

2024 年度甘肃省职业院校技能大赛
高职组 “ 工业网络智能控制与维护 ” 赛项

教师组

B 卷

竞赛场次：第__场

赛位号：第__号

一、平台概述

本比赛项目需通过物理平台达成考察目标，平台为一条简易工业网络零部件装配检测生产线。整个生产线系统由四部分构成：工业控制网络、现场工作站、控制系统单元和感知执行单元，每个部分均配有通信系统接口，组网实现整个生产线的互联互通。现场感知执行单元配有人机交互模块（触摸屏），并应配有无线通信接口（如 WIFI、FRID）或生物信息识别功能，可实现身份验证，保证系统安全 and 产品信息溯源。生产线软件系统包括用于生产线设计的工业网络控制架构设计系统、工业网络仿真软件和生产管理（MES）系统。控制系统单元集成包括 PLC、变频器、伺服控制器、中间继电器等电气部件；感知执行单元包括各种传感器、执行部件、现场触摸控制屏、显示屏和物料仓等，集成于一个平台上，用于模仿生产制造车间现实环境。各类传感器用于感知监测物理量的状态，为系统决策与执行提供信息；各执行部件执行系统的控制命令，完成既定的动作。送料 B 中的工件内部植入 FRID 芯片，便于产品质量溯源，送料 A、B 模块均采用气缸推送方式，外观缺陷检测采用视觉检测，成品搬移采用三轴线性运动抓取机构。该系统能够完成送料、装配、尺寸（高度）检测和分拣、外观（视觉颜色、缺陷）检测分拣、FRID 产品信息录入、合格成品搬移入库等功能。整个生产过程在生产管理（MES）系统监控下自动完成。

二、任务要求

根据任务书功能要求进行系统方案设计，完成后填写设备选型设计表，同时编写技术论证报告，保存到“D:\赛位号”。

总体任务是设计并利用现场提供设备组网完成一个汽车轮胎轮毂自动组装的生产线，其中轮毂上植入 FRID 产品信息，轮胎轮毂采用塑料金属模仿件。分项任务如下：

- （1）采用工业网络控制架构设计软件进行设计能完成所要求功能的系统；
- （2）采用工业网络控制仿真软件调试仿真设计的系统；
- （3）采用现场各模块组网、编程，实现要求的功能。

具体要求如下：

- ① 通过启动现场触摸控制器，自动录入操作者信息，系统自检、待机；

- ② 根据生产任务，通过 MES 系统下达生产指令，启动系统运行；
- ③ 轮胎通过送料模块 A 完成外料自动上料，并由输送带送至安装位置；
- ④ 轮毂通过送料模块 B 完成内料自动上料，并将轮毂与轮胎组装，轮毂中提前植入产品信息的芯片；
- ⑤ 组装好的产品由输送带送外观检测位置，进行外观检测；
- ⑥ 读入产品信息后的合格品，由输送带送至待搬移位置；
- ⑦ 搬移机构将成品搬移并依次规划方式摆放九宫格仓库中。搬移过程中，搬移机构的两轴按照先 Y 轴后 X 轴次序，将产品按照 ABCGHI 顺序位置摆放；
- ⑧ 生产信息能够显示于大屏之上。

三、竞赛内容

模块一：工业网络智能控制与维护系统工业网络设计

任务 1：系统方案设计、分析及评价

(1) 根据任务需求设计系统方案，填写设计方案要素表，包括主要元件的选型、功能描述和位置布局，按照表 1 样式，运用办公软件完成表格的制作及内容的完善；以“表 1 系统元器件选型设计表.Pdf”的文件，存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。

表 1 系统元器件选型设计表

序号	设备名称	选用型号	功能描述	位置布局
1	防火墙			
2	三层交换机			
3	数据管理单元 PLC			
4	产线 PLC			
5	伺服驱动器			
6	RFID 读写器			

(2) 根据系统方案进行网络拓扑图绘制

① 采用工业网络控制设计软件进行绘制，包括根据设计方案中确定的设备进行选型、组网，完成虚拟系统的搭建。

② 使用网络拓扑图设计软件设计整个网络架构拓扑图，完成智能生产系统的边缘层，包括设备层、控制层、数据接入层），应用层、网络层的绘制。同时，在网

络拓扑图中标注各设备之间所采用的工业网络通讯总线，不同工业网络通讯总线采用不同颜色线条标注。并将绘制的文件存储为 pdf 格式文件，文件名为“图 1 网络架构拓扑图.pdf”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。

(3) 根据系统网关分配的地址（表 2），对远程服务器，工作站运维计算机，数据管理网络中主控 PLC、触摸屏，生产线 PLC、伺服驱动器、扫码器和搬移机械装置等网络设备 IP 地址进行规划和分配（表 3）。按照表 3 内容和样式，运用办公软件完成表格制作、填写相关内容。存储为 pdf 格式文件，文件名为“表 3 网络单元设备的 IP 地址分配.pdf”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内

