

公共安全科学技术学会团体标准
《微小型机器人生命搜救作业安全
管控要求》

编制说明

《微小型机器人生命搜救作业安全管控要求》标准起草组

2026 年 10 月

目 录

一、工作简况.....	1
1. 任务来源.....	1
2. 编制目的.....	1
3. 标准编制过程.....	1
4. 标准编制原则.....	4
5. 起草单位、起草人分工.....	5
二 国内外研究现状.....	6
1.国外研究现状.....	6
2.国内研究现状.....	7
三 标准内容和分析.....	8
1. 标准的主要内容和框架.....	8
2. 重点内容分析.....	9
3. 主要技术内容确定依据.....	10
四 国内外相关标准研究及制修订情况.....	12
五 与有关现行法律、法规和强制性标准的关系.....	14
六 重大分歧意见的处理经过和依据.....	14
七 标准实施建议.....	14
八 其他予以说明的事项.....	15

《微小型机器人生命搜救作业安全管控要求》 编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

本文件制定任务由公共安全科学技术学会提出，由公共安全科学技术学会标准化工作委员会归口。由中国矿业大学、中国科学院沈阳自动化研究所、中国消防救援学院、中国矿业大学（北京）、北京凌天智能装备集团股份有限公司共同起草。

2. 编制目的

本文件旨在规范微小型机器人生命搜救作业全过程安全管理活动，建立覆盖作业准备、作业实施、风险管控、应急处置和监督考核等环节的安全管控要求，指导相关单位科学开展微小型机器人生命搜救作业。

通过明确人员要求、装备要求、环境管控要求、作业前安全管理要求、作业中安全管理要求以及监督考核要求，提升微小型机器人在生命搜救任务中的安全性、可靠性和规范化水平，降低作业风险，提高救援效率，为微小型机器人生命搜救作业安全管理提供技术依据和标准支撑。

3. 标准编制过程

本项目旨在系统保障微小型机器人生命搜救作业安全，构建微小型机器人作业安全评估体系，为提升机器人在微小空间中作业可靠性提供理论依据和实践指导。研究过程主要分为以下几个阶段：

（1）立项与预研阶段

2024 年 9 月—2024 年 12 月，项目组完成标准的前期预研和论证工作，通过对机器人行业现状的调研明确开展生命搜救作业安全管控标准制定的背景与需求。其次对国际国外标准组织或机构关于规范标准的编写规则、我国国家标准中规范标准的现状和问题进行了调研和分析。

（2）数据收集与分析阶段

2024 年 1 月—3 月，项目组召开会议，开展微小型机器人生命搜救作业安全需求与技术指标的数据收集和分析研究。首先通过问卷调查、实地走访和专家访谈等方式，收集了微小型机器人在应急救援、工业检测等领域的实际应用案例，重点关注其在高风险环境中的运行数据和故障记录。其次系统梳理了国内外安全管控相关标准和文献，作为管控评估的理论依据。

（3）标准撰写与完善阶段

2025 年 4 月—6 月，起草组对收集到的资料进行了深入分析和研究，识别出微小型机器人生命搜救作业中的关键安全因素和技术要求，确立了标准的基本研究框架与技术内容，涵盖机械安全、电气安全、控制安全等核心环节，并针对微小环境的特殊性提出了具体的技术指标和要求。最终，起草组形成了工作组讨论稿第一稿。

2025 年 7 月—10 月，起草组在完成标准草案稿的基础上，组织召开了内部讨论会，对草案内容进行了全面、细致的梳理和修改。会议中，起草组成员围绕标准的适用范围、术语定义、技术指标及取值规则等核心内容，逐条展开深入讨论，重点审查了条款的科学性、实用性和可操作性。针对草案中存在的表述不清、逻辑不严谨或与实际需求不符的问题，起草组结合行业实践和专家建议，提出了具体的修

改意见，并对相关内容进行了优化和完善。

（4）标准申报评审

公共安全科学技术学会于 2025 年 4 月对标准申报进行审查，专家一致同意召开立项评审会。

（5）标准立项

2025 年 4 月 13 日，公共安全科学技术学会组织召开立项评审会，与会专家听取了标准有关情况汇报，经质询和起草组解答，一致同意标准立项，标准计划号 TCAPSA-TBJ-037。

