



2021 年全国职业院校技能大赛
工业机器人技术应用赛项（高职组）
竞赛任务书（赛题）

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。

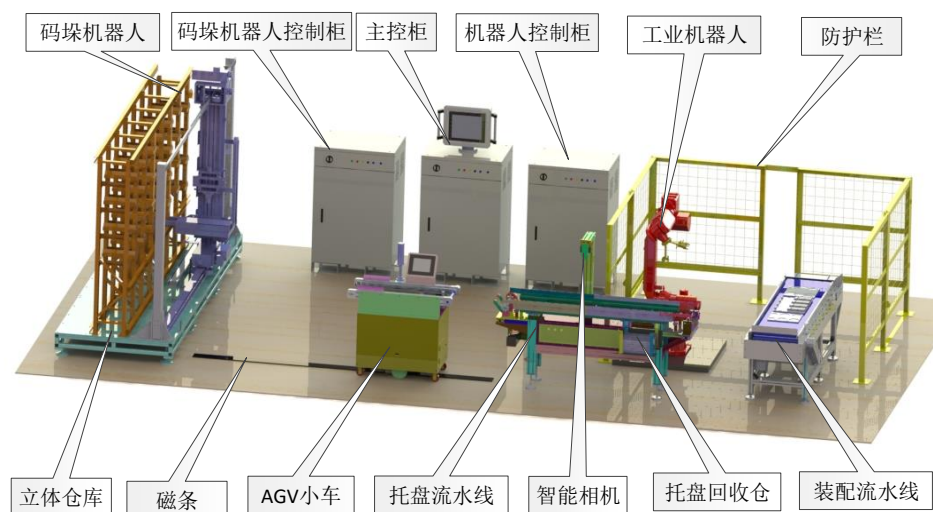
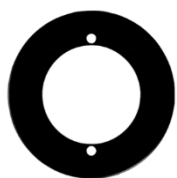


图 1 竞赛平台

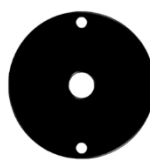
系统的主要工作目标是实现机器人关节的混流生产，基本流程为：码垛机从立体仓库中取出工件放置于 AGV 机器人上部输送线，通过 AGV 机器人输送至托盘流水线上，通过视觉系统对工件进行识别，然后由工业机器人进行混流生产，生产完成后，再反向入库。机器人关节由 4 个工（部）件组成，分别是关节底座、电机、谐波减速器和输出法兰。关节底座、电机、谐波减速器和输出法兰各有 8 种类型，谐波减速器和输出法兰存在次品。各工（部）件颜色与类型如图 2 所示，次品颜色类型如图 3 所示。



