

# 第六届全国高等院校工程应用技术教师大赛

## 比赛要求与赛项平台技术说明

### AS1: 工业机器人应用编程

#### 一、引言

大赛采用目标命题的竞赛方式，即限定赛项平台，给定实现目标，实施方案不拘一格。这种目标命题的竞赛方式既约束了项目的实施范围，又为参赛选手留有应用创新的空间，重在考察参赛选手的实际应用能力和解决问题能力。

大赛支持在目标命题的范围内和限定的赛项平台下进行有创意的系统构想和设计，鼓励从应用创新的角度去思考设计工程应用系统，或从培养学生的角度去构造实验/实训教学系统。

本赛项以“工业机器人与机器视觉应用技术”为应用背景，要求充分利用赛项平台的硬件和软件资源，自主设计一个具有工业机器人综合应用价值或具有工业机器人应用编程实验/实训使用价值的系统。通过工程应用、创新设计和现场实施，考察参赛选手的工程应用能力和创新设计能力。

#### 二、比赛要求

1. 大赛采用目标命题的比赛方式，分初赛和决赛两个阶段。

2. 初赛阶段：根据“目标命题实现”任务书（任务书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载）的要求和赛项平台的软硬件资源，设计一个工程应用系统或教学实验/实训系统（二选一）。所设计的工程应用系统要求覆盖规定的技术目标，具有实际应用价值；所设计的教学实验/实训系统要求满足规定的要求，具有培养学生实践能力的教学使用价值，且至少要编写 2~3 个具体的实验/实训指导书（具体要求见“目标命题实现”任务书）。参赛选手要按规定的时间提交项目设计书（设计书模板可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载），大赛组织相关专家以网评的形式进行初审，根据初审结果，决定入围全国总决赛名单。

3. 决赛阶段：决赛分“工程实践操作”和“目标命题实现”两个环节。第一环节按“工程实践操作”作业书（作业书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载，决赛公布的作业书较赛前公布的会有不多于 20% 的更改）的要求操作，主要比基本技能操作和工程素质；第二环节按“目标命题实现”任务书（决赛公布的任务书较赛前公布的也会有一定改动）的要求完成，主要比规定目标下的应用创新和解决问题的能力。两个环节的比赛时间各为 120 分钟，第一个环节完成后间隔 30 分钟进入第二个环节，第二个环节完成后由评审专家组织对参赛选手进行现场答辩，答辩时间 15~20 分钟。

4. 参赛选手设计的系统必须能在限定的赛项平台上实现，大赛为参赛选手提供赛项平台必要的技术资料，包括技术说明、操作规程、装配图纸和系统软件等。

5. 决赛阶段“目标命题实现”比赛环节为 120 分钟，参赛选手要充分考虑到现场实施所需的工作量、复杂程度，以及软硬件的兼容性和接口的匹配性等技术细节，所设计的方案必须能在规定的时间内完成。参赛选手实施第二环节“目标命题实现”任务时，可以充分借助第一环节“工程实践操作”的实施结果。

6. 参赛选手不能将已有的科研成果直接拿来参赛，也不允许自带任何硬件装置、部件和被控对象等参赛，一经发现将取消参赛资格。但参赛选手可以用 U 盘或移动硬盘将

事先自编的应用软件带入比赛现场，以便装入赛项平台，完成系统调试。

7. 对“水环境监测与治理技术”、“大气环境监测与治理技术”和“化工分离与节能技术”赛项，如果参赛选手有技术上的特殊要求，可在决赛前 30 日向大赛办公室提出。大赛办公室收到申请材料后，在 15 日内予以答复，以便参赛选手调整设计方案。

8. 如果参赛选手选择“教学实验/实训系统”命题任务，要充分考虑教学实验/实训课的需求，设计教学实验/实训系统，同时提供必要的实验/实训指导书。现场演示时，要模仿实验/实训课的真实情况，按实验/实训指导书的步骤逐步进行。

9. 参赛选手要有知识产权意识，如果所设计的方案涉及到他人的知识产权应注明出处。

10. 参赛选手在比赛的全过程中不得透露单位和个人信息，对冒名顶替、弄虚作假、假造数据、抄袭他人技术等情况，由大赛仲裁委员会视情节轻重负责处理，或给予扣分处置，或取消比赛资格，并由组委会通知其所在单位。

11. 同单位的参赛选手技术方案雷同视为相互抄袭，同时取消两人的比赛资格。

12. 参赛选手要有安全意识，不得违规操作，不能带电操作，对有毒或有害健康的气体、液体要谨慎处理处置，避免造成人身伤害。

13. 参赛选手要尊重现场裁判和评审专家的工作，如对评审存有疑义，由大赛仲裁委员会处理。

### 三、赛项平台技术说明

#### 1. 赛项背景

工业机器人是集机械、电子、控制、计算机、传感器、人工智能等技术于一体的现代制造业重要的自动化装备,机器视觉是指通过图像摄取装置、图像处理系统将图像信息转换成数字化信号的一种用来代替人眼来做测量和判断的系统。工业机器人和机器视觉的广泛应用不仅可以提高产品的质量与产量，而且对保障人身安全、改善劳动环境、减轻劳动强度，提高劳动生产率，节约原材料消耗以及降低生产成本等方面有着十分重要的意义。

随着制造产业的转型升级，许多高等院校、科研机构 and 制造企业都致力研究工业机器人应用技术，使得这一新技术更加趋于成熟，并广泛应用于生产实践，取得了较好的经济效益。近年来，随着工业 4.0、互联网+、以及中国制造 2025 规划的提出，为工业机器人应用技术提出了更多的研究和创新应用课题。

在这样的技术背景下，本赛项以“THMSJZ-2A/2B 型 工业机器人应用编程实训平台”为应用对象，利用该赛项平台的六自由度工业机器人、智能视觉检测、可编程控制器（PLC）、RFID、工具换装/送料/输送/加工机构等设备的硬件和软件资源，结合轨迹控制、视觉检测、先进制造的工程应用需求，开展工业机器人、智能视觉方面的工程创新应用和实践教学创新竞赛，以促进高等院校教师工程应用能力、产业化能力和实际动手能力的提高，锻炼教师综合机电、自动化、信息等多学科技术的融合能力，有利于更好地培育具有卓越工程能力的教师队伍。

#### 2. 赛项平台

本赛项平台是根据先进制造、智能制造装备应用领域的要求，以前沿技术为导向，紧密结合工业生产领域中工业机器人、智能视觉、射频识别的功能和特点，并针对高等院校对机电设备应用和创新实验/实训教学的实际需要而专门研制的综合性数字化装置，涉及机器人控制、智能视觉检测、RFID、PLC、传感检测、信息处理、交直流驱动、计算机通信等多种技术的综合应用。

