

山东省“技能兴鲁”职业技能大赛  
——第五届全国智能制造应用技术技能大赛  
山东省选拔赛

数字孪生应用技术员 S  
(智能制造控制技术方向)项目  
技术工作文件

第五届全国智能制造应用技术技能大赛  
山东省选拔赛组委会办公室

2023年10月

## 目 录

一、技术描述.....	- 1 -
(一) 项目概要.....	- 1 -
(二) 基本知识与能力要求.....	- 1 -
二、试题与评判标准.....	- 4 -
(一) 试题(样题) .....	- 4 -
(二) 比赛时间及试题具体内容.....	- 4 -
(三) 评判标准.....	- 7 -
三、竞赛细则.....	- 8 -
(一) 理论考试.....	- 8 -
(二) 实操考核.....	- 8 -
四、竞赛场地、设施设备等安排.....	- 9 -
(一) 赛场规格要求.....	- 9 -
(二) 场地布局图.....	- 10 -
(三) 基础设施清单.....	- 10 -
(四) 竞赛平台.....	- 12 -
五、安全、健康要求.....	- 14 -
(一) 比赛环境.....	- 14 -
(二) 安全教育.....	- 15 -

## 一、技术描述

### （一）项目概要

数字孪生应用技术员（智能制造控制技术方向）赛项结合智能制造对数字化、网络化、智能化技术的发展需求，以智能制造控制、工业互联网、数字孪生以及数字驱动等数字技术为支撑，以加工制造和生产服务嵌入式融合应用为场景，重点考核选手智能制造控制系统设计与装调、产品工艺控制数字化仿真、智能生产数字化控制虚实联调、智能制造控制技术综合应用及智能制造控制系统可靠性分析等技术能力，推动智能制造领域高素质复合型技能人才的培养和技术提升。

