

招标项目技术、服务、政府采购合同内容条款及其他 商务要求

前提：投标人根据提供的投标产品及相关服务实际情况进行响应。本章中标注“★”的条款为本项目的实质性条款，投标人不得低于实质性条款的要求，若不满足的将按照无效投标处理；本章中未标记“★”的条款，将按照第五章综合评分明细表的规定进行评审，投标人优于或等于其相应要求均属于满足参数要求，若不满足的将进行扣分。

一、项目概述

1. 项目概况：本项目共 3 个包，包 1：机器人创新实训项目，包 2：算法类在线实训竞赛平台，包 3：飞行器及人工智能创新实训项目。

2. 标的名称及所属行业：

包号	包名称	序号	标的名称	数量	单位	是否核心产品	所属行业	是否允许采购进口产品
1	机器人创新实训项目	1	仿生四足机器人训练平台	2	套	否	工业	否
		2	机器人视觉逻辑算法平台	2	套	否	工业	否
		3	桌面 ROS 移动机器人	2	套	否	工业	否
		4	模块化智能交互机器人平台	1	套	是	工业	否
		5	ROS 移动抓取机器人	2	套	否	工业	否
		6	机器人实训场地套装	1	套	否	工业	否
2	算法类在线实训竞赛平台	1	算法类在线实训竞赛平台	1	套	是	工业	否
		2	直播导播切换台	4	套	否	工业	否
		3	直播编码推流器	4	台	否	工业	否

		4	一拖二无线话筒	4	套	否	工业	否
		5	直播提词器	4	套	否	工业	否
		6	LED 补光灯	4	台	否	工业	否
		7	摄像机一	4	套	否	工业	否
		8	摄像机二	4	台	否	工业	否
		9	多功能三脚架	4	套	否	工业	否
		10	智慧屏	4	台	否	工业	否
		11	数据处理终端	4	台	否	工业	否
3	飞行器及人工智能创新实训项目	1	AI 机器人竞技平台	1	台	否	工业	否
		2	空中智能侦察无人机	1	套	否	工业	否
		3	集群编队无人机系统	1	套	否	工业	否
		4	多功能机构设计套件	2	套	否	工业	否
		5	组合式竞赛机器人套装	4	套	否	工业	否
		6	智能视觉分拣场景应用系统	2	套	否	工业	否
		7	智能 AI 学习实践平台	2	套	是	工业	否
		8	深度学习智能车	1	套	否	工业	否
		9	室外 ROS 移动平台	2	套	否	工业	否
		10	AI 双轮足机器人	2	套	否	工业	否
		11	复合型机器人协作系统	1	套	否	工业	否
		12	飞行器及人工智能训练场地	1	套	否	工业	否

注：以上标的是否属于强制采购节能产品：否；是否属于优先采购节能产品：否；
优先采购环境标志产品：否。

二、技术参数及要求

包 1:

序号	标的名称	主要技术规格、指标、性能参数
1	仿生四足机器人训练平台	<p>1、整机重量（带电池）：不低于 14kg，不高于 16kg；长宽高（站立时）$\geq 700*310*400$ mm；长宽高（趴下时）$\geq 760*310*200$ mm；最大爬坡角度$\geq 40^\circ$；最大攀爬落差高度≥ 16cm；负载能力：静态站立最大负载能力≥ 20kg（持续时间≥ 10 分钟），行走时最大负载能力≥ 8kg；最大运动速度：≥ 3.7m. s；</p> <p>★2、机器狗配备足端力传感器，数量大于等于 4 个；腿和机身连接处具备全向柔性缓冲结构，可有效吸收全向冲击；全系支持智能 OTA 升级；具备安卓&苹果端 APP，具备 APP 高清图传、遥控、机器狗状态查看等功能，具备图形化编程功能；</p> <p>3、关节模组外径≥ 80mm，关节模组直径越大，关节输出扭矩越大，机器狗运动性能越好。采用外转子电机；膝关节电机附近内置专利热管辅助散热系统；膝关节内走线，小腿和大腿关节之间无外置线缆；</p> <p>4、在保证机器狗安全情况下，各关节都有足够大的运动范围：机身关节：$-48^\circ \sim +48^\circ$，大腿关节：$-200^\circ \sim +90^\circ$，小腿关节：$-156^\circ \sim -48^\circ$</p> <p>二、智能感知要求</p> <p>1、配备 4G 通信，内置 eSIM；内置 WiFi6 双频无线模组，支持 2.4G 以及 5.8G wifi，且同时支持 STA 和 AP 两种模式；内置蓝牙 5.2 模组；电池容量不得低于 15000mAh，额定能量不得低于 432Wh；支持拓展无线或触点自主充电功能；配备无线矢量定位及控制系统，无需使用遥控器控制机器狗即可实现机器狗位于人的侧向余光视线内伴随；</p> <p>★2、下巴处配置 1 台超广角 4D 激光雷达：FOV$360^\circ \times 90^\circ$，扫描距离$\geq 30$m；近处盲区为$\geq 0.05$m；可实现探物避障，配备麦克风、扬声器、照明灯，具备系统状态指示功能，实时反馈机器人状态；内置语音识别模块，具备语音交互功能；广角摄像头具有 1080P 高清拍摄能力，通光孔径 F2.2，支持人体跟踪识别等算法开发；配置 1 组深度相机；</p> <p>三、运动控制要求：</p> <p>1、搭载≥ 8GB 算力模组（40Tops 算力的拓展坞），可提供≥ 40Tops 算力；</p> <p>2、提供接口：USB3.0-Type A 接口≥ 1 个、USB3.0-Type C 接口≥ 2 个（可转 HDMI 输出）、千兆以太网口≥ 2 个（标准 RJ45）、百兆以太网口≥ 1 个（GH1.25-4PIN）、M8 航插接口≥ 1 个；XT30U-F 电源口：12V1A 输出≥ 2 路；5V2A 输出≥ 1 路；BAT 电源输出≥ 1 路；</p> <p>3、步态要求：</p> <p>（1）提供运动能力包括：踏步、行走、奔跑左右运动、原地转</p>

		<p>弯等功能，能走弧线，走圆形；</p> <p>(2) 提供高阶步态包括：上下台阶、斜坡等等，以及支持行走和跑步等多种步态开发；</p> <p>(3) 配备月球步（即太空步）功能，配备并腿跑功能；</p> <p>(4) 配备侧边步功能（即在右前脚右后脚悬空的情况下用左前脚左后脚行走，或在左前脚左后脚悬空的情况下用右前脚右后脚行走）；</p> <p>(5) 配备交叉步功能（即在右前脚左后脚悬空的情况下用左前脚右后脚行走，或在左前脚右后脚悬空的情况下用右前脚左后脚行走）；</p> <p>(6) 提供多种展示动作，包括向上跳、向前跳、前空翻、开心、握手、扑人、坐下、伸懒腰、作揖、多种创意舞蹈等；</p> <p>★4、配备软硬件二次开发包，支持与四足机器人协同控制，支持目标物体的检测与搬运等，并提供代码示例。（投标文件中需提供投标人承诺函加盖公章）。</p>
2	机器人视觉逻辑算法平台	<p>一、本设备平台由四轴抓取系统、视觉检测系统、仓储货架、运载平台组成。在开放的控制平台实现对不同颜色形状物料的标定识别、智能存储，实现智慧存储应用场景的智能化。</p> <p>二、四轴抓取系统要求：</p> <p>1、由四轴电机机构和吸盘组成，主要功能是将视觉检测区的物料吸取放置到仓储货架指定位置。</p> <p>2、轴数：≥ 4 轴；负载：≥ 290 g；工作范围：≥ 290mm；重复定位精度：± 0.2 mm；</p> <p>3、应用程序：国产自主控制软件 Studio（支持点位示教、图形化、Python 等编程方式），软件支持机械臂角度模式/坐标模式控制，支持末端工具及扩展配件（传送带、滑轨）编程控制；</p> <p>4、支持控制方式：PC、机器视觉、语音，支持 ROS、Arduino、C、C++、Python 等二次开发，提供 Python SDK、Arduino API 等开发工具包。</p> <p>三、视觉检测系统要求：由视觉检测相机、光源、置物平台组成，主要功能是检测置物平台上物料的形状和颜色。</p> <p>四、仓储货架要求：由铝型材和铝塑板搭建而成，用于放置识别后的物料。</p> <p>五、运载平台要求：</p> <p>1、控制器：基于性能不低于 ARM Cortex-M4 内核 32 位 MCU。</p> <p>2、上位机 CPU 性能不低于四核四线程处理器。</p> <p>3、含语音模块、超声波模块、激光雷达、IMU 模块。</p> <p>▲六、大赛与课程体系支持：可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个（说明可参加的赛项并提供竞赛组委会授权证书复印件）。</p>
3	桌面 ROS 移动机器人	<p>结构参数</p> <p>1、平台采用轻便铝合金框架作为本体，整体为车式造型；车体外尺寸$\leq 40\text{cm} \times 30\text{cm} \times 35\text{cm}$（含雷达）；整车重量$\leq 5\text{KG}$（含电池、机械臂）；最大爬坡角度$\geq 10^\circ$，支持全向移动，集成 98mm 麦克纳姆轮 2</p>

		<p>对；</p> <p>二、下位机开发平台：</p> <p>1、采用 ARM 架构的控制核心，提供串口接口、CAN 通信接口、USB 接口≥ 2 个、按键、电源指示灯、状态指示灯、用户自定义 IO 接口≥ 20 个，支持 Keil 软件进行 C 语言开发；</p> <p>2、提供主控板扩展板，其包含：DC 5V 接口、DC 12V 接口≥ 2 个、舵机接口≥ 2 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>三、传感器与外设</p> <p>1、集成超声波传感器≥ 1 个，提供降压模块≥ 1 个，提供 RGB 灯模块≥ 1 个，提供无畸变 M12 镜头≥ 1 个，提供陀螺仪模块≥ 1 个；</p> <p>2、提供带编码器直流电机≥ 4 个，扭矩$\geq 5\text{kg}\cdot\text{cm}$，$\geq 12\text{v}$ 供电；单个电机驱动满足至少同时驱动电机数量≥ 2 个；</p> <p>3、电池：容量$\geq 10000\text{mAh}$，电池自带保护电压，低于 9V 自动关断进行低压保护。</p> <p>四、上位机开发平台：</p> <p>1、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$\geq 64\text{GB}$、LPDDR4 内存$\geq 4\text{GB}$、显存$\geq 4\text{GB}$ 的计算机开发平台 1 个，5V 供电 10W 最大功率。串口数≥ 3；USB 接口数量≥ 4，HDMI 和 DP 接口≥ 1。</p> <p>2、激光雷达：提供 360° 激光雷达 1 个，室内测距范围 0.15~6.0m，激光雷达置顶安装、遮挡角度小于 60 度；</p> <p>3、机械臂：提供六自由度机械臂 1 个，使用串口舵机驱动，机械臂有效负载$\geq 200\text{g}$；</p> <p>4、显示屏：提供≥ 7 英寸高清显示屏 1 个，显示屏分辨率$\geq 1024*600$；锂电池平衡充电器 12V/3A，提供 PS2 遥控器，通信距离≥ 8 米；</p> <p>★5、配备定制激光打靶云台 1 个；</p> <p>五、STM32 控制套装</p> <p>★1、STM32 控制套装≥ 1 套，STM32 核心板≥ 1 个：基于 ARM Cortex-M3，内核设计 CPU 主频 72Mhz；STM32 学习板≥ 1 个；直流减速电机≥ 1 个；舵机≥ 1 个；0.96 寸 OLED 显示屏≥ 1 个；步进电机≥ 1 个；温湿度传感器≥ 1 个；温度传感器≥ 1 个；烟雾传感器≥ 1 个；光敏传感器≥ 1 个；无源蜂鸣器≥ 1 个；有源蜂鸣器≥ 1 个；旋转电位器≥ 1 个；按键模块≥ 1 个；超声波传感器≥ 1 个；发光二极管≥ 1 个；3S 850mAh 电池≥ 1 个。</p> <p>2、行为控制模组：</p> <p>2.1 行为控制模组≥ 1 个，基于 ARM 的核心控制板，能够精确控制车速和转向速度，且能够实时反馈线速度和转向速度。板载集成 6 轴 IMU 芯片，端子采用快速拔插端子；</p> <p>▲2.2 可采用 DC9~24V 供电方式，具有电压输入反接保护，供电端子间距$\leq 3\text{mm}$；模组外形尺寸$\leq 130*130*40\text{mm}$，外壳采用铝合金</p>
--	--	--

