

榆林职业技术学院

工业机器人设备购销合同

甲方：榆林职业技术学院

乙方：西安森飞电子科技有限公司

为保证榆林职业技术学院 工业机器人设备采购 项目（项目编号：GYZBDL-2026-006）的顺利实施，根据《中华人民共和国政府采购法》及实施条例、《中华人民共和国民法典》及其他有关法律、法规，以及招、投标文件，遵循平等、自愿、公平和诚信的原则，经甲、乙双方协商，同意签订本合同，并共同遵守如下条款：

一、标的

本合同标的为：工业机器人设备

乙方的所有供货及服务必须完全满足招标文件中数量、规格、型号和技术参数的要求，数量、规格、型号和技术参数详见投标文件。

乙方向甲方提供所供货物的包装、运输、装卸、验收、安装、调试、培训、质量保证、售后服务等服务。

二、价格

1、合同总价：人民币（大写）：壹佰贰拾柒万捌仟元整，（小写）¥1278000元。

2、合同总价为总承包价。包括：货物价款、包装、运杂费（含保险）、税费、装卸、安装、调试、培训、售后服务等一切有关的全部费用。

3、本合同价格为固定不变价。

三、货物产地及标准

货物的产地及标准详见投标文件。

本合同所指的货物及服务应符合国家有关标准。

四、付款

1、在所有合同货物到达合同交货地点并经验收合格后，一个月内甲方支付合同总价的 80%即人民币（大写）：壹佰零贰万贰仟肆佰元整，（小写）：¥1022400元给乙方。

2、货物使用期满三个月、使用性能稳定、无质量问题，甲方支付货款即合同总价的 20%即人民币（大写）：贰拾伍万伍仟陆佰元整，（小写）：¥255600 元给乙方。

3、付款方式：采用银行转账的形式

4、结算方式：乙方应在付款前一个月内提供纳税发票及供货清单进行结算，如乙方不能按时提供正规纳税发票，甲方有权拒绝付款。

五、技术文件

乙方随设备向甲方交付设备使用说明书及相关的资料，包括相应的图纸、操作手册、维护手册、质量保证文件、服务指南等。

六、交货、验收方式及质保期

1、交货地点：榆林职业技术学院指定地点。

2、交货时间：自合同签订之日起 30 个日历日内到货，并安装、调试、培训完成。

3、箱内物品由双方约定时间一次性共同开箱验收，如发现短缺、损坏、规格型号不符等缺陷，乙方须立即收回并予以更换，对产品质量的检验按国家相关标准进行，如因不合格产品造成交货期延长，给甲方造成损失，由乙方承担。

4、交货前两日乙方通知甲方，同时甲方应具备安装条件，否则引起交货期的推迟由甲方负责。

5、验收方式：按照榆林职业技术学院国资处的验收方式进行验收。验收标准：国家标准，以投标文件中乙方承诺的合理配置、参数及各项要求为准并进行必要的参数抽检。

6、货物验收合格后，甲乙双方签署验收合格单，验收合格单一式三份，乙方一份，甲方两份。

7、在有关部门进行验收时，乙方应及时配合甲方，如乙方在甲方通知后仍不及时到场配合验收，则视乙方的合同义务未完成，由此造成甲方损失的，由乙方承担。

8、乙方货物不符合质量要求，致使不能实现合同目的，甲方可拒收货物或解除合同。

9、货物从验收合格之日起一年免费维修，终身保修。在免费质保期内，乙

方履行保修义务应免收材料和人工等一切费用；免费质保期满后，乙方履行保修义务只收取人工费。后备品配件以成本价供应，维修人工费以最低价计算。

10、设备运至甲方工地，乙方应指派技师2人对甲方操作人员安装、使用设备进行培训，直至甲方操作人员能熟练操作为止，乙方承担培训技师的薪资、差旅等全部费用。

11、售后服务按投标文件中的售后服务协议执行。

七、异议索赔

乙方同意甲方选择下述方法解决索赔事宜：

1、乙方对于所提供的货物与合同要求不符而负有责任。乙方同意甲方拒收货物并把被拒收的货物金额以合同规定的同类货币付给甲方，乙方负担由此发生的一切损失和费用。包括银行利息、运输和保险费、仓储以及为保管和保护被拒绝货物所需要的其它一切费用。

2、对货物有内在缺陷而影响产品的使用，乙方应无条件进行更换，以达到合同规定的规格、质量和性能。乙方承担一切费用和 risk 并负担甲方遭受的一切损失，同时乙方应相应顺延被更换货物的质保期。

3、如果在乙方收到索赔通知后 7 天内，乙方未作答复，上述索赔应视为已被乙方接受。如乙方未能在收到索赔通知后 7 天内或征得甲方同意的延长期限内作出答复，按甲方选择的方法解决索赔事宜。

八、不可抗力

不可抗力是指合同双方不可预见、不可避免或即使预见亦无法避免的客观情况，本合同所约定的不可抗力包括但不限于：地震、洪水等自然灾害；战争、罢工、骚乱等政府或社会异常现象；相关法律、法规的生效、废止、调整、变更等。

1、因不可抗拒的原因造成乙方不能按时履行合同时，乙方应立即以书面形式和权威部门的证明通告甲方，证明事故的存在。

2、在不可抗拒事件发生后，双方应努力寻求采取合理的方案履行不受不可抗力影响的其他事项。如不可抗拒因素继续存在，致使在合同不能正常履行服务时，甲方则有权解除合同，这时，甲乙双方均互不提出索赔。甲方不承担终止合同的责任。

九、违约责任

1、乙方如不能按照合同规定的时间交货（除本合同第八条的不可抗力因素外），则必须支付违约金给甲方，违约金率按货物总金额每天2‰计算。乙方逾期供货超过10日，甲方有权解除合同，乙方应返还甲方所支付款项，并按合同总金额的百分之二十向甲方支付违约金。

2、乙方违反质量条款交付产品，乙方应在甲方书面通知七日内提供符合约定质量标准的产品，每逾期一日承担合同金额百分之一的违约金。

3、甲方未按合同规定的日期付货款给乙方，甲方应支付由此产生的违约金，违约金按逾期货款金额每天1‰计算。甲方如果超过合同规定支付时间的30天仍不能支付合同所规定的款项，则乙方有权解除合同，同时甲方应按逾期货款金额的2‰计违约金付给乙方，如由此造成乙方的损失，甲方应向乙方做出补偿，具体补偿办法另行商量。

4、本合同中对于甲方付款和乙方供货有先决条件的约定，按约定执行。

十、风险转移

1、在拒收或者解除合同的情况下，则货物毁损、灭失的风险仍由乙方承担。

2、因乙方履行义务不符合约定，乙方构成违约，甲方权要求其承担违约责任。

3、乙方交由承运人运输的在途货物，毁损、灭失的风险由乙方承担。

十一、争端的解决

甲、乙双方因履行本合同发生争议时，应友好协商；如协商未果，任何一方均可向甲方住所地人民法院提起诉讼。

十二、通知

1、本合同的一方给对方的通知，应用书面形式送达合同中规定的对方地址，传真要经对方的书面确认。

2、通知以送到日期或通知书的生效日期为生效日期，两者中以晚的一个日期为准。

十三、合同生效

本合同在满足以下条件后生效：合同经双方法定代表人或授权代表签字，单位盖章后生效，合同签字日期以最后一个签字日为准。

十四、其它

1、招标文件、投标文件、中标通知书、技术标准要求、数量等和本合同之所有附件均为合同的有效组成部分，与本合同具有同样法律效力。如前后出现矛盾按本合同、合同附件、投标文件、招标文件的顺序执行。

2、在执行本合同的过程中，所有经甲乙双方签署确认的文件（包括会议纪要、补充协议、往来信函）即成为本合同的有效组成部分。

3、除甲方事先书面同意外，乙方不得部分或全部转让其应履行的合同项下的义务。

4、本合同一式 8 份，其中正本 2 份，甲乙双方各 1 份，副本 6 份，甲方 3 份，乙方 3 份。

5、本合同合计 27 页，A4 纸张，缺页之合同为无效合同。



地址：陕西省榆林市高新技术产业开
发区西环路 1 号

邮编：719000

授权代表：（签字）

电话：0912-3456018

传真：0912-3456018

日期：2026年 2月 5日

地址：陕西省西安市雁塔区高新四路高新大
都荟 6 幢 11504 室

邮编：710075

法定代表人：王彦田

授权代表：（签字）

电话：18049533922

传真：029-88863196

开户银行：建行西安金泰假日花城支行

账号：61001865800052503453

日期：2026年 2月 5日

附件 1

榆林职业技术学院
工业机器人设备购置清单

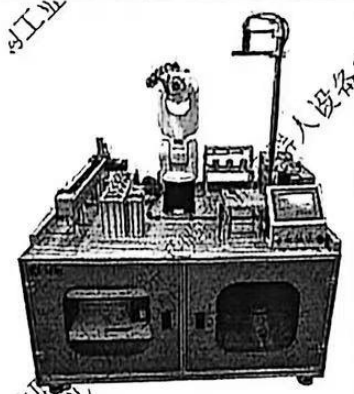
序号	设备名称	规格型号	品牌	产地	数量	单价(元)	总价(元)
1	工业机器人系统操作训练平台	XM-MK30N-D	轩明	郑州、河南轩明实业有限公司	1套	650000	650000
2	工业机器人智能控制平台	CFZN-928G	诚飞智能	广州、广东诚飞智能科技有限公司	1套	628000	628000
合计	壹佰贰拾柒万捌仟元整 (1278000.00)						



榆林职业技术学院

工业机器人设备购置技术参数

序号	设备名称	技术参数
1	工业机器人系统操作训练平台	<p>一、工业机器人</p> <p>1. 机器人技术指标</p> <p>(1) 自由度: 6</p> <p>(2) 工作范围: 723mm</p> <p>(3) 有效荷重: 7kg</p> <p>(4) 集成信号线: 设 10 芯接口</p> <p>(5) 集成气路: 手腕设 4 路 $\Phi 4\text{mm}$ 气管接口</p> <p>(6) 重复定位精度: $\pm 0.02\text{mm}$</p> <p>(8) 最大工作速度: J1: $315^\circ/\text{s}$, J2: $250^\circ/\text{s}$, J3: $355^\circ/\text{s}$, J4: $450^\circ/\text{s}$, J5: $450^\circ/\text{s}$, J6: $720^\circ/\text{s}$</p> <p>(9) 最大运动范围: J1: $+170^\circ \sim -170^\circ$, J2: $+135^\circ \sim -80^\circ$, J3: $+63^\circ \sim -194^\circ$, J4: $+190^\circ \sim -190^\circ$, J5: $+125^\circ \sim -125^\circ$, J6: $+360^\circ \sim -360^\circ$</p> <p>2. 机器人控制器</p> <p>(1) 控制器电源: 单相 220V50-60Hz;</p> <p>(2) 配置 IO: 24DI、24DO, 2AI、2AO;</p> <p>(3) 通讯接口: 1 路 EtherCAT 口; 1 路外围设备接口网口, 支持 TCP/IP、Modbus/TCP;</p> <p>(4) 计数接口: 1 高速计数接口;</p> <p>(5) 采用驱控一体伺服驱动器, 具备 8 轴驱动, 可驱动 6 个轴和 2 个扩展轴。</p> <p>3. 示教器</p> <p>(1) 彩色触摸屏, 具有紧急停、使能键, 点动按键, 选择定义功能按键。</p> <p>二、柔性工作台</p> <p>1. 材质: 采用工业铝型材拼接搭建, 拼接处凸凹槽进行嵌接, 保证台面拼接后平整, 台面上有 T 型槽, 槽中心间距为 30mm, 可以使用 M6 快速拆卸的 T 型螺母和弹簧螺母块, 台板端头采用专用盖板进行封盖;</p> <p>2. 工作台封板: 工作台侧面及底部为钣金封板, 经除油、酸洗、磷化、吹砂、打磨等预处理, 表面喷塑处理; 工作台前面双开门;</p> <p>3. 规格: 整体外形尺寸 (长\times宽\times高): 1450mm\times1000mm\times820mm;</p> <p>4. 脚轮: 万向和可调支脚;</p> <p>5. 配辅件: 优质五金件;</p> <p>6. 工作台预留扩展区域, 便于设备的扩展; 可以安放主控机、气泵、PLC 系统等装置;</p> <p>7. 设有独立示教器放置仓位, 隐蔽在工作台内, 不占用台面空间;</p> <p>8. 工作台内部采用双层抽屉式结构, 用于安装电气系统, 具有推拉功能, 便于电气接线及系统示教;</p> <p>9. 工作台配置 IO 信号、传感器等快接端子台。</p> <p>三、快换工装模块</p> <p>1. 主体铝合金材质; 采用永磁法兰方式设计, 精巧轻便;</p> <p>2. 快换工装模块包括打磨、画笔、夹爪、吸盘、模拟焊枪等末端执行工具;</p> <p>3. 切换末端工装时无需任何工具, 机器人可在以上五套工具间自动快换。通过机器人任意自动更换工装, 可实现机器人搬运、上下料、码垛、装配、打磨、</p>



