

中华人民共和国第二届职业技能大赛机械行业选拔赛
机器人系统集成项目
初赛样题

中华人民共和国第二届职业技能大赛机械行业选拔赛

机械工业教育发展中心
二〇二三年五月

任务情景

公司接到客户两套定制仿真设计任务，要求展示料杯转运及物料装配的工作流程，作为公司工程人员的您与工作搭档需根据客户要求，在规定时间内合理分工，各自完成一个仿真工作站搭建、机器人仿真编程调试与录制仿真运行视频。请在规定的 90min 内完成该任务。

客户提供了初步的设计方案示意图，如图 0-1、0-2 所示：

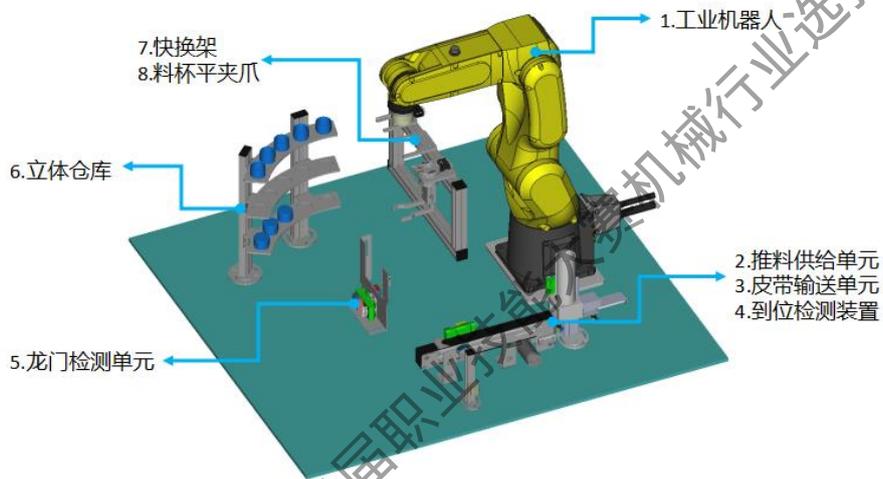


图 0-1 料杯转运工作站示意图

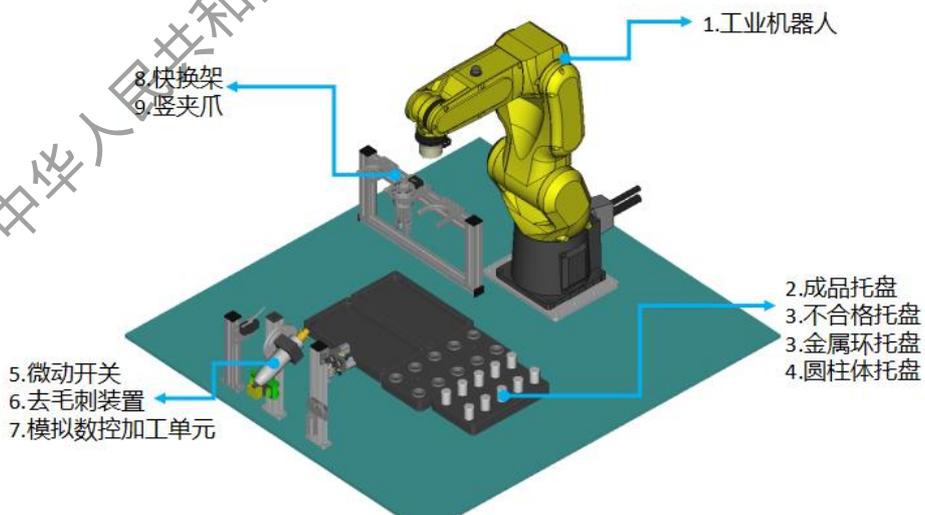


图 0-2 物料装配工作站示意图

一、任务一：工作站仿真设计

（一）仿真工作站 1#：料杯转运工作站

1. 布局要求

将客户提供的料杯转运工作站模型导入到 Roboguide 中进行布局。

2. 动作要求

视频能展示工作站动作流程如下：

（1）取爪：机器人从 HOME 点出发，移动至快换架拾取料杯平夹爪，返回 HOME 点；

（2）推料：料杯推料供给单元推出料杯至皮带输送单元前端；

（3）转运：皮带输送单元启动，将料杯从输送单元前端转运至末端；

（4）料杯抓取：到位检测装置检测到料杯到位后，机器人运动至取料位置拾取料杯；

（5）料杯识别：机器人拾取料杯运动至龙门检测单元进行料杯开口及颜色模拟检测；

（6）分拣入库：机器人将开口朝上的料杯放入立体仓库顶层，将开口朝下的料杯放入立体仓库底层；

（7）回 HOME：完成所有料杯转运入库后，机器人放回料杯平夹爪，返回 HOME 点。

（二）仿真工作站 2#：物料装配工作站

1. 布局要求

将客户提供的物料装配工作站模型导入到 Roboguide 中进行布局。

2. 动作要求

视频能展示工作站动作流程如下：

(1) 取爪：机器人从 HOME 点出发，移动至快换架拾取竖夹爪，返回 HOME 点；

(2) 取圆柱体：机器人运动至圆柱体托盘，拾取圆柱体；

(3) 模拟加工：机器人将拾取的圆柱体转运至模拟数控加工单元进行加工，加工时长为 3s；

(4) 去毛刺：机器人将完成加工工艺的圆柱体转运至去毛刺装置，围绕打磨头 360° 运动一圈完成去毛刺；

(5) 装配：机器人将完成去毛刺工艺的圆柱体转运至金属环托盘进行金属环装配；

(6) 装配检测：机器人将完成装配工艺的圆柱体转运至微动开关进行检测；

(7) 分拣入库：机器人将完成金属环装配的圆柱体放入成品托盘，将未套入金属环的圆柱体放入不合格托盘；

(8) 回 HOME：完成所有圆柱的加工、装配、转运、入库后，机器人放回竖夹爪，返回 HOME 点。

3. 视频录制要求

录制的视频需分别命名为“工位号-XX 工作站仿真视频”，存放在指定文件夹中。视频中能多方位（不少于三个视角），全面展示工作站的运行情况。

中华人民共和国第二届职业技能大赛机械行业选拔赛
机器人系统集成项目
决赛样题

中华人民共和国第二届职业技能大赛机械行业选拔赛

机械工业教育发展中心

二〇二三年五月

任务情景

公司接到客户一套定制设备任务，实现客户产品的智能分拣、动态跟踪、检测识别、转运暂存、加工入库作业等需求，作为公司工程人员的您需根据任务和设备使用要求，在规定时间内完成设备的机械、电气模块等硬件的设计、布局与安装，PLC与工业机器人的编程与调试等工作，录制仿真运行视频，并编制相关手册。请在规定的4个小时内完成该任务。

