

2023-2024 年度机械行业职业教育技能大赛
“华中数控杯”工业机器人装调与应用技术
赛项
教师组

样
题
(虚拟仿真)

一、选手须知

本届竞赛采用《工业机器人机电控制与装调虚拟仿真实训与考评系统》(以下简称系统)进行线上、无纸化竞赛。本次考试时间共计 60 分钟,共有 10 个考试任务,总计 100 分。

1. 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. 所有参赛选手不允许携带纸质或电子版练习笔记进入考场。
3. 参赛选手开考前十分钟检查电脑网络连接是否正常(例如:能够打开浏览器访问智能制造立方学院 www.accim.com.cn)。
4. 参赛选手遇到电脑网络异常情况及时要求更换考试设备。
5. 开始考试前五分钟打开系统登录个人账号进入考试模式。



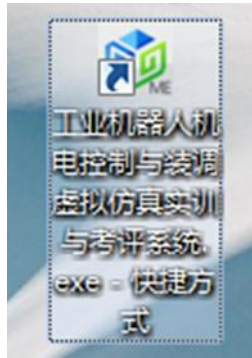
6. 参赛选手遇到系统无法登录或无法进入考试模式等情况请及时与监考人员反馈。
7. 考试结束时,未作答完毕系统将自动提交试卷。
8. 开考后,参赛选手不得中途退场。如因身体不适要求中途退场,须征得裁判同意,并在退场前点击提交试卷按钮。
9. 开考后,在任务过程中强制退出或者关闭软件,当前执行的任务会被强制提交,再次进入考试模块后该任务不能再次进入。
10. 若是考试时间超过规定时间,当前执行的任务会被强制提交,并且之后无法再继续考试,请注意控制考试时间。
11. 考试模块有多个任务组成,任务由后台分配的试卷进行配置,每完成一个任务后需要提交任务,已提交的任务不能重复进入。
12. 参赛选手在考场内必须严格遵守考场纪律,对于违反考场规定、不服从监考人员管

理和舞弊者，取消当次考试成绩。

13. 参赛选手应自觉服从裁判管理，不得以任何理由妨碍裁判进行正常工作。对扰乱考场秩序、恐吓、威胁裁判的选手将取消其考试成绩，并通知其所在单位。

二、竞赛条件

1. 参赛选手竞赛时使用账号为软件注册时的所设置账号，须牢记个人账号和密码。双击桌面系统图标进入系统登录界面，输入账号和密码信息，点击登录，进入软件。



2. 参与参赛选手须具备武汉华中数控 HSR-JR603 工业机器人拆卸、安装及电气部分相关知识。

3. 参赛选手电脑必须能够连接互联网。(检测示例：打开浏览器能够访问 www.accim.com.cn)

三、竞赛内容

1. 竞赛任务：

模块	项目	任务	分值
机器人的拆卸	J2 轴的拆卸	J2 轴大臂组件及减速机拆卸	8
	J3 轴的拆卸	J3 轴大臂支撑臂组件拆卸	8
	J5、J6 轴的拆卸	J5 轴电机组件拆卸	8
机器人的安装	J1 轴的安装	J1 轴底座减速机组件装配	8
	机器人 4、5、6 轴的安装	J4 轴减速机带轮组件装配	8
	机器人 4、5、6 轴的安装	J5 轴电机组件装配及接线	12
	机器人 4、5、6 轴的安装	J6 轴从动轴组件装配	12
电气部分	一次线路连线	一次线路接线	12
	插座及电源 V2 接线	插座及电源 V2 接线	12
	伺服驱动器接线	伺服驱动器接线	12
合计			100 分

2. 竞赛知识点

- ①5S 管理制度（定置-可视化）
- ②工业机器人图纸的正确识读
- ③各类工具的正确应用
- ④标准拆卸工艺流程
- ⑤零部件的保存、保养
- ⑥标准安装工艺流程
- ⑦安装完成后的正确检测方法
- ⑧电气原理图的正确识读
- ⑨电气类线缆的正确制作

3. 竞赛流程

- ①登录软件，选择“考核模式”。



②点击“开始考试”按钮进行任务选择界面。



③下图中项目列表是本次考试需要完成的任務，进入项目没有先后顺序要求，一旦选择进入，需完成任务相关内容并提交才能执行下一个任务。若当前任务未执行完毕时点击进入其他任务，当前任务默认提交，且无法再次进入。



④选择任意一个项目进去后需要完成该项目知识点的工艺流程图绘制。



⑤任务完成后需要点击左上角“提交任务”按钮返回任务列表选择。



⑥所有任务提交完毕后点击“交卷”按钮完成本次考试。



四、评分标准（满分 100 分）

每个任务总分为 100 分，最后的总成绩按照完成提交的任务以及任务的分值配比进行计算然后得出。

注：以下每个任务得分为 100 分；

选手最终得分=Σ（任务得分*分值配比）；

任务	满分	权重	任务分值	步骤内容	得分细则
J2 轴大臂组件及减速机拆卸	8	8%	100	拾取工具和物品	1、此任务操作步骤得分点 8 个，每个满分 7.5 分，第一次正确完成得 7.5 分，第二次正确完成得 5 分，大于两次不得分 2、此任务面板得分点 5 个，每一个的满分是 7.5 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分 3、拾取物品 2.5 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分 4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度分别扣除 8 分
				拆卸轴承座与转台固定螺钉	
				安装轴承座拆卸顶丝	
				拆卸轴承座	
				拆卸大臂组件与减速机固定螺钉	
				放置细铜棒到减速机可敲击位置	
				敲击铜棒使减速机与大臂组件分离	
				取下大臂组件	
				拆卸减速机	
J3 轴大臂支撑	8	8%	100	归还物品和工具	1、此任务操作步骤得分点 18 个，每个满分为 5 分，第一次完成得 5 分，
				拾取工具和物品	
				拆卸大臂支撑臂组件与机器人固定螺钉	

