

2022 年全国行业职业技能竞赛
——全国服务型制造应用技术技能大赛决赛

服务机器人应用技术员（机器人智能服务）
竞赛平台主要设备技术标准
（指导版）

大赛组委会技术工作委员会
二零二二年十一月

2022 年全国行业职业技能竞赛

——全国服务型制造应用技术技能大赛决赛

服务机器人应用技术员（机器人智能服务）

竞赛平台主要设备技术标准

（职工组）

一、技术平台简介

根据制造业“智改数转”的技术发展趋势，针对机器人在服务型制造典型场景中的实际应用，分别设置生产安全与环境监测、工业设备巡检与处置、危险环境智能服务作业三个竞赛单元。各单元分别以服务机器人、移动载运机器人（AGV 平台）、工业机器人等为载体，通过智能识别、运动控制、智能决策、人机交互、服务作业、网络监控等服务功能模块的安装调试，形成与生产设备、工作环境、服务作业、运行管理等要素有效联接、协同运作的“机器人智能服务与应用系统”。重点考核参赛选手对机器人不同生产服务场景规划部署、相关类型机器人智能服务功能模块安装调试、机器人自动作业调度与监控等操作能力，体现服务型制造领域技术融合赋能特征和技能人才培养导向。

二、技术平台结构图

机器人智能服务与应用系统采用模块化架构，包含通用移动载运机器人、智能巡检服务模块、智能协作服务模块、智能载运服务模块、新能源转运车、工业设备模拟系统、危险品储存区、安全处置场、机器人智能服务调控系统、智能编程开发平台、可视化平台、安全护栏等。通用移动载运机器人可与智能巡检服务模块、智能协作服务模块

组合，组成智能巡检服务机器人或智能协作服务机器人，完成生产安全与环境监测、工业设备巡检与处置、危险环境智能服务作业等任务流程。具体系统组成结构如图 1 所示。

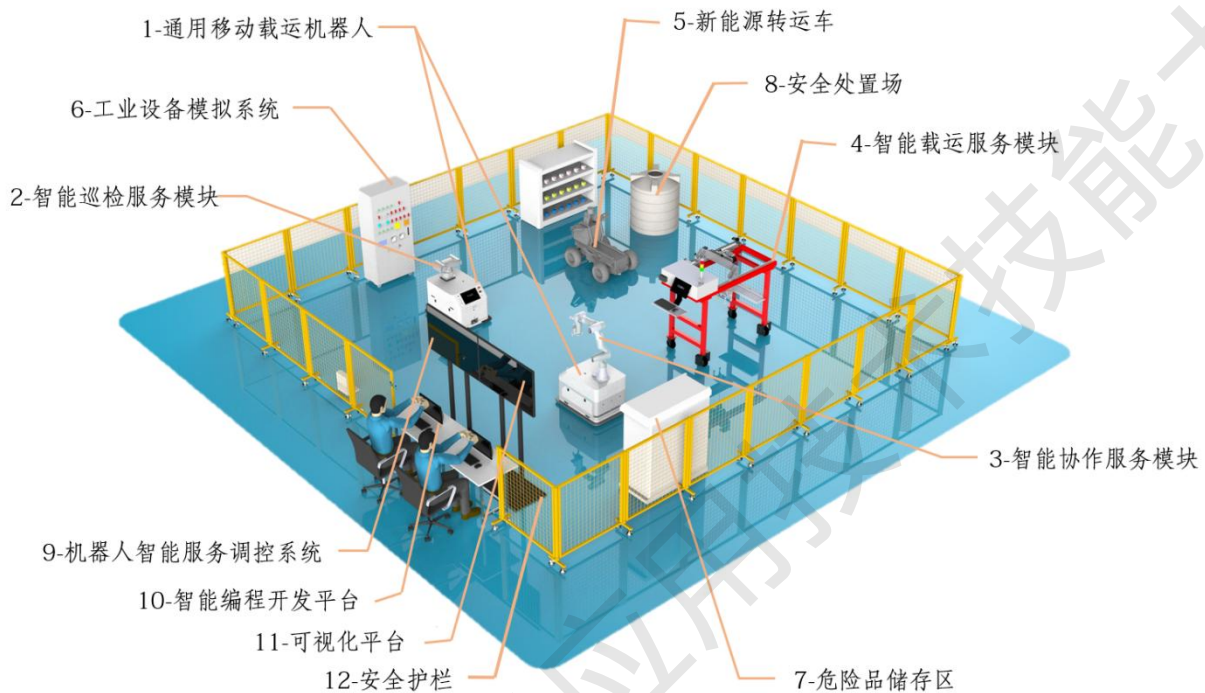


图1 机器人智能服务与应用系统结构布局图

三、技术平台主要设备配置

机器人智能服务与应用系统主要配置清单如表1所示。

表1 机器人智能服务与应用系统设备清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	通用移动载运机器人	1	套	智能巡检服务模块与智能协作服务模块共用一套通用移动载运机器人，参考具体技术参数
2	智能巡检服务模块	1	套	通用移动载运机器人 + 智能巡检服务模块组成智能巡检服务机器人，参考具体技术参数
3	智能协作服务模块	1	套	通用移动载运机器人 + 智能协作服务模块组成智能协作服务机器人，参考具体技术参数

4	智能载运服务模块	1	套	参考具体技术参数
5	新能源转运车	1	套	参考具体技术参数
6	工业设备模拟系统	1	套	参考具体技术参数
7	危险品储存区	1	套	参考具体技术参数
8	安全处置场	1	套	参考具体技术参数
9	机器人智能服务调控系统	1	套	参考具体技术参数
10	智能编程开发平台	1	套	参考具体技术参数
11	可视化平台	1	套	参考具体技术参数
12	安全护栏	1	套	参考具体技术参数

四、技术平台主要设备技术参数

机器人智能服务与应用系统主要设备技术参数如下：

（一）通用移动载运机器人

1. 控制器

（1）CPU 主频 $\geq 1.6\text{GHz}$ 。

（2）内存 $\geq 8\text{G}$ 。

（3）固态驱动器：容量 $\geq 128\text{GB}$ 。

（4）采用 Ubuntu+机器人元操作系统架构，提供机器人硬件抽象、底层设备控制、常用函数的实现、进程间消息传递、包管理等服务以及跨计算机运行代码所需的工具和库函数。

（5）外部接口：USB2.0 接口 ≥ 1 个，USB3.0 接口 ≥ 4 个，HDMI 接口 ≥ 1 个；紧急停止按钮 ≥ 1 路、压敏开关 ≥ 1 路、超声波测距传感器接口 ≥ 3 个、数字输入 ≥ 2 路。

