

附件：样题



2018 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（样题）

选手须知：

1. 任务书共 19 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. 竞赛任务完成过程配有两台编程计算机，参考资料（包括 PLC 的 I/O 分配表，码垛机使用说明等）放置在“D:\参考资料”文件夹下。
3. 参赛团队应在 **4 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\竞赛编号”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、智能视觉系统、PLC、变频器、AGV 机器人的损坏，将依据扣分表进行处理。
6. 在完成任任务过程中，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。

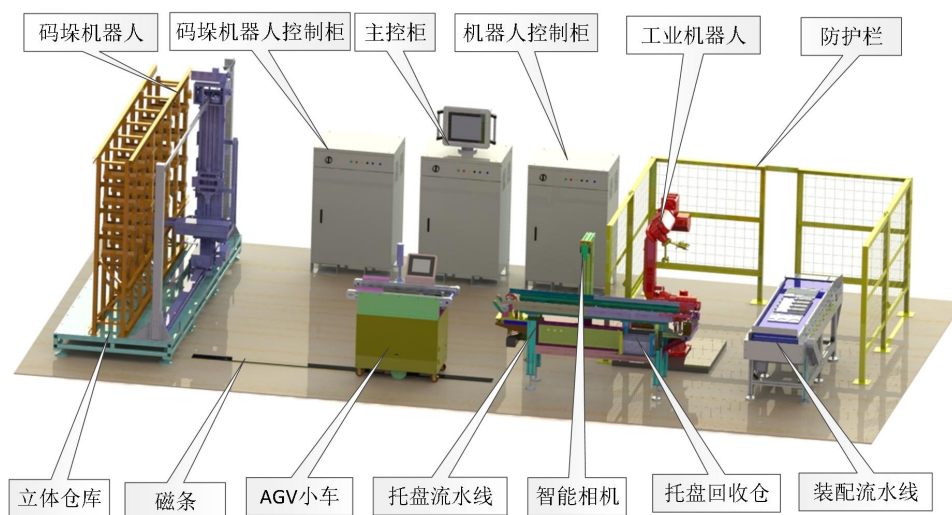
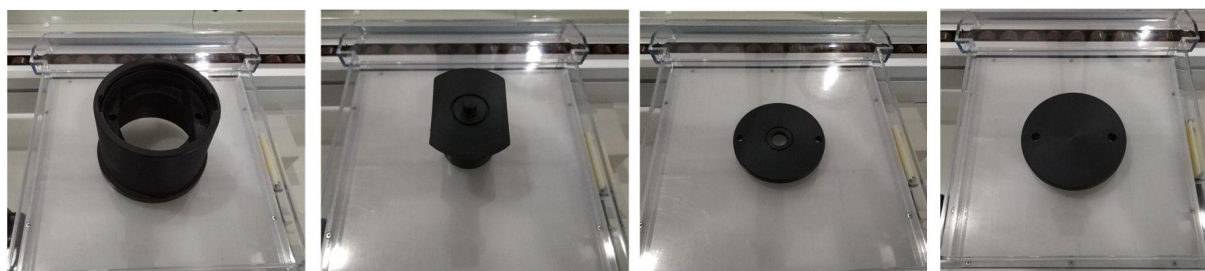


图 0-1 竞赛平台结构图

系统的主要工作目标是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装配。图 2 为需要识别抓取和装配的工件，分别为机器人关节底座、电机模块、谐波减速器和输出法兰，默认的工作编号从左至右为 1-4 号。