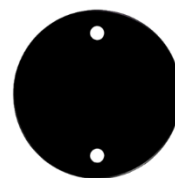
黑色关节底座-1



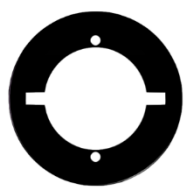
黑色电机-1



黑色谐波减速器-1



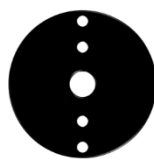
黑色输出法兰-1



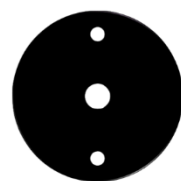
黑色关节底座-2



黑色电机-2

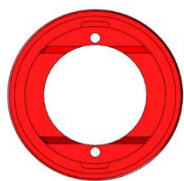


黑色谐波减速器-2



黑色输出法兰-2

(a) 黑色工件



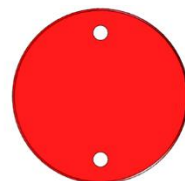
红色关节底座-1



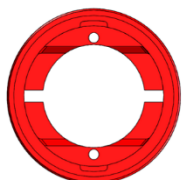
红色电机-1



红色谐波减速器-1



红色输出法兰-1



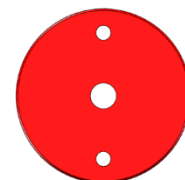
红色关节底座-2



红色电机-2

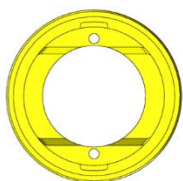


红色谐波减速器-2

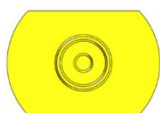


红色输出法兰-2

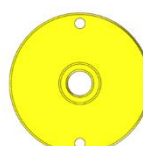
(b) 红色工件



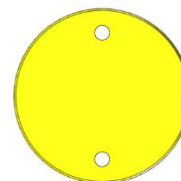
黄色关节底座-1



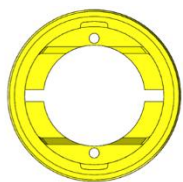
黄色电机-1



黄色谐波减速器-1



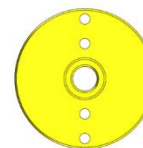
黄色输出法兰-1



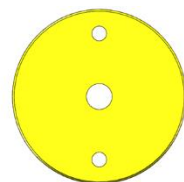
黄色关节底座-2



黄色电机-2

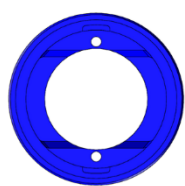


黄色谐波减速器-2

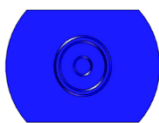


黄色输出法兰-2

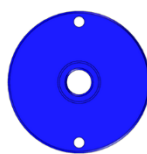
(c) 黄色工件



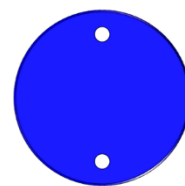
蓝色关节底座-1



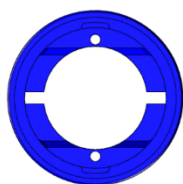
蓝色电机-1



蓝色谐波减速器-1



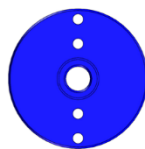
蓝色输出法兰-1



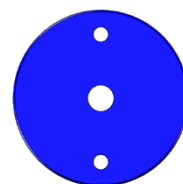
蓝色关节底座-2



蓝色电机-2



蓝色谐波减速器-2



蓝色输出法兰-2

(d) 蓝色工件

图2 合格工件



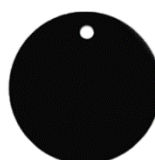
黑色3A-1号



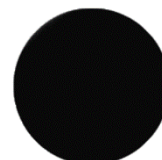
黑色3A-2号



黑色3A-3号

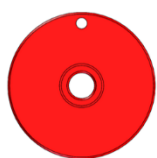


黑色4A-1号



黑色4A-2号

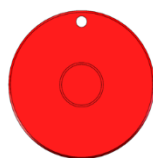
(a) 黑色缺陷件



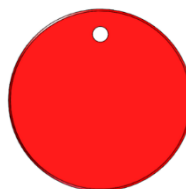
红色3A-1号



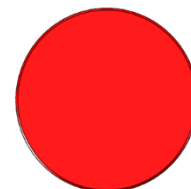
红色3A-2号



红色3A-3号

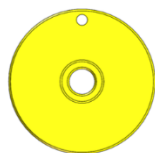


红色4A-1号



红色4A-2号

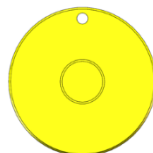
(b) 红色缺陷件



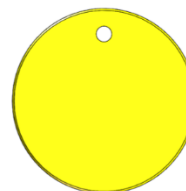
黄色3A-1号



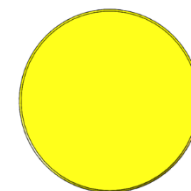
黄色3A-2号



黄色3A-3号



黄色4A-1号



黄色4A-2号

(c) 黄色缺陷件

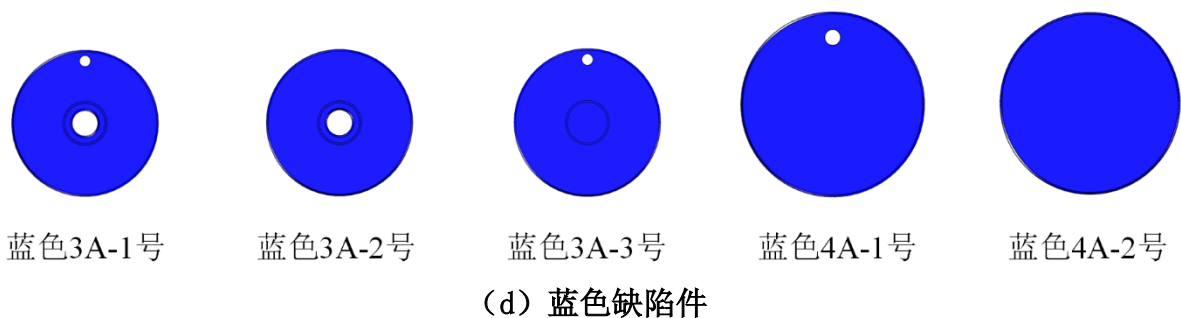


图 3 缺陷工件

从图 2 所示的合格工件中选取 3 种类型的关节底座、3 种类型的电机、3 种类型的谐波减速器和 3 种类型的输出法兰，共 12 种类型的工件。各种类型工件的代号见表 1。

表 1 选取的合格工件序号及代号

合格件类型	关节底座	电机	谐波减速器	输出法兰
序号	红色关节底座-2	红色电机-2	黑色谐波减速器-1	蓝色输出法兰-2
代号	A	B	C	D
序号	黑色关节底座-1	黄色电机-2	蓝色谐波减速器-2	黄色输出法兰-2
代号	E	F	G	H
序号	红色关节底座-1	蓝色电机-1	黑色谐波减速器-2	蓝色输出法兰-1
代号	J	K	L	M

谐波减速器和输出法兰存在次品，在生产过程混入的 2 种缺陷件类型如表 2 所示。

表 2 缺陷件类型类型

缺陷件类型	谐波减速器	输出法兰
类型序号	红色 3A-2	蓝色 4A-1
工件代号	N	P

托盘结构以及托盘放置工件的状态如图 4 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**。

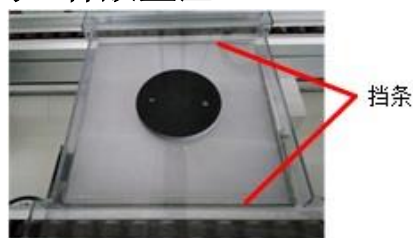


图 4 待装配的工件放置于托盘中的状态

系统中托盘流水线和工件装配生产线工位分布如图 5 所示。

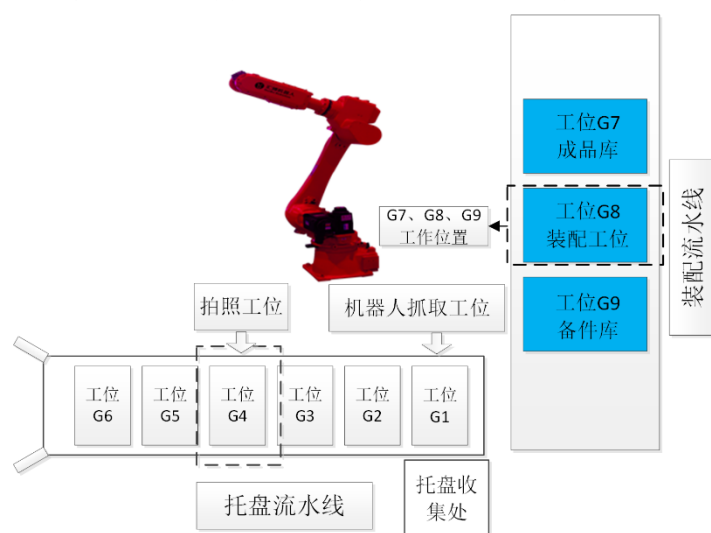


图 5 托盘流水线和装配流水线工位分布

装配流水线如图 6 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再往中间运动 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再往中间运动 200mm 的位置。



图 6 装配流水线

装配工位配置有四个定位工位，按图 6 规定为 1 号位、2 号位、3 号位和 4 号位。每个定位工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，先通过气缸将其进行二次定位，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、备件库、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。