绘图、模拟焊接等功能；

4. 快换支架：单套支架夹具容量 5 个快换工具，适配标准实训台定位安装，可实现不同工具间自动切换。每个工具仓位装配传感器，检测有无工具；

5. 快换主盘：本体材质铝合金，采用磁吸式，能快速自动的换取工具。集成快换工具端供气口和供电接口，可实现快换盘与工具的气路、电路自动快速对接；

6. 吸盘工具：吸盘盘径 25mm，主体为铝合金材质，含工具端快换子盘与快换主盘配套；

7. 夹爪工具：气缸缸径 16mm；主体为铝合金材质，含工具端快换子盘与快换主盘配套；

8. 画笔工具：主体为铝合金材质，可以配合轨迹图形实现绘图、模拟零件外壳涂胶的轨迹编程训练，含工具端快换子盘与快换主盘配套，总长 140mm，可更换笔芯设计，防碰撞弹性收压 3mm；

9. 打磨工具：主体为铝合金材质，工具端快换子盘与快换主盘配套，含有电动打磨工具，配有打磨头，可对零件表面进行打磨加工；

10. 焊枪工具：工具端快换子盘与快换主盘配套，焊枪头部采用带韧性焊嘴上装载传感器。

四、变频输送模块

1. 包括铝型材支架、光电传感器、导杆气缸、调速阀、推料块、变频输送机、配套变频器等组成。

2. 采用变频调速电机的输送机构，配置工件输送气推装置，实现下料自动出库。整体外形尺寸（长×宽×高）860mm*215mm*340mm。

3. 配圆柱料块下料机构，下料口径 36mm。

4. 配套输送皮带长 700mm，宽 60mm。

5. 变频器：

(1) 电压频率：220V50/60Hz，

(2) 速度精准度±1%；

(3) 调速范围 1:50；

(4) 功率范围：0.4KW-55KW；

(5) 频率精度：低频运行模式 0.01Hz，高频运行模式 0.1Hz；

(6) 保护功能：上电电机短路检测、过流保护、过压保护、欠压保护、过热保护、过载保护、欠压保护、过流过压失速保护、继电器吸合保护、端子保护、瞬时掉电不停等。

6. 能够通过人机交互界面控制实现输送带的正转、反转，以及设置运行速度。

7. 在传送带两端分别装配传感器，首端检测工件来料，末端检测到料。

8. 井式送料装置装配传感器，可实现工件缺料预警。

五、输送链跟踪模块

1. 配置编码器、安装支架及配套线缆和辅件；

2. 外型尺寸：Φ40*30；

3. 轴径：Φ6/D 型切口；

4. 脉冲数：2000P/R；

5. 电压：5-12V；

6. 输出信号：A 相、B 相、Z 相；

7. 输出形式：集电极、电压、长线驱动；

8. 能够通过与变频输送模块、工业机器人配合，实现机器人动态抓取输送链上传送的工件。

六、工件

1. 包括方形、圆柱形等类型工件；

2. 码垛工件材料：铝合金；数量：10 个；

3. 装配工件：包括 4 种不同颜色，数量：8 个；

4. 桶形工件：铝合金；包括桶体和端盖，数量：3 套。

七、TCP 模块

1. 材质：铝合金，整体规格 Φ18mm、高 92mm；

2. 提供 TCP 标定组件，可进行 TCP 标定练习；

3. TCP 标定尖锥配有专用铝合金内螺纹护套，护套外径 18mm、长度 82mm；保护锥尖以及防止护套脱落；

4. TCP 标定锥底具有磁性吸附能力。

八、码垛模块

1. 码垛模块采用铝合金制作，设置两个码垛料仓，每料仓可容纳 5 个料块；

2. 配有工具中心点标定装置固定位置，采用磁性底座，便于配套工具固定；

3. 整体尺寸（长*宽*高）：140mm*70mm*220mm；

九、变位机模块

1. 与训练平台配套，包括伺服电机、减速机、翻转架、传感器等，由铝型材支架装配，电机采用透明封装防护；

配置伺服电机：

(1) 额定转速：3000r/min

(2) 最高转速：6000r/min

(3) 额定扭矩：0.64N·m

(4) 额定电流：1.4Arms

(5) 最大瞬时电流：4.87Arms

(6) 转矩常数：0.5N.m/A

(7) LC：60mm

(8) LA：φ70mm

(9) LB：φ50mm

(10) LZ：4-φ5.4mm

(11) LR 轴长：30mm

(12) 配套动力线、信号线

3. 伺服驱动器

(1) 电源规格：单相 200~240V50~60HZ

(2) 额定电流(Arms)：3

(3) 最大输出电流(Arms)：9

(4) 控制方式：SVPWM 控制

(5) 控制模式：位置控制、速度控制、转矩控制、位置/速度控制、位置/转矩控制、速度/转矩控制、EtherCAT 总线模式

(6) 保护功能：过电压、电源异常、过电流、高温异常、过负载、编码器异常、过速度、位置偏差过大、参数异常

(7) 控制信号：8 输入(DC24V 光耦隔离)根据配置信息切换；5 输出(DC24V 光耦隔离、集电极开路输出)根据配置信息切换

(8) 模拟信号：2 输入(±10V)根据控制模式切换

(9) 脉冲信号：2 输入(光耦隔离、RS-422 差分、集电极开路输出)；2 输入(RS-422 差分)；4 输出(A/B/Z 相 RS422 差分)；Z 相 24V 集电极输出

4. 可使用工业机器人示教器中独立控制及配合机器人各轴协同控制伺服电机，使变位机以给定角度旋转，可实现角度保持、正转、反转、回零等；

5. 采用伺服驱动一轴翻转变位机构，装配气动定位装置和传感器，可用于夹持装配工件、模拟机床上下料等应用，以便机器人协同模拟进行加工、打磨、焊接、装配等作业；

6. 变位机装配 3D 工艺验证轨迹面板，包含立体图形 4 种；

7. 驱动方式：交流伺服电机，整体高度与机器人配套；

8. 变位机封装采用透明板材，封装可灵活，内部机构可视化，整体尺寸（长*宽*高）：570mm*220mm*295mm；

9. 设置模块线缆快速插接接口，便于平台各模块功能组合；

10. 配置伺服电机线缆快速插接头，便于实现变位机扩展轴或独立轴功能应用。

十、立体仓库模块

1. 由铝合金立体仓库与实训工件、支架组成。整体尺寸（长*宽*高）：

350mm*300mm*140mm；

2. 立体仓库采用两层三列设计，可放置多种工件；

3. 每个工件仓位配置传感器；
4. 配套工件与仓库匹配，能实现工作出库、加工、RFID读写、装配、检测、入库工艺全流程应用；
5. 设置模块线缆快速插接口，便于平台各模块功能组合。

十一、RFID 模块

1. 工作频段：902~928MHZ；
2. 输出频率：0~26dBm；
3. 读取距离：0~1M；
4. 写入距离：0~0.9M；
5. 识别速度：30 张/S；
6. 工作电压：DC7.5~36V；
7. 工作功耗：小于 2W；
8. 产品尺寸：60*60*30mm；
9. 外壳尺寸：采用 ABS+铝合金制成；
10. 采用 RJ45 作为以太网通信端口；
11. 连接器采用不锈钢航空接头，高可靠数据通讯传输；
12. 配置与读写器及工件配套用电子标签；
13. 配套缆线及安装支架。

十二、装配模块

1. 装配模块主体支架采用铝合金制作，整体尺寸（长*宽*高）：270mm*200mm*160mm。
2. 平台上安装气动定位装置及检测传感器，可用于夹持装配工件。
3. 平台可用于工件暂存及码垛栈板。
4. 配有工具中心点标定装置固定位置，采用磁性底座，便于配套工具固定。

十三、视觉检测系统

1. 由工业级智能相机、镜头、视觉控制器、算法平台、连接电缆、补光灯、可调光源控制器、支架等组成。
2. 安装在变频输送机侧，采用智能视觉系统检测输送的工件。
3. 算法平台：集成机器视觉多种算法组件，适用多种应用场景，可快速组合算法，实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等。具有强大的视觉分析工具库，可简单灵活的搭建机器视觉应用方案，无需编程。
4. 视觉控制器：板载四核处理器；内存 4GBDDR3L，搭载高可靠性 SSD 存储 128G；集成 GPU，可针对特定的算法进行优化，提升图像处理性能；4 个千兆网口、1 个百兆网口，增强的防浪涌设计，保证机器视觉相机稳定运行；1 个独立的 HDMI 接口、1 个 AGV 输出接口；超紧凑的结构设计，适用于工业场合对结构的要求。
5. 工业相机及镜头：600 万像素 1/1.8"CMOS 千兆以太网工业相机；像元尺寸：2.4 μ m \times 2.4 μ m；分辨率：3072 \times 2048；曝光时间范围 27 μ s-2.5sec；快门模式：卷帘快门、支持自动曝光、手动曝光、一键曝光等模式；数据接口：GigE；数字 I/O：1 路光耦隔离输入，1 路光耦隔离输出，1 路双向可配置非隔离 I/O；数据格式：支持 Mono8/10/12、BayerRG8/10/10p/12/12p、YUV4228、YUV4228UYVY、RGB8；配套镜头：焦距 25mm，光圈 F2.8，像面尺寸 Φ 9mm(1/1.8")，C 接口。
6. 补光灯：配置专用补光灯及可调光源控制器。
7. 安装支架，采用立柱支撑杆向下照射方式，安装高度可调节，配置视觉标定板，便于工件位置检测标定、识别等视觉功能应用。

十四、电气控制系统

1. 电气控制系统包括 PLC 控制器、线槽、接线端子、电线、电气件等。
2. 总控采用可编程逻辑控制器，集成安装在电控板，电控板采用滑道式安装在铝型材工作台内部，水平放置。
3. PLC 主模块：*1
 - (1) 输入：12 点；
 - (2) 输出：12 点；
 - (3) 1M 程序容量；

