



中国灾害防御协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

轻型高机动履带式灾害救援机器人

small crawler-type rescue robots for earthquake

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国灾害防御协会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 分类和型号编码 2

 4.1.1 分类 2

 4.1.2 型号编码 2

 4.2 外观和结构 3

 4.3 工作性能要求 4

 4.4 重量 4

 4.5 移动性能 4

 4.6 机械臂性能 4

 4.7 通信性能 5

 4.8 信息采集性能 5

 4.9 安全保护性能 5

 4.10 自保护性能 5

5 试验方法 5

 5.1 外观和结构试验 5

 5.2 工作性能试验 5

 5.2.1 工作环境温度试验 5

 5.2.2 工作环境湿度试验 5

 5.2.3 工作环境氧气浓度试验 5

 5.2.4 连续工作时间试验 5

 5.3 重量试验 5

 5.4 移动性能试验 5

 5.4.1 直行速度试验 6

 5.4.2 爬坡角度试验 6

 5.4.3 续航距离试验 6

 5.4.4 越沟宽度试验 6

 5.4.5 越障高度试验 7

 5.5 机械臂性能试验 7

 5.5.1 试验条件 7

 5.5.2 机械臂数量检查 7

 5.5.3 机械臂负重试验 7

 5.5.4 作业属具试验 7

 5.5.5 运动速度试验 7

 5.5.6 控制精度试验 7

5.5.7	作业半径试验	7
5.5.8	定位精度试验	7
5.5.9	吊装臂最大载荷试验	7
5.5.10	高空作业臂最大载荷试验	7
5.5.11	高空作业臂负载升高试验	8
5.5.12	其他性能试验	8
5.6	通信性能试验	8
5.6.1	试验条件	8
5.6.2	机器人数据和图像传输性能试验	8
5.6.3	无线通信试验	8
5.6.4	导航定位精度与频率试验	8
5.7	信息采集性能试验	9
5.8	安全保护性能试验	9
5.9	自我保护性能试验	9
6	检验规则	9
6.1	检验分类	9
6.2	检验项目	9
6.3	出厂检验	10
6.4	型式检验	10
6.5	判定规则	10
7	标志、包装、运输和贮存	10
7.1	标志	10
7.2	包装	10
7.3	运输	10
7.4	贮存	10
附录 A (资料性)	机器人各部件布局示例	11
附录 B (资料性)	机械臂结构及控制系统	12
B.1	机械臂结构	12
B.2	机械臂控制系统	12
附录 C (资料性)	技术要求及试验方法对照表	14

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。

本文件由中国灾害防御协会提出并归口。

本文件起草单位：新兴际华集团有限公司、北京市科学技术研究院、中国消防救援学院、新兴际华科技发展有限公司、天津移山工程机械有限公司、北京北方车辆集团有限公司、北京理工大学、哈工大机器人(合肥)国际创新研究院、北京邮电大学、大唐移动通信设备有限公司、武汉梦芯科技有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、河海大学、中安特卫安全服务有限公司、应急管理部国家自然灾害防治研究院。

本文件主要起草人：徐建华、张新、王立、訾栓紧、陈彤、李宏伟、赵志远、王军政、侯步逸、门爱东、赵江波、管永贺、韩振峰、仲军、赵方、刘嘉、余江、陈潇、徐兰军、袁立会、李兰芸。

轻型高机动履带式灾害救援机器人

1 范围

本文件规定了轻型高机动履带式灾害救援机器人的术语和定义、分类和型号编制、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等。

本文件适用于小于或等于5000kg的履带式（应急救援/抢险救援）救援机器人系统。

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 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
 GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母
 GB/T 3098.3 紧固件机械性能 紧定螺钉
 GB/T 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
 GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
 GB 5135.11 自动喷水灭火系统 第11部分：沟槽式管接头
 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 7251.8—2005 低压成套开关设备和控制设备智能型成套设备通用技术要求
 GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
 GB/T 9112 钢制管法兰 类型与参数
 GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
 GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
 GB/T 17241.6 整体铸铁法兰
 GB/T 20868—2007 工业机器人 性能试验实施规范
 GB/T 36239—2018 特种机器人 术语
 GB/T 36321 特种机器人 分类、符合、标志
 GB/T 36896.1 轻型有缆遥控水下机器人 第1部分：总则
 GB/T 37703—2019 地面废墟搜救机器人通用技术条件
 GB/T 38124 服务机器人性能测试方法
 GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
 XF 892.1 消防机器人. 第1部分：通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轻型高机动履带式灾害救援机器人 small crawler-type rescue robots for earthquake
 用于地震现场救援的小型化机器人，机器人重量小于或等于5000Kg，行动方式为履带式。

3.2

控制系统 control system

一套具有逻辑控制和动力功能的系统，能控制和监测机器人机械结构并与环境（设备和使用者）进行通信。

[GB/T 12643—2013，定义2.7]

