

2023 年全国职业院校技能大赛高职组

“工业网络智能控制与维护”赛项

选手须知：

- 1.任务书共19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。
- 2.参赛队应在6小时内完成任务书规定内容。
- 3.竞赛过程配有两台编程计算机，参考资料（使用手册、使用说明书、IO 变量表）以.pdf 格式放置在“E:\参考资料”文件夹下。
- 4.选手在竞赛过程中创建的源程序、表格、图片等文件必须存储到“E:\赛位号\”文件夹下，未存储到指定位置的文件均不予给分。文件夹需要自己新建，例：赛位号：1 号，文件夹名称为：01；评价时只评价对应文件夹下的文件。
- 5.选手提交的试卷不得出现学校、姓名等与身份有关的信息，否则成绩无效。
- 6.每一个任务的初始状态和具体测试要求根据评判要求在开赛时、任务评分前或任务评分时给定。
- 7.在完成任任务过程中，请及时保存程序及数据。

竞赛场次：第____场

赛位号：第____号

基于工业网络控制的钢珠罐装生产线

一、平台概述

本比赛项目通过物理平台达成赛项考核目标，该平台有多个部分构成：工业网络、控制、检测、执行和信息管理等单元，每个单元均配有通信接口，通过组网能够实现对整个钢珠罐装生产线系统的工业网络智能控制与维护。

工业网络单元利用以太网通信接口实现整个生产线系统的网络通信，能够实现与其它单元的网络通信与数据传输。

控制单元包括 PLC、伺服控制器、远程 I/O 等电气部件，用于接收来自检测单元的传感数据，发送控制指令，实现执行单元的动作执行，以及和信息管理单元实现数据可视化、信息化管理等功能。

检测单元主要包括条码/二维码检测、称重检测等产品检测装置，以及对整个生产线系统的设备状态、环境参数实时监测的各类传感装置，包括温度、湿度、电能、电量等动力环境监测。

执行单元包括机械手、传输带、气缸等执行元件，能够实现整个生产线系统的物料入库、物料组装、物料搬运等生产执行环节。

信息管理单元配置触摸屏（HMI）、显示屏等人机交互硬件，同时也配置基于工业网络仿真测试和生产管理系统（MES）等软件，能够实现工业网络与生产线系统的设计分析、仿真优化，以及整个生产线系统生产状态、生产数据、工艺工序的数字化、信息化管理等功能。

二、任务要求

总体任务是设计并利用现场物理平台，组网完成对钢珠罐装生产线的智能控制。分项任务如下：

- 1.采用工业网络控制架构设计软件实现对工业网络的设计规划；
- 2.采用工业网络各类通信接口、通信协议实现生产线系统的组网、联网；
- 3.采用工业网络控制仿真软件实现对生产线系统的调试仿真设计；
- 4.采用现场给定的传感器、可编程控制器、执行器，通过操作、编程、调试

等手段实现对生产线系统各功能单元、部件装置的全流程自动化控制，实现对钢珠罐装生产线的模拟；

5.采用生产管理系统（MES）软件实现对整个生产线系统各类生产信息、物料状态、环境数据的实时监测及信息化管理。

具体要求如下：

1.参赛选手以操作人员身份（以下简称“操作人员”）启动整个系统，系统自检以后，进入待命状态；

2.操作人员现场操作工业网络设计规划软件，实现工业互联网络的规划与设计；

3.根据任务书要求进行系统方案设计，完成系统主要电气元器件选型设计表，同时编写技术论证报告，保存到“E:\赛位号”；

4.操作人员根据生产任务，可以借助生产管理系统（MES）软件实现在线生成订单、在线派发订单、订单跟踪管理等功能；

5.操作人员可以现场对控制单元进行操作、编程与调试，完成整个装配生产线系统的自动运行、自动监测和自动管理，并经过工业网络单元与生产管理系统（MES）软件实现数据互联互通及对生产过程的数字化和信息化管理功能；

6.物料在生产全流程过程中，检测单元的各类传感器装置、检测装置能够实现对物料生产全流程的数据采集与感知；

7.物料在生产全流程过程中所采集的传感数据、控制指令，能够通过工业网络单元传输至执行单元、信息管理单元等终端，实现生产过程的网络化传输和信息化管理；

8.整个装配生产线系统的生产数据、状态数据、环境数据，均可以通过工业网络单元实现与生产管理系统（MES）软件的信息交互，所有数据信息能够显示于大屏之上等。

三、比赛内容

钢珠罐装生产线工艺流程参考系统工艺流程如图 1 所示。

通过生产管理系统（MES）软件，完成订单下达；5 个料盒随机顺序供料，在供料前完成 RFID 信息写入并显示在触摸屏（HMI）上（①订单号②小钢珠数

量③大钢珠数量④生产设备号⑤操作员信息)；输送到称重模块进行称重检测，并将重量值记录下来。由称重搬运搬回输送带末端，再由搬运机械手搬运至扫码检测并显示在触摸屏（HMI）上，视觉检测料盒形状，“不合格”圆形料盒分拣至“废料滑槽”；“合格”方形料盒，再进行料盒高度检测，“高度不合格”（空料盒）分拣至“废料滑槽”，“高度合格”（非空料盒）进行料盒材质检测，钢珠装配单元，随机装填大小钢珠各 3 颗，视觉检测大小钢珠颜色数量，并显示在触摸屏（HMI）上，再完成盒盖装配称重等工序；RFID 信息写入（①订单号②小钢珠数量③大钢珠数量④生产设备号⑤操作员信息⑥仓库号⑦称重数据⑧生产日期⑨扫码数据⑩高度数据 mm⑪材质信息非金属 0，金属 1）；再通过三轴线性搬移装置按照先 X 轴、后 Y 轴顺序，送入指定仓位，摆放顺序金属料盒放置 E 库位，非金属材质分别放置 I、A 库位。