臂组件拆卸				大臂支撑臂与机器人分离	第二次完成得 3 分，大于两次不得分 2、此任务面板得分点 2 个，每一个的满分是 3 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分 3、拾取物品 4 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分 4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度分别扣除 8 分
				放置大臂支撑臂组件到工装台工装上	
				安装大臂支撑臂组件固定螺钉	
				拧紧大臂支撑臂组件固定螺钉	
				拆卸轴用弹性挡圈	
				拆卸支撑臂组件固定螺钉	
				取下拆卸卡簧后的支撑臂组件	
				放置支撑臂轴承座组件到工装台工装上	
				安装大臂支撑臂组件固定螺钉	
				拧紧大臂支撑臂组件固定螺钉	
				拆卸轴承座与支撑臂固定螺钉	
				安装支撑臂轴承拆卸垫板	
				安装轴承座顶丝螺钉	
				使用工具拧顶丝螺钉，拆卸轴承座	
				拆卸支撑臂组件固定螺钉	
				取下大臂支撑臂	
				取回垫板及轴承	
				归还物品和工具	
J5 轴电机组件拆卸	8	8%	100	拾取工具和物品	1、此任务操作步骤得分点 7 个，每个满分 11 分，第一次完成得 11 分，第二次完成得 7 分，大于两次不得分 2、此任务面板得分点 2 个，每一个的满分是 11.5 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分 3、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度分别扣除 8 分
				拆卸 J5 轴电机组件线缆	
				拆卸 5 轴电机带轮紧定螺钉	
				拆卸 5 轴电机带轮	
				拆卸电机与电机安装板固定螺钉	
				取下 5 轴电机	
				拆卸电机安装板与小臂固定螺钉	
				取下电机安装板	
				归还物品和工具	
J1 轴底座减速机组件装配	8	8%	100	拾取工具和物品	1、此任务操作步骤得分点 13 个，每个满分 6 分，第一次完成得 6 分，第二次完成得 3 分，大于两次不得分 2、此任务面板得分点 3 个，每一个的满分是 6 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分 3、拾取物品 4 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分 4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度分别扣除 8 分
				放置电机组件	
				安装同步带	
				取回电机同步带组件	
				放置底座组件	
				安装 J1 轴电机带轮组件	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				安装 J1 轴电机带轮组件螺钉垫圈组合	
				预紧螺钉组合	
				安装同步带调整块	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				安装同步带调整块螺钉垫圈组合	
				预紧螺钉组合	
				拧紧螺钉组合	

				打防松标记	
				安装同步带张紧螺钉	
				张紧同步带	
				检测同步带张紧力	
				拧紧 J1 轴电机带轮组件螺钉组合	
				打防松标记	
				扎紧连好线缆	
				通电检测	
				归还物品、工具	
J4 轴减速机带轮组件装配	8	8%	100	拾取工具和物品	<p>1、此任务操作步骤得分点 9 个，每个满分 6 分，第一次完成得 6 分，第二次完成得 3 分，大于两次不得分</p> <p>2、此任务面板得分点 5 个，每一个的满分是 6 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分</p> <p>3、拾取物品 15 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分</p> <p>4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理制度分别扣除 8 分</p>
				放置谐波减速机	
				安装四轴从动轮	
				调整四轴从动轮	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				安装四轴从动轮螺钉垫圈组合	
				预紧及上紧螺钉组合	
				打防松标记	
				手动检测	
				取回 J4 轴减速机带轮组件	
				归还物品、工具	
J5 轴电机组件装配及接线	12	12%	100	拾取工具和物品	<p>1、此任务操作步骤得分点 24 个，每个满分 2 分，第一次完成得 2 分，第二次完成得 1 分，大于两次不得分</p> <p>2、此任务面板得分点 11 个，每一个的满分是 3 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分</p> <p>3、拾取物品 15 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分</p> <p>4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理制度分别扣除 8 分</p>
				安装电机安装板	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				安装电机安装板与小臂固定螺钉组合	
				预紧电机安装板与小臂固定螺钉组合	
				安装并调整伺服电机	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				安装伺服电机与电机安装板固定螺钉组合	
				预紧伺服电机与电机安装板固定螺钉组合	
				拧紧伺服电机与电机安装板固定螺钉组合	
				打防松标记	
				安装同步带轮	
				内六角锥端紧定螺钉涂胶	
				安装内六角锥端紧定螺钉	
				拧带轮紧定螺钉	
				同步带轮安装到位	
				预紧及拧紧带轮紧定螺钉	
				安装并张紧同步皮带	
				检测同步带张紧力	
				拧紧电机安装板与小臂固定螺钉组合	

				打防松标记	
				连接 J5 轴电机动力、编码线缆	
				通电检测	
				归还物品、工具	
J6 轴从动轴组件装配	12	12 %	100	拾取工具和物品	<p>1、此任务操作步骤得分点 34 个，每个满分 2 分，第一次完成得 2 分，第二次完成得 1 分，大于两次不得分</p> <p>2、此任务面板得分点 10 个，每一个的满分是 1.5 分，第一次正确得满分，第二次正确不得分</p> <p>3、拾取物品 15 分，前 3 次拾取得分，超过 3 次拾取不再得分</p> <p>4、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度分别扣除 8 分</p>
				放置六轴轴承外圈套筒到工作台上	
				六轴从动传动轴安装到工装上	
				安装角接触轴承	
				使用六轴轴承内圈套筒将轴承敲击到位	
				安装深沟球轴承	
				使用六轴轴承内圈套筒将轴承敲击到位	
				安装角接触轴承	
				使用六轴轴承内圈套筒将轴承敲击到位	
				取回装好轴承的传动轴与工装	
				夹持六轴从动轴承座	
				装好轴承的六轴从动传动轴装入轴承座	
				装有轴承的传动轴安装到位	
				手动检测	
				取下装有传动轴的轴承座	
				夹持六轴从动轴承座	
				安装锥齿轮	
				使用工具将锥齿轮安装到位	
				安装齿轮压盖	
				螺钉套入垫圈	
				螺钉组合涂胶	
				装入压盖固定螺钉组合	
				预紧及上紧压盖螺钉	
				打防松标记	
				紧定螺钉涂胶	
				安装锥齿轮紧定螺钉	
				预紧及上紧锥齿轮紧定螺钉	
				手动检测	
				取下锥齿轮轴承座组合	
				夹持锥齿轮从动轴轴承座组合	
				六轴从动轴承端盖装入六轴从动轴承座	
				安装轴承端盖与轴承座连接螺钉组合	
				预紧轴承端盖与轴承座连接螺钉组合	
				拧紧轴承端盖与轴承座连接螺钉组合	
				手动检测	
				六轴从动传动轴键槽涂抹润滑油	
				安装平键到键槽上	
				使用工具将平键安装到位	
				手动检测	

