

第 47 届世界技能大赛宁波市选拔赛

机器人系统集成

(样题)

工 作 任 务 书

场 次： _____

工位号： _____

日 期： _____

选手须知

1、任务书共18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、本任务书总分为100分。

3、参赛人员在竞赛过程中创建的程序文件必须存储到“D:\技能竞赛\场次号+工位号”文件夹下，“D:\技能竞赛\技术资料”中存储的相关技术资料，参赛队员可以取用。

4、选手提交的所有纸质及电子答卷中不得出现学校、企业、姓名等与身份有关的信息，若出现，则成绩视为无效。

5、比赛过程中，若因设备故障导致选手中断或终止比赛，由大赛裁判长视具体情况做出裁决；若参赛选手由于操作失误导致设备不能正常工作，或造成安全事故不能进行比赛的，将被终止比赛，成绩计0分。

6、比赛过程中选手认定器件有故障可提出更换，经裁判测定发现器件完好时每次扣3分不补时，器件确实损坏的由裁判长判定给予适当补时并更换器件。

7、参赛队结束比赛时，应举手向裁判员示意，裁判员记录比赛结束时间，参赛队结束比赛后不能再进行任何操作。

任务描述：

某公司生产部需要引进一套智能柔性工作单元，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。该智能柔性工作单元主要由机加工自动化系统及智能物流仓储自动化系统组成。作为我司工程人员，需要您根据客户提出的具体需求及客户公司现有的工艺设备，在客户规定的时间要求内，完成智能柔性工作单元项目的方案规划、团队管理、机电设计及安装调试、仿真布局、机器人及 PLC 编程、故障排查等任务，并最终完成客户交付。

设备的基础工作目标是：

1、通过触摸屏选择运行程序（选择 PNS0001）

把棒料（塑料圆柱体）从棒料托盘拾取直接送到数控加工单元完成加工，然后转移到打磨单元完成打磨工艺成为零件，接着转移到装配单元模块完成不锈钢环的装配成为装配部件，完成装配后再送到检测模块下通过视觉检测模块完成质量检测，合格的装配部件放到合格品托盘模块，不合格的装配部件放到次品（不合格）托盘模块。

2、通过触摸屏选择运行程序（选择 PNS0002）

送料装置会送出塑料料杯，通过传送带传送到指定位置，然后通过触摸屏选择缓存台位置（从左至右依次为 1 号、2 号、3 号），机器人拾取塑料料杯，将料杯放入指定缓存台位置中。

3、拓展：通过触摸屏下单所需内容（PNS0501）

完成新产品生产的自动化作业。

任务一：机械设计与安装

1、根据现场提供的去打磨模块，对打磨模块进行组装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

2、根据现场提供的工业机器人末端夹具，对手爪进行组装，要求手爪装配牢固可靠，零件不得松动；

3、根据现场提供的快换架模块，对快换架模块进行组装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

4、根据任务要求，对料杯推料模块进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

5、根据任务要求，对传送带及到位检测模块进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

6、根据任务要求，对龙门检测装置进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

7、根据任务要求，对缓存台进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

8、根据现场提供的立体仓库模块，对立体仓库模块进行组装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

9、根据任务要求，对棒料托盘模块进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

10、根据任务要求，对不锈钢环托盘模块进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

11、根据任务要求，对成品托盘（自由托盘）模块进行安装，要

求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

12、根据任务要求，对微动开关模块进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

13、根据现场提供的机器人法兰盘和快换盘，对快换盘和法兰盘进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

14、根据现场提供的机器人安装固定，并正确连接机器人的各个部分；

15、根据任务要求，对三爪卡盘装置进行安装，要求模块装配牢固可靠，零件不得松动；

16、系统布局应充分考虑工作任务及自主设计的流程和工艺，尺寸位置由设计者自行设计。要求使用合适螺丝螺母及垫片进行安装，螺母完全嵌入型材，不得松动，能实现正常的工作流程运行，工作台面清洁、工具摆放整齐。

任务二：电气设计与连接

（一）电气控制线路安装

根据设备电气图（见附件），结合设备工作任务要求，完成以下电气设计要求：

- 1、完成所有模块接线及传感器调试，并确保其功能正常；
- 2、线路布局美观，不与气路发生交叉、干涉。

选择合适接线端口，完成各模块连接，确保机器人和外部模块的输入和输出信号符合要求，可实现正常的工作流程运行，起到安全防护作用。电气线路安装规范和工艺要求，线槽盖压实不漏齿，线路美观，

