

2022年山东省“技能兴鲁”职业技能大赛
全省智能制造职业技能竞赛
工业机器人操作调整工竞赛项目

技
术
文
件

主办单位：山东机床通用机械工业协会

二〇二二年九月

目 录

一、竞赛项目描述	3
（一）任务 1 工业机器人系统集成应用基本任务	3
（二）任务 2 工业机器人操作调整工创新任务	3
二、竞赛技术纲要制定的标准	4
（一）竞赛标准	4
（二）竞赛内容及技术标准	4
三、参赛条件	6
四、竞赛方式、时间及试题比重	6
（一）竞赛方式	6
（二）竞赛时间	7
五、实际操作竞赛纲要	7
（一）理论知识竞赛内容描述	7
（二）实际操作竞赛样题	10
六、竞赛基础设施	10
（一）工业机器人操作调整工成套设备竞赛环境	10
（二）实际操作竞赛场地面积要求	12
七、竞赛安全及职业素养要求	12
（一）选手安全防护措施要求	12
（二）有毒有害物品的管理和限制	13
（三）医疗设备和措施	13
八、竞赛流程、纪律	13
附件	17

一、竞赛项目描述

本赛项涵盖了工业机器人编程操作、维护管理、调试维修、视觉系统和集成应用等专业领域中的关键技术，竞赛过程与工作过程对接，考查选手的专业能力以及工作效率、质量意识、安全意识等职业素养。充分展示现代制造技术产业向自动化、智能化和数字化转型升级的新技术成果，引领智能制造技术与技能型紧缺人才培养方向和院校专业转型升级，培养从事工业机器人和机器视觉系统的安装、调试、编程、维护和集成应用等工作岗位急需的高素质技术技能人才。提升工业机器人技术应用及相关专业的建设能力，紧贴产业需求，聚焦新职业，助力后疫情时代职业技术教育发展，凸显职业教育的重要性。

（一）任务 1 工业机器人系统集成应用基本任务

模块 1 机械装调：根据任务书给定的内容参赛选手需要完成工件模型测绘设计、机械组件的整体布局设计和机械安装、调试等内容。

模块 2 电气设计、连接：根据任务书给定的内容主要完成控制核心硬件配置，传感器、执行器的连接，控制程序编写的功能。

模块 3 工业机器人应用编程、调试：根据任务书给定的内容完成工业机器人零点校对、IO 设计、连接、配置，基本任务中控制程序的离线编程与仿真，示教器点位示教，以及各单元（涂胶、焊接、码垛等）功能程序编写，程序调试的功能。

模块 4：工业机器人系统联调：根据任务书给定的内容完成检测线的动态抓取，第七轴的任意翻转等功能，并进行各单元机构的过程运行联调，保障整个系统的正常运行。

（二）任务 2 工业机器人操作调整工创新任务

根据任务书给定的内容，需要选手根据大赛提供的创新任务的应

用流程要求,利用提供的设备组件,按照基本任务的工作内容与流程,完成拓展任务。

模块1 组件布局、安装:根据任务书给定的内容,要求相关组件的布局设计,相关组件的安装(电气、气动元件安装)、连接,任务相关电气组件的安装

模块2 任务编程、调试:根据任务书给定的内容要求编写程序,点位示教,程序调试,联调运行。

二、竞赛技术纲要制定的标准

(一) 竞赛标准

本赛项竞赛项目由理论知识竞赛和实践技能操作两部分组成。工业机器人操作调整工竞赛项目职工组参照国家职业技能标准《工业机器人系统操作员》国家职业资格三级要求,学生组参照国家职业技能标准《工业机器人系统操作员》国家职业资格四级要求,并结合工业机器人载智能制造应用技术领域中的新技术、新工艺、新规范和企业生产实际命制试题。

(二) 竞赛内容及技术标准

选手在规定时间内需完成基本任务和拓展任务的工作。

任务1 工业机器人系统集成应用基本任务

模块1 机械装调

考核内容:参赛选手需要完成工件模型测绘设计、机械组件的整体布局设计和机械安装、调试等内容。

测试要求:对要求绘制的工件图纸与实际尺寸误差小于等于规定误差,布局图纸标注与实际测绘误差小于等于规定误差,组件安装紧

固不松动。

模块2 电气设计、连接

考核内容：主要完成控制核心硬件配置，传感器、执行器的连接，控制程序编写的功能。

测试要求：电气设计逻辑正确，按照要求实现任务功能，电气连接与设计一致。

模块3 工业机器人应用编程、调试

考核内容：要完成工业机器人零点校对、IO 设计、连接、配置，基本任务中控制程序的离线编程与仿真，示教器点位示教，以及各单元（涂胶、焊接、码垛等）功能程序编写，程序调试的功能。

测试要求：工业机器人编程流程逻辑正确，完成任务各单元（涂胶、焊接、码垛等）功能，无缺失，运行无干涉，无碰撞。

模块4 工业机器人系统联调

考核内容：主要完成检测线的动态抓取，第七轴的任意翻转等功能，并进行各单元机构的过程运行联调，保障整个系统的正常运行。

测试要求：工业机器人应用流程逻辑正确，完整完成任务要求，运行顺畅，无干涉，无碰撞。

任务2 工业机器人操作调整工创新任务

选手根据大赛提供的创新任务的应用流程要求，利用提供的设备组件，按照基本任务的工作内容与流程，完成拓展任务。

模块1 组件布局、安装

任务相关组件的布局设计，任务相关组件的安装电气、气动元件安装、连接，任务相关电气组件的安装

模块2 任务编程、调试

任务的程序编写，任务的点位示教，任务的程序调试，任务的程

序运行。

三、参赛条件

本竞赛项目（工种）参赛选手应思想品德优秀、身心健康，具备自动化相应职业（专业）扎实的基本功和技能水平，且有较强学习领悟能力，良好的身体素质、心理素质及应变能力。

本竞赛项目（工种）竞赛学生组、职工组以单人赛形式进行，以单位组织报名，每单位参赛选手最多为 5 人。

学生组：参赛选手必须为年满 16 周岁的学生，各级各类职业院校、技工院校与该赛项相关专业的全日制在校生（含应届毕业生）。

职工组：参赛选手为各行业从事本工种或相关工种工作的企业从业人员以及各级各类职业院校、技工院校教师。

本竞赛项目选手应当符合规定的参赛条件。已获得“中华技能大奖”“全国技术能手”“山东省技术能手”等称号的人员，原则上不再以选手身份参加此赛项竞赛。

四、竞赛方式、时间及试题比重

（一）竞赛方式

本竞赛项目为工业机器人操作调整工，分为学生组和职工组两个组别，均为单人赛。此赛项由理论知识和实际操作竞赛两部分组成，其中理论知识采用客观题的形式（100 道题其中单选 60 道、判断 20 道、多选 20 道），理论知识竞赛和实际操作竞赛的总成绩为 100 分，总成绩由理论知识和实践操作两部分按照一定的比例相加作为考生的最终成绩，其中理论知识竞赛占总成绩的 30%，实际操作竞赛占总成绩的 70%。

