

团 体 标 准

T/ZSRA 003—2024

特种四足机器人本体通用技术要求

General technical requirements for special quadruped robot ontology

2024-12-10发布

2024-12-10实施

中关村融智特种机器人产业联盟 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 5

6 检验规则 9

7 标志和说明 9

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。

本文件由中关村融智特种机器人产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中关村融智特种机器人产业联盟、杭州云深处科技有限公司、公安部第一研究所、应急管理部上海消防研究所、杭州智元研究院有限公司、中国矿业大学、山东优宝特智能机器人有限公司、伽利略（天津）技术有限公司、智瞰深鉴（北京）科技有限公司、七腾机器人有限公司、重庆凯瑞机器人技术有限公司、北京晶品特装科技股份有限公司、齐齐哈尔雄鹰警用器材有限公司、北京立德共创智能机器人科技有限公司。

本文件主要起草人：朱秋国、王军、李贻斌、李剑、徐琰、吴其军、范永、孟非、赵彬、朱冬、李鹏、彭月秋、吴琳、潘月、陈晓东、王振宇。

特种四足机器人本体通用技术要求

1 范围

本标准规定了特种四足机器人本体的通用技术要求、适应性要求、试验方法、检测规则及标志和说明要求。

本标准适用于军警、应急、特殊民用（如电力、石油、石化、矿业等）领域应用的特种四足机器人本体，不适用于消费、娱乐等领域应用的四足机器人。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。其中，标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本标准；不标注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

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 17626.11-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品基本环境试验 第2部分：试验方法试验A：低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品基本环境试验 第2部分：试验方法试验B：高温

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

四足机器人

四足机器人是利用四条腿型机构（含衍生形态）实现运动的移动机器人。

3.2

特种四足机器人

特种四足机器人特指军警、应急、特殊民用（如电力、石油、石化、矿业等）领域应用的四足机器人（以下简称机器人）。

机器人包含机器人本体及机器人业务模块。

3.3

机器人本体

机器人中除去跟具体业务场景任务执行相关的业务模块（软硬件）后负责机器人整体运动的机械电子系统（以下简称机器人本体）。

3.4

机器人业务模块

机器人中除去机器人本体后与执行具体行业级任务相关的软硬件模块（以下简称业务模块）。

3.5

业务接口（软硬件）

机器人本体具备的加装业务模块所需要的软硬件接口。

3.6

额定负载

在满足正常运行（额定续航、额定速度）情况下作用于机器人本体且不会使机器人性能降低的最大负载。

3.7

额定速度

机器人本体满足正常运行（额定续航、额定负载）情况下设定的速度。

3.8

可攀爬楼梯高度

机器人本体在额定负载下所能攀爬连续楼梯（不少于十级楼梯）的单级楼梯高度。

3.9

可攀爬斜坡坡度

机器人在额定负载下能够完成上坡和下坡的斜坡坡度。

3.10

续航时间

3.10.1

空载续航时间

机器人在无负载的条件下，能够在额定速度下持续正常行走的时间。

3.10.2

额定负载续航时间

机器人在额定负载的条件下，能够在额定速度下持续正常行走的时间。

3.11

防护等级

按标准GB/T 4208-2017规定的检验方法, 确定外壳对人接近危险部件、防止固体异物进入或水进入所提供的保护程度。

4 技术要求

4.1 外观要求

机器人外观应符合以下要求：

- a) 表面不应有明显的凹痕、划伤。
- b) 表面应色泽均匀，不应有起泡、龟裂、脱落和磨损现象。
- c) 金属零部件不应有锈蚀。
- d) 应有标签或产品铭牌。
- e) 应有涉及安全相关的明确警示标志。

4.2 结构要求

机器人结构应符合以下要求：

- a) 应布局合理，装配方便，易于维修保养。
- b) 零部件配合可靠，紧固部分无松动，活动部位润滑良好；减震可靠。
- c) 不能有造成危险的锐边或棱角。
- d) 开关、按钮等装置的位置合理、操作方便。
- e) 机器人布置的电气线路应排列整齐、固定牢靠、走向合理，便于安装、维护，并用醒目的颜色和标志加以区分。