不与气路发生交叉、干涉。

注：

• 可通过 PLC 监控\强制表、HMI 触摸屏、机器人 IO 可向裁判员直观展示输入输出信号的变化。

(二) 气动系统连接及调整

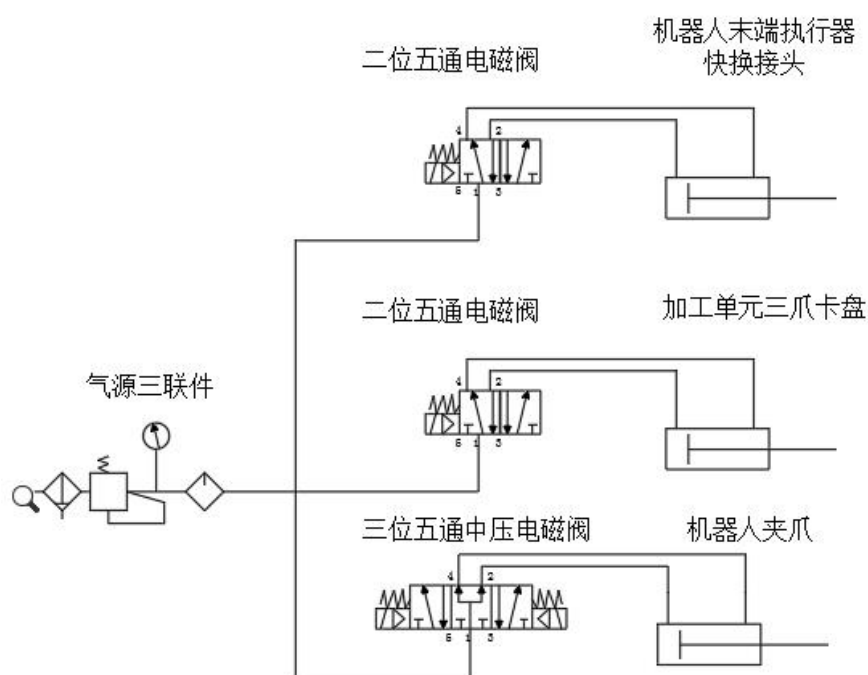


图 1 气动系统示意图

根据实际使用需求，完成加工单元三爪卡盘、推料气缸、工业机器人夹爪快换装置及夹爪均由气动驱动，完成现场未连接气路的安装与调整，使得相关部件的动作准确，且在输入气压为 0.4-0.6Mpa 之间。

气管在台面上进行布局，布置横平竖直，不得干涉设备运动，绑扎合理符合规范，保证气路美观；设定工作站气压，调节推料气缸节流阀气流速度，气缸完成推料动作模块不震动。

（三）故障排除

- 1、查看机器人报警界面，根据报警提示，消除机器人报警；
- 2、机器人零点校准；
- 3、机器人可进行手动线性。

注：

• 选手如不能排除故障可在裁判指导下将故障排除，该项不得分。

任务三：机器人系统的仿真应用

为展示智能柔性工作单元中机加工自动化系统的运行过程，请使用 FANUC Roboguide 仿真软件搭建一下仿真动作场景，并完成指定工作过程的仿真运行，电脑中已有的仿真模型文件存放于 D:\技能竞赛\技术资料文件夹内，请用 Solidworks 将自行设计的数模转换为 Roboguide 能够识别的“*.IGS”等文件名后导入 Roboguide 中，以下仿真模型需选手自行建模，建模完成后导入 Roboguide 中，并完成相应设置及动作仿真。

条件：评分时，裁判随机指定 2 个棒料及 2 个不锈钢环在托盘内的位置；仿真中需要添加视觉相机。

（一）原料托盘、配料托盘、成品托盘物料建模

根据任务要求，对原料托盘、配料托盘、成品托盘（图 2）进行测量，获得必要尺寸。选手需使用建模软件完成上述零部件的 3D 模型创建并生成零件工程图。

要求：

测量物料获取必要尺寸，使用建模软件完成 3D 模型创建及 2D 图

纸绘制：

- 1、测量并绘制原料（棒料）托盘（仓）的 3D 模型；
- 2、测量并绘制配料（不锈钢环）托盘（仓）的 3D 模型；
- 3、测量并绘制成品托盘（仓）的 3D 模型；
- 4、完成 2D 零件图纸，要求图纸绘制准确，尺寸标注与实物一致，误差不大于 1mm，满足机械设计规范及后续加工工艺要求。

