

采购标的数量

序号	设备名称	单位	数量
1	模块化机器人（标准版）	套	2
2	模块化机器人的人工智能组件包	套	2
3	武术擂台赛-标准平台组件包	套	2
4	智能机器人开放平台（体感版）	套	2
5	比赛用机器人（无人驾驶学习平台）	套	1
6	机电控制教学板卡	套	15
7	虚拟仪器实验基础平台	套	2
8	复合移动机器人（智能移动抓起机器人）	套	2
9	3D 激光雷达	台	2
10	移动机器人所用传感器	套	15
11	伴随仿生机器人（四足智能机器人）	套	1

本次采购范围，包括以上货物的供应、运输、安装调试、培训及售后服务。具体采购内容及所应达到的具体要求，以本采购文件中商务、技术和服务的相应规定为准。

技术参数要求

序号	名称	详细技术指标及功能需求	备注
1	模块化机器人（标准版）	<p>一、硬件部分</p> <p>1、仪器包装箱尺寸<math>\leq 57\times 36\times 28\text{cm}</math>（长宽高）。</p> <p>★2、提供<math>\geq 50</math>种，<math>\geq 600</math>个结构零件，主要结构零件采用高强度ABS材质。结构零件采用花键式结构。单个连接可承受5Nm以上的弯矩，支持<math>\geq</math>两个零件连接。结构件包含I型结构件<math>\geq 3</math>种、L型结构件<math>\geq 6</math>种、U型结构件<math>\geq 7</math>种、机械手爪组件<math>\geq 2</math>套、仿生机器人脚掌<math>\geq 2</math>个、传动轮组件<math>\geq 5</math>套、仿生机器人<math>\geq 1</math>套躯体、橡胶轮胎<math>\geq 4</math>个、机器人通用安装底盘<math>\geq 2</math>块、典型构型的3D模型<math>\geq 8</math>种。</p> <p>▲3、提供7.4V，<math>\geq 4400\text{mAh}</math>大容量锂聚合物电池，机器人正常运行时间不少于2小时，配置12V5A专用充电</p>	

		<p>器。</p> <p>4、提供一套基于 STM32 单片机的机器人控制器，控制器配置有 AD 接口、机器人数字舵机接口、蓝牙模块和基于 CC2530 的 ZigBee 无线通信平台。</p> <p>▲5、提供 14 个总线式机器人数字舵机，参数如下：</p> <p>(1) 铜合金齿轮；</p> <p>(2) 扭矩<math>\leq 16\text{Kgf.cm}</math>, 转速<math>\leq 65\text{rpm}</math>, 角度 <math>0\text{--}300^\circ</math> ；</p> <p>(3) 总线式通讯，支持<math>\leq 255</math> 个的舵机串联；</p> <p>(4) 具备温度、电压、位置、转速等反馈功能，具备温度、电流、堵转等保护功能。</p> <p>6、提供 8 种 19 个传感器，包括红外接近传感器<math>\times 4</math> 个、红外测距传感器<math>\times 1</math> 个、灰度传感器<math>\times 4</math> 个、温度传感器<math>\times 1</math> 个、碰撞传感器<math>\times 4</math> 个、光强传感器<math>\times 2</math> 个、声音传感器<math>\times 1</math> 个、倾覆传感器<math>\times 2</math> 个等。</p> <p>二、软件部分</p> <p>▲1、配置图形化机器人集成开发环境，支持基于流程图的图形化编程和 ANSIC 语言混合编程；是程序编写、编译、下载、调试一体的集成开发环境。</p> <p>2、支持 Keil IDE 环境，并且提供 Keil 环境下的函数库、工程模板。</p> <p>3、配置机器人数字舵机调试软件。</p> <p>三、配套资源</p> <p>1、 配套资源：组装指南和实验指导书，3D 模型和 C 语言源程序。</p> <p>▲2、本产品可以支持搭建的典型构数<math>\geq 9</math> 种。</p> <p>3、提供依托本产品开发的《机器人创新设计与 C 语言图形化编程》实验指导材料一套，配套搭建指导、程序源码、竞赛规则。</p>	
2	模块化机器人的人工智能组件包	<p>★1、一套人工智能控制器，该控制器可单独连接上位机使用，也可安装在机器人上使用。控制器参数如下：</p> <p>a) 控制器 CPU：64 位，主频<math>\geq 1.5\text{GHz}</math>，核心数<math>\geq 4</math> 个。</p> <p>b) GPU：主频<math>\geq 500\text{MHz}</math>。</p> <p>c) 控制器内存：内存<math>\geq 4\text{GB}</math>，LPDDR4。</p> <p>d) 控制器 ROM：<math>\geq 32\text{GB}</math>。</p> <p>e) <math>\geq 9</math> 路 12 位 ADC 输入接口；<math>\geq 8</math> 路 IO 接口。</p> <p>f) <math>\geq 2</math> 个机器人舵机接口兼容 AX12+机器人舵机。</p> <p>g) 控制器外设： USB3.0 接口<math>\geq 2</math>， USB2.0 接口<math>\geq 2</math>， microHDMI 接口<math>\geq 2</math>， USB-typeC 接口<math>\geq 1</math>，以太网接口<math>\geq 1</math>。</p> <p>h) 支持 WIFI 控制/以太网控制/串口控制。</p> <p>i) 蓝牙 5.0，具备蓝牙收发功能。</p> <p>j) 控制器集成有液晶显示模块。</p> <p>k) 控制器内置 Linux 系统，支持 python、C、C++</p>	