##### (1) 赛项平台组成

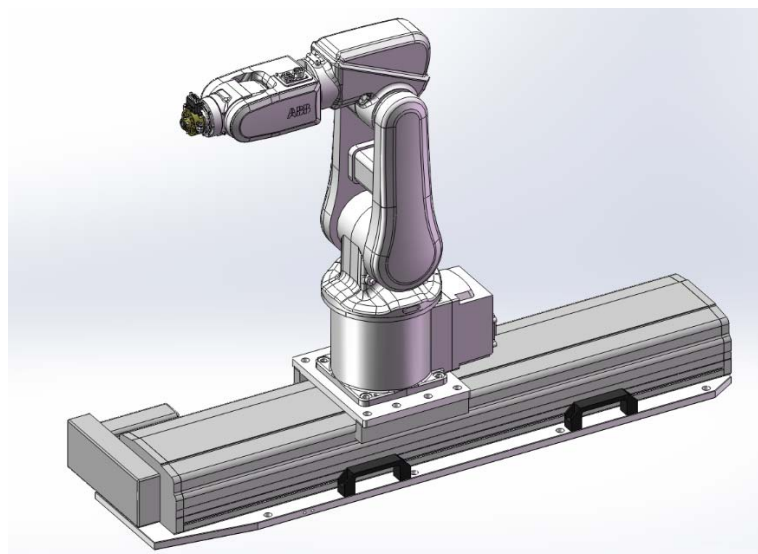
实训平台主要由工业机器人模块、码垛模块、轨迹练习模块、变位机模块、输送线模块、装配模块、旋转供料模块、仓储模块、书写模块、机器视觉模块、RFID 模块、快换工装模块、PLC 电气控制模块实训桌及型材电脑桌等组成，赛项平台如图 1 所示。



图 1 赛项平台（工业机器人应用编程）

1) 工业机器人模块（三菱 RV-4FL 工业机器人和 ABB IRB120 工业机器人二选一）

工业机器人模块由工业机器人和行走轴等组成，模块尺寸：1185×270mm。增大单个机器人的工作空间，能对带有扩展轴的工业机器人系统进行应用编程。



RV-4FL 三菱六自由度工业机器人（THMSJZ-2A 配置）

由机器人本体、机器人控制器、示教单元、输入输出信号转换器和抓取机构组成，装备多种夹具、

吸盘、工具等，可对工件进行抓取、吸取、搬运、装配等操作。机器人本体由六自由度关节组成，固定在型材桌上。机器人示教单元有液晶显示屏、使能按钮、急停按钮、操作键盘，用于参数设置、手动示教、位置编辑、程序编辑等操作。



机器人本体



机器人示教单元



机器人控制器

六自由度工业机器人参数如下表：

形式	单位	规格值	
保持等级		IP40	
动作自由度		6	
安装姿势		地板、垂吊	
构造		垂直多关节型	
驱动方式		AC 伺服马达	
位置检出方式		绝对型编码器	
最大可搬重量	kg	4	
臂长	mm	245+300	
最大动作半径	mm	648	
动作范围	(J1)	度	480 (-240~+240)
	(J2)		240 (-120~+120)

形式		单位	规格值
	(J3)		164 (0~+164)
	(J4)		400 (-200~+200)
	(J5)		240 (-120~+120)
	(J6)		720 (-360~+360)
最大速度	(J1)	度/秒	420
	(J2)		336
	(J3)		250
	(J4)		540
	(J5)		623
	(J6)		720
最大合成速度		mm/sec	9048
位置往返精度		mm	±0.02
周围温度		℃	0~40
本体重量		kg	41
容许力矩	(J4)	N•m	6.66
	(J5)	N•m	6.66
	(J6)	N•m	3.96
容许惯性	(J4)	kg•m <sup>2</sup>	0.2
	(J5)	kg•m <sup>2</sup>	0.2
	(J6)	kg•m <sup>2</sup>	0.1
工具配线			抓手输入 8 点、输出 8 点
电缆长度		m	5

### IRB120 ABB 工业机器人 (THMSJZ-2B 配置)

IRB 120 是 ABB 新型第四代机器人家族的最新成员，也是迄今为止 ABB 制造的最小机器人。并配有配套的示教器和 IRC5 紧凑型控制器对机器人进行编程、控制和操作。

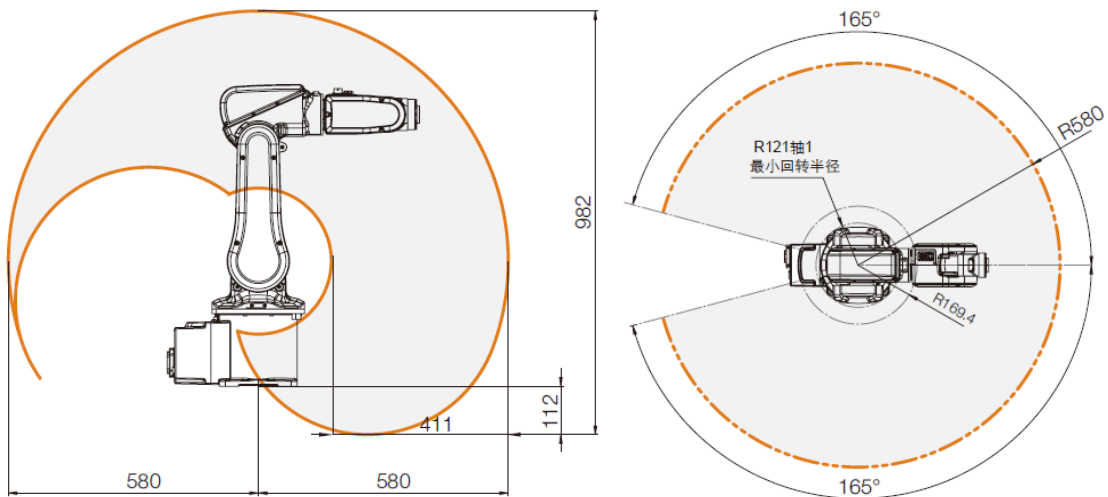
#### 机器人本体

机器人本体由六自由度关节组成如下图，固定在型材实训桌上，活动范围半径不小于 580mm。



机器人本体图片

机器人运动范围示意图



机器人规格

特性	
集成信号源	手腕设 10 路信号
集成气源	手腕设 4 路空气 (5 bar)
重复定位精度	0.01mm
机器人安装	任意角度
防护等级	IP30
控制器	IRC5 紧凑型
最大可搬重量	3KG
运动	

