



第一届山东省职业技能大赛

机器人系统集成项目

任

务

书

(第二天)

大赛执委会技术工作组

二〇二三年六月

目录

选手须知:	3
任务三: 机器人系统编程与调试 (C2)	4
(一) 工作站仿真制作.....	4
1.布局要求.....	4
2.动作要求.....	4
(二) 工作站编程与调试.....	5
1.说明与定义:	5
2.PLC 的功能要求.....	5
3.HMI 界面设计.....	7
(三) 工业机器人的操作及编程.....	8
1.程序 1:	8
2.程序 2:	11
3.程序 3:	13
(四) 文档编写.....	16
1、格式要求.....	16
2、用户手册内容.....	16
任务四: 拓展任务 (C2)	17

场次号：_____ 工位号：_____

选手须知：

- 1) 任务书共 21 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) 本赛项包含任务一、任务二、任务三、任务四共四项任务，时间共 11 小时（其中任务一、任务二在第一天完成，时间为 5 小时，任务三、任务四在第二天完成，时间为 6 小时），比赛当天发当天的任务书。
- 3) 选手在竞赛过程中创建的所有文件必须存储到“桌面:\技能大赛\工位 X”文件夹下。文件名称“工位 X”中，X 是工位数，如：工位号为 3 号，文件名称应为“工位 03”。
- 4) “桌面:\技能大赛\技术资料”中存储的相关技术资料（数模、电气图、csb 文件），参赛队员可以取用。
- 5) 选手提交的试卷不得出现学校、企业、姓名等与身份有关的信息，否则成绩无效。
- 6) 由于操作不当等原因引起工业机器人及 I/O 组件、智能视觉系统、PLC 及驱动器的损坏，将依据扣分表进行处理。
- 7) 在完成任务过程中，注意安全文明生产、电脑软件数据随时保存，以防意外导致数据丢失。若出现选手未及时保存数据导致数据等文件丢失，选手无法申请加时。

任务三：机器人系统编程与调试（C2）

（一） 工作站仿真制作

1.布局要求

将客户提供的模型及自己设计的模型导入到 Roboguide 中进行布局，布局样式与实物一致。

2.动作要求

在仿真软件中编写程序，完成如下仿真工作流程：

工作站启动—机器人取方形工件爪手—抓取方形工件（方形工件放置在立体料仓最上层）—平面打磨抛光—放置到装配台—机器人更换圆柱爪手—抓取圆柱—抓取圆柱运动到模拟数控加工单元进行加工—去毛刺（去毛刺同实际机器人一致）—放置到圆环料盘装配圆环—将装配完成的圆柱放入装配台的方形工件中完成工件总装—抓取装配完成的成品放入立体料仓（放入立体料仓第二层）—循环工作完成最上层方形工件的装配—机器人放回手爪。

要求机器人动作、姿态设计合理，运动过程中不发生干涉、碰撞，否则得分减半。

1) 仿真过程动作流畅，无碰撞、停顿及软件报警等情况。

2) 一旦机器人仿真程序启动后，人为不可干预。启动后的程序由于逻辑原因或其它原因导致程序暂停，视为本次程序演示结束，裁判开始打分。选手有 2 次演示机会。

（二）工作站编程与调试

1.说明与定义：

系统安全状态：当系统无急停信号或安全光栅信号输入时，称为系统安全状态；

系统不安全状态：当系统有急停信号或安全光栅信号输入时，为系统不安全状态；

系统按钮：

启动按钮（触摸屏/按钮盒）：启动机器人程序；

暂停按钮（触摸屏）：暂停机器人当前程序；

急停按钮（示教器/控制柜）：紧急停止机器人运动；

复位按钮（示教器/触摸屏/按钮盒）：复位当前机器人报警；

再启动按钮（触摸屏）：再启动处于暂停状态下的机器人当前程序；

3 个功能切换按钮（触摸屏/按钮盒）：在复位状态按下按钮选择不同的机器人程序；

手动自动切换按钮（触摸屏/按钮盒）：只有在自动模式下按下上面的控制按钮才生效。

2.PLC 的功能要求

设置机器人为远程自动模式后，系统应能实现如下功能：

机器人在具备自动运行条件下，此时三色灯黄灯常亮；

触摸屏选中需要执行的机器人程序，按下启动按钮，机器人运行，三色灯绿灯亮，红灯黄灯灭；

按下示教器或控制柜急停按钮或阻挡光栅，机器人能立即停止动作，三色灯绿灯灭，红灯以 1 Hz 频率闪烁；

在系统运行中，按下系统暂停按钮，机器人暂停动作，此时机器人不掉爪，三色灯黄灯常亮；

恢复安全状态后（松开急停按钮、不再阻挡光栅时），机器人不会自动运行，且示教器显示报警状态，此时三色灯仍以 1Hz 频率闪烁；

按下复位按钮，机器人示教器报警信号消失，设备三色指示灯黄灯 1Hz 闪亮，红灯灭；按下再启动按钮，机器人继续完成工作，机器人正常工作时三色指示灯黄灯灭，绿灯亮；机器人完成全部工作后将处于待机状态，此时三色灯黄灯常亮。