- (4)最大 I/O 536 点;
- (5)基本指令 0.01~0.05us;
- (6)配备 RS232、RS485、RJ45、Ethernet 通讯接口;
- (7)X-NET 现场总线;
- (8)EtherCAT 总线控制;
- (9)支持 2 路 100KHz 脉冲输出;
- (10)支持 3 路高速计数(单相最高 80K, AB 相最高 50K);
- (11)具备随动功能;
- (12)支持在线下载;
- (13)支持输入双极性;
- (14)支持循环扫描的方式执行程序。

4. 扩展模块 1*2

- (1)DC24V 供电
- (2)输入滤波时间 1~50ms 可选
- (3)16 通道开关量输入
- (4)16 通道晶体管输出
- (5)与 PLC 卡扣式连接

5. 扩展模块 2*1

- (1)通道数: 4
- (2)支持电压输出:0~5V/0~10V/-5~5V/-10~10V(外部负载电阻 2KΩ~1MΩ)
- (3)支持电流输出:0~20mA/4~20mA(外部负载电阻小于 500Ω)
- (4)模拟量用电源 DC24V+10%, 150mA
- (5)转换速度 2ms/ch
- (6)分辨率 1/4095(12Bit)
- (7)综合精确度±1%
- (8)添加通道使能标志位



十五、人机交互界面

- 1.规格: 7 英寸的 TFT 真彩显示屏;
- 2.显示亮度: 200cd/m2;
- 3.分辨率: 800×480;
- 4.触摸屏: 电阻式; DC24V, 5W;
- 5.处理器: Cortex-A8, 600MHz;128M 内存, 128M 系统存储;
- 6.接口: 配置 10/100M 自适应以太网口、USB 接口、COM 串行接口;
- 7.配置嵌入版组态软件;
- 8.设置钥匙开关, 可控制平台供电通断;
- 9.设置有急停实物开关, 以及启动、停止、复位按钮。

十六、气动系统

- 1.气源: 0.7Mpa, 50L/min;
- 2.储气罐容量:30L;
- 3.实现系统功能所需气动配辅件: 包括电磁阀、接头、气管等。

十七、工业交换机

- 1.业务接口: 8*10/100/1000MRJ45 电口
- 2.电源接口: 凤凰端子, 双电源冗余
- 3.输入电压: DC12-54V
- 4.交换容量: 16Gbps
- 5.包转发率 MAC 地址: 11.9Mpps

十八、智能制造工业产线虚拟仿真软件(10 节点) 1.系统为国产软件 2.系统界面 具备隐匿式菜单和工具条: 软件界面可对菜单、功能等图标进行隐藏, 便于审视全局视角, 软件主界面用于显示场景和虚拟设备; 软件界面具备模型搜索功能, 可通过输入关键字快速搜索所需数模, 通过点击模型来导入场景中; 模型/方案收藏功能, 支持一键收藏用户在软件中规划的方案场景, 支持单个模型、单站、产线级场景的一键收藏, 便于用户对方案的完善和修改; 软件系统具备四种视角功能, 除去常规的三视图视角, 此外还具备透视图;

软件系统具备场景树功能，虚拟场景中产线构成的所有模块，可在场景数中按照模块展开进行分类，同时可以一键生成BOM清单并导出，BOM清单内容包括但不限于设备名称、设备型号、设备数量、设备编码等信息；软件系统界面包含案例库模块，包含光伏、3C、电机、锂电、汽车等四大场景的成熟案例应用；AI推荐：在个人中心，用户能够上传自定义的3D模型，并将其导入到特定场景中。系统采用先进的AI技术自动识别模型中的各类设备组件，包括但不限于六轴机器人、模组机器人、输送线及气缸等工业自动化元素。基于这一智能分析，平台将从现有的丰富模型库中为用户提供高度匹配或功能相似的替代方案建议，以加速项目开发流程。若当前库内没有完全符合需求的选项，用户则可无缝跳转至专业的模型编辑器界面，在那里进行更细致的调整与优化，直至创造出最贴合实际应用场景的理想模型。

3. 场景支持及渲染 支持200+设备大场景同时加载运行，支持大产线级别应用，包容更大场景；机理模型外形尺寸与现实等比例一致，外观高度还原现实场景，包括颗粒感，金属感等物理属性感观呈现；支持高清渲染管线，实现场景AAA级画面渲染；

4. 模型库 模型库中的总数模量5000种，可参数化模型1000种，按照不同的功能可分为9大类，包含机器人、供料装置、移料装置、工艺装置、辅助装置、基础几何体等；模型都具备聚焦功能，示教可返回并锁定到目标模型处；具备仿真真人模型模块，仿真真人可完成操作、行走、坐下、搬运以及站立等5种演示指令；机器人模型选型时，可呈现基本的负载和可达范围等信息参数，便于用户选择合适的模型种类；所有模型库中的模型都经过轻量化处理，输出文件大小可达10M；

5. 模型编辑功能 软件具备捕捉示教功能，机器人可在软件内对目标单位进行特征点的捕捉，并自动示教出相应的位姿状态，帮助机器人更精准的完成工艺动作需求；含机理模型导入功能，支持GLB\STEP\FBX\PLY等7种格式的模型导入；含模型轻量化处理功能，支持大场景系统运行；含机理模型模块化配置功能：支持对导入的机理模型进行机理配置；含模型专有库管理功能，可分级进行模型管理、配置共享且模型库支持云端部署；可参数化的模型，可通过手动输入或滑动阈值范围的方式来对尺寸，类型，方向等参数进行模型适配。可参数化功能，不仅支持模型长宽高的变化，也可支持模型结构形式的变化，轨迹输送线，用户能够自定义创建高度灵活的输送线配置，支持多种轨迹设计，包括直线、圆弧、螺旋线以及样条线等。这种多样化的设计选项允许用户根据实际生产需求和空间布局，构建出最优化的物料传输路径。无论是简单的直线输送，还是复杂的曲线及三维螺旋结构，甚至是通过样条线实现的平滑过渡路径，都能轻松实现。这种强大的自定义功能不仅提升了生产线的灵活性与效率，还为用户提供了极大的创意空间，确保每一条输送线都能够完美契合特定的应用场景，从而提高整体生产流程的流畅性和生产力。

6. 模型导入 用户可通过模型编辑器自行导入模型并编辑，实现模型的仿真建模。支持FBX,STP,STEP,GLB,GLTF,OBJ,STL等七种常规格式；用户可自行对模型进行仿真运动建模处理。模型在模型编辑器会显示模型的原本的子节点。用户可定义运动关节，对各节点进行碰撞盒，坐标系、运动方式的配置定义，以支持模型的运动；导出模型及配置：导出模型可直接在FSM软件内进行使用，并通过OPCUA等通信协议进行节点绑定后，通过外部控制器进行控制；复杂设备配置：平台支持高度灵活的混合配置方案，涵盖伺服系统与I/O接口、机器人与I/O接口以及I/O接口之间的多种组合。用户可以根据具体应用场景的需求，自由选择和搭配这些组件。伺服系统的精确控制能力与I/O接口的快速响应特性相结合，能够实现对生产过程中各个动作的精准调控；而将机器人与I/O设备相连接，则可以进一步增强自动化生产线仿真的操作灵活性与智能化水平。此外，不同I/O接口间的直接通信也为复杂工艺流程提供了更加顺畅的信息交换渠道，确保整个系统运行高效稳定。这种全面的支持使得芯工厂成为构建定制化、高性能工业自动化解方案的理想选择。

7. 软件示教模块 可连接外部真实/虚拟示教器对软件场景中的机器人模型进行示教；搭配的实体示教器可一示教器配多机器人，在一个示教器上进行示教；所有机器人模型都可进行拖动和点动示教，同时，可在软件中进行示教速度的调

整,同时可记录HOME点;软件内所有六轴机器人、SCARA以及模组机器人全部可在场景中对机器人的关节和笛卡尔进行点动与拖动示教;机器人点位的位置和姿态,以及各运动关节的关节值可实时在软件相应面板上进行观测;支持多品牌机器人,包含四大家机器人进行虚拟/实机示教,同时也具备对协作类六轴机器人进行示教;点线轨迹编辑:平台提供强大的点线轨迹编辑功能,支持焊点投影、公共边提取以及曲线点平滑等操作。用户可以精确地定义和调整焊点的位置,并通过焊点投影确保其在三维空间中的准确性。公共边提取功能帮助用户快速识别和处理模型中的共享边界,提高设计效率。此外,曲线点平滑功能使得轨迹更加流畅自然,减少不必要的波动和突变。

8. 方案搭建功能 软件具备快速贴合安装功能,具有特征点识别功能,且模型均支持特征点的识别,方便用户快速的找到想要搭配模型时的位置,比如更快速的摆放机器人位置,更快速的找到工具坐标系的原点,更快速的找到需要面对齐的模型特特征面等;机器人末端工具拆装,内置常用模型组件的搭配关系,在进行诸如工具末端匹配,机器人与地台搭配的场景,软件会自适应的找到最佳组合位置,用户只需要拖拽到合适的位置就可以进行模型关系的组合动作;末端执行器导入到场景中,到达机器人大致范围内,可完成自动吸附安装全过程;线性阵列和环形阵列功能,能快速阵列多个物体在指定位置。方便用户快速复用已有模型组合;软件具备点线面测量功能,可保证模型与模型间的组合精度测量;模型智能提取:提供智能模型提取功能,能够根据模型的尺寸自动选择合适的配置。用户可以轻松的进行增删改查操作,以满足特定需求。无论是调整现有模型的大小、添加或移除组件,还是修改参数设置,系统都支持直观简便的操作流程。这种灵活的管理方式不仅提高了工作效率,还确保了每个模型都能精确适配实际应用场景,从而优化整体设计与生产过程。智能避障:平台具备智能避障功能,能够基于预设的Phome点(即关键位置点)进行自动避障轨迹规划,确保机器人在执行多条焊缝焊接任务时能够安全高效地避开障碍物。这一功能特别适用于复杂的工作环境,提高了焊接过程的安全性和精度。此外,平台还支持双机器人在干涉区域的互锁信号自动添加,当两个机器人在同一工作区域内操作时,系统会自动检测并生成互锁信号,防止碰撞和干涉,保证作业流程的顺畅与安全。

9. 仿真调试 软件具备低代码编程,包含常用的PTP/LIN/IF/WHILE/WAIT/ASSIGN/SETLO等九种指令模式;软件具备智能轨迹规划算法,用户可对机器人进行施工工艺下的智能轨迹规划,该功能下,用户可自行导入材料类型(即利用软件的导入模型功能,注意需将导入的分类选择为物料)或拖拽公共库中的物料模型作为对象。用户能够在材料上选择想要进行施工作业点(或用户在空间中自行建立的坐标系)/线;软件中具备对机器人的防碰撞预警,可对其周围的模型进行碰撞检测;具备5种工艺包类型,其中包括3+2立体涂胶的典型工艺应用;机器人仿真控制:支持ABB、KUKA、FANUC、YASKAWA、三菱、埃夫特、史陶比尔等国际知名的工业六轴机器人产品,同时也支持UR、越疆、法典等协作机器人品牌;软件还支持多类型的通信协议,可实现与主流品牌PLC信号交互,包含西门子、三菱、汇川等,支持ModbusTCP,OPCUA,S7等总线通讯协议;

10. 程序导出 软件调试完成的程序框架,可通过虚实校准,编程,软件程序可导出品牌机器人的程序文本,也可以导入芯控控制器,实现现场快速部署;PLC程序导出:支持程序导出生成功能,特别是针对西门子PLC(可编程逻辑控制器)的工程文件导出。用户可以将配置好的控制逻辑以标准的工程文件形式导出,包括OB(组织块)、FB(函数块)和DB(数据块)等关键组件。这一功能确保了控制程序的结构化和模块化,便于后续的维护和扩展。从动机器人:支持主从机器人控制功能,允许用户通过一个主控机器人来协调和控制多个从属机器人的动作。这种配置非常适合需要高度同步和协作的复杂任务。用户可以根据具体需求设定主从关系,实现精准的任务分配与执行。