4.3 功能要求

4.3.1 运动功能

机器人本体具备通过遥控方式或自主方式实现机器人本体的启动、前进、侧移、转向、停止及其它特殊动作的功能。

4.3.2 通信功能

机器人本体应具备通信功能（无线或有线），能与控制端或后台进行通讯。

4.3.3 接口功能

机器人本体需具备对外的业务接口（软硬件），包括但不限于固定接口、电气接口（电源接口、通讯硬件接口）、软件接口等。

4.3.4 自检功能

机器人本体应具备自检功能，对自身电量、运行状态、异常及故障情况进行实时监控，能够按需上报。

4.3.5 状态显示功能

机器人本体可显示或通过终端显示或播报工作状态、运行情况等信息。

4.3.6 运行记录功能

机器人本体当前及最近的工作状态应能在日志中显示。

4.3.7 安全性要求

4.3.7.1 紧急停止功能

机器人本体需具备在运行中因特殊情况（涉及人身安全、环境安全或业务安全等）而接受终止命令（自动触发或人工触发）紧急停止移动及相应业务的功能，具体停止策略可根据不同机器人本体情况及业务场景情况进行定义。

4.3.7.2 停/避障功能

机器人应具备停/避障功能，在移动过程中遇障碍物时能自动进行停止移动或绕过障碍物动作，具体停/避障检测范围及应对策略需根据不同机器人本体情况及业务场景情况进行定义。

4.3.7.3 异常处理机制

在自检功能检测到有异常情况下时，机器人应具备保证人身安全、环境安全、业务安全的异常处理机制，具体机制规则根据不同机器人本体情况及业务场景情况进行定义。

4.4 性能要求

4.4.1 额定负载

根据机器人本体的实际情况，额定负载通用要求分为几档：

- a) 不小于20kg；
- b) 20kg以下不小于10kg；

c) 10kg以下不小于5kg。

具体负载能力以业务相关的行业标准及产品设计为准，根据业务需要可有差异化设计。

4.4.2 额定速度

机器人的额定速度通用要求为1.0m/s，具体以满足业务作业需求及设计为准，可有差异化设计。

4.4.3 原地转向

机器人本体应能支持原地转向。

4.4.4 非平地运动性能

机器人需具备的非平地运动特性，以下为通用要求，根据业务需要可有差异化设计：

- a) 可连续攀爬楼梯高不低于18cm；
- b) 可攀爬斜坡角不低于30°；
- c) 可跨沟壑不低于30cm；
- d) 可在草地、沙石地、泥地等特殊地形行走；
- e) 可涉水深度不低于30cm。

4.4.5 续航能力

机器人本体的空载续航时间通用要求 $\geq 4h$ ，机器人的额定负载续航时间通用要求 $\geq 2h$ 。根据业务需要可有差异化设计。

4.4.6 防滑能力

机器人本体在相应作业场景内移动时不应发生打滑摔倒。

4.5 电磁兼容性要求

机器人本体应能满足以下电磁兼容通用要求，若具体作业场景对电磁防护有特殊需求的，应遵循具体行业标准。

4.5.1 静电放电抗扰度

机器人应能承受GB/T 17626.2-2018规定的静电放电抗扰度试验。

4.5.2 射频电磁场辐射抗扰度

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

4.5.3 工频磁场抗扰度

机器人应能承受GB/T 17626.8-2006规定的工频磁场抗扰度试验。

4.6 外壳防护性能

需要进行室外作业的机器人外壳防护等级应满足GB/T 4208-2017中规定的IP54的要求。根据业务需要可有差异化设计。

4.7 环境适应性要求

机器人应满足其具体作业行业场景所要求的温度、湿度、酸碱度等环境适应性的正常工作的能力。

其中：高温满足GB/T 2423.2—2008的高温试验、低温满足GB/T 2423.1—2008的低温试验、湿热满足GB/T 2423.2—2006的湿热试验，其它环境适应性根据具体作业要求满足相应的行业规范。