客户提供了初步的设计方案示意图，如图0-1所示：

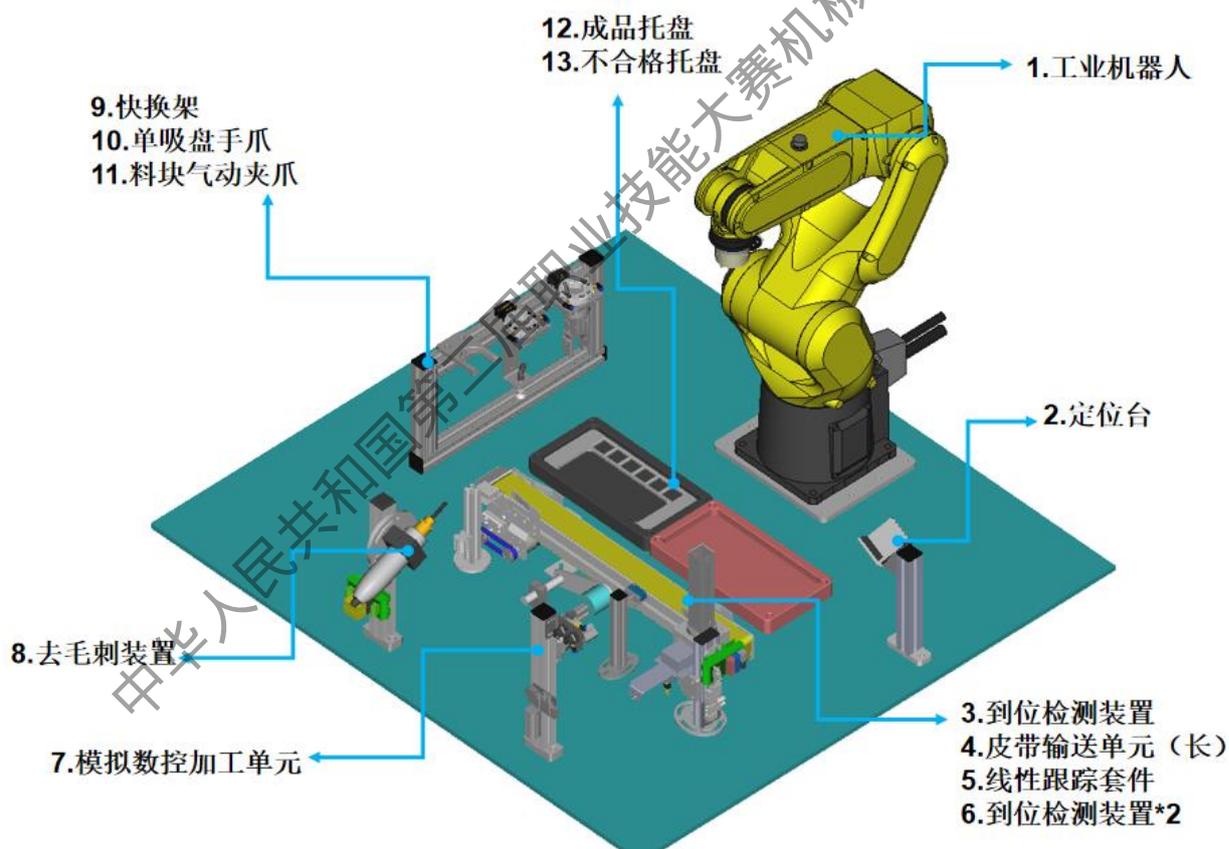
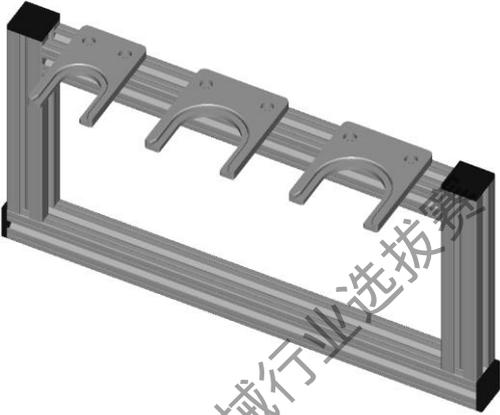
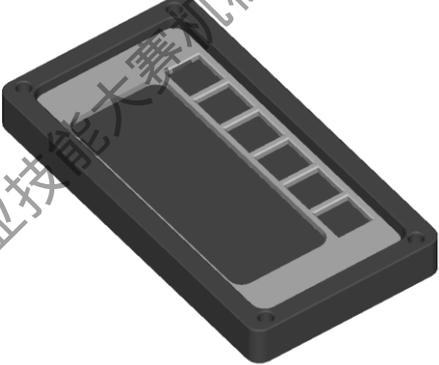
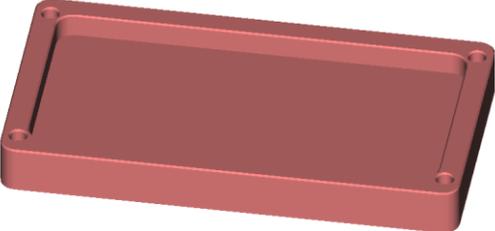
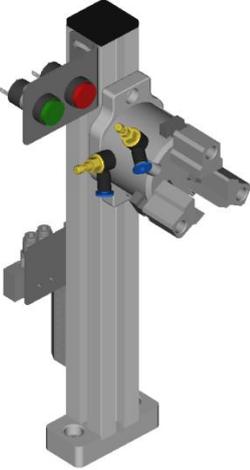
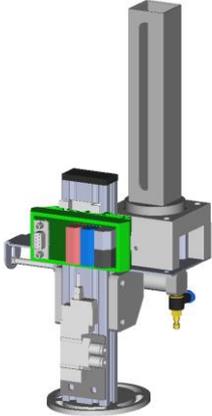
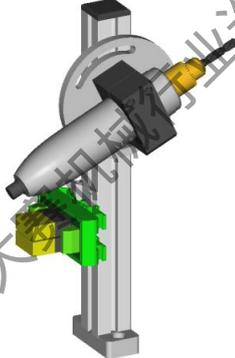
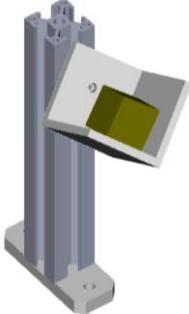
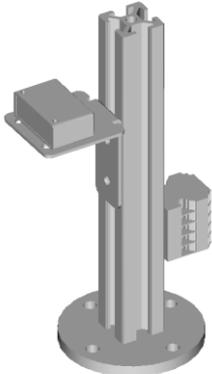


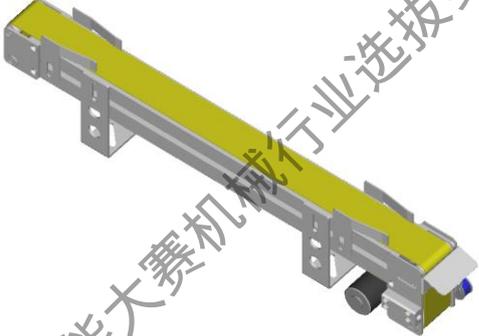
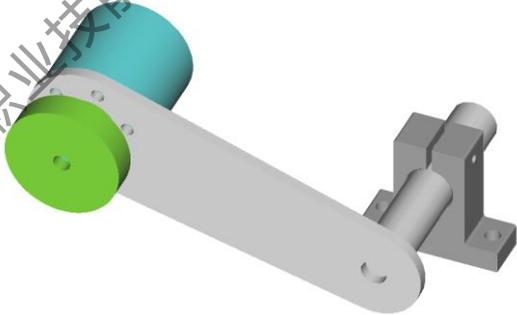
图 0-1 工件自动化生产系统示意图

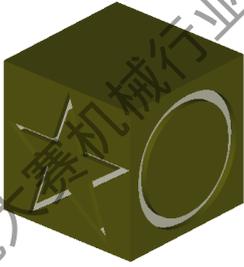
竞赛模块清单及描述如下表 0-1 所示：

表 0-1 模块清单介绍

NO.	名称	数量	图片参考
1	快换架	1	
2	成品托盘	1	
3	不合格托 盘	1	
4	模拟数控 加工单元	1	

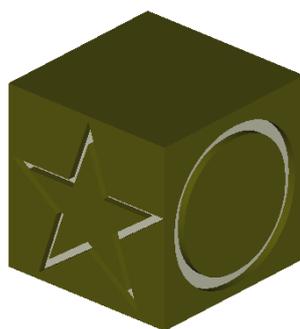
5	推料供给装置	1	
6	去毛刺装置	1	
7	定位台	1	
8	到位检测装置	2	

