

2023年甘肃省中等职业学校学生技能大赛

智能制造设备技术应用项目赛题

(学生组样题)

1. 如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行任务书的更换。
2. 参赛队应在3小时内完成任务书规定内容。
3. 参考资料（工业机器人操作手册、视觉控制器操作手册、PLC 控制器操作手册、HMI操作手册、平台简介、设备单元图片、编号、接线图等资料）放置在“D:\参考资料”文件夹中。
4. 选手在比赛过程中利用电脑创建的软件程序文件必须存储到“D:\技能比赛”文件夹中，其中PLC文件的命名格式为“PLC+ 场次号+位号”，触摸屏文件的命名格式为“HMI+场次号+位号”，离线仿真文件的命名格式为“FZ+场次号+位号”。未按要求保存的文件不予以评分。计算机编辑文件请实时存盘，建议10-15分钟存盘一次，客观原因断电情况下，酌情补时不超过15分钟。
5. 任务书中只得填写比赛相关信息，不得出现学校、姓名等与身份有关的信息或与比赛过程无关的内容，否则成绩无效。
6. 由于参赛选手人为原因导致比赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队比赛资格。

模块一智能制造设备安装与调试

安装工艺要求如表 1-1 所示。

表 1-1 安装工艺表

序号	工艺要求
1	严格按照装配图的要求，将明细栏中的零件装配到对应位置。
2	各装配组件机构运行顺畅，不得有卡滞、异响现象。
3	装配过程中不可造成各零部件损伤。
4	模型组件固定牢靠、不得有松动现象。
5	部件安装不可有歪斜现象。
6	选手安装的机构组件定位尺寸与布局图尺寸保持一致，误差不超过2mm。
7	气路连接正确。
8	气管端口剪切平齐，与气管接头连接紧固，所有的气动连接处不得发生泄漏。
9	所有气管都必须使用线缆托架进行固定。
10	气管绑扎每隔 $60 \pm 5\text{mm}$ 间距，绑扎电缆和气管必须分开绑扎，间隔均匀，整体美观。
11	气管不得因为折弯、扎带太紧等原因造成气流受阻。
12	气管不得从线槽中穿过（气管不可放入线槽内）。
13	气管长度适中。运行期间，不允许气管与驱动器、线缆或工件间发生接触。
14	工作区域内工作台面和地面进行清理，无跌倒和绊倒的可能性。

任务 1-1 智能制造设备的机械装调

（一）整体布局安装

根据提供的工作台面布局图（见附件1），按照图纸尺寸和工艺要求，将指定单元模块安装固定在工作台上，并能满足工业机器人工作半径范围。（尺寸不做具体要求）

（二）单元机械装配

根据提供的机械装配图（见附件2），按照图纸要求完成指定单元的机械安装与调试，要求安装牢固，单元机械功能正常。（可拆部分：装配检测工位、视觉、光栅、打磨单元、料仓单元、码垛单元、继电器、传送带）

（三）单元气路安装

根据提供的气动原理图（见附件3），按照图纸要求完成指定单元的气动回路安装与调试，安装完成后将工作气压调整到0.4-0.6Mpa，求气路安装牢固、不漏气、工艺符合要求，气路功能正常。

任务 1-2 智能制造设备的电气装调

（一）单元电气接线

根据提供的电气原理图（见附件4），严格按照图纸和工艺要求，完成指定单元电气线路的连接，要求连接牢固、不松动、工艺符合要求，电路功能正常。

（二）PLC 的 I/O 信号连接

根据提供的电气原理图（见附件4）及PLC输入输出信号表，完成PLC控制线路接线，要求连接牢固、不松动、工艺符合要求，电路功能正常。

（三）工业机器人 I/O 信号配置

在工业机器人示教器中，根据提供的电气原理图（见附件4）及工业机器人数字量输入、输出信号接线图，来完成工业机器人I/O信号与PLC、视觉控制器等终端的实际接线，定义各信号的类型和功能。