（6）征求意见阶段

2025 年 5 月—2026 年 8 月，起草组形成标准征求意见稿后，面向科研院所、高等院校、消防救援机构、机器人研发制造企业以及相关行业专家广泛征求意见。征求意见主要围绕标准的适用范围、术语定义、基本要求、作业前安全管控要求、作业中安全管控要求以及监督考核要求等内容展开。通过书面征求意见、专家咨询、专题研讨会等方式，广泛收集各有关单位和专家的意见建议，对标准条款的合理性、可操作性和适用性进行充分论证，为进一步完善标准内容提供依据。

（7）意见汇总处理及形成送审稿阶段

2026 年 9 月—2026 年 10 月，起草组对征集到的意见建议进行了系统整理、分类汇总和研究分析。针对各单位和专家提出的意见，逐条进行讨论和处理，对标准条款进行了补充、修改和完善，并形成意见处理汇总表。重点对标准适用范围、作业安全管控要求、风险防控措施以及监督考核内容进行了优化调整，进一步增强标准的科学性、协调性和可操作性。经多轮内部讨论和专家论证后，形成《微小

型机器人生命搜救作业安全管控要求》送审稿及相关送审材料。

（8）标准报批、发布

起草组按照审查会专家意见修改完善，形成报批材料后提交公共安全科学技术学会。公共安全科学技术学会于 2026 年 10 月 16 日批准标准发布，标准号为 T/CAPSA 23502—2026，于 2026 年 10 月 17 日实施。

4. 标准编制原则

（1）规范性原则

本标准严格按照 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》的要求和规定编写本标准的内容，保证标准的编写质量。

（2）兼容性原则

本标准的制定充分考虑与现有国家、行业及地方相关标准体系的衔接，在明确与机器人安全、搜救机器人、安全管控等相关的各类标准基础上制定本标准，确保本标准能够与其他领域标准相互兼容。

（3）针对性原则

本标准聚焦微小型机器人作业环境的特殊性和安全管控需求，针对机器人在复杂、受限空间中可能面临的风险，制定相应的预防和处置措施，为微小型机器人的设计、制造、运行和维护提供贴合实际、切实可行的安全管理要求。通过明确安全管控流程、技术指标及安全防护措施，有效提升微小型机器人作业的安全性和可靠性，为相关行业的规范化发展提供有力支撑。

（4）通用性原则

本标准的编制充分考虑涵盖管道、隧道、密闭舱室等微小型空间

场景，兼顾能源、医疗、救援等不同行业的特殊需求。同时根据风险等级和作业类型制定差异化评估要求。

（5）系统性原则。

覆盖微小型机器人执行救援任务的全流程安全管控，确保各阶段无缝衔接。统筹考虑环境风险、设备风险、管理因素和人为因素。

（6）指导性原则

本标准聚焦微小型机器人作业的生命搜救作业安全管控需求，在整体架构上清晰界定安全管控的目标、流程和关键点，在操作层面上给出明确的量化指标和执行流程，形成结构严谨、表述清晰的微小型机器人安全管控评价目标、指标体系和关键要求。切实指导微小型机器人在设计、运行和维护中的安全管理工作有效开展，确保其在复杂环境中的安全性和可靠性。

5. 起草单位、起草人分工详见下表

序号	起草单位	主要工作
1	中国矿业大学	负责该项目总体规划和管理，起草要求初稿，负责整体统稿。
2	中国科学院沈阳自动化研究所	负责微小型机器人关键技术研究 与标准技术内容支撑；参与机械安全、电气安全、控制安全等技术指标研究；参与评价指标体系构建及相关技术条款编制工作。
3	中国消防救援学院	负责生命搜救作业需求分析与应用场景研究；参与搜救机器人作业安全管控要求研究；负责评价实施程序、评价结果应用及相关技术内容研究，为标准制定提供实战应用支撑。
4	中国矿业大学（北京）	负责国内外相关标准、文献及技术

