|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 13.220.10 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png CFPA |   C84 |

中国消防协会团体标准

T/CFPA XXXX—XXXX

步履式救援机器人 第3部分：环境适应性检测规范

Walking rescue robot Part 3：Code for environmental adaptability testing

（本草案完成时间：2023.9.15）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国消防协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc32125)

[引言 III](#_Toc3106)

[1 范围 1](#_Toc31638)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc2626)

[3 术语和定义 1](#_Toc31121)

[3.1 1](#_Toc606)

[3.2 1](#_Toc10684)

[4 步履式救援机器人外形结构 1](#_Toc23681)

[5 环境适应性检测前的准备 2](#_Toc16135)

[5.1 测量仪器及准确度 3](#_Toc1702)

[5.2 技术资料的准备 3](#_Toc799)

[5.3 救援机器人的准备 3](#_Toc28900)

[5.4 检测场地 3](#_Toc9848)

[6 检测内容 3](#_Toc20422)

[6.1 检测内容 3](#_Toc25006)

[6.2 检测规则 4](#_Toc32434)

[7 检测指标 4](#_Toc31457)

[8 检测方法 5](#_Toc27218)

[8.1 驱动行驶测试 5](#_Toc5879)

[8.2 操作模式测试 5](#_Toc27469)

[8.3 属具拆装速度测试 6](#_Toc15851)

[8.4 模块化组装测试 6](#_Toc31711)

[8.5 近程通讯遥控测试 6](#_Toc29327)

[8.6 远程通讯遥控测试 6](#_Toc18184)

[8.7 电气系统测试 6](#_Toc367)

[8.8 液压系统测试 7](#_Toc18034)

[8.9 控制系统测试 7](#_Toc1972)

[8.10 高温测试 7](#_Toc3130)

[8.11 低温测试 8](#_Toc31289)

[8.12 高海拔测试 8](#_Toc57)

[8.13 湿热测试 8](#_Toc30257)

[8.14 振动测试 8](#_Toc21649)

[8.15 防护等级测试 9](#_Toc12300)

[9 数据处理 9](#_Toc21369)

[9.1 数据处理 9](#_Toc14978)

[9.2 试验报告 9](#_Toc30888)

[附录A （资料性） 步履式救援机器人主要技术参数 10](#_Toc28391)

[附录B （资料性） 步履式救援机器人测试记录表 12](#_Toc6856)

[参考文献 17](#_Toc18745)

1. 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。

T/CFPA—XXX-XXXX《步履式救援机器人》目前包括三部分，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

—第3部分：环境适应性检测规范

……

本文件为T/CFPA—XXX-XXXX的第3部分。

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（STC/ACxxx）归口。

本文件起草单位：中联重科股份有限公司、应急管理部上海消防研究所、中国地震应急搜救中心。

本文件主要起草人：王建平、张涛、钟琳、高杨、张云昌、赵保宗、何骞、张龙、刘程程、梅广红。

1. 引言

我国幅员辽阔，山川地域复杂，因而造成地震、地质等自然灾害多发、频发，且具有危害性大、分布地域广、时间不确定等特征，如2018年四川省甘孜州波罗乡白格村发生山体滑坡，形成了巨大的堰塞体，应急管理部门通过40天、几十台工程机械连续作业才顺利疏通。如果灾害处理不及时，堰塞体一旦溃坝，将给下游人民生命和财产造成巨大的损失。也暴露出我国现有大型救援装备投送困难、功能单一、模块化程度差，且易造成救援人员生命安全隐患等因素，整体功能和环境适应能力亟待提升。

随着我国应急救援事业的发展，以及科技部实施应急救援装备科技攻关，适合山地地域的步履式救援机器人得到快速发展，并逐步在地震、地质灾害事故中应用。为检测测试步履式救援机器人在实战应用环境适应性能力，急需出台1部步履式救援机器人环境适应性检测规范，对步履式救援机器人的机动性、多功能、模块化能力，小型化、轻量化的快速组装能力，远程无人化、精准化的人机交互能力，以及在高低温、湿热、海拔等环境下的适应能力等进行规范，提升步履式救援机器人在应对灾害现场的实战能力。