		<p>等语言编程。</p> <p>l) 控制器具有减震功能，配置减震球<math>\geq 10</math>个。</p> <p>m) 开源：机器人应用源代码完全开放。</p> <p>n) 电池容量<math>\geq 4400\text{mAh}</math>，正常运行时间<math>\geq 2</math>小时。</p> <p>2、配置深度学习控制器，支持边缘深度神经网络(DNN)推理应用，低功耗视觉处理单元(VPU)架构支持全新的AI应用程序。(按1项无符号指标计算)</p> <p>a) 处理器：Movidius MyriadX 视觉处理单元(VPU)。</p> <p>b) 尺寸：<math>\leq 72.5 \times 27 \times 14\text{mm}</math> (长宽高)。</p> <p>c) 支持的深度学习框架：TensorFlow, Caffe。</p> <p>d) 兼容 Ubuntu、CentOS、windows10 等操作系统</p> <p>e) 接口：USB3.0 Type-A。</p> <p>3、高帧率视觉传感器：帧率<math>\leq 120\text{fps}</math>。</p> <p>▲4、配置远程桌面访问软件，并能自动搜索局域网中的主机。</p> <p>5、提供人工智能控制下 python 开发源代码。</p>	
3	武术擂台赛-标准平台组件包	<p>★1、组件包可配合标准版模块化机器人套件参加中国机器人大赛或中国高校智能机器人创意大赛。</p> <p>2、仪器包装箱，长宽高尺寸<math>\leq 57 \times 36 \times 28\text{cm}</math>。</p> <p>3、14.8V 锂电池组数量<math>\geq 1</math>，充电器<math>\geq 1</math>。</p> <p>4、红外接近传感器<math>\geq 4</math>个：有效距离 15-80cm 可调，开关量输出。</p> <p>5、灰度传感器<math>\geq 2</math>个，模拟量输出。</p> <p>6、红外测距传感器<math>\geq 4</math>个：测距范围 3-30cm，模拟量输出。</p> <p>7、倾角传感器<math>\geq 1</math>个：测量范围 0-180° 模拟量输出。</p> <p>8、其他配件舵机线<math>\geq 4</math>根，六方轴套<math>\geq 4</math>个，L型支架<math>\geq 4</math>个，比赛专用横纹轮胎<math>\geq 4</math>个。</p> <p>9、电机<math>\geq 4</math>套：工作电压 12V，功率<math>\geq 17\text{W}</math>，转速<math>\leq 8100\text{RPM}</math>，空载电流 5mA，堵转电流 1400mA。电机驱动器<math>\geq 2</math>套：电压 8~14.8V，持续输出电流 3A，最大峰值输出电流 6A。</p> <p>10、配置调试软件，具有以下功能：(按1项无符号指标计算)</p> <p>a) 总线上的 ID 搜索；</p> <p>b) 设置 ID、波特率、加速度以及位置限制等参数；</p> <p>c) 查看当前温度，位置，载荷、电压等状态；</p> <p>d) 速度、位置、负载等关键参数动态曲线观测。</p>	
4	智能机器人开放平台(体感版)	<p>★该机器人平台由全向移动部件和双机械臂组成，其硬件涵盖 STM32 单片机、Arduino、树莓派，软件涵盖 C、C++、Arduino、Python。</p> <p>一、硬件部分</p> <p>1、设备收纳箱尺寸<math>\leq 435 \times 400 \times 365\text{mm}</math> (长宽高)，</p>	

	<p>2、 整机规格（无“▲”按1项无符号指标计算）</p> <p>a) 机器人尺寸：<math>\leq 370 \times 320 \times 320 \text{mm}</math></p> <p>b) 机器人重量：<math>\geq 4 \text{kg}</math></p> <p>c) 最高速度：<math>\geq 2 \text{m/s}</math></p> <p>d) ▲整机自由度：<math>\geq 13</math> 个自由度，包括底盘 3 个自由度，双臂 8 个自由度，肩部 2 个自由度。</p> <p>3、 结构件：提供<math>\geq 14</math> 种 64 个结构零件。</p> <p>4、 机械臂部分（按1项无符号指标计算）</p> <p>a) 机器人具备双机械臂，每个机械臂<math>\geq 4</math> 个自由度。</p> <p>b) 机器人关节采用总线式数字舵机。</p> <p>c) 机械臂模块化设计，可快速拆装。</p> <p>5、 武器系统：至少包含刀、剑、锤三种武器。</p> <p>6、 动力系统（按1项无符号指标计算）</p> <p>a) 具备三轮驱动全向移动的运动方式。</p> <p>b) 具备航向锁定运动方式。</p> <p>c) 驱动器<math>\geq 50 \text{W}</math>，<math>\geq 16</math> 线正交编码器。</p> <p>d) 电池容量<math>\geq 1800 \text{mAh}</math>，<math>\geq 3 \text{A}</math> 专用充电器。</p> <p>7、 传感器模块：<math>\geq 9</math> 种传感器，至少包含视觉传感器、霍尔传感器、六轴姿态传感器、超声传感器、颜色传感器、碰撞传感器、温度传感器、角度传感器、声音传感器。</p> <p>8、 体感控制套装：姿态模块<math>\geq 6</math> 个，姿态模块接收器<math>\geq 1</math> 个。</p> <p>9、 机器人支持控制平台数：<math>\geq 3</math> （按1项无符号指标计算）</p> <p>a) STM32 控制器：该控制器可控制机器人舵机、电机，采集机器人本体传感器数据，拓展有 WiFi 模块。</p> <p>b) 开源控制器：主频<math>\geq 16 \text{ Mhz}</math>，支持多个本产品配套的多个传感器同时插在控制器上并顺利运行，RJ25 传感器输入接口<math>\geq 4</math> 个。</p> <p>c) 人工智能控制器，装有 Linux 操作系统，控制器内置 Linux 系统，支持 python、C、C++等语言编程。</p> <p>10、控制方式及接口：支持 USB 连接、PC 端 WIFI 连接、安卓 app 连接。</p> <p>二、软件部分</p> <p>1、▲提供图形化编程软件和 Arduino IDE 库文件（基于 scratch 二次开发），提供各种传感器、底盘、仿生机械臂等外部设备的图形编程模块。其中图形化编程模式（舞台模式）支持脱离控制器，模拟完成编程效果，完成各式各样的编程任务；Arduino 模式，支持 ArduinoIDE 进行 C 语言编程，每种传感器、底盘、仿</p>	
--	--	--