工件1
关节底座

工件2
电机模块

工件3
谐波减速器模型

工件4
输出法兰

图 0-2 需要识别抓取和装配的工件

托盘结构以及托盘放置工件的状态如图 3 所示，托盘两侧设计有档条，两条档条的中间为工件放置区。

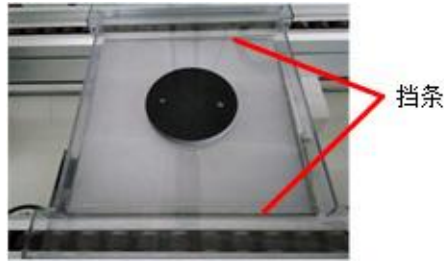


图 0-3 待装配的工件放置于托盘中的状态
系统中托盘流水线和工件装配生产线工位分布如图 4 所示。

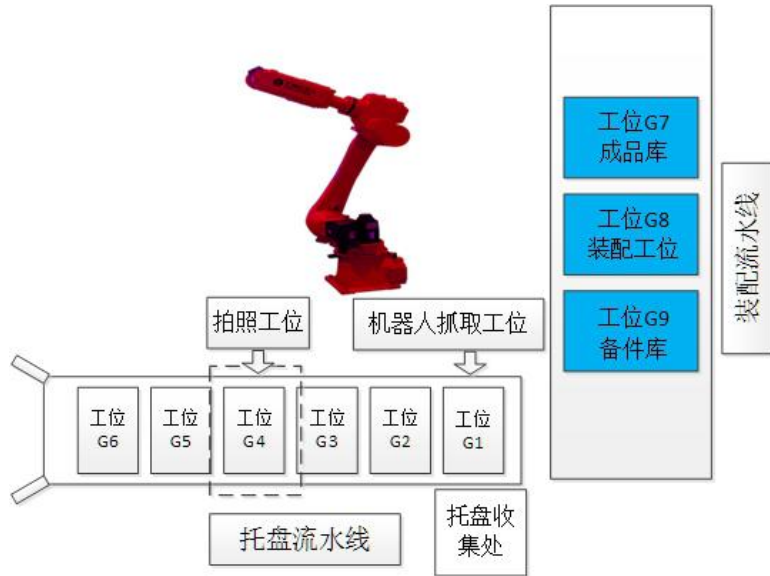


图 0-4 托盘流水线和装配流水线工位分布

装配流水线如图 5 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。

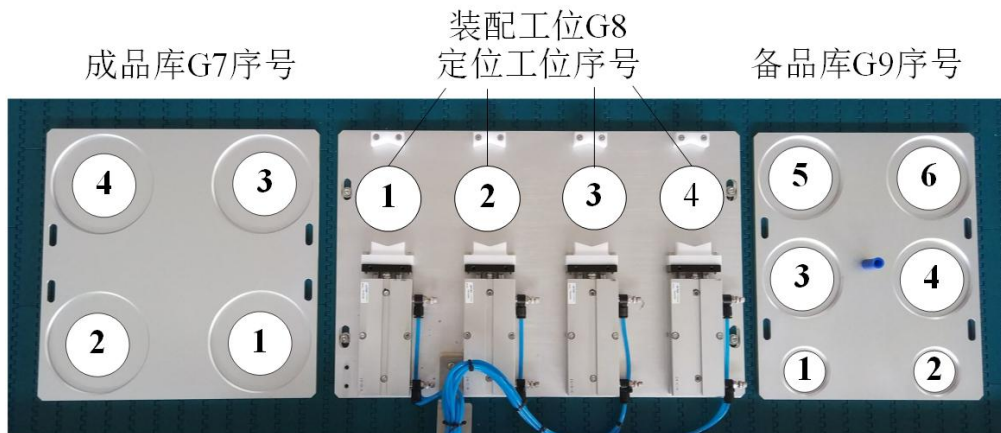


图 0-5 装配流水线

装配工位配置有四个定位工作位，按图 5 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。

备件库用于存放 2、3 和 4 号工件，当托盘流水线送来多个同一类型的工件，而无法完成装配条件时，可将其暂时存放到备件库中。

成品库用于存放已装配完成的工件，当装配工位完成了一个完整的装配任务后，机器人将成品抓取并放入成品库。同时成品库也可以用于：当出现多个 1 号工件时，可将其暂时存放于成品库中。

立体库仓位规定如下图所示。

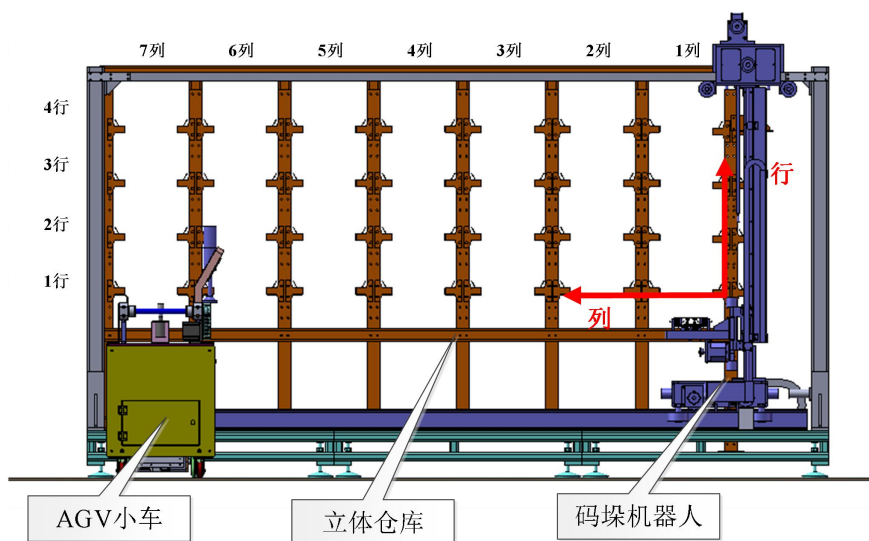


图 6 立体库仓位规定

系统中主要模块的 IP 地址分配如下表 1 所示。

表 0-1 主要功能模块 IP 地址分配表

序号	名称	IP 地址分配	备注
1	工业机器人	192.168.8.103	
2	智能相机	192.168.8.3	
3	主控 HMI 触摸屏	192.168.8.11	
4	主控系统 PLC	192.168.8.111	
5	编程计算机 1	192.168.8.21	
6	编程计算机 2	192.168.8.22	
7	码垛机系统 PLC	192.168.8.112	