5 试验方法

5.1 外观检查

在良好的光线条件下，目测检查机器人外观应符合4.1中的外观要求。

5.2 结构检查

在良好的光线条件下，目测检查机器人结构应符合4.2中的结构要求。

5.3 功能试验

5.3.1 运动功能

通过遥控模式或自主模式启动机器人本体，根据操作指导操作，观察机器人是否能实现包括：前进、侧移、转向、停止及其它特殊动作的功能。

5.3.2 通讯功能

按以下步骤进行试验：

- a) 通过遥控终端或系统后台向机器人本体下达运动指令，观察机器人是否接受指令并准确执行；
- b) 检查机器人是否能按照指令，将自身或采集到的信息上传至遥控终端或系统后台。

5.3.3 业务接口功能

检查机器人本体的接口是否能够正常接入对应外接业务模块并正常运行。

5.3.4 自检功能

按以下步骤进行试验：

- a) 将机器人本体准备完毕，放置在准备区域；
- b) 确认机器人本体处于正常状态下，模拟异常或故障情况，例如断开任一驱动模块、检测设备、遥控装置等电源或信号，检查是否报警提示，将异常或故障信息上传遥控终端或系统后台；
- c) 使电源电量低于系统阈值，检查是否有报警提示，将异常或故障信息上传遥控终端或系统后台，并有状态指示灯进行相应状态显示。

5.3.5 状态显示功能

检查机器人本体是否能显示或通过终端显示或播报工作状态、运行情况等信息。

5.3.6 运行记录功能

检查是否可通过机器人本体遥控终端、后台系统、或连接机器人本体主机，查阅到日志，显示机器人本体当前及最近的工作状态。

5.3.7 安全性功能

5.3.7.1 紧急停止功能

检查机器人本体是否具备紧急停止功能，能在正常运行中根据设计规则响应终止命令。

5.3.7.2 停/避障功能

- a) 机器人正常运行；
- b) 在机器人行驶路径上布置障碍物；
- c) 检查机器人是否在障碍物前停止或绕行。

5.3.7.3 异常处理机制

检查机器人本体在检测到异常参数时，是否根据设计好的规则进行处理。

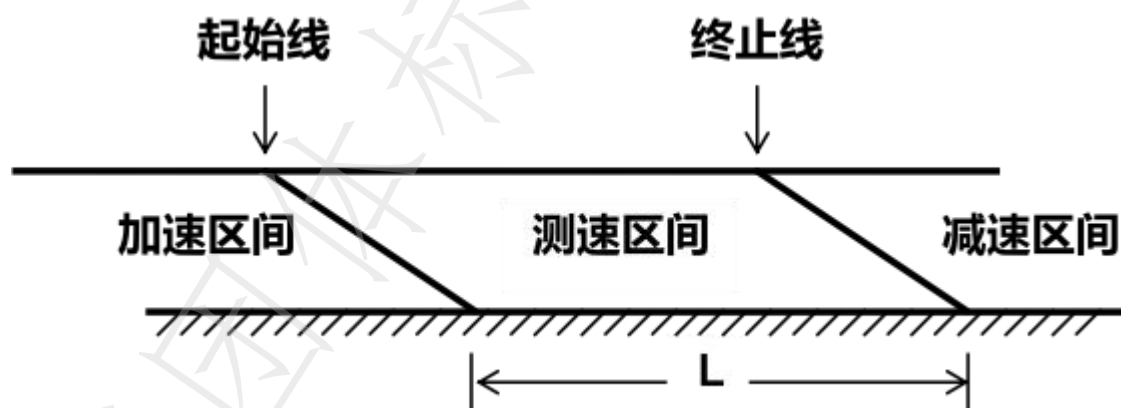
5.4 性能检测

5.4.1 额定负载

机器人本体搭载额定值的负载，在正常工况下运行，检查机器人是否能够正常工作。

5.4.2 额定速度

- a) 布置长度为 L 的测速区间， L 不小于5倍的机器人本体最大身长；
- b) 在测速区间前后各布置供机器人充分加速的加速区间与安全停止的减速区间，并在测速区间前后布置起始线与终止线；
- c) 运行机器人充分加速后移动通过测速区间，记录机器人通过测速区间的时间 t ，通过 L/t 根据计算机器人通过测速区间的平均速度；
- d) 重复测试3次，取平均值作为测试结果，对比是否符合额定速度要求。



