

2024 年度机械行业职业教育技能大赛

“博诺杯”工业机器人系统应用编程技术赛项

职工组/学生组

样题

2024 年11月

重要说明

1. 比赛时间 240 分钟。180 分钟后，选手可以弃赛，但不可提前离开赛场，需要在指定位置，与比赛设备隔离。

2. 比赛共包括 5 个任务，总分 100 分，见表 1。

表 1：任务配分表

序号	任务	配分	备注
1	任务 1：工业机器人虚拟系统仿真	15	
2	任务 2：工业机器人系统硬件装调	20	
3	任务 3：单元模块编程与调试	25	
4	任务 4：谐波减速器装配系统编程与联调	25	
5	任务 5：工业机器人数字孪生与集成应用	10	
6	职业素养与安全意识	5	
合 计		100	

3. 任务书共 14 页，如发现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判申请更换任务书；对照设备清单认真检查设备及工量具，如发现问题，请及时向裁判申请处理。

4. 每个赛位配有 1 台计算机，装有智能产线规划与数字孪生仿真软件、PLC 博途编程软件、相机编程软件、MES 系统生产管理软件，参考资料存放在“D:\技能竞赛\参考资料”文件夹下；选手创建的程序文件必须存储到“D:\技能竞赛\竞赛编号”（竞赛编号由场次+工位号组成，例如第二场第 14 号工位为 B14）文件夹下。

5. 选手提交的资料不得出现学校、企业、姓名等与身份有关的信息，擅自离开竞赛工位、与其他选手交流、不服从裁判指令，将依据扣分表进行处理。

6. 由于操作不当等原因引起传感器、电磁阀、PLC 组成的控制系统及变频器等设备的损坏，将依据扣分表进行处理。严重损坏比赛设备将取消竞赛资格。

7. 在完成任务过程中，请及时保存程序及数据，未能及时保存程序及数据，由于断电等意外情况造成的程序及数据丢失的责任将由选手自负。

8. 比赛过程中需裁判确认部分，选手应当先举手示意，等待裁判前来处理。不限制各任务评判顺序及任务中各项的先后顺序，但安装类任务如需通电，必须经技术人员检查无误后方可进行；需要裁判验收的各项任务，任务完成后裁判只验收 1 次，裁判验收时间包含在比赛时间内。

9. 选手必须认真填写各类文档，竞赛完成后所有文档按页码顺序一并上交；赛场提供的任何物品，不得带离赛场。

一、竞赛项目任务书

面向具有测控技术高度集成的智能制造设备——工业机器人，以智能测控技术为基础，围绕智能制造产业和仪器仪表与智能传感产业数字化、网络化、智能化对工业机器人技术的新要求，完成工业机器人虚拟系统仿真、工业机器人系统硬件装调、单元模块编程与调试、谐波减速器装配系统编程与联调、工业机器人数字孪生与集成应用、职业素养与安全意识等六个任务。竞赛平台参考图如图 1 所示。竞赛平台模块如图 2 所示。