3.3

遥控控制 teleoperation control

由操作员从本地连续控制远地机器人或机器人装置的作用力与运动，有目的的执行预期任务。

[GB/T 33703—2019，定义3.10]

3.4

半自主控制 semi-autonomous control

基于当前状态和感知信息，由人类、机器人共同合作控制，有目的地执行预期任务。

[GB/T 33703—2019，定义3.11]

3.5

自主控制 autonomous control

基于当前状态和感知信息，无人干预条件下，有目的地执行预期任务。

[GB/T 33703—2019，定义3.12]

3.6

通信装置 communication device

实现机器人本体与操控单元间信息传递的装置。

[GB/T 33703—2019，定义3.7]

3.7

应急救援 emergency response

自然灾害与安全生产事故发生后，为最大限度降低生命财产损失或危害程度而采取的措施和行动。

注：应对活动重点针对应急处置与救援阶段，而非预防与应急准备、监测与预警、事后恢复与重建等阶段。

4 技术要求

4.1 分类和型号编码

4.1.1 分类

4.1.1.1 按控制距离可分为：

- a) 超视距遥控控制；
- b) 视距内遥控控制。

4.1.1.2 按机器人功能可分为：

- a) 道路清障机器人；
- b) 物资搬运机器人；
- c) 现场辅助机器人。

4.1.2 型号编码

轻型高机动履带式灾害救援机器人型号编码由企业代号、名称代号、行业代号、行走方式代号、控制方式代号、功能代号、工作方式代号组成，编码规则符合GB/T 36321的规定。型号编码结构见图1。

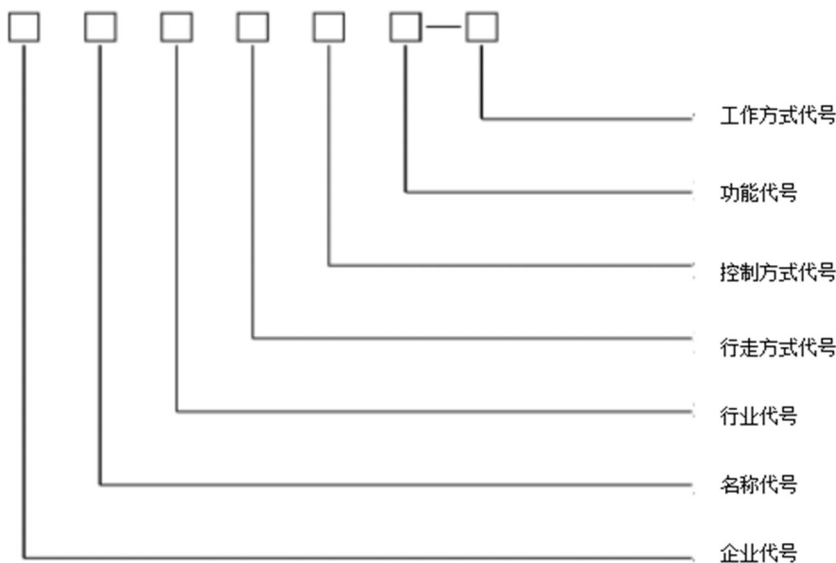


图1 型号编码结构

其中，名称代号、行业代号、行走方式代号分别为“TZ”“AJ”“LD”。控制方式代号、功能代号、工作方式代号分别由机器人所属分类汉语拼音的首字母进行表示，分别见表1、表2、表3。

表1 控制方式分类代号

类型	汉语拼音	分类代号
遥控控制	Yao Kong	YK
半自主控制	Ban Zi Zhu	BZ
自主控制	Zi Zhu	ZZ

表2 功能分类代号

类型	汉语拼音	分类代号
抓取	Zhua Qu	ZQ
剪切	Jian Qie	JQ
破碎	Po Sui	PS
移除	Yi Chu	YC

表3 工作方式分类代号

类型	汉语拼音	分类代号
独立工作	Du Li	DL
联合工作	Lian He	LH

示例：示例：由新兴际华集团有限公司生产的轻型履带式，遥控控制，移除型，独立工作的轻型高机动履带式灾害救援机器人，其型号编码为：XXJHTZAJLDYKYC-DL。

4.2 外观和结构

机器人外观和结构应符合：

- a) 表面应光洁、无裂纹、无明显的凹陷和变形，不应存在有损结构强度和外观质量的缺陷；
- b) 金属零件不应有锈蚀，所有连接件、紧固件均应有防松脱落措施；
- c) 材料应根据产品的设计要求进行选择，原材料质量由供需双方共同协商决定，并须有合格证或质量保证书；
- d) 机器人至少应由底盘、机械臂、通信装置等组成；

- e) 机器人各部件应固定牢固、连接可靠，部件安装位置应正确，整体布局应合理，机器人各部件布局示例见附录 A，且便于操作、检查和维修。各部件间连接螺纹、法兰、沟槽等连接方式应符合 GB/T 3098.1~GB/T 3098.3、GB/T 9112、GB/T 17241.6 或 GB 5135.11 的规定。
- f) 按钮、指示灯颜色应符合 GB/T 4025 的规定。

