

T/CASEI

中国特种设备检验协会团体标准

T/CASEI XXXX—XXXX

消防机器人维护保养规程

Maintenance regulations for firefighting robots

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国特种设备检验协会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 维护保养要求 4

 4.1 总体要求 4

 4.2 一般要求 4

 4.2.1 人员要求 4

 4.2.2 工具要求 5

 4.2.3 安全操作要求 5

 4.3 维护保养周期与维修要求 5

 4.3.1 维护保养周期要求 5

 4.3.2 维修要求 6

 4.4 按组成分类的维护保养要求 6

 4.4.1 移动载体 6

 4.4.2 后方辅助系统 6

 4.5 维护保养实施要求 6

 4.5.1 操作流程合规 6

 4.5.2 质量记录规范 6

 4.5.3 问题处理机制 6

 4.6 特殊场景要求 6

 4.6.1 极端环境后保养 6

 4.6.2 长期存放保养 6

 4.7 体系要求 6

 4.7.1 档案管理 6

 4.7.2 文件控制 6

 4.7.3 程序规范 7

 4.7.4 记录管理 7

5 维护保养流程 7

 5.1 维护保养基本流程 7

 5.2 关键部件维护保养项目 7

 5.3 行走机构 7

 5.3.1 检查内容 7

 5.3.2 保养措施 8

 5.4 控制系统 8

 5.4.1 检查内容 8

 5.4.2 保养措施 8

 5.5 机械部件 9

5.5.1	检查内容	9
5.5.2	保养措施	9
5.6	通讯设备	9
5.6.1	检查内容	9
5.6.2	保养措施	10
5.7	电源（动力）系统	10
5.7.1	检查内容	10
5.7.2	保养措施	10
5.8	维护保养注意事项	11
5.8.1	保护易损件	11
5.8.2	维护保养基本规范	11
5.8.3	维护保养准备	12
5.8.4	维护保养实施	12
6	文档管理	12
6.1	档案管理	12
6.1.1	维护保养档案	12
6.1.2	档案建立与规范	12
6.1.3	档案存储与保管	13
6.1.4	档案查阅与使用	13
6.2	合同管理	13
6.2.1	合同签订	13
6.2.2	合同执行	13
6.2.3	合同归档	13
附录 A	（规范性） 消防机器人维护保养技术规程	14
附录 B	（规范性） 消防机器人定期维护项目基本流程	17
附录 C	（规范性） 消防机器人定期维护项目检查表	20
附录 D	（规范性） 消防机器人维护保养服务合同样本	22

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。

请注意本文本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××××提出。

本文件由中国特种设备检验协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

消防机器人维护保养规程

1 范围

本文件确立了消防机器人维护保养类别、维护保养规程、关键保养工序等相关程序。
本文件适用于地面行走类消防机器人(以下简称“机器人”)使用维护保养。

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 19156—2019 消防炮

XF 892.1—2010 消防机器人 第 1 部分:通用技术条件

3 术语和定义

XF 892.1—2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机器人维护保养 robot maintenancet

通过检查、擦拭、清扫、润滑、调整等一般方法对机器人进行护理以维持和保护设备的性能和技术状况。

3.2

移动载体 moving carrier

由动力源、传动机构、行走机构、机架等组成,用于实现消防机器人行走和承载功能的组件。

3.3

机载设备 on-board equipment

安装在移动载体上的用于执行灭火、排烟、侦察、洗消、照明、救援等特定任务的装置,如消防炮、排烟机、气体检测仪、照明灯具、机械手等。

4 维护保养要求

4.1 总体要求

由使用单位组织开展,也可以委托具备相应资质的单位实施的维护保养在于围绕保障地面行走类消防机器人(不含无人机消防机器人)的使用性能,通过科学规范的操作,确保机器人在执行灭火、侦察、排爆等任务时始终处于可靠状态。若使用单位对维护保养工作存在异议,或在维护保养过程中产生纠纷,可委托具备相应资质的第三方机构进行鉴定评估。

4.2 一般要求

4.2.1 人员要求

4.2.1.1 人员配置要求

使用单位拥有不多于 20 台消防机器人时,应至少配备 1 名安全操作管理人员和 1 名维保人员;多于 20 台时,每 20 台需配备 1 名安全操作管理人员和 1 名维保人员。

4.2.1.2 人员资质与培训

操作人员、安全操作管理人员和维护保养人员已经过适当的培训，熟悉相关国家法律法规、标准，并能得到其所在单位必要的指导和支持，且能够安全地进行所要求的维护操作并已取得国家有关规定考核合格证书的人员，方可从事相应的作业或者管理工作。

操作人员、安全操作管理人员应取得机器人系统操作员证书（中级以上）或取得特种机器人系统操作培训。

维护保养人员应取得机器人操作与运维证书(中级以上)——机器人操作与运维职业技能等级标准。

4.2.2 工具要求

4.2.2.1 工具适配性

维护保养工具需与机器人的型号、部件规格相匹配。例如，需使用专用海绵清洁机身，以避免划伤漆面；使用带刷的多功能泡沫清洁剂处理顽固污渍；使用屏幕清洁套装对终端进行保养等。

4.2.2.2 工具管理规范

工具需进行分类存放，保持整洁，使用后需及时归位。同时，要定期检查工具性能，如防锈油的有效性、清洁剂的保质期等，确保其符合维护保养的要求。

4.2.2.3 物料要求

为满足机器人各部分的正常运作与功能实现，所需物料需符合特定要求，具体如下：

- 1) 润滑油：主要用于行走装置和工作装置浸水部位的紧固件防锈处理。
- 2) 线缆：包括机器人本体线束等相关电缆。
- 3) 以电为动力的电池：主要为电池组。
- 4) 机器人通讯用：包括天线、通讯模块等。

4.2.3 安全操作要求

4.2.3.1 操作环境安全

维护保养需在干燥、通风且无易燃易爆物品的环境中开展，同时要远离火源及高温区域。对于以电为动力的机器人，进行维护前必须先断开电源，以避免触电风险。

4.2.3.2 防护措施规范

维护保养人员需按要求佩戴必要的防护用具，如绝缘手套、防滑鞋等。在进行电池更换、线缆检修等带电操作时，严禁佩戴金属饰品，防止发生短路情况。

4.2.3.3 紧急处理机制

应配备灭火器、绝缘棒等应急工具，并明确设备短路、电池漏液等突发状况的紧急情况处理流程。在维护过程中，若发现机器人存在结构裂纹、制动失效等重大安全隐患，需立即停止操作，悬挂警示标识，并及时上报。

4.3 维护保养周期与维修要求

4.3.1 维护保养周期要求

按照维护保养的周期可分为日常保养和周期保养两大类（见表 1）。

日常保养：每日进行两次功能检查；

周期保养：每月一次的检修保养；以及每年一次的年检（需提供第三方检测报告）。

表 1 维护保养周期

类别		周期	保养内容	执行人员
日常保养		每天使用前后	外观清洁、行走机构检查、电源状态	保养人员
周期保养	月度保养	每月一次（30小时/月）	润滑系统、控制功能测试、消防炮喷射	保养人员
	年度保养	每年一次（300小时/年）	动力系统拆解、结构件探伤、全系统防水	保养人员
每年年检一次（依据认证技术要求进行全项性能检测，提供检测报告）				第三方机构

4.3.2 维修要求

发现部件损坏或功能异常时，需及时更换合规配件并记录（原因、型号、时间）。

对于无法当场解决的问题，要形成书面报告反馈使用单位，明确整改建议及期限。

若使用单位对维护保养工作存在异议，或在维护保养过程中产生纠纷，可委托具备相应资质的第三方机构进行鉴定评估。

4.4 按组成分类的维护保养要求

4.4.1 移动载体

组成部件检查：动力源（电机 / 发动机）、行走机构（轮胎 / 履带、驱动电机、减速器）、机载设备功能；

功能测量：行走（直行速度 $\geq 0.5\text{m/s}$ 、制动距离 $\leq 0.3\text{m}$ 、爬坡能力 $\geq 40\%$ ）、作业及急停功能（急停响应 $\leq 0.5\text{ s}$ ），电机及减速器噪声（无异常声响）；