图 1 竞赛平台

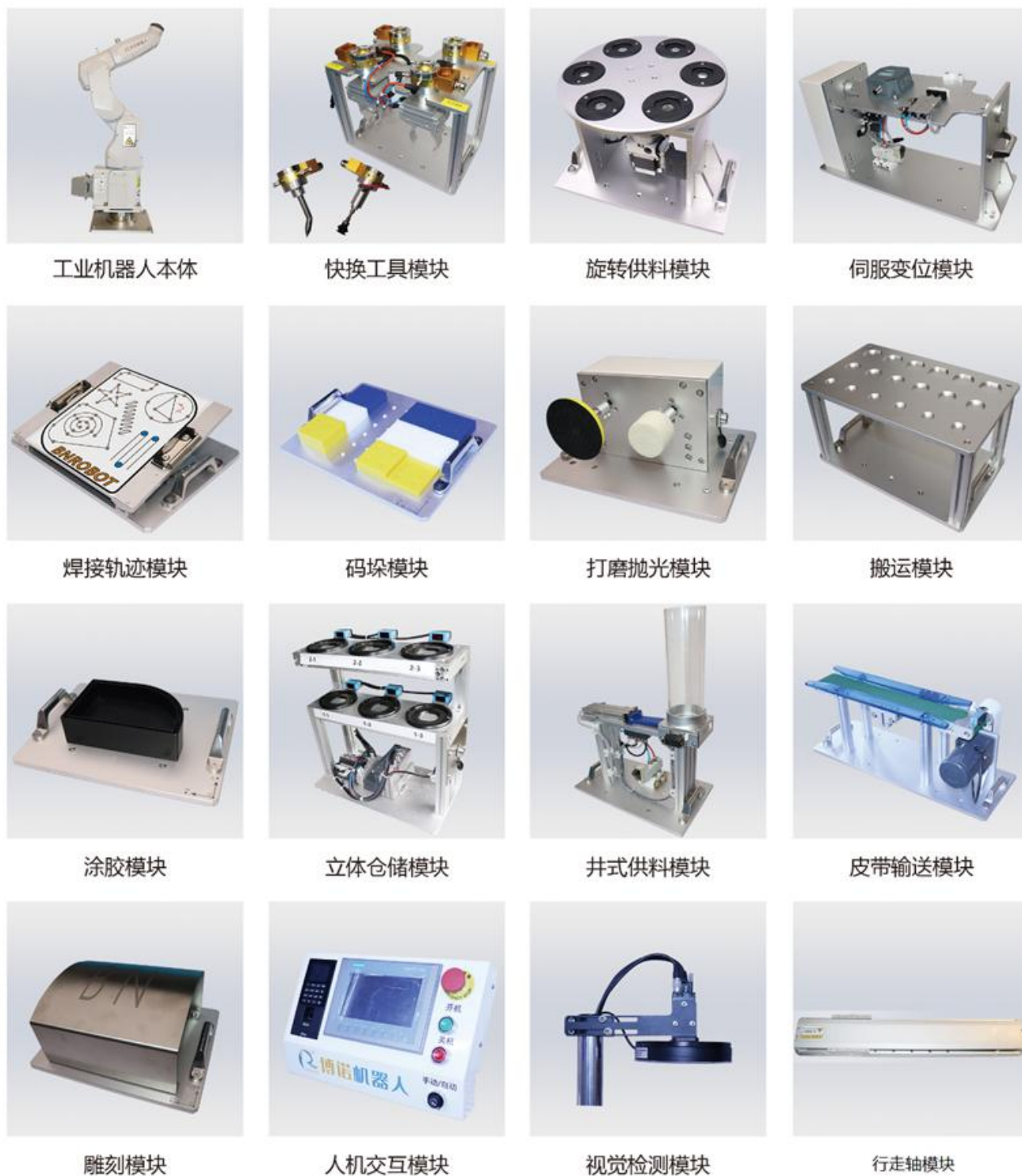


图 2 竞赛平台模块

装配流程开始后机器人自动更换工具，完成弧口夹爪工具抓取传感器外壳，平口夹爪工具抓取传感器端盖，吸盘工具吸取传感器电路板完成“谐波减速器”的装配；平台配套的末端工具如图 3 所示，谐波减速器组成如图 4 所示。



平口夹爪工具



弧口夹爪工具



吸盘工具

图 3 末端工具

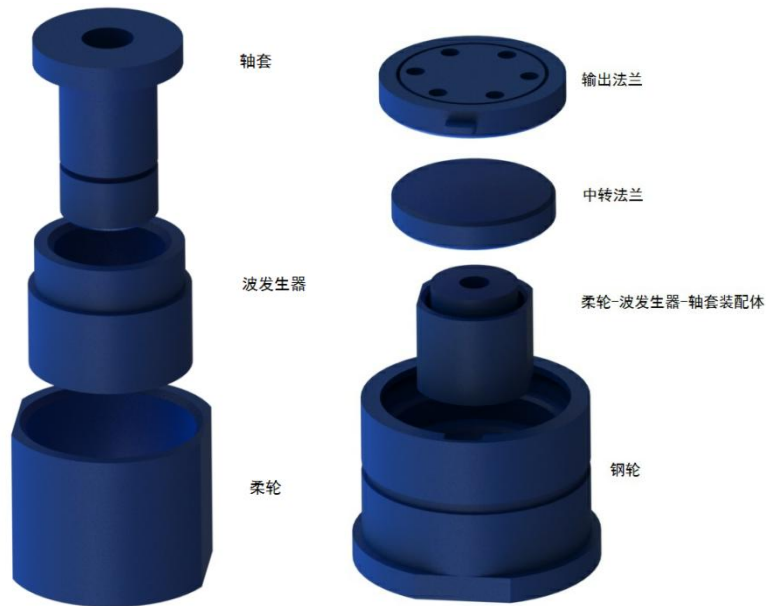


图 4 谐波减速器零件

任务 1: 工业机器人虚拟系统仿真（15 分）

任务要求：

（一）搭建装配生产线

通过博智虚拟仿真调试软件，将工业机器人本体、工作台、立体仓储模块、旋转供料模块、井式供料模块、皮带输送模块、伺服变位模块、快换工具模块、末端工具和装配物料（谐波减速器零件）导入到软件中，通过在工作台相应位置建立坐标点，使各个模块能够通过坐标对齐的方式安装至正确位置，完成谐波减速器装配生产线的设计，如图 5 所示。

