

公共安全科学技术学会团体标准
《微型智能化生命搜救机器人作业规程》

编制说明

起草单位：中国消防救援学院、中国科学院沈阳自动化研究所

2026年4月15日

目 录

一、工作简况	1
(一) 任务来源	1
(二) 编制目的	1
(三) 标准编制过程	2
(四) 标准编制原则	4
二、国内外研究现状	5
三、标准内容和依据	6
(一) 标准的主要内容和框架	6
(二) 重点内容和依据	7
四、国内外相关标准研究及制修订情况	10
(一) 国内相关标准情况	10
(二) 国外相关标准情况	10
五、与有关现行法律、法规和强制性标准的关系	11
六、重大分歧意见的处理经过和依据	11
七、标准执行要求	11
八、执行贯彻国家标准的要求和措施建议	11
九、废止现行有关标准的建议	11
十、其他予以说明的事项	11

《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》 编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家重点研发计划项目《微小型智能化生命搜救机器人关键技术研究及装备研制》的指标要求，为微小型智能化生命搜救机器人编制地震典型废墟场景下作业行动规程，提出机器人执行搜救任务时的标准化作业流程，保障机器人参与地震救灾工作的可靠性与安全性，公共安全科学技术学会启动了《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》团体标准编制项目。

《微小型智能化生命搜救机器人关键技术研究及装备研制》项目下达日期为2023年11月23日，项目编号为2023YFC3011200，项目承担单位为中国科学院沈阳自动化研究所，项目合作单位为华诺星空技术股份有限公司、应急管理部沈阳消防研究所、大连理工大学、中国消防救援学院。

本标准由公共安全科学技术学会提出并归口，由中国科学院沈阳自动化研究所牵头作为标准主要起草单位编制，由中国消防救援学院共同完成编制。

（二）编制目的

旨在规范微小型智能化生命搜救机器人在地震废墟等复杂受限环境下的作业行为，统一任务规划、现场部署、搜索

目标、目标识别、定位通信及突发情况应对等关键环节的技术要求与操作准则，切实提升微小型智能化生命搜救机器人救援响应与生命探测效率。

《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》团体标准其意义在于填补当前地震救援领域缺乏微小型智能化机器人作业规范的空白，建立标准化、可复用、可验证的作业技术框架，旨在规范微小型智能化机器人参与废墟救援的全过程行为，确保其作业安全、协同高效与结果可信，推动废墟生命搜救领域的微小型智能化生命搜救机器人技术的发展和应用。

（三）标准编制过程

1.调研阶段

2024年1月至9月，中国消防救援学院成立标准编制筹备组对标准立项进行前期论证，对相关的技术标准及文献进行调研，并先后调研了国家行政学院、中国地震应急搜救中心、昌平区地震局、湖南省消防救援总队、北京市消防救援总队等十余家单位，系统梳理了国内外微小型机器人在地震搜救中的实战案例与技术瓶颈，确定了后续工作思路，提出了下一步标准编制的内容和计划。

2.编写及讨论阶段

在筹备组进行了充分调研和分析后，起草工作组严格按照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》等相关标准的要求编制标准草稿，在编制过程中征求了来自中国科学院沈阳自动化研究所、华诺星空技术股份有限公司、应急管理部沈阳消防研究所、大连

理工大学等参编单位及相关领域专家的意见，共同完成了标准草案的编制工作。

在标准草稿编制完成后，中国消防救援学院组织腾讯视频会议，联合中国标准化研究院、中国机械科学研究院、中国石油大学（北京）、北京市科学技术研究院、中国地震应急搜救中心等多家单位，针对《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》标准进行了全面认真的分析，会议提出的主要修改意见是：

（1）标准名称建议修改为“微小型生命搜救机器人作业规程”，完善英文名称。

（2）按标准化对象及对标准的需求、相关标准现状、本标准的目的和作用、本标准的先进性等内容完善“引言”，并补充专利披露表述。

（3）在“1 范围”中明确标准的适用范围，修改标准主要内容的表述。

（4）减少不必要的自行界定的术语。

（5）在“4.2 设备要求”中明确设备的功能、性能要求，突出“微小型”特点，应明确提出定位、感知、抗干扰、传输数据、载荷能力、环境适应性等与狭小、密闭空间搜救作业相关的要求。