立体库仓位规定如图 7 所示。

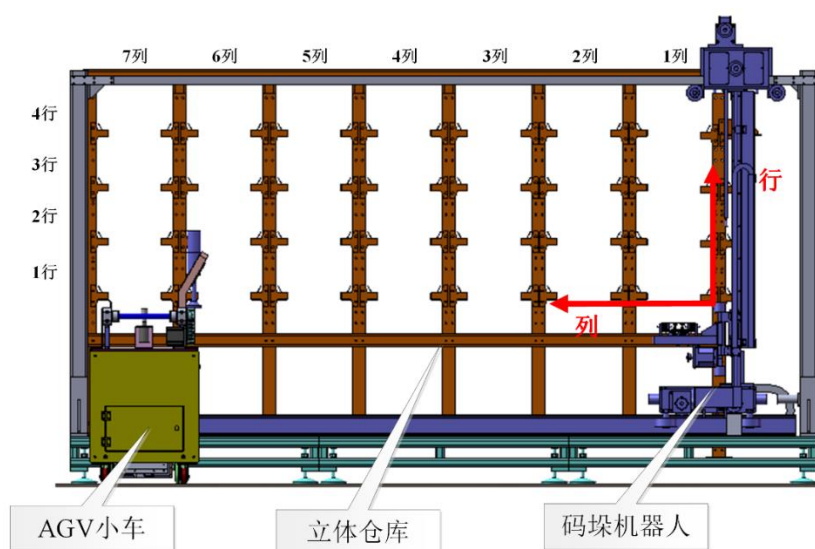


图 7 立体库仓位规定

如表 3 所示是预设的工业机器人 IP 地址，系统中其余主要模块的 IP 地址，各参赛队可根据实际情况自行修改。

表 3 预设的工业机器人 IP 地址

序号	名称	IP 地址分配	备注
1	工业机器人	192.168.8.103	预设



2021 年全国职业院校技能大赛 工业机器人技术应用赛项（高职组）

竞赛任务书（赛题） 第一赛程

选手须知：

1. 任务书共 11 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 I/O 变量表）以 .pdf 格式放置在“D:\第一赛程\参考资料”文件夹下。
3. 附有 2 份不完整的图纸和表格（控制和气路），选手应按任务书要求进行设计并补充图纸和表格的内容。
4. 参赛团队应在 **3 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:\第一赛程\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。
5. 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。
6. 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。

7. 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。
8. 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。
9. 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：_____

注意：第一赛程中不允许选手打开电脑，可以在执行“任务六：各任务功能测试”中子任务“工业机器人末端执行器功能测试”时，打开机器人示教盒进行功能测试，不允许额外的编程。功能测试部分涉及到触摸屏操作的任务，PLC 加密程序和触摸屏界面将由赛事组委会统一在赛前预先下载至 PLC 和触摸屏中。

在执行“任务六：各任务功能测试”之前，为了防止 PLC、步进驱动器、变频器等元件因为接线错误而损坏，请选手务必在给设备上电之前，举手示意裁判，请求技术人员再次检查电源端口接线是否正确。技术人员如果检查出接线错误，则扣除选手相应比例的接线分数。如果选手未经技术人员的确认而自行上电的，由此导致元器件损坏，则扣除对应接线任务的全部分数。

任务一：主控系统电路设计及接线

（一）主控柜电路接线图设计

根据设备组成及主控控制流程，结合提供的硬件单元功能，正确绘制电气原理图和填写接线引脚配置表。

要求如下：

在指定的附图 1-1 上绘制主控柜内变频器、步进驱动器的电气控制原理图，以及托盘流水线上的光电传感器和电磁阀的电气控制原理图。并在附表 1-1 接线引脚配置表上标注各信号的作用，例如 Q2.1 用于控制机器人暂停，则描述为“某某单元+功能”，即 Q2.1 表示“机器人暂停”，不要求描述完全一致，意思正确即可。

（二）主控柜元件安装及电路接线

如图 1-1 所示是主控电路板安装及接线之前的状态，要求完成主控 PLC、

步进电机驱动器接线以及网线接头制作、连接，如电路板安装后的状态。

图 1-2 是主控柜

要求如下：

- 1) 完成主控 PLC、步进电机驱动器的安装；
- 2) 根据绘制电气接线图和接线引脚配置表，完成主控 PLC 各接线端口的连接；
- 3) 根据绘制的步进电机驱动器电气接线图，完成步进电机驱动器的各接线端口的连接；
- 4) 对于电控柜中缺失的电缆，要求选手利用现场提供的工具剥线、压线、标号，并连接正确的端口；
- 5) 对于电控柜中缺失的网线，要求选手利用现场提供的工具剥线、压线，完成网线接头的制作，并正确地与主控柜中各元件连接。

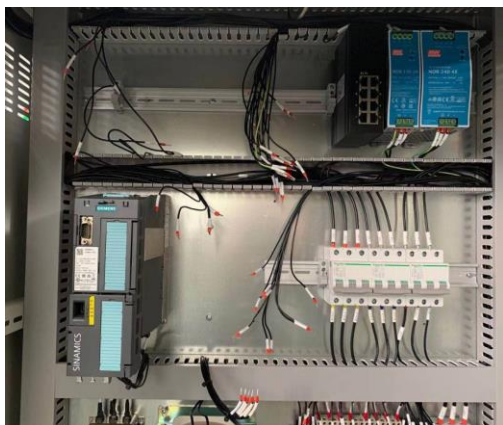


图 1-1 主控柜电路板初始状态



图 1-2 主控柜电路板安装及接线后的状态

完成任务一中（一）-（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务二：工业机器人末端执行器的气路设计与连接

（一）工业机器人末端执行器气路设计

根据现场提供的气源、气动元件、末端执行器零部件，设计气路原理图。

要求如下：

在指定的附图 1-2 上绘制气路原理图,并用文字标注元件名称及作用。

(二) 工业机器人末端执行器安装及气路连接

根据现场提供的气源、气动元件、末端执行器零部件,完成气路元件的安装、工业机器人末端真空吸盘、气动三爪卡盘的机械安装。根据设计的气路原理图,完成各个气动元件的气路连接。如图 1-3 所示是末端执行器安装完成后的效果图。

要求如下:

- 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) 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);
- 4) 激光笔的安装;
- 5) 机器人手爪夹具及激光笔控制电缆的连接。
- 6) 根据绘制的气路原理图, 完成三爪卡盘气路连接;
- 7) 根据绘制的气路原理图, 完成真空吸盘气路连接。



图 1-3 末端执行器连接后的效果

完成任务二中(一) -- (二)后, 举手示意裁判进行评判!

任务三: 托盘流水线零部件及传感器安装

(一) 安装倍速线链轮

根据现场提供的倍速线链轮零部件，选择合适的工具，正确安装从动端链轮，实现链轮与链条啮合，并调整链条张紧程度，使链轮正常滚动。图 1-4 是倍速线从动端链轮安装后的效果图。

要求如下：

- 1) 安装链轮支架及链轮；
- 2) 安装链轮与链条，使二者啮合；
- 3) 调整链条张紧程度，手动测试链轮与链条在转动过程中的啮合状态。

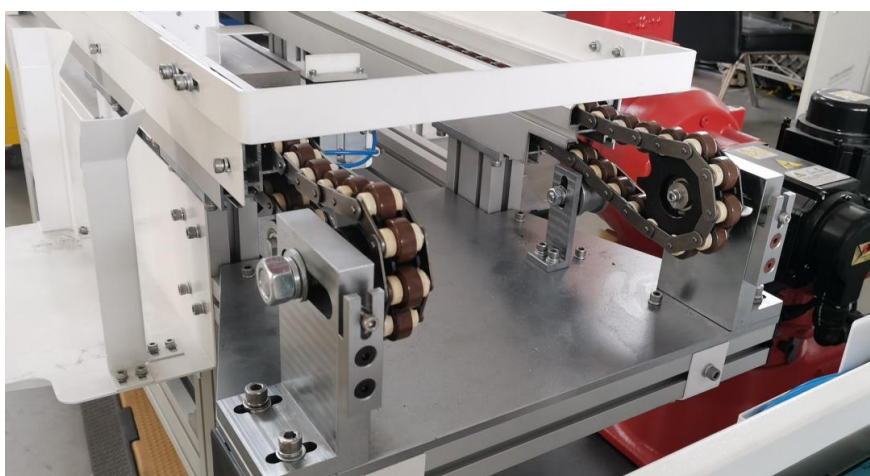


图 1-4 倍速线链轮安装后的效果图

（二）变频器接线及参数设置

根据任务一设计的变频器电气控制原理图，完成变频器的各接线端口的连接，在变频器操作面板上设置运行参数，实现通过 PLC 数字输出控制变频器的使能、正/反转启停、三段速调速。