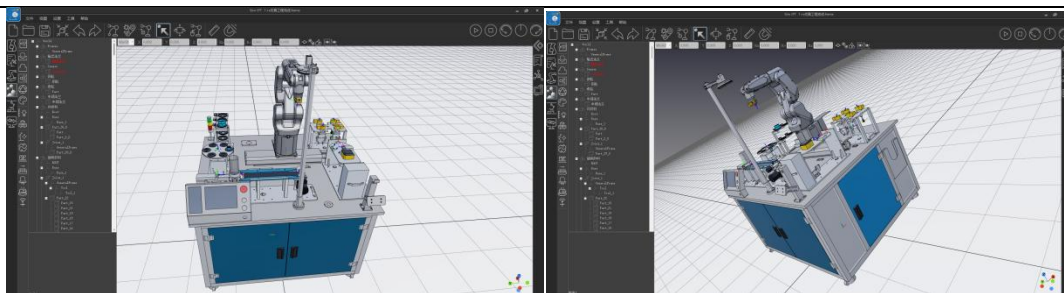


图 5 虚拟装配生产线

（二）编程调试

在（一）搭建装配生产线任务的基础上，设置虚拟环境中机器人运动位置，编写相对应的脚本完成谐波减速器的装配调试，验证各模块设计、摆放的合理性，为实际生产提供理论依据。

完成任务 1 后，举手示意裁判进行评判！

任务 2：工业机器人系统硬件装调（20 分）

任务要求：

（一）工作台机械安装

选手需要根据现场提供工具并依据任务 1 中搭建的生产线的布局将立体仓储模块、旋转供料模块、井式供料模块、皮带输送模块、伺服变位模块、快换工具模块、末端工具和装配物料（谐波减速器零件）安装在工作台上（见图 6、图 7）。（安装过程中要避免划伤工作站）