十九、配套设施 1. 专业配套工作站(2台)设备、系统均需国内生产,4G独显 2. 工业机器人考试题库建设 题库包含示教器操作:点动、坐标系选择、工具/工件坐标系标定。 编程语言:针对语法、指令、程序结构等知识点 题型

	<p>包含单选题、多选题、判断题。 3. 配套工作台（4套） 台面厚度 25mm，钢制支架，长宽高尺寸 800*600*700mm，灰白防火台 钢制支架，面板厚度 20mm 4. 配套工作讲台冷轧钢板，整体采用分体式结构，上下两部分采用分体组装；液晶显示器 采用反转设计，显示器角度随意调节，可使视线和显示器接近垂直，可 安装 17-22 寸显示器，关闭后所有设备都隐藏在讲台内。 椅子可升降，带滚轮可移动，网面。</p>
<p>2</p> <p>工业机器人智能控制平台</p>	<p>一、工业机器人智能控制平台</p> <p>1. 实训台（1）尺寸大小：2150mm*1200mm*1800mm；（2）机柜材质：采用抗腐蚀性，防火，耐高温冷轧表面喷粉白色烤制钣金；（3）桌面材质：采用耐腐蚀性，防火，耐磨损，强度高，可塑性强，哑光银白色铝合金型材；（3）结构设计：采用轨道抽屉式呈现方式及箱柜式拉手钣金结构；（4）移动装置：采用万向型金属刹车耐磨脚轮及螺杆式升降固定地脚；</p> <p>2. 智慧用电能耗监控系统（1）远程监控设备的用电能耗情况；（2）具有良好的人机界面，实时显示设备情况等；（3）具有保护功能，防止误操作。（4）系统通信控制模块：固件：使用 Windows 系统桌面工具软件对串口波特率、WiFi、MQTT 进行配置，485 接口：2 路，232 接口：1 路，12VPWM 控制接口：1 路，3.3V 输出供电接口：2 路，5V 输出供电接口：2 路，12V 输出供电接口：2 路，ADC 采集接口：4 路，IO 控制接口：4 路，USB 串口 1 路，可用于程序下载和代码调试（USMART 调试）IO 口引出：除晶振占用的 IO 口外，其余所有 IO 口以插针方式全部引出，PCB 板尺寸：13.17cm*9.49cm（5）系统软件支持在线查看设备电源用电能耗数据支持搭建系统软件后自动同步设备用电能耗状态支持设备上报电源能耗数据至系统软件</p> <p>3. 交换模块，端口：8 端口输出；电源：24VDC；</p> <p>4. 数据展示屏显示屏 27 寸</p> <p>5. 冲压加工模块：旋转物料转盘模块；冲压模块；物料装配模块等功能区域；电力拖动：步进电机、步进驱动器；气缸：冲压气缸、电磁阀、真空发生器、真空吸盘；传感器：光电传感器、电磁传感器；加工盘：铝合金转盘；模块支架及固定板：可拆装移动式防火耐腐蚀抗压铝合金固定板，通用型可更换支架；</p> <p>6. 变频调速模块 外形尺寸：132*68*131mm；输入电压：单相 220V；允许工作电压：180 V-260V；输出频率：0-300HZ；功率：0.75KW；电流：4.0A；通讯方式：RS485 通讯；控制方式：V/F 控制；安全保护：过流保护、过压保护、欠压保护、过热保护、过载保护、缺相保护、输出短 8.10 路保护等；环境温度：-10~+40℃；冷却方式：风冷</p> <p>7. 步进输送模块 防滑耐磨输送带单元；速度控制单元；物料输送检测单元等功能区域；控制器：PLC 控制，数字量 IO：14 输入/10 路输出；模拟量 IO：2 输入/2 输出；传感器：2 个光电传感器、3 个磁性开关电机：步进电机、步进驱动器传动机构：平型带轮皮带传动；气缸：直行送料气缸、直行取料气缸、真空发生器、三位一体汇流排；支架：可拆装移动式防火耐腐蚀抗压铝合金固定板，通用型可更换支架</p> <p>8. 立体仓库模块 电机：伺服电机 1 台、伺服控制器 1 个、带刹车步进电机 1 台、步进控制器 1 个；皮带模组：40 模组 2 套；气缸：旋转气缸 1 个、夹子气缸 1 个料仓：三层立体仓库位 9 个；传感器：行程光电开关 6 个、2 个磁性开关等；本模块可实现产品的入库和出库功能。</p> <p>9. AGV 小车 处理器：单片机；供电：12V，电池供电，支持充电；预留接口，支持外接蓝牙模块和 wifi 模块；支持智能循迹，根据预设的轨迹进行循迹；支持多种行驶路线预设；支持物料检测，检测到物料自动行驶至终点；支持物料丢失往返重运，物料在运输过程中丢失，立即返回起始点，等待重新上料；</p> <p>10. AGV 小车轨迹台 材料：亚克力；支持在台面上自由粘贴小车运行黑色轨迹</p> 

带,设计小车行驶轨迹。

11.视觉相机 分辨率:3072(H)×2048(V);传感器类型:1/1.8";像素尺寸:2.4μm×2.4μm;光谱:黑白;图像格式:Mono8/Mono10;信噪比:41.3dB;数据接口:GigabitEthernet(1000Mbit/s)兼容FastEthernet(100Mbit/s)机械尺寸:29mm×29mm×42mm(不含C接口)镜头主要技术参数:焦距:12mm;像面尺寸:9mm(1/1.8);工作距离:100~∞;光圈:F2.8-F16C;视场角度:40.94mm*34.14mm*23.17mm;镜头接口:C接口;后焦距:17.256mm。光源参数:环形光源:1个光源尺寸:定制LED类型:灯珠

12.分选拆解模块 电机:步进电机1台、步进控制器1个;气缸:气缸3个、电磁阀4个、分选拆解工位1个,排料工位1个、机械手1套;传感器:6个光电传感器、4个磁性开关等配件;

13.多轴机器人 由工业机器人本体、机器人底座、机器人控制柜和示教盒等组成。工业机械手工作半径:580mm;负载:4公斤;运动轴数:6;重复精度±:0.01mm;控制器:OmniCore;集成信号和电源:手腕上8路信号1;集成气源:手腕上四路气源(6Bar)1;集成以太网:1Gbit/s端口1;运动轴运动工作范围轴速度Axis1旋转:+230°至-230°460°/sAxis2手臂:+113°至-115°360°/sAxis3手臂:+55°至-205°280°/sAxis4手腕:+230°至-230°560°/sAxis5弯曲:+120°至-125°420°/sAxis6翻转:+400°至-400°750°/s控制器性能参数:电气连接:AC110/230V,50-60Hz;控制器:采用工业机器人控制软件;采用高级工业机器人编程语言;内置16路输入/16路输出的数字量I/O模块;示教器:图形化彩色触摸屏;操纵杆;热插拔,运行时可插拔;配套吸盘夹具、机械抓夹具、等执行终端,方便让机器臂做不同控制场景,所有夹具应为铝合金结构,工作性能稳定;

14.工件加工装配站 (1)工作站包含:旋转物料转盘模块、冲压模块、物料装配模块等功能区域;(2)工作站控制执行包括:步进电机、步进驱动器、冲压气缸、电磁阀、真空发生器、真空吸盘、光电传感器、电磁传感器,铝合金转盘;(3)模块支架及固定板:可拆装移动式防火耐腐蚀抗压铝合金固定板,通用型可更换支架;

15.智能料仓龙门机械手模块 步进电机2台、步进控制器2个、40°模组1套,丝杆滑台1套、传感器:行程光电开关6只、光纤传感器1套、接近开关1只,气缸:气缸2个、电磁阀3个、材料识别机构及真空吸料机构各1套等配件

16.工业组态屏模块 尺寸:227*153*40mm(7寸);净重:0.78Kg;分辨率:800×480;亮度:450cd/m²;颜色:262144色

17.空气压缩机 尺寸:42*16*42cm,功率:550W,储气罐:8L,压力:0.7Mpa

18.PLC控制模块 重量:415g,供电电压:DC24V,数字量输入点数:14,输出点数:10,模拟量输入:2尺寸:110*100*75,内存:100KB,信号模块扩展:8个,脉冲输出:4路,支持PROFINET通信,高速计数器:6路,执行速度:2.3微妙/指令

19.工学一体化教学管理实训软件 本软件系统作为应用企业生产组织模式来开展实训教学的工具,主要要求如下:(1)软件能够实现企业生产组织模式的实训教学应用,包括教学、考核、资源管理、人员管理和实训室管理等功能模块;(2)教师端能支持老师完成人员、设备、学生实训过程、实训记录、工作交接等工作,包括在线点名、工位分配、设置安全着装要求、6S和安全生产日报表、工作交接、拍照并对图片进行编辑等功能;(3)教师端可实时查看各个学生端的生产教学进度,并通过各种数据的汇总,了解教学情况;(4)教师端各个必要节点和实训室管理模块里可支持填写数据,数据只能添加不能修改,以防篡改报告数据,教师端还具备工作交接小黑板功能,使工作交接电子化并具备可追溯性;(5)学生端软件能够实现企业生产组织模式的实训教学应用,包含:生产准备、生产加工、生产还原等功能模块;(6)学生端软件具备实训过程导航功能,该导航是根据企业生产组织流程设置的,可对各个实训流程进行导航和应用指导,确保完成该步骤后才能进行下一步骤的操作,严格训练学生遵循企业生产组织模式进行实训,培养应用型人才。

学生端预留接口，可支持二次开发，来连接设备的监控系统，并实时传输至教师端；（7）学生端和教师端可以互相通信，老师可实时查看各个学生端的生产教学进度，并通过各种数据的汇总，了解教学情况；（8）可实现专业技能、职业技能教学资源统一管理，老师和学生在实训过程中可随时调用，查看相应教学资源。能支持 word、PPT、excel、JP G、png、及多种视频格式文件的上传、查看、删除等操作；（9）具备管理员功能，管理员能进行后台资源的上传、编辑和管理，管理员可上传学员资料；（10）具备权限管理功能，根据登录账号分配相应使用功能权限；（11）使用 java 编程语言，采用 Android 源码框架，使用 MySQL 数据库，软件界面简单易用，人机交互体验良好，可预装在平板电脑内。（12）因教学需要需提供以下功能：主界面、学生端软件具备实训过程导航功能界面、教师端实训室管理界面（含安全、5S 点检等内）、教师端班前会功能界面、学生端和教师端可以互相通信功能界面。