3.HMI 界面设计

使用触摸屏编制功能界面，实现相关任务要求，界面包括：

主画面设计：主要包含各子画面的跳转功能以及该系统的 3D 布局图，如图 3-1 所示



图 3-1 主画面参考

程序控制画面：能实现启动按钮、暂停按钮、复位按钮、再启动的控制功能，具备程序选择按钮实现不同程序的切换，如图 3-2 所示。

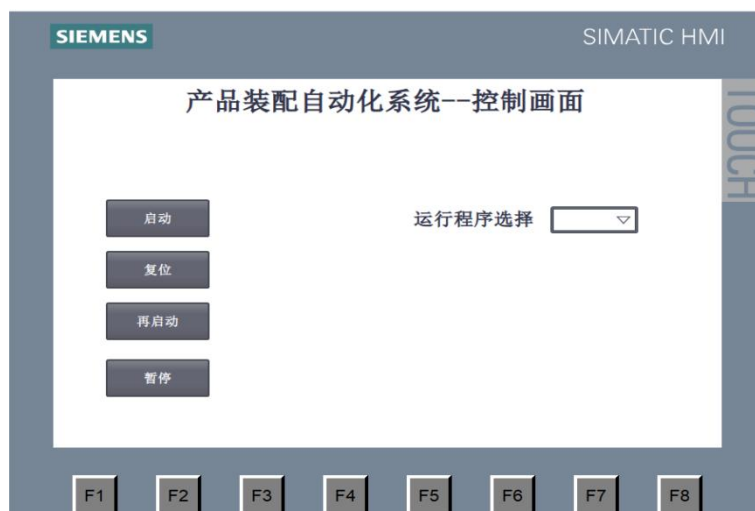


图 3-2 程序控制画面参考

手动控制界面：能实现工作站各动作单元手动控制及信号监视功能，按下相关按钮，对应机构动作，能实现机器人 UO 信号的监控，如图 3-3 所示。

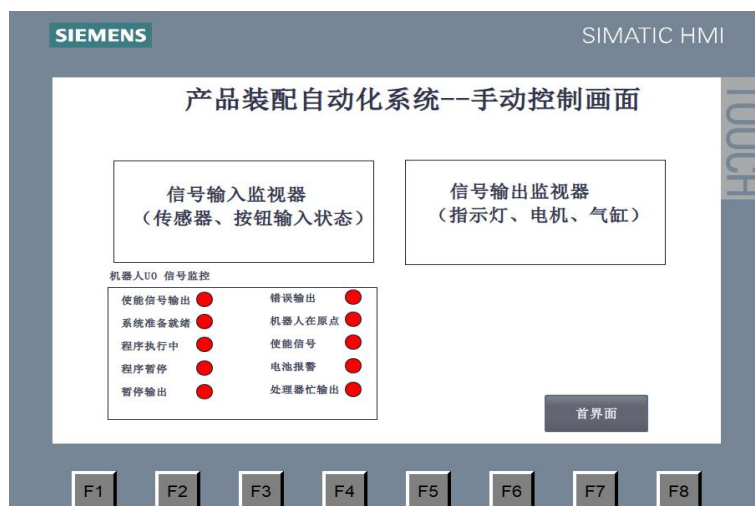


图 3-3 信号状态监视与手动调试画面参考

系统状态监控界面：界面能实显示产品装配运行状态的监控，能实时显示“运行中”“暂停中”“报警中”实时状态，能实时显示系统当前工艺流程状态（以 1HZ 闪烁显示当前正在执行的工艺流程），如图 3-4 所示：



图 3-4 系统状态监控画面参考

（三）工业机器人的操作及编程

机器人原点：机器人末端夹具打开，5 轴-90°，其余轴 0°的位置。

1.程序 1：

● 基本功能要求

抓取工件时示教位置精确，不发生抓取处模块或设备的明显晃动现象；

放置工件时位置要精确，放置工件处的高度合适，不出现把工件从高位扔下和夹着工件滑动的情况；

创建机器人程序命名为“PNS0001”；

“PNS0001”的机加工自动化系统程序，需要完成圆柱原料及金属环的抓取、加工、打磨、装配及检测分拣入库工序。

机器人抓取工件时，圆柱抓取长度不少于 15mm，在加工单元加工时，放入加工单元三爪卡盘的深度不小于 15mm；

工业机器人动作过程流畅和不发生碰撞即可。

在连续运转的情况下，该程序的运行完成节拍需要控制在 5 分钟以内。

机器人应能采用远程模式启动、复位、急停。使用本地模式，将丢失远程模式分数，但不影响功能评分。

● 完成程序 PNS0001 自动化编程、调试及自动运行

①按下触摸屏 PNS0001 程序选择按钮，然后按下启动按钮，机器人执行 PNS0001 程序，从夹具架选择合适夹具。

② 工业机器人从圆柱原料托盘中抓取圆柱，抓取长度不少于 15mm，然后运行至加工单元。

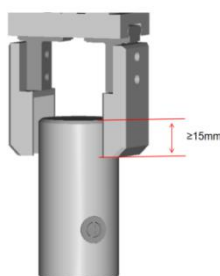


图 3-5 手爪夹紧状态示意图

③ 加工单元红绿指示灯灭，提示机器人可以进入机床上料。

④ 工业机器人将圆柱原料放入加工单元三爪卡盘内，要求放入深度不小于 15 毫米，加工单元三爪卡盘夹紧原料后，机器人退出，加工单元绿色指示灯 1hz 闪烁代表正在加工，加工时间为 3 秒。

