

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CAPSA XXXX—XXXX

微小型生命搜救机器人作业规程

Operation procedure of microminiature life search and rescue robot

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

公共安全科学技术学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	0
2 规范性引用文件	0
3 术语和定义	0
4 一般要求	1
5 机器人作业程序	1
6 搜救准备	1
7 搜救作业	3
8 作业评估	4
9 作业方法	4
附录 A（资料性） 机器人搜救准备阶段过程记录表	5
附录 B（资料性） 机器人搜救作业阶段过程记录表	6
附录 C（资料性） 机器人遭遇突发状况应对处置措施	7
附录 D（规范性） 机器人作业终结阶段过程记录表	8
附录 E（规范性） 机器人搜救作业人员编组及任务	9
参考文献	11

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专利的责任。

本文件由公共安全科学技术学会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

引 言

在地震、坍塌等灾害事故救援中，尤以狭小受限空间救援难度最大，具有救援人员进入难、搜救耗时长、作业安全性差、支撑构建使用受限等突出特点，对生命迹象搜索、被困人员定位、现场安全评估以及救生通道构建提出了更高要求。目前，生命搜救机器人在震后复杂多样化的废墟场景中执行搜救任务时，尚无标准规范其搜救行动。同时，在实战层面，由于缺乏标准化的作业行动规程，导致搜救机器人的搜索救援效果因操作人员的经验和技能差异而不同，难以发挥机器人最大作用。因此，针对狭小受限空间救援，除了机器人装备以外，还需要配合基于实战的搜救作业技术，将机器人与现场搜救技术有机结合、有效衔接，形成科学合理的机器人作业规程，更好地指导狭小受限空间人员搜救行动。

本标准在参考国内外相关标准的基础上，针对废墟及受限环境的狭小空间不同作业场景的典型特征，基于机器人在不同典型场景中的运动特性，结合实战、实训、应用示范实操过程、模拟分析、试错研究情况，最终生成微小型生命搜救机器人作业规程。旨在全面提升微小型生命搜救机器人在复杂环境中执行搜救任务时的稳定性、安全性和搜救效率，为地震、塌方等灾害事故中生命搜救提供技术支撑，为后续相关应急救援领域机器人的研究设计提供借鉴及参考。

微小型生命搜救机器人作业规程

1 范围

本标准确立了微小型生命搜救机器人的作业程序，规定了搜救准备、搜救作业、作业终结等阶段的操作指示，以及上述各步骤之间的转换条件，描述了过程记录的追溯方法。

本文件适用于由地震、地质灾害、建筑物坍塌等原因形成的狭小受限空间微小型生命搜救机器人搜救行动。

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 37703—2019 地面废墟搜救机器人通用技术条件

YJ/T 1.2—2022 社会应急力量建设基础规范 第2部分：建筑物倒塌搜救

T/CITS 566—2025 微小型搜救机器人有效载荷规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微小型生命搜救机器人 search and rescue of micro robot

体积微小、可进入小于等于 100*100mm 废墟入口，能够自主控制、以无线通信方式进行联络，用于在灾害事故现场等复杂环境中辅助和/或替代救援人员执行生命搜索与救援任务的复合型智能化机器人。

3.2

狭小空间 narrow space

救援人员从倒塌建筑空间轮廓的外部进入内部，作业姿态受环境限制的空间类型。

[YJ/T 1.2—2022，定义 3.8]

3.3

通行入口 entrance

机器人进出废墟的专门通道口，包括但不限于自然形成的以及由救援人员建立的通道口。

[GB/T 37703—2019，定义 3.5]

