

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

地面废墟搜救机器人 通用技术条件

General specification of ground robot for search and rescue in ruins

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 分类和型号编码.....	2
4.1 分类.....	2
4.2 型号编码.....	2
5 技术要求.....	3
5.1 外观和结构.....	3
5.2 基本要求.....	4
5.3 移动性能.....	4
5.4 控制性能.....	4
5.5 作业性能.....	5
5.6 通信性能.....	5
5.7 安全保护性能.....	5
5.8 环境适应性.....	5
5.9 持续工作时间.....	5
5.10 可靠性要求.....	5
6 试验方法.....	5
6.1 外观与结构检验.....	5
6.2 移动性能试验.....	6
6.3 控制性能检查.....	10
6.4 作业性能试验.....	11
6.5 通信性能试验.....	12
6.6 安全保护性能检查.....	13
6.7 环境适应性试验.....	13
6.8 持续工作时间试验.....	13
6.9 可靠性.....	13
7 检验规则.....	13
7.1 检验分类.....	14
7.2 出厂检验.....	14
7.3 型式检验.....	14
7.4 出厂检验.....	14
7.5 型式检验.....	15

8	检验项目.....	15
9	标志、包装、运输、贮存.....	16
9.1	标志.....	16
9.2	使用说明书.....	16
9.3	包装.....	16
9.4	运输.....	16
9.5	贮存.....	16
附录 A (规范性附录)	检验目标.....	17
参考文献.....		18

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009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这些专利的责任。

本标准由全国特种作业机器人标准化工作组（SAC/SWG 13）提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

地面废墟搜救机器人 通用技术条件

1 范围

本标准规定了地面废墟搜救机器人的术语和定义、分类和型号编码、技术要求、试验方法、检验规则、检验项目、标志、包装、运输、贮存要求等内容。

本标准适用于能够在地面移动,进入建筑废墟环境,执行应急救援任务的地面废墟搜救机器人系统。

本标准不适用于飞行搜救机器人系统。

本标准不适用于爆炸性、核辐射、高温等特殊环境中使用的搜救机器人。

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 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 2423.8-1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法试验Ed:自由跌落

GB 2894-2008 安全标志及其使用导则

GB/T 4025-2010 人-机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器的编码规则

GB 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)

GB 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书总则

GB/T 11533-2011 标准对数视力表

GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16754-2008 机械安全、急停设计原则

GB/T 36321-2018 特种机器人 分类、符号、标志

JB/T 8896-1999 工业机器人验收规则

3 术语和定义

3.1

地面废墟搜救机器人 ground robot for search and rescue in ruins

进入建筑废墟环境,辅助和/或替代搜救人员执行应急救援任务的地面移动式机器人,一般由移动平台、控制装置、探测装置、辅助救援装置、通信装置、操控单元等组成。

3.2

移动平台 mobile platform

能使移动机器人实现运动的全部部件的组装件。

3.3

控制装置 control device

一套具有逻辑控制和动力功能的装置，能控制和监测机器人机械机构并与环境（设备和使用者）进行通信。（参照GB/T 12643-2013，控制系统）

3.4

探测装置 detection device

用于获取环境、人员等信息的装置。

3.5

辅助救援装置 assistant rescue device

给废墟内被困人员输送水、气、营养液、药品、工具等救援物资的装置。

3.6

通信装置 communication device

实现机器人本体与操控单元间信息传递的装置。

3.7

通行入口 entrance

机器人进出废墟的入口，包括但不限于倒塌建筑自然形成的入口、由救援队员建立的入口。

3.8

操控单元 operation control unit

通过操作员与机器人间的信息交互，实现操作、控制机器人的装置。

4 分类和型号编码**4.1 分类****4.1.1 按功能可分为：**

- a) 搜索型；
- b) 辅助救援型；
- c) 复合型。

4.1.2 按控制方式可分为：

- a) 遥控控制；
- b) 半自主控制；
- c) 自主控制。

4.1.3 按通信方式可分为：

- a) 有线通信；
- b) 无线通信；

c) 有线无线兼容。

4.2 型号编码

地面废墟搜救机器人编码规则符合GB/T（特种机器人 分类、符号与标志）的规定。型号编码由企业代号、名称代号、行业代号、空间代号、运动方式代号、功能代号、产品特征代号和设计代号组成。型号编码机构见图1。

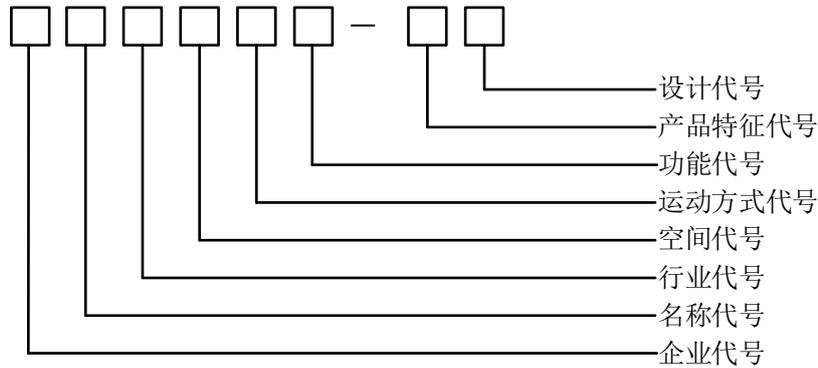


图1 型号编码结构

其中，名称代号、行业代号、空间代号、功能代号分别为“TZ”、“HQT”、“DM”、“SJ”。产品特征代号由6位字母组成，表示细分功能分类代号、控制方式分类代号和通信方式分类代号，分别见表1、表2、表3。

