**智能制造工程技术实训基地建设内容**

**一、采购清单**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **单位** | **产品要求** | **备注** |
| 1 | 智能数控加工机器人上下料工作站 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 2 | 高速型立式加工中心 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 3 | DELTA并联机器人分拣工作站 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 4 | 工业机器人激光打标与检测工作站 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 5 | 工业机器人智能装配工作站 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 6 | 工业机器人智能包装工作站 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 7 | 柔性AGV运载机器人 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 8 | 数字孪生总控信息管理单元 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 9 | 嵌入式ROS机器人实训开发平台 | 1 | 套 | 详见招标文件 |  |
| 10 | 六边形折叠培训桌椅 | 5 | 套 | 详见招标文件 |  |

**二、技术参数（标准）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 规格参数 | 单位 | 数量 |
| 1 | 智能数控加工机器人上下料工作站 | 工作站功能：智能数控加工机器人上下料工作站可进行关键零部件或工艺品的数控加工作业。工业机器人于立体仓库中拾取系统工件，利用数控车床进行加工。单元独立电气控制，既可联机运行，亦可脱离系统通过人机界面进行操作和实验。  工作站组成：智能数控加工机器人上下料工作站由立体仓库、RFID电子标签系统、数控车床、数控车床自动化改造、摄像头与气吹装置、工业机器人、机器人底板、机器人末端工具、转接输送机、单元可编程控制器电气控制系统、人机界面与支架等设备组成。  1.1 立体仓库：1套；立体仓库由钣金板材加工而成，用于放置系统工件。立体仓库仓位均安装RFID电子标签、传感器、状态指示灯和定位装置，传感器用于检测该位置是否有工件。  立体仓库技术参数要求：  1) 仓位数量：6列5层30个；  2) 仓位承重：≥3kg；  3) 外形尺寸：≥1200×340×1800mm。  1.2 RFID电子标签系统：1套；RFID读写器：工作频率/额定值：13.56MHz；作用范围/最大值：140mm；传输率/无线电传输时/最大值：106kbit/s；净重：0.25kg；尺寸(长×宽×高)：75×75×41mm；防护等级：IP67；电子标签：存储空间：112 byte ；要求温度：-40℃～100℃；尺寸：Φ50×3.6mm；防护等级：IP68。  1.3 数控车床及自动化改造：1套；  1) 数控系统：Fanuc 0i-TF PLUS(5)系统  2) 最大回转直径（床身/床鞍）：Φ500mm/Φ300mm  3) 最大加工直径：Φ320mm  4) 最大加工长度：320mm  5) 主轴通孔直径：Φ56mm  6) X轴伺服电机扭矩：7N·m  7) Z轴伺服电机扭矩：7N·m  8) X轴行程：180mm  9) Z轴行程：350mm  10) X轴快移速度：30m/min  11) Z轴快移速度：30m/min  12) 切削进给速度：1-8000mm/min  13) 刀具容量：8把  14) 刀具分度时间：0.5秒/位  15) 车刀刀体尺寸：25×25mm  16) 最大镗刀直径：Φ40mm  17) X轴定位精度：0.006mm  18) Z轴定位精度：0.006mm  19) X轴重复定位精度：0.004mm  20) Z轴重复定位精度：0.004mm  21) 切削液槽容积：160L  22) 数控车床三爪夹盘、挡门自动化改造、电气系统联网改造与系统配套。  1.4 摄像头与气吹系统：1套；数控机床安装有摄像头和气吹装置，通过设置摄像头通信参数，能够在显示器上清晰显示图像，以便于观察零件的加工过程。气吹装置通过编写可编程控制器程序或者设置机床参数可实现定时或随时手动清洁。  1.5 工业机器人：1套；  （1）具有6个自由度，串联关节型工业机器人 （2）安装方式为地面安装 ★（3）工作范围：≥1640mm ★（4）手腕荷重能力：20kg ★（5）重复定位精度：0.04mm （6）机器人单元防护等级IP67 （7）可工作环境相对湿度最高95% （8）工作环境温度范围5℃~45°℃ （9）第1轴工作范围为+180°/-180°，最大旋转速度175°/s （10）第2轴工作范围为+155°/-95°，最大旋转速度175°/s （11）第3轴工作范围为+75°/-180°，最大旋转速度175°/s （12）第4轴工作范围为+400°/-400°，最大旋转速度360°/s  （13）第5轴工作范围为+120°/-120°，最大旋转速度360°/s （14）第6轴工作范围为+400°/-400°，最大旋转速度500°/s （15）机器人本体重量：272Kg  ★（16）机器人控制器：1）控制硬件：多处理器系统、PCI 总线、奔腾CPU、大容量闪存(1GB)、20s UPS 备份电源；2）控制软件：BaseWare 机器人操作系统、强大的RAPID编程语言、PC-DOS文本格式、预装软件；3）外形尺寸：970 x 725 x 710mm；  ★（17）机器人示教器：便携式，具备操纵杆和键盘，6.5英寸图形化彩色，防护等级：IP54。  1.6 工业机器人导轨：1套；  由伺服电机驱动，齿轮-齿条传动；配置自动润滑系统，上部滑板防尘防护。  1) 自由度：1；  2) 重复定位精度：≤±0.1mm；  3) 动作范围：≥3800mm；  4) 最大速度：1000mm/s；  1.7 机器人底板：1套；机器人底座与工业机器人配套使用。  1.8 机器人末端工具：1套；系统工业机器人配置3套上下料末端工具（2套工件手爪工具、1套托盘手爪工具），分别安装于3套快换工具盘，可实现2种以上工件及零点定位托盘的搬运。。  1.9 转接输送机：1套；单元配置1套转接输送机，便于工件和托盘的运转。转接输送机由铝合金型材搭建，直流电机带动同步齿形带驱动。由铝型材构建成货台机架，转接输送机底部配可调支脚。承载能力：25kg；驱动方式：直流电机+行星减速器；运行速度：6m/min。  1.10 单元可编程控制器电气控制系统：1套；电气控制系统采用企业通用可编程控制器控制。控制器采用模块化、紧凑型设计,可扩展性强，具有标准工业通信接口以及丰富的集成功能，广泛适用于实现简单逻辑控制、高级逻辑控制、网络通信与控制应用，以及小型运动控制系统、过程控制系统等高级应用功能，是完整、全面的自动化解决方案的重要组成部分。CPU：CPU 1215C DC/DC/DC；工作存储器：125KB；装载存储器：4MB；模拟量：2AI/2AO；通信协议：支持PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7等通信协议，PROFIBUS、AS接口通信扩展可支持；布尔运算执行速度：0.08μs/指令；移动字执行速度：1.7μs/指令；实数数学运算执行速度：2.3μs 指令。  1.11 人机界面与支架：1套；工作站采用企业通用人机界面操作控制，安装于工作站电气控制柜上。企业通用人机界面友好，明亮的显示屏和无差错人机工程学操作，可以为每个应用提供合适的解决方案。显示：9英寸的TFT真彩显示屏，65536色；分辨率：800×480像素；操作方式：触摸屏和覆膜按键；背光无故障时间：20000H；存储器：10MB；电压额定值：DC24V；接口：以太网接口×1，USB接口×1；防护等级：正面IP65，背面IP20；  1.12 机器人数据采集软件  机器人数据采集软件采用C# 语言进行开发设计，支持各种不同品牌的机器人数据采集，并将这些数据统一转换为OPC UA 通用协议，可保证数据传输的安全性。软件可实时采集机器人IO 信号、关节坐标等数据。为MES 系统、数字孪生软件、数据可视化看板等第三方软件或系统提供机器人实时运行数据。软件界面简洁美观、易学易用，运行稳定，已广泛应用于多个项目中。可为数据可视化看板、MES 数据提供准确可靠的实时数据，亦可为预测性维护系统提供实时可靠的设备状态数据。软件具备高可扩展性，可根据其他机器人厂商提供的接口实现快速集成。  软件功能：  ★1）支持多个不同版本不同品牌机器人的数据采集；  2）软件支持开机启动，可支持后台自动运行，可快速在界面切换不同品牌不同型号的机器人设备；  3）机器人数据采集周期在10~100ms以内，可为三方软件提供可靠的机器人实时数据。软件运行时，可实时显示当前数据采集周期，可分析出最长和最短采集时间；  4）软件可设置将数据发送至同一台计算机的单个网卡和多个网卡，可显示当前绑定网卡的IP地址和当前使用的端口号，利用OPC UA协议实现机器人数据分发和共享；  5）软件界面可实时显示当前连接机器人的IO列表和当前信号状态，当前OPC UA服务打开状态，以及机器人的当前连接状态和实时关节坐标；  6）软件可设置参数，自动对机器人进行3轴坐标的转换，保持与实际位置情况一致；  7）软件可将用户设计的采集对象、软件使用端口、监控IP、连接的机器人型号等参数进行保存，下次打开可自动进行还原用户配置信息进行工作。  ★8）软件采用序列号或加密狗授权，支持对每台电脑进行单独授权。  9）需具备专业测试机构（测试机构需取得“中国合格评定国家认可委员会（CNAS）” 实验室认可证书资质）出具的带有“CNAS”标志的本软件测试报告（复印件）。 | 套 | 1 |