要求如下：

- 1) 完成变频器的各接线端口的连接；
- 2) 设置控制变频器使能的参数；（按照表 1-1 中的数值设置对应参数）
- 3) 设置变频器用于控制电机正反转启动的参数；（按照表 1-1 中的数值设置对应参数）
- 4) 设置变频器控制三段速调速参数。（按照表 1-1 中的数值设置对应参数）

5) 设定变频器用于控制过载保护,加、减速度的参数。(按照表 1-1 中的数值设置对应参数)

表 1-1 变频器参数说明和数值

参数作用	参数数值	参数数值的含义
执行相应的宏文件	17	双向两线制控制
设置指令“ON/OFF(OFF1)”的信号源	r3333.0	由两线制信号启动变频器
设置设定值取反的信号源	r3333.1	由两线制信号反转
设置正转启动停止控制信号源	722.2	数字量输入 DI2
设置反转启动停止控制信号源	722.3	数字量输入 DI3
停车命令指令源 2	722.1	数字量输入 DI1 定义为 OFF2 命令
端子 DO0 的信号源(端子 19/20 常开)	52.2	变频器运行使能
固定速度 1	500	转速, 单位是 rpm
固定速度 2	1000	转速, 单位是 rpm
设置选择固定转速 1 的信号源。	722.4	数字量输入 DI4
设置选择固定转速 2 的信号源。	722.5	数字量输入 DI5
设置主设定值的信号源	r1024	固定转速设定值有效
加速时间	5	单位是 s
减速时间	5	单位是 s
功率单元过载反应	2	降低输出电流或输出频率或脉冲频率

(三) 安装托盘流水线传感器及阻挡气缸

安装托盘流水线上的入口光电开关、拍照工位光电开关以及抓取工位光电开关到托盘流水线正确位置。根据现场提供的阻挡气缸零部件, 安装托盘流水线抓取工位的阻挡气缸。如图 1-5 所示, 托盘流水线传感器及阻挡气缸安装后的效果图。

要求如下:

- 1) 安装入口光电开关、拍照工位光电开关以及抓取工位光电开关;
- 2) 安装托盘流水线抓取工位的阻挡气缸。

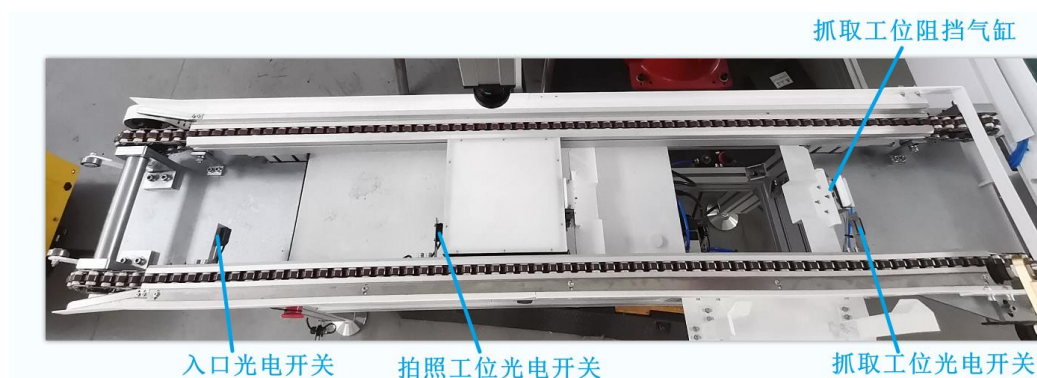


图 1-5 托盘流水线传感器及阻挡气缸布置

完成任务三中（一）--（三）后，举手示意裁判进行评判！

任务四：装配流水线定位夹具气路设计及安装

（一）二次定位夹具气路设计

根据现场提供的气源、气动元件零部件，设计装配流水线装配工位的 4 个工位的位伸缩气缸气路原理图。

要求如下：

在指定的附图 1-3 上手动绘制气路原理图，并用文字标注元件名称及作用。

（二）二次定位夹具气路安装及连接

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。装配流水线定位夹具及其气路连接完成后，效果如图 1-所示。

要求如下：

- 1) 流水线上 G8 工位定位块及夹具的安装；
- 2) 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。



图 1-6 装配流水线定位夹具及电磁阀气路连接后的效果

完成任务四（一）--（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务五：AGV 机器人上部输送线安装及循迹磁条粘贴

（一）AGV 机器人上部输送线安装

根据提供的“AGV 上部输送线装配图”图纸，依次完成主动轴的安装、同步带传动机构的安装及调试、从动轴的安装、平皮带张紧度的调节、托盘导向板的安装，AGV 机器人上部输送线安装完成后的效果如图 1-所示。

要求如下：

根据预先提供的“AGV 上部结构装配图”，安装 AGV 机器人上部输送线。



图 1-7 AGV 机器人上部输送线安装完成效果图

（二）AGV 机器人循迹磁条粘贴

根据任务要求，确定 AGV 机器人的运动路线，在其运动路线上粘贴主循迹磁条，然后在主循迹磁条两端粘贴减速和停止磁条。

要求如下：

- 1) 粘贴主循迹磁条；
- 2) 在立体仓库端粘贴减速和停止磁条；
- 3) 在托盘流水线端粘贴减速和停止磁条。

完成任务五中（一）--（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务六：各任务功能测试

（一）主控系统功能测试

测试要求如下：

运行主控 PLC 内的加密测试程序，要求在程序运行之后，点击触摸屏上“报警触发”控制按钮，主控柜控制面板上报警指示灯点亮。



图 1-8 主控柜电路板初始状态和安装后的状态

（二）工业机器人末端执行器功能测试

测试要求如下：

- 1) 运行主控 PLC 内的加密测试程序，要求在程序运行之后，点击触摸屏上控制按钮，激光笔发出激光点。
- 2) 操作机器人示教盒，控制三爪卡盘张开和闭合；
- 3) 操作机器人示教盒，控制双吸盘吸取工件。