### （二）基本知识与能力要求

相关要求		权重比例 (%)
1	工作组织和管理	5
基本知识	—安全工作执行的原则及方法 —所有设备和材料的用途、使用、保养等相关知识 —工作组织、控制和管理的原则和方法 —沟通与合作原则的技巧 —个人和他人单独或集体的角色、责任和职业的范围 —需要规划活动的参数内容	
工作能力	—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 —能熟练使用办公应用软件 —能识读机械制图 —能运用气动和液压传动 —能进行尺寸计量等测量 —能识读电气制图 —能运用电工技术 —能运用电气传动与控制	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>—能使用传感器</li> <li>—能使用可编程逻辑控制器</li> <li>—能使用人机交互界面</li> <li>—能运用机器人</li> <li>—能安全生产及环保</li> </ul>	
<b>2</b>	产品工艺控制数字化仿真	15
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>—数字化工厂基本概念</li> <li>—搭建虚拟工厂环境的基本要求</li> <li>—构建运行数字孪生体的操作步骤</li> <li>—数字孪生虚拟调试的方法</li> </ul>	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>—完成数字孪生虚拟工厂孪生体搭建</li> <li>—完成各模块属性参数设置并测试运行</li> <li>—完成数字孪生与 PLC 及 HMI 仿真软件网络通讯</li> <li>—完成机器人离线仿真软件与数字孪生联网运行测试</li> </ul>	
<b>3</b>	智能制造控制系统装调	25
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>—电动系统和电机工作原理的基础知识</li> <li>—实际 PLC 与数字工厂产线网络互联基础知识</li> <li>—验证数字工厂实物产线运行稳定性的方法</li> <li>—PLC 和人机界面操作方法</li> <li>—工业控制器的结构和功能基础知识</li> <li>—PLC 和 HMI 配置原理，程序代码之间的动作流程顺序</li> <li>—工业机器人的编程调试，加载参数，基础校准的方法</li> </ul>	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>—完成搭建实际产线硬件模型的任务</li> <li>—根据提供的图纸和技术文件组装设备</li> <li>—根据控制原理图进行电气和气动分配安装，调整和调试机械，电子和传感器系统</li> <li>—完成现场传感器数据采集与监控</li> <li>—完成机器人的程序代码与外部控制系统之间的通讯连接</li> <li>—创建和处理机器人程序模块</li> <li>—完成基于 PLC 控制系统的应用，与 PLC 建立连接，外部自动化模式的配置和应用</li> </ul>	
<b>4</b>	个性化定制生产	20
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>—网络通信技术的应用</li> <li>—生产制造执行系统 MES 工作原理</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>—个性化定制生产工艺规划</li> <li>—生产过程管控</li> <li>—数据库原理及应用</li> <li>—生产过程运行维护及保养</li> </ul>	
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>—完成MES系统与产线网络通讯</li> <li>—完成产线数据采集及监控</li> <li>—监控生产过程信息</li> <li>—统计生产加工产量及生产效率信息</li> <li>—个性化定制生产产品</li> <li>—实时监控生产能耗信息</li> <li>—检测产线运行的稳定性</li> <li>—显示预防性运行维护保养信息</li> <li>—调试并稳定运行产线，完成个性化定制生产</li> </ul>	
5	智能生产数字化控制虚实联调	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>—设备运行实时数据驱动模型</li> <li>—孪生体运动属性参数的设置原理及方法</li> <li>—制定工业设备程序开发步骤</li> <li>—虚实结合、虚实联动工作原理</li> <li>—虚实数据采集及互通方法</li> <li>—数字孪生网络通讯数据采集及监控</li> <li>—网络通讯和试运行</li> <li>—满足网络物理要求的硬件和外围设备</li> </ul>	20
工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>—将控制器连接到机器人辅助系统</li> <li>—根据任务要求采集传感器实时数据</li> <li>—编写、分析、审查和重写程序</li> <li>—进行应用程序的试运行，以确保程序的正确性</li> <li>—编写或协助编写指令或说明书以指导最终用户</li> <li>—检查网络、工作站、系统中央处理单元或外围设备是否响应程序的指令</li> </ul>	
6	智能制造生产优化	
基本知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>—产线控制流程工艺及优化空间</li> <li>—缩短生产中的反应和响应时间</li> <li>—减少生产中的时间和成本</li> <li>—收集、分享和使用信息以进行持续优化</li> <li>—成本效益分析的原则和方法</li> <li>—工业设备程序开发过程</li> <li>—提高运行效率和产品质量的方法</li> </ul>	15

工作能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>—完成节能减排，消除浪费，降低成本</li> <li>—完成个性化定制生产，防止生产过剩</li> <li>—制定合理安排库存及存储方式方法</li> <li>—制定消减不必要的工艺</li> <li>—完成降低次品率，杜绝不合格品</li> <li>—制定合理调整传输和移动速度</li> <li>—制定优化等待的时间</li> <li>—分析并推荐使用优化的方法</li> </ul>	
合计		100

## 二、试题与评判标准

### （一）试题（样题）

本赛项主要参考中华人民共和国人力资源和社会保障部制定的《物联网安装调试员国家职业技能标准》（2020年版）、《智能制造工程技术人员国家职业技能标准》（2021年版）及数字孪生应用技术员职业关于高级工及技师部分应知应会的知识与技能，结合企业生产、院校教学实际和智能制造数字技术应用状况，借鉴世界技能大赛命题和考核评价方法确定考核内容，组织统一命题，最终竞赛赛题与实际公布的样题进行不超过30%的修改。

### （二）比赛时间及试题具体内容

本赛项共设置两个环节：理论考试、实操考核。

理论考试：竞赛时间为60分钟。

实操考核：竞赛时间为180分钟。

本赛项由理论知识竞赛和实际操作竞赛两部分组成。理论知识竞赛和实际操作竞赛的总成绩为100分，其中理论知识竞赛占总成绩的20%，实际操作竞赛占总成绩的80%。

#### 1. 理论考试

##### （1）理论知识竞赛内容

①传感器原理及应用：包括温度、视觉、振动、电流等传感器原理，以及传感器装调，传感器数据采集技术、传感器数据应用技术等相关知识。

②智能制造技术：包括智能制造技术体系、生产组织形式、数控加工装备，数字化设计与制造等基础知识。

③产品工艺数字化设计及仿真：零件数字化加工工艺设计相关基础知识，产品工艺数字化仿真建模、全流程仿真和优化的相关基础知识。

④工业网络与工业云技术：包括工业网络的分类、工业网络通信技术原理，工业网络设备的安装、调试与配置，工业云平台的原理与分类、工业云平台的配置与使用及维护等相关知识。