（二）竞赛时间

理论知识竞赛时间为 1 小时， 实际操作竞赛时间为连续 3 个小时。

五、实际操作竞赛纲要

（一）理论知识竞赛内容描述

1. 考核涉及知识

（1）通用基础知识。

- ① 机械制图标准与识读简单零件图的方法。
- ② 机械设计原理基本知识。
- ③ 公差配合的基本知识、标注与测量方法。
- ④ 机械加工常用设备和加工工艺。
- ⑤ 液压传动与气动基本知识。
- ⑥ 材料与力学原理。
- ⑦ 电气基本知识。
- ⑧ 通用设备和常用电器的种类及用途。
- ⑨ 电控 PLC 编程知识。
- ⑩ 安全用电知识。

（2）机器人基础知识。

- ① 工业机器人操作与编程知识。
- ② 工业机器人电气控制与保养知识。
- ③ 工业机器人拆装与调试知识。
- ④ 工业机器人电气控制与维修知识。
- ⑤ 工业机器人控制原理与系统知识。
- ⑥ 工业机器人自动化单元设计与应用开发知识。

⑦ 工业机器人自动化单元安装与调试知识。

⑧ 工业机器人自动化单元管理与维护知识。

(3) 电气控制基础知识。

① 常用控制按钮的使用场合。

② 电气控制原理。

③ PLC 及总线电气控制系统的基本方法。

(4) 安全文明生产与环境保护知识。

① 现场文明生产要求。

② 安全操作与劳动保护知识。

③ 绿色环保知识。

2. 编程操作与调试

(1) 示教编程。

① 能根据机器人自动运行的现场情况来修正机器人的运动轨迹。

② 能使用机器人的编程指令，并优化机器人的编程程。

(2) 示教调试

① 能根据编写的程序校定机器人工作路径及示教点。

② 能通过调试示教程序及改变机器人工作路径及工作点优化机器人的编程程

3. 关节机器人操作与调整

(1) 机器人安装调试。

① 能正确安装和调整机器人本体。

② 能对机器人电气部分进行电气控制与维修。

③ 能对机器人整机联调实现相关功能并进行保养。

（2）配套设备安装。

- ① 能安装和调整末端执行器。
- ② 能安装机器人工作单元系统的机械与电气系统。
- ③ 能安装气动系统元件。
- ④ 能安装并调试使用多种机器人工作单元配套应用 设备。

（3）基本操作。

- ① 能对程序进行编辑、修改、调用、备份。
- ② 能设定机器人的运动速度和运动轨迹。
- ③ 能调整多种配套应用设备摆放位置角度。
- ④ 能控制装配定位夹紧锁紧固定。

4. 设备调试

- （1）能检测和调试机器人位姿。
- （2）能检测调试线路与按钮连接是否通畅。
- （3）能检测调试气动系统压力。
- （4）能检测多种机器人工作单元配套应用设备并联调。

5. 程序优化

- （1）能评估及优化机器人轨迹程序。
- （2）能通过优化程序指令，提高机器人工作效率。

6. 机器人系统应用方案制定与集成

（1）能根据现场使用情况设定机器人，工件规律性摆放等工具坐标系和工件坐标系。

（2）能连接机器人的 I/O 信号，完成机器人和外部设备的通信工作。

（3）能根据现场实际情况、图纸及工艺要求对机器人系统进行

安装集成。

（二）实际操作竞赛样题

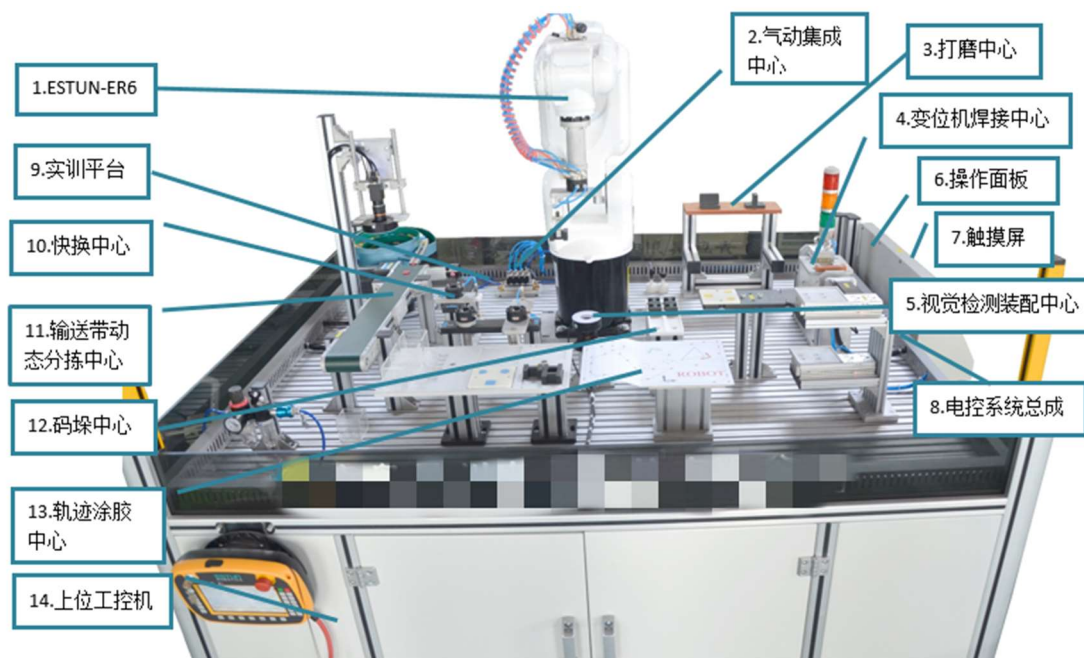
本次比赛以考核参赛选手的综合职业能力为核心，注重操作编程与维修应用联调和工作效能考核，关注工业应用维保细节和联调过程的考核。样题见附件。