				取回 J6 轴从动轴组件	
				归还物品、工具	
一次线路接线	12	12 %	100	拾取接线需要的线缆和工具	1、此任务操作步骤得分点 9 个，每个满分 5 分，两次内正确完成得 5 分，超过两次不得分 2、工具和物品拾取每个 5 分（11 个），12 次拾取正确得满分，超过 12 次拾取不得分 3、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度扣除每个种类 5 分，最高 20 分
				根据电气原理图完成电器元件间的线缆连接	
				归还物品	
插座及电源 V2 接线	12	12 %	100	拾取接线需要的线缆和工具	1、此任务操作步骤得分点 10 个，每个满分 5 分，两次内正确完成得 5 分，超过两次不得分 2、物品拾取每个 4 分（10 个），工具拾取每个 5 分（2 个），14 次拾取正确得满分，超过 14 次拾取不得分 3、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度扣除每个种类 5 分，最高 20 分
				根据电气原理图完成电器元件间的线缆连接	
				归还物品	
伺服驱动器接线	12	12 %	100	拾取接线需要的线缆和工具	1、此任务操作步骤得分点 10 个，每个满分 5 分，两次内正确完成得 5 分，超过两次不得分 2、物品拾取每个 4 分（10 个），工具拾取每个 5 分（2 个），14 次拾取正确得满分，超过 14 次拾取不得分 3、归还物品、工具为必做步骤，不在得分范围内，但未归还物品和工具根据 5S 管理规章制度扣除每个种类 5 分，最高 20 分
				根据电气原理图完成电器元件间的线缆连接	
				归还物品	

2023-2024 年度机械行业职业教育技能大赛
“华中数控杯”工业机器人装调与应用技术
赛项
教师组

样
题
(实际操作)

选手须知：

1. 比赛时间 180 分钟（包含裁判评分时间）。90 分钟后，选手可以弃赛，但不可提前离开位场地，需要在赛位指定位置，与比赛设备隔离。
2. 请务必阅读各任务的重要提示，除任务中有说明外，限制各任务评判顺序、但不限制任务中各项的先后顺序，选手在实际比赛过程中要根据赛题情况进行操作。
3. 比赛过程中，若选手操作不当发生危及设备或人身安全事故，立即停止比赛，将取消其参赛资格。
4. 比赛所需要的相关资料都以电子版的形式保存在工位计算机里指定位置 D:\ZL\。
5. 选手对比赛过程中需裁判确认部分，应当先举手示意，等待裁判人员前来处理。
6. 选手在竞赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在竞赛的总成绩中扣除相应分值。
7. 赛题中要求的备份和保存在电脑中的文件，需在计算机电脑 D 盘创建指定文件夹（文件名日期+场次+工位号，如：2020 年 10 月 12 日比赛第 01 场次第 2 工位，文件名为 202010120102），其他盘符及目录无效。
8. 需要裁判验收的各项任务，任务完成后裁判只验收 1 次，请根据赛题说明，确认完成后再提请裁判验收。
9. 选手严禁携带任何通讯、存储设备及技术资料，如有发现将取消其竞赛资格。选手擅自离开本参赛位或者与其他赛位的选手交流或者在赛场大声喧哗，严重影响赛场秩序，如有发生，将取消其竞赛资格。
10. 选手提交的所有资料不得出现学校、姓名等与身份有关的信息。
11. 选手必须及时保存自己编写的程序及资料，防止意外断电及其它情况造成程序或资料的丢失。
12. 赛场提供的任何物品，不得带离赛场。

竞赛设备描述:

现有一台工业机器人应用编程一体化创新实训平台,该平台由工业机器人、快换装置、装配模块、井式供料模块、变位机单元、皮带运输模块、RFID 模块、视觉检测模块、立体库单元等组成,各模块布局如图 1 所示。关节坐标系下工业机器人工作原点位置为 $[0^{\circ}, -90^{\circ}, 180^{\circ}, 0^{\circ}, 90^{\circ}, 0^{\circ}]$ 。

