

**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**

教师组赛题 3

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；
- 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。

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；4个瓶体随机顺序供料A，在RFID信息写入前读取瓶体条形码或二维码信息并显示在触摸屏（HMI）上；装填大钢珠（每瓶装3颗）；视觉检测瓶体颜色缺陷，“不合格”黄色标识瓶体分拣至“废料滑槽”；“合格”瓶体（空瓶）完成盒盖装配工序，在称重平台称重并计算装填大钢珠净重量（手动4次分别对4个瓶体（有盖）称重，计算瓶体（有盖）重量平均值，作为瓶体（有盖）的标准重量，该值存入DB块相应变量），在触摸屏（HMI）显示装填大钢珠净重量；RFID信息写入（订单号、小钢珠数量（0）、大钢珠数量（3）、仓位号、称重数据（装填大钢珠净重量）、生产设备号、操作员、生产日期）；再通过三轴线性搬移装置按照先Y轴、后X轴顺序，送入指定仓位，按对角摆放，摆放顺序“EIA”或“ECG”。

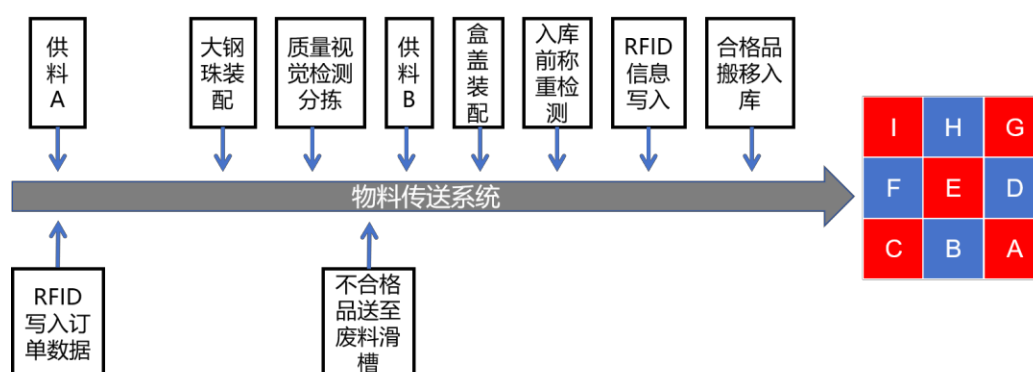


图 1 系统工艺流程示意图（参考）

订单所需原料包括瓶体（无盖）4 个，且均带有条形码或二维码，并带有未写入信息的 RFID 芯片。其中，3 个“合格”瓶体和 1 个“不合格”瓶体（黄色缺陷标识），具体见瓶体标识，瓶盖 4 个；大钢珠 12 颗（每个瓶体装填 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:\GZ016+XS+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		
	从站 PLC#3		
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。