（四）工业机器人安全点

设定工业机器人安全点 Home 点，ABB机器人Home点姿态为1轴、2轴、3轴、4轴、6 轴关节为 0° ，5 轴关节为 90° 。珞石机器人Home点姿态为1轴、2轴、4轴、6轴为 0° 3轴、5轴为 90°

任务 1-3 智能制造设备的建模仿真

（一）三维布局搭建

在离线仿真软件中，根据提供的布局装配图尺寸，对三维环境中的单元组件进行位置调整，使其与本赛位比赛平台一致，要求比赛平台台面上所有单元均安放到位。

（二）智能制造设备仿真

1. 涂胶仿真

要求：完成涂胶任务，涂胶轨迹为智能制造。

2. 码垛仿真

要求：完成码垛任务，码垛两层，工艺要求，码垛第一层码垛型二、第二层码垛料块竖直放置于第一层上，码垛料块宽边与机器人基坐标系Y方向平行（要求码垛过程料块有滑落现象，工具能实现拾取料块）。

3. 装配仿真

要求：完成装配任务仿真运行，要求使用合适快换工具，依次抓取偶数位零件B原料区上的零件，安装到检测工位1上的零件A1板上，安装到检测工位2上的零件A2板上，并模拟打4颗螺丝，完成后抓取成品入库，放回快换工具。

模块二 智能制造设备的维护及维修

任务 2-1 智能制造设备维修测试

（一）智能制造设备维修

1. 正确完成机器人线缆连接。

2. 根据提供的气动原理图(见附件3)和电气原理图(见附件4)，完成机器人末端夹具的维修及手动功能测试。(完成夹爪、吸盘快换 工具的维修及测试)

（二）工业机器人坐标系建立及测试

1. 完成工业机器人6个关节轴的零点标定。（ABB机器人和珞石机器人）

2. 使用提供的尖点工具，操作工业机器人，完成TCP吸盘工具坐标系标定。

3. 利用机器人完成码垛平台的工件坐标系标定，要求工件坐标系的X轴与工业机器人基座标X轴相同，Y轴与工业机器人基座标Y轴相反。

任务 2-2 智能制造设备维护验证

通过触摸屏设定“智能制造设备维护验证”功能程序的启动顺序，

如：在力控装配输入控件输入1，输送链跟踪功能验证输入控件里面输入2，视觉分拣输入控件输入2，按下触摸屏“开始”按钮，依次

执行力控装配—输送线跟踪—视觉分拣；需要在全自动模式运行，不可出现人为干扰，否则视为该任务失败。

（一）力控装配功能验证

使用机器人，通过装配减速机的行星齿轮机构，验证其力控装配功能。具体要求如下：

1. 机器人拾取合适的快换工具；
2. 编写力控指令，将4个行星齿轮按力控方式安装至轮架中。安装时触摸屏实时显示XYZ三个方向的力控数值，每个行星齿轮仅允许安装一次，安装后行星轮之间必须可以实现啮合旋转运动。
3. 完成力控装配后，触摸屏上按下“力控拆除”按钮，机器人把安装好的齿轮按照安装顺序拆回至齿轮抓取处。
4. 机器人放回快换工具。

（二）输送线跟踪功能验证

通过机器人配合输送线，完成输送线运动过程中物料的抓取任务，具体工艺过程要求如下：

1. 机器人从Home点出发，拾取合适快换工具；
2. 裁判手动将物料放置于输送线前端；
3. 机器人控制输送线运转；
4. 机器人从输送线上跟踪运动中的物料5s内抓取物料；
5. 机器人控制输送线停止；
6. 机器人将物料放回料库；
7. 机器人放回快换工具。

