

中华人民共和国消防救援行业标准
《消防机器人 第2部分：灭火机器人》
(征求意见稿)

编制说明

标准编制组

二〇二一年三月

一、工作简况

1、任务来源

上世纪九十年代中期，我国研制成功了第一台消防机器人，在此后十多年的发展过程中，先后研制成功了灭火、排烟、侦察、救援等多种功能的消防机器人。为此，公安部在 2006 年《消防技术标准制、修订项目计划》中向公安部上海消防研究所下达了消防机器人系列行业标准制订项目。经过多年的努力，公安部技术监督委员会于 2010 年 8 月 16 日批准发布 GA892.1—2010《消防机器人第 1 部分：通用技术条件》行业标准，该标准为强制性标准，从 2010 年 10 月 1 日起实施(2020 年应急管理部以“XF”代号重新编号发布，标准号改为 XF 892.1—2010)。

在 XF892.1—2010《消防机器人第 1 部分：通用技术条件》中规定了消防机器人的术语和定义、分类、型号编制、功能、性能要求、试验方法、标志、包装、运输、贮存等内容，并按消防作业功能将消防机器人划分为灭火、侦察、排烟、洗消、照明、救援等类别。在此基础上，规定了消防机器人必须具备的行走、控制等基本功能；冷却、防倾覆、防碰撞等自保护功能；现场易燃易爆、有毒有害气体、环境参数、图像、语音等信息采集功能；双向或冗余通信功能；进入存在易燃易爆危险区域的防爆功能以及声光报警功能等。通过该标准的制定，明确了消防机器人的整体结构和功能，保证了其在进入灾害现场进行各类作业时的安全性、可靠性，能最大限度地代替消防人员进入危险区域执行消防作业，避免因火灾、爆炸、坍塌或有毒有害气体泄露所造成的人员伤亡。

该行业标准的发布与实施，对规范消防机器人这一特种消防装备的生产和检验、推动产业技术创新具有重要意义。同时有利于引导企业据此开展合格评定，有序进入市场竞争，推动消防机器人产业的健康发展。

目前我国的消防灭火机器人、排烟机器人已进入了小批量生产和灾害现场实际应用阶段，全国已有 20 多个省市的消防救援队伍配备了 40 多台消防灭火机器人。消防灭火机器人的生产和应用，取得了显著的社会和经济效益。但是产品质量监督检验部门在仅有 XF 892.1—2010《消防机器人第 1 部分：通用技术条件》的情况下，还不能完全有针对性的对这类具有特定功能的消防机器人进行产品质量监督检验。因此，有必要继续完善该系列标准的后续部分。

鉴于此，公安部在 2010 年《消防技术标准制、修订项目计划》中向公安部上海消防研究所（2018 年起更名为：应急管理部上海消防研究所）下达了《消防机器人 第 2 部分：灭火机器人》行业标准制订项目。2020 年，该项目划转应急管理部归口，按照消防救援行业标准编制要求继续执行，项目编号为 2010-XF-01。

根据消防标准制、修订工作程序和标准编写的有关规定以及关于积极采用国际标准或国外先进标准的技术原则，编制组针对国内目前消防灭火机器人产品的生产、使用情况及国内现行有关标准的规定，编制了本部分。

2、主编、参编单位情况

本部分的主编单位是应急管理部上海消防研究所，参编单位是上海强师消防装备有限公司、上海格拉曼国际消防装备有限公司。主编及参编单位均为国内消防灭火机器人产品的研究机构、检验部门或生产企业，具有较大生产规模、较强技术实力与较高的行业地位。标准课题组成员具有长期承担国内市场消防灭火机器人产品研制、质量检验、标准技术研究的经验和能力。

3、主要起草人的工作

本部分的主要起草人共有 10 人，分别是：徐琰、薛林、方戍、胡斌、刘盛鹏、马振明、李建中、张振伟、刘力涛、智丙辉。均是具有多年消防机器人研究开发、生产、维护经验的技术人员，对消防灭火机器人的相关技术性能、试验方法非常熟悉；且均参加 GB/T 1.1 和 GB/T 20000.2 等标准基础知识的培训，通过了相关考试，获得了培训证书。其中：