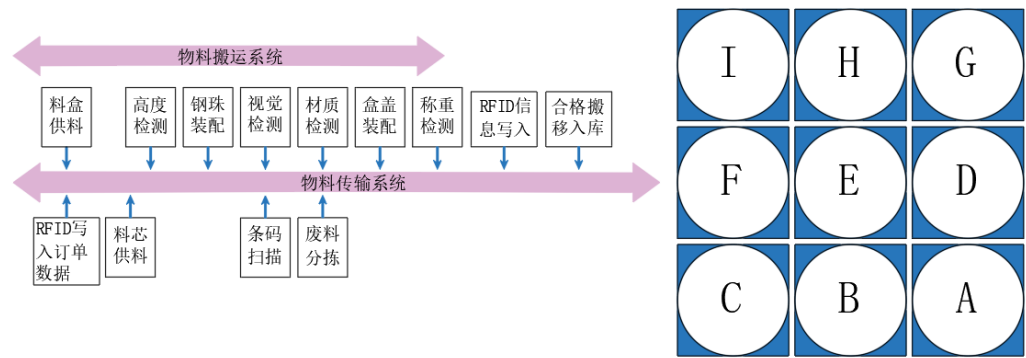


图 1 系统工艺流程示意图（参考）

订单所需原料包括同一颜色料盒（无盖）5 个，且带有条形码，并带有未写入信息的 RFID 芯片，包括 3 个“合格”料盒（含一个金属，两个非金属）和 2 个“不合格”料盒（圆形料盒和空方形料盒），具体见料盒标识，瓶盖 5 个；大小钢珠各 9 颗（每个料盒装填大小各 3 颗）。

模块一：工业网络智能控制与维护系统设计、仿真和
物理系统的安装、接线、组网与参数设置

※提示：模块一建议完成时长 180 分钟。

任务一：工业网络智能控制与维护工业网络设计

1.系统方案设计

根据任务书要求设计系统方案，补充并填写“系统主要电气元器件选型表(如表 1 所示)”的选用型号。将填写的文件存储为 pdf 格式文件，文件名为“1 系统主要电气元器件选型表.pdf”，文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

表 1 系统主要电气元器件选型表

序号	设备名称	选用型号	功能描述（参考）
1	主站 PLC		采集设备端传感器数据，上传数据至云平台、下发数据至执行设备
2	从站 PLC#1		采集设备端传感器数据；接收主站信息；控制执行器动作
	从站 PLC#2		
3	防火墙（FW）		配置不同端口，设置安全策略，安全拦截
4	三层交换机 #1(SW1)		组建环网，划分 VLAN 网段，实现不同网段互通
	三层交换机 #2(SW2)		
	三层交换机 #3(SW3)		
5	无线 AP		实现有线设备和无线设备的数据交换；连接外部网络
6	边缘网关		采集边缘端数据，协议转换，上传至云端
7	智能电表		用于采集设备用电信息
8	变频器		控制交流三相异步电机的动作
9	RFID#1		写入订单信息
	RFID#2		写入合格品信息
10	视觉传感器		颜色检测，缺陷检测，大小检测

2.绘制工业网络系统拓扑图

根据图 2 所示的工业网络系统结构，绘制拓扑图。该拓扑图采用环形组网结构，通过三层交换机（SW1、SW2、SW3）和防火墙(FW)进行子网划分与隔离，将云服务器、计算机#1(PC1)、计算机#2(PC2)、主站 PLC、无线 AP、边缘网关分别配置在不同网段，具体工业网络系统结构示意图如图 2 所示。

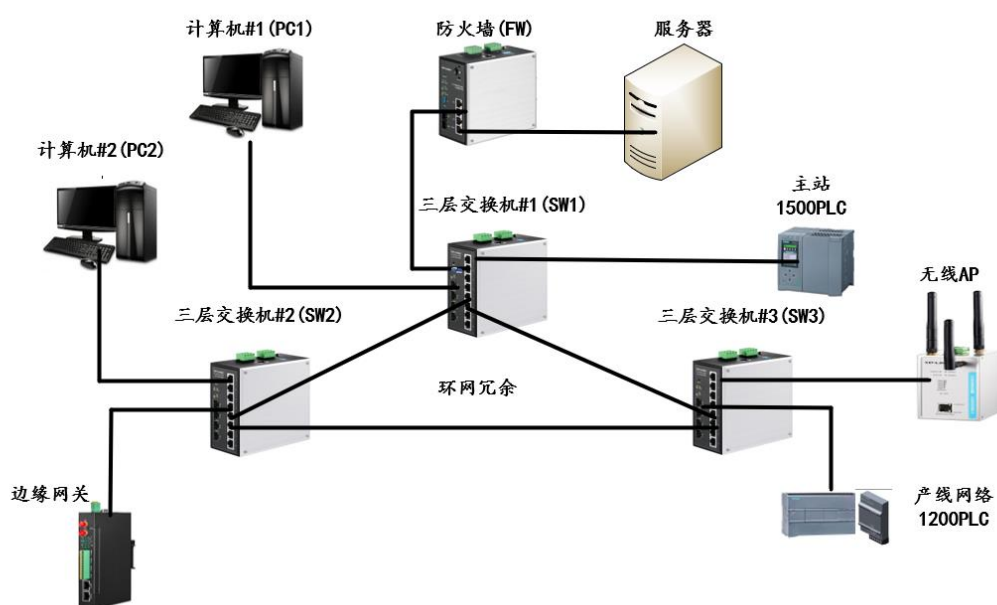


图 2 工业网络系统结构示意图

使用 VISIO 软件设计并绘制系统网络架构拓扑图，完成钢珠罐装生产线系统边缘层、网络层、应用层的划分。在网络架构拓扑图中应标注：设备名称、地址、通讯方式、组网结构。拓扑图应包含使用 Profinet（绿色）通讯协议的所有元件，Profibus-DP（紫色）通讯协议的远程 I/O 元件、Modbus-RTU（蓝色）通讯协议的环境数据检测元件、Modbus-TCP（红色）通讯协议的 RFID 元件、TCP/IP（黑色）通讯协议的视觉传感器元件，其它未选用元件无需绘制，各元件之间所采用的各类工业网络通讯协议用不同颜色线条标注。将绘制的文件存储为.pdf 格式文件，文件名为“2 网络架构拓扑图.pdf”，文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

