## 4.3智能与信息工程学院设备-人工智能实验实训中心

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **设备规格** | **数量** | **单位** | **质保要求** |
|  | 智能制造3C产线实训平台 | 一、产线功能  1.包含自动装备至少3个制造单元，包含但不限于产品自动拾料工作单元、产品自动装配单元、产品自动检测及下料工作单元，每个工作站经自动输送带运送至各个环节，全自动完成整个过程，通过平板电脑或服务器上的生产管理软件控制自动装配的启停及参数设置、时间节拍和全程检测每个工作过程；  2.包含4台紧凑型工业机器人本体配合两条输送线和视觉系统组建生产线。  二、产品自动拾料工作单元  1.机器人本体1台：  1.1国际知名品牌六自由度工业机器人本体，手腕持重≥3 kg；轴数6轴；  \*1.2 最大臂展半径≥580mm；位置重复精度≥0.01mm  1.3 防护等级≥ IP30；  1.4 运动范围：回转 +165°至-165° 250°/s，立臂+110°至-110° 250°/s，横臂 +70°至-110° 250°/s，腕 +160°至-160° 320°/s，腕摆+120°至-120° 320°/s，腕传 +400°至-400° 420°/s；  1.5 机器人本体重量：≤30kg；  1.6 环境温度：5℃～45℃；湿度≤95%；噪音≤70dB(A)。  1.7 控制器：①与配套的工业机器人本体配套；②满足多处理器系统 PCI 总线、奔腾CPU 大容量闪存、20s UPS 备份电源；③控制软件满足BaseWare 机器人操作系统，支持RAPID编程语言；④电源单相220V，50-60Hz；⑤额定功率≥3KVA(变压器容量)；⑥编程单元：FlexPendant便携式示教盒，具备操纵杆和键盘彩色触摸式显示具中、英文菜单选项；⑦安全性满足紧急停止、自动模式停止，测试模式停止等；⑧输入输出：数字式直流24V输入输出板。  1.8 拾料气动抓手：①气动夹具装置；②负载能力≥1kg；③抓取范围≥10cm×10cm；④抓取精度≤0.04mm；⑤带有机器人安装机架。  2.机器人固定架：定制铝合金结构、机器人运行时，要求稳固不晃动；  3.上料产品放置盘：具有≥10个上料产品工装盘、每个工装盘的左上角有唯一的二维码、尺寸≥400mm×400mm、材料铝合金板、重量≤3KG；  4、输送线托盘系统：、托盘大小120mm×80mm、托盘上方有两个工装盘，尺寸50mm×30mm、托盘两层带有定位传感器，定位精度为0.04mm、托盘材料铝合金、重量约为≤1kg；  三、产品自动装配单元  1.机器人本体1：  1.1国际知名品牌六自由度工业机器人本体，手腕持重≥3 kg；轴数6轴；  \*1.2 最大臂展半径：≥580mm；位置重复精度≥0.01mm；  1.3 防护等级≥ IP30；  1.4 运动范围：回转 +165°至-165° 250°/s，立臂+110°至-110° 250°/s，横臂 +70°至-110° 250°/s，腕 +160°至-160° 320°/s，腕摆+120°至-120° 320°/s，腕传 +400°至-400° 420°/s；  1.5 机器人本体重量：≤30kg；  1.6 环境温度：5℃～45℃；湿度≤95%；噪音≤70dB(A)。  1.7控制器：①与配套的工业机器人本体配套；②满足多处理器系统 PCI 总线、奔腾CPU 大容量闪存、20s UPS 备份电源；③控制软件满足BaseWare 机器人操作系统，支持RAPID编程语言；④电源单相220V，50-60Hz；⑤额定功率≥3KVA(变压器容量)；⑥编程单元：FlexPendant便携式示教盒，具备操纵杆和键盘彩色触摸式显示具中、英文菜单选项；⑦安全性满足紧急停止、自动模式停止，测试模式停止等；⑧输入输出：数字式直流24V输入输出板。  1.8 拾料气动抓手：①气动夹具装置；②负载能力≥1kg；③抓取范围≥10cm×10cm；④抓取精度≤0.04mm；⑤带有机器人安装机架。  