轴运动	工作范围	最大速度
轴 1 旋转	+165° ~ -165°	250° /s
轴 2 手臂	+110° ~ -110°	250° /s
轴 3 手臂	+70° ~ -90°	250° /s
轴 4 手腕	+160° ~ -160°	320° /s
轴 5 弯曲	+120° ~ -120°	320° /s
轴 6 翻转	+400° ~ -400°	420° /s
<b>性能</b>		
<b>1kg 拾料节拍</b>		
25×300×25mm	0.58s	
TCP 最大速度	6.2m/s	
TCP 最大加速度	28m/s <sup>2</sup>	
加速时间 0-1m/s	0.07s	
<b>电气连接</b>		
电源电压	200-600V, 50/60 Hz	
<b>物理特性</b>		
机器人底座尺寸	180×180mm	
机器人高度	700mm	
重量	25kg	
<b>环境</b>		
<b>机械手环境温度:</b>		
运行中	+5° C (41° F) 至+45° C (122° F)	
运输与存储时	-25° C (-13° F) 至+55° C (131° F)	
短期最高	+70° C (158° F)	
相对湿度	最高 95%	

## 机器人控制器及示教器

### 更小巧

第二代 IRC5C 紧凑型工业机器人控制器作为 IRC5 控制器家族的一员，将同系列常规控制器的绝大部分功能与优势浓缩于仅 310（高）×449（宽）×442（深）的空间内，可谓“麻雀虽小，五脏俱全”。IRC5C 比常规尺寸的 IRC5 要小 87%，因此更容易集成，更节省宝贵空间，通用性也更强，同时丝毫不牺牲系统性能。IRC5 还是我们小型机器人系列的最佳搭档。

### 连接更方便



新型 IRC5C 的操作面板采用精简设计，完成了线缆接口的改良，以增强使用的便利性和操作的直观性。例如：已预设所有信号的外部接口，并内置可扩展 16 路输入/16 路输出 I/O 系统。

### 便携式示教盒

具备 3D 实时舒适摇杆手动操作系统和键盘，彩色触摸式显示，具中/英文菜单选项，示教器电缆 10m。提供人机对话窗口，界面简洁大方；采用 7 吋彩色液晶显示器及高敏感度触摸屏，可通过按键或键盘对机器人进行操作；显示及监控信息丰富，机器人的当前状态信息、I/O 信息、伺服轴的速度、电流以及位置都可实时查询和监控；机器人各轴伺服参数可以通过示教盒在线设置。

### 易于开发

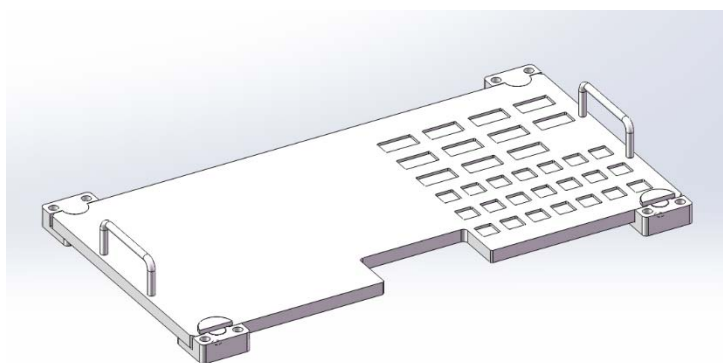
机器人控制系统软件基于 WINCE 平台，以便基于机器人的二次开发。

### 详细规格

控制器型号	IRC5 紧凑型
电源	单相 220V 50-60Hz
I/O 卡	16 位 I/O 板 (DSQC652 I/O 模块 16input/16output)
特性	采用多处理器系统, PCI 总线, 奔腾 CPU, 大容量闪存 (256M), 20s UPS 备份电源
通信模块	PC Interface

### 2) 码垛模块

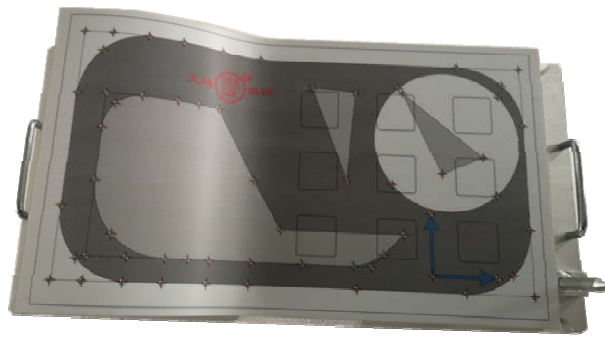
码垛模块包含码垛盘、码垛物料和夹具各 1 套，模块尺寸：600×300mm。固定到操作台，根据要求物料块被摆放到摆放底板上，机器人通过吸盘夹具按要求拾取物料块进行码垛任务，物料块为长方体和正方体，操作者可根据需要选择摆放，可根据需要自由组合码垛出多种形状，练习对机器人码垛、阵列的理解并快速编程示教的应用技能。码垛夹具采用吸盘式夹具，包含真空吸盘、夹具工装、机器人法兰盘连接件等组成。



### 3) 轨迹练习模块

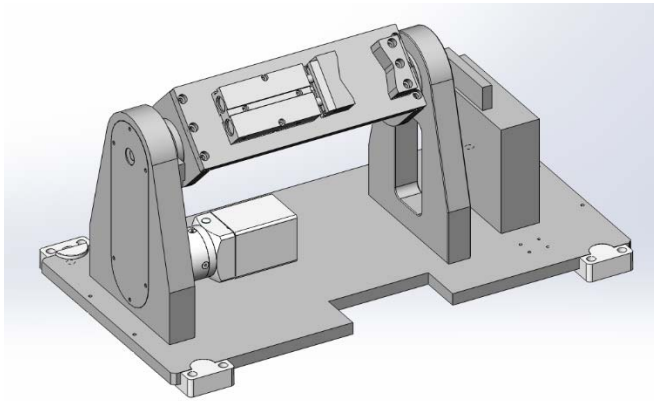
轨迹练习模块包含轨迹示教模块和描图夹具各 1 套，模块尺寸：600×300mm。轨迹示教模块通过在平面、曲面上不同图形规则的图案，可训练对机器人基本的点示教，直线、曲线运动足迹的掌握；学习点的定位及机器人运动路线选择优化。具有工件 TCP 标定点。