保养件更换：液压油、机油、转动部位润滑脂、磨损超原厚度 20% 的轮胎 / 履带、容量低于标称 80% 的电池组等。

4.4.2 后方辅助系统

常规检查：控制器清洁、指示灯、接口、天线状态及电量；

功能检查：软件运行、通讯功能（双向通信距离 $\geq 100\text{m}$ 、冗余通信可靠性）、控制功能、机载设备数据回传；

性能校验：控制器按键及触屏灵敏度、电池充电功能。

4.5 维护保养实施要求

4.5.1 操作流程合规

维护过程中应严格遵循《消防机器人定期维护项目基本流程》（附录B），涵盖准备、清洁检查、功能测试、维护实施、记录归档等环节，不得简化或跳过。

4.5.2 质量记录规范

维护过程中需如实填写《消防机器人定期维护项目检查表》（附录C），记录检查结果（正常/异常/已修复），确保可追溯。

4.5.3 问题处理机制

发现部件损坏或功能异常时，及时更换合规配件并记录（原因、型号、时间）；无法当场解决的，形成书面报告反馈使用单位，明确整改建议及期限。

4.6 特殊场景要求

4.6.1 极端环境后保养

机器人在化学污染、海水浸泡等环境使用后，需彻底清洁机身及履带/轮组，对金属部件二次防锈处理，检测通讯模块抗干扰性能及外壳防护性能（IP65）。

4.6.2 长期存放保养

机器人停用超 1 个月时，需全面清洁和润滑，断开电池连接（电量保持 50%-70%），存放于避光干燥室内，每月通电检查功能（含自检、通讯、行走机构）。

4.7 体系要求

4.7.1 档案管理

建立机器人档案，包含设备出厂文件（说明书、维护手册、技术图纸）、验收材料、定期性能检验记录等。

4.7.2 文件控制

建立法律法规、规范、标准等文件控制台账。

4.7.3 程序规范

制定与机器人种类、型号匹配的管理程序、作业指导书、操作规程。

4.7.4 记录管理

建立培训记录、使用及维护计划、维护情况等质量管理记录台账。

5 维护保养流程

5.1 维护保养基本流程

消防机器人维护保养单位应按照《消防机器人定期维护保养基本流程》（附录 B），对受委托范围内的消防机器人维护保养项目提供服务，严格遵循《消防机器人维护保养技术规程》（附录A）的技术要求规范开展工作。

5.2 关键部件维护保养项目

消防机器人维护保养单位应按《消防机器人定期维护项目检查表》（附录C）对受委托范围内的消防机器人维护保养项目进行维护保养服务。关键部件维护保养项目主要围绕行走机构、控制系统、机械部件、通讯设备、电源（动力）系统五个方面展开（见表2）。

表 2 维护保养项目

项目	检查内容	保养措施
行走机构	轮胎/履带（磨损量、裂纹、气压）、驱动电机及减速器（异响、温度 $\leq 60-70^{\circ}\text{C}$ ）、悬挂系统（变形、螺栓松动）、制动距离（ $\leq 0.3\text{m}$ ）、爬坡能力（ $\geq 40\%$ ）。	清洁缝隙杂物、补充润滑脂（链条、轴承）、紧固悬挂系统螺栓（按厂商标定值 $8-12\text{N}\cdot\text{m}$ ）、更换磨损超原厚度 20% 的轮胎 / 履带。
控制系统	遥控器（按键灵敏度、信号稳定性，距离 $\geq 100\text{m}$ ）、线控系统（电缆老化、接口松动）、自动控制程序（逻辑校验）。	校准遥控器信号模块（信号强度 $> -70\text{dBm}$ ）、更新控制软件至最新版本、检查户外型设备接口密封圈（防水）
机械部件	消防炮 / 机械臂（转动灵活性、水带接口密封性）、传感器（温度、气体等灵敏度，误差 $\leq$ 规定范围）、排烟机等其他机载设备功能。	清除消防炮内部水垢（专用除垢剂）、紧固螺栓并涂防锈剂、定期标定传感器（如 CO_2 传感器每半年 1 次）、测试消防炮喷射距离及流量（符合 GB/T 19156 要求）。
通讯设备	无线图传信号、天线状态和备用通讯模块完整性	测试信号抗干扰能力、清洁天线接口及更换氧化部件
电源（动力系统）	电池（容量 $\geq$ 标称 80%、无鼓包 / 漏液）、电缆（绝缘层破损，绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ ）、燃油型发动机（油路通畅、滤清器无堵塞）、UPS 备用电源（切换功能）。	锂电池组均衡充电（单体电压偏差 $\leq 0.02\text{V}$ ）、燃油机器人定期换机油及清洗油箱（每 200 小时）、更换破损电缆、检查 UPS 切换功能（ ≤ 10 毫秒）。

5.3 行走机构

5.3.1 检查内容

5.3.1.1 轮胎 / 履带

全面检查轮胎或履带的磨损状况，查看表面是否有均匀或局部的磨损痕迹，仔细排查是否存在裂纹、鼓包等损伤；对于充气式轮胎，需使用精准的气压表测量胎压，确保其处于设备说明书规定的标准气压范围内，同时检查气门嘴是否完好，有无漏气迹象。

5.3.1.2 驱动电机、减速器

在机器人运行过程中，通过听觉判断驱动电机和减速器是否发出异常声响，如金属摩擦声、高频尖叫声等；借助红外测温仪实时监测其工作温度，若温度超过设备设计的最高耐受温度（通常为 60-70℃，具体以设备参数为准），则判定为过热现象。

5.3.1.3 悬挂系统

对悬挂系统的弹簧、减震器等核心部件进行细致检查，查看是否有明显的变形、断裂情况；检查各连接点的螺栓、螺母是否松动，可用扳手逐个测试，观察悬挂系统在机器人行驶时是否有异常的晃动或偏移。

5.3.2 保养措施

5.3.2.1 清洁履带 / 轮胎缝隙中的杂物

使用硬毛刷、细铁丝等工具，仔细清理履带链节之间、轮胎花纹深处嵌有的石子、泥土、金属碎屑等杂物，必要时可配合高压气枪吹扫，确保缝隙内无残留杂物，防止行走时因杂物卡滞加剧部件磨损。

5.3.2.2 补充润滑脂（如链条、轴承）

根据设备维护手册规定的润滑周期和润滑脂型号，对履带链条的销轴、轴承等转动部位进行润滑作业。先清理润滑点表面的油污和灰尘，再用专用黄油枪将润滑脂均匀注入，直至有新的润滑脂从缝隙溢出，最后用抹布擦去多余的润滑脂，避免沾染灰尘。

5.3.2.3 更换磨损超标的轮胎 / 履带

使用卡尺测量轮胎或履带的实际厚度，与新件厚度对比计算磨损量，当磨损量超过原厚度的 20% 时，及时更换同规格、同型号的轮胎或履带。更换过程中，同步检查相关连接件的磨损情况，必要时一并更换，更换后进行短距离试运行，确保行走平稳、无异常震动。

5.4 控制系统

5.4.1 检查内容

5.4.1.1 遥控器按键灵敏度、信号稳定性

逐一按压遥控器上的所有按键，感受按键的回弹力度和触发灵敏度，检查是否有卡键、失灵现象；在不同距离和环境下（如空旷场地、有障碍物遮挡），多次操作机器人执行各种动作，观察信号传输是否稳定，记录信号延迟时间和是否出现中断、误动作等情况。

5.4.1.2 线控系统电缆老化或接口松动

检查线控系统电缆的外皮是否有龟裂、硬化、破损等老化迹象，重点关注电缆的弯曲处和接头部位；检查电缆与设备接口的连接是否牢固，拔插接口时感受阻力是否正常，查看接口内的针脚是否有弯曲、氧化、锈蚀等问题。

5.4.1.3 自动控制程序的逻辑校验

通过模拟多种工作场景，对自动控制程序的逻辑进行全面校验。例如，设置机器人自动避障、路径规划等任务，观察程序是否能按照预设逻辑准确执行；测试程序的容错能力，输入异常指令时，检查程序是否能做出正确的报错或保护反应。

5.4.2 保养措施

5.4.2.1 校准遥控器信号发射与接收模块

使用专业的信号校准仪器，连接遥控器和机器人的信号接收端，按照校准流程调整信号发射频率、功率等参数，确保遥控器发射的信号能被机器人稳定接收，信号强度符合设备要求，校准完成后进行多次实操测试，验证信号传输的稳定性。

5.4.2.2 更新控制软件至最新版本

从设备厂商官方渠道下载最新的控制软件版本，严格按照升级指南的步骤进行软件更新。更新过程中确保电源稳定，避免中断；更新完成后，重启系统并对机器人的各项功能进行全面测试，确认软件运行正常，无兼容性问题。

5.4.2.3 防水密封检查（如户外型机器人）

对于户外型机器人，重点检查遥控器的按键缝隙、接口处的防水密封圈是否完好，有无老化、变形、破损；检查线控系统电缆的接头防水胶套是否紧密贴合，必要时更换老化的密封圈和胶套。可进行防水测试，将相关部件在规定水深和时间内浸泡，取出后检查是否有进水情况。

5.5 机械部件

5.5.1 检查内容

5.5.1.1 消防炮 / 机械臂的转动灵活性

手动操作消防炮的俯仰、旋转动作以及机械臂的伸缩、弯曲动作，感受转动过程中的阻力是否均匀，有无卡顿、滞涩现象；使用扭矩测量工具检测转动所需的扭矩，与设备标准值对比，判断是否在正常范围内。

5.5.1.2 水带接口密封性

将水带接口与消防炮或其他连接部件正确连接，通入一定压力的清水（通常为工作压力的 1.2 倍），保持压力一段时间，观察接口处是否有渗水、漏水现象，也可在接口周围涂抹肥皂水，若有气泡产生，则说明存在密封不良问题。