		<p>生机械臂等外部设备均提供对应的详细 API 接口函数。</p> <p>2、提供手机 APP 软件，可通过机器人 AP 模式或局域网模式连接机器人，实现手机控制机器人运动。同时支持战斗模式。</p> <p>3、提供机器人配套 python 开发源代码<math>\geq 7</math> 种（人脸识别源码、情绪识别源码、机器士兵源码、手势识别源码、二维码识别源码、基于卷积神经网络的自动驾驶源码、体感控制源码）</p> <p>三、配套资源</p> <p>1、提供产品使用指导材料一份、基于 Arduino IDE 功能函数文档一份、视频教程一套。</p> <p>2、提供实验范例的全部 python 源程序。</p> <p>3、提供依托本产品开发的《Python 机器人视觉与人工智能编程》实验指导材料一套，配套搭建指导、程序源码、竞赛规则等。</p>	
5	比赛用机器人 (无人驾驶学习平台)	<p>1、车体外尺寸<math>\leq 40\text{cm} \times 30\text{cm} \times 35\text{cm}</math>（含雷达）（长宽高）；重量<math>\leq 5\text{KG}</math>（含电池、机械臂）</p> <p>2、运动平台：最大爬坡角度<math>\geq 10^\circ</math>；支持全向移动，麦克纳姆轮<math>\geq 2</math> 对。</p> <p>3、★下位机开发平台：采用 ARM 架构的 STM32F1 系列控制核心；提供串口接口、CAN 通信接口、USB 接口<math>\geq 2</math> 个、按键、电源指示灯、状态指示灯、用户自定义 IO 接口<math>\geq 20</math> 个；支持 Keil 软件进行 C 语言开发；提供主控板扩展板，其包含：DC 5V 接口、DC 12V 接口<math>\geq 2</math> 个、舵机接口<math>\geq 2</math> 个、降压模块接口、电机驱动模块接口、超声波传感器接口、灰度传感器接口、RGB 模块接口、CAN 模块接口、PS2 遥控器接收机接口、用户自定义 IO 口、开关等；各模块采用独立安装模式，可单独拆卸。</p> <p>4、传感器与外设：集成 12 合 1 灰度传感器<math>\geq 1</math> 个，5v 供电。集成超声波传感器<math>\geq 1</math> 个，5v 供电，探测距离 2cm~6.0m，探测精度<math>\leq 1\text{mm}</math>；提供降压模块<math>\geq 1</math> 个，输出电压 5V，输出最大电流<math>\geq 5\text{A}</math>；提供 RGB 灯模块<math>\geq 1</math> 个，5V 供电，灯珠数量<math>\geq 6</math> 颗，支持程序编辑灯光；提供摄像头<math>\geq 1</math> 个，像素<math>\geq 500</math> 万；提供 2.7mm_8m <math>120^\circ</math> 无畸变 M12 镜头；提供陀螺仪模块 1 个，5v 供电，加速度<math>\pm 16\text{g}</math>，陀螺仪<math>\pm 2000^\circ/\text{s}</math>，角度：X、Z<math>\pm 180^\circ</math>，Y<math>\pm 90^\circ</math>，精度<math>\leq 0.5\text{m}</math>。</p> <p>5、电机：提供带编码器直流电机<math>\geq 4</math> 个，扭矩<math>\geq 5\text{kg} \cdot \text{cm}</math>，单个电机驱动同时驱动电机数量<math>\geq 2</math> 个。</p> <p>6、上位机开发平台：设备同时包含 CPU 和 GPU，GPU 为 128 核 Maxwell 架构，CPU 为主频 1.43GHz 的 ARM A57 架构；提供存储空间<math>\geq 64\text{GB}</math>、LPDDR4 内存<math>\geq 4\text{GB}</math>、显存<math>\geq 4\text{GB}</math> 的计算机开发平台 1 个。</p>	