4.3 工作性能要求

- 4.3.1 工作环境温度：-10℃~40℃。
- 4.3.2 工作环境湿度：工作温度为 25℃时，湿度不大于 95%。
- 4.3.3 工作环境氧气浓度：21%~40%。
- 4.3.4 无外接动力源的情况下，机器人连续工作时间应≥1h。
- 4.3.5 机器人应采取柴电混合的方式进行作业，选用内燃机作为动力源的应符合 XF 892.1 中 7.3.1 的规定，选用电动机作为动力源的应符合 XF 892.1 中 7.3.2 的规定。

4.4 重量

机器人总重量应小于或等于5000kg，各部件重量要求应符合表4的规定。

表4 机器人各部件重量要求

各部件名称	重量要求
底盘	≤3000kg
上装	≤1800kg
总重量	≤5000kg

4.5 移动性能

机器人的移动性能应满足小型地震救援机器人在地震灾害现场实现直行、转弯、爬坡、越障等要求。机器人移动性能应符合表5的规定。

表5 机器人移动性能要求

移动性能参数	轻型高机动履带式灾害救援机器人
直行速度	35km/h
爬坡能力	不小于40%
最长续航	1000km
运转方式	陆路、航空、舟船机动，且可水、陆自行
跨越沟渠宽度	不小于1m
跨越障碍高度	不小于离地间隙的0.5倍

4.6 机械臂性能

机械臂数量应包括二自由度不少于1套，具体机械臂数量根据供需双方需求进行配置。机械臂性能应符合表6的规定，机械臂的结构和控制系统示例见附录B。

表6 机械臂性能要求

机械臂作业性能参数	小型履带式地震救援机器人
机械臂最大载荷	不小于300kg
机械臂作业属具	不小于2套，如有自动换装功能，换装时间不大于20s
机械臂运动速度	多臂协调下不小于0.5m/s
机械臂控制精度	遥操作时±40mm
机械臂作业半径	不小于4m
机械臂定位精度	±60mm
吊装臂最大载荷（可选）	不小于1000kg
高空作业臂负载（可选）	不小于100kg
高空作业臂升高（可选）	不小于8m

4.7 通信性能

4.7.1 机器人应具有数据、语音和图像的传输能力，且应至少支持 CIF 和 QCIF 图像传输格式的视频传送。

4.7.2 机器人遥控通信距离应为 2.5km~3km，通信时延应不高于 0.2s。

4.7.3 机器人连续导航定位误差应 $\leq 0.2\text{m}$ ，定位重复频率不低于 3Hz。

4.7.4 机器人控制装置应符合 GB/T 37414.1 的规定。

4.8 信息采集性能

信息采集性能应符合 XF 892.1 中 6.2.4 的规定。

4.9 安全保护性能

4.9.1 机器人本体和操控单元控制器的安装、接线应符合 GB 50171 的规定。

4.9.2 机器人本体和操控单元控制器的技术特性应符合 GB/T 7251.8—2005 中的规定。

4.9.3 液压系统应符合 GB/T 3766—2015 中 4.3~4.5、5.3.2、10.2 及 10.7 的规定。

4.9.4 气动系统应符合 GB/T 7932—2017 中 4.3~4.5、5.3.2、10.2 及 10.7 的规定。

4.9.5 电源电路与壳体之间应绝缘，绝缘电阻不应低于 $2\text{M}\Omega$ 。

4.10 自保护性能

自保护性能应符合 XF 892.1 中 6.2.3 的规定。

5 试验方法

5.1 外观和结构试验

在常规环境条件（ $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ）下，在机器人处于初始状态下进行目测观察检验。

a) 目测机器人表面应光洁、无裂纹、无明显的凹陷和变形，不应存在有损结构强度和外观质量的缺陷；

b) 目测金属零件无锈蚀，所有连接件、紧固件均未防松脱落；

c) 检验机器人是否由底盘、机械臂、通信装置等组成；

d) 检验机器人各部件是否固定牢固、连接可靠，部件安装位置是否正确，整体布局是否合理。

5.2 工作性能试验

5.2.1 工作环境温度试验

将机器人分别置于 -10°C 和 40°C 环境下，遥控测试机器人行走及机械臂作业情况是否正常。

5.2.2 工作环境湿度试验

将机器人置于 95% 湿度环境下，遥控测试机器人行走及机械臂作业情况是否正常。

5.2.3 工作环境氧气浓度试验

将机器人置于 21%~40% 氧气浓度环境下，遥控测试机器人行走及机械臂作业情况是否正常。

5.2.4 连续工作时间试验

无外接动力源的情况下，记录机器人连续工作时间，重复试验 3 次，取平均值，试验结果符合 5.2.4 的规定。

5.3 重量试验

在净空 $\geq 8\text{m}$ 的平台（满足吊装作业臂性能检测需求），将机器人水平放置在可测量重量超过其标称重量 50% 的台秤上，测量其重量 3 次，取平均值为机器人总重量，分别测量机器人底盘、上装、机械臂、吊装臂的重量各 3 次，取平均值分别为底盘、上装、机械臂、吊装臂的重量，应符合表 4 的要求。