表1 细分功能分类代号

类型	中文拼音	符号基础
搜索型	Sou Suo	SS
辅助救援型	Fu Zhu Jiu Yuan	FJ
复合型	Fu He	FH

表2 控制方式分类代号

类型	中文拼音	符号基础
遥控控制	Yao Kong	YK
半自主控制	Ban Zi Zhu	BZ
自主控制	Zi Zhu	ZZ

表3 通信方式分类代号

类型	中文拼音	符号基础
有线通信	You Xian	YX
无线通信	Wu Xian	WX
有线无线兼容通信	Jian Rong	JR

示例：可变形地面废墟搜索机器人，履带式，遥控控制，无线通信，为设计原型，其型号为：（企业代号）TZDMLDSJ-SSYKWX01。

5 技术要求

5.1 外观和结构

地面废墟搜救机器人外观和结构应符合：

- a) 表面应无裂缝、明显的凹痕和变形，不应存在有损结构强度的质量缺陷；
- b) 金属零件不应有锈蚀；
- c) 所有连接件、紧固件均应有防脱落措施。

5.2 基本要求

地面废墟搜救机器人的基本要求见表4。

表4 基本要求

功能		搜索型	辅助救援型	复合型
移动		▲	▲	▲
控制		▲	▲	▲
作业功能	环境信息获取	▲	▲	▲
	生命搜索	▲		▲
	辅助救援		▲	▲
通信		▲	▲	▲
安全保护	操作安全	▲	▲	▲
	异常报警	▲	▲	▲
环境适应性	耐温、耐湿	▲	▲	▲
	防尘、防水	▲	▲	▲
	自由跌落	▲	▲	▲
持续工作时间		▲	▲	▲
可靠性		▲	▲	▲
注：▲表示该分类机器人应配置的功能				

5.3 移动性能

地面废墟搜救机器人进入废墟最大通行入口尺寸为0.4 m（宽）×0.4 m（高）。

通行入口尺寸小于0.1 m（宽）×0.1 m（高）时，机器人最小进入距离大于5 m。

通行入口尺寸大于0.1 m（宽）×0.1 m（高）时，机器人移动性能要求满足表5条件。

表5 移动性能要求

移动性能参数	要求
行走速度	不小于 0.2 m/s
越障高度	不小于 0.25 m
爬坡角度	不小于 30°
爬楼梯尺寸	踏步宽度不小于 0.26 m、高度不大于 0.175 m
越沟宽度	不小于 0.20 m
转弯半径	小于 0.1 m

5.4 控制性能

地面废墟搜救机器人动作应与操作指令一致。
操作指令应具有互锁能力。

5.5 作业性能

搜索型机器人作业性能要求：

- a) 能够实时检测到半径 2 m 内被搜救者发出的声音，点声源强度 60 dB~80 dB，可靠度大于 80%；
- b) 光照强度小于 0.001 lx 的条件下，能够实时获取与清晰呈现地面废墟搜救机器人前端 2 m 内环境图像能力，可靠度大于 80%；
- c) 具备温度获取能力。

辅助救援型机器人作业性能要求：

- a) 光照强度小于 0.001 lx 的条件下，能够实时获取与清晰呈现地面废墟搜救机器人前端 2 m 内环境图像能力，可靠度大于 80%；
- b) 具备温度、氧气浓度获取能力；
- c) 具备送水、送气功能，要求送水管流量应大于等于 45 ml/min，通气量应大于等于 800 ml/min。

5.6 通信性能

具有数据、语音和图像传输能力。

采用有线通信时，线缆长度应大于 20 m。

采用无线通信时，无遮挡条件下，通信距离应大于 100 m。

5.7 安全保护性能

具有紧急停车按钮，符合 GB/T 16754-2008 中 4.4 规定的要求。

电源电路与壳体之间应绝缘，绝缘电阻不应低于 2 M Ω 。

5.8 环境适应性

在表 6 耐温耐湿环境条件下使用时，应能保持正常。

表 6 耐温耐湿环境条件

环境条件	工作条件		
	一般条件	中等条件	恶劣条件
环境温度	0 °C~+40 °C	-20 °C~+55 °C	-50 °C~+85 °C
相对湿度	50%~90%		

防尘防水等级至少为 IP54。

机器人从不超过 0.5 m 的高度跌落到水泥地面后应能正常工作。

5.9 持续工作时间

连续工作时间应不小于 1 h。

5.10 可靠性要求

平均无故障工作时间应不小于 72 h，平均修复时间不大于 3 h。

6 试验方法

6.1 外观与结构检验

应在常规环境条件、机器人处于初始状态下进行检验。

6.2 移动性能试验

6.2.1 最大通行入口尺寸

建立如图2所示的矩形通道，高度 H 为0.4 m、宽度 W 为0.4 m或高度 H 为0.1 m、宽度 W 为0.1 m，操作机器人稳定、安全进入矩形通道，目测机器人能否通过矩形通道。