任务一：机械和电气安装

（一）传感器的安装

（1）安装并调试托盘流水线传感器

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。

托盘流水线传感器安装完毕后，效果如图 1-1 所示。

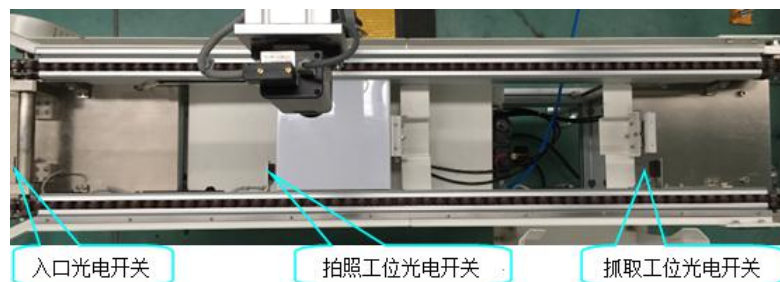


图 1-1 托盘流水线传感器布置

（2）安装安全护栏传感器

将安全护栏传感器安装在安全护栏门的正确位置，使后续编程时能够实现：当安全门打开时，机器人停止运动。

在安全护栏中安装安全护栏传感器完成后，效果如图 1-2 所示。

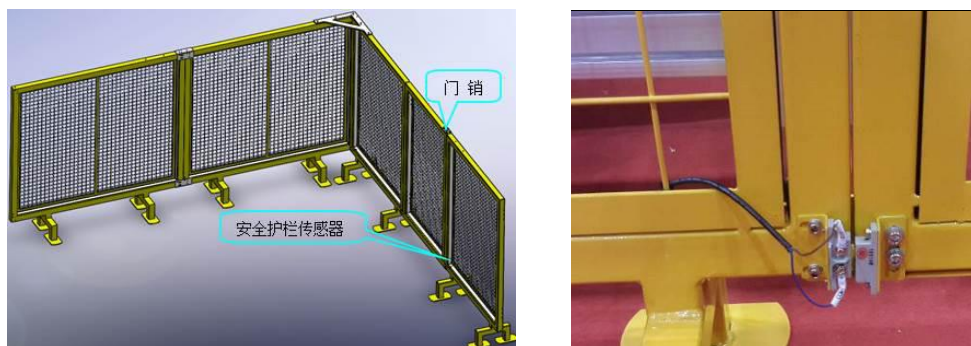


图 1-2 安全护栏传感器位置

完成任务一中（一）（1）和（2）后，举手示意裁判进行评判！

（二）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 1-3 所示。



图 1-3 末端执行器连接后的效果

完成任务一中 (二) 后, 举手示意裁判进行评判!