3.配置 IP 地址表

对系统进行网络规划（VLAN 划分），VLAN 划分及网关 IP 地址分配表如表 2 所示。结合表 2 内容，完成网络单元设备的 IP 地址分配，填写系统 IP 地址分配表，即表 3 所示。将填写的文件存储为.pdf 格式文件，文件名为“3 系统 IP 地址分配表.pdf”，文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

表 2 VLAN 划分及网关 IP 地址分配表

设备名称 (符号)	VLAN			网络单元	
	名称	网关	端口号	名称	IP 地址

三层交换机 #1 (SW1)	主干网络	192.168.0.201/24	1, 2	环网	(结果填入表 3)
	设计网络	192.168.1.1/24	自定义	计算机#1(PC1)	
	数据管理网络 (S7-1500PLC)	192.168.3.1/24	自定义	主站 PLC	
三层交换机 #2 (SW2)	主干网络	192.168.0.202/24	1, 2	环网	
	维护网络	192.168.2.1/24	自定义	计算机#2(PC2)	
	边缘网络	192.168.6.1/24	自定义	边缘计算网关	
三层交换机 #3 (SW3)	主干网络	192.168.0.203/24	1, 2	环网	
	产线网络 (S7-1200PLC)	192.168.4.1/24	自定义	产线	
	无线 AP	192.168.5.1/24	自定义	—	
防火墙 (FW)	内网	192.168.0.254/24	GE2	SW1	
	服务网络	192.168.100.254/24	GE3	服务器	

表 3 系统 IP 地址分配表

序号	设备/元器件名称	IP 地址
1	服务器	
2	计算机#1(PC1)	
3	计算机#2(PC2)	
4	主站 PLC	
5	防火墙 (FW) GE2 端口	
6	防火墙 (FW) GE3 端口	
7	三层交换机#1(SW1) (1, 2 端口)	
8	三层交换机#2(SW2) (1, 2 端口)	
9	三层交换机#3(SW3) (1, 2 端口)	
10	边缘计算网关	

任务二：工业网络智能控制系统虚拟仿真与调试

采用 NX 软件进行虚拟仿真设计，结合系统实际功能，对各个部件进行属性定义，包括刚体、碰撞体、运动副等机械属性和电气属性的设置，建立动作信号，与虚拟 PLC 变量建立映射连接，完成的装配任务；编写虚拟 PLC 调试程序和虚拟 HMI 调试程序，实现系统的手动和自动运行，最终通过 HMI 实现对虚拟系统的模拟仿真调试和运行,并将装配调试好的“仿真模型”、“虚拟 PLC 调试程序”和“虚拟 HMI 调试程序”保存，文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

具体任务要求如下：

※提示：评分过程中，参赛选手通过**虚拟HMI**发出指令，完成以下“3.机构虚拟手动调试”、“4.单元仿真自动运行”的仿真动作，允许选手点击运行，禁止选手做任何修改。

1.单元模型装配

根据竞赛平台的实物布局完成料盒供料、高度检测机构、大小钢珠装配，输送带变频电动机、称重搬运单元的装配工作，并定义机电对象、信号。

2.部件虚拟点动测试

对系统的各单元模型进行仿真测试，在 NX MCD 软件内使用“运行时察看器”，采取点动方式实现前进挡料 1、前进挡料 2、称重气缸顶升、盒盖供料推出的虚拟手动测试。

3.机构虚拟手动调试

（组态界面图与任务 4 虚实统一）

通过操作**虚拟 HMI**实现挡停料、加盖、三轴线性搬运水平控制等机构的虚拟手动调试。

（1）挡停料机构

点击“前进挡料 1”按钮，小钢珠挡料机构伸出，对应“到位”信号指示灯点亮；再次点击“前进挡料 1”按钮，小钢珠挡料机构缩回，对应到位“原点”信号指示灯点亮；点击“前进挡料 2”按钮，大钢珠挡料机构伸出，对应“到位”信号指示灯点亮；再次点击“前进挡料 2”按钮，大钢珠挡料机构缩回，对应“原点”信号指示灯点亮。

（2）加盖机构

点击“盒盖供料”按钮，推料气缸推出，对应“到位”信号指示灯点亮；再次点击“盒盖供料”按钮，推料气缸缩回，对应“原点”信号指示灯点亮。

（3）三轴线性搬运水平控制机构

点击“X 轴正”按钮，X 轴正方向运动，位置数据实时变化，松开按钮停止运动，位置数据不再实时变化；点击“X 轴负”按钮，X 轴负方向运动，位置数据实时变化，松开按钮停止运动，位置数据不再实时变化；点击“Y 轴正”按钮，Y 轴正方向运动，位置数据实时变化，松开按钮停止运动，位置数据不再实时

