

山东省第一届职业技能大赛
机器人系统集成项目

样题

大赛执委会技术工作组

任务情景：

某公司生产部需要引进一套机加工自动化系统，实现高可靠无人化生产作业，该自动化系统的引入将解决目前公司招工难及生产产品质量不稳定等问题。作为我司工程团队人员，需要根据客户具体需求及客户公司现有的工艺设备模块，在客户规定的时间要求内，完成机加工自动化系统项目单元的方案规划、机电设计及安装调试、动作仿真、机器人编程、故障排查、用户手册编写等任务，并最终完成客户交付。



图 0-1 机加工自动化系统单元示意图

竞赛单元竞赛模块清单及描述如下所示：

表 0-1 模块清单

序号	单元名称	数量	参考图片
1	圆柱托盘	1	
2	装配托盘	1	
3	自由托盘	2	
4	装配台	1	
5	去毛刺单元	1	

6	平面去毛刺单元	1	
7	模拟车床加工单元	1	
8	微动开关检测单元	1	
9	立体料仓	1	
10	夹具快换架	1	

任务一：机械设计与安装（C1）

（一）机械零件测绘

1. 根据赛场提供的方形工件原件(如图 1-1 所示)进行实物测量,利用绘图软件(AutoDesk Inventor)绘制零件 3D 模型;

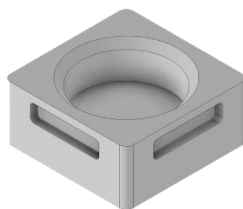


图 1-1 方形工件

2. 根据赛场提供的圆柱工件原件(如图 1-2 所示)进行实物测量,利用绘图软件(AutoDesk Inventor)绘制零件 3D 模型;



图 1-2 圆柱工件

3. 根据赛场提供的圆环工件原件(如图 1-3 所示)进行实物测量,利用绘图软件(AutoDesk Inventor)绘制零件 3D 模型;



图 1-3 圆环工件

4. 选手根据自己绘制的零件 3D 模型,利用绘图软件(AutoDesk Inventor)绘制零件工程图;

5. 选手根据赛场提供已有的手爪 3D 零件模型,利用绘图软件(AutoDesk Inventor)组装 3D 装配体,并绘制 2D 装配图。

具体要求：

▲零件工程图（如图 1-4 所示）绘制需满足以下要求：

- 1) 严格按第一角视图绘制零件工程图；
- 2) 零件的结构形状表达要完整；
- 3) 尺寸标注要齐全，不可漏标；
- 4) 根据装配需要，给出合适的加工尺寸公差；
- 5) 要明确加工工艺、表面处理、粗糙度等技术要求；
- 6) 所有字体采用宋体；字高 3mm。
- 7) 图框采用标准图框，图框名称为“工程图图框”。标题栏要明确填写图幅、比例、图名、数量、零件材质。
- 8) 绘制完成后的零件工程图转换成 PDF 格式文件，文件名称为“任务 1-工位号-零件名”，存放在指定文件夹中。

▲装配图（如图 1-5 所示）：

- (1) 模型的 3D 装配体要完整，不可漏装；
- (2) 2D 装配图要清楚标注组件的外形等尺寸（长、宽、高）；
- (3) 2D 装配图要清楚表达每个零件的装配位置和装配要求；
- (4) 明细栏与装配图中零件序号要一一对应；
- (5) 图框采用标准案例图框，标题栏要明确填写图幅、比例、图名；

2D 装配图绘制完成后转换成 PDF 格式文件，文件名称为“任务 1-工位号-装配图名”，存放在指定文件夹中；

工程图样:

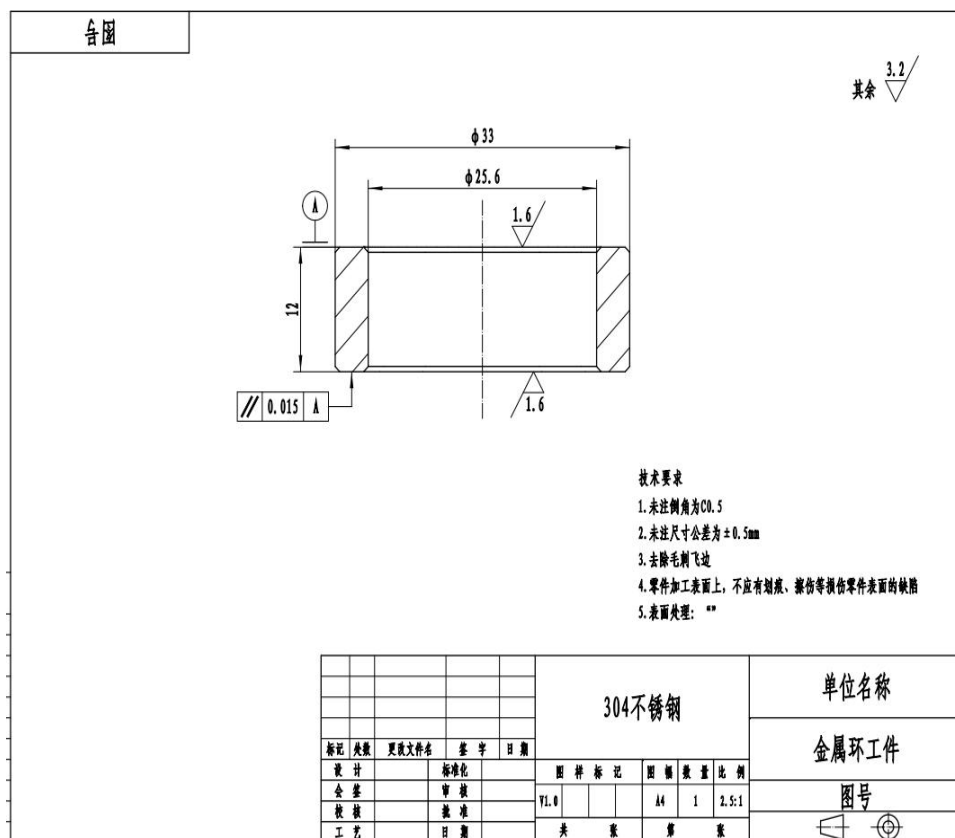


图 1-4 零件工程图图样

装配图样

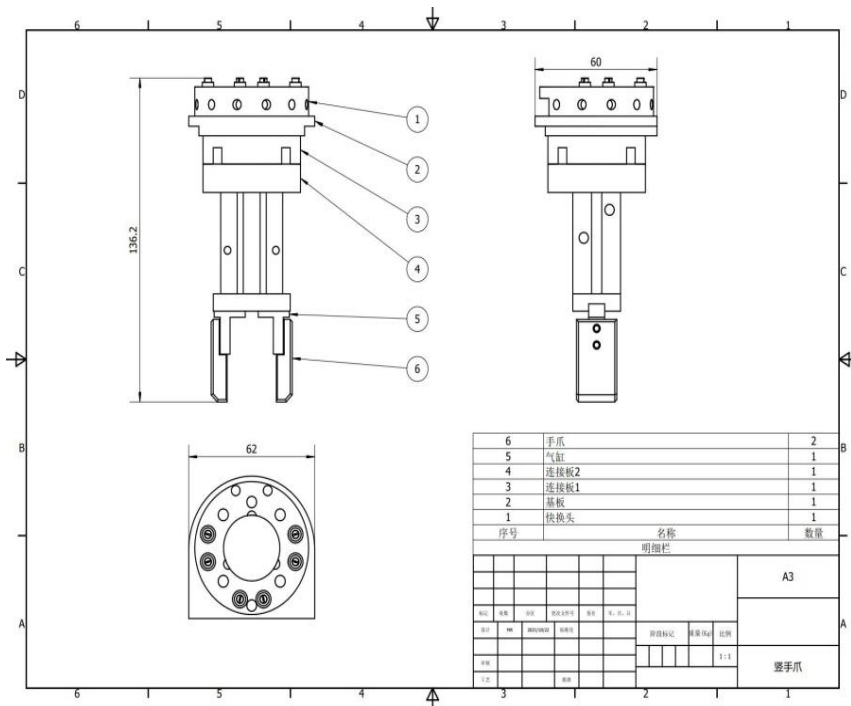


图 1-5 装配图图样

（二）模型组件装配

根据要求完成模型组件的装配，需要装配的组件如表 1-1 所示

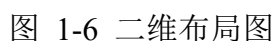
表 1-1 模型组件

序号	组件名称	效果图	备注
1	微动开关检测模块		赛场提供装配图
2	模拟数控加工模块		赛场提供装配图
3	打磨机单元		赛场提供装配图

- ▲ 严格按照装配图的要求将明细栏中每个零件装配到对应位置；
- ▲ 各装配组件机构运行顺畅，不得有卡滞、异响现象；
- ▲ 装配过程中不可造成各零部件损伤。

将给定的 3D 模型进行布局装配设计，设计确定各模块在桌面的布局位置，布局应充分考虑工作任务及自主设计的流程和工艺，尺寸由设计者自行设计。根据选手自己设计的定位尺寸将各机构组件安装固定在桌面对应位置。