（6）通信协议：支持 USB、TCP/IP 等协议。

（7）网口数量： ≥ 3 个，并且兼容 2 个不同网段的网络接口。

2. 通用移动载运平台

(1) 驱动类型：直流电机+轮式驱动。

(2) 底盘结构：≥2 轮。

(3) 负载能力：≥150kg。

(4) 主动跃障轮胎外径≥170 mm。

(5) 主动跃障轮胎开槽宽度≥42 mm。

(6) 电机动力系统：

1) 电机数量：≥2 个。

2) 电机类型：直流有刷。

3) 电压：24V。

4) 额定输出：≥200W。

5) 额定扭矩：≥8Nm。

6) 额定转速：200rpm。

7) 编码器类型：霍尔效应。

(7) 电机伺服驱动器：

1) 电源输入：18V~60V。

2) 速度控制精度：±1rpm。

3) 位置控制精度：±1pulse。

4) 尺寸：100mm×197mm×60mm。

3. 电气系统

(1) 电池：

1) 数量：≥1 个。

2) 电压：≥12V。

3) 容量：≥10AH。

4) 电池类型：锂电池。

5) 充电温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

6) 放电温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 激光雷达:

1) 功耗: $\leq 0.5\text{W}$ 。

2) 测量半径: $0.15\text{m} \sim 12\text{m}$ 。

3) 帧率: $\leq 20\text{Hz}$ 。

4) 角度分辨率: $\leq 1^{\circ}$ 。

5) 接口类型: USB 或 TCP/IP。

(3) 超声波传感器:

1) 数量: ≥ 2 个。

2) 工作频率: $\geq 40\text{KHz}$ 。

3) 测量角度: $< 15^{\circ}$ 。

4) 探测有效距离: $0.02\text{m} \sim 4\text{m}$ 。

5) 探测分辨率: $\leq 0.5\text{cm}$ 。

6) 探测误差: $\leq \pm 0.5\%$ 。

7) 接口类型: TTL。

8) TTL 脉冲: $10\mu\text{s}$ 。

9) 供电电源: $3\text{V} \sim 5\text{V}$ 。

(4) 陀螺仪传感器:

1) 通信方式: IIC/SPI/RS422。

2) 尺寸: $\geq 15\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。

3) 供电电源: $3\text{V} \sim 5\text{V}$ 。

(5) 安全触边传感器:

1) 触发力值: $\geq 50\text{N}$ 。

2) 触发距离: $5\text{mm} \sim 9\text{mm}$ 。

- 3) 弯曲半径: $\geq 50\text{mm}$ 。
- 4) 颜色材料: 黑色 EPDM。
- 5) 承受电压: $\leq 36\text{V}$ 。
- 6) 承受电流: $\leq 1\text{A}$ 。
- 7) 盲区范围: 单边 $20\text{mm} \sim 30\text{mm}$ 。
- (6) 紧急停止按钮: 数量: ≥ 1 个。
- (7) 电信号转声信号换能器件:
 - 1) 数量: ≥ 1 个。
 - 2) 声道: 2.0。
 - 3) 净重: $\leq 0.5\text{kg}$ 。
- (8) 温湿度传感器:
 - 1) 工作电压: $3.3\text{V} \sim 5\text{V}$ 。
 - 2) 湿度测量范围: $20\% \sim 95\%$ ($0^\circ \sim 50^\circ$ 范围)。
 - 3) 湿度测量误差: $\pm 5\%$ 。
 - 4) 输出形式: 数字输出。
- (9) 红外传感器:
 - 1) 数量: ≥ 2 路。
 - 2) 载波频率: 38KHz 。
 - 3) 周期: $26\mu\text{s}$ 。
 - 4) 接收角度: $\pm 45^\circ$ 。
- (10) 摄像头:
 - 1) 数量: ≥ 2 个。
 - 2) 模组尺寸: $38\text{mm} \times 38\text{mm} (\pm 1\text{mm})$ 。
 - 3) 工作温度: $-20^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 。
 - 4) 稳定温度: $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。

5) 生产工艺: SMT (ROSH)。

6) 成像距离: $> 1\text{cm}$ 。

7) 像素面积: $2.9\mu\text{m} \times 2.9\mu\text{m}$ 。

8) 压缩格式: MJPG/YUY2。

(11) 接口:

1) 预留接口: 光耦隔离输入 ≥ 8 路、光耦隔离输出 ≥ 4 路。

2) 通信接口: 支持通讯总线 RS232、RS485、CAN、Canopen 等通讯协议。

4. 环境监测模块

(1) 烟雾传感器:

1) 烟雾测量范围: $300\text{ppm} \sim 10000\text{ppm}$ (可燃气体)。

2) 烟雾测量分辨率: 1ppm 。

3) 供电电压: $\leq 24\text{V DC}$ 。

4) 消耗电流: $\leq 150\text{mA}$ 。

5) 响应时间: $< 2\text{s}$ 。

(2) 温湿度传感器:

1) 温度测量范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

2) 温度测量分辨率: 0.1°C 。

3) 湿度测量范围: $0 \sim 100\%\text{RH}$ 。

4) 温度分辨率: 0.01°C 。

5) 湿度测量分辨率: $0.1\%\text{RH}$ 。

6) 供电电压: $\leq 24\text{V DC}$ 。

7) 响应时间: $< 10\text{s}$ 。

(3) 二氧化碳浓度/甲醛传感器:

1) 二氧化碳测量范围: $400\text{ppm} \sim 5000\text{ppm}$ 。

2) 二氧化碳测量误差: $\pm (3\%+50\text{ppm})$ 。

3) 二氧化碳分辨率: 1ppm 。

4) 甲醛测量范围: $0\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 2000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5) 甲醛测量误差: $\pm 10\%\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6) 甲醛测量分辨率: $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7) 供电电压: $\leq 24\text{V DC}$ 。

8) 响应时间: $<10\text{s}$ 。

(4) 光线传感器:

1) 供电方式: $\leq 24\text{V DC}$ 。

2) 光照强度: $1 \sim 65535\text{lx}$ 。

3) 光照强度精度: $\pm 20\%1\text{x}$ 。

(5) 酒精传感器:

1) 供电方式: $\leq 24\text{V DC}$ 。

2) 酒精检测浓度: $0.04\text{mg}/\text{L} \sim 4\text{mg}/\text{L}$ 。

3) 测量方式: 酒精蒸汽。

(6) 总挥发性有机化合物 (TVOC) 检测传感器:

1) TVOC测量范围: $0\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 2000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2) TVOC测量误差: $\pm 25\%\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

3) TVOC测量分辨率: $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(7) PM2.5/PM10传感器:

1) PM2.5测量范围: $0\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 999\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2) PM2.5测量误差: $\pm 10\%\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

3) PM2.5分辨率: $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4) PM10测量范围: $0\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5) PM10测量误差: $\pm 10\%\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6) PM10测量分辨率: $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5. 机械结构

(1) 最大载重: $\geq 150\text{kg}$ 。

(2) 外形尺寸: $\leq 890\text{mm} \times 640\text{mm} \times 600\text{mm}$ 。

(3) 底盘形状: 方型。

6. 软件功能

(1) 集成多传感器融合 SLAM 的解决方案, 包含激光雷达、相机、超声波、里程计。

(2) 提供底盘运动学模型控制调试接口, 包含运动学控制模型中的轮子到底盘中心的距离和轮子的夹角。

(3) 具有可视化交互软件, 能够通过可视化软件完成建图、导航、语音唤醒、离线命令词识别、语音交互。

(4) 提供控制接口实现模块化安装。

(5) 具有高精度气体检测传感器, 支持TCPROS/UDPROS应用层数据协议, 实现对生产现场等环境异常现象进行辨别、判断、报警并进行相应情况的动作。

(二) 智能巡检服务模块

1. 云台相机模块

(1) 工业级车载电源, 供电电压范围: $\text{DC } 11\text{V} \sim 18\text{V}$ 。

(2) 采用隔离电源设计, 具有低压保护和过流过压保护。

(3) 全天候环境设计, 高强度铝合金精铸外壳, 抗冲击、防腐蚀。

(4) 水平角度: 360° ; 仰视角度: $-90^\circ \sim 90^\circ$ 。

(5) 云台坐标, 镜头放大倍数显示功能。

(6) 红外夜视距离: $> 5\text{m}$ 。

(7) 工作温度: $-35^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

(8) 支持 TCP/IP、TCPROS/UDPROS 应用层数据协议。

2. 功能

(1) 具有 SLAM 导航数据交互接口, 支持 TCPROS/UDPROS 应用层数据协议, 进行机器人巡检、处置等服务作业场景规划部署。

(2) 具有拆卸式高速图像传输控制接口, 实现模块化安装。

(3) 具有 2 自由度云台电机, 可以实现 360° 环境监测。

(4) 提供实时图像采集和处理接口, 可以进行二次开发。

(三) 智能协作服务模块

1. 协作机器人:

(1) 负载: $\geq 3\text{kg}$ 。

(2) 工作范围: $\geq 760\text{mm}$ 。

(3) 自由度: ≥ 6 轴。

(4) 电源电压: 48V DC。

(5) 通信接口: 支持 TCP/IP、Modbus/TCP 等。

(6) 协同操作: 拖动示教、安全适应的受监控停止、功率与力过载限制。

(7) 支持 ROS 系统二次开发 SDK。

(8) 视觉抓取。

2. 智能相机

(1) 集成在协作机器人上, 通过以太网或者 USB 与上位机通信。

(2) 分辨率: $\geq 640 \times 480$ 。

(3) 传感器: 1/3" CMOS。

(4) 光谱: 彩色。

(5) 通信接口: TCP/IP、Modbus/TCP、USB。

(6) 动态范围: $\geq 48\text{dB}$ 。

(四) 智能载运服务模块

1. 电气系统

(1) 电机数量: ≥ 3 个。

(2) 电机功率: 200W。

(3) X/Y/Z 行程: $\geq 630\text{mm}/330\text{mm}/450\text{mm}$ 。

(4) 重复定位误差: $\leq 0.1\text{mm}$ 。

(5) 负载: $\geq 15\text{kg}$ 。

(6) 视觉定位系统:

1) 成像类型: 彩色。

2) 帧率: 30fps。

3) 焦距: 8mm。

4) 支持 USB3.0 或 TCP/IP 等通信协议。

(7) 气动夹具: 根据作业工件定制设计。

(8) 支持 HTTP 或 MQTT 网络通信协议。

(9) 提供数字量 IO 或 TCPROS/UDPROS 控制接口, 通过接口即可控制设备的状态。

2. 机械结构

尺寸: $\geq 1600\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 1600\text{mm}$ 。

3. 功能特性

(1) 与新能源转运车、智能协作服务机器人控制系统交互控制。

(2) 执行危险物品视觉引导的转运操作。

(3) 模块化设计, 通过模块化调度进行设计任务, 自由组合。

(4) 具有视觉识别功能, 完成危险品的抓取和转运。

(五) 新能源转运车

1. 激光雷达

- (1) 线数: ≥ 16 线。
- (2) 激光波长: 905nm。
- (3) 激光安全等级: Class 1 人眼安全。
- (4) 盲区: $\leq 0.4\text{m}$ 。
- (5) 测距能力: 150m(80m@10% NIST)。
- (6) 精度 (典型值): $\pm 2\text{cm}$ 。
- (7) 水平视场角 360° 。
- (8) 垂直视场角 30° 。
- (9) 水平角分辨率: $0.1^\circ / 0.2^\circ / 0.4^\circ$ 。
- (10) 垂直角分辨率: 2.0° 。
- (11) 帧率: 5Hz/10Hz/20Hz。
- (12) 转速: 300rpm/600rpm/1200rpm (5Hz/10Hz/20Hz)。
- (13) 出点数: 300000pts/s(单回波模式) -600000pts/s(双回波模式)。
- (14) UDP 数据包: 三维空间坐标、反射强度、时间戳等。
- (15) 以太网输出: 100 Mbps。
- (16) 工作电压: 9V ~ 32V。
- (17) 工作温度: $-30^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 。
- (18) 产品功率: 12W 。
- (19) 存储温度: $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 。
- (20) 防护等级: IP67。
- (21) 尺寸: $\phi 109\text{mm} \times \text{H}80.7 \text{ mm}$ 。
- (22) 重量 (不包含数据线): 0.87 kg。