（三）托盘流水线功能测试

测试要求如下：

- 1) 运行主控 PLC 内的加密测试程序，要求在程序运行之后，点击触摸屏上控制按钮，链轮带动链条转动，无异响、无异常振动。
- 2) 运行主控 PLC 内的加密测试程序，要求在程序运行之后，点击触摸屏上控制按钮，托盘流水线抓取工位的阻挡气缸升起。

（四）装配流水线功能测试

测试要求如下：

操作机器人示教盒，控制装配流水线上 4 个二次定位气缸伸出和收缩。

（五）AGV 机器人功能测试

测试要求如下：

1) 运行 AGV 小车 PLC 内的加密测试程序，要求点击 AGV 小车触摸屏上控制按钮，输送带执行正反转，转动无异响、无异常振动；

2) 运行 AGV 小车 PLC 内的加密测试程序，要求点击 AGV 小车触摸屏上控制按钮，AGV 机器人沿地面上粘贴的主循迹磁条向立体仓库端运动，先经过减速磁条的减速到低速运动，然后在停止磁条处停止运动；

3) 运行 AGV 小车 PLC 内的加密测试程序，要求点击 AGV 小车触摸屏上控制按钮，AGV 机器人沿地面上粘贴的主循迹磁条向托盘流水线端运动，先经过减速磁条的减速到低速运动，然后在停止磁条处停止运动；

完成任务六中（一）--（五）后，举手示意裁判进行评判！

注意：若选手未全部完成第一赛程的安装、调试任务，则在第二赛程开始前，由赛事技术支持工程师执行安装、调试任务，确保第二赛程正常进行。并且，第一赛程中提供的加密测试程序，将在第二赛程开始前删除，所有程序清空。



2021 年全国职业院校技能大赛 工业机器人技术应用赛项（高职组）

竞赛任务书（赛题） 第二赛程

选手须知：

1. 任务书共 13 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 I/O 变量表）以 .pdf 格式放置在“D:\第二赛程\参考资料”文件夹下。
3. 参赛团队应在 **3.5 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:\第二赛程\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。
5. 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。
6. 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：_____

任务一：检查赛程一的任务准确性

赛程二正式开始后，参赛选手需要通过目测、手动触摸等手段，完成如下操作：

- 1) 检查主控柜电气元件的安装与接线，如有异常，请向裁判报告；
- 2) 检查工业机器人本体各部件，重点检查末端执行器，如有异常，请向裁判报告；

- 3) 检查托盘流水线各部件，如有异常，请向裁判报告；
- 4) 检查装配流水线各部件，如有异常，请向裁判报告；
- 5) 检查 AGV 机器人各部件，如有异常，请向裁判报告；
- 6) 检查立体仓库和码垛机各部件，如有异常，请向裁判报告。

在检查过程中，要求：

- 1) 选手不能操作机器人；
- 2) 选手不能操作电脑；
- 3) 选手不能点击触摸屏；
- 4) 选手可以阅读赛程二的任务书。

检查过程共持续 30 分钟，在选手检查设备各单元并确认无误后，在确认表上签写赛位号以确认。（不能签写学校、姓名等真实信息）

任务二：视觉系统编程调试

（一）视觉相机安装及网络系统的连接

根据现场提供的相机支架零部件，完成相机安装。然后，完成相机、编程计算机、主控单元、码垛机单元和触摸屏的连接。

要求如下：

- 1) 安装相机支架及相机；
- 2) 连接相机的电源线、通信线。

测试要求如下：

启动相机编程软件，实时显示相机视野内图像，调整相机支架至合适

的位置。

（二）背光源控制设定

在主控 PLC 上编程，控制背光源关闭与打开，确保在背光源关闭和打开的两种状态下，智能相机均能够稳定、清晰地摄取图像信号。

测试要求如下：

1) 在主控 PLC 的触摸屏上设计背光源测试按钮，点击按钮控制光源的关闭与打开；

2) 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工件的图像，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 背光源关闭和打开状态下图像界面显示效果示例

（三）智能相机的调试和编程

在视觉编程软件上进行设置和程序，完成图像的标定、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，利用视觉工具，编写相机视觉程序对工件进行学习，获取该工件的外观颜色信息；
- 3) 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；
- 4) 编写 12 种工件及缺陷件识别程序，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 1~12 号 工件以及缺陷工件的托盘（每一个托盘

放置 1 个工件) 放置于拍照区域, 在 Insight Explorer 软件中能够得到和正确显示 12 种工件及 2 种缺陷件的位置、角度数据。

完成任务二中 (一) -- (三) 后, 举手示意裁判进行评判!

任务三: 工业机器人系统编程调试

(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

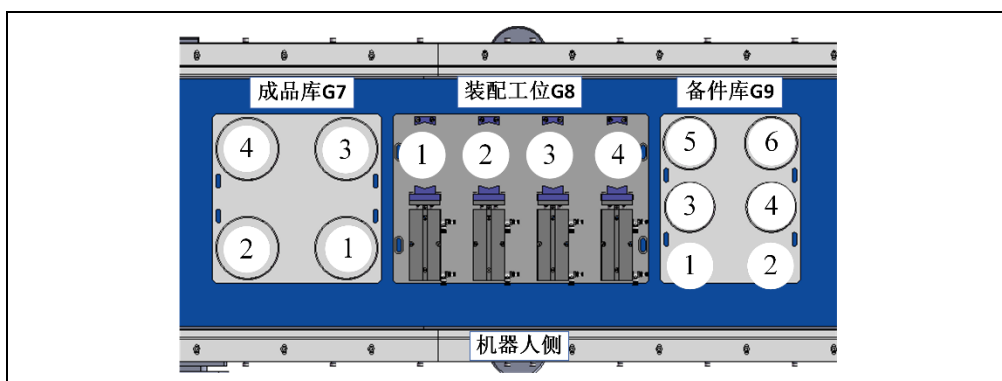
1. 通过工业机器人示教器示教、编程和再现, 能够实现依次将 4 种工件从托盘流水线工位 G1 的托盘中心位置, 搬运到装配流水线 G7、G8、G9 指定的位置中。

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。如表 2-1 所示, 工件取放在装配工位 G8 的对应定位工位中, 工件放到位置后, 控制气缸夹紧工件, 进行二次定位。然后, 用双吸盘将空托盘放置于托盘收集处。

表 2-1 工件摆放说明

工件代号	A	B	C	D
工件的摆放位置	G8-2	G8-3	G8-4	G8-1



2)将摆放完成的工件取放在如表 2-2 所示的成品库 G7 和备件库 G9 中。

表 2-2 工件摆放说明

工件代号	A	B	C	D
工件的摆放位置	G7-2	G9-2	G9-3	G9-5

2. 通过工业机器人示教器示教、编程和再现，能够实现自动将装配流水线工位 G7 和 G9 的 1~8 号工件搬运到装配工位 G8 指定位置进行二次定位、工件装配、放入成品库和拆解，拆解后将工件摆放到装配流水线的指定位置。