（6）第5章与第6章合并为“作业程序与要求”，5.1为“作业程序”，给出流程图，5.2节为“作业要求”，规定作业流程各主要步骤的要求，且5.2各二级条标题应与流程图中的主要框中的表述一致。

(7) “追溯方法”应包括流程中的各主要步骤，明确记录人信息及签字要求。

(8) 将“搜救任务”修改为“搜救行动”，删除文中的悬置段。

(9) 调整“参考文献”的顺序。

(10) 按GB/T 1.1要求，提升标准编写的规范性。

标准起草组召开专题会议，对专家意见再次进行分析汇总整理后，形成了第二稿。

3. 实战应用测试阶段

基于项目研发的微小型智能化生命搜救机器人样机，标准起草团队先后在中国消防救援学院、四川消防救援总队、云南消防救援总队等地震救援实战单位开展多轮实地测试与作业验证，重点测试机器人在狭小空间、复杂通道、垂直高差等复杂环境中稳定穿行，以及被困人员搜索定位、环境感知、物质补给、通信传输等关键功能的可靠性与实用性。结合机器人测试数据，标准起草组在第二稿基础上，进一步优化机器人作业流程及相关参数，并经咨询专家，形成了《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》（征求意见稿）。

（四）标准编制原则

本标准按照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。本标准以助力我国地震救灾机器人行业高质量发展实际需要出发，以提出微小型智能化生命搜救机器人的作业技术流程及规范要求为主要目的，遵循标准制定的适用性、先进性、统一性、协调性、经济性和社会效益等原则进行编制。

二、国内外研究现状

针对机器人作业领域，美国在搜索机器人标准研究方面处于领先地位，美国材料与实验协会（ASTM）于2007年发布的《城市搜寻和救援机器人作业的标准术语》（ASTM E2521-07a）涵盖了与城市搜索救援（USR）机器人相关的术语，旨在促进可能参与USR操作机器人的研究、设计和部署的个人之间的沟通。欧洲标准化委员会2019年发布了《城市搜索和救援（USaR）机器人平台技术和程序交互操作性指南》（CWA 17357:2019），规范了搜救机器人的操控技术和程序。国内在地震、矿山、核事故救援等领域相继研发了适用于不同场景的搜救机器人，并制定国家、地方、行业、团体标准规定了适用于不同场景的不同类型机器人的产品名称与型号、主要技术参数、技术要求、试验方法、性能检验、包装运输与贮存等内容。

然而，上述搜救机器人标准仅仅局限于搜救机器人本身的一些技术特性和试验方法，缺乏对搜救机器人作业行动的明确规定。在实战应用时，由于缺乏规范化的作业行动规程，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，难以发挥机器人最佳搜救效果。此外，对机器人搜救场景的研究不足也严重制约了搜救机器人在实战中的应用效果。因此，如何确保微小型智能化生命搜救机器人在震后废墟复杂环境中执行搜救任务的稳定性和安全性，实现最佳搜救效果，需要结合实战经验、仿真模拟和日常训练制定合理的作业规程。

结合上述相关标准情况，基于微小型智能化生命搜救机器人作业的测试需求，本标准明确了机器人搜救准备、搜救实施及作业终结等全流程操作规范，提出并细化了机器人在各作业阶段的追溯记录方法。

三、标准内容和依据

（一）标准的主要内容和框架

本标准是针对废墟受限空间救援制定的微小型智能化生命搜救机器人作业团体标准，主要以微小型智能化生命搜救机器人执行搜救任务时的作业流程为研究对象，基于实战实训、应用示范、模拟分析和试错研究效果，搭建了微小型智能化生命搜救机器人搜救作业的标准化、规范化、可量化、可追溯的全流程作业框架，为微小型智能化生命搜救机器人执行受限空间生命搜救提供技术指导。

标准的主要内容包括明确了微小型智能化生命搜救机器人搜救作业术语与定义；提出了微小型智能化生命搜救机器人作业的一般要求；规定了搜救准备阶段的设备检查、环境评估、空间分析、制定方案等环节，搜救作业阶段环境清理、机器人部署、搜索目标、标记目标、信息报告、人员救援、设备回收等环节，以及作业终结阶段的数据处理、作业总结等具体操作，形成了覆盖全流程、可追溯、可落地的机器人执行搜救任务完整作业规范体系。