5.5.1.3 传感器（温度、气体等）灵敏度

使用标准的温度源和气体浓度发生器，对温度传感器和气体传感器进行灵敏度测试。将温度传感器置于已知温度的环境中，记录其显示值与标准温度的偏差；向气体传感器通入已知浓度的标准气体，测量其响应时间和检测精度，确保符合设备规定的误差范围。

5.5.2 保养措施

5.5.2.1 清除消防炮内部水垢

当消防炮使用一段时间后，内部管道可能会形成水垢，影响喷射效果。可将适量的专用除垢剂按比例溶解在水中，通过消防炮循环冲洗内部管道；对于较顽固的水垢，可拆解消防炮的关键部件，用软毛刷进行手工清理，清理完成后用清水彻底冲洗，确保无除垢剂残留。

5.5.2.2 紧固螺栓并涂抹防锈剂

对机械部件上的所有螺栓进行全面检查，使用扭矩扳手将松动的螺栓紧固至规定的扭矩值；对于暴露在外环境中的螺栓，先用砂纸打磨去除表面的锈迹和油污，然后均匀涂抹一层防锈油或防锈漆，形成保护膜，防止螺栓生锈腐蚀。

5.5.2.3 标定传感器参数

按照传感器的标定手册，定期对传感器进行参数标定，如 CO₂传感器每半年标定一次。将标准气体通入传感器，待传感器读数稳定后，调整传感器的零点和量程，使检测值与标准气体浓度一致，标定完成后记录标定数据，并存入设备维护档案。

5.6 通讯设备

5.6.1 检查内容

5.6.1.1 无线图传信号延迟或中断

在不同的工作环境下（包括有电磁干扰、障碍物遮挡等复杂场景），测试无线图传信号的传输情况。使用专业的信号测试设备，测量信号从发射端到接收端的延迟时间，记录信号中断的次数、持续时间，评估信号传输的稳定性。

5.6.1.2 天线损坏或接触不良

检查天线的外观是否有弯曲、断裂、变形等物理损坏；检查天线与设备接口的连接是否牢固，轻轻晃动天线，观察信号是否有明显波动，查看接口处是否有氧化、锈蚀现象。

5.6.1.3 备用通讯模块（如光纤）的完整性

对于光纤等备用通讯模块，检查光纤线缆是否有折断、过度弯曲等损伤，查看光纤接头是否清洁、无划痕；使用光功率计测试光纤的传输损耗，确保其在设备规定的正常范围内，同时检查模块与设备的连接是否匹配、稳固。

5.6.2 保养措施

5.6.2.1 测试多频段信号抗干扰能力

使用信号发生器模拟不同频率、不同强度的电磁干扰信号，对通讯设备的多频段信号进行抗干扰能力测试。在干扰环境下，观察无线图传信号的稳定性、传输质量，记录设备能够承受的最大干扰强度，确保在复杂电磁环境下通讯正常。

5.6.2.2 清洁天线接口，更换氧化部件

对于天线接口处的氧化层，用细砂纸轻轻打磨去除，再用无水酒精擦拭接口，确保接口清洁；若接口损坏或氧化严重无法修复，则及时更换新的接口部件，更换后检查天线连接的稳固性和信号传输质量。

5.7 电源（动力）系统

5.7.1 检查内容

5.7.1.1 电池容量衰减

使用专业的电池容量测试仪，对电池组进行充放电循环测试，准确测量电池的实际容量。将实际容量与电池标称容量进行对比，当实际容量低于标称容量的 80% 时，判定为电池容量严重衰减，需要更换新的电池组，同时检查电池外观是否有鼓包、漏液、变形等情况。

5.7.1.2 电缆绝缘层破损

仔细检查电源电缆的绝缘层，查看是否有划伤、龟裂、磨损等破损情况，重点检查电缆的接头处和弯曲部位；使用绝缘电阻测试仪测量电缆的绝缘电阻值，确保其符合相关安全标准（一般要求每千米绝缘电阻不低于 $10\text{M}\Omega$ ）。

5.7.1.3 发动机（燃油型）的油路、滤清器堵塞

对于燃油型机器人的发动机，检查油路管道是否有堵塞现象，可通过观察燃油流动速度和压力判断；拆卸燃油滤清器，检查滤芯表面是否有大量杂质、油污堵塞，若滤芯堵塞严重，需及时清洁或更换。

5.7.2 保养措施

5.7.2.1 锂电池组均衡充电

将锂电池组连接至专用的均衡充电器，充电器会自动检测每个电池单体的电压，对电压偏低的单体进行补充充电，使所有单体电池的电压保持一致，确保电池组的整体性能和使用寿命。充电过程中密切监控电池温度，避免过充。

5.7.2.2 更换燃油机器人机油、清洗油箱

当燃油机器人的运行时间达到 200 小时后，排放发动机内的旧机油，更换新的符合规格的机油和机油滤清器；对于油箱，先将剩余燃油抽出，用清洁的燃油冲洗油箱内部，去除油箱底部的沉淀杂质，再加入新的燃油，更换完成后启动发动机，检查机油压力和运行状态。

5.7.2.3 检查 UPS 备用电源切换功能

模拟主电源突然中断的场景，观察 UPS 备用电源是否能在规定时间内（通常不超过 10 毫秒）自动切换至供电状态，确保机器人的控制系统、通讯系统等关键部件不受断电影响。切换完成后，检查备用电源的输出电压、频率是否稳定，主电源恢复时，测试切换回主电源的功能是否正常。

5.8 维护保养注意事项

5.8.1 保护易损件

为保障消防机器人关键部件的正常功能与使用寿命，需对易损件进行针对性保护。易损件的类型、具体保护要求及异常处理建议见表3。

表 3

易损件类型	保护要求	异常处理建议
天线	避免外力磕碰，防止弯曲、变形、折断；拆卸时小心保管，保持接口清洁	通信质量下降时联系厂商技术支持
裸露线缆	避免过度拉扯、尖锐物体划破或刺穿，防止漏电、短路或断路	出现损坏时停止使用，联系维修
摄像机镜头保护玻璃	避免剧烈撞击和尖锐物体冲击，防止破碎	破碎后勿触碰碎片，联系厂商处理
手持遥控终端显示屏	避免剧烈撞击和尖锐物体冲击，防止损坏	损坏时停止使用，联系维修

5.8.2 维护保养基本规范

为确保消防机器人维保工作的安全有序进行，保障设备性能稳定及人员安全，需严格遵循以下维保规范：

- 1) 消防机器人的维保工作须由经过专业培训的专人负责，其他人员不得擅自进行维保操作。
- 2) 开展维保工作前，应先关闭机器人电源，待其完全停止运行后，再关闭手持遥控终端电源，避免因设备运行引发意外。
- 3) 维保过程中，不要用手直接触碰机器人的运动部件，更不允许将手或脚伸入履带空隙。
- 4) 维保区域应清理无关人员，防止机器人在调试移动时发生刮碰，造成人员受伤；对处于喷水状态相关部件进行维保时，禁止机器人高速行走。
- 5) 维保期间如遇紧急情况，需立即按下手持遥控终端的“急停”按钮，使机器人停止运动。
- 6) 对侦察机器人进行维保时，需注意其无进水幕保护，工作温度上限为 70℃，避免在高温环境下进行维保作业，以防设备损坏。
- 7) 调试机器人运动功能时，应避免速度、动作突然出现较大改变，防止机器人重心不稳，导致部件损坏，影响使用寿命。
- 8) 对机器人爬坡、爬楼梯相关性能进行维保时，要检查坡面倾斜角度不超过最大爬坡角度，同时关注机器人本体重心位置，避免因速度过快、坡度过大导致机体倾翻损坏。
- 9) 在对机器人爬坡、爬楼梯性能进行维保时，操作人员和无关人员严禁站立在机器人正前方和正后方，应远离机器人，防止操作失误引发事故。
- 10) 维保中调试机器人通过台阶、楼梯、路肩等复杂路况时，请勿让机器人高速通过，避免因高速撞击损坏设备。
- 11) 每次维保前后，须检查机器人本体和手持遥控终端的电池电量，若电量过低，应及时充电，防止影响维保测试或损坏电池。
- 12) 对机器人通讯系统进行维保时，在未安装天线的情况下，严禁开启电源；设备通电状态下，严禁拆下天线，以免导致通信系统永久性损坏。

- 13) 任何人未经许可不得拆解机器人进行维保，以免造成机器人损坏或人员伤害。设备出现故障后，应与厂商联系获得技术支持。
- 14) 消防机器人维保完毕或进行断电维修时，应先按下手持遥控终端上的“急停”按钮，再分别关闭机器人电源总开关和手持遥控终端电源开关。
- 15) 对泡沫机器人进行维保时，若涉及发泡过程，请勿将手伸入或靠近高倍炮体，以免发生卷入危险。