3.4

行走路径 moving path

机器人沿狭小空间执行搜救任务时行走的通道。

3.5

营救通道 rescue passage

自然形成或人工建立的用于接近被困人员，为受困人员脱困创建的或进入和撤离狭小受限空间的安全通道。

4 一般要求

4.1 微小型生命搜救机器人应具备以下参数和功能：重量 $\leq 5\text{kg}$ ，有效载荷 $\geq 0.5\text{kg}$ ，行进速度 $\geq 0.5\text{m/s}$ ，爬坡能力 $\geq 50^\circ$ ，可爬行通过 $\leq 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的复杂狭小空间，生命体征探测距离 $\geq 10\text{m}$ ，定位精度优于 5cm ；图像传输速度 $\geq 20\text{fps}$ ，分辨率 $\geq 160 \times 120$ ；在狭小受限空间遥控距离 $\geq 200\text{m}$ ，无线续航能力 $\geq 30\text{min}$ 。

4.2 微小型生命搜救机器人应具备生命搜救定位、行进路线控制、抗干扰能力、避障功能和物质补给能力。并应对微小型生命搜救机器人定期进行检查、清洁、润滑、紧固等工作，确保设备状态正常、性能良好。

4.3 作业人员应具有狭小受限空间搜救经验，熟悉 YJ/T 1.2-2022、T/CITS 566-2025 等技术标准，熟悉微小型生命搜救机器人的基本组成、工作原理、功能性能和技术参数，熟练掌握搜救作业方法、操作程序和日常维护方法，并应严格按照作业规程开展搜救工作。

4.4 微小型生命搜救机器人搜救作业时，应严格按照要求操作，发现异常时应及时停机检查，避免误操作。对存在严重影响机器人作业的障碍时，作业人员应根据微小型生命搜救机器人的爬坡能力、避障能力和续航能力等性能条件判断是否适合开展搜救作业。

5 机器人作业程序

微小型生命搜救机器人作业程序包括 3 个阶段。其中，搜救准备阶段细分为 4 个步骤，搜救作业阶段细分为 7 个步骤，工作终结阶段细分为 2 个步骤。在第 2 阶段第 3 步未发现目标的情况下，步骤 2.4、2.5 和 2.6 可省略，程序流程图如图 1 所示。

6 搜救准备

为实施搜救作业做好以下准备，并填写附录A的机器人搜救准备阶段过程记录表。

6.1 设备检查

对微小型生命搜救机器人进行详细的检查，包括电池状态、传感器功能、通信系统以及所有必要的附件和工具，确保机器人处于良好的工作状态。

6.2 环境评估

了解搜救区域的废墟结构、地形、障碍物分布情况，分析微小型生命搜救机器人作业过程中的潜在危险源，对废墟及周边环境进行全面评估，确保机器人能够顺利进入并搜索目标区域。

6.3 空间分析

收集狭小受限空间的规模、联通情况等资料，进行空间状况分析，为制订搜救计划和任务规划提供参数。狭小空间分析内容主要包括：

- a) 规模分析：狭小受限空间类型、长度、高度、宽度、高差、最大坡度及其空间联通情况，以及狭小空间内是否有障碍物等；

- b) 路径分析：行走路径是否具备穿越或跨越条件，是否具备通信传输条件；
- c) 环境分析：判断倒塌建筑结构的整体安全性，未倒塌部分是否还有再次倒塌的危险；以及是否造成可燃气体管道泄漏、自来水管破裂、危险化学品泄露等；
- d) 通道搭建：狭小受限空间不具备微小型生命搜救机器人进入通道条件时，可借助其他工具或方法开辟营救通道。

