

“才聚鸢都·技能兴潍”
第四届潍坊市职业技能大赛
工业机器人系统运维员职业技能竞赛

技术文件

2023年5月22日

目录

一、项目描述	1
二、试题与评判标准	9
三、竞赛场地、设施设备等安排	11
四、样题	22

一、项目描述

（一）项目概要

本赛项以国家人社部、工信部颁布的《工业机器人系统运维员国家职业技能标准》为依据，面向工业机器人系统运维员及相关职业人员，重点考察选手能够合理使用工具对工业机器人工作站或系统进行系统检查与诊断、故障分析与处理、机械拆装与维护、系统编程与调试的能力。

（二）基本知识与能力要求

本赛项是对工业机器人系统运维员项目相关技能的展示与评判，选手需掌握操作所必备的理论知识，具有相应的知识水平，包括工业机器人系统运维员国家职业技能标准、行业规范、机械知识、电气知识、工业机器人知识、安全生产及环保知识等。该项目包含理论知识考核和技能实操比赛两部分。参加工业机器人系统运维员项目竞赛的选手，应具备的知识和能力要求如下表：

相关要求		权重比例 (%)
1	工作组织和管理	
	<ul style="list-style-type: none">-健康和法规、义务和文件-安全用电工作的原则-计算机技术-机械识图	

<p>基本 知 识</p>	<ul style="list-style-type: none"> -气动和液压传动 -电气识图 -电工技术 -电气传动与控制 -工业通信技术 -传感器技术与应用 -可编程逻辑控制器 -人机交互界面 -工业机器人分类和技术参数 -工业机器人机械结构与组成 -工业机器人控制系统的结构与原理 -工业机器人典型工作的应用 -安全生产操作规程 -安全用电 -防水及消防安全 -节能环保 	<p>5</p>
	<ul style="list-style-type: none"> -制定并遵守健康、安全和环境标准、规则和法规 -严格遵守电气安全程序 -能熟练使用计算机 	

<p>工作能力</p>	<ul style="list-style-type: none"> -能识读机械制图 -能运用气动和液压传动 -能识读电气制图 -能运用电工技术 -能运用电气传动与控制 -能使用传感器 -能使用可编程逻辑控制器 -能使用人机交互界面 -能运用机器人 -能安全生产及环保 	
<p>2</p>	<p style="text-align: center;">工业机器人系统检查与故障处理</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> -工业机器人本体外观检查方法 -工业机器人本体安装位置和紧固状态检查方法 -工业机器人本体、控制柜和示教器的连接状态检查方法 -末端执行器装配图识读方法 -末端执行器安装位置和紧固状态检查方法 	

<p>基本知识</p>	<ul style="list-style-type: none"> -末端执行器气动、液压等系统的连接与密封状况检查方法 -末端执行器电气回路的运行状态检测方法 -操作面板启动、停止、解除报警、紧急停止等操作方法 -工业机器人控制柜面板开关机、解除报警、紧急停止等操作方法 -工业机器人示教器启动、停止、暂停、复位、解除报警、紧急停止等操作方法 -工业机器人本体各轴限位挡块安全问题处理方法 -工业机器人控制系统运行状态异常问题处理方法 -工业机器人控制系统安全回路等连接线路问题处理方法 -末端执行器电气回路功能问题处理方法 	<p>30</p>
	<ul style="list-style-type: none"> -能检查工业机器人本体外观 -能使用扭矩扳手等工具检查工业机器人本体安装位置和紧固状态 	

<p>工作能力</p>	<ul style="list-style-type: none"> -能检查工业机器人本体各轴限位挡块的安全性 -能检查工业机器人本体、控制柜和示教器的连接状态 -能识读末端执行器装配图 -能检查末端执行器安装位置和紧固状态 -能检查末端执行器气动、液压等系统的连接与密封状况 -能检测末端执行器电气回路的运行状态 -能使用操作面板对工业机器人系统进行启动、停止、解除报警、紧急停止等操作 -能使用工业机器人控制柜面板和示教器对工业机器人进行开关机、启动、停止、暂停、复位、解除报警、紧急停止等操作 -能处理工业机器人本体各轴限位挡块安全问题 -能处理工业机器人控制系统运行状态异常问题 -能处理工业机器人控制系统安全回路等连接线路问题 -能处理末端执行器电气回路功能问题 	
-------------	---	--

3	工业机器人系统保养	
基本 知识	<ul style="list-style-type: none"> -工业机器人本体和控制柜清洁方法 -工业机器人外部轴操作与调试方法 -工业机器人本体和控制系统电池更换方法 -工业机器人控制柜和周边设备控制柜的风扇更换方法 -工业机器人程序修改和存储方法 -工业机器人程序调试方法 -工业机器人示教再现操作方法 -工业机器人程序调用操作方法 -工业机器人离线程序加载方法 -工业机器人零点复归操作方法 	15
工作 能力	<ul style="list-style-type: none"> -能对工业机器人本体和控制柜进行除尘清洁 -能使用示教器操作和调试外部轴 -能更换工业机器人本体和控制柜电池 -能更换工业机器人控制柜和周边设备控制柜的风扇 	