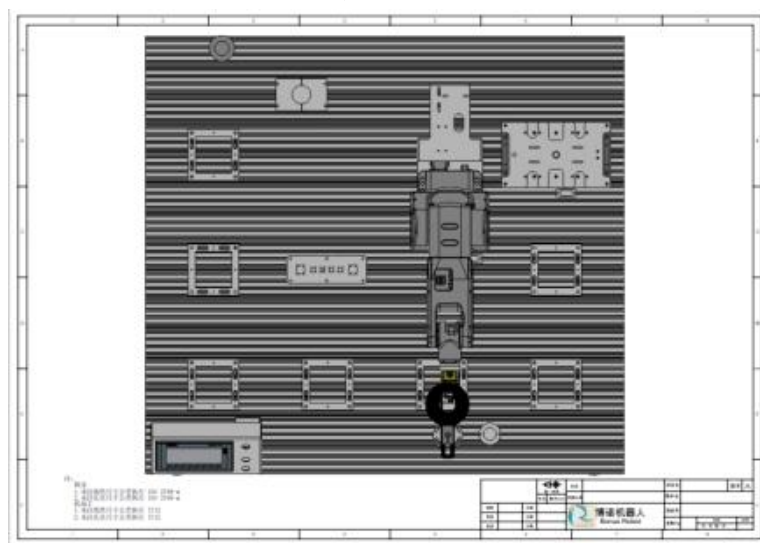


图 6 工业机器人工作台图纸

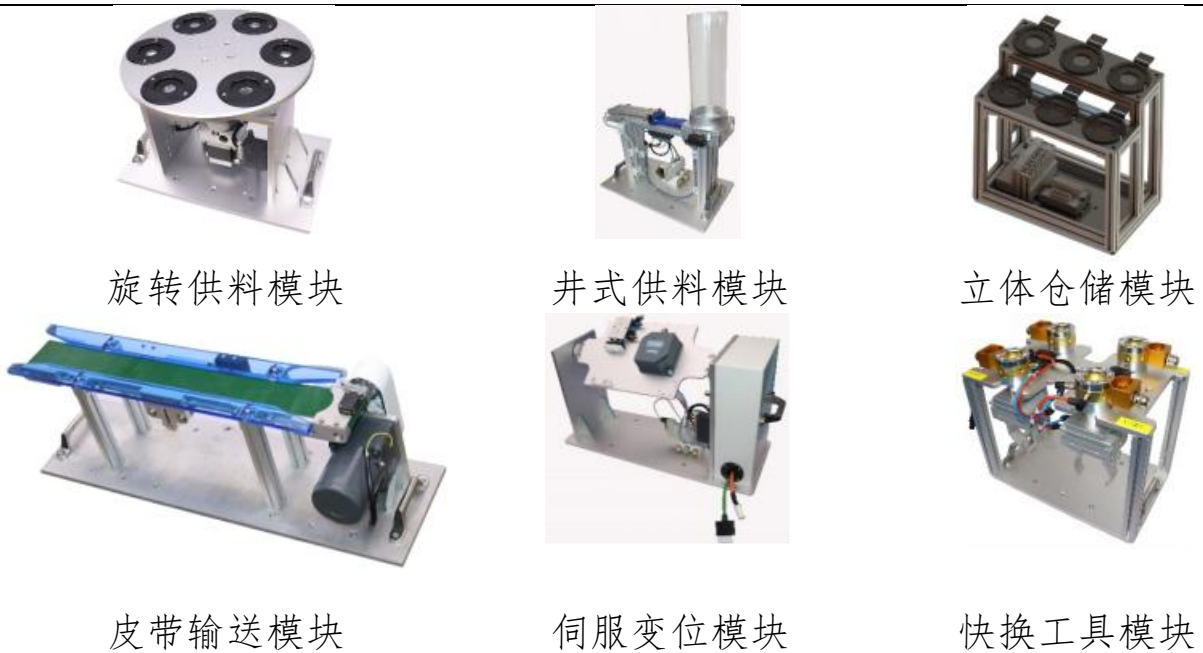


图 7 待安装模块

(二) 工作台电路、气路的连接

选手根据现场提供的工具、气管、电路图、电气图并结合任务的功能要求，完成各模块及工作台上 4 路气路、4 路电路的连接及 2 个电磁阀传感器的调节（见图 8、图 9）。

要求：气管扎带、线路的布置要整齐、均匀。

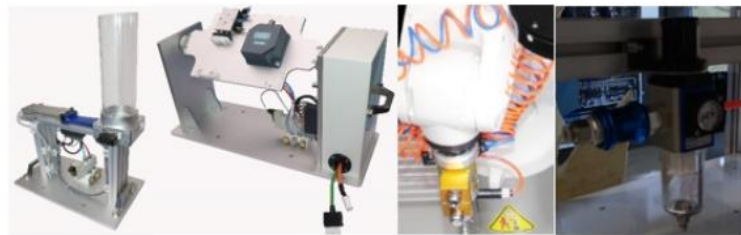


图 8 气路的连接



图 9 线路连接

完成任务 2 后，举手示意裁判进行评判！

任务 3：单元模块编程与调试（25 分）

任务要求：

（一）变频器参数设置

选手依据变频器（见图 10）工作要求对其中的四个参数进行设置，为输送模块正常运动做准备。



图 10 变频器

V20 变频器部分参数见表 2（详细参数见 D\技能竞赛\参考资料\V20 变频器使用说明书。）

表 2 V20 变频器部分参数表

参数	功能	设置
P0010	调试参数	=30：恢复出厂设置
P0970	工厂复位	= 1：复位所有参数（不包括用户默认设置）至默认值 = 21：复位所有参数及所有用户默认设置至工厂复位状态 说明：参数 P2010、P2011、P2023 的值不受工厂复位影响，仍保持原值。
P0971	数据保存	= 21，当前变频器状态即保存为用户默认设置。
P0003	用户访问级别	=1：标准 =2：扩展 =3：专家 =4：维修
P0700	选择命令源	=0：出厂默认设置 =1：操作面板（键盘） =2：端子 =5：RS485 上的 USS/MODBUS

P1000	频率设定值选择	=0: 无主设定值 =1: MOP 设定值 =2: 模拟量设定值 1 =3: 固定频率 =5: RS485 上的 USS/MODBUS
P2010	USS/MODBUS 报文间断时间[ms]	=6: 9600 bps =7: 19200 bps =8: 38400 bps =12: 115200 bps
P2014	MODBUS 超时时间	时间设为 0 时不发生故障(即看门狗被禁止)
P2021	Modbus 地址	设置变频器的唯一地址。 范围: 1 至 247 (工厂缺省值: 1)
P2023	RS485 协议选择	= 2: Modbus 工厂缺省值: 1 (USS) 说明: 在更改 P2023 后, 须对变频器重新上电。在此过程中, 请在变频器断电后等待数秒, 确保 LED 灯熄灭或显示屏空白后方可再次接通电源。如果通过 PLC 更改 P2023, 须确保所做出的更改已通过 P0971 保存到 EEPROM 中。