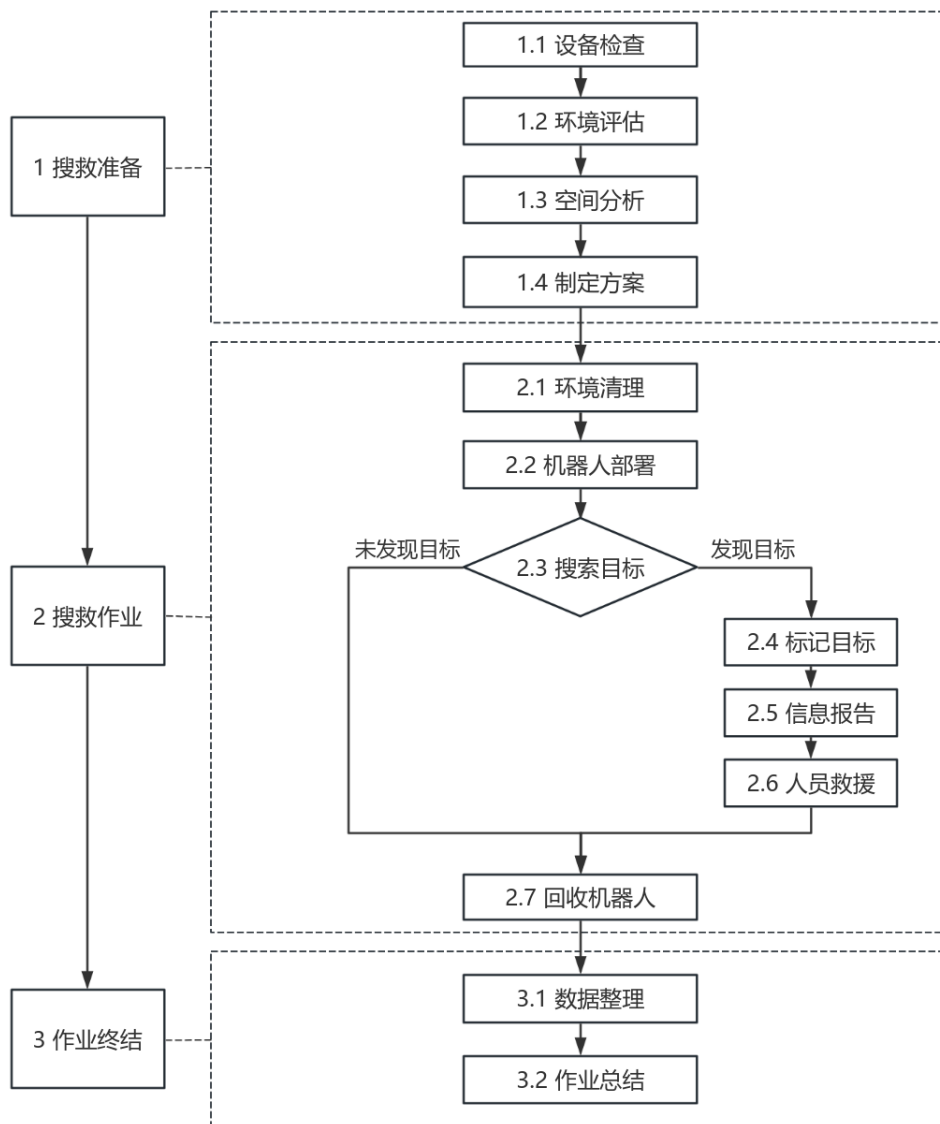


图1 微小型生命搜救机器人作业流程图

6.4 制定方案

制定搜救方案，根据搜救目的进行任务规划，做好搜救前的准备工作：

- a) 根据搜救目标、内容确定机器人搜救设备的配置；
- b) 根据搜救线路和环境条件，预估微小型生命搜救机器人搜救作业时间、搜救废墟范围及其搜救线路长度；
- c) 根据搜救线路情况，检查核实微小型生命搜救机器人搜救任务规划的正确性；
- d) 安排好人员、车辆、工器具等，完成搜救前的其他准备工作。

