

合同编号：

西安邮电大学货物类项目 采购合同



货物类项目采购合同

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》及有关法律
规定，遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则，西安邮电大学（甲方）与武汉
右手科技有限公司（乙方）（拥有者性别：男）就人工智能学院、自动化学院
（部门）购置的智能移动机器人多机交互集群控制系统应用开源平台、具身智能
移动协作机器人集成测试平台、多功能机器人创新应用实践平台、具身智能多维
力融合感知双臂机器人应用开源平台、具身智能多模态感知机器人开源平台、模
块化智能机器人教学开源平台、特种巡检作业四足机器人开源平台、桌面级仿生
四足机器人创新开源平台等货物（项目编号：ZJZBSX-250907-10974），经双方协
商达成如下合同条款：

一、项目名称

西安邮电大学采购智能制造与具身人工智能实验室建设项目

二、合同内容

乙方按本合同中确定的货物名称、型号与规格、产地、数量及配套内容进行
供货；乙方按时将货物运送到甲方指定的地点，负责到货货物的安装与调试，达
到正常使用状态；乙方负责为甲方培训操作、维护人员，质保期内负责指导货物
的操作使用和保养维修，做好售后服务工作。甲方在乙方完成合同明确规定的责
任和义务后，按合同要求付给乙方相应的货款。

1、采购货物清单见附件 1。

2、合同金额：人民币（大写）叁佰肆拾玖万伍仟元整（小写：¥ 3495000.00
元），是指货物到达甲方指定地点、完成验收后的价格，其中已包含货物价格、
包装运杂费（含保险）、工程费、安装调试费及相关费用等。

3、合同金额为一次性包死价格，不受市场价格的变化和影响，在合同不发
生变更时作为付款结算的依据。

三、包装运输要求

货物的运输方式由乙方自行选择，但包装必须符合国家标准或行业标准，满
足航空、铁路或公路运输以及货物装卸要求，保证使用人收到的是无任何损伤的
货物。否则，因此造成的损失由乙方自行承担。

四、交货时间及交货地点

交货时间为本合同生效后 45 天内到货,货到后 7 日内安装调试交付使用。
交货地点为 人工智能学院、自动化学院（部门） 指定地点。

五、产品质量保证

1、乙方提供的货物及配套产品,必须是合同规定厂家制造的合格、全新、未曾使用的、且经过国家质检部门检验,并具有合格证、检测报告和质量保修卡的产品。

2、乙方提供的货物及配套产品必须等同于或优于合同技术指标要求,并能按国家标准或行业标准供应、检测、调试,确保产品技术指标满足使用要求。

3、产品质量保证期为货物验收合格后 2 年。质保期内,乙方对所供货物免费进行质保和服务。

六、技术服务承诺

1、乙方负责提供货物相应的技术资料,包括产品合格证、产品保修单、安装使用及维护说明书以及运输装箱清单等。

2、人员培训:乙方免费为甲方培训货物使用人员,培训内容包括:货物操作、维护、简单维修等。

3、售后服务:即时响应(包括电话响应);电话响应无法解决 24 小时内到达现场。修复时间 48 小时内解决;如在 48 小时内无法修复,则提供部件冗余服务或采取应急措施,提供相同产品或不低于故障产品规格档次的备用产品供采购人使用,以确保货物的正常使用。

七、验收方法及标准

1、验收分初次开箱验收和学校最终验收两个阶段,以最终验收为准。

2、开箱验收:货物到货后,甲、乙双方共同开箱验收。在检查货物原产地、型号、规格、配置符合合同要求后,由乙方负责安装调试、甲方(使用单位)负责技术验收(乙方协助),验收以国内行业标准或合同文本货物供货配置清单中描述的有关技术要求为准。

3、最终验收:开箱验收合格后,学校根据使用单位技术验收结果,组织有关专家进行货物的最终验收。

八、合同款项支付方式

合同签订后,达到付款条件起 10 日内,支付合同金额的 80%;货到安装调

试完成后，达到付款条件起 10 日内，支付合同金额的 10%；待验收合格后，凭成交供应商开具全额增值税专用发票，达到付款条件起 15 日内，支付合同金额的 10%。

九、履约保证金

乙方在与甲方签订合同前，须向甲方缴纳履约保证金；履约保证金金额为成交金额的 5%，待最终验收合格后凭验收单和缴款收据，履约保证金予以无息退还。

十、违约责任

1、合同生效后，甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方，不考虑第三方因素。

2、除不可抗力原因外，如遇下列情况之一者，乙方所缴纳的合同履约金甲方有权不予退还，作为对甲方的赔偿：（1）合同签订后不能按合同时限要求供货或安装调试；（2）所供货物不合格或与合同不符；（3）不能按合同履约；（4）货物验收不合格。如乙方的合同履约保证金不足以弥补甲方损失时，甲方有权要求乙方继续承担赔偿责任。

3、乙方对所供产品出现的问题推诿、拖延，24 小时未作出服务响应，应接受甲方的合理处罚。

4、乙方按约供货时，甲方应积极配合进行货物验收以及验收前的外围配套等工作。否则，导致货物不能按期验收时，不能因此追究乙方延期交货的责任；正常情况下甲方应在货物最终验收合格并且乙方出具全额发票之日起 15 个工作日内按规定向乙方付款，最长时间不能超过 30 天。自第 31 天起，每超过一周应向乙方支付合同应付款 3%的滞纳金。