六、竞赛基础设施

（一）工业机器人操作调整工成套设备竞赛环境

1. 竞赛设备

本设备具有动态抓取、搬运码垛涂胶打磨焊接等功能。可以进行以下项目的操作，机械系统检查与诊断、电气系统检查与诊断、对 PLC、HMI 进行组态和建立相关通信编程、现场编程与运行维护、视觉检测、系统综合调试、故障处理。



2. 竞赛设施

本次竞赛使用的平台对接世界技能大赛（工业机械装调、综合机械与自动化）标准为参考，配备必须的操作台、装配台以及电脑桌等。

每一个选手配备的场地设备（由赛场提供），竞赛现场主要设备设施配备如下：

表 1 设备设施明细表

序号	组成名称	数量
1	工业机器人 ER6-730 ESTUN	1
2	PLC 1200DC/DC/RLY 西门子	1
3	触摸屏 7062Ki 昆仑通态	1
4	工控机 IPC-610/250W 研华	1
5	显示器 E2270SWN5 AOC	1
6	工业相机 MV-CA060-11GM 海康	1
7	工业相机 MV-CE013-11GM 海康	1
4	伺服电机 KA03 四宏	1
5	实训台 自行设计	1
6	动态抓取单元 自行设计	1
7	静态装配单元 自行设计	1
8	涂胶轨迹单元 自行设计	1
9	搬运码垛单元 自行设计	1
10	变位焊接单元 自行设计	1
11	打磨工件库 自行设计	1
12	传送带电机 31K15RGN 东川	1
13	编码器 E6B2 欧姆龙	1
14	数字稳压振动送料控制器 SDVC20 CUH	1
15	气泵 550W-8L 奥突斯	1
16	交换机 8 口千兆 TL-SG2008 TP-LINK	1
17	三联件 AFC2000 亚德客	1
18	电磁阀 4V130E-06B 亚德客	6
19	快换工具单元 自行设计	1

（二）实际操作竞赛场地面积要求

1. 本次竞赛已备赛场场地 600 平方米，交流电源三相五线电源 AC380 V $\pm$ 10% 50Hz，配电源保护系统，具有接地保护、漏电保护、断电保护功能，安全性符合相关的国家标准，同时配有符合竞赛编程配置的电脑 10 台。

2. 赛场留有安全通道。竞赛前明确告诉选手和裁判员安全通道和安全门位置。赛场配备灭火设备，并置于显著位置。赛场组织人员做好竞赛安全、健康和公共卫生及突发事件预防与应急处理等工作。

七、竞赛安全及职业素养要求

（一）选手安全防护措施要求

严格遵循相关职业素养要求及安全规范，安全文明参赛；操作规范；工具摆放整齐；着装规范；资料归档完整等。严格防止电路短路、生产失控造成人身伤害。

1. 选手安全防护装备应符合表 2 要求。

表 2 选手安全防护装备明细表

防护项目	图示	说明
足部的防护		防滑、防砸、防穿刺、绝缘
安全帽		1. 用来保护头顶的钢制或类似原料制的浅圆顶帽子，防止冲击物伤害头部 2. 比赛全程选手必须佩戴安全帽

工作服		1.必须是长裤 2.防护服必须紧身不松垮，达到三紧要求
-----	---	--------------------------------

2.大赛时，裁判员对违反安全与健康条例、违反操作规程的选手和现象将提出警告并进行纠正。选手防护装备佩带要求见表3。

表3 选手防护装备佩带要求明细表

时段	要求	备注
安装操作时	   	不可以牛仔裤配紧身上衣
编程时	 	

（二）有毒有害物品的管理和限制

选手禁止携带表4所示的物品。

表4 选手禁带的物品明细表

有害物品	图示	说明
防锈清洗剂		禁止携带 
酒精、汽油	 	严禁携带 
有毒有害物		严禁携带 

（三）医疗设备和措施

赛场必须配备医护人员和必须的药品。

八、竞赛流程、纪律

- 1.操作技能比赛的天数和场次由承办方根据报名人数确定。
- 2.每场比赛前所有设备和计算机由技术服务人员恢复到初始。
- 3.选手出场次序由赛前各组分别抽签确定，再抽签确定工位号，原则上同一参赛队的多位选手同时上场，如因设备原因无法安排，则安排相邻场次，但不得隔场。
- 4.参赛选手在比赛时间前 30 分钟到赛场检录，检录后进行抽签确定选手的工位号。
- 5.如比赛时因设备故障等特殊原因需要更换工位，在保证数控系统不变的前提下，选手应无条件服从。
- 6.选手在比赛期间及工作期间。不得自带任何纸质资料和存储工具；不得使用手机、照相、录像等通信和数据存储设备；不得随意走动到其他工位与他人交流。
- 7.竞赛结束以裁判长铃声为界。竞赛结束选手应在 3 分钟内将赛件、赛件图样、评分标准及其它规定的物品交至指定地点进行封装，选手在密封袋上签字确认。选手每晚提交 1 分钟（不足 1 分钟按 1 分钟计）扣除竞赛成绩 5 分。如果选手提前结束比赛，应报裁判员批准，比赛终止时间由裁判员记录在案，选手提前结束比赛后不得再进行任何比赛相关工作。选手提前结束竞赛后，需原地等待，不得离开赛场，直至本场比赛结束。
- 8.竞赛延时：在特殊情况下，只能由裁判长决定是否延长竞赛时间。
- 9.比赛过程中，参赛选手须严格遵守相关安全操作规程，禁止不安全操作和野蛮操作，不得擅自修改工业机器人参数，确保人身及设备安全，并接受裁判员的监督和警示，若因选手个人因素造成人身安

全事故和设备故障，不予延时，情节特别严重者，由大赛裁判组视具体情况做出处理决定（最高至终止比赛），视违规程度，受到“罚去10-20分、不得进入前10名、取消竞赛资格”等不同级别的处罚。