(二) 工业机器人单模块编程与调试

选手在设计安装好的工业机器人工作台上, 对硬件设备进行编程调试, 其中包括 PLC、HMI、远程 I/O 等多种设备, 确保“谐波减速器”生产线能安全稳定地运行。

对 HMI 进行界面设计, 在“手动”模式下, 能够实现对旋转供料模块、皮带输送模块、伺服变位模块进行调试, 如图 11 所示。



图 11 手动模式 HMI 参考画面

调试要求：

立体仓储模块：将物料放到立体库中任意位置，在触摸屏上显示对应位置有无物料状态；

皮带输送模块：通过触摸屏上皮带正转按钮控制皮带正转，将物料放置到皮带末端显示谐波减速器检测有无状态；

井式供料模块：通过触摸屏上供料气缸按钮控制气缸伸出缩回，同时伸出或缩回后气缸传感器状态显示在触摸屏上对应位置，将工件放置到料仓中在触摸屏上料仓检测状态发生变化；

旋转供料模块：通过触摸屏上点动正转或反转按钮控制模块动作，在触摸屏上显示抓取位谐波减速器检测有无状态；

伺服变位模块：通过触摸屏上点动正转或反转按钮控制模块动作，通过触摸屏上定位气缸按钮控制气缸伸出缩回，同时伸出或缩回后气缸传感器状态显示在触摸屏上对应位置；

快换工具模块：将快换工具放到快换工具模块中任意位置，在触摸屏上显示对应快换工具有无状态；

（三）工业机器人系统视觉编程与调试

任务要求：

1. 打开 MVP 智能相机软件，连接和配置相机，使智能相机运行稳定，并能清晰地采集图像信息，如图 12 所示。

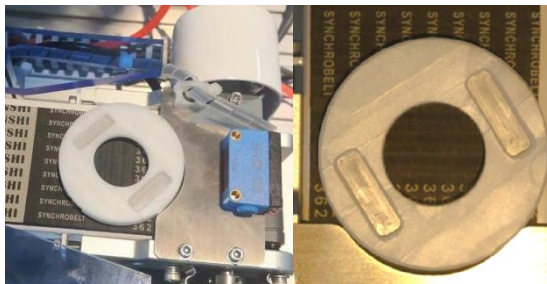


图 12 相机采集参考图

2. 编写 MVP 视觉程序，实现相机对谐波减速器端盖工件特征的识别，如图 13 所示；实现相机与 PLC 的数据交互，将位置、颜色数据显示到触摸屏上，如图 14 所示。

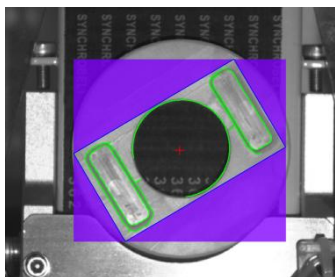


图 13 模版匹配参考图

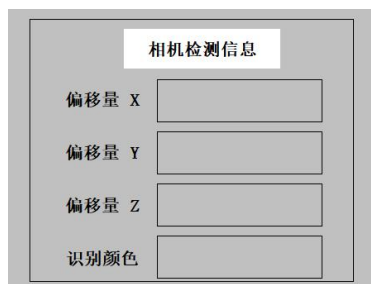


图 14 视觉调试参考画面

完成任务 3 后，举手示意裁判进行评判！

任务 4：谐波减速器装配系统编程与联调（25 分）

任务要求：

1. 工作台切换到“自动”模式后，HMI 上显示如图 15 所示画面，要求可以实时显示立体仓库模块有无工件，按下【装配启动】按钮，工业机器人从工作原点（0，0，0，0，-90，0）出发，自动更换弧口夹爪，在立体仓库模块内抓取谐波减速器外壳完成出库。