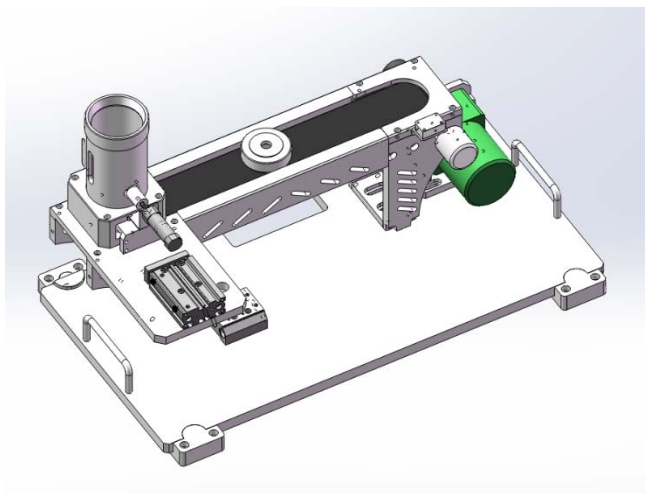
#### 4) 变位机模块

变位机模块由变位机机构、伺服电机、夹具等组成，模块尺寸：600×300mm。变位机机构采用铝合金加工组装而成，表面本色氧化处理，变位机采用三菱伺服电机驱动，配有行星减速器，功率200W，配套的伺服驱动器。变位机采用气动夹具来夹持工件。



#### 5) 输送线模块

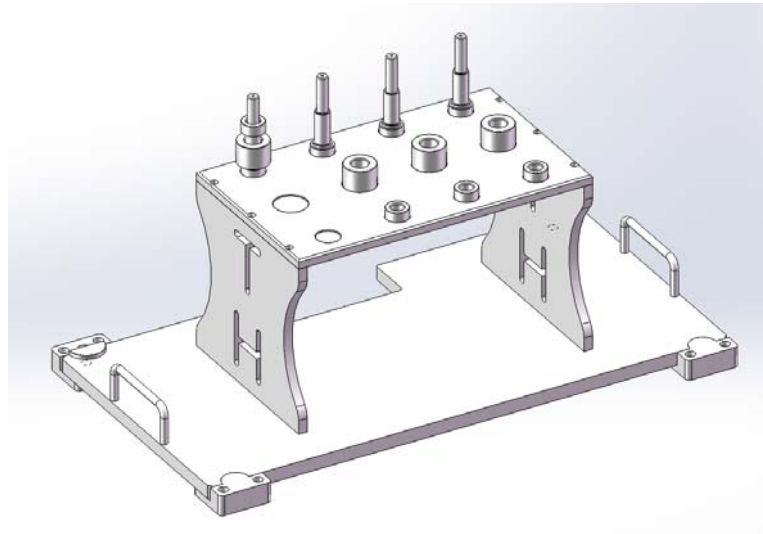
输送线模块包含供料单元、平皮带、三相交流减速电机、旋转编码器、光电传感器、主动轴、从动轴及底板等组成，模块尺寸：600×300mm。实现物料全自动的供料、输送、定位、搬运等功能。学习 PLC 与机器人的配合应用技术。



#### 6) 装配模块

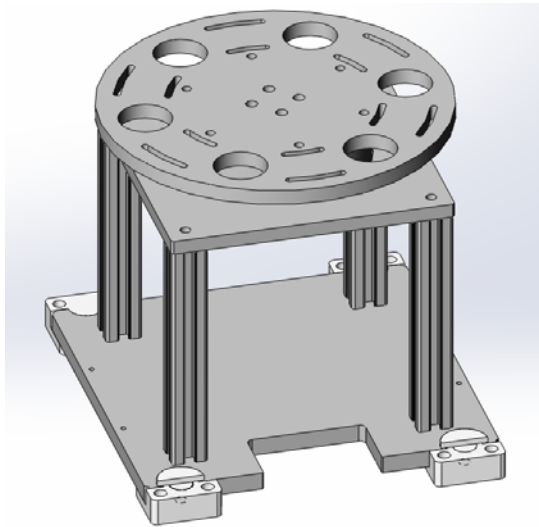
装配模块包含工件盘、模拟工件轴、线圈、轴承等组成，模块尺寸：600×300mm。能按照主令

信号的要求对工件盘中的零件取出，并进行装配，并放到指定的位置。



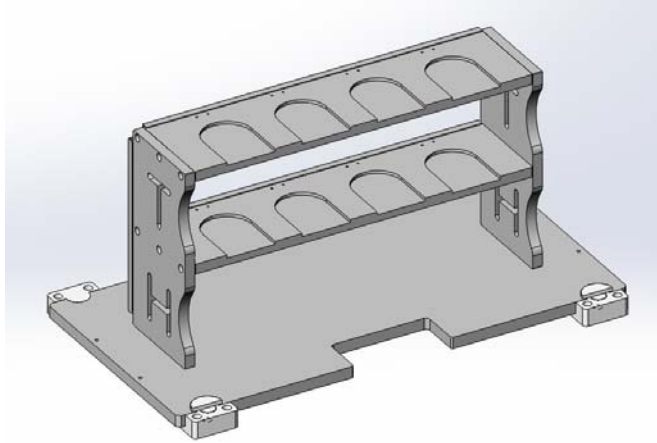
### 7) 旋转供料模块

旋转供料模块由旋转供料机、二相步进减速电机、步进驱动器、光纤传感器、电感传感器、固定底板等组成，模块尺寸：300×300mm。模块适配外围控制器模块和标准电气接口单元使用，机器人通过 I/O 信号和以太网与 PLC 进行信息交互，PLC 控制料盘旋转到指定位置。



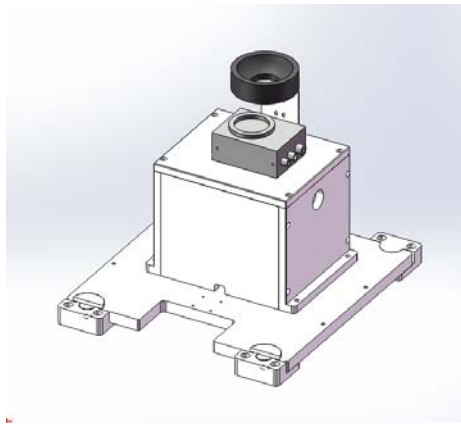
### 8) 仓储模块

仓储模块由二层四列的立体库、底板、检测传感器组成，模块尺寸：600×300mm。根据控制要求机器人可将仓库中的半成品工件取出，在完成装配及检测后成品存入仓库。



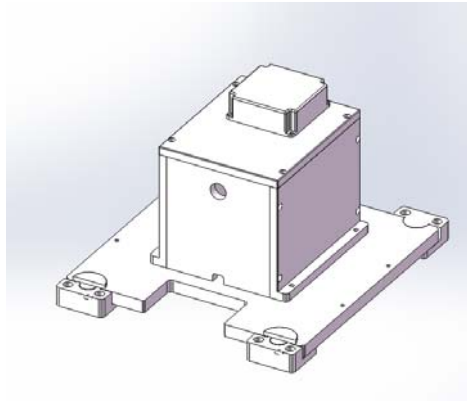
### 9) 机器视觉模块

机器视觉模块由视觉相机、视觉相机升降机构、底板组成。模块尺寸：300×300mm。机器视觉系统模块：采用邦纳 VE 系列，一体式设计，外观更加小巧，配备视觉管理软件，提供众多检测工具满足多种检测需求，在线调试功能，离线仿真功能，无需连接硬件即可通过软件完成编程工作，金属外壳。可完成对物体颜色、数字、形状的认识。提供相应软件和编程电缆、通信电缆。配置相机，本体自带液晶显示屏，用于状态显示和故障排除。快速在线调整检测程序，无需客户停机，现场总线通讯 Ethernet/IP, Modbus TCP, PROFINET 和 PCCC，用于生产现场的通讯，可与 S7-1200、FX5U 等通信；可将不合格产品剔除。