（三）视觉分拣功能验证

通过机器人与视觉系统配合，完成料盘中随机零件的抓取任务，具体工艺过程要求如下：

1. 使用提供的校准板，完成机器人与视觉的校准；
2. 编写视觉检测模板；
3. 编写机器人与视觉通信程序；
4. 编写机器人动作程序，要求完成以下动作流程：

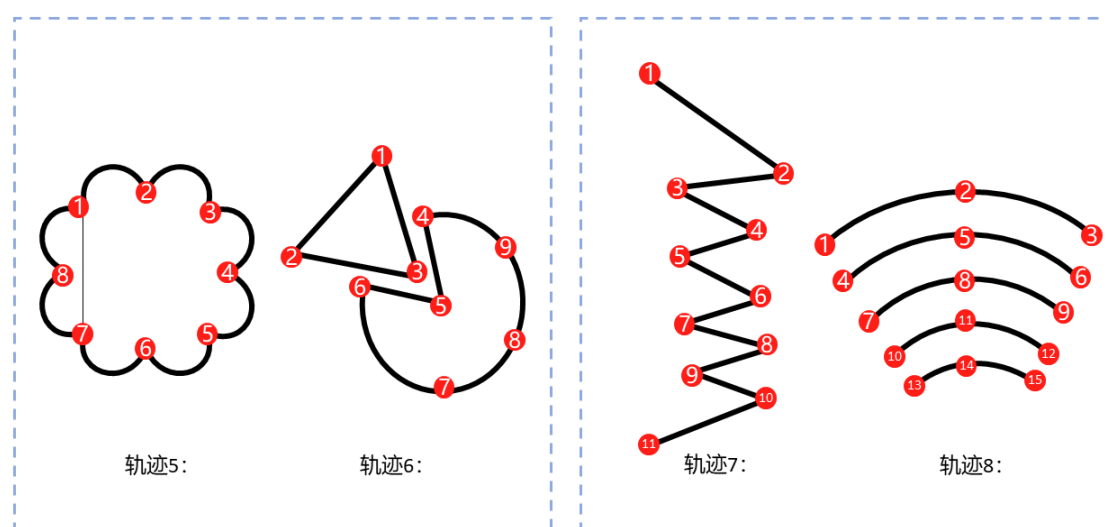
- (1) 机器人从Home点出发，拾取吸盘工具；
- (2) 机器人运动到料盘进行拍照，获取视觉坐标；
- (3) 机器人从料盘中分别拾取1个B1、1个B2，1个B3，1个B4零件并放置到暂存区。（机器人若检测不到合适的零件或出现重叠，可通过料盘震动后，重新视觉检测，抓取零件）
- (4) 机器人放回吸盘工具。

模块三 智能制造设备的程序编制与运行

本模块的主要任务是对工业机器人、PLC、触摸屏、视觉等进行程序编制与调试，实现智能制造设备的涂胶、码垛、装配等典型工艺任务，需设计触摸屏多个画面，如“主页面”、“涂胶页面”、“码垛页面”、“装配页面”、“状态监控页面”、“生产统计页面”等，并能够完成不同页面的切换，“主页面”作为开机页面。（主页面需要包含此次大赛主题关键词）

任务 3-1 产品的涂胶

要求：将触摸屏从主画面切换至产品的涂胶画面，触摸屏选择涂胶工艺模式。完成基础涂胶和定制涂胶两项任务，涂胶轨迹如下图所示，一共4段轨迹（轨迹5-轨迹 8），具体工艺过程要求如下：