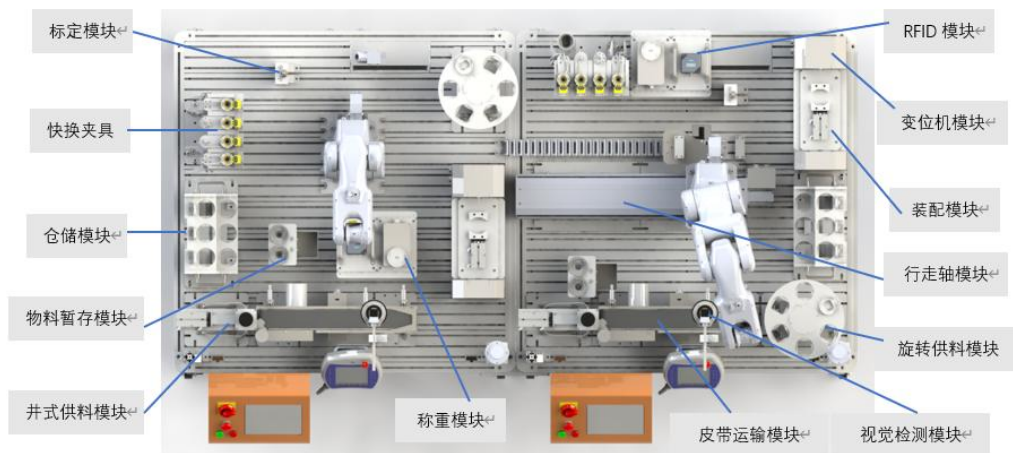


图 1 工业机器人应用编程一体化创新实训平台效果图

平台所用机器人末端工具如图 2 所示,其中绘图笔工具用于绘制图形,弧口手爪工具用于取放关节底座,直口手爪工具用于取放电机,吸盘工具用于取放减速器和输出法兰。

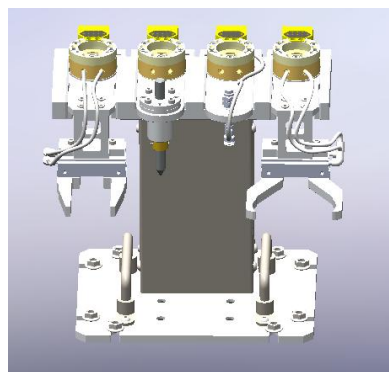


图 2 机器人末端工具

装配零件如图 3 所示



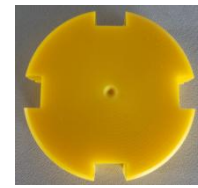
(1) 关节底座



(2) 电机



(3) 减速器



(4) 输出法兰

图 3 装配零件示意图

工业机器人关节部件的装配步骤：

步骤①：关节底座在装配模块上正确定位；

步骤②：电机装配到关节底座中；

步骤③：谐波减速器装配到关节底座中；

步骤④：输出法兰装配到关节底座中；

步骤⑤：装配好的关节成品返回立体库指定位置（如图 4 所示）。

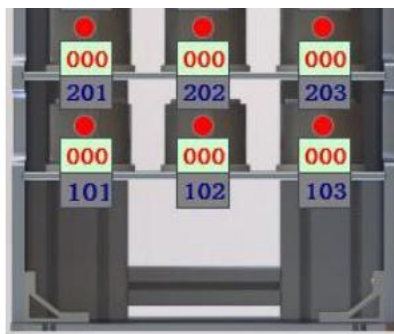


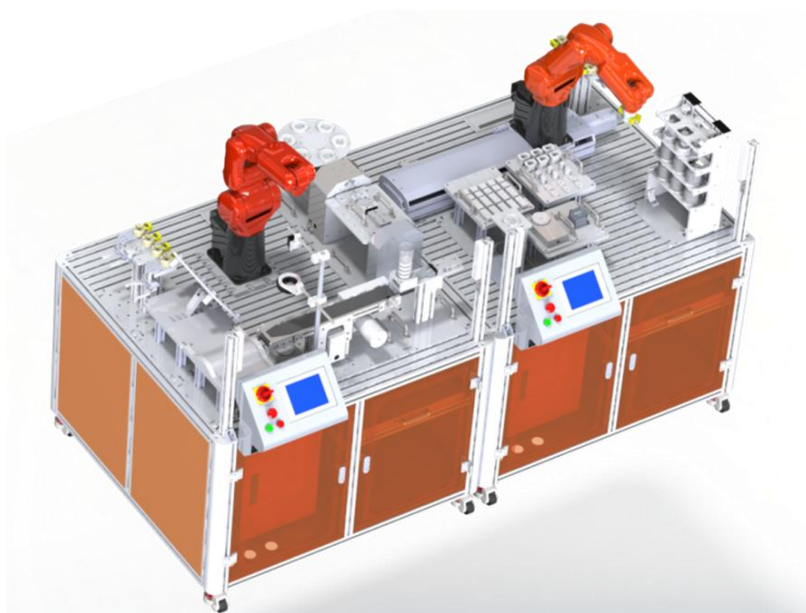
图 4 立体仓库位置示意图

任务一：工业机器人系统安装调试


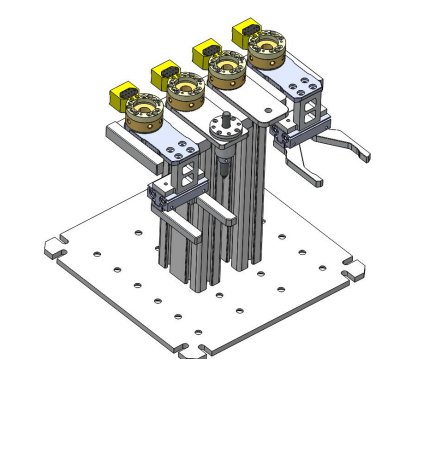

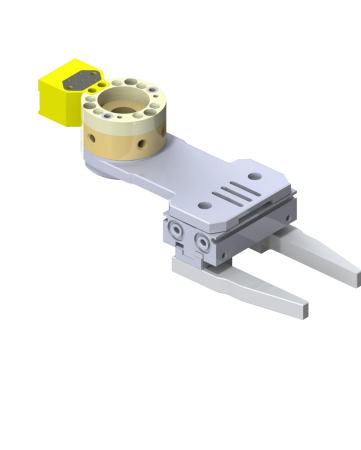
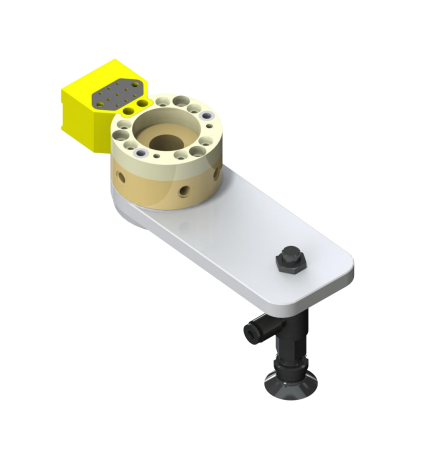
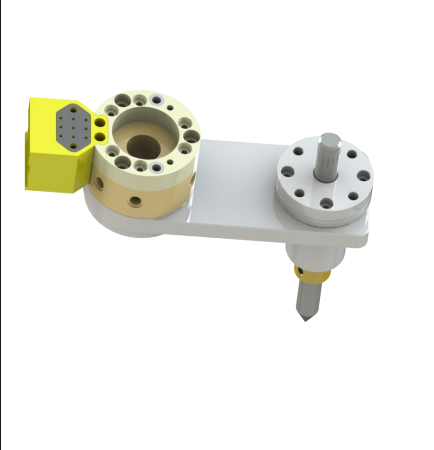
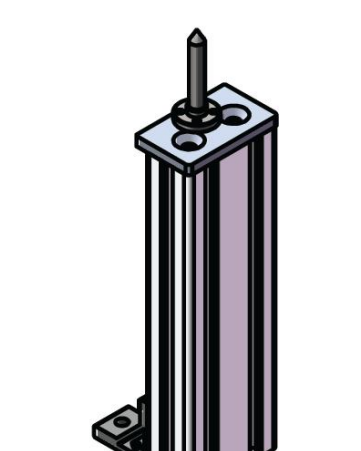
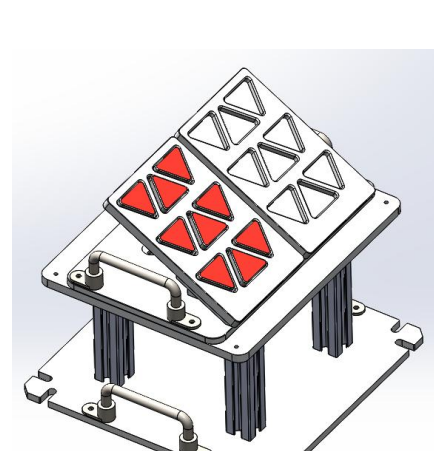
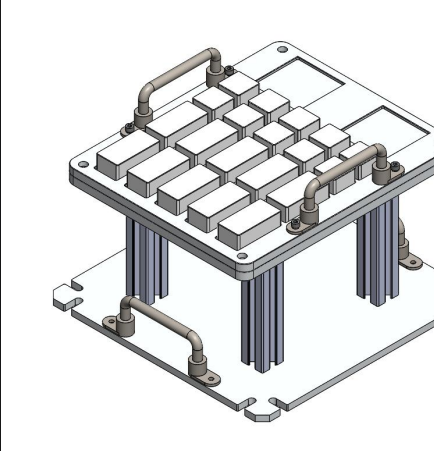
任务描述：根据现场提供的部件，对工业机器人工作站的机械、电气、气路系统进行安装调试，做好工业机器人应用前的准备工作。