10.正式比赛期间，除裁判长外任何人员不得主动接近选手及其工作区域，选手有问题向裁判反映。

附件：

山东省‘技能兴鲁’职业技能大赛
全省智能制造职业技能竞赛
“工业机器人操作调整工”赛项竞赛任务书

选手须知：

1.任务书共 17 页，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；仔细研读任务书，检查考核平台，如有模块缺少、设备问题，请及时向裁判提出。

2.参赛队应在 **3 小时**内完成任务书规定内容。

3.竞赛设备包含 1 台计算机，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、触摸屏操作手册、平台简介、图片素材等）放置在“**D:\大赛参考资料**”文件夹中。

4.选手在竞赛过程中利用计算机创建的软件程序文件必须拷贝存储到平台工控机“**D:\技能竞赛**”文件夹中，其中 PLC 文件的命名格式为“**PLC+场次号+工位号**”，触摸屏文件的命名格式为“**HMI+场次号+工位号**”。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，酌情补时不超过十五分钟。

5.任务书中只得填写竞赛相关信息，不得出现学校、公司、姓名等与身份有关的信息或与竞赛过程无关的内容，否则成绩无效。

6.由于参赛选手人为原因导致竞赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队竞赛资格并照价赔偿。

7.服从裁判人员的管理与安排。

竞赛场次：第____场

赛位号：第____号

附件

竞赛设备描述：

现有一台多功能实训考核平台，平台包括工业机器人本体、机器人控制系统及示教盒、机器人工作台、上位机、气动系统、电控系统、视觉成像系统、定速皮带输送机、变位机，快速交换工具（机械臂一套、工具侧三套）、动态分拣单元、视觉检测装配单元、轨迹涂胶单元、搬运码垛单元、变位机焊接单元、抛光打磨单元等组成。电控系统是由电气控制台、操作面板、触摸屏、PLC&伺服控制等模块组成。各模块布局如图 1 所示。根据任务请对工业机器人进行以下方面设计：

- 1、机械系统检查与诊断；
- 2、电气系统检查与诊断，对 PLC、HMI 进行组态和建立相关通信编程；
- 3、现场编程与运行维护；
- 4、应用视觉软件对工件模型进行学习训练；
- 5、系统综合调试、故障处理。

注：关节坐标系下工业机器人工作原点位置 J1-J6 依次为 $[0^\circ, 0^\circ, 0^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ 。

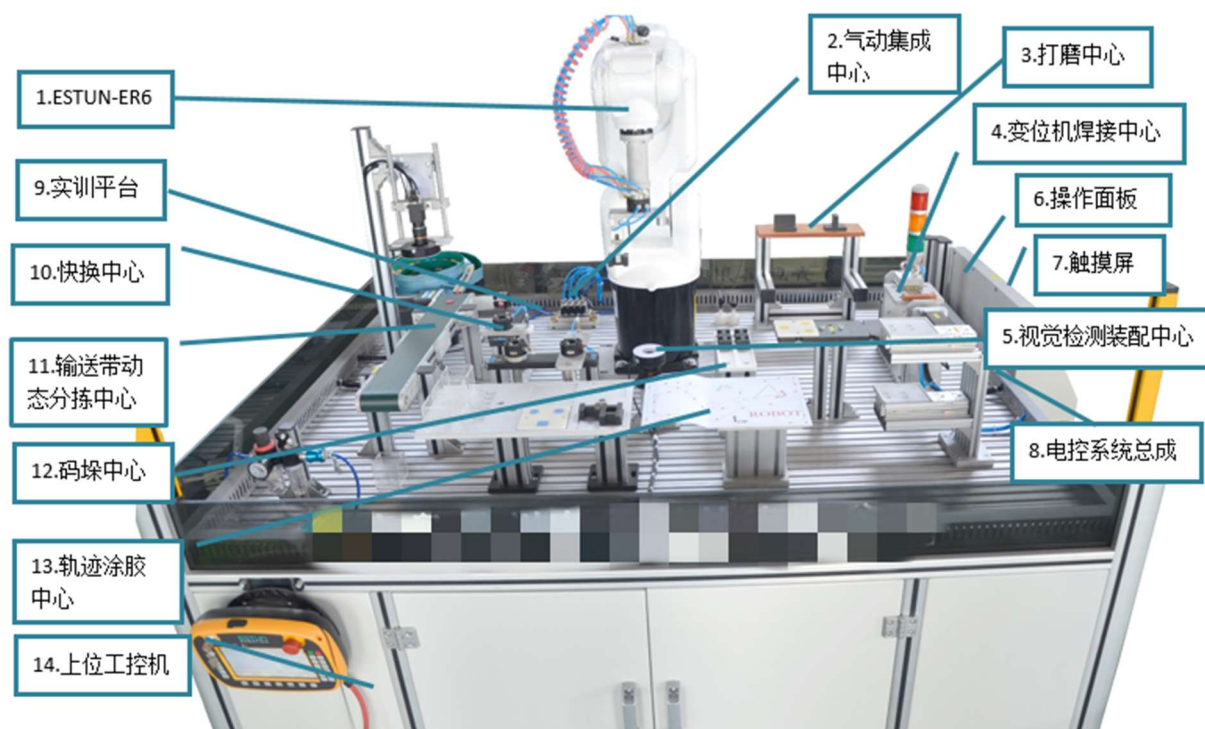


图 1 多功能实训考核工作站模块布局图

(一) PLC 的 IO 信号连接

表 1 PLC 输入信号表

序号	PLC 地址	数据类型	符号
1	I0.0	BOOL	启动
2	I0.1	BOOL	停止
3	I0.2	BOOL	手自动
4	I0.3	BOOL	暂停
5	I0.4	BOOL	复位
6	I0.5	BOOL	急停
7	I0.6	BOOL	
8	I0.7	BOOL	
9	I1.0	BOOL	
10	I1.1	BOOL	
11	I1.2	BOOL	
12	I1.3	BOOL	伺服报警
13	I1.4	BOOL	伺服备妥
14	I1.5	BOOL	机器人完成
15	I8.0	BOOL	机器人_报警
16	I8.1	BOOL	机器人_运行
17	I8.2	BOOL	机器人_使能
18	I8.3	BOOL	机器人_安全门（急停）