本文件的编制，对提升步履式救援机器人环境适应性检测和设计制造具有一定的指导意义。

本文件所涉及的环境适应性检测规范主要包括检测内容、检测指标与检测方法三大部分。

步履式救援机器人 第3部分：环境适应性检测规范

* 1. 范围

本文件规定了步履式救援机器人的环境适应性检测内容、检测指标和检测方法。

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）的环境适应性检测。

* 1. 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 3766 液压系统 通用技术条件

GB 4208 外壳防护等级(IP代号)

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 测定重心位置的方法

GB/T 8592 土方机械 轮胎式机器转向尺寸的测定

GB/T 9139 土方机械 液压挖掘机 技术条件

GB/T 10913 土方机械 行驶速度测定

GB/T 21153 土方机械 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度

GB/T 22358 土方机械 防护与贮存

GB/T 37904—2019 土方机械 步履式挖掘机

GB/Z 26139 土方机械 驾乘式机器暴露于全身振动的评价指南 国际协会、组织和制造商所测定协

调数据的应用

T/CFPA 030—2023 步履式救援机器人 第1部分：技术要求

T/CFPA 031—2023 步履式救援机器人 第2部分：试验方法

* 1. 术语和定义

GB/T 6572和GB/T 8498和GB/T 37904—2019、T/CFPA 030—2023界定的以及下列术语和定义适用于本文件。



开放测试场地 Open test site

步履式救援机器人在符合测试条件的露天开阔、通风环境下进行功能测试的场地。



封闭测试场地 Enclosed test site

步履式救援机器人在符合测试条件的具有建筑结构的封闭空间，进行温度、湿度、压力等可调节的测试场地。

* 1. 步履式救援机器人外形结构

步履式救援机器人主要由工作装置、液压系统、电气系统、回转平台、步履式底盘等系统组件，整机结构如图1：

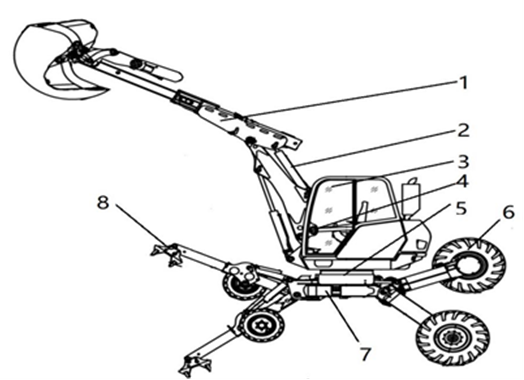


图1 救援机器人整机结构图

1-工作装置 2-液压系统 3-驾驶室及附件 4-电气系统 5-回转平台 6-轮胎 7-步履式底盘 8-支撑爪

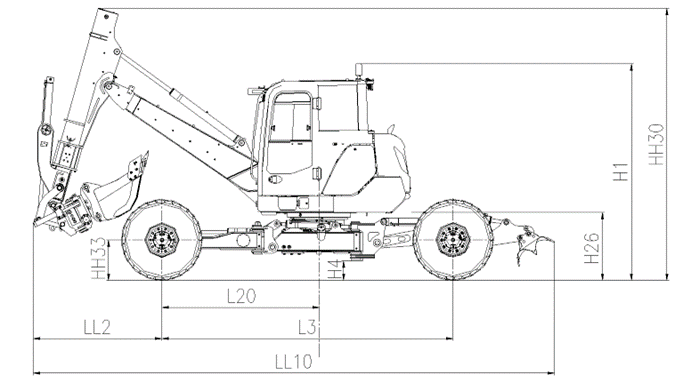


图2 救援机器人正面外形结构图

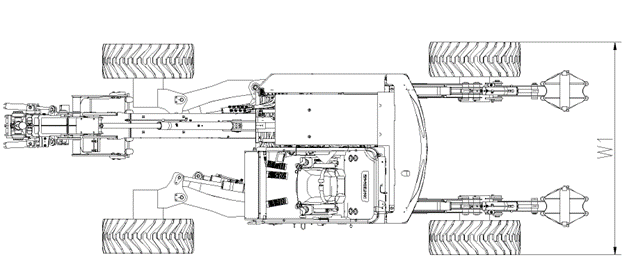


图3 救援机器人顶部俯视图

* 1. 环境适应性检测前的准备
     1. 测量仪器及准确度

5.1.1 测量仪器