表 2 系统 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
工业交换机 (SW1)	主干网络	192.168.0.201	1,2	环网
	设计网络	192.168.2.1	自定义	计算机 1
工业交换机 1 (SW2)	主干网络	192.168.0.202	1,2	环网
	维护网络	192.168.10.1	自定义	计算机 2
	边缘网络	192.168.20.1	自定义	边缘计算网关
	数据管理网络	192.168.30.1	自定义	1500PLC
工业交换机 2 (SW3)	主干网络	192.168.0.203	1,2	环网
	产线网络	192.1683.40.1	自定义	产线
防火墙	外网	172.2.1.200	GE1	振动传感器
	内网	192.168.0.254	GE2	SW1
	服务网络	192.168.200.254	GE3	服务器

表 3 网络单元设备的 IP 地址分配表

序号	设备名称	IP 地址
1	计算机 1	
2	计算机 2	
3	边缘计算网关	
4	数字管理 PLC	
5	自动供料 PLC	

6	智能分拣 PLC	
7	智能仓储 PLC	
8	自动供料 HMI	
9	智能分拣 HMI	
10	智能仓储 HMI	
11	X 轴伺服	
12	Y 轴伺服	
13	振动传感器	
14	服务器	

(4) 系统方案的可行性分析及评价

要求：根据项目背景和上述元器件选型、网络架构等技术方案，从项目的可行性、技术性等进行分析，编写技术论证报告，报告以文字、图片的形式呈现，报告应包含以下内容，编写格式规范：

- ①工业网络智能控制系统的组网方式简要说明；
- ②数据传输与可视化运维方案；
- ③工业网络可实施性论证。

运用办公软件完成技术方案编写，存储为 pdf 格式文件，文件名为“系统方案的可行性分析及评价.pdf”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。

任务 2：网络控制虚拟系统仿真设计与调试

虚拟系统仿真设计采用虚拟仿真编程软件，并对各个模块进行编程，其中包括根据功能进行对象、信号定义，并将信号映射到 PLC 中；编写 PLC 程序将信号映射到仿真软件中，完成相关设备的自动运行；编写 PLC 和 HMI 程序，实现在 HMI 中下发数据到 PLC，实现相关设备模拟自动运行，等等。同时还要求：

(1) 仿真环境搭建

- ①打开设备模型库，调用与实物机构相同的设备模型；
- ②将调用的设备设置在安装位置，与设计方案中布局图安装位置相同；
- ③设置各设备模型的属性，完成各运动及控制要求。

(2) 仿真环境调试运行

①运用数据链接软件，将设备模型信号与实体 PLC 信号关联并编制 PLC 程序与触摸屏程序实现通过实体触摸屏对仿真模型的控制，要求：

将触摸屏按钮控制信号，映射到仿真系统中，并正确关联变量。操作触摸屏完成相应部件的控制，实现仿真系统中的运动部件和实体中的运动部件动作一致，并反馈检测信号在触摸屏上显示。

在触摸屏按下“供料 A”按钮，实体供料 A 气缸推出，仿真供料 A 气缸推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“供料 A”按钮，实体供料 A 气缸缩回，仿真供料 A 气缸缩回，触摸屏到位信号指示灯点亮。（供料 A 气缸指的是推 A 料即轮胎出仓的气缸）。

在触摸屏按下“供料 B”按钮，实体供料 B 气缸推出，仿真供料 B 气缸推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“供料 B”按钮，实体供料 B 气缸缩回，仿真供料 B 气缸缩回，触摸屏对应到位信号指示灯点亮。（供料 B 气缸指的是推 B 料即轮毂出仓的气缸）。

在触摸屏按下“高度测量”按钮，实体传感器升降气缸下降，仿真传感器升降气缸下降，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“高度测量”按钮，实体传感器升降气缸上升，仿真传感器升降气缸上升，触摸屏对应原点信号指示灯点亮。（传感器升降气缸指的是带动测量传感器上下移动的气缸）。

在触摸屏按下“分拣气缸”按钮，实体分拣推料气缸推出，仿真分拣推料气缸推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“分拣气缸”按钮，实体分拣推料气缸缩回，仿真分拣推料气缸缩回，触摸屏对应原点信号指示灯点亮。（分拣推料气缸指的是深度检测不合格时将物料推入废料仓的气缸）。

