



中华人民共和国消防救援行业标准

XF 892.1—20XX
代替 XF 892.1—2010

消防机器人 第1部分：通用技术条件

Fire robot — Part 1: General specifications

（报批稿）

本稿完成时间：2026年6月

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家消防救援局 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	2
4.1 按动力型式分类	2
4.2 按机载设备主体功能分类	2
4.3 按行走机构型式分类	3
5 型号编制	3
5.1 构成和编制	3
5.2 类别代号	3
5.3 特征代号	3
5.4 分类代号	3
5.5 主参数	4
5.6 行走机构型式代号	4
5.7 辅助特征代号	4
5.8 企业自定代号	4
5.9 产品型号示例	4
6 功能配置	5
7 性能要求	5
7.1 一般要求	5
7.2 外观、材质要求	5
7.3 零部件通用要求	6
7.4 动力源要求	6
7.5 消防作业要求	6
7.6 操作控制要求	6
7.7 行走性能要求	7
7.8 具有自主控制功能的消防机器人要求	7
7.9 自保护要求	7
7.10 电磁兼容性要求	8
7.11 灯光警示装置要求	8
7.12 安全性要求	8
7.13 可靠性要求	8
8 试验方法	8
8.1 一般检查	8

8.2 外观、材质检查	9
8.3 零部件通用性能试验	9
8.4 动力源性能试验	9
8.5 消防作业性能试验	10
8.6 操作控制性能试验	10
8.7 行走性能试验	11
8.8 自主控制性能试验	13
8.9 自保护性能试验	16
8.10 电磁兼容性试验	18
8.11 灯光警示装置性能试验	18
8.12 安全性试验	18
8.13 可靠性试验	19
9 标志、包装、运输和贮存	20
9.1 标志	20
9.2 包装	20
9.3 运输	20
9.4 贮存	20

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。

XF 892已经发布以下部分：

——第1部分：通用技术条件。

本文件代替XF 892.1—2010《消防机器人 第1部分：通用技术条件》，与XF 892.1—2010相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- a) 增加了消防机器人的术语和定义：轮式消防机器人、履带式消防机器人、足腿式消防机器人、消防灭火机器人、消防排烟机器人、自主控制功能（见3.2~3.4、3.6~3.8）；
- b) 增加了消防机器人按动力型式分类的方法（见4.1）；
- c) 删除了消防机器人按控制方式分类的方法（见2010版的4.2）；
- d) 更改了消防机器人按机载设备主体功能和行走机构分类的方法（见4.2、4.3，2010版的4.1、4.3）；
- e) 更改了消防机器人型号构成和编制方法（见5.1，2010版的5.1）；
- f) 增加了消防机器人型号的特征代号（见5.3）；
- g) 增加了消防机器人自主控制功能的规定（见6）；
- h) 更改了选用动力电池的动力源要求和试验方法（见7.4.2、8.4.2，2010版的7.3.2、8.3.7）；
- i) 增加了消防机器人操作控制要求和试验方法（见7.6、8.6）；
- j) 更改了消防机器人越障高度的指标（见7.7.5，2010版的7.6.3.5）；
- k) 删除了消防机器人制动距离的性能要求和试验方法（2010版的7.6.3.6、8.6.3.6）；
- l) 增加了消防机器人自主控制性能要求和试验方法（见7.8、8.8）；
- m) 增加了消防机器人侧倾稳定角度的性能要求和试验方法（见7.9.1、8.9.1）；
- n) 增加了消防机器人防碰撞的性能要求和试验方法（见7.9.2、8.9.2）；
- o) 增加了消防机器人耐高温的性能要求和试验方法（见7.9.4、8.9.4）；
- p) 更改了消防机器人电磁兼容性要求和试验方法（见7.10、8.10，2010版的7.5.3、7.5.4、8.5.3、8.5.4）；
- q) 增加了消防机器人工作温度的性能要求和试验方法（见7.13.1、8.13.1）；
- r) 更改了消防机器人持续工作时间要求和试验方法（见7.13.2，2010版的7.6.8.1、8.6.11.1）；
- s) 更改了消防机器人抗振试验方法（见8.13.3，2010版的8.6.11.2）。

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。

本文件由国家消防救援局提出。

本文件由全国消防标准化技术委员会消防车、泵分技术委员会（SAC/TC113/SC4）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本标准所替代标准的历次版本发布情况为：

——GA 892.1—2010，根据应急管理部2020年第5号公告，标准编号由GA 892.1—2010调整为XF 892.1—2010；

——本次为第一次修订。

引 言

消防机器人是消防救援队伍用于执行火灾扑救、险情侦察、抢险救援、特殊灾害处置及现场辅助保障等各类消防应急任务的智能化专用作业装备，主要在高危、复杂、人员无法安全抵近的极端场景下替代人工作业，可有效规避消防救援人员安全风险。XF 892《消防机器人》是指导我国消防机器人设计、制造和检验的基础性、通用性标准。按照消防机器人主要产品类别，XF 892《消防机器人》包括但不限于以下部分：

——第1部分：通用技术条件。目的在于规定消防机器人型号编制、性能要求、试验方法等通用技术条件；调整消防机器人的分类，细化消防机器人的功能配置，修改消防机器人制动距离和电磁兼容性的性能要求和试验方法，提高消防机器人的越障高度指标，增加消防机器人的防碰撞、耐高温、自主控制等功能性能要求和试验方法。

——第2部分：灭火机器人。目的在于明确消防灭火机器人机载设备消防炮、喷射性能、行走性能要求、持续工作时间、具有自主火源识别消防灭火机器人的灭火功能等技术要求及对应试验方法。

——第3部分：排烟机器人。目的在于界定排烟机器人的术语和定义，规定排烟作业、行走牵引、自保护等专项技术要求及对应试验方法。

.....

消防机器人 第1部分：通用技术条件

1 范围

本文件界定了消防机器人术语和定义、分类、型号，规定了功能配置、性能、标志、包装、运输、贮存等要求，描述了相应的试验方法。

本文件适用于在地面行走的各类消防机器人，不适用于在空中、水面或水下等执行消防作业的其他消防机器人。

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 156 标准电压
GB/T 191 包装储运图形符号标志
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 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
GB/T 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
GB/T 10067.44 电热装置基本技术条件 第44部分：箱式电阻炉
GB 13365 机动车排气火花熄灭器
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3 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 18296—2019 汽车燃油箱及其安装的安全性能要求和试验方法
GB 20891—2014 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）
GB 23254—2009 货车及挂车 车身反光标识
GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