20. 工业互联网智能网关及配套平台软件（1）工业网关 硬件配置 处理器：四核 ARM Cortex-A531.2GHz；内存：1GBDDR4RAM；存储：8GBeMMC（支持 TF 卡扩展至 128GB）通信接口 有线接口：2×千兆 RJ45、1×RS485、1×RS232（隔离设计）；无线模块：内置 4GLTE（支持移动/联通/电信全网通）；扩展槽：1×Mini-PCIe（可插 Wi-Fi/5G 模块）网络协议 工业协议：ModbusTCP/RTU、PROFINET、OPCUA；物联网协议：MQTT、HTTP/HTTPS、CoAP；安全协议：TLS1.2、AES-128 加密 无线性能 4G 频段：FDD-LTEB1/B3/B5/B8，TDD-LTEB38/B39/B40/B41；下行速率：150Mbps（CAT4）；SIM 卡类型：Nano-SIM（支持热插拔）数据采集 采集频率：1ms~10s 可调；点位：支持 5000 个寄存器地址；边缘计算：支持数据过滤、报警阈值设定 电源特性 输入电压：DC12~36V（宽压设计）；功耗：5W（待机）、15W（满载）保护功能：反接保护、过压保护（40V）环境适应性 工作温度：-30℃~+75℃（工业级）；防护等级：IP40（外壳）、IP20（接口区）；湿度范围：5%~95%（无凝露）软件功能 操作系统：嵌入式 Linux（定制化内核）；远程管理：支持 Web/SSH/SNMP 配置；OTA 升级：固件远程无线更新 数据转发 云平台对接：阿里云 IoT、华为 OceanConnect、AWS IoT；本地转发：支持 SQLite/MySQL 数据库存储；多路并发：8 个 TCP/UDP 连接；安全机制：防火墙：基于 iptables 的包过滤；访问控制：白名单/IPv6 安全策略；数据完整性：CRC32 校验+断点续传 机械结构 外壳材质：铝合金（散热设计）；安装方式：DIN 导轨/壁挂；尺寸重量：120×90×45mm，450g 典型应用：场景：智能工厂、能源监测、智慧农业；兼容设备：PLC、传感器、电表（Modbus 协议）认证标准 无线认证：工信部入网许可、CE-RED；EMC 标准：EN61000-6-2/6-4；安规认证：UL60950-1 扩展功能 GPS 定位：可选外接模块（UART 接口）；LoRa 扩展：支持 868/915MHz 频段（需配模块）；DI/DO 控制：可扩展 8 路隔离 IO 特殊设计 看门狗：硬件级自动复位（死机恢复时间支持 IEC61131-3PLC 控制，支持 LD、ST、CFC、FBD、SFC、IL、G 代码、python 等多种编程方式，可外接远程 IO 实现对外部设备的控制，不限于 远程开关量、模拟量、RS485 通信等。支持 Node-RED 低代码 IOT 数据采集开发，工业看板制作，支持 S7、ModbusRTU、ModbusTCP、TCP、UDP、MySQL、InfluxDB、WebSocket、Lora、OPCUA、MQTT 等通信；USB 口支持 usb/485 实现各种 485 通信的信号采集。支持 MySQL 关系数据库，采用 RDBMS 存储模式，使用结构化查询语言（SQL）进行数据定义、查询和管理。支持 InfluxDB 时序数据库，采用 TSDB 存储模式，能进行数据高速率写入、时间序列数据高效存储、数据查询和聚合，实现时序数据库看板制作和运算预警。支持 Grafana 高级工业看板，可进行数据可视化与监控平台，多种数据源的时序数据、日志、指标等可以以直观的仪表盘形式呈现，并支持告警、共享与协作。支持 NXMC 数字孪生异构通信协议交互，支持 OPCUA、OPCDA、TCP、UDP、ModbusTCP 等协议。支持 Coze 工业智能体数据交互，可通过工业智能体实现对工业场景的操控、数据监控和设置、语言切换、配方设置、数据库存储、数据分析、故障精准定位、多模式报警。（3）多功能电参数测量系统 多功能电参数测量系统是一款多功能带触摸屏操作显

示一体的多功能交直流参数电测试仪。除测量交直流电压、电流外，还支持计量功能（包括功率、功率因数、频率等数据）；支持交流宽频（0-2MHz）真有效值测试；数据存储功能，每个表头数据可以保存10组且断电不消除。本产品可广泛应用于实验室数据测量。尺寸：约300*300*150mm；采用专用铝合金型材设计，氧化工艺，侧面安装专用塑料专用连接件连接，安装有铝合金拉手。面板采用环氧树脂板材质，表面采用烤漆工艺，并采用≥4种颜色字符线条彩色印刷，色泽美观并经久耐磨不掉色。工业触摸屏操作显示：尺寸：7英寸；高亮度TFT液晶显示屏；LED背光；显示颜色：真彩65535色；分辨率800×480；液晶屏亮度200cd/m²；触摸屏：电阻式。数据存贮功能：每个表头可以存贮10组数据，方便实验记录。教师计算机监控功能：教师可选择监控、调取任意学生台的实时数据，方便实验室管理；通讯方式：无线通讯。密码登陆管理，可修改学生台地址。支持真有效值测量：真有效值测量频率范围：10Hz-2MHz。数模双显功能：同时用数字和模拟两种方式显示，点击自动显示放大，自动量程切换，自动超量程报警功能。测试范围及精度：序号项目测量范围测量精度分辨率1直流电压表0-2V±0.5%0.001V2直流电压表1-400V±0.5%0.01V3直流电流表0-5A±0.5%0.001A4直流功率表0-200W±1%0.1W5交流电压表0-2V±0.5%0.001V6交流电压表1-500V±0.5%0.01V7交流电流表0-5A±0.5%0.001A8交流功率表0-200W±1%1W9功率因数表0-1±1%0.00110交流频率表0-75Hz±1%0.01Hz11交流真有效值表0-2V±0.5%0.001V12交流真有效值表2-30V±0.5%0.01V

21. 工业机器人虚拟仿真系统（10节点）ABBIRB120工业机器人拆装软件（1）三维模型比例、数量、造型、搭接关系与真实机器人一致，且建设贴图高模，满足实际工业机器人拆装工艺，利用专业工具，分步骤解决拆装问题。（2）提供底座部分30个零件、上下臂部分45个零件、手腕部分43个零件、控制柜部分18个零件清单以及每个零件所对应的内六角螺栓。（3）包括工业机器人底座、下臂组件、上下臂组件连接部分、上臂、手腕和工业机器人控制柜的拆装6个单元内容；每个单元包括自动拆卸、手动拆卸、拆卸考核、自动安装、手动安装、安装考核6个模块；（4）工业机器人整体模块包括自动拆卸、手动拆卸、自动安装、手动安装模块。（5）自动安装拆卸过程采用3D自由视角可自由旋转缩放查看，实时显示当前拆装进度，根据需要进行进度调节，进度条中标记拆装过程的关键节点，点击节点可进行快速的动画定位；（6）手动安装拆卸过程可自由旋转缩放查看，界面左侧显示操作当前组件的全部操作步骤，按照提示反复训练，提供操作错误提醒；（7）拆装考核可记录有效操作过程，还包含考核时间、完成度、错误的操作次数和综合成绩等信息。（8）拆装考核界面菜单中显示分数，按照错误减分法，满分100逐渐扣除错误操作的分数，并与拆装进度权重相乘得到最终得分，系统能够自动记录用户的操作过程，并对操作数据进行分析给出评价；（9）安装拆卸过程根据颜色区分步骤列表中的已完成、当前与未完成的步骤，根据需要可点击列表中的某一步进行跳步骤操作练习，实现快速锁定某一步骤的针对性学习。（10）安装拆卸过程界面上方配有当前操作的步骤提示，配有当前组件拆装过程中所需的全部工具库，按照操作提示将工具库中的零件与工具跟随鼠标拖拽出来进行安装与拆卸；（11）安装拆卸过程当位置合理正确时触发高亮显示松开鼠标实现当前步骤操作，界面下方配有帮助模式与练习模式切换按钮，实现零件的预放位置是否发光显示，视角是否自动切换至放置零件的最佳位置，实现自主练习功能，同时配有重新开始按钮可随时重新开始练习；（12）安装拆卸考核过程采用3D自由视角可自由旋转缩放查看，界面上方显示当前分数与当前操作执行的时间，界面右侧配有当前组件拆装过程中所需的全部工具库，工具库中的零部件、工具排列显示必须是随机的，从而杜绝学生在没有掌握拆装工艺的情况下，通过考核，界面下方显示当前组件操作的进度，配有提交按钮可随机将当前成绩与所用时间提交；（13）工业机器人底座组件的拆装，提供VK盖、底座、电缆导向装置、底座盖、码盘电池组、EIB电路板、电路板平板、电机线缆接口、电路板平板支撑杆、摆动壳、摆动平板电缆支架、电缆固定架、电缆支架固定板、摆动平板、轴1电机及齿轮

箱、轴 2 电机及齿轮箱；（14）工业机器人下臂组件的拆装，提供皮带轮、轴 3 电机盖、轴 3 电机、轴 3 齿轮箱、固定螺母；（15）上下臂组件连接部分的拆装，提供下臂组件、上臂组件、轴 3 同步带、下臂侧支座、轴 3 电缆保护盖、下臂侧支座电缆支架、上臂电缆支架、下臂壳、壳盖；（16）上臂组件的拆装，提供壳内盖、连接轴承、外轴承组件、钢轮与柔轮、轴 4 电机、上臂电缆支架、弧形轴盖、电缆保护器；（17）手腕组件的拆装，提供轴 4 过渡板、手腕壳、线缆固定支架、胶圈、油封垫片、油封、轴 5 减速器、腕端、皮带轮、轴 6 电机、波发生器、法兰、连接器制作、连接器盖、倾斜盖、扎带固定钢片、轴 5 电机、手腕壳、轴 6 线缆连接、线缆夹具、同步带、手腕侧盖；（18）工业机器人整体拆装，提供底座、下臂、上下臂链接部分、上臂及手腕全部零件；（19）工业机器人控制柜的拆装，提供米字型扳手、主板、轴计算机、备用能源组、配电板、过滤器、安全台、中间层架、系统电源、驱动装置、风扇、泄流器、风扇罩、左右侧盖、顶盖；（20）按照 ABB 控制柜标准提供电气元件的装配、连线、利用专业工具解决专业问题；（21）拆装工具包含：活口扳手、螺丝刀、轴承拉马器、内六角扳手等。（22）需包含 70 分钟的 ABBIRB120 实物拆装视频。ABB 工业机器人实习实训系统参数 ABB 工业机器人本体（1）使用 unity3d 虚拟引擎开发，三维虚拟场景。（2）包含工业机器人安装注意事项 20 条。（3）三维模型比例、数量、造型、搭接关系与真实机器人一致，且建设贴图高模。（4）工业机器人安装模块，包含铺设水泥标准、安装化学螺栓、吊装机器人、吊装控制柜等机器人安装技术要求和实际操作。（5）可以在全三维环境下多角度、自由缩放方式观察，可以使用鼠标选择系统部件、扳手、化学锚栓、风钻等。吊装工业机器人基座，利用充气钻打孔，使用扳手将化学螺栓校紧，吊装工业机器人本体利用六角螺丝固定工业机器人本体在基座上。（6）工业机器人连线模块包含，码盘线、动力线、电源线，示教器线；连线时有不同颜色的亮光提示要连线的接口，连接成功或失败都会弹出界面提示。（7）控制柜电气连线模块包含 10 个部分，分别为：主板、轴计算机、配电板、过滤器、备用能源组、安全台、驱动装置、系统电源、风扇、泄流器，可选择任意部位进行连线。（8）控制柜电气连线操作分为全局模式和局部模式，局部模式下可以将不必要的部分进行隐藏，方便连线。可连线的部分都会发光进行提示。（9）本体维护模块包含，首先进行本体清洁，根据文字提示在工具栏中获取含有少量酒精的抹布对机器人进行擦拭。之后在工具栏中获取干抹布进一步擦拭。擦拭完毕检查机器人抓手固定螺栓是否松动，使用内六角扳手紧固螺栓；检查机器人底座固定螺栓是否松动，使用内扳手紧固螺栓；检查机器人动力线缆固定螺栓是否松动，使用螺丝刀紧固螺栓；（10）限位及线缆检查模块包含，首先进行阻尼器检查，检查所有阻尼器是否出现裂纹，如果检测到有损坏，需要更换新的阻尼器。之后检查机械停止，检查所有机械停止是否出现弯曲或松动。最后检查线缆是否损坏。（11）同步带检查模块包含，检查外壳是否损坏，如有损坏需更换。使用内六角扳手拆卸手腕侧盖内六角螺丝，拆下侧盖。检查五轴同步带是否涨紧，如损坏需更换。检查完毕将侧盖安装回原位，使用内六角螺丝固定。同样方法检查三轴同步带。（12）更换码盘电池模块包含，根据提示将机器人的六轴恢复到机械原点位置。之后将机器人所有电力、及气压供给关闭。使用一字螺丝刀将动力线缆航插固定螺丝拆下。取下动力线缆和码盘线缆。使用内六角扳手将底座盖固定螺栓拆下，并拆下底座盖。拔下电池电缆与编码器接口电路板的连接器。切断电池组扎带。拿出码盘电池，装上新的码盘电池组。插上电池电缆与编码器接口电路板的连接器，固定码盘电池组。安装底座盖，安装码盘线缆，安装动力线缆。最后打开控制柜电源，使用示教器更新转数计数器。（13）包含形状分拣案例，将不同形状的物块放到工作台上，在视觉系统与机器人配合下可完成不同形状的物块分拣搬运。（14）包含小车轨道无缝衔接案例，将轨道放到工作台上，再将小车放到轨道上，机器人通过视觉系统识别，不断将轨道搬运到小车的前方，是小车循环运动。（15）触摸屏及摇杆校正模块包含，开启控制柜，设备启动中同时按住预设按键 4 与程序停止按钮激活校正页面。按照屏幕上的