9	视觉检测模块 (25mm 镜头及白色环形光源)	1	
10	皮带输送单元 (长)	1	
11	线性跟踪套件	1	
12	单吸盘手爪	1	

13	料块气动夹爪	1	
14	原料块	6	

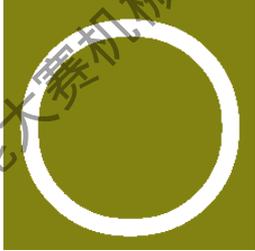
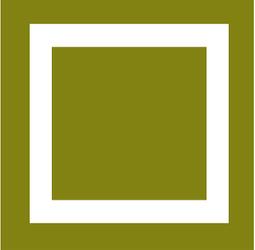
原料块介绍:

客户需要生产的工件由原料块加工而来，原料块顶面与底面为空白面，侧面由不同的图案（☆、○、△、□）组成，用指定图案的对应展示。如图 0-2 所示。



0-2 原料块

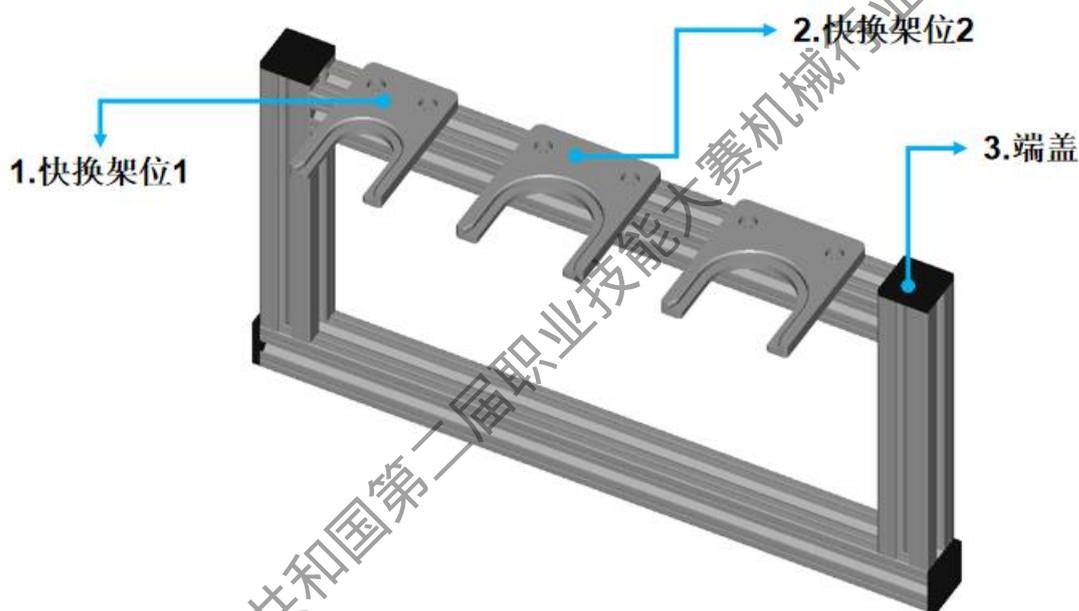
表 0-2 原料块不同侧面图案特征

NO.	名称	图案
1	图案 1	
2	图案 2	
3	图案 3	
4	图案 4	

一、任务一：机械设计与安装

（一）机械零件测绘

根据赛场提供的“快换架”组件（如图 1-1 所示）中的实物零件“快换架位 1”、“快换架位 2”、“端盖”进行实物测量；



图

1-1 快换架单元

（1）利用绘图软件（AutoDesk Inventor）绘制零件“快换架位 1”、“快换架位 2”及“端盖”的 3D 模型；

（2）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；

（3）选手根据自己绘制的零件 3D 模型和赛场提供的 3D 零件模型，利用绘图软件（AutoDesk Inventor）组装“快换架”的 3D 装配体，并绘制 2D 装配图。

具体要求:

■零件工程图(如图 1-2 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 1-3 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;
- (6) 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-快换架单元”, 存放在指定文件夹中;

工程图样:

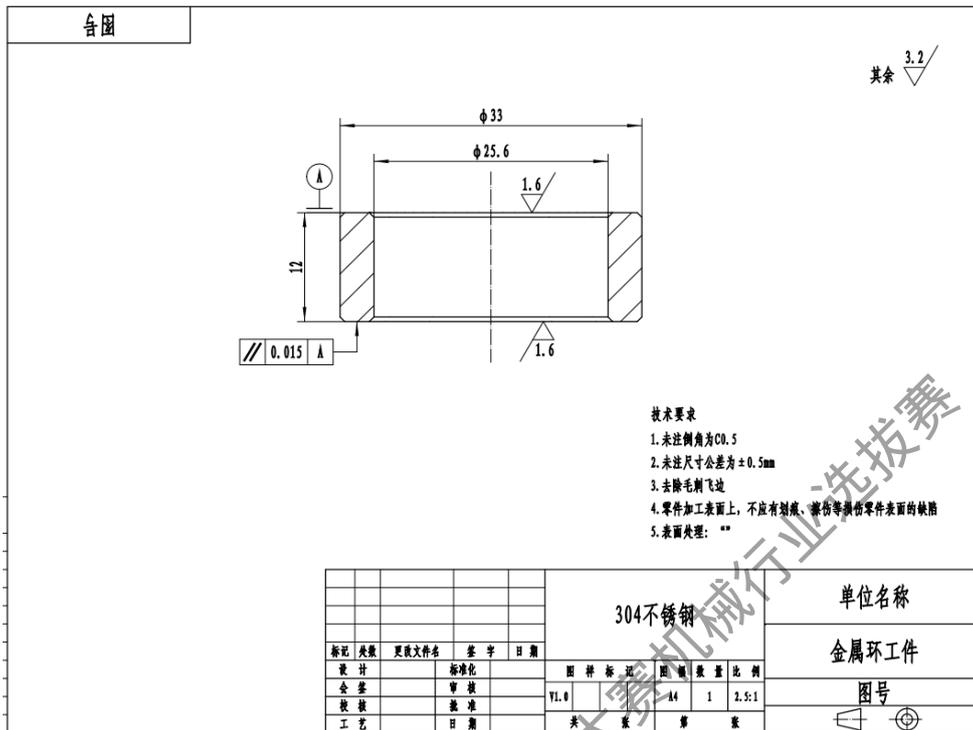


图 1-2 工程图图样

装配图样:

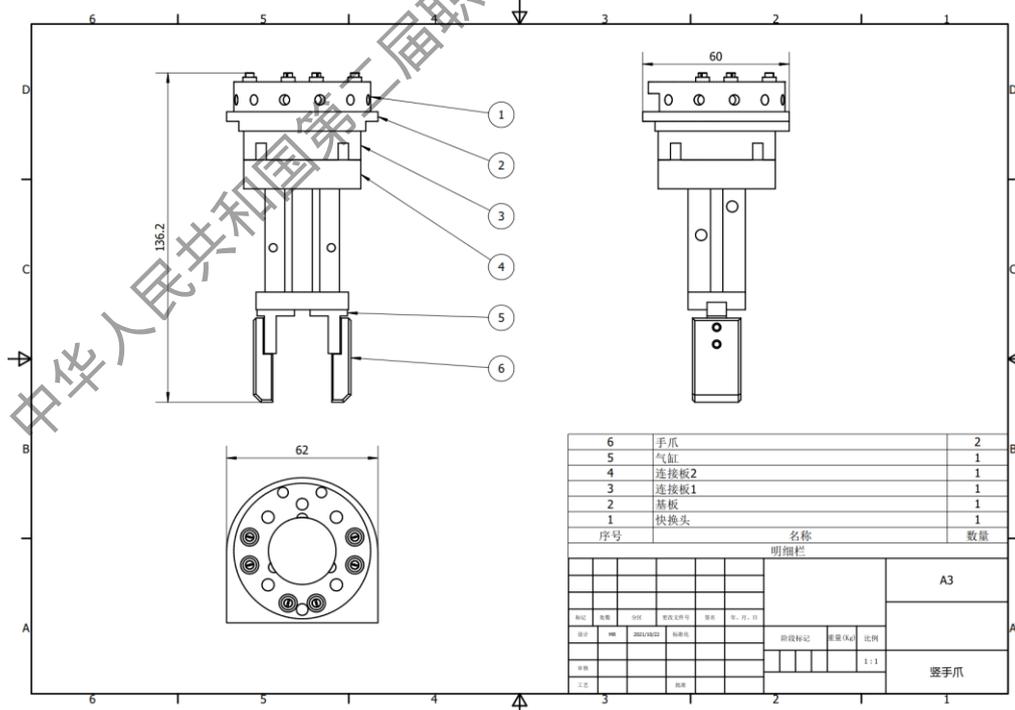
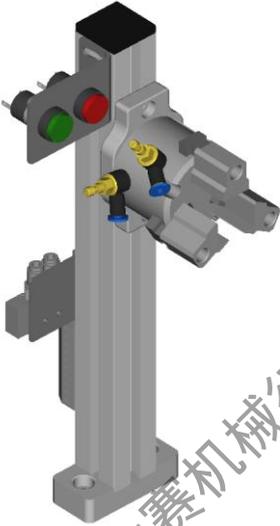
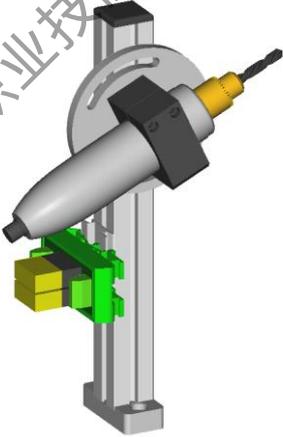


图 1-3 装配图图样

(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	模拟数控加工单元		赛场提供装配图
2	去毛刺装置		赛场提供装配图
3	料块气动夹爪		赛场提供装配图

具体要求:

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

(三) 桌面机构组件布局设计与安装

利用给定的 3D 模型及自行设计的 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。

具体要求:

- (1) 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;
- (2) 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;
- (3) 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;
- (4) 模型组件固定牢靠、不得有松动现象;
- (5) 部件安装不可有歪斜现象;
- (6) 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 $\pm 1.5\text{mm}$;
- (7) 装配过程中不可造成各零部件损伤。

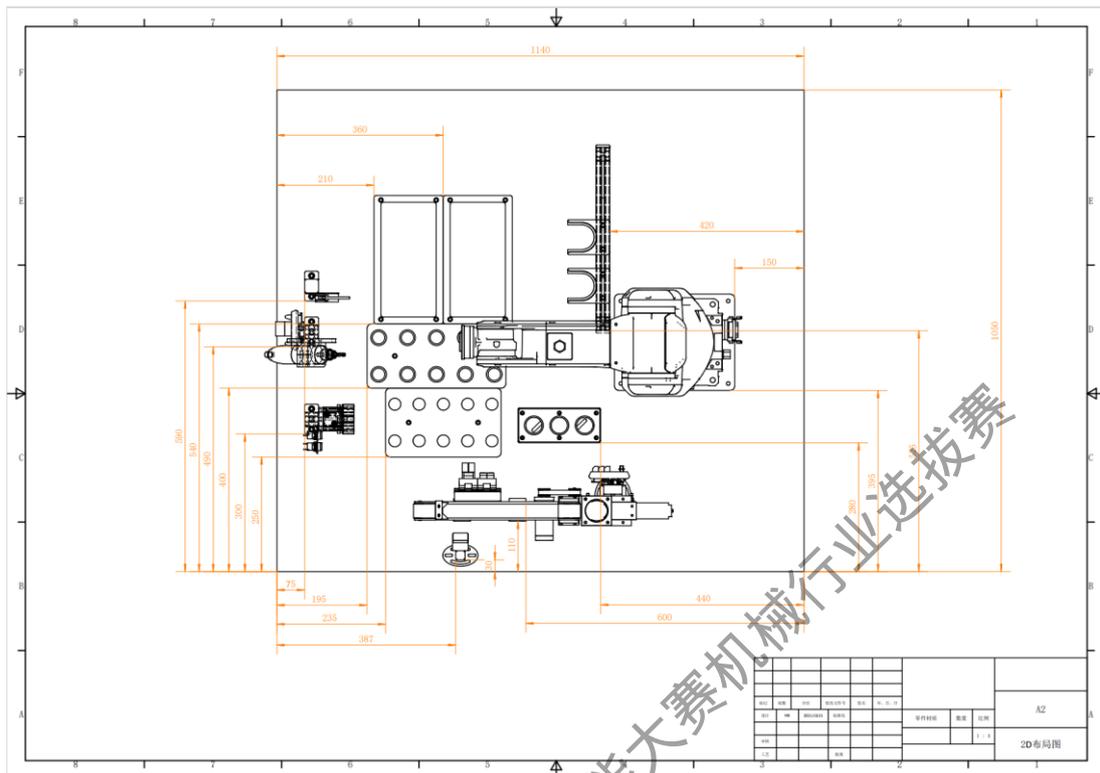


图 1-4 二维布局图图样

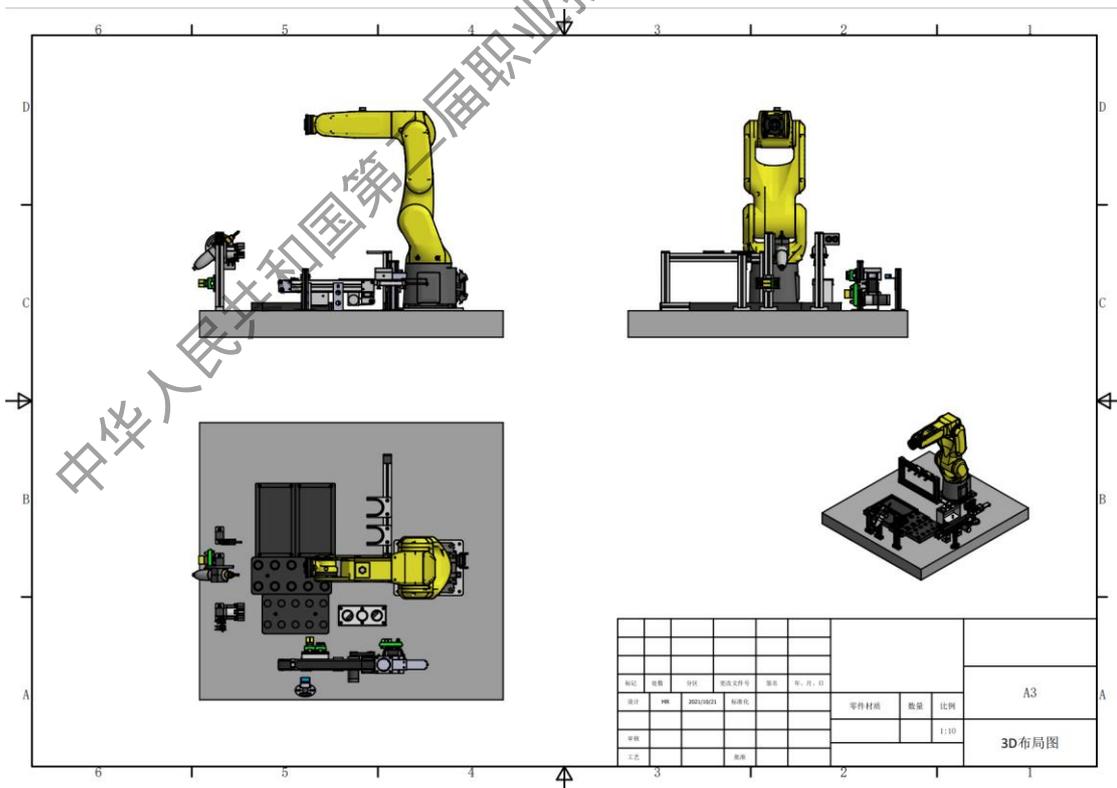


图 1-5 三维布局图图样

二、任务二：电气设计与接线

(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上工艺模块的电气设计完成工作台上各电气模块到 I/O 分线器或 I/O 接线端子台的输入、输出及电源连接的电气原理图。样图可参考图 2-1。