| 2 | 高速型立式加工中心 | 1、高速型立式加工中心技术参数（与整体生产线集成）：  1) 重量：≤4200Kg  ★2) 加工范围：三轴行程（X/Y/Z）：650mm/420mm/500mm，扩展第四轴。  3) 主轴中心线至立柱导轨面距离：485mm  4) 主轴鼻端至工作台面距离：120-620mm  5) 主轴转速：10000rpm  6) 主轴锥孔：BT40  7) 主轴电机功率：5.5/7.5kW  8) 工作台尺寸：750×420mm  9) 工作台最大负荷：350kg  10) 工作台T型槽槽数×槽宽×间距：3×14mm×125mm  11) X/Y/Z轴快速移动速度：40/40/30m/min  ★12) 切削进给率：1—10000 mm/min  13) 定位精度：0.008mm  14) 重复定位精度：0.005mm  15) 刀库系统数量：20把  16) 最大刀具直径/长度/重量：Φ80mm/300mm/8kg  17) 冷却箱容积：200L  2、数控系统：数控行业常用知名数控系统。  3、其他要求  1）加工中心夹盘或夹具自动化改造：加工中心增加气动夹具、零点定位夹具等；  2）在线测量改造：加工中心需完成在线测量装置的安装应用，使加工中心能够实现工件加工完成后的在机检测功能，可以辅助工件位置矫正和进行自动刀补补偿。  可在加工中心实现自动对刀、工件找正、序中测量及工件测量。  主要技术参数：测针触发方向：±X，±Y，+Z；测针各向触发保护行程：XY±15°，Z+5 mm；测针各向触发力（出厂设置）：XY=1.0 N，Z=8.0 N；测针任意单向触发重复（2σ）精度：≤1 μm；无线电信号传输范围：≤10m；新电池(单班5%使用率)的工作天数：150天；防护等级：IP67。  3）加工中心挡门自动化改造：加工中心本体需进行挡门自动化改造，以便上料自动开和加工自动关；  4）加工中心电气部分联网改造：上述部分改造需要与加工中心控制系统联接，进行自动化改造。保证在机器人上下料工件前后与装夹前后均需与系统进行通讯，以便控制机床动作。 | 套 | 1 |
| 3 | DELTA并联机器人分拣工作站 | 工作站功能：加工完成的工件与托盘经工业视觉系统进行加工信息等状况检测，并与DELTA并联机器人总控通讯，不良品沿分拣输送机流入废品槽内，合格品随托盘继续向下输送。并联分拣视觉检测工件信息是否准确并与总控通讯，为后续装配作业做准备。  工作站组成：DELTA并联机器人分拣工作站由DELTA并联机器人、皮带输送机、分拣输送机、工业视觉检测系统、机器人末端工具、机器人型钢框架、控制平台、废品槽等设备组成。  ★3.1 DELTA并联机器人：1套；并联分拣机器人系统由型钢框体、机器人本体、末端工具、机器人控制柜等组成。机构形态：Delta并联机构；自由度数：3自由度；驱动方式：全伺服电机；负载能力：≥3kg；重复定位精度：≤0.2mm；臂展：≥0.8m；每轴最大运动速度：≥2次/s；本体重量：140kg≤本体重量 ≤150kg；操作方式：示教再现/编程；供电电源：220V 50Hz。  3.2 皮带输送机：1套；与DELTA并联机器人分拣单元配套，满足高速并联分拣。  3.3 分拣输送机：1套；与DELTA并联机器人分拣单元配套，满足高速并联分拣。  ★3.4 工业视觉检测系统：1套；包括相机、镜头、处理软件、光源等组成，主要出库工件类型及有无检测。检测结果通过总控通讯，为后续作业做好准备。1/3"CMOS成像仪：彩色；S接口/M12镜头：8mm；成像模式：640×480；光源：白色漫射LED环形灯；通信和I/O：Profinet、Modbus TCP、TCP/IP；  3.5 并联机器人末端工具：1套；配置并联机器人末端工具，可实现系统工件的快速分拣。  3.7 控制平台：1套；计算机及桌椅与工作站设备配套，桌椅使用材料环保，结构设计合理，简单大方。电脑桌和主机托板配有滚轮，便于移动。CPU：I7，显示器尺寸：27英寸，内存：8GB，显卡：独显4G，固态硬盘：1TB。  3.8 废品槽：1套；经工业视觉装置进行加工信息等状况检测，不良品流入废品槽，合格品转运至倍速链输送机继续向下输送。 | 套 | 1 |
| 4 | 工业机器人激光打标与检测工作站 | 工作站功能：工业机器人激光打标与检测工作站由工业机器人及配套设备完成关键零部件或工艺品的打标、检测作业。单元独立电气控制，既可联机运行，亦可脱离系统通过人机界面进行操作和实验。  工作站组成：工业机器人激光打标与检测工作站由上下料机器人、机器人底板、机器人末端工具、激光打标机及集成、定位装置、智能2D视觉检测系统、废品库、倍速链输送机、顶升换向装置、定位阻挡装置、单元可编程控制器电气控制系统、人机界面与支架等组成。  4.1 上下料机器人：1套；功率强劲，具备后翻转功能，适用于弧焊、压铸、机械管理、物料搬运、注塑、装配、包装等应用领域。适合恶劣生产环境，IP67防护等级，可蒸汽清洗。工作循环时间短,同类机器人中操作速度最快。配备运动控制功能，操作速度快、加速性能好，显著缩短了工作循环时间。精度高——零件生产质量稳定,具有极高的重复定位精度（±0.05mm）和轨迹精度。  （1）具有6个自由度，串联关节型工业机器人 （2）安装方式为地面安装 ★（3）工作范围：≥1450mm ★（4）手腕荷重能力：10kg ★（5）重复定位精度：±0.05mm （6）机器人单元防护等级IP67 （7）可工作环境相对湿度最高95% （8）工作环境温度范围5℃~45°℃ （9）第1轴工作范围为+180°/-180°，最大旋转速度180°/s （10）第2轴工作范围为+150°/-90°，最大旋转速度180°/s （11）第3轴工作范围为+65°/-245°，最大旋转速度185°/s （12）第4轴工作范围为+200°/-200°，最大旋转速度385°/s  （13）第5轴工作范围为+115°/-115°，最大旋转速度400°/s （14）第6轴工作范围为+400°/-400°，最大旋转速度460°/s （15）机器人本体重量：250Kg  ★（16）机器人控制器：1）控制硬件：多处理器系统、PCI 总线、奔腾CPU、大容量闪存(1GB)、20s UPS 备份电源；2）控制软件：BaseWare机器人操作系统、强大的RAPID编程语言、PC-DOS文本格式、预装软件；3）外形尺寸：970 x 725 x 710mm；  ★（17）机器人示教器：便携式，具备操纵杆和键盘，6.5英寸图形化彩色，防护等级：IP54。  4.2 机器人底板：1套；机器人底座与工业机器人配套使用。  4.3 机器人末端工具：1套；配置机器人末端工具，可实现系统工件的拾取搬运，具体样式与工件配套。  ★4.4 激光打标机及集成：1套；运用当今世界上先进的激光技术研制的光纤激光打标机，具有光电转换效率高，寿命长，整机体积小，输出光束质量好，可靠性高，免维护等优点。并可集成于工业生产过程，采用风冷方式冷却，通过控制接口（USB）直接操作激光器，无耗材，产品折旧成本大大降低。可雕刻金属材料和部分非金属材料，适合五金工具、刀具厨具、戒子、吊牌、挂坠、手机、钟表、模具、精密仪器、塑料制品、计算机键盘、集成电路、包装瓶罐、眼镜架、洁具龙头等产品的标记刻制。激光器：RAYCUS光纤激光器；激光波长：1064nm；标称平均输出功率：20W；扫描速度：F=160mm,≤7000 mm/s；标记范围：110 mm ×110 mm；最小字符高度：0.2mm；冷却方式：风冷；其他要求：洁净，无粉尘和油污，无振动和电磁干扰，并留有一定的操作和维护空间。  4.5 定位装置：1套；激光打标机上安装定位装置，用于自动化装配进行定位。  