5.4 移动性能试验

5.4.1 直行速度试验

在平整的水泥地面上按XF 892.1-2010中8.6.3.1的规定对直行速度进行试验，判断试验结果是否符合4.5的规定。

5.4.2 爬坡角度试验

按XF 892.1-2010中8.6.3.4的规定对爬坡角度进行试验，判断试验结果是否符合4.5的规定。

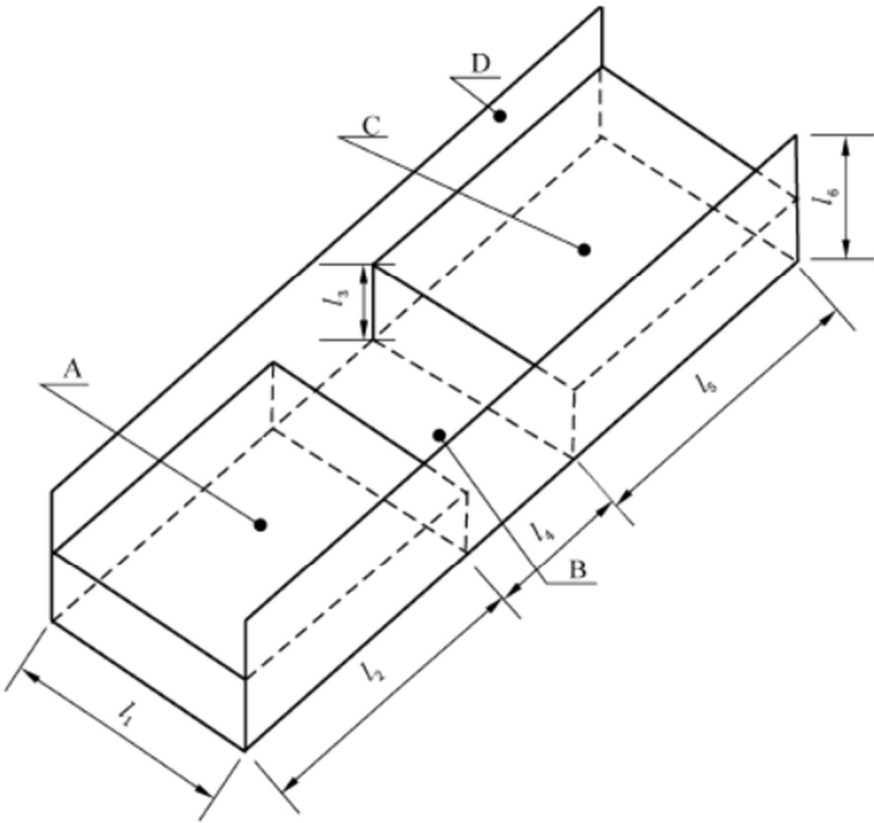
5.4.3 续航距离试验

构建5m障碍地形，以及5m的沟渠障碍地形，满足续航距离试验需求。按照GB/T 20868-2007规定编制机器人的运动路径程序。在无外接动力源的情况下，要求操作机器人保持移动底盘覆盖路径线，连续运行直至自动停止，记录路径长度。测试过程不准许人工干预，重复完成试验3次，取距离最大值作为续航距离。试验结果应符合表5的要求。

5.4.4 越沟宽度试验

按GB/T 37703—2019的规定执行。

构建如图2所示的测试环境，由启动区域A、着陆区域C、水平沟B以及围墙D组成，表面材质为水泥板。测试过程中，机器人由启动区域中心，穿越水平沟到达着陆区域中心。如果机器人从启动区到达着陆区，记录一次成功试验。如果机器人从启动区没有到达着陆区，记录一次失败试验。要求测试过程不准许人工干预，重复完成试验10次，允许失败1次。试验结果应符合表5的要求。



l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
4	6	0.8	1	6	1

说明：
A——启动区域；
B——水平沟；

C——着陆区域；
D——围墙。

图2 水平沟测试环境示意图

5.4.5 越障高度试验

在平整的水泥地面上按XF 892.1-2010中8.6.3.5的规定对直行速度进行试验，判断试验结果是否符合4.5的规定。

5.5 机械臂性能试验

5.5.1 试验条件

构建高度为0.5m的作业检测平台，以及直径为4m的抓取作业平台，满足机械臂作业检测试验需求。

5.5.2 机械臂数量检查

视检机械臂数量，六自由度不少于1套、三自由度不少于1套。

5.5.3 机械臂负重试验

按下启动按钮，机械臂下降，运动到负载附近，作业工具张开，然后夹紧物品（重量 $\geq 300\text{kg}$ ），机械臂上升，带动物品脱离地面，机械臂下降，下降到位后，作业工具松开，放开物品，机械臂上升到位并缩回，到达原点，完成一次物品搬运，如机械臂完好，则完成负重测试。