提示依次点击 界面四个角, 进行触摸区域校正。之后进行摇杆校正, 根据界面提示依次向各个方向操作摇杆, 完成摇杆校正。校正完毕启动示教器。(16) 视觉搬运模块包含, 根据操作提示进行操作, 点击示教器、点击 菜单栏、点击程序编辑器、点击选择 MY 模块、点击显示模块、点击使能 按钮、点击程序执行按钮, 运行视觉搬运指令, 机器人依次将不同形状 的物块放进与之相同形状的洞内。(17) 码垛搬运模块包含, 根据操作提示进行操作, 点击示教器、点击 菜单栏、点击程序编辑器、点击选择 MY 模块、点击显示模块、点击使能 按钮、点击程序执行按钮, 运行码垛搬运指令, 将一摞物块依次拿起并 放到另一位置, 依次码齐。(18) 更新转数计数器模块包含, 虚拟示教器界面显示转数计数器未更新错误信息, 需要打开导航, 进入校准界面选择需要校准的机械单元, 选择更新转数计数器, 依次勾选需要更新转数计数器的轴, 之后点击更新按钮完成转数计数器更新的操作。(19) Smb 内存数据差异包含, 虚拟示教器界面显示 Smb 内存数据差异错误信息, 需要打开导航, 进入校准界面选择需要校准的机械单元, 选择 机械手存储器, 点击清除机械手存储器, 点击确认清除。(20) 系统参数设置与校准包含, 虚拟示教器需要打开导航, 进入校准 界面选择需要校准的机械单元, 选择校准参数中加载电机校准文件, 在 系统中找到电机校准文件进行加载。之后进行编辑电机校准偏移, 最后 进行微较, 点击确认按钮校准完毕。进入控制面板进入配置参数界面, 点击主题按钮弹出主题菜单, 选择需要修改的目标。(21) 信息数据查看包含, 虚拟示教器需要打开导航, 进入手动操纵界 面, 显示实时各轴坐标信息, 控制机器人运动时, 信息实时改变。进入 注销界面, 点击默认用户即为以默认用户信息登录。点击屏幕上部会显示操作信息和错误信息等。(22) 运动指令的编辑包含, 虚拟示教器需要打开导航, 进入程序编辑 界面, 可以新建模块或是选择已有模块, 点击显示模块按钮进入选择的 模块。如果模块中没有指令, 进入例行程序界面新建例行程序, 在例行 程序中可以增加运动指令, 也可以对指令进行删除。点击已添加的运动 指令中的参数, 就可以进入参数修改界面, 可以新建信息也可以旋转已 有信息。(23) 运动模式与坐标系包含, 虚拟示教器需要打开导航, 进入手动操纵界面, 点击进入工具坐标选择界面, 可以选择已有工具坐标系, 也可以新建工具坐标系。进入动作模式界面, 可以选择轴 1-3、轴 4-6、线性、重定位动作模式。在线性和重定位模式下, 可以选择坐标系, 大地坐标、基坐标、工具坐标、工件坐标。工业机器人工作站 喷涂工作站 (1) 喷涂机器人的选型 采用三维虚拟仿真技术开发, 在一个白色网格地面中展示事先搭建好的 喷涂工作站, 任意场景鼠标右键控制视角旋转, 滚动滑轮控制放大缩小, 按住滑轮控制平移。配音讲解喷涂机器人的选型因素, 包括工作轨迹范围、机器人的重复精度、机器人的运动速度及加速度、机器人手臂所承受的 荷载, 讲解到相关知识点时, 相关零件高亮显示。(2) 涂装机器人应用 三维交互方式实现, 可以按照步骤进行自动的操作提示, 根据左上角操作提示, 找到电控柜打开两个电源开关, 电控柜有电压表指针变化, 打开机器人控制器电源开关-控制柜上电, 示教器及工艺柜屏幕亮, 点击工 艺柜屏幕对工艺柜进行工艺参数设置, 下方出现配置进度条, 配置完成后启动机器人上电按钮, 机器人处于待工作状态, 根据操作提示启动电 控柜 PLC 启动按钮, 1 号喷涂机器人和 2 号机器人开始喷涂汽车车身, 待 完成后, 输送线移走工件。(3) 外围系统认知 采用三维虚拟仿真技术开发, 在一个白色网格地面中展示喷涂外围设备的组成情况, 鼠标滑过每个模型都会高亮红色轮廓显示, 并且在指定位 置显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转, 滚动滑轮控制放大 缩小, 按住滑轮控制平移。a) 输调漆系统包括: 调压器主体、空气压力表、表管、308 气动隔膜泵、过滤器、支撑板、保护罩、虹吸管、气动开关、桶盖、背压阀、马达、 涂料桶。b) 喷枪清理系统包括: 清洗桶、支架、开关。c) 空气过滤系统包括: 外框、滤袋。d) 吹扫系统包括: 输入压力开关阀、维护压力调节器、吹扫控制阀、吹 扫压力调节器、输出模块、起源接口。(4) 喷涂机器人保养 采用三维虚拟仿真技术开发, 在一个白色网格地面中展示事先搭建好的 喷涂工作站, 任意场景鼠标右键控制视角旋转, 滚动滑轮控制放大缩小, 按住滑轮控制平移。配音讲解喷涂工作

站的一般性保养方法，讲解到相关知识点时，相关零件高亮显示。（5）喷涂工作站组成三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，喷涂工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、喷房、鼓风机、水帘机、变位机、拖拽示教器、触摸屏和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个喷涂工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且在指定位置显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（6）喷涂工作站连线 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示事先搭建好的喷涂工作站，任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解喷涂工作站连线，讲解到相关连线时，相关零件高亮显示。（7）喷涂工作站调试运行 采用三维虚拟仿真技术开发，喷涂工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、喷房、鼓风机、水帘机、变位机、拖拽示教器、触摸屏和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个喷涂工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。依次完成打开电源、打开伺服、打开示教器面板、切换为管理员账户、设置变量、选择 ioDOut:ARRAYOFBOOL 调出 IO 信号、调试 DOut[9] 设置 喷枪状态、新建程序、建立 PLC 通讯信号 lolOut[4]:=2、建立机器人原点 PTP、建立喷涂过渡点 Lin(cp2)、建立喷涂点 Lin(cp3)、增加延时、设置喷枪 IO 信号、建立喷涂点 Lin(cp4)，完成机器人示教操作，表现机器人运动和喷涂效果。（8）喷涂工作站维护 采用三维虚拟仿真技术开发，喷涂工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、喷房、鼓风机、水帘机、变位机、拖拽示教器、触摸屏和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个喷涂工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。可在场景中完成注意事项的阅读；依次完成打开漏电路器给机器人上电、按下伺服开关、开启使能设置机器人为自动运行模式、机器人复位、机器人回到原点后关闭漏电路器、测试喷枪关闭水阀、进入手动界面检查喷枪。磨抛工作站 磨抛外围系统认知 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示磨抛工作站外围设备的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮红色轮廓显示，并且在指定位置显示各自名称。包括供蜡系统、砂带机、抛光机、打磨抛光专家系统等设备，点击对应的按钮跳到单独模型展示场景，并配有文字解释。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（9）磨抛机分类 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示抛光机，包括立式抛光机、带式抛光机、真空抛光机、磨削抛光机、手持抛光机等，点击对应的按钮跳到单独模型展示场景，并配有文字解释。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（3）机器人焊道打磨 三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，打磨工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、工作台、工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个打磨工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（4）打磨工作站组成 三维交互方式实现，打磨工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、打磨机、打磨带、工作台、水龙头工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个打磨工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（5）打磨工作站连线 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示事先搭建好的打磨工作站，任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解打磨工作站连线，讲解到相关连线时，相关零件高亮显示。（6）打磨工作站调试运行 采用三维虚拟仿真技术开发，打磨工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、控制柜、电控柜、打磨机、打磨带、工作台、水龙头工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个打磨工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，完成机器人示教操作。（7）打磨工作站运维 三维

交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，打磨工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、控制柜、电控柜、打磨机、打磨带、工作台、水龙头工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个打磨工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。依次完成机器人本体清洁、机器人末端执行器检查、机器人基座检查、机器人动力与码盘线缆检查、机器人抓手气路检查、打磨机线缆检查、工作台气路检查、气泵检查、气控箱检查、机器人控制柜清洁、打磨机检查、机器人电机异响检查、机器人齿轮箱异响检查。

去毛刺工作站（1）去毛刺机器人的应用 三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，去毛刺工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、控制柜、电控柜、工作台、工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个去毛刺工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解去毛刺机器人的应用，讲解到相关知识点时，相关零件高亮显示。（2）去毛刺工作站组成 三维交互方式实现，去毛刺工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、控制柜、电控柜、库位料仓、气钻机、工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个去毛刺工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（3）去毛刺工作站连线 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示事先搭建好的去毛刺工作站，任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解去毛刺工作站连线，讲解到相关连线时，相关零件高亮显示。（4）去毛刺工作站调试运行 采用三维虚拟仿真技术开发，在一个白色网格地面中展示事先搭建好的去毛刺工作站，任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，完成机器人示教操作。（5）去毛刺工作站三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，去毛刺工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、控制柜、电控柜、库位料仓、气钻机、工件、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个去毛刺工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。依次完成机器人本体清洁、机器人末端执行器检查、机器人动力与码盘线缆检查、机器人抓手气路检查、去毛刺设备气路检查、机器人齿轮箱检查、机器人电机噪音检查、机器人控制柜清洁、机器人示教器检查、库位料仓检查、气泵检查。