电气原理图格式与内容要求如下：

- (1) 信号点位标注清晰。
- (2) 每个元件必须要有相应元件代号及元件说明。
- (3) 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。

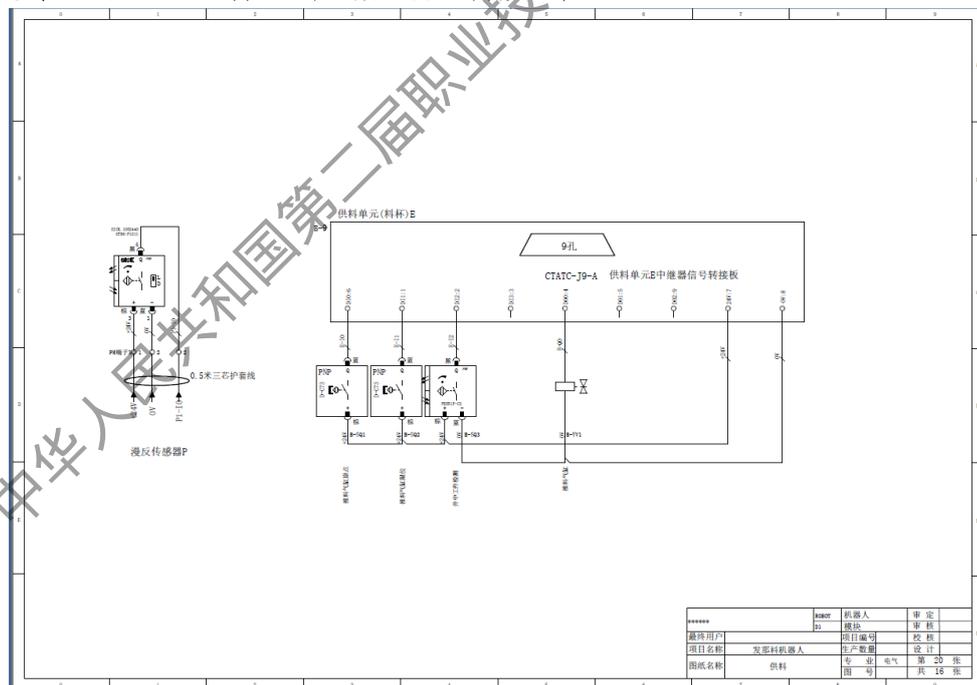


图 2-1 推料供给单元原理图图样

(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。

具体要求如下：

- (1) 电气线路安装规范和工艺要求，正确套装好编码管；
- (2) 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；
- (3) 电路绑扎间隔不大于 60mm，间隔均匀，整体美观；
- (4) 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夹具、机器人本体、夹具、推料供给单元、模拟数控加工单元的气路连接。

具体要求如下：

- (1) 气管端口剪切平齐，与气管接头连接紧固，不漏气；
- (2) 气管绑扎间隔不大于 60mm，间隔均匀，整体美观；
- (3) 气管长度适中，不干涉。

三、任务三：机器人系统编程与调试

(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

视频能展示工作站动作流程如下：

(1) 取出手爪：仿真工作站启动，机器人从 HOME 点移动至快换架，取出单吸盘手爪，并回 HOME 点位置；

(2) 立体块出料：推料供给装置推出 1 个立体块至输送线前端；

(3) 立体块转运：输送线启动，将立体块从前端向输送线末端转运；

(4) 动态抓取：立体块经过到位检测装置，触发机器人动态追踪功能，机器人运动至输送线上方追踪立体块一段距离后抓取立体块；

(5) 定位：机器人将抓取的立体块转运至定位台放置，再次抓取实现精确定位；

(6) 视觉识别：机器人将立体块移至视觉检测模块进行立体块模拟检测；

(7) 成品托盘暂存：机器人将完成识别的立体块转运至成品托盘暂存格（如图 3-1 所示）进行暂存，重复步骤 2-7，直至六个立体块均放入暂存格；

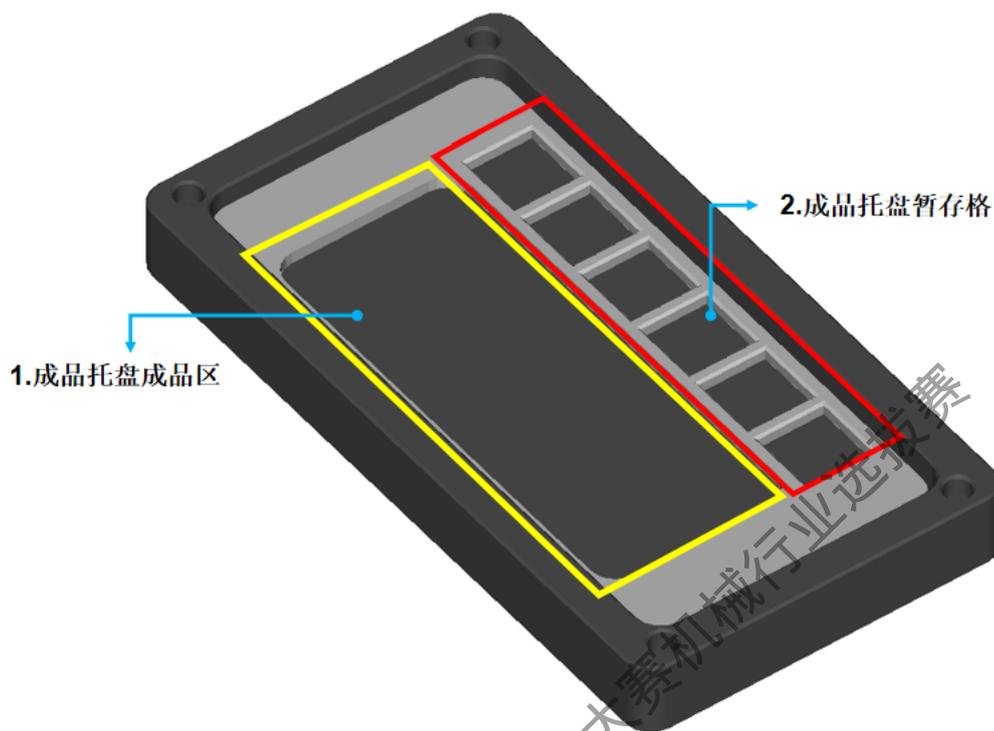


图 3-1 成品托盘区域说明

(8) 换爪：机器人放回单吸盘手爪，更换立体块气动夹爪，并回 HOME 点位置；

(9) 立体块加工：机器人抓取成品托盘暂存格上的立体块，放入模拟数控加工单元，进行 3s 的模拟加工；

(10) 去毛刺：机器人夹取模拟加工完成的立体块，转运至去毛刺装置进行去毛刺（动作要求机器人夹取立体块，完成立体块底面四条边的模拟去毛刺，去毛刺路径如图 3-2 红色线段所示）；