5.5.4 作业属具试验

机械臂作业属具 ≥ 2 套，作业属具放置于某已知位置处，且位置坐标已经输入至机械臂，将末端没有安装属具的机械臂引导至作业属具附近，启动自动换装程序，用秒表记录时间，直至换装完成。试验结果应符合表6的要求。

5.5.5 运动速度试验

要求操作机器臂连续运行，设置机械臂各个关节的运动路径，让机械臂完整运行一次运动路径，采用秒表计时，路径长度除以时间即为运动速度。测试过程不准许人工干预，重复完成试验3次，取速度的最大值作为运动速度。试验结果应符合表6的要求。

5.5.6 控制精度试验

对机械臂的结构参数进行标定，与机械臂样机进行比对，测试机械臂末端位置误差，计算判断机械臂的控制精度。试验结果应符合表6的要求。

5.5.7 作业半径试验

操作机械臂顺时针、逆时针方向旋转，测量旋转中心到手臂指尖的距离。要求顺时针旋转重复完成试验5次，逆时针旋转重复完成试验5次，取测量值的最小值为机械臂作业半径。

5.5.8 定位精度试验

利用扩展卡尔曼滤波算法估计机械臂各关节的初始角位置，从而间接地测试出机械手在工作空间内的定位精度，试验结果应符合表6的要求。

注：卡尔曼滤波的一个典型实例是从一组有限的、包含噪声的，对物体位置的观察序列（可能有偏差）预测出物体位置的坐标及速度。

5.5.9 吊装臂最大载荷试验

在吊装臂固定1000kg重块，抬升吊装臂至最大高度，随后返回原点，完成一次吊装作业，重复10次，如吊装臂完好，则完成最大载荷测试。

5.5.10 高空作业臂最大载荷试验

在高空作业臂固定100kg重块，抬升作业臂至最大举升高度，随后返回原点，完成一次举升作业搬运，重复10次，如高空作业臂完好，则完成最大载荷测试。

5.5.11 高空作业臂负载升高试验

在高空作业臂固定与最低负载能力相当的重块，机器人应处于基本水平的状态，控制机器人高空作业臂开展升降运动，测量机器人高空作业臂升高高度，重复测量10次。

5.5.12 其他性能试验

视检机械臂是否有可自动收缩和储存功能。

5.6 通信性能试验

5.6.1 试验条件

构建1处有通信障碍和1处无通信障碍的检测平台，满足通讯能力检测试验需求。

5.6.2 机器人数据和图像传输性能试验

视检机器人传输数据、图像功能。

5.6.3 无线通信试验

5.6.3.1 遥控探测距离试验

采用无线通信方式，测试机器人遥控探测距离，试验结果应符合4.7.2的要求。

5.6.3.2 通信时延试验

延迟时间采用往返延迟测量方法，操控单元发送指令后开始计时，机器人接收到指令后，并立即发送应答数据；操控单元接收到应答数据后，再次发送指令，重复试验1000次后停止计时，取计时间间隔的千分之一为延迟时间。试验结果应符合4.7.2的规定。

5.6.4 导航定位精度与频率试验

5.6.4.1 试验方法：

- a) 在规定的测试区域内设置位置A和位置B，两个位置之间距离至少5倍机器人长度，确定B点为地面测量点，即停车点，如图3所示；

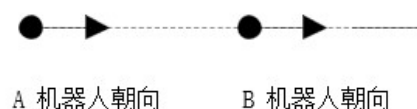


图3 导航精度测试环境示意图

- b) 以0.1Hz左右的频率控制机器人按预设路径自行行驶到地面测量点（B点），测量车体上某一固定点与地面测量点（B点）的距离L；
- c) 重复测量30次。

5.6.4.2 计算方法：

- a) 计算机器人固定点与地面测量点（B点）的平均距离，见公式(1)；

$$L_a = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L_a ——平均距离，单位为m；

L_1 ——第 1 次检测距离，单位为 m；
 L_2 ——第 2 次检测距离，单位为 m；
 L_n ——第 n 次检测距离，单位为 m；
 n ——检测次数。

b) 计算机器人停位偏差值，见公式(2)；

$$\Delta L_n = L_n - L_a \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ΔL_n ——第 n 次停位偏差值，单位为 m。

c) 计算定位精度，见公式(3)。

$$E = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta L_i^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E ——定位精度，单位为 m。

