

CRIA 0002-2020 户外地面巡检机器人通用技术条件

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。

本文件由中国机器人产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：沈阳新松机器人自动化股份有限公司、中国科学院沈阳自动化研究所、深圳市优必选科技股份有限公司、东北大学、重庆德新机器人检测中心有限公司、福建省特种设备检验研究院、北京康力优蓝机器人有限公司、重庆鲁班机器人技术研究院有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、徐州市质量技术监督综合检验检测中心、中国科学院合肥物质科学研究院、重庆大学、清能德创电气技术（北京）有限公司、中科院重庆绿色智能技术研究院、沈阳新松数字驱动有限公司、沈阳吕尚科技有限公司、重庆邮电大学、工业和信息化部电子第五研究所、上海山速智能科技有限公司、沈阳智能机器人创新中心有限公司。

本文件主要起草人：杜振军、张锋、李志海、袁杰、姜杨、杨爽、郑耿峰、金利、林远长、郑旭、王勇、徐湛楠、李俊阳、张俊丰、王一皓、石世杰、吴青海、魏旻、刘文威、季剑雄、张诚、王洪阳、胡金涛、周思尧、袁博、谷旭。

户外地面巡检机器人通用技术条件

1 范围

本文件规定了户外地面巡检机器人的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于在园区、场区、矿区、林区等户外环境执行巡检工作的地面移动巡检机器人（以下简称机器人）。

本文件不适用于不具备自主导航和自主充电功能的巡检机器人。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 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 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 4208 外壳防护等级 (IP 代码)

GB/T 4768 防霉包装

GB/T 4857.23-2012 包装 运输包装件基本试验 第 23 部分: 随机振动试验方法

GB/T 4879 防锈包装

GB/T 5048 防潮包装

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分: 通用技术条件

GB/T 7403.1 牵引用铅酸蓄电池 第 1 部分: 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 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例

GB/T 22084.1 含碱性或其它非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封单体蓄电池 第 1 部分: 镉镍电池

GB/T 30426 含碱性或其它非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式锂蓄电池和蓄电池组

GB/T 37283 服务机器人 电磁兼容 通用标准 抗扰度要求和限值

GB/T 37284 服务机器人 电磁兼容 通用标准 发射要求和限值

GB/T 38124-2019 服务机器人性能测试方法

GB/T 38244-2019 机器人安全总则

GJB 889A 可靠性鉴定和验收试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 户外地面巡检机器人 outdoor ground inspection robot

采用人工遥控、半自主或自主运行模式, 用于户外指定区域的安全巡视、设

备检测等作业的地面移动巡检系统。

注：一般由移动平台、控制装置、探测装置、通信装置、监控装置、操控单元等组成。

4 分类

4.1 移动方式分类

按不同的移动方式划分为：

- a) 轮式机器人,通过轮子实现自身移动的机器人；
- b) 履带式机器人,通过履带实现自身移动的机器人；
- c) 其它机器人,通过除轮子或履带之外的方式实现自身移动的机器人。

4.2 按使用场所分类

按不同的使用场所划分为：

- a) 园区机器人；
- b) 场区机器人；
- c) 矿区机器人；
- d) 林区机器人；
- e) 其它使用场所机器人。

5 技术要求

5.1 结构及外观

整体外观和结构的要求如下：

- a) 整机外观整洁，连接线应固定牢靠，布局合理，不外露；
- b) 整机结构坚固，所有连接件、紧固件应有防松措施；
- c) 外壳表面应光洁、均匀，不应有伤痕、毛刺等其它缺陷，标识清晰；
- d) 外壳表面应有保护涂层或防腐设计；
- e) 电机、电池、支架等可更换部件应有一一对应的明显标识，以指示是否正确安装。