XF 892.1—20××

消防机器人 fire robot

由移动载体、控制装置、自保护装置和机载设备等系统组件组成，具有人工遥控或自主控制功能，可替代消防员从事特定消防作业的移动机器人。

3.2

轮式消防机器人 wheeled fire robot

作业时以轮子为主体行走机构的消防机器人。

3.3

履带式消防机器人 tracked fire robot

作业时以履带为主体行走机构的消防机器人。

3.4

足腿式消防机器人 legged fire robot

作业时以一条或多条腿为主体行走机构的消防机器人。

3.5

机载设备 on-board equipment

安装在移动载体上，用于执行灭火、排烟、侦察、救援、供排水、运输等特定任务的装置。

3.6

消防灭火机器人 fire fighting robot

以消防炮为主要机载设备，喷射灭火剂执行灭火、冷却等作业的消防机器人。

3.7

消防排烟机器人 fire smoke exhaust robot

以排烟机为主要机载设备，执行排烟、送风等作业的消防机器人。

3.8

自主控制功能 autonomous control function

基于当前状态和感知信息，无人为干预地执行预期任务的控制能力。

4 分类

4.1 按动力型式分类

消防机器人按动力型式可分为：

- a) 内燃机式消防机器人；
- b) 动力电池式消防机器人。

4.2 按机载设备主体功能分类

消防机器人按机载设备主体功能可分为：

- a) 消防灭火机器人；
- b) 消防排烟机器人；

- c) 消防侦察机器人；
- d) 消防救援机器人；
- e) 消防供排水机器人；
- f) 消防运输机器人；
- g) 其他消防机器人。

4.3 按行走机构型式分类

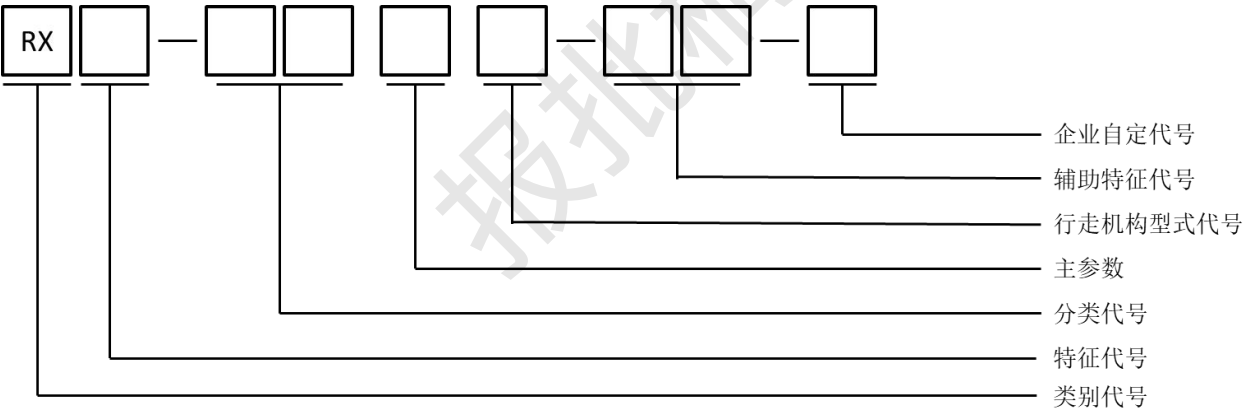
消防机器人按行走机构型式可分为：

- a) 轮式消防机器人；
- b) 履带式消防机器人；
- c) 足腿式消防机器人；
- d) 其他型式消防机器人。

5 型号编制

5.1 构成和编制

消防机器人的产品型号由类别代号、特征代号、分类代号、主参数、行走机构型式代号、辅助特征代号和企业自定代号等组成。型号编制方法如下：



5.2 类别代号

位于产品型号的第一部分，用2个汉语拼音字母“RX”表示消防机器人。

5.3 特征代号

位于产品型号的第二部分，用1个汉语拼音字母表示，其代号见表1。

表 1 特征代号

动力型式	代 号
内燃机式	N
动力电池式	D

5.4 分类代号

XF 892.1—20××

位于产品型号的第三部分，用1至2个汉语拼音字母表示。若该产品仅有单一功能，则用1个汉语拼音字母表示；若有2种或2种以上复合功能，则以最主要的前2种功能为依据，用2个汉语拼音字母表示，其代号见表2。字母排列规则为主要功能排列在第1位，次要功能排列在第2位。

5.5 主参数

位于产品型号的第四部分，表示消防装备主参数，其代号见表2，若有2种或2种以上的复合功能，则只列出第1分类代号的主参数。

表 2 分类代号和主参数

消防机器人	分类代号	消防装备主参数	
		含 义	单 位
消防灭火机器人	M	喷射装置额定流量	L/s 或 kg/s
消防排烟机器人	Y	排烟装置额定风量	m³/h
消防侦察机器人	C	探测设备数量	个（种）
消防救援机器人	J	机器人总功率	kW
消防供排水机器人	P	泵的额定流量	L/s
消防运输机器人	S	额定承载重量	kg
其他消防机器人	Q	——	——

5.6 行走机构型式代号

位于产品型号的第五部分，用1个汉语拼音字母表示，其代号见表3。

表 3 行走机构型式代号

行走机构型式	代 号
轮式消防机器人	L
履带式消防机器人	D
足腿式消防机器人	T
其它型式消防机器人	Q

5.7 辅助特征代号

位于产品型号的第六部分，辅助特征代号由2部分组成，第一部分表示自主控制功能，若该产品具有自主控制功能，用大写字母Z表示，若无则省略；第二部分表示防爆功能，若该产品具有防爆功能，用汉语拼音B表示，若无则省略。

5.8 企业自定代号

位于产品型号的最后部分，用阿拉伯数字或英文大写字母表示，位数由企业自定。

5.9 产品型号示例

示例 1：一种消防灭火机器人，内燃机驱动，轮式行走机构，消防炮额定流量 32 L/s，其型号为：RXN-M32L。

示例 2：一种消防侦察机器人，动力电池驱动，足腿式行走机构，配备气体检测仪，防爆型，为第 2 次改进设计，其型号为：RXD-C1TB-2。

示例 3：一种以救援为主、灭火为辅的消防救援、灭火机器人，内燃机驱动，救援属具额定载荷 80 kg，履带式行走机构，其型号为：RXN-JM80D。

示例 4：一种以灭火为主、侦察和排烟为辅的消防灭火、侦察、排烟机器人，内燃机驱动，消防炮额定流量 80 L/s，履带式行走机构，防爆型，具备自主控制功能，其型号为：RXN-MC80DZB。

6 功能配置

消防机器人的功能配置应满足表4的规定。

表 4 各类消防机器人功能配置

功能		消防机器人					
		灭火	排烟	侦察	救援	供排水	运输
基本功能	控制	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	行走	▲	▲	▲	▲	▲	▲
消防作业功能	灭火	▲	△	△	△	△	△
	排烟	△	▲	△	△	△	△
	侦察	△	△	▲	△	△	△
	救援	△	△	△	▲	△	△
	供排水	△	△	△	△	▲	△
	运输	△	△	△	△	△	▲
自保护功能	防倾覆	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	防碰撞	▲	▲	▲	△	△	▲
	防爆	△	△	▲	△	△	△
	耐高温	△	△	△	△	△	△
信息采集功能	视频	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	音频	△	△	▲	△	△	△
	气体	△	△	▲	△	△	△
自主控制功能	自主避障	△	△	△	△	△	△
	自主导航	△	△	△	△	△	△
	自主跟随	△	△	△	△	△	△
	其他	△	△	△	△	△	△
灯光警示功能		▲	▲	▲	▲	▲	▲
注：▲表示该分类机器人必须配置的功能，△表示该分类机器人可选配的功能。							

7 性能要求

7.1 一般要求

消防机器人上布置的电气、液压、气动线路应排列整齐、固定牢靠、走向合理，便于安装、拆卸，并用醒目的颜色和标志加以区分；电气、液压、气动系统不得有漏电、漏油、漏气现象；润滑和冷却情况应满足本文件的相关规定。