(三) 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 1-4 所示) 完成系统组网。

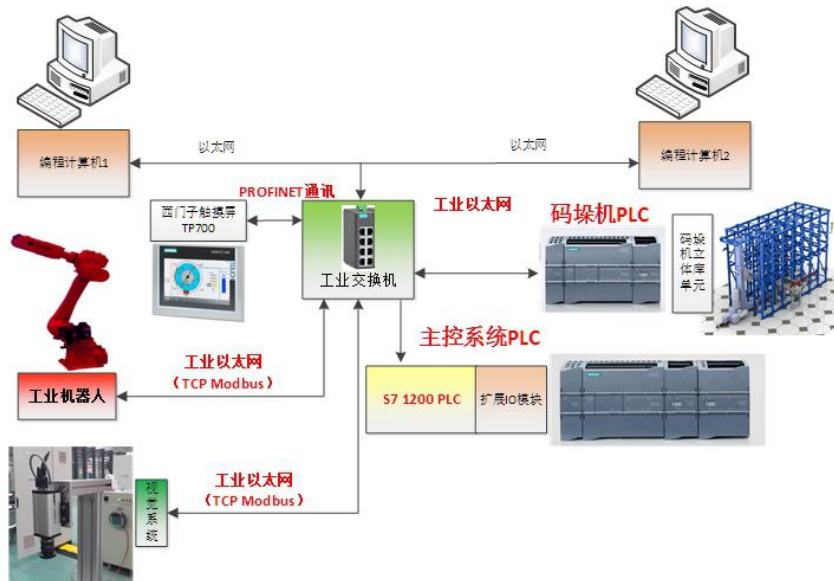


图 1-4 相机和编程计算机的连接示意图

相机连接完成后, 效果图如图 1-5 所示。



图 1-5 相机连接完成的效果

完成任务一中（三）后，举手示意裁判进行评判！

（四）AGV 机器人上部输送线安装与调试

完成 AGV 上部输送线部分部件的安装（AGV 机器人上部输送线结构图及爆炸图如图 1-6 和 1-7 所示）：

1. 主动轴的安装；
2. 同步带传动机构的安装及调试；
3. 从动轴的安装；
4. 平皮带张紧度的调节；
5. 托盘导向板的安装。

注意事项：现场三个张紧轮处同步带已安装。

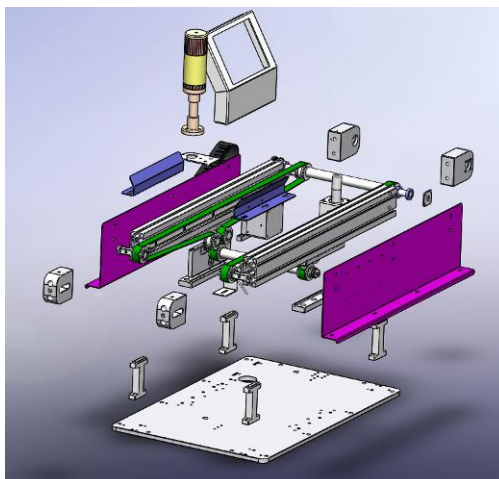


图 1-6 AGV 机器人上部输送线结构爆炸图

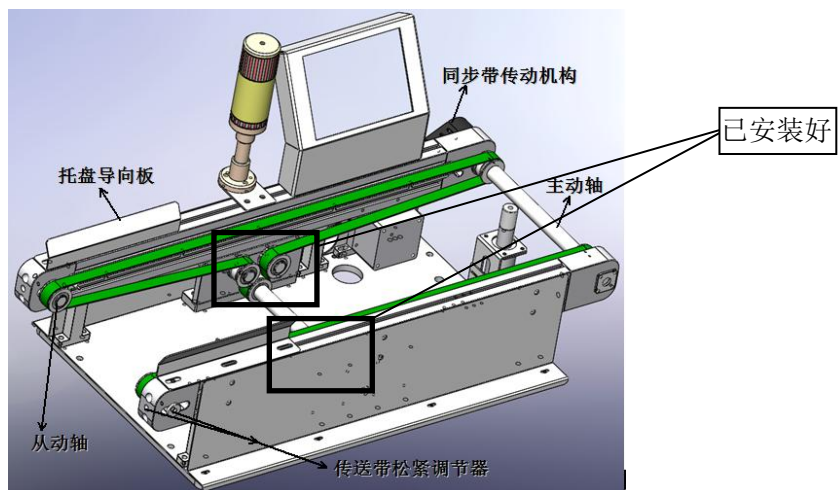


图 1-7 AGV 机器人上部输送线结构图

AGV 机器人上部输送线安装完成后，效果图如图 1-8 所示。



图 1-8 AGV 机器人上部输送线安装完成效果图

完成任务一中（四）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，在软件中能够实时查看现场放置于相机下方托盘中的工件图像，要求工件图像清晰。

实现后的界面效果如图 2-1 所示。

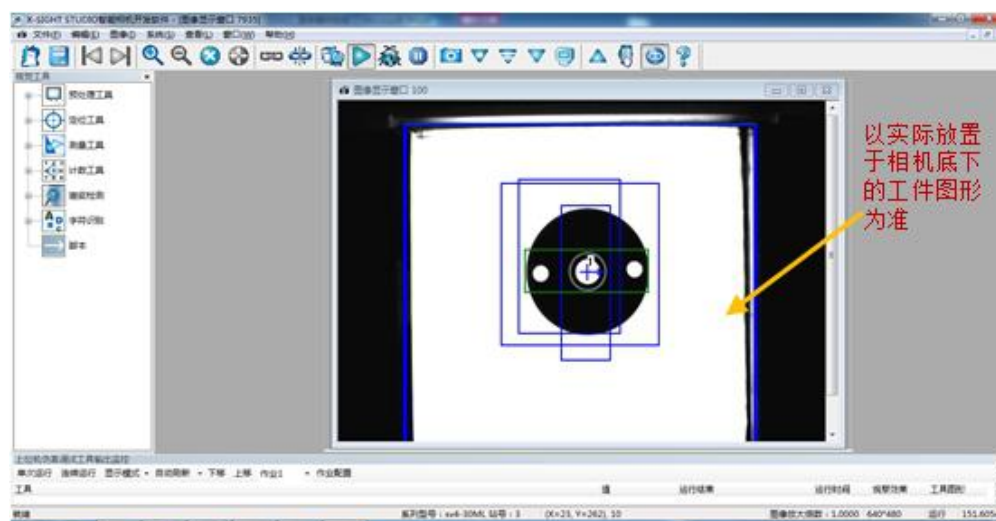


图 2-1 实现后的界面效果示例

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图 2 所示 4 种工件进行学习。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 4 种工件脚本文件，各类工件的信息及对应地址见表 2-1 所示，