（3）仿真自动运行。

调试仿真软件使其满足自动仿真运行要求，完成生产工艺流程。硬件联动不做控制要求。（仿真运行不进行缺陷检测）。

要求：

点击实体触摸屏“仿真自动运行”按钮，物料 A 推料出仓，物料传送系统将物料运送到装配点，物料 B 推料出仓并装配，装配完成，物料传送系统将物料运送到高度检测位，进行高度检测，检测完成，物料继续传送到分拣单元，不合格料分拣气缸将其推入废料仓。合格物料由称重搬运机构将其转运到下一站接驳位置，龙门机械手取物料，到达 RFID 信息写入站，进行信息写入；然后，龙门机械手将物料入库 1（A）号仓库，流程结束。

任务 3：物理系统的组网、参数配置和测试

(1) 硬件安装与模块调试

根据设计方案和平台硬件情况，合理选择硬件，并合理安装布局，调试运动参数，以满足生产线的运动要求。

根据任务要求完成气动回路的调试，气源压力调整为 $0.5\text{mpa} \pm 0.1$ ，调节节流阀使各工作气缸动作速度满足运行要求。测试各电磁阀动作情况。

根据物料传送系统的要求选择合适的电机及驱动系统，配置相关参数，满足控制要求。

(2) 温湿度传感器采用 RS-485 总线与 PLC 连接，使用 Modbus 协议通信(RTU)，并填写“RS485 通讯参数设定表”表格；使用办公软件制作表 4，存储为 pdf 格式文件，文件名为“表 4 RS485 通讯参数设定表.pdf”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。

表 4 RS485 通讯参数设定表

设备名称	地址	波特率	奇偶校验	停止位	数据位

(3) 根据填写的系统地址表 IP 地址分配表（表 3），完成产线网络设备的 IP 地址设置，使用博途软件在线访问功能，查看设置的 IP 地址是否正确，并截图保存为图片格式，文件名为“图 2 在线设备地址”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。使用博途软件对所有控制组件进行组态，并截图保存为图片格式，文件名为“图 3 博途系统组态”，文件存放在“E:\DS+赛位号\文档”文件夹内。

模块二：工业网络智能控制与维护系统调试

人机交互界面上 HMI 设有运行和调试选项，调试选项包括各工序选项，如包括送料、输送带传送、组装、视觉检测与分拣、RFID 录入和三轴线性运动直角搬移机构，还包括可视化单元、工业网络和系统联调选项，每一个子选项根据环节设置子项调试项目，如送料工序，包括气缸推料和输送至检测分拣位置，这两个部分均要能够单独手动调试，在每一个环节可设置相关参数。联调应该在各个单元完成后进行联调。

在每项子任务调试前，需要编写 PLC 和 HMI 程序(可在仿真程序的基础上修改)，通过操作 HMI 控制自动供料单元、安装单元、检测分拣单元和搬移单元的手动和自

动运行。

任务 1：工业网络智能控制系统编程调试

- ①网络设备上电后，判定各设备指示器是否正常；
- ②使用网线测试工具进行信号联通性测试；
- ③通过三层交换机管理界面，将各三层交换机相关端口配置为组环网端口；
- ④完成各三层交换机环网参数配置，使数据能够在环网中传输
- ⑤远程无线模块测试，工作状态指示灯（三色灯）由远程 Lora 控制，编制程序

用触摸屏通过无线网络控制工作状态指示灯

在触摸屏上按下“绿灯控制”按钮，三色指示灯亮绿色，松开按钮熄灭。

在触摸屏上按下“红灯控制”按钮，三色指示灯亮红色，松开按钮熄灭。

在触摸屏上按下“黄灯控制”按钮，三色指示灯亮黄色，松开按钮熄灭。

测试网络通信采用计算机系统“ping”命令进行测试。

任务 2：工业网络智能控制系统手动调试与系统优化

供料模块分为供料 A（轮胎）和供料 B 两个模块。

①供料模块的调试

供料模块分为供料 A（轮胎）和供料 B 两个模块。在触摸屏按下“供料 A”按钮，供料 A 气缸将物料 A（轮胎）推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“供料 A”按钮，供料 A 气缸缩回，触摸屏对应原点信号指示灯点亮。（供料 A 气缸指的是推 A 料即轮胎出仓的气缸）。

在触摸屏按下“供料 B”按钮，供料 B 气缸将物料 B（轮毂）推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“供料 B”按钮，供料 B 气缸缩回，触摸屏对应原点信号指示灯点亮。（供料 B 气缸指的是推 B 料即轮毂出仓的气缸）。

②传输分拣模块调试

传输模块主要是将工件从出仓位运送到装配位、高度检测位、分拣位，运行速度、加减速时间、传动距离等均可调整。分拣模块主要是对装配完的工件进行高度检测，合格进入下一流程，不合格推出进入废料仓库。

在触摸屏按下“转运到原点位”按钮，物料转运系统自动回原点，做好接料准备，到原点后，触摸屏对应原点信号指示灯点亮；

在触摸屏按下“转运到装配位”按钮，物料 A（轮胎）被转运到装配位。到位后，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；