按照测试项目，准备好测量尺寸、温度、压力、时间、噪音等必要的仪器仪表。主要测量仪器要求见如下表1。

表1 主要测量仪器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 测量仪器名称 | 技术参数 |
| 1 | 手持红外线测温仪 | 测温范围：-25℃～550℃，测量精度：读数值的±1%或±1℃ |
| 2 | 卷尺 | 规格5m、10m，准确度不低于±0.5% |
| 3 | 游标卡尺 | 量程≥500mm，准确度不低于±0.5% |
| 4 | 角度规 | 准确度不低于±0.02rad |
| 5 | 压力表 | 量程≥42MPa， 压力表精度不低于1.6级 |
| 6 | 流量计 | 量程≥120L/min， 流量计精度不低于2.0级 |
| 7 | 压力传感器频率计 | 采样频率≥16Hz |
| 8 | 噪声检测仪 | 级线性范围105dB（A）；33～133 dB（C）；40～133 dB（Z），频率范围：20Hz～12.5 kHz |

5.1.2 测量准确度

测量数据的准确度应符合GB/T21153的规定。

* + 1. 技术资料的准备

5.2.1 试验中所需标准（见本文件的规范性引用文件）。

5.2.2 操作和保养手册（见T/ CFPA 030—2023第1部分）。

5.2.3 记录表格（见本文件附录B）。

* + 1. 救援机器人的准备

5.3.1 整机应装备完整，并按规定加足润滑油、冷却水、燃油等油液，备好随车工具。

5.3.2 各液压元件、气动元件、控制参数均按规定的数值调整好，液压油温度应达到50℃±3℃。

5.3.3 检测前应进行充分的跑合。

* + 1. 检测场地

5.4.1 开放测试场地按照T/ CFPA 031—2023的4.3规定。

5.4.2 封闭测试场地根据检测项目不同，选择在特定的室内实验室（例：高低温实验室、高压实验室）进行。

5.4.3 振动试验测试场地按照GB/Z 26139的附录A表A.1。

* 1. 检测内容
     1. 检测内容

a） 驱动行驶测试

b） 作业模式测试

c） 属具拆装速度测试

d） 模块化组装测试

e） 近程通讯遥控测试

f） 远程通讯遥控测试

g） 电气系统测试

h） 液压系统测试

i） 控制系统试验

j） 高温测试

k） 低温测试

l） 高海拔测试

m） 湿热测试

n） 振动测试

o） 防护等级测试（防水防尘测试）

* + 1. 检测规则

6.2.1 救援机器人新试制产品应进行检测。

6.2.2 救援机器人转厂生产的产品应进行检测。

6.2.3 救援机器人产品结构、材料、工艺有较大改变，影响产品性能时，应进行检测。

6.2.4 救援机器人出厂检测按照T/ CFPA 030—2023的6.1规定执行。

* 1. 检测指标

救援机器人应能够承受下表规定条件的各项检测测试，测试后，救援机器人工作应正常,机器工作是指机器按照行驶、工作装置模拟挖掘作业（铲斗空载）的方式进行机器动作或者进行带载负荷挖掘作业。