十一、争议处理

本合同在履行过程中发生争议，可友好协商解决。协商无果，任何一方可向甲方所在地人民法院提起诉讼。

十二、其它事项

1、合同经双方签字盖章后生效。本合同一式伍份，甲方执叁份（招标办 1 份，财务部门结算 1 份，使用单位 1 份），乙方执壹份，招标公司执壹份。

2、下述文件为本合同的重要组成部分，并与本合同一起阅读和解释，且具

有同等法律效力：

(1) 合同附件 1：采购货物清单；

(2) 合同附件 2：货物技术参数。

3、在本合同执行过程中，甲、乙双方协商签订的补充合同与原合同具有同等法律效力。

4、未尽事宜，双方协商解决。

甲 方 单位名称（章）：西安邮电大学 单位地址：陕西省西安市雁塔区长安南路 563 号 法定代表人或委托代理人： 电 话： 开户银行：建行西安八里村支行 账 号：61001723700050000897 纳税人识别号：12610000437205105J 日期：2025年 11 月 4 日	乙 方 单位名称（章）：武汉右手科技有限公司 单位地址：武汉东湖新技术开发区光谷大道 62 号光谷总部国际 3 栋 6 层 603-1 室 法定代表人或委托代理人： 电 话：15623342993 开户银行：农行西安高新路南段支行 账 号：26131801040009352 统一社会信用代码：91420100MA49NFF20W 日期：2025年 11 月 4 日
--	--

(1) 附件 1: 采购货物清单

货物名称	型号	数量	单位	单价 (元)	总价 (元)	供应商名称及 所在区域	供应商规模	制造商名称及 所在区域	制造商规模
智能移动机器人多机 交互集群控制系统应 用开源平台	YS-MR-ER7P	2	套	120000.00	240000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业
具身智能移动协作机 器人集成测试平台	YS-MR-SR5	1	套	448000.00	448000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业
多功能机器人创新应 用实践平台	JK-FSD332	3	套	90000.00	270000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	京控高科（北 京）科技有限公 司 /北京	小微企业
具身智能多维力融合 感知双臂机器人应用 开源平台	YS-ER-7P	1	套	785000.00	785000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业
具身智能多模态感知 机器人开源平台	YS-SR-05	3	套	237000.00	711000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业
模块化智能机器人教 学开源平台	BLX-ZMSJ-06	9	套	49000.00	441000.00	武汉右手科技有 限公司/湖北武汉	小微企业	湖南比邻星科技 有限公司	小微企业

特种巡检作业四足机器人开源平台	YS-MR-M20	1	套	492000.00	492000.00	武汉右手科技有限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有限公司/湖北武汉	/湖南长沙	
桌面级仿生四足机器人创新开源平台	ROSPug	6	套	18000.00	108000.00	武汉右手科技有限公司/湖北武汉	小微企业	武汉右手科技有限公司/湖北武汉		小微企业
合 计（元）	大写：叁佰肆拾玖万伍仟元整，小写：¥3495000.00 元									

注：1、当货物是计算机类（台式计算机、便携式计算机、服务器）时要填写对应的 CPU 规格、操作系统信息。
2、供应商（制造商）规模：分为大型企业、中型企业、小微企业和其他。
3、供应商（制造商）所在区域：指供应商（制造商）注册地所在地区，具体细化到省份。

(2) 附件 2: 货物技术参数

序号	货物名称	技术参数
1	智能移动机器人多机交互集群控制系统应用开源平台	1、移动机器人模块参数: (1) 导航方式: 激光 SLAM+视觉+IMU; 激光 SLAM 可用于创建地图、车辆在地图上的手动定位, 以及在运动路径上检测到障碍物; (2) 定位精度: $\pm 10\text{mm}/\pm 1^\circ$; 激光雷达水平视场角: 210°, 激光雷达扫描平面高度: 197mm; 额定载荷: 400kg; 尺寸(L*W*H): 841*540*276mm; (3) 旋转直径: 942mm (原地旋转); 两轮差速驱动 (双差速); 空载最大速度: 1.5m/s; 满载最大速度: 1.2m/s; 支持最大地面坡度: 5%; 可跨越最大缝隙: 35mm; 可跨越台阶高度: 10mm; (4) 安全系统: 安全激光防护: 毫米级定位精度, 并进行障碍物检测, 当前方出现障碍物时可及时减速或停障; 防撞条: 在移动机器人正面配有安全防撞触边, 一旦碰到障碍物会立刻停车; 声光报警: 灯光实时显示车辆状态, 扬声器在移动导航过程中播放背景音乐, 若发生停障、交管、碰撞、故障等均有语音提示。 2、调度管理系统功能: (1) 实现任务接收和分配; (2) 根据移动机器人运行情况进行公共资源分配和管理; (3) 根据上料机器人的运行情况, 告知移动机器人是否可以进行上下料操作; (4) 监控移动机器人运行情况; (5) 监控移动机器人电池电量情况, 具备自动充电功能; (6) 提供人机交互界面, 实现任务执行时的人工介入, 信息查询及维护等。 3、移动机器人系统与功能: (1) 移动机器人系统中包含机械臂、相机、末端执行器、移动机器人等硬件设备驱动; 支持各种场景的 2D 视觉、3D 视觉、路径规划、自主导航、主动避障、移动抓取等功能; (2) 针对路径规划、自主导航、主动避障等场景提供开发框架, 开发者只需要根据新的需求适配插件或修改配置, 即可完成应用; (3) 提供可视化开发及仿真平台, 基于 SDK API 和提供的开发框架; 实现可视化开发。 (4) 实现运动学逆插件、路径规划插件、视觉插件、机器人插件、相机插件, 移动机器人插件等, 通过可视化开发及仿真