2. 新能源转运车参数

- (1) 尺寸: $\leq 980\text{mm} \times 745\text{mm} \times 380\text{mm}$ 。
- (2) 驱动形式: 前轮阿克曼转向, 后轮驱动。
- (3) 轴距: 650mm。
- (4) 轮距: 605mm。
- (5) 电池工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 。
- (6) 电池参数: 24V, 30A。
- (7) 载重: $\geq 100\text{kg}$ 。
- (8) 速度: $\geq 1.5 \text{ m/s}$ 。
- (9) 最大行程: $\geq 22\text{km}$ 。
- (10) 最小转向半径: $\leq 1.6\text{m}$ 。
- (11) 爬坡角度: $< 10^{\circ}$ 。
- (12) 最小离地间隙: $\geq 10\text{mm}$ 。
- (13) 越障能力: $\geq 5\text{cm}$ 。
- (14) 转向精度: $\leq 0.5^{\circ}$ 。
- (15) 最小制动距离: $\leq 0.2\text{m}$ 。
- (16) 码盘参数: 2500 线, 磁编增量码盘。

3. 软件功能

- (1) 集成多传感器融合 SLAM 的解决方案, 包含 16 线激光雷达、里程计、实时三维点云。
- (2) 提供底盘运动学模型控制调试接口, 包含运动学控制模型中的轮子到底盘中心的距离和轮子的夹角。
- (3) 具有可视化交互软件, 能够通过可视化软件完成建图、导航、语音唤醒、离线命令词识别、语音交互。
- (4) 提供控制接口实现模块化安装。
- (5) 能够完成避障功能。

（六）工业设备模拟系统

1. 电气系统

- （1）操作指示灯：≥1 套。
- （2）手动式切换开关：≥2 套。
- （3）检修接线柱：≥3 套。
- （4）电压/电流检测表：≥1 套。
- （5）温度控制器：≥1 套。
- （6）液晶显示屏：≥1 套。

2. 机械结构

- （1）尺寸：≥ 600mm × 500mm × 1200mm。

3. 功能特性

- （1）模拟指示灯数量：≥10 个。
- （2）一键恢复故障功能，将模拟故障复位。
- （3）模拟开关通断操作功能。
- （4）模拟电压检测功能。
- （5）模拟电流检测功能。
- （6）故障状态自诊断显示功能。
- （7）模拟就地操作功能。
- （8）模拟合闸功能。

（七）危险品储存区

- 1. 危险品储存区分为 2~3 种危险品物料放置区。

2. 储存区至少包含上中下三层，上层有≥3 个仓位，下层有≥3 个仓位，每个仓位随机放置不同的危险品，而且不约束危险品摆放的姿态。

- 3. 存储区下部安装有 4 个滚动轮，便于改变其布局位置。

4. 尺寸为：≤1200 mm×500mm×1300mm。

（八）安全处置场

1. 范围尺寸为：≤1000 mm×500mm×1000mm。

2. 处置场危险品入口满足智能协作服务机器人放置危险品。

（九）机器人智能服务调控系统

1. 多种自定义任务远程发布控制，跨系统应用，支持 Windows、Linux 系统。

2. 多种控制模式，实现多种场景实现。

3. 支持开源机器人操作系统 ROS，各模块兼容标准的 ROS 通信协议，支持 socket 和 mqtt 通信协议。

4. 提供可视化界面，支持动态设备状态显示、屏读数显示和指针读数显示，动态获取机器人运行状态和传感器数据。

5. 提供可视化建图导航软件，支持可视化地图显示和导航点设置；

6. 支持 Ubuntu18.04 及以上版本，提供二次开发接口。

7. 支持自动生成系统运行报告，要求包含关键设备的运行状态、故障报警信息和异常状态的预警信息，并包含系统配置的环境检测传感器的检测数据。

8. 机器人智能服务调控系统至少包含智能巡检服务机器人调控界面、智能协作服务机器人调控界面、智能载运服务模块调控界面、新能源转运车调控界面、传感器数据采集及参数设置界面等。

9. 智能巡检服务机器人调控界面支持实时显示服务机器人的运动信息，支持可视化地显示云台相机的图像画面，支持实时显示视觉识别判断现场作业规范和设备运行状态的信息。

10. 新能源转运车调控界面支持新能源车建图、路径点设置、自主导航等功能调试，支持修改新能源转运车的通信参数，支持实时显

示机器人在地图中的运行状态、定位坐标等信息，支持实时显示危险品的智能抓取、转运、泄露检测及处置服务等作业。

11. 传感器数据采集及参数设置界面支持记录并显示传感器探测数据的异常变化情况，实时显示监测烟雾、有毒气味、光线等气体参数的变化曲线，支持与智能巡检服务机器人配合实现对异常情况的语音报警，实时显示生产现场人员不规范行为（如吸烟、接打电话、未佩戴安全帽、未佩戴绝缘作业手套等）的照片和拍摄时间。

（十）智能编程开发平台

1. 智能编程设备

- （1）显示屏：≥22 寸。
- （2）中央处理器：Intel i5 或同等以上处理器。
- （3）内存：≥8G。
- （4）硬盘：≥512GB 可用空间。
- （5）显卡：独立显卡，显存≥2GB。
- （6）系统为 Ubuntu 64 位版本，能流畅使用相关工程软件。
- （7）主要用于编程任务的实现及机器人软件的使用。

2. 深度学习训练平台

（1）深度学习工具，支持自行采集数据、标注、学习、训练验证模型。

（2）支持操作指示灯、手动式切换开关、检修接线柱、电压/电流检测表、温度控制器、液晶显示屏标注及训练。

（3）训练的模型可部署到机器人本体应用。

（十一）可视化平台

1. 功能要求：实时呈现感知和规划运行过程等。

2. 显示终端参数要求：≥55 英寸。

（十二）安全护栏

1. 配置安全围栏。
2. 自动线外围防护设计参赛选手出入的安全门。
3. 尺寸：1.2m 高度，黄色。
4. 防护栏两端均应设置活动门。

五、说明

（一）本技术标准由大赛组委会技术工作委员会牵头制定，知识产权、修改解释权归大赛组委会技术工作委员会所有。

（二）本技术标准适用服务机器人应用技术员（机器人智能服务）赛项，是大赛合作企业遴选和设备平台选用的依据。

2022 年全国行业职业技能竞赛

——全国服务型制造应用技术技能大赛决赛

服务机器人应用技术员（机器人智能服务）

竞赛平台主要设备技术标准

（学生组）

一、技术平台简介

根据制造业“智改数转”的技术发展趋势，针对机器人在服务型制造典型场景中的实际应用，分别设置生产安全与环境监测、工业设备巡检与处置、危险环境智能服务作业三个竞赛单元。各单元分别以服务机器人、移动载运机器人（AGV 平台）、工业机器人等为载体，通过智能识别、运动控制、智能决策、人机交互、服务作业、网络监控等服务功能模块的安装调试，形成与生产设备、工作环境、服务作业、运行管理等要素有效联接、协同运作的“机器人智能服务与应用系统”。重点考核参赛选手对机器人不同生产服务场景规划部署、相关类型机器人智能服务功能模块安装调试、机器人自动作业调度与监控等操作能力，体现服务型制造领域技术融合赋能特征和技能人才培养导向。