表2 环境适应性测试条件及检测指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测试项目 | 测试参数 | 测试条件 | 检测指标 | 测试状态 |
| 1 | 驱动行驶测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器行驶工作1h后，行驶驱动部分应能正常工作。 | 工作状态 |
| 机器行驶工作时间 | 1h |
| 2 | 操作模式测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作1h后，各种操作模式应能在正常切换时间内切换。 |
| 机器工作时间 | 1h |
| 3 | 属具拆装速度测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作1h后，在规定的时间内，  各种作业属具可正常拆装。 |
| 机器工作时间 | 1h |
| 4 | 模块化组装测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器冷车状态下，在规定的时间内，完成功能模块化拆卸和组装。 |
| 机器工作时间 | **/** |
| 5 | 近程通讯遥控测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作1h后，在200m距离内进  行遥控作业，控制单元能正常工作,通讯延迟时间不超过200ms。 |
| 机器工作时间 | 1h |
| 6 | 远程通讯遥控测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作1h后，在4000m距离外进行人机交互和远程遥控作业，通信模块单元能正常工作,通讯延迟时间不超过200ms。 |
| 机器工作时间 | 1h |
| 7 | 电气系统测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作2h后，各个电气控制单元工作正常，电气仪表显示正常。 |
| 机器工作时间 | 2h |
| 8 | 液压系统测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器稳定工作2h后，液压油温度应达到50℃±3℃，液压系统工作正常，  液压密封无泄露现象。 |
| 机器工作时间 | 2h |
| 9 | 控制系统测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器工作2h后，各个控制系统工作正常。 |
| 机器工作时间 | 2h |
| 10 | 高温测试 | 环境温度 | 50℃ | 机器在50℃高温环境持续存放24h后，救援机器人能正常启动工作，外观无明显变化。 |
| 机器持续存放时间 | 24h |
| 11 | 低温测试 | 环境温度 | -40℃ | 机器在-40℃低温环境持续存放24h后，救援机器人能正常启动工作，外观无明显变化。 |
| 机器持续存放时间 | 24h |
| 12 | 高海拔测试 | 环境温度 | -15℃～+40℃ | 机器在海拔高度2000m环境下连续工作2h后，救援机器人工作正常，动力无衰减现象，外观无明显变化。 |
| 机器连续工作时间 | 2h |
| 海拔高度 | ≤2000m |
| 13 | 湿热测试 | 环境温度 | 40±2℃ | 机器在40℃±2℃环境温度，95±3%RH湿度条件下，存储24h后，救援机器人能正常启动工作，外观无明显变化。 |
| 湿度 | 95±3%RH |
| 机器持续存放时间 | 12h |
| 14 | 振动测试 | --- | 参照GB/Z 26139进行 | 机器全身振动测试按照GB/Z 26139规定进行，救援机器人工作正常，外观无破损、裂痕、形变等现象。 |
| 15 | 防护等级测试 | 防水、防尘性能 | 参照GB/T 4208—2017进行 | 救援机器人的外壳防护等级符合GB/T 4208—2017中IP65等级的规定。 |

注：表2中序号1～12项为测试状态为工作状态下的测试项目，其中序号2～9项的机器工作时间可以连续累计，序号10～12项的机器连续工作时间为该测试项目下机器单独工作时间。

* 1. 检测方法
     1. 驱动行驶测试

8.1.1 机器状态按5.3的规定。

8.1.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.1.3 驱动行驶性能测试按照T/CFPA 031—2023的5的相关规定，机器连续行驶工作1h。

a）行驶速度按T/CFPA 031—2023的5.7规定；

b）最小转弯直径按T/CFPA 031—2023的5.8规定；

c）最大步距按T/CFPA 031—2023的5.11规定；

d）跨越壕沟按T/CFPA 031—2023的5.12规定；

e）通过垂直障碍按T/CFPA 031—2023的5.13规定；

f）轮驱行驶爬坡按T/CFPA 031—2023的5.15规定；

g）步履爬坡按T/CFPA 031—2023的5.16规定。

8.1.4 测试结束后，查看救援机器人状态，外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位有无异常，机器能否正常工作。

8.1.5 将测试的数据记入表B.1。

* + 1. 操作模式测试

8.2.1 机器状态按5.3的规定。

8.2.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.2.3 救援机器人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。

8.2.4 救援机器人工作1h后，进行操作模式测试，测试按T/CFPA 031—2023的5.24规定。

8.2.5 测试结束后，对救援机器人检测，查看外观是否正常，各种操作模式应能在正常切换时间内切换，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.2.6 将测试的数据记入表B.2。

* + 1. 属具拆装速度测试

8.3.1 机器状态按5.3的规定。

8.3.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.3.3 设定救援机器人属具种类不少于7种，应具有挖掘、破碎、抓取、剪切、撑顶、钻孔、切割等功能，应具有属具快换装置，属具机电液切换时间不大于15s。

8.3.4 救援机器人工作1h后，进行属具拆装速度测试，测试按T/CFPA 031—2023的5.27规定。

8.3.5 测试结束后，对救援机器人属具拆装部分进行检查，查看外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.3.6 将测试的数据记入表B.3。