（1）徐琰负责本部分的总编写和统稿、征求意见汇总、送审稿和报批稿编写；

（2）薛林、李建中负责技术要求部分的起草；

（3）方戍、胡斌、马振明负责试验方法部分的起草；

（4）张振伟、刘盛鹏、刘力涛、智丙辉负责试验方法的确定、试验装置的研究，并完成相关试验。

二、编制原则

1、依法原则

标准的内容不应与现行的法律、法规相冲突，因此，在标准的制定过程中，对相关的《中华人民共和国消防法》、《中华人民共和国公司法》、《中华人民共和国产品质量法》等法律、法规和规范性文件进行了充分研究，并严格遵照相关的规定。

2、科学适用原则

标准的科学性包括技术内容的科学性和研制过程的科学性两个方面。《消防机器人 第2部分：灭火机器人》标准的制定以相关的科学理论和相关试验为基础，将各厂家生产的消防灭火机器人的技术性能指标进行总结、归纳，确保各项条款符合普遍适用的特性，以保证本部分技术内容的科学性。同时《消防机器人 第2部分：灭火机器人》标准的制定过程严格遵循标准制定程序，从而保证标准研制过程的科学性。

3、便于操作原则

《消防机器人 第2部分：灭火机器人》标准从实用性、可靠性、耐久性等方面综合考虑，尽可能给出各项量化指标和方法，便于操作。在制定各项重要的技术指标时，既要考虑国外先进的经验，又要考虑国内的现实情况，使其具有较强的实用性。

编制组以有利于我国消防机器人产品的系列化和规范化；有利于我国消防机器人生产企业的发展；注重与《消防机器人 第1部分：通用技术条件》、现行的相关国家标准、我国现有行业标准及企业标准相衔接为出发点，进行本标准的编制工作。

三、标准内容的起草

1、主要技术内容的确定和依据（规范性技术要素）

（1）有关技术内容的说明

1) 范围

本部分是消防救援行业标准《消防机器人》的第2部分，其适用对象是消防灭火机器人。为了解决各消防灭火机器人的生产厂家能有一个统一的技术要求和试验方法，同时，也为了保证产品质量监督检验部门在执行产品质量监督检验时的可操作性，本部分从术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包

装、运输、贮存等方面做出了规定。

2) 术语和定义

在本系列标准的第 1 部分中,已经对消防机器人的常用术语和定义做出了规定,这些规定同样适用于本部分。在本部分中,仅对第 1 部分中没有明确的术语和定义做出了规定。

在本部分中对消防灭火机器人定义为:“以消防炮为主要机载设备,执行灭火、冷却等作业的消防机器人。”这里,首先定义灭火机器人是用于执行灭火作业的,其次,考虑到消防灭火机器人的应用场所主要在石油化工、油罐区、大型仓库、建筑物等高温、强热辐射、易坍塌等消防车辆及人员无法靠近的危险场所进行灭火、冷却及化学污染场所洗消等消防作业,而水枪类消防设备由于射程、流量等原因,无法提供足够的灭火强度。因此,将灭火机器人规定为装载消防炮的消防机器人,并且装载的消防炮须满足 GB 19156《消防炮》的要求。

3) 技术要求

在本系列标准的第 1 部分 XF892.1—2010《消防机器人 第 1 部分:通用技术条件》中,已经对消防机器人通用的技术要求做出了规定,本部分对通用技术要求均采用了第 1 部分的规定。本部分增加了消防灭火机器人的个性化技术要求,在行走性能中的行走速度、越障高度的指标上根据实际情况有所提高;对作为主要机载设备的消防炮、以及针对消防灭火机器人主要作业现场中经常面临的高温、强热辐射环境的水雾冷却自保护性能、拖水带行走等方面均作出了规定。

4) 试验方法

为了检验消防灭火机器人的性能,本部分给出了相应的试验方法。其中,外观、材质检查、零部件通用性能试验、移动载体性能试验、控制装置性能试验、整机性能试验等内容均采用了第 1 部分的试验方法。