规定每个工件占用三组地址空间，每组地址空间的第 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。

4) 依次手动放置安装有图 2 中的 1、2、3、4 号工件的托盘（每一个托盘放置 1 个工件）于拍照区域，在软件中能够得到和显示该编号工件的位置、角度和类型编号，验证相机学习的正确性。

完成任务二中（二）后，举手示意裁判进行评判！

注意事项：

在编写相机视觉脚本程序时，工业机器人赛项任务可按照表 2-1 智能相机工件信息及对应通信地址构建，相机程序中对应工件的通信地址也可参照表 2-1 进行编写。

表 2-1 智能相机工件信息及对应通信地址样例

工件号	工件	Modbus 通信地址		
1		1: 1000: X 坐标 1002: Y 坐标 1004: 角度	2: 1006: X 坐标 1008: Y 坐标 1010: 角度	3: 1012: X 坐标 1014: Y 坐标 1016: 角度
2		1: 1018: X 坐标 1020: Y 坐标 1022: 角度	2: 1024: X 坐标 1026: Y 坐标 1028: 角度	3: 1030: X 坐标 1032: Y 坐标 1034: 角度
3		1: 1036: X 坐标 1038: Y 坐标 1040: 角度	2: 1042: X 坐标 1044: Y 坐标 1046: 角度	3: 1048: X 坐标 1050: Y 坐标 1052: 角度
4		1: 1054: X 坐标 1056: Y 坐标 1058: 角度	2: 1060: X 坐标 1062: Y 坐标 1064: 角度	3: 1066: X 坐标 1068: Y 坐标 1070: 角度

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) 通过给定的辅助工具，设定手爪 1 双吸盘的工具坐标系。
- 2) 通过给定数据(0, -144.8, 165.7, 90, 140, -90)，在机器人系统中设定手爪 2 三爪卡盘的工具坐标系。

（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

工业机器人示教、编程和再现要求如下：

（1）依次将 4 种工件从托盘流水线工位 G1 的托盘中心位置，搬运到装配流水线装配工位 G8 如图 3-1 所示要求对应放置的定位工作位中。要求用工业机器人示教编程完成以下任务：

1) 工件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；

2) 按如图 3-1 所示，将工件取放在装配工位的对应定位工位中，工件放到位置后，用双吸盘将空托盘放置于托盘收集处。

（2）从装配流水线工位 G7 和 G9 搬运 1、2、3 和 4 号工件到装配工位 G8 对应位置（如图 3-1 所示）进行二次定位和工件装配。要求：

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图 3-2 放置。

2) 将装配流水线 G7 和 G9 工位中的工件，通过工业机器人示教、编程操作，将工件按照装配次序 1-2-3-4 依次抓取并放置于 G8 工位对应位置，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，机器人抓取并完成装配，装配结果如图 3-3 所示。