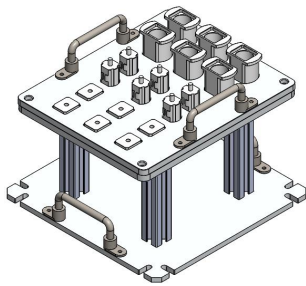
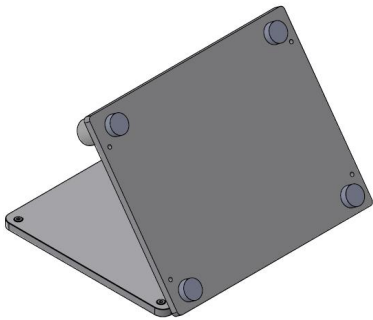
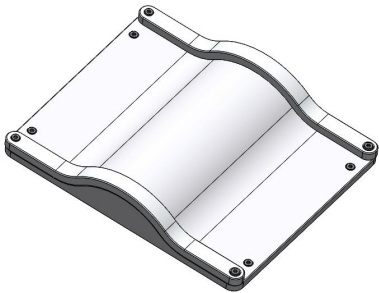
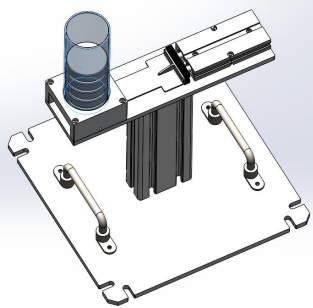
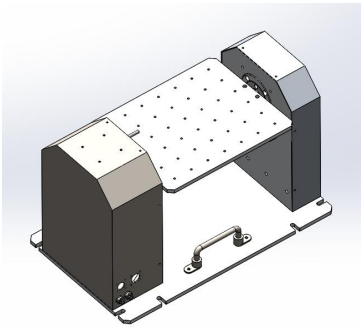
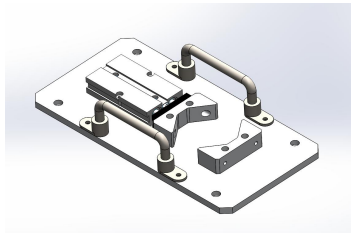
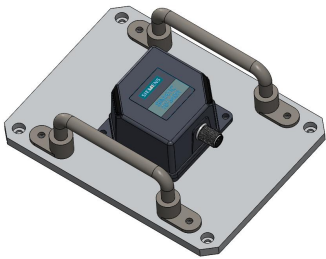
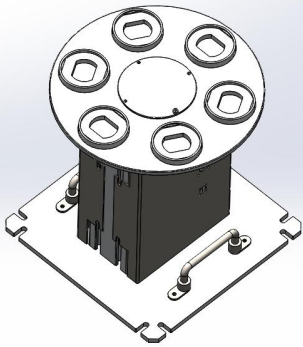
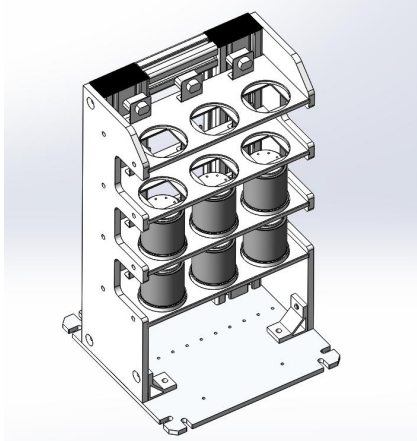
（一）硬件安装

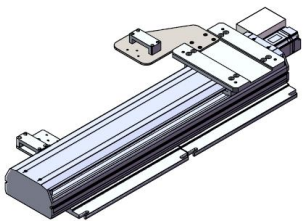
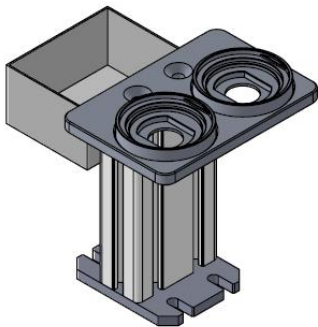
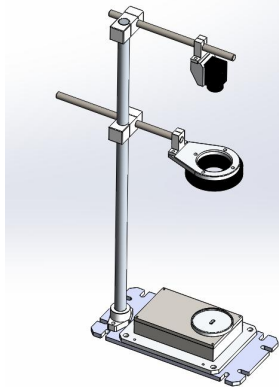
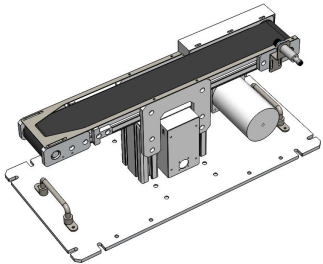
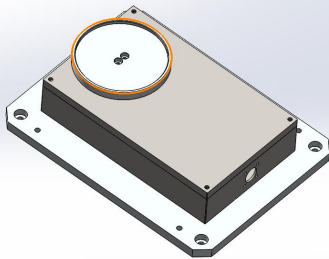
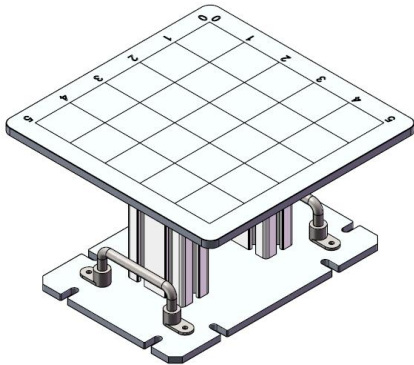
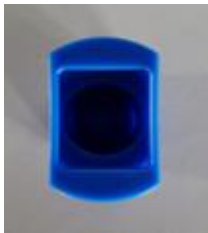




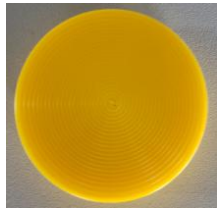
任务描述：根据现场提供的部件，选择合适的模块及夹具搭建竞赛环境，硬件搭建完成后，如下图效果。