* + 1. 模块化组装测试

8.4.1 机器状态按5.3的规定。

8.4.2 测试场地按T/ CFPA 031—2023的4.3.1规定。

8.4.3 设定救援机器人具备模块化拆解及组装功能，拆卸或组装时间不大于90min，单品模块化组件结构重量不大于500kg。

8.4.4 机器在冷车状态下进行模块化组装测试，模块化部件重量测试按T/CFPA 031—2023的5.28规定，快装/快卸时间测定按T/CFPA 031—2023的5.29规定。

8.4.5 组装后，对救援机器人进行检查，查看外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.4.6 将测试的数据记入表B.4。

* + 1. 近程通讯遥控测试

8.5.1 机器状态按5.3的规定。

8.5.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.5.3 设定救援机器人具有200m范围内近程遥控功能。

8.5.4 救援机器人工作1h后，进行近程通讯遥控测试，以救援机器人回转中心为中心点，在距离50m、100m、200m处，分别操作近程遥控装置控制救援机器人，救援机器人各机构动作正常、可靠，图像质量应清晰准确，控制单元能正常工作，延迟时间不超过200ms。

8.5.5 将测试的数据记入表B.5。

* + 1. 远程通讯遥控测试

8.6.1 机器状态按5.3的规定。

8.6.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.6.3 设定救援机器人具有不小于4000m范围内远程遥控功能。

8.6.4 救援机器人工作1h后，进行远程通讯遥控测试，测试按T/CFPA 031—2023的5.25规定。

8.6.5远程程遥控装置控制救援机器人，救援机器人各机构动作正常、可靠，图像质量应清晰准确，后方控制台控制救援机器人的延迟时间不超过200ms，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。

8.6.6 将测试的数据记入表B.6。

* + 1. 电气系统测试

8.7.1 机器状态按5.3的规定。

8.7.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.7.3 救援机器人工作2h后，进行电气系统测试，测试按GB5226.1的相关规定执行。

a) 一般检查及线路测试，所有电控设备和相关设备（包括电机、变流装置、互感器、变压器等）的数量、型号、规格及技术参数、安装等应符合制造商提供的技术规范；

b) 绝缘测试，主要测试设备在运输、储存、安装过程中有无对电气设备的绝缘受到损伤或受潮湿气体的侵蚀；

c) 控制单元测试，根据电控设备系统图和原理图，测试各控制单元的电源电压与极性，并参照各单元的试验规范进行测试；

d) 操作控制电路测试，在主电路电源断开的情况下，接通操作电路电源进行空载操作，测试操作电路各环节和元器件动作的正确性。

8.7.4 测试结束后，应保证各电器元件接线正确、动作灵活，不得有卡住、粘住或滞缓现象，噪声及线圈温度应正常，各触头接通时均应接触导通良好，特别是保护、联锁环节动作应能迅速可靠地切断系统。

8.7.5 对救援机器人检查，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.7.6 将测试的数据记入表B.7。

* + 1. 液压系统测试

8.8.1 机器状态按5.3的规定。

8.8.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.8.3 救援机器人工作2h后，进行液压系统测试，液压油温升测试按GB/T 7586—2018的25.7规定执行，工作装置密封性测试按GB/T 7586—2018的25.8规定执行。

8.8.4 液压油最高温度和最大温升应处于机器正常工作允许范围，因系统内泄漏引起的动臂油缸活塞杆位移量不应大于25mm/10min。

8.8.5测试结束后，对救援机器人检查，查看液压系统应无泄漏现象，救援机器人外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.8.6将测试的数据记入表B.8。

* + 1. 控制系统测试

8.9.1 机器状态按5.3的规定。

8.9.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.9.3 模拟作业工况，使工作装置的各个油缸和回转机构反复运行，电控单元、发动机以及液压元件的运行应正常，各控制阀的工作可靠，回转齿圈和回转驱动齿轮间齿合应正常。

8.9.4 分别支起救援机器人的四条支腿，使悬空的机构运行，各油缸、行走马达、行走减速机构和制动装置以及四轮的运行应正常，各控制阀的工作应正常可靠。

8.9.5 测试持续运行2h，对救援机器人检查，查看外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.9.6 将测试的数据记入表B.10。