	<ul style="list-style-type: none"> -能使用示教器调试工业机器人程序 -能使用示教器进行工业机器人示教再现操作 -能使用示教器进行工业机器人程序调用操作 -能使用计算机或其他存储工具加载离线程序 -能操作工业机器人零点复归 	
4	工业机器人系统运行维护	
基本 知识	<ul style="list-style-type: none"> -工业机器人输入输出（I/O）信号配置方法 -与工业机器人相关的周边设备参数配置方法 -工业机器人程序修改和存储方法 -工业机器人程序调试方法 -工业机器人外部设备操作与调试方法 -末端执行器校准方法 	30
	<ul style="list-style-type: none"> -能配置工业机器人输入输出（I/O）信号 -能配置与工业机器人相关的周边设备参数 -能使用示教器修改和存储工业机器人程序 	

工作能力	<ul style="list-style-type: none"> -能使用示教器调试工业机器人程序 -能使用示教器操作和调试外部轴 -能校准末端执行器 -能填写工业机器人系统保养记录 	
5	工业机器人系统数据采集与状态监测	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> -通信接口规范、通信协议 -工业机器人、可编程逻辑控制器、上位控制与管理系统等之间的通信连接方法 -数据采集程序使用方法 -工业机器人系统的实时数据含义 -工业机器人系统的工作状态监测方法 -工业机器人系统的实时数据对比方法 	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> -能建立工业机器人、可编程逻辑控制器、上位控制与管理系统等之间的通信连接 -能使用数据采集程序进行数据采集 -能通过人机交互界面等识读工业机器人系统的实时数据 -能通过实时数据监测工业机器人系统的工作状态 -能填写工业机器人系统状态监测记录 	20

合计		100
----	--	-----

二、试题与评判标准

（一）试题

本赛项试题不提前公开，全部采用保密开发形式。

本赛项的竞赛内容主要包含：工作站系统中的机械系统安装、检查和诊断、电气系统安装、检查和诊断、工业机器人系统数据采集与状态检测、工业机器人编程与调试、运行维护与保养等综合任务。具体任务见样题。

（二）评判标准

1. 分数和成绩计算方法（仅供参考）

（1）分值分配

表 2-1：职工组各任务配分表

任务编号	任务名称	考核项目	合计
任务一	系统调试准备	系统调试准备	10
任务二	机器人周边系统应用编程	机器人周边系统应用编程	15
任务三	工业机器人装配工作站应用编程与调试	系统初始复位	10
		电机装配	45
		成品入库	15
		结束复位	5
合计			100

表 2-2: 学生组各任务配分表

任务编号	任务名称	考核项目	合计
任务一	系统调试准备	系统调试准备	10
任务二	电机生产综合任务	系统初始复位	10
		工件准备	10
		电机部件装配	45
		库位整理	20
		结束复位	5
合计			100

表 2-3: 扣分表

序号	扣分项目	考核要求	评分标准
1	职业素养 扣分项	违反赛场纪律	每次扣5分 作弊行为直接取消比赛资格
		工位凌乱, 乱放饮料杂物等	每次扣5分
		不规范操作设备	每次扣5分
		不尊重裁判, 不服从赛场安排	每次扣5分
2	违规 扣分项	机器人带起快换装置支架	每次扣5分
		机器人造成立体库移动	每次扣5分
		机器人与设备、模块等发生碰撞	每次扣5分
		末端工具掉落	每次扣5分
		踩踏示教器电缆等线缆	每次扣2分
		造成设备损坏	取消比赛资格

2. 评分标准

每项评分标准拆分为一个或多个子项标准, 各评分表(子项标准)包含需要评判和打分的评分项, 这些评分项可通过测量评分或评价评分。凡可采用客观数据表述的评判称为测量; 凡需要采用主观描述进行的评判称为评价。

三、竞赛场地、设施设备等安排

（一）赛场规格要求：

1. 竞赛工位

竞赛工位：每个工位标明工位号，工业机器人应用操作单元 1 套、电脑桌 1 张、座椅 1 把、编程计算机 1 台。

赛场每工位提供独立控制并带有 2 组断路器保护装置的 220V 单相三线的交流电源（2 组电源分别控制），供电系统有必要的安全保护措施，场地配置集中压缩空气气源。