测试要求如下：

1) 装配流水线工位 G7 和工位 G9 的工件为参赛选手人工按照表 2-3 放置。

2) 机器人自动将装配流水线 G7 和 G9 工位中的工件，按照装配次序依次抓取并放置于 G8 工位指定位置，每放置一个工件完成，夹紧气缸应立即动作，进行二次定位。定位完成后，机器人抓取工件，在 G8 的 1 号工位进

行 E→F→G→H 组合的装配。装配完成后，机器人将装配的 E→F→G→H 组合放入成品库 G7 的 3 号工位。

3) 机器人自动将装配流水线 G7 和 G9 工位中的工件，按照装配次序依次抓取并放置于 G8 工位指定位置，每放置一个工件完成，夹紧气缸应立即动作，进行二次定位。定位完成后，机器人抓取工件，在 G8 的 4 号工位进行 J→K→L→M 组合的装配。装配完成后，机器人将装配的 J→K→L→M 组合放入成品库 G7 的 2 号工位。

4) 成品放置完成后，机器人对 E→F→G→H 组合 和 J→K→L→M 组合工件依次进行自动拆解，拆解后放置结果如表 2-4 所示。

表 2-3 工件装配前人工摆放位置

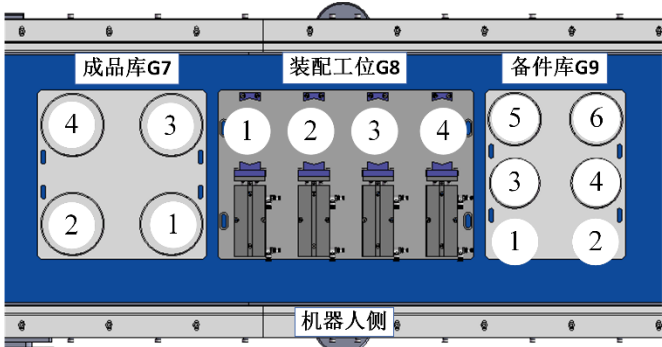
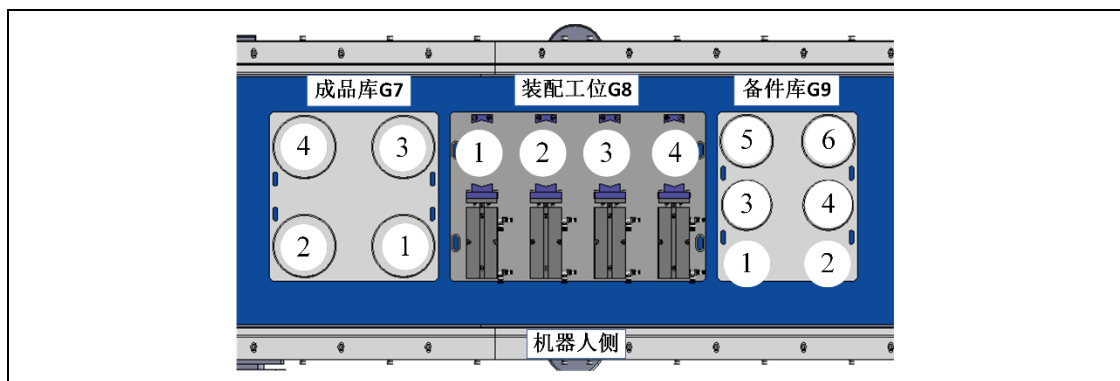
工件代号	E	F	G	H	J	K	L	M
工件的摆放位置	G7-1	G9-2	G9-4	G9-5	G7-4	G9-1	G9-3	G9-6
								

表 2-4 拆解后摆放位置

工件代号	E	F	G	H	J	K	L	M
工件的摆放位置	G7-4	G8-3	G9-3	G9-6	G7-1	G9-2	G8-2	G9-5



完成任务三中（一）-（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务四：总控单元功能调试

完成总控单元各模块（托盘流水线、装配流水线）的控制功能调试。

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。

（一）托盘流水线编程调试

设置变频器地址、功率、使能信号等参数。编写 PLC 控制程序和触摸屏控制界面，实现倍速链正转、反转、停止控制，及相应状态指示。编写 PLC 程序和触摸屏界面，实现托盘在流水线上的正常流转，调试界面参考示例如图 2-2 所示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

测试要求如下：

- 1) 手动点击触摸屏按钮，控制倍速链正反向运动、停止运动。

- 2) 手动点击触摸屏按钮，控制各工位气档升降。
- 3) 手动将托盘放置到托盘流水线入口处，入口光电开关检测到信号，倍速链启动正转；
- 4) 当拍照工位光电开关检测到托盘，拍照工位气挡升起，延时 3s 拍照工位气挡下降；
- 5) 当抓取工位光电开关检测到托盘，抓取工位气挡升起，延时 3s 后倍速链停止运行。



图 2-2 触摸屏控制界面示意图

(二) 装配流水线编程调试

设置驱动器参数，编写 PLC 及触摸屏程序，实现装配流水线手动正转、反转运动。调试界面参考示例如图 2-3 所示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

测试要求如下：

- 1) 通过触摸屏控制装配流水线，实现寻原点操作运行及状态显示；
- 2) 通过触摸屏控制装配流水线，分别运行到 G7、G8、G9 工位，并显示相应运行数据。

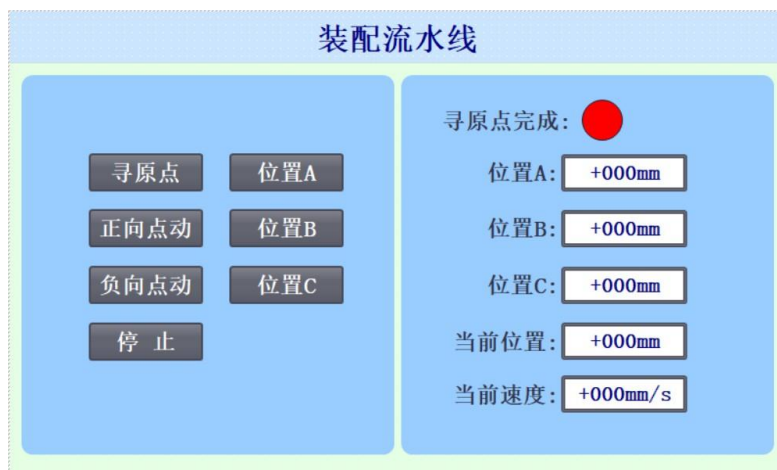


图 2-3 装配流水线运行界面

完成任务四中（一）--（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务五：AGV 机器人调试

（一）AGV 输送带功能调试

编写 AGV 机器人往返循迹的调试程序，能够实现 AGV 机器人沿着磁条运行，不偏离路线。检测到减速标识时减速到较低的速度，检测到停止标识时 AGV 机器人停止运动。设计测试功能人机界面，测试界面如图 2-4 所示不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