4.6 智能2D视觉检测系统：1套；解决更加复杂的视觉应用，在In-Sight系统中设计执行深度学习应用，工厂端卓越的稳定性能，具有深度学习功能的智能相机系统，支持建立自制图像数据集，自带图像标注工具，支持视觉深度模型实时训练及部署。图像类型：单色；成像芯片类型：1/2.3 英寸 CMOS（3.45μm×3.45μm像素）；分辨率（像素）：2.3MP（1920×1200）；采集速度（最大值）：51fps；镜头：C 接口，S 接口；自动聚焦；尺寸（mm）53.4×60.5×121。工业级M12接口：电源/IO；以太网；外部光源/控制。配套专业VIDI视觉软件。  4.7 废品库：1套；检测不良品，机器人将电机外壳放入废品库。  4.8 倍速链输送机：1套；采用单层倍速链输送机进行输送，倍速链输送机又称差速链、增速链流水线，由于大小滚子的独特结构，可实现2.5倍数的高速输送。采用特制的，经表面处理的挤压铝合金型材作为导轨，使输送系统在输送过程中具有非常好的稳定性和持久性，适合产品大批量连续生产。承载能力：25kg；驱动方式：三相异步+变频调速；运行速度：3-6m/min。  4.9 顶升换向装置：1套；顶升换向装置装于上层倍速链内部，主要通过汽缸伸缩运动来实现输送机构的升降移动，从而实现90度换向输送。顶升装置承载能力：≥25kg；顶升装置驱动：直流减速电机+气缸。  4.10 定位阻挡装置：1套；气动式举升定位机构，配合阻挡器使用，对托盘精准定位，定位精度±0.1mm；往复式运动气缸，缸径不小于50mm，行程不小于10mm；气缸位置检测；工作气压0.1~0.6Mpa。  4.11 单元可编程控制器电气控制系统：1套；电气控制系统采用企业通用可编程控制器控制。控制器采用模块化、紧凑型设计,可扩展性强，具有标准工业通信接口以及丰富的集成功能，广泛适用于实现简单逻辑控制、高级逻辑控制、网络通信与控制应用，以及小型运动控制系统、过程控制系统等高级应用功能，是完整、全面的自动化解决方案的重要组成部分。CPU：CPU 1215C DC/DC/DC；工作存储器：125KB；装载存储器：4MB；模拟量：2AI/2AO；通信协议：支持PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7等通信协议，PROFIBUS、AS接口通信扩展可支持；布尔运算执行速度：0.08μs/指令；移动字执行速度：1.7μs/指令；实数数学运算执行速度：2.3μs 指令。  4.12 人机界面与支架：1套；工作站采用企业通用人机界面操作控制，安装于工作站电气控制柜上。企业通用人机界面友好，明亮的显示屏和无差错人机工程学操作，可以为每个应用提供合适的解决方案。显示：9英寸的TFT真彩显示屏，65536色；分辨率：800×480像素；操作方式：触摸屏和覆膜按键；背光无故障时间：20000H；存储器：10MB；电压额定值：DC24V；接口：以太网接口×1，USB接口×1；防护等级：正面IP65，背面IP20； | 套 | 1 |
| 5 | 工业机器人智能装配工作站 | 工作站功能：工业机器人拾取打标合格的关键零部件或工艺品放置在装配工作台的相应定位装置内，再从工件仓库中拾取特色关键零部件或工艺品，利用智能3D视觉进行装配。单元独立电气控制，既可联机运行，亦可脱离系统通过人机界面进行操作和实验。  工作站组成：工业机器人智能装配工作站由工业机器人、机器人底板、机器人快换装置与支架、机器人末端工具、装配工作台及定位装置、智能3D视觉检测系统、装配工件仓库、倍速链输送机、定位阻挡装置、单元可编程控制器电气控制系统、人机界面与支架等组成。  5.1 工业机器人：1套；功率强劲，具备后翻转功能，适用于弧焊、压铸、机械管理、物料搬运、注塑、装配、包装等应用领域。适合恶劣生产环境，IP67防护等级，可蒸汽清洗。工作循环时间短,同类机器人中操作速度最快。配备运动控制功能，操作速度快、加速性能好，显著缩短了工作循环时间。精度高——零件生产质量稳定,具有极高的重复定位精度（±0.05mm）和轨迹精度。  （1）具有6个自由度，串联关节型工业机器人 （2）安装方式为地面安装 ★（3）工作范围：≥1450mm ★（4）手腕荷重能力：10kg ★（5）重复定位精度：±0.05mm （6）机器人单元防护等级IP67 （7）可工作环境相对湿度最高95% （8）工作环境温度范围5℃~45°℃ （9）第1轴工作范围为+180°/-180°，最大旋转速度180°/s （10）第2轴工作范围为+150°/-90°，最大旋转速度180°/s （11）第3轴工作范围为+65°/-245°，最大旋转速度185°/s （12）第4轴工作范围为+200°/-200°，最大旋转速度385°/s  （13）第5轴工作范围为+115°/-115°，最大旋转速度400°/s （14）第6轴工作范围为+400°/-400°，最大旋转速度460°/s （15）机器人本体重量：250Kg  ★（16）机器人控制器：1）控制硬件：多处理器系统、PCI 总线、奔腾CPU、大容量闪存(1GB)、20s UPS 备份电源；2）控制软件：BaseWare 机器人操作系统、强大的RAPID编程语言、PC-DOS文本格式、预装软件；3）外形尺寸：970 x 725 x 710mm；  ★（17）机器人示教器：便携式，具备操纵杆和键盘，6.5英寸图形化彩色，防护等级：IP54。  5.2 机器人底板：1套；机器人底座与工业机器人配套使用。  5.3 机器人快换装置与支架：1套；机器人末端快换工具标配为机器人本体1套快换法兰母端，连接2套夹持工具快换法兰公共端，快换工具采用工业自动化公司优质产品。快换法兰直径：50mm；额定负载：16Kg；锁紧力@80psi(5.5bar)：1100N；静力矩（X/Y）：24.9Nm；静力矩（Z）：33.9Nm；接口螺纹：M5。  5.4 机器人末端工具：1套；配置机器人末端工具，可实现系统工件的拾取搬运，具体样式与工件配套。  5.5 装配工作台及定位装置：1套；单元配置装配工作台，工作台上安装定位装置，用于自动化装配进行定位。  5.6 智能3D视觉检测系统：1套；智能3D视觉系统具有速度快、精度高、视野大、抗反光的特点，对于结构复杂、表面暗色的物体均有良好的成像效果，可处理多种复杂情况，输出高质量的3D数据，具有高精度的3D检测功能，可适用于对精度要求较高的工业检测、测量、学术研究等典型应用场景。智能3D视觉检测系统由智能3D相机系统、图形算法软件和智能虚拟规划软件组成。  （1）智能3D相机系统：1套；配置完全开放式深度学习软件，支持研究者进行自研算法开发并独立部署多个典型应用，完全图形化的软件和机器学习算法，界面流程化，简单、易懂，极大降低了部署时间和成本。推荐工作距离：300~600mm；近端视场：200×130mm@0.3m；远端视场：420×250mm@0.3m；分辨率：1280×1024；3D采集时间：0.4~0.8s；标定精度：[0.05mm@0.3mm](mailto:0.05mm@0.3mm)；外形尺寸（长×宽×高）：122×57×86mm。  ★（2）图形算法软件：1套；采用先进的深度学习等算法，可处理多种复杂情况；支持具有各种图案（包括没有图案）的物体，可应对条码、运单、胶带等各种情况；物体可散乱堆放也可紧密堆叠；通用性强，少量样本即可完成训练；支持一定程度反光、暗色（纯黑色）的货品；高精度全自动化标定；快速准确定位物体；完全开放式的后台，支持用户进行定制化算法开发并独立部署多个典型应用；完全无需写代码的智能编程环境，用户可独立部署多个典型应用；完全可视化的界面，一键仿真机器人运动；用户仅需简单培训即可操作机器人，极大降低机器人使用门槛；内置逻辑检查、碰撞避免、抓取规划等先进算法，程序简洁、智能，同时保证机器人的稳定性；可适配国内外多种主流品牌机器人。  ★（3）智能虚拟规划软件：1套；智能虚拟编程软件采用可视化、无代码的编程界面，一键仿真。用户无需编写任何代码，即可学会操作机器人。采用面向高维空间的机器人智能路径规划技术，内置轨迹规划、碰撞检测、抓取规划等深度学习算法，帮助机器人选择最优路线完成抓取，避免自碰撞或环境碰撞等问题。基于强化学习的运动规划算法，在机器人进行抓取时，可自动选取合适的抓取角度和位置，避免碰撞。保证稳定性，保证产线顺利生产，可快速完成机器人适配及部署等工作，节省调试时间及人员成本。  5.7 装配工件仓库：1套；装备工件仓库由钣金板材加工而成，配有5层6列共30个仓位，用于放置系统工件。装备工件仓库仓位均安装RFID电子标签、传感器、状态指示灯和定位装置，传感器用于检测该位置是否有工件。  5.8 倍速链输送机：1套；采用单层倍速链输送机进行输送，倍速链输送机又称差速链、增速链流水线，由于大小滚子的独特结构，可实现2.5倍数的高速输送。采用特制的，经表面处理的挤压铝合金型材作为导轨，使输送系统在输送过程中具有非常好的稳定性和持久性，适合产品大批量连续生产。承载能力：25kg；驱动方式：三相异步+变频调速；运行速度：3-6m/min。  