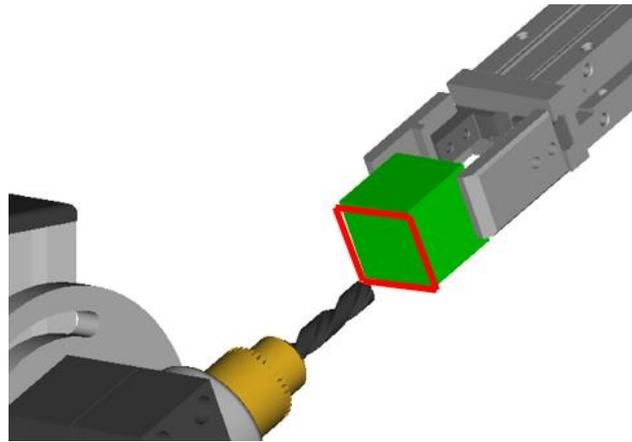


图 3-2 立体块去毛刺位置示意图

(11) 分拣入库:

1) 机器人完成成品托盘暂存格的前 4 个立体块的加工去毛刺工艺 (完成步骤 9-10) 后, 放入成品托盘成品区, 要求成品放入排成一列;

2) 机器人将成品托盘暂存格的第 5、第 6 个立体块直接转运至不合格托盘, 要求不合格品排成一列;

(12) 机器人回 HOME 位置: 机器人移动至快换架处, 放下立体块气动夹爪, 并回 HOME 点位置。

3. 视频录制要求

录制的视频需命名为“任务 3-工位号-工作站仿真视频”, 存放在指定文件夹中。视频中能多方位 (不少于三个视角), 全面展示工作站的运行情况。

(二) 工作站编程与调试

1. PLC 控制任务要求

(1) 说明与定义:

系统安全状态: 当停止按钮处于释放状态 (台架上的相关按钮, 不是机器人的急停)、安全光栅没有被阻挡这两个条件同时符合时, 称为系统安全状态。

系统不安全状态：上述任意一个条件不满足，为系统不安全状态。下文及评分表中所有系统状态安全与否的表述均以此定义为原则。

按钮表述：下文及评分表中的启动按钮、停止按钮、复位按钮代表台体的实物按钮与触摸屏模拟按钮，即操作任意一个都应具备对应功能。

(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：

- 1) 按下启动按钮，机器人能启动当前程序运行，三色灯绿灯亮，红灯黄灯灭。
- 2) 在送料时，按住停止按钮或阻挡光栅，机器人能立即停止动作，此时传送带停止，机器人不掉爪，三色灯亮红灯。
- 3) 恢复安全状态后（松开停止按钮、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，此时三色灯红灯以 1Hz 频率闪烁。
- 4) 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亮，红灯灭。
- 5) 在按下复位按钮后，再按下启动按钮，如果之前是在皮带送料过程中，则皮带能自行恢复运行，机器人继续完成后续工作，机器人正常工作时三色指示灯绿灯亮。
- 6) 机器人完成全部工作后将处于待机状态，此时三色灯黄灯闪亮。