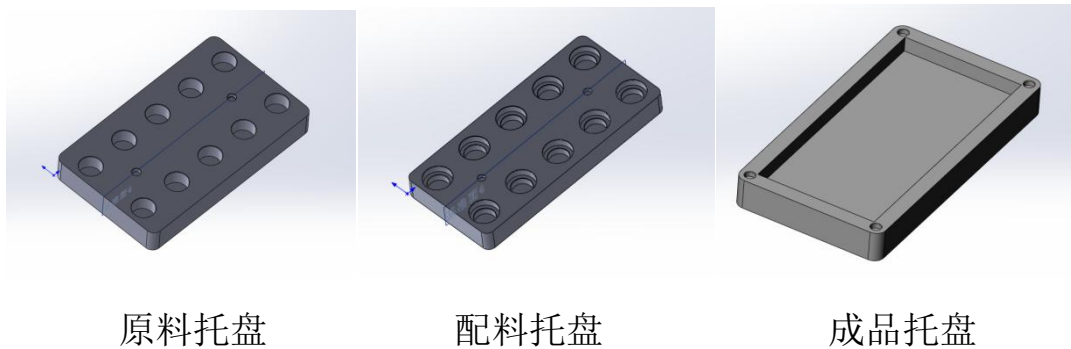


图 2 机械模块示意图

（二）动作要求

在仿真软件中编写程序，完成如下仿真工作流程：

- 1、机器人从机械原点（J5 轴 -90° ，其余轴都为 0° ）出发，移动至快换架抓取手抓；
- 2、移动至棒料托盘，从棒料托盘中抓取棒料并移至加工单元前；
（注：托盘内的 2 个棒料位置由裁判随机指定）
- 3、工业机器人将原料上料至加工单元三爪卡盘，卡盘夹紧工件后，机器人退出，加工单元模拟加工 3 秒钟；
- 4、加工完成后，工业机器人再次抓取原料，加工单元三爪卡盘松开。机器人夹住棒料转移到去打磨工位，打磨工具启动。工业机器人抓住工件围绕打磨工具逆时针旋转 2 圈，完成打磨工艺；

5、完成打磨工艺后，转移到装配单元区域，将不锈钢环套入零件后成为装配部件；（注：托盘内的 2 个不锈钢环位置由裁判随机指定）

6、装配结束后，机器人抓取工件移动至视觉检测装置进行检测；（注：需要展示视觉检测结果）

7、根据视觉检测结果，工业机器人将装配部件按要求搬运至成品（合格品、次品）托盘；

8、重复上述流程，直到完成全部 2 个工件入库后，工业机器人放回抓手，回到机械原点，停止动作。

注：

• 机器人夹爪、加工单元三爪卡盘、打磨单元、工件搬运及装配过程的动作要与实物动作基本一致；

• 机器人夹爪、加工单元三爪卡盘、打磨单元的动作控制信号与实物一致；

• 仿真过程动作流程，无碰撞、停顿及软件报警等情况。

任务四：机器人系统编程与调试

（一）工作站编程调试

（1）系统安全状态定义

系统安全状态：当机器人急停按钮处于释放状态、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。

(2) PLC 的功能要求

机器人在远程自动模式后，系统应能实现如下功能：

- 1、机器人在具备自动运行条件下，此时三色灯黄灯闪亮；
- 2、机器人程序自动运行中，三色灯绿灯亮，红灯黄灯灭；
- 3、光栅闯入，机器人动作停止，三色灯红灯亮，绿灯黄灯灭；
- 4、恢复安全状态后（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；