2. 场地消防和逃生要求

（1）赛场必须留有安全通道。竞赛前必须明确告知选手和裁判员安全通道和安全门位置。

（2）赛场必须配备灭火设备，并置于显著位置。

（3）赛场应具备良好的通风、照明和操作空间的条件。

（4）承办单位应做好竞赛安全、健康和公共卫生及突发事件预防与应急处理等工作。

（二）基础设施清单：

本次竞赛使用的平台以工业机器人系统运维员国家职业标准为参考，竞赛设备保证了通用性，根据竞赛举办地情况和比赛实际，满足技术工作文件中对参赛选手技术技能要点

考查的需要。具体工业机器人系统运维员竞赛平台，如下图所示。



图 1 工业机器人系统运维员赛项竞赛平台

1. 赛场提供设施、设备清单表

根据竞赛需要，赛场准备如下设施，见表 3-1、3-2。

部分主要单元介绍如下：

表 3-1 工业机器人系统运维员项目赛场提供设施、设备清单表

序号	单元名称	单位	数量
1	工业机器人	套	1
2	标准实训台	套	1
3	快换工具模块	套	1
4	样件套装	套	1
5	平面绘图模块	套	1
6	曲面绘图模块	套	1

7	搬运模块	套	1
8	码垛模块	套	1
9	仓储模块	套	1
10	井式供料模块	套	1
11	皮带运输模块	套	1
12	装配模块	套	1
13	RFID模块	套	1
14	视觉检测模块	套	1
15	旋转供料模块	套	1
16	变位机模块	套	1
17	上料暂存模块	套	1

表 3-2线束清单

序号	名称	符号	单位	数量
1	通用电源电缆/0.5米 (WEXPWR)	WEXPWR	根	1
2	通用 AI 电缆/0.5米 (WEXAI)	WEXAI	根	1
3	通用 DIO 电缆/0.5米 (WEXDIO)	WEXDIO	根	8
4	RFID 读写头专用电缆/1.5米 (WRFID1)	WRFID1	根	1
5	相机电源专用电缆/2.0米 (WCCD1-1)	WCCD1-1	根	1
6	相机通信专用电缆/2.0米 (WCCD1-2)	WCCD1-2	根	1
7	皮带运输机专用电缆/1.5米 (WAV1)	WAV1	根	1
8	旋转供料专用电缆/1.5米 (WDRV1)	WDRV1	根	1
9	网线/0.3米		根	1
10	变位机模块编码器专用电缆/1.5米 (WSV1-2)	WSV1-2	根	1
11	变位机模块电机专用电缆/1.5米 (WSV1-1)	WSV1-1	根	1
12	变位机模块 RFID 专用电缆/1.5米 (WBWRFID1a)	WBWRFID1a	根	1

(1) 工业机器人模块



图2 六自由度工业机器人

六自由度工业级关节机器人，包含扩展接口。线缆长度满足正常使用，可与控制系统电控柜直接连接。具备软件升级功能及计算机联网和系统进一步扩展功能。

(2) 快抓手抓工具库模块



图3 快抓手抓工具库模块

快抓手抓工具库模块主要由固定底板、快换支架、检测传感器、不锈钢拉手等组成。根据多品种产品柔性化制

造工艺要求，提供了吸盘、打磨、涂胶、夹取等多种不同的快换工具，组建成工具库。在实现智能制造不同工艺流程中，配合机器人实现不同的加工工艺。

（3）仓储单元模块

仓储单元用于临时存放零件，是应用平台的功能单元，主要由固定底板、立体仓库、以太网I/O采集模块、不锈钢拉手等组成。立体仓库为多层多仓位结构，每个仓位可存放一个零件。每个仓位均设置有传感器，可检测当前仓位是否存放有零件并将状态显示出来。仓储单元所有气缸动作和传感器信号均由远程I/O模块通过工业以太网传输到总控单元。



图4 仓储单元模块

（4）装配单元模块

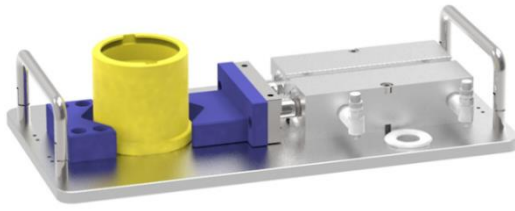


图5 装配单元模块

由装配台、固定底板、不锈钢拉手等组成。主要用于生产产品部件的定位和固定，配合机器人实现产品的柔性化装配。控制模块适配标准电气接口套件，系统通过数字量对装配台进行控制和监控。

(5) 变位机工作台模块

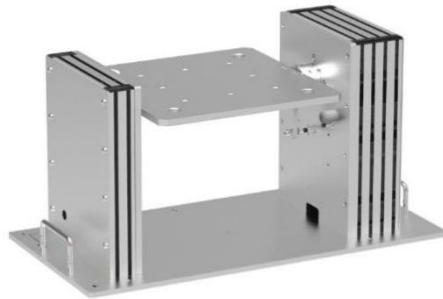


图6 变位机工作台模块

变位机工作台模块由变位机、固定底板、不锈钢拉手等组成。该模块为配合装配模块、涂胶模块等模块，实现产品的柔性装配、喷涂以及涂胶工艺。

(6) 供料单元模块

供料单元模块由旋转供料、井式供料以及平面供料模块组成。为柔性生产提供不同的基础零件。

旋转供料单元模块由旋转供料机、固定底板、不锈钢拉手等组成。具有零位和上下料工位，与机器人单元模块配合完成自动上下料功能，机器人通过组IO和以太网与PLC进行信息交互，PLC最终根据机器人的命令将料盘旋转到指定工位。