5.7 信息采集性能试验

按XF 892.1中8.6.6的规定进行试验，判断试验结果是否符合4.8的规定。

5.8 安全保护性能试验

- 5.8.1 机器人本体和操控单元控制器的安装、接线检测方法按照 GB 50171 的规定执行。
- 5.8.2 机器人本体和操控单元控制器的技术特性按照 GB/T 7251.8—2005 中第 7 章的规定执行。
- 5.8.3 液压系统检测应按照 GB/T 3766-2015 中 4.3~4.5、5.3.2、10.2 及 10.7 的规定执行。
- 5.8.4 气动系统检测应按照 GB/T 7932-2017 中 4.3~4.5、5.3.2、10.2 及 10.7 的规定执行。
- 5.8.5 绝缘电阻应按照 GB 5226.1—2019 的规定进行测试。

5.9 自我保护性能试验

按XF 892.1中8.6.5的规定对自我保护性能进行试验，判断试验结果是否符合4.10的规定。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 检验项目

检验项目见表7，技术要求和测试方法对照表见附录C。

表7 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	检验方法章条号
1	外观和结构	●	—	4.2	5.1
2	工作性能要求	●	●	4.3	5.2
3	重量	●	●	4.4	5.3
4	移动性能	●	—	4.5	5.4
5	机械臂性能	●	●	4.6	5.5
6	通信性能	●	●	4.7	5.6
7	信息采集性能	●	○	4.8	5.7
8	安全保护性能	●	●	4.9	5.8
9	自我保护性能	●	○	4.10	5.9
注：●必检项目；○订购方和承制方协商检验项目；—不检项目。					

6.3 出厂检验

6.3.1 每台机器人都应进行出厂检验，由制造单位的质检部门负责执行。

6.3.2 出厂检验项目全部检验合格后，方可出具产品合格证。

6.4 型式检验

6.4.1 进行型式检验的机器人，应是出厂检验合格的产品，受检台数由相关标准规定。

6.4.2 型式检验由制造单位的质检部门负责执行，或由上级主管部门指定第三方机构执行。

6.5 判定规则

出厂检验和型式检验结果全部符合技术要求时，则判定该（批）产品为合格。

出厂检验中，若出现某项不符合要求或发生故障时，应查明原因，进行返修，修复后，对该项重新检验。在重新检验中，该项再次出现不符合要求或发生故障时，则判定该产品不合格。

型式检验中，若出现某项不符合要求或发生故障时，应查明原因，进行返修，修复后，对各项重新检验。在重新检验中，该项再次出现不符合要求或发生故障时，应全面分析，并对该批次产品全部采取措施，并重新交付型式检验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

机器人系统及部件应在明显位置设置永久性标志牌，标志牌应包括：产品名称、型号编码、额定电压和功率、生产编号和日期、制造单位名称和地址、执行标准等。

7.2 包装

7.2.1 包装标志应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.2 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定，耐震、耐摔、防尘、防雨，包装箱内应用衬垫定位，保证机器人不串动、碰撞等。

7.2.3 包装箱内应装入产品合格证、使用说明书、装箱清单以及专用工具，使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的规定。