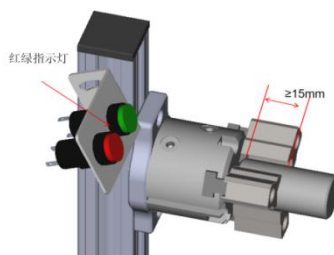


图 3-6 三爪卡盘夹紧状态示意图

⑤ 加工完成后，加工单元红色指示灯 1hz 闪烁，工业机器人再次抓取工件，加工夹手松开，加工单元红色指示灯灭。

⑥ 机器人夹住工件转移到去毛刺工位，去毛刺工具启动。机器人抓取已加工结束的圆柱体，对圆柱体指定边缘进行去毛刺作业，如图 3-7 所示；机器人抓取圆柱体工件靠近但不接触去毛刺头，围绕工件轴线旋转 365°完成去毛刺作业。去毛刺工件姿态要求如下图所示，工件轴线与去毛刺工具轴线夹角基本在 45°附近；



图 3-7 去毛刺示意图

⑦ 完成去毛刺工艺后，转移到装配单元区域，将金属环套入圆柱工件后成为组件。装配过程中平稳流畅，不出现夹住工件往下压及撞击的状况。

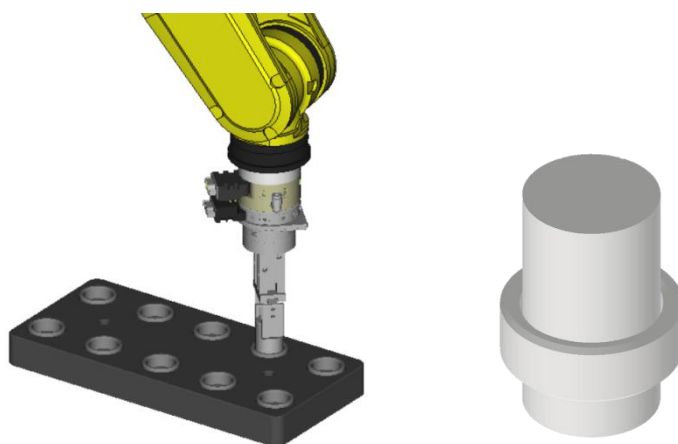


图 3-8 金属环装配状态示意图

⑧ 工业机器人将完成装配工序的装配部件转移到微动开关处进行检测。安装成功（圆柱工件套上金属环）的产品为合格品，没有安装成功（圆柱工件未套上金属环）的产品为次品。工业机器人将合格品阵列形式放到合格品托盘上；将次品阵列形式放到次品托盘上。

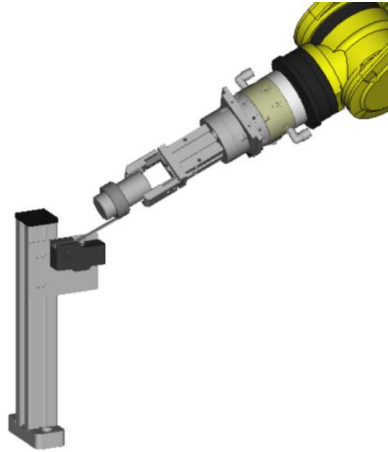


图 3-9 成品检测状态示意图

⑨ 重复上述流程，直到全部完成，工业机器人放回抓手，回到机械原点，停止动作。

2.程序 2:

● 基本功能要求

抓取工件时示教位置精确，不发生抓取处模块或设备的明显晃动现象；

放置工件时位置要精确，放置工件处的高度合适，不出现把工件从高位扔下和夹着工件滑动的情况；

创建机器人程序命名为“PNS0002”；

“PNS0002”的机加工自动化系统程序，需要在完成 PNS0001 任务的基础上增加方形工件的打磨与装配。

方形工件随机五个放置在成品托盘内，机器人使用视觉相机进行定位抓取；

机器人抓取方形工件时，确保夹具卡入方形工件凹槽中，不得抓取工件表面。

工业机器人动作过程流畅和不发生碰撞即可。

在连续运转的情况下，该程序的运行完成节拍需要控制在 10 分钟以内。

机器人应能采用远程模式启动、复位、急停。使用本地模式，将丢失远程模式分数，但不影响功能评分。

● 完成程序 PNS0002 自动化编程、调试及自动运行

①按下触摸屏 PNS0002 程序选择按钮,然后按下启动按钮,启动机器人执行 PNS0002 程序,从夹具架选择合适的夹具。

② 工业机器人利用视觉识别并定位成品托盘内的塑料方形工件;工业机器人到成品托盘内取方形工件送至平面打磨单元进行打磨(要求打磨工件在打磨头上方 5mm 处,不接触);