6.5 转换条件

只准许微小型生命搜救机器人在工作状态稳定良好、搜救环境安全可控、空间条件适合通行、搜救任务科学规划的前提下进入搜救作业阶段。

7 搜救作业

按如下操作进行搜救作业，并填写附录B的机器人作业阶段过程记录表，机器人作业过程中如遭遇倾翻、通信故障、被困等突发情况时参照附录C进行应急处置。

7.1 环境清理

根据侦察检测情况对搜救区域内的杂物、障碍物进行局部清理，确保微小型生命搜救机器人通行顺畅，同时避免二次坍塌风险。

7.2 机器人部署

根据搜救计划和路径，将微小型生命搜救机器人部署到目标区域。确保机器人能够稳定、准确地执行任务。

- a) 由操作人员向微小型生命搜救机器人发送搜救指令；
- b) 微小型生命搜救机器人接收并搜救指令，按任务规划自主执行搜救任务；或持续接受地面监控基站指令开展遥控搜救作业。

7.3 搜索目标

使用微小型生命搜救机器人搭载的传感器和摄像头等相关设备进行搜索，发现被困者或目标物。在搜索过程中，保持与操作人员的实时通信，及时反馈搜索情况和发现。

- a) 按搜救任务规划，微小型生命搜救机器人完成全部搜救任务，并到达通行入口处停止作业；
- b) 遇二次垮塌等突发状况时，微小型生命搜救机器人暂停作业并原地待命，待突发情况解除后继续搜救作业；
- c) 可临时中止微小型生命搜救机器人自主搜救作业，改用遥控模式，待遥控搜救结束后，继续自主搜救作业；
- d) 如遇特殊情况无法继续进行搜救作业时，可中止当前搜救任务，停止作业。

7.4 标记目标

一旦发现目标，使用微小型生命搜救机器人的标记功能进行标记，以便后续救援和定位。

7.5 信息报告

将搜索情况和发现及时报告给指挥中心和救援人员，为后续救援行动提供准确的信息和依据。

7.6 人员救援

人员搜救及险情排除主要包含以下程序：

- a) 分析现场情况，充分考虑救助过程中可能存在的危险因素，辅助救援人员确定救援行动方案；
- b) 尝试与遇险人员建立联系，如有缺氧、缺水和营养不足等问题，通过微小型生命搜救机器人执行供水和供给营养物质等作业，确保遇险人员能够正常生存；
- c) 辅助救援人员采用其他方法救助遇险人员。

7.7 回收机器人

在搜救任务完成后，将微小型生命搜救机器人回收并妥善保管。对机器人进行必要的维护和保养，确保其能够继续使用。

- a) 检查微小型生命搜救机器人，确认各类搭载装置已回到初始位置，机器人已关机，装好防护罩；
- b) 检查微小型生命搜救机器人末端工具已关机，将工具取下，放入工具箱，清点工器具，并清理施工现场。

7.8 转换条件

只准许微小型生命搜救机器人未发现搜救目标或发现搜救目标后完成标记、报告、辅助救援等任务后进入作业评估阶段。

8 作业终结

按如下操作进行作业评估，并填写附录D的机器人作业评估过程记录表。

8.1 数据处理

机器人搜救作业的原始数据包括巡检的影像文件、点云数据文件、机器人运行日志记录文件、作业人员记录的信息等。搜救作业结束后，作业人员应及时完成机器人搜救原始数据的下载、整理和分析诊断，编制搜救作业报告。