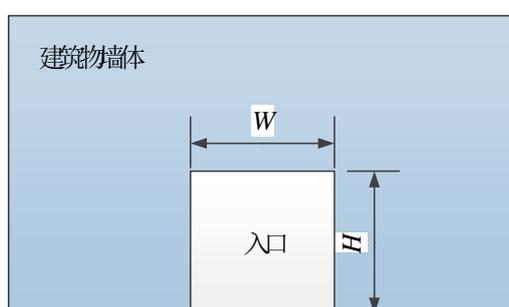


图2 通行入口环境

6.2.2 行走速度

建立如图3所示的直线路径，长度不小于20 m，路径线（虚线）涂宽度为0.08 m宽的黄色颜料。要求操作机器人连续运行，保持移动底盘覆盖路径线，完成1次路径，采用秒表计时，路径长度除以时间即为行走速度。要求重复完成试验3次，取速度的最大值作为行走速度。

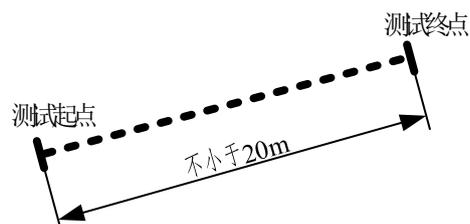


图3 直线路径环境

6.2.3 越障高度

建立如图4所示的垂直障碍，由启动区域 A 、垂直障碍 B 、着陆区域 C 和围墙组成。启动区域长2.4 m、宽1.2 m；垂直障碍高度0.25 m；着陆区域长2.4 m、宽1.2 m；两侧围墙高0.45 m。测试过程中，机器人由启动区域开始运动，翻越垂直障碍到达着陆区域，如果成功越过垂直障碍，记录一次成功试验；如果穿越过程中发生穿越失败或自身故障，记录一次失败试验。要求重复完成试验10次，允许失败1次。

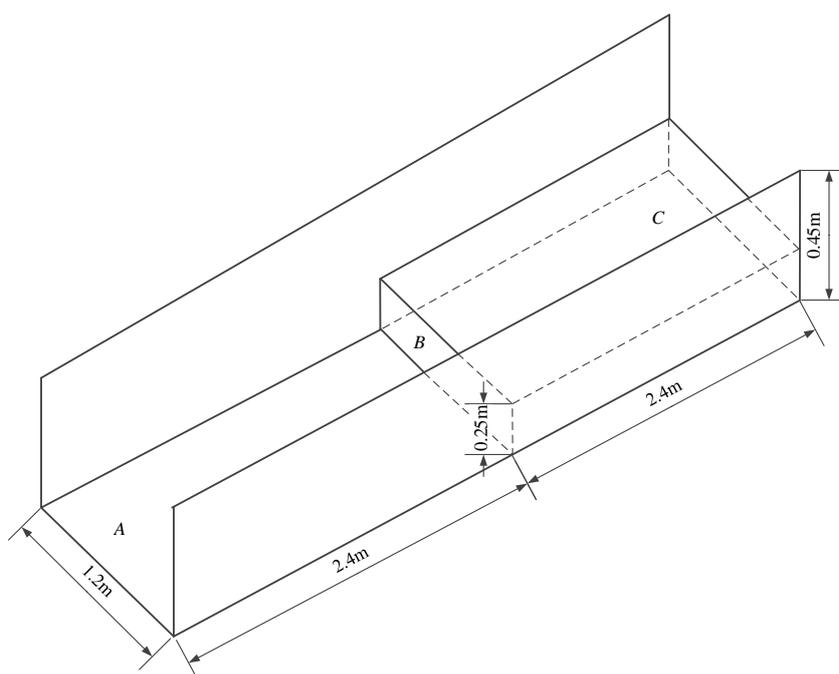


图4 垂直障碍物测试环境

6.2.4 爬坡角度

建立如图5所示的倾斜平面试验环境，倾斜平面长4.0 m、宽4.0 m、与水平面夹角为 30° 、表面材质为欧松板。倾斜平面上设计4个停靠点（A、B、C、D），形成水平线，对角线和竖直线三种路径AB、AC、AD。测试过程中，机器人从A点出发，沿路径线抵达B点或C点或D点，要求机器人偏离路径的宽度不超过机器人宽度的一半。如果成功爬坡，记录一次成功试验；如果爬坡过程中发生机器人偏离路径宽度超过机器人宽度的一半或自身故障，记录一次失败试验。要求机器人应完成三种路径试验，每种路径重复完成试验10次，允许失败1次。