模块库：

 A red industrial robot arm with a black base, standing on a white circular platform. The logo '华数机器人' (Huashu Robot) is visible in the top right corner.	 A mechanical assembly consisting of a base plate with several vertical rods and a top plate with multiple yellow and gold-colored components.	 A gripper tool with a white body and a yellow and gold-colored arc-shaped mouth.
工业机器人	快换装置	弧口手爪工具
 A gripper tool with a white body and a yellow and gold-colored flat mouth.	 A tool with a white body and a yellow and gold-colored suction cup at the end.	 A tool with a white body and a yellow and gold-colored metal pen at the end.
平口手爪工具	吸盘工具	金属笔工具
 A vertical tool with a black base and a silver-colored tip.	 A module with a white base and a black top plate featuring several red triangular components.	 A module with a white base and a black top plate featuring several white rectangular components.
工具标定尖	搬运模块	码垛模块

		
电机装配模块	绘图模块	曲面模块
		
井式供料模块	变位机模块	装配模块
		
RFID 模块	旋转供料模块	立体库模块

		
行走轴模块	工件暂存模块	视觉检测模块
		
输送模块	称重模块	棋盘模块
		
电机外壳	电机转子	电机端盖
		
电机成品	关节底座	减速器

		
输出法兰	关节成品	

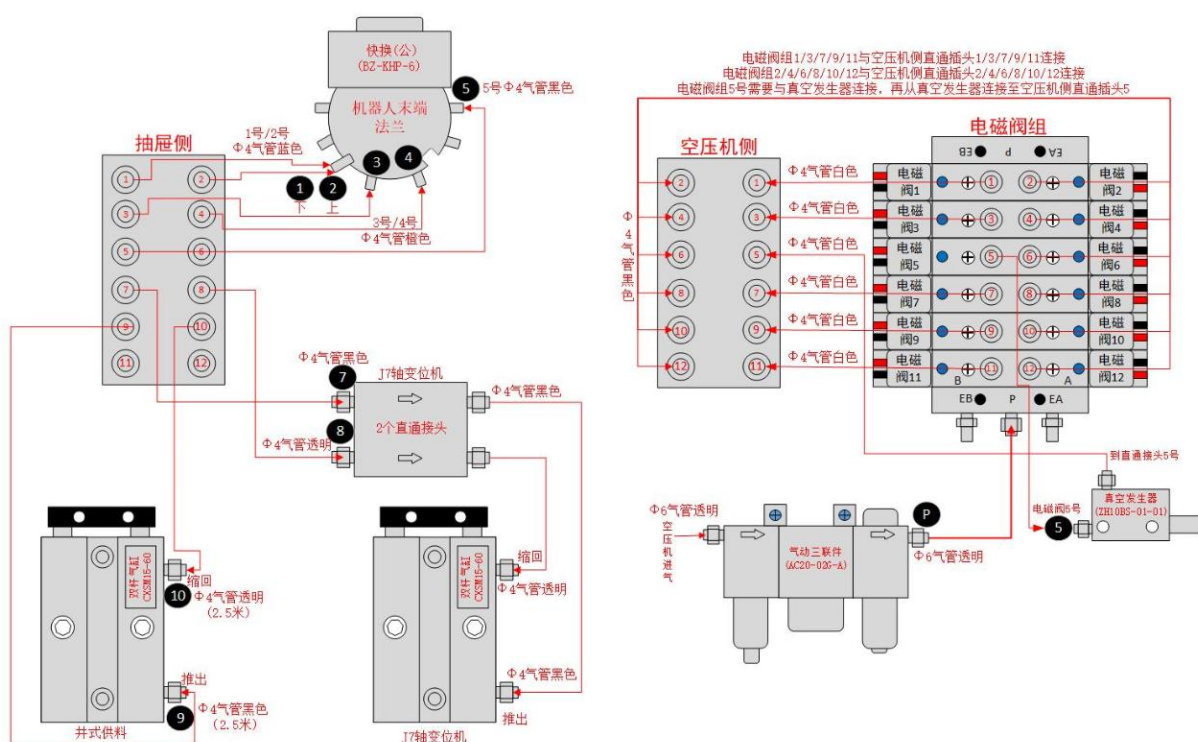
(二) 线路连接

注意:不允许给设备通电

根据平台的硬件安装,按照电气原理图进行相应的操作,完成工作站任务所需的电气的布局及接线。

(三) 气路连接

根据平台的硬件安装,按照下面气路图进行相应的操作,完成工作站任务所需的气路搭建。



(四) 系统检测与故障排除

对平台的硬件、线路、气路安装进行检测,检测相应的机械位置是否合适与稳固,检测线路正确性,检测气路正确性,电磁阀的手动功能是否正常。

注意事项:在未完成安装前,不得通电通气。

完成任务一后，举手示意裁判进行评判！

任务二：智能视觉系统调试

任务描述：根据任务要求，对智能视觉系统的视觉进行调整，相机标定，智能视觉系统的调试，能用视觉软件正确获取工件位置、形状和颜色，以及通讯设置，能将视觉数据传送给机器人。

注意：

1) 在进行相机标定和智能视觉与机器人调试的时候，机器人手动倍率不超过 10%。

2) 标定方案和流程方案在 D:\BS\目录下。

3) 制作工件模板时先制作输出法兰，再制作减速器。

（一）视觉调整

打开安装在计算机上的智能视觉软件，通过调整相机，使智能相机稳定、清晰地摄取图像信号，在软件中能够实时查看放置于相机下方传送带上的物料图像，要求物料图像清晰。

（二）视觉软件标定

打开视觉软件，调用标定流程图，正确设置相机图像相应参数，对“高精度特征匹配”进行设置，对“N 点标定”进行设置，完成相机标定，生成标定文件。

（三）智能视觉系统的调试

制作减速器和输出法兰的特征模板，调试流程，将减速器和输出法兰工件正确放置到输送带末端，并用视觉软件获取工件位置、形状和颜色。

（四）通讯设置与结果显示

打开 PLCInterface，进行 VM 通信参数和 PLC 通信参数正确设置，分别将白黄蓝三种颜色的法兰和减速器放置在视觉下方，进行拍照，通过观察机器人示教器 R 寄存器数值，查看结果是否正确。（R[100]– R[105]）