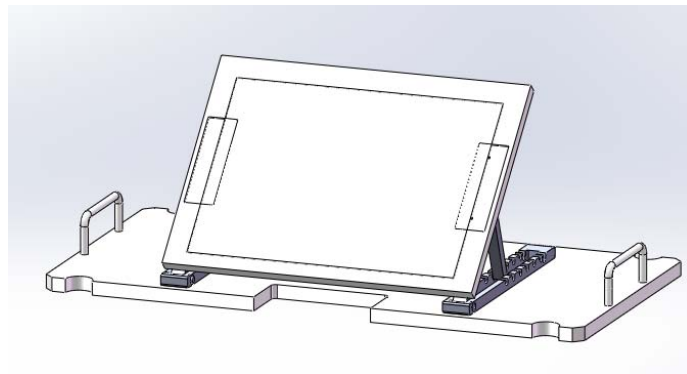
### 10) RFID 模块

RFID 模块由 RFID 读写头、固定底板等组成，模块尺寸：300×300mm。通过以太网通信方式控制读写头对芯片进行信息的读取和写入。可以与其他模块进行组合，实训不同的实训任务。



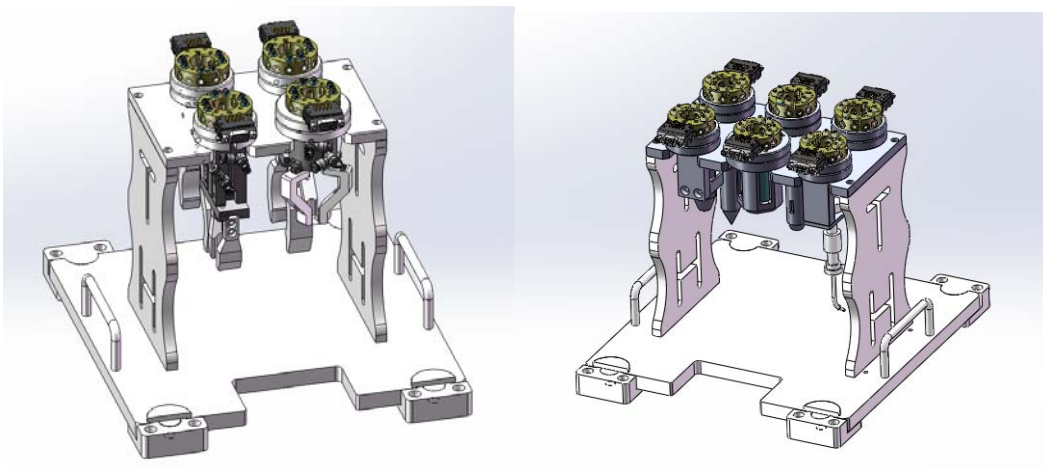
### 11) 书写模块

书写模块采用铝合金加工而成表面阳极氧化处理，安装有手柄和板夹，可固定 A4 尺寸大小的纸张，可以快速安装到现有工作站的实训台上。模块尺寸：600×300mm。笔形工具采用铝合金加工而成，表面阳极氧化处理，笔形工具末端连接法兰采用双曲面对称设计，笔可轴向活动保护笔尖不易损坏；配合离线编程软件实现书写功能。



### 12) 快换工装模块

快换工装模块主要由快换装置 2 套、夹具支架、装配夹具、码垛夹具等组成，模块尺寸：300×300mm。提供多种气动夹具、吸盘、涂胶、焊接、打磨、雕刻、喷涂、抛光快换工装。可根据任务要求工业机器人自动更换夹具，完成不同实现项目。



### 13) PLC 电气控制模块（三菱、西门子 PLC 二选一）

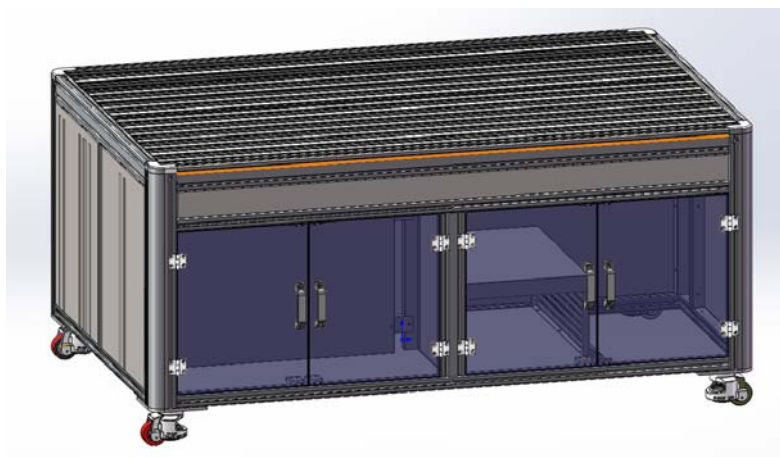
PLC 电气控制模块包含 PLC、变频器、开关电源、工业交换机、电源控制系统等组成。PLC 控制系统用于控制设备的启动、停止、运行，是设备的控制中心。THMSJZ-2A 型设备配置了三菱 FX5U 可编程控制器及扩展模块，THMSJZ-2B 型设备配置了西门子 CPU1215C 可编程控制器及扩展模块，协调各工作站之间的运行。

### 14) 触摸屏模块（与 PLC 控制系统同一品牌）

触摸屏单元用于人机交互，可以控制设备的运行模式，监控设备运行状态，7 寸液晶显示，65536 色，带有工业以太网接口、USB 等接口，THMSJZ-2A 型设备配置三菱 GS2107 彩色触摸屏，THMSJZ-2B 型设备配置西门子 TP700 彩色触摸屏。

### 15) 实训桌

实训桌正面四门开合，正面装有 PLC 电气控制模块和工业机器人控制器，背面用于存放实训模块，模块尺寸：1880×1360×810mm。台面用于安装各实训模块。



### 16) 电脑桌凳

电脑桌：外形尺寸：563mm×600mm×1067mm；主框架采用 30×30 优质铝合金型材，坚固耐用，安装方便；桌面采用 27mm 厚的优质复合模板，高温热压防火 PVC，安全环保；配四个 2.5 寸脚轮，移动方便；键盘配优质滑轨，坚固可靠，推拉顺畅。