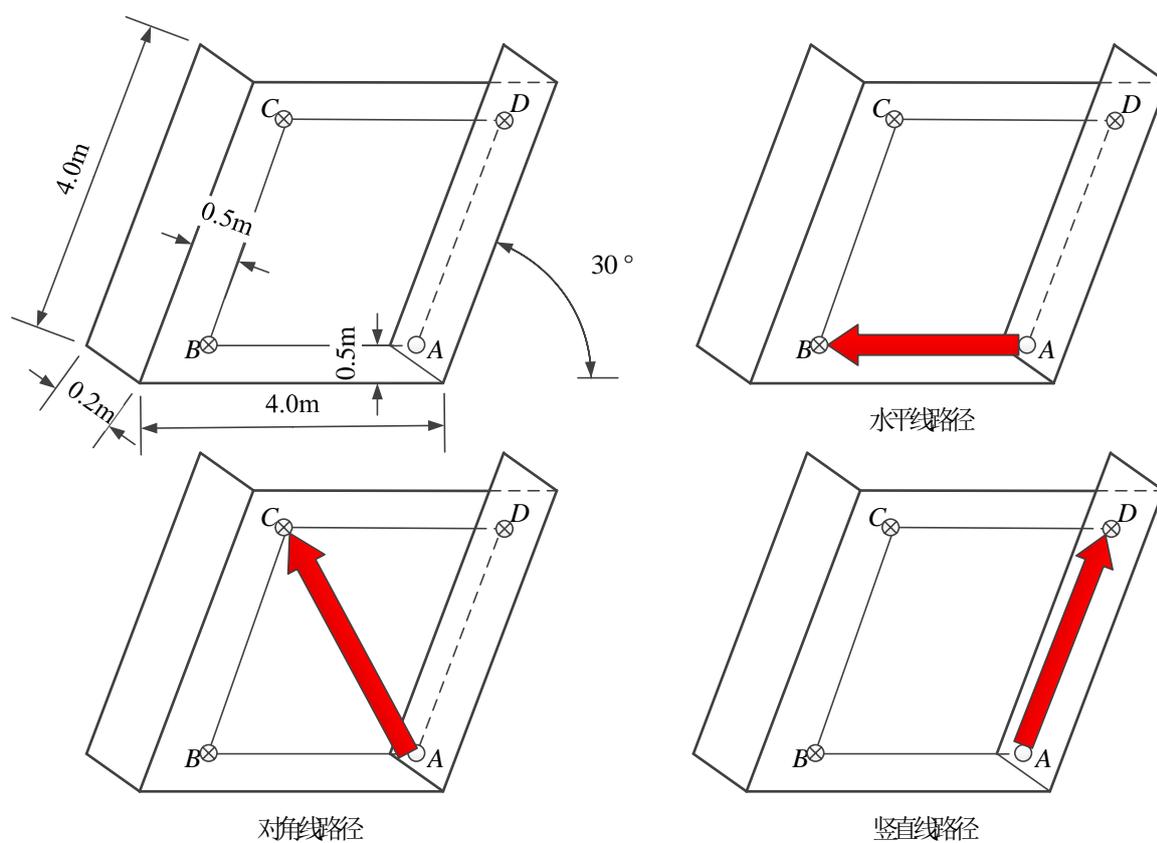


图5 倾斜平面示意图

6.2.5 爬楼梯能力

建立如图6所示的6阶楼梯测试环境，楼梯踏步宽度0.26 m、高度0.175 m、表面材质为欧松板。测试过程中，从楼梯底部平台开始运动，攀越测试楼梯到达顶部平台中心。如果成功穿越楼梯，记录一次成功试验；如果穿越过程中发生穿越失败或自身故障，记录一次失败试验。要求重复完成试验10次，允许失败1次。