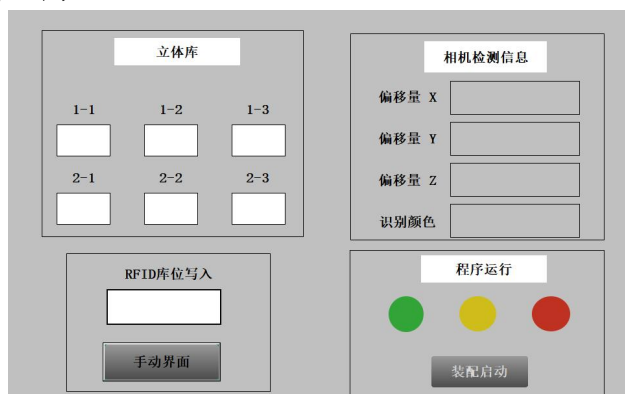


图 15 自动模式 HMI 参考画面

2. 将谐波减速器外壳搬运到 RFID 感应区域内写入谐波减速器最后入库位置信息（库位 1-1 信息为 11, 库位 2-2 信息为 22, 库位信息在进行验收的时候，由裁判进行指定），然后将谐波减速器外壳放置到变位机上，通过气缸推出将谐波减速器外壳固定，如图 16 所示。

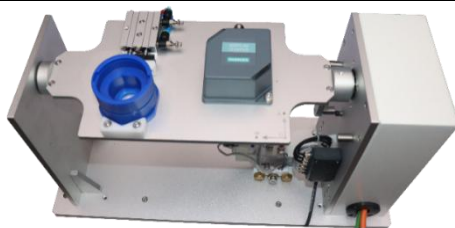


图 16 谐波减速器外壳固定

3. 工业机器人自动更换吸盘工具，旋转供料模块将谐波减速器电路板输送到上料点并停止供料，如图 17 所示，机器人自动吸取柔轮-波发生器-轴套装配体装配至谐波减速器外壳内。

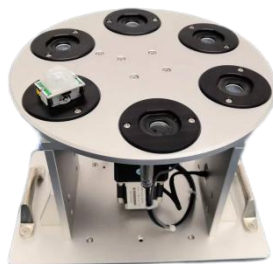


图 17 旋转供料上料点

4. 井式供料气缸将物料推出，传送带开始运转将物料送至传送带末端，工业机器人自动更换平口夹具。

5. 物料到达末端以后，触发相机拍照，识别物料位置、颜色显示在触摸屏上，机器人通过相机检测信息进行物料抓取，并装配到谐波减速器外壳中。

6. 工业机器人自动更换弧口夹爪，抓取装配完成的“谐波减速器”，将谐波减速器搬运至指定库位（步骤 2 中指定的库位），然后将工具放回，机器人回到工作原点。

任务补充说明：

1. 任务开始前，由裁判指定位置，选手手动将谐波减速器外壳、柔轮-波发生器-轴套装配体放置到指定位置上，将中间法兰、输出法兰放到井式供料模块中。



图 18 出库位置

2. 任务 4 演示开始时，要求工业机器人回到工作原点，旋转供料盘、伺服变位机回原点，将工业机器人切换到自动运行模式，（“手/自动”旋钮切换到自动档）。之后将示教器放回支架上，未经裁判允许选手禁止操作示教器，否则一律按违规处理。

3. 演示过程中注意自身及设备安全，发生意外情况要及时拍下“急停”按钮，因选手处置不当而引发事故，将视情节严重程度予以相应处理。

4. 在演示过程中机器人自动运行时触摸屏只显示绿灯同时工作台三色灯-绿灯亮，机器人停止运行时，触摸屏只显示黄灯同时工作台三色灯-黄灯亮，当拍下“急停”后触摸屏界面只显示红灯同时三色灯-红灯亮并蜂鸣响。

完成任务 4 后，举手示意裁判进行评判！

任务 5：工业机器人数字孪生与集成应用（10 分）

任务要求：

编写 PLC 程序，采集设备中必要的坐标、信号数据、进行数据转换，通过固定的通信方式将数据发送到博智虚拟仿真调试软件中；

在博智虚拟仿真调试软件中对模型添加关键点与编写脚本，编写仿真调试程序；

将真实生产与虚拟生产建立通信，实现工业机器人数字孪生、虚实协同，并将采集到的数据（工作模式、运行状态、机器人各轴关节坐标、电压、电流、扭矩信息）显示在 MES 看板上，如图 19、图 20 所示。



图 19 数字孪生系统开发调试



图 20 MES 看板

完成任务 5 后，举手示意裁判进行评判！

职业素养与安全意识（5 分）

严格遵循相关职业素养要求及安全规范，安全文明参赛；操作规范；工具摆放整齐；着装规范；资料归档完整。严格防止电路短路、生产失控造成人身伤害。