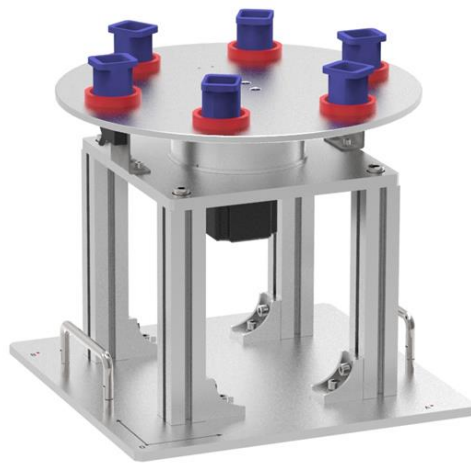


图7 旋转供料模块

井式供料模块主要由井式供料机、固定底板、不锈钢拉手等组成。用于储存多种零件，通过气动推头进行供料，模块适配配标准电气接口套件。系统通过数字量输入输出控制，完成零件的供料，料仓监控和推头的控制。

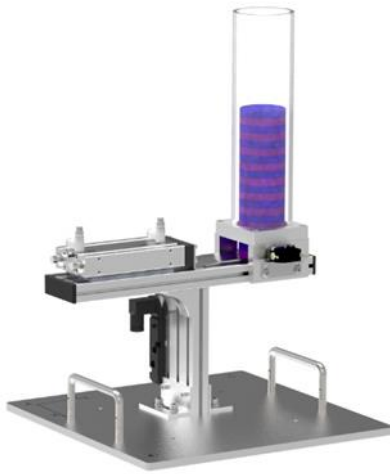


图8 井式供料模块

平面供料模块主要由固定底板、搬运样件、不锈钢拉手等组成。主要用于存储工件，工业机器人通过选择对应工具，实现不同物料的选取。平面供料模块满足平面，阵列，指定编号位置的取放要求。

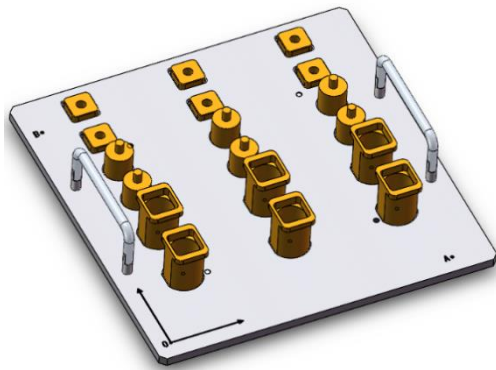


图9平面供料模块

(7) 智能检测模块

由工业视觉系统、称重单元、固定底板、不锈钢拉手等组成。模块适配外围控制器套件和标准电气接口套件工件放置在称重台上，经CCD工业视觉系统和称重单元，检测

零件的形状、颜色、坐标（X/Y/A）、重量等信息，通过以太网和模拟量通道将检测结果发往机器人。

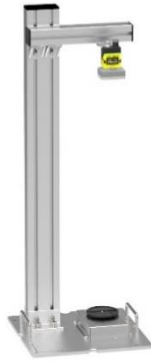


图10 检测模块

（8）物料输送模块

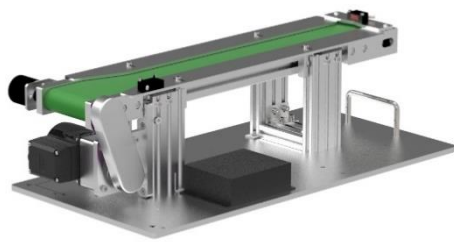


图11 物料输送模块

物料输送模块主要由皮带输送机、固定底板、不锈钢拉手等组成。物料输送模块由铝合金型材搭建而成，结构简单，美观大方。驱动方式采用单相交流调速电机驱动。输送机上安装光电传感器与阻挡装置，用以检测与阻挡工件。调速电机驱动皮带，输送多种不同的零件，传送带有启停和调速功能。

（9）RFID的追溯模块

RFID的追溯模块由RFID读写头、固定底板、不锈钢拉手等组成，系统通过工业总线和以太网通信控制读写头对芯片进行信息的读取和写入。RFID的追溯模块主要实现加工产品的订单的追踪，并对不同工艺流程阶段信息的记录和追踪。

(10) 工业机器人作业工件



图12 工业机器人平台作业工件

2. 禁止携带物品

选手禁止携带的设备和材料，见表3-3所示，违规者不得参赛。

表 3-3 禁止自带使用的设备和材料

序号	设备和材料名称
1	气动工具、特制工具
2	存储设备，如 U 盘、移动硬盘、录音笔等
3	电子设备，如平板、手机、多媒体播放器、录音器，照相机，摄影机等
4	带有身份标示的物品