2.机器人本体2：  2.1国际知名品牌六自由度工业机器人本体，手腕持重≥5 kg；轴数6轴；  \*2.2 最大臂展半径≥700mm；位置重复精度≥0.03mm  2.3 防护等级≥ IP40；  2.4 运动范围：回转 +165°至-165° 250°/s，立臂+110°至-110° 250°/s，横臂 +70°至-110° 250°/s，腕 +160°至-160° 320°/s，腕摆+120°至-120° 320°/s，腕传 +400°至-400° 420°/s；  2.5 机器人本体重量≤60kg；  2.6 环境温度：5℃～45℃；湿度≤95%；噪音≤70dB(A)。  2.7控制器：①与配套的工业机器人本体配套；②满足多处理器系统 PCI 总线、奔腾CPU 大容量闪存、20s UPS 备份电源；③控制软件满足BaseWare 机器人操作系统，支持RAPID编程语言；④电源单相220V，50-60Hz；⑤额定功率≥3KVA(变压器容量)；⑥编程单元：FlexPendant便携式示教盒，具备操纵杆和键盘彩色触摸式显示具中、英文菜单选项；⑦安全性满足紧急停止、自动模式停止，测试模式停止等；⑧输入输出：数字式直流24V输入输出板。  2.8 拾料气动抓手：①气动夹具装置；②负载能力≥1kg；③抓取范围≥10cm×10cm；④抓取精度≤0.04mm；⑤带有机器人安装机架。  3.视觉识别系统：  3.1集成在生产线的工业相机；分辨率≥1280×960，像素尺寸≥3.75μm× 3.75μm，像素≥130W像素，光谱：彩色，支持自定义AOI，降低分辨率可提高帧率；  3.2 满足三种工作方式：连续采集、软触发采集、外触发采集；  3.3 支持GENICAM 接口，可直接连接HALCON 、LabVIEW等第三方软件；  3.4 满足标配Robovision视觉系统和二次开发实例源码，开放SDK；  3.5 f=16mm F1.4：12毫米工业镜头，最大光圈F1.4lｆor 2/3 type Megapixel Cameras：对应2/3’百万像素相机；  3.6 C-Mount ：C接口；  3.7 准环形光源，直径70mm，照射角度90度，带模拟控制器；  3.8 机器视觉兼容NI Vision Builder for Automated Inspection、Vision Acquisition Software、HALCON等视觉开发环境；  3.9 提供NI Vision Builder for Automated Inspection、Vision Acquisition Software、HALCON 编写的案例程序主要包括模板匹配、零件识别、字符识别、条码识别、二维码识别等；  3.10 提供视觉技术相关的配套教材封面及目录复印件（原件备查）并注明ISBN编号和CIP核字号，能在中国版本图书馆官网进行CIP核字号验证，教材的著作权均属于设备制造商，教材均由出版社公开出版发行，提供与出版社的合同复印件，合同原件备查。  4.协同工业机器人工作台：  4.1 立式结构，电器柜可以安装工控机、机器人控制器和IO口扩展板、电磁阀安装位置、变频器安装位置、PLC安装位置，电气接线部分为抽屉式结构，便于接线，预留扩展区域，便于设备的扩展。工作平台为可以灵活安装各功能模块的导槽式或矩阵螺丝孔式。平台立柱可安装键盘、显示器支架。平台可方便更换不同品种的工业机器人本体；  4.2 尺寸≥2500mm×1800mm×900mm；  4.3 材料铝合金；  4.4 带一体式电脑显示器及键盘鼠标支架；  5.