标准的框架包括前言、引言、范围、规范性引用文件、术语和定义、机器人作业程序、搜救准备、搜救作业、作业终结、作业方法等。

（二）重点内容和依据

地震救灾机器人已成为提升应急响应效能的关键装备。在实际救援中，其作业效能不仅取决于硬件性能，更依赖于标准化、实战化的作业流程。在地震救援中，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、支撑构件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，除了机器人以外，还需要配合基于实战的搜救作业技术，将机器人与搜救技术有机结合、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，提出了以下创新内容：

1.建立微小型智能化生命搜救机器人作业程序，其作业程序包括搜救准备、搜救作业、工作终结3个阶段。其中，搜救准备阶段细分为设备检查、环境评估、空间分析、制定方案等4个环节，搜救作业阶段细分为环境清理、机器人部署、搜索目标、标记目标、信息报告、人员救援、回收机器

人等7个环节，工作终结阶段细分为数据整理、作业总结2个环节。

2.明确微小型智能化生命搜救机器人搜救准备阶段任务，为实施搜救作业做好以下准备，并填写机器人搜救准备阶段过程记录表。

(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。

(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。

(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。

(4) 制定方案。根据搜救目的进行任务规划，做好搜救前的准备工作。

3.规范微小型智能化生命搜救机器人搜救作业阶段各步骤的操作要求、技术参数与安全规范。

(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。

(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。

(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。

(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。

(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。

(6) 人员救援。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；辅助救援人员采用其他方法救助遇险人员。

4.规范微小型智能化生命搜救机器人搜救作业终结阶段的收尾工作。

(1) 数据处理。搜救作业结束后，作业人员应及时完成搜救巡检的影像文件、点云数据文件、机器人运行日志记录等原始数据的下载、整理和分析诊断，编制搜救作业报告。

(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，以提高其搜救行动的效率和安全性。

本标准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、

坍塌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。

四、国内外相关标准研究及制修订情况

（一）国内相关标准情况

GB/T 37703—2019《地面废墟搜救机器人通用技术条件》标准仅对机器人本身的性能参数作出规定，但未涉及机器人作业技术要求和规范。

DB13/T 1483—2011《矿用井下探测机器人》标准侧重于机器人井下环境适应性与探测功能，未涵盖其在复杂救援场景下的协同作业能力与安全交互要求。

T/CFPA 030-2023《步履式救援机器人 第1部分：技术要求》标准规定了步履式救援机器人在结构强度、越障能力及环境适应性等方面的通用技术要求，但未规范其执行抢险救援任务时的作业流程。

T/CFPA 031-2023《步履式救援机器人 第2部分：试验方法》标准仅规定了步履式救援机器人在复杂地形下的运动性能与稳定性测试方法，未涉及机器人作业技术要求和规范。

（二）国外相关标准情况

ASTM E2521-07a《城市搜寻和救援机器人作业的标准术语》标准明确了与城市搜索救援（USR）机器人相关的术语，但对机器人的作业流程没有作出技术要求。

CWA 17357: 2019《城市搜索和救援（USaR）机器人平台技术和程序交互操作性指南》标准规范了搜救机器人的操

控技术和程序，但仅适用于特定平台类型的人机交互操作流程，未覆盖复杂环境下的机器人作业流程。

五、与有关现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准与有关现行法律、法规和强制性标准无抵触，是对国家相关法规的有效补充。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准无重大分歧意见。标准起草组与多家单位及专家经过多次研讨，积极采纳了所提出的修改建议，最终形成征求意见稿。

七、标准执行要求

建议将本标准按团体标准颁布。

八、执行贯彻国家标准的要求和措施建议

本标准目前正在制定阶段，新标准发布后，通过对标准的宣贯培训，深入推广、引领贯标，逐渐建立本标准相关的团体监督以及团体自律管理等公约，使本标准发挥应有作用，达到良好的社会效果与示范效应。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他予以说明的事项

无。

《微小型智能化生命搜救机器人作业规程》

标准起草组

2026年5月25日