5、不在阻挡光栅时，按下触摸屏【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。

(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：

1、触摸屏设计有【再启动按钮】功能按钮，再机器人程序中断停止，报警复位后，按下再启动按钮，机器人继续运行；

2、触摸屏设计有【复位按钮】功能按钮，按下复位按钮，机器人报警复位；

3、触摸屏设置有程序 PNS0001、PNS0002 对应的【启动按钮】功能，按下启动按钮，机器人开始动作；

4、触摸屏设计有缓存台位置选择功能和【位置确认】功能按钮，选择缓存台位置后按下位置确认按钮后，机器人可将料杯放入指定缓存台位置。

(二) 机器人操作与编程

机器人原点：机器人末端夹具打开，J5 轴-90°，其余轴 0° 的

位置。

待机位置点：选手自行选择一个较靠近工作区域，又合适机器人工作的位置作为待机位置点，便于机器人安全高效地完成所有工作任务。

(1) 基本功能要求

1、在整个工作过程中不得发生任何碰撞事故，抓取工件使工件离开原料库、加工夹爪等位置时不发生明显晃动；放下工件时位置要精确，放开工件的高度合适，不出现把工件从高位扔下和夹着工件滑动的情况。

2、机器人抓取工件时，抓取长度不少于 15mm，在加工单元加工时，插入加工单元卡盘的深度不小于 15mm。

3、若题目没有对位置进行明确指示，选手请自行选定位置，只需保证工业机器人动作过程流畅和不发生碰撞即可。

4、创建机器人程序命名为“PNS0001”“PNS0002”。

5、选手请自行选定位置，只需保证工业机器人动作过程流程和不发生碰撞即可。

6、“PNS0001”为机加工自动化系统程序，原料托盘的 2 个位置放置原料（棒料与不锈钢环位置裁判随机放置），请完成这 2 个原料的视觉识别抓取、加工、打磨、装配及视觉检测分拣入库工序。

7、“PNS0002”为仓储物流码垛自动化系统程序，推料装置会送出塑料料杯，通过传送带传送出去，然后通过触摸屏选择缓存台位置（缓存台位置由裁判随机指定），机器人将料杯放入指定缓存台位置

中。

要求：立体仓库从上到下分别为第一层、第二层、第三层，第一层从左到右为 1 号仓位到 5 号仓位，第二层从左到右为 6 号仓位到 10 号仓位，第三层从左到右为 11 号仓位到 15 号仓位。

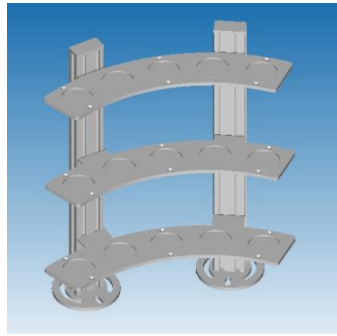


图 3 立体仓库

(2) 机器人动作流程要求

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、将机器人切换至自动运行模式，机器人在具备自动运行条件下，此时三色灯黄灯闪亮；

2、按下触摸屏“PNS0001”启动按钮，系统警示灯绿灯亮，其余指示灯熄灭，机器人从夹具库选择合适的夹具；

3、机器人从棒料托盘中抓取工件（2 个棒料随机放置），抓取长度不少于 15mm，然后运行至加工单元；

4、加工单元红绿指示灯灭，指示机器人可以进入机床上料；

5、机器人将原料插入加工单元三爪卡盘，要求插入深度不小于 15mm，加工单元三爪卡盘加紧原料后，机器人退出，加工单元绿灯指

示灯亮代表正在加工，加工时间为 3 秒；

6、加工完成后，加工单元红色指示灯亮，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。机器人夹住工件转移到去打磨工位，打磨工具启动。机器人抓住工件围绕打磨工具逆时针转动一圈，完成打磨工艺。完成整个打磨时间在 5-8 秒。打磨过程中，工件应能保持与打磨工具距离基本一致且不大于 2mm；

7、完成打磨工艺后，转移到装配单元区域，将不锈钢环套入棒料后成为组件（白色棒料套上不锈钢环）。装配过程中平稳流程，不出现夹住工件往下压，而工件不能移动的状况；

8、机器人将完成装配工序的装配部件转移到检测模块（微动开关或视觉）进行检测。安装成功（白色棒料套上不锈钢环）的产品为合格品，没有安装成功（白色棒料未套上不锈钢环）的产品为次品。机器人将合格品放入暂存台的料杯里；将次品放到次品托盘上；

