2026

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

数字化控制技术

BRICS-FS-51

样题(国际总决赛)

2026 年 11 月

目录

1 项目简介 2
1.1 项目描述 2
1.2 竞赛目的 2
2 选手需具备的能力 3
3 竞赛项目 3
3.1 比赛内容 3
3.2 竞赛模块 4

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

1 项目简介

1.1 项目描述

金砖国家职业技能大赛数字化控制技术项目以国家职业标准和企业岗位需求为依据，考核参赛者数字化控制系统网络规划与设计、编程、调试、故障诊断及综合应用能力。完成数字化控制系统网络规划与设计、控制程序的设计、工艺流程系统调试、数据上云平台以及对接 MES 制造执行系统，实现数字化控制和可视化展示。

数字化控制技术竞赛是一项聚焦于现代工业自动化与智能化领域的专业技术赛事，旨在通过实践与创新结合的方式，推动数字化控制技术的应用与发展。竞赛以工业控制系统、智能算法、物联网（IoT）及数据驱动的控制策略为核心，面向高校学生、科研人员及企业工程师等群体，提供了一个展示技术能力、交流创新思路的平台，考察参赛选手在工程现场，针对实际问题的分析和处理能力、创新、创意、组织管理与团队协调能力。

1.2 竞赛目的

1. 推动技术应用

通过竞赛形式促进数字化控制技术在工业领域的落地，探索其在智能制造、绿色能源等场景中的实际价值。

2. 培养专业人才

为高校与企业搭建人才培养桥梁，提升参赛者在控制理论、工程实践及跨学科协作方面的能力。

3. 激发创新活力

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

鼓励参赛者结合前沿技术（如 AI、大数据）提出创新解决方案，推动控制技术的迭代升级。

2 选手需具备的能力

应具备工业现场总线、网关数据采集技术、机电一体化技术、电气自动化技术、智能制造装备技术、PLC 控制技术、伺服控制技术、电机驱动技术、工业传感器技术、气压传动技术、组态控制技术、智能识别技术、工业软件技术、云平台技术、MES 应用技术等方面的知识。

应具备根据项目需求，在规定的时间内利用专业工具和软件，对竞赛现场环境中部署的网络项目进行分析、设计、连接、调试和维护；对网络中的服务器和客户端进行相应配置，实现全网的互联互通，并保障网络安全的能力。

应具备系统方案规划、设备安装、电气连接、程序编写、功能调试、运行维护、故障排除、系统优化等方面分析问题和解决问题的能力，以及应用新技术、新方法提升设备性能或功能的创新能力。

3 竞赛项目

3.1 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（工位号）；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，再进行扫码检测瓶体条码并显示在触摸屏（HMI）上，再进行料盒高度检测，“高度不合格”（非空

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

料盒）分拣至“废料滑槽”，“高度合格”（空料盒），再送至料芯装配单元，根据要求装配料芯，再进行称重，并显示料盒和料芯重量。再送至钢珠装配单元，根据订单装填大小钢珠，视觉检测大小钢珠颜色数量，并显示在触摸屏（HMI）上，再完成钢珠称重计算净重等工序；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（工位号）⑥仓库号⑦称重数据⑧生产日期（年-月-日）⑨扫码数据⑩高度数据 mm）；再通过协助机器人送入指定仓位。