变化；点击“Y 轴负”按钮，Y 轴负方向运动，位置数据实时变化，松开按钮停止运动，位置数据不再实时变化。

4.单元仿真自动运行

对系统的单元模型进行单站虚拟调试，使其按照工艺要求仿真自动运行。

（1）料盒供料单元：触发信号，完成料盒供料单元由供料气缸推出料瓶到传输带的动作。

（2）钢珠装填单元：料盒运输到钢珠装填模块，对应的挡料机构动作，进行钢珠装配，由推料气缸把掉落的钢珠进行装瓶，装瓶完成后再次移动。

（3）称重搬运单元：料瓶在取料位置，称重搬运机构伸出取料瓶，完成对料瓶称重检测的动作。

（4）仓储单元：称重完成后，三轴线性搬运装置将物料搬运至 A 仓位，搬运流程完成。

任务三：工业网络组网搭建与测试

1.工业网络关键设备安装与接线

将相关设备采用对应的通信接口和线缆进行连接，包括工业以太网连接、现场总线设备连接、无线通信设备连接，完成系统组网。安装过程中，元器件、设备安装工艺均应符合国家和行业规范、标准。

（1）设备安装、气路连接与电气接线

①完成高度检测装置的**设备安装、气路连接与电气接线**；

②完成机器视觉**设备安装、电气**接线与调试。

（2）根据任务要求按照 T568B 标准，完成以下网线制作

①完成服务器到防火墙 GE3 口的网线制作并连接；

②完成 SW1 对应端口到主站 PLC 的网线制作并连接。

※提示：未完成网线制作需启用备用网线的，该技能点不得分，备用网线启用时间为自比赛开始 2 小时后。

2. 工业网络关键设备参数设置与测试

（1）网络层设置与测试

根据“VLAN 划分及网关 IP 地址分配表(表 2)”和“系统 IP 地址分配表(表 3)”完成三层交换机、防火墙、无线 AP 等设备设置，满足系统设计要求和使用

用功能。

使用现场提供的工业网络测试软件，对设置的网络参数进行测试，并将测试结果保存为图片格式，文件名为“4 网络测试.jpg”（指示线全绿），文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。修改网络设备的 IP 地址，点击测试，指示线“由绿变红”；恢复后，指示线“由红变绿”。

（2）边缘层网络组态

采用 ProfiNet、Profibus DP 的通讯方式，使用博途软件，完成 PLC 与人机界面、远程 I/O、伺服驱动器及其它 PLC 之间的通信组态，并截图保存为图片格式（如图 6 所示），文件名为“5 博途系统组态.jpg”（在线监控时，全通），文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

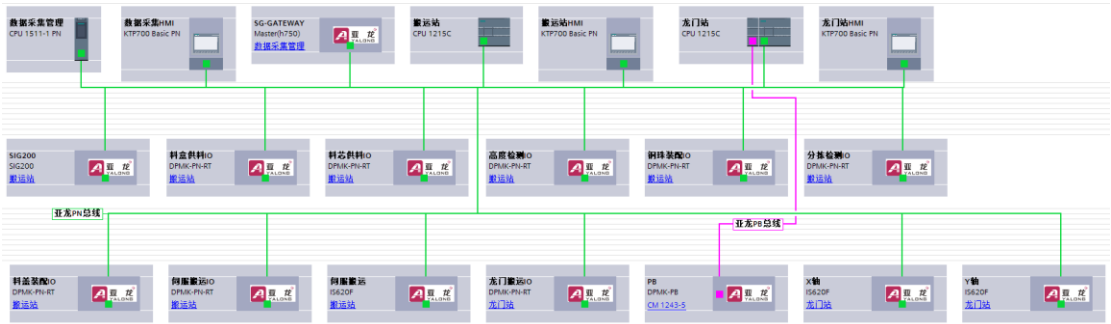


图 6 博途系统组态截图(参考)

（3）环网冗余测试

设置计算机#2(PC2)的 IP 地址如表 3 所设定，使用连续 ping 命令，ping 通“产线网络网关”192.168.4.1；拔掉 SW2、SW3 的任意一个环网端口网线，仍然能 ping 通“产线网络网关”192.168.4.1；使用连续 ping 命令，ping 通“产线网络网关”192.168.4.1；拔掉同一个三层交换机的另外一个环网端口网线，不能 ping 通“产线网络网关”192.168.4.1。

模块二：工业网络智能控制系统调试与智能运维

※提示：模块二建议完成时长 180 分钟。

任务四：工业网络智能控制系统调试

编写 PLC 调试程序和触摸屏（HMI）虚实调试程序，完成虚实联动，即虚拟模型与真实设备动作一致。并将“PLC 调试程序”、“触摸屏（HMI）虚实调

试程序”保存，文件存放在“E:\赛位号\”文件夹内。

系统包括手动调试、自动调试和系统联调，各工序手、自动调试由转换开关来切换控制。由硬件转换开关 SA 来切换控制模式，SA 旋至左侧为手动模式，HMI 自动跳转至手动调试界面，通过点击触摸屏（HMI）“手动调试”界面完成手动调试（后续界面需自行设计）；SA 旋至右侧为自动模式，HMI 自动跳转至自动运行界面，通过点击触摸屏（HMI）“自动调试”界面完成自动调试（后续界面需自行设计），在系统联调模式下，通过点击触摸屏（HMI）调试总界面的“系统联调”按钮完成系统联调（后续界面需自行设计）。触摸屏（HMI）手动调试、自动调试及系统联调界面根据任务要求自行设计，触摸屏（HMI）调试总界面（参考）如图 7 所示。