完成任务二后，举手示意裁判进行评判！

任务三：工业机器人系统编程和调试

任务描述：根据任务书要求，通过示教器完成坐标系标定和示教编程。实现工业机器人自动完成一套关节部件的装配（含 3 个零件的装配，其中关节底座、电机模块、减速器

各 1 个)，并将装配好的部件放到指定位置。

（一）工业机器人工具坐标系标定

通过示教器完成吸盘工具坐标的标定，标定完成后，检验其标定的正确性，选择标定的工具坐标进行旋转运动时，围绕着吸盘中心旋转。

（二）工业机器人装配

1. 根据任务要求编写相应程序，通过工业机器人示教再现，完成一套关节部件的装配（含 2 个零件的装配，其中关节底座、电机模块各 1 个）。装配开始前手动将关节底座放入 **A 型平台的立体库 101 位置**，电机模块放置在 **B 型平台的旋转供料模块**，要求如下：

（1）关节底座装配：在自动模式下，加载工业机器人程序，按下启动按钮，**A 型平台**的工业机器人自动抓取弧口手爪工具并返回工作原点，然后机器人抓取立体仓库上关节底座工件，将关节底座搬运到 **A 型平台**的处于水平状态变位机上的定位模块上，完成关节底座的装配；

（2）电机模块装配：**B 型平台**的机器人自动抓取直口手爪工具，机器人正确在旋转供料模块抓取电机，将电机正确搬运并装配到 **A 型平台**的关节底座上，完成电机的装配；

（3）成品入库：**B 型平台**的机器人自动更换弧口手爪工具，正确抓取关节成品将关节成品搬运至 **B 型平台的立体库 101 位置**，完成一套关节成品的装配任务。

（5）系统还原：在机器人完成装配任务后，自动将机器人末端的夹具归还到快换夹具架，最后回到工作原点。

完成任务三后，举手示意裁判进行评判！

任务四：系统综合编程调试

任务描述：根据任务书要求，对系统的人机界面开发及控制程序设计，完成工业机器人系统的联机运行，实现一套工业机器人关节部件的上料、输送、检测、装配和入库过程。

（一）PLC 程序的编写与调试

根据综合任务要求，由选手自行设计 PLC 程序，满足以下基本功能：

1. 编写总控 PLC 中工业机器人系统模块任务，能够自动实现总控 PLC 与机器人数据的交换，以及 PLC 对机器人外部模式的控制，满足以下功能：

1) 总控 PLC 和机器人的通讯建立，实现机器人与 PLC 数据交互的通讯。

2) 机器人在外部模式下，总控 PLC 控制机器人的运行流程，实现 PLC 对机器人外部模式的控制，机器人使能打开和关闭，程序加载和卸载，机器人启动、暂停、停止等功能。

2. 编写总控 PLC 中视觉系统模块任务，能够指定工件类型和工件颜色，自动对收到的

视觉模块发送的数据进行比较，将比较的结果存储在相应变量中，为后续自动运行做准备。

3. 编写总控 PLC 程序，协调机器人、外部轴、视觉检测系统以及工作站各个模块配合工作，完成一套工业机器人关节部件的上料、输送、检测、装配和入库过程。

（二）人机交互功能设计

根据综合任务要求，由选手自行组态触摸屏并设计控触摸屏界面，满足以下基本功能：

1. 编写旋转供料模块控制界面，通过触摸屏能够实现手动在不同速度下实现旋转供料模块的正反转，旋转供料模块回零点和零点校准，以及显示旋转供料模块的当前位置和速度。

旋转供料模块调试界面参考示例如下图 5 所示。



图 5 旋转供料模块调试界面参考示例

2. 编写装配模块和井式供料输送模块界面，通过触摸屏能够实现装配气缸的伸出和缩回，井式供料气缸的伸出和缩回，输送带的运输和停止。

装配模块和井式供料输送模块界面参考示例如下图 6 所示。



图 6 装配模块和井式供料输送模块界面参考示例

3. 编写工件代码录入界面，通过触摸屏能够选择不同仓位进行工件代码录入和清除，录入完成后，在对应仓位显示代码类型，可以设置运行时减速器和输出法兰颜色，相关工件代码定义，见下表。

注：评判时，随机指定仓位进行 RFID 读写及仓位显示。

单个工件	代码	说明
关节底座	1	1) 单个工件代码如左所示； 2) 半成品代码为单个工件代码的组合，如代码 13 表示关节底座、减速器组成的半成品，代码 124 表示关节底座、电机和法兰组成的半品； 3) 成品代码为 99；
电机	2	
减速器	3	
输出法兰	4	