8.2 作业总结

对微小型生命搜救机器人搜救行动进行评估和总结，分析成功的经验和失败的原因，提出改进意见和建议，以提高搜救行动的效率和安全性。

- a) 作业人员对机器人完成的工作进行全面检查，记录在册并召开现场会进行工作点评；
- b) 宣布工作结束，微小型生命搜救机器人撤离现场。

9 作业方法

为确保微小型生命搜救机器人作业高效、安全、有序开展，结合搜救任务实际需求，1台微小型生命搜救机器人作业编组模式可参考附录E进行配置。

附 录 A
(资料性)
机器人搜救准备阶段过程记录表

记录项	具体内容	备注
设备检查	1. 电池状态： <input type="checkbox"/> 满电 <input type="checkbox"/> 电量充足 <input type="checkbox"/> 需充电 <input type="checkbox"/> 故障 2. 传感器功能： <input type="checkbox"/> 全部正常 <input type="checkbox"/> 部分异常（具体：_____） <input type="checkbox"/> 全部故障 3. 通信系统： <input type="checkbox"/> 信号稳定 <input type="checkbox"/> 信号较弱 <input type="checkbox"/> 无信号 <input type="checkbox"/> 故障 4. 附件及工具： <input type="checkbox"/> 齐全且完好 <input type="checkbox"/> 缺失（具体：_____） <input type="checkbox"/> 损坏（具体：_____）	异常情况处理方式：_____
环境评估	1. 废墟结构： <input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定 2. 地形情况： <input type="checkbox"/> 平坦 <input type="checkbox"/> 崎岖 <input type="checkbox"/> 复杂（具体：_____） 3. 障碍物分布： <input type="checkbox"/> 少量 <input type="checkbox"/> 较多 <input type="checkbox"/> 密集（具体：_____） 4. 潜在危险源： <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有（具体：_____）	风险应对措施：_____
空间分析	1. 规模分析： ● 空间类型：_____ 长度：_____m，宽度：_____m，高度：_____m，高差：_____m，最大坡度：_____° ● 空间联通情况： <input type="checkbox"/> 畅通 <input type="checkbox"/> 部分联通 <input type="checkbox"/> 隔绝 ● 障碍物情况： <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有（具体：_____） 2. 路径分析： ● 穿越/跨越条件： <input type="checkbox"/> 具备 <input type="checkbox"/> 部分具备 <input type="checkbox"/> 不具备 ● 通信传输条件： <input type="checkbox"/> 具备 <input type="checkbox"/> 部分具备 <input type="checkbox"/> 不具备 3. 环境分析： ● 建筑结构安全性： <input type="checkbox"/> 整体安全 <input type="checkbox"/> 存在二次倒塌风险 <input type="checkbox"/> 风险极高 ● 设施泄漏情况： <input type="checkbox"/> 无泄漏 <input type="checkbox"/> 有泄漏 4. 通道搭建： <input type="checkbox"/> 无需搭建 <input type="checkbox"/> 需搭建（搭建方式/工具：_____）	空间分析结论：_____
制定方案	1. 设备配置：_____； 2. 预估作业时间：_____h； 3. 搜救废墟范围：_____； 4. 搜救线路长度：_____m。	方案调整情况：_____
转换条件确认	1. 机器人工作状态： <input type="checkbox"/> 稳定良好 <input type="checkbox"/> 不稳定 2. 搜救环境： <input type="checkbox"/> 安全可控 <input type="checkbox"/> 存在风险 3. 空间条件： <input type="checkbox"/> 适合通行 <input type="checkbox"/> 不适合通行 4. 制定方案： <input type="checkbox"/> 科学合理 <input type="checkbox"/> 需优化	是否进入搜救作业阶段： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否（原因：_____）