		<p>材质。(提供经过 CMA 或 CNAS 认可的第三方检测机构出具的检测报告扫描件以及在国家市场监督管理总局-全国认证认可信息公共服务平台查询到该检测报告编号的截图,做入标书内。投标人对提供材料的真实性负责, 否则自行承担相关法律后果)</p> <p>●2.3 提供线上飞书“学习社区”, 用于学生基础练习训练, 投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。(投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示, 演示内容至少包含以下内容。)</p> <p>(1) 机械部分: SolidWorks 教程与软件介绍、SolidWorks 草图操作讲解、SolidWorks 简单草图实战训练、SolidWorks 复杂草图实战训练、SolidWorks 简单特征讲解、SolidWorks 简单特征实战训练、SolidWorks 齿轮弹簧绘制及讲解、SolidWorks 放样扫描操作讲解、SolidWorks 复杂零件讲解及训练、标准件调用(Toolbox 麦迪)、SolidWorks 装配操作讲解说明、SolidWorks 装配实战训练</p> <p>(2) 电控部分: codeblocks 的安装以及 C 语言环境配置、二进制的了解以及 C 语言语法初步、C 语言变量, 数组, 结构体的了解、C 语言函数的了解、keil 软件的安装以及环境配置、电路的初步了解及原理图与线路板的查看、keil 框架及点亮 LED 灯、PWM 理论初步、跑马灯、按键及外部中断、内部中断、对于串口通信的理论学习、对于串口通信的实践学习、LCD 显示的了解及初步学习</p> <p>(3) 软件编程部分: 学习工具推荐、计算机基础、编程基础-Python 入门、编程基础-C 语言基础、编程基础-Python 基础、操作系统基础、Linux 系统基础、Ubuntu 系统基础与安装、终端与指令基础与使用、ROS 介绍与安装</p> <p>六、教学资源:</p> <p>1、提供支持单片机类、机器人技术类课程。包括机器人课程教学项目开发、STM32 单片机课程教学、创新创业项目的设计与实现、竞赛作品的制作等。提供不低于 30 种实验项目, 其中 linux 基础教学实验不低于 6 种, ROS 基础教学实验不低于 6 种, openCV 基础教学实验不低于 6 种, 深度学习基础教学实验不低于 2 种, 运动类实验项目不低于 6 种, 综合性实验项目不低于 4 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、安装图等资源。</p> <p>★2、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个(说明可参加的赛项并在投标文件中提供投标人承诺函)。</p>
4	模块化智能交互机器人平台	<p>一、机器人本体要求:</p> <p>★1、驱动方式: 4 轮独立驱动; 底盘驱动控制器: 不低于 Cortex-M4 控制芯片; 续航时间: ≥ 3 小时; 最高速度: $\geq 1.5\text{m/s}$; 爬坡能力: $\geq 15^\circ$; 离地间隙: $\geq 50\text{cm}$;</p> <p>二、控制器要求:</p> <p>1、不低于 1.5G 双核四线程处理器; 内存插槽≥ 1, 支持单通道$\geq 1600/1333\text{MHz}$ DDR3L/1.35V 内存, 最大支持$\geq 8\text{GB}$; Mini-PCIE 插槽≥ 1, 至少支持 WIFI、3G 模块; VGA≥ 1, 支持的分辨率最高$\geq 1920 \times 1200 @ 60\text{HZ}$; HDMI$\geq 1$, 支持的分辨率最高$\geq 3200 \times 2000 @ 60\text{HZ}$。</p>

		<p>三、导航模块要求：</p> <p>1、测距频率：≥9000Hz；扫描频率：≥12Hz；测距最高可达值：≥16m；扫描角度：≥360Deg；测距分辨率：≤0.5mm（2m 以内）≤实际距离的 1%（2m 以外）；角度分辨率：≥0.28Deg。</p> <p>四、视觉模块要求：</p> <p>1. 双目要求：深度工作范围：≥0.6-8m；深度精度：≥1m±3mm；深度视场角：≥58.4° *45.7° ；)深度分辨率：≥1280*1024@7fps,640*480@30fps；RGB 视场角：≥66.1° *40.2° ；RGB 分辨率：≥1280*720@7fps,640*480@30fps。</p> <p>2. 单目要求：分辨率：≥1920*1080@60fps；手动变焦，支持白光补光；视场角：≥74.5*66*40。</p> <p>五、机械臂要求：</p> <p>1、轴数：6+1 轴；极限负载：≥500 g；工作范围：≥315mm；重复定位精度：±0.5 mm；通信接口：USB\WiFi\Bluetooth\RS485；电源电压：100 -240 V，50/60 Hz；电源输入：12 V/5 A DC；最大功率：60W ；环境温度：-20℃~70℃；净重（机械臂本体）：≥1.5Kg；底座尺寸：≥直径≥160mm；材料：铝合金，ABS 工程塑料；</p> <p>2、集成控制器：机械臂控制器一体化设计，支持≥1 个扩展轴；多功能控制器：配置显示屏，具有蓝牙、WIFI、RS485、Modbus 等通讯功能，含驱动、总线、主控及扩展 IO，支持从 PC Studio 下载、存储程序</p> <p>3、应用程序：国产自主控制软件 Studio（支持点位示教、图形化、Python 等编程方式），除中文外，要求支持国际化语言模式，包含英文等，软件支持机械臂角度模式/坐标模式控制，支持末端工具及扩展配件（传送带、滑轨）编程控制，可与数字孪生软件实现虚实结合；扩展接口：GPIO 多功能复用接口≥4；PWM 末端工具接口≥1；步进电机控制扩展接口≥2；RS485 接口≥1；</p> <p>六、ROS 实验箱要求：</p> <p>1、机器人电控板为核心板加底板设计，可更换不同 MCU，支持 STM32,AT32,GD32,CH32 等，板载 IMU 模块、语音模块；核心板上外扩 SPI FLASH 2M 字节、外扩 EEPROM 256 字节、板载 GT30L32S4W 字库芯片、BTB 接口≥2 个，引出所有 IO 口，方便接入底板、复位按钮≥1 个，用于复位 MCU 和 LCD、功能按钮≥1 个，可用于 MCU 唤醒、SWD 调试接口≥1 个，串口接口≥1 个。</p> <p>2、上位机 CPU：不低于四核四线程处理器；激光雷达（测距半径：≥15m）≥1 个；激光雷达转接板≥1 个；双目结构光相机（深度工作范围：0.2-3m）≥1 个；直流电机≥4 个；差速轮≥4 个；麦克纳姆轮≥4 个；7 英寸电容触摸屏≥1 个。</p> <p>七、配套软件资源要求：</p> <p>1、系统：不低于 ubuntu18.04，预装 ROS 系统；提供实验案例：建图导航、语音控制、图像处理等；提供垃圾分类算法；提供人员信息分类算法；提供机动车辆信息识别算法；提供交通信息识别算法；提供电动车信息识别算法；提供社区安全检测算法；</p> <p>八、实验项目要求：</p>
--	--	---

		<p>1、基础实验：直流减速电机驱动实验、直流减速电机编码器测速实验、直流减速电机速度环控制实验、直流减速电机四轮控制实验、ROS 系统的安装实验、ROS 机器人建模实验、基于 Gazebo 机器人仿真实验、键盘控制与小车运动控制实验、基于激光雷达的跟随实验、基于双目相机的跟随实验、基于激光雷达的建图实验、基于激光雷达的移动机器人室内定位导航实验、基于多传感器融合的建图实验、基于多传感器融合的移动机器人室内定位导航实验；</p> <p>★2、智慧社区场景化教学实验：移动机器人的自主移动控制实验（在智慧社区场地内实现移动机器人的自主综合性进行控制）、移动机器人红绿灯识别实验（学习利用视觉使机器人按照红绿灯标识移动、红绿灯识别部分）、移动机器人车牌识别实验（学习利用视觉使机器人识别获取车牌数据信息、车牌识别部分、基于深度学习的社区人员检测、学习使用深度学习算法进行社区人员数量与情况识别、社区人员识别部分）；</p> <p>3、基于深度学习的垃圾桶检测：学习使用深度学习算法进行垃圾桶自动识别与检测（垃圾桶检测部分）、基于深度学习的电动车状态检测（学习使用深度学习算法进行电动车状态的自动识别与检测、电动车部分）。</p> <p>十、支持的课程</p> <p>1、至少提供《嵌入式控制系统实验指导书》《激光雷达实验指导书》《机器视觉实验指导书》《语音模块实验指导书》4 本纸质及电子版实验指导书。至少包含以下实验内容：USART 串口通讯；ADC 转换程序；DAC 转换测试；光强度传感器；电机控制实验；ROS 实践教学 ROS 系统的安装；ROS 节点的创建与通信；ROS 的可视化与仿真；ROS 的机器人建模；基于 Gazebo 的机器人仿真；ROS 传感器数据读取；ROS 机器人运动控制；基于激光雷达的室内建图；基于激光雷达的室内导航；移动机器人综合实验；图像读取与保存；图像灰度信息处理；图像色彩信息处理；图像滤波与图像增强；图像特征提取；图像目标检测与分割；图像目标分类；视频运动信息提取；视频目标跟踪成像测量；基于视觉的机器人巡线；基于视觉的机器人避障；基于视觉的异常检测与识别。</p> <p>▲2、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个（说明可参加的赛项并提供竞赛组委会授权证书复印件）。</p> <p>●3、模块化智能交互机器人平台中 ROS 实验箱的样机装配视频及组装的样机在智慧社区主题场地中完成自主导航、红绿灯识别、行人识别、楼宇识别功能（投标现场投标人进行视频演示）。</p>
5	ROS 移动抓取机器人	<p>一、车体要求：</p> <p>★1、尺寸：$\geq 334*303*222\text{mm}$，离地间隙：$\geq 34\text{mm}$，使用国产 M4 系列芯片，运动模型：麦克纳姆轮系，码盘参数：≥ 550 线；</p> <p>▲2、负载：$\geq 5\text{KG}$，最高速度：$\geq 0.6\text{m/s}$，最高爬坡角度：$\geq 10^\circ$，直角越障：$\geq 15\text{mm}$（提供经过 CMA 或 CNAS 认可的第三方检测机构出具的检测报告扫描件以及在国家市场监督管理总局-全国认证认可信息公共服务平台查询到该检测报告编号的截图，做入标书内。投标人</p>

		<p>对提供材料的真实性负责，否自行承担相关法律后果。)</p> <p>二、车载控制器要求：</p> <p>1、微处理器：基于性能不低于 ARM Cortex-M4 内核 32 位 MCU；不少于 1 路直流有刷电机驱动，不少于 4 路霍尔编码器；不少于 1 路电压检测，采集电池电压；不少于 1 路温度检测，采集控制板温度；不少于 1 路 PMOS 电源开关，实现功率器件的供电控制；不少于 1 路无源蜂鸣器；不少于 1 路独立 LED 指示灯；不少于 1 个 USB 串口；不少于 1 个语音模块接口，UTAR 串口通讯；不少于 4 个超声波模块接口，UTAR 串口通讯；不少于 1 个蓝牙/WIFI 模块，UTAR 串口通讯；不少于 1 个 0.96 寸 OLED 屏接口，SPI 通讯；不少于 1 个 PS2 遥控器接收机接口、SWD 下载/调试接口。</p> <p>三、工控机要求</p> <p>1、CPU：性能不低于四核四线程处理器；内存：SODIMM 内存插槽≥ 1 个，支持 DDR4 ≥ 3200 MT/s DDR5 ≥ 4800 MT/s LPDDR5 ≥ 4800 MT/s 内存，最大支持≥ 32GB；接口至少包含：eDP 1.4b, DP 1.4, HDMI 2.1, MIPI-DSI 1.3 ; M.2 插槽 2280≥ 1 个，支持 WiFi；RJ45 2.5G 网络接口≥ 2 个；Mic/Loutout 3.5mm 耳机孔≥ 1 个，二合一；USB3.0 5Gbps 接口≥ 3 个，USB10Gbps 接口≥ 1 个；12V 供电电压。</p> <p>四、语音模块要求：</p> <p>1、通信方式：TTL 串口，芯片：性能不低于 LD3320，灯光：不少于 8 路环形 RGB 灯。</p> <p>五、超声波模块要求：</p> <p>1、测量范围 20-600cm，分辨率≤ 1cm，测量角度 ≥ 60 度。</p> <p>六、深度相机要求：</p> <p>1、3D 技术：单目结构光，工作范围：0.6-8m，精度：1m\pm3mm，深度视场角：58.4° *45.7°，深度分辨率：\geq最高 1280*1024，最高≥ 30 帧/s，RGB 视场角：66.10*40.2，分辨率：$\geq 1280*720$，最高≥ 30 帧/s。</p> <p>七、激光雷达要求：</p> <p>1、测距半径：≥ 10m，扫描频率：5-12Hz，扫描角度：不低于 360°，角度分辨率：0.43-0.86，测距频率：≥ 5000。</p> <p>八、IMU 模块要求：</p> <p>1、维度：三轴加速度、三轴陀螺仪；量程：加速度± 16g，角速度± 2000；稳定性：加速度 0.01，角速度 0.05；姿态精度：≤ 0.01。</p> <p>九、机械臂要求：</p> <p>1、轴数：4+1 轴；负载：≥ 300 g；工作范围：≥ 300mm；重复定位精度：± 0.2 mm；</p> <p>2、应用程序：国产自主控制软件 Studio（支持点位示教、图形化、Python 等编程方式），软件支持机械臂角度模式/坐标模式控制，支持末端工具及扩展配件（传送带、滑轨）编程控制；</p> <p>3、配件：机械夹爪、写字套件、气动套件</p> <p>4、支持控制方式：PC、机器视觉、语音；支持 ROS、Arduino、C、C++、Python 等二次开发，提供 Python SDK、Arduino API 等开发工具包</p>
--	--	---

