

团 体 标 准

T/ CFPA 030-2023

步履式救援机器人 第1部分：技术要求

Walking rescue robot—Part 1: Technical requirements

2023-09-05 发布

2023-12-01 实施

中国消防协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 主要参数.....	3
5 技术要求.....	5
6 检验规则.....	6
7 标志、包装、运输及贮存.....	9

前 言

《步履式救援机器人》为首次起草，目前包括两部分，随着技术进步及使用需求的变化，例如新型动力源、智能控制技术、步履机构形式等，对于步履式救援机器人的分类、型式等需要补充完善，后续会增加相应部分内容。

—第1部分：技术要求；

—第2部分：试验方法；

……

本文件为《步履式救援机器人》的第1部分。

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。

本文件由中联重科股份有限公司提出。

本文件由中国消防协会归口。

本文件主要起草单位：中联重科股份有限公司、应急管理部上海消防研究所、中国地震应急搜集中心、中国科学院自动化研究所、湖南大学、国家自然灾害防治研究院。

本文件主要起草人：付玲、袁野、钟琳、何骞、张龙、余玲娟、张磊、张涛、张少林、李伟、梅广红、施巍、蒋旭东、刘程程、贾文龙、张策

本文件为首次发布。

步履式救援机器人 第1部分：技术要求

1 范围

本文件规定了步履式救援机器人的技术要求，检验规则，标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于工作质量为15吨级及以下的步履式救援机器人（以下简称救援机器人）的制造、检验、使用等，其它类型救援机器人可参照使用。

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 3797 电气控制设备

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代号)

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 6572 土方机械 液压挖掘机 术语和商业规格

GB/T 7586-2018 土方机械 液压挖掘机 试验方法

GB/T 8498 土方机械 基本类型 识别、术语和定义

GB/T 8595 土方机械 司机的操纵装置

GB 9656 机动车玻璃安全技术规范

GB/T 14039-2002 液压传动 油液固体颗粒污染等级代号

GB 16710 土方机械 噪声限值

GB/T 17771-2010 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求

GBT 17921 土方机械 座椅安全带及其固定器 性能要求和试验

GB/T 18826 工业用1,1,1,2-四氟乙烷(HFC-134a)

GB 19517 国家电气设备安全技术规范

GB/T 19930.2 土方机械 挖掘机保护结构的实验室试验和性能要求 第2部分：6t以上挖掘机的滚翻保护结构(ROPS)

GB/T 20178 土方机械 机器安全标签 通则

GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国三、四阶段）

GB/T 21152 土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法

GB/T 21935 土方机械 操纵的舒适区域与可及范围

GB/T 22358 土方机械 防护与贮存

GB/T 25602 土方机械 机器可用性 术语

GB/T 25606 土方机械 产品识别代码系统

GB/T 25684.5-2010 土方机械 安全第5部分：液压挖掘机的要求

GB/T 25686 土方机械 司机遥控的安全要求

GB/T 28239 非道路用柴油机燃料消耗率限值及试验方法

GB/T 32070 土方机械 物体监视系统及其可视辅助装置 性能要求和试验

JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件

JB/T 5947 工程机械 包装通用技术条件

XF 892.1 消防机器人 第1部分：通用技术条件

T/ CFPA 031-2023 步履式救援机器人 第2部分：试验方法

3 术语和定义

GB/T 6572 和 GB/T 8498、GB/T 25602、XF 892.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

步履 walking

采用轮胎、支腿复合行走机构，用工作装置、支腿或车轮的复合动作，实现救援机器人行走的一种运动方式。

3.2

步履式救援机器人 walking rescue robot

由步履式行走机构、机电液控制装置、斗杆或伸缩臂、作业机具等系统组成，上部装置可进行360°回转，具备人工驾驶、遥控、智能自主控制等操作能力，开展地震、地质等多灾种下的挖掘、破碎、切削和处理等救援作业的自行移动机器人。

3.3

步履爬坡能力 walking climbing ability

采用步履行走方式所能爬越的最大坡度。

[GB/T 37904-2019,定义 3.2]

