

# 2021年全国职业院校技能大赛河北省选拔赛(高职)

# 工业机器人技术应用赛项

# 样题

## 选手须知:

- 1. 任务书共<u>25</u>页,如出现任务书缺页、字迹不清等问题,请及时向裁判申请 更换任务书。
- 2. 竞赛过程配有两台编程计算机,参考资料(机器人、PLC、变频器的产品手册,设备的 IO 变量表)以.pdf 格式放置在"D:\参考资料"文件夹下。
- 参赛团队应在 4.5 小时内完成任务书规定内容;选手在竞赛过程中创建的 程序文件必须存储到"D:\技能竞赛\赛位号"文件夹下,未存储到指定位置 的运行记录或程序文件均不予给分。
- 4. 选手提交的试卷不得出现学校、姓名等与身份有关的信息,否则成绩无效。
- 由于错误接线、操作不当等原因引起机器人控制器及 I/O 组件、智能相机、 PLC、变频器、AGV 的损坏以及发生机械碰撞等情况,将依据扣分表进行处 理。
- 每一个任务的初始状态和具体测试要求根据评判要求在开赛时、任务评分前 或任务评分时给定。
- 7. 工件在装配工位、备品库、成品库不允许堆叠,一个工件摆放位同时只能摆放一个工件。

8. 在完成任务过程中,请及时保存程序及数据。

场次: \_\_\_\_\_ 工位号: \_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_

## 竞赛设备描述:

"工业机器人技术应用"竞赛在"工业机器人技术应用实训平台"上进行,该设备由工业机器人、AGV机器人、托盘流水线、装配流水线、视觉系统和码垛机立体仓库等六大系统组成,如图1所示。



图1 竞赛平台结构图

系统的主要工作目标是实现机器人关节的混流生产,基本流程为:码垛 机从立体仓库中取出工件放置于 AGV 机器人上部输送线,通过 AGV 机器人输 送至托盘流水线上,通过视觉系统对工件进行识别,然后由工业机器人进行 混流生产,生产完成后,再反向入库。机器人关节由 4 个工(部)件组成, 分别是关节底座、电机、谐波减速器和输出法兰。关节底座、电机、谐波减 速器和输出法兰各有 2 种类型,谐波减速器和输出法兰存在次品。各工 (部)件类型如图 2 所示,次品类型如图 3 所示。



3





图 4 I 型和 II 型成品套件图示

托盘结构以及托盘放置工件的状态如图 5 所示,托盘两侧设计有档条, 两档条的中间区域**为工件放置区**。



图 5 待装配的工件放置于托盘中的状态 系统中托盘流水线和工件装配生产线工位分布如图 6 所示。



图 6 托盘流水线和装配流水线工位分布

装配流水线如图 7 所示。由成品库 G7、装配工位 G8 和备件库工位 G9 三 个部分组成。定义成品库 G7 工位的工作位置为装配流水线回原点后往中间运 动 200mm 的位置;装配工位 G8 的工作位置为在装配流水线中间位置;备件库 G9 工位的工作位置为装配流水线回原点后往中间运动 200mm 的位置。



图7 装配流水线

装配工位配置有四个定位工作位,按图7规定为1号位、2号位、3号位 和4号位。每个定位工作位安装了伸缩气缸用于工件二次定位,当机器人将 工件送至装配工位后,先将其通过气缸进行二次定位,然后再进行装配,以 提高机器人的抓取精度,保证顺利完成装配。

备件库主要用于存放电机、谐波减速器和输出法兰等工件,也可以用于 缺陷工件的临时存放。

成品库主要用于存放已装配完成的工件,也可以用于其他工件临时存 放。

工件在装配工位、备品库、成品库不允许堆叠,一个工件摆放位同时只

5

能摆放一个工件。

立体库仓位规定如下图 8 所示。



图 8 立体库仓位规定

系统中主要模块的预设 IP 地址分配如下表 1 所示,各参赛队可根据实际 情况自行修改。

序号	名称	IP 地址分配	备注
1	工业机器人	192.168.8.103	预设
2	智能相机	192. 168. 8. 3	预设
3	主控系统 PLC	192. 168. 8. 11	预设
4	主控 HMI 触摸屏	192. 168. 8. 111	预设
5	编程计算机1	192. 168. 8. 21	预设
6	编程计算机 2	192. 168. 8. 22	预设
7	码垛机系统 PLC	192. 168. 8. 12	预设
8	码垛机 IMI 触摸屏	192. 168. 8. 112	预设