		<p>7、360° 激光雷达<math>\geq 1</math>个；测距范围 0.15~6.0m。</p> <p>8、六自由度机械臂<math>\geq 1</math>个，有效负载<math>\geq 200\text{g}</math>。</p> <p>9、<math>\geq 7</math>寸显示屏 1 个，分辨率<math>\geq 1024 \times 600</math>。</p> <p>10、▲提供实验项目<math>\geq 30</math>种，其中 linux 基础教学实验<math>\geq 6</math>种，ROS 基础教学实验<math>\geq 6</math>种，openCV 基础教学实验<math>\geq 6</math>种，深度学习基础教学实验<math>\geq 2</math>种，运动类实验项目<math>\geq 6</math>种，综合性实验项目<math>\geq 4</math>种；提供上述实验项目的实验例程，包含项目说明、代码、接线说明、安装图、比赛地图包等资源。</p>	
6	机电控制教学板卡	<p>★1、具有旋转倒立摆和直流电机两个控制对象。</p> <p>★2、需要包含 PCI 连接器，能够跟虚拟仪器实验基础平台连接，兼容 Simulink 编程，提供承诺函。</p> <p>▲3、具有现成实验指导书和源程序，覆盖直流电机建模、速度控制、位置控制、稳定性分析、倒立摆建模和数字控制等环节，至少包含以下实验内容：（提供不少于两个实验的实验样张）执行如下实验</p> <p>实验 1：直流电机/旋转倒立摆系统认知</p> <p>实验 2：直流电机/旋转倒立摆控制系统辨识</p> <p>实验 3：直流电机一阶（速度），二阶（位置）系统时域分析，线性系统稳定分析法，线性系统稳态误差计算，PD 时域控制器设计</p> <p>实验 4：基于直流电机模型的根轨迹分析与前馈补偿器</p> <p>实验 5：直流电机幅频、相频特性分析</p> <p>实验 6：超前校正补偿器的设计与验证</p> <p>实验 7：离散 PD 控制器设计与稳定性分析</p> <p>实验 8：旋转倒立摆控制器设计与其摆分析</p> <p>实验 9：旋转倒立摆状态空间分析</p>	
7	虚拟仪器实验基础平台	<p>★1、基于 USB, WiFi, Ethernet 连接的工作站和用于电路开发与实验的可更换原型设计板。</p> <p>2、多通道数据采集功能，包括模拟和数字 I/O。不少于 16 路模拟通道（采样率 1MS/s），不低于 16 位 ADC，不少于 40 个数字 I/O（1MS/s）。</p> <p>3、数字万用表（DMM）。不低于四位半隔离数字万用表。</p> <p>★4、示波器。至少 4 通道，不小于 14 位分辨率，100MS/s 采样率，实时带宽 50MHz。</p> <p>▲5、函数发生器。至少 2 通道，DAC 分辨率不小于 14 位，刷新率不小于 100MS/s。</p> <p>6、固定和可变电源（2 通道<math>\pm 15\text{V}</math>，500mA）。</p> <p>7、电流电压分析仪和逻辑分析仪。</p> <p>★8、设备提供开放的 FPGA 资源，可以利用 LabVIEW FPGA 模块进行嵌入式编程控制。</p> <p>9、产品包含 40 线数字 IO 端口，100MS/s，每根线均支持独立设置为输入或输出。</p>	

		<p>★10、具有可拆卸的面包原型板，并支持通过将面包板更换为不同类型的实验板，满足自控原理、直流电机、倒立摆、数电、模电、热过程控制、传感器、信号处理、通信、电力电子、机械控制、电能系统等实验内容的扩展（提供其中不少于五种板卡的照片）</p> <p>11、设备支持 Multisim 的调用以及在线联调。</p> <p>★12、该设备具有可以在 LabVIEW, C, Python 等环境下进行仪器及实验的开发功能。</p> <p>13、该平台支持 Windows 10,8.1,7 等主流操作系统。</p>	
8	复合移动机器人(智能移动抓起机器人)	<p>一、技术参数</p> <p>（一）机械臂</p> <p>1. 本体重量：<math>\leq 25\text{kg}</math></p> <p>★2. 最大负载：<math>\leq 5\text{kg}</math></p> <p>★3. 最大臂展：<math>\geq 1096\text{mm}</math></p> <p>4. 额定电压：DC48V</p> <p>5. 工作最大速度：<math>\geq 3\text{m/s}</math></p> <p>6. 重复定位精度：<math>\leq \pm 0.02\text{mm}</math></p> <p>7. 最大运动范围：（按 1 项无符号指标计算）</p> <p>a) J1：不低于<math>\pm 360^\circ</math></p> <p>b) J2：不低于<math>\pm 360^\circ</math></p> <p>c) J3：不低于<math>\pm 160^\circ</math></p> <p>d) J4：不低于<math>\pm 360^\circ</math></p> <p>e) J5：不低于<math>\pm 360^\circ</math></p> <p>f) J6：不低于<math>\pm 360^\circ</math></p> <p>8. 最大运动速度：（按 1 项无符号指标计算）</p> <p>a) J1：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>b) J2：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>c) J3：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>d) J4：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>e) J5：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>f) J6：不低于<math>180^\circ/\text{s}</math></p> <p>▲9. 末端 I/O：DI <math>\geq 2</math> 路，DO <math>\geq 2</math> 路，AI <math>\geq 2</math> 路。</p> <p>10. 示教方法：手持示教器/APP。</p> <p>11. 通信接口：支持 RS485。</p> <p>12. 通讯方式：支持 TCP/IP、Modbus、EtherCAT、无线网络。</p> <p>13. 控制箱 I/O：DI<math>\geq 16</math>，DO/DI<math>\geq 16</math>，AI<math>\geq 2</math>，AO<math>\geq 2</math>，ABZ 增量编码器<math>\geq 1</math>。</p> <p>14. 环境：<math>0^\circ\text{C}\sim 45^\circ\text{C}</math>，防护等级：<math>\geq \text{IP54}</math>。</p> <p>15. 典型功耗：<math>\geq 150\text{W}</math>。</p> <p>16. 材质：铝合金，ABS 塑料。</p> <p>17. 末端控制面板：（无“▲”的按 1 项无符号指标计算）</p> <p>a) ▲进入/退出拖动示教：通过长按或者短按可以</p>	