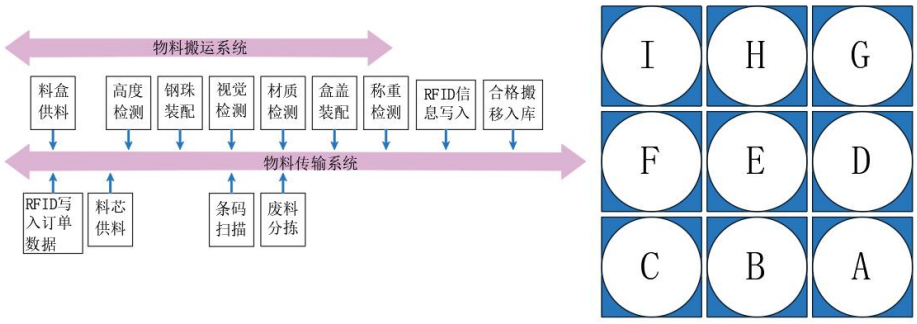


图 1 系统工艺流程示意图（参考）

订单所需原料包括料盒（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”方形料盒，1 个“不合格”料盒（圆形料盒），1 个“不合格”料盒（有料芯方形料盒）具体见料盒标识；盒盖 5 个，黄、蓝钢珠大、小各 10 颗，蓝色金属料芯 3 个，红色塑料实心料芯 3 个。

3.2 竞赛模块

模块一：数字化系统网络规划与设计

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	称重仪表		采集称重传感器数据。
6	触摸屏		用于组态画面进行数据的监控。
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	伺服驱动器		控制伺服电机的动作

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 等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。

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

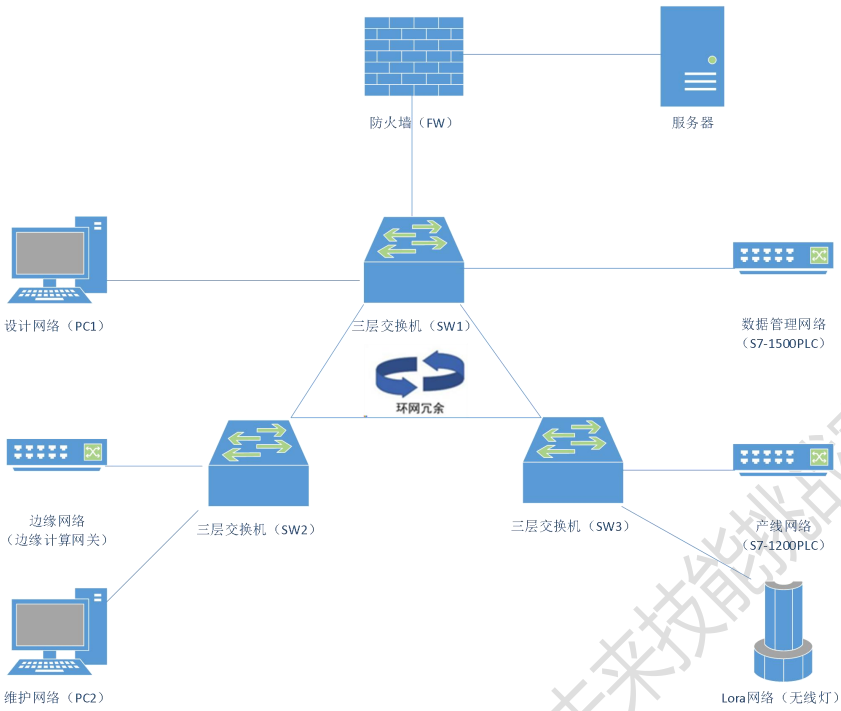


图 2 工业网络系统结构示意图

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）通讯协议的伺服驱动器元件，Profibus-DP（紫色）通讯协议的远程 I/O 元件、Modbus-RTU（蓝色）通讯协议的气压表元件、Modbus-TCP（红色）通讯协议的 RFID 元件、TCP/IP（黑色）通讯协议的扫码器元件，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

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

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	192.168.2.1/24	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	192.168.4.1/24	自定义	计算机#2(PC2)	
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）	192.168.6.1/24	自定义	产线	
	Lora 灯	192.168.7.1/24	自定义	无线灯	
防火墙（FW）	内网	192.168.8.254/24	GE2	SW1	
	服务网络	192.168.200.254/24	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	S7-1500PLC	
5	S7-1200PLC(A 柜)	
6	S7-1200PLC(B 柜)	
7	LORA 模块（网络柜）	
8	视觉	
9	扫码器	
10	协助机器人	