表 2 PLC 输出信号表

序号	PLC 地址	数据类型	符号
1	Q0.0	BOOL	振动筛
2	Q0.1	BOOL	输送链
5	Q0.4	BOOL	伺服使能
6	Q0.5	BOOL	伺服复位
7	Q0.6	BOOL	PLC 完成
8	Q0.7	BOOL	机器人_复位
9	Q1.0	BOOL	机器人_启动
10	Q1.1	BOOL	机器人_停止
11	Q4.0	BOOL	
12	Q4.1	BOOL	
13	Q4.2	BOOL	变位机_伺服脉冲
14	Q4.3	BOOL	变位机_伺服方向
15	Q8.0	BOOL	指示灯_黄
16	Q8.1	BOOL	指示灯_绿
17	Q8.2	BOOL	指示灯_红

(二) 工业机器人_PLC 通讯 ModBus_TCP 点位表

表 3 开关量信号表

机器人	PLC	注释	PLC	机器人	注释
SimDout[1]	M129.0	机器人响应	M227.0	SimDI[1]	PLC 完成
SimDout[2]	M129.1	机器人完成	M227.1	SimDI[2]	PLC 响应
SimDout[3]	M129.2	机器人运行	M227.2	SimDI[3]	
SimDout[4]	M129.3		M227.3	SimDI[4]	变位机到位
SimDout[5]	M129.4		M227.4	SimDI[5]	
SimDout[6]	M129.5		M227.5	SimDI[6]	
SimDout[7]	M129.6		M227.6	SimDI[7]	回原点
SimDout[8]	M129.7	轨迹涂胶完成	M227.7	SimDI[8]	轨迹涂胶启动
SimDout[9]	M128.0	产品码垛完成	M226.0	SimDI[9]	产品码垛启动
SimDout[10]	M128.1	产品焊接结束	M226.1	SimDI[10]	产品焊接启动
SimDout[11]	M128.2	视觉分拣结束	M226.2	SimDI[11]	视觉分拣启动

(三) 工业机器人 IO 信号配置

表 4 机器人输入信号表

序号	机器人地址	符号地址(自动)	方向	PLC 地址
1	DIN[9]	PLC 完成	INPUT	Q0.6
2	DIN[10]	仓库 1 伸出到位	INPUT	
3	DIN[11]	仓库 1 缩回到位	INPUT	

4	DIN[12]	仓库 2 伸出到位	INPUT	
5	DIN[13]	仓库 2 缩回到位	INPUT	
6	DIN[14]		INPUT	
7	DIN[15]	变位机气缸伸出到位	INPUT	
8	DIN[16]	变位机气缸缩回到位	INPUT	

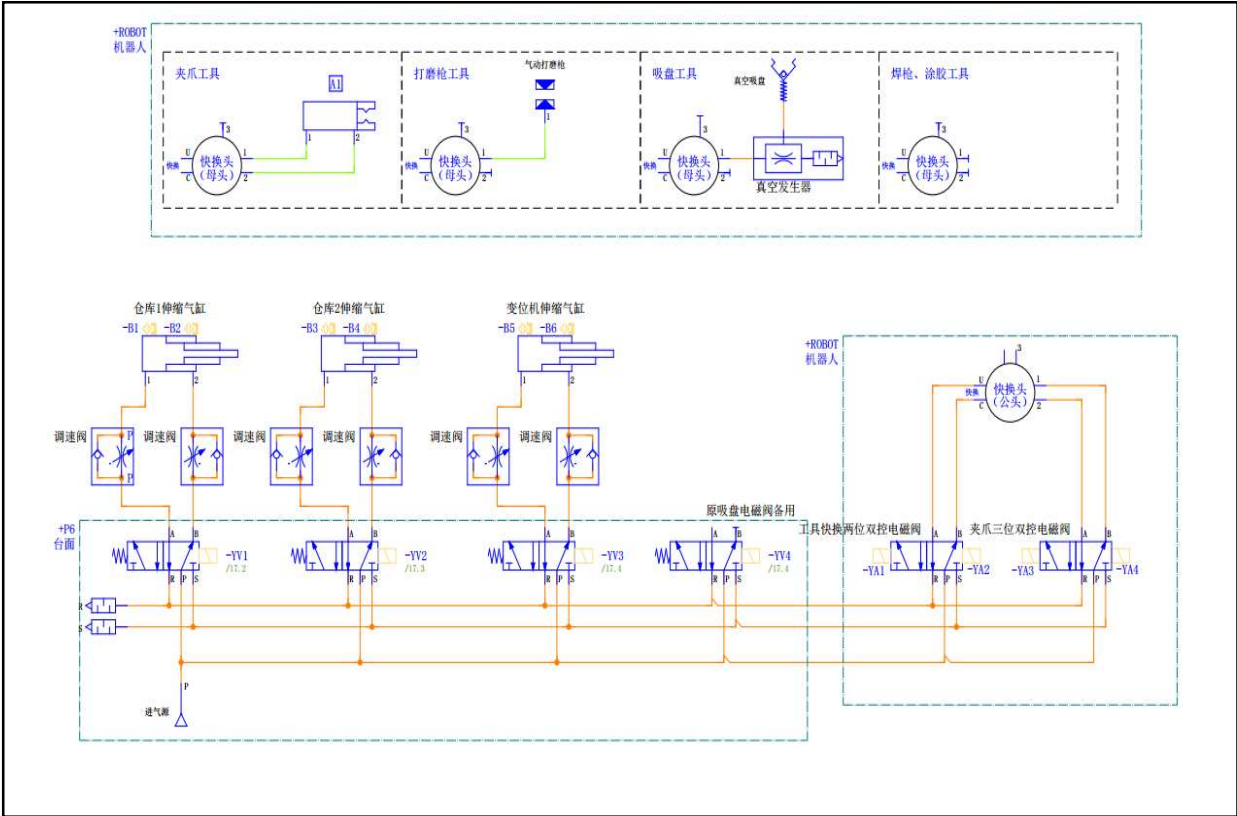
表 5 机器人输出信号表

序号	机器人地址	符号地址(自动)	方向	PLC 地址
1	Dout[9]	机器人完成	OUTPUT	I1.5
2	Dout[10]	仓库 1 伸出电磁阀 YV1	OUTPUT	
3	Dout[11]	仓库 2 伸出电磁阀 YV2	OUTPUT	
4	Dout[12]	变位机夹紧电磁阀 YV3	OUTPUT	
5	Dout[29]	吸盘_吸电磁阀 YA3	OUTPUT	
6	Dout[14]		OUTPUT	
7	Dout[15]	光源开_皮带相机	OUTPUT	
8	Dout[16]	光源开_固定相机	OUTPUT	
9	Dout[17]		OUTPUT	
10	Dout[27]	快换头释放 YA1	OUTPUT	
11	Dout[28]	快换头吸合 YA2	OUTPUT	
12	Dout[29]	夹爪张开 YA3	OUTPUT	
13	Dout[30]	夹爪闭合 YA4	OUTPUT	