序号	起草单位	主要工作
		资料调研；参与术语定义、评价指标体系及评价方法研究；负责标准文本编写、编制说明编制及标准协调完善工作。
5	北京凌天智能装备集团股份有限公司	负责微小型生命搜救机器人装备应用需求分析和工程实践验证；参与性能测试、环境适应性、信息安全等技术指标研究；提供典型应用案例、试验数据及工程应用支撑，参与标准技术内容验证与完善工作。

二 国内外研究现状

1. 国外研究现状

随着机器人技术、人工智能技术和应急救援装备技术的快速发展，机器人已广泛应用于地震、建筑坍塌、矿难、爆炸等灾害事故现场搜救作业。特别是在人员难以进入的狭窄空间、废墟缝隙和危险环境中，搜救机器人能够代替或辅助救援人员开展生命探测、环境监测、信息传输和物资输送等任务，在提升救援效率、降低人员伤亡风险方面发挥了重要作用。

国际标准化组织（ISO）高度重视机器人安全与性能评价研究，先后发布了机器人安全、服务机器人安全以及搜救机器人测试方法等相关标准，逐步建立了机器人安全设计、风险控制、功能测试和性能评价体系。美国国家标准与技术研究院（NIST）长期开展搜救机器人标准测试研究，构建了面向灾害救援场景的机器人测试环境和评价方法，为搜救机器人性能验证和应用推广提供了重要技术支撑。

近年来，国外研究重点逐步从单纯关注机器人性能指标转向关注机器人在复杂环境中的安全性、可靠性和任务适应能力，通过建立系统化评价体系保障机器人在实际救援过程中的安全运行和稳定应用。

2. 国内研究现状

我国高度重视机器人技术和应急救援装备的发展，在国家重点研发计划、应急管理体系建设和智能装备产业发展等政策推动下，搜救机器人技术取得了快速发展。地面搜救机器人、蛇形机器人、履带式机器人以及微小型机器人等装备已逐步应用于地震救援、城市坍塌事故救援、有限空间救援等场景。

在标准体系建设方面，我国已发布 GB/T 38244—2019《机器人安全总则》，规定了机器人全生命周期安全设计、风险评估与风险降低的基本原则；发布 GB/T 37703—2019《地面废墟搜救机器人通用技术条件》，对地面废墟搜救机器人的功能、性能和试验方法提出要求；发布 GB/T 36530—2018《机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求》以及 GB/T 4208—2017《外壳防护等级（IP 代码）》等标准，为机器人安全设计、环境适应性和防护能力评价提供了技术依据。

目前国内已初步建立机器人安全与搜救机器人相关标准体系，但现有标准主要侧重机器人产品设计、技术性能和测试方法，对微小型机器人在生命搜救作业过程中的安全管控要求、评价指标体系以及评价实施方法等内容尚缺乏专门规定。特别是在微小空间、废墟环境和复杂灾害现场等典型应用场景下，针对微小型机器人生命搜救作业安全管控的标准仍需提升。

微小型机器人具有体积小、机动性强、能够进入狭窄空间等特点，

在生命搜救领域具有广阔应用前景。随着相关装备不断推广应用，对其安全性、可靠性和作业适应性的要求也不断提高。建立统一的微小型机器人生命搜救作业安全管控标准，有利于规范安全评价活动，指导装备研发、生产和应用，提高生命搜救作业安全保障水平，推动行业规范化和高质量发展。

因此，有必要在现有机器人安全标准和搜救机器人标准基础上，结合生命搜救场景特点，制定《微小型机器人生命搜救作业安全管控要求》，构建覆盖机械安全、电气安全、控制安全、性能测试和信息安全等方面的安全管控评价体系，为微小型机器人在生命搜救领域的推广应用提供技术支撑。