模块二：平台单元编程与系统调试

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

编写 PLC 调试程序和触摸屏（HMI）虚实调试程序。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，触摸屏（HMI）的起始画面“调试总界面”，在该界面单击“登入”按钮，输入正确的用户名和密码才能画面跳转。 在触摸屏（HMI）所有界面设计登入、注销、用户名显示功能。用户名：“1”和“2”（用户名创建至少 2 个，可自定义），密码：“123”（可自定义），登入成功显示用户名，注销登入无效用户名不显示。触摸屏（HMI）所有界面操作的按钮，都必须是登入后才具备操作功能。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

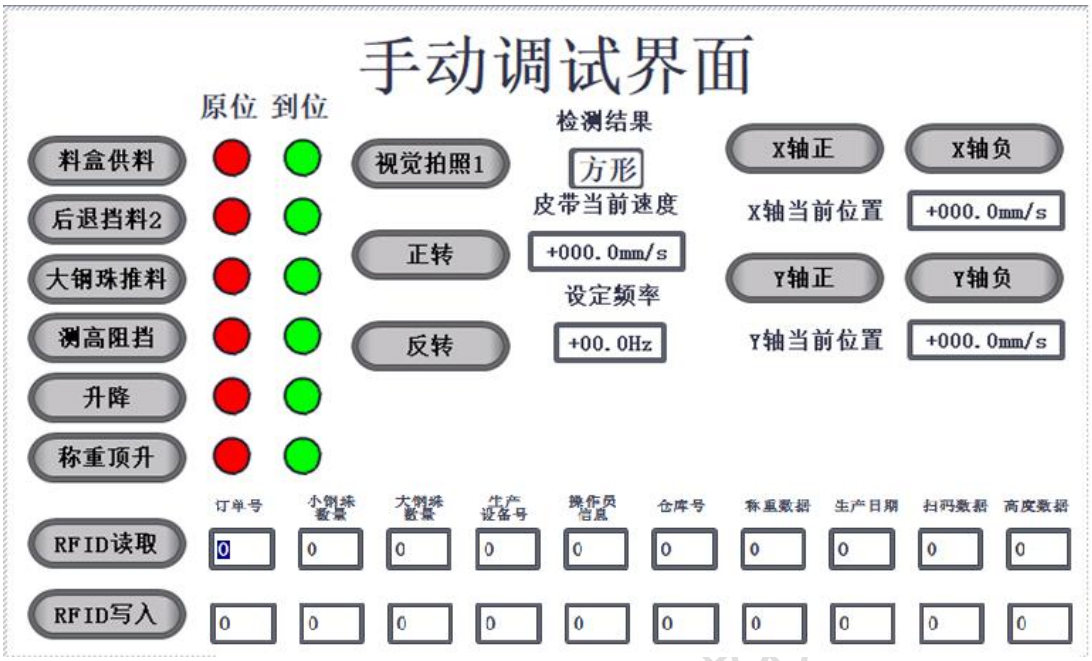


图 8 触摸屏（HMI）手动调试界面（参考）

（1）料盒供料

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；

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）大钢珠装配

①按下触摸屏（HMI）“后退挡料 2”按钮，大钢珠挡料机构伸出，触摸屏对应“原点”指示灯点灭；

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

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“原点”指示灯点灭；

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。

（3）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；

（4）视觉检测

在视觉识别区域分别放置圆形、方形料盒；

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”。

在按下触摸屏“拍照测试 1”按钮时，光源触发闪烁一次。未拍照状态时，光源处于常灭状态。

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。

（5）变频电动机皮带运动

变频电动机皮带机构自动运行前，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反转旋转，并能实时显示皮带当前速度值（单位 mm/s）。