表 6 机器人系统信号表

序号	PLC 地址	机器人地址	符号地址(自动)	方向
1	SI1	DIN[7]	远程复位	SYSTEM-IO
2	SI2	DIN[6]	远程运行	SYSTEM-IO
3	SI3	DIN[3]	远程停止	SYSTEM-IO
4	S01	Dout[2]	系统报警	SYSTEM-IO
5	S02	Dout[1]	PLC 运行	SYSTEM-IO
6	S03	Dout[4]	系统使能	SYSTEM-IO
7	S04	Dout[5]	安全门状态	SYSTEM-IO

(四) 气路图



(五) 通信网络

系统中主要模块的预设 IP 地址分配如下表 7 所示，各参赛队可根据实际情况自行修改。

表 7 主要功能模块预设 IP 地址分配表

序号	名称	IP 地址分配	备注
1	工业机器人	192. 168. 0. 61	预设
2	工业相机 1	192. 168. 0. 71	预设
3	工业相机 2	192. 168. 0. 72	预设
4	主控系统 PLC	192. 168. 0. 51	预设
5	主控 HMI 触摸屏	192. 168. 0. 41	预设
6	编程计算机 IP1	192. 168. 0. 31	预设
7	编程计算机 IP2	192. 168. 0. 32	预设

任务一：机械系统安装检查与诊断

（一）工业机器人气路及外部工装安装

1.工业机器人外部工装安装

完成工业机器人末端快换夹具及焊接模块安装定位：

模块安装连接完成后，效果如图 1-1 所示。

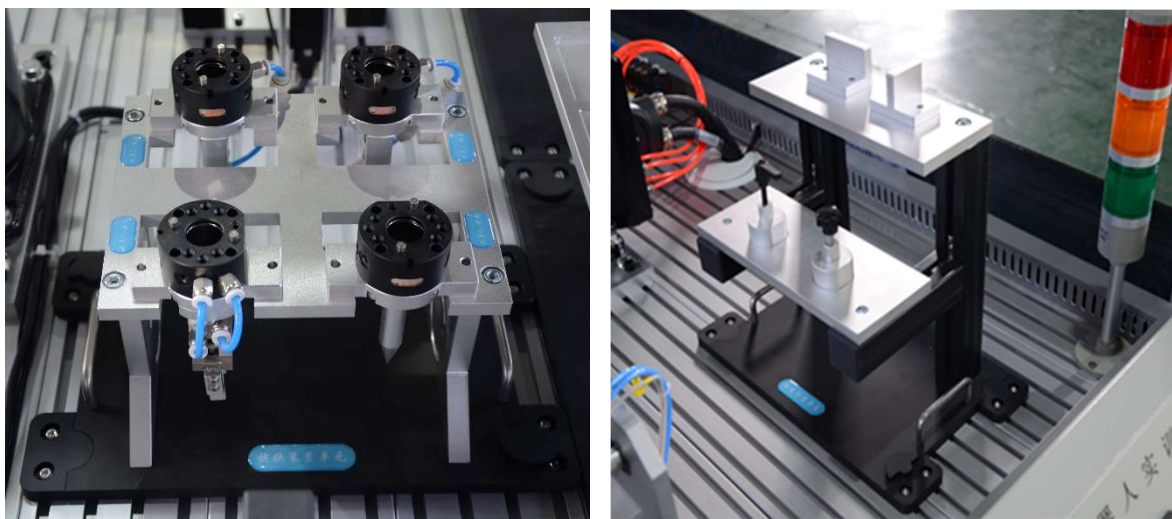


图 1-1 末端执行器各模块安装连接后的效果

2.工业机器人末端手抓控制气路的安装

完成工业机器人快换装置的部分气路连接：

机器人主气路气管与气管接头的连接；实现综合任务所要求检查。

3. 立体库气缸、变位机夹紧定位夹具控制气路的安装

完成立体库气缸、变位机夹紧定位夹具控制气路整体气路连接：

- 1) 三个气缸气管接头的安装；
- 2) 气管到电磁阀的气路布线；
- 3) 电磁阀体气管接头的连接。

立体库气缸、变位机夹紧定位夹具控制气路连接完成后，效果如下图 1-2 所示。



图 1-2 变位机定位夹具及电磁阀气路连接后的效果

4. 气路捆扎不影响工业机器人正常动作，不会与周边设备发生刮擦勾连。不能出现折弯缠绕和绑扎变形现象，不允许出现漏气现象。将气路压力调整到 0.4MPa~0.7MPa，打开过滤器末端开关，测试气路连接及与对应电磁阀控制逻辑的正确性。

（二）传感器的安装

1. 安装并调试立体库、变位机夹紧气缸传感器

安装立体库、变位机夹紧气缸上的磁性传感器开关正确位置，使变位机定位气缸处于缩回位置 B5 为 1，伸出夹紧位置 B6 为 1；仓库伸缩气缸 1、2 处于缩回位置 B1、B3 为 1，仓库伸出位置 B2、B4 为 1；立体库、变位机夹紧气缸传感器安装完毕后，效果如图 1-3 所示。



图 1-3 传感器布置

2. 按照气路图完成气路连接，实现仓库伸缩气缸和变位机伸缩气缸的动作控制。正压气路用蓝色气管，负压气路用透明气管。

正确连接磁性限位开关，B1（DIN[11]）、B3（DIN[13]）、B5（DIN[16]）为缩回位，B2（DIN[10]）、B4（DIN[12]）、B6（DIN[15]）为伸出位。