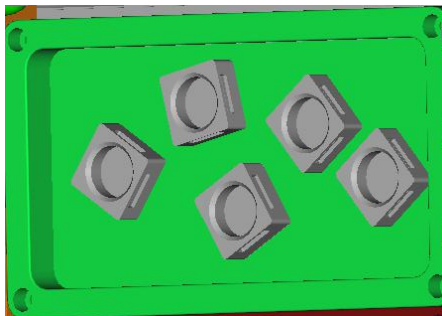


图 3-10 塑料方形工件摆放示意图

③ 打磨过程维持 3s,打磨途中如果发生异常打磨机构能够停止打磨,待复位异常机器人恢复运行后打磨机构能够继续运行;

④ 打磨完成后工业机器人将塑料方形工件放置到装配单元 1 号位上;

⑤ 工业机器人从夹具架中更换合适的夹具;

⑥ 工业机器人从圆柱原料托盘中抓取圆柱,抓取长度不少于 15mm,然后运行至加工单元;

⑦ 加工单元红绿灯指示灭,提示机器人可以进入机床上料。

⑧ 工业机器人将圆柱原料放入加工单元三爪卡盘内,要求放入深度不小于 15 毫米,加工单元三爪卡盘夹紧原料后,机器人退出,加工单元绿色指示灯 3hz 闪烁代表正在加工,加工时间为 3 秒;

⑨ 加工完成后,加工单元绿色指示灯灭,加工单元红色指示灯 1hz 闪烁,工业机器人再次抓取工件,加工夹手松开,加工单元红色指示灯灭;

⑩ 机器人夹住工件转移到去毛刺工位,去毛刺工具启动。机器人抓取已加工结束的圆柱体,对圆柱体指定边缘进行去毛刺作业,如图 3-8 所示;机器人抓取圆柱体工件靠近但不接触去毛刺头,围绕工件轴线旋转 365°完成去毛刺作业。去毛刺工件姿态要求如下图所示,工件轴线与去毛刺工具轴线夹角基本在 45°附近;

⑪完成去毛刺工艺后,转移到装配单元区域,将金属环套入圆柱工件后成为组件。装配过程中平稳流畅,不出现夹住工件往下压及撞击的状况;

⑫ 工业机器人将完成装配工序的装配部件转移到视觉检测单元处进行检测，安装成功（圆柱工件套上金属环）的产品为合格品，没有安装成功（圆柱工件未套上金属环）的产品为次品；

⑬ 工业机器人将合格品送至装配台 1 号位与方形工件进行组合完成成品总装；

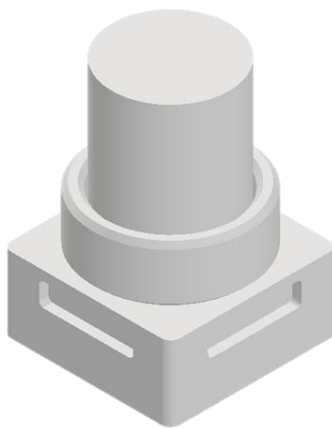


图 3-11 成品效果

⑭ 工业机器人至夹具库更换爪手；

⑮ 工业机器人取成品送至视觉检测区域进行视觉检测；

⑯ 工业机器人将检测合格的成品，按顺序放入立体仓储模块中；

⑰ 重复上述流程，直到全部完成，工业机器人放回抓手，回到机械原点，停止动作。

3.程序 3:

● 基本功能要求

① PNS0010 程序主要是让选手完成指定图形的示教及轨迹再现，最终通过机器人手持画笔在白纸上完成轨迹的绘画作业（赛场提供带有图形的 A4 纸模板，可供选手点位示教使用）。

② 机器人启动前，确保机器人处于原点位置。

③ 每个图形（字母）都为闭合图形，因此绘画出来的轨迹需要连续不能有断开，画笔轨迹断开图形不得分。

④ 轨迹图形的绘制节拍要求控制在 2 分钟内完成。

⑤ 轨迹画板的安装角度位置赛前已由技术保障团队调整到位了，并手动做好了标记，选手不得进行角度调整，否则此项任务 2 程序都不得分。

● 完成程序 PNS0010 自动化编程、调试及自动运行

①按下触摸屏 PNS0010 程序选择按钮，按下启动按钮，机器人从原点位置开始执行 PNS0010 程序。

②机器人从夹具库抓取合适的夹具，移动至轨迹画板处，开始图形绘制，如图 3-12 所示。



图 3-12 轨迹画板

③ 机器人通过手爪末端的画笔，在轨迹画板的空白 A4 纸上完成以下指定空心字体轮廓的绘制（黑体），每个字体笔画的绘制结果需要确保绘画轨迹连续无中断，字整体要求在图纸上对称居中，上下、左右对称，误差不大于 5mm。其中，框边距 $S=10\text{mm}$ ；字边距 $A=10\sim 40\text{mm}$ ，如图 3-13 所示。