（6）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；

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

②再次点击触摸屏“顶升”按钮，顶升气缸下降，触摸屏对应“到位”指示灯点灭。

（7）RFID 读写

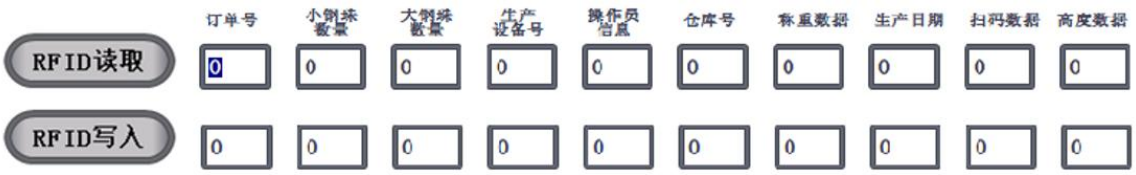


图 9 触摸屏（HMI）RFID 读写手动调试界面（参考）

在 RFID 检测区域放置带有芯片的料盒。

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“高度数据”文本框，依次输入“1、2、3、4、5、6、7、8、9、10”。

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“高度数据”文本框，依次显示“1、2、3、4、5、6、7、8、9、10”。

（8）**协作机器人控制（保证机器人处于安全位置，不会发生碰撞）**

①通过一体机机器人控制界面，手动模式下，机器人速度 30%，点击关节点动 “J1+”按钮，J1 轴正方向运动，触摸屏 J1 轴位置数据实时显示。（单位 ° ）

②通过一体机机器人控制界面，手动模式下，机器人速度 30%，点击关节点动 “J1-”按钮，J1 轴负方向运动，触摸屏 J1 轴位置数据实时显示。（单位 ° ）

③点击触摸屏“导轨正”按钮，机器人导轨轴正方向运动，触摸屏位置数据实时增加，松开按钮机器人导轨轴停止运动。（单位 mm）

④点击触摸屏“导轨负”按钮，机器人导轨轴负方向运动，触摸屏位置数据实时减小，松开按钮机器人导轨轴停止运动。（单位 mm）

2. 自动调试

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

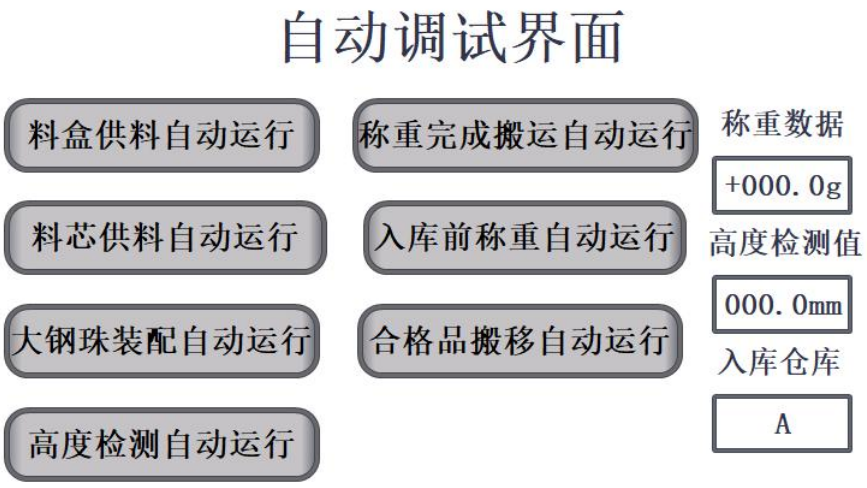


图 10 触摸屏（HMI）自动调试界面（仅供参考）

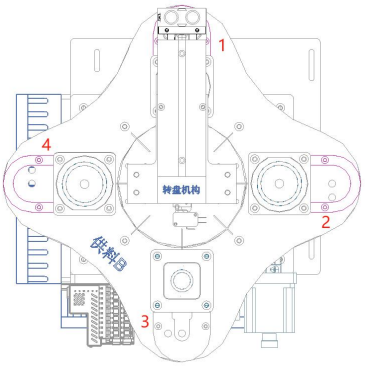
（1）料盒供料

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）料芯供料

首先按下触摸屏“回原点”按钮，步进转盘回到原点位置；在触摸屏“仓位选择”下拉框中选择仓位号（下拉框中仓位号内容设置为“1、2、3、4,实际布局如图所示），点击触摸屏上“料芯供料自动运行”按钮，转盘将料芯旋转至指定仓位，装配气缸将料芯装配到料盒中，完成后回到初始位。