⑤数字孪生与虚拟调试技术：包括“数字孪生”的基本知识，主流数字孪生软件的应用，设备控制系统与“数字孪生”模型通信的原理与应用知识等。

⑥网络安全技术与低代码开发技术：包括网络安全的基本知识，网络数据捕捉与分析技术，低代码开发的基本知识，主流低代码平台的应用技术等。

⑦工业数字驱动技术：包括工业可视化技术、工业 APP 应用相关基本知识。

⑧安全文明生产与环境保护知识、职业道德基本知识。

## **(2) 理论知识竞赛试题类别**

①理论竞赛含单选和判断两种题型。

②每支参赛队的两名选手均需参加理论知识竞赛，成绩分别计算；其加权平均成绩为该参赛队的理论知识竞赛成绩。

③各参赛队的理论知识竞赛成绩按赛项、组别单独排序。

## **2. 实操考核**

### **任务 1: 产品工艺控制数字化仿真**

根据竞赛任务书和给定的产品生产工艺控制技术要求，基于给定的生产技术平台，对产品的生产工艺进行分析和设计，并利用数字建模和仿真软件，通过建模、仿真场景搭建和参数配置，实现给定产品生产工艺控制的数字化加工生产仿真和优化。

### **任务 2: 智能制造控制系统装调**

根据竞赛任务书和给定的产品生产工艺控制技术要求，结合智能制造数字驱动控制技术理念，对传感器、网络设备、PLC、机器人等智能设备安装与调试；完成各生产数字驱动单元联通调试。

### **任务 3: 个性化定制生产**

根据任务书给定的任务要求，运用生产制造执行系统 MES 及网络通信技术，采集数据信息，优化生产流程和节拍，完成个性化定制生产任务。

### **任务 4: 智能生产数字化控制虚实联调**

根据任务书给定的任务要求，构建智能生产工业网络系统，实现生产设备、传感系统和边缘装置等现场数据的采集、处理与可视化，打通智能生产系统网络数据流。根据产品工艺要求，基于任务 1 的数字化仿真模型，通过程序编写和调试，对智能生产数字化控制系统进行虚实联调，实现虚拟调试下的产品虚拟生产。

### **任务 5: 智能制造生产优化**

根据任务书给定的任务要求，基于智能制造控制技术平台工业生产数字化技术应用场景，通过综合操作、编程和调试，对平台设备进行数字驱动赋能和综合应用，实现基于生产数字驱动技术平台的完整工艺生产流程，全流程体现现场核心设备的协同管



理与监控以及全生产过程的数字孪生同步。优化生产流程与节拍，提高运行效率和产品质量。

## **任务 6：职业素养与安全规范**

对参赛选手全过程的职业素养及其具备的生产安全、环境保护知识和操作的规范性、系统性等进行综合评价。

### **（三）评判标准**

#### **1. 评分方法**

本次竞赛评分采用测量打分方式，按任务设置若干个评分组，每组由 2 名及以上裁判构成。每个组所有裁判一起商议，对选手在该项中的实际得分达成一致后最终只给出一个分值。如果选手在比赛过程中存在作弊或其他违规行为，裁判员将根据选手的违规情况进行处理，情节严重者取消成绩。

#### **2. 评分规则**

总成绩高者名次在前；总成绩相同者，任务五、任务四、任务三、任务二、任务一的次序，任务模块成绩高者名次在前。按以上两项规则无法排出先后时，累计比赛用时短者名次在前。

#### **3. 评测依据**

在赛项设计过程中，将通过评分方案和测试项目来决定标准和评测方法的选择。评测依据，包含但不限于：

1. 作业过程的完整度和规范度
2. 设备动作、设备状态等参数调节的精准度
3. 螺栓紧固是否符合标准扭矩要求
4. 部件组装的工艺、完整度和正确情况
5. 设备或部件缺陷的排查情况
6. 故障处理的结果