自动拧螺丝装配系统组件：  5.1 能够通过工业相机智能判断螺丝孔位置，自动吸取螺丝，自动拧紧螺丝一个完整过程；  5.2 适应螺丝范围M2-M4之间、视觉识别精度为±0.1mm；  5.3 包含螺丝排序机；  5.4 交流电源：AC 110-240V；  5.5 螺丝长度范围：≤20MM，螺纹形状：M,攻螺钉；  5.6 工具盘上自带自动电批：  5.7 扭力范围：20kg±0.3%，空载转速：1300no/min±10％，力矩重复精度：±0.3%；  5.8 控制软件：工业机器人自动拧螺丝控制软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权；能提供长期软件免费升级服务；上述提供相关证书影印件加盖原厂商公章。  6.协同工作放置区：尺寸≥400mm×400mm；材料铝合金板，重量约为3KG。  7. 配套定位系统：托盘定位系统：控制精度0.04mm，产品对合控制精度：±0.04。  8.机器人固定架：定制铝合金结构、机器人运行时，要求稳固不晃动；  四、产品自动检测及下料工作单元  1.机器人本体1台：  1.1国际知名品牌六自由度工业机器人本体，手腕持重≥3 kg；轴数6轴；  \*1.2 最大臂展半径≥580mm；位置重复精度≥0.01mm  1.3 防护等级≥ IP30；  1.4 运动范围：回转 +165°至-165° 250°/s，立臂+110°至-110° 250°/s，横臂 +70°至-110° 250°/s，腕 +160°至-160° 320°/s，腕摆+120°至-120° 320°/s，腕传 +400°至-400° 420°/s；  1.5 机器人本体重量：≤30kg；  1.6 环境温度：5℃～45℃；湿度≤95%；噪音≤70dB(A)。  1.7控制器：①与配套的工业机器人本体配套；②满足多处理器系统 PCI 总线、奔腾CPU 大容量闪存、20s UPS 备份电源；③控制软件满足BaseWare 机器人操作系统，支持RAPID编程语言；④电源单相220V，50-60Hz；⑤额定功率≥3KVA(变压器容量)；⑥编程单元：FlexPendant便携式示教盒，具备操纵杆和键盘彩色触摸式显示具中、英文菜单选项；⑦安全性满足紧急停止、自动模式停止，测试模式停止等；⑧输入输出：数字式直流24V输入输出板。  1.8 拾料气动抓手：①气动夹具装置；②负载能力≥1kg；③抓取范围≥10cm×10cm；④抓取精度≤0.04mm；⑤带有机器人安装机架。  2.机器人固定架：定制铝合金结构、机器人运行时，要求稳固不晃动；  3.配套定位系统：托盘定位系统：控制精度0.04mm，产品雕刻位置控制精度：±0.04。  4.检测放置放置区：尺寸≥400mm×400mm，材料铝合金板，重量≤3KG。  五、配套设备  1.输送线系统：皮带传输，交流电机驱动+变频器，输送速度2～6m/min可调，带速度检测，精度优于0.1mm/s，采用国际知名品牌传感器自动检测箱体是否到位，带自动上料装置，长度施工定制，设备生产厂商通过认证范围覆盖该类设备设计、生产等过程的质量管理体系认证、环境管理体系认证及职业健康安全管理体系认证，以保证设备设计及其制造过程的质量及环保性。  2.PLC及电气控制系统：国际知名品牌PLC，集成16路输入和16路输出IO口，内置RAM存储≥64K，内置业界最高水平的高速处理0.065μS/基本指令，控制规模:32(包括CC-LINK I/O)点，内置独立3轴100kHz定位功能，支持数据链路 RS-232C.RS-485,RS-422,N:N网络、并联链接、计算机连接CC-Link,CC-Link/LT,MELSEC-I/O链接，提供相关电气连接线与附属器件。  3.触摸屏：尺寸(英寸)≥7英寸，CPU主板Cortex-A8，主频≥600MHz，液晶显示屏分辨率≥800×480，触摸屏：四线电阻式触摸屏，分辨率4096×4096，显示：真彩，65535色；TFT液晶显示，LED背光，液晶屏亮度：200cd/㎡，内存：128M，存储设备：128M FLASH，组态软件：MCGS嵌入式组态软件（运行版），提供与PLC通讯端口线和工控机连接的端口线。  4.网络交换机：RJ45端口≥48个10/100/1000M自适应，所有端口均支持线速转发及MDI/MDIX自动翻转功能，即插即，无需管理，支持IEEE 802.3x全双工流控和Backpressure半双工流控。  