消防炮的试验方法则参照了 GB 19156《消防炮》中的相关规定。由于消防炮在安装到灭火机器人的过程中需要安装一段辅助管路,而辅助管路的设置可能会引起消防炮的额定喷射压力和流量的损失,因此,本部分中要求对安装在灭火机器人上的消防炮的额定压力和流量进行试验,确保灭火机器人的灭火效果。

本部分还对灭火机器人的水雾冷却自保护、拖曳水带行走等性能试验给出了相应的试验方法。

5) 检验规则

在本标准的第 1 部分中没有给出消防机器人的检验规则,因此,在本部分中,根据消防灭火机器人的产品具有批量小、个性化生产的特点,给出了相应的检验规则。

(2) 主要条文的确定依据

4.1 外观、材质要求

第 1 部分中的外观材质要求主要是针对部件的,本部分对实际产品的外观、材质提出要求。

由于消防灭火机器人的消防作业手段是喷射灭火剂,因此,本条对消防灭火机器人使用的材质提出了基本要求:灭火机器人的外表面和过水部件应进行防腐蚀处理或采用耐腐蚀材料,使其表面不受泡沫及水、大气等因素的侵蚀。原材料质量应符合国家相关标准的规定,并须有合格证或质量保证书。

根据征求意见稿返回的汇总意见,经编制组讨论后,决定增加反光标识的设置要求,并且,该要求应符合 GA 406 的规定。

4.4 消防炮要求

消防炮是消防灭火机器人的主要机载设备,需要对其作出具体要求。首先,消防炮必须符合 GB 19156《消防炮》的要求。

消防灭火机器人上装载的消防炮需要远程遥控操作,因此,消防炮应能远程遥控操作,且其俯仰、回转机构应安全可靠。

4.6.3 行走性能要求

在 XF 892.1—2010《消防机器人 第 1 部分:通用技术条件》中,规定了消防机器人在行走性能方面的最低要求。在本部分中,根据消防灭火机器人的应用环境,以及灾害现场对灭火机器人的技术性能要求对行走速度、越障高度两个指标做了调整。由于灭火机器人需要在灾害现场拖曳水带接近目标,速度过慢时可能会延误战机,参考国内外的消防灭火机器人样机性能参数和实际试验的数据,编制组将该指标确定为 1m/s。同时,灭火机器人的应用环境中往往会有绿化带或人行道等道路设施,参考上海市地方标准 DB 31/436.1—2009《道路人行道设计和施工质量验收规范 第 1 部分:道路人行道设计要求》中 7.2.2“人行道侧石平均高度应为 150mm”的规定,而灭火机器人的越障能力应大于该要求,因此,

编制组将灭火机器人的越障碍物指标明确为 0.2 米；此外，结合 XF 892.1 规定的越障高度不小于离地间隙 0.5 倍的要求，本部分规定了越障高度取两者的较大值，以保证越障高度性能。

根据征求意见稿返回的汇总意见，经编制组讨论，为体现灭火机器人相对于其他移动式灭火装备的区别和优势、提高灭火机器人在灾害现场的实用性，本部分中还增加了在水平地面上拖曳 100m 的充实水带直行距离应不小于 5m 的要求。该条可使灭火机器人在灾害现场的适应性和实用性大大增强。

4.6.4 消防作业要求

灭火机器人上必须配置消防水管路为消防炮供液，因此，本标准对承压管路进行了规定。

由于灭火机器人内部的空间受限，消防炮管路的设置可能影响消防炮的性能，因此，本标准对已经完成安装的消防炮性能进行检查。

如果装载的是消防水炮，为满足灾害现场的各种消防作业需求，消防水炮应具有直流-喷雾功能，以拓展灭火机器人的应用范围。

有专家提出：对灭火机器人在使用过程中的水带敷设、水带接口强度等作出规定，在送审稿中，编制组增加了消防作业的要求，分别对水带接口和水带敷设装置提出了要求，包括：灭火机器人使用的水带接口耐压应不小于 2.5MPa。；灭火机器人宜配备水带敷设装置。