附 录 B
(资料性)
机器人搜救作业阶段过程记录表

记录项	具体内容	完成情况
环境清理	1. 清理范围：_____ 2. 作业区划定： <input type="checkbox"/> 已划定 <input type="checkbox"/> 未划定 3. 作业标志设置： <input type="checkbox"/> 齐全 <input type="checkbox"/> 部分缺失 <input type="checkbox"/> 未设置 4. 现场管理： <input type="checkbox"/> 禁止无关人员/车辆进入 <input type="checkbox"/> 存在违规进入情况（具体：_____） 5. 动态监测： <input type="checkbox"/> 持续监测 <input type="checkbox"/> 间断监测 <input type="checkbox"/> 未监测	
机器人部署	1. 部署位置：_____ 2. 部署方式： <input type="checkbox"/> 自主部署 <input type="checkbox"/> 人工辅助部署 3. 指令发送： <input type="checkbox"/> 成功 <input type="checkbox"/> 失败（原因：_____） 4. 初始状态： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常（具体：_____）	
搜索目标	1. 作业模式： <input type="checkbox"/> 自主搜救 <input type="checkbox"/> 遥控搜救 <input type="checkbox"/> 自主+遥控切换（切换时间/原因：_____） 2. 搜索进度： <input type="checkbox"/> 按规划完成全部区域 <input type="checkbox"/> 部分区域未搜索（具体：_____） 3. 发现目标： <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有（数量：_____, 位置：_____, 状态：_____） 4. 突发状况处理： 二次垮塌： <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有（发生时间：_____, 处理方式：_____） 设备故障： <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有（具体故障：_____, 处理方式：_____） 其他：_____ 5. 通信反馈： <input type="checkbox"/> 实时反馈 <input type="checkbox"/> 间断反馈 <input type="checkbox"/> 无反馈（原因：_____）	
标记目标	1. 标记方式： <input type="checkbox"/> 电子标记 <input type="checkbox"/> 物理标记 <input type="checkbox"/> 其他（_____） 2. 标记数量：_____ 3. 标记准确性： <input type="checkbox"/> 全部准确 <input type="checkbox"/> 部分不准确（具体：_____） <input type="checkbox"/> 未标记	
信息报告	1. 报告对象： <input type="checkbox"/> 指挥中心 <input type="checkbox"/> 救援人员 <input type="checkbox"/> 其他（_____） 2. 报告内容： <input type="checkbox"/> 搜索情况 <input type="checkbox"/> 目标信息 <input type="checkbox"/> 环境信息 <input type="checkbox"/> 设备状态 <input type="checkbox"/> 其他 3. 报告频次： <input type="checkbox"/> 实时报告 <input type="checkbox"/> 定时报告（间隔：_____） <input type="checkbox"/> 按需报告	
人员救援	1. 与遇险人员联系： <input type="checkbox"/> 成功 <input type="checkbox"/> 失败（原因：_____） 2. 生存物资供给： <input type="checkbox"/> 供水 <input type="checkbox"/> 供给营养 <input type="checkbox"/> 未供给	
回收机器人	1. 机器人状态检查： 搭载装置： <input type="checkbox"/> 回到初始位置 <input type="checkbox"/> 未回到初始位置（具体：_____） 关机状态： <input type="checkbox"/> 已关机 <input type="checkbox"/> 未关机 防护罩： <input type="checkbox"/> 已装好 <input type="checkbox"/> 未装好 2. 末端工具处理： 关机状态： <input type="checkbox"/> 已关机 <input type="checkbox"/> 未关机 工具取下： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 工具箱存放： <input type="checkbox"/> 已存放 <input type="checkbox"/> 未存放 3. 工器具清点： <input type="checkbox"/> 齐全 <input type="checkbox"/> 缺失（具体：_____） 4. 作业现场清理： <input type="checkbox"/> 已清理 <input type="checkbox"/> 未清理	

附录 C

(资料性)