完成任务一后，举手示意裁判进行评判！

任务二：电气系统检查与诊断

（一）视觉及网络系统的连接

完成连接相机、编程计算机、主控单元、机器人系统和触摸屏的连接：

- 1) 安装连接相机的电源线、通信线于正确位置；
- 2) 按照系统网络拓扑图（如图 2-1 所示）完成系统组网。



图 2-1 相机和编程计算机的连接示意图

相机连接完成后，效果图如图 2-2 所示。



图 2-2 相机连接完成的效果

（二）机器人周边系统应用通讯、编程

通过 PLC 编程软件，打开指定的大赛环境工程，对 PLC、HMI 进行组态及编程，建立 PLC 与工业机器人的 Modbus-TCP 通信，绘制 HMI 画面并配置相关变量，建立 HMI 画面共分欢迎画面、控制画面两个画面，要求使得按下触摸屏“变位焊接功能启动”按钮（功能代号 AI1=23），启动自己编写的机器人变位焊接程序，HMI 配置启动、停止、运行指示、机器人启动、机器人停止、机器人复位、AI1 七个变量如表

通道号	变量名	通道名称	寄存器名称	寄存器地址
1	振动筛	读写 Q000.0	Q 输出继电器	0
2	皮带	读写 Q000.1	Q 输出继电器	0
3	ROBOT_复位	读写 Q000.7	Q 输出继电器	0
4	ROBOT_启动	读写 Q001.0	Q 输出继电器	1
5	ROBOT_停止	读写 Q001.1	Q 输出继电器	1
6	运行指示_机器人	读写 M129.2	M 内部继电器	129
7	变位机_正转 JOG	读写 DB4:001.0	V 数据寄存器	4.1
8	变位机_反转 JOG	读写 DB4:001.1	V 数据寄存器	4.1
9	变位机_伺服使能	读写 DB4:001.2	V 数据寄存器	4.1
10	变位机_设定零点	读写 DB4:001.3	V 数据寄存器	4.1
11	变位机_伺服复位	读写 DB4:001.4	V 数据寄存器	4.1
12	变位机_回零点	读写 DB4:001.5	V 数据寄存器	4.1
13	变位机_绝对运动执行	读写 DB4:001.6	V 数据寄存器	4.1
14	变位机_报警	读写 DB4:002.4	V 数据寄存器	4.2
15	功能_启动	读写 DB4:003.3	V 数据寄存器	4.3
16	功能_停止	读写 DB4:003.4	V 数据寄存器	4.3
17	AI1	读写 DB4:DF008	V 数据寄存器	4.8
18	AI2	读写 DB4:DF012	V 数据寄存器	4.12
19	变位机角度	读写 DB4:DF048	V 数据寄存器	4.48

欢迎画面参考如下图所示：

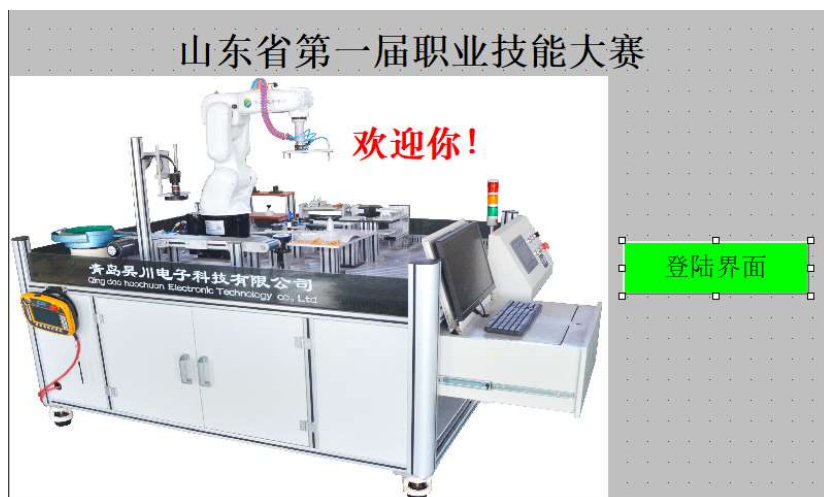
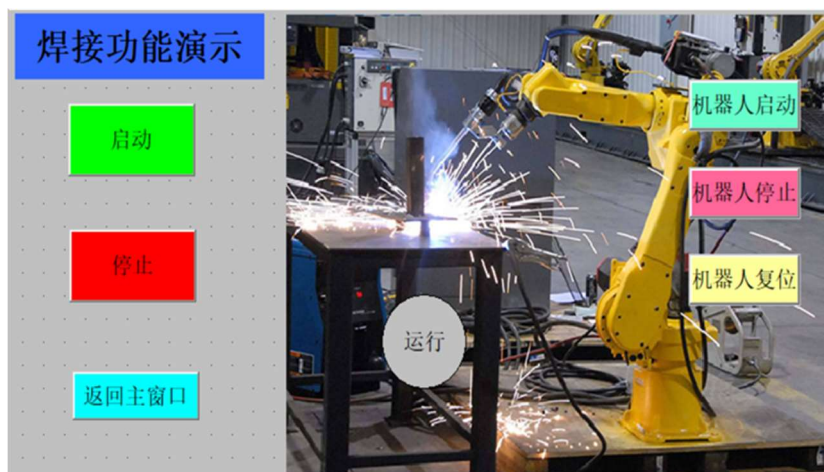


图 2-3 HMI 显示界面示例

控制画面如下图所示：



完成任务二后，举手示意裁判进行评判！

任务三：工业机器人变位机焊接应用编程

工业机器人变位机焊接应用控制要求如下所示：

1.系统初始复位

- 1) 利用所需触摸屏环境手动调整变位机复位到装配平台水平状态（0 度）；
- 2) 利用示教盒将未安装任何工具工业机器人手动操作到原点位置；**注意：**若机器人带有末端工具的务必先利用示教器执行“放工具”程序，将末端工具放回至规定位置并返回至原点；夹爪、焊枪工具安放于合适固定工具架；操控相关信号控制电磁阀将返回至零度的变位机定位气缸处于缩回状态；
- 3) 将控制面板的“模式开关”切换到“手动”模式，工业机器人调整到手动示教模式，运行速度 25%，将触摸屏从欢迎画面切换至焊接设定画面。