同时，考虑到机器人可能在最不利工况下的工作要求，本节规定灭火机器人在最大俯角喷射时，机器人应稳定可靠，不能有滑移和倾翻现象，以确保灭火机器人在灾害现场的适用性。

灭火机器人在拖曳带压水带行走时，承受最大力的位置是机器人后部的水带接口，此外，为灭火机器人供水的水带通常有多根通过水带接口连接而成，因此，提高水带接口的强度可直接提高灭火机器人的工作可靠性。此外，水带敷设装置可提高灭火机器人在灾害现场的展开速度，提高灭火救援的效率，而考虑到由于各地对水带敷设装置的需求不同、灾害现场展开方式也有差异，因此，本部分将该要求定为选配内容，用户和生产厂商可根据实际需求选配，本条文提出了水带敷设装置主要是引导生产厂商多考虑灭火机器人在实际使用环境中的附件。

由于消防炮在安装到灭火机器人的过程中需要安装一段辅助管路，而辅助管

路的设置可能会引起消防炮的额定喷射压力和流量的损失，因此，本部分中要求对安装在灭火机器人上的消防炮的额定压力和流量进行试验，确保灭火机器人的灭火效果。试验方法参照了 GB 19156 《消防炮》的规定。

4.6.5.1 水雾冷却自保护性能

消防灭火机器人需要在高温、强热辐射的环境中长时间工作，因此，耐高温是必不可少的重要性能。由于灭火机器人的消防炮水源是后方的大流量供水，因此，灭火机器人采用喷射水雾进行自保护是一种保护时间长，且使用方便的手段。但是，在后方尚未供水，而灭火机器人已在向作业目标行进的过程中，强热辐射同样会使灭火机器人本身的温度快速上升，有可能使其发生故障。因此，灭火机器人应配备一定水量的冷却用水箱，水箱的容积应能满足灭火机器人在喷射冷却水雾的时间内至少可行走 100m。（XF 892.1—2010 规定机器人遥控距离不小于 100m）。同时，根据征求意见稿征求意见汇总，还增加了水雾冷却自保护功能启动和保护性能要求的内容。

4.6.6 防爆性能要求

消防灭火机器人的防爆性能不是必配内容，但是如果进入具有爆炸危险性的灾害现场时，消防灭火机器人必须具备相应的防爆性能要求。

5.4 消防炮性能试验

参考了 GB 19157《远控消防炮系统通用技术条件》的相关内容，在本条中，强调了消防炮的操作性能，即操作消防炮，对消防炮进行俯仰、回转连续动作 30 次后，不能有故障。

5.6.3.7 拖曳 100m 水带行走试验

本条给出了拖曳 100m 水带行走的试验方法，该方法主要采用与直行速度试验相同的测量方法，并增加了拖曳水带的具体描述。

5.6.5.1 水雾冷却自保护性能试验

本条给出了水雾冷却自保护性能的试验方法。实验内容包括水雾覆盖面积、水雾冷却装置启停、水雾冷却装置水箱补水、水雾冷却作业时间等内容。

6 检验规则

检验规则在本标准的第 1 部分中没有涉及。作为具体的产品标准，本部分对检验规则提出了要求，包括出厂检验和型式检验。其中，出厂检验按本部分 4.1、

4.2、4.4、4.6.1、4.6.2、4.6.3、4.6.4、4.6.5、4.6.7 的要求进行；而型式检验则需要检验本部分规定的全部项目，且检验结果均应达到本部分的规定。此外，为保证检验的客观、准确，还规定了型式检验时，被抽检的灭火机器人不得少于二台，随机抽检其中一台。

2、主要实验、验证结果及分析

在制定《消防机器人 第 2 部分：灭火机器人》时，编制组对各类消防灭火机器人主要技术性能指标如：行驶速度、跑偏量、转弯直径、越障高度、倾覆角度、启动性能（内燃机）、防水性等进行了试验验证。各类消防机器人特有的功能技术指标将在后续部分的制定过程中试验验证。表 1~表 11 为部分验证试验结果。

表 1 轮胎式灭火机器人行驶速度验证试验结果

序号	行驶距离 (m)	行驶时间 (s)	行驶速度 (m/s)
试验一	50	42.90	1.16
试验二	50	44.00	1.14
试验三	50	43.30	1.15
试验四	50	42.80	1.17
试验五	50	44.22	1.13
平均值	—	—	1.15