（3）工业机器人程序再现：

1) 能按以上示教轨迹重复 4 个工件的抓取及 4 个空托盘收集动作；

2) 能按以上示教轨迹实现将 G7 和 G9 工位中的工件搬运到工位 G8 进行二次定位并且装配。

示教编程搬运后的最终结果为图 3-3 中装配工位 G8 的装配结果所示。

完成任务三中（一）、（二）后，举手示意裁判进行评判！

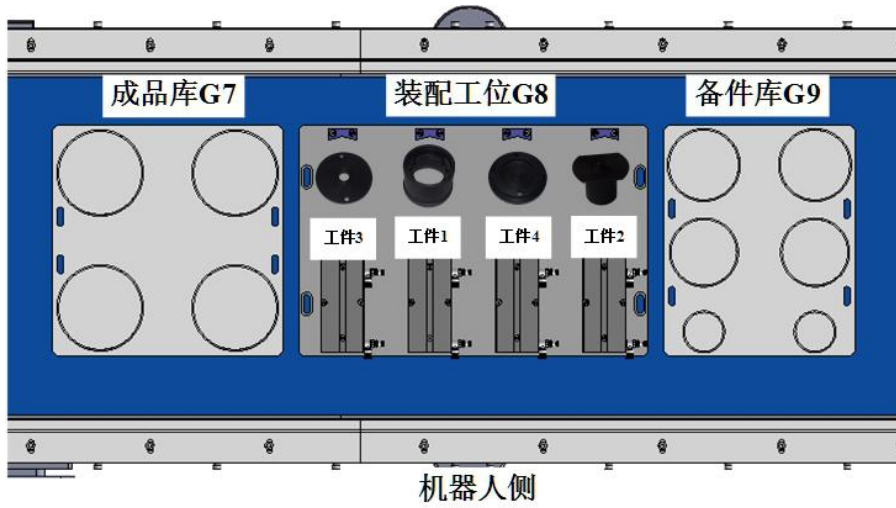


图 3-1 工件摆放位置

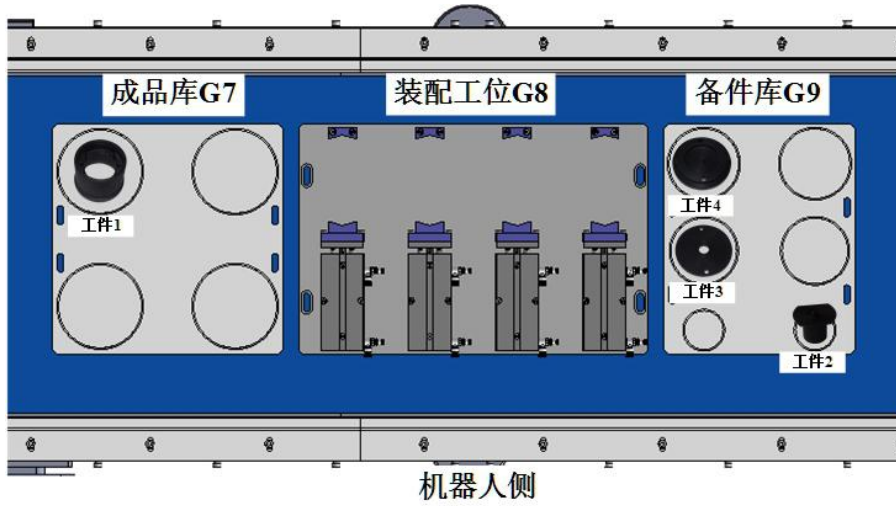


图 3-2 人工工件摆放位置

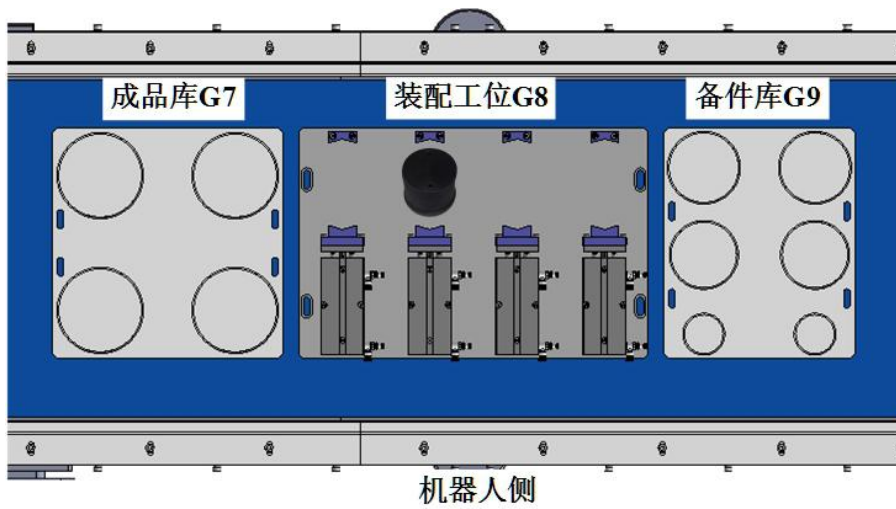


图 3-3 工件装配结果

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，要求如下：

1. 调试界面可以手动控制托盘流水线启动正向传输、停止、拍照气缸点动。
2. 调试界面可以手动控制装配流水线正向点运动、反向点运动，回原点运动、可以手动选择 3 个工位（G7、G8、G9）的任意一个，使其位于装配作业流水线工作位置（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，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，视觉系统把托盘中识别的工件信息传送到 PLC，并在人机界面上显示，显示信息包括位置、角度和工件编号。

3. 测试工件为如图 2 所示的 1、2、3 号工件。3 种工件人工放置于 3 个托盘内，1 个托盘装有 1 个工件，现场裁判随机要求参赛选手按照上述要求放置工件于相机工位，测试其正确性。

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

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，要求如下：

1. 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 4-1 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

4. 实现如下测试任务：

- 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缓慢的放入 2 个托盘，托盘中分别放置 1 号工件和 3 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工位 G8 的工件装配位如图 3-1 所示规定的对应位置。