## 7. 个人防护情况

### 三、竞赛细则

#### (一) 理论考试

理论考试环节内容安排见表 1。

表 1 理论考试环节内容安排表

竞赛阶段	竞赛内容	竞赛时长	分值	权重	评分方法
理论 考试 环节	单选题	60 分钟	60	60%	结果评判
	判断题		40	40%	
总计			100	占总成绩 20%	

#### (二) 实操考核

各参赛队在指定的赛场、抽取的赛位，使用赛场提供的计算机、设备、工具、量具、刀具、软件、技术资料等，在规定时间内完成竞赛内容。

实操考核环节内容安排见表 2。

表 2 实操考核环节内容安排表

竞赛阶段	竞赛内容	竞赛时长	分值	权重	评分方法
实操 考核 环节	任务 1: 产品工艺控制数字化仿真	180 分钟	15	15%	结果评分
	任务 2: 智能制造控制系统装调		25	25%	结果评分
	任务 3: 个性化定制生产		20	20%	结果评分
	任务 4: 智能生产数字化控制虚实联调		20	20%	结果评分
	任务 5: 智能制造生产优化		15	15%	结果评分
	任务 6: 职业素养与安全意识		5	5%	结果评分
总计			100	占总成绩 80%	

## 四、竞赛场地、设施设备等安排

### (一) 赛场规格要求

#### 1. 区域划分

赛场总占地约 30m\*16m，共 12 个竞赛工位，赛场内选手工位独立，确保选手正常开展比赛，不受外界影响；工位集中布置，保证竞赛氛围。设置安全通道和警戒线，确保进入赛场的竞赛参观、采访、视察的人员限定在安全区域内活动，以保证大赛安全有序进行。根据赛项流程设置选裁判长室、裁判会议室、录分室、储藏室、技术支持室等区域（如有需要，可再设其他空间）。

#### 2. 竞赛工位

竞赛工位：每个工位占地 15 ~ 20 m<sup>2</sup>，标明工位号，并配备大赛平台 1 套、电脑桌椅 2 套、电脑 2 台。

赛场每工位提供独立控制并带有漏电保护装置的 220V 单相三线交流电源和压力 0.6 ~ 0.8MPa 的气源，计算机电源单独供电，供电和供气系统有必要的安全保护措施，场地参考布局如下图所示。