表1 主要功能模块预设 IP 地址分配表

### 任务一: 机械和电气安装

- (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真空吸盘、气动三爪卡盘以及部分气路连接:

- 1) 吸盘与吸盘支架的安装, 气管接头的安装;
- 2) 三爪卡盘与支架的安装, 气管接头的安装;
- 3) 支架与连接杆的安装;
- 4) 连接杆与末端法兰的安装;
- 5) 末端法兰与机械手本体固连(连接法兰圆端面与机械手本体 J6 关节输 出轴末端法兰);
  - 6) 气管与气管接头的连接;
  - 7) 激光笔的安装。

气动手爪安装连接完成后,效果如图 1-1 所示。



图 1-1 末端执行器连接后的效果

2. 工业机器人末端手抓控制气路的安装

完成工业机器人三爪卡盘和双吸盘的部分气路连接:

- 1) 机器人主气路接头的连接;
- 2) 三爪卡盘与吸盘电磁阀的安装及其气路的连接;
- 3) 吸盘真空发生器的安装与连接;
- 4) 机器人手抓夹具及激光笔控制电缆的连接。
- 3. 装配流水线定位夹具及控制气路的安装

完成装配流水线 G8 工位定位夹具及其相关部件的安装和整体气路连接:

- 1) 流水线上 G8 工位三个定位块及夹具的安装;
- 2) 三个定位夹具气管接头的安装;
- 3) 气管拖链及其相关部件的安装;
- 4) 气管到电磁阀的气路布线;
- 5) 电磁阀体气管接头的连接。

装配流水线定位夹具及其气路连接完成后,效果如下图 1-2 所示。



图 1-2 装配流水线定位夹具及电池阀气路连接后的效果

完成任务一中(1)(2)(3)后,举手示意裁判进行评判!

#### (二)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、码垛机单元和触摸屏的连接: 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 1-3 所示) 完成系统组网。



图 1-3 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 1-4 所示。



图 1-4 相机连接完成的效果 *完成任务一中(二)后,举手示意裁判进行评判*! 任务二:视觉系统编程调试

在完成任务一中视觉系统连接的基础上(如果参赛队没有完成任务一(三), 由裁判通知技术人员完成,参赛队任务一(三)不得分,并扣2分),完成如 下工作:

(一)视觉软件设定

打开安装在编程计算机上的 X-SIGHT STUDIO 信捷智能相机软件,连接和 配置相机,通过调整相机镜头焦距及亮度,使智能相机稳定、清晰地摄取图像 信号。

测试要求如下:

在软件中能够正确实时查看到现场放置于相机下方托盘中的工件 1 的图像,要求工件图像清晰。实现后的界面效果如图 2-1 所示。



图 2-1 实现后的界面效果示例

|完成任务二中(一)后,举手示意裁判进行评判!|

#### (二)智能相机的调试和编程

1. 设置视觉控制器触发方式、Modbus 参数,设置视觉控制器与主控 PLC 的 通信;

2. 图像的标定、样本学习任务,要求如下:

1)对图像进行标定,实现相机中出现的尺寸和实际的物理尺寸一致;

2)对托盘内的单一工件进行拍照,获取该工件的形状和位置、角度偏差,利用视觉工具,编写相机视觉程序对工件进行学习。规定相机镜头中心为位置 零点,智能相机学习的工件角度为零度; 3) 编写 8 种工件及缺陷件脚本文件,规定每个工件地址空间的第1个信息为工件位置 X 坐标,第2个信息为工件位置 Y 坐标,第3个信息为角度偏差。

测试要求如下:

选手依次手动将摆放有图 2 中的 1~8 号工件以及图 3 中的缺陷工件(3A-1号和 4A-1号)的托盘(每一个托盘放置 1 个工件)放置于拍照区域,在软件中能够得到和正确显示 8 种工件及 2 种缺陷件的位置、角度和类型编号。

#### 注意事项:

1) 在样本学习和编写脚本文件时现场不提供 3A 或 4A 号的缺陷工件;

2) 在编写相机视觉脚本程序时,相机程序中对应工件的通信地址可自行 定义。

完成任务二中(二)后,举手示意裁判进行评判!