5.工控服务器：工控机专用机箱，INTEL I5 2400，内存≥4G，硬盘≥500G，显示器≥21寸液晶。  6.无线路由器：支持Multi SSID，4个SSID，实现SSID之间隔离及AP内部隔离，实现不同用户使用不同网络，64MB高速内存，具备高速数据读写和处理性能，外置两根可拆卸5dBi天线，提供较强的无线信号穿透力，有效扩大无线覆盖范围。  六、配套资源  1.提供与设备配套的工业机器人技术专业系列教材样本≥1套：涉及工业机器人基础知识、安装、调试与维护、操作与编程、应用、仿真与离线编程、视觉技术、工装设计等（须提供教材封面及目录复印件（原件备查））；提供配套教材封面复印件并注明ISBN编号和CIP核字号；  2.以上教材的著作权均属于设备制造商，教材均由出版社公开出版发行；  3.提供产品宣传册彩色印刷样本，宣传册需具有满足参数要求的生产线实物图片及相关技术描述；  4.提供满足技术指标要求的自动生产线详细工作流程实物照片；  5.具有自动化线实训教材（光盘或纸质文件）。提供教材封面及目录复印件（原件备查）；  6.配套互联网教学平台及教学资源库系统；  7.配套的互联网教学平台及教学资源库系统具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章；  8.配套的工业机器人装配与维护3D虚拟仿真软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章；提供但不限于小型六自由度工业机器人、大型六轴工业机器人、水平关节工业机器人、并联蜘蛛手、五轴工业机器人等5种工业机器人本体进行软件虚拟仿真拆装的彩色截图，作为软件功能的佐证材料。 | 1 | 套 |  |
|  | 自主移动物流搬运机器人平台 | 一、移动机器人主机  1.驱动方式：差分驱动，轮子数量：4个，续航时间：4-6小时  2.主动轮直径：≥120mm；  \*3.负载≥50kg；  4.速度≥0.8m/s，导航速度≥0.3m/s；  5.通信接口满足但不限于BLE/USB-UART；  6.工业编码器满足但不限于600线2相；  7.整体尺寸≥直径405mm×高210mm。  二、导航扫描单元  \*1.360度全方位扫描测距；  2.测距误差精度≤1%；  3.测距范围广≥10m，测距频率5Hz~12Hz，角度分辨率：0.61~0.65，测距频率≥4000Hz。  三、视觉扫描单元  1.深度范围：0.6-8米，精度：±1-3mm（1m范围内）；  2.深度FOV：H 58.4°V 45.5°，彩色FOV: H 66.1°V 40.2°；  3.支持但不限于操作系统：ROS/Android/Linux/Windows/7/8/10/。  四、机器人自主定位导航系统  1.CPU等同于或优于i5\_4200U（1.6GHz）性能；  2.RAM≥4GB ，固态硬盘≥64GB；  3.软件系统支持：Ubuntu16.04+ROS Kinetic，支持Web API；  4.支持Android和Ubuntu双系统，满足但不限于SDK资源≥2种；  5.满足但不限于手动建图通过用户手动控制探索需要工作的区域并建立地图、自动建图：支持无需人为干扰自动探索室内环境构建室内地图；  6.导航避障：融合激光雷达等传感器实现空间环境避障，实时更新地图；  \*7.满足基于激光雷达的SLAM算法，实现建立地图，自主导航，自主避障等功能；  8.满足实现Andiord手机APP控制，实现多目标点之间自主巡航。  五、四轴机器人  1.最大负载：≥0.5kg，工作范围：≥320mm，轴数：4轴；  2.重复定位精度：±0.2mm；  3.轴运动范围：第1轴±90°，320°/s，第2轴：0°to +85°，320°/s，第3轴：-10°to +95°，320°/s，第4轴：±90°，480°/s。  4.重量≥4kg；  5.环境温度：-10℃～60℃；  6.