7.3 运输

7.3.1 包装好的机器人，在运输过程中应避免雨雪直接淋袭、严禁接触腐蚀性气体与机械损伤。

7.3.2 运输、装卸时应小心轻放，严禁抛掷和强烈撞击。

7.3.3 机器人系统及部件涉及压力容器时，应符合压力容器运输要求。

7.4 贮存

机器人系统及部件应贮存在防雨、防潮、防晒及通风良好的场所。不得贮存于有腐蚀介质的场所。室内环境温度宜为0℃～40℃，相对湿度宜小于80%。

附 录 A
(资料性)
机器人各部件布局示例

机器人各部件布局示例如图A. 1所示。

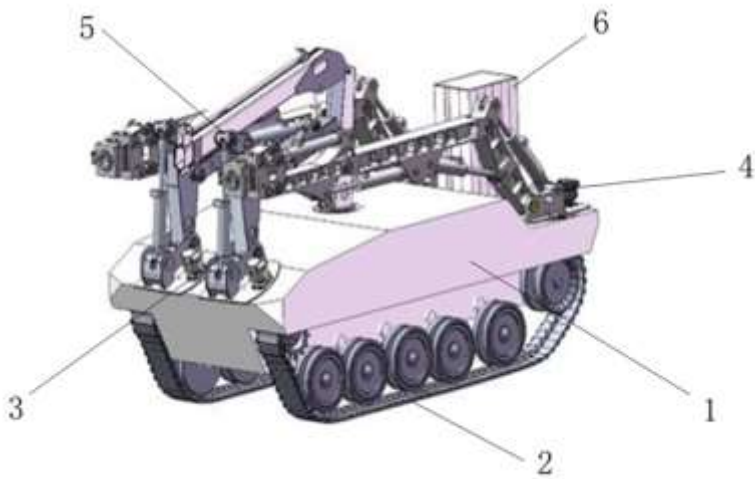


图4

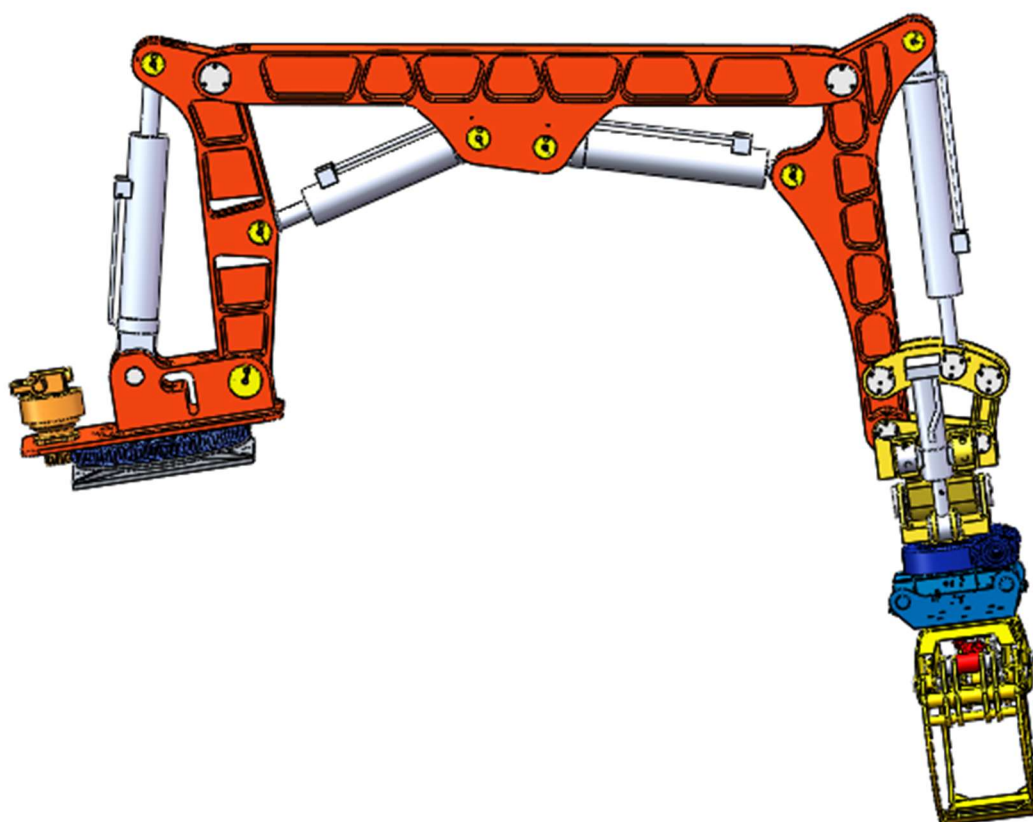
- 标引序号说明：
- 1——车体底盘；
 - 2——履带；
 - 3——三自由度机械臂；
 - 4——六自由度机械臂；
 - 5——吊装臂；
 - 6——举高臂。