5.2 功能

5.2.1 可见光检测

机器人应具备可见光检测功能，能够对检测对象或区域等进行检测，并可将

图像实时上传至后台监控系统。

5.2.2 防碰撞功能

机器人应具备防碰撞功能。在自主行走过程中正面遇到障碍物时，应及时停止或绕行，且障碍物移除后应能恢复行走。一旦发生碰撞，机器人应能及时停止并发出报警。

5.2.3 防跌落

机器人应具备防跌落功能。机器人在运行过程中，碰到沟槽、无盖井口或下落台阶等情况时，应能及时停止并报警。

5.2.4 双向语音对讲

机器人应配备音视频采集和语音播放设备，可与后台监控系统实现音视频实时传输。

5.2.5 自主导航

机器人应具备自主导航功能。

5.2.6 自主充电

机器人应具备自主充电功能。巡检任务完成后或电池电量不足时能自动返回充电座充电。

5.2.7 状态指示

机器人应具备状态指示功能。可指示机器人巡检作业时的工作状态、充电状态及报警状态。

5.2.8 自检

机器人应具备自检功能。自检内容应包括电源、驱动、通信和检测模块等部件的工作状态，发生异常时应能够在本体上发出声光指示，并能上传信息。

5.2.9 异常报警

应具备电池电源异常、驱动异常、检测功能异常、信号传输异常等机器人异常报警功能。

5.2.10 巡检报告

每次巡检的结果数据应能自动形成巡检报告，并可自动上传至后台监控系统。

5.2.11 红外热成像检测

机器人宜配备红外热成像仪，能够对电缆接头、开关刀闸、处于黑暗处的人

员、设备的本体、导线和接头的温度进行采集，并能将红外图像及温度数据实时上传至后台监控系统。

5.2.12 噪声检测

机器人宜配备音频采集设备，能够采集设备或环境噪声，并能实时上传至后台监控系统。

5.2.13 气体检测

机器人宜配备气体探测设备，能够采集周边 10m 范围内，O₂、CO、CO₂、H₂S、CH₄、SF₆ 等气体的浓度，并能实时上传至后台监控系统。

5.2.14 环境信息采集

监控装置宜具备环境温度、湿度、风速、风向等环境信息采集功能。

5.2.15 夜间和雨天巡视

机器人宜具备夜间巡视和雨天巡视功能，并配备照明装置。

5.2.16 检测目标异常报警

机器人宜具备检测目标异常报警功能。例如读数异常、状态异常、密度超限等异常报警功能。

5.3 性能

5.3.1 最大速度

在水平地面上的最大速度应不小于产品标准限值。

5.3.2 制动距离

制动距离应不大于产品标准限值。

5.3.3 越障高度

机器人应具备越障能力，越障高度应不低于产品标准限值。

5.3.4 转弯宽度

最小转弯宽度应不大于其本身长度的 2 倍。

5.3.5 续航能力

电池一次充电续航能力不小于 4h。

5.3.6 电池性能

电池完成一次充电时间应不大于 4h。电池完全充放电 500 次后电池容量不小于 80%。

5.3.7 通信性能

机器人的遥控距离应不小于 1000m，工作应稳定可靠。

5.4 通用安全

机器人应符合 GB/T 38244-2019 中 4.2 的要求。

5.5 电气安全

5.5.1 接地电阻

充电设备接地电阻应不大于 0.1Ω 。

5.5.2 耐压强度

充电设备应满足以下要求：

- a) 电源输入和外壳间绝缘电阻不小于 $10 M\Omega$ ；
- b) 电源输入应能承受交流电压有效值 1500 V 持续 1 min 的耐电强度试验,无击穿、闪络及飞弧现象。

5.5.3 电池

机器人用蓄电池应符合 GB/T 7403.1、GB/T 22084.1、GB/T 30426 的规定。

5.6 电磁兼容

5.6.1 电磁抗扰度

机器人本体及配套充电设备应符合 GB/T 37283 的要求。

5.6.2 电磁发射

机器人本体及配套充电设备应符合 GB/T 37284 的要求。

5.7 环境适应性

5.7.1 气候环境适应性

机器人在表 1 规定的工作、贮存条件、风速条件下应能正常工作。

表 1 工作、贮存条件

环境条件	工作条件	贮存条件
环境温度	$-10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$
相对湿度	$\leq 93\%$ (55°C)	$\leq 90\%$ (65°C)
大气压力	$80 \text{ kPa}\sim 110 \text{ kPa}$	