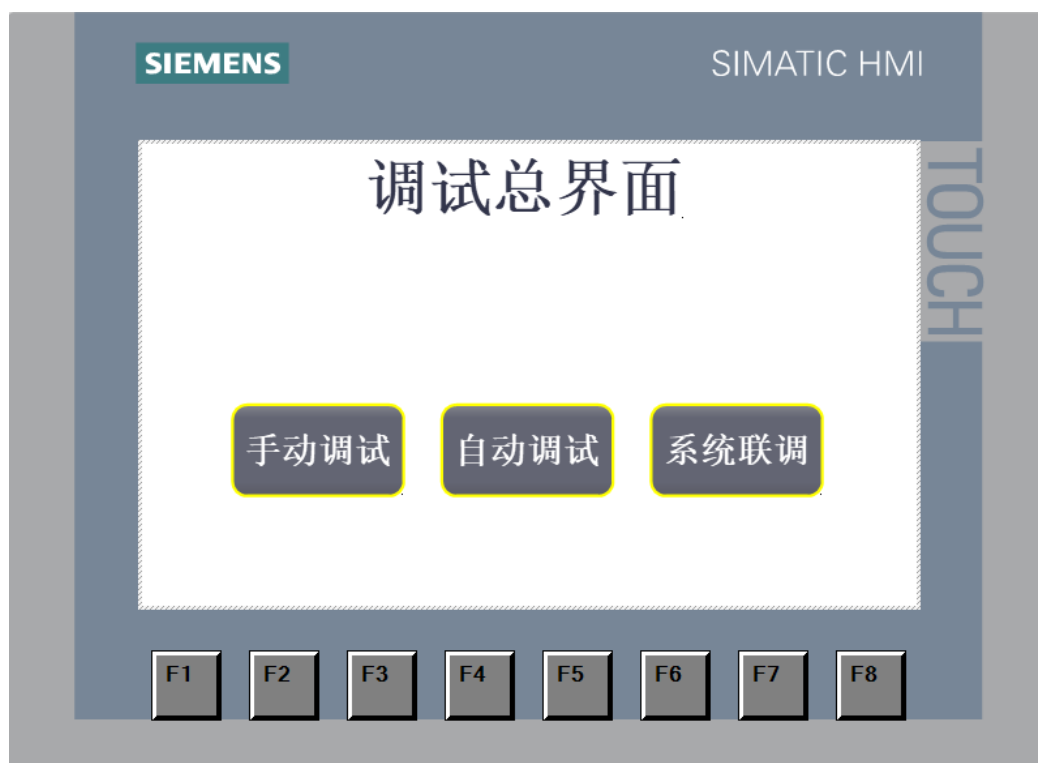


图 7 触摸屏（HMI）调试总界面（参考）

1.手动调试

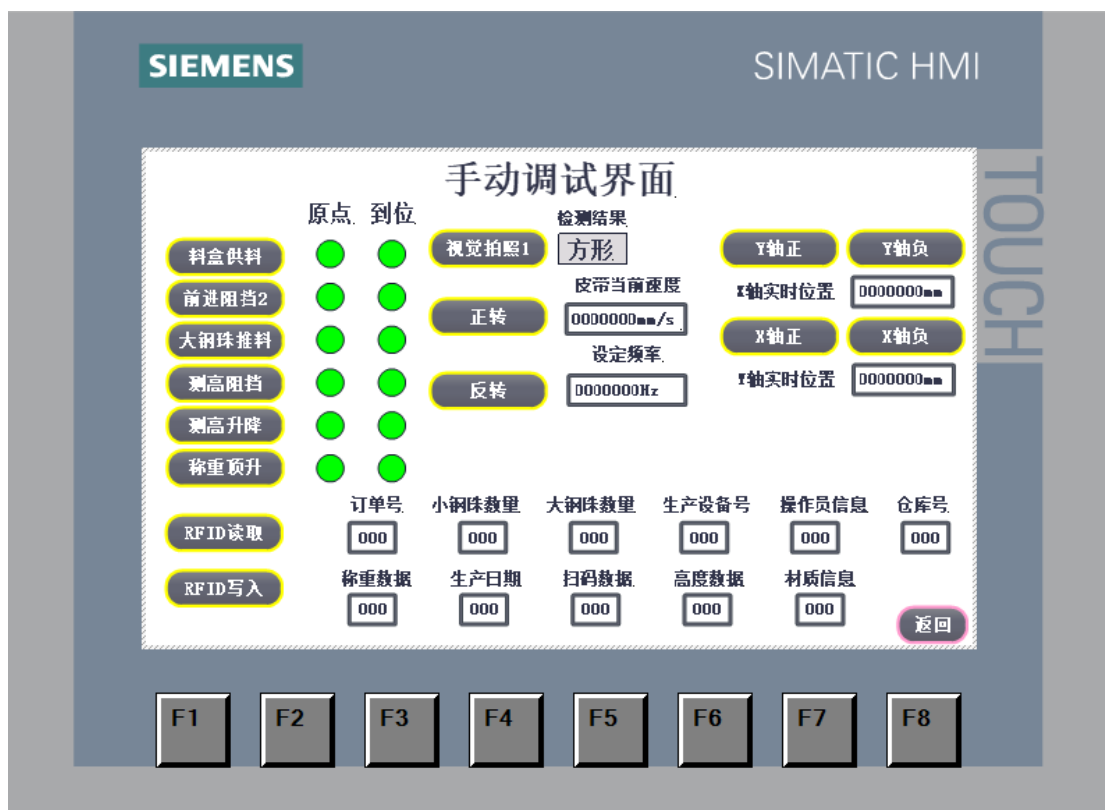


图 8 触摸屏（HMI）手动调试界面（参考）

（1）料盒供料

① 按下触摸屏（HMI）“料盒供料”按钮，料盒推料气缸推出，触摸屏对应“到位”信号指示灯点亮；

② 再次按下触摸屏（HMI）“料盒供料”按钮，料盒推料气缸缩回，触摸屏对应“原点”信号指示灯点亮。

（2）RFID 读写



图 9 触摸屏（HMI）RFID 读写手动调试界面（参考）

① 在 RFID 检测区域放置带有芯片的料盒。

② 在触摸屏上输入框中写入待写数据，按下“RFID 写入”按钮，将数据写入到 RFID 芯片中。待写数据内容从“订单号”文本框至“材质信息”文本框，依次输入“1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11”。