表 2 履带式灭火机器人行驶速度验证试验结果

序号	行驶距离 (m)	行驶时间 (s)	行驶速度 (m/s)
试验一	50	47.06	1.06
试验二	50	48.59	1.03
试验三	50	48.75	1.03
试验四	50	48.50	1.03
试验五	50	49.19	1.02
平均值	—	—	1.03

表 3 轮胎式、履带式灭火机器人 50m 直线行驶跑偏量

序号	行驶距离 (m)	轮胎式		履带式	
		跑偏量 (m)	直行跑偏量 (%)	跑偏量 (m)	直行跑偏量 (%)
试验一	50	0.9	1.8	1.01	2
试验二	50	0.4	0.8	0.8	1.6
试验三	50	0.5	1	0.9	1.8
试验四	50	0.4	0.8	1	2
试验五	50	0.9	1.8	1.56	3.1
平均值	50	0.62	1.2	1.05	2.1

表 4 轮胎式灭火机器人转弯直径试验

	转弯方向	转弯圆直径 (mm)				
		数据一	数据二	数据三	数据四	最大值
试验一	左转	3040	3130	3110	3120	3130
试验二	左转	2950	2980	2870	2960	2980
试验三	右转	2860	3000	2940	2990	3000
试验四	右转	2950	2960	2950	2980	2980
平均值	---	---				3022.50

注：外形尺寸：2580mm×1460mm×1560mm

表 5 履带式灭火机器人转弯直径试验

	转弯方向	转弯圆直径 (mm)				
		数据一	数据二	数据三	数据四	最大值
试验一	左转	2480	2500	2550	2600	2600
试验二	左转	2500	2590	2600	2540	2600
试验三	右转	2480	2500	2500	2530	2530
试验四	右转	2460	2490	2500	2500	2500
平均值	---	---				2557.50

注：外形尺寸：2160mm×1350mm×1560mm

表 6 轮胎式、履带式灭火机器人爬坡试验

	灭火机器人 (轮胎)	灭火机器人 (履带)
坡度 (°)	30	30
爬坡能力 (%)	57.7	57.7

表 7 机器人越障试验

	灭火机器人 (轮胎)	灭火机器人 (履带)
高度 (mm)	250	170

表 8 灭火机器人倾覆角度试验

序号	机器人倾覆方向	轮胎式		履带式	
		倾覆角度 (°)	防倾覆能力 (%)	倾覆角度 (°)	防倾覆能力 (%)
试验一	左倾覆	32	62.5	34	67.4
试验二	右倾覆	31	60	34	67.4

表 9 灭火机器人侧向 90°喷射时的稳定性

序号	机器人喷射方向	水炮参数	效果	
			轮胎式	履带式
试验一	左侧	0.8MPa、50L/s	稳定	稳定

试验二	右侧	0.8MPa、50L/s	稳定	稳定
-----	----	--------------	----	----

表 10 灭火机器人射程试验

	出口压力 (MPa)	出口流量 (L/s)	炮口仰角 (°)	射程 (m)
试验一	0.8	50	30	67
试验二	0.8	50	30	65

表 11 灭火机器人射高试验

	出口压力 (MPa)	出口流量 (L/s)	炮口仰角 (°)	射高 (m)
试验一	0.8	50	64	38.5
试验二	0.8	50	64	39

3、标准水平分析、新旧标准对比（修订时列表）

无

4、采标程度、与国外标准、样机的数据对比（列表）

（1）采标程度、与国外标准的数据对比

在制定本部分时，编制组委托上海科学技术情报研究所对国内外有关消防灭火机器人的相关标准进行了检索。检索情况如下：

1) 消防机器人 第 1 部分：通用技术条件（标准号：XF 892.1—2010）

XF892 的本部分规定了消防机器人的术语和定义、分类、型号编制、功能、性能要求、试验方法、标志、包装、运输、贮存等。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它特种机器人。

2) 排爆机器人通用技术条件（标准号：GA/T 142—1996）

该标准规定了排爆机器人的通用技术条件，是设计、制造、验收排爆机器人的基本依据。标准适用于自备电源的移动式排爆机器人，也适用于电缆供电的移动式排爆机器人。

3) Robots for industrial environments-Safety requirements - Part 1: Robot（标准号：EN ISO 10218-1-2008）