- ▲二维布局图标注出布局零部件的位置尺寸作为后续机械安装布局的标准；
- ▲三维布局图包含三维轴测图，主视图，俯视图等多个视角展示布局设计；
- ▲将布局图转成 PDF 格式，文件名称为“任务 1-工位号-布局图”，存放在指定文件夹中
- ▲模型组件固定牢靠、不得有松动现象；
- ▲部件安装不可有歪斜现象；
- ▲选手安装的机构组件定位尺寸与选手自己设计的布局图尺寸保持一致，误差不超过 $\pm 2\text{mm}$ ；
- ▲装配过程中不可造成各零部件损伤。



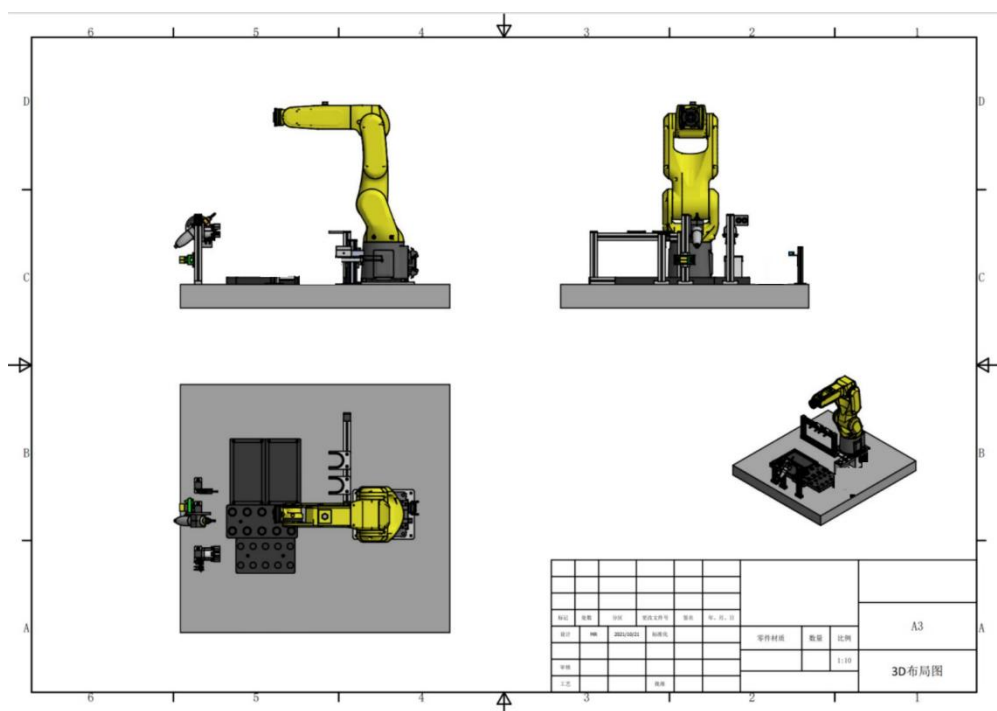


图 1-7 三维布局图图样

任务二：电气设计与接线（C1）

（一）电气设计

选手使用软件（EPLAN）结合工作任务要求，自行完成本次工作台面上工艺模块的电气设计，完成工作台上模拟车床加工单元、微动开关检测单元及去毛刺单元到 I/O 分线器的输入、输出及电源连接的电气原理图。