## (2) 平台单元配置说明

序号	名称	主要部件、器件及规格	数量	备注
1	工业机器人模块	1. 工作范围: $\geq 580$ 2. 有效负荷: $\geq 3$ kg 3. 自由度: $\geq 6$ 个 4. 配有行走轴, 模组宽度 210 mm, 有效行程 800 mm, 配三菱 HG-KN73JK-S100 交流伺服电机功率 750W 及 MR-JE-70A 伺服驱动器。 5. 模块尺寸: 1185 $\times$ 270mm。 6. 三菱品牌 RV-4FRL-D 工业机器人和 ABB 品牌 IRB120 工业机器人二选一	1 套	二选一
2	码垛模块	1. 码垛模块包含码垛盘、码垛物料和夹具各 1 套 2. 模块尺寸: 600 $\times$ 300mm。 3. 固定到操作台, 根据要求物料块被摆放到摆放底板上, 机器人通过吸盘夹具按要求拾取物料块进行码垛任务, 物料块为长方体和正方体, 操作者可根据需要选择摆放, 可根据需要自由组合码垛出多种形状, 练习对机器人码垛、阵列的理解并快速编程示教的应用技能。 4. 码垛夹具采用吸盘式夹具, 包含真空吸盘、吸盘夹具、机器人法兰盘连接件等组成。	1 套	
3	轨迹练习模块	1. 轨迹练习模块包含轨迹示教模块和描图夹具各 1 套; 2. 模块尺寸: 600 $\times$ 300mm。 3. 轨迹示教模块通过在平面、曲面上不同图形规则的图案, 可训练对机器人基本的点示教, 直线、曲线运动足迹的掌握; 学习点的定位及机器人运动路线选择优化。	1 套	
4	变位机模块	1. 变位机模块由变位机机构、伺服电机、夹具等组成 2. 模块尺寸: 600 $\times$ 300mm。 3. 检测传感器单元 类型: 电感式接近开关, 2 个; 额定电压: 直流 10~30V; 额定电流: $\geq 200$ mA; 检测距离: $\geq 3$ mm。 4. 变位机采用三菱 HG-KN23JK-S100 伺服电机驱动, 配有行星减速器, 功率 200W, 配套的 MR-JE-20A 伺服驱动器。变位机采用气动夹具来夹持工件。	1 套	
5	输送线模块	1. 包含供料单元、平皮带 (L=1028, W=65)、三相交流减速电机 31K15GN-Y/3GN30K (15W, 减速比 1:30)、旋转编码器 DBS36E-BBGJ01024 (Sick)、光电传感器 (欧姆龙 E3Z-LS61) 2 只、轴承、主动轴、从动轴及底板等组成。	1 套	

		2. 模块尺寸：600×300mm。 3. 实现物料全自动的送料、输送、定位、搬运等功能。学习 PLC 与机器人的配合应用技术。		
6	装配模块	1. 包含工件盘、模拟工件轴、线圈、轴承等组成。 2. 模块尺寸：600×300mm。 3. 能按照主令信号的要求对工件盘中的零件取出，并进行装配，并放到指定的位置。	1 套	
7	旋转送料模块	1. 由旋转供料机、二相步进减速电机(57H500Q30 减速比 1:30)、步进驱动器 M542、光纤传感器 (E3X-ZD11、E32-ZD200) 电感传感器 (LE4-1K)、固定底板等组成。 2. 模块尺寸：300×300mm。 3. 模块适配外围控制器模块和标准电气接口单元使用，机器人通过 I/O 信号和以太网与 PLC 进行信息交互，PLC 控制料盘旋转到指定位置。	1 套	
8	仓储模块	1. 由二层四列的立体库、底板、检测传感器 GTB2S-N1331 (Sick) 组成 2. 模块尺寸：600×300mm。 3. 根据控制要求机器人可将仓库中的半成品工件取出，在完成装配及检测后成品存入仓库。	1 套	
9	机器视觉模块	1. 机器视觉模块由视觉相机、视觉相机升降机构、底板组成。 2. 模块尺寸：300×300mm。 3. 机器视觉系统模块：采用邦纳 VE 系列 VE200G1A，一体式设计，外观更加小巧，配备视觉管理软件。可完成对物体颜色、数字、形状的识别。提供相应软件和编程电缆、通信电缆。配置相机，本体自带液晶显示屏，用于状态显示和故障排除。快速在线调整检测程序，无需客户停机，现场总线通讯 Ethernet/IP, Modbus TCP, PROFINET 和 PCCC，用于生产现场的通讯，可与 S7-1200、FX5U 等通信；可将不合格产品剔除。镜头 CX1614-MP。	1 套	
10	RFID 模块	1. 由 RFID 读写头 SG-HR-I5-POE、TP-LinK 普联 TL-POE160S 适配器、固定底板等组成。 2. 模块尺寸：300×300mm。 3. 通过以太网通信方式控制读写头对芯片进行信息的读取和写入。可以与其他模块进行组合，实训不同的实训任务。	1 套	
11	书写模块	1. 书写模块采用铝合金加工而成表面阳极氧化处理，安装有手柄和板夹，具有工件 TCP 标定点，可固定 A4 尺寸大小的纸张，可以快速安装到现有工作站的实训台上。 2. 模块尺寸：600×300mm。 3. 笔形工具采用铝合金加工而成，表面阳极氧化	1 套	

		处理,笔形工具末端连接法兰采用双曲面对称设计,笔可轴向活动保护笔尖不易损坏;配合离线编程软件实现书写功能。		
12	快换工装模块	1.由快换装置、夹具支架、装配夹具、码垛夹具等组成 2.模块尺寸:300×300mm。 3.夹具工装支架采用铝合金加工而成,表面阳极氧化处理; 4.快换装置1主盘,多个副盘,负载≥3kg。 5.提供多种气动夹具、吸盘、涂胶、焊接、打磨、雕刻、喷涂、抛光快换工装。 6.可根据任务要求工业机器人自动更换夹具,完成不同实现项目。	2套	
13	PLC电气控制模块	1.包含PLC、变频器、开关电源、工业交换机、电源控制系统等组成。 2.变频器配置FR-D720-0.4KW,AC220V供电,三相输出,功率0.4KW。 3.开关电源EDR-120-24,工业级功率≥120W,DC24V,电流≥5A 4.工业交换机TL-SF1008(工业级):工业级,≥8口 5.三菱FX5U可编程控制器FX5U-64MT/ES及扩展模块FX5-8EX/ES或西门子CPU1215C可编程控制器及扩展模块SM1223(8DI/8DO)、SM1223(16DI/16DO)通信模块CM1241(RS485/422)二选一,协调各工作站之间的运行。 6.机器人外部扩展模块倍福总线耦合器/主站端子模块BK5250、KL1809、KL2809、KL3064、KL4004等模块。	1套	二选一
14	触摸屏模块	1.触摸屏单元用于人机交互,可以控制设备的运行模式,监控设备运行状态,7寸液晶显示,65536色,带有工业以太网接口、USB等接口。 2.三菱GS2107-WTBD彩色触摸屏或西门子TP700彩色触摸屏二选一,与PLC控制系统同一品牌	1套	二选一
15	实训桌	1.实训桌正面四门开合,正面装有PLC电气控制模块和工业机器人控制器,背面用于存放实训模块, 2.实训桌尺寸:1880×1360×810mm。台面用于安装各实训模块。	1套	
16	电脑桌凳	1.铝木三层结构,显示器设保护网,外形尺寸:563mm×600mm×1067mm;主框架采用30×30优质铝合金型材 2.学生凳:钣金木面方凳360mm×260mm×450mm;	1套	
17	配套工具及附件	1.工具箱1个:包含小一字螺丝刀、小十字螺丝刀、长柄一字螺丝刀、长柄十字螺丝刀,剪刀、剥线钳、	1套	