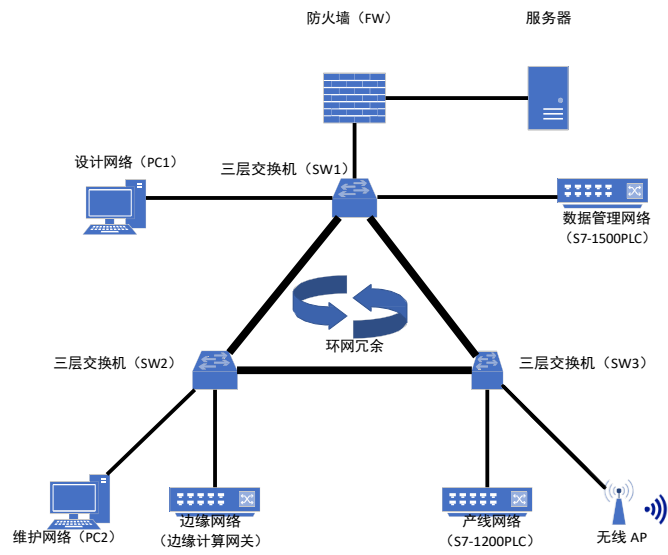


图 2 工业网络系统结构示意图

使用赛位提供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:\GZ016+XS+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:\GZ016+XS+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	5, 6	环网	(结果填入表 3)
	设计网络	192.168.15.1/24	自定义	计算机#1(PC1)	
	数据管理网络 (S7-1500PLC)	192.168.20.1/24	自定义	主站 PLC	
三层交换机 #2 (SW2)	主干网络	192.168.0.202/24	5, 6	环网	
	维护网络	192.168.29.1/24	自定义	计算机#2(PC2)	
	边缘网络	192.168.40.1/24	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	5, 6	环网	
	服务网络	192.168.30.1/24	自定义	服务器	
	产线网络 (S7-1200PLC)	192.168.35.1/24	自定义	产线	
	无线 AP	192.168.50.1/24	自定义	—	
防火墙 (FW)	内网	192.168.0.254/24	GE2	SW1	

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) (5, 6 端口)	
8	三层交换机#2(SW2) (5, 6 端口)	
9	三层交换机#3(SW3) (5, 6 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，并将装配调试好的“4 仿真模型”、“5 虚拟 PLC 调试程序”和“6 虚拟 HMI 调试程序”保存，文件存放在“E:\GZ016+XS+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供料 A 站、视觉检测单元、 龙门入库单元、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，在相关软件内使用“运行时察看器”，采取点动方式实现 X 轴、挡料大、废料挡块、高度检测、供料 A 推出、搬运伸出动作 的虚拟手动测试。

3.机构虚拟手动调试

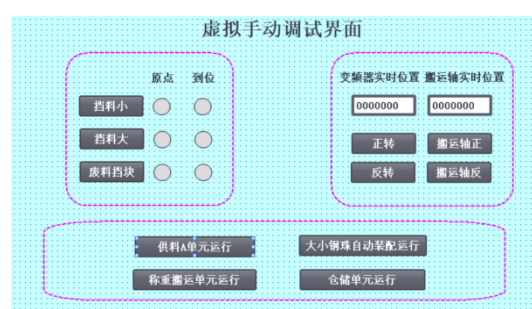


图 3 虚拟手动调试界面示意图（参考）

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“挡料小”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“挡料小”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“挡料大”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“挡料大”按钮，大钢珠挡料机构缩回，对应“原点”信号指示灯点亮。

（2）分拣机构

点击“废料挡块”按钮，推料气缸推出，对应“到位”信号指示灯点亮；两秒后推料气缸自动缩回，对应“原点”信号指示灯点亮。

（3）变频电动机皮带机构

变频电动机皮带机构调试按住“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。

（4）搬运水平控制机构

点击“搬运轴正”按钮，搬运轴正方向运动，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“搬运轴负”按钮，搬运轴负方向运动，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 对系统的单元模型分别进行单站虚拟调试（非系统联调仿真），使其按照工艺要求仿真自动运行。

（1）供料 A 单元：点击**虚拟 HMI**“供料 A 单元运行”，完成供料 A 单元由供料气缸推出，瓶体到位。

（2）大小钢珠装填单元：点击**虚拟 HMI**“大小钢珠自动装配运行”瓶体运输到钢珠 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：点击**虚拟 HMI**“称重单元运行”，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：点击**虚拟 HMI**“仓储单元运行”，龙门搬运装置将物料 搬运至 E 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完成大小钢珠装配设备安装、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完成主站 PLC 到 SW1 对应端口的网线制作并连接；

②完成 SW2 对应端口到边缘计算网关的网线制作并连接。

※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“7 网络测试.jpg”（指示线全绿），文件存放在“E:\GZ016+XS+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 4 所示），文件名为“8 系统组态.jpg”（在线监控时，全通），文件存放在“E:\GZ016+XS+赛位号\”文件夹内。