三 标准内容和分析

1. 标准的主要内容和框架

本标准围绕微小型机器人生命搜救作业全过程安全管理需求，建立了覆盖作业准备、作业实施、风险控制和监督管理等环节的安全管控要求体系，主要包括：

（1）范围

规定了微小型机器人生命搜救作业安全管控的基本要求、作业前安全管控要求、作业中安全管控要求以及监督考核要求。

（2）规范性引用文件

列出了实施本标准所需要引用的相关标准文件。

（3）术语和定义

规定了微小空间、机器人、微小型机器人、地面废墟搜救机器人、安全、风险、安全警戒区等术语和定义。

（4）基本要求

明确人员要求、装备要求、环境管控要求和应急管理要求，为生命搜救作业提供基础保障。

（5）作业前安全管控要求

规定作业前检查、风险评估、安全交底和作业方案制定等要求。

（6）作业中安全管控要求

规定现场警戒、设备运行监测、通信保障、异常情况处置以及应急响应等要求。

（7）监督考核

规定监督检查、问题整改和持续改进等要求，保障标准有效实施。

2. 重点内容分析

（1）标准定位与适用范围

本标准针对微小型机器人生命搜救作业过程中存在的安全风险和管理需求，提出全过程安全管控要求，重点解决复杂环境下机器人作业安全管理缺乏统一规范的问题，为微小型机器人生命搜救活动提供指导依据。

（2）全过程安全管控要求

标准按照生命搜救作业实施流程，分别提出作业前安全管控要求和作业中安全管控要求，涵盖风险辨识、作业准备、现场管理、设备运行监控、应急处置等关键环节，实现全过程安全管理。

（3）监督考核机制

标准建立监督检查和持续改进机制，通过监督考核及时发现和消除安全隐患，推动安全管理责任落实，不断提升微小型机器人生命搜救作业安全管理水平。

3. 主要技术内容确定依据

本标准主要技术内容的确定,综合考虑了微小型机器人生命搜救作业特点、国内外相关标准要求、应急救援管理实践以及机器人技术发展现状等因素,在充分调研现有标准、文献资料和典型应用案例的基础上形成。

(1) 基本要求确定依据

基本要求主要包括人员要求、装备要求、环境管控要求和应急管理要求等内容。

微小型机器人生命搜救作业通常在地震废墟、建筑坍塌、地下管网、有限空间以及其他复杂危险环境中开展,具有环境复杂、风险因素多、救援时效性要求高等特点。为保障机器人安全、高效执行搜救任务,标准首先对参与作业人员能力、装备配置、环境条件以及应急管理提出基础性要求。

相关内容主要参考 GB/T 38244—2019《机器人安全总则》关于机器人全生命周期安全管理要求,并结合生命搜救任务组织实施过程中的实际需求确定。同时吸收应急救援行业相关安全管理经验,明确作业组织、人员培训、装备管理和应急准备等方面要求,为后续作业安全管控提供基础保障。

(2) 作业前安全管控要求确定依据

作业前安全管控要求主要包括作业前检查、风险评估、安全交底和作业方案制定等内容。

生命搜救作业环境具有较强的不确定性,可能存在坍塌、缺氧、有毒有害气体、积水、高温、带电设施以及通信中断等危险因素。作

业前充分开展风险辨识和安全准备，是降低作业风险的重要措施。

本标准结合 AQ/T 9007《生产安全事故应急演练基本规范》、AQ/T 9009《生产安全事故应急演练评估规范》等标准中关于风险分析、应急准备和组织管理的要求，并参考应急救援领域风险管控经验，对作业前检查、风险评估、安全交底和作业方案制定提出具体要求。通过明确作业前准备内容和实施程序，提高风险预判能力，减少作业过程中安全事故发生概率。

（3）作业中安全管控要求确定依据

作业中安全管控要求主要包括现场警戒、设备运行监测、通信保障、异常情况处置和应急响应等内容。

微小型机器人在生命搜救过程中需要进入狭窄空间、废墟缝隙、地下设施等复杂环境执行探测和搜救任务，可能面临机械故障、电气故障、通信失联、环境突变等风险。为保证机器人及救援人员安全，标准重点规定作业过程中的安全控制措施。

相关内容主要依据 GB/T 38244—2019《机器人安全总则》、GB/T 37703—2019《地面废墟搜救机器人通用技术条件》以及 GB 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》等标准中关于设备运行安全、故障控制和风险防范要求制定。同时结合生命搜救作业特点，对警戒区域设置、实时监测、通信保障和异常情况处置提出要求，以确保机器人能够在复杂环境下安全稳定运行。