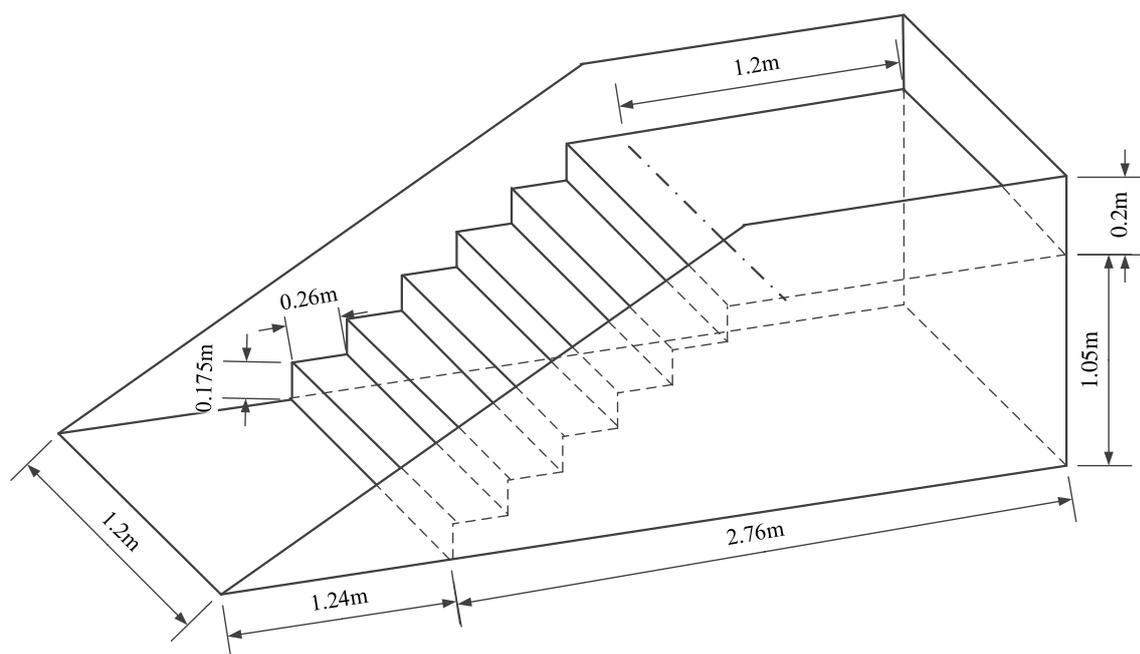


图6 楼梯测试环境

6.2.6 越沟宽度

构建如图7所示的测试环境，由启动区域A、着陆区域C、水平沟B以及围墙组成。启动区域长2.4 m、宽1.2 m；沟宽0.2 m；着陆区域长2.4 m、宽1.2 m；两侧围墙高0.45 m；表面材质为欧松板。测试过程中，机器人由启动区域中心，穿越水平沟到达着陆区域中心。如果机器人从启动区到达着陆区，记录一次成功试验。如果机器人从启动区没有到达着陆区，记录一次失败试验。测试过程不能人工干预，要求重复完成试验10次，允许失败1次。

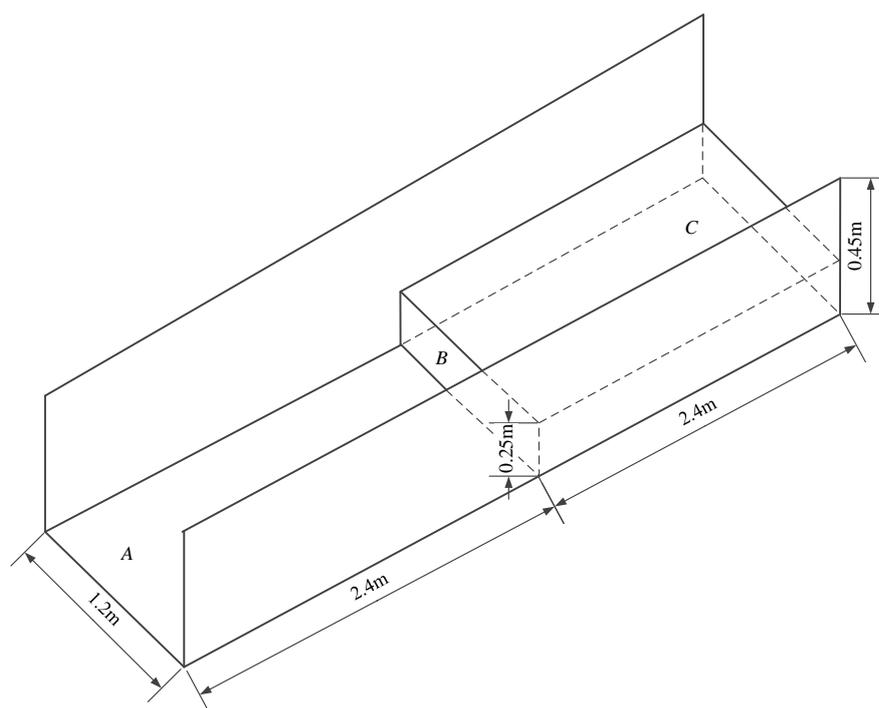


图7 水平沟测试环境

6.2.7 转弯半径

操作地面废墟搜救机器人在水平地面上顺时针、逆时针方向旋转，测量机器人旋转半径。要求顺时针旋转重复完成试验5次，逆时针旋转重复完成试验5次，取旋转半径最小值为转弯半径。

6.3 控制性能检查

6.3.1 按钮功能检查

机器人本体、操控单元按钮开关布局合理，操作方便。全部按钮开关动作灵活可靠、正确完成按钮的指令功能。

6.3.2 显示检查

按钮、指示灯颜色应符合GB/T 4025-2010的规定。

6.3.3 动作检查

按下操控单元指令按钮，实现所有指令动作，检查机器人动作是否正确，检查全部联锁功能。

6.4 作业性能试验

6.4.1 声音检测试验

建立如图8所示的测试环境，测试目标符合附录A要求。测试过程中，机器人沿路径线移动，顺次在4个标记点处停留，搜索声音信号。要求机器人操控单元与测试目标距离不小于10 m，操控单元处能够准确获取声音信息。