※提示：测试前，选手将准备好瓶体（无盖）放置在输送带料芯装配位置上。



（3）大钢珠装配

流程开始，在视觉检测单元位置放置料盒，点击触摸屏（HMI）“装配自动运行”按钮，大钢珠装配位的后退挡停 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，后退挡停 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，在视觉检测单元位置放置料盒。

（4）高度检测

首先在高度检测工位放入空瓶体，检测瓶底高度并标定高度值为 0；接着瓶体里面放入蓝色料芯，点击触摸屏“高度检测自动运行”按钮，完成高度检测并显示数值在触摸屏上。高度检测完毕后，各气缸回原点位置。

※提示：请参赛选手正确标定“合格”瓶底的高度测量值。

（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，称重值保持显示，流程结束。

※提示：测试时，选手将准备好料盒（有盖）放置在称重平台上。

（6）称重完成后搬运

流程开始，在称重平台上放置料盒（有盖），点击触摸屏（HMI）“称重完成后搬移自动运行”按钮，滑台气缸右移，称重搬运机构完成料盒搬运到输送带末端，称重搬运机构回到初始位，流程结束。

※提示：测试时，选手将准备好料盒（有盖）放置在称重平台上。

（7）合格品搬移入库

流程开始，在称重平台上放置料盒（有盖），随机（裁判指定）输入库位号（ABCDEFGHI），点击触摸屏（HMI）“合格品搬移自动入库”按钮，协作机器人

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

将料盒搬运到指定的库位，协作机器人回到初始位（0,0,0,0,0,0），流程结束。

3. 系统联调

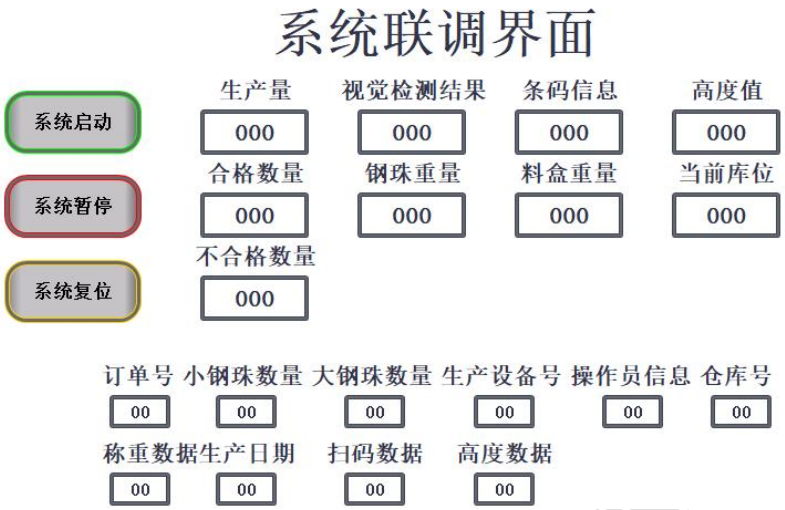


图 11 触摸屏（HMI）自动调试界面（参考）

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。具体系统联调流程如下：

（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

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

瓶体 RFID 信息定义：（存放 5 组数据）
①订单号：
②小钢珠数量：
③大钢珠数量：
④生产设备号：（15）
⑤操作员信息：（工位号）

（2）料盒由料盒供料随机推出后，进行下一工序。

（3）通过伺服搬运机械手将料盒搬运至视觉检测位置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，再扫码检测，并将结果显示在触摸屏（HMI）上。进行下一工序。（未拍照时，光源常灭状态；拍照时，光源触发闪烁一次）