5.9 定位阻挡装置：1套；气动式举升定位机构，配合阻挡器使用，对托盘精准定位，定位精度±0.1mm；往复式运动气缸，缸径不小于50mm，行程不小于10mm；气缸位置检测；工作气压0.1~0.6Mpa。  5.10 单元可编程控制器电气控制系统：1套；电气控制系统采用企业通用可编程控制器控制。控制器采用模块化、紧凑型设计,可扩展性强，具有标准工业通信接口以及丰富的集成功能，广泛适用于实现简单逻辑控制、高级逻辑控制、网络通信与控制应用，以及小型运动控制系统、过程控制系统等高级应用功能，是完整、全面的自动化解决方案的重要组成部分。CPU：CPU 1215C DC/DC/DC；工作存储器：125KB；装载存储器：4MB；模拟量：2AI/2AO；通信协议：支持PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7等通信协议，PROFIBUS、AS接口通信扩展可支持；布尔运算执行速度：0.08μs/指令；移动字执行速度：1.7μs/指令；实数数学运算执行速度：2.3μs 指令。  5.11 人机界面与支架：1套；工作站采用企业通用人机界面操作控制，安装于工作站电气控制柜上。企业通用人机界面友好，明亮的显示屏和无差错人机工程学操作，可以为每个应用提供合适的解决方案。显示：9英寸的TFT真彩显示屏，65536色；分辨率：800×480像素；操作方式：触摸屏和覆膜按键；背光无故障时间：20000H；存储器：10MB；电压额定值：DC24V；接口：以太网接口×1，USB接口×1；防护等级：正面IP65，背面IP20。 | 套 | 1 |
| 6 | 工业机器人智能包装工作站 | 工作站功能：成品工件随托盘进入智能包装定位后，机器人先将包装盒放置于包装工作台上，再更换末端工具拾取工件成品放置于包装盒内，最后更换末端工具吸附包装盖完成包装作业。单元独立电气控制，既可联机运行，亦可脱离系统通过人机界面进行操作和实验。  工作站组成：工业机器人智能包装工作站由工业机器人、机器人底板、机器人快换装置与支架、机器人末端工具、包装工作台及定位装置、自动包装盒仓库、井式推盖装置、倍速链输送机、顶升换向装置、定位阻挡装置、单元可编程控制器电气控制系统、人机界面与支架等设备组成。  6.1 工业机器人：1套；功率强劲，具备后翻转功能，适用于弧焊、压铸、机械管理、物料搬运、注塑、装配、包装等应用领域。适合恶劣生产环境，IP67防护等级，可蒸汽清洗。工作循环时间短,同类机器人中操作速度最快。配备运动控制功能，操作速度快、加速性能好，显著缩短了工作循环时间。精度高——零件生产质量稳定,具有极高的重复定位精度（±0.05mm）和轨迹精度。  （1）具有6个自由度，串联关节型工业机器人 （2）安装方式为地面安装 ★（3）工作范围：≥1450mm ★（4）手腕荷重能力：10kg ★（5）重复定位精度：±0.05mm （6）机器人单元防护等级IP67 （7）可工作环境相对湿度最高95% （8）工作环境温度范围5℃~45°℃ （9）第1轴工作范围为+180°/-180°，最大旋转速度180°/s （10）第2轴工作范围为+150°/-90°，最大旋转速度180°/s （11）第3轴工作范围为+65°/-245°，最大旋转速度185°/s （12）第4轴工作范围为+200°/-200°，最大旋转速度385°/s  （13）第5轴工作范围为+115°/-115°，最大旋转速度400°/s （14）第6轴工作范围为+400°/-400°，最大旋转速度460°/s （15）机器人本体重量：250Kg  ★（16）机器人控制器：1）控制硬件：多处理器系统、PCI 总线、奔腾CPU、大容量闪存(1GB)、20s UPS 备份电源；2）控制软件：BaseWare 机器人操作系统、强大的RAPID编程语言、PC-DOS文本格式、预装软件；3）外形尺寸：970 x 725 x 710mm；  ★（17）机器人示教器：便携式，具备操纵杆和键盘，6.5英寸图形化彩色，防护等级：IP54。  6.2 机器人底板：1套；机器人底座与工业机器人配套使用。  6.3 机器人快换装置与支架：1套；机器人末端快换工具标配为机器人本体1套快换法兰母端，连接2套夹持工具快换法兰公共端，快换工具采用工业自动化公司优质产品。快换法兰直径：50mm；额定负载：16Kg；锁紧力@80psi(5.5bar)：1100N；静力矩（X/Y）：24.9Nm；静力矩（Z）：33.9Nm；接口螺纹：M5。  6.4 机器人末端工具：1套；配置机器人末端工具，可实现实训电机工件、包装盒和包装盒盖的拾取搬运，具体样式与工件配套。  6.5 包装工作台及定位装置：1套；单元配置包装工作台及定位装置，外形与实训系统配套。工作台上安装定位装置，用于自动化包装时进行包装盒的定位。  6.6 自动包装盒仓库：1套；自动包装盒仓库仓位均匀分布，由我司根据实训工件尺寸进行小型化非标设计，具体以实际为准。  6.7 井式推盖装置：1套；井式推盖装置经光电感应后，由气缸推出包装箱盖出库，工业机器人真空吸附包装箱盖进行加盖作业。  6.8 倍速链输送机：1套；采用单层倍速链输送机进行输送，倍速链输送机又称差速链、增速链流水线，由于大小滚子的独特结构，可实现2.5倍数的高速输送。采用特制的，经表面处理的挤压铝合金型材作为导轨，使输送系统在输送过程中具有非常好的稳定性和持久性，适合产品大批量连续生产。承载能力：25kg；驱动方式：三相异步+变频调速；运行速度：3-6m/min。  6.9 顶升换向装置：1套；顶升换向装置装于上层倍速链内部，主要通过汽缸伸缩运动来实现输送机构的升降移动，从而实现90度换向输送。顶升装置承载能力：≥25kg；顶升装置驱动：直流减速电机+气缸。  6.10 定位阻挡装置：1套；气动式举升定位机构，配合阻挡器使用，对托盘精准定位，定位精度±0.1mm；往复式运动气缸，缸径不小于50mm，行程不小于10mm；气缸位置检测；工作气压0.1~0.6Mpa。  6.11 单元可编程控制器电气控制系统：1套；电气控制系统采用企业通用可编程控制器控制。控制器采用模块化、紧凑型设计,可扩展性强，具有标准工业通信接口以及丰富的集成功能，广泛适用于实现简单逻辑控制、高级逻辑控制、网络通信与控制应用，以及小型运动控制系统、过程控制系统等高级应用功能，是完整、全面的自动化解决方案的重要组成部分。CPU：CPU 1215C DC/DC/DC；工作存储器：125KB；装载存储器：4MB；模拟量：2AI/2AO；通信协议：支持PROFINET、TCP/IP、SNMP、DCP、LLDP、ISO-on-TCP、UDP、MODBUS、S7等通信协议，PROFIBUS、AS接口通信扩展可支持；布尔运算执行速度：0.08μs/指令；移动字执行速度：1.7μs/指令；实数数学运算执行速度：2.3μs 指令。  6.12 人机界面与支架：1套；工作站采用企业通用人机界面操作控制，安装于工作站电气控制柜上。企业通用人机界面友好，明亮的显示屏和无差错人机工程学操作，可以为每个应用提供合适的解决方案。显示：9英寸的TFT真彩显示屏，65536色；分辨率：800×480像素；操作方式：触摸屏和覆膜按键；背光无故障时间：20000H；存储器：10MB；电压额定值：DC24V；接口：以太网接口×1，USB接口×1；防护等级：正面IP65，背面IP20。 | 套 | 1 |
| 7 | 柔性AGV运载机器人 | ★7.1 柔性AGV运载机器人：1套；柔性AGV运载机器人是一款应用于标准工业环境的通用移动AGV具有构建环境地图、自主规划路径、自主执行路径、安全避障等功能。AGV顶板平台上提供多元的外部载荷安装位置，高自由度的支持客户的应用拓展和二次开发。机身尺寸（长×宽×高）：780×600×300mm；机身自重：80kg；额定载重：300kg；工作速度：前进1.5m/s；后退0.5m/s；转弯半径：0；回转半径：480mm；导航方式：激光SLAM+二维码信标；续航时间：10h；充电方式：自动+手动；充电时间：1h；电池寿命：1500次；避障方式：激光避障+防撞触边。  7.2 车载输送机：1套；激光导航AGV运载机器人运送物料需车载直流电机驱动输送装置共同进行。输送装置采用辊筒输送机形式，内部安装传感器及托盘导向定位装置。输送运行速度：3m/min；电机：直流减速电机；承载能力：50kg。 | 套 | 1 |