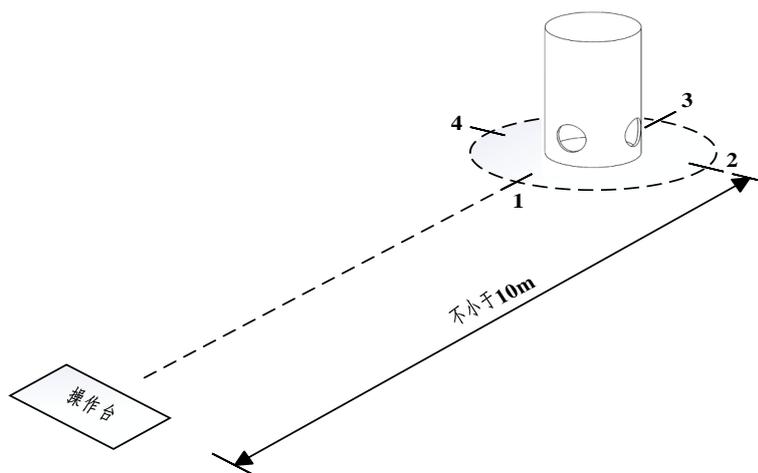


图8 声音测试环境

6.4.2 视觉检测试验

建立如图9所示的密闭空间，空间内无光源，机器人检查距离为2 m，标准视力表满足GB 11533-2011的规定。要求机器人视力至少达到4.0。

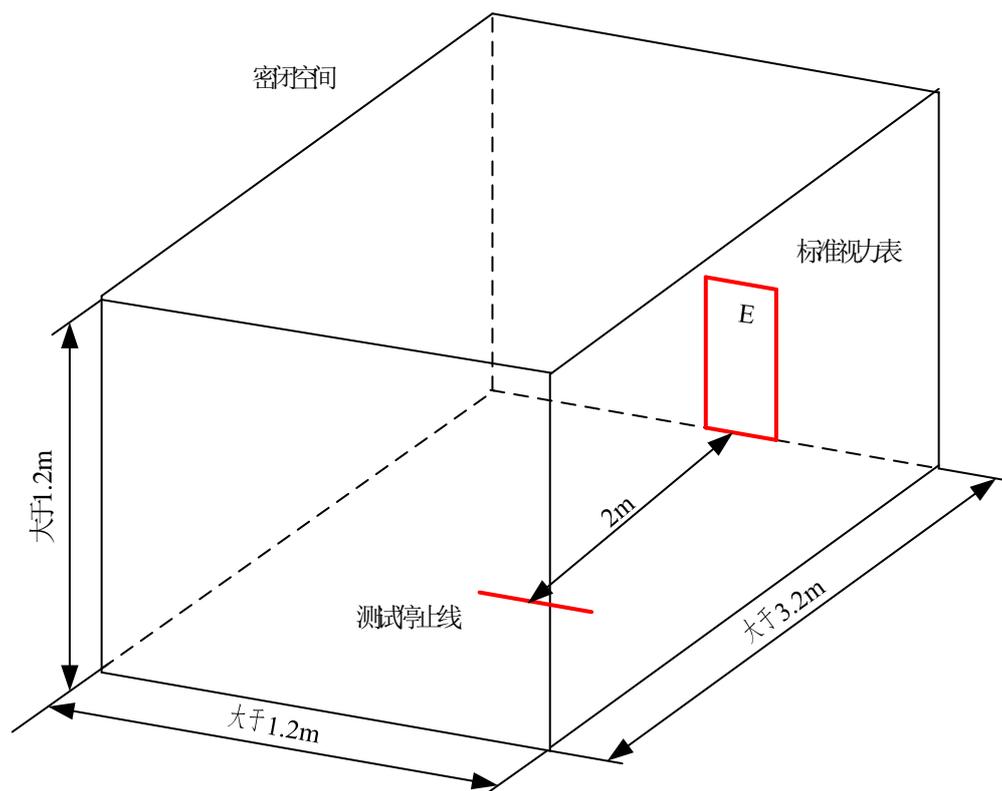


图9 视觉测试环境

6.4.3 温度检测试验

将机器人所测量的环境温度值与标准仪器所测温度值进行比较，误差应小于 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.4 氧气浓度检测试验

对机器人的传感器通入标准浓度的气体，机器人的测量值与标准值进行对比，误差应小于标准值的5%

6.4.5 供水量检测试验

操作地面废墟搜救机器人执行供水作业持续30 s，用分度值不大于1 mL的量杯测量供水总量，供水总量除以作业持续时间即为送水量。

6.4.6 供气量检测试验

操作地面废墟搜救机器人执行供气作业，用精度不小于2.5级的气流量计测出气流量，要求作业时间大约30 s。

6.5 通信性能试验

6.5.1 视检机器人传输语音、数据和图像功能。

6.5.2 无线通信试验

试验应在长度大于120 m，宽度大于15 m的平坦路面上进行，建立如图10所示的测试环境，测试目标符合附录A要求。测试过程中，机器人沿路径线移动，顺次在4个标记点处停留，搜索到警示标志后静止。要求操控单元距测试目标圆桶中心不小于100 m，在4个标记点处，操控单元能够呈现警示标志影像以及声音。