	<p>控制拖拽模式(要求提供对应佐证材料)</p> <p>b) ▲拖动轨迹录制：通过长按或者短按可以控制轨迹录制模式,实现轨迹动作姿态录制(要求提供对应佐证材料)</p> <p>c) ▲轨迹复现：通过长按或者短按可以控制轨迹复现(要求提供对应佐证材料)</p> <p>d) 夹爪等末端控制：启动或关闭夹爪</p> <p>e) 快捷上下使能按钮：支持</p> <p>(二) 电动夹具</p> <p>1. 负载：≥3 kg</p> <p>2. 抓持力（单侧）：45~160 N</p> <p>3. 总行程：≥95 mm</p> <p>4. 位置重复精度：≤± 0.03 mm</p> <p>5. 打开/闭合时间：≤0.7 s/0.7 s</p> <p>6. 传动方式：丝杆螺母+连杆机构</p> <p>7. 运行噪音：&lt; 50 dB, 10. 防护等级：≥IP 54</p> <p>8. 通讯协议：Modbus RTU (RS485)</p> <p>9. 工作电压：24 V DC ± 10%</p> <p>(三) 力控传感器</p> <p>1. 直径：≤75mm</p> <p>2. 高度：≤31.5mm</p> <p>3. 过载水平：300%FS</p> <p>4. ▲精度：≤0.1%FS</p> <p>5. 准度：≤0.5%FS</p> <p>6. 重量：≤0.28kg</p> <p>7. 工作温度：5 ~ 80℃</p> <p>8. 采样分辨率：≥24Bit</p> <p>9. 采样频率：≤1000Hz</p> <p>10. 供电电压：9 ~ 24VDC</p> <p>11. 通信方式：支持 RS422/RS485/ModBus/CAN/EtherCAT/EtherNET/USB</p> <p>(四) 深度相机</p> <p>1. ZUI 校深度距离：≥10cm</p> <p>2. 深度误差：≤2m</p> <p>3. 深度图像分辨率：支持 1280*720@30fps 或 848*480@90fps</p> <p>4. 深度视角：≥86*57、全局快门</p> <p>5. 彩色图像：2MP、≥64* 41°、卷帘快门</p> <p>(五) 移动机器人</p> <p>1. 尺寸：≥350×300×200mm，前后预留一定空间(含孔</p>	
--	---	--



	<p>位),可搭载 3D 激光雷达</p> <p>2. 重量: <math>\geq 15\text{kg}</math></p> <p>3. 续航时间: <math>\geq 15\text{h}</math>(空载)</p> <p>4. 负载能力: <math>\geq 60\text{kg}</math></p> <p>5. 核心控制器:处理器性能不低于 Intel Core-i7 9700, 内存<math>\geq 16\text{G}</math>, 硬盘为<math>\geq 256\text{G}</math> 的固态硬盘</p> <p>6. 传感器:一拖四<math>\times 2</math>, 超声波控制器可直接与导航工控机直连, 提供底层驱动, 便于二次开发。</p> <p>7. 编码器:增量式 AB 相 高精度编码器 500PPR, 编码器里程计 ROS 内真实数据发布频率<math>&gt;100\text{Hz}</math>。</p> <p>8. IMU: 3 轴陀螺仪+3 轴加速度计, R、P 角度误差<math>\leq 0.2^\circ</math>, Y 角度误差<math>\leq 1^\circ</math>, 要求至少可提供航向角 Yaw 输出, 要求 IMU 可与导航工控机通过 USB 等方式直连, ROS 内真实数据发布频率<math>&gt;200\text{Hz}</math>。</p> <p>9. 激光雷达: TOF 高精度激光雷达<math>\geq 1</math> 个, 扫描角度<math>\geq 360^\circ</math>, 扫描频率<math>\geq 10\text{Hz}</math>。</p> <p>10. 驱动方式: <math>\geq</math>轮毂电机<math>\times 2</math></p> <p>11. 电源: <math>\geq 20000\text{mah}/22.2\text{v}</math></p> <p>12. 机体材料: 金属型材</p> <p>13. 调试接口: SWD 接口</p> <p>14. 交换机: <math>\geq</math>千兆无线, <math>\geq 4</math> 口</p> <p>二、控制软件</p> <p>(一) 机械臂</p> <p>1. 主界面包含脚本编程、图形编程(积木编程)、点动面板以及系统设置等, 其中语言至少支持中文、英文(提供对应佐证材料);</p> <p>2. 返回主界面, 在任何页面下单击按键均可返回主界面;</p> <p>3. 具有设备连接及状态显示;</p> <p>4. 报警日志, 用于查看当前出现的报警情况, 并能清楚报警, 恢复正常运动;</p> <p>5. ▲全局速率, 点击即可设置全局速率, 取值范围: 1%-100%;</p> <p>6. 急停开关, 机器人运行过程中出现突发情况时可按下急停开关, 使机器人紧急停止;</p> <p>7. 点动面板, 点击按键进入控进行机械臂点动等操作, 可实现至少包含关节、用户坐标、工具坐标等 3 种以上方式;</p> <p>8. I/O 监控, 点击按键进入 I/O 监控界面;</p> <p>9. 基础应用, 包含示教再现、图形编程(积木编程)、脚本编程、虚拟仿真、碰撞检测及关节抱闸等。</p> <p>10. ▲示教再现: 拖拽示教按钮, 在上使能状态下, 按下拖拽示教按钮, 拖动关节(轴), 可以到达目标位置,</p>	
--	---	--