		<p>(十) 软件要求:</p> <p>1、具备机器人运动控制功能, 包含速度控制、位置控制、轨迹控制; 基于 ROS 系统, 支持并提供 ROS 系统集成式开发环境 RosStudio IDE, 可实现以窗口可视化的方式操作 ROS 移动机器人、设备管理、剖析 ROS 架构、源码编辑、算法管理、参数配置、编译调试; 提供 Ubuntu 端、windows 端 SDK 资源, 利于二次开发。提供基于激光雷达的 SLAM 算法, 可实现建立地图, 自主导航, 自主避障, 多点巡航等功能, 可实时更新地图。</p> <p>▲2、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个(说明可参加的赛项并提供竞赛组委会授权证书复印件)。</p>
6	机器人实训场地套装	<p>1、可用于机器人教学环节中所产生的学生作品功能检验, 也可用于校内机器人相关活动或相关机器人竞赛的调试场地。</p> <p>2、智慧电力主题训练场地要求: 场地尺寸(长宽)≥4*5m, 用于训练机器人巡检能力、越障能力、转弯避障能力、智能报警任务等;</p> <p>3、物资运送主题训练场地要求: 场地尺寸(长宽)≥6.5*7.5m, 用于训练机器人识别与定位能力、抗干扰能力、任务规划与优化能力、算法优化能力等。。</p> <p>4、急速物流主题训练场地要求: 场地尺寸(长宽)≥5*7m, 用于训练机器人的智能感知能力及综合运动性能能力等。。</p> <p>5、未来农业主题训练场地要求: 专用场地纸≥1 张, 尺寸(长*宽)≥3*3m; 包含不同颜色的葫芦模型及模拟围栏;</p> <p>6、智能侦察主题训练场地要求: 场地尺寸(长*宽)≥5*4m, 障碍墙道具: 场地设有模拟巷战场景、地雷、我方、敌方及人质的位置布置以及巡迹路线等。</p> <p>▲7、智慧社区主题训练场地要求: 该沙盘高度逼真模拟了社区环境, 为智能机器人巡检提供接近现实的测试场景。集成了交通模拟、人群管控、垃圾识别、楼宇火灾隐患。场地总尺寸≥4*4m, 符合智慧社区竞赛要求的场地地图 1 张, 垃圾桶模型≥4 个, 特定人员模型不少于 20 个, 符合智慧社区竞赛要求的红绿灯模型≥3 个, 楼宇模型及符合智慧社区竞赛要求的印刷材料≥2 套, 电动车模型≥4 个, 符合智慧社区竞赛要求的交通标识牌≥1 个, 符合智慧社区竞赛要求的识别用车牌≥3 个。(在投标文件中提供场地整体实物照片以及每种模型的实物照片佐证材料复印件)</p>

包 2:

序号	标的名称	分项	主要技术规格、指标、性能参数
1	算法类在线实训竞赛平台	虚拟实验环境	<p>▲实验环境: 支持 4 种 IT 教学实践的虚拟代码环境, 包含图形化终端界面、字符界面 (SSH 模式)、JupyterLab 实验环境以及 WebIDE。支持桌面模式/字符模式的环境模式切换; 提供 1 小时的在线实验倒计时, 并支持延时; 支持共享桌面; 支持上传文件; 支持下载代码; 支持 web 服务; 支持桌面全屏; 支持查看环境信息。(提供系统截图, 并加</p>

	台	盖投标人公章)
2		<p>▲课程：支持 8 种内容表现形式，包含实验、挑战、编程、视频、文档、课件、作业以及测验。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p> <p>●课程的展现形态基于项目工作手册式，左侧操作手册，右侧实验环境。课程目录结构为 3 级。</p>
3		<p>▲实验步骤：支持实验过程中对每个实验步骤进行检测，教师可以在课程管理界面查看学生实验中的每个步骤是否通过（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p> <p>●支持学生在线完成挑战提交检测后，系统能够自动检测并返回检测结果。</p>
4		<p>▲步骤检测：实验支持多步骤查看以及分步骤检测；挑战支持记录多次挑战提交记录；测验支持提交记录。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p>
5		<p>▲实验环境点：平台支持不少于 62 个的常用实验环境点：Python、Java、C、C++、linux、R、Hadoop、caffe、Tensorflow、Hbase、Ubuntu、Docker、Hive、Spark、Vim、Pandas、ECharts、Kafka、MongoDB、Redis、Flume、Scala、Seaborn、PyTorch、NLP、Scikit-learn、OpenCV、SciPy、Julia、NumPy、Matplotlib、Kaggle、OpenStack、Kubernetes、AWS、HTML、JavaScript、TypeScript、CSS、Bootstrap、Vue.js、Flutter、jQuery、webpack、Uniapp、ECMAScript、React、Selenium、SDN、Shell、Nginx、Git、Ansible、CentOS、SSM、Go、SpringBoot、Node.js、Django、OpenGL、Elasticsearch、Ruby；</p> <p>●支持用户进行任务实验和挑战实验，挑战配置自动检测脚本，支持自动检测是否通过。</p>
6	教务管理	<p>▲学习路径：支持官方授权系统路径以及自定义创建路径。路径中可选择官方配置课程进行路径构成。路径可包含多个阶段以及设置课程的课时。支持按照路径类型和名称进行查询以及展示系统中的路径数据。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p>
7		<p>▲课程：支持查看系统所有课程数量以及创建课程的教师数；支持新建课程，包含名称、标签、封面以及描述；课程目录支持 3 级结构，包含阶段、子阶段以及章节；新建章节支持课件和视频类型以及克隆已创建课程的 8 种类型的章节进入新课程中；课程目录支持手动拖拽移动顺序；支持一键收起课程目录；支持进入课程环境以及进入章节查看课程内容；支持按照课程更新时间、课程类型、创建人以及课程名称进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p>
8		<p>教师管理：支持添加教师账号以及删除教师账号，并支持按照姓名和账号状态进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p>
9		<p>▲班级管理：支持创建 2 种班级类型，并设置不少于 5 种班级信息字段，支持手动调整班级状态。支持 3 种方式向班级中加入学生；支持向班级中添加 4 种类型的教师；支持为班级添加路径并指定对应课程的主讲老师以及其他老师；支持设置课程的学生可见状态；支持管理课程以及查看课程；支持按照班级类型、班级状态以及班级名称进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p>
10		<p>▲学生管理：支持 2 种添加学生的方式；支持学生信息导出；支持</p>

		查看学生详细信息以及修改学生状态；支持删除学生账号；支持编辑学生基本信息，信息字段不少于 10 种，查看班级信息，查看访谈记录，查看学员状态流水；支持按照班级类型、班级名称、姓名/手机号、学生状态以及账号状态进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
11		考务管理：支持将考试关联班级，支持全部关联和部分关联；支持按照考试名称、考试 ID、考试类型以及考试状态进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
12		<p>▲试题管理：支持私有题海、私有题库以及授权题库；支持添加 6 种类型的题目，包括：单选题、多选题、判断题、填空题、问答题、OJ 编程题。（提供系统截图，并加盖投标人公章）</p> <p>●支持试题关联官方知识点以及私有标签；支持按照试题类型、试题难度、题干名称、试题 ID 以及试题状态进行查询；支持添加私有题库以及对其进行编辑、试题查看、复制和删除操作；支持查看授权题库。</p>
13		▲考试：支持创建/编辑/删除试卷；试卷题型包括单选、多选、填空、判断、编程、问答题；支持固定时间、固定时长、不限时长三种考试类型；（提供系统截图，并加盖投标人公章）
14		▲考试管理：支持创建/编辑/删除考试场次，支持题目乱序、答案乱序、摄像头拍照、屏幕截屏 4 种防作弊功能，支持批量导入学生信息，支持非客观题人工阅卷，支持查看和导出学生成绩；（提供系统截图，并加盖投标人公章）
15		▲评价：支持每日一讲查询以及查看；支持学生周报查看、点评以及查询；支持学生访谈的查看以及查询；支持新建评估表、发起评估、复制评估、编辑以及删除；支持对已发起评估进行查看。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
16		▲统计：支持查看综合统计、教学计划与进度、学生完课率、学生考勤、学情日报、考试成绩、学习时长、每日一讲、学生访谈、教师评估以及课程台账等统计详情。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
17		系统：支持用户部门和角色权限设置；支持系统名称、首屏头图、院系/专业 logo 以及专业描述的设置；支持设置系统标签和标签组。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
18		▲教学管控：展示系统的人员基础信息（授课中的班级、授课教师、授课学生以及学生异动）；展示系统中授课班级本月的完课率以及考试成绩；展示每日一讲班级覆盖率以及一讲质量的雷达分布；展示本月班级教学进度；展示今日班级教学课表；展示月教师评估趋势；展示学生访谈覆盖率班级排行；展示周报周趋势数据。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
19	教师工作台	▲课程管理：支持查看自己创建的课程数量；支持新建课程，包含名称、标签、封面以及描述；课程目录支持 3 级结构，包含阶段、子阶段以及章节；新建章节支持课件和视频类型以及克隆已创建课程的 8 种类型的章节进入新课程中；课程目录支持手动拖拽移动顺序；支持一键收起课程目录；支持进入课程环境以及进入章节查看课程内容；支持按照课程更新时间、课程类型以及课程名称进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）

20			课表：支持按日期查询教师课表；支持对课表进行学生考勤管理以及展示课程二维码用于签到。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
21			▲班级：支持展示3种状态的班级；支持进入班级进行排课设置；支持班级教授课程的可见设置、管理课程、教学进度以及继续上课；支持教师进入班级课程后，对实验、挑战以及测验查看班级完成度统计并依据数据面板进行实验、挑战和测验的讲解；支持查看班级学生列表以及设置班委；支持上传管理课程资料；支持班级分组设置以及发布分组作业，并对分组作业进行个人打分以及小组评分；支持对于行政班级空间班级墙、班级公告、班级大事记以及班委组织的设置。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
22			▲评价：支持每日一讲查询以及查看；支持学生周报查看、点评以及查询；支持学生访谈的查看以及查询；支持对于自己的教师评估结果的查看。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
23			▲统计：支持查看教学计划与进度；支持查看学生完课率；支持查看学生考勤；支持查看考试成绩；支持查看学情日报；支持查看学习时长；支持查看班级数据；支持查看课程台账。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
24			▲课表：支持按周查看当周课表内容，课表信息不少于5个字段；支持查看本月的签到详情；支持学生按照对应的课表进入课程、扫码签到、请假等操作。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
25			▲签到记录：支持查看签到记录列表，展示不少于9个字段并且展示签到记录统计；支持按照日期、班级、课程名称和签到状态进行查询。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
26			▲课程：支持查看班级的排课课程；支持显示课程的学习进度；支持查看课程的学习资料；支持点击进入课程。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
27		学习中心	班级空间：支持按照学生所在班级类型是否展示班级空间；支持展示教师设置的班级信息、班级墙、班级公告、班级大事记、班委组织。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
28			▲分组作业：支持接收教师发布的分组作业；分组作业支持3种状态；支持显示分组作业的作业描述、作品列表以及小组排名；支持上传文件以及下载组员作品。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
29			▲考试：支持接收教务分配的考试信息；考试支持2种类型；考试状态支持5种；支持按照考试状态和名称进行查询；支持点击开始考试进入测评系统进行考试。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
30			▲评价：支持查看学生自己的每日一讲并上传下载PPT；支持写周报，周报可关联多个课程，周报可随时更新并支持查询；支持查看关于学生自己的访谈记录；支持接收教师评估表并进行评估和查看。（提供系统截图，并加盖投标人公章）
31	直播	直播	1、支持摄像机、动作摄像机、智能手机、平板电脑等其他HDMI设备，
32	导播	导播	2、支持不低于1080p全高清分辨率，支持画中画与分割屏功能
33	切换	切换	3、不少于12个全通道数字调音功能
34	台	台	4、至少具备4个HDMI输入，2个HDMI输出接口