7.2 外观、材质要求

7.2.1 消防机器人表面应光洁，不应存在有损强度和外观质量的缺陷。

7.2.2 消防机器人的后部和侧面应设置反光标识。后部的反光标识应左右对称分布，并能体现消防机器人的宽度，侧面反光标识的长度不应小于消防机器人长度的50%。反光标识的安装和粘贴应符合 GB 23254—2009 中 4.2.1 的规定。

7.3 零部件通用要求

7.3.1 自制件须经质量检验部门检验合格。外购件、外协件应符合相关标准的规定、具有合格证并经质量检验部门检验合格。

7.3.2 液压系统应符合 GB/T 3766—2015 中 5.2、5.3.1、5.3.2.4、5.4.7.2 的规定。

7.3.3 气动系统应符合 GB/T 7932—2017 中 5.2、5.3.1、5.3.2、5.4.6.15 的规定。

7.4 动力源要求

7.4.1 选用内燃机的动力源要求

7.4.1.1 内燃机应装有最高转速限制装置，且应能可靠动作。

7.4.1.2 燃油箱的安全性能应符合 GB 18296—2019 中第 4 章的规定。

7.4.1.3 燃料箱的加油口和通气口不应对着排气管的开口方向，且应距排气管的任一部位 300 mm 以上，否则应设置有效的隔热装置。燃料箱的加油口和通气口应距裸露的电气接头及外部可能产生火花的电气开关 200 mm 以上。

7.4.1.4 排气污染应符合 GB 20891—2014 中 5.2.3 的规定。

7.4.1.5 易燃易爆危险区使用的消防机器人应配备符合 GB 13365 规定的火花熄灭器。

7.4.2 选用动力电池的动力源要求

7.4.2.1 消防机器人的供电电源，应选用 GB/T 156 的规定值。

7.4.2.2 消防机器人的动力电池安全要求应符合 GB 38031 的规定。

7.4.2.3 动力电池电量低于 20% 时应能触发低电位报警。

7.4.2.4 消防机器人除主回路及动力电池直接连接的电路外，其他任何电路在任何状态下电压不应大于 35.0 V（直流）和 16.0 V（交流）。

7.4.2.5 消防机器人上应设置电路总开关，电路总开关断开后，应切断动力电池输出端与主回路之间的连接。

7.5 消防作业要求

7.5.1 机载设备要求

7.5.1.1 消防炮、排烟机、消防泵等机载设备的性能应符合相关标准的规定。

7.5.1.2 机载设备不得有锯齿等锐边的构件外缘。

7.5.1.3 机载设备运动关节的始、终点应设有限位装置，限位装置应能使其在额定负载或最大速度下运动时可靠停止，不得产生越程现象。

7.5.1.4 机载设备的俯仰、回转、传动等机构应动作灵活、安全可靠。

7.5.2 消防作业性能要求

消防机器人的消防作业性能应符合本文件的相关规定。

7.6 操作控制要求

- 7.6.1 消防机器人应配备 1 台可见光摄像机作为主摄像机，应具备变焦功能，分辨率不应小于 1080P；主摄像机的观察区域应能覆盖消防机器人作业范围。
- 7.6.2 消防机器人前部应至少配置 1 台辅助摄像机，其视场角度应能覆盖消防机器人本体宽度和距离正前方 1 m~5 m 长度的范围。
- 7.6.3 遥控装置上的电源、紧急停止、自主控制等关键开关应有醒目提示。
- 7.6.4 遥控装置应能实时、可靠地控制消防机器人，并实时、可靠地显示消防机器人的图像、数据等信息。遥控距离应符合表 5 的规定。

表 5 消防机器人遥控距离

单位为米

项目	测试距离			
	<200	≥200, 且<500	≥500, 且<1000	≥1000
遥控距离公布值				
遥控距离测量值	100	200	500	1000

7.6.5 遥控装置应配置显示屏，在太阳直射条件下应能正常清晰显示。

7.6.6 遥控装置的防护等级不应低于 IPX5。

7.7 行走性能要求

- 7.7.1 直行速度不应小于 0.5 m/s。
- 7.7.2 直行跑偏量不应大于测量距离的 7%。
- 7.7.3 转弯直径不应大于消防机器人长度的 2 倍。
- 7.7.4 爬坡能力不应小于 40%。
- 7.7.5 越障高度不应小于离地间隙的 0.5 倍与 0.2 m 两者间的较大值。

7.8 具有自主控制功能的消防机器人要求

- 7.8.1 自主避障功能应满足消防机器人遇到障碍物时自主绕过障碍物后继续行走的要求；自主避障的障碍物探测距离不应小于 5 m，定位误差不应大于消防机器人宽度的 0.5 倍。
- 7.8.2 自主导航功能应满足消防机器人采集自身位置信息，自主或按规划的路径行走的要求；导航速度不应小于最大直行速度的 0.5 倍，行走轨迹误差不应大于消防机器人宽度的 0.5 倍，定位误差不应大于消防机器人宽度的 0.5 倍。
- 7.8.3 自主跟随功能应满足消防机器人跟随引导对象自主行走的要求；自主跟随的响应时间不应大于 1 s，最大跟随距离不应大于 5 m 且不应小于 1 m。

7.9 自保护要求

- 7.9.1 消防机器人的侧倾稳定角度不应小于 22°。
- 7.9.2 消防机器人防碰撞功能的障碍物探测距离不应小于 5 m，接近障碍物时应能主动制动，停车后距离障碍物不应大于 1 m 且不应小于 0.3 m。
- 7.9.3 进入爆炸性环境作业的消防机器人应具有相应防爆等级，防爆性能应符合 GB/T 3836.1—2021 的规定。
- 7.9.4 进入高温环境内部作业的消防机器人应具有耐高温性能，耐高温性能应符合表 6 的规定；试验后，消防机器人应能正常工作。

表 6 消防机器人耐高温性能要求

项目	试验要求	
耐高温公布值/℃	≥600, 且<1000	≥1000
耐高温测量值/℃	600±5	1000±5
试验时间/h	0.5	0.5

7.10 电磁兼容性要求

7.10.1 消防机器人的射频电磁场辐射抗扰度应符合 GB/T 17626.3 中试验等级 3 的规定。

7.10.2 消防机器人的静电放电抗扰度应符合 GB/T 17626.2 中试验等级 3 的规定。

7.11 灯光警示装置要求

7.11.1 消防机器人上应设置具有闪烁功能的灯光警示装置，光色应为红色。

7.11.2 灯光警示装置应与消防机器人联动；消防机器人通电后，灯光警示装置即开始工作。

7.12 安全性要求

7.12.1 消防机器人本体和遥控装置应设置紧急停止按钮；紧急停止按钮按下后，消防机器人应立即停止所有动作。

7.12.2 选用动力电池为动力源的消防机器人外部带电端子与外壳之间的绝缘电阻不应小于 100 MΩ。

7.12.3 选用动力电池为动力源的消防机器人应进行介电强度试验，应能承受频率为 50 Hz、电压 1500 V、历时 1 min 耐压试验，不应发生击穿或闪络现象。