二、技术平台结构图

机器人智能服务与应用系统采用模块化架构，包含通用移动载运机器人、智能巡检服务模块、智能协作服务模块、智能载运服务模块、新能源转运车、工业设备模拟系统、危险品储存区、安全处置场、机器人智能服务调控系统、智能编程开发平台、可视化平台、安全护栏等。通用移动载运机器人可与智能巡检服务模块、智能协作服务模块

组合，组成智能巡检服务机器人或智能协作服务机器人，完成生产安全与环境监测、工业设备巡检与处置、危险环境智能服务作业等任务流程。具体系统组成结构如图1所示。

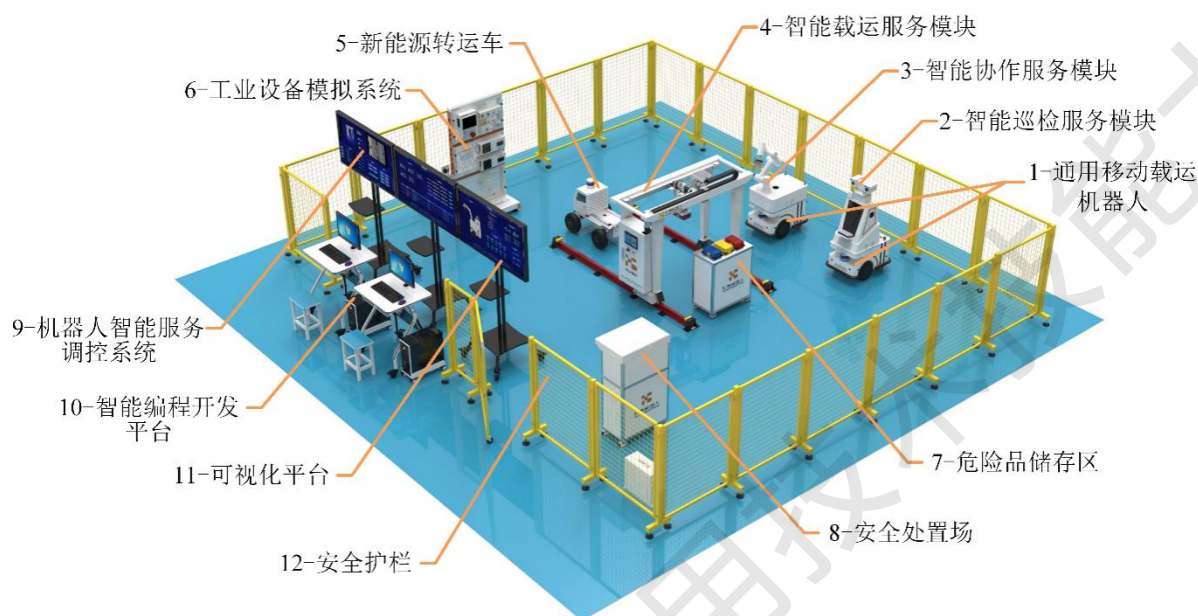


图1 机器人智能服务与应用系统结构图

三、技术平台主要设备配置

机器人智能服务与应用系统主要配置清单如表1所示。

表1 机器人智能服务应用系统设备清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	通用移动载运机器人	2	套	参考具体技术参数
2	智能巡检服务模块	1	套	通用移动载运机器人 + 智能巡检服务模块组成智能巡检服务机器人，参考具体技术参数
3	智能协作服务模块	1	套	通用移动载运机器人 + 智能协作服务模块组成智能协作服务机器人，参考具体技术参数
4	智能载运服务模块	1	套	参考具体技术参数
5	新能源转运车	1	套	参考具体技术参数
6	工业设备模拟系统	1	套	参考具体技术参数

7	危险品储存区	1	套	参考具体技术参数
8	安全处置场	1	套	参考具体技术参数
9	机器人智能服务调控系统	1	套	参考具体技术参数
10	智能编程开发平台	2	套	参考具体技术参数
11	可视化平台	3	套	参考具体技术参数
12	安全护栏	1	套	参考具体技术参数

四、技术平台主要设备技术参数

机器人智能服务与应用系统主要设备技术参数如下：

（一）通用移动载运机器人

1. 通用移动载运机器人性能指标

- （1）负载能力： $\geq 150\text{kg}$ 。
- （2）重复定位精度： $\pm 10 \sim 30\text{mm}$ 。
- （3）最大行走速度： $\geq 0.5\text{m/s}$ 。
- （4）续航能力： $\geq 10\text{h}$ 。
- （5）越障高度： $\geq 30\text{mm}$ 。
- （6）主动轮外径： $\geq 150\text{mm}$ 。
- （7）外形尺寸： $\leq 750 \times 550 \times 450\text{mm}$ 。
- （8）导航方式：3D 激光及陀螺仪融合导航。
- （9）充电方式：视觉引导对接自动回充、充电器手动充电。
- （10）驱动类型：直流伺服电机+轮式驱动。
- （11）驱动结构形式：2 个主动轮+2 个被动轮。
- （12）紧急停止按钮： ≥ 1 个。
- （13）预留的外接电气接口：光耦隔离输入 ≥ 2 路、光耦隔离输出 ≥ 2 路、外部急停输入 ≥ 1 路。

(14) 预留的外接通信接口：支持 RS485、CAN、USB、以太网 TCP/IP 等。

(15) 预留的外接显示接口：HDMI 接口 ≥ 1 个。

(16) 通用移动载运机器人具备的功能：

1) 集成多传感器融合 SLAM 的解决方案，包含 3D 激光雷达、超声波、陀螺仪、安全触边等传感器。

2) 开放的底盘运动学模型控制调试接口，包含运动学控制中的轮间距和轮轴距等参数。

3) 可视化的交互软件，能够通过可视化软件完成复杂场景的建图、运动路径规划、自主导航、任务调度等任务。

4) 开放的机械和控制接口，实现模块化安装以及语音唤醒、语音识别、语音合成、视觉采集、视觉识别等智能化功能集成。

2. 通用移动载运机器人电控系统参数

(1) 边缘计算控制器：

1) CPU 主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ 。

2) 内存 $\geq 8\text{G}$ 。

3) 固态驱动器：容量 $\geq 32\text{GB}$ 。

4) 系统架构：Ubuntu+机器人操作系统。

5) 外部接口：USB2.0 接口 ≥ 2 个，USB3.0 接口 ≥ 2 个，HDMI 接口 ≥ 1 个；紧急停止按钮 ≥ 1 个、触碰传感器 ≥ 1 个、超声波测距传感器接口 ≥ 8 个、数字输入 ≥ 2 个、数字输出 ≥ 2 个、以太网接口 ≥ 2 个、485 通讯接口 ≥ 1 个、电源接口 ≥ 2 个。