	<p>再次按下拖拽示教按钮， 锁紧关节（不可拖动），至少可选 5 种运动参数设置，运行后即可再现软件示教的功能或者动作(提供对应佐证材料)。</p> <p>11. ▲积木编程（图形化编程平台），用户可用拼图的方式进行编程来控制机械臂的运行(提供对应佐证材料)；</p> <p>12. 脚本编程：提供丰富的 API 接口，例如运动指令、TCP/UDP 指令等，采用工业级编程语言 lua，为用户进行二次开发时调用。</p> <p>13. ▲虚拟仿真：用户点动或运行时，可通过虚拟仿真界面实时查看运动状况，同时提供六轴机器人虚拟仿真编程与再现功能，通过编程控制可实现仿真应用(提供对应佐证材料)；</p> <p>14. ▲碰撞检测：主要用于减少碰撞力对机械臂的影响，避免机械臂或者外围设备损坏，开启碰撞检测后，当机械臂碰撞到障碍物时会暂停运行，以防机器或操作人员碰撞受伤(提供对应佐证材料)。</p> <p>15. 关节抱闸：处于非运行状态时，防止伺服电机轴运动，使电机保持位置锁定，确保机械的运动部分不会因为自重或外力移动。</p> <p>（二）移动机器人</p> <p>1. 手机端 APP：可提供安卓手机操作 APP，可实现手机控制下移动机器人的地图构建、定位、导航、多点巡航支持二次开发；</p> <p>2. ROS 资源：整体系统基于 ROS，可实现 ROS 下的地图构建、定位、导航功能，模块接口完全遵循 ROS 标准，提供源代码，支持算法验证和优化，可进行二次开发；</p> <p>3. Windows 系统资源：可提供 Windows 系统下功能 DEMO，并提供 SDK，支持二次开发。</p> <p>三、赛训资源</p> <p>1. 现场提供积木编程手册一套，至少包含控制指令、变量指令、运动指令、位姿、I/O 指令、Modbus 指令、TCP 指令、Vision 指令、码垛指令等详细的讲解与使用操作；</p> <p>2. 提供 lua 编程手册一套，至少包含运动指令、运动参数设置指令、输入输出指令、程序管理指令、获取位姿指令、TCP、UDP、Modbus、末端工具、码垛等详细的讲解与使用操作；</p> <p>3. ▲要求能够参加中国高校智能机器人创意大赛，并具有赛事培训方案一套(包含培训 PPT、赛事演示视频等)；</p> <p>4. ▲提供机械臂 TCP-IP-Protocol 文档以及基于 MATLAB、LabVIEW、 C#、Python、C++、ROS、Java(含</p>	
--	---	--

		Android 端)二次开发的 Demo(提供对应佐证材料)	
9	3D 激光雷达	1、激光波：905 nm，人眼安全级别：Class 1 (IEC60825-1:2014) (人眼安全) 2、★量程 (@ 100 klx)：150 m @ 10% 反射率 3、FOV：120° (水平) ×25° (垂直) 4、测距随机误差 ( $1\sigma$ @ 20m)：< 2 厘米 5、角度随机误差 ( $1\sigma$ )：< 0.1° 6、光束发散角度：0.28° (垂直)×0.03° (水平) 7、分辨率@ROI 区域：0.23° (垂直) 0.18° (水平) 8、点云输出：452,000 点/秒 9、数据网口： HAP (T1)：100BASE-T1 车载以太网 HAP (TX)：100BASE-TX 标准以太网 10、数据同步方式：gPTP 11、虚警率 (@ 100 klx) $^2$ ：< 0.01%。	
10	移动机器人所用传感器	★1、产品至少覆盖 8 个传感器原理实验，包括： 【温度测量】热敏电阻、热电偶、PT100； 【金属箔式应变片测量】单桥、半桥、全桥； 【加速度测量】三轴加速度测量； 【距离测量】红外测距； 【光电测量】光敏电阻； 【超声波测量】测距； 【速度测量】光耦传感器电机测速； 2、加速度传感器采用低功耗 3 轴加速度计，测量范围不小于±3G，能够测量小于 1.0° 的倾斜角度变化； 3、红外测距传感器距离测量范围不小于 10~80cm，转换精度不低于 0.5cm； ▲4、提供所有实验源程序、实验指导书、说明书等资料； ★5、需要包含 PCI 连接器，能够跟虚拟仪器综合教学实验平台连接，兼容 LabVIEW 编程，提供承诺函。	
11	伴随仿生机器人(四足智能机器人)	(一) 基础参数： 1 重量(带电池) 12kg±1.5kg； 2 ▲负载能力≥5kg； 3 最快奔跑速度≥3.7m/s； 4 电池续航时间:1.5-2.5h； 5 ▲最大爬坡度≥35°； 6 ★自由度：整机≥12,单腿≥3； 7 输出电源：可输出至少 5V、12V、24； 8 接口：HDMI 口≥3、千兆以太网口≥1、USB 接口≥3、TYPE-C 接口≥22、SIM 卡槽≥1、背部集成接口≥1、腹部电源接口≥1； 9 线或触电自主充电功能，具备 5V8A，12V8A 电源	