7.12.4 消防机器人应有良好的防雨密封性能，需要防止水渍的部位，应无渗水现象。

7.12.5 有潜水要求的消防机器人的防护等级应符合 GB/T 4208 的相关规定。

7.13 可靠性要求

7.13.1 消防机器人应能满足表 7 所规定的工作温度试验；试验后，消防机器人应能正常工作。

表 7 工作温度试验要求

项目	内容	试 验 要 求	
高温试验	温度测量值/℃	70±2	
	持续时间/h	2	
低温试验	温度公布值/℃	消防机器人适用环境温度≥-10	消防机器人适用环境温度<-10
	温度测量值/℃	-10±2	-25±2
	持续时间/h	2	2

7.13.2 消防机器人的持续工作时间不应小于 2 h。在持续工作时间内，整机应稳定、可靠工作。

7.13.3 消防机器人应具有良好的抗振性能。经抗振试验后，消防机器人应稳定、可靠工作；外观应无破损、松动；各部件应无漏电、漏液、漏气现象。

8 试验方法

8.1 一般检查

目测检查消防机器人电气、液压、气动线路质量，判断结果是否符合 7.1 的规定。

8.2 外观、材质检查

8.2.1 目测检查消防机器人表面质量、使用的材料，判断结果是否符合 7.2.1 的规定。

8.2.2 目测检查消防机器人反光标识，测量反光标识的长度，判断结果是否符合 7.2.2 的规定。

8.3 零部件通用性能试验

8.3.1 自制件、外购件、外协件检查

目测检查自制件、外购件、外协件的合格证或质量证明文件，判断结果是否符合 7.3.1 的规定。

8.3.2 液压系统试验

按 GB/T 3766—2015 中第 6 章的规定进行试验，判断结果是否符合 7.3.2 的规定。

8.3.3 气动系统试验

按 GB/T 7932—2017 中第 6 章的规定进行试验，判断结果是否符合 7.3.3 的规定。

8.4 动力源性能试验

8.4.1 选用内燃机的动力源试验

8.4.1.1 内燃机限速试验

内燃机限速试验按下列步骤进行：

- a) 内燃机启动成功后，怠速运行 2 min；
- b) 控制内燃机转速，使其加速至设定转速；
- c) 检查最高转速限制装置动作情况；
- d) 判断结果是否符合 7.4.1.1 的规定。

8.4.1.2 燃油箱安全性试验

检查燃油箱的安全性能检验报告，判断结果是否符合 7.4.1.2 的规定。

8.4.1.3 排气管安全性试验

目测检查燃料箱的加油口、通气口与排气管的开口方向；测量加油口、通气口与排气管出气口端的距离；测量加油口、通气口与裸露的电气接头及外部可能产生火花的电气开关间的距离；判断结果是否符合 7.4.1.3 的规定。

8.4.1.4 排气污染试验

目测检查内燃机排气污染的检验报告，判断结果是否符合 7.4.1.4 的规定。

8.4.1.5 火花熄灭器试验

目测检查是否配备了火花熄灭器，检查火花熄灭器的检验报告，判断结果是否符合 7.4.1.5 的规定。

8.4.2 选用动力电池的动力源试验

8.4.2.1 用电压测量仪测量消防机器人的供电电压，判断结果是否符合 7.4.2.1 的规定。

8.4.2.2 检查消防机器人动力电池的检验报告，判断结果是否符合 7.4.2.2 的规定。

8.4.2.3 将消防机器人的动力电池电量使用至 20%，观察消防机器人能否自动触发低电位报警，判断结果是否符合 7.4.2.3 的要求。

8.4.2.4 检查消防机器人设计文件，判断结果是否符合 7.4.2.4 的规定。

8.4.2.5 目测检查消防机器人电路总开关；检查消防机器人设计文件，判断结果是否符合 7.4.2.5 的规定。

8.5 消防作业性能试验

8.5.1 目测检查机载设备的合格证或质量证明文件；检查构件外缘光洁度；观察运动关节的始、终限位装置及俯仰、回转、传动等机构的动作，判断结果是否符合 7.5.1 的规定。

8.5.2 按本文件的相关规定对消防机器人的消防作业功能进行试验，判断结果是否符合 7.5.2 的规定。

8.6 操作控制性能试验

8.6.1 主摄像机试验

8.6.1.1 目测检查主摄像机的数量，判断结果是否符合 7.6.1 的要求。

8.6.1.2 目测检查主摄像机的合格证、使用说明书或其他证明文件，观察遥控装置显示屏的图像，操作可见光摄像机的变焦，判断结果是否符合 7.6.1 的要求。

8.6.1.3 观察遥控装置显示屏的图像，操作消防机器人机载设备的俯仰和回转动作，判断结果是否符合 7.6.1 的要求。

8.6.2 辅助摄像机试验

8.6.2.1 目测检查辅助摄像机的数量和安装位置，判断结果是否符合 7.6.2 的要求。

8.6.2.2 目测观察遥控装置上显示屏的图像，标记摄像机视场中水平方向和垂直方向的极限位置；测量水平方向和垂直方向标记位置的长度，判断结果是否符合 7.6.2 的要求。

8.6.3 遥控装置上的开关标识试验

目测检查消防机器人的遥控装置电源、紧急停止、自主控制等关键开关的形状、颜色、字体等提示信息，判断结果是否符合 7.6.3 的要求。

8.6.4 遥控距离试验

遥控距离试验按下列步骤进行：

- 在试验地面的无遮挡区间，取表 5 规定的测试距离，划出控制端线和停车端线；
- 将遥控装置和消防机器人分别放置在控制端线和停车端线；
- 用遥控装置控制消防机器人，使其动作；
- 目测观察遥控装置上显示的消防机器人回传图像、数据信息；
- 判断结果是否符合 7.6.4 的要求。

8.6.5 遥控装置显示屏试验

目测检查消防机器人遥控装置的显示屏，判断结果是否符合 7.6.5 的要求。

8.6.6 遥控装置防护等级试验

按 GB/T 4208 的规定对消防机器人遥控装置的外壳防护等级进行试验，判断结果是否符合 7.6.6 的规定。

8.7 行走性能试验

8.7.1 直行速度试验

直行速度试验按下列步骤进行：

- 在平坦、硬实、干燥、清洁的混凝土或沥青地面上取 50 m 测量区间，划出横向始端线和终端线；
- 操作消防机器人，使消防机器人保持最大速度直线驶过始端线和终端线，记录消防机器人驶过始端线和终端线所用时间，计算消防机器人的单次行走速度；
- 取三次试验的平均值；
- 判断结果是否符合 7.7.1 的规定。

8.7.2 直行跑偏量试验

直行跑偏量试验按下列步骤进行：

- 在平坦、硬实、干燥、清洁的混凝土或沥青地面上取 50 m 测量区间，划出横向始端线、终端线和纵向中心线，如图 1 所示；
- 消防机器人位于始端线处，并使消防机器人中心线与纵向中心线重合；
- 消防机器人启动后，在不调整转向的情况下通过试验区间；
- 在终端线处停止行走，以初始轨迹切线延长线为基准，测量 50 m 距离内消防机器人的跑偏量 e ；
- 取三次试验的平均值；
- 判断结果是否符合 7.7.2 的规定。