测试要求如下：

1) 在测试界面上点击控制按钮，AGV 机器人沿地面上粘贴的主循迹磁条向立体仓库端运动，先经过减速磁条的减速到低速运动，然后在停止磁条处停止运动；

2) 在测试界面上点击控制按钮，AGV 机器人沿地面上粘贴的主循迹磁条向托盘流水线端运动，先经过减速磁条的减速到低速运动，然后在停止磁条处停止运动。

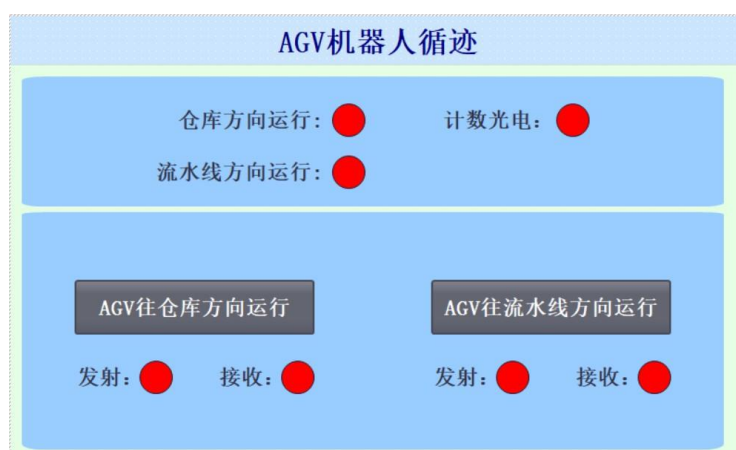


图 2-4 AGV 循迹测试界面

（二）AGV 输送带功能调试

编写 AGV 机器人传送带控制程序，能够实现传送带的正反转。编写 AGV 机器人阻挡杆控制程序，能够实现往托盘传送带上输送托盘时阻挡气缸下降，其它位置时阻挡杆升起。设计测试功能人机界面，测试界面如图 2-5 所示不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

测试要求：

- 1) 手动将托盘放置于输送带上，正确手动控制传送带的正反转运动。
- 2) 当传感器检测到托盘时，阻挡杆正确升起。



图 2-5 AGV 输送带测试界面

完成任务五中（一）--（二）后，举手示意裁判进行评判！

任务六：立体仓库码垛机调试

（一）码垛机单轴功能调试

根据实际控制需要，设置码垛机 X/Y/Z 轴变频器相关参数（电机参数、使能、报警等）。编写码垛机立体仓库系统调试程序，能够实现手动控制码垛机各轴运动。码垛机立体仓库的调试界面参考示例如下图 2-6 所示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

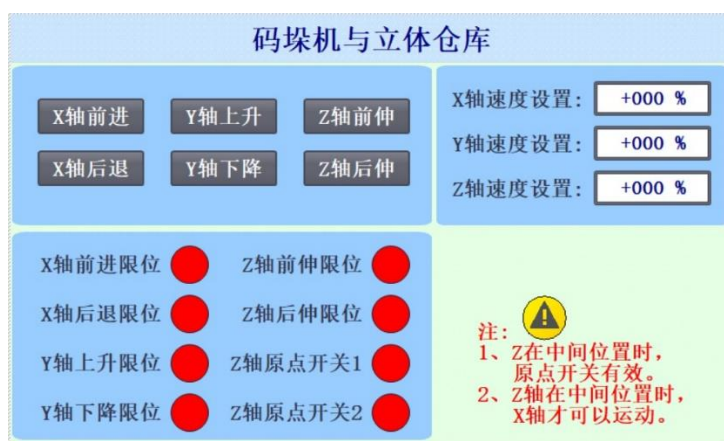


图 2-6 码垛机立体仓库的调试界面

测试要求如下：

- 1) 正确设置变频器相关参数，使 PLC 能够正常控制各轴运动和显示状态信息；
- 2) 正确手动控制码垛机 X 轴、Y 轴和 Z 轴的正反向运动，到达各轴对应方向的限位时，自动停止运动。

（二）码垛机出库功能调试

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，如图 2-7 所示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致：包括码垛机的复位功能，码垛机停止功能，显示码垛机各个轴的运行状态、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。

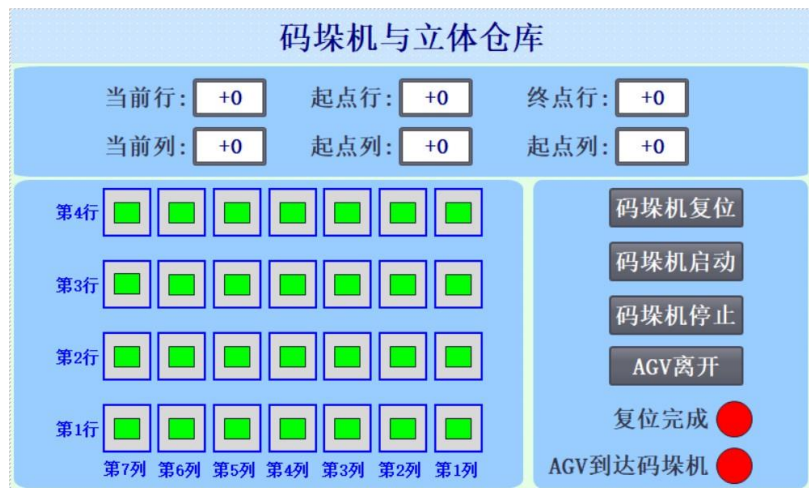


图 2-7 仓库界面示例

测试要求如下：

- 1) 控制码垛机运动，观察界面上数据变化。
- 2) 正确实现码垛机的复位和停止。
- 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，并运动至出库位置。

完成任务六中（一）--（二）后，举手示意裁判进行评判！

注意：若选手未全部完成第二赛程的调试任务，则在第三赛程不能继续对第二赛程的任务进行评判。



2021 年全国职业院校技能大赛 工业机器人技术应用赛项（高职组）

竞赛任务书（赛题） 第三赛程

选手须知：

1. 任务书共 10 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 I/O 变量表）以 .pdf 格式放置在“D:\第一赛程\参考资料”文件夹下。
3. 参赛团队应在 **3.5 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:\第一赛程\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。
5. 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。
6. 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：_____

任务一：检查赛程二任务准确性

赛程三正式开始后，参赛选手需要通过目测、手动触摸等手段，完成如下操作：

- 1) 检查视觉系统程序，如有异常，请向裁判报告；
- 2) 检查工业机器人程序，重点检查末端执行器，如有异常，请向裁判报告；
- 3) 检查托盘流水线路程序，如有异常，请向裁判报告；
- 4) 检查装配流水线路程序，如有异常，请向裁判报告。

