求：机器人在台阶前停止行进。
- c) 机器人正对防跌落试验装置，停在防跌落试验装置前沿；
- d) 开启机器人自主导航，观察其是否停止在防跌落试验装置前，试验重复进行 3 次，判断试验结果是否符合要求。

6.4.6 防碰撞（避障）试验

按以下步骤进行试验：

- a) 在试验场地上布置防碰撞（可用垃圾桶等障碍物）试验装置；
- b) 防碰撞（避障）能力试验要求：机器人绕过障碍物或在障碍物前停止行进。
- c) 机器人正对防碰撞（避障）试验装置，绕过防碰撞试验装置或停在防碰撞试验装置前沿；
- d) 开启机器人自主导航，观察其是否绕过防碰撞试验装置或停止在防碰撞试验装置前，试验重复进行 3 次，判断试验结果是否符合要求。

6.4.7 连续运动工作时间试验

机器人充满电，按照自主模式运行，记录机器人从开始运行到电池电量不足报警的时间，判断机器人的连续运动工作时间是否符合要求。

6.4.8 可见光性能试验

机器人执行可见光巡逻、巡检任务，使用可见光相机最大和最小变焦分别拍摄照片并上传，检查分辨率和变焦倍数，判断检验结果是否符合要求。

6.4.9 可视范围试验

机器人执行巡逻、巡检任务，调整其最大可视范围，通过角度仪进行测算，判断检验结果是否符合要求。

6.4.10 音视频存储时间试验

机器人执行巡逻、巡检任务采集音视频内容，检查其是否可存储并上传，于24h后查看是否仍存储于机器人本体，判断检验结果是否符合要求。

6.4.11 定位精度试验

按以下步骤进行试验：

- a) 设定机器人自主行走路线，预设目标点位置和运动速度；
- b) 机器人按预设路线自主行走，运行到目标点位置停止，停止后测量机器人实际停止位置与目标位置的偏差值。

6.5 信息安全性试验

应按 GB/T 30976.2 的规定进行试验；对控制设备进行测试，边界防护设备安全、系统安全、系统性能、网络连接、应急预案等应符合 GB/T 30976.1 的要求。

6.6 环境适应性试验

6.6.1 低温试验

按照 GB/T 2423.1—2008 规定的试验要求和试验方法进行试验，机器人达到试验温度 -20°C 后保持2h，试验期间和试验后应能正常工作。

6.6.2 高温试验

按照 GB/T 2423.2—2008 规定的试验要求和试验方法进行试验，机器人达到试验温度 50°C 后保持2h，试验期间和试验后应能正常工作。

6.6.3 交变湿热试验

按照 GB/T 2423.4—2008 规定的试验要求和试验方法进行试验，试验温度为 50°C ，循环次数为2次，试验期间和试验后机器人应能正常工作。

6.7 电磁兼容性试验

6.7.1 工频磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.8—2006 的规定进行工频磁场抗扰度试验，试验期间和试验后机器人应能正常工作。

6.7.2 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2—2018 的规定进行静电放电抗扰度试验，试验期间和试验后机器人应能正常工作。

6.7.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照GB/T 17626.3—2016的规定进行射频电磁场辐射抗扰度试验，试验期间和试验后机器人应能正常工作。

6.8 防护性能试验

防护性能试验分为防尘试验和防水试验。试验应分别按GB/T 4208—2017规定的试验要求和试验方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

型式检验一般在产品设计定型时进行，正常生产后，产品的结构设计、工艺、元器件及材料有重大改变，可能影响产品的重要性能，使原来的试验结论不再有效时，也应进行型式检验。

7.3 出厂检验

每台机器人必须由制造商的检验部门进行出厂检验，检验项目逐个进行，全部检验项目检验合格，附产品合格证后方可出厂。

7.4 检验项目

按照表1的规定执行。

表1 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验	
1	外观检查	5.2	6.2	●	●	
2	功能试验	运动功能试验	5.3.1	6.3.1	●	●
3		监测功能试验	5.3.2	6.3.2	●	●
4		自检功能试验	5.3.3	6.3.3	●	●
5		管控功能试验	5.3.4	6.3.4	●	●
6		通信功能试验	5.3.5	6.3.5	●	●
7		自主充电功能试验	5.3.6	6.3.6	●	●
8		人机交互功能试验	5.3.7	6.3.7	●	●
9	性能试验	行进速度试验	5.4.1	6.4.1	●	●
10		越障试验	5.4.2	6.4.2	●	●

表1 检验项目（续）

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

11		爬坡试验	5.4.3	6.4.3	●	●
12		涉水试验	5.4.4	6.4.4	●	●
13		连续运动工作时间试验	5.4.5	6.4.5	●	●
14		可见光性能试验	5.4.6	6.4.6	●	●
15		可视范围试验	5.4.7	6.4.7	●	●
16		音视频存储时间试验	5.4.8	6.4.8	●	●
17		定位精度试验	5.4.9	6.4.9	●	●
18		信息安全性试验		5.5	6.5	●
19	环境适应性试验	低温试验	5.6.1	6.6.1	●	-
20		高温试验	5.6.2	6.6.2	●	-
21		交变湿热试验	5.6.3	6.6.3	●	-
22	电磁兼容性试验	工频磁场抗扰度	5.7.1	6.7.1	●	-
23		静电放电抗扰度	5.7.2	6.7.2	●	-
24		射频电磁场辐射抗扰度	5.7.3	6.7.3	●	-
25	防护性能试验		5.8	6.8	●	-
注：“●”表示需检验的项目，“-”表示不需检验的项目。						

8 标志和说明

8.1 产品标志

标志应固定在机器人的明显位置上，至少包括产品名称、型号、生产厂商、生产日期或编号、额定电压、产品执行标准等。

8.2 使用说明书

使用说明书应包含主要功能、结构组成、适用范围、安装和使用方法、维护保养、注意事项及售后服务信息等内容。