5.4.3 原地转向

机器人以机身中心为轴，进行原地转向，试验结果应符4.4.3中的规定要求。

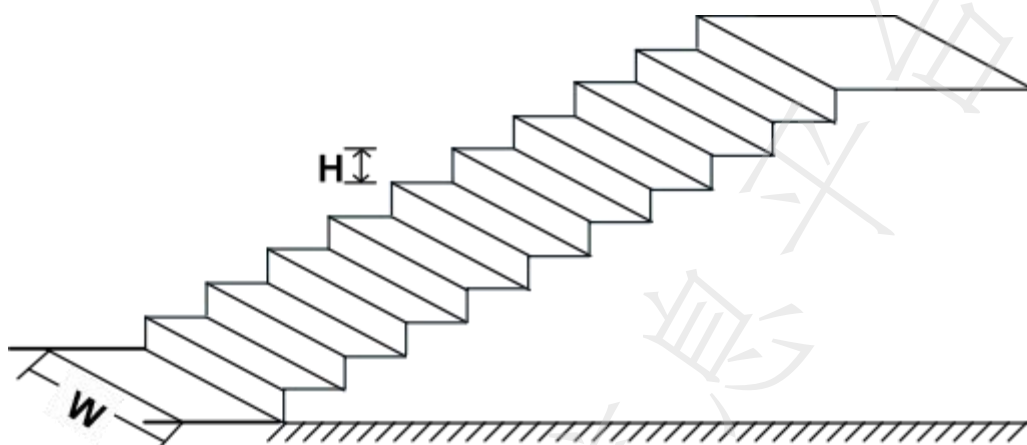
5.4.4 非平地运动性能

对加装好业务模块后的机器人进行如下通用要求试验，如因业务需要有进行差异化设计的以实际设计标准为准：

5.4.4.1 攀爬楼梯

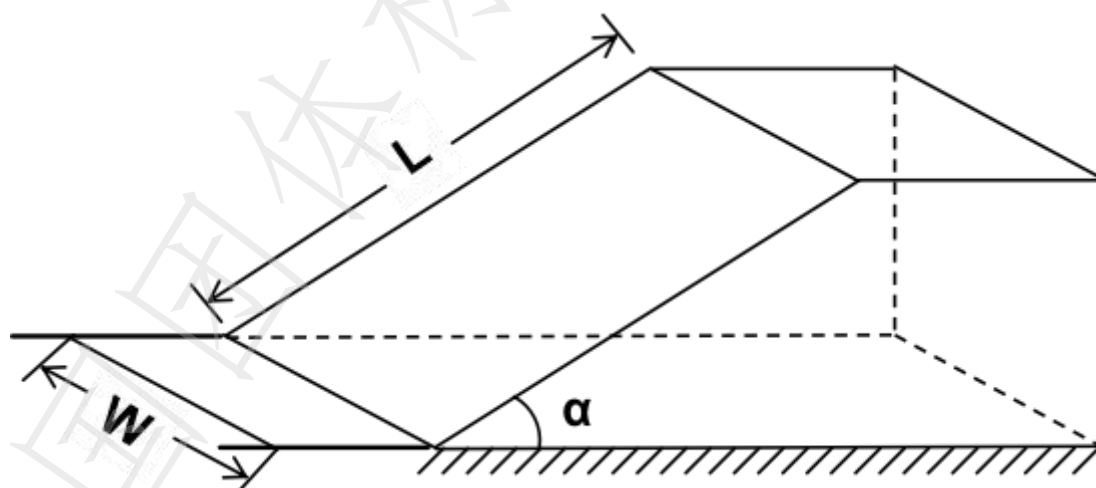
- a) 在试验场地布置楼梯台阶，台阶宽度 W 应不小于机器人身宽的两倍；
- b) 楼梯至少设置有10个台阶，每个台阶高度为 H ，台阶高度不低于18cm；
- c) 操作机器人进行前进/后退运动，使其爬上全部台阶后并走下，记为1次试验；