#### 任务三:工业机器人系统编程和调试

#### (一) 工业机器人设定

1. 工业机器人工具坐标系设定

1) 设定手爪1 双吸盘的工具坐标系;

2) 设定手爪2三爪卡盘的工具坐标系,参考值为(0,-144.8,165.7,90,140,-90)。

2. 托盘流水线和装配流水线位置调整

利用工业机器人手爪上的激光笔,通过工业机器人示教操作,使工业机器 人分别沿 X 轴、Y 轴运动,调整托盘流水线和装配流水线的空间位置,使托盘 流水线和装配流水线与工业机器人相对位置正确。

#### (二)工业机器人示教编程

1. 通过工业机器人示教器示教、编程和再现,能够实现依次将4种工件从 托盘流水线工位G1的托盘中心位置,搬运到装配流水线G7、G8、G9指定的位置中。

测试要求如下:

1)将3、8、1、6号工件依次摆放于托盘中心位置,每次放一种工件,用 末端工具对工件进行取放操作,工件取放在如下图 3-1 所示的装配工位 G8 的 对应定位工位中,工件放到位置后,控制夹紧气缸夹紧工件,进行二次定位。 然后,用双吸盘将空托盘放置于托盘收集处。



图 3-1 工件夹紧位置

2) 将图 3-1 中摆放完成的 1、6、3、8 号工件取放在如图 3-2 所示的成品

库 G7 和备件库 G9 中。



任务四:工业机器人系统模块调试

(一) 实现工件流水线和装配流水线调试

装配流水线的板链上已安装了装配工位、备件库和成品库底板,为防止装 配流水线移动时可能导致的设备损坏,发生严重机械碰撞事故。

/ 操作时应注意:

1. 装配流水线移动时,不要超出运动边界(建议左右最大位移不超 260mm);

 2. 寻原点操作时,请注意装配流水线的运动方向,并在可运动范围内完成 寻原点操作。

编写主控 PLC 中托盘流水线和装配流水线调试模块任务,能够实现装配流 水线和托盘流水线的基本运动,包括手动控制托盘流水线启动、停止、正反向 运动以及拍照气缸运动,手动控制装配流水线正反向点运动以及回原点运动, 手动控制装配作业流水线运动到 G7、G8、G9 的任意一个工作位置等(见竞赛 设备描述中装配流水线的规定)。

流水线调试界面参考示例如下图 4-1 所示。



图 4-1 流水线调试界面参考示例

完成任务四中(一)后,举手示意裁判进行评判!

#### (二) 视觉系统调试

编写主控 PLC 中视觉系统调试模块任务,能够自动识别相机识别工位中托 盘中工件,并将工件信息包括位置、角度和工件编号等显示在人机界面中。

视觉调试界面参考示例如下图 4-2 所示。



图 4-2 视觉调试界面参考示例

测试要求如下:

1. 选手人工放置装有工件的托盘于相机识别工位。

2. 在主控 PLC 人机界面启动相机拍照后,在人机界面上正确显示识别工件 信息包括位置、角度和工件编号。当放置缺陷工件时要求对应托盘 TYPE 一栏 显示 3A 或者 4A 字样,用来指示缺陷工件类型。

3. 测试工件为如图 2 所示的 <u>3、6 号工件</u>以及图 3 所示的 <u>4A 号(4A-1) 缺</u> <u>**陷工件**。3 种工件人工随机放置于 3 个托盘内, 1 个托盘装有 1 个工件。</u>

# 完成任务四中(二)后,举手示意裁判进行评判!

(三) 工业机器人系统调试

编写主控 PLC 中工业机器人程序系统调试模块任务,能够自动实现对托盘 流水线上托盘中的工件进行识别、抓取、放置于指定位置,并且能够把空托盘 放置于托盘库中,并且包含如下功能:

1. 能够实现相机坐标系到机器人坐标系的转换,要求人机界面上显示在机器人坐标系中的抓取相对坐标值。

2.具有机器人启动、停止、暂停以及归位等功能。在工业机器人运行过程
 中,能够实现安全护栏操作门打开,工业机器人暂停运行的功能。

3. 机器人任务状态号传输到主控 PLC,并在人机界面显示,机器人状态分为机器人处于待机、运行、抓取错误等状态。

15

序号	机器人状态号	机器人状态		
1	100	待机		
2	200	运行		
3	300	抓取错误		

表 4-1 机器人运行状态示例

机器人调试界面参考示例如下图 4-3 所示。

机器人系统调试				
机器人状态 0000	机器人启动 机器人停止			
PLC状态 0000	机器人暂停机器人归位			
工具编号 0000	激光笔			
	抓取点坐标补偿			
X Y Z A +000.0 +000.0 +000.0 +000.0	X Y +000.0 +000.0			
放置点实际坐标	相机原点坐标			
X Y Z A	X Y +000 +000			
+000.0 +000.0 +000.0 +000.0				