③在触摸屏上按下“RFID 读取”按钮，触摸屏上显示读取数据。读取数据内容从“订单号”文本框至“生产日期”文本框，依次显示“1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11”。

（3）大钢珠装配

①按下触摸屏（HMI）“前进挡料 2”按钮，大钢珠挡料机构伸出，触摸屏对应“到位”指示灯点亮；

②再次按下触摸屏（HMI）“前进挡料 2”按钮，大钢珠挡料机构缩回，触摸屏对应“原点”指示灯点亮；

③按下触摸屏（HMI）“大钢珠推料”按钮，大钢珠推料气缸推出，触摸屏对应“到位”指示灯点亮；

④再次按下触摸屏（HMI）“大钢珠推料”按钮，大钢珠推料气缸缩回，触摸屏对应“原点”指示灯点亮。

（4）高度检测

①在高度检测区域放置瓶体；

②按下触摸屏（HMI）“测高阻挡”按钮，“阻挡”气缸动作，触摸屏对应“到位”信号指示灯点亮；

③再次按下触摸屏（HMI）“测高阻挡”按钮，“测高阻挡”气缸复位，触摸屏对应“原点”信号指示灯点亮；

④按下触摸屏（HMI）“升降”按钮，升降气缸动作，触摸屏对应“到位”信号指示灯点亮；

（5）视觉检测

①在视觉识别区域分别放置圆形、方形料盒；

② 点击触摸屏“拍照测试 1”按钮，视觉判断料盒形状，在触摸屏（HMI）上显示“方形”或者“圆形”。

测试前，选手准备好“方形”料盒和“圆形”料盒；测试时，选手将料盒放置到视觉识别区，再点击“拍照测试 1”按钮；由裁判指定料盒放入的先后顺序。

（6）变频电动机皮带运动

变频电动机皮带机构手动调试前，首先在触摸屏（HMI）“变频器设定频率

(Hz)”文本框中输入频率值，再按住“正转”或“反转”按钮，实现变频电动机皮带机构的正转或反转运动控制，并能实时显示皮带当前速度值（单位 mm/s）。松开按钮，皮带停止。

（7）入库前称重检测

- ①点击触摸屏“顶升”按钮，顶升气缸抬升，触摸屏对应“到位”指示灯点亮；
- ②再次点击触摸屏“顶升”按钮，顶升气缸下降，触摸屏对应“原点”指示灯点亮。

（8）合格品搬移入库

- ①点击触摸屏“X 轴正”按钮，X 轴正方向运动，触摸屏位置数据实时增加，松开按钮 X 轴停止运动。
- ②点击触摸屏“X 轴负”按钮，X 轴负方向运动，触摸屏位置数据实时减小，松开按钮 X 轴停止运动。
- ③点击触摸屏“Y 轴正”按钮，Y 轴正方向运动，触摸屏位置数据实时增加，松开按钮 Y 轴停止运动。
- ④点击触摸屏“Y 轴负”按钮，Y 轴负方向运动，触摸屏位置数据实时减小，松开按钮 Y 轴停止运动。
- ⑤再次按下触摸屏（HMI）“升降”按钮，升降气缸复位，触摸屏对应“原点”信号指示灯点亮。