35			5、具备通过 USB 或 MIDI 口连接远程控制能力
36	直播 编码 推流 器	直播 编码 推流 器	1、编码格式视频压缩格式至少包括：H. 264/H. 265+
37			2、音频压缩标准录像视频格式音频输入格式视频输入格式至少包括：AAC(48k)、MP4、8kHz~192kHz、480i：720x480i@59.94i、576i：720x576@50i、720p：1280x 720@25p/30p/50p/60p/120p 1080p：1920x1080@50i/60i、1080p：1920x1080@25p/ 30p/ 50p/ 60p 480x270、640x360、
38			3、直播分辨率至少包括：848x480、960x540、1280x720、1920x1080（帧率码率可调）
39			4、录像分辨率：不低于 1080p60
40			5、录像储存卡类型：TF 卡，储存卡容量支持不小于 2TB
41	一拖二无线话筒	通用	1、一拖二：至少包括 1 个接收器、1 个发射器
42			2、麦克风指向性：全指向
43			3、频率响应：低切功能关：50 Hz-20 kHz、低切功能开：150 Hz-20 kHz
44			4、声压级：≥114 dB SPL
45			5、最大输入电平（3.5 mm）：≥-17 dBV（THD < 0.1%）
46			6、等效噪声：≤23 dBA
47			7、监听接口输出功率：最大输出功率 ≥22 mW@1kHz，≥32 Ω
48		发射器	1、无线模式：至少包含 GFSK 1 Mbps 和 2 Mbps
49			2、等效全向辐射功耗（EIRP）<20 dBm
50			3、工作频率：2400-2483.5 MHz
51		接收器	1、无线模式：至少包含 GFSK 1 Mbps 和 2 Mbps
52			2、等效全向辐射功耗（EIRP）<20 dBm
53			3、工作频率：2400-2483.5 MHz
54	直播 提词 器	直播 提词 器	1、尺寸≥22 英寸 双屏
55			2、三脚架高度可调，支持摄像机、摄像头、单反和手机
56			3、控制方式：手机、电脑、平板；支持多 word 或 txt 文档切换
57			4、支持 win&mac 系统，遥控机及脚踏控制翻页、暂停和播放
58	LED 补光 灯	LED 补光 灯	色温：2500-7000K，功率：≥400W，三色温专业直播间补光灯
59	摄像机一	摄像机一	1、有效像素：≥2420 万高像素（APS-C 半画幅）
60			2、动态影像：至少支持以下分辨率： 全画幅 4K:QFHD3840x2160(30p, 25p, 24p/100Mbps) 3840x2160(30p, 25p, 24p/60Mbps), XAVC S HD: 1920x1080(120p, 100p/100Mbps) 1920x1080(120p, 100p/60Mbps) 1920x1080(60p, 50p, 30p, 25p, 24p/50Mbps) 1920x1080(60p, 50p/25Mbps) 1920x1080(30p, 25p/16Mbps) 3840x2160(30p, 25p, 24p/60Mbps), XAVC S HD: 1920x1080(120p, 100p/100Mbps)

			1920x1080(120p, 100p/60Mbps) 1920x1080(60p, 50p, 30p, 25p, 24p/50Mbps) 1920x1080(60p, 50p/25Mbps) 1920x1080(30p, 25p/16Mbps)
61			3、对焦方式：快速型混合自动对焦(相位检测自动对焦+对比度检测自动对焦)
62			4、对焦点数：≥425 点（相位检测自动对焦）/≥425 点（对比度检测自动对焦）对焦点越高对焦面积越广
63			5、显示功能：≥3 寸旋转显示屏
64			6、动态影像：ISO 100-51200
65			7、配套设备：镜头：28-70MM; 电池：NP-FZ100 2 块、SD 卡：SF-M128T/T1Z 1 张、录音麦克风：ECW-W2BT
66	摄像机二	摄像机二	1、影像传感器：≥1/1.7 英寸 CMOS
67			2、镜头：视场角：≥155°
68			3、光圈及焦点：f/2.8、焦点范围：0.3 米至无穷远
69			4、ISO 范围：100 至 12800
70			5、电子快门速度：录像：1/8000 秒至帧率限制快门
71			6、最大分辨率：≥4000×3000
72			7、变焦：数码变焦，录像：2 倍（>60fps），3 倍（≤60fps，地平线增稳开），4 倍（≤60fps，地平线增稳关）
73			8、普通录影：至少支持以下 5 种分辨率格式 4K（4:3）：4096×3072@24/25/30/48/50/60fps 4K（16:9）：3840×2160@100/120fps 4K（16:9）：3840×2160@24/25/30/48/50/60fps 1080p（16:9）：1920×1080@100/120/200/240fps 1080p（16:9）：1920×1080@24/25/30/48/50/60fps
74			9、视频存储最大码流：≥130Mbps；视频格式：至少包括 MP4（H.264/HEVC）
75			10、支持文件系统：至少支持 exFAT
76	多功能三脚架	多功能三脚架	1、材质：轻质铝合金
77			2、云台：三维手柄云台及球形云台，可多角度快速锁定
78			3、防抖：含微单、手机手持云台稳定器 三轴防抖、附带横拍杆
79	智慧屏	AI 智慧屏	1、屏幕：尺寸≥75 英寸，分辨率≥3840 × 2160，刷新率≥60 Hz / 倍频 120 Hz
80			2、接口类型：至少支持 2 个 HDMI，1 个 AV In，2 个 USB 2.0，1 个 RJ45，1 个 DTMB 等接口
81			3、配置超广角 AI 摄像头，可视范围达 115°；内置 USB 接口，即插即用；内置 AI 视觉芯片。
82			4、支持手机一碰投屏，投屏清晰度≥1080P，帧率≥50 FPS
83	数据处理终端	数据处理终端	1、屏幕：≥15 英寸
84			2、CPU: 不低于 i7，内存：≥32GB，固态硬盘：≥1TB
85			3、显卡：不低于 RTX A2000

包 3:

序号	标的名称	主要技术规格、指标、性能参数
1	AI 机器人竞技平台	<p>★一、基础参数</p> <p>1、构型：四旋翼；支持飞行模式：自稳（姿态）、定高、定点（室外）、室内导航、自主避障、室内悬停飞行模式；重量：≥2300 g（不含电池）/2800 g（含电池）；对角轴距：≥360 mm；机架材质：碳纤维，最大有效载荷：≥1600 g，最大起飞重量：≥3400 g，最大续航时间：≥20 min，最大飞行速度：≥14m/s，最远遥控距离：≤500 m，最大巡航速度：≥14m/s，最大上升速度：≥4m/s，最大下降速度：≥1.5m/s，俯仰轴旋转角速度：≥±55° /s，航向轴旋转角速度：≥±145° /s，工作环境温度：-20~50°。</p> <p>二、飞控</p> <p>1、重量：≤60g，尺寸：≤85*45*15mm；工作温度：40~85℃；GPS：M9N GPS；接口：16-PWM 伺服输出（IO≥8 个，FMU≥8 个）；固件：px4 固件。</p> <p>三、上位机</p> <p>1、算力：≥21TOPS；显存：≥8 GB 128 位 LPDDR4x 59.7GB/s；存储：microSD(64G)；连接：至少为千兆位以太网，M.2 Key E（包括 WiFi/BT），M.2 Key M（NVMe）；显示：HDMI 和 DP；USB：4x USB 3.1、USB 2.0 Micro-B；规格尺寸：≤110 x 95 x 35 mm。</p> <p>★四、三维激光雷达</p> <p>1、量程（@ 100 klx）：≥40 m @ 10%，反射率：≥70 m @ 80%；近处盲区：≤0.1 m；FOV：水平 ≥360°，竖直 -7°~52°；测距随机误差（1σ）：≤2 cm⁴（@10m）≤3 cm⁵（@0.2m）；角度随机误差（1σ）：<0.15°；IMU：内置 IMU；工作环境温度：-20℃至 55℃；功率：6.5 W；尺寸：≤65×65×60 mm；重量：≤265g。</p> <p>五、双目相机</p> <p>1、理想范围：0.3-3m；最大范围：≥10m，深度视场：≥86°×57°（±3°）；深度分辨率/帧率：≥1280×720/90 fps；深度精度：≥2m 时 <2%；RGB 视场：≥64°×41°×77°（±3°）；RGB 分辨率/帧率：≥1980×1080/30 fps；图像传感器技术：全局快门；相机尺寸：≤90*25*25 mm</p> <p>六、单目摄像头</p> <p>1、像素尺寸：≥3 μm*3 μm，帧率：≥30 帧/秒，像素：≥200 万，最大分辨率：≥1920*108。</p> <p>七、其他</p> <p>1、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个（说明可参加的赛项并在投标文件中提供投标人承诺函）</p> <p>★八、三维图纸</p> <p>1、提供该平台所有机械零件的 PRO/E 或 UG 或 solidworks 版本的三维图纸，可用于 PRO/E 或 UG 或 SolidWorks 等软件搭建机器人虚拟样机，也可用于 ANSYS、UG 等软件进行运动学和动力学仿真；提供所有的程序源代码，提供所有电子件的电路图；（在投标文件中提供投标人承诺函）</p>

2	空中智能侦察无人机	<p>一、功能要求</p> <p>1、支持开发自主或遥控完成“识别货物、搬运货物、越障、投递货物”等任务；支持开发自主定位、路径规划、目标识别、货物搬运与投递等功能；</p> <p>二、整机要求</p> <p>1、对角线电机轴距：$\geq 450\text{mm}$，材料：碳纤维+光敏树脂，整机重量（含电池）：$\leq 2.0\text{kg}$，最高速度：$\geq 8\text{m/s}$，最大飞行高度：≥ 200 米（室外），最大载重：$\geq 0.3\text{kg}$，抗风能力：≤ 4 级；</p> <p>三、动力系统</p> <p>1、电机：无刷电机，电调：20A，可实现与供电板与电机的插拔连接，螺旋桨：1045 自锁螺旋桨；</p> <p>四、电源系统</p> <p>1、电池：4S 锂聚合物电池，电池容量$\geq 5300\text{mAh}$，续航时间$\geq 15\text{mins}$；输出电源：除正常无人机供电外，可提供稳压后 5V 及 12V 供电各一路；电源管理：电池状态实时监控，可回传显示电压、工作电流及剩余电量；</p> <p>五、飞控系统</p> <p>1、自动驾驶仪：pixhawk 系列开源飞控；GPS 模块：Holyro M8N，集成安全开关、蜂鸣器，指示灯显示飞控工作状态；定位方式：GNSS（室外）/双目视觉（室内）；定高方式：气压计。</p> <p>六、链路系统</p> <p>1、数据链路：WIFI 数传链路，实现无人机与地面数据互通；遥控链路：AT9S Pro，≥ 9 通道遥控器。</p> <p>七、智能飞行包</p> <p>系统安装有高性能协同计算机，双目相机的集成与开发等。</p> <p>八、载物投放系统</p> <p>1、机械单元：三货仓，光固化一体成型；控制单元：9g 金属数字舵机≥ 3 个。</p> <p>●九、基于该平台，提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1 个，“学习社区”需满足实训课程开展，投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。（投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示，演示内容至少包含以下内容）</p> <p>第一章 机电装配指南：机身快速装配、电装组成及选装、无人机总体装配演示。</p> <p>第二章 飞控基础调试指南：无人机主要的硬件组成与接线、雷迅 V5 飞控——无人飞行控制器简介、无人机接线及硬件组成、无人机飞行控制器简介、飞控使用指南、飞控使用指南、遥控器使用、飞控固件的刷写、飞控的初次调试、起飞前自检报错信息分析、飞控飞行模式、QGC 地面站安装、无人机调试演示。</p> <p>第三章 飞行驾驶入门：无人机模拟飞行、无人机飞行实践、模拟驾驶软件下载及安装。</p> <p>第四章 自动驾驶：虚拟机配置、基础程序配置、ROS 通信配置、遥控器配置、基本概念、选择机架类型、传感器、手持遥控器、PX4 飞行模式概述（LED 含义、飞行前传感器 / 估算器检查）、飞行报告、基础配置（加载固件、机架安装、罗盘校准、陀螺仪校准、加速计校准、水平面校准、</p>
---	-----------	---

		<p>遥控设置、飞行模式有关配置、电池/电源模块设置、安全配置）、飞行前的准备、开始飞行注意事项、烧录引导、百度网盘资源、 MAVROS 常用话题与服务。</p> <p>第五章 拓展模块使用指南：调试手册、TF 系列在 PX4 上的应用、安装说明、光流配置文档、单独点亮一个 RGB 灯、所有 RGB 灯全部点亮、流水灯、跑马灯、呼吸灯、无人机灯光。</p> <p>★十、三维图纸</p> <p>1、提供该平台所有机械零件的 PRO/E 或 UG 或 solidworks 版本的三维图纸，可用于 PRO/E 或 UG 或 SolidWorks 等软件搭建机器人虚拟样机，也可用于 ANSYS、UG 等软件进行运动学和动力学仿真；提供所有的程序源代码，提供所有电子件的电路图；（在投标文件中提供投标人承诺函）</p>
3	集群编队无人机系统	<p>★1、每套设备内含不少于 10 架无人机，可进行空中集群编队，颜色、队形可编程调节，不受光线、环境影响，支持 scratch/python 在线编程，内置仿真校验软件，配套教师用电子版教材：2 版教材，以加密 U 盘形式。</p> <p>2、重量（包含电池和保护罩）：≥190g；最大下降速度：≥2.5m/s（表演飞行 1m/s）；最大上升速度：≥2.5m/s（表演飞行 1m/s）；最大水平速度：≥5m/s（表演飞行 2m/s）；最大飞行定位高度：≥10m；续航时间：≥12min；工作温度：-10℃~+40℃；定位模式：UWB 基站定位；最大旋转角速度：俯仰轴：≥180°/秒 航向轴：≥30°/秒；悬浮精度：垂直：≤±0.3m（室内） 水平：≤±0.3m（室内）；抗风等级：≥3 级风（3.4~5.4 m/s）；轴距：≥165 mm；尺寸：≥208mm*208mm*93mm；螺旋桨规格：≥75mm；灯光 5W 炫彩高亮 LED 灯，颜色可设变。</p> <p>3、基于 UWB 制式多基站进行定位，实现各种环境下精确室内外定位。支持手机 APP 编队飞行/PC 端编程编队、实时控制功能/PAD 端编程编队飞行。飞行器状态实时监测，最大化保障飞行及编程设计安全。编队飞机数量最多可超 200 架。</p>
4	多功能机构设计套件	<p>★1. 机器人构型：可以完成不少于 8 种典型具身底盘：后双驱四轮差速底盘、双驱六轮差速底盘、三轮福来轮底盘、四驱四轮差速底盘、四轮福来轮全向底盘、四轮麦轮全向底盘、四驱福麦全向底盘、四驱独立转向底盘。不少于 6 种典型具身机械臂：串联 3 自由度、串联四自由度机械臂、串联五自由度机械臂、串联六轴机械臂、Scara 机械臂、双臂。典型具身复合机器人 48 种：双驱四轮差速云台复合机器人、双驱四轮差速四轴复合机器人、双驱四轮差速五轴复合机器人、双驱四轮差速六轴复合机器人、双驱四轮差速 Scara 复合机器人、双驱四轮差速双臂复合机器人、双驱四轮差速双臂升降复合机器人、双驱六轮差速云台复合机器人、双驱六轮差速四轴复合机器人、双驱六轮差速五轴复合机器人、双驱六轮差速六轴复合机器人、双驱六轮差速 Scara 复合机器人、双驱六轮差速双臂复合机器人、双驱六轮差速双臂升降复合机器人、三轮全向云台复合机器人、三轮全向四轴复合机器人、三轮全向五轴复合机器人、三轮全向六轴复合机器人、三轮全向 Scara 复合机器人、三轮全向双臂复合机器人、三轮全向双臂升降复合机器人、四驱差速云台复合机器人、四驱差速四轴复合机器人、四驱差速五轴复合机器人、四驱差速六轴复合机器人、四驱差速 Scara 复合机器人、四驱差速双臂复合机器人、四驱差速双臂升降复合机器人、2 种四轮全向云台复合机器人、2 种四轮全向四轴复合机器人、2 种四轮全向</p>