5.7.2 机械环境适应性

机器人带包装模拟运输试验后，机器人结构及零件无损伤，无弯曲变形，紧固件无松动，并能正常运行。

5.8 外壳防护等级

外壳防护等级应不低于 IP55。

5.9 可靠性

应在产品标准中规定机器人可靠性指标平均故障间隔时间 (MTBF) 和平均修复时间 (MTTR)。一般 MTBF 不小于 6000h，MTTR 不大于 24h。

6 试验方法

6.1 结构及外观检查

按产品说明书目测检查外观、标识及结构。

6.2 功能检查

按产品说明书的描述检查各项功能。

6.3 性能试验

6.3.1 最大速度试验

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.1 规定试验。

6.3.2 制动距离试验

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.2 规定试验。

6.3.3 越障高度试验

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.5 规定试验。

6.3.4 转弯宽度试验

按 GB/T 38124-2019 中 5.1.6 规定试验。

6.3.5 续航能力试验

试验步骤如下：

- a) 机器人充满电后，按照说明书开启机器人，使机器人全部软件处于运行状态，运动部件按照说明书要求工作；
- b) 使机器人在 100 m 边长的正方形运行，直到它自动停止或不能重新启动，或者已经在寻找充电座，记录的由开始时间和结束时间计算出的持续运行时间为续航能力；

- c) 测试过程可以是手动模式、自动模式或者其它设定方式，使机器人从起点逆时针或者顺时针循环运行；
- d) 以上步骤重复三次，计算平均工作持续运行时间。

6.3.6 电池性能试验

按电池厂商规定的方法或电池标准进行试验。

6.3.7 通信性能试验

在 1000 m 距离外控制机器人前后左右运行以及执行各项功能，无卡顿、延迟现象发生。

6.4 通用安全试验

按 GB/T 16856 规定进行评估。

6.5 电气安全试验

6.5.1 接地电阻试验

按 GB/T 5226.1 的规定进行试验。

6.5.2 耐压强度试验

按 GB/T 5226.1 的规定进行试验。

6.6 电磁兼容试验

6.6.1 电磁抗扰度试验

机器人本体及配套充电设备应按 GB/T 37283 中规定的基础标准方法进行试验。

6.6.2 电磁发射试验

按 GB/T 37284 中规定的基础标准方法进行试验。

6.7 环境适应性试验

6.7.1 气候环境适应性试验

按 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.3 中规定的试验方法，按表 1 的温湿度指标进行试验。其中工作条件试验时间为 4 h，贮存条件试验时间为 8 h。

6.7.2 机械环境适应性试验

按 GB/T 4857.23-2012 附录 A 中公路运输推荐严酷水平 II 级进行随机振动试验，试验时间为 8 h。

6.8 外壳防护等级检查

按 GB/T 4208 中规定检查。

6.9 可靠性试验

按 GJB 889A 标准测试。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分出厂检验和型式试验。

型式试验应包括但不限于本标准规定的所有试验项目。出厂检验由机器人制造商自行规定。

7.2 型式试验

有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型，投运前；
- b) 正式投产后，因设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响机器人性能时；
- c) 出厂检验结果与型式试验有较大差异时；
- d) 国家技术监督机构或其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- e) 合同规定进行型式试验时。

8 标志、包装、运输和存储

8.1 标志

8.1.1 铭牌

每台装置必须有清晰的铭牌，铭牌按 GB/T 13306 制作，包含但不限于以下内容：

- a) 产品型号；
- b) 产品全称；
- c) 制造厂全称及商标；
- d) 重量；
- e) 外形尺寸；
- f) 出厂日期及编号。

8.1.2 包装箱标记

包装箱上应包含但不限于以下标记：

- a) 发货厂名、产品名称、型号；
- b) 设备数量；
- c) 包装箱外形及毛重；
- d) 包装箱外应有“防潮”、“小心轻放”、“不可倒置”等字样或标志。

8.2 包装

8.2.1 产品包装前的检查

包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。

包装箱内应附有装箱单、检验合格证明、使用说明书、专用工具及相关的随机文件。

包装材料应符合 GB/T 4768、GB/T 4879 和 GB/T 5048 的规定。

8.3 运输

产品应适用于陆运、空运、水（海）运，运输装卸按照包装箱上的标准进行操作。

8.4 存储

包装好的机器人应存贮在防雨避光的室内，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘雨雪的侵蚀。

贮存环境具体应满足下列各项条件：

- a) 贮存场地：仓库；
- b) 环境温度：-40 °C ~ 65 °C；
- c) 环境湿度：5% ~ 95%，无结露；
- d) 空气质量：无粉尘和腐蚀性气体。

参考文献

- [1] GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备 词汇