* + 1. 高温测试

8.10.1 机器状态按5.3的规定。

8.10.2 测试场地按5.4.2的规定，将救援机器人驶入温控试验室内。

8.10.3 机器在温控试验舱进行50℃条件下保温24h后的启动试验及动作检查。

8.10.4 保温24h后，启动机器，可成功启动，启动次数不少于3次，进行各系统检查，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作；仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.10.5 高温运行结束后，恢复至常温25℃后进行检查，机器启动正常，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作，仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.10.6 将测试的数据记入表B.10。

* + 1. 低温测试

8.11.1 机器状态按5.3的规定。

8.11.2 测试场地按5.4.2的规定，将救援机器人驶入温控试验室内。

8.11.3 机器在温控试验舱进行-40℃条件下保温24h后的启动试验及动作检查。

8.11.4 保温24h后，启动机器，可成功启动，启动次数不少于3次，进行各系统检查，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作，仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.11.5 低温运行结束后，恢复至常温25℃后进行检查，机器启动正常，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作，仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.11.6 将测试的数据记入表B.11。

* + 1. 高海拔测试

8.12.1 机器状态按5.3的规定。

8.12.2 测试场地按5.4.1的规定，将救援机器人驶入海拔高度2000m地区或测试场地按5.4.2的规定，将救援机器人驶入高压温控试验室。

8.12.3 机器在海拔高度2000m环境下连续工作2h，救援机器人工作正常，发动机动力无衰减现象。

8.12.4 对救援机器人检查，查看外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作。

8.12.5 将测试的数据记入表B.12。

注：如海拔高度超过2000m，由供需双方协议规定，机器需改进特殊设计，另行测试。

* + 1. 湿热测试

8.13.1 机器状态按5.3的规定。

8.13.2 测试场地按5.4.2的规定，将救援机器人驶入温湿度试验室内。

8.13.3 机器在温湿度试验室进行温度40℃±2℃、湿度93%±3%RH条件下保温保湿12h后的启动试验及动作检查。

8.13.4 保温保湿12h后，启动机器，可成功启动，启动次数不少于3次，进行各系统检查，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作，仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.13.5 保温保湿运行结束后，恢复至常温25℃后进行检查，机器启动正常，行走前进后退正常动作、工作装置正常动作、各支腿正常动作、回转正常动作，仪表、工作灯、喇叭工作正常，外观质量良好，无渗漏。

8.13.6 将测试的数据记入表B.13。

* + 1. 振动测试

8.14.1 机器状态按5.3的规定。

8.14.2 测试场地按5.4.3的规定。

8.14.3 救援机器人的车身振动按GB/Z 26139规定进行，参照轮胎式挖掘机要求执行。

8.14.4 试验结束后，对救援机器人检查，机器是否工作正常，查看外观是否正常，启动设备，检查仪表、控制部件及各部位能否正常工作，外观应无破损、裂痕、形变等现象。

8.14.5 将测试的数据记入表B.14。

* + 1. 防护等级测试

8.15.1 机器状态按5.3的规定。

8.15.2 测试场地按5.4.1的规定。

8.15.3 救援机器人外壳防护等级测试按GB/T 4208中规定。

8.15.4 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（例：暴雨和洪水、高灰尘），其防护等级应达到IP66。