2.自动调试

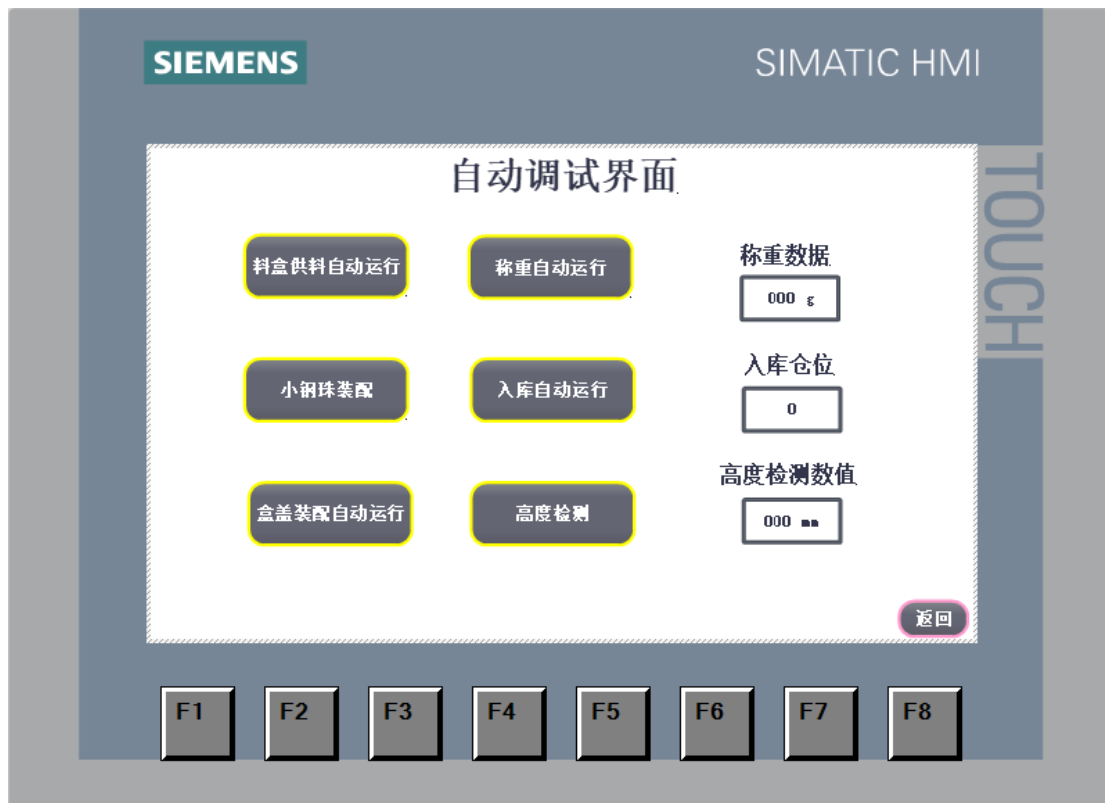


图 10 触摸屏（HMI）自动调试界面（参考）

（1）料盒供料

流程开始，点击触摸屏（HMI）“料盒供料自动运行”按钮，供料气缸将料盒从料仓中推出，料盒到位。

（2）大钢珠装配

流程开始，在大钢珠装配位置前放置料盒，点击触摸屏（HMI）“装配自动运行”按钮，大钢珠装配位的前进挡停 2 伸出，物料传输系统将料盒运送到大钢珠装配位，物料传送系统停止；装配大钢珠 2 颗；装配完成后，前进挡停 2 缩回，物料传送系统再次启动；料盒离开大钢珠装配位，传送带停止，流程结束。

※提示：自动运行前，选手需要在料仓装填适量大钢珠，在运行起始位放置料盒。

（3）高度检测

※提示：请参赛选手正确标定“合格”瓶底的高度测量值。

点击触摸屏（HMI）上的“高度检测”按钮，相应气缸依次动作，完成高度检测，在触摸屏上显示高度检测数值，3 秒后，相应气缸依次复位。

（4）盒盖装配

流程开始，在称重平台上放置料盒（无盖），点击触摸屏（HMI）“盒盖装配自动运行”按钮，推料气缸将盒盖推出，盒盖装配机构完成料盒装盖，盒盖装配机构回到初始位，流程结束。

（5）入库前称重检测

流程开始，在称重平台上放置料盒（有盖），点击触摸屏“称重自动运行”按钮，顶升气缸抬升，触摸屏（HMI）显示料盒重量（单位：g），3 秒后，顶升气缸下降，流程结束。

测试时，选手将准备好料盒（有盖）放置在称重平台上。

（6）合格品搬移入库

流程开始，在称重平台放置料盒（有盖），在触摸屏上选择入库仓位，点击触摸屏上“入库自动运行”按钮，三轴线性搬移装置抓取料盒，并将料盒放置到指定的九宫格库位中，三轴线性搬移装置回到初始位，流程结束。

3.系统联调

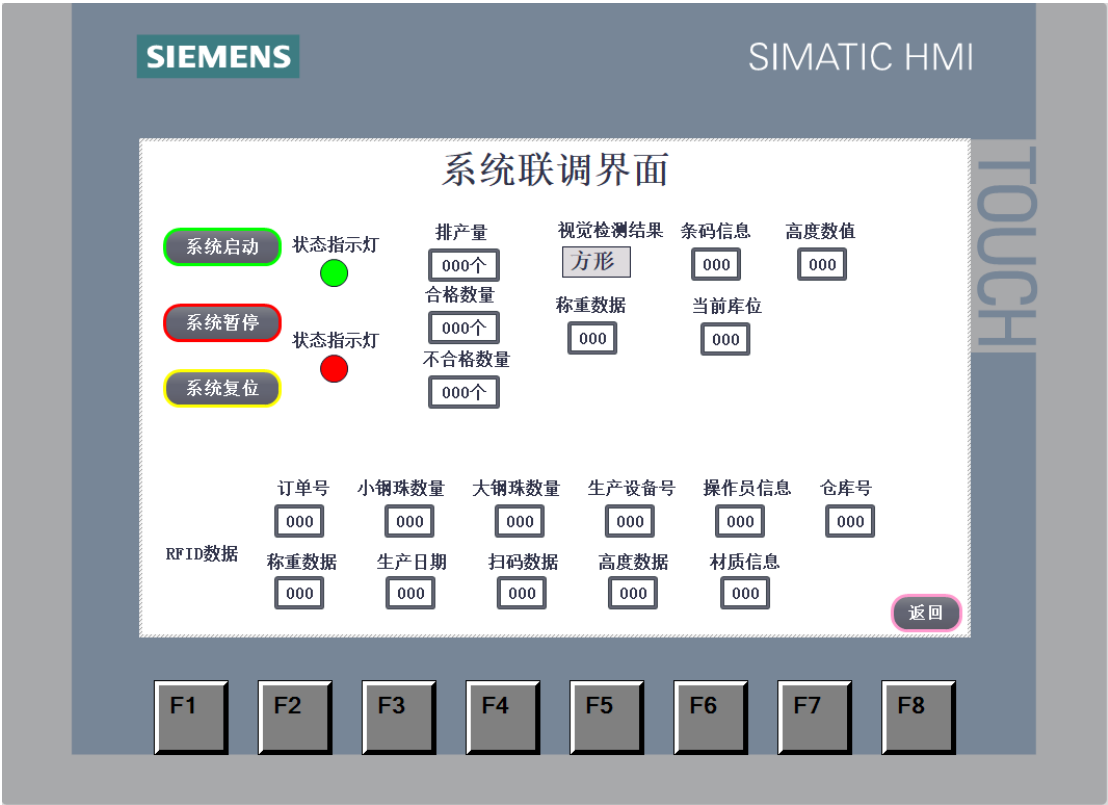


图 11 触摸屏（HMI）自动调试界面（参考）

在完成单元模块手动、自动调试基础上，按着工艺系统设计，逐级实现前后单元模块的连接。在连接过程当中，应确认前一个单元模块输出信号、

数据等是否正常，如存在异常，需排除异常，再继续联调，直至完成所有单元模块的软、硬件连接，开始一个完整的产品生产周期的试运行；当系统能够平稳的完成一个生产周期工作时，系统的联合调试完成。以截图的方式保存第一次平稳完成一个生产周期的运行时间（以 PLC 的 DB 块数据为准），文件名为“6 第一次平稳完成一个生产周期的运行时间.jpg”图片文件必须存储到“E:\赛位号\”文件夹下。具体系统联调流程如下：