5	防锈清洗剂、酒精、汽油、有毒有害物、易燃易爆物
---	-------------------------

四、样题

(一) 职工（教师）组样题

任务书

选手须知：

1. 本任务书共5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. 请仔细阅读任务书，检查比赛平台，如有模块缺少等设备问题，请及时向裁判提出。
3. 请在2小时内完成任务书规定内容。
4. 由于操作不当等原因引起工业机器人控制器及 I/O 组件、PLC 等的损坏以及发生机械碰撞等情况，将依据扣分表进行处理。
5. 比赛现场不得携带任何电子存储设备及夹带，一经发现直接取消比赛资格。
6. 比赛平台参考资料以 pdf 格式存放在“D:\比赛\参考资料”文件夹下。
7. 比赛过程中，请及时保存程序及数据，保存到“D:\比赛**号工位”指定文件夹中。
8. 比赛平台已内置部分程序，考生可以直接在平台程序上进行编程。
9. 比赛时间结束后进行统一评判。
10. 请服从裁判的管理与安排。

场次：_____ 工位号：_____ 日期：_____

现有一台工业机器人智能检测与装配工作站，工作站由工业机器人、上料单元、输送单元、快换装置、立体库、变位机、绘图模块、视觉检测、RFID模块和装配模块组成，智能检测与装配工作站各模块布局如图1所示。请对工业机器人进行现场编程或离线编程，应用视觉软件对工件模型进行学习训练，对PLC、HMI、RFID相机等进行组态和相关编程，在示教盒中创建并设置机器人控制、相机控制等多个任务，编写工业机器人程序实现一套关节部件的上料、输送、检测、装配和入库过程。关节坐标系下工业机器人工作原点位置为 $[0^\circ, -20^\circ, 20^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ 。