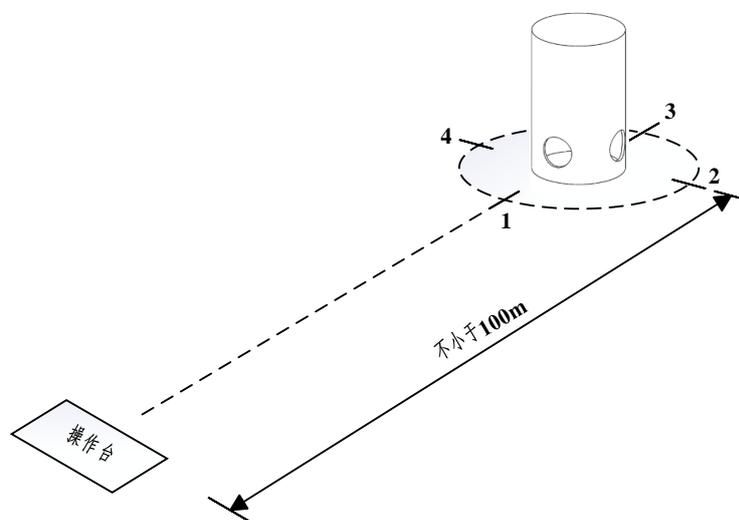


图10 无线通信测试环境

6.5.3 有线通信试验

参照6.5.2建立测试环境，要求操控单元距测试目标圆桶中心不小于20 m，在4个标记点处，操控单元能够呈现警示标志影像以及声音。

6.6 安全保护性能检查

6.6.1 检查急停按钮，按下急停按钮，使用万用表检验电路电压。

6.6.2 绝缘电阻按照 GB/T 5226.1-2008 中 18.3 的规定要求进行。

6.7 环境适应性试验

- 6.7.1 耐温耐湿环境试验按照 JB/T 8896-1999 中 5.10 规定的要求进行。
- 6.7.2 防尘防水试验按照 GB 4208-2008 中 11-14 规定的要求进行。
- 6.7.3 自由跌落试验按照 GB/T 2423.8-1995 中方法一规定的要求进行。

6.8 持续工作时间试验

用机器人操控单元操作机器人，持续执行搜索或辅助救援作业工作 1 h。要求试验过程中不允许机器人补充能源。

6.9 可靠性

制造商提供平均无故障工作时间、平均修复时间。

7 检验规则

7.1 检验分类

- 7.1.1 产品检验分为出厂检验（交收检验）和型式检验（例行检验）。
- 7.1.2 产品交货时必须进行的各项试验，统称为出厂检验。
- 7.1.3 对产品质量进行全面考核，及按产品标准中规定的技术要求全部进行检验，称为型式检验。
- 7.1.4 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：产品检验分为出厂检验（交收检验）和型式检验（例行检验）。
- 7.1.5 产品交货时必须进行的各项试验，统称为出厂检验。
- 7.1.6 对产品质量进行全面考核，及按产品标准中规定的技术要求全部进行检验，称为型式检验。
- 7.1.7 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：
 - a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
 - b) 已定型的产品，如设计、关键工艺、材料有较大改变，可能影响产品性能时；
 - c) 正常生产的产品，每隔3年或累计台数大于50台时；
 - d) 产品停产3年恢复生产时；
 - e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
 - f) 国家质量监督机构提出要求时。

7.2 出厂检验

- 7.2.1 每台机器人都应进行出厂检验，并由制造单位的质量检验部门负责实施。
- 7.2.2 出厂检验项目全部检验合格后，出具产品合格证。
- 7.2.3 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，需查明原因，进行返修，对该项重新检验。
- 7.2.4 在重新检验中，该项目再次出现不符合要求或发生故障时，则该产品被判为不合格。

7.3 型式检验

- 7.3.1 进行型式检验的机器人，必须是出厂检验合格的产品，受检台数由产品标准规定。
- 7.3.2 型式检验由制造单位质量检验部门负责实施，或由上级主管部门指定的单位实施。

检验中任一项目不符合要求或出现故障时，需查明原因，进行返修，从该项目开始重新进行检验。如再次出现故障或某项不符合要求时，在查明原因后，应提出分析报告，经修复后，则应重新进行各项

型式检验。在重新检验中，又出现该项不符合要求时，应全面分析，并对该批产品全部采取措施，重新交付型式检验。经型式检验的样品，应印有标记。

7.3.3 检验后出具型式检验报告。

7.4 出厂检验

7.4.1 每台机器人都应进行出厂检验，并由制造单位的质量检验部门负责实施。

7.4.2 出厂检验项目全部检验合格后，出具产品合格证。

7.4.3 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，需查明原因，进行返修，对该项重新检验。在重新检验中，该项目再次出现不符合要求或发生故障时，则该产品被判为不合格。

7.5 型式检验

7.5.1 进行型式检验的机器人，必须是出厂检验合格的产品，受检台数由产品标准规定。

7.5.2 型式检验由制造单位质量检验部门负责实施，或由上级主管部门指定的单位实施。

7.5.3 检验中任一项目不符合要求或出现故障时，需查明原因，进行返修，从该项目开始重新进行检验。如再次出现故障或某项不符合要求时，在查明原因后，应提出分析报告，经修复后，则应重新进行各项型式检验。在重新检验中，又出现该项不符合要求时，应全面分析，并对该批产品全部采取措施，重新交付型式检验。经型式检验的样品，应印有标记。

7.5.4 检验后出具型式检验报告。

8 检验项目

检验项目见表7。

表7 检验项目

序号	检验项目	试验方法	出厂检验	型式检验	
1	外观与结构	6.1	○	○	
2	移动性能	最大通行入口尺寸	6.2.1	-	○
3		行走速度	6.2.2	-	○
4		越障高度	6.2.3	-	○
5		爬坡角度	6.2.4	-	○
6		爬楼梯能力	6.2.5	-	○
7		越沟宽度	6.2.6	-	○
8		转弯半径	6.2.7	-	○
9	控制性能	按钮功能	6.3.1	○	○
10		显示检查	6.3.2	○	○
11		动作检查	6.3.3	○	○
12	作业性能	声音	6.4.1	○	○
13		视频	6.4.2	○	○
14		温度、氧气	6.4.3、6.4.4	○	○
15		供水供气	6.4.5、6.4.6	○	○
16	通信性能	6.5	○	○	