（4）通过输送带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”（非空料盒）分拣至“废料滑槽 1”，“高度合格”（空料盒）完成后，进行下一工序。

（5）通过伺服搬运机械手将料盒搬运至料芯装配单元装配位置，转盘旋转至仓位 2 装配蓝色金属料芯,再旋转至仓位 4 装配红色塑料料芯。进行下一工序。

（6）通过伺服搬运机械手将料盒搬运至称重单元进行料盒称重，并将料盒+料芯总净重量结果显示在触摸屏（HMI）上。

（7）再通过称重搬移机构和输送带配合将料盒搬运输送至钢珠装配单元，按 MES 下单数量装配钢珠。

（8）将料盒通过伺服搬运机械手搬运至视觉检测位置进行视觉检测钢珠各种颜色的数量，并显示在触摸屏（HMI）上，进行下一工序。（未拍照时，光源常灭状态；拍照时，光源触发闪烁一次）

（9）通过伺服搬运机械手将物料搬运至称重位置，料盒到达称重位置后，

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

进行称重，去除料盒料芯重量，计算出所有钢珠总重量，并将结果显示在触摸屏（HMI）上，再进行盒盖装配，完成后由协助机器人抓取成品移动至 RFID 读写位置；先读取芯片数据信息，再将料盒 RFID 信息更新；并显示在触摸屏（HMI）上（其中库位显示格式为 A-I，扫码数据格式为 YL15XX，生产日期为当前北京时间，显示格式 1999-01-01 22:22:22 24 小时制），更新完成后，再通过协助机器人送入 MES 指定仓位，流程结束。

表 6 料盒 RFID 信息定义

瓶体 RFID 信息定义：（存放 10 组数据）	
① 订单号	⑥仓库号（A-I）
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

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，按下任一实体暂停按钮，系统暂停运行，绿色指示灯熄灭，红色指示灯常亮（Lora 灯同步），按下任一实体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。在影响其它机构运行时可从“废品滑槽”中手动取出“不合格”料盒。

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。

※提示：评分时记录单件合格品从瓶体推料动作开始，到搬移入库指定仓位的运行时间，考核控制系统工作流程的生产效率。

5.工业网络智能控制系统 MES 应用

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

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，MES看板实时显示，生产时间、订单信息，库位信息。（Mes看板数据在左一体机显示）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1条订单（5个数量）含钢珠数量等，下单后系统自动运行。

模块三：平台智能控制与系统可视化

1.系统数据采集与分析

(1) 设备能耗统计和分析

通过配置IMCP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（云平台数据在右一体机显示）。

能耗数据包括：当前电压、当前电流、正向有功功率、反向无功功率、视在功率；

② 环境数据包括：CO2、大气压力、噪声、温度值、湿度值等数据。用饼图显示数据和百分比。

(2)生产过程数据采集

在云平台web上显示以下数据：

搬运机械手位置、速度数据，用仪表盘显示；

输送带变频电动机速度、协助机器人导轨轴实时位置，用曲线图表示、条码/二维码检测值、称重检测重量数据、设备气压值用显示框表示；

模块四：职业素养

考查选手操作过程中的团队协作与质量控制意识、工程思维与工匠精神等，具体包括安全规范；设施设备、工具仪器使用情况；卫生清洁情况；穿戴是否规

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

范；工作纪律，文明礼貌等。

在任务施工过程中能正确选择设备，安全可靠地使用工具，设备安装稳固、部件均匀排布、行列对齐、间距相等、整齐美观；布线合理、所有线都装入线槽。施工完成后需对地板卫生进行打扫、对桌面进行整理、对工具设备进行还原等等。由现场裁判进行过程记录、现场评分、选手确认。

金砖国家职业技能大赛(金砖国家未来技能挑战赛)