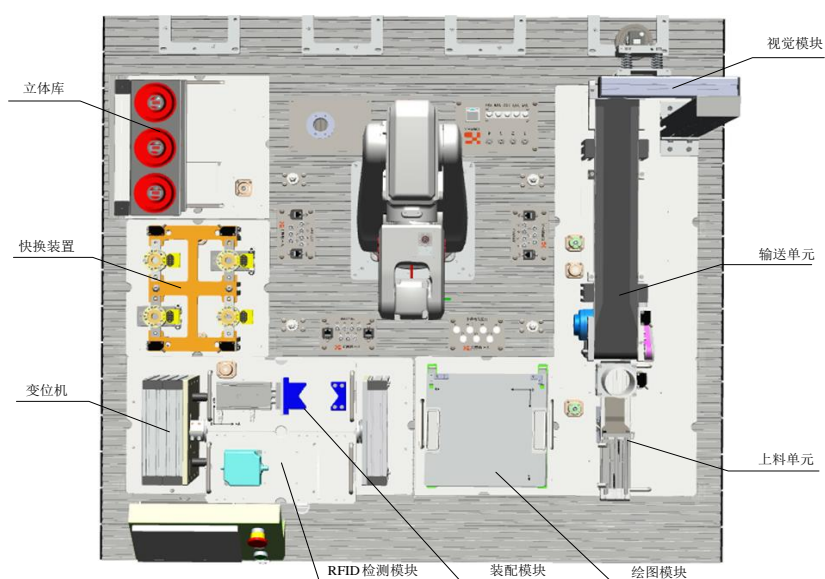


图1 智能检测与装配工作站模块布局图

工业机器人可选用的末端工具如图2所示，其中弧口手爪工具用于取放关节底座、平口手爪工具用于取放电机、吸盘工具用于取放减速机和输出法兰。



(a) 弧口手爪工具 (b) 平口手爪工具 (c) 吸盘工具 (d) 绘图笔工具

图2 工业机器人末端工具

工业机器人智能检测与装配工作站装配零件如图3所示：

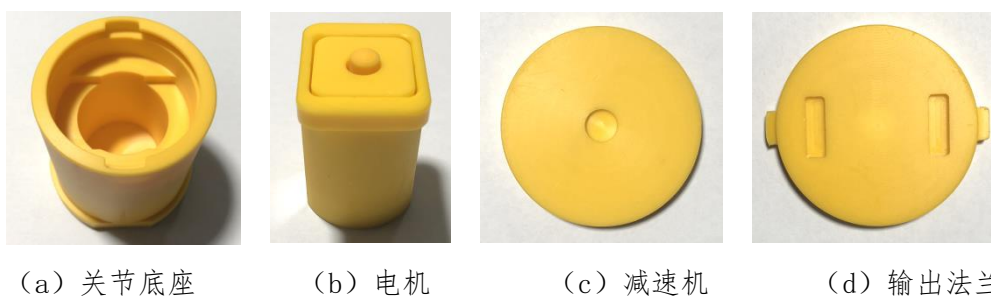


图3装配零件

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：装配好的关节成品返回立体库指定位置。

任务一 系统调试准备

根据任务书“工作站布局图”完成模块筛选、布局及安装；

参考《通用、专用电气接口板说明》、《快插线束连接位置说明》进行模块电气连接；上电测试，将《IO变量表》补充完整；

任务二 机器人周边系统应用编程

立体仓库：在HMI上实现立体仓库库位物料有无的信息显示；

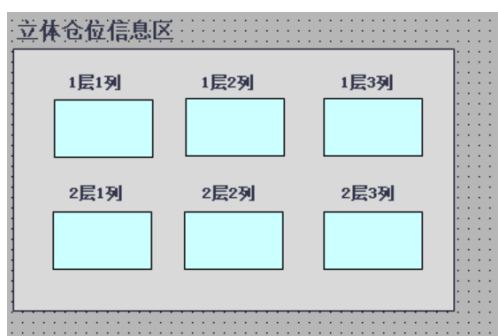


图4 HMI显示界面

任务三 工业机器人装配工作站应用编程

工业机器人装配工作站控制要求如下所示：

1. 系统初始复位

用手将绘图模块上的绘图板复位到水平状态，利用示教盒将工业机器人手动操

作到非原点位置、变位机处于非水平位置状态、上料单元推料气缸伸出、装配模块上定位气缸伸出、平口手爪工具安装在工业机器人末端，将工业机器人调整到自动运行模式，按下示教盒程序启动按键（之后禁止对示教器进行任何操作），工业机器人自动将平口手爪工具放置到快换装置上使工业机器人末端无工具，然后返回至工作原点；变位机由非水平状态复位到水平上料状态，如图5（b）所示，上料单元推料气缸缩回，装配模块上定位气缸缩回；

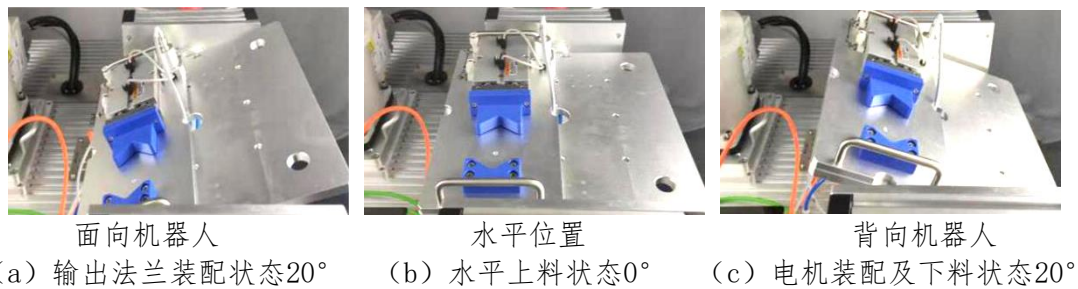


图5 变位机工作状态示意图

2. 工件准备

本任务需要完成一套关节部件的装配（含2个零件的装配，其中黄色关节底座和黄色电机各1个）。手动将红、黄、蓝3个关节底座放入立体库第一层原件区，每个仓位一个工件，再将1个黄色电机放入立体库第二层位置，如图6所示。

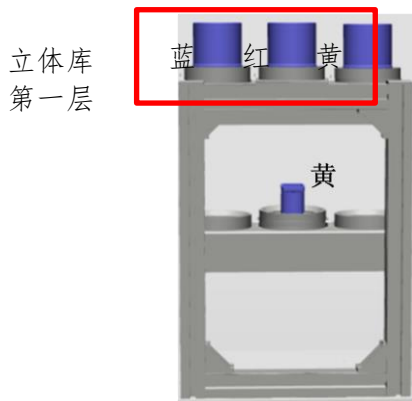


图6 立体库工件放置背面图

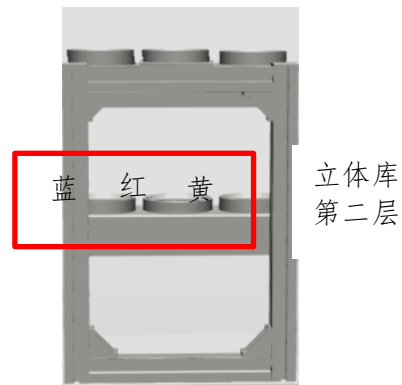


图7 关节底座及关节成品入库位置背面图

3. 工作站装配过程

① 关节底座定位：按下 HMI 编制的启动按钮，工业机器人自动抓取弧口手爪工具并返回工作原点。若该工件为非黄色关节底座，则工业机器人将该工件搬运回立体库第二层指定颜色位置，如图 6 所示，然后再次抓取另一个关节底座并检测；若该工件为黄色关节底座，则工业机器人将黄色关节底座搬运处于水平状态变位机