上下料工作站（1）外围系统认知 三维交互方式实现，上下料工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、XHA 785/1数控铣床加工中心、控制柜、电控柜、立库、输送线、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个上下料工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解上下料工作站外围系统，讲解到相关知识点时，相关零件放大显示。（2）上下料工作站组成 三维交互方式实现，上下料工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、XHA 785/1数控铣床加工中心、控制柜、电控柜、立库、毛胚料、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个上下料工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。（3）上下料工作站连线 三维交互方式实现，上下料工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、XHA 785/1数控铣床加工中心、控制柜、电控柜、立库、毛胚料、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个上下料工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解上下料工作站连线，讲解到相关连线时，相关零件高亮显示。（4）上下料工作站调试运行 三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，上下料工作站场景包含HR20-1700-C10机器人、XHA785/1数控铣床加工中心、控制柜、电控柜、立库、毛胚料、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个上下料工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，完成机器人示教操作。（5）

上下料工作站维护 维交互方式实现，上下料工作站场景包含 HR20-1700-C10 机器人、XHA78 5/1 数控铣床加工中心、控制柜、电控柜、立库、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个上下料工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，依次完成机器人本体、机床等相关部件的清洁和检查。

并联分拣工作站 (1) 外围系统认知 采用三维虚拟仿真技术开发，包含视觉相机、光电传感器、链式输送机、电动气泵四个模块，在一个白色网格地面中展示各个设备，点击对应的按钮跳到单独模型展示场景，并配有文字解释。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。

(2) 并联分拣工作站组成 包含机器人本体、机器人控制柜、机器人示教器三个模块；三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，在一个白色网格地面中展示整个并联分拣工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。并联机器人包含静平台、主动臂、从动臂、动平台；控制柜包含吊装环、急停开关、电源开关、示教在线指示灯、报警指示灯。

(3) 并联分拣工作站连线 三维交互方式实现，在一个白色网格地面中展示整个并联分拣工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。配音讲解并联分拣工作站连线，讲解到相关连线时，相关零件高亮显示。

(4) 并联分拣工作站调试运行 三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，并联分拣工作站场景包含并联机器人、控制柜、电控柜、链式输送线、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个并联分拣工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，完成机器人调试。

(5) 并联分拣工作站维护 三维交互方式实现，并联分拣工作站场景包含并联机器人、控制柜、电控柜、链式输送线、配电箱、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个并联分拣工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。依次完成机器人本体清洁、机器人末端执行器检查、机器人动力与码盘线缆检查、传送带表面清洁、配电箱安全检查、传送带电机噪音检查、机器人控制柜清洁、机器人示教器清洁、机器人示教器检查、并联系统设备紧固、气泵气压检查。

焊接 (1) 焊接过程故障 动画展示裂纹、焊缝尺寸不符合要求、咬边、焊瘤、未熔合、烧穿、凹坑、塌陷及未填满等焊接过程中出现的故障。

(2) 焊接工作站组成 三维交互方式实现，可以按照步骤进行自动的操作提示，焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况，鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示，并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。

(3) 焊接工作站调试运行 (平焊) 三维交互方式实现，焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令，完成焊接工作站平焊调试。

(4) 焊接工作站调试运行 (立焊) 三维交互方式实现，焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。根据操作提示，打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令，完成焊接工作站立焊调试。

(5) 焊接工作站调试运行 (立角焊) 三维交互方式实现，焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。

根据操作提示,打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令,完成焊接工作站立角焊调试。(6)焊接工作站调试运行(横角焊)三维交互方式实现,焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。根据操作提示,打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令,完成焊接工作站横角焊调试。(7)焊接工作站调试运行(写字)三维交互方式实现,焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。根据操作提示,打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令,完成焊接工作站写字调试。(8)焊接工作站调试运行(圆弧)三维交互方式实现,焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。根据操作提示,打开控制柜电源、总控柜上电、点击示教器、在示教器上操作相关指令,完成焊接工作站圆弧调试。(9)焊接工作站维护三维交互方式实现,焊接工作站场景包含焊接机器人、控制柜、电控柜、焊接电机、气瓶、焊接净化器、工作台、焊件、焊枪和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个焊接工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。依次完成机器人本体清洁、机器人末端执行器检查、机器人动力与码盘线缆检查、送丝软管检查、齿轮箱检查、机器人控制柜清洁、机器人示教器清洁、机器人示教器检查、系统备份与恢复检查、焊接工作台检查、气瓶气压检查。其他(1)HR20-1700-C10本体介绍三维交互方式实现,在一个白色网格地面中展示机器人本体,鼠标滑过每个模型都会高亮黄色轮廓显示,并且显示各自名称。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。滑动滚动条可以旋转机器人对应的轴的角度。(2)HR20-1700-C10连线三维交互方式实现,在一个白色网格地面中展示机器人控制柜。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。滑动滚动条可以旋转机器人对应的轴的角度。根据操作提示,完成HR20-1700-C10连线。(3)HR20-1700-C10调试三维交互方式实现,在一个白色网格地面中展示机器人本体、控制柜、示教器。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。滑动滚动条可以旋转机器人对应的轴的角度。根据操作提示,完成HR20-1700-C10调试。(4)HR20-1700-C10机械维护三维交互方式实现,在一个白色网格地面中展示机器人本体和控制柜。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。依次完成机器人线缆检查、机器人本体检查、机器人零位标志检查、机器人1、2轴电机检查、机器人底座螺栓检查、1轴减速器检查、2轴减速器检查、3轴减速器检查、4轴减速器检查、5轴减速器检查、6轴减速器检查。(5)HR20-1700-C10电气维护三维交互方式实现,在一个白色网格地面中展示机器人控制柜。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。依次完成检查控制柜急停按钮、检查控制柜门、控制柜功能按钮、J1轴驱动器与线缆、J2轴驱动器与线缆、J3轴驱动器与线缆、J4轴驱动器与线缆、J5轴驱动器与线缆、J6轴驱动器与线缆、检查安全板及线缆、检查控制器及线缆。(6)工作站搭建三维交互方式实现,工作站场景包含机器人、控制柜、电控柜、配电箱、输送线、工件、工作台、气泵和围栏等。在一个白色网格地面中展示整个工作站的组成情况。任意场景鼠标右键控制视角旋转,滚动滑轮控制放大缩小,按住滑轮控制平移。配音讲解工作站的搭建,讲解到相关知识点时,相关零件动画逐步显示。(7)工作站维护三维交互方式实现,工作站场景包含机器人、控制柜、电控柜、配电箱、输送线、工件、工

作台、气泵和围栏等。任意场景鼠标右键控制视角旋转，滚动滑轮控制放大缩小，按住滑轮控制平移。依次完成机器人本体清洁、机器人末端执行器检查、机器人动力与码盘 线缆检查、末端执行器气路检查、机器人齿轮箱检查、机器人电机噪音 检查、机器人控制柜清洁、机器人示教器检查、消防设施检查、气泵检查、工作台检查、总控柜检查。ABB 工业机器人基础教学系统参数

(1) 机器人发展典型产品以图文的形式全面介绍机器人在各个时代的典型例子包含古代-木鸟、古代-记里鼓车、古代-木牛流马、现代-工业机器人、现代-人形机器人、现代-特种机器人

(2) 需采用三维虚拟交互方式展示工业机器人典型结构，包含圆柱坐标 机器人，球坐标型机器人、直角坐标机器人、水平多关节机器人、普通 关节机器人，鼠标放置到模型上会有高亮提示，并且点击可以播放相关 运动动画。需提供主视图、俯视图以及自由视图三种观察角度。

(3) 需用三维动画方式展示回转副、移动副、回转移动副和球面副等机器人基本术语。需用三维动画方式展示旋转、回转以及平移图形符号。

(4) 工业机器人组成-工业机器人本体，必须采用三维虚拟交互方式展示工业机器人本体模型，鼠标点击到模型上会有高亮提示，也会有名称 提示。可以显示各轴运动范围，可以控制各轴运动，可以查看机器人运 动范围等参数。

(5) 工业机器人组成-控制柜，必须采用三维虚拟交互方式展示控制柜 模型，鼠标移动到模型上会有高亮提示，并会有名称提示。

(6) 工业机器人组成-示教器，必须采用三维虚拟交互方式展示示教器 模型，鼠标移动到模型上会有高亮提示，并会有名称提示。

(7) 必须采用三维虚拟交互方式展示工业机器人本体结构，鼠标可拖拽 场景中的设备零部件，整体 65 个零件（不包括螺栓），并且会有 高亮显示和文字提示，可改变当前零部件的颜色，包含有对应结构树来 显示对应的零件，提供四视图、自由视角、爆炸图以及重置功能。

(8) 必须采用三维虚拟交互方式展示控制柜结构，鼠标可拖拽场景中的 设备零部件，整体 21 个零件（不包括螺栓），并且会有高亮显示 和文字提示，可改变当前零部件的颜色，包含有对应结构树来显示对应的零件，提供四视图、自由视角、爆炸图以及重置功能。

(9) 需包含腕部的运动方式、腕部的自由度、腕部的构型三部分内 容。腕部的运动方式需用三维动画展示臂转、手转、腕摆、腕部坐标系。腕 部的自由度需包含 3 自由度手腕、2 自由度手腕，3 自由度手腕运动过程。腕部的构型中需包含球型手腕展示、中空手腕展示、柔顺手腕展示。

(10) 需包含齿轮齿条式手爪、弹簧式手爪、勾托式手爪、滑槽式手爪、拨杆杠杆式手爪、真空吸附式手爪、挤压排气式手爪等。每种手爪需包 含结构展示与原理动画两个部分。

(11) 需提供机器人典型传动机构结构与原理动画，并配有解说音频。包含齿轮传动、齿轮齿条、行星齿轮、带传动、滚珠丝杠、蜗杆传动、 回转驱动、螺旋传动、凸轮连杆驱动等。原理动画总时长 9 分钟。

(12) 需提供谐波减速器结构动画、原理动画以及应用动画，并配有语 音介绍。原理动画中需包含柔轮与钢轮啮合状态、减速比的计算、柔轮 与钢轮在运动中齿的相对位置变化、柔轮与波发生器转动方向等内 容。

(13) 需提供 RV 减速器结构动画、原理动画以及应用动画，并配有语 音 介绍。原理动画中需包含一级行星齿轮减速介绍、二级摆线针轮减速、 针齿齿数计算、减速比计算等内容。

(14) 需包含机器人的行走机构内容，采用动画的方式展示其行走机构 的过程，包含固定式机构、行走式机构。

(15) 需包含机器人各轴运动原理，采用三维虚拟交互方式展示机器人 各轴的运动原理，机器人外壳透明化，可以清晰地看到机器人内部零部 件的运动过程，可以单击选择各个轴进行单独运动。

(16) 包含直流伺服电机结构与原理动画，以及爆炸图展示。原理动画 2 分钟，内容需包含有刷直流电机、无刷直 流电机以及无刷直 流电机的优化。

(17) 包含交流伺服电机结构与原理动画，以及爆炸图展示。原理动画 1) 5 分钟。

(18) 包含步进电机结构与原理动画，以及爆炸图展示。原理动画 2 分钟。

(19) 需包含节流阀、顺序阀、直动式减压阀、排气节流阀、快速排气 阀、单向节流阀、单气控加压换向阀、双作用液压缸、双气控加压换向 阀、叶片式液压马达、气动叶片马达、薄膜气缸的原理动画，总时于 9 分钟。