		平台完成这些插件的验证; (5) 面向终端客户的应用开发平台, 采购人可利用平台里的图形化开发界面以及二次软件开发 SDK 快速开发其个性化应用场景软件; 4、配套项目式教学案例: AGV 导航与路径规划基础、AGV 任务调度与多车协作、传感器融合下的移动机器人精准导航。 1、整体参数: (1) 硬件参数: 六自由度力控协作机械臂, 单臂负载: 5kg, 臂展: 919mm, 通过 3D 视觉引导, 可完成视觉引导的移动抓取和搭建操作; 控制器 CPU: i7 十二代, 主频: 1.7GHz; 内存: 32G; 硬盘: 512G; (2) 系统参数: 操作系统: Ubuntu 22.04; 开发语言: C++、PYTHON; 开发环境: 开放式开发环境, 提供二次开发包和 ROS 2 开发包; 开放程度: SDK+应用源码。 2、六自由度力控机械臂模块: (1) 机械臂采用全关节力矩传感器配置, 负载: 5kg, 自由度: 6, 重复定位精度: $\pm 0.03\text{mm}$, 工作半径: 919mm; (2) 自重: 16.5kg, 工具端最大速度: 2.0m/s; (3) 运动参数: 轴 1、轴 4、轴 5、轴 6 工作范围满足正负 360°, 轴 2 工作范围满足负 160° 至正 150°, 轴 3 工作范围满足负 170° 至正 140°; 所有关节最大速度: $180^\circ/\text{s}$; (4) 力控相对精度: 力 x-y-z: 0.5N, 力矩 x-y-z: 0.1Nm, 笛卡尔刚度可调范围: $0\sim 3000\text{N/m}$, 可调节的旋转刚度范围: $0\sim 300\text{Nm/rad}$; 3、移动机器人模块: (1) 导航方式: 激光 SLAM+视觉+IMU; 激光 SLAM 可用于创建地图、车辆在地图上的手动定位, 以及在运动路径上检测到障碍物; (2) 定位精度: $\pm 10\text{mm}/\pm 1^\circ$; 激光雷达水平视场角: 210°, 激光雷达扫描平面高度: 197 mm; 额定载荷: 400kg; 尺寸 (L*W*H): 841*540*276mm; (3) 旋转直径: 942mm (原地旋转); 两轮差速驱动 (双差速); 空载最大速度: 1.5m/s; 满载最大速度: 1.2m/s; 支持地面坡度: 5%; 可跨越最大缝隙: 35mm; 可跨越台阶高度: 10mm; (4) 安全系统: 安全激光防护: 毫米级定位精度, 并进行障碍物检测, 当前方出现障碍物时可及时减速或停障; 防撞条: 在移动机器人正面配有安全防撞触边, 一旦碰到障碍物会立刻停车; 声光报警: 灯光实时显示车辆状态, 扬声器在移动导航过程中播放背景音乐, 若发生停障、交管、碰撞、故障等均有语音提示。
2	具身智能移动协作机器人集成测试平台	

	4、3D 相机模块： (1) 视野范围：0.3-3m； (2) 深度图像分辨率：1280*720@30fps/848*480@90fps；深度视场：86°*57°；RGB 传感器视场：69°*42°。 5、移动机器人系统与功能： (1) 移动机器人系统中包含机械臂、相机、末端执行器、移动机器人等硬件设备驱动；支持各种场景的 2D 视觉、3D 视觉、路径规划、自主导航、主动避障、移动抓取等功能； (2) 针对路径规划、自主导航、主动避障等场景提供开发框架，开发者只需要根据新的需求适配插件或修改配置，即可完成应用； (3) 提供可视化开发及仿真平台，基于 SDK API 和提供的开发框架；实现可视化开发。 (4) 实现运动学逆插件、路径规划插件、视觉插件、机器人插件、相机插件，移动机器人插件等，通过可视化开发及仿真平台完成这些插件的验证； (5) 面向终端客户的应用开发平台，采购人可利用平台里的图形化开发界面以及二次软件开发 SDK 快速开发其个性化应用场景软件； 6、具身智能移动协作机器人抓取搭建定制应用： (1) 实现机器人自主导航、机械臂轨迹规划、视觉识别搭建构件、抓取搭建构件、按搭建结构设计进行搭建等功能； (2) 应用任务流程： 机器人接收搭建任务后，首先根据预先设计的搭建结构模型基于算法规划最优轨迹；然后，机器人沿着规划的最优轨迹，使用最优化算法进行运动规划，并规避运动过程中障碍物，控制机器人朝目标移动；到达目标点后，利用 3D 视觉来识别目标搭建构件，再利用点云匹配完成各部件的精准定位；之后，根据识别到的目标构件位姿，通过操作系统发送给机械臂，按顺序完成构件抓取操作；最后，机器人将抓取的构件按搭建结构设计要求安装在指定位置并重复工作流程直至将建造物搭建完成。 (3) 上述应用供货时提供应用源码。 7、配套项目式教学案例：物流机器人与机械臂协作装配。
3	多功能机器人创新应用实践平台 1、整体参数： 机械连接件，主要由金属材料制作，可反复拆装；基于模块化设计，通过组合可组装两轮差速、四驱全驱、四驱麦克纳姆轮、四轮全向、三轮全向等典型型机器人结构，能够拼接成 9 种结构形式。