		<p>五轴复合机器人、2种四轮全向六轴复合机器人、2种四轮全向 Scara 复合机器人、2种四轮全向双臂复合机器人、四轮转向云台复合机器人、四轮转向四轴复合机器人、四轮转向 Scara 复合机器人。</p> <p>2. 机器人零件：包含金属结构件、机器人执行部件、五金零件。金属结构件主要材质为航空铝，表面氧化处理，共不少于 90 件，包含双排孔梁型杆 160、双排孔梁型杆 150、双排孔梁型杆 90、双排孔梁型杆 50、直流电机模组、摆动模组、夹持器模组、直线运动模组等。五金零件为钢制螺丝、螺母、组装工具等。</p> <p>3. 机器人电机：不少于共 2 种 10 个，包含编码直流电机*4、标准舵机*7；编码直流电机：霍尔编码器，减速比 30，空载转速 360rpm，供电电压 12V，额定扭矩输出 1Nm，堵转扭矩 4.5Nm；标准舵机：额定扭矩 30kgf.cm；</p> <p>4. 机器人控制器：</p> <p>★4.1 主板≥2 个，驱动扩展板≥2 个。</p> <p>4.2 主板：至少包含 STM32 和 Arduino 两种主板。STM32 芯片性能不低于 stm32f407，32 位微控制器，基于性能不低于 ARM Cortex-M4 架构，时钟速度≥150MHz，具有≥512KB 的闪存和≥192KB SRAM。Arduino 采用性能不低于 32 位 ARM Cortex-M3 处理器，最高时钟频率≥76 MHz。</p> <p>★4.3 驱动扩展板：可驱动至少 4 路直流电机、至少 6 路 PWM 舵机、至少 4 路双模拟 IO 传感器；</p> <p>4.4 软件：至少适配 Keil5、Arduino IDE、Vscode 等常用的 IDE 环境。</p> <p>5. 机器人传感器：超声波传感器≥3 个、四路巡线模块≥1 个、集成视觉摄像头≥1 个、陀螺仪≥1 个、离线语音模块≥1 个。</p> <p>6. 机器人交互模块：彩色 LED 灯≥1 个、喇叭模块≥1 个、USB 手柄遥控器≥1 个。</p> <p>▲7. 实验项目及资源：主要由具身机器人构型创新设计、感知系统创新设计、场景应用设计三个部分组成。构型创新设计需满足上述 8 种典型底盘、6 种典型机械臂、45 种典型具身复合机器人构型的组装和设计说明、驱动控制。感知系统创新设计包含机器人避让、循迹、姿态控制、语音指令控制、视觉循迹、视觉追踪、人脸检测等功能。场景应用设计包含倒车入库、道路无人驾驶、野外无人勘探、电力巡检等场景。提供配套实验项目的实验教程、所有构型的三维设计图文件、所有程序的源码文件。（提供实验目录截图及三维设计图截图）</p> <p>★8、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 2 个（说明可参加的赛项并在投标文件中提供投标人承诺函）。</p>
5	组合式竞赛机器人套装	<p>一、功能要求</p> <p>1、平台可搭建全向移动底盘，电机为驱动一体步进电机，每个电机可实现独立全闭环控制，机器人底盘能够实现半闭环控制，精准定位、全局路径规划，行走直线精度小于等于 2mm，转弯时可自主校准角度，角度偏差小于 0.4 度。基于视觉 open cv，能够识别颜色、二维码、条形码、物体形状等，返回数据以串口通信方式传输给下位机，下位机解析数据包完成命令执行。2 个单目摄像机装机器人手臂，便于进行多维度视觉采集。机器人底盘控制器能够同时控制 6 路步进电机，实现全闭环控制，采用梯度算法实现电机线性控制，并实现底盘逆结算，实现底盘以步距控制。</p>

	<p>★2、搭建的机器人整机尺寸$\leq 290*290*380\text{mm}$；车体重量$\leq 2000\text{g}$（不含电池）。平台搭建的机器人设有载物台装置，可同时搭载物料≥ 3个，该装置可实现多角度旋转，以线性方式控制。可搭建桁架式机械臂，机器人可执行升降高度$\geq 250\text{mm}$，升降负载$\geq 250\text{g}$。可搭建夹爪机构，夹取范围的直径$\geq 8\text{mm}$，夹取响应时间$\leq 10\text{s}$。可搭建旋转云台，可工作范围$\geq 270^\circ$，旋转响应时间$\leq 10\text{s}$。</p> <p>3、可以作为 2024 年四川省大学生工程实践与创新能力大赛-智能物流搬运赛项的训练平台，也可参加 2024 年四川省大学生工程实践与创新能力大赛-智能物流搬运赛项，并提供比赛技术指导。（在投标文件中提供投标人承诺函）</p> <p>★二、结构零件</p> <p>1、结构零件≥ 25种，零件厚度$\geq 3\text{mm}$，孔径$\geq 3\text{mm}$。材质：碳纤维、铝合金、不锈钢和光敏树脂高性能塑性材料。其中包括步进电机金属支架≥ 5个、交叉滚子进口轴承≥ 2个、铝合金 20 齿同步带轮套装≥ 2个、不锈钢直线导轨模块≥ 2套、导轨光敏树脂支架≥ 4个、舵机支架≥ 2个、摄像头支架≥ 2个、同步带支架≥ 2个、碳纤维底板≥ 2个、碳纤维轴承支撑板≥ 2个、轴承上支撑板≥ 2个、步进电机连接板≥ 2个、载物装置≥ 3个、载物台支撑板≥ 1个、高性能麦克纳姆轮（进口轴承）≥ 4个、光敏树脂外壳≥ 2个、塑性亚克力上板≥ 2个、铝合金联轴器 5mm≥ 5个、直线导轨上支撑板≥ 2个、机械爪支架≥ 1个、舵机驱动模块固定件≥ 1个、手臂支撑件≥ 1个、手爪支撑件≥ 1个、显示屏幕安装支架≥ 1个、工控机安装支架≥ 1个。</p> <p>三、动力元件</p> <p>1、全闭环步进电机≥ 6个、伺服舵机≥ 5个、6PIN 电机数据线≥ 10根、其他数据线≥ 15根、2200mah 高性能航模电池≥ 2块。</p> <p>四、传感元件</p> <p>1、高清 1080P 无畸变单目相机≥ 2个、16 珠灯环≥ 2个、陀螺仪≥ 1个</p> <p>五、电子件</p> <p>1、主控芯片：CPU 主频$\geq 72\text{Mhz}$；通信接口包含 USB 串口和 USG Slave，人机交互包含 TFTLCD 接口，支持 LCDTFTLCD 屏幕和串口屏幕，电源接口包含≥ 2个 USB 取电口，3.3V 电源接入口≥ 3组/5V 电源接入口≥ 4组；调试下载方式：具有一键下载功能（串口下载、通信、供电三合一）、支持 SWD 调试接口和 USB 转 TTL 接口，设有用户按键≥ 1个。可与板载计算进行通信，实现数据回传和实时控制。</p> <p>2、拓展控制器：能够同时控制至少 6 路步进电机，至少 2 路伺服舵机，至少 10 个传感器接口，支持 SPI 控制 WS2018 灯环 250 个灯珠，可与串口数字舵机控制器通信，实现至少 55 个舵机同时控制，可与串口屏幕通信，实现视觉识别数据实时显示，支持输入电压 6 到 40V 电压，支出输出 5V3A 电源接口至少 3 个和 8V3A 接口至少 5 个。</p> <p>3、板载计算机：搭配高性能视觉算法板载工控机，CPU: 性能不等于 inter 12 代 AlderLaker 四核处理器，内存：$\geq 12\text{G LPDDR5 4800MHZ}$ 硬盘：SSD 固态$\geq 128\text{G}$ 显卡：性能不等于 inter*UHD 超清显卡$\geq 750\text{MHZ}$ 网络：WIFI6+蓝牙 5.2、性能不等于千兆网口，系统：Linux，功耗：$\leq 12\text{V /3A}$</p>
--	--

		<p>(Type-c 电源) 接口: USB3.2\geq3 个, HDMI 2.0\geq2 个, Type-c 电源口\geq1 个, 自带风扇散热。搭配高清 1080P 无畸变单目摄像头至少 2 个, 能够实现条形码、二维码、颜色、形状等视觉算法, 可搭配激光雷达实现室内导航、避障等算法验证。</p> <p>六、三维图纸</p> <p>1、提供该平台所有机械零件的 PRO/E 或 UG 或 solidworks 版本的三维图纸, 可用于 PRO/E 或 UG 或 SolidWorks 等软件搭建机器人虚拟样机, 也可用于 ANSYS、UG 等软件进行运动学和动力学仿真; 提供所有的程序源代码, 提供所有电子件的电路图; (在投标文件中提供投标人承诺函)</p> <p>●七、学习社区</p> <p>基于该平台, 提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1 个, “学习社区”需满足实训课程开展。投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。(投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示, 演示内容至少包含以下内容。);</p> <p>第一章 移动机器人概述: 机器人发展、移动机器人行业应用、物流搬运机器人赛题解析、物流机器人方案设定。</p> <p>第二章 移动机器人构成: 移动底盘设计、升降机构的设计、步进电机介绍、移动机器人装配。</p> <p>第三章 移动机器人下位机控制: 控制系统接线图及原理、移动机器人控制器介绍、编程软件安装与烧录、步进电机控制方法与梯度算法、移动小车底盘控制、升降机构抓取控制、串口通信函数(发送和接收)、升降机构抓取模块分析与控制、移动底盘运动分析与控制、串口屏幕讲解——二维码显示、WS2812 灯环控制、陀螺仪角度校准</p> <p>第四章 板载计算机使用: 板载计算机介绍、系统安装、使用基础、远程登录树莓派桌面</p> <p>第五章 视觉算法与控制技术: 相关配置及镜像文件、HSV 颜色提取、小车运动控制及升降台控制、图像处理模块、二维码、条形码识别、颜色识别(红绿蓝)、色环靶心识别</p> <p>第六章 视觉算法与控制技术: 任务剖析与路径规划、整体实现流程方案实现、物流搬运机器人调试指导手册。</p> <p>八、其他</p> <p>1、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 3 个(说明可参加的赛项并在投标文件中提供投标人承诺函)。</p> <p>●九、视频演示</p> <p>1、投标现场提供: 可搭建桁架式机器人(设备载物台装置可实现多角度旋转, 同时搭载 3 个物料)并提供以该结构完成自主移动、自主抓取物料、搬运物料、码垛物料、自主回到出发区等任务的视频演示。</p>
6	智能视觉分拣场景应用系统	<p>一、功能要求</p> <p>★1、机器整体以铝型材为框架。STM32 作为下位机计算, 舵机来驱动机械部分, 可精准控制每个舵机实现动作。基于 YOLO 深度学习算法, 板载计算机采用性能不低于四核 64 位 Intel 12 代 CPU。进行高算力数据集处理, 搭建基于深度学习的神经网络算法, 借助云端服务器对搭建神经网络进行至少 3000 张数据样本集训练。机器采用串口通信的方式实现舵机的控</p>