通讯接口支持但不限于UBS/WiFi/Bluetooth，扩展I/O接口支持但不限于配置为模拟信号输入或PWM输出，可控12V电源输出，通讯接口，步进电机驱动等接口。  7.功率：60W Max；  8.集成控制器；  六、应用案例包含但不限于：  1.ROS简介与ROS开发环境搭建；  2.ROS体系架构及主要环境——文件系统介绍，计算图介绍，通信机制介绍，主题与服务介绍；  3.3D可视化工具介绍与使用；  4.ROS机器人的SSH 访问及基本配置，vi的基本使用；  5.ROS机器人基本移动控制（Python编程）；  6.ROS机器人角速度、线速度校正，IMU的自动校正（Python编程）；  7.ROS机器人PID动态调试，OpenCV\_Apps图形处理；  8.ROS机器人视觉颜色、形状识别（Python编程），视觉条码、二维码识别（Python编程），文本、数字识别（Python编程），巡线（Python编程）；  9.ROS机器人雷达跟随（Python编程），激光雷达SLAM构建地图（Python编程与RVIZ使用），选择区域自动构建地图（Python编程），用Hector算法构建地图（Python编程），Karto算法构建地图（Python编程），多点导航（Python编程），SLAM激光导航（Python编程）；  10.ROS机器人物料抓取与搬运（Python编程）；  11.ROS机器人安卓手机App控制与图像监控（Android编程）、建地图（Python编程与Android编程）、导航（Python编程与Android编程）；  12.ROS移动机器人软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，可提供全部开源程序代码供学习，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章；  13.计算机视觉软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，可提供全部开源程序代码供学习，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章。 | 4 | 套 |  |
|  | 人工智能柔性协作教学平台 | 一、 协作机器人2套  1机器人本体  1.1 自由度≥自由度；  \*1.2 负载≥5kg；  1.3 臂展700mm；  1.4 轴运动范围：A1：-360/360°，A2：-120/120°，A3：-220/5°，A4：-360/360°，A5：-100/180°，A6：-360/360°  \*1.5 重复精度：±0.1mm；  1.6 重量 ≤13kg（不含控制柜）；  1.7 噪音 ≤65分贝；  1.8 电源 ≤DC24V；  1.9 IP等级≥IP54；  1.10 材料铝、碳纤维；  2.机器人控制器  2.1 轻巧型控制箱，移动、搬运便捷，重量 ≤4kg；  2.2 编程接口满足C++、Python、ROS等；  2.3 通讯协议支持但不限于TCP/IP、Modbus RTU，RS485、EtherNET；  2.4运动方式满足但不限于关节运动、直线运动、直线圆弧运动、servoj运动；  2.5 输入接口≥8个数字I/O，≥2个模拟I/O，输出接口≥8个数字I/O，≥2个模拟I/O；  2.6 电源：单相220V/50-60Hz，功率≥400W；  2.7 设备生产厂商通过认证范围覆盖该类设备设计、生产等过程的ISO9001质量管理体系认证、ISO14001环境管理体系认证及ISO45001职业健康安全管理体系认证，以保证设备设计及其制造过程的质量、环保性及职业健康安全。  二、快换装置  1.满足但不限于1拖3快换模块，支持多种末端工具；  2.每个快换装置均具有气路和电路接口，支持各种执行端应用；  3.末端负载≥1kg；  4.快换装置具有国家专利，确保产品及技术的先进性，同时可避免第三方知识产权纠纷及法律诉讼，专利权的所有权为设备厂商所有。