d) 试验重复进行5次，5次全部通过则认为合格。



5.4.4.2 攀爬斜坡

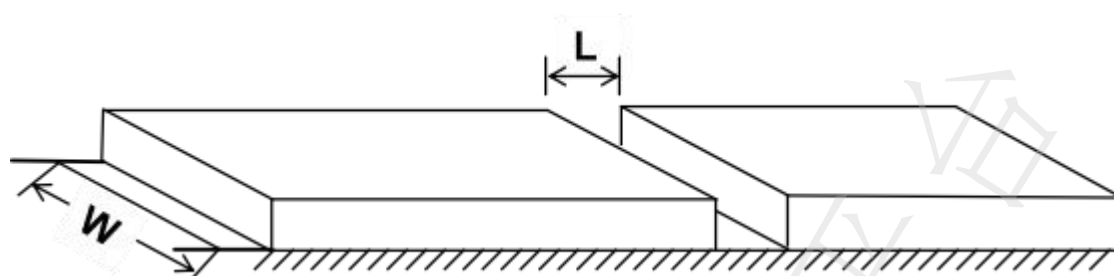
- a) 选择坡宽 W 应不小于机器人身宽的两倍，坡长 L 不小于机器人身长五倍的斜坡进行爬坡能力试验；斜坡坡度为 α ，坡度 α 不低于 30° ；
- b) 操作机器人进行前进/后退运动，使其从坡底行走至坡顶并从坡顶原路退回至坡底，记为1次试验；
- c) 试验重复进行5次，5次全部通过则认为合格。



5.4.4.3 跨越沟壑

应按如下步骤对加装好业务模块后的四足机器人进行试验：

- a) 选择一段平地道路，道路宽度 W 不小于机器人身宽的两倍，道路上有长 L 的沟壑， L 不小于30cm；
- b) 操作机器人在道路上进行前进，使其能顺利的全身通过沟壑，记为1次试验；
- c) 试验重复进行5次，5次全部通过则认为合格。



5.4.5 续航能力

5.4.5.1 机器人本体空载续航

机器人充满电后在正常工况下空载运行，直至机器人低电量预警或停止不动，记录空载运行时间，按如下步骤进行实验：

- 在模拟场地进行；
- 机器人空载进行循环运动(或遥控操作)；
- 启动机器人执行循环运动（或人为遥控操作），中间不允许充电；
- 根据试验结果判定是否符合4.4.5要求。

5.4.5.2 机器人有效负载续航

机器人充满电后在正常工况下搭载额定负载运行，直至机器人低电量预警或停止不动，记录额定负载运行时间，按如下步骤进行实验：

- 在模拟场地进行；
- 机器人加装所需作业模块，进行循环任务(或遥控任务)；
- 启动机器人执行循环任务（或人为遥控任务），中间不允许充电；
- 根据试验结果判定是否符合5.4.5要求。

5.4.6 防滑能力

目测机器人在相应作业场景地面行走时，是否有出现足底打滑摔倒现象。

5.5 电磁兼容性要求

5.5.1 静电放电抗扰度

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。

5.5.2 射频电磁场辐射抗扰度

按照GB/T 17626.3-2016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。

5.5.3 工频磁场抗扰度

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。

5.6 外壳防护性能

此项试验要求针对需要进行室外作业的机器人。

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

5.7 环境适应性要求

对于行业作业环境的温度、湿度、酸碱度等环境适应性特殊性要求的，机器人应根据具体行业所规定的测试要求和方法进行测试。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

6.2 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。另外，产品停产一年以上又重新恢复生产、出厂检测结果与上批产品检验有较大差异时，也应该进行型式检验。

6.3 出厂检验

- a) 每台四足机器人都应进行出厂检验，并由制造单位的整机测试部门负责实施，质量部门负责监督；
- b) 出厂检验的项目按产品技术要求项目进行规定；
- c) 出厂检验项目全部检验合格后，可取得产品合格证；
- d) 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，则视为不合格产品，不予以发给客户。

7 标志和说明

7.1 产品标志

机器人上应有清晰的标志，标志至少包含产品名称、型号、厂家、出厂日期或编号、产品执行标准等。

7.2 使用说明

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。