机器人遭遇突发状况应对处置措施

C.1 机器人倾翻

机器人行进过程中发生倾翻时，可利用搭载的传感器检测倾翻状态，实时感知坡度，自动或遥控调整驱动模式，自动调整角度恢复到倾翻前状态。

C.2 机器人通信故障

微小型生命搜救机器人出现通信故障时，多次重启通信节点，若联通后，继续执行搜救任务，若无法联通，则立即停止作业并收回机器人。

C.3 机器人遇障被困

微小型生命搜救机器人在废墟中遇到二次坍塌或被卡困时，应立即停止搜救作业，由作业人员采取必要措施救出被困机器人。

附 录 D
(资料性)
机器人作业终结阶段过程记录表

记录项	具体内容	备 注
数据记录	1. 原始数据下载： <input type="checkbox"/> 影像文件 <input type="checkbox"/> 点云数据文件 <input type="checkbox"/> 运行日志 <input type="checkbox"/> 人员记录信息 <input type="checkbox"/> 其他（_____） 2. 数据整理： <input type="checkbox"/> 已完成 <input type="checkbox"/> 未完成（原因：_____） 3. 分析诊断： <input type="checkbox"/> 已完成 <input type="checkbox"/> 未完成（原因：_____） 4. 搜救作业报告编制： <input type="checkbox"/> 已编制 <input type="checkbox"/> 未编制（原因：_____）	
作业总结	1. 工作检查记录： <input type="checkbox"/> 已完成 <input type="checkbox"/> 未完成 2. 现场会点评： <input type="checkbox"/> 已召开 <input type="checkbox"/> 未召开（原因：_____） 3. 成功原因分析：_____ 4. 失败/不足原因分析：_____ 5. 改进意见和建议：_____ 6. 作业结束宣布： <input type="checkbox"/> 已宣布 <input type="checkbox"/> 未宣布 7. 机器人撤离现场： <input type="checkbox"/> 已撤离 <input type="checkbox"/> 未撤离（原因：_____）	

附录 E
(资料性)
机器人搜救作业人员编组及任务

E.1 人员编组及任务

1台微小型生命搜救机器人配置1个作业组，每组共4名人员，明确编组分工及任务如下：

- c) 操作员 1 名，负责机器人作业全流程指令发送、作业模式切换、目标标记等核心操作，对机器人运行状态及作业效果负主要责任。
- d) 观察员 1 名，负责现场环境监测与信息收集、警戒区管控、地形/障碍物动态跟踪、二次垮塌等突发风险预警，辅助操作员判断作业时机与行走路径调整。
- e) 联络员 1 名，负责与指挥中心、救援队伍实时对接，传递作业进展、目标信息、环境风险等数据，接收上级指令并反馈执行情况。
- f) 技术保障员 1 名，负责设备全周期技术支持，包括作业前设备检查、作业中故障排查、作业后回收维护，确保机器人、传感器、通信设备等处于良好工作状态。

E.2 作业阶段任务

E.2.1 搜救准备阶段任务

- a) 操作员
 - 1) 协同技术保障员完成机器人功能校验，重点确认电池续航、传感器灵敏度、通信链路稳定性；
 - 2) 结合观察员提供的空间分析数据、联络员传递的搜救任务要求，制定详细作业方案，明确自救救区域边界、遥控切换触发条件；
 - 3) 核对作业方案的科学性，确认机器人部署点位、初始作业模式，做好指令发送前的最终准备。
- b) 观察员
 - 1) 实地勘察搜救区域，收集废墟结构、地形特征、障碍物分布等信息，完成安全评估报告，标注潜在危险源；
 - 2) 开展空间分析，记录狭小空间的规模参数、路径通行条件、建筑二次倒塌风险等级，提出通道搭建建议；
 - 3) 划定警戒范围，确定警戒标志设置点位，协调现场无关人员/车辆撤离，做好警戒执行准备。
- c) 联络员
 - 1) 与指挥中心对接，明确搜救目标、任务优先级、时间节点要求，同步至作业组全体成员；
 - 2) 协调救援队伍、后勤保障部门，落实人员、车辆、工器具等配套资源，确认物资到位情况；
 - 3) 建立通信台账，测试与指挥中心、救援前线的通信链路，确保信息传递实时、准确。
- d) 技术保障员
 - 1) 全面检查机器人及附件装置，排查设备故障隐患，对电池、传感器等关键部件进行性能测试；
 - 2) 准备应急维修工具、备用耗材，制定设备故障应急预案；
 - 3) 协助操作员完成机器人部署前的调试，确保搭载功能模块初始位置准确、设备参数设置合理。

E.2.2 搜救作业阶段任务

- a) 操作员
 - 1) 将机器人部署至目标区域，发送初始作业指令，根据作业模式（自主/遥控）实时监控机器人行走路径；
 - 2) 利用机器人搭载模块搜索目标，发现被困者后，立即启动标记功能，记录被困者位置坐标、状态信息；