5.8.3 维护保养准备

消防机器人维护单位对消防机器人进行维护保养前应确定由具有相关职业资格证书的人员实施维护保养。

5.8.4 维护保养实施

- 5.8.4.1 消防机器人维护单位根据本文件的规定进行维护保养工作，
- 5.8.4.2 消防机器人维护单位对消防机器人进行维护保养服务时，应及时、客观、真实、完整的填写《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 C）。
- 5.8.4.3 维护保养工作中发现的问题，应及时反馈给委托单位，并如实在《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 C）中记录。

6 文档管理

6.1 档案管理

6.1.1 维护保养档案

维护保养档案分为基础档案、过程档案和辅助档案三大类，具体内容见表4。

表 4

档案类别	内容
基础档案	1. 设备基本信息：型号、出厂编号、生产日期、技术参数、出厂合格证、使用说明书、维护手册； 2. 验收资料：到货验收报告、安装调试记录、初期性能检测报告； 3. 资质文件：维护单位资质证书、维保人员职业资格证书复印件。
过程档案	1. 维护记录：《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 C）、维护保养计划及执行表、部件更换记录（含更换原因、型号、厂家、更换人、时间）； 2. 故障处理：故障报告（含现象描述、诊断过程、解决方案）、重大隐患整改单及验收记录； 3. 性能校验：第三方年检报告、传感器标定记录、防水 / 防爆测试报告。
辅助档案	1. 合同文件：维护保养合同（含服务范围、周期、费用、双方权责）； 2. 培训资料：维保人员培训记录、考核结果； 3. 其他：与设备相关的法律法规、标准文本、厂商技术通报。

6.1.2 档案建立与规范

6.1.2.1 建档要求

- 设备投入使用后 30 日内，使用单位需完成基础档案的收集与建档；
- 每次维护保养完成后 24 小时内，维护单位需将过程档案整理归档，内容需真实、完整，签字确认（维护人员、使用单位监督员双签字）；
- 电子档案需同步生成，命名规则为“设备型号-档案类别-日期-序号”。

6.1.2.2 记录规范

纸质记录需使用蓝黑墨水笔填写，字迹清晰，不得涂改；如需修改，需在修改处签字并注明日期；

电子记录需采用加密格式存储，禁止擅自修改，修改痕迹需全程留痕（如修订版本号、修订人、修订时间）；

关键数据（如电池容量、传感器误差值）需附原始检测报告复印件作为佐证。

6.1.3 档案存储与保管

6.1.3.1 存储要求

纸质档案：存放于防潮、防火、防虫的档案柜中，温湿度符合要求；

电子档案：存储于专用服务器，实行“双备份”（本地服务器 + 云端加密存储），每月至少备份1次，备份介质（如硬盘）需异地存放；

涉密信息（如设备核心参数）需单独存档，设置访问权限（仅授权人员可查阅）。

6.1.3.2 保管期限

基础档案：设备报废前至少保存3年；

过程档案、辅助档案：自形成之日起保存不少于5年（其中第三方年检报告、重大故障记录需保存至设备报废；

超过保管期限的档案，需经使用单位设备管理部门审批后销毁，销毁记录需存档备查。

6.1.4 档案查阅与使用

6.1.4.1 查阅权限

使用单位：设备管理部门可查阅全量档案；其他部门需经负责人审批，仅限查阅与本职责相关的内容（如故障处理记录）；

维护单位：仅限查阅所负责设备的过程档案及辅助档案，需使用单位授权；

第三方机构（如监管部门）：凭有效证件及公函查阅，需使用单位专人陪同。

6.1.4.2 使用规范

查阅纸质档案需登记《档案查阅登记表》（含查阅人、日期、用途、查阅内容），禁止勾画、涂改、抽取页面；

复制电子档案需经审批，复制件需标注“复制件”及来源，禁止用于未经授权的用途；

档案信息不得泄露给无关方，违反者承担相应责任。

6.1.4.3 消防机器人维护保养档案资料存档时间不应少于三年。

6.2 合同管理

6.2.1 合同签订

维护保养合同需明确服务范围（如设备型号、维护项目）、周期（日常/月度/年度）、质量标准（参考附录D）、费用、双方权责（如使用单位提供场地，维护单位保证配件正品）、验收方式及争议解决条款。

6.2.2 合同执行

维护单位需按月提交《合同执行进度表》，使用单位每季度对合同执行情况进行审核，审核结果纳入档案；合同变更需签订补充协议，与原合同一并归档。

6.2.3 合同归档

合同原件由使用单位采购部门存档，维护单位留存复印件，归档时需附合同审批单、付款凭证等支撑材料。

通过以上规范，确保维护保养文档的完整性、准确性和安全性，为消防机器人的可靠运行提供可追溯的管理依据。

附录 A
(规范性)
消防机器人维护保养技术规程

A.1 维护保养基本要求

A.1.1 人员要求

维护保养人员需持有机器人操作与运维证书（中级及以上），熟悉设备结构及本规程，具备应急处理能力。

A.1.2 工具与物料要求

通用工具：扭力扳手（校准有效期内）、绝缘手套、高压气枪、无纺布毛巾等；
专用物料：多功能泡沫清洁剂、高温润滑脂（适配设备型号）、专用除垢剂、防锈油等；
检测仪器：红外测温仪、电池容量测试仪、绝缘电阻测试仪、信号测试仪等。

A.1.3 安全要求

维护场地需干燥、通风，远离易燃易爆物品，设置“正在维护，请勿操作”警示标识；
操作前断开机器人主电源及手持遥控终端电源，带电操作时严禁佩戴金属饰品；
配备灭火器、绝缘棒等应急工具，明确电池漏液、短路等突发情况处理流程。

A.2 主要部件维护保养技术要求

A.2.1 行走机构

A.2.1.1 维护内容与检查方法

表 A.1 行走机构维护内容与检查方法

周期类别	维护内容	检查方法	判定标准
日常保养	1. 轮胎/履带外观； 2. 驱动电机/减速器运行状态； 3. 悬挂系统螺栓。	1. 目测检查外观； 2. 运行状态； 3. 测试功能。	1. 无裂纹、鼓包；充气式轮胎胎压符合设备说明书标准值； 2. 无异常声响； 3. 无松动。
月度保养	1. 驱动电机工作温度； 2. 制动距离。	1. 红外测温仪； 2. 测试功能。	1. $\leq 60-70^{\circ}\text{C}$ ； 2. $\leq 0.3\text{m}$ 。
年度保养	1. 轮胎/履带磨损量； 2. 驱动电机输出功率。	1. 卡尺测量； 2. 专业仪器。	1. $\leq$ 原厚度 20%； 2. 符合出厂标准。

A.2.1.2 保养措施

清洁：用硬毛刷+高压气枪清理履带/轮胎缝隙杂物，无纺布毛巾擦拭表面；
润滑：对链条、轴承等转动部位补充高温润滑脂（直至新脂从缝隙溢出）；
紧固：用扭力扳手将悬挂系统螺栓紧固至厂商标定值（ $8-12\text{N}\cdot\text{m}$ ）；
更换：磨损量 $>20\%$ 时，更换同规格轮胎/履带，更换后试运行确保平稳。

A.2.2 控制系统

A.2.2.1 维护内容与检查方法

表 A.2 控制系统维护内容与检查方法

周期类别	维护内容	检查方法	判定标准
日常保养	1. 遥控器按键灵敏度； 2. 遥控器信号稳定性； 3. 线控系统电缆外观。	1. 手动按压； 2. 实际操作（不同距离）； 3. 目测。	1. 无卡键、失灵，回弹正常； 2. 有效距离 $\geq 100\text{m}$ ，无延迟、中断； 3. 外皮无龟裂、破损，接口针脚无氧化、弯曲。
月度保养	自动控制程序逻辑驱动电	模拟场景测试。	逻辑校验通过，无异常报错。

	机工作温度。		
年度保养	1. 遥控器信号强度； 2. 控制软件版本； 3. 户外型设备接口密封性。	1. 信号测试仪； 2. 系统查询； 3. 目测+防水测试。	1. $>-70\text{dBm}$ ； 2. 最新版本，无兼容性问题； 3. 密封圈无老化、变形，无进水。

A. 2. 2. 2 保养措施

校准：使用专用仪器校准遥控器信号发射与接收模块，确保信号稳定；
更新：从厂商官方渠道下载并更新控制软件，重启后测试功能；
密封维护：更换老化的接口密封圈，必要时进行防水测试（规定水深浸泡无进水）。

A. 2. 3 机械部件

A. 2. 3. 1 维护内容与检查方法

表 A. 3 机械部件维护内容与检查方法

周期类别	维护内容	检查方法	判定标准
日常保养	1. 消防炮/机械臂转动灵活性； 2. 水带接口密封性。	1. 手动操作； 2. 通水测试。	1. 转动灵活，无卡顿； 2. 无渗漏。
月度保养	1. 传感器（温度/气体等）灵敏度； 2. 消防炮喷射性能。	1. 标准源校准； 2. 实际喷射。	1. 误差 $\leq$ 规定范围； 2. 距离及流量符合 GB/T 19156 要求。
年度保养	1. 消防炮内部水垢； 2. CO ₂ 传感器标定状态。	1. 目测+拆解； 2. 记录查询。	1. 无明显水垢堆积； 2. 每半年标定 1 次，在有效期内。