6) 通信协议：支持 USB、TCP/IP、UART 等协议。

(2) 电机动力系统：

- 1) 电机数量: ≥ 2 个。
- 2) 电机类型: 直流无刷。
- 3) 额定电压: 48V。
- 4) 额定功率: $\geq 200\text{W}$ 。
- 5) 额定扭矩: $\geq 1.92\text{Nm}$ 。
- 6) 最大转速: 3000rpm。
- 7) 编码器类型: 霍尔效应。

(3) 电机伺服驱动器:

- 1) 电源输入: 24V ~ 48V。
- 2) 最大输出电流: 60A。
- 3) 过压保护: 75VDC。
- 4) 欠压保护: 16VDC。
- 5) 速度控制精度: $\pm 1\text{rpm}$ 。
- 6) 位置控制精度: $\pm 1\text{pulse}$ 。
- 7) 通讯: RS485、CANOpen。

(4) 电池:

- 1) 类型: 锂电池。
- 2) 电压: 48V。
- 3) 容量: $\geq 30\text{Ah}$ 。
- 4) 电量反馈: 支持 RS485 通信实时反馈电池电量。

3. 通用移动载运机器人感知系统参数

(1) 激光雷达:

- 1) 线数: 16 线。
- 2) 帧率: 20Hz。
- 3) 测量精度: $\pm 20\text{mm}$ 。

4) 测量半径: $0.4\text{m} \sim 150\text{m}$ 。

5) 水平视场角: 360° 。

6) 垂直视场角: 30° 。

7) 水平角分辨率: $\leq 0.4^\circ$ 。

8) 垂直角分辨率: $\leq 3.0^\circ$ 。

9) 接口类型: TCP/IP。

10) 接口速率: 100Mbps 。

11) 工作电压: $9\text{V} \sim 32\text{V}$ 。

12) 功耗: $\leq 12\text{W}$ 。

13) 防护等级: IP67。

(2) 超声波传感器:

1) 数量: ≥ 8 个。

2) 工作频率: $\geq 40\text{kHz}$ 。

3) 测量角度: $\leq 15^\circ$ 。

4) 探测有效距离: $0.02\text{m} \sim 5\text{m}$ 。

5) 探测分辨率: $\leq 0.5\text{cm}$ 。

6) 探测误差: $\leq \pm 0.5\%$ 。

7) 接口类型: TTL。

8) TTL 脉冲: $10\mu\text{s}$ 。

9) 供电电源: $3\text{V} \sim 24\text{V}$ 。

(3) 陀螺仪传感器:

1) 通信方式: RS485。

2) 供电电源: $9\text{V} \sim 36\text{V}$ 。

3) 输入电流: $< 100\text{mA}$ 。

4) 加速度计偏差: 1.7mg (2g 量程)。

- 5) 航线精度: 0.3° 。
- 6) 输出频率: $\geq 100\text{Hz}$ 。
- 7) 陀螺仪量程: $\pm 300^{\circ}/\text{s}$ 。
- 8) 陀螺仪分辨率: $\leq 0.01^{\circ}/\text{s}$ 。
- 9) 加速度计量程: $\pm 4\text{g}$ 。
- 10) 加速度计分辨率: $\pm 0.1\text{mg}$ 。
- 11) 加速度计带宽: 200Hz 。

(4) 安全触边传感器:

- 1) 触发力值: $10 \sim 50\text{N}$ 。
- 2) 触发距离: $2 \sim 3\text{mm}$ 。
- 3) 弯曲半径: 50mm 。
- 4) 颜色材料: 黑色 EPDM。
- 5) 最大承受电压: $\geq 36\text{V}$ 。
- 6) 最大承受电流: $\geq 1\text{A}$ 。
- 7) 盲区范围: 单边 $100 \sim 120\text{mm}$ 。

(二) 智能巡检服务模块

1. 智能巡检服务模块功能

(1) 配备高清云台相机, 可满足多种复杂环境下的巡检作业, 实现无人化值守巡检作业。

(2) 配备烟雾、温湿度、二氧化碳浓度、光线亮度、气味等多种传感器, 实现对工业现场生产安全环境的实时监测与预警。

(3) 支持开始、完成、安全等语音提示, 采用语音唤醒、语音识别、语音合成等语音处理技术, 实现语音交互与控制功能。

(4) 具有SLAM导航数据交互接口, 支持USB、TCP/IP、UART等协议。

(5) 提供机械和控制接口，实现模块化安装与功能集成。

2. 云台相机参数

(1) 传感器类型：CMOS。

(2) 有效像素：≥400万像素。

(3) 主码流分辨率：50Hz：25fps，60Hz：30fps。

(4) 视频压缩：H.265/H.264/MJPEG。

(5) 焦距：5.9mm~135.7mm。

(6) 运动范围：水平：0°~360°，垂直：+90°~-90°。

(7) 运动速度：水平：0.1°~200°/s，垂直：0.1°~50°/s。

(8) 补光距离：红外200m。

(9) 是否配置镜头除雾刷：是。

(10) 防护等级：IP66。

(11) 供电：AC：24V±25%，DC：36V。

(12) 功耗：≤45W。

(13) 配套视觉软件功能：

1) 支持目标分类、目标检测、少量样本模型训练。

2) 支持自行采集数据、标注、学习、训练视觉模型。

3. 通用智能安防模块参数

(1) 模式识别摄像头参数：

1) 通过USB或网线与上位机通信。

2) 分辨率：≥640×480。

3) 光谱：彩色。

4) 通信接口：TCP/IP、USB。

5) 支持口罩检测功能。

(2) 测温模块参数：

- 1) 测量温度: $30^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 工作电压: $3\text{V} \sim 12\text{V}$ 。
- 3) 工作电流: $\geq 15\text{mA}$ 。
- 4) 测温方式: 单点。
- 5) 测温距离: $100\text{cm} \sim 120\text{cm}$ 。
- 6) 精度误差: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。
- 7) 接口: TTL/USB 接口。
- 8) 测温速度: 毫秒级。