（4）监督考核要求确定依据

监督考核要求主要包括监督检查、问题整改和持续改进等内容。

生命搜救作业安全管理具有持续性和动态性特点，仅依靠制度建立难以实现长期有效管控，需要通过监督检查和持续改进机制保障各

项要求落实到位。因此，本标准设置监督考核相关要求，推动建立闭环管理机制。

相关内容主要参考安全生产管理领域“计划—实施—检查—改进（PDCA）”管理理念以及应急救援管理实践经验，结合机器人生命搜救作业特点，对监督检查、隐患整改、责任落实和持续改进等内容提出要求，促进标准实施效果不断提升。

（5）规范性引用文件确定依据

标准引用 GB/T 38244—2019《机器人安全总则》、GB/T 37703—2019《地面废墟搜救机器人通用技术条件》、GB/T 36530—2018《机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求》、GB 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》、GB/T 4208—2017《外壳防护等级（IP 代码）》、AQ/T 9007—2019《生产安全事故应急演练基本规范》和 AQ/T 9009—2015《生产安全事故应急演练评估规范》等标准文件。上述标准涵盖机器人安全、机械电气安全、防护等级、应急管理和风险控制等方面内容，为本标准技术要求的制定提供了依据和支撑。

四 国内外相关标准研究及制修订情况

（1）国内相关标准修订情况

随着机器人技术在应急救援、灾害处置、工业检测、应急巡检等领域的广泛应用，国内已逐步建立机器人安全、机械电气安全以及搜救机器人技术要求等相关标准体系，为机器人安全设计、运行管理和应用评价提供了技术依据。

在机器人安全方面，GB/T 38244—2019《机器人安全总则》规

定了机器人全生命周期安全设计、风险评估与风险降低的基本原则，为机器人安全管理提供了总体框架；GB/T 36530—2018《机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求》提出了机器人安全功能和防护措施要求；GB 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》对机器人电气系统安全提出了基本要求。

在搜救机器人领域，GB/T 37703—2019《地面废墟搜救机器人通用技术条件》对搜救机器人的功能要求、性能指标和试验方法进行了规范，为搜救机器人设计和测试提供了重要依据。GB/T 4208—2017《外壳防护等级（IP 代码）》为机器人在复杂环境中的防尘、防水能力评价提供了统一标准。

（2）国外相关标准修订情况

国际上对机器人安全和搜救机器人应用研究起步较早，已形成较为完善的机器人安全标准体系。国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）围绕机器人安全设计、安全控制、风险管理和应用评价等方面制定了多项标准，为机器人安全运行和应用管理提供了技术依据。

在机器人安全领域，ISO 10218 系列标准对工业机器人的设计、制造、安装和使用过程中的安全要求进行了规定；ISO/TS 15066 针对人机协作机器人应用提出了安全技术要求和风险控制措施；ISO 13482 规定了个人护理机器人安全要求，为服务机器人安全设计提供指导。

在风险管理领域，ISO 31000《风险管理 指南》提出了风险管理的原则、框架和实施方法，为机器人安全管理和风险控制提供了通用方法支持。

此外，美国国家标准与技术研究院（NIST）长期开展搜救机器人测试与评价研究，建立了面向灾害救援场景的标准测试体系和测试环境，对搜救机器人的移动能力、通信能力、环境适应能力和任务执行能力进行评价，为搜救机器人技术发展和标准制定提供了重要参考。

总体来看，国外标准主要关注机器人安全设计、风险控制和性能测试等内容，而针对微小型机器人生命搜救作业全过程安全管控评价的专门标准仍较少。

五 与有关现行法律、法规和强制性标准的关系

本文件的主要技术内容符合现行有效国家标准和行业标准的有关规定，并与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

六 重大分歧意见的处理经过和依据

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 标准实施建议

建议机器人制造企业、使用单位、科研机构及安全监管部门在相关活动中应用本标准：机器人制造企业建议在产品设计与研发阶段，依据标准进行安全管控评估；使用单位建议在设备采购选型、作业前准备以及日常维护管理中，按照标准开展安全管控工作；科研机构在相关研究中参考标准，推动技术改进；安全监管部门建议在监督检查时，以此标准为依据，促进企业落实安全责任。

八 其他予以说明的事项

无。

《微小型机器人生命搜救作业安全管控要求》

标准起草组

2026 年 10 月