		<p>电工钳、尖嘴钳、斜口钳、活动扳手、万用表各 1 件。</p> <p>2. 配置静音气泵 1 台。</p>		
18	多品牌工业机器人离线编程仿真软件	<p>1. 具有完备的组件模型库，支持市面上大部分的品牌机器人（国外 40 种），如 abb、Kuka、Fanuc、埃夫特等，并提供大量生产线组件；</p> <p>2. 支持多视图切换功能，可将场景切换到不同视角进行操作。也可在当前场景下选择多个视角显示；</p> <p>3. 支持超大场景的生产线仿真（支持至少 50 台机器人，以及多产线同时仿真，界面流畅不卡顿），在大场景搭建、拖动和仿真过程中，界面流畅；</p> <p>4. 支持动力学仿真。通过设置各对象的质量、质心位置、惯性等参数进行动力学计算。提供 Bullet 引擎、ODE 引擎、Vortex 引擎、Newton 引擎可供选择；</p> <p>5. 支持功能传感器仿真，包括视觉传感器、距离传感器和力传感器等；支持多种格式的 CAD 模型导入，包括 obj, stp, step, stl, iges 等；</p> <p>6. 对于在软件中搭建好的模型，支持以多种 CAD 模型格式导出，包括 obj, dxf, stl, step, iges 等；</p> <p>7. 支持自定义模型，并更新至系统模型库中；支持贴图功能，使模型外形更加真实；支持多种品牌工业机器人示教编程操作，控制各轴运动，根据路径轨迹仿真运行；支持示教仿真中，对工业机器人、机床的可达性、轴超限等进行检查；支持机器人运动点位信息的后置输出；能够直接生成代码，导入控制柜，控制实体机器人（包括但不限于 abb、Kuka, Efort、Fanuc 等品牌的机器人）；</p> <p>8. 提供机器人运动学接口，各种机器人与动态组件的运动学和行为逻辑可以通过系统内置模板或者 lua 语言撰写的脚本进行控制。支持 2 个旋转轴的 3-5 轴机床、3-6 个旋转轴的串联、并联、双臂、AGV 小车、直角坐标等机器人以及生产线上对应的工装夹具、AGV、人员、传送带等辅助设施；</p> <p>9. 支持二次定制开发，提供超过 300 种不同的应用编程接口函数；支持远程客户端应用编程接口控制，可通过 C/C++、Python、MATLAB®、Java 等语言进行远程控制。并对应有丰富的远程接口函数，可对场景进行自定义控制；支持与 Simulink 交互。可从外部对场景中的机器人进行末端点的位置控制。</p> <p>10. 支持基于碰撞检测的自动路径规划功能，可以根据设置的障碍物自动规划出安全的路径，并实现机器人语言的输出，输出的代码可以在机器人上直接运行。支持半实物仿真：真实示教器能够控制离线编程软件中的虚拟机器人运动，并保持示教器中的</p>	1 套	

		<p>点位数据和离线编程软件中的点位完全一致。离线编程软件中虚拟机器人运动仿真时，真实示教器能够实时显示离线编程软件中虚拟机器人的位置。</p> <p>11. 支持半实物仿真：真实示教器能够控制离线编程软件中的虚拟机器人运动，并保持示教器中的点位数据和离线编程软件中的点位完全一致。离线编程软件中虚拟机器人运动仿真时，真实示教器能够实时显示离线编程软件中虚拟机器人的位置</p>		
19	线缆	PLC 编程、通信电缆等	1 套	
20	Φ6 气管		3 米	
21	资料包	设备使用说明书、实训操作指导书、课件等	1 套	

### (3) 接口变量参数说明

**表 1: THMSJZ-2A 型 PLC 输入输出接口变量表**

序号	PLC 地址	电气符号	功能说明
1	X0	A	输送线编码器 A
2	X1	B	输送线编码器 B
3	X2	10B	输送线物料检测传感器
4	X3	11B	输送线物料到位传感器
5	X4	12B	输送线顶料气缸传感器
6	X5	13B	输送线落料气缸传感器
7	X6	XW1	模组左限位检测传感器
8	X7	XW2	模组右限位检测传感器
9	X10	B1	模组原点检测传感器
10	X44	SB11	复位按钮
11	X45	SB12	启动按钮
12	X46	SB13	停止按钮
13	X47	SA11	切换开关
14	X11	14B	变位机上限位传感器
15	X12	15B	变位机下限位传感器
16	X13	16B	变位机夹紧气缸传感器
17	X14	17B	旋转供料电感检测传感器
18	X15	18B	旋转供料光纤定位传感器
19	X20	20B	仓储 1 号位检测传感器
20	X21	21B	仓储 2 号位检测传感器
21	X22	22B	仓储 3 号位检测传感器
22	X23	23B	仓储 4 号位检测传感器
23	X24	24B	仓储 5 号位检测传感器
24	X25	25B	仓储 6 号位检测传感器
25	X26	26B	仓储 7 号位检测传感器
26	X27	27B	仓储 8 号位检测传感器
27	X30	Out_Satrt	机器人运行状态