在检查过程中，要求：

- 1) 选手不能编写机器人程序；
- 2) 选手不能在电脑上进行编程操作；
- 3) 选手可以点击触摸屏，测试第二赛程已完成的任务；
- 4) 选手可以查看赛程三的任务书。

检查过程共持续 30 分钟，在选手检查设备各单元并确认无误后，在确认表上签写赛位号以确认。（不能签写学校、姓名等真实信息）

任务二：单元联机功能验证

（一）视觉系统与主控系统联调

编写视觉识别程序和主控 PLC 中视觉系统调试模块程序，使相机能够自动识别托盘中的工件，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。

编写视觉调试界面，参考示例如下图 3-所示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

托盘工件数据				
<div>相机拍照</div> <div>拍照完成 ●</div>				
托盘1	托盘2	托盘3	托盘4	托盘5
T类型: <input type="text" value="0"/>	T类型: <input type="text" value="0"/>	T类型: <input type="text" value="0"/>	T类型: <input type="text" value="0"/>	T类型: <input type="text" value="0"/>
X偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	X偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	X偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	X偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	X偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>
Y偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Y偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Y偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Y偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Y偏移: <input type="text" value="+00.0mm"/>
Z高度: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Z高度: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Z高度: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Z高度: <input type="text" value="+00.0mm"/>	Z高度: <input type="text" value="+00.0mm"/>
A角度: <input type="text" value="+00.0°"/>	A角度: <input type="text" value="+00.0°"/>	A角度: <input type="text" value="+00.0°"/>	A角度: <input type="text" value="+00.0°"/>	A角度: <input type="text" value="+00.0°"/>
C颜色: <input type="text" value="0"/>	C颜色: <input type="text" value="0"/>	C颜色: <input type="text" value="0"/>	C颜色: <input type="text" value="0"/>	C颜色: <input type="text" value="0"/>
1红/2黄/3蓝/4黑	1红/2黄/3蓝/4黑	1红/2黄/3蓝/4黑	1红/2黄/3蓝/4黑	1红/2黄/3蓝/4黑

图 3-1 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 一栏显示缺陷件序号，用来指示缺陷工件类型。
- 3) 测试工件为 F、M 号工件 以及 N 号缺陷件。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。

（二）视觉系统引导工业机器人抓取联调

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。

表 3-1 机器人运行状态示例

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

设计机器人调试界面，参考示例如下图 3-示，不要求界面设计风格与示例界面一致，要求显示的信息与示例界面一致，要求控制按钮功能与示例界面一致。

图 3-2 机器人调试界面参考示例

测试要求如下：

- 1) 点击按钮，启动工业机器人，观察界面上机器人位姿、坐标等数据变化状态。
- 2) 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 H、K 号工件和 P 号缺陷件，工件位置随机放置。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 抓取合格工件后，放置于装配作业流水线的装配工位 G8 的任意位置，并控制气缸对合格工件进行二次定位。

- 6) 抓取缺陷工件后, 放置于装配作业流水线的备件库 G9 的配套位置。
- 7) 托盘为空时, 工业机器人把空托盘放入空托盘收集处。

(三) AGV 机器人输送托盘功能调试

分别在主控 PLC、立体仓库 PLC、AGV 机器人 PLC 上编写程序, 实现托盘从立体仓库输送至托盘流水线的任务。

测试要求如下:

- 1) 参赛选手手动放置 3 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;
- 2) AGV 机器人记录放入的托盘数量, 每放入一个托盘计数加 1, 依次放置托盘数量达到 3 个时, AGV 机器人自动离开立体仓库端;
- 3) AGV 机器人运动到托盘流水线端, AGV 机器人上部输送带将托盘输送至托盘流水线上, 每输送一个托盘计数减 1;
- 4) 输送完毕后, AGV 机器人自动返回立体仓库端。

完成任务二中 (一) -- (三) 后, 举手示意裁判进行评判!

任务三: 系统综合任务实现

(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, 不要求界面设计风格与示例界面一致, 要求显示的信息与示例界面一致, 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。

2. 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。

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。

系统的初始状态是指:

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。

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。

(二) 系统综合任务实现

提供12个合格工件: 可组装成1套I型成品、1套II型成品和III型成品, 以及2个不成套的工件; (I型成品、II型成品和III型成品的组合类型, 参见竞赛任务书 (附件), 但不得在请求任务评判前提供)

另外, 提供2个缺陷工件。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。

任务要求:

1. 工业机器人在装配工位 G8 指定位置进行装配;

2. 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;

3. 订单系统根据 I 型成品、II 型成品和 III 型成品套件的设置，规划装配工艺；

4. 所有待装配工件必须经气缸二次定位后，才可进行装配；

5. 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）；

6. 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；

7. 入库时，需将所有的成品，放到立体仓库指定的区域；

8. 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；

9. 入库完成后，设备处于初始状态，并且绿色指示灯 0.5Hz 闪烁；

10. 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；

11. 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：

1. 在计算机中的 word 软件中绘制综合任务编程的流程图，如图 3-3 所示是流程图示意图，要求在流程图中体现视觉识别、PLC 编程、工业机器人编程中关键步骤的功能、交互逻辑等信息。

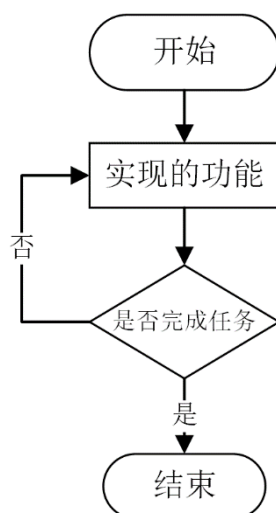


图3-3 参考示意图

2. 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指定位置；

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，装配流程结束。

(2) 入库流程

1) 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；

2) 当托盘运送到倍速链 G6 工位后，输送至 AGV 传送带；

3) 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；

4) 循环完成所有物品的入库操作。

测试要求如下：

- 1) 在选手请求任务评判时,裁判向其提供**竞赛任务书(附件)**(不得在请求任务评判前提供);
- 2) 选手参照**竞赛任务书(附件)**,在立体仓库和备件库中摆放工件;
- 3) 成品装配位置参照**竞赛任务书(附件)**;
- 4) 按照出库和装配流程自动完成 1 套 I 型成品、1 套 II 型成品和 1 套 III 型成品的装配。
- 5) 按照入库流程完成 G7 区域所有的成品入库;
- 6) 入库顺序和摆放区域参照**竞赛任务书(附件)**。

完成任务三中(一) -- (二)后,举手示意裁判进行评判!