3.4

最大步距 max stepover

步履行走时，车轮沿车身纵向一次移动的最大距离。

[GB/T 37904-2019,定义 3.3]

3.5

工作装置 equipment

安装在步履式救援机器人上的完成作业任务的一组零部件。

3.6

快换装置 quick change device

安装在工作装置上，用于连接各种属具，并能实现各种属具之间进行快速更换的部件。

3.7

属具 accessory

为特定用途，安装在主机或工作装置上的部件总成。

救援机器人的属具通常是连接到斗杆或伸缩臂末端的作业机具，提供挖掘、破碎、切削和处理等功能。

3.8

模块化结构部件 modular structural unit

由不同系统及不同结构的多个组件集成安装在一起，形成具有不同结构及功能的模块单元。

3.9

操作模式 operating mode

机器运动及作业的驾驶操纵方式。主要有常规驾驶（驾驶室）、近程遥控（200米范围以内）、远程遥控（4km范围以内）、超远程遥控（4km范围以外）、智能自主作业控制。

3.10

操作模式切换 switching operate schema

通过操作功能按钮，即可实现不同操作模式的转换。

3.11

机电液自动切换 automatic electromechanical hydraulic switching

通过人工驾驶、遥控操作，即可实现工作装置前端属具的自动拆卸及更换，包括机械自动连接、油路自动连接、电气自动连接。

3.12

智能自主作业控制 intelligent autonomous operation control

操作者通过示教、人机交互界面按钮操作等方式下达任务后，救援机器人能够通过传感设备感知环境，自主规划运动轨迹，实现既定任务目标。

3.13

行驶状态 travel status

救援机器人处于底盘与地面平行，斗杆指向前方，抬高动臂使铲斗或其它属具距地面 600 mm ~ 650 mm 处，伸缩斗杆完全收回，铲斗油缸完全伸出，斗杆油缸缩至铲斗不妨碍车轮转向的位置，前后车轮及支腿回收至与车身中心纵截面平行的位置时的姿态。

3.14

作业状态 job status

救援机器人各支腿向外侧展开至最大限度，有支爪时工作装置在支爪端，支爪着地，支撑起该端车轮，使其悬空时的姿态。

4 主要参数

救援机器人主要参数表见表 1。

表 1 救援机器人主要参数表

项目		单位
性能参数	额定功率	kW
	工作质量	kg
	最大行驶爬坡能力	(°)
	最大步履爬坡能力	(°)
	最高行驶速度	km/h
	最大牵引力	kN
	最大步距	mm
	跨越壕沟宽度	mm
	通过垂直障碍高度	mm
	涉水深度	mm
	作业坡度	(°)
	回转速度	r/min

尺寸参数 (行驶状态)	轴距		mm
	离地间隙		mm
	最小转弯直径		mm
	行驶状态时的总长		mm
	最大宽度		mm
	行驶状态时的总高		mm
作业参数 (安装铲斗时)	最大挖掘半径		mm
	最大挖掘高度		mm
	最大卸载高度		mm
	最大挖掘深度		mm
	最小回转半径		mm
	最大挖掘半径时的高度		mm
	最大卸载高度时的半径		mm
铲斗及属具 作业能力	铲斗	铲斗容量	m ³
		最大铲斗挖掘力	kN
		最大斗杆挖掘力	kN
	液压锤	钎杆直径	mm
		打击频率	Hz
	液压剪	剪切力	T
		开口距离	mm
	液压撑顶器	撑顶力	T
		撑顶长度	mm
	液压夹爪	夹持力	T
		最大开口距离	mm
其它功能参数	模块化快装/快卸时间 (具备模块化拆解功能)		min
	属具快速换装时间		s
	操作模式切换时间		s
	最大远程遥控距离		km