	<p>制，通过扩展板同时控制 2 个总线舵机，再配合控制两级传送带的运行速度，达到分拣多个垃圾的目的。推杆压缩可高效的压缩可回收垃圾，压缩率$\geq 70\%$。托盘的整体尺寸$\geq 130*130*20\text{ mm}$，可以容纳常见生活垃圾并精准投放。机器整体尺寸$\geq 350\times 350\times 550\text{mm}$，垃圾分类装置有四个单独的垃圾桶，垃圾桶容积不小于$\Phi 100\text{mm}$（仅用于计算横截面积，截面形状不限）$\times 100\text{mm}$（高）机器的垃圾投放装置设有传送带，可实现同时投放多个垃圾。</p> <p>2、可以作为 2024 年大学生工程实践与创新能力大赛-生活垃圾智能分类赛项的训练平台，也可参加 2024 年大学生工程实践与创新能力大赛-生活垃圾智能分类赛项，并提供比赛技术指导。（在投标文件中提供投标人承诺函）</p> <p>二、结构零件</p> <p>1、结构零件≥ 8 种，零件厚度$\geq 2\text{mm}$，孔径$\geq 2\text{mm}$。材质：亚克力、铝合金、不锈钢和光敏树脂高性能塑性材料。其中包括亚克力板$3\text{ mm}\geq 8$ 个、推杆支架≥ 1 个、舵机支架≥ 1 个、传送带支撑板≥ 1 个、托盘支架≥ 1 个、单目摄像头支架≥ 1 个、亚克力定制内筒≥ 3 个。</p> <p>三、动力元件</p> <p>1、270° 舵机≥ 2 个、传送带≥ 1 个、推杆≥ 1 个、3S 高性能航模电池≥ 1 块。</p> <p>四、传感元件</p> <p>1、1080P 单目相机≥ 1 个、红外避障传感器≥ 5 个、屏幕≥ 1 个。</p> <p>五、电子件</p> <p>1、主控芯片：CPU 主频$\geq 72\text{Mhz}$；通信接口包含串口通信,人机交互可使用 WiFi 远程桌面软件或者数据线的方式直接操控上位机系统；调试下载方式：具有一键下载功能。可与板载计算进行通信，实现数据回传和实时控制。拓展控制器：能够同时控制至少 4 个数字舵机、至少 5 个传感器接口</p> <p>★六、三维图纸</p> <p>1、提供该平台所有机械零件的 PRO/E 或 UG 或 SolidWorks 版本的三维图纸，可用于 PRO/E 或 UG 或 SolidWorks 等软件搭建机器人虚拟样机，也可用于 ANSYS、UG 等软件进行运动学和动力学仿真；提供所有的程序源代码，提供所有电子件的电路图；（在投标文件中提供投标人承诺函）；</p> <p>●七、学习社区</p> <p>1、基于该平台，提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1 个，“学习社区”需满足实训课程开展。投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。（投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示，演示内容至少包含以下内容）</p> <p>第一章 课前准备：课程软件、C 语言基础、python 语言基础、Linux 系统简介、智能垃圾分类赛题解析</p> <p>第二章 机械部分：机械部分设计、机械部分制作介绍、铝型材的安装、水平仪的使用、亚克力板的制作与安装、3D 打印件的制作与安装</p> <p>第三章 电子控制部分：电路介绍、Keil5 软件安装、STM32 下载程序、STM32 程序调试、PCB 扩展板的焊接、超声波测距模块的使用方法、红外避障传感器的使用方法、传送带的使用方法、串口总线舵机的使用</p> <p>第四章 板载计算机使用：板载计算介绍、镜像备份、用户本地使用环</p>
--	--

		<p>境的配置、YOLO 目标识别、YOLO 本地训练、YOLO 云服务器训练、训练结果部署。</p> <p>●八、视频演示</p> <p>1、具有以智能视觉分拣场景应用系统完成单个和多个生活垃圾智能分类场景自主运行功能（投标现场投标人进行视频演示）。</p>
7	智能 AI 学习实践平台	<p>★一、全磁吸化、模块化平台</p> <p>1、为满足教学实验过程中的便捷性，平台所有部件均需采用强磁力模块化拼接方式，无需利用工具即可快速安装拼接，可实现多种典型移动机器人运动模型并稳定运行。</p> <p>二、实验对象的多样化及多场景应用设计</p> <p>▲1、为丰富课程实验需要，平台能快速实现以下拼接方式并满足丰富的场景应用：四轮物流全向车；视觉寻迹智能机器人；智能巡检机器人；复合式 AGV 小车；基于深度视觉的人工智能实训平台；六轮全向移动机器人。（投标文件提供以上每种场景的图片证明佐证材料）</p> <p>★三、多运动形式的核心兼容底盘</p> <p>1、平台至少提供 2 套多运动形式的核心兼容底盘：底盘外形尺寸$\leq 250\text{mm} \times 250\text{mm} \times 10\text{mm}$ (L*W*H)，需采用八边形设计，一块核心底板能同时兼容两轮差动、三轮全向、四轮全向的拼接及运动控制方式，核心底板每边上下均设计磁吸结构，设计有磁性定位及 T 型槽定位两种定位方式，中心设计正方形固定槽，可以用于控制器或者传感器模块的固定及层叠。提供图片证明材料。</p> <p>四、平台传感器模块</p> <p>1、2 组超声波传感器模组：外形尺寸$\leq 60\text{mm} \times 40\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)，需采用≥ 4 通道收发一体探头，最大可达 75° 测量角度，单个测距模块响应输出频率不低于 10hz；1 套激光雷达模组：模块外形尺寸$\leq 120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)，需采用直流无刷电机驱动，360 度全方位扫描，测距半径$\geq 16\text{m}$；1 套深度相机模块：深度视场：$\geq 91.2^\circ \times 65.5^\circ \times 100.6^\circ$，深度输出流：$\geq 1280 \times 720 @ 90\text{fps}$，RGB 视场：$\geq 68.4^\circ \times 42.5^\circ \times 77^\circ$，RGB 输出流：$\geq 1920 \times 1080 @ 30\text{fps}$；1 套智能语音交互模组：包含语音输入及音频输出，语音捕获距离$\geq 3\text{m}$，音频输出功率$\geq 4\text{W}$，外形尺寸$\leq 120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)；1 套寻迹传感器模组：外形尺寸$\geq 110\text{mm} \times 30\text{mm} \times 15\text{mm}$ (L*W*H)，≥ 5 个红外传感器。</p> <p>五、平台执行器模块</p> <p>1、4 套直流伺服电机模组：需采用驱控一体化设计，具有编码器反馈，带有独立缓冲机构，缓冲量$\geq 10\text{mm}$，外形尺寸$\geq 95\text{mm} \times 40\text{mm} \times 60\text{mm}$ (L*W*H)，单个电机额定功率$\geq 20\text{W}$，减少比≥ 30；需提供执行器模块图片证明。</p> <p>★2、1 套协作机器人模组：轴数：3+1 轴，负载：$\geq 600\text{g}$，重复定位精度：$\pm 0.2\text{mm}$，工作范围：关节 1：$\geq 300^\circ$；关节 2：$\geq 120^\circ$；关节 3：$\geq 120^\circ$；扩展轴：$\geq 180^\circ$；末端最大速度：$\geq 200\text{mm/s}$；驱动电机：步进电机+减速机+12 位磁编码器，电机扭矩：12kg/cm，臂展：$\geq 350\text{cm}$，材质：铝合金+塑料，控制器：Arduino Mega 2560 或者具有同等或者更高级的控制器；通信：网口/WIFI/ USB 通信；电源：$\geq 12\text{V } 3\text{A}$；支持用户二次开发，提供 Python/ C++/ROS 编程语言开发包；应用功能：抓取搬运，拖拽示教，G 代码控制、激光雕刻功能，写字及画画功能，轨迹规划等功能，机</p>

	<p>器视觉：整合可编程摄像头模块，基于开源可编程摄像头，提供机器视觉编程软硬件解决方案，提供视觉抓取，视觉识别和视觉传送等示例；协作机器人无需上电回零操作便可自动更新位姿信息；提供扩展接口，不少于2路输入，不少于4路输出，输入输出接口需具备光耦隔离功能，采用不少于2*6PIN 双层快速拔插对接端子，方便用户扩展使用。</p> <p>六、平台决策控制模块</p> <p>1、1套通用计算模组：外形尺寸$\geq 120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)，RAM$\geq 4\text{G}$，内存$\geq 64\text{G}$，提供HDMI 视频接口≥ 2个；1套边缘计算模组：外形尺寸$\geq 120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)，RAM$\geq 4\text{G}$，内存$\geq 64\text{G}$，GPU ≥ 128核心。</p> <p>七、平台行为控制模组1套</p> <p>1、功能：基于ARM的核心控制板，能够精确控制车速和转向速度，且能够实时反馈线速度和转向速度。板载集成不低于6轴IMU芯片，端子采用快速拔插端子；接口设计：电机驱动接口≥ 4路，位置信息反馈接口≥ 4路，超声波数据采集接口≥ 4路，红外传感器信息接口≥ 4路，可编程GPIO≥ 24路，TTL通讯≥ 2路，485通讯≥ 1路，422通讯≥ 1路，接口端子采用快速拔插端子；</p> <p>▲2、性能指标：可采用DC9~24V供电方式，具有电压输入反接保护，供电端子间距$\leq 3\text{mm}$；模组外形尺寸$\leq 125 \times 125 \times 35\text{mm}$，外壳采用铝合金材质。（提供经过CMA或CNAS认可的第三方检测机构出具的检测报告扫描件以及在国家市场监督管理总局-全国认证认可信息公共服务平台查询到该检测报告编号的截图，做入标书内。投标人对提供材料的真实性负责，否自行承担相关法律后果）</p> <p>●3、该模组具有单电机和4个电机PWM调速控制、IMU信号采集功能（投标现场投标人进行演示）。</p> <p>八、平台电源管理模块</p> <p>1、提供1套电源管理模组：外形尺寸$\geq 120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 30\text{mm}$ (L*W*H)，12V 6A & 5V 3A的输出能力，三位数码管显示电量功能，电源管理模组容量12V 6AH。</p> <p>★九、平台通讯及控制方式</p> <p>1、通讯方式：需同时支持RJ45、WIFI、蓝牙、USB等多种通讯方式；控制方式：需同时支持ROS软件控制、计算机或手机WEB端程序控制、专用遥控器控制三种方式；软件实现功能有：实现至少5种不同运动模型的驱动控制，智能语音交互与控制功能，基于WEB智能建图与自主导航，自定义路径跟踪，红外循迹和视觉循迹功能，移动底盘与机械臂复用控制功能，智能视觉识别与抓取功能，基于激光与视觉融合的目标跟踪功能，基于智能视觉识别与语音控制抓取协同作业功能。</p> <p>十、智能机器人平台配套资源及服务：</p> <p>1、提供智能机器人控制系统软件：</p> <p>★1.1 数量一套</p> <p>1.2 需提供Matlab、C++、Python三种语言版本控制软件，软件源代码必须开放，软件协议层采用UDP网络通讯协议，支持免驱动安装，软件能同时支持x86及x64处理器架构，并能兼容所有版本Windows操作系统。需提供根轨迹、频率响应、单闭环PID、双闭环PID、LQR最优、极点配置、模糊逻辑、神经网络、自适应、滑模、鲁棒、自抗扰等控制实验，并提供</p>
--	--

	<p>相关算法对应的仿真模型以及实物控制模型，提供开放的基于 M 语言编写的控制算法实现文件，能直接编译使用（提供仿真模型图片证明材料）。</p> <p>1.3 需提供融合导航与分析评价软件：</p> <p>（1）融合导航与分析评价软件系统采用 Ubuntu 系统，部署有 ROS，可快速实现 SLAM 建图、定位及导航及路径规划等功能。软件可实时获取激光雷达、毫米波雷达、RTK-GPS 模块、UWB 模块等传感器数据，也可以根据客户选择获取深度相机或者热成像相机的视频数据，并实现所有传感器数据的实时可视化。软件根据接收到的传感数据种类，自动完成传感数据融合的数据对齐和算法调用。</p> <p>●（2）导航过程中可实时输出算法定位参数和运动轨迹，软件可以实现基于 RTK 或 UWB 的绝对定位参数进行对比功能（投标现场提供该软件视频演示）；</p> <p>（3）融合导航与分析评价软件提供小车的 URDF 模型，提供小车的底层驱动，基于 python3 的源代码，用于 C/C++开发的动态库文件；提供 ROS 下对外节点：SDK 节点、里程计节点（odom 话题，速度控制（cmd_vel）话题）、键盘控制小车的节点以及手柄遥控小车的演示程序。同时提供激光雷达传感器的 ROS 驱动，提供基于 cartographer 3D 建图软件包，提供融合 GPS 信息的建图程序；提供融合 GPS 的自主定位导航功能，包括定位、避障及路径规划等；提供 ROS RTK 节点（C++源代码及可执行程序）。</p> <p>（4）融合导航与分析评价软件可满足各传感数据获取、融合、感知、定位、运动控制、数据反馈等所有程序算法的二次开发要求。</p> <p>（5）软件功能：</p> <p>①可以实现机器人的远程移动控制、运行状态监控、远程作业任务管理；</p> <p>②可以实现自主导航及融合感知系统中各个传感器数据的实时采集和离线数据集制作；</p> <p>③可以支持三维激光 slam 建图，支持视觉 slam 建图；</p> <p>④可以支持单一传感器定位或者多传感器融合定位；</p> <p>⑤可以实现不同定位方法的定位精度分析与评价；</p> <p>⑥支持点云地图、二维地图、矢量地图编辑及导航。</p> <p>⑦支持自主路径规划导航、人工路径规划导航、支持自主停障和避障。</p> <p>●⑧实现多台机器人主从协同和共同作业控制，柔顺操作、人机交互、动态伺服，使机器人能够快速、有效和准确地工作。提供不少于 PID 控制、神经网络控制、模糊控制、滑模控制、自抗扰五种控制算法的底层源码，实现移动底盘运动控制效果、开放运动控制算法，便于用户二次开发。（投标现场需提供相关控制算法仿真和实现的视频演示，控制算法至少应包含 PID 控制、神经网络控制、模糊控制、滑模控制、自抗扰五种控制算法。投标现场提供这些控制算法的视频演示）。</p> <p>⑨提供二次开发功能，方便用户后续拓展开发远程可控平台可接收、存储、分析、展示机器人的数据，支持拓展实现机器人装备远程监控、故障诊断、作业调度、数据分析等功能。</p> <p>2、提供智能机器人详细的使用说明书、实验指导书及不少于 32 学时的训练资源。（在投标文件中提供投标人承诺函）</p> <p>●3、提供模块化 AI 机器人的三个应用场景样机的搭建和运行的视频</p>
--	---