A. 2. 3. 2 保养措施

除垢：用专用除垢剂循环冲洗消防炮内部，顽固水垢拆解后手工清理，清水冲净残留；
防锈：紧固螺栓后涂抹防锈油，去除表面锈迹（砂纸打磨后处理）；
标定：按手册定期标定传感器（如 CO₂传感器每半年 1 次），记录标定数据；
紧固：对机械臂连接螺栓等进行紧固，确保符合扭矩要求。

A. 2. 4 通讯设备

A. 2. 4. 1 维护内容与检查方法

表 A. 4 通讯设备维护内容与检查方法

周期类别	维护内容	检查方法	判定标准
日常保养	1. 无线图传信号； 2. 天线外观及接口。	1. 实际传输测试； 2. 目测。	1. 无延迟、中断； 2. 无损坏、变形，接口无氧化。
月度保养	备用通讯模块（光纤）完整性。	目测+光功率计测试。	线缆无折断，传输损耗在规定范围内。
年度保养	信号抗干扰能力。	模拟干扰测试。	多频段下信号稳定，无异常中断。

A. 2. 4. 2 保养措施

清洁：用无水酒精擦拭天线接口，去除氧化层；
更换：接口氧化严重或部件损坏时，及时更换同规格配件；
测试：定期测试信号抗干扰能力，确保复杂环境下通讯正常。

A. 2. 5 电源（动力）系统

A. 2. 5. 1 维护内容与检查方法

表 A. 5 电源（动力）系统维护内容与检查方法

周期类别	维护内容	检查方法	判定标准
------	------	------	------

日常保养	1. 电池外观; 2. 电池剩余电量; 3. 电缆绝缘层。	1. 目测; 2. 显示屏读取; 3. 目测。	1. 无鼓包、漏液、变形; 2. $\geq 20\%$ (维护测试时); 3. 无破损、龟裂。
月度保养	1. 锂电池组单体电压; 2. 电缆绝缘电阻; 3. 燃油型发动机油路。	1. 专用设备检测; 2. 绝缘电阻测试仪; 3. 目测+压力测试。	1. 单体电压偏差 $\leq 0.02V$; 2. $\geq 10M\Omega$; 3. 通畅, 无堵塞。
年度保养	1. 电池实际容量; 2. UPS 备用电源切换功能。	1. 电池容量测试仪; 2. 模拟断电测试。	1. $\geq$ 标称容量 80%; 2. 切换时间 ≤ 10 毫秒。

A. 2. 5. 2 保养措施

充电: 锂电池组连接专用均衡充电器, 确保单体电压一致;
 更换: 电池容量 $<80\%$ 或有鼓包漏液时更换; 电缆绝缘层破损时更换;
 维护 (燃油型): 每 200 小时更换机油及滤清器, 定期清洗油箱;
 测试: 定期检查 UPS 切换功能, 确保主电源中断时无缝切换。

A. 2. 6 其他部件

包括开关、机械固定件、传感器连接线等通用部件, 按以下要求执行:
 日常保养: 目视检查外观有无损坏、松动, 功能是否正常;
 月度保养: 紧固松动的固定件, 对金属部件涂抹防锈油;
 年度保养: 全面检查, 更换老化或功能失效的部件。

A. 3 维护保养记录要求

维护完成后, 需按《消防机器人定期维护项目检查表》(附录 C) 如实填写检查结果 (正常/异常 / 已修复)、保养措施、测试数据等;

记录需由维护人员及使用单位监督人员双签字确认;

纸质记录与电子记录同步存档, 纸质记录存放于防潮防火档案柜, 电子记录加密存储并定期备份;
 记录保存期限不少于 5 年 (关键数据如第三方检测报告保存至设备报废)。

注: 维保方法中 “目测” 指肉眼观察, “功能测试” 指实际操作验证, “仪器检测” 指使用专业设备量化检测。

附 录 B
(规范性)
消防机器人定期维护项目基本流程

B.1 流程概述

消防机器人维护保养基本流程是确保设备性能可靠的核心环节，需严格遵循“安全优先、预防为主、全程可追溯”原则，涵盖从前期准备到记录归档的全环节，适用于日常保养、月度保养、年度保养及特殊场景后保养。

B.2 详细流程步骤

B.2.1 前期准备（15-30 分钟）

环境确认：选择干燥、通风、无易燃易爆物品的场地，远离火源及高温区域，设置“正在维护，请勿操作”警示标识。

工具物料准备：

通用工具：扭力扳手（校准有效期内）、绝缘手套、高压气枪、无纺布毛巾；

专用物料：多功能泡沫清洁剂、高温润滑脂（符合设备型号要求）、防锈油；

检测仪器：红外测温仪、万用表、电池容量测试仪（按需携带）。

安全措施：断开机器人主电源及手持遥控终端电源，拆除天线（通讯系统维护时），记录断电前设备状态（如电量、故障代码）。

文档准备：打印《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 C），核对设备型号与检查表匹配性。

B.2.2 外观清洁与初步检查（20-40 分钟）

外观清洁：

用专用海绵蘸取泡沫清洁剂，距离机身 15-20cm 均匀喷射，静置 20 秒后用无纺布毛巾沿同一方向擦拭，去除表面油污、灰尘及化学残留物；

重点清理履带 / 轮胎缝隙（用硬毛刷 + 高压气枪）、消防炮喷嘴、摄像头镜面（用镜头布单独清洁）；

清洁手持遥控终端屏幕及按键（使用屏幕清洁套装）。

初步检查：

目视检查线缆外皮是否有龟裂、破损，接口针脚是否氧化、弯曲；

检查轮胎 / 履带磨损情况（有无裂纹、鼓包），充气式轮胎需测量胎压（符合设备说明书标准值）；

观察机身有无变形、锈蚀，紧固件是否松动（如悬挂系统螺栓、消防炮固定件）。

B.2.3 功能测试（30-60 分钟）

通电前检查：确认电源开关处于“OFF”状态，电池接口无氧化，重新连接电源（需两人复核，防止接反）。

基础功能测试：

电源系统：开启机器人及遥控终端，观察电量显示（需 $\geq 20\%$ ），记录初始电量；

行走功能：操作方向摇杆，测试向前 / 向后 / 左右转向动作，观察是否流畅无卡顿，急停按钮响应是否即时（ ≤ 0.5 秒）；

核心部件：测试消防炮俯仰 / 旋转、机械臂伸缩（如有），检查限位装置是否可靠；

通讯系统：验证无线图传信号稳定性，切换多频段测试抗干扰能力（空旷环境传输距离 $\geq 50\text{m}$ ）。

传感器校验：

温度传感器：用标准热源（ 50°C ）测试，显示误差需 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