5 技术要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 工作质量相对于制造商公示值的变化范围为 $\pm 5\%$ 。
- 5.1.2 应能在环境温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 、海拔不大于2000m的条件下正常工作。如有特殊作业环境需求，由供需双方协议规定。
- 5.1.3 液压系统油液固体颗粒污染等级应不超过GB/T 14039-2002规定的-18/15。
- 5.1.4 在按GB/T 7586-2018规定的试验条件下，救援机器人因系统内泄漏引起的动臂油缸活塞杆位移量不应大于25 mm/10min。
- 5.1.5 电气设备或系统应保证传动和控制准确可靠，其设计、安装应符合GB/T 5226.1和GB19517的规定。
- 5.1.6 在500h的可靠性试验中，平均失效间隔时间不应小于200h，工作可用度不应小于80%。
- 5.1.7 操纵装置应符合GB/T 8595的规定。宜采用电控手柄进行操作，操纵灵活、准确可靠。
- 5.1.8 柴油机熄火后机器应能被牵引。
- 5.1.9 最大行驶速度不应小于10 km/h。
- 5.1.10 行驶爬坡能力不应小于 25° ，步履爬坡能力不应小于 45° ，应能在 30° 坡道上正常作业，最小转弯直径应不大于其行驶状态时本身长度的2倍。
- 5.1.11 最大步距、跨越壕沟宽度、通过垂直障碍高度、涉水深度，根据救援机器人吨位级（工作质量）确定，具体如下表2所示。

表2 最大步距、跨越壕沟宽度、通过垂直障碍高度、涉水深度等参数表

项 目	工作质量 ≤ 3 吨	3 吨 $<$ 工作质量 < 8 吨	8 吨 \leq 工作质量 ≤ 15 吨
最大步距 (mm)	不应小于 1500	不应小于 2500	不应小于 3500
跨越壕沟宽度 (mm)	不应小于 1500	不应小于 2500	不应小于 3500
通过垂直障碍高度 (mm)	不应低于 800	不应低于 1200	不应低于 2000
涉水深度 (mm)	不应低于 800	不应低于 1200	不应低于 1600

- 5.1.12 上部平台应能 360° 回转，回转应灵活，启动、制动应平稳。
- 5.1.13 应具备的操作模式包括驾驶室驾驶、200m范围内遥控、4000m范围内遥控、智能自主作业控制，操作模式切换时间不大于12s。
- 5.1.14 应具有属具快换装置，属具机电液切换时间不大于15s。
- 5.1.15 配备的属具及作业能力根据救援业务需求，由供需双方协议规定。
- 5.1.16 涂漆质量应符合JB/T 5946的规定。
- 5.1.17 需要安装气体检测仪、生命探测仪等设备的，应预留安装位置。

5.2 结构要求

- 5.2.1 具备模块化拆解及组装功能，拆卸或组装时间不大于90min。
- 5.2.2 单品模块化组件结构重量不大于500kg，应符合常规直升机吊装能力或合同约定的要求。
- 5.2.3 模块化结构部件之间连接应定位合理、连接可靠、组装便捷。
- 5.2.4 模块化结构部件组装后的救援机器人性能不低于源机器。
- 5.2.5 应向使用单位提供现场模块化组装或拆解的工艺方案，宜配备现场组装必需的起吊装备。

5.3 属具配置要求

- 5.3.1 按照供需合同要求，配置相关属具，包括但不限于挖掘铲斗、液压破碎锤、液压剪、液压撑顶器、液压夹手等；所配置属具的功能及作业参数应符合灾害现场救援需求。
- 5.3.2 所配置的属具应与快换连接装置的连接接口一致。
- 5.3.3 所配置的属具应具有可与快换连接装置快速连接的自动油路切换装置。

5.4 电气系统要求

- 5.4.1 电气系统设计和安装应符合 GB/T3797 的规定。
- 5.4.2 所有安装于机器外部或直接暴露于环境中的电气和电子部件的防护等级应至少符合 GB/T 4208 中 IP55 的规定。应用于极端恶劣环境的，其防护等级应达到 IP66。
- 5.4.3 电气控制系统中应有安全的过载保护装置或其他类似的保护装置。
- 5.4.4 遥控装置与主机电气控制系统应有互锁装置。
- 5.4.5 电气设备的安全要求应符合 GB 5226.1 和 GB 19517 中的有关规定。
- 5.4.6 监测及视频系统应符合 GB/T32070 的规定。