该标准对固有的安全设计、保护措施和工业机器人使用信息进行规范。其提及了机器人相关的基本危害，以消除这些灾害带来的风险。但该部分并不适用于非工业机器人，其中包括爆炸危险、火灾危险等。

4) Robot, Explosive Ordnance Disposal (EOD) (标准号: AIR FORCE A-A-59687-2001)

描述了一种 EOD 机器人用于检测、处置和爆炸表面拆毁物。

5) Standard Terminology for Urban Search and Rescue Robotic Operations (标准号: ASTM E 2521-2007)

一种城市搜索和营救机器人。

6) Standard Test Method for Determining Visual Acuity and Field of View of On-Board Video Systems for Teleoperation of Robots for Urban Search and Rescue Applications1 (标准号: ASTM E2566-08)

一种对城市搜索机器人的检测方法。

7) HYDRAULIC FLUID - SYNTHETIC (POLYOLESTER) FIRE RESISTANT (标准号: M-6C53-A)

一种防火液压流体, 由其描述中叙述, 其涉及机器人, 但用于组培车间。

其中 1) 是本系列标准的第 1 部分, 已于 2010 年发布; 2) 是国内于 1996 年制定的排爆机器人标准; 3) 是用于工业机器人安全设计的标准; 4) 是一个排爆机器人的标准; 5) 和 6) 是一种城市搜索和营救机器人极其检测方法; 7) 是一种防火液压流体。

上海科学技术情报研究所的检索结论为: “综上所述, 未见专指于消防灭火机器人的标准文献报道, 委托项目具有新颖性。”

由于国际上无消防灭火机器人的相关标准, 因此无法比较。

(2) 与国外样机的数据对比

我国的消防灭火机器人与日本的消防灭火机器人技术指标比较见表 12。

表 12 我国与日本的消防灭火机器人技术指标比较表

	中国灭火机器人 (轮胎式)	日本无人放水车 (履带)	日本 自动行走喷水炮
外形尺寸 长×宽×高 (m)	2.44×1.44×1.56	3.88×1.8×2.37	2.5×1.5×1.6
最大总质量 kg	1500	4150	2000
无线控制/有效距离 m	150	有/30	有/
有线控制/有效距离 m	/	有/100	有/
行走速度 km/h	3.6	10.0	4.5
最大爬越坡度 °	30	/	30
最大跨越垂直物高度 mm	250	/	/

消防炮额定工作压力 MPa		0.8	1.0	1.0
消防炮喷射流量 L/s	水	50	83	50
	泡沫	48	50	50
消防炮姿态角	水平 °	-90-90	/	/
	俯仰 °	-10-60	/	/
最大消防炮喷雾角	°	90	/	/

对比结果：国内的消防灭火机器人基本技术性能指标与国外同类产品技术水平相当。

四、与法律法规、强制性标准的关系

消防救援行业标准《消防机器人 第 2 部分：灭火机器人》是系列标准 XF892.1—2010《消防机器人 第 1 部分：通用技术条件》的后续部分，因此，在所有条款的制定上均具有延续性。同样，该行业标准的制定注重与国家现行法律、法规、政策以及相关标准的衔接，不违反国家现行法律、法规和强制性国家标准。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

六、标准性质的建议

建议本部分标准的第 4 章(除 4.6.4.6 和 4.6.6 外)和第 6 章为强制性章节，其余为推荐性章节。

七、贯彻标准的要求和建议

建议对本部分组织宣传和培训。

本部分的实施需要有关部门组织大力宣传和贯彻，举办各种形式的培训班，才能让消防灭火机器人制造领域充分认识和理解新标准，进而得以推广应用。

八、废止、替代有关标准的建议

由于是新标准的制定，无废止、替代有关标准。

九、其他应予说明的事项

本部分的颁布实施，将为灭火机器人的生产和检验提供依据，规范其生产、销售和监督管理；为用户提供合格可靠的机器人产品，使消防灭火机器人在灾害现场充分发挥作用，保障国家和人民生命财产安全。因此，具有极大的经济和社会

会效益。

征求意见稿编制说明