提供相关证书影印件，提供证书原件及官方网站备查。  三、开源智能视觉检测系统  1.满足但不限于配合工业机器人做智能检测工件角度缺陷及自动对位，以及工业机器人视觉学习开发使用；  2.工业相机要求：  2.1 像素：130W像素，分辨率：1280×960，像素尺寸：3.75μm× 3.75μm，光谱：彩色；  2.2 支持自定义AOI，降低分辨率可提高帧率；  2.3 满足但不限于三种工作方式：连续采集、软触发采集、外触发采集等；  2.4 f=16mm F1.4：工业镜头≥12毫米，最大光圈F1.4lｆor 2/3 type Megapixel Cameras：对应2/3’等同于百万像素相机性能；  2.5 C-Mount ：C接口；  2.6 配置同轴光源：光源大小≥80mm×80mm，光源控制器：发光窗口50mm×50mm含调光控制电源  2.7 配置准环形光源，直径≥70mm，照射角度≥90度，带模拟控制器；  2.8 机器视觉兼容NI Vision Builder、OpenCV等视觉开发环境；  2.9 提供NI Vision Builde或OpenCV编写的案例程序，包括但不限于模板匹配、零件识别、字符识别、条码识别、二维码识别等；  2.10 工业机器人视觉软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章；  2.11 提供视觉技术相关的配套教材封面及目录复印件（原件备查）并注明ISBN编号和CIP核字号，教材的著作权均属于设备制造商。  四、双臂协同装配组件  1.工件定位工装盘一套，气动夹具一套，装配工件5套。  五、自动拧螺丝装配系统组件  1.满足自动吸取螺丝，自动拧紧螺丝；  2.包含自动螺丝排序机、气动拧螺丝机等；  3.适应螺丝范围：M2-M4之间；  4.视觉识别精度≥±1mm；  5.交流电源：AC110-240V；  6.螺丝长度范围≤20MM，螺纹形状满足M攻螺钉；  7.机器人工具盘上自带自动电批；  8.扭力范围：20kg±0.3%，空载转速：1300no/min±10％；  9.力矩重复精度≤±0.3%。  10.控制软件：机器人自动拧螺丝控制软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章。  六、自动分拣插件组件  1.包含原始物料区和分拣插件成品区，整个过程中有工业视觉自动判断物块的类型，工业机器人快速响应分类过程；  2.分拣、插装组件为视觉识别板进行分拣、插装功能，有圆形，方形，三角形、六边形等形状的物料，并且设置了带缺陷物料，通过视觉系统配合实现准确分拣与插件，模拟了工业场合电子3C行业的电子产品的分拣，插件过程；  3.具有1个分拣插件工装盘，对应插装分拣物料；  4.物料为铝合金或者工程塑料，大小为直径23mm-37mm；  5.捕获识别物料范围为100mm×100mm之间；  6.取精度±0.5mm，配合视觉识别精度：99.8%；  7.分拣吸嘴安装在机器人末端；  8.配备圆形、三角形、正方形、六边形料块红色和黄色各1套，并且设置了1套黄色缺陷物料；  9.控制软件：机器人自动分拣插件控制软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章。  七、双目3D视觉组件  1.水平视角≥65度，垂直视角≥55度；  2.深度检测距离0.5-4.5m；  3.深度传感：1920×1080 fps@30帧/秒；  4.电源适配输入：AC100V-240V，输出：DC12V；  5.操作系统支持但不限于Windows 8系统及以上。  八、PLC及电气控制系统  1.国际知名品牌PLC；  2.集成16路输入和16路输出IO口；  3.RAM≥64K；  4.高速处理0.065μS/基本指令，控制规模：32(包括CC-LINK I/O)点；  5.内置独立3轴100kHz定位功能：  6.