上的定位模块上，定位气缸伸出固定关节底座工件，完成关节底座的定位；

② 变位机旋转至背向机器人一侧：关节底座装配完成后，变位机自动背向机器人一侧翻转 20° ，使变位机处于电机装配状态，如图 5 (c) 所示；

③ 电机装配：工业机器人自动更换合适的工具，从立体库中正确抓取电机并装配到关节底座上，然后使变位机旋转至水平位置；

④ 成品入库：工业机器人自动更换弧口手爪工具，变位机自动背向机器人一侧翻转 20° ，正确抓取关节成品，再将关节成品搬运至立体库指定位置（如图 7 所示），完成一套关节成品的装配任务；

⑤ 立体库第一层工件清理：若一套关节成品装配完成后，立体库第一层中还有工件，则工业机器人继续抓取立体库关节底座并进行视觉检测，检测完成后将关节底座返回立体库第二层指定颜色位置。

4. 系统结束复位

待一套关节部件装配完成且立体库第一层工件清理完成后，工业机器人自动将末端工具放入快换装置并返回工作原点，变位机自动复位到水平上料状态。

(二) 学生组样题

任务书

选手须知：

1. 本任务书共6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. 请仔细阅读任务书，检查比赛平台，如有模块缺少等设备问题，请及时向裁判提出。
3. 请在2小时内完成任务书规定内容。
4. 由于操作不当等原因引起工业机器人控制器及I/O组件、PLC等的损坏以及发生机械碰撞等情况，将依据扣分表进行处理。
5. 比赛现场不得携带任何电子存储设备及夹带，一经发现直接取消比赛资格。
6. 比赛平台已内置系统程序，**请勿修改或删除**，技术人员不予以恢复。
7. 比赛时间结束后进行统一评判。
8. 请服从裁判的管理与安排。

场次： _____ 工位号： _____ 日期： _____

现有一台工业机器人电机装配工作站，该工作站由工业机器人、快换装置、绘图模块、搬运模块、变位机模块、旋转供料模块和立体库模块等组成，工业机器人工作站各模块布局如图1所示。关节坐标系下工业机器人工作原点位置为 $[0^\circ, -20^\circ, 20^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$ 。

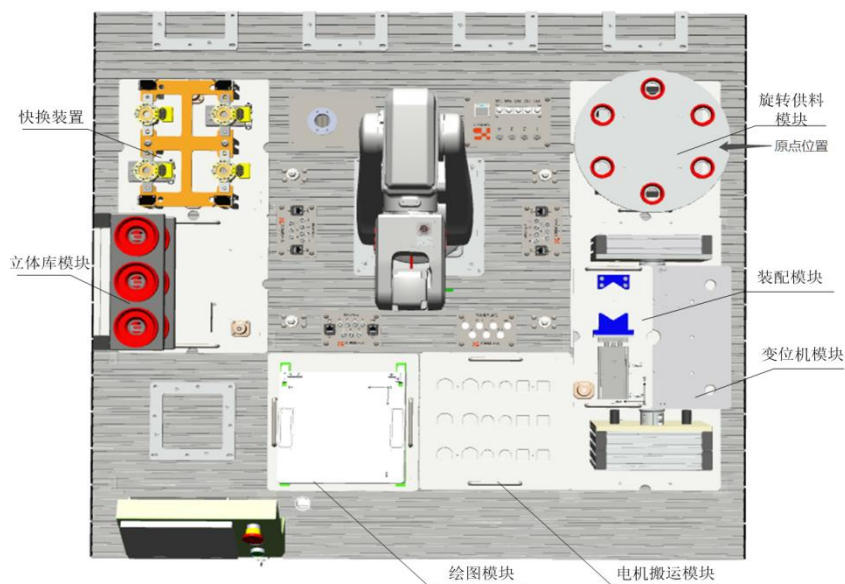


图1 工作站各模块布局图（以现场实际布局为主）

工作站所用工业机器人末端工具如图2所示，平口手爪工具用于取放、搬运和装配电机工件。



(1) 平口手爪工具

图2 机器人末端工具

电机装配工作站用于装配电机成品，电机成品由电机外壳、电机转子和电机端盖组装而成，电机装配时需先将电机转子装配到电机外壳中，再将电机端盖装配到电机转子上，电机外壳、电机转子和电机端盖及电机成品如图3所示。



(1) 电机端盖 (2) 电机转子 (3) 电机外壳 (4) 电机成品

图3 电机装配工件

任务一 系统调试准备

根据任务书“工作站布局图”完成模块筛选、布局及安装；

参考《通用、专用电气接口板说明》、《快插线束连接位置说明》进行模块电气连接；

上电测试，将《IO变量表》补充完整；

任务二：电机生产综合任务

任务要求平台完成三套电机成品的装配（黄色、蓝色、红色各一套）。（电机成品由电机外壳、电机转子、电机端盖组成，且组件颜色一致）

装配完成后再将未装配的电机底座全部搬运至立体仓库中。

创建并命名任务，命名规则为：“ZZ###**”，“###”为场次号，“**”为工位号，对工业机器人进行现场综合应用编程，完成电机部件的装配及库位整理。电机部件装配工作站控制要求如下：