避障传感器：放置标准障碍物（距离 1m），检测报警距离与实际偏差 $\leq \pm 5\text{cm}$ 。

B.2.4 核心部件维护（60-120 分钟）

行走机构：

补充润滑脂：对履带销轴、轴承等转动部位加注润滑脂，直至新脂从缝隙溢出，擦去多余油脂；

紧固处理：用扭力扳手检查悬挂系统螺栓，按厂商标定值紧固（通常 $8-12\text{N}\cdot\text{m}$ ）；

磨损评估：用卡尺测量轮胎/履带厚度，磨损量 $>$ 原厚度20%时记录并计划更换。

控制与通讯系统：

遥控器校准：使用信号发生器调整发射模块，确保信号强度 $>-70\text{dBm}$ ；

软件检查：确认控制软件为最新版本，无异常报错日志；

防水密封：检查户外型设备接口密封圈，老化时立即更换（按压无变形、无裂纹）。

机械部件：

消防炮维护：通入清水冲洗内部水垢（必要时使用专用除垢剂），测试水带接口密封性（1.2 倍工作压力下无渗漏）；

螺栓防锈：对暴露在外的螺栓进行除锈处理（砂纸打磨），均匀涂抹防锈油。

电源系统：

电池维护：锂电池组进行均衡充电（单体电压偏差 $\leq 0.02\text{V}$ ），记录充电时间及温度变化；

电缆检查：用绝缘电阻测试仪测量电缆绝缘电阻（ $\geq 10\text{M}\Omega$ ），破损处立即标记并更换；

燃油系统（燃油型）：检查油路通畅性，拆卸滤清器清理杂质（每 200 小时更换）。

B. 2.5 综合性能复检（20-40 分钟）

重复步骤 3 的功能测试项目，重点验证维护后可能受影响的部件（如润滑后的行走机构、校准后的传感器）；

年度保养需增加专项测试：

防水测试：人工淋雨试验（水深 10cm，30 分钟）后，内部无渗水；

结构探伤：用超声波检测仪检查关键焊缝，无裂纹或气孔；

制动性能：测试低速行驶（ 2km/h ）时制动距离 $\leq 0.5\text{m}$ 。

B. 2.6 记录与归档（15-20 分钟）

如实填写《消防机器人定期维护项目检查表》，对“异常”项详细描述（如“左履带磨损量 25%，建议 7 日内更换”）；

维护人员与监督人员双签字确认，电子版录入管理系统，纸质版存入档案柜；

工具清洁归位，剩余物料标注使用量及下次更换时间（如润滑脂剩余量、清洁剂保质期）；

恢复设备电源，将机器人停放至指定位置，拆除警示标识。

B. 3 流程图

消防机器人维护保养的具体流程，如图B. 1。

B. 4 注意事项

维护全程需佩戴绝缘手套、防滑鞋，带电操作时严禁佩戴金属饰品；

锂电池组维护时避免短路，若发现鼓包、漏液需立即停止并联系厂商；

极端环境后保养需增加金属部件二次防锈、通讯模块抗干扰测试；

长期存放前需断开电池连接（电量保持 50%-70%），每月通电检查一次。

本流程需结合《消防机器人维护保养技术规程》（附录 A）及设备原厂手册执行，确保维护操作标准化、可追溯。

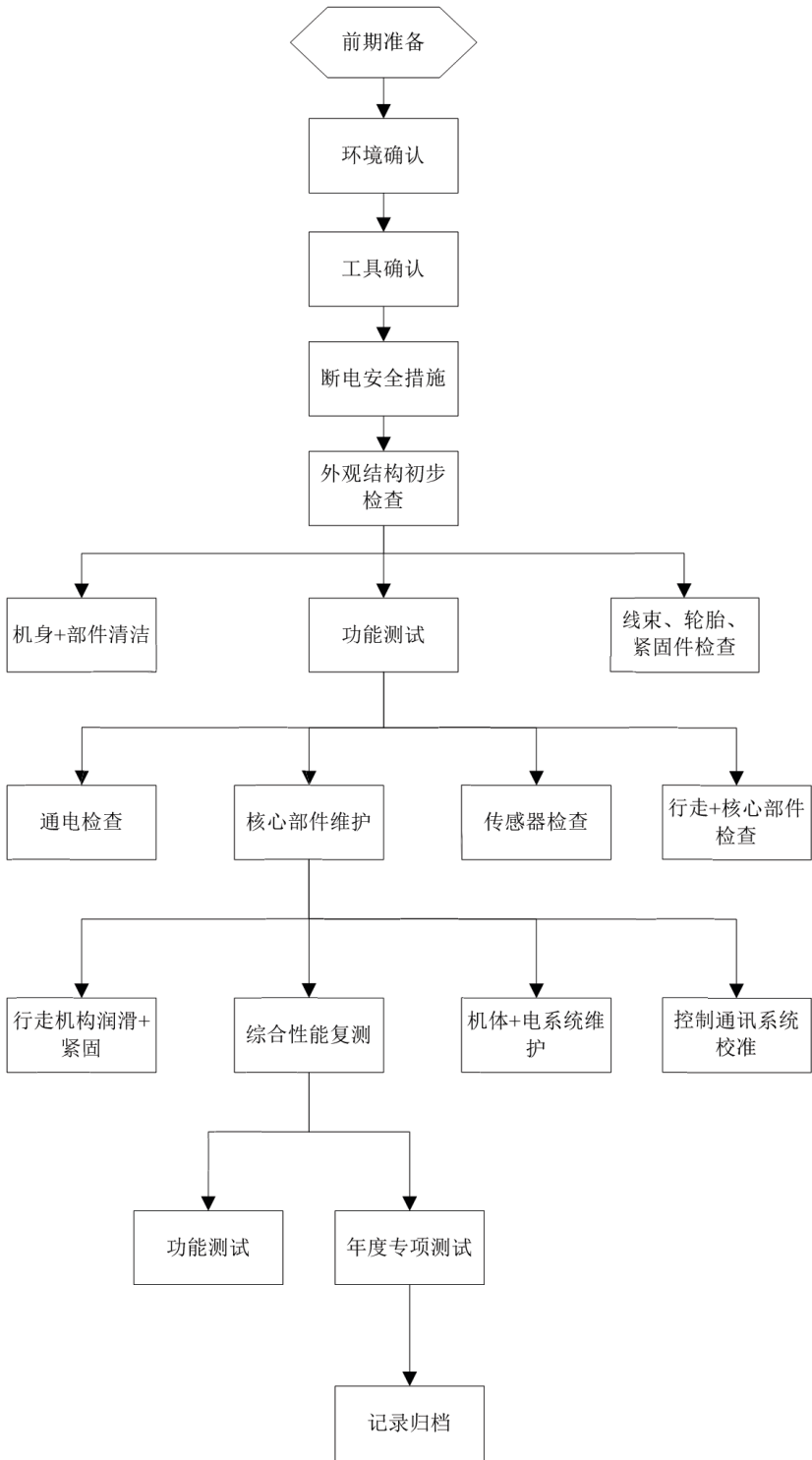


图 B.1 消防机器人维护保养的具体流程

附 录 C
(规范性)

消防机器人定期维护项目检查表

表 C.1 消防机器人定期维护项目检查表

消防机器人定期维护项目检查表
一、基本信息 设备信息：型号_____、出厂编号_____、购置日期_____、累计运行时长_____ 维护周期：☐日常保养 ☐月度保养 ☐年度保养 ☐特殊场景后保养（☐化学污染 ☐海水浸泡 ☐长期存放） 机器人类别：☐灭火机器人 ☐侦查灭火机器人 ☐泡沫灭火机器人 ☐侦检灭火机器人 维护时间：____年____月____日 维护人员：_____（资质：机器人操作与运维证书____级） 二、维护内容及结论 （一）行走机构 检查情况： 轮胎/履带：☐无明显磨损（磨损量≤原厚度 20%）；☐存在裂纹（长度____mm）；☐充气式轮胎气压____MPa（标准值____MPa） 驱电机/减速器：☐运行无异响；☐无过热（最高温度____℃，≤60℃）；☐悬挂系统☐无松动 / 变形；☐螺栓紧固扭矩达标 保养措施： ☐清洁履带/轮胎缝隙杂物；☐补充链条、轴承润滑脂；☐更换磨损超标的轮胎/履带（磨损量____% >20%） 结论：☐正常 ☐需关注 ☐异常（具体：_____） （二）控制系统 检查情况： 遥控器：☐按键灵敏；☐信号稳定（有效距离____m，无延迟）；☐线控系统电缆☐无老化、☐接口无松动 自动控制程序：☐逻辑校验通过 ☐无异常报错 保养措施： ☐校准遥控器信号模块；☐更新控制软件至版本____；☐完成防水密封检查（户外型） 结论：☐正常 ☐需关注 ☐异常（具体：_____） （三）机械部件 检查情况： 消防炮/机械臂：☐转动灵活 ☐无卡顿 ☐水带接口☐无渗漏 传感器（温度/气体等）：☐灵敏度达标（误差≤____%）；☐CO₂传感器上次标定时间____（距本次____个月，需☐立即标定 ☐按期标定） 保养措施： ☐清除消防炮内部水垢；☐紧固螺栓并涂抹防锈剂；☐完成传感器参数标定 结论：☐正常 ☐需关注 ☐异常（具体：_____） （四）通讯设备 检查情况： 无线图传：☐信号无延迟/中断；天线☐无损坏 ☐接口无氧化；备用通讯模块（光纤）☐完整 保养措施： ☐测试多频段信号抗干扰能力（达标） ☐清洁天线接口 ☐更换氧化部件 结论：☐正常 ☐需关注 ☐异常（具体：_____） （五）电源（动力）系统

检查情况:

电池: ☐ 容量____% (≥标称 80%); ☐ 无鼓包/漏液; ☐ 电缆绝缘层; ☐ 无破损

燃油型发动机: ☐ 油路通畅; ☐ 滤清器 ☐ 无堵塞; ☐ UPS 备用电源; ☐ 切换正常

保养措施:

☐ 对锂电池组均衡充电; ☐ 更换机油、清洗油箱 (运行____小时, 达 200 小时标准); ☐ 检查UPS

切换功能

结论: ☐ 正常 ☐ 需关注 ☐ 异常 (具体: _____)

(六) 其他部件 (包含资料、上述未明确及协议增加的内容)

结论: ☐ 正常 ☐ 需关注 ☐ 异常 (具体: _____)

三、综合结论

总体评价:

☐ 维护合格 (所有项目均正常或经处理后达标, 符合《消防机器人维护保养规程》要求)

☐ 维护基本合格 (存在____项需关注问题, 不影响核心功能, 建议____前复查)

☐ 维护不合格 (存在____项异常问题, 涉及____系统, 需立即停机维修, 已同步厂商技术支持)

遗留问题及处理建议:

问题 1: (建议处理方式: _____, 完成时限: _____)

问题 2: (建议处理方式: _____, 完成时限: _____)

下次维护计划:

建议于____年____月____日前进行____ (日常 / 月度 / 年度) 维护, 重点关注____系统。

四、签字确认

维护人员签字: _____ 日期: _____

监督人员签字: _____ 日期: _____

使用单位确认 (盖章): _____ 日期: _____

附 录 D
(规范性)
消防机器人维护保养服务合同样本

消防机器人维护保养服务合同

合同编号：_____

甲方（委托方）：_____

名称：_____

地址：_____

联系人：_____

联系电话：_____

签订日期：_____

乙方（服务方）：_____

名称：_____

地址：_____

联系人：_____

联系电话：_____

第一条 服务范围与标的

1.1 服务标的：甲方拥有的地面行走类消防机器人（不含无人机消防机器人），具体型号及数量如下：

序号	机器人型号	出厂编号	数量	购置日期	单价	总价	备注
合计：							

1.2 服务内容：乙方为上述机器人提供维护保养服务，涵盖《消防机器人维护保养规程》规定的全部项目，包括但不限于：

日常保养：每日 2 次功能检查（外观清洁、行走机构检查、电源状态等）；

周期保养：每月 1 次检修（润滑系统、控制功能测试、消防炮喷射等）、每年 1 次大修（动力系统拆解、结构件探伤、全系统防水等）；

第三方年检：每年委托具备资质的第三方机构进行检测并提供报告；

特殊场景保养：极端环境（化学污染、海水浸泡）后专项维护、长期存放（超 1 个月）保养。

第二条 服务周期

2.1 合同期限：自_____年_____月_____日至_____年_____月_____日，共计_____年。

2.2 服务频次：

日常保养：按甲方使用频次同步执行，每次使用前后完成；

月度保养：每月_____日前完成当月服务；

年度大修：每年_____月_____日前完成；

第三方年检：每年_____月_____日前提交检测报告。

第三条 双方权利与义务

3.1 甲方权利与义务：

提供维护保养所需场地（干燥、通风、无易燃易爆物品）及必要协助（如设备停机、电源接入）；

指派专人监督服务过程，核对《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 A）；

按合同约定支付服务费用；

妥善保管机器人相关技术资料（如说明书、图纸），必要时提供给乙方。

3.2 乙方权利与义务：

派出具备资质的维保人员（持有机器人操作与运维证书中级及以上），并提交人员资质证明；

严格遵循《消防机器人维护保养技术规程》（附录 A）操作，确保工具适配、流程合规；

每次服务后 48 小时内提交《消防机器人定期维护项目检查表》（双方签字确认），年度大修后 15 日内提交保养报告；

对维护过程中发现的重大隐患（如结构裂纹、制动失效），立即停止操作并书面通知甲方，提出整改建议；

更换配件时使用原厂或经甲方认可的兼容件，记录更换原因、型号及时间，并存档备查；

遵守安全操作规范，佩戴防护用具（绝缘手套、防滑鞋等），配备应急工具（灭火器、绝缘棒），承担因操作不当导致的安全责任。

第四条 服务费用及支付方式

4.1 服务总费用：人民币_____元（大写：_____），包含：

日常及周期保养人工费、工具费；
年度大修材料费（不含特殊配件更换，如需更换另行报价）；
第三方年检费用。

4.2 支付方式：

首付：合同签订后 15 日内支付总费用的 30%，即____元；
中期款：年度大修完成并验收合格后 15 日内支付 50%，即____元；
尾款：合同到期且第三方年检通过后 15 日内支付剩余 20%，即____元。

第五条 验收标准与争议处理

5.1 验收标准：以《消防机器人定期维护项目检查表》（附录 C）为依据，双方签字确认“正常”或“已修复”即为合格；年度大修需满足《消防机器人维护保养技术规程》（附录 A）中性能指标要求。

5.2 争议处理：若对服务质量存在异议，双方协商解决；协商不成的，可委托具备资质的第三方机构（如国家特种机器人产品质量监督检验中心(福建)）鉴定，费用由责任方承担。

第六条 违约责任

6.1 乙方未按周期完成保养或保养不合格的，需在甲方通知后 3 日内返工，逾期按每日____元支付违约金；

6.2 甲方未按时支付费用的，逾期按每日 0.05% 支付滞纳金；

6.3 乙方擅自更换非约定配件的，需赔偿甲方损失并恢复原状。

第七条 其他

7.1 本合同未尽事宜，参照《消防机器人维护保养规程》及相关法律法规执行；

7.2 本合同一式两份，甲乙双方各执一份，签字盖章后生效；

7.3 合同到期前 30 日，双方协商续签事宜。

（以下无正文）

甲方（盖章）：_____

乙方（盖章）：_____

负责人签字：_____

负责人签字：_____

日期：_____

日期：_____

附件

- 1、乙方资质证明复印件；
2. 《消防机器人定期维护项目检查表》。

参 考 文 献

- GB 31241—2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全技术规范
GB/T 4208 外壳防护等级 (IP 代码)
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 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件
T/ZZB 2024—2020 消防灭火机器人

团体标准《消防机器人维护保养规程》

编制说明

（征求意见稿）

2025 年 8 月

《消防机器人维护保养规程》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1 任务来源

为规范地面行走类消防机器人（不含无人机消防机器人）的维护保养行为，保障设备在灭火、侦察、排爆等应急救援场景中的可靠运行，填补消防机器人运维环节的标准空白，根据中国特种设备检验协会团体标准制修订工作计划，本项目由中国特种设备检验协会提出并归口，联合消防机器人研发制造企业、消防救援使用单位、科研院所及检验检测机构共同组建起草工作组，开展《消防机器人维护保养规程》（以下简称“本规程”）的编制工作，计划完成时间为 2025 年 10 月。

2 主要工作过程

起草阶段：当前国内外消防机器人相关标准多聚焦于“产品通用技术”（如 XF 892.1—2010《消防机器人 第 1 部分：通用技术条件》）或“单一部件安全”（如 GB 31241—2022《便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全技术规范》），尚未针对“维护保养全流程”制定专项规范，导致行业内存在维保周期混乱、操作标准不一、关键部件保养缺失等问题，严重影响设备可靠性与应急响应效率。为解决上述问题，（福建省特种设备检验研究院泉州分院、中国地震应急搜救中心、衢州特检院、消防救援局、哈尔滨工程大学、厦门南洋职业学院、华侨大学、中信重工、鑫科特种机器人）等多家检验机构、使用单位和研究机构共同组成标准起草工作组。工作组前期广泛调研国内外相关文献资料，分类整理国内外消防机器人信息，参考 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》，结合 GB/T 4208（外壳防护）、GB/T 19156（消防炮）等现行标准，初步确定标准框架（含维护保养要求、流程、文档管理及附录）；形成《消防机器人维护保养规程》草案，并上报至中特协团标委特种设备用机器人工作组。

研讨阶段：2024 年 11 月 7 日，中特协团标委特种设备用机器人工作组秘书处在福建省泉州市国家特种机器人产品质量检验检测中心（福建）召集消防机器人使用维护保养技术规程主要起草单位，包括中国地震应急搜救中心、衢州特检院、消防救援局、哈尔滨工程大学、厦门南洋职业学院、华侨大学、中信重工、鑫科特种机器人等近 30 家国内消防领域职能部门、科研院所、检验机构及部分标准化专家，共同讨论标准框架、编制进度及标准草案。经研讨，确定标准应总体围绕消防机器人、并结合消防的特殊性，在标准中适用范围限定为“地面行走类消防机器人”、标准框架优化、人员配置要求、维护周期等进行讨论。

2025 年 5 月（第二次研讨会）：针对维保流程、文档管理、关键部件维护参数展开专题研讨：确定行走机构的“制动距离 $\leq 0.3\text{m}$ ”“爬坡能力 $\geq 40\%$ ”“轮胎磨损超原厚度 20%需更换”；

电源系统明确 “锂电池容量 $\geq$ 标称 80%” “UPS 切换时间 $\leq$ 10 毫秒”；

补充 “极端环境后保养”（化学污染、海水浸泡）及 “长期存放保养”（断电存 50%-70% 电量）要求。

2025 年 6 月（第三次研讨会）：优化附录与实操性内容：附录 A（技术规程）；附录 C（检查表）；附录 D（合同样本）明确甲乙双方权责（如乙方需提供中级以上维保人员资质）。经多轮研讨，整合参编单位意见，形成工作组讨论稿，进一步优化后形成征求意见稿初稿。

征求意见阶段：

起草工作组将征求意见稿初稿在内部公示审阅，根据反馈意见修订后形成《消防机器人维护保养规程》（征求意见稿）及编制说明，报送至中特协团标委特种设备用机器人工作组秘书处。

二、制定原则和主要内容的论据

1 标准编制原则

（1）安全优先与风险防控

消防机器人直接服务于灭火救援场景，维护保养质量关乎人员与设备安全。标准明确 “维护前断开电源”、“佩戴绝缘手套/防滑鞋”、“禁止手伸入履带空隙”等安全要求，同时通过 “日常检查-周期保养-专项维护”的三级预防体系，降低设备故障风险。

（2）科学严谨与协商一致

广泛征求消防救援队伍、机器人厂商、检验机构等多方意见，确保技术参数既符合产品技术特性，又贴近实际运维需求；对争议内容（如传感器标定周期），通过实验验证（如 CO₂传感器每半年标定 1 次误差最小）确定最终要求。