28	X31	Out_Srvon	伺服上电状态
29	X32	Out_Error	报警发生状态
30	X33	Out_loena	操作权限
31	X34	Out_fwvc	复位完成
32	Y0	PP1	模组伺服脉冲 PP1
33	Y4	NP1	模组伺服脉冲 NP1
34	Y2	PUL-	步进脉冲 PUL-
35	Y6	DIR-	步进方向 DIR-
36	Y1	PP2	变位机伺服脉冲 PP2
37	Y5	NP2	变位机伺服方向 NP2
38	Y10	20YV1	变位机气夹夹紧
39	Y11	20YV2	变位机气夹松开
40	Y12	21YV	输送线顶料电磁阀
41	Y13	22YV	输送线落料电磁阀
42	Y14	LY1	运行指示灯
43	Y15	STF	变频器启动 STF
44	Y16	Linght_on	相机光源开启
45	Y20	In_Stop	机器人停止
46	Y21	In_Srvoff	机器人伺服关闭
47	Y22	In_Slotinit	机器人程序复位
48	Y23	In_Start	机器人启动
49	Y24	In_Srvon	机器人伺服开启
50	Y25	In_loena	机器人操作权

**表 2： THMSJZ-2A 型工业机器人输入输出接口变量表**

序号	机器人地址	电气符号	备注
1	In(5)	In_loena	操作权
2	In(4)	In_Srvon	伺服 ON
3	In(3)	In_Start	启动
4	In(2)	In_Slotinit	程序复位
5	In(1)	In_Srvoff	伺服 OFF
6	In(0)	In_Stop	停止
7	Out(4)	Out_FWVC	复位完成
8	Out(3)	Out_loena	操作权
9	Out(2)	Out_Errreset	报警发生中
10	Out(1)	Out_Srvon	伺服 ON 中
11	Out(0)	Out_Satrt	运行中

**表 3： THMSJZ-2B 型 PLC 输入输出接口变量表**

序号	PLC 地址	电气符号	功能说明
1	I0.0	A	输送线编码器 A
2	I0.1	B	输送线编码器 B
3	I0.2	10B	输送线物料检测传感器
4	I0.3	11B	输送线物料到位传感器

5	I0.4	12B	输送线顶料气缸传感器
6	I0.5	13B	输送线落料气缸传感器
7	I0.6	XW1	模组左限位检测传感器
8	I0.7	XW2	模组右限位检测传感器
9	I1.0	B1	模组原点检测传感器
10	I1.1	SB11	复位按钮
11	I1.2	SB12	启动按钮
12	I1.3	SB13	停止按钮
13	I1.4	SA11	切换开关
14	I2.1	14B	变位机上限位传感器
15	I2.2	15B	变位机下限位传感器
16	I2.3	16B	变位机夹紧气缸传感器
17	I2.4	17B	旋转供料光纤定位传感器
18	I2.5	18B	旋转供料检测传感器
19	I3.0	20B	仓储1号位检测传感器
20	I3.1	21B	仓储2号位检测传感器
21	I3.2	22B	仓储3号位检测传感器
22	I3.3	23B	仓储4号位检测传感器
23	I3.4	24B	仓储5号位检测传感器
24	I3.5	25B	仓储6号位检测传感器
25	I3.6	26B	仓储7号位检测传感器
26	I3.7	27B	仓储8号位检测传感器
27	I4.0	DO0	机器人复位完成
28	I4.1	DO1	机器人自动/手动切换
29	I4.2	DO2	机器人启动/停止切换
30	I4.3	DO3	机器人模组位移0
31	I4.4	DO4	机器人模组位移300
32	I4.5	DO5	机器人模组位移620
33	I4.6	DO6	机器人模组位移700
34	I4.7	DO7	机器人模组位移770
35	Q0.0	1PG	模组伺服脉冲
36	Q0.1	1NG	模组伺服方向
37	Q0.2	PUL+	步进脉冲
38	Q0.3	DIR+	步进方向
39	Q0.4	2PG	变位机伺服脉冲
40	Q0.5	2NG	变位机伺服方向
41	Q0.6	LY1	面板运行指示灯
42	Q0.7	20YV1	变位机夹具电磁阀
43	Q2.0	20YV2	变位机夹具电磁阀
44	Q2.1	21YV	输送线顶料电磁阀
45	Q2.2	22YV	输送线落料电磁阀
46	4L	SD	变频器
47	Q3.4	STF	变频器

48	Q4.0	motor_off	机器人伺服关闭
49	Q4.1	stop	机器人程序停止
50	Q4.2	start	机器人程序启动
51	Q4.3	pp_to_main	机器人程序指针回到起点
52	Q4.4	motor_on	机器人伺服开启
53	Q4.5	reached	机器人模组到达指定位置

表 4: THMSJZ-2B 型工业机器人输入输出接口变量表

序号	机器人地址	电气符号	功能说明
1	XS15-1	DO8	快换松开电磁阀
2	XS15-2	DO9	快换夹紧电磁阀
3	XS15-3	DO10	手爪松开电磁阀
4	XS15-4	DO11	手爪夹紧电磁阀
5	XS15-5	DO12	真空动作
6	XS15-6	DO13	气爪控制打开
7	XS15-7	DO14	真空控制打开
8	XS15-8	DO15	相机光源
9	XS15-9	0V	
10	XS15-10	24V	
11	XS7-7	QS1-1	面板急停按钮
12	XS7-8	QS1-2	面板急停按钮
13	XS8-7	QS2-1	面板急停按钮
14	XS8-8	QS2-2	面板急停按钮
<b>与 PLC 关联信号</b>			
15	XS12-1	motor_off	机器人伺服关闭
16	XS12-2	stop	机器人程序停止
17	XS12-3	start	机器人程序启动
18	XS12-4	pp_to_main	机器人程序指针回到起点
19	XS12-5	motor_on	机器人伺服开启
20	XS12-6	reached	机器人模组到达指定位置
21	XS12-9	0V	
22	XS14-1	DO0	机器人复位完成
23	XS14-2	DO1	机器人自动/手动切换
24	XS14-3	DO2	机器人启动/停止切换
25	XS14-4	DO3	机器人模组位移 0
26	XS14-5	DO4	机器人模组位移 300
27	XS14-6	DO5	机器人模组位移 620
28	XS14-7	DO6	机器人模组位移 700
29	XS14-8	DO7	机器人模组位移 770
30	XS14-9	0V	
31	XS14-10	24V	

#### (4) 赛项平台软件配置

表 5：赛项平台软件配置表

序号	类型	软件名称	备注
1	计算机操作系统	Windows 10	64 位操作系统
2	三菱机器人编程软件	RT ToolBox3	程序编辑、参数设置、单步/连续执行指令、程序跳转执行等。
3	三菱 PLC 编程软件	GX works3	PLC 编程、参数设置
4	三菱触摸屏组态软件	GT Designer3	触摸屏编辑
5	ABB 机器人软件	RobotStudio	程序编辑、参数设置
6	西门子编程软件	TIA Portal V15.1	PLC 编程、参数设置
7	视觉系统软件	Banner Vision Manager	视觉参数设置
8	RFID 读写软件	Sygo Hf Demo	标签的初始化、数据写入、数据读取等。
9	办公软件	Office 套件、PDF	文档阅读