		<p>对外输出接口（可扩展至 24V、48V 等），24V30A 电源输入接口；</p> <p>10 保护功能：具有跌落、过温、急停等三种保护；</p> <p>11 控制模式：至少提供遥控、伴随与自主模式；</p> <p>12 髌侧摆关节：<math>-40^{\circ}\sim+40^{\circ}</math>；髌前摆关节：<math>-218^{\circ}\sim+45^{\circ}</math>；膝关节：<math>+24^{\circ}\sim+132^{\circ}</math>；关节模组外径<math>\geq 80\text{mm}</math>；</p> <p>13 减震降噪气囊数量<math>\geq 4</math> 个。</p> <p>（二）大脑系统：</p> <p>1 主板运动控制器：<math>\geq 1\times 4</math> 核@1.5GHz，内存<math>\geq \text{DDR4L } 2\text{GB}</math>，闪存<math>\geq 32\text{GB}</math>。</p> <p>2 算力：内置<math>\geq 8</math> 核 CPU+GPU 的 AI 算力（<math>\geq 256\text{Core}</math>，<math>\geq 1.0\text{TFLOPS}</math>）；</p> <p>3 感知控制器<math>\geq 2</math> 台 Nano 控制器；软件：ARM 架构，支持 C++或 C，Python，图形化编程，科研编程接口<math>\geq 1</math>；</p> <p>4 图形编程接口<math>\geq 1</math>。</p> <p>5 其它运动控制：至少具备跳跃空中转体 <math>90^{\circ}</math> \支持踢踏舞\太空步\双腿站立等功能，<math>\leq 1</math> 米处跌落不会损坏且<math>\leq 2</math> 秒继续行走。</p> <p>6 攀爬楼梯单台阶高度<math>\geq 12\text{cm}</math>。</p> <p>（三）感知模块参数：</p> <p>1 鱼眼双目深度相机<math>\geq 5</math> 对（<math>\geq 10</math> 镜头），单组感知角度不窄于 <math>150^{\circ}\times 170^{\circ}</math>。且开放全部鱼眼双目深度摄像头 RGB 图和点云图。提供人体识别等人体感知功能。</p> <p>2 超声波<math>\geq 4</math> 个，量程：5-200cm，20-200cm（尾部），测量精度<math>\pm (1+S\times 3\%)</math>。</p> <p>3 足端力传感器<math>\geq 4</math> 个，最小分辨率<math>\leq 5\text{g}</math>，且开放提供足端力传感器反馈接口。</p> <p>4 高精度激光雷达：类型<math>\geq 16</math> 线，测量距离<math>\geq 100\text{m}</math>，至少具有导航规划、动态避障，自主定位，地图构建等功能，室内外均可。</p> <p>5 具备英伟达 NX 感知开发模块，支持超大算力视觉及雷达的二次开发。</p> <p>6 具有 4G 模组(含 GNSS)或者更优配置，能够远程遥控/图传/喊话，GPS/北斗数据获取。</p> <p>（四）扩展功能：</p> <p>1 具有基于视觉的自主避障、基于视觉的人体骨架感知和姿态识别，VSLAM，智能伴随系统，人体识别等功能。</p> <p>2 开放接口：机器人机载传感器接口全开放，支持二</p>	
--	--	---	--

		次开发。 3 底层控制：可以实时读取和控制机器人的所有电机和传感器，直接使用开源机器人算法。 4 高层控制：可以直接给机器人发送前后左右移动等高层运动命令。	
--	--	--	--