| 8 | 数字孪生总控信息管理单元 | 单元功能：数字孪生总控信息管理单元作为整个系统的数字化信息化管理中心，以MES生产管理系统为核心，通过以太网进行协同工作和高效数据交换，实现全系统的互联互通。整个生产过程通过计算机、信息显示液晶电视、、环境监控摄像头等实现可视化系统实时监控，对数控机床、工业机器人、RFID电子标签系统、各传感器进行物料识别、记录，2D和3D智能视觉检测系统等进行质量管控与信息采集，通过MES生产管理系统及工业以太网实现数据交互，由系统总控协调各分站单元按流程作业，完成生产线系统数字化、智能化、信息化等综合应用。  单元组成：数字孪生总控信息管理单元由4台控制计算机、2套总控台、1套MES生产管理系统软件、1点机电一体化虚拟调试软件、1点数字化生产线设计与仿真软件、1点CAD/CAM数字化设计软件、4台信息显示液晶电视、4个环境监控摄像头等设备组成。  8.1 控制计算机：4套；配置4套控制计算机主要用于信息显示屏幕的控制及多媒体文件放映、MES生产管理系统软件、设计和仿真软件的安装，以及执行系统集成、整体控制等。CPU：I7，RAM：16G；硬盘容量：固态1TB；显卡：4G独显；显示器：27英寸液晶显示器。  8.2 总控台：2套；总控台上方安装控制计算机。附带氛围灯、插座、线槽、科技感十足。  8.3 智能制造MES生产管理软件：1套；智能制造MES生产管理软件界面美观整洁、规范、可操作性强。在整个生产环节中对生产线各设备进行协调和调度，控制着整个智能制造系统生产流程安全有序进行。智能制造MES生产管理软件在智能制造系统中的作用是贯穿始终的。通过MES软件创建订单任务，然后MES软件发出初始化命令，对加工系统进行初始化复位。再对料库待加工工件情况进行盘点，盘点完成，最后启动加工系统运行。运行过程中，MES软件在进行运行状态监控的同时，会对运行数据进行记录与分析，并根据生产情况和设备运行状况适时下达命令，系统故障时并给出提示与警报。MES软件可按照“上传程序及创建订单—料库盘点—复位—启动—下发订单—检测及返修”流程操作运行。  （1）排程管理：排程管理界面主要对指定批次指定数量的工件进行手动排程和自动排程并生成相应的工作任务。在加工系统启动前，可以在该界面对排程任务进行删除。如果需要创建新任务，则需要按照上述方法重新添加。系统启动后，在排程管理界面下发排程系统即开始运行。  （2）料仓管理：料仓管理界面主要负责订单相关各仓库的盘点功能，绑定解绑相关订单的工件毛坯料，从而生成订单，用于后续的订单下发。在料仓管理界面进行料库盘点。设置好仓位中放置的工件信息，MES系统保存相应的仓位工件信息。此时需要按照MES系统料库盘点的设置，将相应工件放置到仓库对应的仓位。点击“写RFID”，将MES系统中的工件信息（场次、工件类型、材质、状态）写到RFID芯片中。盘点完成才可以启动加工系统。同时，料仓管理界面的每个仓位会根据工件加工的情况显示不同的状态（无料、待加工、加工中、加工异常、加工完成、不合格）。因此，在系统运行过程中还可以通过该界面进行料仓监控。  尺寸设置：尺寸设置界面用来设置标准的尺寸信息，方便在检测和返修界面查看工件和理论设定的值之间的关系，来决定是否需要将工件重新加工。用户可以预先对30个工件的尺寸信息进行设定，每个工件都有20个变量号，每个变量有理论值、上公差、下公差和备注。  检测及返修：检测及返修界面主要显示工件的尺寸信息和刀具补偿信息，在数控机床的工件加工完成之后，可以查看工件的理论值和实际值之间的误差，再决定进行返修还是加工完成；若需要进行返修，先决定对应的刀补，写入系统中后，再进行返修操作。  刀具管理：刀具管理界面可以查看所有的刀具详细信息，有刀具长度磨损、刀具半径磨损、刀具长度补偿和刀具半径补偿，用户根据自己的需求设置对应的补偿值。注意：补偿值的绝对值不能大于1mm。刀具管理界面将当前加工中心和数控车床刀库中所有刀具的信息进行采集，并显示到MES系统相关界面。包括刀具长度磨损、刀具半径磨损、刀具长度补偿和刀具半径补偿。其中“刀具长度补偿”和“刀具半径补偿”可以在MES系统中进行在线修改。当工件加工完成，若系统检测尺寸不合格且判断需要返修，则可通过MES系统在线同步修改加工中心刀具补偿值，然后启动系统进行返修加工。  设备监控：看板可以同时对多个设备的工作状态进行实时监测。智能制造系统配备了多个看板终端，可以根据需要查看相应设备数据。数控车床和加工中心的数据由MES系统直接读取。机器人的状态信息则是由PLC获取，然后转发给MES系统。设备监控界面主要用于显示各个设备的运行情况，相关设备有加工中心、车床和机器人。车床的数据：运行状态、工作模式、进给倍率、主轴转速、程序编号、绝对坐标X、绝对坐标Y和绝对坐标Z；机器人的数据：运行状态、关节1、关节2、关节3、关节4、关节5、关节6和关节7。  刀具监控：刀具监控界面用于显示刀具的实时信息。该界面亦可以通过看板终端进行监测。  设备操作：设备操作界面可实现远程对设备进行停止、复位、启动操作。  上传文件：上传文件界面主要用于上传用户的加工文件。本界面支持上传加工文件到服务器，并根据文件生成对应的订单，也支持直接将文件上传至设备，并可以手动选择上传至数控车床还是加工中心。  视频监控：视频监控界面可通过摄像头实时监控产线设备的运行状况。  系统日志：系统日志界面记录了加工系统的运行信息。若系统出现故障，可根据系统运行日志来进行追溯。  8.4 机电一体化虚拟调试软件：1点；  （1）机电气液控制系统模型的设计功能；  （2）提供与自动化控制系统集成接口；  （3）提供液压系统、气动系统、凸轮传动、常用机电控制模型、马达驱动等各类控制系统库；  （4）能与PLC和伺服器硬件实时仿真联动；  （5）能与三维设计软件、机电一体化设计软件、机构运动学和动力学分析软件、有限元结构分析软件等集成；可以与上述设计的对象模型进行实时仿真联动；  （6）具备并行计算能力。仿真过程中支持并行分割运算，可以自动分配单机多核并行计算或多个计算机并行计算；  （7）具备高级的元件二次开发功能；  （8）可以直接访问软件中元件模型的源代码模板，还可以把用户自己开发的新图标和模型集成到软件包中并自动生成相应的标准帮助文档；  9)具备开放的建库能力，能够根据客户的实际需求，由工程师自己定制开发所需要的专业元件库。必须同时支持：C /Fortron/Modelica语言；  10)具备封装和加密平台；  11)可以基于基本元件模型组合封装而形成超级元件，并可以定制超级元件的用户界面和参数设置；  12)具有对超级元件进行加密功能以保护知识产权，如加密后只能看到模型部分参数，看不到内部结构模型；  13)具备时域和频域分析工具；  14)能够进行时域分析，包括可以作出系统中所有物理量在仿真过程中的变化曲线；  15)能够进行频域分析，包括模型线性化、模态分析、频响分析等，能够用Bode图、Nyquist图、Nicolse图等形式表达频响分析结果；  16)具备专门的设计探索、优化分析工具。软件应具备设计探索功能，分析影响系统或元件性能的主要参数，分析加工误差对性能的影响，并根据期望的特性曲线确定设计中的未知参数。设计探索功能包括用于进行模型的试验规划分析（DOE）、优化分析和蒙特卡洛分析（Monte Carlo）；  17)具备专门的仪表和控件功能，可实现任意仿真结果与仪表的关联；任意控制量与控件的关联；  18)平台所包含的模块的图标均为矢量图形，放大缩小不会影响到图标的清晰度；  19)平台具有模型以及描述文字等自动排列、对齐等功能；  20)具备自定义前后处理界面功能。  8.5 CAD/CAM数字化设计软件：1点；要求是一款可以提供产品开发解决方案的软件，可以提供集成的、高效的产品设计、文档、工装和制造计算机辅助工具，为用户的产品设计及加工过程提供数字化造型和验证的手段。利用此软件，用户可以缩短产品上市时间，改进产品质量，降低成本，促进产品和流程知识的应用，以加强创新。  技术要求：  1）软件在工业设计和外观造型中的应用  针对工业设计和外观造型的应用，软件提供了高性能的外形创建、分析和可视化工具来帮助用户创建独特的外性，使其产品更具竞争力。  （1）功能强大的、灵活的外形创建工具  软件可提供功能强大的、灵活的外形创建工具来帮助实现用户的创意。用户可以利用2D和3D曲线建模、曲面建模、曲面过渡、裁剪、延伸、变换、扫掠，以及其他技术来创建和细化外形，并对外形的形态和连续性进行相应的控制。软件还支持逆向工程，可将扫描数据转换为产品曲面模型。  （2）曲面分析和可视化  软件可提供实时的分析和可视化工具来帮助用户评估概念设计的曲面质量和外观形态。  （3）与产品工程集成  软件可确保工业设计和外观造型与产品工程的无缝集成，消除重复工作和数据的转换，确保外形设计意图正确传递到工程应用和加工制造等阶段，消除在各阶段之间的延迟。  2）软件在详细设计中的应用  （1）自由的设计手段  软件可提供各种设计手段，包括参数化实体特征建模，曲线和曲面线框建模，以及显示几何建模等。  （2）高性能的大装配处理工具  不管产品的复杂程度如何，软件提供的高性能建模工具允许设计人员能在装配的环境中完成其设计工作，即使是有的装配部件是来自其他的CAD系统时，也可照常进行。  （3）与过程相关的设计工具  软件可提供针对特定过程的设计工具，使其具有远高于一般的CAD系统的生产率。  （4）设计验证  软件不断对设计进行监测，以确保设计结果满足标准和需求。  3）软件在文档输出中的应用  软件可提供全面的能力（包括3D标注和二维制图工具），来加速文挡的输出。  