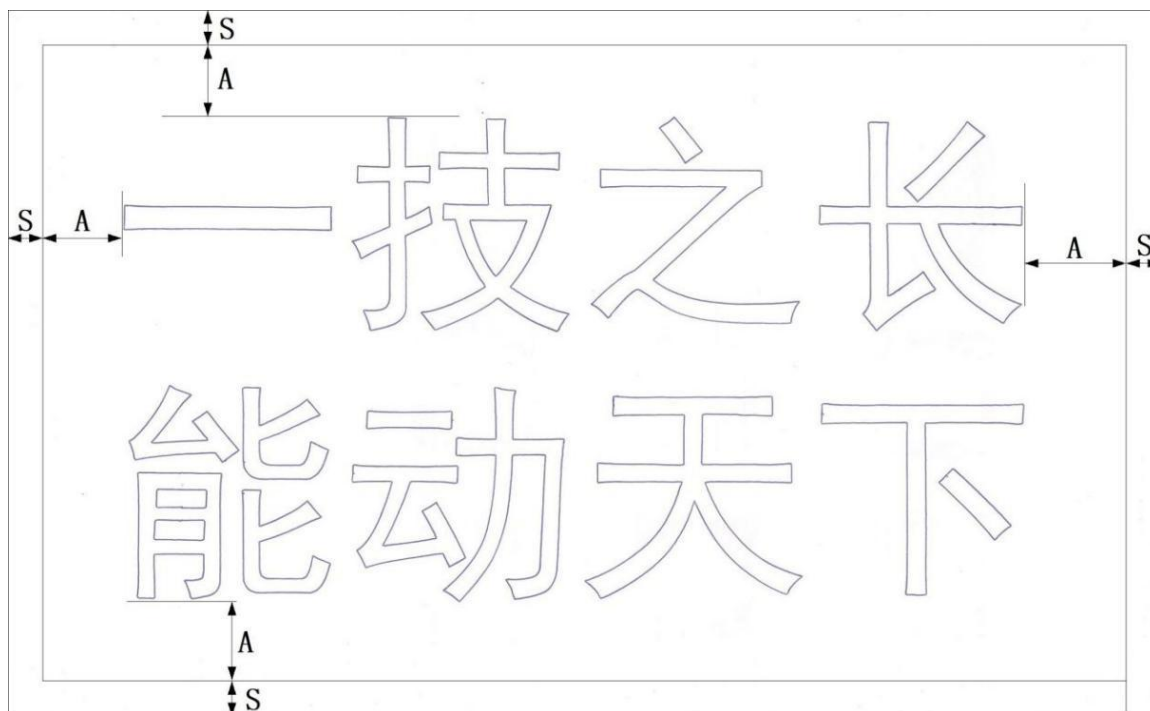


图 3-13 轨迹图形

注：

- 工业机器人示教编程时，机器人运行速度最高不得超过 30%；
- 裁判评分时，机器人运行速度倍率不得超过 80%；
- 选手操作需要谨慎，不得出现设备撞击损坏的情况；
- 机器人应能采用远程模式启动、复位、急停，若使用本地模式，将丢失远程模式分数，但不影响功能评分。
- 一旦机器人程序启动后，人为不可干预。启动后的程序由于逻辑原因或撞击原因导致程序暂停，视为本次程序演示结束，裁判开始打分。选手有 2 次演示机会。
- 注意机器人管线不得同各模块及工作台面发生干涉接触

（四）文档编写

结合以上工作任务（除拓展任务），选手自行编写用户手册，用户手册需要提供目录及封面作为正式交付文件。制作 PDF 文本文件保存至指定文件夹下。

1、格式要求

- 1) 字体：中文（宋体），英文（Times New Roman）；
- 2) 首行缩进2 字符；
- 3) 正文字体大小：小四；
- 4) 标题1、2、3 层次清晰，无错别字；
- 5) 图号及表单号不做要求；
- 6) 图片及表单尽可能的使用文字表述清楚；
- 7) 图片及表单居中；
- 8) 排版整齐美观；
- 9) 语句通顺，无错别字；
- 10) 封面标有设备图片、工位等信息，无错别字。

2、用户手册内容

1) 设备的功能描述

正确描述设备工作站的主要功能，功能描述正确，文字表述清晰无误，语句通顺。

2) 设备的组成描述

正确描述设备工作站的 20 个以上的组成模块，文字表述清晰无误，语句通顺。

3) 机械设计图纸

正确提供零部件工程图、装配图、布局图及其简单描述，描述内容正确。

4) 电气设计图纸

正确提供电气原理图及机器人 I/O 信号表。

5) 机器人工作站的工作流程

正确描述设备工作站流程，表述清晰无误，语句通顺。

6) 设备操作方法

正确描述设备的操作步骤，表述清晰无误，语句通顺。

7) 设备操作时的安全注意事项

正确描述 3 项以上的设备操作安全注意事项，表述清晰无误，语句通顺。

任务四：拓展任务（C2）

客户需增加新的生产作业任务，满足市场变化，请根据给定的任务要求，结合智能传感器增加工作站的柔性生产功能，对工作站进行设计，并完成程序编程调试、交付任务。客户希望机器人自动识别圆柱体托盘内工件有无，视觉相机完成装配检测，将检测信息通过 RFID 写入工件芯片，完成中转托盘内随机图形轨迹位置的放料作业，中转托盘运送到客户现场后，根据触摸屏设定的仓库成品类型（加盖成品如图 4-1 所示、不加盖成品如图 4-2 所示，运行前仓库 8 个仓位放有底部朝上的金属方形工件，如图 4-9 所示），机器人选择合适的夹具从绘图板拾取随机摆放的塑料方形工件，如图 4-4 所示，放至装配平台（装配平台位置编号 1 号、2 号、3 号在触摸屏随机设定），从中转托盘自动识别物料，将物料搬运至装配平台完成装配，从仓库对应仓位抓取金属方形上盖，并完成装配（如图 4-1 所示，如果触摸屏选择不带上盖成品，则将对对应仓位上盖抓取放置到不合格品托盘），将装配后的成品入库到成品料仓仓位内（仓位成品类型在触摸屏随机设定），工艺流程如图 4-5 所示。