（一）基础涂胶

1. 按下触摸屏产品涂胶画面中的“运行”按钮，涂胶计时开始，工业机器人回到安全点，拾取涂胶工具。

2. 默认情况下涂胶工具位于涂胶单元上方、工具 Z 轴垂直于涂胶表面，轨迹速度100mm/s，按照如下步骤完成基础涂胶工艺：

（1）工业机器人完成轨迹 5 基础涂胶，偏移距离 5mm，Z轴偏移角度 ± 5 度，轨迹速度为 100mm/s。完成该轨迹后，机器人回安全点。

（2）工业机器人完成轨迹 6 基础涂胶，偏移距离 10mm，轨迹速度为 150mm/s。完成该轨迹后，机器人回安全点。

（3）工业机器人完成轨迹 7 基础涂胶，偏移距离 15mm，轨迹速度为 200mm/s。完成该轨迹后，机器人回安全点。

（4）工业机器人完成轨迹 8 基础涂胶，偏移距离 20mm，轨迹速度为 200mm/s。完成该轨迹后，机器人回安全点。

（二）定制涂胶

完成基础涂胶工艺之后，开始定制涂胶工艺。在涂胶功能画面中，进行参数设定，完成定制轨迹涂胶流程。

1. 按下触摸屏“定制涂胶”按钮，涂胶开始计时，按照触摸屏设定参数，完成任意指定的起始点、结束点、涂胶次数、涂胶方向、涂胶顺序等定制要求。（定制涂胶要求见下表 1 所示）完成该轨迹后，机器人回到安全点，暂停涂胶和计时。

2. 完成定制涂胶后，工业机器人放回涂胶工具，工业机器人回到安全点，产品的涂胶流程结束。

表 1 定制涂胶工艺参数

轨迹段	定制工艺参数	可选参数	参数说明
轨迹5	轨迹起始点	5、6、7、8	起点编号大于终点编号
	轨迹结束点	1、2、3、4	
	停留点	3、4、5、6	四个停留点任意选一个
	停留时间	3-8秒	停留点时间区域设定
	偏移高度	5mm—20mm	任选偏移距离
	角度	30°，40°，45°，50°，55°	任选一个角度涂胶（以5轴90°为参考方向不限）
轨迹6	涂胶图案方向	方向：顺时针、逆时针	运行轨迹6可选
	吹胶图案方向	与涂胶图案相反	

轨迹7	涂胶模式 涂胶次数	涂胶模式：涂胶、吹胶 次数：1-4次	涂胶：使用涂胶工具完成轨迹7顺时针涂胶 吹胶：使用小吸盘吹气功能，完成轨迹7逆时针吹胶
轨迹8	特殊区域	特殊区域1：1到9 特殊区域2：10到15	在特殊区域1中工业机器人降速到20%运行，三色灯红色灯以1hz闪烁，蜂鸣器蜂鸣 在特殊区域2中工业机器人向上偏移20mm涂胶，同时三色灯绿以2hz频率闪烁

任务 3-2 产品的码垛

要求：将触摸屏从主画面切换至产品的码垛画面，触摸屏选择码垛工艺模式。完成基础码垛和定制码垛两项任务，码垛垛型可参考附件6(码垛垛型示意图)，具体工艺过程要求如下：

（一）基础码垛

具体工艺过程要求如下：

1. 按下触摸屏的“运行”按钮，工业机器人回到安全点，拾取爪工具，基础码垛计时开始，码垛工艺开始。
2. 工业机器人完成两层码垛，第一层使用垛型 1，第二层使用垛型 3。
3. 放回夹爪工具，回到 Home 点，停留3秒。
4. 拾取吸盘工具，将第二层码垛料块拆卸到平台A。
5. 工业机器人放回吸盘工具，回到 Home 点，暂停基础码垛计时。

（二）定制码垛

裁判随机拿走码垛平台A或者码垛平台B上的码垛料块1-3个。

1. 按下触摸屏上的“运行”，定制码垛计时开始，机器人从Home点出发，选择合适的工具，拆除码垛平台B上面的码垛块至码垛平台A上。
2. 判断码垛平台A上面剩余多少物料并实时显示在触摸屏界面上。
3. 如果是奇数，就码垛垛形1，如果是偶数，就码垛垛形2。（第一层）
4. 第二层定制垛形由触摸屏选择，可选参数有码垛工具，初始取料位置，码垛垛型，码垛顺序。如出现码垛料块不足，机器人回到 Home 点暂停，等待人工补料完成后，按下触摸屏“补料完成”按钮，继续运行定制码垛流程。