		演示：两轮差动小车、三轮全向遥控小车、智能农业移动采摘机器人。
8	深度学习智能车	<p>一、功能要求</p> <p>1、多传感器配置，识别道路环境，可实现自主导航；基于深度学习训练，可以识别车道线、红绿灯、人行道、限速、转弯等交通标识；可搭载多种深度学习框架，开放所有源代码、提供教学实验指导手册、系统涵盖深度学习及无人驾驶视觉算法知识点应用。</p> <p>二、产品参数</p> <p>1、车体尺寸：不低于 350*270*300mm 铝合金，黑色氧化车体；主控：CPU≥i5 处理器、内存≥4G、硬盘大小≥ 128G、USB3.0 接口≥4 个、USB2.0 接口≥4 个；驱动板：stm32f103rct6 主控，支持 7.2~13V 的电压输入，板载≥六轴陀螺仪，主控与电机驱动器一体集成，≥4 路电机带编码器检测输出，≥四路直流电机桥驱动器，最大可过电流≥2.5A，可提供最大 DC-DC ≥5V 5A 的电压输出，DC-DC≥3.3V 电压输出，集成 USB 转串口模块，预留了≥两路舵机、≥两路航模控制器接口、≥一路超声波、≥一路串口、≥一路温湿度传感器、≥一路 RGB 灯带、≥一路 PS2 手柄、≥一路外置 IMU 陀螺仪、电压检测、气体检测等接口；摄像头：USB 摄像头≥2 个，像素≥720P，最大帧率≥30fps，≥120 度广角无畸变；超声波：供电电压：≥5V，静态电流≤2mA，测距精度≥0.3cm，感应角度≤15 度；电机：≥12V 直流有刷编码器一体电机，≥6mmD 字型轴，减速比≥1：90，366RPM，基础脉冲≥11PPR，减速后 360 线自带上拉电阻方波 AB 双相增量式磁性霍尔编码器，磁环触发极数≥11 极对，额定力矩≥1kg*cm，空载电流≥160mA，额定电流≥1.2A，堵转电流≥3.5A，减速器长度≥24mm；车轮≥：97mm 塑料麦克纳姆轮，支撑轮≥3mm，支撑轮个数≥9 个，厚度≥40mm，四轮负载≥20kg；手柄：PS2 无线手柄、最远传输距离≥15m；电池：≥ 12000mAh 双 2.5mmDC 头，最高电压≥12.6V，可持续电流≥12A，保护电流≥24A；充电器：额定电流≥ 2A、带充电指示灯；软件系统：至少支持 Ubuntu18.04；深度学习框架：至少支持 TensorFlow；编程语言：至少支持 Python3.6。</p> <p>2、投标人需提供设备配套的学习使用手册和视频教程。（在投标文件中提供学习手册和配套视频教程的截图证明）</p> <p>三、其他</p> <p>★1、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 1 个（说明可参加的赛项并在投标文件中提供投标人承诺函）。</p>
9	室外 ROS 移动平台	<p>一、功能介绍</p> <p>1、集成性能不低于昇腾 310 AI 处理器，具有外设接口和 MindStudio 开发环境；采用 ROS 开发平台，可最快实现≥4m/s 自动驾驶；支持激光雷达地图构建、可实现全局与局部路径规划等功能；开放源代码、支持无人驾驶（ROS）算法验证、支持二次开发。</p> <p>二、产品参数</p> <p>1、车体尺寸 ≥ 56*35*23cm；主控 MCU：单片机性能不低于 STM32F103C8T6、程序存储≥32KB、数据 RAM≥ 4KB、时钟频率≥40MHZ；底盘：阿克曼底盘、≥1/8 越野拉力赛车底盘、≥4 个耐磨越野胎；电调：额定电流≥120A、电池节数≥2-3S Lipo；电机：KV 值≥2350、功率≥2400W；IMU：姿态角动态精度≥ 0.5 度、航向角动态精度：≥2 度、分辨率≥ 0.1</p>

		<p>度、非线性度：$\geq 0.1\%FS$、陀螺仪测量范围 $\geq \pm 2000$ 度/s；激光雷达：360 度全方位扫描、10 赫兹自适应扫描频率、激光测距每秒 ≥ 5000 次、测量距离 ≥ 25 米、激光安全标准 $\geq Class 1$、测量量程解析度 $\geq 0.1\%$、A6 核 ARM ≥ 64 位处理器、主频 $\geq 2GHz$、内存 $\geq 2G$；摄像头：规格 $\geq 720P$、速度 ≥ 60 帧/秒、镜头 ≥ 150 度、不低于工业级 100 万像素、功率 $\geq 1W$、工作电压 $\geq 5V$、工作电流 $\geq 100mA$、支持协议 uvc 通信协议；软件系统：Ubuntu20.04、机器人操作系统：ROS_Noetic、软件编程语言：Python3.8</p> <p>2、主控制器：性能不低于昇腾 310 系列 AI 处理器：Atlas 200I A2 加速模块、≥ 1 个 DaVinciV300 AI core（主频 500MHz）、≥ 4 个 TAISHANV200M 处理器核（主频 1.0GHz）、AI 算力 ≥ 8 TOPS、内存 $\geq 4GB$ LPDDR4X、存储：SD 卡 $\geq 64G$、工作电压：12V；（需要提供无人车产品使用了 Atlas 200I A2 加速模块的图片证明材料）</p> <p>3、里程计记录器：臂长 $\geq 15cm$，弹簧提供抓地力 $\geq 0.12N$，同步轮直径 $\geq 68mm$，编码器：工作电压 $\geq 5V$、波特率 $\geq 9600 \sim 115200$、工作电流 $\geq 10mA$、内核刷新周期 $\geq 50 \mu s$、最大机械转速 $\geq 1000RPM$、最大启动扭矩 $\geq 0.006Nm$；（需要提供无人车产品使用直径 $\geq 68mm$ 同步轮、$\geq 15cm$ 臂长的记录器的图片证明材料）。</p> <p>配套资源</p> <p>1、配套学习课程：传感器调试、TF 坐标系配置、地图构建、自主导航、多点导航-设置导航点、多点导航-自主移动、红绿灯识别、目标检测实训、USB 摄像头目标检测、ORC 文字识别、图像效果增强、对抗网络学习、图像分类评估技术应用、图像分割技术应用、人像分割与背景替换、语音识别、系统备份及配置、模型适配工具的应用。</p> <p>▲2、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 2 个（提供可参加的赛项并提供竞赛组委会授权证书复印件）。</p>
10	AI 双轮足机器人	<p>一、机身基本参数</p> <p>★1、尺寸：站立长宽高 $\geq 540*370*490mm$，匍匐长宽高 $\geq 540*370*270mm$；自由度：≥ 6 个；载重：趴下 $\geq 80kg$，站立 $\geq 4kg$；操作系统：ubuntu mate；</p> <p>2、质量：$\geq 23kg$；供电：$\geq 28.8V$ 6Ah 锂电池；机身材质：硬铝合金材料、碳纤维；控制方式：无线手柄；编程语言：Python、c++。</p> <p>二、控制系统</p> <p>★1、平衡控制板接口：接口 $\geq 40PIN$，UART；堵转电流：$\geq 28A$；额定转矩：$\geq 9.6NM$；堵转转矩：$\geq 20Nm$；编码器分辨率：≥ 15 位；</p> <p>2、开发板控制系统：CPU：≥ 4 核 ARM Cortex-A72 MPCore 处理器，内存：$\geq 3GB$ 64 位 LPDDR4，存储：$\geq 32GB$ 存储卡，USB3.0 ≥ 2 个、USB2.0 ≥ 2 个、dis 显示连接器、双频 wifi/5.0 蓝牙、以太网端口、hdmi 接口 ≥ 2 个、音频接口、摄像头接口；</p> <p>3、摄像头：MIPI CSI 2 车道 ≥ 2 个；显示接口：HDMI ≥ 1 个（最高分辨率 $\geq 1920 \times 1080$）；MIPI-DSI ≥ 1 个（最高分辨率 $\geq 1920 \times 1080$）；USB 主机：USB A 型 3.0 ≥ 1 个；USB A 型 2.0 ≥ 2 个；USB 设备：微型 USB 2.0 ≥ 1 个 1；有线网络：RJ45 千兆以太网 ≥ 1 个；无线网络：2.4G Wi-Fi ≥ 1 个，支持 802.11 b/g/n；蓝牙：蓝牙 4.1 ≥ 1 个 1；其他接口：40PIN ≥ 1</p>

		<p>个，调试串口≥ 1个；供电：USB C型，5V-2A；尺寸：$\leq 85 \times 56 \times 20$ mm；工作温度：$-25^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$（X3M芯片温度）；</p> <p>三、技术资料</p> <p>1、软件包含 VNC 软件、Mobaxterm；学习资料包含 SDK 开发文档、Github 源码下载、开发网站、开发社区；案例包含手势控制、多机交互远程控制、跟踪识别、视觉 SLAM 自动巡检；</p> <p>▲2、投标人或产品制造商具备机器人用电机及其驱动系统的设计生产范围领域的质量管理认证体系 ISO9001 证书，提供证书复印件，且提供的证书的编号可在“全国认证认可信息公共服务平台”官网系统查询到，提供查询截图。</p>
11	复合型机器人协作系统	<p>一、机器人本体</p> <p>★1、负载：不低于 1.0kg；重量（含电缆）：不高于 9.4kg；工作半径：不低于 580mm；复定位精度：不高于$\pm 0.1\text{mm}$；自由度：6；编程方式：支持图形化编程、拖拽编程；工具端最大速度：不低于 1.5m/s；额定功率：不高于 150W；温度范围：不低于 $0-50^{\circ}\text{C}$；IP 等级：不低于 IP40；机器人安装：任意角度安装；工具 I/O 端口：数字输入：不低于 2 个，数字输出：不低于 2 个，模拟输入：不低于 1 个；工具 I/O 电源：24VDC；材质：铝合金、PC；底座直径：不高于 124mm；机器人连接电缆长度：不低于 6m；配备无线示教器 1 个。</p> <p>2、动作范围及速度：</p> <p>关节 1，不低于$\pm 360^{\circ}$，最大速度不低于 180°；关节 2，不低于$\pm 120^{\circ}$，最大速度不低于 180°；关节 3，不低于$\pm 150^{\circ}$，最大速度不低于 180°；关节 4，不低于$\pm 360^{\circ}$，最大速度不低于 180°；关节 5，不低于$\pm 120^{\circ}$，最大速度不低于 180°；关节 6，不低于$\pm 360^{\circ}$，最大速度不低于 180°；</p> <p>3、示教器类型：电脑/手机 APP/无线示教器，需提供无线示教器 APP 安装包，支持机器人手动操纵、程序编写、参数配置以及信息监控等功能，提供功能截图。</p> <p>4、电控柜：输入电源：20-60VDC；输入电流：不高于 40A；尺寸：不高于 $180 \times 130 \times 50$（mm）（L*W*H）；I/O 端口：不低于 7 路端口；输入输出可配置；I/O 电源：24VDC。</p> <p>5、机器人具备碰撞检测功能，如发生非预期碰撞，会自动停止运行，保护操作人员及周围设备不受伤害。具备拖动示教及轨迹学习功能，可通过拖动机械臂，记录轨迹来进行任务编程。</p> <p>二、视觉系统</p> <p>1、视觉系统≥ 1套，包括视觉相机、工业镜头、安装支架等；末端工具≥ 1套：电机模块（高功率无刷电机，高精度行星减速机、高性能 FOC 驱动双编码器+RS485 模块，24V10A 电源适配器+母头线 100cm）、管线工具包、末端安装板、夹持工具；载物平台≥ 1套，尺寸为$\geq 2.5 \times 1.5\text{m}$，台面高度$\geq 700\text{mm}$；发球装置$\geq 1$套；计分模块$\geq 1$套，含计分桶、裁判盒（包括比赛公共软件，共享视觉系统，比赛指令软件）、发球斜坡≥ 1套；开发资料包≥ 1套。</p> <p>●2、可完成球体识别，并通过机械臂完成静态推球任务（提供演示视频）。</p>