2、典型设备参数:

单套设备可同时组装三款智能机器人, 支持 3 人同时开展实验。

三款智能机器人尺寸分别是:

第一款两轮差动机器人尺寸: 340*343*558 (mm);

第二款三轮万向机器人尺寸: 340*343*558 (mm);

第三款四轮全驱机器人尺寸: 460*410*462 (mm);

机器人最大速度: 线速度: 0.5m/s, 角速度: 0.8rad/s;

3、运动控制器:

3 块, 金属外壳包装, 预留电源、传感器、电机等接口。控制器整体外形尺寸: 100mm x 100mm x 50mm; 内置基于 Cortex-M4 机器人控制板; 输入电压: 12-28V; 电源输出: 5V/5A; 具备: 485 接口: 1 路; 扩展 I/O 口: 1 路, USB 转串口: 1 路; stlink 程序烧录接口: 1 路, 电机驱动接口: 4 路; 编码器电机接口: 4 路; 单路驱动能力: 80W。

4、机器人控制器:

3 个, Intel 芯片组 I5; CPU 双核 4 线程; 串口: 2 个, 网口: 2 个, USB3.0 接口: 4 个, USB2.0 接口: 4 个, HDMI 1 个, VGA 1 个, 内存: 8G, 固态硬盘: 256G, 支持 WIFI 网络。

5、电机驱动模块:

直流编码器电机: 9 个, 编码器线数: 500 线; 减速比: 51:1 (行星减速齿轮); 额定扭矩: 2Nm; 额定转速: 100r/min; 功率: 30W; 全向轮: 4 个、麦克纳姆轮: 4 个、橡胶轮: 4 个、万向轮: 2 个。

6、抓取模块:

机械臂: 1 套, 重量: 2.5kg; 尺寸 (L*W*H): 150mm*140mm*281mm (10%范围内); 自由度: 4 自由度; 精度: 0.2mm; 最大负载: 500g; 工作半径: 50mm~320mm; 运行速度: 100mm/s; 二次开发: Python/Arduino/ROS。

7、传感交互模块

二维激光雷达: 3 个, 角度分辨率: 1°, 测量半径: 11m, 扫描范围 360 度, 测量距离精度 ±3cm (0~6m)、±4.5cm (6m), 无刷电机驱动, 接口 USB;

深度相机: 3 个; 彩色图像分辨率: 1280x960; 深度图像分辨率: 1280x1024; 帧率: 30fps; 视野范围: 4m。

辅助定位相机: 2 个, 最高帧率: 1280*720/30 帧; 支持全局快门;

麦克风阵列: 2 个; 麦克风: 4 个、直径: 75;

	其他传感器：超声波 9 个、可燃气体传感器 2 个、温湿度传感器 2 个。 8、电源模块： 3 套，输入电压：24V；输出电压：21.6-25.2V；电池级联数：6 串；电池容量：11000mAh，并配有充电器及防爆袋。 9、显示模块： 3 台；屏幕尺寸：11 寸；喇叭：立体声全频；分辨率：1920×1080，并配有液晶屏安装支架。 10、配套《智能移动机器人技术》、《机器人感知与人工智能》、《多机器人协作与系统集成》。
4	具身智能多维力融合 感知双臂机器人应用 开源平台 1、整体参数： (1) 平台具备开放性，可方便进行应用开发。 (2) 硬件参数： 1) 双臂共 14 自由度，由 2 台单臂七自由度力控机械臂构成，配合 3D 相机和灵巧手，实现双臂协同操作； 2) 整机设备：头部和身体仿人型结构外形，采用树脂材料，头部配置高精度工业相机，并预留听觉传感器和嗅觉传感器安装位置。 (3) 系统参数： 1) 操作系统：UBUNTU22.04； 2) 开发语言：C++、PYTHON； 3) 开发环境：开放式开发环境，提供二次开发包，提供 ROS 2 开发包； 4) 开放程度：系统开源，可进行二次开发，提供通讯接口、驱动程序及应用源码； 2、七自由度力控机械臂模块： (1) 机械臂采用全关节力矩传感器配置，负载：7kg，自由度：7，重复定位精度：±0.03mm，工作半径：1125mm； (2) 自重：29kg，工具端最大速度：2.5m/s； (3) 运动参数：关节工作范围：轴 1、轴 3、轴 5 工作范围满足负 170° 至正 170°，轴 2、轴 4、轴 6 工作范围满足负 120° 至正 120°，轴 7 工作范围满足正负 360°；关节最大速度：轴 1、轴 2 最大速度：90°/s，轴 3、轴 4、轴 5、轴 6、轴 7 最大速度：120°/s； (4) 力控相对精度：力 x-y-z：0.5N，力矩 x-y-z：0.1Nm，笛卡尔刚度可调节范围涵盖 0~6000N/m，可调节的旋转刚度范围涵盖 0~1000Nm/rad。 3、五指灵巧手模块：