9、重复上述流程，直到全部完成，机器人返回机械原点，停止动作，三色灯黄灯闪亮。

注：

• 装配检测采用视觉检测方式高于微动开关检测方式；

• 完成程序 PNS0002 自动化编程、调试及自动运行

1、将机器人切换至自动运行模式，机器人在具备自动运行条件下，此时三色灯黄灯闪亮；

2、选择缓存台位置并按下“位置确认”按钮；

3、按下触摸屏“PNS0002”启动按钮，系统警示灯绿灯亮，其余

指示灯熄灭，机器人从夹具库选择合适的夹具；

4、送料装置会送出塑料料杯，通过传送带传送到指定位置；

5、机器人拾取塑料料杯移动到指定缓存台位置，完成后机器人返回机械原点，停止动作，三色灯黄灯闪亮。

注：

• 工业机器人示教编程时，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调整为固定值 30%。

任务五：拓展任务

立体仓库从上到下分别为第一层、第二层、第三层，蓝色料杯放置立体仓库第一层，黄色料杯放置立体仓库第二层，开口向下的蓝色和黄色的料杯放置立体仓库第三层（废料层）。

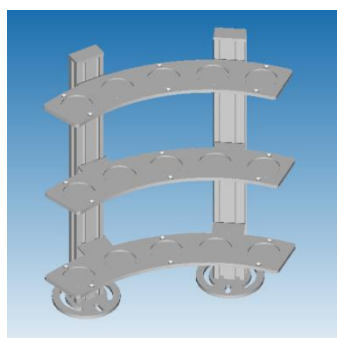


图 4 立体仓库

• 完成程序 PNS0501 自动化编程、调试及自动运行

具体要求：

1、程序命名为“PNS0501”；

2、棒料托盘中随机放置 5 个棒料，位置由裁判随机指定摆放，
不锈钢环托盘中随机放置 5 个不锈钢环，位置由裁判随机指定摆放；

3、新增缓存台设备用于料杯暂放以及装备工作；

4、料杯装配前需要对外壁进行打磨工序处理，机器人抓住料杯围绕去打磨工具逆时针转动一圈，完成去打磨工艺。完成整个打磨时间在 5-8 秒。打磨过程中，工件应能保持与打磨工具距离基本一致且不大于 2mm；

5、机器人动作流程由选手自行设计，最终实现 3 个新产品的装配成型入库作业，要求选手考虑生产节拍的最优解决方案，机器人以最快的效率完成加工。

动作流程：

1、将机器人切换至自动运行模式，机器人在具备自动运行条件下，此时三色灯黄灯闪亮；

2、按下触摸屏启动按钮，系统警示灯绿灯亮，机器人从夹具库选择合适的夹具，送料装置会送出料杯，通过传送带传送到指定位置；

3、机器人拾取料杯至龙门检测，杯口朝上送至打磨单元进行加工，加工完成放置于缓存台（缓存台 3 个位置都需要放置料杯），杯口朝下的料杯无法装配，属于废料，需要入库至废料层（第三层）；

4、机器人从原料圆柱托盘中抓取工件（5 个圆柱随机放置），将原料插入加工单元三爪卡盘；

5、加工完成后，机器人再次抓取工件转移到去毛刺工位，去毛刺工具启动；

6、完成去毛刺工艺后，转移到装配单元区域，将不锈钢环套入工件，机器人将完成装配工序的装配部件转移到检测模块（微动开关或视觉）进行检测。安装成功（白色料棒工件套上不锈钢环）的产品

为合格品，没有安装成功（白色料棒工件未套上不锈钢环）的产品为次品。机器人将合格品放入缓存台的 3 个料杯里；将次品放到次品托盘上；

7、机器人从夹具库选择合适的夹具，将缓存台上的 3 个新产品按照要求完成入库，蓝色料杯放置立体仓库第一层，黄色料杯放置立体仓库第二层；

8、新增触摸屏设计有机器人当前各个关节度数的动态显示；

9、新增触摸屏机器人运行速度倍率设置功能，速度倍率整型数值范围为 1-100（单位为%），触摸屏上速度倍率设置好后，示教器画面显示的速度倍率值与触摸屏设定的一致；

10、新增触摸屏入库状态显示功能，能根据 3 个新产品。显示立体仓库产品状态。入库具体位置没有要求，选手自行定义，但是要求触摸屏入库产品状态和实际立体仓库一致；

11、新增触摸屏计时功能，统计工作站从启动到最后完成新产品入库所使用的时间，单位为 s；

12、重复上述流程，直到订单全部完成，机器人返回机械原点，停止动作，三色灯黄灯闪亮。

注：

- 装配检测采用视觉检测方式高于微动开关检测方式；
- 工业机器人示教编程时，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调整为固定值 30%。