满足数据链路 RS-232C.RS-485,RS-422,N:N网络、并联链接、计算机连接CC-Link,CC-Link/LT，MELSEC-I/O链接；  7.提供相关电气连接线与附属器件。  九、触摸屏  1.尺寸(英寸)：≥7英寸；  2.CPU等同于Cortex-A8，600MHz性能；  3.液晶显示屏分辨率800×480，触摸屏：四线电阻式触摸屏，分辨率4096×4096；  4.显示：真彩，65535色；TFT液晶显示，LED背光；  5.液晶屏亮度：200cd/㎡；  6.内存≥128M；  7.存储设备≥128M FLASH；  8.组态软件满足MCGS嵌入式组态软件（运行版）；  9.提供与PLC通讯端口线和工控机连接的端口线。  十、自动夹爪  1.气动驱动，工业环境设计，高可靠性；  3.夹爪适应工件宽度20~60mm；  4.抓取最大负载≥1.5kg。  十一、写字绘图工具  1.配备毛笔写字工具一套；  2.配备素描画画工具一套。  十二、ROS开源案例  1.图形控制界面控制机械臂运动；  2.基于ROS关节空间和笛卡尔空间运动指令使用；  3.基于ROS工具 I/O 操作；  4.基于ROS气动爪手控制；  5.基于ROS搬运案例；  6.基于ROS自动装配案例；  7.基于ROS智能视觉分拣案例；  8.ROS六轴机器人软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，可提供全部开源程序代码供学习，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章。  十三、基于Python/C++开发案例  1.关节运动、直线运动、圆弧直线运动、圆与圆弧运动案例；  2.MODBUS-TCP通讯案例；  3.软笔写字案例，绘图案例；  4.搬运码垛案例；  5.自动装配案例；  6.智能分拣案例；  7.协同装配案例；  8.协作机器人软件具有国家级计算机软件著作权登记证书等完全自主知识产权，可提供全部开源程序代码供学习，并能提供长期软件免费升级服务；提供相关证书影印件加盖原厂商公章。  十四、图形化编程案例  1.关节运动、直线运动、圆弧直线运动、圆与圆弧运动案例；  2.绘图案例；  3.搬运码垛案例；  4.自动分拣案例。  十五、计算机视觉开源案例  1.视觉定位：包含但不限于原点视觉定位，装配视觉定位  2.视觉测量：包含但不限于距离与长度测量，角度测量，圆弧与正圆、椭圆测量  3.视觉识别：包含但不限于产品生产日期检测，车牌及号码检测，条码、二维码识别，物料形状、颜色识别，物料视觉识别与分拣  4.视觉检测：包含但不限于零件缺陷检测，产品质量检测  5.计算机视觉软件，可提供全部开源程序代码供学习，并能提供长期软件免费升级服务。 | 2 |  |  |
|  | 工业现场编程虚拟仿真教学系统 | 一、软件基本要求  集成工业机器人、PLC、电气及周边设备等进行三维虚拟仿真，满足工业机器人离线编程、工业机器人虚控实仿真、PLC虚拟调试、PLC虚控实仿真、智能制造系统数字孪生（数字双胞胎）等功能；根据用户需求快速的搭建智能制造生产线的仿真模拟，并进行工程规划、工程验证、工艺分析、逻辑验证、程序验证等工作。支持全球数十种工业机器人模型仿真及离线编程，支持自动传输系统、数控机床、AGV、堆垛机、立体仓库等各种智能制造工厂模单元仿真，仿真对象模型库具有上百种以上模型，同时支持用户自己设计的模型导入。软件自带数控加工、电子装配、食品检测与包装、钣金加工、自动焊接等多种智能制造系统工程应用的数字化工厂仿真系统的学习案例，有助于用户快速、深入、全面的掌握智能制造数字工厂仿真软件的使用。  二、软件功能参数  1.正版自主知识产权中文软件，能提供持续技术支持服务，软件开放所有功能模块；  2.支持超大场景带贴近真实渲染效果的智能制造系统仿真，多任务场景管理、多视图显示切换，方便使用者观察和编辑；  3.软件可以创建流连接，从而具有VR操作功能（VR设施需另行配备）；  4.