4. 配备的传感器参数

(1) 烟雾传感器参数:

- 1) 烟雾测量范围: $0 \sim 10000\text{ppm}$ 。
- 2) 烟雾分辨率: 1ppm 。
- 3) 供电电压: $\text{DC}12\text{V} \sim 24\text{V}$ 。
- 4) 消耗电流: $<100\text{mA}$ 。
- 5) 响应时间: <2 秒。
- 6) 通信方式: RS485。

(2) 温湿度传感器:

- 1) 温度测量范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 温度精度: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ($0 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围)。
- 3) 温度分辨率: 0.01°C 。
- 4) 湿度测量范围: $0 \sim 100\%\text{RH}$ 。
- 5) 湿度精度: $\pm 2\%\text{RH}$ 。
- 6) 湿度分辨率: $0.01\%\text{RH}$ 。
- 7) 供电电压: $\text{DC}12\text{V} \sim 24\text{V}$ 。
- 8) 响应时间: <10 秒。

9) 通信方式: RS485。

(3) 二氧化碳浓度传感器参数:

- 1) 二氧化碳测量范围: 0 ~ 2000ppm。
- 2) 二氧化碳精度: $\pm (50\text{ppm} + 5\% \text{读数值})$ 。
- 3) 二氧化碳分辨率: 1ppm。
- 4) 供电电压: DC12V ~ 24V。
- 5) 响应时间: <10 秒。
- 6) 通信方式: RS485。

(4) 光线传感器参数:

- 1) 供电方式: 12 ~ 24V DC。
- 2) 光照强度: 0 ~ 65535Lux/0 ~ 20万Lux。
- 3) 光照强度精度: $\pm 5\%$ (25℃)。
- 4) 通信方式: RS485或TCP/Modbus。

(5) 气味传感器参数:

- 1) 供电方式: 7 ~ 30V DC。
- 2) 测量范围: 25 ~ 500ppm。
- 3) 测量精度: $\pm 3\% \text{FS}$ 。
- 4) 通信方式: RS485。

(三) 智能协作服务模块

1. 智能协作服务模块功能

(1) 配备协作机器人, 扩展移动机器人的作业类型, 提高作业柔性化程度。

(2) 配备智能3D相机, 基于视觉处理系统, 引导协作机器人完成物体取放。

(3) 具有SLAM导航数据交互接口, 支持USB、TCP/IP、UART等协

议。

(4) 开放的机械和控制接口，实现模块化安装以及视觉采集、视觉识别等智能化功能集成。

2. 协作机器人参数

(1) 负载： $\geq 3\text{kg}$ 。

(2) 最大工作范围： $\geq 650\text{mm}$ 。

(3) 重复定位精度： $\leq \pm 0.05\text{mm}$ 。

(4) 通讯方式： 数字IO、模拟IO、RS485、TCP/IP。

(5) 示教方式： 支持拖动示教。

(6) 碰撞检测： 支持。

(7) 末端工具： 配套的作业夹具。

3. 智能 3D 相机参数

(1) 深度技术： 红外双目。

(2) 工作范围： $0.11 \sim 10\text{m}$ 。

(3) 深度摄像头视场角 ($H \times V$): $65^\circ \times 40^\circ$ 。

(4) 深度分辨率： $\geq 1280 \times 720$ 。

(5) 彩色摄像头视场角 ($H \times V$): $69^\circ \times 42^\circ$ 。

(6) 彩色分辨率： $\geq 1920 \times 1080$ 。

(7) 彩色帧率： $\geq 30\text{fps}$ 。

(8) 精度误差： $< 2\%$ (2m 内)。

(四) 智能载运服务模块

1. 导轨行程： $\geq 1600\text{mm}$ 。

2. 电机数量： ≤ 4 个。

3. X/Y/Z 行程： $\geq 1000/900/1000\text{mm}$ 。

4. X 轴传动方式： 滚轮导轨传动。

5. Y 轴传动方式：同步带直线模组。
6. Z 轴传动方式：柔性绳索传动。
7. Y 轴重复定位精度： $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 。
8. 额定负载： $\geq 1\text{kg}$ 。
9. 夹具：根据作业工件定制设计。
10. 供电方式：24V/40Ah 锂电池。
11. 控制系统技术参数
- (1) 工作存储器： $\geq 100\text{KB}$ 。
 - (2) 数字量：14DI/10DO。
 - (3) 高速计数器：6路。
 - (4) 脉冲输出：4路。
 - (5) 通信协议支持：PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7、HTTP等通信协议，PROFIBUS、AS接口通信扩展。
 - (6) 人机界面：7英寸的TFT真彩色显示屏，65535色。
 - (7) 分辨率： $\geq 800 \times 480$ 像素。
 - (8) 触摸屏：电阻式。
 - (9) 以太网接口：10/100M自适应。
 - (10) USB接口：一主一从。
12. 配备的相机参数
- (1) 传感器：1/2.7"CMOS。
 - (2) 分辨率： $\geq 1920 \times 1080$ 。
 - (3) 镜头接口：M12。
 - (4) 固定光圈：F2.0。
 - (5) 镜头焦距：8mm。