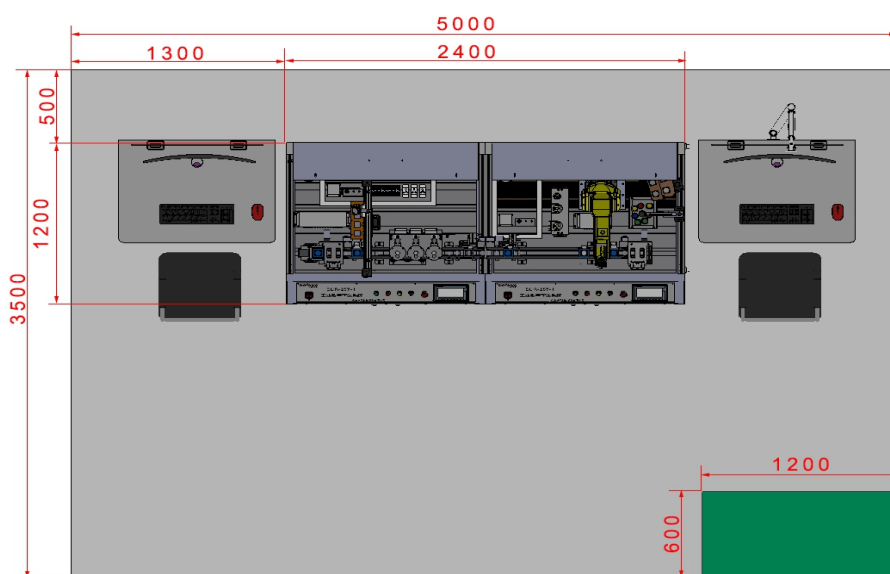


图 1 单工位布局图

## (二) 场地布局图

场布局如图 2 所示。

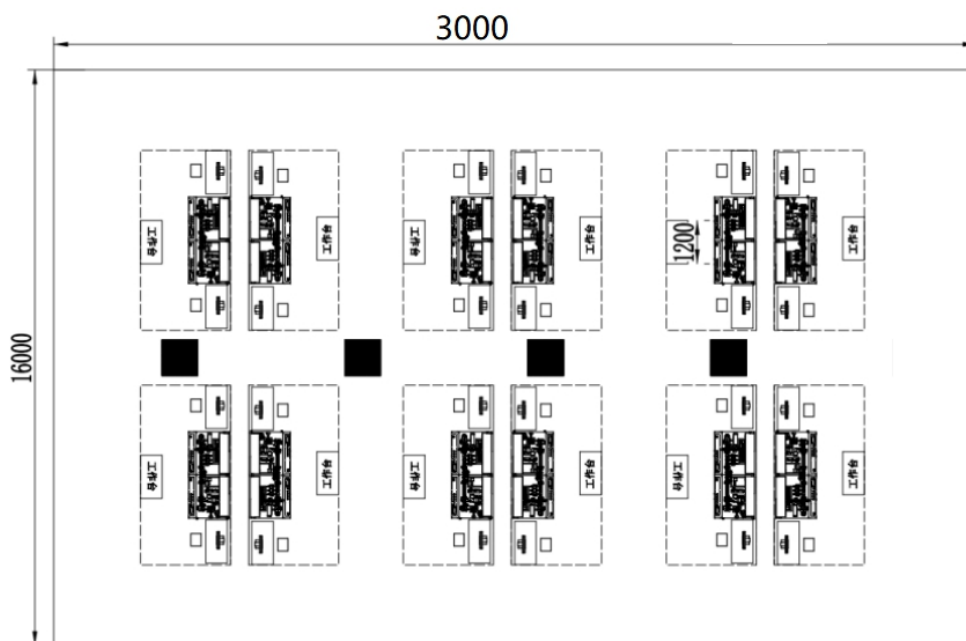


图 2 赛位整体布置图

## (三) 基础设施清单

### 1. 竞赛用耗材

根据竞赛需要，赛场提供如下耗材，见表 3。

表 3 赛场提供的耗材清单

序号	名称	规格	数量	备注
1	内六角圆柱头螺钉	M3X8	10 个	
2	内六角圆柱头螺钉	M4X10	10 个	
3	内六角圆柱头螺钉	M5X10	16 个	
4	内六角圆柱头螺钉	M5X16	10 个	
5	气管	直径 6mm	3m	
6	气管	直径 4mm	10m	
7	扎带	白色 4*150	100 根	
8	扎带	黑色 4*150	100 根	

## 2. 竞赛工具

选手自带实操工具，以下是推荐工具清单（建议但不限于）

序号	名称	规格
1	内六角扳手	7件套
2	一字螺丝刀	5×75mm
3	一字螺丝刀	3×75mm
4	钟表螺丝刀	
5	万用表	数字

## 3. 选手防护装备

参赛选手必须按照规定穿戴防护装备，且只允许选手现场使用表中所示防护用具，违规者不得参赛。

选手必备的防护装备如下表所示（选手自带）

防护项目	图示	说明
护目镜		1. 防溅入 2. 在安装或运行环境中，有飞溅物等可能会对眼睛产生伤害的情况下佩戴
绝缘鞋		绝缘、防滑、防砸、防穿刺
工作服		不能出现单位及身份信息
安全帽		不能出现单位及身份信息

选手禁止携带易燃易爆、U盘、智能电子设备等与大赛无关的物品，违规者取消比赛资格。

## 4. 禁止携带物品

选手禁止携带的设备和材料，见表 5 所示，违规者不得参赛。

表 5 禁止自带使用的设备和材料

序号	设备和材料名称
1	电动工具、气动工具、特制工具
2	存储设备，如 U 盘、移动硬盘、录音笔等；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
3	带有身份标示的物品
4	防锈清洗剂、酒精、汽油、有毒有害物、易燃易爆物