注：详细技术指标及功能需求中要求“提供对应佐证材料”是指第三方检测报告或产品技术白皮书或产品彩页资料或产品说明书等证明材料并加盖投标人公章。

## 服务要求

序号	服务要求项目	指标符号	服务要求标准
1	技术文件	#	应提供全套、完整的书面技术资料，包括仪器说明书、操作手册、简单维修说明等。
2	设备安装、调试和验收	★	在合同生效后应向用户提供详细的安装要求并提供技术咨询；在仪器到达前，供应商应通知用户水、电、气及其他仪器等必备辅助设施的具体要求，从而让用户提前做好仪器安装准备。仪器到达用户所在地，在接到用户通知后一周内进行安装调试，直至通过验收。
3	技术培训	#	供应商应提供完整的培训方案，包括内容、人员、时间、地点、频次等。在用户所在地对仪器使用者 2-3 人进行仪器操作和维护进行培训，使被培训人员达到能够熟练使用。培训内容包括仪器的技术原理、操作、数据处理、基本维护等。场地、交通等与培训相关的费用均由供应商承担。
4	原厂售后服务承诺	#	原厂售后服务承诺函：供应商提供模块化机器人（标准版）、模块化机器人的人工智能组件包、武术擂台赛-标准平台组件包、智能机器人开放平台（体感版）、比赛用机器人（无人驾驶学习平台）、机电控制教学板卡、虚拟仪器实验基础平台、复合移动机器人（智能移动抓起机器人）、3D 激光雷达、移动机器人所用传感器、伴随仿生机器人（四足智能机器人）原厂商售后服务承诺函加盖原厂公章，并承诺以下服务内容：

			提供所有软硬件设备生产厂家出具的不少于一年无条件保修、备品备件和技术支持服务，以及提供 7*24 小时技术支持服务、电话报修后 24 小时内排除故障、原厂工程师（及以上）服务。
5	投标人服务标准	#	<p>投标人承诺所有软硬件不少于一年无条件保修、所有软件一年无条件保修升级、电话报修后 2 小时上门服务、12 小时内排除故障（加盖公章）。</p> <p>投标人承诺在保修期内，如果系统发生故障，在接到采购人通知后须在 1 小时内提供技术响应。如采购人需要，投标人应在 1 小时之内安排技术人员到达现场排除故障，负责无条件调查故障原因并实施更换、修复等工作直至故障解决。当设备发生故障且 8 小时内无法修复时，在 1 天内提供备机服务，直至故障解决（加盖公章）。</p> <p>投标人承诺所有硬件过一年无条件保修期后按维修市场价的 50%收取维修费、所有软件过一年无条件保修升级期后按原价的 10% 进行维修升级，响应速度同保修期响应速度。</p>
6	备品备件	△	供应商提供的备品备件方案完善、合理且具有针对性。
7	服务体系	△	技术支持与服务体系健全，组织机构、管理和服务人员针对工程实际配置且合理。
8	集成实施服务	#	<p>供应商要根据本项目特点，提供集成实施和安装施工调试方案，负责本次所有产品的安装调试集成等服务工作（费用包含在总价中）。具体要求如下：</p> <p>1、深刻理解本项目建设需求，需求理解分析到位、描述清晰；系统规划合理，功能模块完整，系统逻辑清晰；</p> <p>2、有合理的项目实施策略、计划，有切实可行的协调、解决和完成项目的工作方法和措施；</p> <p>3、有合理实施进度计划、详细的人员分配清单以及完整的项目管理方案等内容；</p> <p>4、能针对项目业务和功能需求提出具有针对性的实施方案，方案符合实际情况，技术先进、设计合理。整体方案科学合理，应针对本项目特点，提出合理的服务方案。</p>

说明：服务要求中按重要性分为“★”、“#”和“△”。★代表实质性指标，不满足该指标项将导致投标被拒绝，#代表重要指标，△则表示一般指标项。各符号应按照附件4评分因素与标准中细则进行评分。

## ★商务要求（实质性要求）

（一）履约时间：合同签订后30天内交货。

（二）履约地点：西南交通大学犀浦校区机械学院馆外实验室（产教融合实训室）。

（三）付款方式：

### 1、分期付款

第一期：合同生效且供应商提交履约保证金后，预付合同金额的40%；

第二期：项目验收合格后，支付合同金额的60%。

2. 每次付款前，供应商应出具等额增值税普通发票，发票与合同的银行账户信息应保持一致。

（四）验收方法和标准：

1、货物到达现场后，供应商应在采购人在场情况下当面开包，共同清点、检查外观，作出验货记录，双方签字确认后开始安装调试。

2、中标（成交）供应商应保证货物到达采购人所在地完好无损，如有缺漏、损坏，由供应商负责调换、补齐或赔偿。

3、中标（成交）供应商应提供完备的技术资料、装箱单、授权文件或生产厂商提供的原厂正品出货证明材料（非装箱清单组成材料）等，并派遣专业技术人员进行现场部署调试。验收合格条件如下：

（1）产品技术参数与采购合同一致，性能指标达到规定的标准；

（2）产品技术资料、装箱单、授权文件或生产厂商提供的原厂正品出货证明材料等资料齐全；

（3）在产品（系统）试运行期间所出现的问题得到解决，并运行正常；

（4）在规定时间内完成交货并验收，并经采购人确认。

4、产品在部署调试并试运行符合要求后，才作为最终验收。

5、采购人对供应商交付的产品（包括质量、技术参数等）进行确认，并

出具书面验收意见。

## 方案要求

1、供应商提供针对本项目的需求分析，包含①系统的建设目标、②项目建设要求；

2、供应商提供针对本项目的产品技术方案，包含①出厂及现场组装技术方案、②产品选型、③产品性能、④升级扩展性。

3、供应商提供针对本项目的实施方案，包含①项目团队人员配置及专业能力、②关键时间节点、③进度控制措施、④质量控制措施。