工件代码录入界面参考示例如下图 7 所示。

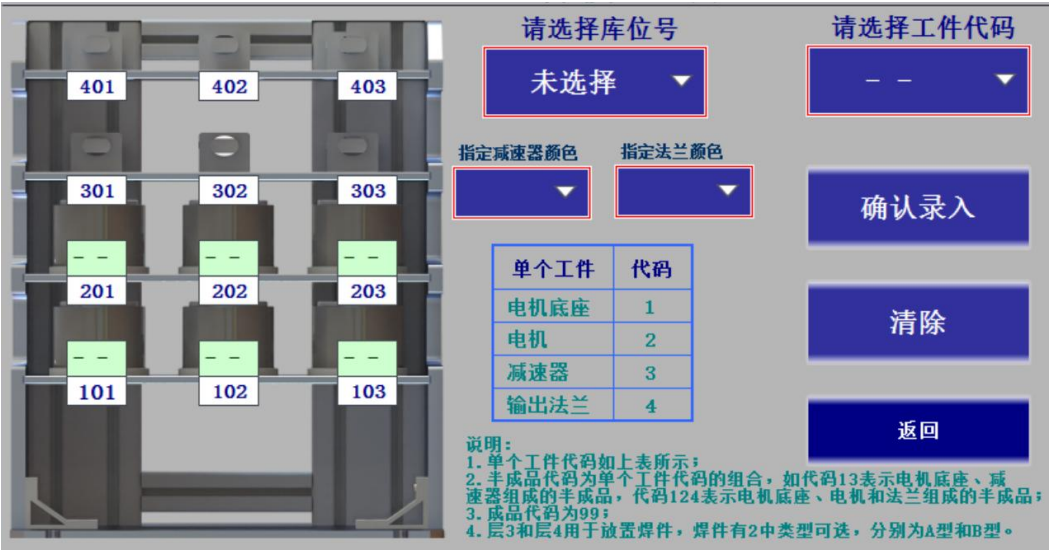


图 7 工件代码录入界面参考示例

4. 编写演示界面，通过触摸屏能够控制机器人的启动、暂停和停止，显示仓位信息和 RFID 信息，选择不同演示程序，进行系统回原点操作和启动停止。

演示界面参考示例如下图 8 所示。

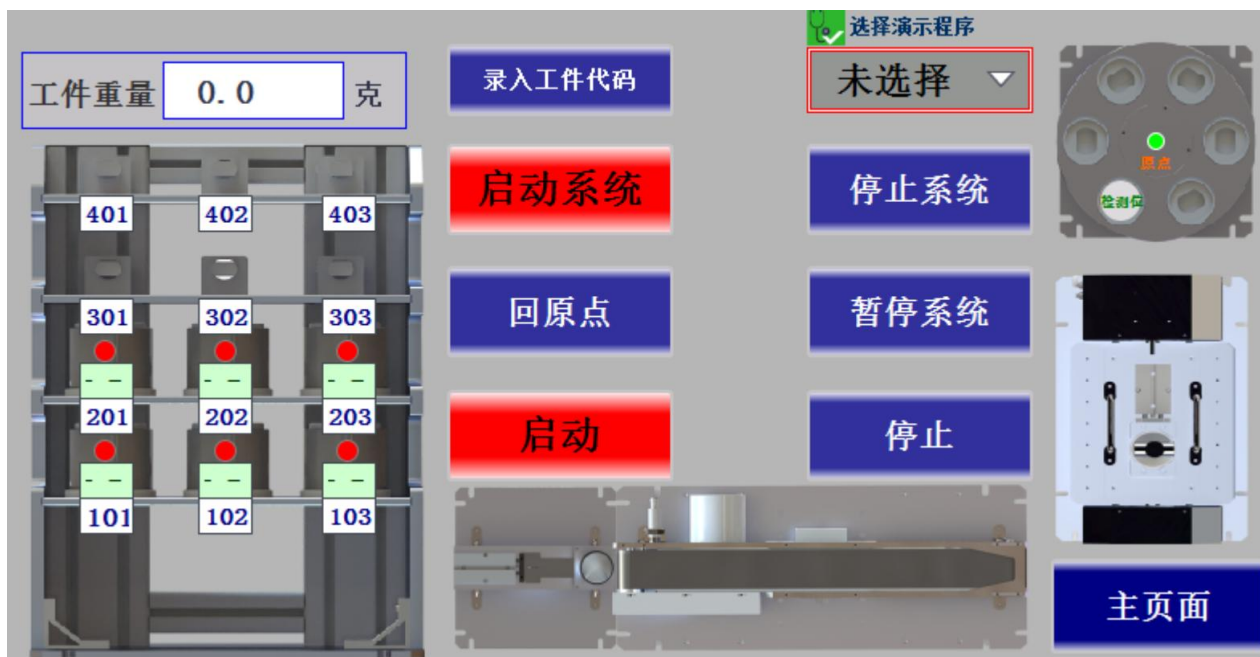


图 8 演示界面参考示例

完成任务四（一）和（二）后，举手示意裁判进行评判！

（三）工作站综合任务实现

根据任务要求，实现一套工业机器人关节部件的上料、输送、检测、装配和入库过程。具体要求如下：

1）工件准备：本任务需要完成一套关节部件的装配（含 4 个零件的装配，其中关节底座、电机模块、减速器和输出法兰各 1 个）。手动将 1 个关节底座放入 A 型平台的立体库 201 位置，1 个电机模块放入 B 型平台的旋转供料模块上（位置由裁判随机放置）；手动将 1 个白色减速器和 1 个白色输出法兰 A 型平台的放置到井式料仓中。

2）系统初始状态：工业机器人处于工作原点位置且末端无工具，变位机处于水平位置状态，输送带、装配模块上没有工件，A 型平台的立体库 201 位置位置显示工件类型为 1；

3）关节底座装配：按下 HMI 启动按钮，A 型平台的工业机器人自动抓取弧口手爪工具并返回工作原点，然后机器人抓取 A 型平台的立体仓库上关节底座工件，将关节底座搬运到处于 A 型平台的水平状态变位机上的定位模块上，定位气缸伸出固定关节底座工件，完成关节底座的装配；

4）电机部件装配：B 型平台的机器人自动更换合适的工具，并控制转盘顺时针旋转，检测到电机工件后，转盘继续顺时针旋转 60° 后自动停止，机器人正确抓取电机工件并装配到 A 型平台的关节底座上；

5) 井式料仓上料: 电机部件装配完成后, A 型平台的机器人控制井式料仓单元上料气缸将供料筒中的一个物料推出, 实现井式料仓单元上料过程;

6) 物料输送: 井式料仓上料完成后, 输送带立即开始运行, 将物料输送至输送带末端, 待末端传感器检测到工件后输送带自动停止;

7) 物料检测: 物料输送至末端且输送带停止后, 机器人触发相机拍照, 获取物料位置形状颜色信息, 并在将信息传送给机器人。如果是减速器, 继续进行下一步减速器的装配, 如果是输出法兰, 机器人自动更换吸盘工具, 将输出法兰搬运至井式料仓单元, 继续重复 5) 6) 7) 操作。

8) 减速器装配: A 型平台的机器人自动更换吸盘工具且获取减速器信息后, 机器人正确吸持减速器工件, 将减速器正确搬运并装配到电机模块上, 完成减速器的装配;

9) 输出法兰上料: 减速器装配完成后, A 型平台的机器人控制井式料仓单元上料气缸将供料筒中的一个输出法兰推出, 实现输出法兰上料过程;

10) 输出法兰输送: 输出法兰上料完成后, 输送带立即开始运行, 将输出法兰输送至输送带末端, 待末端传感器检测到工件后输送带自动停止;

11) 输出法兰检测: 输出法兰输送至末端且输送带停止后, 机器人触发相机拍照, 获取输出法兰信息, 并在将信息传送给机器人;

12) 输出法兰装配: A 型平台的机器人获取输出法兰信息后, 机器人正确吸持输出法兰工件, 调整吸盘角度将输出法兰正确搬运至关节底座内, 并进行顺时针旋转 45° , 完成输出法兰的装配;

13) 成品入库: B 型平台的机器人自动更换弧口手爪工具, 正确抓取关节成品并搬运至 RFID 模块上进行写入数据 99, 并在 HMI 上显示信息, 再将关节成品搬运至 B 型平台的立体库 201 位置, 完成一套关节成品的装配任务;

14) 系统结束复位: 待一套关节部件装配完成后, 机器人自动将末端工具放入快换装置并返回工作原点 $[0^{\circ}, -90^{\circ}, 180^{\circ}, 0^{\circ}, 90^{\circ}, 0^{\circ}]$;

完成任务四 (三) 后, 举手示意裁判进行评判!