#### （四）竞赛平台

竞赛平台（采用山东栋梁科技设备有限公司提供的 DLIR-275 工业数字孪生系统），由数字孪生系统、生产制造执行系统 MES、供料灌装站、机器人装配站、孪生工作站、多功能显示器、循环传输机构、供料模块、电动机机械手、灌装模块、装配平台、成品仓、六轴工业机器人、快换夹具、2D 视觉系统、PLC、HMI、RFID 等组成。完成各任务模块产品的供料、传输、灌装、称重、分拣、加盖、入库等任务。

各工作站组成效果图如下图 3 所示：

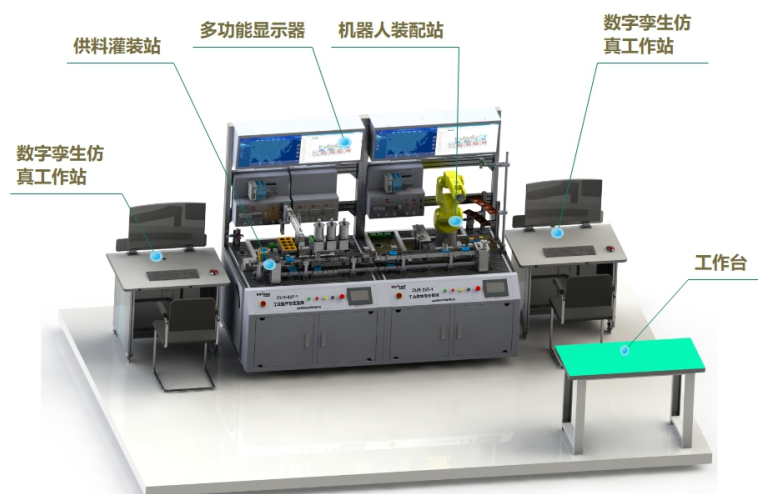


图 3 设备总体效果图

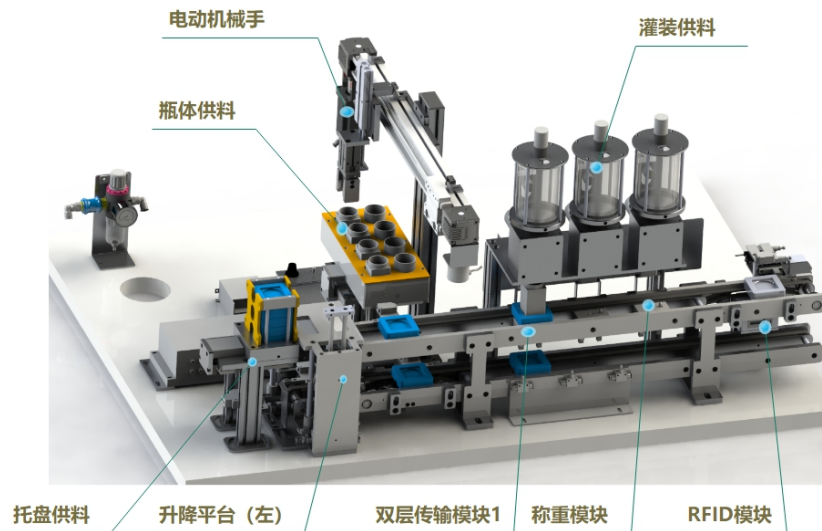


图 4 供料灌装站效果图

供料灌装站如图 4 所示，主要由操作平台、操作电箱、立式挂箱模块、多功能显示器模块、托盘供料模块、瓶体供料模块、双层传输模块 1、电动机械手模块、RFID 读写模块、灌装供料模块、集成式阀岛模块、升降平台、托盘、电控及通讯系统、气动单元等组成。主要完成瓶体供料、搬运、灌装、称重、RFID 读写等功能。