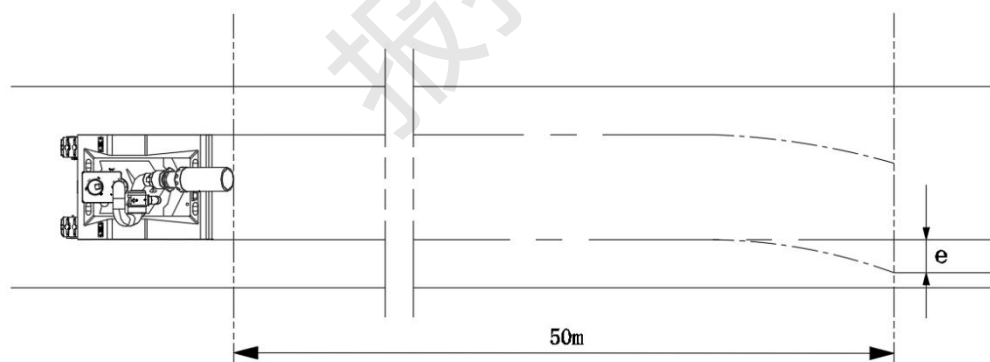


图 1 直行跑偏量测量示意图

8.7.3 转弯直径试验

转弯直径试验按下列步骤进行：

- 试验场地为平坦、硬实、干燥、清洁的混凝土或沥青地面，其大小应能允许消防机器人做全圆周转弯动作。
- 测量消防机器人转弯直径：
 - 使消防机器人处于连续转弯行走状态，画出消防机器人离转向中心最远点形成的轨迹圆，如图 2 所示；
 - 在互相垂直的两个方向测量轨迹圆直径，取较大值作为试验结果。

- c) 消防机器人左转和右转各测定一次；
- d) 判断结果是否符合 7.7.3 的规定。

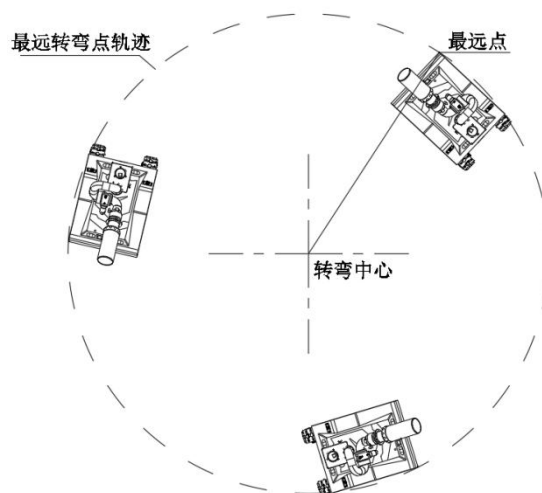


图 2 消防机器人转弯轨迹圆示意图

8.7.4 爬坡度试验

爬坡度试验按下列步骤进行：

- a) 爬坡试验装置示意图如图 3 所示；
- b) 将爬坡试验装置调整至所需坡度位置；
- c) 消防机器人正对试验装置的斜坡坡道，停在斜坡前沿；
- d) 操作消防机器人直行，使其行走至爬坡试验装置上；
- e) 测量坡度起止点的高度差 H 和水平距离 L ；
- f) 计算 H 和 L 的比值百分数；
- g) 判断结果是否符合 7.7.4 的规定。

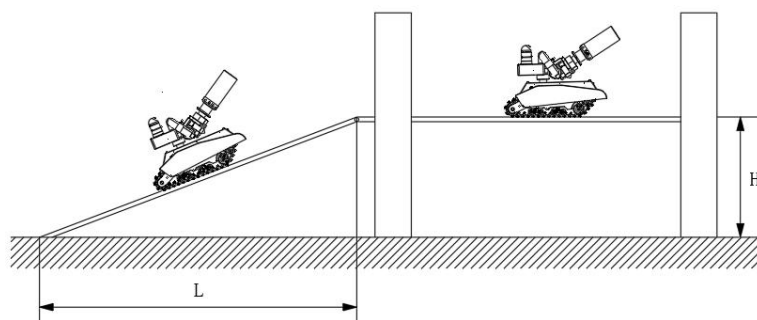


图 3 爬坡试验装置示意图

8.7.5 越障高度试验

越障高度试验按下列步骤进行：

- a) 越障试验装置示意图如图 4 所示，其宽度应大于消防机器人的宽度，长度应大于机器人的长度；
- b) 测量消防机器人的离地间隙；

- c) 消防机器人正对越障试验装置，停在越障试验装置前沿；
- d) 操作消防机器人直行，使其越过越障试验装置；
- e) 测量越障试验装置的高度 H ；
- f) 判断结果是否符合 7.7.5 的规定。

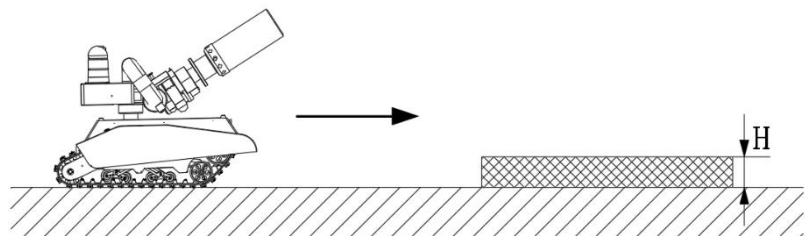


图 4 越障试验装置示意图

8.8 自主控制性能试验

8.8.1 自主避障试验

自主避障试验按下列步骤进行：

- a) 障碍物类型：
 - 1) 障碍物1：直径300 mm，高度1500 mm；
 - 2) 障碍物2：长度1000 mm，宽度500 mm，高度1500 mm。
- b) 机器人的外形尺寸：
 - 1) 机器人的长： L ；
 - 2) 机器人的宽： W 。
- c) 自主避障I试验按照下列步骤进行：
 - 1) 在消防机器人的行走路线上，设置始端线和终端线，距离始端线10 m处起，连续设置3个障碍物，分别位于A、B、C处，障碍物间的距离不应小于 $5L$ ，在A点前5 m处设置报警线；
 - 2) 消防机器人从始端线开始行走，当探测到障碍物时，测量机器人与障碍物的距离；
 - 3) 消防机器人继续行走，自动绕行3个障碍物，且未碰撞到障碍物时，则视为避障成功；
 - 4) 在终端线处测量行走轨迹与给定轨迹的定位误差 e 。