4）软件在工装设计中的应用  针对工装设计的应用，软件可提供自动化的应用工具来帮助用户完成型腔模具、冲压模具、夹具的设计，具有比传统CAD应用更高的效率。  5）软件在加工中的应用  针对数据加工编程，软件可提供经过实践验证的解决方案，帮助用户快速、高质量地生成数控加工刀具轨迹。  （1）覆盖数控加工的整个过程  软件的CAM可提供全面的数控加工程序编制的能力，以及灵活的编程方式。  （2）单一系统涵盖全部功能  软件集成了数控加工程序编制的所有元素，包括加工刀具轨迹的创建、验证、后置处理、加工机床的模拟、数据的变换、车间工艺文档，以及为创建零件，刀具，机床建模和装配所需要的CAD功能。加工数据管理管理获取、组织和控制加工数据，并将其与刀具、夹具、机床等资源连接起来。  （3）通过自动化，提高生成率  软件中的自动化使得编程更快速，并能让不具备丰富经验的编程人员能够创建高质量的数控加工程序。  8.6 智能制造离线编程仿真软件：1点；基于多品牌离线编程的智能制造离线编程仿真软件件是一个多平台的机器人离线编程软件，支持不少于30种不同品牌的等多种机器人。包含加载文件、在线机器人库、添加参考坐标系、添加机器人目标点、移动帧/对象/工具、移动坐标系，对象工具、碰撞检查、碰撞映射设置、快速仿真、Python 功能、添加新机器人程序、添加机器人运动等功能项，让学生迅速掌握机器人的基本操作、机器人坐标系转换、机器人运动学、机器人的控制等基本操作知识。用户可以根据项目需求，快速构建机器人应用工作站虚拟场景，进行工作站布局规划、机器人及周边设备选型、机器人应用仿真、节拍测算、工艺分析、方案验证、方案优化改进和方案展示等工作，且可以生成机器人离线程序，指导现场工程师进行机器人程序的编程及调试。面向工业机器人虚拟仿真及离线编程教学方向，结合实际工业应用案例，将大量真实的工业机器人应用案例及智能制造应用案例转化为软件教学资源，包含机器人搬运、码垛、打磨、焊接、喷涂、雕刻等机器人应用案例，学生不仅可以掌握工业机器人的操作、编程与调试，而且可以熟悉工业机器人典型应用的组成、工艺、工作流程和关键技术，并掌握工业机器人典型应用的方案设计、布局优化、虚拟仿真及离线编程等知识。  ★（1）仿真软件支持不少于 30 种以上机器人，提供 1000 种以上的各机器人模型。  （2）具有离线编程功能，能够直接生成不少于30 种以上机器人的代码。  （3）支持关节型机器人、直角坐标等不同构型机器人。  ★（4）支持多种格式的三维 CAD 模型，可导入扩展名为 step、igs、stl 等格式。  （5）支持工件校准功能，能够根据真实情况与理论模型的参数误差自动调整轨迹参数。  （6）可实现工业机器人多种编程模式选择。如手持工具或手持工件。  （7）对三维模型进行平移、旋转操作。  （8）轨迹生成可基于 CAD 数据，简化轨迹生成过程，提高精度，可利用实体模型、曲面或曲线直接生成运动轨迹。  （9）包含丰富的工艺应用工具包，包含打磨、喷涂、铣削、焊接等。可以自由设计定义工具及其坐标信息，实际工件与模型工件的坐标准确保持轨迹精度，码垛工艺包模拟真实物料抓取摆放过程，支持 APT Source 和 NC 格式 G 代码的导入并自动转化工业机器人运动轨迹等功能。  （10）包含丰富轨迹调整优化工具包，如碰撞检查、工业机器人可达性、姿奇异点、轴超限、节拍估算、轨迹自动调整优化等功能。  （11）提供工业机器人虚拟教学模块，如虚拟示教器、机器人部件装配、自动生成仿真运动视频。可以生成基于 html 播放的视频和生成基于 pdf 的三维操作的文件。  ★（12）提供强大的python API 功能支持，集成所有离线编程软件的离线编程功能，并允许开展大量机器人机构的自动化应用。可进行仿真和应用于程序机器人取放物体和应用于复杂的多机器人同步运动等。  （13）支持多机器人同步运动仿真。  （14）具有机器人外部轴运动，能够实现7、8 轴的离线编程功能。  （15）具有整个工程自动化生产线仿真功能，包含至少 3 种类型机器人以上及流水线等。  （16）具有四种主流品牌的虚拟示教器示教功能，能够通过虚拟示教器实现对机器人的手动操作以及程序代码的自动运行。手动操作中包含机器人的关节坐标系、线性坐标系、以及工具坐标系下的手动控制运动。机器人数据虚拟示教器上的实时显示。虚拟示教器上能够完全按示教器操作方式进行程序的插入、编辑、修改以及程序文件的保存和打开。虚拟示教器程序的再现执行，驱动仿真软件机器人按照程序运动。  （17）正版软件，可提供持续的中文技术支持服务；提供由投标人出版的软件配套教材，软件由我公司自主研发，签订合同前可提供相关专利证明。  （18）仿真软件《入门教程》PDF 电子版1份，内容包括：项目 1.软件概述（4项分项内容）； 项目 2.软件的基础操作（9项分项内容）；项目 3.软件的仿真编程（10 项分项内容）；项目 4.软件的程序后处理（3项分项内容）；项目 5.基于 Python API 的软件机器人仿真应用（20 项分项内容）。  ★（19）集成无动力关节臂示教功能。  具有485通讯和TCP/IP通讯两种接口形式，能够采集无动力关节臂示教轨迹；  能够生成至少30种多种品牌机器人的代码的功能。  （20）支持基于Python、C#等高级语言的API的扩展编程。  8.7 信息显示液晶电视：4台；包括定制的吊装支架4套，实训系统配套4台信息显示液晶电视，用于同屏显示课件PPT、物料状况等，方便实训教学，还可作为多媒体显示放映图片、视频等多媒体文件，有助于文化宣传、提升用户影响力、激发学生的学习积极性等。屏幕尺寸：65寸；屏幕比例：[16:9](http://product.pconline.com.cn/so/s24998/" \t "_blank)；[屏幕分辨率](http://k.pconline.com.cn/question/1512.html" \t "_blank)：[3840×2160](http://product.pconline.com.cn/lcd_tv/c13809/" \t "_blank)；面板类型：A+级屏；  8.8 环境监控摄像头：4个；实验室共配套12个监控摄像头，均匀分布于生产线各个单元，用于对整体环境及各个单元的监控。  1）传感器类型：1/2.7" Progressive Scan CMOS  2）最大图像尺寸：2688×1520  3）主码流帧率及分辨率：50Hz：25fps（2688×1520，1920×1080，1280×720）  4）子码流帧率及分辨率：50Hz：25fps（704×576，640×480，352×288）  5）镜头：4mm,水平视场角：82°  6）调整角度：水平：0°~360°；垂直：0°~70°；旋转：0°~360°  7）快门：1/3s~1/100000s  8）视频压缩标准：主码流：H.265/H.264  子码流：H.265/H.264/MJPEG  9）视频压缩码率：32Kbps~16Mbps  10）通讯接口：1个RJ45 10M/100 M自适应以太网口  11）电源供应：DC12V±25%/PoE（802.3af）  12）尺寸：Φ130×105mm  8.9 安全防护栏与安全门：1批；系统设备区域界线上安装配套的安全防护栏，加强安全防护，用来防止出现机器人在自动运动过程中由于人员的意外闯入而造成的安全事故。材质：铝合金型材+透明亚克力，外观具有科技感，尺寸根据用户现场实训场所定制。  8.10 无油静音气泵：4台；系统采用4台无油静音气泵，排量大，噪音低。输出压力：最大7Bar；流量:135L/min；储气罐容量:24L；噪音量：68dB；压缩机：220V/50 Hz; 0.75Kw。  8.11 实训工件：50套；系统生产对象为机械行业应用上常见的电机组合模型，分为电机外壳与电机轴，采用铝材质。  8.12 包装盒和盒盖：50套；与电机组合模型配套的包装盒与盒盖。  8.13 工具与工具箱：2套；最少包含25种工具。  8.14 智能制造教学资源开发：1批；  ★（1）提供说明书、实验指导书、PLC源程序、机器人配套说明书、相机使用手册等配套教学资源。  （2）智能制造离线编程仿真软件配套教材：主要介绍工业机器人仿真软件的基础操作、工业机器人虚拟工作站的构建、常用机构创建及仿真编程方法。全书采用以图为主的讲解方式，主要内容包括仿真软件基础操作、机器人虚拟仿真工作站构建、仿真软件常用机构创建、基于Program的机器人仿真编程、基于API的机器人仿真编程、工业机器人复杂搬运仿真案例、工业机器人传送带码垛仿真案例、工业机器人焊接仿真案例、工业机器人打磨仿真案例、工业机器人喷涂仿真案例和工业机器人写字仿真案例。  （3）教学通用型参考资源包  1）《工业机器人拆装与调试》纸质版1本：内容至少包含工业机器人基础知识、工业机器人机械本体的拆装与检测、工业机器人电气原理、工业机器人控制系统、工业机器人电气系统的装配与调试、基本运动任务调试等；  ★2）《工业机器人操作与系统应用》纸质版1本：内容至少包含工业机器人多功能平台基础认知、工业机器人基础认知、循迹模块编程与操作、绘图模块编程与操作、装配模块编程与操作、码垛模块编程与操作、搬运模块编程与操作、实训平台的按照、通讯模块的使用、工艺模块的应用、智能相机应用、机器人视觉应用等；  ★3）《工业机器人操作与系统应用》纸质版1本：内容至少包含工业机器人多功能平台基础认知、工业机器人基础认知、循迹模块编程与操作、绘图模块编程与操作、装配模块编程与操作、码垛模块编程与操作、搬运模块编程与操作、实训平台的按照、通讯模块的使用、工艺模块的应用、智能相机应用、机器人视觉应用等；  ★4）《工业机器人操作与应用》纸质版1本：内容至少包含安全规程、机器人电控系统的总体介绍、机器人示教盒界面简介、坐标系、开关机步骤、常用指令详解、常用功能、任务等；  5）《模块化作业型教学机器人教学大纲》纸质版1本：内容至少包含课程性质和任务、培养目标及培养规格、课程开设的基本理念、课程内容与要求、课程内容分解、课程课时分配与权重、课程考核评价、课程教学组员、课程教学建议等；  6）《机电一体化技术实训项目单》纸质版1本：内容至少包含5个实训项目单；  7）《虚拟原理半实物仿真系统》纸质版1本：内容至少包含机电一体化建模、仿真和控制实验系统介绍、基于20-sim的并联机器人Tripod平台的半实物仿真系统简介、基于20-sim的并联机器人Tripod模型设计、并联机器人运动学分析等；  8）《机器人工程专业培养方案（本科）》纸质版1本：内容至少包含培养目标、培养规格要求、课程设置、修读要求、指导性教学计划进程安排、课程介绍及修读指导建议；  9）《工业机器人使用与维护》纸质版1本：内容至少包含机器人安装、手动操作、编程运行、程序设计、特殊功能、机器人维护等；  ★10）《工业机器人关键零部件》纸质版1本：内容至少包含创建设备组态，掌握硬件配置、MCGS与S7-1200通讯配置、气缸控制与触摸屏报警、S7-1200控制三色灯、通过工艺对象定位控制伺服电机、通过模拟量和IO信号控制变频电机转速、模拟马桶修配、ModbusTCP通讯测试及组网等；  11）《工业机器人系统集成技术》纸质版1本：内容至少包含系统集成设计概述、末端执行器设计、机器人视觉、焊接机器人、喷涂机器人、打磨机器人等；  12）《工业机器人运动控制入门》纸质版1本：内容至少包含控制器、驱动器、传感器、减速器与传动机构、内外部通信、机电气接口等内容；机器人使用说明书、机器人实验指导书、机器人装配说明书；  13）《C10系列机器人编程手册》纸质版1本：内容至少包含基本安全防护措施、示教器硬件、示教器界面、指令详解、常用功能；  14）《机器人电器维护手册》纸质版1本：内容至少包含安全注意事项、机器人电控系统、错误诊断、故障处理、检修等；  15）《生产实践培训教程》（上下两册）纸质版1本：不少于50页；  16）《工业机器人技术基础》纸质版1本：内容至少包含机器人的定义组成分类、机器人基本概念、关键参数、机器人基础理论、机器人关键功能部件、机器人典型传动机构与本体结构、机器人电气控制基本概念、工业机器人控制系统结构、工业网络通信技术、人机界面及其组态、机器人控制系统设计等。  8.15 校企合作  1）需提供学校教师到生产企业跟岗研修和短期培训机会，长期为学校进行师资能力提升培养，提高学校师资水平。  2）需提供教育部或人社部技能竞赛培训名额，1-3年内协助学校取得优异成绩。  3）协助学校进行教材出版，获得国家级出版社教材出版编写成员资格。  4）可协助学校每年邀请国家级专家到校进行高水平院校建设或高水平专业建设专题报告。 | 套 | 1 |
| 9 | 嵌入式ROS机器人实训开发平台 | 嵌入式ROS机器人实训开发平台以移动机器人技术为核心，融合了计算机技术、信息技术、通信技术等高端技术，是能在复杂环境下工作的，具有自行组织、自主运行、自主规划功能的智能机器人实训平台。  平台是将嵌入式控制系统应用于移动机器人的实训装备，基于先进且应用广泛的嵌入式软硬件进行开发。在硬件上，扩展嵌入式控制器基础外设接口，高度集成多种智能传感器以及运动执行器；在软件上，适配了开放程度高的Ubuntu系统，部署了用于编写机器人软件程序的高度灵活性的软件架构--机器人操作系统（ROS）。在此基础上，开发了多传感器融合算法、自主建图和导航算法、自主任务管理算法、运动控制算法，并提供配套的二次开发包，可进行嵌入式系统认知、组成、应用实训等。  平台技术先进，集嵌入式系统基础认知、场景应用、创新创业、科研开发等功能于一体，可培养学生的设计能力、编程能力等，是开展移动机器人功能开发、教学实训、科研创新的理想平台。  移动机器人外形尺寸：≥400×390×270mm；  电源与功率：DC12V，60W  1）移动机器人  移动机器人由嵌入式控制模块、智能感知模块、语音交互模块、驱动模块、移动机器人结构框架和智能机器人仿真系统组成。移动机器人采用模块化设计，具备通用型接口，可以根据不同需求组成不同的结构形式。移动机器人通过传感器结合算法完成对环境地图的建立和自主避障导航，是集环境感知、路径规划、动作控制等多功能于一体的综合应用平台。  技术参数：  1）整体结构  长度：≥390mm  宽度：≥400mm  高度：≥270mm  转弯半径：≥0mm  2）运动性能  最大运行速度：≥600mm/s  最大爬坡角度：≥10°  超声波传感器：≥4个  姿态传感器 ：≥1个  3）电池及续航能力  电池类型：锂电池组  电池容量：≥20000mA  电池电压：12V  充电电压：7.2～12V  充电电流：≤2A  保护功能：反接保护、过载保护  不间断续航时间：≥5h  4）接口  电源接口：12V  硬件接口：USB口×2（可拓展），以太网口×1  软件接口：ROS软件包  1.1嵌入式控制模块  嵌入式控制模块主要包括嵌入式控制器、传感器扩展板、驱动控制器、模块化安装支架、线缆等。  1.1.1嵌入式控制器  技术参数：  1）CPU：ARM Cortex-A53  2）BPU：（Bernoulli Arch）Core×2，up tp 1.0G~5Tops  3）USB接口：USB3.0×1,USB2.0×2  4）串口：ttl电平×1  5）Wifi：2.4G，支持802.11b/g/n  6）蓝牙：4.1  7）显示接口：HDMI 1920×1080  8）有线网络：千兆以太网×1  9）IO接口： GPIO、I2C、UART、SPI、I2S、PWM  10）电源：USBC 5V/2A  ★11）操作系统：Ubuntu20.04  12）尺寸：85×56×20mm  13）工作温度：-25℃~90℃  ★1.1.2传感器扩展板  技术参数：  1）额定电压：DC 9V~28V  2）最大额定电流 ：≤8A  3）工作温度：-10℃~70℃  4）PWM输出通道数：≥8路  5）模拟量输入通道数：≥8路  6）模拟量AD采样精度：12位  7）数字输入通道数量：≥4路  8）数字输出通道数量：≥4路  9）IO隔离方式：数字隔离  10）超声波传感器通道数：4路  11）外部陀螺仪接口数：1路  12）通讯接口：USB串口  13）通讯协议：串口、Modbus  14）MCU类型：ARM Cortex M4  15）MCU尺寸：32位  16）MCU主频 ：168MHz  17）ROM大小：512KB  18）RAM大小：192KB  ★1.1.3驱动控制器  技术参数：  1）额定电压 ：DC 9V~28V  2）最大额定电流：60A  3）工作温度：-10℃~70℃  4）电机通道数：4  5）电机类型 ：直流有刷  6）编码器接口数量：4  7）编码器类型：正交编码器  8）单桥最大过载电流：30A  9）PWM额定频率：20kHz  10）IO接口类型：数字隔离输入  11）通讯接口：USB、RS485  12）通讯协议：串口、Modbus  13）MCU类型：ARM Cortex M4  14）MCU尺寸：32位  15）MCU主频 ：168MHz  16）ROM大小 ：512KB  17）RAM大小 ：192KB  1.2智能感知模块  智能感知模块主要包括超声波传感器、姿态传感器、激光雷达传感器、以及深度相机。  