5.5 远程控制系统要求

- 5.5.1 采用远程控制装置时，遥控距离不低于 4000m。
- 5.5.2 后方控制台控制救援机器人的延迟时间不超过 200ms。
- 5.5.3 后方控制台接收救援机器人采集的视频、图像、语音、数据等信息的延迟时间不超过 200ms。
- 5.5.4 后方控制台应设置紧急停止按钮，按下后救援机器人应立即停止所有动作。
- 5.5.5 两台或两台以上救援机器人在同一区域内工作时，其远程控制信号不应相互干扰。
- 5.5.6 遥控安全要求应符合 GB/T 25686 的规定。

5.6 司机室要求

- 5.6.1 应具有良好的视野和舒适的操作条件，使司机能够完成各项操作。与地面接触的每条支腿所有可能的位置均应在司机位置处可见。
- 5.6.2 操纵装置舒适区域与可及范围应符合 GB/T 21935 的规定。
- 5.6.3 应安装符合 GB/T 19930.2 规定的滚翻保护结构（ROPS）。
- 5.6.4 应安装符合 GB/T 17771-2010 规定的验收基准 II 的落物保护结构（FOPS）。
- 5.6.5 安装的司机约束系统应符合 GB/T 17921 的规定。
- 5.6.6 司机室的门窗玻璃材料应符合 GB 9656 的规定。
- 5.6.7 司机室前窗应配置刮水器和清洗器。
- 5.6.8 空调制冷剂应符合 GB/T 18826 的规定。

5.7 安全及环保要求

- 5.7.1 救援机器人制动性能应符合 GB/T21152 的规定。
- 5.7.2 救援机器人稳定性应符合 GB/T 25684.5-2010 中 4.8.4 中的相关规定。
- 5.7.3 为防止液压系统失效时机器失稳，应在所有支腿液压缸上安装锁止阀。
- 5.7.4 救援机器人应安装监视盒报警装置。
- 5.7.5 救援机器人应设置起吊和运输专用吊钩并标注起吊位置。
- 5.7.6 救援机器人应粘贴安全标签，设置在救援机器人上的和编制在司机手册中的安全标志和危险图示应符合 GB/T20178 的规定。
- 5.7.7 机外发射噪声声功率级和司机位置发射噪声声压级应符合 GB 16710 的规定。
- 5.7.8 柴油机的排气污染物应符合 GB 20891 的规定，燃油消耗率应符合 GB/T 28239 的规定。

6 检验规则

6.1 出厂检验

- 6.1.1 每台救援机器人应经制造商质量检验部门检验合格，并签发合格证后方可出厂。

6.1.2 出厂检验项目见表 2 的规定。

6.1.3 出厂检验项目的指标应全部达到要求方为合格。

6.2 型式检验

6.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新试制产品；
- 转厂生产的产品；
- 产品结构、材料、工艺有较大改变，影响产品性能时。

6.2.2 型式检验的项目见表 2。

6.2.3 型式检验的样机为新产品试制的样机或受检当月（季）的投入批量中随机抽取 1 台。

6.2.4 型式检验项目中，表 2 中规定的关键项目（A 级）应全部达到要求，且重要项目（B 级）不合格项不多于两项方为合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	项目分级	出厂检验	型式检验	
1	性能参数	工作质量	—	√	
2		最大行驶爬坡能力	B	—	√
3		最大步履爬坡能力	B	—	√
4		最高行驶速度	A	—	√
5		最大牵引力	C	—	√
6		最大步距	B	—	√
7		跨越壕沟宽度	B	—	√
8		通过垂直障碍高度	B	—	√
9		涉水深度	B	—	√
10		作业坡度	B	—	√
11		被牵引	C	—	√
12		行走制动	A	√	√
13		回转速度	B	—	√
14		回转制动性能（空载）	A	√	√
15		回转制动性能（满载）	A	—	√
16	尺寸参数 (行驶状态)	轴距	C	—	√
17		离地间隙	C	—	√
18		最小转弯直径	B	—	√
19		行驶状态时的总长	B	—	√
20		最大宽度	B	—	√
21	行驶状态时的总高	B	—	√	
22	作业参数	最大挖掘半径	C	—	√