5) 托盘为空时, 工业机器人把空托盘放入空托盘收集处。

机器人调试界面参考示例如下图 4-3 所示。

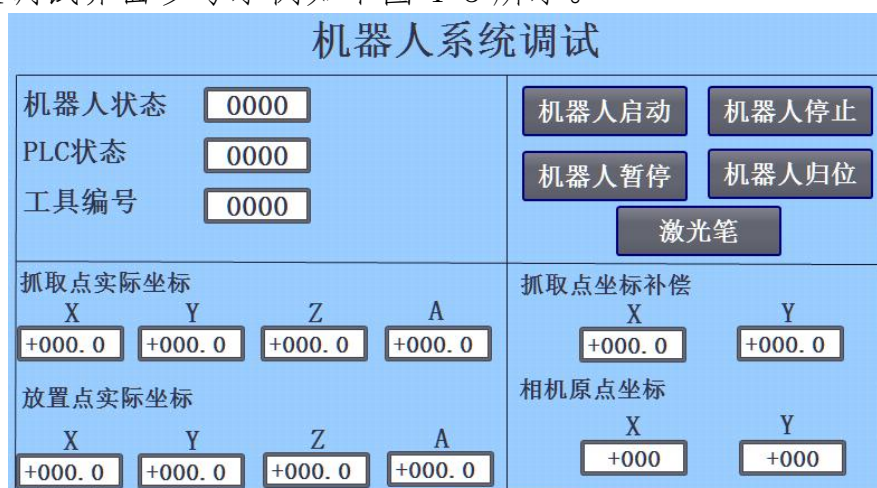


图 4-3 机器人调试界面参考示例

完成任务四中(三)后, 举手示意裁判进行评判!

(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, 要求如下:

1. 可以手动控制码垛机 1 轴、2 轴和 3 轴的正反运动。
2. 可以实现码垛机的复位功能。
3. 可以实现显示立体库每个仓位中是否有托盘信息
4. 可以实现选择安放托盘的仓位, 码垛机根据选择对立体库托盘进行取出, 并且放置于位于立体库端 AGV 机器人上的功能。

现场裁判随机要求参赛选手按照上述要求放置 2 个托盘, 在调试界面上显示正确的仓位信息, 并要求码垛机从立体库取托盘放置到 AGV 机器人上部输送线上, 测试仓位信息显示和码垛机正确放置托盘于 AGV 的正确性。

码垛机立体仓库的调试界面参考示例如下图 4-4 所示。

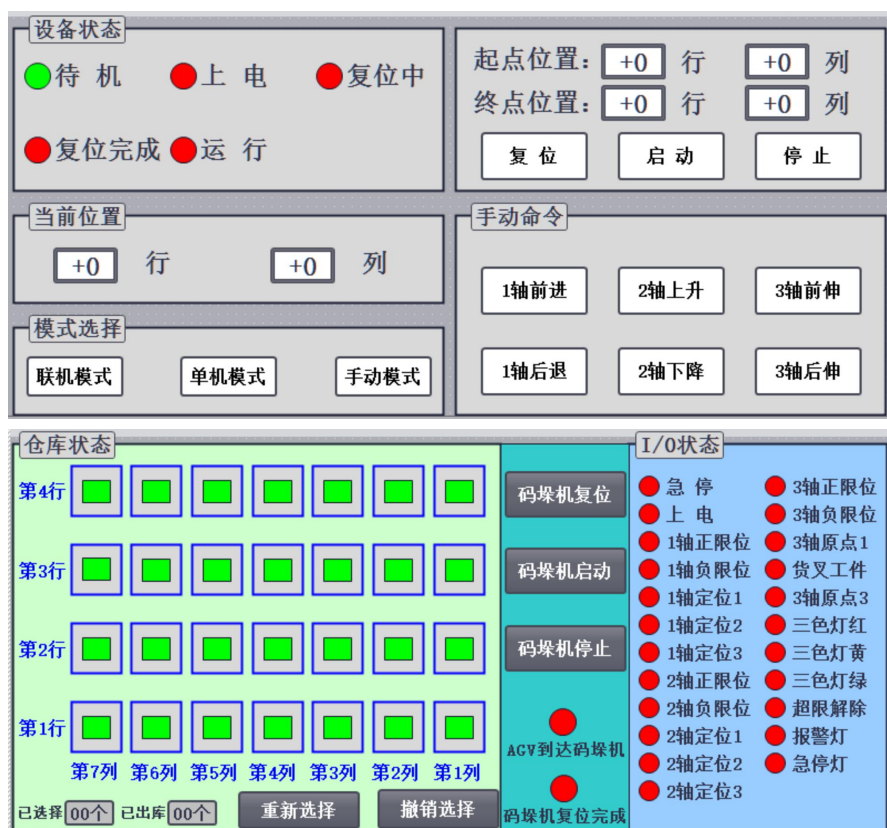


图 4-4 码垛机立体仓库调试界面参考示例

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，可以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、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。