※提示：系统联调过程中，虚拟模型与真实设备动作一致。

（1）通过 RFID 读写器向料盒芯片写入初始订单数据，包括订单号、订单内容和生产设备号等。并显示在触摸屏（HMI）上。

料盒 RFID 信息定义如下：

表 5 料盒 RFID 信息定义

<p>瓶体 RFID 信息定义：（存放 4 组数据）</p> <p>①订单号：</p> <p>②小钢珠数量：</p> <p>③大钢珠数量：</p> <p>④生产设备号：</p> <p>⑤操作员信息：</p>
--

（2）料盒由料盒供料随机推出后，将料盒运输至输送带末端，称重搬运将料盒搬运至称重位置，进行称重并记录料盒初始重量，并将结果显示在触摸屏（HMI）上。

（3）称重搬运将料盒搬运至输送带末端，由搬运机械手送至扫码检测位置并将条码结果显示在触摸屏（HMI）上，再进行视觉检测料盒形状，“不合格”圆形料盒分拣至“废料滑槽”；“合格”方形料盒，进行下一工序。

（4）将料盒运输至高度检测位置，进行料盒高度检测，“高度不合格”（空料盒）分拣至“废料滑槽”，“高度合格”（非空料盒）进行料盒材质检测，完成后进行下一工序。

（5）将料盒运输至钢珠装配单元，随机装填大小钢珠各 3 颗。

（6）将料盒运输至视觉检测位置进行视觉检测钢珠颜色数量，并显示在触摸屏（HMI）上，进行下一工序。

(7) 将合格物料搬运至称重位置，“合格”料盒到达称重位置后，盒盖供料将盒盖推出，装配机构完成盒盖与料盒的装配；然后进行称重，并计算出钢珠净重，由三轴线性搬移装置抓取成品移动至 RFID 读写位置；先读取芯片数据信息，再将料盒 RFID 信息更新；更新完成后，再通过三轴线性搬移装置按照先 X 轴、后 Y 轴顺序，送入指定仓位，摆放顺序金属料盒放置 E 库位，非金属材质分别放置 I、A 库位。流程结束。

表 6 料盒 RFID 信息定义

瓶体 RFID 信息定义：（存放 8 组数据）	
① 订单号	⑥仓库号
② 小钢珠数量	⑦称重数据
③ 大钢珠数量	⑧生产日期
④ 生产设备号	⑨扫码数据
⑤ 操作员信息	⑩高度数据 mm
⑪材质信息：非金属 0，金属 1	

系统联调过程中，若触发安全光栅，系统暂停运行并进行声光报警（红色指示灯 1Hz 闪烁，Lora 灯同步）。系统联调中，按下暂停按钮，系统暂停运行，绿色指示灯熄灭，红色指示灯常亮（Lora 灯同步），按下启动按钮绿色指示灯常亮红色指示灯熄灭（Lora 灯同步）。

※提示：系统联调评分开始前，由裁判预先指定入库仓位。

4.工业网络智能控制系统优化

根据工业网络智能控制系统的工艺要求，在订单生产过程中，对各单元设备运行参数、控制程序和生产节拍进行优化，实现系统整体生产效率比“第一次平稳完成一个生产周期的运行时间”提高 10% 以上。在系统优化完成后，以截图的方式保存文件名为“7 优化后平稳完成一个生产周期的运行时间.jpg”（以 PLC 的 DB 块数据为准），图片文件必须存储到“E:\赛位号\”文件夹下。

5.工业网络智能控制系统 MES 应用

根据工业网络智能控制系统的工艺要求，实现 PLC 控制程序与 MES 系统通讯，通过 MES 系统下发订单，实现系统订单自动生产。在订单生产过程中，采集各单元设备运行参数，记录运行时间、订单信息，显示生产状态、库位信息。订单完成后，系统自动停止。

授权操作者根据用户订单，在 MES 系统创建订单并下发 5 条订单，下单后系统自动运行。

任务五 工业网络智能控制与维护系统智能运维

1. 系统数据采集与分析

(1) 设备能耗统计和分析

通过配置边缘网关和云平台参数，采集数据管理单元的“能耗数据”和“环境数据”展示到云平台的 web 界面上。

①能耗数据包括：当前电压、当前电流、总电能、功率因数；

②环境数据包括：CO₂、大气压力、噪声、温度值、湿度值数据。

(2) 生产过程数据采集

在云平台 web 上显示以下数据：

① 搬运机械手位置、速度数据；

② 视觉检测用柱状图、输送带变频电动机速度用时间连续图表示、Y 轴实时位置、物料 RFID 数据、条码/二维码检测值和称重检测重量数据；

2. 系统的报警优化

系统自动运行时，云端远程设置温度、湿度、CO₂ 传感器报警预设值。当超过预设时，云平台能够报警，并整机暂停，解除报警，恢复正常，继续运行。

任务六 竞赛总结

参赛选手梳理整个比赛过程，撰写竞赛总结，内容从以下两个方面叙述：

(1) 收获（从工业网络智能控制系统设计与实现的流程认知、工程素养、安全意识、技能报国等方面）

(2) 改进（从软件能力、系统搭建、新工具的应用、运维管理等方面）

字数要求 500 字以上，文件以 PDF 格式提交，命名为“8 竞赛总结.pdf”，存放在“E:\赛位号\”文件夹内。