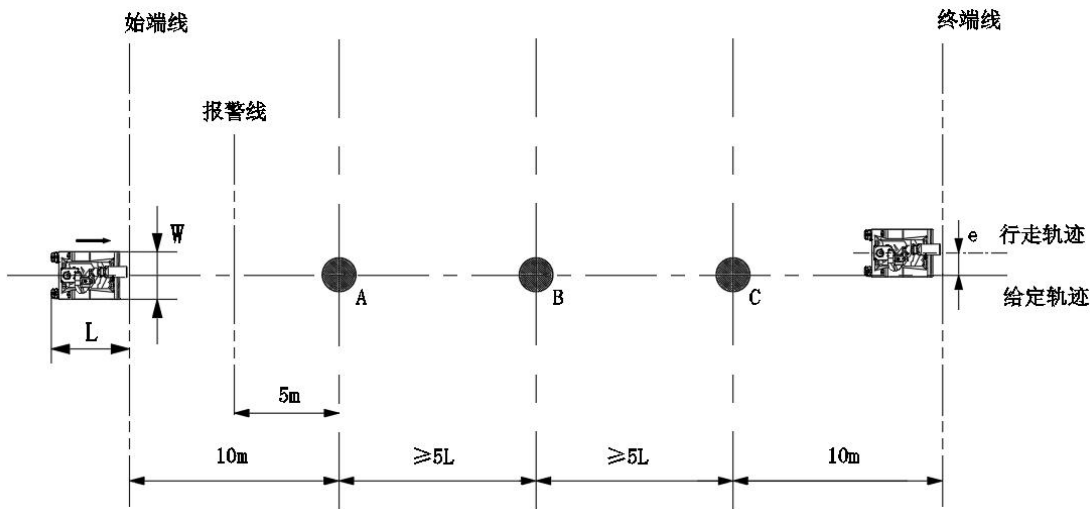


图5 自主避障功能Ⅰ试验示意图

- d) 自主避障Ⅱ试验按照下列步骤进行：
- 1) 在消防机器人的行走路线上，设置始端线、终端线和四个障碍物，布置位置如图6所示；
 - 2) 消防机器人从始端线开始行走，当探测到障碍物时，测量消防机器人与障碍物的距离；
 - 3) 消防机器人继续行走，遇到A处障碍物后自动绕行，并从B、C或C、D间穿行，消防机器人未碰到障碍物，且回到原行走路线后，视为避障成功；
 - 4) 在终端线处测量行走轨迹与给定轨迹的定位误差 e 。

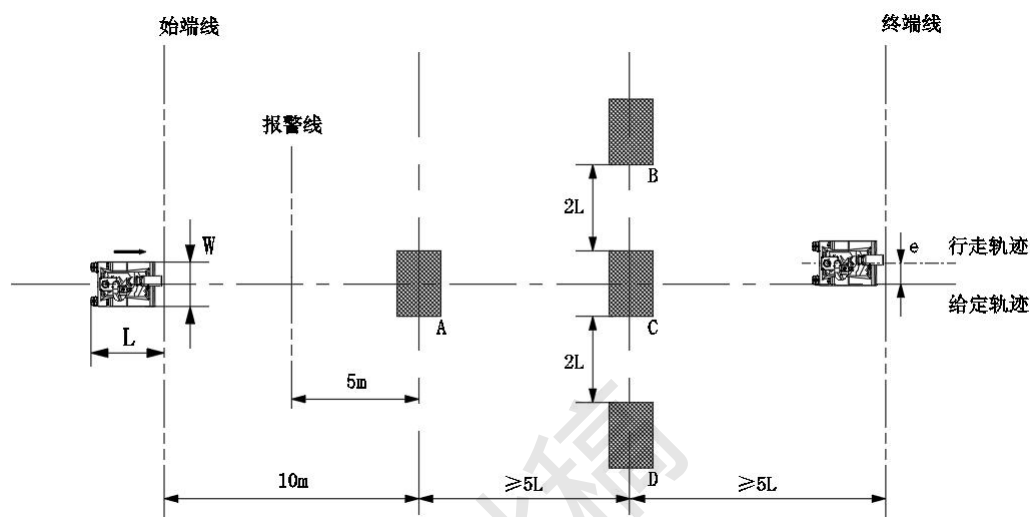


图6 自主避障功能Ⅱ试验示意图

- e) 依次完成c)和d)的试验步骤；
- f) 判断结果是否符合7.8.1的规定。

8.8.2 自主导航试验

自主导航试验按下列步骤进行：

- a) 机器人的外形尺寸：
 - 1) 机器人的长： L ；
 - 2) 机器人的宽： W 。
- b) 导航路径设置：
 - 1) S形导航路径：长度为50 m的区间内设置两个半圆形路径；
 - 2) 正方形导航路径：边长为 $5L$ ，且不应小于20 m。
- c) S形导航路径自主导航试验按照下列步骤进行：
 - 1) 在消防机器人的行走路线上，设置始端线和终端线，将消防机器人停放在始端线，给定自主导航路径；
 - 2) 消防机器人开始按自主导航路径行走至终端线，记录消防机器人的行走时间和行走轨迹，计算消防机器人的行走速度，测量消防机器人行走轨迹与自主导航路径的最大轨迹误差，在终端线处测量消防机器人行走轨迹与给定轨迹的定位误差 e 。

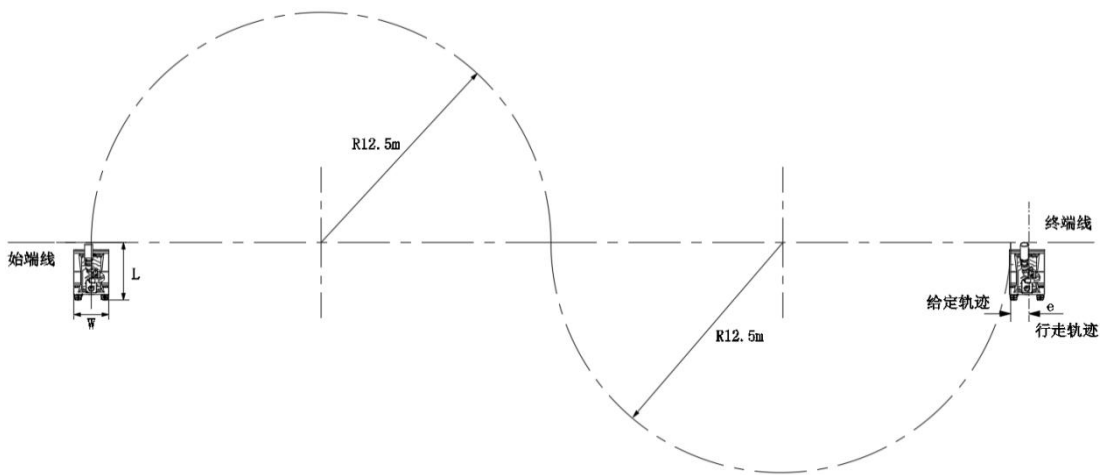


图 7 S 形自主导航功能试验示意图

- d) 正方形导航路径自主导航试验按下列步骤进行：
- 1) 在消防机器人的行走路线上，设置始端线和终端线，将消防机器人停放在始端线，给定自主导航路径；
 - 2) 消防机器人开始按自主导航路径行走至终端线，记录消防机器人的行走时间和行走轨迹，计算消防机器人的行走速度，测量消防机器人行走轨迹与自主导航路径的最大轨迹误差，在终端线处测量消防机器人行走轨迹与给定轨迹的定位误差 e 。