电气原理图格式与内容要求如下：

▲信号点位标注清晰。

▲每个元件必须要有相应元件代号及元件说明。

▲绘制完成后转换成 PDF 格式文件，文件名称为“任务 2-工位号-电气原理图”，存放在指定文件夹中。

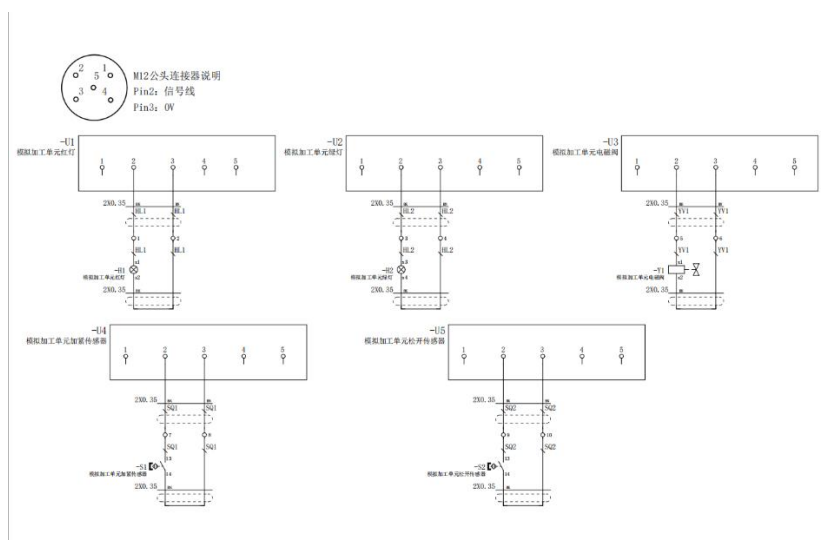


图 2-1 电路样例图

（二）电气连接

根据选手绘制的电气原理图完成桌面模块的电气线路的连接；完成台架上各个设备的连接，确保机器人和外部模块的输入和输出信号符合要求，功能正常。

▲不得出现短路、断路及线路接错的情况；

▲电气线路安装规范和工艺要求，正确套装好编码管；

▲确保线槽和接线终端之间的导线不能交叉，线槽盖压实不漏齿；

▲电路绑扎间隔不大于 60mm，间隔均匀，整体美观；

▲线路美观，不与气路发生交叉、干涉。

（三）气动回路连接

完成机器人本体与快换盘、机器人本体、夹具、模拟数控加工单元的气路连接，连接要求如下：

- ▲气管端口剪切平齐，与气管接头连接紧固，不漏气；

- ▲气管绑扎间隔不大于 60mm，间隔均匀，整体美观（机器人本体与快换盘之间不要求绑扎固定）；

- ▲气管长度适中，不干涉、不与电路发生交叉。

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—打磨（打磨同实际机器人一致）—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料杯中完成工件总装—抓取缓存单元上的合格品工件放入立体料仓（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（按钮盒/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；

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 0.5 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，三色灯黄灯以常亮；