		<p>三、软件</p> <p>★1、可参加中国高等教育学会发布的《2024 全国普通高校大学生竞赛分析报告》竞赛目录内的竞赛项目至少 2 个（说明可参加的赛项并提供投标人承诺函）。</p>
12	飞行器及人工智能训练场地	<p>1、包含无人机场地及人工智能相关训练场地；用于学生平时学习训练及参加相关竞赛使用。</p> <p>2、专用场地纸≥4 张，尺寸（长*宽）≥2*2m；包含旋转载物台、锥桶≥40 个、模拟果树、红绿蓝三色沙包一套等物料；</p> <p>3、无人机场地：规格（长*宽*高）：≥5m*5m*4m，含桁架骨架结构、尼龙防护网等；</p>

★三、商务要求（除售后服务及培训要求外，其余内容各包件适用）

1. 履约期限及地点

1.1 履约期限：自合同签订之日起 60 日内送货并完成安装调试。

1.2 履约地点：西南民族大学航空港校区北区科创空间。

2. 付款方法和条件：

自验收合格之日起 10 个工作日内，采购方向中标方支付合同全部款项。项目（设备）自验收合格之日起正常运行一年后，采购人以转账方式无息退还履约保证金。

3. 售后服务及培训要求：

包 1：

（1）质保期：12 个月，质保期从合同验收合格签署验收报告之日算起。

（2）售后服务：服务响应时间 4 小时内；上门维修时间 12 小时内，质保期内定期维护。

（3）培训要求：上门培训，培训时长不低于 4 个课时，不低于 1 天。

包 2：

（1）售后服务：

1) 本项目质保期为 1 年，质保期从合同验收合格签署验收报告之日算起。中标人在质保期内应提供 7*24 小时远程技术支持服务，无条件的上门服务，确保本项目的运行质量。

2) 本项目质保期内中标人应提供至少 1 人，不少于 6 个月的驻场服务，

驻场人员需具备相应专业技能和良好的沟通能力，能够及时响应并处理项目运行中的各种问题。（投标人提供承诺函原件并加盖公章）

3) 投标人应根据以下各项具体要求，向采购人提供全面、及时、周到的售后服务保障，并对以下内容作出明确承诺：

①质保期内运行出现故障，投标人应在 30 分钟内作出响应，12 小时内排除全部故障，确保系统正常运行。

②质保期外出现故障，投标人应在 2 小时内作出响应，24 小时内排除全部故障，确保系统正常运行。

(2) 培训要求：投标人在安装调试完成后，应培训采购方使用所供设备的相关教师，培训时长不低于 4 个课时（60 分钟/课时），使其达到熟练操作、熟悉设备性能，掌握设备使用注意事项。

包 3:

(1) 质保期：1 年，质保期从合同验收合格签署验收报告之日算起。

(2) 售后服务：服务响应时间 4 小时内；上门维修时间 24 小时内，质保期内定期维护。

(3) 培训要求：厂家工程师上门培训，培训时长不低于 2 天。

4. 包装方式及运输：

涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准(试行)》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。

5. 履约验收：

5.1 履约验收主体：西南民族大学。

5.2 履约验收时间：供应商提出验收申请之日起 10 日内组织验收

5.3 验收组织方式：单位内部验收

5.4 履约验收程序：一次性验收

5.5 技术履约验收内容：按照本项目招标文件中“技术、服务要求”及中标人投标文件进行验收。

5.6 商务履约验收内容：按照本项目招标文件中“商务要求”及中标人投标文件进行验收。

5.7 履约验收标准：按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）的要求以及采购人招标文件的质量要求和技术指标、供应商的投标文件及承诺（若有）、国家（行业）标准、本合同约定标准进行验收。

四、演示要求：

1.现场系统演示内容为“●”的条款。投标人应根据参数要求提供现场演示操作。投标人自备演示设备或必要的软件环境，自行组织设备连接和安装。

2.各包投标人按技术要求中需要演示条款的顺序进行演示：

包 1：

1.提供线上飞书“学习社区”，用于学生基础练习训练，投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。（投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示，演示内容至少包含以下内容）

（1）机械部分：SolidWorks 教程与软件介绍、SolidWorks 草图操作讲解、SolidWorks 简单草图实战训练、SolidWorks 复杂草图实战训练、SolidWorks 简单特征讲解、SolidWorks 简单特征实战训练、SolidWorks 齿轮弹簧绘制及讲解、SolidWorks 放样扫描操作讲解、SolidWorks 复杂零件讲解及训练、标准件调用 (Toolbox 麦迪)、SolidWorks 装配操作讲解说明、SolidWorks 装配实战训练

（2）电控部分：codeblocks 的安装以及 C 语言环境配置、二进制的了解以及 C 语言语法初步、C 语言变量，数组，结构体的了解、C 语言函数的了解、keil 软件的安装以及环境配置、电路的初步了解及原理图与线路板的查看、keil 框架及点亮 LED 灯、PWM 理论初步、跑马灯、按键及外部中断、内部中断、对于串口通信的理论学习、对于串口通信的实践学习、LCD 显示的了解及初步学习

（3）软件编程部分：学习工具推荐、计算机基础、编程基础-Python 入门、编程基础-C 语言基础、编程基础-Python 基础、操作系统基础、Linux 系统基础、Ubuntu 系统基础与安装、终端与指令基础与使用、ROS 介绍与安装

2.模块化智能交互机器人平台中 ROS 实验箱的样机装配视频及组装的样机在智慧社区主题场地中完成自主导航、红绿灯识别、行人识别、楼宇识别功能（投标现场投标人进行视频演示）。

包 2：

1.课程的展现形态基于项目工作手册式，左侧操作手册，右侧实验环境。课程目录结构为3级。

2.支持学生在线完成挑战提交检测后，系统能够自动检测并返回检测结果。

3.支持用户进行任务实验和挑战实验，挑战配置自动检测脚本，支持自动检测是否通过。

4.支持试题关联官方知识点以及私有标签；支持按照试题类型、试题难度、题干名称、试题ID以及试题状态进行查询；支持添加私有题库以及对其进行编辑、试题查看、复制和删除操作；支持查看授权题库。

包3:

1.基于该平台，提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1个，“学习社区”需满足实训课程开展，投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。（投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示，演示内容至少包含以下内容）

第一章 机电装配指南：机身快速装配、电装组成及选装、无人机总体装配演示。

第二章 飞控基础调试指南：无人机主要的硬件组成与接线、雷迅 V5 飞控----无人飞行控制器简介、无人机接线及硬件组成、无人机飞行控制器简介、飞控使用指南、飞控使用指南、遥控器使用、飞控固件的刷写、飞控的初次调试、起飞前自检报错信息分析、飞控飞行模式、QGC 地面站安装、无人机调试演示。

第三章 飞行驾驶入门：无人机模拟飞行、无人机飞行实践、模拟驾驶软件下载及安装。

第四章 自动驾驶：虚拟机配置、基础程序配置、ROS 通信配置、遥控器配置、基本概念、选择机架类型、传感器、手持遥控器、PX4 飞行模式概述（LED 含义、飞行前传感器 / 估算器检查）、飞行报告、基础配置（加载固件、机架安装、罗盘校准、陀螺仪校准、加速计校准、水平面校准、遥控设置、飞行模式有关配置、电池/电源模块设置、安全配置）、飞行前的准备、开始飞行注意事项、烧录引导、百度网盘资源、MAVROS 常用话题与服务。

第五章 拓展模块使用指南：调试手册、TF 系列在 PX4 上的应用、安装说明、光流配置文档、单独点亮一个 RGB 灯、所有 RGB 灯全部点亮、流水灯、

跑马灯、呼吸灯、无人机灯光。

2.学习社区

基于该平台，提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1个，“学习社区”需满足实训课程开展。投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。

第一章 移动机器人概述：机器人发展、移动机器人行业应用、物流搬运机器人赛题解析、物流机器人方案设定。

第二章 移动机器人构成：移动底盘设计、升降机构的设计、步进电机介绍、移动机器人装配。

第三章 移动机器人下位机控制：控制系统接线图及原理、移动机器人控制器介绍、编程软件安装与烧录、步进电机控制方法与梯度算法、移动小车底盘控制、升降机构抓取控制、串口通信函数(发送和接收)、升降机构抓取模块分析与控制、移动底盘运动分析与控制、串口屏幕讲解——二维码显示、WS2812灯环控制、陀螺仪角度校准

第四章 板载计算机使用：板载计算机介绍、系统安装、使用基础、远程登录树莓派桌面

第五章 视觉算法与控制技术：相关配置及镜像文件、HSV颜色提取、小车运动控制及升降台控制、图像处理模块、二维码、条形码识别、颜色识别(红绿蓝)、色环靶心识别

第六章 视觉算法与控制技术：任务剖析与路径规划、整体实现流程方案实现、物流搬运机器人调试指导手册。

3.投标现场提供：可搭建桁架式机器人（设备载物台装置可实现多角度旋转，同时搭载3个物料）并提供以该结构完成自主移动、自主抓取物料、搬运物料、码垛物料、自主回到出发区等任务的视频演示。

4.学习社区

1、基于该平台，提供并协助搭建教学资源共享的飞书线上“学习社区”1个，“学习社区”需满足实训课程开展。投标文件中需提供“学习社区”网络链接地址。（投标现场投标人打开该链接并进行该线上学习社区内容演示，演示内容至少包含以下内容）

第一章 课前准备：课程软件、C 语言基础、python 语言基础、Linux 系统简介、智能垃圾分类赛题解析

第二章 机械部分：机械部分设计、机械部分制作介绍、铝型材的安装、水平仪的使用、亚克力板的制作与安装、3D 打印件的制作与安装

第三章 电子控制部分：电路介绍、Keil5 软件安装、STM32 下载程序、STM32 程序调试、PCB 扩展板的焊接、超声波测距模块的使用方法、红外避障传感器的使用方法、传送带的使用方法、串口总线舵机的使用

第四章 板载计算机使用：板载计算介绍、镜像备份、用户本地使用环境的配置、YOLO 目标识别、YOLO 本地训练、YOLO 云服务器训练、训练结果部署。

5.具有以智能视觉分拣场景应用系统完成单个和多个生活垃圾智能分类场景自主运行功能（投标现场投标人进行视频演示）

6.该模组具有单电机和 4 个电机 PWM 调速控制、IMU 信号采集功能（投标现场投标人进行演示）

7.导航过程中可实时输出算法定位参数和运动轨迹，软件可以实现基于 RTK 或 UWB 的绝对定位参数进行对比功能（投标现场提供该软件视频演示）

8.实现多台机器人主从协同和共同作业控制，柔顺操作、人机交互、动态伺服，使机器人能够快速、有效和准确地工作。提供不少于 PID 控制、神经网络控制、模糊控制、滑模控制、自抗扰五种控制算法的底层源码，实现移动底盘运动控制效果、开放运动控制算法，便于用户二次开发。（投标现场需提供相关控制算法仿真和实现的视频演示，控制算法至少应包含 PID 控制、神经网络控制、模糊控制、滑模控制、自抗扰五种控制算法。投标现场提供这些控制算法的视频演示）

9.提供模块化 AI 机器人的三个应用场景样机的搭建和运行的视频演示：两轮差动小车、三轮全向遥控小车、智能农业移动采摘机器人。

10.可完成球体识别，并通过机械臂完成静动态推球任务（提供演示视频）

3.投标人将按抽签顺序进行演示，包 1：每名投标人派出的演示人员不超过 2 人，时间不超过 15 分钟；包 2：每名投标人派出的演示人员不超过 1 人，时间不超过 15 分钟；包 3：每名投标人派出的演示人员不超过 2 人，时间不超过 30 分钟。超过时长评审小组有权终止演示。（演示时长不包含投标人的准备时间）

4.演示程序：

4.1 开标会结束后，要参加演示的投标人代表应在供应商休息区等候。

4.2 投标人在本项目监督人员的监督下进行演示抽签。

4.3 评审委员会通知演示后，投标人根据抽签顺序逐一在演示区域进行现场演示。

4.4 演示结束后投标人代表离场，评审委员会进行独立评审。

5.演示地点：四川成与诚招标代理有限公司开标厅[成都市高新区天府大道1700号新世纪环球中心S1区16楼1625号]。

五、其他要求：

包1：投标人针对本项目提供详细的售后服务方案，内容包括：1、售后人员分工，2、售后服务措施，3、售后巡检计划。

包2：投标人针对本项目提供详细的售后服务方案，包括：1、服务团队配置，2、服务范围以及故障解决方案，3、应急处理方案，4、售后服务电话。

包3：投标人针对本项目提供详细的实施方案，包括：1、时间进度安排，2、各阶段进度的保证措施，3、安装调试