(20) 图文展示工业机器人控制器以及控制原理。

(21) 需使用三维交互方式展示工业机器人控制系统，操作示教器

控制机器人各轴运动，对应原理图的部分高亮。（22）需使用三维动画方式介绍增量式光电编码器、绝对式光电编码器的结构与原理。（23）需使用三维动画方式介绍位移传感器、光电传感器的结构与原理。（24）需使用三维动画方式介绍视觉传感器的工作原理。（25）需使用三维动画方式介绍滚筒式滑觉传感器、滚轮式滑觉传感器、振动式滑觉传感器的工作原理。（26）需使用动画方式进行微动开关与面接触式传感器工作原理介绍。（27）需使用动画方式进行弹簧式压觉传感器与压阻式压觉传感器工作原理介绍。（28）需使用动画方式进行电涡流式传感器、电容式传感器、霍尔式传感器、喷气式传感器工作原理介绍。（29）需使用动画方式进行超声波距离传感器与红外距离传感器工作原理介绍。（30）需使用三维动画方式介绍腕力传感器的结构、原理与应用。

22. 三维 3D 模型及二维 CAD 智能评测软件（1 节点）（1）评分软件的环境（2）图纸自动检查功能 功能描述：无论样卷或试卷都可能存在重线的情况，会影响检测产生偏差。要求软件支持如下情况处理：待检查图纸可能存在重线（同一位置出现多条曲线）的情况。线段连接位置不正确，其连接位置在非关键连接位置。如看上去是同一直线，实际由多条直线段拼接而成。检测中心线是其方位，而不是其端点位置或长度。对同一标注，定位点可能不同。对同一圆弧或圆形，不同试卷可以标注为直径、半径、大半径标注，应该都能得分。对于带填充的图形，在样卷与试卷中填充的区域排列组合的方式可能多样，填充顺序虽然不一样，但是最终显示结果是一样，也应当判断为正确。（3）图纸规范化检查功能制图基本规定检查功能 支持国家标准：支持检查项：图框与标题栏图框为粗实线；机械制图中粗细线宽比例为 2: 1；虚线为细线；中心线为细线；中心线在可见轮廓线两端，延伸指定距离 图样画法检查功能 支持国家标准：GB/T17451-1998《技术制图图样画法》支持检查项：向视图的上方标注“X”（“X”为大写拉丁字母），不应写为“X 向” 尺寸注法检查功能 支持国家标准：GB/T4458.4-2003 机械制图尺寸注法 GB/T16675.2-2012 技术制图简化表示 支持检查项：尺寸界线和尺寸线应为细实线；尺寸线不能与尺寸界线相交；尺寸线不能与尺寸线相交；尺寸线不能用其他图线代替，一般不得与其他图线重合或画在其他延长线上；标注值应匹配测量值（机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关；角度尺寸数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处；线性尺寸应按图示方向注写，尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸；当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式；圆的直径或圆弧半径的尺寸线终端应画成箭头，尺寸数字不可被任何图线所通过，否则应将图线断开；45° 的倒角应按 C+数字的形式标注；小于或等于半圆的圆弧标注半径 R，大于半圆的圆弧标注直径 Φ 表面粗糙度检查功能 支持国家标准：GB/T131-2006 产品几何技术规范 (GPS) 技术产品文件中表面结构的表示法 GB/T1031-2009 产品几何技术规范 (GPS) 表面结构轮廓法表面粗糙度参数及其数值 支持检查项：两倾斜直线段夹角为 60°；表面粗糙度参数及数值应满足系列值；应避免在图样 X 位置标注表面结构要求；表面结构要求应包括参数代号和极限数值 (R\|W)；表面结构的注写和读取方向应与尺寸的注写和读取方向一致；为避免误解，在参数代号和极限值间应插入空格；大多数表面有相同表面结构要求的简化注法应在括号内不应该用“其他” 极限与配合检查功能 支持国家标准：GB/T1800.1-2020 产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合第 1 部分：公差、偏差和配合的基础 GB/T1800.2-2020 产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合第 2 部分：标准公差等级和孔、轴极限偏差表 支持检查项：为避免混淆，基本偏差不使用：I, i; L, l; O, o; Q, q; W, w；上或下偏差为零时，用数字 0 标出，并与下或上偏差的小数点前个位数对齐 几何公差检查功能 支持国家标准：GB/T17851-2010 产品几何技术规范 (GPS) 几何公差基准和基准体系 支持检查项：基准字母不要用 I, O, Q 和 X；基准字母标注在基准方格内；基准方格应与涂黑的或空白的三角形相连；基准方格及连线应为实线线型 图形化检查结果功能 检查结果以专门面板按国家标准类别列举，对结果以正确、警告、错误分别提示。将错误项与图元绑定，查看错误项时能自动加亮对应错误位置，检查过程高效，检查结果直观，体现了国

家标准与图形元素的统一。(4)样卷评分点设置功能 功能描述:要求提供完备的定制功能,能对CAD图纸的各评分项进行有效定义,主要包括:1)主观:对CAD整张图纸的完整、正确、合理、美观程度等,给予综合主观评分。虽然是主观评分,其中正确度和完整度独创地引入了根据样卷、试卷得分项与所有参评图元间的关系,自动计算符合预期的分值。2)环境:对CAD绘图环境进行评分,绘图环境包括绘图前应设置的图形单位设置、图层、文字样式、标注样式、线型类型、图纸比例及系统设置等。3)图元组:对CAD图元按分组进行评分,可以按逻辑关系批量选择图元,并进一步设置图元的形状、约束和属性作为采分点。4)块引用:支持CAD图元定义为块进行评分,可对块名称、块长宽范围(X方向、Y方向)、块文字作为采分点。定义样卷软件要支持DWG14-2021所有版本。软件要支持DWTR14-2021所有版本的样本文件。评分标准的制定:评分标准要自动保存在样卷中,因为DWG和DWT格式文件是单模型多图的方式,要支持同一DWG和DWT文件的模型和多图纸都能定制多个评分标准。在保存带评分标准的样卷后再打开,评分标准不能错误、丢失。自动检查 进入评分标准制定环境后,软件会自动对样卷当前图形进行检查,如果存在重线问题,会自动消除重线,继续样卷的定义。新建评分标准1)在“评分标准”对话框中可以新建、编辑、删除、置为当前评分标准。可以创建多个评分标准,当前应用的评分标准名称前有*。2)在新建评分标准时可以输入评分标准名称、作者、日期,可设置评分标准为当前评分标准。3)可在评分树中设置评分点及评分内容,并可新增、修改、保存当前评分规则。评分树有3个主要的节点,分别是主观、环境和图元组。可分别显示三大项的分数,以及对应的总分数。主观评分 主观评分是用户对试卷整体感观的评分。以设置正确度、美观度、完整度或合理性的分数。各评分项的意义如下:完整度得分=(试卷中得分项/样卷所有满分项)×完整度分值,或是在评分对话框中由用户直接指定。准确度得分=(试卷中得分项/试卷中所有可用于评分项)×准确度分值,或是在评分对话框中由用户直接指定。合理性得分=在评分对话框中由用户直接指定。美观度得分=在评分对话框中由用户直接指定。对于合理性和美观度,支持在评分结果中输入试卷在该项的得分。环境评分 可对图形单位、图纸比例、图形界限、图层、文字、尺寸、线型等环境设置样式进行评分。可分别在对应的评分项单元格分配,分配后,可在评分树中查看对应的图层项分配的分数。图元组评分 可显示图元组对应的定义内容,每个图元组对应的内容,包括名称、满分,每个图元的分数分配方式,以及备注。可以新建、修改、删除或者清空图元组。新建评分图元组 可设置图元组的名称,并设置每个图元的扣分方式:1)总分/实际图元数:指定图元组的总数,实际图元数按实际在绘图环境中选择。2)每个图元*分,扣完为止:指定每个图元的分数。在“说明”编辑框中可以输入图元组对应的说明。定义图元组的详细内容 对某一图元组的详细内容的定义是指在图纸中选择其包含的图元。可选择指定图元类型并框选所需图元,确认后图元可按类型列出。约束 约束是针对三视图的对齐方式进行评测。可以新建、修改、删除或者清空约束组。可设置约束的方向、主约束方以及被约束方。系统可自动分析视图,建立约束对。可在对应的分数对框显示已配分数。视图对齐的评分计算方式是:样卷有两个视图A和B。指定参考方向C,自动检查A和B中共线的直线段,形成约束对n。给定视图A和B对齐的分数s。进行样卷和试卷的评测后,根据每个约束对的对齐情况(s/n),统计总分。块引用 支持块的名称设置、宽高设置、文字设置。支持块名称不对全扣,块名称正确,占块引用分数20%,块的宽高正确,占块引用分数40%,文字书写正确,占块引用分数40%。(5)向导建评分标准 向导评分是软件根据自动识别图元功能自动建立评分标准进行评分的评分方式。支持自动识别图元并自动建立评分标准,可设置评分标准的名称、作者、日期,可显示参与评分的图元组,其包含的图元数量,分数。支持对于参与评分项图元组的选择,可修改各图元组的分数权重及扣分方法,可保存设置的评分标准。(6)试卷评分功能 功能描述:试卷评分功能是要能依据制定的评分标准和包含评分标准样卷,对一系列多张相同试卷进行自动评分。要求评分速度快,评分精度高,评分结果

详尽，以备教师和学生检查及教学、考试备案。功能描述：可打开评分标准，对图纸进行评分。可一次性对多张图纸进行评分。可查看每份试卷的评分细则，可在样卷与试卷之间进行逐项对比。在评分界面可查看样卷和试卷的图元属性。（7）试卷成绩单功能 功能描述：要有对所有参评试卷的整体评分，同时也要有对单张试卷的细则评分。评分结果要以 excel 方式导出，导出的文件要美观，数据排列要合理。可以查看、修改评分结果，并支持数据导出。可查看学生详细的成绩单，能列举出每份答卷的评分项得分情况。可查看所有答卷的得分总表。（8）成绩分析报告功能 对评分结果可以进行各种方式、详尽和科学的分析。分析方式包括：概况分析 成绩分布形图/饼状图；成绩箱形图；制图能力及绘图工具使用情况分析；专业知识整体及个人掌握情况雷达图（9）气泡图功能 支持对 DWG 格式图纸的尺寸标注、几何公差、粗糙度信息自动识别并标注尺寸球。支持尺寸球按照标注信息从左到右，从上到下显示自动编号；支持尺寸球按照选择顺序自动编号。支持自定义尺寸球标的显示位置。支持自定义尺寸球标的显示比例。支持一键导出标注信息。（10）3D 模型评测功能：1）系统可以对三维建模的准确程度进行全面、详细测评，并且导出评分报告。2）系统能根据三维模型体积、特征自动制定评分标准，无需人工设置，支持用户只需设置零件模型分值，即可自动评分，方便快捷。3）系统支持最常用的三维文件格式 stp/step（所有三维软件都支持），并且能将其转换为专用格式保存。4）系统支持一键批量导入三维模型数据，能够同时处理多个零件模型及多个学生的评分需求。5）系统支持一键自动对齐，通过基于投票机制的匹配算法，实现标准模版与评测的三维模型精准对齐，使两个模型拟合到最佳位置。6）系统采用自研的模型求交算法，在模型对齐匹配的基础上，稳定、高效和精确地求出样卷模型与试卷模型的重合模型，并将其与样卷、试卷模型进行比较，以此为依据计算得到模型的偏差程度作为评分依据，也能输出重合模型视图作为检查依据，便于老师学生查证。7）系统通过自动分析模型特征，建立模型的关键面、线等特征数据，对模型进一步进行评分。8）系统支持快速导出所测模型的 EXCEL 评分总表，支持一次性导出所有学生的所有模型的检测报告。每个学生总表，包含每个零件的得分，样卷模型体积、学生模型体积、求交模型体积数据。为每个模型提供详细的检测结果，每个模型支持导出轴测向、前、后、左、右、俯、底七个视向的视图模型，每个视图方向提供答案模型、提交模型、重叠模型、交集模型 3D 图形。