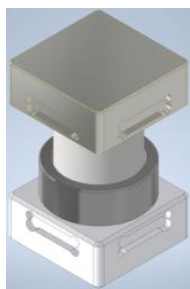


图 4-1 加盖成品

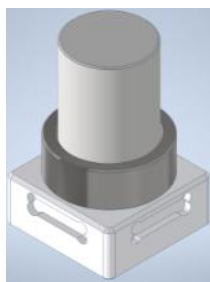


图 4-2 不加盖成品

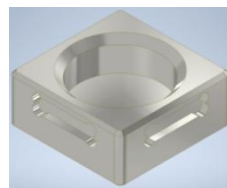


图 4-3 金属方形工件

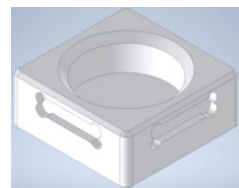


图 4-4 塑料方形工件

产品核心工艺：圆柱体 ➡ 金属环装配 ➡ 检测 ➡ RFID 读写 ➡ 中转托盘上下料 ➡ 方形工件底座装配 ➡ 方形工件上盖装配 ➡ 入库

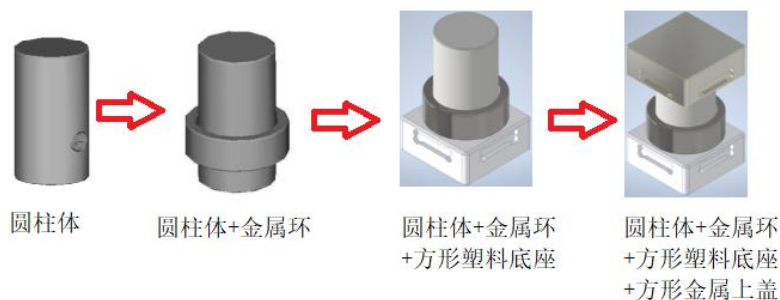


图 4-5 产品工艺流程

● 功能要求

① 创建机器人程序命名为“PNS0100”；

② 物料状态：圆柱托盘随机放置 9 个工件，金属环满料状态，合格品托盘内**随机放置**下料图形轨迹（已提前打印好）。

③ “PNS0100”程序为圆柱体的装配下料作业，根据视觉识别的下料图形，完成中转托盘内装配体的下料作业，如图 4-6 展示了其中一种图形的下料状态；共 2 种下料图形轨迹（**两种轨迹分别评分**），如图 4-7 所示。

④ 圆柱装配体中转托盘放置要求：所有装配体的底部（即圆柱体）需要放置在图形轨迹内，不得超出轨迹线边界，超出部分的装配体成品件不得分。

⑤ 在连续运转的情况下，每种图形下料方式的程序运行完成节拍需要控制在 4 分钟以内。中转托盘物料放置完成后，裁判对轨迹图形下料内容评分。

⑥ 轨迹下料评分结束后，按照裁判要求，将中转托盘随机移动位置（物料位置不变）。

⑦ 创建机器人程序命名为“PNS0101”；

⑧ “PNS0101”程序为成品（圆柱、金属环、方料块装配完成的成品）入库程序，根据视觉识别的物料位置，完成中转托盘内物料与方料块装配后的成品入库到成品仓库工位槽（**触摸屏随机设定成品仓成品类型及装配工位编号，评判时成品仓仓位成品类型及装配工位编号由裁判随机指定**），如图 4-6 展示了其中一种下料状态；共 2 种下料图形轨迹（**两种轨迹分别评分**），如图 4-7 所示。

⑨ 成品仓库入库要求：所有装配体的底部（即方料块）需要放置在成品仓库工位槽内，超出部分的成品件不得分，入库成品类型与触摸屏设定成品类型（加盖成品或不加盖成品）不对应不得分。