- 3) 遇二次垮塌、设备异常等突发状况，按预案暂停作业或切换模式，待观察员确认安全、技术保障员排除故障后，恢复作业；
 - 4) 辅助救援人员制定救援方案，通过机器人与遇险人员建立联系，操控设备执行供水、送料等生存保障作业。
- b) 观察员
- 1) 动态监测现场环境，及时向操作员预警风险，阻止无关人员进入作业区；
 - 2) 跟踪机器人作业进度，核对实际搜索区域与规划区域的一致性，发现路径偏差时提醒操作员调整；
 - 3) 记录突发状况发生时间、处置过程及结果，为后续评估总结提供原始数据。
- c) 联络员
- 1) 实时向指挥中心报告作业进展，定期提交常规进度，发现目标后立即上报目标位置、状态、数量等信息，遇突发状况第一时间传递风险预警；
 - 2) 接收指挥中心指令并及时传达至作业组，协调救援队伍对接目标位置，提供机器人收集的现场数据支撑救援决策；
 - 3) 同步记录信息传递台账，确保指令下达、反馈全流程可追溯。
- d) 技术保障员
- 1) 实时监测机器人电池电量、传感器数据、通信信号强度等运行参数，发现设备异常立即提示操作员暂停作业，快速开展故障排查与维修；
 - 2) 保障末端工具、标记装置等附属设备正常运行，如需更换备用电池或配件，按规范流程操作，缩短作业中断时间；
 - 3) 协助操作员完成机器人与救援设备的对接，确保救援辅助作业顺利实施。

E. 2.3 作业终结阶段任务

- a) 操作员
- 1) 操控机器人返回指定回收点，确认机器人搭载装置复位、设备关机，配合技术保障员完成机器人拆解与防护罩安装；
 - 2) 整理作业过程中的操作记录，包括指令发送时间、模式切换情况、目标标记详情等，提交至联络员汇总；
 - 3) 参与作业评估总结，分析操控过程中的亮点与不足，提出操作流程优化建议。
- b) 观察员
- 1) 解除现场警戒，回收警戒标志，清理警戒区遗留物品，确认施工现场无安全隐患；
 - 2) 补充记录作业全过程的环境变化数据，对比作业前后的现场状态，为评估总结提供环境分析支撑；
 - 3) 参与现场会点评，反馈环境监测与警戒执行中的问题及改进方向。
- c) 联络员
- 1) 收集作业过程中的影像文件、点云数据、运行日志、人员记录等原始数据，完成分类整理、备份与分析诊断；
 - 2) 编制搜救作业报告，明确作业任务完成情况、目标发现结果、救援辅助成效等核心内容，上报指挥中心；
 - 3) 协调机器人撤离现场的运输保障，确保设备安全转运。
- d) 技术保障员
- 1) 对回收后的机器人进行全面检查与维护保养，清洁设备本体、检测核心部件性能、更换磨损配件；
 - 2) 清点工器具及备用耗材，确认无缺失、损坏，按规范存入工具箱；
 - 3) 编写设备作业后的技术评估报告，记录设备运行状态、故障处理情况，提出设备升级或维护建议。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37703—2019 地面废墟搜救机器人通用技术条件
 - [2] GB/T 29179—2012 消防应急救援 作业规程
 - [3] YJ/T 1.2—2022 社会应急力量建设基础规范 第2部分：建筑物倒塌搜救
 - [4] DL/T 1722—2017 架空输电线路机器人巡检技术导则
 - [5] DL/T 2318—2021 配电带电作业机器人作业规程
 - [6] DB32/T 4146—2021 化学品事故救援搜救技术训练与操作规范
 - [7] GB/T 20001.6—2017 标准编写规则 第6部分：规程标准
 - [8] DB63/T 1954—2021 水文流量监测 无人机操作规程
 - [9] GB/T 37521.3—2019 重点场所防爆安全检查 第3部分：规程
 - [10] 白殿一，刘慎斋等. 标准化文件的起草[M]. 北京：中国标准出版社，2022.
-