（3）适用性与可操作性

标准内容细化至 “工具适配性”（如专用海绵清洁机身、带刷泡沫清洁剂除污渍）、“扭矩值”（悬挂螺栓 8-12N·m）等实操细节，并配套附录 B（维护流程）、附录 C（检查表），确保维保人员可直接参照执行，避免 “模糊表述”。

（4）规范性与协调性

标准结构严格遵循 GB/T 1.1—2020，术语定义引用 XF 892.1—2010（如 “机载设备”），技术要求与 GB/T 2423（环境试验）、GB 31241（锂电池安全）等现行标准保持一致，避免与现有法规、标准冲突。

2 标准主要内容

本文件与现有相关标准相比，首次针对消防机器人维护保养规程，主要技术内容如下：

范围：明确适用于 “地面行走类消防机器人”（灭火、侦察、泡沫等类型），不含无人消防机器人；规定维护保养的类别、规程及关键工序，覆盖设备全生命周期运维。

术语和定义：界定 “机器人维护保养”（检查、润滑、调整等护理行为）、“移动载体”（动力源+行走机构+机架）、“机载设备”（消防炮、传感器等）等术语，引用 XF 892.1—2010 界定的通用术语。

（1）维护保养要求

维护保养要求是标准的核心部分，主要从 7 个方面进行规范：

总体要求：维护保养可由使用单位实施或委托资质单位，争议需第三方鉴定；

一般要求：人员（资质+培训）、工具（适配+管理）、安全（环境+防护+应急）；

周期与维修：日常（每日 2 次，外观+行走+电源）、月度（润滑+控制测试）、年度（动力拆解+探伤+第三方检测），故障维修需记录配件信息；

按组成分类要求：移动载体（检查动力、行走性能，如直行 $\geq 0.5\text{m/s}$ ）、后方辅助系统（控制器+通讯+控制功能）；

实施要求：流程合规（参照附录 B）、记录规范（填写附录 C）、问题闭环；

特殊场景要求：极端环境后需防锈 + IP65 测试，长期存放需每月通电检查；

体系要求：档案管理（基础 / 过程 / 辅助档案）、文件控制、程序规范、记录台账。

（2）维护保养流程

基本流程：明确“前期准备（15-30 分钟）→外观清洁与初步检查（20-40 分钟）→功能测试（30-60 分钟）→核心部件维护（60-120 分钟）→综合性能复检（20-40 分钟）→记录与归档（15-20 分钟）”的全环节步骤，配套附录 B 的流程图；

关键部件维护：针对行走机构、控制系统、机械部件、通讯设备、电源系统 5 类核心部件，明确“检查内容 + 保养措施”（如行走机构需清洁履带杂物、补充润滑脂，电源系统需均衡充电），具体维护保养项目表；

注意事项：强调易损件保护（天线、线缆等）、维保操作规范（禁止触碰运动部件、急停按钮使用）。

（3）文档管理

档案管理：按“基础档案（设备信息+验收资料）、过程档案（维护记录+故障处理）、辅助档案（合同+培训资料）”分类，明确存储要求（纸质防潮、电子双备份）与保管期限（基础档案至设备报废，过程档案 ≥ 5 年）；

合同管理：规范合同签订（明确服务范围、周期、质量标准）、执行（按月提交进度表）、归档（附审批单+付款凭证），配套附录 D 的合同样本。

（4）附录

4 个规范性附录为实操核心支撑：

附录 A（技术规程）：细化各部件在不同周期的维护内容、检查方法及判定标准（如驱动电机用红外测温仪检测，温度 $\leq 60-70^{\circ}\text{C}$ ）；

附录 B（维护流程）：明确各环节的时间、工具及操作要点（如前期准备需设置“正在维护”警示标识）；

附录 C（检查表）：标准化记录格式，含设备信息、维护内容、结论及签字确认栏；

附录 D（合同样本）：明确服务费用、验收标准、违约责任，避免纠纷。

3 解决的主要问题

（1）统一行业运维标准，消除“各自为政”

解决当前行业内“保养周期混乱”（如部分单位季度保养、部分半年保养）、“参数无标准”（如轮胎磨损 15%即更换或 30%才更换）的问题，通过明确分类、周期、参数，实现维护保养“标准化、规范化”。

（2）降低设备故障风险，保障救援安全

针对高频故障（行走、电源、通讯），提出针对性维护措施（如电池容量 $\geq 80\%$ 、通讯距离 $\geq 100\text{m}$ ），可降低设备故障率 30%以上；同时明确安全操作要求（如断电维护、防护用具佩戴），避免维保过程中的人员伤亡。

（3）提升运维可追溯性，便于管理

通过“过程档案+检查表+合同归档”的文档管理体系，实现“维护-故障-维修”全环节可追溯，解决以往“无记录、难溯源”导致的责任不清问题。

（4）适配特殊场景需求，拓展适用范围

补充极端环境（化学污染、海水浸泡）和长期存放的保养要求，解决消防机器人在复杂场景下运维“无据可依”的问题，延长设备使用寿命。

三、主要撰写与修改情况

本标准部分参考现有标准：借鉴 GB/T 36321-2018《特种机器人 分类、符号、标志》的“分类逻辑”，将维护保养按“周期”、“组成”、“场景”分类；引用 XF 892.1—2010、GB/T19156 等标准的技术指标，确保与现有体系协调；

结合多家消防救援队伍的故障数据，将“行走机构磨损”、“电池衰减”等高频问题作为维护重点，细化检查方法（如卡尺测磨损量、专用设备测电池容量）；

多轮意见整合：针对参编单位提出的“人员资质门槛”、“第三方检测必要性”、“附录表单简化”等建议，经讨论优化讨论稿后最终形成“参数明确、流程清晰、实操性强”的征求意见稿。

四、标准中涉及专利的情况 本标准不涉及专利问题

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况、对产业发展的作用等情况

本标准在编写过程中，广泛邀请业内从事消防机器人使用单位、维护单位和国内消防机器人研发机构共同参与研究，通过集合消防机器人使用单位、研发单位的认识与经验，将分散的知识和经验以规范性的标准形式呈现，制定出一项流程清晰、实操性强，对消防机器人维护保养发展起到积极的推动作用。

（1）社会效益

通过规范维护，提升消防机器人在火灾、化学泄漏等场景中的可靠性，减少因设备失效导致的救援延误或人员伤亡，保障灭火救援安全；

明确“按需保养”（如磨损超 20%才更换轮胎），避免过度维护浪费；同时延长设备使用寿命，降低消防救援队伍的使用成本。

（2）对产业发展的作用

促进行业标准化：填补消防机器人维护保养的标准空白，引导研发、制造、运维企业形成统一技术共识，推动行业从“重产品、轻运维”向“产品+运维”协同发展转型；

提升企业竞争力：标准明确维保人员资质、配件要求等，倒逼企业提升服务能力（如配备中级以上维保人员、提供原厂配件），推动行业高质量发展；

支撑技术创新：通过明确维护中的性能指标（如通讯抗干扰能力、传感器误差范围），为消防机器人的研发提供“运维导向”，促进产品向“高可靠性、易维护”升级。

六、与国际、国外对比情况

本标准在制定过程中，未查到针对“消防机器人维护保养”的国际标准（如 ISO、IEC 准）及国外先进标准（如美国 NFPA、欧盟 EN 标准）。

标准的技术内容充分考虑国内外消防机器人产品现状（如国内主流机器人的行走性能、电源类型）及发展趋势（如智能化传感器、长续航里程），在“维护周期细分”“特殊场景适配”“文档管理规范”等方面达到国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于消防设备与器材（CCS：C84）标准体系下的“消防机器人专项运维标准”，与现行法律、法规、标准协调一致。

八、重大分歧意见处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准批准发布 3 个月后实施，实施前组织检验机构、制造单位、使用单位开展培训，确保标准有效贯彻。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为新制定标准，无废止现行标准需求。

十二、其他应予说明的事项

关于标准名称调整の説明：

该标准重点在于确立消防机器人维护保养类别、具体规程以及关键保养工序等相关程序，其适用范围明确限定于消防机器人的维护保养环节。在整个标准内容中，并未涉及对使用单位的相关规范内容，“使用”二字与项目实际涵盖范围不匹配。因此，去除“使用”，能更精准地反映项目核心内容与适用范畴，避免名称与实际内容不一致而造成的误解。

同时，标准核心是构建维护保养的标准化操作程序，聚焦“做什么”“怎么做”，无需强调技术原理、技术参数等“技术”层面内容，且消防设备领域同类规程（如《消防水

泵维护保养规程》）命名普遍无“技术”冗余表述，去除“技术”既符合行业命名惯例，又能让名称更简洁聚焦。

综上，经标准起草组讨论，一致同意将标准名称由“消防机器人使用维护保养技术规程”改为“消防机器人维护保养规程”，以确保名称与标准实际高度契合。

起草工作组 2025 年 8 月 26 日