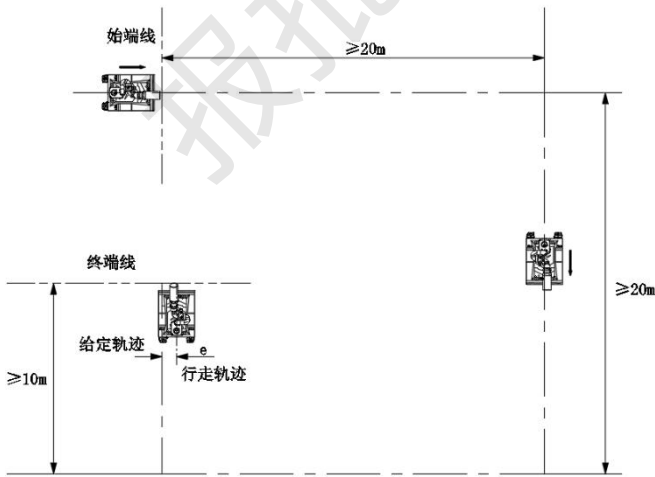


图 8 正方形自主导航功能试验示意图

- e) 完成 c) 或 d) 的试验步骤；
- f) 判断结果是否符合 7.8.2 的规定。

8.8.3 自主跟随试验

自主跟随试验按下列步骤进行：

- a) 自主跟随路径设置：
 - 1) 直线自主跟随路径：长度为 50 m；
 - 2) 正方形自主跟随路径：边长为 20 m。

- b) 设备布置：消防机器人上安装测距仪。
- c) 直线自主跟随试验按下列步骤进行：
 - 1) 消防机器人停放在直线路径的始端线，引导对象位于消防机器人前端 1 m 处；
 - 2) 引导对象启动，在消防机器人的最大行走速度范围内沿直线变速行走，直至消防机器人通过终端线；
 - 3) 记录消防机器人跟随响应时间，记录消防机器人跟随距离的最大值 D_{max} 和最小值 D_{min} 。

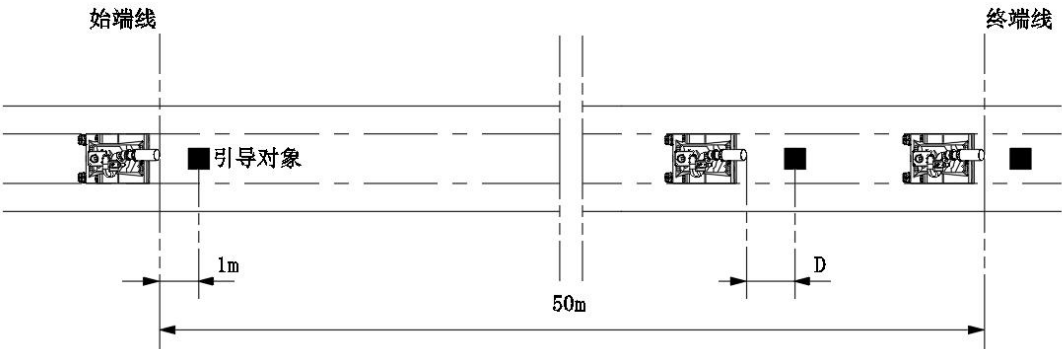


图 9 直线自主跟随功能试验示意图

- d) 正方形自主跟随试验按下列步骤进行：
 - 1) 消防机器人停放在折线路径的始端线，引导对象位于消防机器人前端 1 m 处；
 - 2) 引导对象启动，在消防机器人的最大行走速度范围内沿正方形边线做变速行走，直至消防机器人通过终端线；
 - 3) 记录消防机器人跟随响应时间，记录消防机器人跟随距离的最大值 D_{max} 和最小值 D_{min} 。

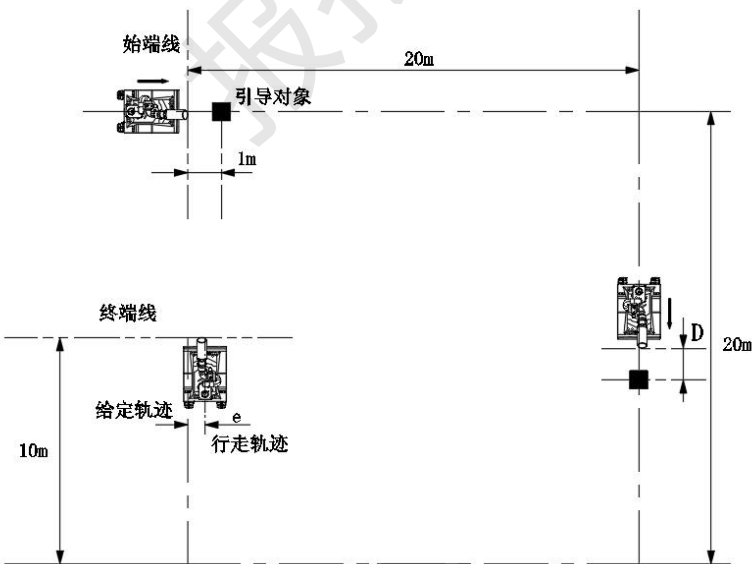


图 10 正方形自主跟随功能试验示意图

- e) 依次完成 c) 和 d) 的试验步骤；
- f) 判断结果是否符合 7.8.3 的规定。

8.9 自保护性能试验

8.9.1 侧倾稳定角度试验

侧倾稳定角度试验按下列步骤进行：

a) 试验装置要求：

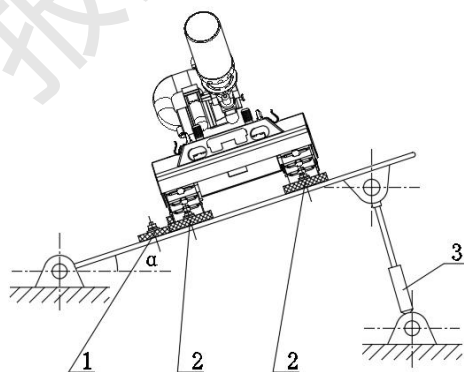
- 1) 侧倾稳定角度试验装置示意图如图11所示；
- 2) 实验装置台面的倾斜角应能在零度与最大倾斜角度之间连续调节，并能在该范围内任意角度固定；
- 3) 试验装置运行应平稳，上升速度不大于 $10^{\circ}/\text{min}$ ，下降速度不大于 $27^{\circ}/\text{min}$ ；
- 4) 为防止试验时消防机器人侧滑，可采用在试验台上安装防侧滑挡块的方法，挡块高度不大于30 mm，且只准加在侧翻中心一侧；
- 5) 为防止试验时消防机器人侧翻，须有专用的防侧翻安全设备，安全设备对消防机器人的约束力在侧翻临界状态前应为零；
- 6) 设有防止消防机器人纵向移动的楔形挡块。

b) 测定左侧倾稳定角度试验按下列步骤进行：

- 1) 将消防机器人置于试验装置上，消防机器人的纵向对称平面与试验装置台面运动中心线平行；
- 2) 安装防侧滑挡块及防倾覆安全设备；
- 3) 启动试验装置，使消防机器人向左慢慢倾斜，直到右侧行走机构脱离试验台面时为止，记录侧倾稳定角度 α ；
- 4) 将试验台面倾斜角度恢复为初始状态；
- 5) 重复3) 4) 的试验，试验进行三次，三次测量值相对误差若超过3%，应重新测试；
- 6) 侧倾稳定角度值取三次测量值的算术平均值；
- 7) 判断结果是否符合7.9.1的规定。

c) 测定右侧倾稳定角度试验按下列步骤进行：

将消防机器人调头置于试验装置上，重复b) 各步骤。



1—横向挡块；
2—纵向挡块；
3—油缸。

图 11 侧倾稳定角度试验装置示意图

8.9.2 防碰撞性能试验

防碰撞试验按下列步骤进行：

- a) 障碍物：直径300 mm，高度1500 mm。
- b) 防碰撞按照下列步骤进行：

- 1) 在消防机器人行走路线上设置始端线，距离始端线5m处设置报警线，距离始端线10 m处设置障碍物；
- 2) 消防机器人从始端线开始行走，当探测到障碍物时，测量消防机器人与障碍物的距离；
- 3) 消防机器人继续行走至自动停止，测量消防机器人与障碍物的距离；
- 4) 判断结果是否符合7.9.2的规定。