1. 系统初始复位

手动操作工业机器人处于非原点位置，手动将平口手爪工具安装在工业机器人末端，手动控制变位机处于非水平位置，手动控制旋转供料单元处于非原点位置，手动控制装配模块上定位气缸伸出，将工业机器人**切换至自动模式**后，按下工业机器人示教盒程序启动按键，工业机器人自动将平口手爪工具放置到快换装置上使工业机器人末端无工具，然后返回至工作原点，变位机由非水平位置状态复位到水平状态，旋转供料完成正向回原，装配模块上定位气缸缩回。

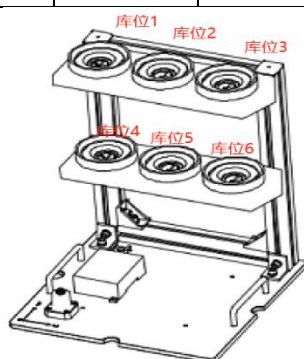
2. 工件准备

准备6个电机外壳，3个电机转子，3个电机端盖；

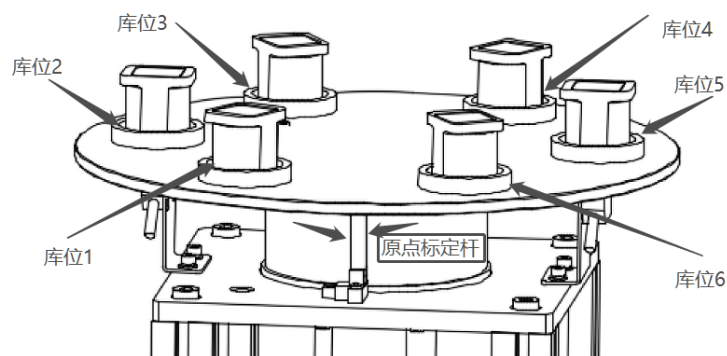
将6个电机外壳中分别放置到立体仓库和旋转供料模块库位的指定位置上。

放置位置如下：

立体仓库		
库位1	库位2	库位3
	蓝	
库位4	库位5	库位6
红		蓝



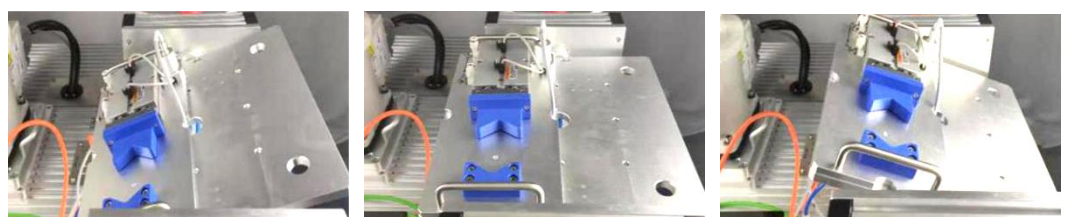
旋转供料		
库位1	库位2	库位3
黄	红	
库位4	库位5	库位6
黄		



将3个电机转子和3个电机端盖放置到电机搬运模块上。至此工件准备结束。

3. 电机装配

电机各组件搬运、装配、下料对应的变位机工作状态如图4所示。



面向机器人
(a) 电机转子、端盖装配30° 水平位置
(b) 水平上料状态0° 背向机器人
(c) 电机成品下料状态30°

图4 变位机工作状态示意图

① 抓取平口手爪工具：系统复位完成且工件准备完毕后，按下桌面绿色启动按钮，工业机器人从工作原点自动抓取平口手爪工具，抓取完成后工业机器人返回工作原点；

② 电机外壳装配：工业机器人自动抓取立体库或旋转供料单元上的一个电机外壳，并搬运到变位机上，定位气缸推出固定电机外壳工件；

③ 电机转子装配：

④ 工业机器人自动抓取一个电机转子，并装配到变位机上的电机外壳中；电机端盖装配：工业机器人自动抓取一个电机端盖，并装配到变位机上的电机转子上；

⑤ 电机成品下料：工业机器人自动抓取电机成品（电机外壳、转子和端盖颜色必须相同），并将电机成品从装配位置搬运到立体仓库空库位中。

⑥ 同样方式完成剩余两套电机的装配；

⑦ 半成品入库：将剩余未进行装配的电机底座全部搬运到立体仓库的空库位中。

至此电机装配结束。

4. 结束复位

库位整理完成后，工业机器人自动将平口手爪工具放入快换装置并返回工作原点，装配模块夹具松开状态，旋转供料单元返回原点位置。

至此电机生产综合应用全部完成。