17	安全保护功能		6.6	○	○
18	环境适应性	耐高温耐湿	6.7.1	-	○
19		防尘防水	6.7.2	-	○
20		自由跌落	6.7.3	-	○
21	持续工作时间		6.8	-	○
22	可靠性		6.9	-	○
注：“○”为检查项目。					

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

地面废墟搜救机器人应有永久性标签，标牌上应包括：产品名称、型号、电源额定电压和功率、生产编号、生产日期、制造单位名称、制造单位地址等。

9.2 使用说明书

使用说明书按GB/T 9969-2008的规定编写。

9.3 包装

9.3.1 包装箱应选用轻质材料，符合GB/T 13384-2008的规定，抗振、摔。

9.3.2 包装标志应符合GB/T 191-2008中的规定。

9.3.3 包装箱内用衬垫定位，不应串动、相碰撞。

9.3.4 包装箱应防尘、防雨。

9.3.5 包装箱内应附装箱清单、产品合格证、使用说明书、备件及专用工具。

9.4 运输

运输、装卸时应小心轻放、严禁抛掷和碰撞，避免雨雪淋、防止剧烈撞击、振动。

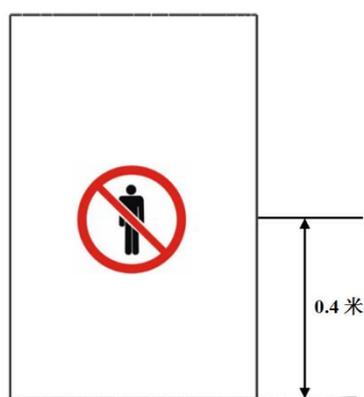
9.5 贮存

9.5.1 应存放在室内或能避雨、雪、风、沙的干燥场所，环境温度为0℃~+50℃，相对湿度应小于80%。

9.5.2 防止雨淋受潮、不准与腐蚀性物品放在一起。

附录 A
(规范性附录)
检验目标

测试目标为直径不小于0.5 m、容量200 L的塑料圆桶。在圆桶中心线、高度为0.2 m处，放置信号强度为60-80 dB的声源；在圆桶外壁0.2 m高处，对称开4个直径为0.2 m的孔，作为声源孔。在圆桶外壁0.4 m高处，均布放置“禁止停留”、“禁止通行”、“禁止跨越”和“禁止跳下”等4个警示标志，警示标志符合GB 2894-2008的规定。

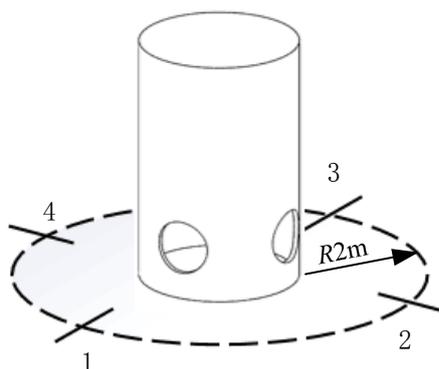


图A.1 圆桶及警示标志位置



图A.2 警示标志

测试站环境由测试目标和半径 R 为2 m的圆周路径线组成，测试目标位于圆心点，圆周上均布4个标记点，标记点与警示标志或声源孔相对应。



图A.3 测试站环境

参 考 文 献

- [1] GB/T 4458.4-2003 机械制图 尺寸注法
- [2] GB 4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求
- [3] GB 4943.1-2011 信息技术设备安全 第1部分：通用要求
- [4] GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备词汇
- [5] GB/T 14691-1993 技术制图 字体
- [6] GB/T 18207.1-2008 防震减灾术语 第1部分：基本术语
- [7] GB/T 18207.2-2005 防震减灾术语 第2部分：专业术语
- [8] GB/T 29428.1-2012 地震灾害紧急救援队伍救援行动 第1部分：基本要求
- [9] GB/T 36239-2018 特种机器人 术语
- [10] GB/T 50083-1997 建筑结构设计术语和符号标准
- [11] ASTM E2566-08 城市搜救遥控机器人视觉系统视敏度、视野标准测量方法
- [12] ASTM E2801-11 应急响应机器人机动性：受限空间障碍（沟）通过能力参数标准测试方法
- [13] ASTM E2802-11 应急响应机器人机动性：受限空间障碍（跳栏）通过能力参数标准测试方法
- [14] ASTM E2803-11 应急响应机器人机动性：受限空间障碍（倾斜平面）通过能力标准测试方法
- [15] ASTM E2804-11 应急响应机器人机动性：受限空间障碍（楼梯）通过能力标准测试方法
- [16] ASTM E2829-11 应急响应机器人机动性：持续速度能力标准测试方法
- [17] ASTM E2854-12 应急响应机器人无线通信：视距条件下通信距离标准测试方法
- [18] ASTM E2855-12 应急响应机器人无线通信：非视距条件下通信距离标准测试方法