5. 完成后机器人放回工具，回到Home点，停止定制码垛计时。

任务 3-3 产品零部件装配与仓储

完成 PLC、触摸屏、视觉及工业机器人程序编写与调试，实现产品零件检测、装配、加盖、锁螺丝、出入库等任务。

加工产品说明：产品由零件 A、B、C 三部分组成，零件 B 位于零件 A 与零件 C 之间，零件 A（4 种类型）、零件 B（8 种类型）和零件 C（4 种类型），零部件类型说明可参考附件 7（设备附件说明表）。

（一）智能制造设备的功能测试

1. 产品装配调试

初始状态：零件A1放置在1号检测位，零件A2放置在2号检测位，零件A3放置在4号检测位，零件A4放置在3号检测位。零件B按类型随机摆放到零件A上对应装配位置；零件B按类型随机摆放到零件B原料区上对应位置。

（1）第1次按下触摸屏上的“开始”按钮，机器人拾取吸盘工具，回到安全点，停留3s，然后机器人对1号检测位产品上的零件B有无进行检测，将零件B抓取放置到回收区上，完成1号检测工位的零件B清空，完成后，机器人回到安全点，暂停。

（2）第2次按下触摸屏上的“开始”按钮，工业机器人将1个B1 和1个B3 装配到2号检测位产品上，完成后，机器人回到安全点，暂停。

（3）第3次按下触摸屏上的“开始”按钮，按触摸屏设置的零件A的3号位置安装零件B的类型，可选B5或B6，4号位置安装零件B的类型，可选B7或B8），补齐2号检测位产品，完成后机器人回安全点，暂停。

（4）第4次按下触摸屏上的“开始”按钮，将3号检测位与4号检测位产品上同一位置上颜色不同的零件互换，完成后，机器人回到安全点，暂停。

（5）第5次按下触摸屏上的“开始”按钮，机器人放回工具，回到安全点，装配调试结束。

2. 产品检测调试

（1）第1次按下触摸屏上的“检测”按钮，同时对1-4号检测位产品进行检测，要求产品所在工位推动气缸缩回，缩回到位后升降气缸下降，下降到位，等待4s后，升降气缸上升，上升到位后推动气缸伸出，结果指示灯点亮：1、2号工

位亮绿灯，代表合格品；3、4号工位亮红灯，代表废品。上述任务完成后，触摸屏显示“检测完成：1、2号检测位合格品；3、4号检测位废品”。

（2）在 HMI 界面随机设置 1-4 号检测位产品的合格、半成品、废品属性，第 2 次按下触摸屏上的“检测”按钮，同时对1-4号检测位进行检测，要求产品所在工位推动气缸缩回，缩回到位后升降气缸下降，下降到位，等待 4s后，升降气缸上升，上升到位后推动气缸伸出，结果指示灯点亮：合格品工位亮绿灯，半成品红绿灯以 1hz 交替闪烁，废品工位亮红灯。完成后触摸屏显示“检测完成：X 号检测 位合格品；X 号检测位半成品；X 号检测位废品”，X 与实际产品位号相符。

3. RFID 功能测试

（1）A1 板的 RFID 预存有数字信息。信息是 1-100（评分时按裁判要求写入 1-100 的其他一个数），编写 RFID 芯片手动读写测试程序，并在触摸屏显示对应手动读写测试。

（2）编写自动化控制程序，实现 RFID 的自动读写，完成不同工艺流程，具体功能要求如下：若读出为奇数，则移动至打磨单元对零件底部进行打磨，停留 3s；若读出为偶数，则移动至打磨单元对零件侧面进行打磨，停留 5s；然后 RFID 写入“读到的数据+1”的数值（如读到 10，则写入 11），然后放回原位。