⑩ 在连续运转的情况下，每种图形下料入库方式的程序运行完成节拍需要控制在 5 分钟以内。

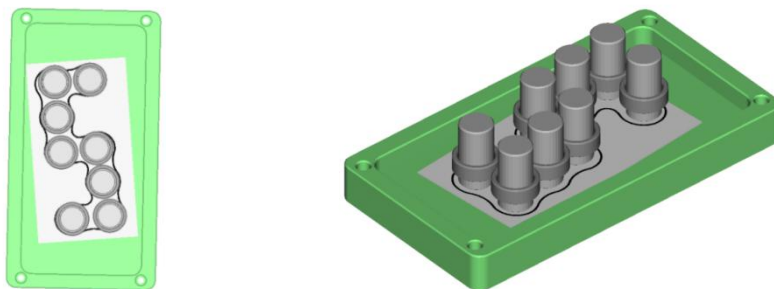


图 4-6 中转托盘下料状态

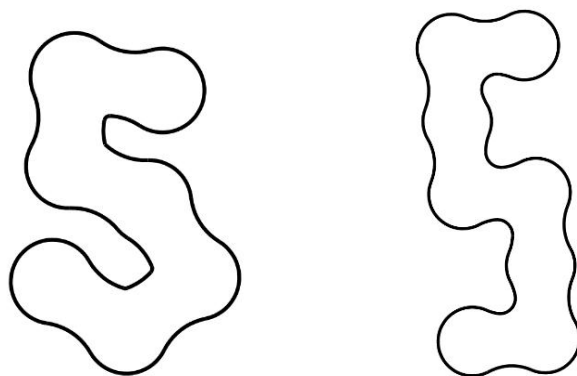


图 4-7 （图形轨迹 1 图形轨迹 2）

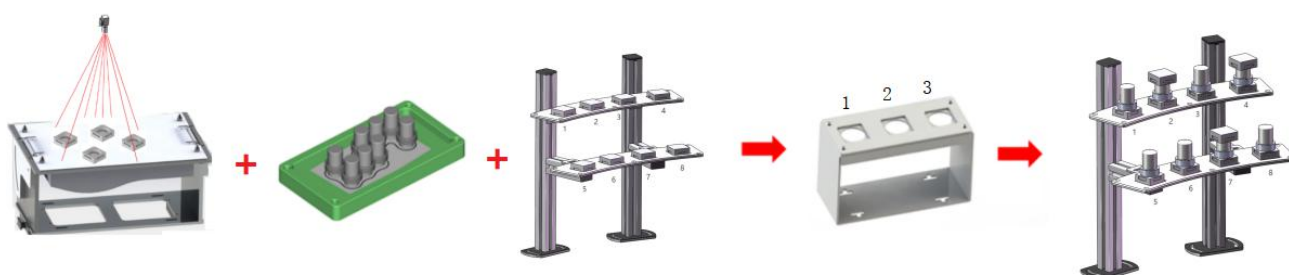


图 4-8 中转托盘物料转运到成品仓库

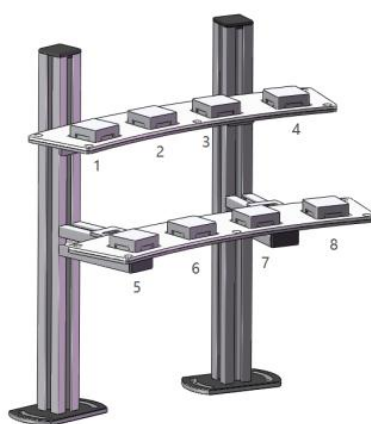


图 4-9 运行前成品仓方形工件摆放示意图

- 完成程序 PNS0100 和程序 PNS0101 自动化编程、调试及自动运行
- 设备运行前，选手按照裁判指示将下料图形轨迹随机放置在中转托盘内。

① 按下触摸屏 PNS0100 程序选择按钮，机器人执行 PNS0100 程序，从夹具库选择合适的夹具。

② 机器人移动至视觉拍照位，视觉相机工作，对圆柱托盘内各位置的工件有无状态进行识别，同时，识别定位图形轨迹。

③ 机器人识别到圆柱体后，对圆柱体进行抓取，抓取长度不少于 15mm，然后移动至金属环装配处。

④ 机器人手持圆柱体完成金属环的装配作业。

⑤ 金属环装配结束后，通过视觉相机完成装配检测。圆柱体装配上金属环即表示装配合格，反之表示不合格。

⑥ 机器人将检测的工件放至 RFID 模块处，将工件的合格与不合格信息写入工件的芯片上。

⑦ 工件信息写入完成后，机器人将检测合格的工件放置于中转托盘内的图形轨迹处，将不合格的工件放置于不合格品托盘。

⑧ 重复以上动作，完成所有图形轨迹要求的装配下料作业。

⑨ 裁判对中转托盘内物料放置位置评分（**两种轨迹分别评分**）。

⑩ 按照裁判要求，选手将带有物料的中转托盘移动一下位置。

⑪ 将金属方形工件放入成品仓 8 个仓位（如图 4-9 所示，底部朝上）。

⑫ 在触摸屏设定 8 个成品仓位成品类型及装配位编号（例如 **1 号仓位成品带上盖，在装配台 1 号位装配，2 号仓位成品不带上盖，在装配台 3 号位装配；评判时仓位成品类型及装配位编号由裁判随机指定**）。

⑬ 按下触摸屏 PNS0101 程序选择按钮，机器人执行 PNS0101 程序，从夹具库选择合适的夹具。

⑭ 如图 4-8 所示，机器人移动至视觉拍照位，视觉相机工作，对画图板上随机摆放的方形工件位置进行识别，机器人拾取随机摆放的方形工件放至装配平台（与触摸屏设定编号对应）。