1.2.1超声波传感器  技术参数：  1）数量：4  2）供电电压 ：DC 5V  3）工作电流 ：<2mA  4）作用范围 ：30～4500mm  5）传感器尺寸：48×24×16mm  6）接口数量：4针  7） 固定方式：配备超声波传感器支架便于固定  1.2.2姿态传感器  技术参数：  1）输入电源：5V  2）工作电流：<5mA  3）通讯方式：串口TTL  4）输出数据：三轴(加速度、陀螺仪、欧拉角)  5）量程 加速度：±16g、陀螺仪±2000°/s  6）分辨率加速度：0.5mg/LSB（2048LSB/g）  7）角速度：0.061（°/s）LSB  8）角度精度：XY轴：≥0.2°  9）输出频率：20Hz/100Hz  10）波特率：9600/115200bps  11）产品尺寸：51.5×36.1×15mm  12）产品重量：14.5g  1.2.3激光雷达传感器  技术参数：  1）测距方式：TOF  2）扫描角度：360°  3）角度分辨率：≥0.8°  4）测量频率：4500次/秒  5）扫描频率 ：≥10Hz  6）输出分辨率：≥15mm  7）测距精度：±3cm(0-6m)、±4.5cm(≥6m)（70%反射率目标物）  8）光源：905nm激光  9）测量半径 ：白色:25m 黑色:11m  10）数据内容：距离、角度、光强  11）工作电压：5V  12）环境温度：-10℃~40℃  13）驱动方式：内置无刷电机  14）防护等级：IPX4  15）通讯接口：串口(波特率：230400bps)  1.2.4深度相机  技术参数：  1）测量方式：ORBBEC单目结构光  2）工作范围：0.6~8m  3）精度：1m：±3mm  4）视场角(FOV)：H58.4°×V45.7°  5）分辨率：1280x1024@7fps  6）数据接口：USB  7）麦克风：双通道立体声  8）功耗：<2.5W  9）工作温度：10℃~40℃  10）工作电压： 5V  1.3语音交互模块  语音交互模块由拾音器和扬声器组成。  1.3.1拾音器  技术参数：  1）麦克风类型：全向  2）支持降噪：是  3）支持人声优化：是  4）拾音半径：2m  5）接口方式：USB  6）尺寸：60×60×15mm  1.3.2扬声器  技术参数：  1）尺寸：83×30×42mm  2）功率：3W  3）电源：USB供电  4）接口类型 ：USB  5）喇叭：双喇叭  6）线长：1100mm  7）声道：2.0  8）重量：0.25kg  9）扬声器频率： 140Hz~20kHz  1.4驱动模块  驱动模块由直流减速电机、麦克纳姆轮或橡胶轮等组成。  1.4.1直流减速电机  技术参数：  1）工作电压：12V  2）长度：102mm  3）齿轮比：64：1  4）轴直径：6mm D轴  5）直径 ：Φ36mm  6）空载电流：≤400mA  7）额定转速：≥100r/min  8）额定转矩：20kg·m  9）额定电流：≤2A  10）堵转电流：≤9.5A  11）编码器：高分辨率霍尔效果，22ppr，每轴旋转总计数1440脉冲  12）重量：0.48kg  1.4.2麦克纳姆轮（4只）  技术参数：  1）直径：100mm  2）重量：1.52kg  3）负载能力（4只）40kg  4）厚度：50mm  5）支撑轮轴直径：3mm  6）支撑轮数量：9  7）轮毂材质：铝合金（喷砂工艺）  1.4.3橡胶轮（4只）  技术参数：  1）直径：95mm  2）内径：6mm  3）重量：210g  4）负载能力：≥100kg  5）厚度：25mm  6）胎皮材质：橡胶  7）轮毂材质：高强度塑胶  1.5移动机器人结构框架  技术参数：  1）材质：铝合金  2）结构承重：≥20kg  1.6 智能机器人仿真系统  智能机器人仿真系统，具有在线仿真、离线仿真、实物部署测试应用等功能。  1）点对点设计：每个进程以独立节点的形式运行，可以分布于多个不同的主机，分散多机器人定位、导航等功能带来的实时计算压力。  2）支持多种编程语言：支持Python、C++、Java、Octave等多种不同的语言。  3）架构精简、集成度高：软件接口采用模块化设计，便于移植和复用。  4）丰富的组件化工具包：系统中集成了视觉算法库opencv和PCL、运动规划工具moveit、3D可视化工具rviz、消息查看工具rqt、物理仿真环境gazebo等组件。  5）完全开发的二次开发接口：允许使用者修改和重新发布应用程序源代码，根据需求集成于不同的应用场景。  6）提供完整功能包算法，有丰富的ROS教学资源，零基础或有ROS、Linux入门基础的学生可以系统地学习ROS机器人操作系统。  7）持移动机器人、多自由度关节型机器人、移动操作臂、轮式人形机器人、足式人形机器人、Delta、SCARA、直角坐标等不同构型的机器人，基于运动学模型，以定制化的方式生成通用性URDF、Xacro、SRDF模型。  8）仿真系统可以定制化支持多种机器人模型，根据教学要求将机器人模型部署在仿真系统中，支持无实物状态下的物理属性仿真。  ★9）支持在线连接并实时驱动实物机器人运动，可以支持30种品牌机器人的实物机器人。  10）集成了OMPL、CHOMP、STOMP等运动规划库，支持机器人运动规划、3D视觉感知、机器人抓取操作、运动学分析、碰撞检测、仿真/实物控制、机器人导航等功能。  ★11）支持运动学/动力学仿真、三维可视化环境、传感器数据仿真、噪声数据仿真、云/远程仿真、可扩展插件定制化等功能。  12）提供机器人虚拟教学模块，如虚拟示教器、生成仿真运动视频。  ★13）支持基于Python、C++等高级语言的API的扩展编程，提供强大的Python、C++ API功能支持，允许开展大量机器人智能化应用仿真测试、验证。  1.7配套工具箱  配套工具箱主要有十字螺丝刀、一字螺丝刀、六角扳手等常用的工具。  1.8实训项目  配套资料包括程序源码、教学文档、演示课件、实训手册等，包含以下实训项目。注：提供实训案例配套代码，文档、对应演示视频的截图预览  1.8.1实训项目  (1)嵌入式硬件开发实训项目  1）嵌入式MCU GPIO控制功能编程与应用  2）嵌入式MCU 定时器PWM输出控制编程与应用  3）嵌入式MCU正交编码器接口功能编程与应用  4）嵌入式MCU AD采集功能编程与应用  5）嵌入式MCU 串行通信接口功能编程与应用  6）嵌入式MCU 电机闭环控制功能开发与应用  7）嵌入式MCU 红外测距传感器开发编程与应用  8）嵌入式MCU 超声波传感器开发编程与应用  9）嵌入式MCU陀螺仪传感器开发编程与应用  (2)ROS机器人与嵌入式开发基础实训项目  1）ROS基础项目，传感器数据订阅，服务调用、电机控制  2）移动机器人超声波跟随实验编程与应用  3）移动机器人基础运动实验编程与应用  4）移动机器人键盘手动控制实验编程与应用  5）移动机器人手柄控制实验编程与应用  6）移动机器人激光雷达预警检测实验编程与应用  （3)嵌入式语音交互技术实训项目  1）科大讯飞语音包注册及使用项目  2）TTS文本转语音功能开发编程与应用  3）TTS语音转文本功能开发编程与应用  4）语音唤醒功能开发编程与应用  5）机器人语音导航功能开发编程与应用  6）机器人语音开灯功能开发编程与应用  (4)视觉与机器人技术实训项目  1）OpenCV基础实训开发  2）颜色识别实验编程与应用  3）圆球定位与跟踪实验编程与应用  4）条码识别实验编程与应用  ★5）视觉巡线定位编程与应用  6）Yolo目标识别开发与应用  ★7）手势识别开发与应用  8）数字识别开发与应用  9）人脸识别跟踪开发与应用  10）视觉巡检开发与应用  11）骨架识别与机器人引导开发与应用  (5)支持自主移动机器人技术实训项目  1）Gmapping SLAM建图实训项目  2）Cartographer SLAM建图实训项目  3）Slam Toolbox建图实训项目  4）AMCL机器人定位实训项目  5）Cartographer定位实训项目  6）ROS导航框架配置及应用实训项目  7）机器人多点自动导航编程及应用  8）移动机器人路径跟随编程及应用  1.8.2平台软件开发资源  1）开发平台介绍及电气原理图讲解  2）IO控制实验  3）PWM输出实验  4）编码器实验  5）串口通讯实验  6）AD采集实验  7）电机开环控制实验  8）编码器测速实验  9）速度闭环控制实验  10）通讯实验  11）红外测距传感器实验  12）超声波传感器实验  13）陀螺仪传感器实验  1.9 实训资源  实训室配套教学资源需包含如下课件资源，各项资源需在投标文件中展示清楚全面。  1.9.1 ROS2基础实训资源  1）ROS基础  2）基础实验  3）底盘节点介绍  4）超声波跟随实验  5）底盘基础运动控制实验  6）键盘控制实验  7）手柄控制实验  8）激光雷达预警检测实验  1.9.2机器人视觉实训资源  1）openCV基础入门例程  2）OpenCV入门  3）机器视觉  4）图像处理  5）图像的基础操作  6）图像入门 | 套 | 1 |
| 10 | 六边形折叠培训桌椅 | 1. 每套共8张桌子，可组成6边桌，单张尺寸：长×宽×高=1200mm×600mm×600mm； 2. 桌子可折叠； 3. 烤漆脚架：脚架设计，扎实稳重，稳定平衡性好； 4. 转动翻转开关：桌子两侧设置旋转开关，方便折叠； 5. 脚轮设计：使用65MM尼龙活动脚轮，便捷移动，顺滑流畅； 6. 可组合类型：口形，扇形，六边形等其他个性组合； 7. 每套六边桌配套6把椅子：轻音PU轮，弹性座布定型海绵，尺寸：长×宽×高=630mm×290mm×970mm； | 套 | 5 |