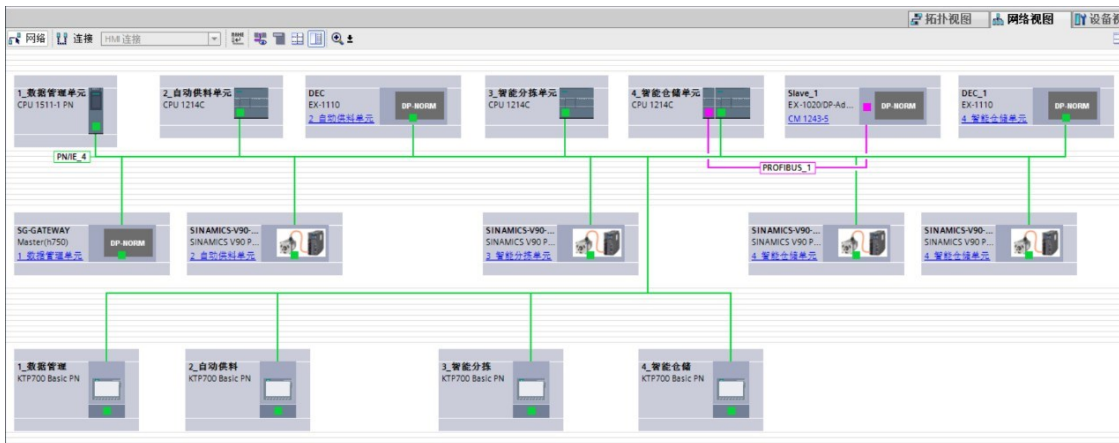


图 4 系统组态截图（参考）

（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”192.168.35.1；拔掉 SW1、SW2、SW3 的任意一个环网端口网线，仍然能 ping 通“产线网络网关”192.168.35.1；使用连续 ping 命令，ping 通“产线网络网关”192.168.35.1；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”192.168.35.1。

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“9PLC 调试程序”、“10 触摸屏（HMI）虚实调试程序”保存，文件存放在“E:\GZ016+XS+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。在手动调试模式下，通过点击触摸屏（HMI）调试总界面的“手动调试”按钮完成手动调试（后续界面需自行设计）；在自动调试模式下，通过点击触摸屏（HMI）调试总界面的“自动调试”按钮完成自动调试（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 5 所示。