⑮ 机器人移动至视觉拍照位，视觉相机工作，对中转托盘内各工件位置进行识别。

⑯ 机器人对识别到的圆柱进行抓取，抓取长度不少于 15mm，然后搬运到装配平台完成装配。

⑰ 若触摸屏设定成品仓为带盖成品，则机器人抓取成品仓对应上盖，并装配到圆柱体，若触摸屏设定成品仓为不带盖成品，则机器人抓取成品仓对应的上盖放置到不合格品托盘内。

⑱ 机器人完成装配，选择合适的夹具将成品搬运至立体仓库（共 8 个仓位）。

⑲ 重复以上动作，完成所有工件的入库作业。

● HMI 物料状态界面设计

- ① 追加拓展任务的中转托盘及不合格品托盘内工件数量的实时显示；
- ② 追加视觉识别的轨迹图形种类；
- ③ 追加机器人当前生产工艺流程状态显示；
- ④ 追加机器人当前关节坐标和世界标位置显示；
- ⑤ 追加仓库 8 个成品类型设定功能；
- ⑥ 追加装配位 3 个编号设定功能；
- ⑦ 追加 RFID 读写工件信息功能，点击读写按钮可以读写工件 RFID 信息；
- ⑧ 追加第 1 至第 10 个视觉检测信息，可以在触摸屏上显示合格或不合格状态。

界面设计参考下图：



图 4-10 物料状态界面设计

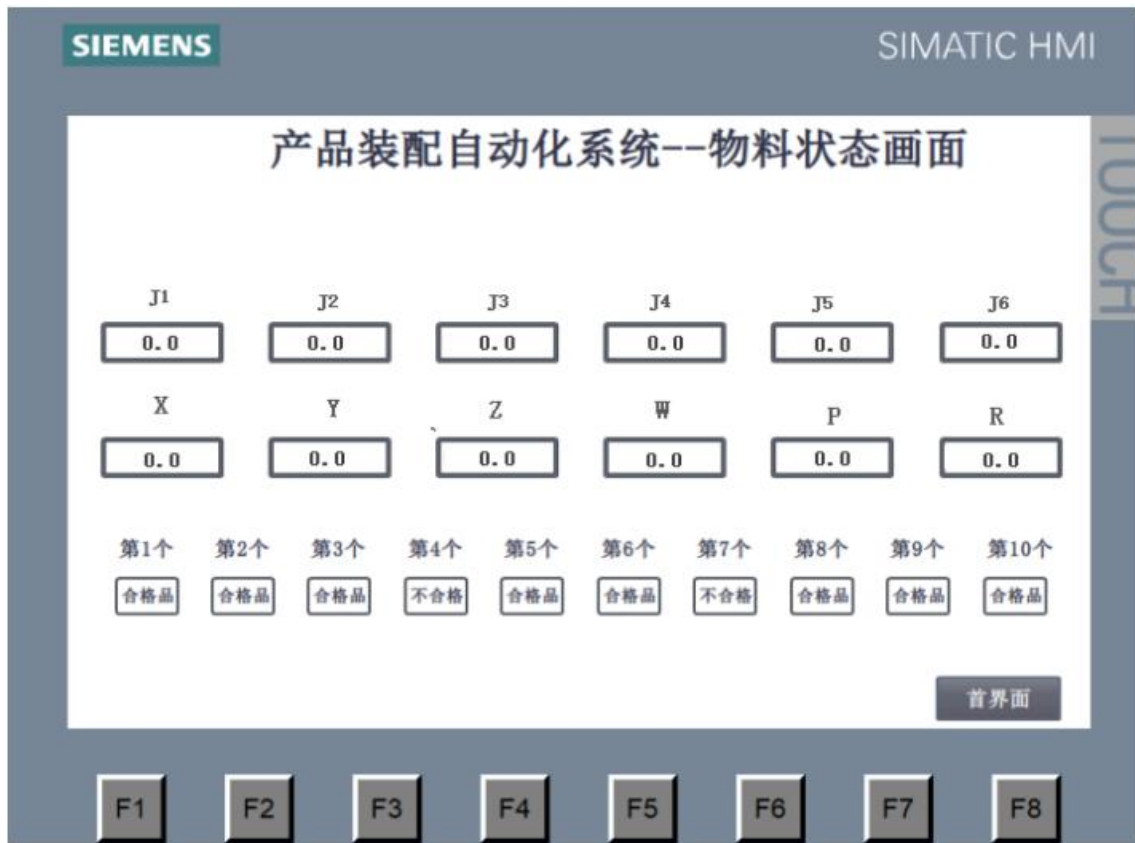


图 4-11 机器人坐标位置实时显示

- 工业机器人示教编程时，机器人运行速度最高不得超过 30%；
- 裁判评分时，机器人运行速度倍率不得超过 80%；
- 选手操作需要谨慎，不得出现设备撞击损坏的情况；
- 机器人应能采用远程模式启动、复位、急停，若使用本地模式，将丢失远程模式分数，但不影响功能评分。
- 一旦机器人程序启动后，人为不可干预。启动后的程序由于逻辑原因或撞击原因导致程序暂停，视为本次程序演示结束，裁判开始打分。选手有 2 次演示机会。
- 注意机器人管线不得同各模块及工作台面发生干涉接触