23		最大挖掘高度	C	—	√
24		最大卸载高度	C	—	√
25		最大挖掘深度	C	—	√
26		最小回转半径	C	—	√
27		最大挖掘半径时的高度	C	—	√
28		最大卸载高度时的半径	C	—	√
29	属具作业能力	铲斗容量	C	—	√
30		最大铲斗挖掘力	B	—	√
31		最大斗杆挖掘力	B	—	√
32		液压破碎锤钎杆直径	B	—	√
33		液压破碎锤打击频率	B	—	√
34		液压剪剪切力	B	—	√
35		液压剪开口距离	B	—	√
36		液压撑顶器撑顶力	B	—	√
37		液压撑顶器撑顶长度	B	—	√
38		液压夹爪夹持力	B	—	√
39		液压夹爪最大开口距离	B	—	√
40	模块化部件重量测定		B	—	√
41	现场模块化快装/快卸时间		B	—	√
42	属具快速换装时间		B	—	√
43	操作模式切换时间		B	—	√
44	最大远程遥控距离		B	—	√
45	液压系统	工作装置液压系统密封性	B	—	√
46		液压油温升	C	—	√
47		液压系统压力	B	—	√
48		液压系统油液颗粒污染等级	B	√	√
49		密封性	B	√	√
50	排放		B	—	√
51	安全	安全标签	A	√	√
52		监测及视频系统	A	√	√
53		前进和倒退音响报警声响	A	√	√
54		车窗玻璃	A	—	√
55		司机室环境	A	—	√
56		司机保护结构	A	—	—
57		监视镜和后视镜	A	—	√

58		照明、信号和标志以及反射器	B	√	√
60	噪音		B	—	√
61	空运转试验		B	√	√
62	可靠性试验		A	—	√
63	远程控制系统试验		B	√	√
64	电气设备及系统试验		B	—	√
65	电磁兼容性试验		B	—	√
66	涂漆外观质量		C	√	√
67	救援机器人出厂完整性（按随机文件）		A	√	√

注：A：关键项目 B：重要项目 C：一般项目

6.3 检验方法

出厂检验、型式检验的检验方法应按照 T/CFPA 031-2023 执行。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标牌应牢固地固定在救援机器人机身的明显位置。标牌材质应能保证标牌在救援机器人整个生命周期内不易损坏且内容清晰可见。

7.1.2 产品标牌的内容应包括下列项目：

- a) 制造商名称和地址；
- b) 产品名称和型号；
- c) 产品基本参数（工作质量：单位为 kg，额定功率：单位为 kW，铲斗容量：单位为 m³）；
- d) 制造年份；
- e) 产品识别代码（PIN）或出厂编号，产品识别代码应符合 GB/T 25606 的规定。

7.1.3 在机器的明显位置应设置环保铭牌。

7.1.4 在机器的明显位置应按 GB/T 20178 的规定，设置操纵指示标志、安全标志、润滑示意图。

7.2 包装

7.2.1 救援机器人及其附件、备件和随机工具的包装应符合 JB/T 5947 的规定或合同的规定，并保证正常运输和贮存条件下不致损坏。

7.2.2 模块化结构部件的救援机器人分解包装运输按分解包装图样进行包装。

7.3 运输

7.3.1 救援机器人的运输应符合航空、铁路、公路和河运等交通运输部门的有关规定。

7.3.2 救援机器人运输时，应将工作装置收回，底盘贴地，将铲斗放在地板上，把支腿收拢到相互平行位置或并拢到一起，并回转机构锁紧。

7.3.3 在运输或行驶过程中可能产生危险的水平随动机构、支腿和其他可移动的装置应可靠锁定在其运输位置。司机手册中应提供安全锁定装置的使用方法。

7.4 贮存

救援机器人的防护与贮存应符合 GB/T 22358 的规定。

7.5 随机文件

救援机器人出厂时，应向用户提供下列文件：

- a) 产品合格证明书；
 - b) 装箱单；
 - c) 产品零件图册；
 - d) 操作和保养手册；
 - e) 随机工具和备件、附件的目录。
-