2.工业机器人设定

- 1) 工业机器人工具坐标系设定焊接工具（模拟焊枪）的工具坐标系；
- 2) 设定焊接工件库单元的用户坐标系；

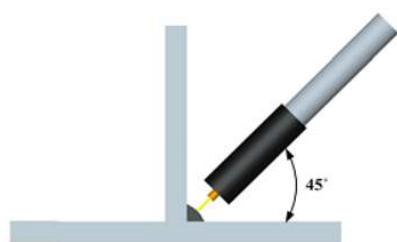
3.工作站变位焊接过程示教编程

通过工业机器人示教器示教、编程和再现，能够依次实现按照如下步骤指定位置完成变位焊接的基础工艺任务。

测试要求如下：

1) 工业机器人以 HOME 点为起始点，以 HOME 点为结束点，从起始点开始先执行“取（夹具）工具”指令，取到夹具后返回至 HOME 点，在运行至“焊接工件库单元”焊接料块 B 上方(如图 3-1 焊接料块 B 起始点)，机器人夹取到料块后放置在水平变位机中的定位凹槽内（如图 3-2 水平状态下的）并返回至 HOME 点，等待 1 秒后，定位气缸夹紧，等待 1 秒后，变位机向右旋转 20 度（-20 度）等待一秒后，机器人放回夹具，并换上焊枪工具返回 HOME 点。机器人搬运料块速度设定为速度为 100mm/s。完成搬运后后，机器人回 Home 点，停留 2s 后执行工序 2。注意：顺序，抓取速度，停留时间等均纳入评分，请认真审题合理操作。

2) 以 HOME 点开始，焊枪工具以合适于变位机当前表面的姿态，距离焊缝 3mm 处，由后向前开始推焊接，焊接速度以 10mm/s 的速度运行，如下图姿态：



b) T形接头平角焊

运行完成后，机器人返回至 HOME 点，等待 1 秒后，变位机回正水平，等待 1 秒后，定位气缸松开，等待 1 秒后，机器人放回焊枪工具，并拾取夹具工具，返回至 HOME 点。运行焊接模块速度设定为速度为 100mm/s（模拟焊接焊缝时速度 10mm/s）。完成焊接后，机器人回 Home 点。注意：顺序，速度，摆放，停留时间等均纳入评分，请认真审题合理操作。

3) 拾取夹具回到 HOME 点，等待 1 秒后运行至变位机定位凹槽拾取点，等待 1 秒，后拾取焊接好的料块，将其搬运至“焊接工件库单元”放置后，返回 HOME 点。

4) 注意：所有单程运动轨迹不得超过 3 个过度点。



图 3-1 焊接料块 B 起始点

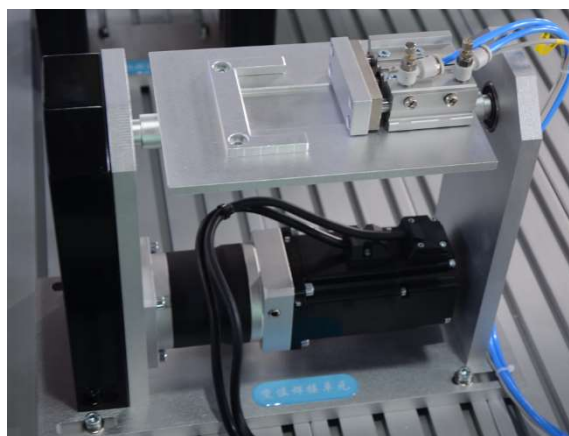


图 3-2 水平状态下的“变位机”

4. 系统结束复位

待完成“出库-焊接-入库”工艺完成后，工业机器人自动将末端工具放入快换装置库并返回工作原点。

5. 系统停止

系统运行过程中按下工作台上的红色停止按钮，工业机器人立即停止，停止后须手动操作机器人到工作原点，重新加载程序且系统初始复位完成后，按下工

作台绿色启动按钮可再次运行程序。

完成任务三后，举手示意裁判进行评判！

任务四：系统综合调试、故障处理

（如果参赛队没有完成变位焊接程序，可采用人工手动运行已完成部分的程序，但必须报告裁判）。

（一）人机交互功能设计

根据综合任务要求，由选手自行设计主控触摸屏界面，满足以下基本功能：

1. 主控 PLC 能够实现系统的复位、启动、暂停、停止等功能：

1) 系统复位为系统中工业机器人、快换工具、变位焊接处于初始归零状态；

2) 系统启动为系统自动按照综合任务运行；

3) 系统停止为系统停止运动，包括系统中的工业机器人、快换工具、变位焊接等模块。

2. 主控界面包含功能启动、停止、运行指示、机器人启动、机器人停止、机器人复位六个按钮和指示：指示灯绿色状态信号灯指示系统任务运行，熄灭指示任务完成。

（二）系统综合工作任务如下：□将控制面板的“模式开关”切换到“自动”模式，工业机器人调整到自动模式，运行速度 15%，按下 HMI 画面 “焊接功能启动”（功能代号 AI1=23）启动按键（禁止对示教器进行任何操作），HMI 画面 “运行指示灯”亮绿指示。工业机器人将从 home 点自动拾取工具夹具安装到快换装置上，然后返回至工作原点；工具垂直于“焊接工件库单元”起始点表面，按照完成基础出库搬运，搬运至变位机后等待 1 秒后，定位气缸夹紧，等待 1 秒后，变位机向右旋转 20 度（-20 度），出库搬运完成后工业机器人将夹爪工具放回原位后继续拾取焊枪工具返回至 HOME 点，工业机器人回到 Home 点后运行至变位机，焊枪工具以合适于变位机当前表面的姿态，距离焊接缝 3mm 处，由后向前开始焊接，焊接速度以 10mm/s 的速度运行，运行完成后，机器人返回至 HOME 点，等待 1 秒后，变位机回正，等待 1 秒后，定位气缸松开，等待 1 秒后，机器人放回焊枪工具，并拾取夹具工具，返回至 HOME 点。拾取夹具回到 HOME 点，等待 1 秒后运行至变位机凹槽拾取点，等待 1 秒，后拾取焊接好的料块，将其搬运至“焊接工件库单元”放置后，返回 HOME 点， HMI 画面 “运行指示灯”熄灭。

完成任务四后，举手示意裁判进行评