图A. 1 机器人各部件布局示例

附 录 B
(资料性)
机械臂结构及控制系统

B.1 机械臂结构

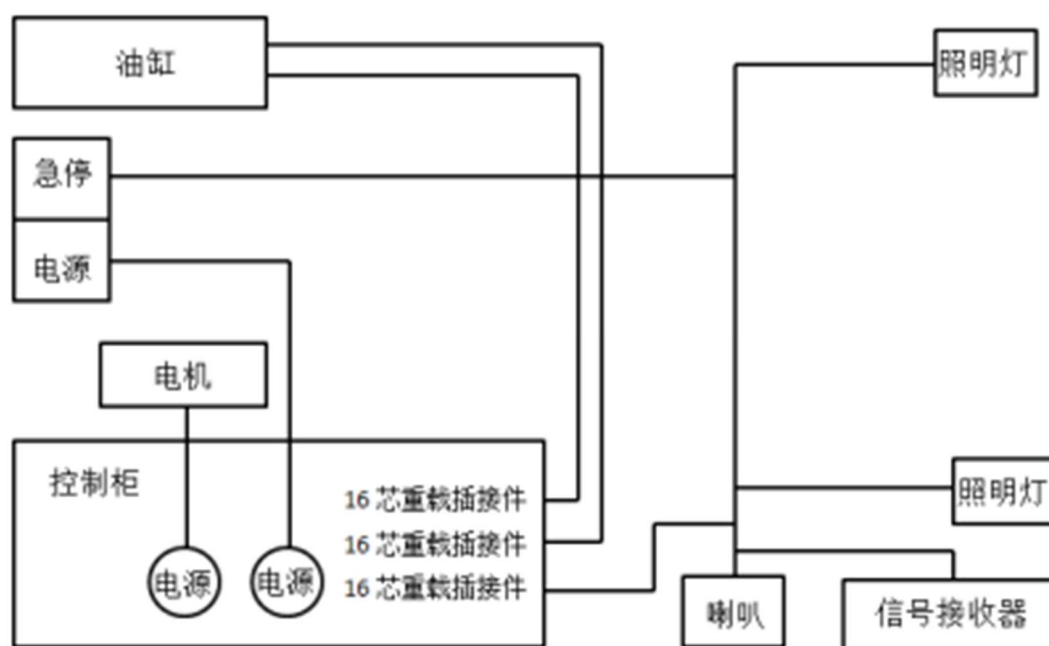
机械臂结构见图B.1。



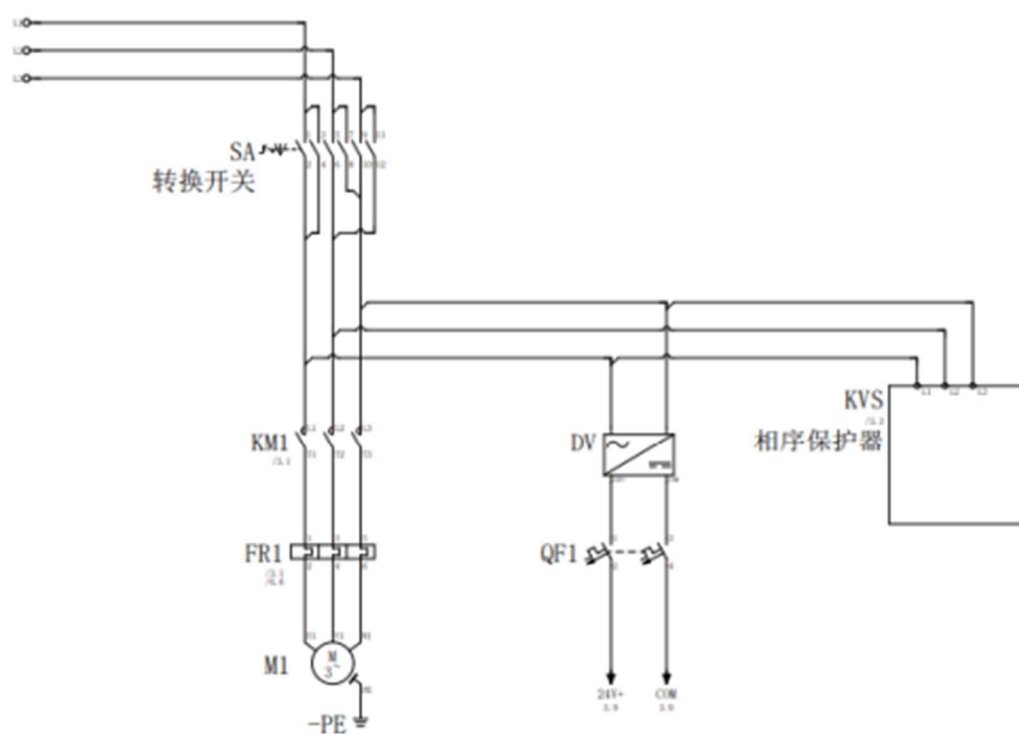
图B.1 机械臂结构图

B.2 机械臂控制系统

机械臂控制系统见图B.2、图B.3。



图B.2 电控系统原理图



图B.3 主回路原理图

附 录 C
(资料性)
技术要求及试验方法对照表

技术要求及试验方法对照表见表C.1。

表C.1 技术要求及试验方法对照表

技术要求		试验方法	
一级标题	二级标题	一级标题	二级标题
4.1 分类和型号编码	4.1.1 分类	/	/
	4.1.2 型号编码	/	/
4.2 外观和结构	/	5.1 外观和结构试验	
4.3 工作性能要求	/	5.2 工作性能试验	5.2.1 工作环境温度试验
			5.2.2 工作环境湿度试验
			5.2.3 工作环境氧气浓度试验
			5.2.4 连续工作时间试验
4.4 重量	/	5.3 重量试验	/
4.5 移动性能	/	5.4 移动性能试验	5.4.1 直行速度试验
			5.4.2 爬坡角度试验
			5.4.3 续航里程试验
			5.4.4 越沟宽度试验
			5.4.5 越障高度试验
4.6 机械臂性能	/	5.5 机械臂性能试验	5.5.2 机械臂数量检查
			5.5.3 机械臂负重试验
			5.5.4 作业属具试验
			5.5.5 运动速度试验
			5.5.6 控制精度试验
			5.5.7 作业半径试验
			5.5.8 定位精度试验

表C.1 技术要求及试验方法对照表（续）

技术要求		试验方法	
4.6 机械臂性能	/	5.5 机械臂性能试验	5.5.9 吊装臂最大载荷试验
			5.5.10 高空作业臂最大载荷试验
			5.5.11 高空作业臂负载升高试验
			5.5.12 其他性能试验
4.7 通信性能	/	5.6 通信性能试验	5.6.1 试验条件
			5.6.2 机器人数据和图像传输性能试验
			5.6.3 无线通信试验
			5.6.4 导航定位精度与频率试验
4.8 信息采集性能	/	5.7 信息采集性能试验	/
4.9 安全保护性能	/	5.8 安全保护性能试验	/
4.10 自保护性能	/	5.9 自保护性能试验	/