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

装配要求：

（1）托盘合计 14 个，工件有 4 种，分别为：1、2、3、4 号工件，每种工件为 3 个，工件总数为 14 个，其中有 2 个次品，任务规定 1 个托盘中放置一个工件，可被放置于立体库任意 14 个仓位中。（次品类别和仓位摆放次序，现场给定）

（2）工业机器人应优先将工件放置于装配工位 G8 对应位置，若 G8 对应位置已有工件时，暂时存放到成品库 G7 和备件库 G9 工位。

（3）只要已抓取工件满足装配条件时，则优先装配，然后再继续抓取后续到达工件，进行放置或装配。（装配位置，现场给定）

（4）按工件号 1→2→3→4 的次序在装配工位规定的位置依次进行装配；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；再将装配好的工件整体移至成品库。然后进行下一套机器人关节的装配。

（5）所有待装配工件必须经气缸二次定位后，才可装配。

（6）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）。

（7）遇到次品工件，将其放在托盘库中。

编程实现任务：

根据现场提供的编程环境编写人机界面和主控 PLC 程序，控制码垛机、AGV 机器人、装配作业流水线、工业机器人等设备，完成工件的取出、识别、空托

盘的回收、不同工件的分类、搬运以及装配。具体任务流程如下：

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。（选手可以手动从主控触摸屏中按取出顺序设定实现取出，也可以编程自动实现取出）

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 12 个托盘输送完毕。

3. 当托盘经过工件作业流水线时，阻挡气缸进行阻挡，然后相机进行识别，当托盘运行到抓取工位时，机器人用合适的工具对托盘工件抓取，并优先放置在装配工位对应的定位工位中，工件放置的位置要求如图 3-1和成品装配位如图 5-2所示的规定（此位置只是示例，具体位置现场给定）。当定位工位中已有工件摆放，则将工件放置在成品库 G7 和备品库 G9 的对应工位中。工件放置完后，更换合适工具，放置空托盘于托盘库中。

4. 当装配工位中的工位满足装配要求时，应先经气缸二次定位，然后根据装配要求，完成整个机器人关节的装配，装配完成后将装配完成的机器人关节摆放至成品库。

5. 当遇到次品工件时，将其放在托盘库中。

6. 综合工作任务主要步骤如图 5-1 所示，工件完整装配的要求如图 5-2 所示，3 套机器人关节分别放置在成品库如图 5-2 所示的对应位置。任务完成后，黄色指示灯以 1Hz 频率闪烁。



图 5-1 综合任务工作流程

评判要求：

当任务完成后，选手举手示意裁判，请求现场裁判：

1) 将赛场提供的 14 个工件放入 14 个托盘。任务规定 1 个托盘中放置 1 个工件。

2) 摆放装有工件的 14 个托盘放入立体仓库的 14 个库位中。

满足上述条件后，选手可请求裁判开始进行评判。

完成任务五后，举手示意裁判进行评判！

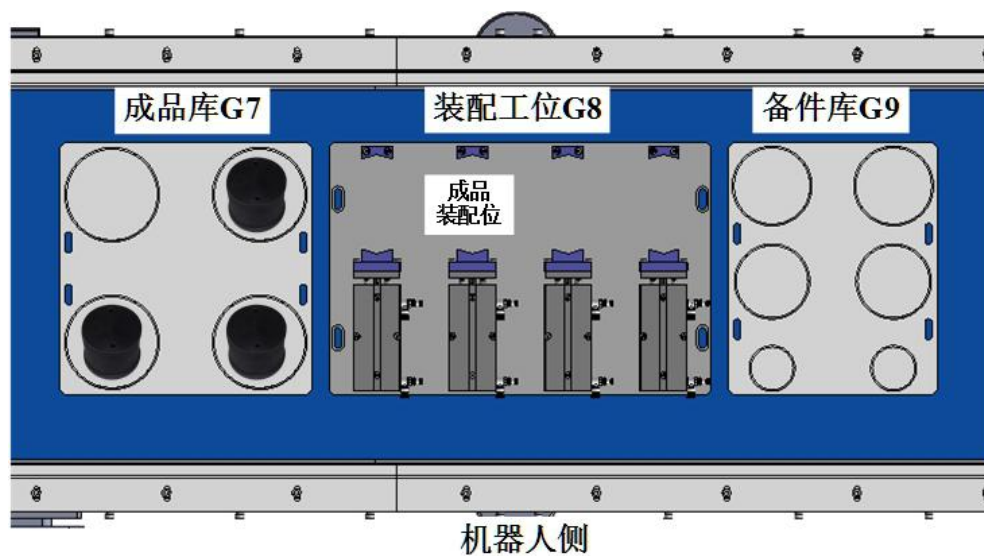


图 5-2 工件装配位以及成品放置要求