8.15.5 将测试的数据记入表B.15。

* 1. 数据处理
     1. 数据处理

对测定及试验记录的数据进行分析、处理。

* + 1. 试验报告

做出试验判定结论，形成试验报告。

2. （资料性）  
   步履式救援机器人主要技术参数

步履式救援机器人主要技术参数表A.1

表A.1 步履式救援机器人主要技术参数表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | | 单 位 | 数 值 | 备 注 |
| 1 | 发动机 | 型号 | — |  |  |
| 2 | 额定功率 | kW |  |  |
| 3 | 额定转速 | r/min |  |  |
| 4 | 整机性能参数 | 工作质量 | kg |  |  |
| 5 | 铲斗容量 | m:< |  |  |
| 6 | 最大步距 | mm |  |  |
| 7 | 跨越壕沟宽度 | mm |  |  |
| 8 | 通过垂直障碍高度 | mm |  |  |
| 9 | 涉水深度 | mm |  |  |
| 10 | 最大行驶爬坡能力 | (°) |  |  |
| 11 | 最大步履爬坡能力 | (°) |  |  |
| 12 | 最大牵引力 | kN |  |  |
| 13 | 最髙行驶速度 | km/h |  |  |
| 14 | 尺寸参数  （行驶状态） | 轴距 | mm |  |  |
| 15 | 离地间隙 | mm |  |  |
| 16 | 最小转弯直径 | mm |  |  |
| 17 | 行驶状态时的总长 | mm |  |  |
| 18 | 最大宽度 | mm |  |  |
| 19 | 行驶状态时的总高 | mm |  |  |
| 20 | 作业参数 | 作业坡度 | (°) |  |  |
| 21 | 回转速度 | r/min |  |  |
| 22 | 最大挖掘半径 | mm |  |  |
| 23 | 最大挖掘高度 | mm |  |  |
| 24 | 最大卸载高度 | mm |  |  |
| 25 | 最大挖掘深度 | mm |  |  |
| 26 | 最小回转半径 | mm |  |  |
| 27 | 最大挖掘半径时的高度 | mm |  |  |
| 28 | 最大卸载高度时的半径 | mm |  |  |
| 29 | 最大铲斗挖掘力 | kN |  |  |
| 30 | 最大斗杆挖掘力 | kN |  |  |
| 31 | 功能参数 | 现场模块化快装快卸时间 | min |  |  |
| 32 | 属具快速换装时间 | s |  |  |
| 33 | 操作模式切换时间 | s |  |  |
| 34 | 远程遥控距离 | km |  |  |
| 35 | 持续作业时间 | h |  |  |
| 36 | 可携带属具种类 | / |  |  |
| 37 | 外接动力源压力 | MPa |  |  |

1. （资料性）  
   步履式救援机器人测试记录表

步履式救援机器人测试记录表B.1～表B15。

表B.1驱动行驶测试记录表

机器型号：  机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 测试项目 | 测试值 | 机器状态情况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

表B.2操作模式测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

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。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 操作模式1 | 操作模式2 | 切换时间（s） | 机器状态情况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

表B.3属具拆装速度测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 属具种类（数量、属具名称）： | | | | | | |
| 序号 | 环境温度（℃） | 属具1 | 属具2 | 更换时间（s） | 机器状态情况 | 备注 |
| 1 |  | 铲斗 | 破碎锤 |  |  |  |
| 2 |  | 破碎锤 | 液压剪 |  |  |  |
| 3 |  | ... | ... |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |

表B.4模块化组装测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度  （℃） | 机器模块拆装时间（min） | 机器模块组装时间（min） | 机器状态情况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

表B.5近程通讯遥控测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 遥控距离（m） | 操作模式 | 通讯状况 | 机器状态情况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

表B.6远程通讯遥控测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 遥控距离（m） | 通讯方式 | 通讯状况 | 人机交互状况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

表B.7电气系统测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 一般性检查 | 绝缘性检查 | 控制单元检查 | 操作单元检查 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

表B.8液压系统测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 发动机转速（r/min） | 液压油温（℃） | 液压密封性 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

表B.9控制系统测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 仪器仪表检查 | 电控单元检查 | 工作装置检查 | 回转装置检查 | 行走装置检查 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |

表B.10高温测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 最高测试温度（℃） | 高温测试时间（h） | 启动测试 | 各系统检查 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

表B.11低温测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 最低测试温度（℃） | 低温测试时间（h） | 启动测试 | 各系统检查 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

表B.12高海拔测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 海拔高度（m） | 测试时间（h） | 机器状况 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

表B.13湿热测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测试温度（℃） | 测试湿度（RH） | 测试时间（h） | 启动测试 | 各系统检查 | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

表B.14振动测试记录表

机器型号： 机器编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 环境温度（℃） | 测试位置（标定） | 测试时间（min） | 机器状态 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

表B.15防护等级测试记录表

测试型号： 设备编号： 测试时间：

测试地点： 测试人员： 记录人员：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测试温度（℃） | 防水测试 | 防尘测试 | 测试时间（min） | 测试设备状态 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

参考文献