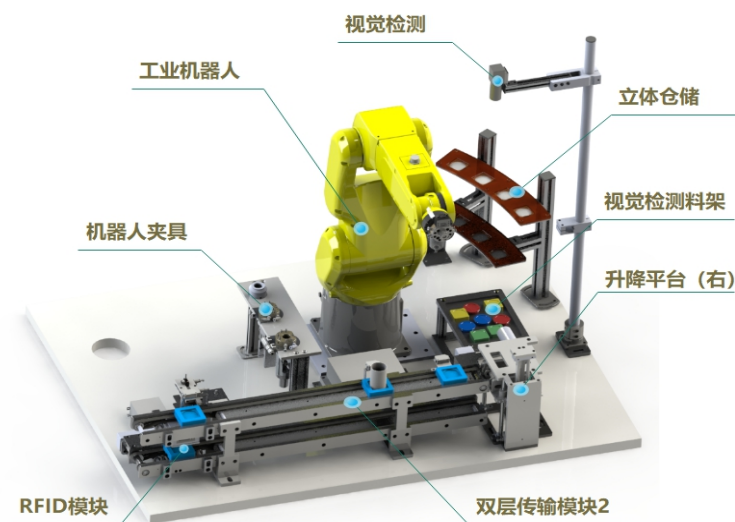


图 5 机器人装配站效果图

机器人装配站如图 5 所示，主要由六轴工业机器人、操作平台、操作电箱、立式挂箱模块、多功能显示器模块、双层传输模

块 2、RFID 读写模块、快换夹具座、视觉检测平台、视觉检测支架、立体仓储模块、集成式阀岛模块、升降平台、托盘、电控及通讯系统、气动单元等构成。主要完成 RFID 读写、视觉识别、加盖装配、入库等任务。

竞赛所需软件如下表所示：

序号	软件名称	软件型号	版本
1	数字孪生软件	DL Tecno	16.0.1
2	PLC 仿真软件	SIMATIC-PLCSIM-Advanced	V4
3	PLC 及触摸屏编程软件	TIA-Portal	V16
4	OPC 通讯软件	SIMATIC-NET-PC-Software	V16
5	2D 视觉软件	VisionMaster-STD	3.0.2
6	机器人仿真软件	ROBOGUIDE	V9.4
7	生产制造执行系统 MES	DLMES-275	V1.0

## 五、安全、健康要求

### （一）比赛环境

竞赛场地光线充足，照明良好；供电供水设施正常且安全有保障，场地整洁，且标明工位号，每个竞赛赛位提供合适的电源，每个赛位提供独立的电源保护装置和安全保护措施。

竞赛场地设置隔离带，非裁判员、参赛选手、工作人员不得进入比赛场地，竞赛场地划分为竞赛操作区、备考区、计分区、观摩通道等区域，区域之间有明显标志或警示带；标明消防器材、安全通道、洗手间等位置。



赛场设有保安、公安、消防、医疗、设备维修和电力抢险人员待命，以防突发事件；赛场还应设有生活补给站等公共服务设施，为选手和赛场人员提供服务。

赛场设置安全通道和警戒线，确保进入赛场的大赛参观、采访、视察的人员限定在安全区域内活动，以保证大赛安全有序进行。

设置专门的安全防卫组，负责竞赛期间健康和安​​全事务。主要包括检查竞赛场地、与会人员居住地、车辆交通及其周围环境的安全防卫；制定紧急应对方案；监督与会人员食品安全与卫生；分析和处理安全突发事件等工作。

配备相应医疗人员和急救人员，并备有相应急救设施。

## （二）安全教育

选手需穿戴劳保鞋、工作服、护目镜、安全帽等，进入考核区域前必须将工作服、安全鞋穿戴得当（不穿戴工作服、安全鞋的选手不得进入考场）。

在使用剥线钳剥线时必须佩戴防护镜，防止眼睛受到伤害。

在比赛过程中必须全程佩戴安全帽。

任何时候，参赛选手不得带电修改电气线路。

裁判、技术人员、选手应严格遵守设备安全操作规程。

竞赛过程中，技术支持人员有责任对选手使用的设备安全进行监护，发现问题及时制止。