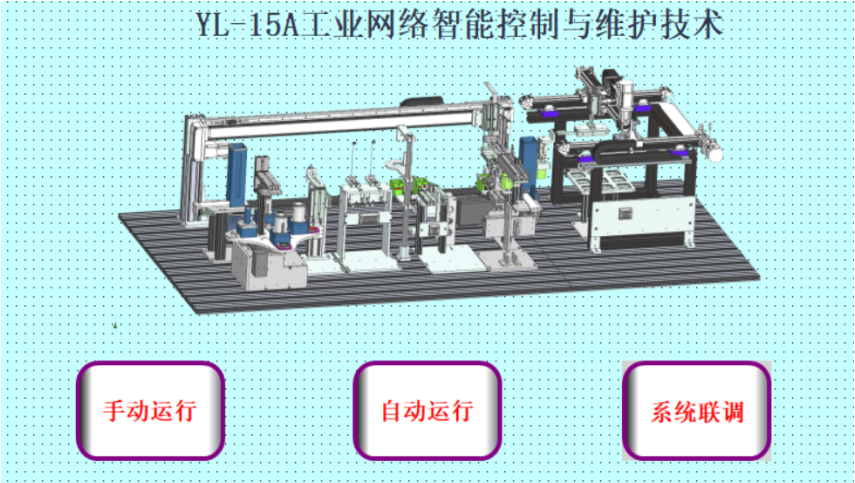


图 5 触摸屏（HMI）调试总界面（参考）

1. 手动调试

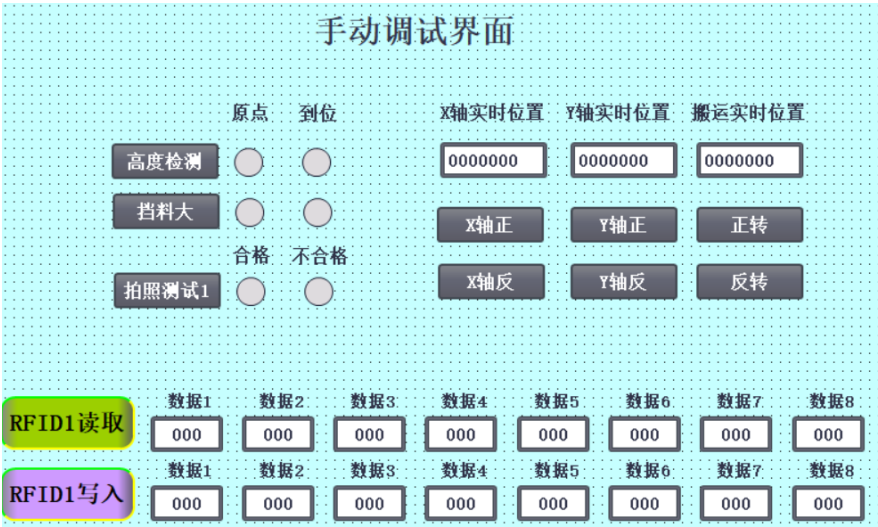


图 6 触摸屏（HMI）调试手动界面（参考）

(1) 高度检测

① 按下触摸屏（HMI）“高度检测”按钮，高度检测气缸推出，触摸屏对应“到位”信号指示灯点亮；

② 再次按下触摸屏（HMI）“高度检测”按钮，高度检测气缸缩回，触摸屏对应“原点”信号指示灯点亮。

(2) RFID 读写

①在 RFID 检测区域放置带有芯片的瓶体。

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“生产日期”文本框，依次输入“5、6、7、8、1、2、3、4”。

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“5、6、7、8、1、2、3、4”。

(3) 大钢珠装配

①按下触摸屏（HMI）“挡料大”按钮，大钢珠挡料机构伸出，触摸屏对应“到位”指示灯点亮；过三秒大钢珠挡料机构自动缩回，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；过三秒大钢珠推料气缸自动缩回，触摸屏对应“原点”指示灯点亮。

(4) 视觉检测

①在视觉识别区域分别放置有、无黄色缺陷瓶体；

②点击触摸屏“拍照测试 1”按钮，视觉判断瓶体有无缺陷，无缺陷瓶体，在触摸屏（HMI）上显示“合格”；有缺陷瓶体在触摸屏（HMI）上显示“不合格”。

测试前，选手准备好“合格”瓶体和“不合格”瓶体；测试时，选手将瓶体放置到视觉识别区，再点击“拍照测试 1”按钮；由裁判指定瓶体放入的先后顺序。

(5) 搬运电机运动

①点击触摸屏“正转”按钮，搬运轴正方向自动运动，触摸屏位置数据实时增加，再次点击触摸屏“正转”按钮，搬运轴停止运动。

②点击触摸屏“反转”按钮，搬运轴负方向自动运动，触摸屏位置数据实时减小，再次点击触摸屏“反转”按钮，松开按钮 搬运轴停止运动。

(6) 合格品搬移入库

①点击触摸屏“X 轴正”按钮，X 轴正方向自动运动，触摸屏位置数据实时增加，再次点击触摸屏“X 轴正”按钮，X 轴停止运动。

②点击触摸屏“X 轴负”按钮，X 轴负方向自动运动，触摸屏位置数据实时减小，再次点击触摸屏“X 轴负”按钮，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。