	(1) 自由度: 6; 关节数: 12; 重量: 800g (2) 重复定位精度: $\pm 0.2\text{mm}$; (3) 指尖最大输出力: 30N; (4) 力传感器数量: 6; 触觉传感器数量: 12。 4、3D 相机模块: (1) 视野范围: 300mm-1000mm; (2) 深度分辨率: 1280*960; RGB 分辨率: 2560*1920; (3) Z 向精度: $\pm 0.1\text{mm}@500\text{mm}$; (4) 产品重量: 0.544kg; (5) 数据接口: 千兆以太网。 5、双臂协同机器人控制系统模块: (1) 控制器: CPU: i7 十二代, 主频: 1.7GHz; 内存: 32G; 硬盘: 512G; (2) 双臂机器人系统具备功能: 1) 支持机器人实时驱动功能, 可实时获取机器人状态数据, 并可实时控制机器人关节运动; 2) 支持机器人运动求解功能, 可实现从笛卡尔空间到关节空间的逆解求解; 3) 支持机器人三维建模仿真功能, 包含 URDF 统一机器人模型文件, 可实现仿真模型和实体机器人的同步实时显示; 4) 支持机器人碰撞检测功能, 可实现场景模型的导入并进行运动过程的碰撞检测计算; 5) 支持机器人运动规划功能, 可实现到指定位置的自动运动规划, 包含 4 种运动规划算法; 6) 支持相机设备驱动功能, 可连接多种品牌的相机设备; 7) 支持视觉成像物品检测功能, 可实现物品的图像识别和轮廓提取; 8) 支持三维点云数据处理算法功能, 可通过点云分割和点云匹配算法, 实现物品识别与定位; 9) 支持扩展深度学习算法功能, 通过样本标注和神经网络模型, 实现物品的识别、分类及跟踪; 10) 支持力传感器设备驱动功能, 支持 485 和 TCP/UDP 等多种协议, 可连接多种品牌不同规格的力传感器设备; 11) 支持六维力/力矩数据显示功能, 可实现力/力矩数据的图表实时动态显示; 12) 支持力/力矩数据滤波和补偿算法功能, 满足力/力矩数据处理准确精度要求; 13) 提供力控拖拽示教功能, 可根据力/力矩数据引导机器人运动;
--	---

	14) 支持末端工具设备驱动功能, 支持 485 和 TCP/UDP 等多种协议, 可连接多种品牌不同规格的末端夹爪工具设备; 15) 支持工具末端数据示功能, 支持自定义模型导入和夹爪状态显示; 16) 支持双臂机器人的建模仿真功能, 可实时显示双臂机器人的运动姿态; 17) 支持双臂协同功能, 左右手可协调进行物品的同步抓取、抓取姿态调整、物品交换等多种功能实现; 18) 支持双臂的人机交互功能, 通过力感知和力控拖动示教功能, 可进行单臂引导牵引另一臂同步运动, 实现人机交互作业; 19) 支持双臂协作的力控装配功能, 通过运动规划和力感知反馈, 实现力控装配作业; 20) 支持扩展视觉抓取功能, 通过视觉算法进行识别和定位, 引导机器人进行随机位置的物品抓取作业; (3) 上述双臂机器人系统供货时提供源码。 6、双臂协同定制应用: (1) 实现双臂机器人的视觉识别、定位抓取、双臂协同等功能; (2) 定制应用流程: 1) 视觉定位: 根据头部 3D 相机拍摄画面, 通过 3D 视觉算法, 给出物体位置; 2) 抓取姿态规划: 根据精定位位置, 在抓取与运动过程中, 通过算法联合 14 轴协同运动规划 (7+7 双臂), 采用实时轨迹规划, 规划出最优姿态, 多臂协同规划, 共同作业, 防止干涉, 使双臂能够实时协同搬运物体; 3) 整个过程中通过力控感知, 实时检测协同抓取物体的状态, 并适时作出微调或放下物体; 通过确定抓点, 规划出单臂机器人的运动路径, 然后求解出另外一个机械臂的运动路径, 并将对齐后的路径点同时发送给机械臂, 在机械臂协同运动过程中, 通过基于机械臂的力感知能力, 对机械臂运动作出微调; 4) 整个过程中, 人员可移动物体至其他位置 (机械臂视界范围内), 机械臂可跟随并继续完成物料的抓取与放置任务。 7、提供两个应用案例: 具身智能双臂机器人运用装配技术、具身智能双臂机器人运用人机交互技术: (1) 供货时提供具身智能双臂机器人运用装配技术的应用源码, 且对源码均提供详细解释与说明; (2) 供货时提供具身智能双臂机器人运用人机交互技术的应用源码, 且对源码均提供详细解释与说明。 8、配套《机器人操作与灵巧手技术》课程资源和项目式教学案例: 灵巧手抓取与控制、ROS2 基础与机器人通信实验。
5	具身智能多模态感知 机器人开源平台 1、整体参数: (1) 硬件参数: 六自由度力控协作机械臂, 单臂负载: 5kg, 臂展: 919mm, 力控精度: 0.5N, 配合定制末端, 通过 3D 视觉引导和力感知, 可完成视觉引导的高精度力控打磨操作; 控制器 CPU: i7 十二代, 主频: 1.7GHz; 内存: 32G; 硬盘:

	512G; (2) 系统参数: 操作系统: Ubuntu 22.04; 开发语言: C++、PYTHON; 开发环境: 开放式开发环境, 提供二次开发包和 ROS 2 开发包; 开放程度: SDK+应用源码。 2、六自由度力控机械臂模块: (1) 机械臂采用全关节力矩传感器配置, 负载: 5kg, 自由度: 6, 重复定位精度: $\pm 0.03\text{mm}$, 工作半径: 919mm; (2) 自重: 16.5kg, 工具端最大速度: 2.0m/s; (3) 运动参数: 轴 1、轴 4、轴 5、轴 6 工作范围满足正负 360°, 轴 2 工作范围满足负 160° 至正 150°, 轴 3 工作范围满足负 170° 至正 140°; 所有关节最大速度: $180^\circ/\text{s}$; (4) 力控相对精度: 力 x-y-z: 0.5N, 力矩 x-y-z: 0.1Nm, 笛卡尔刚度可调节范围: $0\sim 3000\text{N/m}$, 可调节的旋转刚度范围: $0\sim 300\text{Nm/rad}$; 3、3D 相机模块: (1) 视野范围: 0.3-3m; (2) 深度图像分辨率: $1280*720@30\text{fps}/848*480@90\text{fps}$; 深度视场: $86^\circ*57^\circ$; RGB 传感器视场: $69^\circ*42^\circ$。 4、机器人操作系统与功能: (1) 机器人操作系统中包含机器人、相机、PLC 等硬件设备驱动; 支持各种场景的 2D 视觉、3D 视觉、路径规划、智能力控等功能; (2) 提供抓取、打磨、装配等应用场景提供开发框架, 支持可配置应用开发; (3) 提供可视化开发及仿真平台, 基于 SDK API 和提供的开发框架; 实现可视化开发及仿真平台完成这些业务的在线仿真和离线仿真的功能; (4) 支持可扩展的逆运动学求解、路径规划、视觉插件、机器人插件、相机插件, 支持基于可视化开发及仿真平台的仿真完成这些插件的验证; (5) 开发架构下的各种算法和驱动都抽象成标准插件, 算法开发和应用开发都演变成标准插件的开发; (6) 面向工业应用的专业力控算法库, 可实现重力标定、力位混合控制、接触保护、过程监控等功能; (7) 面向终端客户的应用开发平台, 用户可利用平台里的图形化开发界面以及二次软件开发 SDK 快速开发其个性化应用场景 APP。 5、视觉引导机器人力控打磨应用系统与功能:
--	---

	(1) Robot 定义: 从下拉列表中选择存在于导航树中的机器人; (2) F/N sensor 定义: 从下拉列表中选择存在于导航树中的力传感器 Tool 定义: 从下拉列表中选择存在于导航树中的工具; (3) Workpiece 定义: 从下拉列表中选择存在于导航树中的几何体; (4) 打磨机重力设置: 可设置范围 0-2000.00, 单位 N; (5) 打磨机重心设置: 可设置 X 轴范围-100~100, 单位 mm; Y 轴范围-100~100, 单位 mm; Z 轴范围-200~200, 单位 mm; (6) 工件重力设置: 可设置范围 0-2000.00, 单位 N; (7) 工件重心设置: 可设置 X 轴范围-100~100, 单位 mm; Y 轴范围-100~100, 单位 mm; Z 轴范围-200~200, 单位 mm; (8) 打磨模式设置: 可选择主动打磨和被动打磨 2 种方式; (9) Home 点设置: 可设置机器人安全位置; (10) 力控模式设置: 可设置使用力控模式和不使用力控模式; (11) 限速设置: 可按百分比设置控制机器人运动的速度; (12) 安全平面设置: 可通过 X、Y、Z 设置安全平面, 打磨点超出安全平面时有友好提示; (13) 打磨轨迹生成: 提供基于工件 CAD 模型的快速打磨轨迹生成和基于机器人示教的打磨轨迹生成 2 种方式; (14) 切入、切出轨迹生成: 提供基于机器人示教和离线仿真的 2 种方式切入、切出轨迹生成; (15) 多个打磨区域任务创建: 提供创建、删除多个区域打磨任务功能。 (16) 上述视觉引导机器人力控打磨应用系统供货时提供源码; 6、提供两个应用案例: 具身智能多模态感知机器人运用视觉抓取技术、具身智能多模态感知机器人运用视觉引导装配技术; (1) 供货时提供具身智能多模态感知机器人运用视觉抓取技术的应用源码, 且对应源码均提供详细解释与说明; (2) 供货时提供具身智能多模态感知机器人运用视觉引导装配技术的应用源码, 且对应源码均提供详细解释与说明。 7、配套项目式教学案例: 机械臂点位控制与轨迹规划、机械臂+视觉自主分拣、机械臂二次开发: 自定义轨迹规划算法。
6	模块化智能机器人教学开源平台 1、试验台上方安装机器人和视觉系统, 整体可直接放置于课桌; 2、平台安全防护功能:

	(1) 平台底座为金属材质、封闭式结构，所有电源转换模块、IO 模块，以及各类控制电路，均为内置式安装； (2) 平台底座安装光源调节旋钮，且提供排风装置； (3) 供电电源接口为 DC 24V/5A，同时配备一键启动/断电按钮。 3、运算单元配置和功能： (1) 硬件参数：64 位四核 CPU；内存：8GB；存储：256GB；接口：USB3.0×2、HDMI×1、RJ45×1、DC5.5×2.1 电源接口； (2) 内置 Python3.5 版本的运行环境，且实验代码在 Jupyter Notebook 环境下进行； (3) 内置的 AI 算法库包括物体分类识别、目标检测、缺陷检测、OCR 字符识别； (4) 配套提供 21 寸显示器（分辨率：1920*1080）、标准键鼠。 4、工业相机：600 万像素 CMOS 千兆以太网工业面阵相机；帧率：17 fps；彩色；GiGE 接口； 5、工业镜头：固定焦距；手动光圈；焦距：12mm；接口类型：C-Mount； 6、白色 LED 环形光源；输入电压：DC 24V max.；铝合金材质； 7、六轴机器人配置和功能： (1) 机器人轴数：6；最大负载：1kg；工作范围：410mm；重复定位精度：±0.1mm； (2) 机器人各轴运动范围：1 轴：±130°，2 轴：-80°~+90°，3 轴：-85°~+40°，4 轴：-160°~+160°，5 轴：-192°~+15°，6 轴：±179°； (3) 接口数量：Type-C 接口：1 个、485 接口：1 个、USB 接口：1 个、网口：1 个、IO 接口：1 个、串口：1 个、电源接口：1 个、脉冲接口：1 个； (4) 机器人底座内置 3.5 寸高清液晶屏，支持以触控方式对机器人进行初始化、回零操作，并对机器人的各个关节、吸盘、电动夹具进行运动控制； (5) 机械臂提供运动学正逆解算法，并开放全部源代码，支持进行关节控制原理的学习； (6) 提供无线遥控操作手柄，可实现不短于 30m 距离的远程无线控制； (7) 无线遥控操作手柄内置陀螺仪，可实时将陀螺仪的空间姿态同步给机械臂末端，从而通过手掌的空间姿态变化对机器人进行同步控制。 8、基于大模型的远程运维平台功能： (1) 大模型部署在云端，用户可以任意方式提出问题，大模型具备推理与分析能力，并反馈处置结果；
--	--

	(2) 支持设备操作过程的用户问题输入与运维结果输出，如：运算单元、工业相机、工业镜头、光源、机械臂等的开启与操作方法，实验流程的执行步骤等； (3) 支持工业相机的用户问题输入与运维结果输出，如：相机无法打开、相机打开错误、相机触发无反应、相机工作模式无法切换等； (4) 支持工业镜头的用户问题输入与运维结果输出，如：焦距调节方法、光圈调节方法、镜头维护方法等； (5) 支持光源的用户问题输入与运维结果输出，如：亮度调节方法、不同场景下的光源选型方法等； (6) 支持机械臂的用户问题输入与运维结果输出，如：机械臂端口无法打开、吸盘无法顺利抓取物体、机械臂无法顺利启动和复位等。 9、配套《工业机器人与机械臂控制》课程资源和项目式教学案例：视觉检测与识别实验、机械臂+视觉自主分拣、基于AI的视觉检测与缺陷识别。
7 特种巡检作业四足机器人开源平台	1、机器人本体参数： (1) 有效负载：15kg；极限负载：50kg (2) 站立尺寸：820mm×430mm×570mm；整机重量：33kg； (3) 运动方式：轮足形式；轮最大扭矩：20N.m； (4) 电池容量：4500mAh，电压：72V；充电时长：1.5h； (5) 支持自主充电； (6) 整机自由度：16；单腿自由度：4； (7) 续航：空载里程：15 km，负载最大里程：12km；空载续航：3h，负载续航小时：2.5h； (8) 最大移动速度：5m/s； (9) 最大斜坡行走坡度：45°； (10) 运动功能：具有轮滑、跃障、上下楼梯、爬斜坡等功能，摔倒可自主爬起，可前后、左右运动，原地转弯；可在废石堆、建筑工地等地形行走； (11) 整机防护等级：IP66； (12) 激光雷达：96线，检测距离：60m，实现楼梯等地形感知；搭配导航软件包，自主导航定位、动态避障，可实现跨楼层导航及狭窄无法转体空间，并能实现前后障碍物无死角检测避免碰撞。可用于SLAM、地形建图开发；支持2.5D地形建图和落脚点规划； 2、双光巡检云台参数：