图 4-3 机器人调试界面参考示例

测试要求如下:

1) 启动托盘流水线,在工件作业流水线入口处参赛选手依次手动放入3个 托盘,托盘中分别放置2号、7号和3A-1号工件,工件位置随机放置。

2) 在相机拍照工位对托盘上的工件进行识别, 把识别结果传输给主控 PLC。

3) 主控 PLC 经过处理,传输视觉识别的数据给工业机器人,工业机器人 根据 PLC 传输的数据,在工位 G1 抓取识别后托盘上的工件。

4) 抓取工件后,放置于装配作业流水线的指定位置,如图 4-4 所示。

5)托盘为空时,工业机器人把空托盘放入空托盘收集处。



#### (四) 码垛立体库系统调试

编写码垛机立体仓库系统调试程序,能够实现码垛机立体仓库的基本运动 和状态显示,包括手动控制码垛机每一个运动轴,码垛机的复位功能,码垛机 停止功能,显示码垛机各个轴的限位、定位和原点传感器状态,显示立体仓库 中有无托盘信息。码垛机具有出库和入库两种模式:

出库模式:码垛机从指定库位托盘的取出并放置于 AGV 机器人上等功能;

入库模式:码垛机能从 AGV 机器人取回托盘并送入指定的立体仓库仓位。 码垛机立体仓库的调试界面参考示例如下图 4-5 所示。

<ul> <li>₩ 型名状态</li> <li>●待机</li> <li>●上电</li> <li>●复位中</li> <li>●复位完成</li> <li>●运行</li> </ul>	<ul> <li>起点位置: +0 行 +0 列</li> <li>终点位置: +0 行 +0 列</li> <li>复位 启动 停止</li> </ul>
_ 当前位置 ←0 行 列  	「手动命令」           「1轴前进」         2轴上升         3轴前伸
联机模式 出库模式 入库模式 手动模式	1轴后退 2轴下降 3轴后伸



图 4-5 码垛机立体仓库调试界面参考示例

测试要求如下:

1. 正确手动控制码垛机1轴、2轴和3轴的正反向运动。

2. 正确实现码垛机的复位。

3. 根据评判要求参赛选手手动放置 2 个托盘于立体仓库,在调试界面显示仓位信息,码垛机正确从立体库取托盘放置到 AGV 机器人上部输送线上。

4. 根据评判要求参赛选手手动放置托盘到位于码垛机端的 AGV 机器人上 部输送线上,码垛机正确从 AGV 机器人取回托盘并送入立体仓库仓位。

## 完成任务四中(四)后,举手示意裁判进行评判!

任务五:系统综合编程调试

(如果参赛队没有完成码垛机程序,可采用人工放置托盘到 AGV 小车上,但必须报告裁判,参赛队该项目中关于码垛机和 AGV 的相关任务均不得分)。

系统综合工作任务如下:

(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、托盘流水线、装配流水线以及码垛机立体仓库处于初始归零状态;

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、托盘流水线、装 配流水线以及码垛机立体仓库等模块。

主控界面包含黄、绿、红三种状态信号灯:绿色状态信号灯指示初始状态正常,红色状态信号灯指示初始状态不正常,黄色状态信号灯指示任务完成。

初始状态是指:

1) 工业机器人、视觉系统、变频器、伺服驱动器、PLC 处于联机状态;

2) 工业机器人处于工作原点;

3)托盘流水线上没有托盘;

4) 码垛机 X 轴、Y 轴以及 Z 轴处于原点。

若上述条件中任一条件不满足,则红色警示灯以1Hz的频率闪烁,黄色和 绿色灯均熄灭,这时系统不能启动。如果网络正常且上述各工作站均处于初始 状态,则绿色警示灯常亮。

3. 主控 PLC 能够同步显示码垛机立库仓位信息(有无托盘),操控码垛机 立体仓库的仓位的选取、码垛机启动、码垛机停止、码垛机复位等功能。

(二)系统综合任务实现

任务要求:

1. 合格工件10个: 1套I型成品所包含的工件、1套II型成品所包含的工件、不成套的工件2个; 以及缺陷工件2个; 所有工件存放于立体仓库和备件 库中,立体仓库中的每个托盘中放置一个工件;

2. 工业机器人在装配工位 G8 指定位置进行装配;