2.自动调试

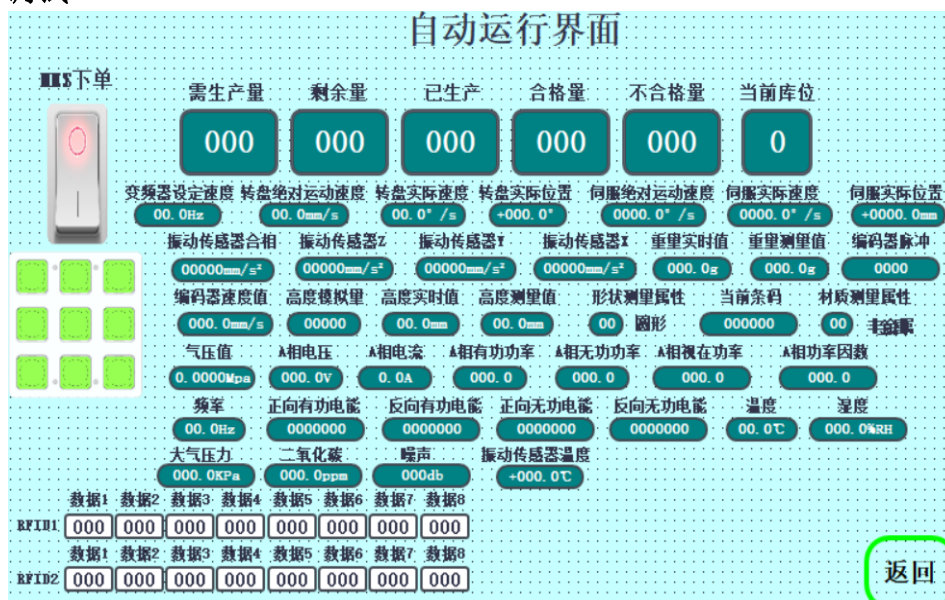


图 7 触摸屏（HMI）自动调试界面（参考）

(1) 供料 A

流程开始，点击触摸屏（HMI）“供料 A 自动运行”按钮，供料 A 气缸将瓶体从料仓中推出，瓶体到位。

(2) 大小钢珠装配

流程开始，在大钢珠装配位置前放置瓶体，点击触摸屏（HMI）“装配自动运行”按钮，大钢珠装配位的挡停右伸出，物料传输系统将瓶体运送到大钢珠装配位，物料传送系统停止；装配大钢珠 5 颗；装配完成后，挡停右缩回，物料传送系统再次启动；瓶体离开大钢珠装配位，小钢珠装配位的挡停右伸出，物料传输系统将瓶体运送到小钢珠装配位，物料传送系统停止；装配小钢珠 2 颗；装配完成后，挡停右缩回，物料传送系统再次启动；瓶体离开大钢珠装配位，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，在运行起始位放置瓶体。

(3) 盒盖装配 流程开始，在称重平台上放置瓶体（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，盒盖装配机构完成瓶体装盖，盒盖装配机构回到初始位，流程结束。

(4) 入库前称重检测 流程开始，在称重平台上放置瓶体（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）显示装填大钢珠净重量（单位：g），4 秒后，顶升气缸下降，流程结束。

测试时，选手将准备好瓶体（有盖）放置在称重平台上。

(5) 合格品搬移入库 流程开始，在称重平台放置瓶体（有盖），在触屏上选择入库仓位，点击触摸屏上“入库自动运行”按钮，三轴线性搬移装置抓取瓶体，并将瓶体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 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“11 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:\GZ016+XS+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 读写器向瓶体芯片写入初始订单数据，包括订单号、订单内容和入库仓位。

瓶体 RFID 信息定义如下：

表 4 瓶体 RFID 信息定义

瓶体 RFID 信息定义：（存放 4 组数据）	
① 订单号：	
② 大钢珠数量：	
③ 小钢珠数量：	
④ 入库仓位：	

- （2）瓶体由供料 A 推出后，开始下一工序。
- （3）利用伺服搬运机械手将瓶体搬运至下一工序。
- （4）输送带将瓶体运送至大钢珠挡料位置，根据用户定制的大钢珠数量进行装配；装配完成后，挡料机构缩回。
- （5）输送带将瓶体运送到视觉检测位置，视觉系统检测瓶体有无黄色缺陷；有黄色缺陷瓶体在触摸屏（HMI）上显示“不合格”，送至“废料滑槽”；无黄色缺陷瓶体，在触摸屏（HMI）上显示“合格”；称重搬运机构将瓶体运送到称重位置。
- （6）“合格”瓶体到达称重位置后，供料 B 将盒盖推出，装配机构完成盒盖与瓶体的装配；然后进行称重；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，再将瓶体 RFID 信息更新（见表 5）；更新完成后，三轴线性搬移装置将成品放置到指定的九宫格仓库位中，流程结束。

表 5 瓶体 RFID 信息定义

瓶体 RFID 信息定义：（存放 8 组数据）	
① 订单号：	⑤ 装填大钢珠净重量：
② 大钢珠数量：	⑥ 生产设备号：
③ 小钢珠数量：	⑦ 操作员：
④ 入库仓位：	⑧ 生产日期：

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。

※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“12 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:\GZ016+XS+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 4 条订单，下单后系统自动运行，完成订单下达的所有任务。

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、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 变频电动机输送带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。

③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 传感器阈值。当超过阈值时，云平台能够让系统报警，并通过云平台进行处理，解除报警，恢复正常。