	(1) 云台功能: 1) 水平范围: 连续旋转角度 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$; 垂直范围: $-25^{\circ} \sim +90^{\circ}$; 2) 防护等级: IP66; 3) 工作温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$; (2) 可见光: 1) 200 万像素逐行扫描 1/2.8 英寸 CMOS; 2) 最大图像分辨率: 1920x1080; 3) 焦距: 5.5~180mm; 光学变倍: 33 倍; (3) 热成像: 1) 分辨率: 384×288; 2) 测温范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$; 3) 测温精度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (或者量程的 $\pm 2\%$)。 3、移动机器人系统与功能: (1) 移动机器人操作系统中包含机械臂、相机、末端执行器、移动机器人等硬件设备驱动; 支持各种场景的 2D 视觉、3D 视觉、路径规划、自主导航、主动避障、移动抓取等功能; (2) 针对路径规划、自主导航、主动避障等场景提供开发框架, 开发者只需要根据新的需求适配插件或修改配置, 即可完成应用; (3) 提供可视化开发及仿真平台, 基于 SDK API 和提供的开发框架, 可以快速开发各种可以落地的商业应用; 可视化开发及仿真平台完成在线仿真和离线仿真功能; (4) 基于开发架构下的插件机制可以开发自己的运动学逆插件、路径规划插件、视觉插件、机器人插件、相机插件, 移动机器人插件然后基于可视化开发及仿真平台的仿真完成这些插件的验证; (5) 开发架构下的各种算法和驱动都抽象成标准插件, 算法开发和应用开发都演变成标准插件的开发; (6) 面向终端客户的应用开发平台, 采购人可利用平台里的图形化开发界面以及二次软件开发 SDK 快速开发其个性化应用场景软件;
8	桌面级仿生四足机器 1、整机尺寸: 躯干外壳长: 303mm, 躯干宽度: 193mm;

人创新开源平台	2、自由度数量: 12 个自由度; 3、操作系统: ROS 操作系统; 4、支持 Python 编程。 5、TOF 激光雷达: (1) 扫描半径: 0.03-12m, ; (2) 采样频率: 4500 次/s; 6、控制方式: (1) 无线手柄控制: 底座接有 USB 手柄接收器, 配套手柄能无线控制机器人完成基础移动; (2) 上位机控制: 软件界面包含舵机操控区域、动作详情列表、动作群组设置区域、偏差设置区域。通过滑杆无极调整速度、舵机位置, 支持手柄编程、角度回读, 动作组编辑、偏差读取等操作。 7、控制系统: (1) GPU: NVIDIA Maxwell 架构, 配备 128 个 NVIDIA CUDA 核心; (2) CPU: 4 核 ARM Cortex-A57 MPCore 处理器; (3) 拓展接口: 9 路总线舵机接口, 2 路 PWM 舵机接口, 2 路 IIC 接口 (4Pin), 2 路 IIC 接口 (4Pin), 1 路通信串口; (4) 输入: 内置六轴 IMU 传感器。 8、摄像头参数: (1) 像素: 800 万像素; (2) 分辨率: 3280*2464; (3) 对角视场角: 160°, 畸变: 14.0%。 9、机体舵机: (1) 转动扭矩: 30kg.cm 11.1V; (2) 工作电压: 9V-12.6V; (3) 转速: 0.10sec/60° 11.1V; (4) 控制角度范围: 0°~240°; (5) 齿轮类型: 金属齿轮; (6) 舵机接线端口: 3 个。
---------	---

	10、软件部分：VNC 软件、图形化上位机软件和安卓/iOS 手机 APP 软件； 11、学习资料：配套教学资料，包含 ROS 课程与案例，图像激光雷达路径规划导航、机器视觉应用等真人教学视频、玩法教学文档及 python 代码、安卓和 iOS 手机 APP 软件、VNC 软件、上位机软件等； 12、核心功能： (1) 机体遥控：通过手机 APP 可调节四足机器人的高度及站立姿态，拥有机体遥控、激光雷达、目标追踪、视觉巡线等体验功能； (2) 动作表演：机械内置多种表演动作组，如俯卧撑、伸懒腰等，可通过手机 APP 一键体验； (3) 颜色识别：通过摄像头检测视野范围内出现的颜色，当识别到红绿蓝三种颜色后四足机器人会做出相应动作； (4) 标签识别：通过摄像头检测视野范围内出现的标签码，根据标签 ID 做出对应的动作； (5) 人脸检测：通过摄像头检测视野范围内出现的人脸，当识别别人脸后四足机器人会自动打招呼； (6) 视觉巡线：通过摄像头检测视野范围内出现的黑线或红线，自主完成巡线移动； (7) 雷达避障、跟随：通过激光雷达识别前方的物体，四足机器人在避障模式下会选择转向绕行；在跟随模式下会选择追踪移动； (8) 手势控制：利用摄像头检测视野范围内出现的动态和静态手势，识别成功后四足机器人会做出相应动作。 13、配套《自主巡检与环境感知》课程资源。
--	--