3. 工业机器人装配过程中抓取的工件为缺陷工件时,红色指示灯亮,摆放 完毕后红色指示灯灭;

4. I 型成品的装配流程:按工件号 1→6→3→8 的次序在装配工位定位后 依次进行装配;当8号工件装配到位后,机器人带动8号工件顺时针旋转90 度扣紧,整套工件组装完成;装配好的成品套件可以暂存在成品库G7,也可以 通过返库流程将成品套件运送至立体仓库的指定区域。然后,继续进行下一套 机器人关节的装配;

5. II 型成品的装配流程:按工件号 5→2→7→4 的次序在装配工位定位后 依次进行装配;当4 号工件装配到位后,机器人带动4 号工件顺时针旋转 90 度扣紧,整套工件组装完成;装配好的成品套件可以暂存在成品库 G7,也可以 通过返库流程将成品套件运送至立体仓库的指定区域。然后,继续进行下一套 机器人关节的装配;

6. 所有待装配工件必须经气缸二次定位后,才可进行装配。

7. 工业机器人摆放工件时,必须将该工位移动至装配流水线规定的工作工

位位置(见竞赛设备描述中装配流水线的规定)。

8. 所有生产任务完成后,装配工位 G8 不能有工件、缺陷件以及成品,并 且绿色指示灯 1Hz 闪烁;

9. 入库时,参赛选手可操作主控界面和 AGV 启动系统入库流程;

10.入库时,需将所有的成品,放到立体仓库指定的区域;

11.入库时,工业机器人从托盘收集处每次取出一个托盘,将所有待入库物品依次放到流水线托盘,每个托盘只放一个物品;空托盘可以放置在托盘收集处,也可以通过返库流程运送到立体仓库的待作业工件区。

12. 入库完成后,设备处于初始状态,并且绿色指示灯 0.5Hz 闪烁;

13. 在入库过程中,托盘在从倍速链流向小车的过程中,可以**人工辅助**工 件顺利运送到小车上,其它情况下**不允许人工干预**系统的正常运行;

14. 安全门打开时设备停止工作,安全门关上后,进行复位后重新运行设备,安全门打开时红色指示灯亮,关闭是红色指示灯灭。

#### 编程实现任务流程:

根据现场提供的编程环境编写人机界面、主控、码垛机以及机器人等程序; 完成工件的出库、识别、空托盘的回收、不同工件的分类、缺陷检测、搬运、 装配以及入库等任务。具体任务流程如下:

(1) 出库和装配流程

1. 从立体库中按照"**从第1列到第7列,每1列从第1行到第4行顺序**" 取出装有工件的托盘,码垛机依次放入 AGV 机器人,AGV 机器人初始位置在立 体仓库端;

2. AGV 自动运行至托盘流水线位置进行对接,自动对接完成后 AGV 上的托盘将被输送至工件作业流水线上。托盘输送完毕,AGV 自动返至立体仓库端,继续放托盘,如此循环直至所有托盘输送完毕;

3. 在工件作业流水线上,利用相机对工件进行识别,在抓取工位,机器人 根据相机识别结果进行抓取,并根据任务要求放置相应位置,工件放置完后, 抓取并放置空托盘于托盘库中;

4. 按照任务要求对整个机器人关节进行装配,装配完成后将成品摆放至成 品库;

5. 完成所有成套机器人关节装配、不成套配件和缺陷工件摆放任务后,装

20

配流程结束。

(2)入库流程

1. 在主控界面和 AGV 界面设置入库模式, 启动入库流程;

2. 反向入库时倍速链反向进行运动,机器人从空托盘库收集处取空托盘于 倍速链 G1 工位上,从装配流水线 G7、G8 或者 G9 上每次抓取一个物品放到空 托盘中;

3. 当托盘运送到倍速链 G6 工位后,输送至 AGV 传送带;

4. AGV 将托盘输送至码垛机端后自动停止,码垛机对该托盘进行入库操作, 并放到立体仓库指定区域;

5. 循环完成所有物品的入库操作。 综合工作任务主要步骤如图 5-1 所示。 测试要求如下:

1) 成品装配位置根据评判要求指定;

2) 存放于立体仓库中的托盘和备件库中的工件位置, 根据评判要求摆放;

3) 按照出库和装配流程自动完成1套I型成品和1套II型成品的装配;

4) 按照入库流程完成 G7、G8 区域所有的成品入库;

5)入库摆放区域根据评判要求指定。



完成任务五后,举手示意裁判进行评判!