(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 3-3 所示：

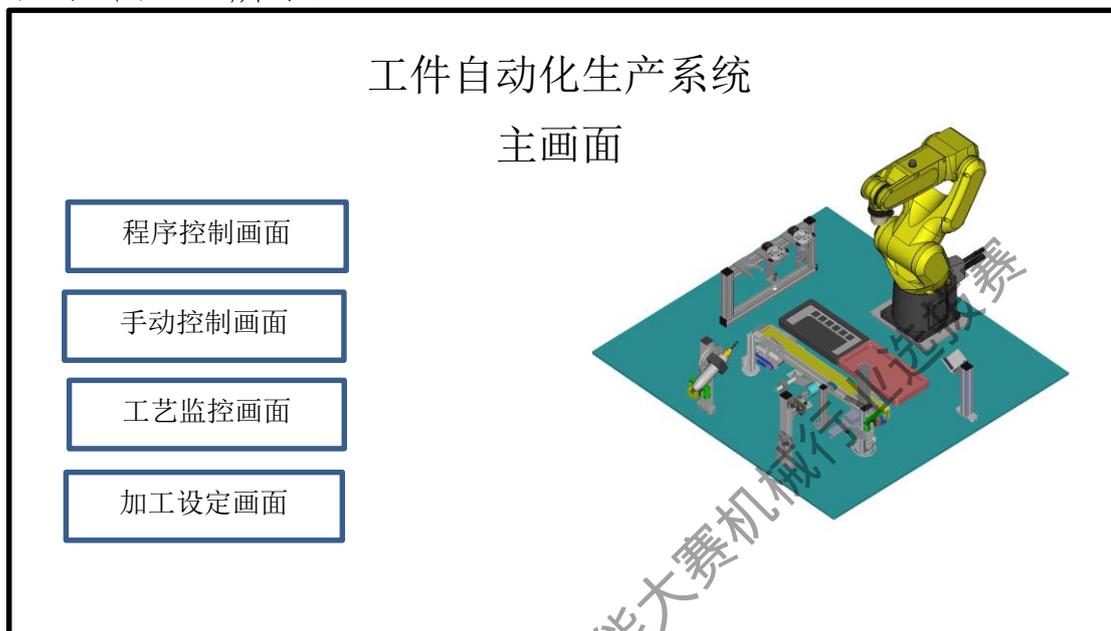


图 3-3 主画面参考

■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 3-4 所示。

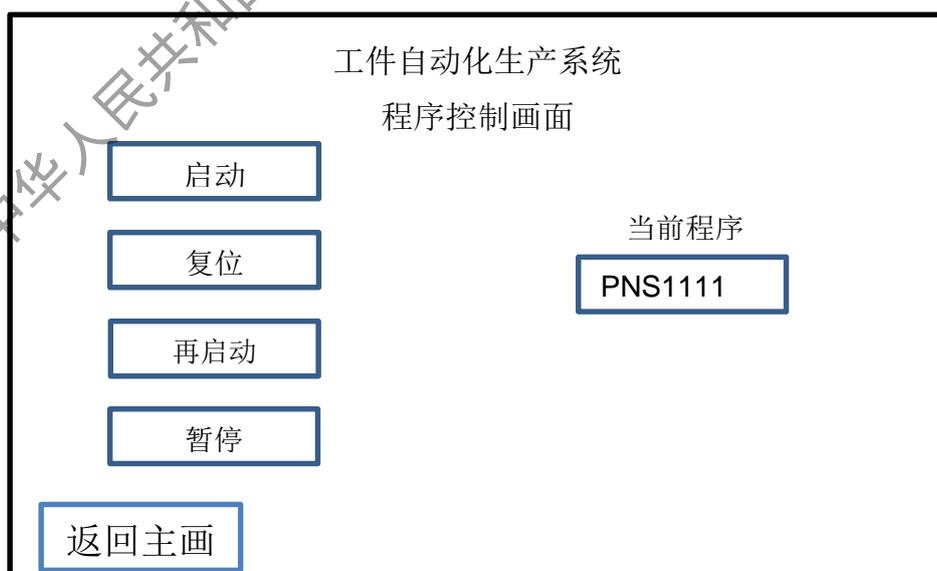


图 3-4 程序控制画面参考

■ 手动控制界面：能实现工作站各动作单元手动控制，按下相关按钮，对应机构动作。如图 3-5 所示

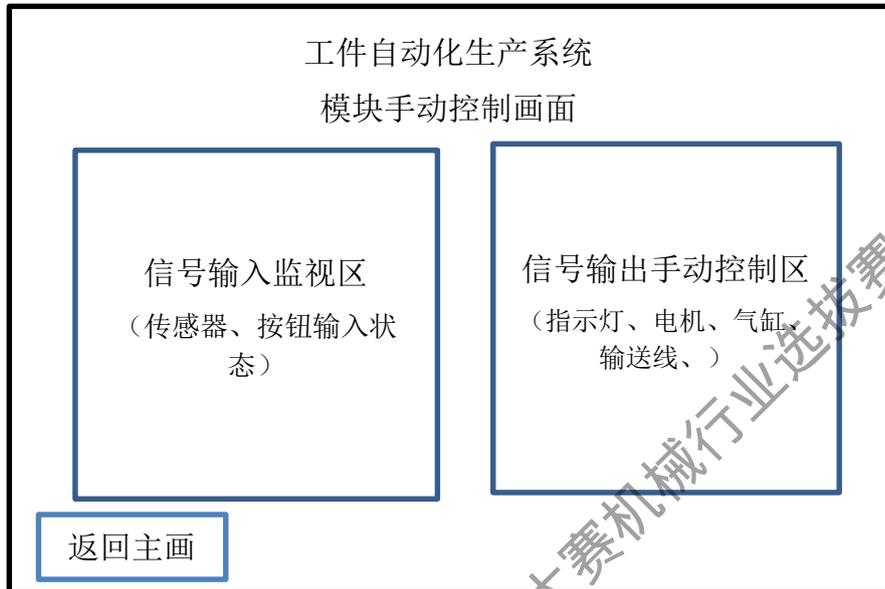


图 3-5 信号状态监视与手动调试画面参

■ 系统状态监控界面：界面能实现机器人各工艺流程的动态工作流程及机器人运行状态。如图 3-6 所示：

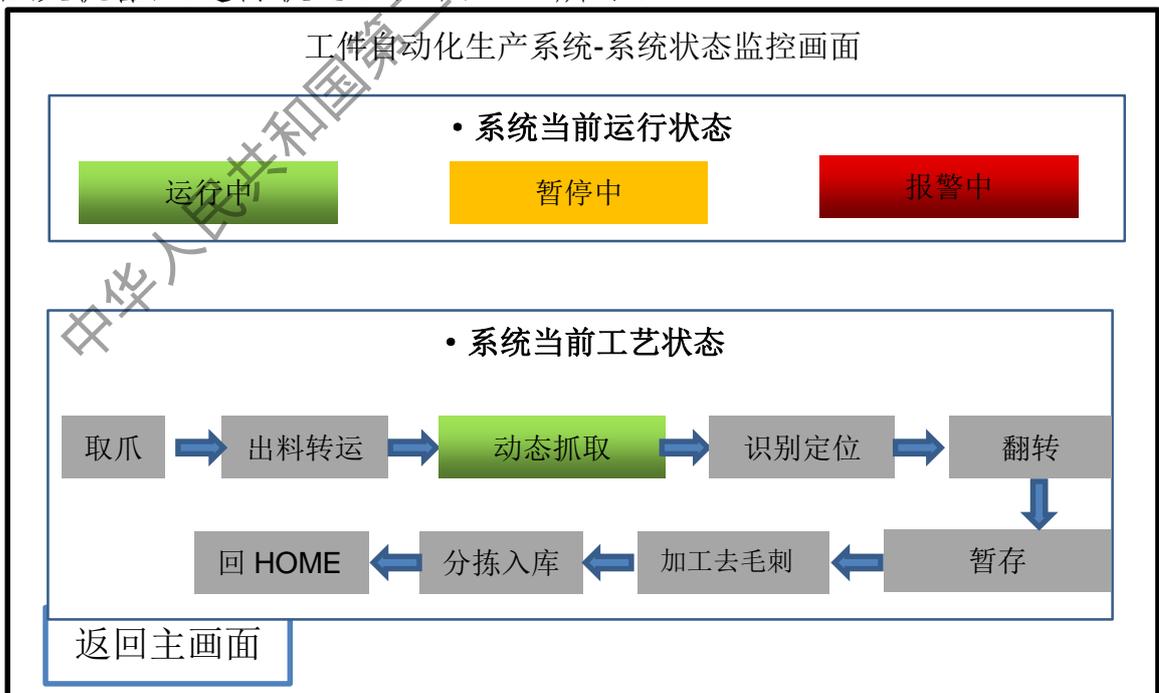


图 3-6 系统状态监控画面参考

■加工设定界面： 能实现立体块生产数量的设定及工件生产样式的设定。

具体要求如下：

- 1) 要求能设定工件加工数量区间为 1-6 个；
- 2) 要求能设定工件加工样式为四种图案的其中一种（☆、○、△、□）。

加工设定界面参考如图 3-7 所示：

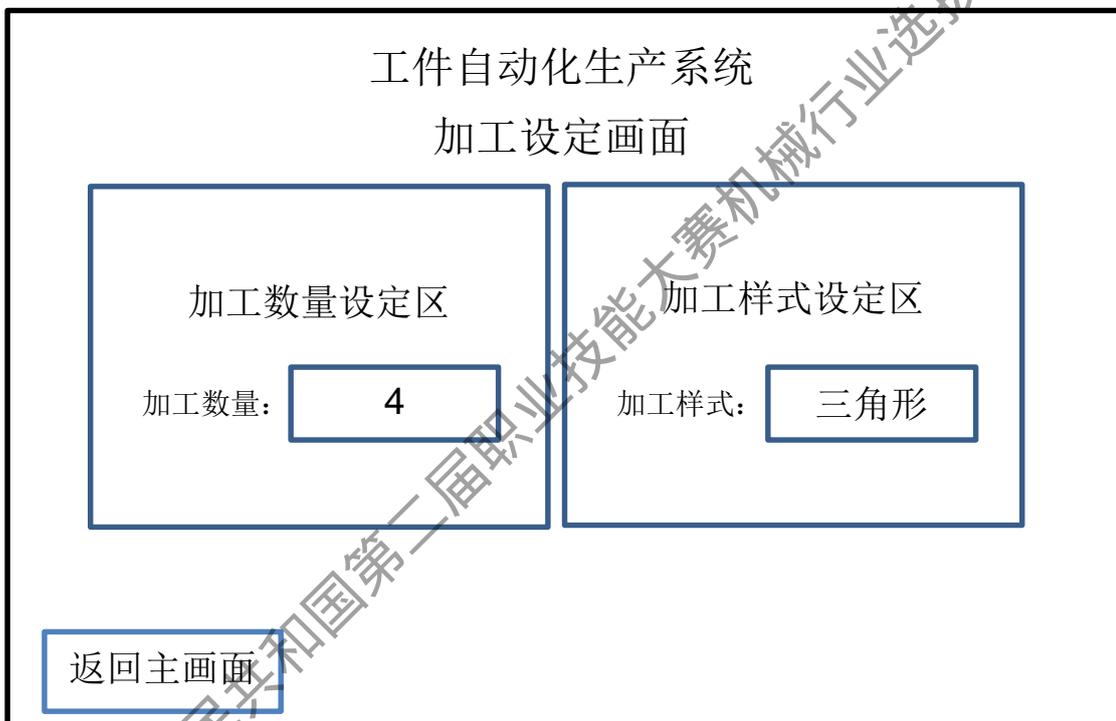


图 3-7 加工设定画面参考

2. 工业机器人的操作及编程

HOME 位置点： 机器人末端夹具打开， 6 轴位置保障夹爪指向与世界坐标系 X 正方向平行， 5 轴-90° ， 其余 1-4 轴 0° 的位置。

机器人应能采用远程模式选择程序并启动、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。

(1) 任务程序 1:

创建程序文件，将机器人程序命名为“PNS1111”，可通过触摸屏按钮操作界面，实现程序的切换、启动、停止、复位控制；

程序启动前，选手按照裁判随机指定的加工数量及加工样式要求，在触摸屏上完成初始化设置，并根据裁判的指定顺序将立体块按要求放入推料供给单元（放置时空白面朝上）。

1) 取出手爪：按下启动按钮，机器人从 HOME 点移动至快换架，取出单吸盘手爪，并回 HOME 点位置；

2) 立体块出料：推料供给装置推出 1 个立体块至输送线前端；

3) 立体块转运：输送线启动，将立体块从前端向输送线末端转运；

4) 动态抓取：立体块经过到位检测装置，触发机器人动态追踪功能，机器人运动至输送线上方追踪立体块一段距离后抓取立体块；

5) 定位：机器人将抓取的立体块转运至定位台放置，再次抓取实现精确定位；

6) 视觉识别：机器人将立体块移至视觉检测模块进行立体块检测，根据触摸屏设置的加工数量及加工样式，查找所需侧面；

7) 立体块翻转：机器人将所需侧面通过定位台进行二次定位，调整立体块抓取面，确保所需侧面为吸盘吸取面；

8) 成品托盘暂存：机器人将完成调整的立体块转运至成品托盘暂存格进行暂存，确保放入暂存格的立体块朝上一面为触摸屏设置的加工样式（如触摸屏设定加工数量为“4”个，加工样式为“△”，则暂存格摆放的前 4 个立体块放置图形应统一为“△”朝上，后 2 个立体

块朝上图形无要求，如图 3-8 所示)，重复步骤 2-7，直至六个立体块均放入暂存格；

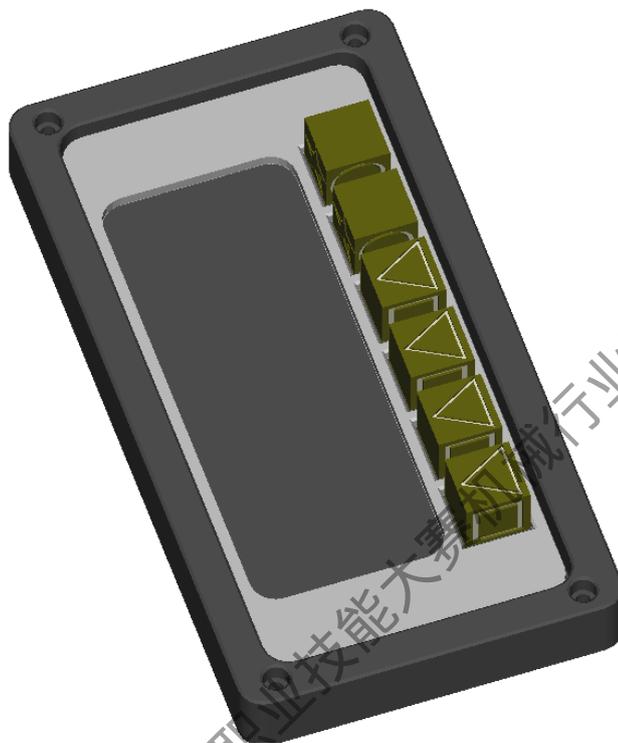


图 3-8 立体块暂放说明

9) 换爪：机器人放回单吸盘手爪，更换立体块气动夹爪，并回 HOME 点位置；

10) 立体块加工：机器人抓取成品托盘暂存格上的立体块，放入模拟数控加工单元，进行 3s 的模拟加工；

11) 去毛刺：机器人夹取模拟加工完成的立体块，转运至去毛刺装置进行去毛刺（动作要求机器人夹取立体块，完成立体块底面四条边的模拟去毛刺，去毛刺路径如图 3-9 红色线段所示）；

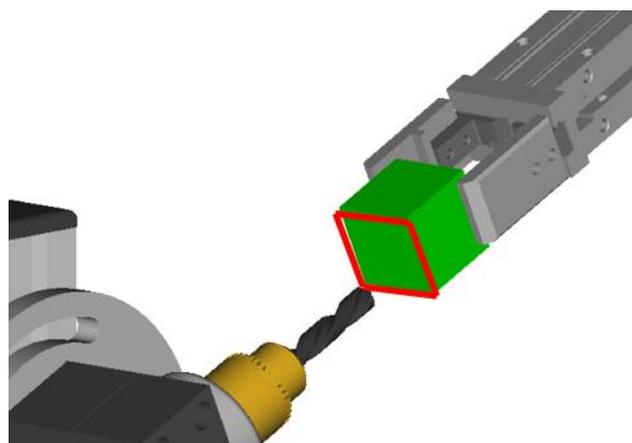


图 3-9 立体块去毛刺位置示意图

12) 分拣入库: 机器人根据触摸屏设置界面的加工数量要求完成成品托盘暂存格的对应数量立体块的加工去毛刺工艺(完成步骤 10-11)后,放入成品托盘成品区,要求成品放入排成一列;机器人将成品托盘暂存格的不需加工的立体块直接转运至不合格托盘,要求不合格品排成一列。(举例:如触摸屏设定加工数量为“4”个,加工样式为“ Δ ”,则成品托盘成品区摆放结果为 4 个“ Δ ”朝上的立体块排成一列,不合格托盘为 2 个立体块排成一列,朝上图形不做要求,如图 3-10 所示)

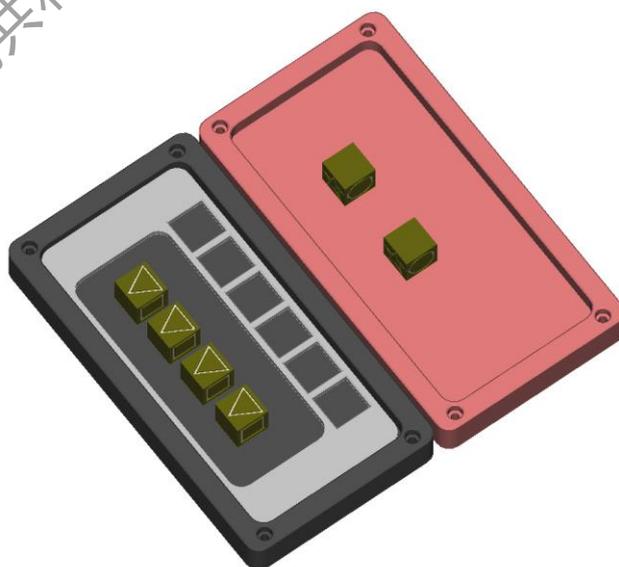


图 3-10 分拣入库摆放举例示意图

13) 机器人回 HOME 位置: 机器人移动至快换架处, 放下立体块气动夹爪, 并回 HOME 点位置。

注:

- 在连续运转不停机的情况下, 且所有动作完整, PNS1111 程序的总节拍需要控制在 6min 以内, 超过总节拍要求的情况下, 评分表中程序下料节拍项将不得分。
- 单次演示总时间不得超过 6min, 超过 6min 视为本次演示结束, 裁判开始评分。

(三) 用户文档编写

根据任务要求, 使用赛场提供的计算机绘制相关图纸并编写用户手册, 制作一个 PDF 文本文件, 文件名称为“工位号-用户手册”。存放在指定文件夹中, 制作完成的 PDF 文档交赛场工作人员打印装订后由裁判评分。

用户手册包括但不限于以下内容:

1. 设备的功能描述

描述本设备主要功能。

2. 设备的组成

描述设备的主要功能模块, 包括机械、电气、机器人等部件的组成模块。

3. 设备图纸

展示设备的布局图、设备原理图。

4. 设备日常维护注意事项

描述设备哪一些需要进行日常维护和需要注意的事项。

5. 机器人工作站的工作流程

利用功能流程图描述出工作站的工作流程，关键部分作出文字说明。

6. 安全注意事项

操作时的安全注意事项。

7. 设备操作步骤

描述设备开机、启动运行、关机等操作的操作步骤。

中华人民共和国第二届职业技能大赛机械行业选拔赛