(6) 视场角：水平 $\geq 41^\circ$ 、垂直 $\geq 23^\circ$ 、对角 $\geq 48^\circ$ 。

(五) 新能源转运车

1. 新能源转运车性能指标

(1) 底盘结构：4 轮阿克曼转向结构。

(2) 驱动形式：后轮轮毂电机驱动。

(3) 额定载重：50kg。

(4) 最大行进速度： $\geq 4.8\text{m/s}$ 。

(5) 最小转弯半径： $\leq 1.9\text{m}$ 。

(6) 空载爬坡角度： $\geq 30^\circ$ 。

(7) 续航里程： $\geq 30\text{km}$ 。

(8) 新能源转运车具备的功能：

1) 集成多传感器融合 SLAM 的解决方案，包含 3D 激光雷达传感器、超声波传感器等。

2) 可视化的交互软件，能够通过可视化软件完成复杂场景的建图、运动路径规划、自主导航、任务调度等任务。

3) 开放的机械和控制接口，实现模块化安装以及多机协同作业调度等智能化功能集成。

2. 新能源转运车电控系统参数：

(1) 边缘计算控制器：

1) CPU 主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ 。

2) 内存 $\geq 8\text{G}$ 。

3) 固态驱动器：容量 $\geq 32\text{GB}$ 。

4) 系统架构：Ubuntu+机器人操作系统。

5) 外部接口：USB2.0 接口 ≥ 2 个，USB3.0 接口 ≥ 2 个，HDMI 接口 ≥ 1 个；紧急停止按钮 ≥ 1 个、触碰传感器 ≥ 1 个、

超声波测距传感器接口 ≥ 8 个、数字输入 ≥ 2 个、数字输出 ≥ 2 个、以太网接口 ≥ 2 个、485 通讯接口 ≥ 1 个、电源接口 ≥ 2 个。

6) 通信协议：支持 USB、TCP/IP、UART 等协议。

(2) 电池：

1) 类型：锂电池。

2) 电压：24V。

3) 容量： $\geq 30\text{Ah}$ 。

4) 电量反馈：支持 RS485 通信实时反馈电池电量。

3. 新能源转运车感知系统参数：

(1) 激光雷达：

1) 线数：16 线。

2) 帧率：20Hz。

3) 测量精度： $\pm 20\text{mm}$ 。

4) 测量半径：0.4m ~ 150m。

5) 水平视场角： 360° 。

6) 垂直视场角： 30° 。

7) 水平角分辨率： $\leq 0.4^\circ$ 。

8) 垂直角分辨率： $\leq 3.0^\circ$ 。

9) 接口类型：TCP/IP。

10) 接口速率：100Mbps。

11) 工作电压：9V ~ 32V。

12) 功耗： $\leq 12\text{W}$ 。

13) 防护等级：IP67。

(2) 超声波传感器：

- 1) 数量: ≥ 4 个。
- 2) 工作频率: $\geq 40\text{kHz}$ 。
- 3) 测量角度: $\leq 15^\circ$ 。
- 4) 探测有效距离: $0.02\text{m} \sim 5\text{m}$ 。
- 5) 探测分辨率: $\leq 0.5\text{cm}$ 。
- 6) 探测误差: $\leq \pm 0.5\%$ 。
- 7) 接口类型: TTL。
- 8) TTL 脉冲: $10\mu\text{s}$ 。
- 9) 供电电源: $3\text{V} \sim 24\text{V}$ 。

(六) 工业设备模拟系统

1. 操作指示灯: ≥ 1 套。
2. 手动式切换开关 ≥ 3 套。
3. 电压/电流检测表 ≥ 1 套。
4. 控制系统技术参数

(1) 工作存储器: $\geq 100\text{KB}$ 。

(2) 数字量: $14\text{DI}/10\text{DO}$;

(3) 高速计数器: 6 路。

(4) 脉冲输出: 4 路。

(5) 通信协议支持: PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7、HTTP 等通信协议, PROFIBUS、AS 接口通信扩展。

(6) 人机界面: 7 英寸的 TFT 真彩色显示屏, 65535 色。

(7) 分辨率: $\geq 800 \times 480$ 像素。

(8) 触摸屏: 电阻式。

(9) 以太网接口: $10/100\text{M}$ 自适应。

(10) USB 接口：一主一从。

(七) 危险品储存区

1. 危险品储存区由钣金、型材组装而成，分为 2~3 种危险品物料放置区。

2. 储存区配有 ≥ 3 个仓位，每个仓位随机放置不同的危险品物料，而且不约束物料摆放的姿态。

3. 下部安装有 4 个滚动轮，便于改变其布局位置。

4 外形尺寸为： $\leq 1200\text{mm} \times 500\text{mm} \times 1300\text{mm}$ 。

(八) 安全处置场

1. 范围尺寸为： $\leq 1000\text{mm} \times 500\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 。

2. 配备带密封隔离空间装置。

3. 下部安装有 4 个滚动轮，便于改变其布局位置。

(九) 机器人智能服务调控系统

1. 以浏览器 WEB 方式进行访问机器人智能服务调控系统。

2. 支持与通用移动机器人上的机器人操作系统 ROS 直接通信交互，获取机器人运行状态和传感器数据。

3. 提供二次开发接口，支持自定义数据对接方式。

4. 支持一键自动生成系统运行报告，要求包含关键设备的运行状态、故障报警信息和异常状态的预警信息，并包含系统配置的环境检测传感器的检测数据。

5. 机器人智能服务调控系统至少包含移动机器人调控 WEB 界面、巡检服务场景调控 WEB 界面、危险品转运服务场景调控 WEB 界面、新能源转运车调控 WEB 界面、传感器数据采集及参数设置 WEB 界面等。

6. 移动机器人调控 WEB 界面支持移动机器人建图、路径点设置、自主导航、自主回充等功能调试，支持修改移动机器人的通信参数，

支持实时显示机器人在地图中的运行状态、定位坐标、电池电量等信息，支持移动机器人巡检任务设置及调度。

7. 巡检服务场景调控 WEB 界面支持实时显示移动机器人的运动信息，支持可视化地显示云台相机的图像画面，支持显示视觉识别判断现场作业规范和设备运行状态的信息，支持修改关键模块作业参数并实时反馈修改后的模块状态。

8. 危险品转运服务场景调控 WEB 界面支持实时显示移动机器人、协作机器人的运动和位姿信息，支持显示采集的图像和识别的位姿结果。

9. 新能源转运车调控 WEB 界面支持新能源车建图、路径点设置、自主导航等功能调试，支持修改移动机器人的通信参数，支持实时显示机器人在地图中的运行状态、定位坐标、电池电量等信息。

10. 传感器数据采集及参数设置 WEB 界面支持实时环境传感器检测的数据，支持设置传感器工作范围参数，支持记录并显示传感器探测数据的异常变化情况，支持与巡检服务机器人配合实现对异常情况的语音报警。

（十）智能编程开发平台

1. 显示屏：≥21 寸。
2. 中央处理器：Intel i5 或同等以上处理器。
3. 内存：≥8G。
4. 硬盘：≥1TB 可用空间。
5. 显卡：独立显卡，显存≥2GB。
6. 主要用于技术平台各项任务、功能的编程调试。
7. 配套电脑桌。

（十一）可视化平台

1. 功能要求：实时呈现机器人智能服务调控系统各个界面的运行状态。

2. 显示终端参数要求：终端显示尺寸 ≤ 55 英寸。

（十二）安全护栏

1. 配置安全围栏及带工业标准安全插销的安全门。

2. 外围防护设计参赛选手出入的安全门。

3. 尺寸：1.2m 高度，黄色。

五、说明

（一）本技术标准由大赛组委会技术工作委员会牵头制定，知识产权、修改解释权归大赛组委会技术工作委员会所有。

（二）本技术标准适用服务机器人应用技术员（机器人智能服务）赛项，是大赛合作企业遴选和设备平台选用的依据。