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 3-2 所示

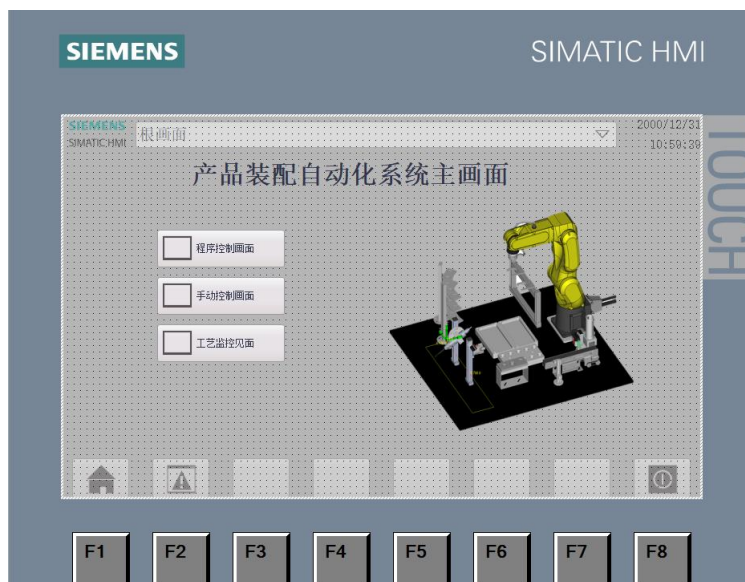


图 3-2 主画面参考

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 3-3 所示。



图 3-3 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。如图 3-4 所示

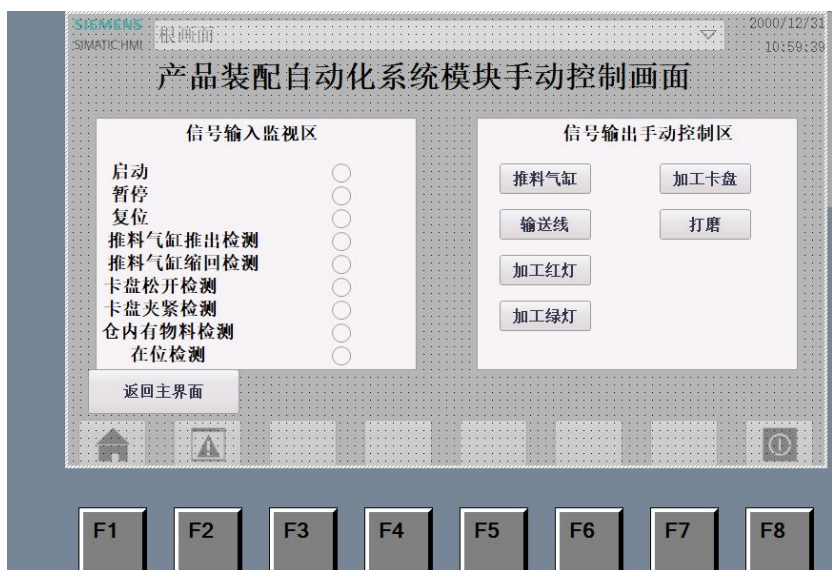


图 3-4 信号状态监视与手动调试画面参考

系统状态监控界面：界面能实现机器人运行状态的监控。如图 3-5 所示：



图 3-5 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。

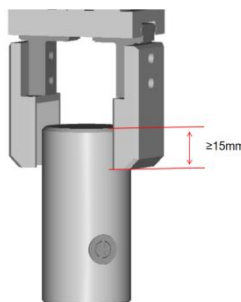


图 3-6 手爪夹紧状态示意图

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。

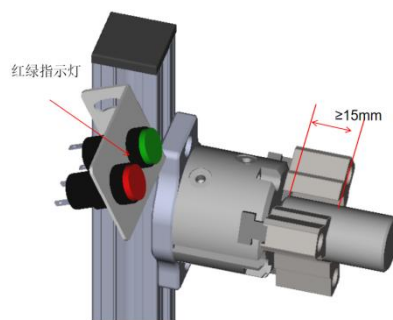


图 3-7 三爪卡盘夹紧状态示意图

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 3-8 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；



图 3-8 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。

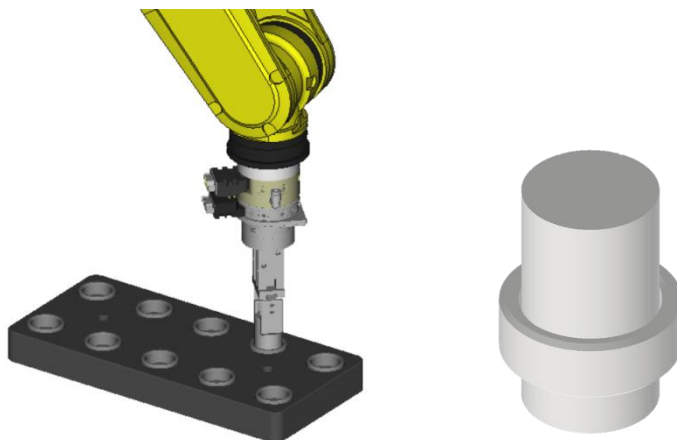


图 3-9 金属环装配状态示意图

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。

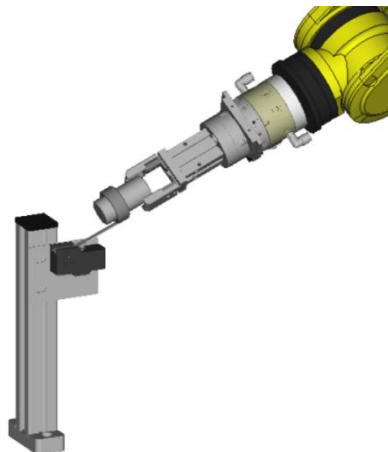


图 3-10 成品检测状态示意图

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 PNS0001 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;

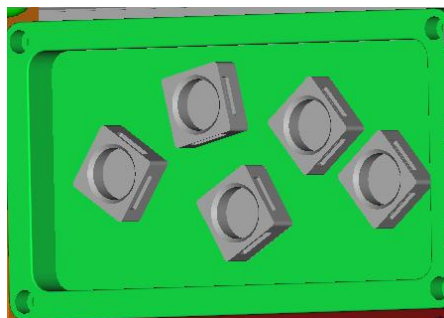


图 3-11 方形工件摆放示意图

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方形工件放置到装配单元上;

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 加工单元红绿指示灯灭,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 1hz 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与方形工件进行组合完成成品总装；

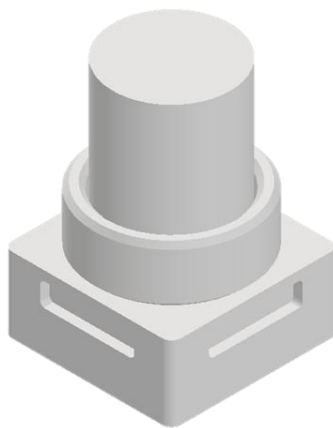


图 3-12 成品效果

⑭ 工业机器人至夹具库更换抓手；

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。

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）

拓展任务需要选手在规定的时间内完成一个典型应用任务的机械模块安装、电气接线，机器人、视觉、触摸屏的编程、调试等工作内容，具体任务内容赛前公布。