（3）在触摸屏上要设置读写窗口可实现 RFID 的手动写入以及读取信息呈现。

（二）智能制造设备的自动运行

初始状态：零件A1放置在1号检测位，零件A2放置在2号检测位，零件A3放置在3号检测位，零件A4放置在4号检测位。零件A上没有零件B；零件B按类型随机摆放到零件B原料区上对应位置，每种类型各2个，共16个。

要求：将触摸屏切换至订单页面，按以下要求完成智能制造设备自动运行任务。

1. 按下触摸屏复位按钮，触摸屏复位灯常亮，触摸屏运行灯1Hz 闪烁，各气缸回到原位，工业机器人回到 Home 点后停止，等待 PLC 发送启动信号。

2. 在触摸屏订单页面设定：在零件 A 的 4 个装配位置上，装配 4 个不同类型的零件 B，位置 1 可选 B1 或 B2, 位置 2 可选 B3 或 B4，位置 3 可选 B5 或 B6，位置 4 可选 B7 或 B8；锁螺丝数量可选数为（2-4）。

3. 设置完成后，点击“生成订单”按钮，触摸屏能显示零件 A 的 4 个装配位置的类型及锁螺丝数量。

4. 重复以上（2）-（3）步操作，完成 3 个订单设定。

5. 按下操作面板或触摸屏启动按钮，复位灯熄灭，运行灯常亮。

6. 工业机器人从夹具库抓取合适的工具。

7. 抓取零件 B 到视觉单元进行检测，不合适放回原位，合适则对零件装配。

8. 将零件 B 装配到零件 A 指定位置。

9. 重复以上（7）-（8）步操作，完成订单 1 的 4 个零件 B 的装配。

10. 使用涂胶笔工具完成工位上的边缘一圈模拟胶装。

11. 工业机器人抓取零件 C 进行视觉检测，将检测结果在触摸屏显示（显示类型 C1-C4）

12. 工业机器人抓取零件 C 进行加工，在零件 C 的顶部停留 3s 模拟加工。

13. 加工完成后，抓取零件 C 到打磨区完成零件 C 侧边一边的打磨，零件 C 边缘距离打磨头 3mm。

14. 打磨完成后，将零件 C 装配到零件 A 上，完成装配。

15. 产品装配完成后，机器人更换锁螺丝工具，按订单设定要求完成锁螺丝任务。

16. 产品所在工位气缸动作，开始检测，产品合格点亮绿灯。

17. 将生产的产品零件属性写入到RFID芯片中，如：A1B2B4B5B7C4。

18. 机器人将成品入库。

19. 重复第（6）-（15）步操作，共完成 3 个订单的生产。

20. 完成后，工业机器人将工具放回工具库。

21. 机器人回 Home 点，运行灯 1Hz 闪烁。

任务 3-4 产品生产优化与安全

（一）设备安全功能优化

1. 程序正常运行过程中，若触发安全光栅，触摸屏显示“处于危险区域，请离开工业机器人运动区域”；工业机器人速度降至当前速度的 30%，降速状态超过 5s，工业机器人停止运行。按下“启动”按钮，机器人恢复正常运行。

2. 程序正常运行过程中按下工作站硬件“急停”按钮，所有动作立即停止，“启动”指示灯熄灭，蜂鸣报警，触摸屏弹出报警画面。当释放“急停”按钮，并按下“启动”按钮后，系统恢复正常运行，“启动”指示灯恢复常亮。

(二) 生产优化与效率提升

1. 生产效率数据采集与分析，编写 PLC 程序及组态触摸屏画面，自动记录统计模块 3-3 任务中最近 3 个订单的加工时间(加工时间为工业机器人自动运行开始，到工业机器人入库完成结束)，并在触摸屏上使用柱状图形式显示；同时，计算平均耗时，最大耗时，最低耗时，统计数据实时更新。

2. 生产状态监控与优化，实时显示生产运行状态如设备运行中、停止中、复位中等信息。工业机器人的 XYZ 坐标值及 6 个关节角度。