软件具有智能制造系统工程规划、产线布局、工程验证、工艺分析、逻辑验证、程序验证等功能；  5.软件具有丰富的机器人模型库，包括主流国际、国内品牌机器人（参考品牌：ABB、KUKA、Fanuc、YASKAWA、Staubi、埃夫特、埃斯顿、欢颜、傲博、珞石、李群、新时达等）；  6.软件具有机床、传送带导轨、AGV小车、立体仓库、机械手等及其他外围设备的模型组件；7.模型库支持机器人和组件的查找，组件库持续更新，软件长期免费升级；  7.支持用户自定创建并保存模型，支持包含：stp、step、igs、obj、stl、dxf等标准CAD文件格式的文件输入和输出，并可根据机器人DH参数自定义创建串、并联机器人模型；  8.支持串联、并联Delta及直角坐标系SCARA等不同结构类型的机器人及运动机构的建模及运动仿真和后置输出；  9.具备完整的运动学逆解算法、运动组件碰撞检测、运动组件距离检测和运动路径规划等功能；  10.具备创建标准几何体的CAD编辑功能，可对导入的模型进行拆分、合并、编组、原始坐标系的重新定义，并可对已有的几何体进行精简和优化；支持几何体模型材质贴图，使模型外形更加真实；可对三维模型进行平移、旋转、自由缩放及自定义参数设置；  11.支持工业机器人多种编程模式选择：如手持工具、手持工件（常规TCP、固定TCP、动态TCP等）；  12.具备离线编程功能：可根据CAD模型轮廓获取轨迹或点位，实现直线、圆弧、关节等插值功能；支持在编程时加入信号功能，并可输出产生后置程序代码文件（ABB，EFFORT，Mitsubishi，KUKA，AUBO，Fanuc，Kawasaki，Motoman，Yaskawa，Rokae等品牌机器人的后置代码）；  13.具备通用虚拟机器人示教面板，可对机器人各关节轴、工具坐标系、基座坐标的设置和修改；  14.支持工件校准功能（三点定位法），可根据真实现场加工件数据与理论模型的参数做对比，自动调整工件的位置和轨迹；  15.支持多轴机器人的运动、仿真和输出，如4轴、5轴、6轴、7轴、8轴、9轴、11轴等更多轴的变体运动机构的仿真模拟输出；  16.支持机器人外部轴运动：如变位机、地轨等外围设备的运动仿真；  17.支持多机器人协同工作，多机器人与机床及其他设备仿真运动；  18.支持工装夹具、气动夹爪多种姿态的设定；  19.具备快速拼装组件和搭建场景的功能，并可通过信号交互使各虚拟组件设备之间进行交互仿真；  20.支持功能传感器仿真：如距离传感器、视觉传感器和力传感器等；  21.支持运动仿真中对工业机器人、机床的可达性、轴超限等进行检查；  22.具有以时间轴为展示方式之一的仿真管理面板，以时间轴的方式同时展示仿真场景中一个或多个机器人及运动组件的顺序或倒序的仿真运行，体现相互等待关系和运行的起止时间、运行进度；  23.支持视频录制功能，可实时对整个仿真过程进行录制并可输出保存到指定位置；  24.软件生成的轨迹可进行分组管理；  25.提供物理引擎选择并支持动力学仿真；通过设置各对象的质量、质心位置等参数进行动力学计算；  26.具有各种工业机器人应用仿真案例库：包括机器人分拣、机器人搬运码垛、机器人焊接、机器人喷涂、机器人抛光打磨、机器人去毛刺、机器人激光融覆等实际应用等案例；  27.支持与真实示教器的硬件直接连接，可与具备开发接口的机器人控制器直连，可提供定制开发；  28.提供开放机器人运动学接口，各种机器人与运动组件的运动学和行为逻辑可以通过系统内置模板或者高级语言撰写的脚本进行控制，支持包括数控机床、多个旋转轴的串联机器人、并联机器人、双臂机器人、直角坐标机器人、AGV小车、以及生产线上对应的工装夹具、传送带等辅助设施；  29.支持远程客户端应用编程接口控制，提供SDK开发包；可通过C/C++、Python、MATLAB、Java等语言进行远程控制，提供超过300种不同的应用编程接口函数；  30.软件可以直接导入用户原有的工业机器人、工业机器人应用工作站、智能制造生产线等三维格式文件，并实现其三维运动仿真与教学等。 | 8 | 套 |  |