8.9.3 防爆性能试验

目测检查消防机器人的防爆合格证和防爆检验报告，判断结果是否符合7.9.3的规定。

8.9.4 耐高温性能试验

- a) 耐高温试验设备：应符合GB/T 10067.44的规定。
- b) 耐高温试验按下列步骤进行：
 - 1) 将耐高温试验设备的温度升至表6规定的测试温度；
 - 2) 将消防机器人驶入耐高温试验设备，且消防机器人处于工作状态；
 - 3) 待耐高温试验设备温度恢复至测试温度开始计时；
 - 4) 在此状态下保持至表6规定的测试时间；
 - 5) 试验后，操作消防机器人的各项动作，并观察遥控装置的各项数据显示；
 - 6) 判断结果是否符合7.9.4的规定。

8.10 电磁兼容性试验

8.10.1 射频电磁场辐射抗扰度检验按 GB/T 17626.3 的相关规定进行试验，试验期间系统通电，消防机器人及遥控装置应能正常工作，判断结果是否符合 7.10.1 的要求。

8.10.2 静电放电抗扰度检验按 GB/T 17626.2 的相关规定进行试验。消防机器人在试验期间与试验后应能正常工作，判断结果是否符合 7.10.2 的要求。

8.11 灯光警示装置性能试验

8.11.1 目测检查消防机器人灯光警示装置，判断结果是否符合 7.11.1 的规定。

8.11.2 消防机器人通电，目测检查消防机器人灯光警示装置工作状态，判断结果是否符合 7.11.2 的规定。

8.12 安全性试验

8.12.1 紧急停止试验

紧急停止试验按下列步骤进行：

- a) 使消防机器人处于工作状态；
- b) 按下消防机器人本体的紧急停止按钮，观察消防机器人的状态；
- c) 重新使消防机器人处于工作状态，按下遥控装置的紧急停止按钮，观察消防机器人的状态；
- d) 判断结果是否符合 7.12.1 的要求。

8.12.2 绝缘电阻试验

用精度不低于±5%绝缘电阻测量仪在500 V直流电压下测量外部带电端子与机壳之间以及电源接线端子与地之间的绝缘电阻，判断结果是否符合7.12.2的要求。

8.12.3 耐压强度试验

用精度不低于±10%耐压强度测量仪在外部带电端子与机壳之间施加交流1500 V±100 V的电压，保持1 min，判断结果是否符合7.12.3的要求。

8.12.4 防雨密封试验

防雨密封试验采用人工降雨方式进行试验，淋雨装置布置应保证淋雨面积大于消防机器人垂直投影面积，消防机器人的前部、侧面、后部、顶部均应处于受雨状态。使消防机器人处于工作状态（采用内燃机作动力源的消防机器人将内燃机置于怠速运转状态），以不低于0.12 mm/s的平均降雨强度向防雨密封架供水，试验时间为15 min。雨淋结束后，操作消防机器人的各项动作，并观察遥控装置的各项数据显示，判断结果是否符合7.12.4的规定。

8.12.5 防护等级试验

按GB/T 4208的相关规定对消防机器人的外壳防护等级进行试验，判断结果是否符合7.12.5的规定。

8.13 可靠性试验

8.13.1 工作温度试验

工作温度试验按下列步骤进行：

- a) 高温试验按GB/T 2423.2的规定进行，消防机器人接通电源使其处于正常工作状态，将消防机器人放入，以不大于0.5 °C/min的升温速率，使温度升至表7规定的温度值，在此条件下保持2 h，取出消防机器人，在室温条件下放置1 h；试验后，操作消防机器人的各项动作，并观察遥控装置的各项数据显示；
- b) 低温试验按GB/T 2423.1的规定进行，消防机器人接通电源使其处于正常工作状态，将消防机器人放入，以不大于0.5 °C/min的降温速率，使温度降至表7规定的温度值，在此条件下保持2 h（消防机器人在试验环境中不应有结冰现象），取出消防机器人，在温度为+15 °C～+20 °C、相对湿度不大于70%的环境中放置1 h；试验后，操作消防机器人的各项动作，并观察遥控装置的各项数据显示；
- c) 判断结果是否符合7.13.1的规定。

8.13.2 持续工作时间试验

持续工作时间试验按下列步骤进行：

- a) 试验条件：
 - 1) 场地：平坦的路面；
 - 2) 行走速度：不低于最大速度的0.5倍；
 - 3) 消防作业能力：最大作业能力。
- b) 试验步骤：
 - 1) 操作消防机器人沿10 m×10 m方形轨迹持续行走，或者沿50 m长度的路线来回行走；
 - 2) 操作消防机器人按本标准的相关规定进行持续消防作业；
 - 3) 试验过程中不允许消防机器人补充能量；
 - 4) 取持续行走时间和持续消防作业时间的较小值为持续工作时间；
 - 5) 判断结果是否符合7.13.2的规定。

8.13.3 抗振试验

抗振试验按下列步骤进行：

XF 892.1—20××

a) 试验条件:

- 1) 搓板路的波长 600 mm, 波峰高 25 mm, 波峰间距 600 mm;
- 2) 卵石路的密度为每平方米 25 块~55 块鹅卵石, 卵石高出地面 30 mm~50 mm, 卵石之间的净距不大于 90 mm。

b) 试验步骤:

- 1) 操作消防机器人在卵石路和搓板路上行走不少于 30 min, 原地转弯不少于 5 次;
- 2) 目测检查消防机器人的紧固件, 操作消防机器人的各项动作;
- 3) 判断结果是否符合 7.13.3 的规定。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 消防机器人应有永久性铭牌, 铭牌应设置在消防机器人后部的明显位置。铭牌的内容至少应包括: 产品名称、型号、动力类型、额定功率、电池额定容量(适用时)、制造商名称、生产厂名称、厂址、生产日期和出厂编号等。如具有防爆性能、耐高温性能, 应在产品名称后加括号注明。

9.1.2 防爆标志应按 GB/T 3836.1—2021 中第 29 章的相关规定进行设置。

9.1.3 消防机器人的电源开关、紧急停止开关、充电装置、加油加液口应有明显标志。

9.2 包装

9.2.1 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。

9.2.2 包装箱内应附有装箱单、检验合格证、中文使用说明书(包括外观图、各部位名称、功能、规格、各项重要技术指标、操作方法、注意事项及环保要求等)、专用工具及相关的随机文件。

9.2.3 包装箱上的标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.3 运输

包装好的消防机器人产品, 在运输过程中应避免雨雪直接淋袭、接触腐蚀性气体与机械损伤。

9.4 贮存

存放消防机器人产品的室内场所的环境温度应为 0℃~40℃, 相对湿度应小于 80%。