在触摸屏按下“转运到检测位”按钮，工件被转运到检测位。到位后，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；

传送带测试，在触摸屏按下“传送带正转”按钮，传送带从左向右传动，松开按钮，停止传动。在触摸屏按下“传送带反转”按钮，传送带从右向左传动，松开按钮，停止传动。可设置传送带的运行速度、加减速时间、传动距离等参数。

在触摸屏按下“高度测量”按钮，测量机构进行测量，测量完毕，测量机构自动回原点，触摸屏显示检测结果“合格”“不合格”；测量时测量指示灯点亮，测量完成指示灯自动熄灭。

在触摸屏按下“分拣按钮”按钮，分拣气缸推出，触摸屏对应到位信号指示灯点亮；再次按下“分拣按钮”按钮，分拣气缸缩回，触摸屏对应原点信号指示灯点亮。

测试时，选手需在传送带上放置物料，以便观察传送系统运行情况，物料放置位置选手自定义，手动测试时在保证安全的情况下可以手动干预，若出现危险测试立刻停止。选手也可选择不放置物料。高度测量检测需选手准备合格和不合格两种装配好的物料，放置正确的位置进行测量，并输出结果。因位置放置不准确或操作不当造成的结果失败，选手自行承担结果。

③ 扫码器模块、RFID 模块调试

扫码器用来识读物料 A(轮胎)的编号；RFID 用来读写 RFID 信息。

在扫码器识别区域放置物料 A（轮胎），扫码器自动扫码，并在触摸屏界面显示扫码信息。

将带有 RFID 芯片的物料 B（轮毂），放置到 RFID 读写器识读范围，在触摸屏点击“RFID 读取”按钮，RFID 读写器从芯片中读出 6 组数据，并在触摸屏上显示；在触摸屏输入要写入的 6 组数据，点击“RFID 写入”按钮，RFID 读写器将 6 组数据写入到芯片。

RFID 信息定义：存放 6 组数据

XX-XX-XX-XX-XX-XX

订单号：两位；

轮胎号：轮胎识别码的后两位；

轮毂号：轮毂识别码的后两位；

高度测量结果：合格：66 ； 不合格 00；

缺陷检测结果：合格：77；缺陷：33；

物流属性：包装总质量，单位 g；

测试时，选手需准备好带有条码的物料 A（轮胎）和内置 RFID 芯片的物料 B（轮胎），并将物料放在识别区域。

任务 3：系统联调与信息管理

在操作面板上，将旋转开关切换到自动运行模式，主控触摸屏进入待机欢迎界面，操作员使用 RFID 卡或其生物信息（指纹、人脸识别）进行人机交互时，系统自检待机状态；操作人员通过触摸屏在 MES 中下达生产任务时，系统进入自动组装生产循环运行状态。

系统启动后，系统进行自检，也可进行手动复位。

（在料仓中装入相应物料，清空各平台和仓库）

系统自检完成或复位完成。操作人员通过 MES 下达生产任务时，系统进入自动组装生产循环运行状态。

工作流程：

供料模块 A 将物料 A(轮胎)推到传送带上气缸回缩，扫码器读取轮胎编号信息，在触摸屏上显示扫描枪读取信息，物料传送系统带将轮胎送至装配位置，到达位置后，供料模块 B 将物料 B(轮毂)推出，装配模块拾取物料 B(轮毂)，移动将物料 B 装配到物料 A（轮胎）中，装配完成，装配模块回原点；

物料传送系统将装配好的物料传送到高度检测工位；到达物料检测工位，高度检测装置启动，并完成高度测量，在触摸屏中显示测量结果（合格/不合格）；

物料传送系统将物料传送到分拣位，若高度测量结果合格，视觉拍照进行缺陷检测；若高度测量不合格，分拣推料气缸将物料推入到废料仓库，废料仓库计数加 1，在触摸屏显示。视觉拍照结果在触摸屏上显示（合格/不合格）。

物料传送系统将拍照完成的物料传送到称重平台，称重系统启动称量物料质量，并在触摸屏显示。

称重完毕，缺陷检测合格的产品，三轴机械手臂移动到称重平台抓起物料，完成拾取动作，到达 RFID 读写区域，RFID 读取轮毂编号信息，PLC 将信息合并后，RFID 写入 6 组数据（订单号、轮胎号、轮毂号、高度测量结果、缺陷检测结果、物流属性），然后按照订单要求完成入库。入库完成后，触摸屏显示入库信息。缺陷检测不合格的产品，三轴机械手臂移动到称重平台抓起物料，完成拾取动作，到达

RFID 读写区域，RFID 读取轮毂编号信息，PLC 将信息合并后，RFID 写入 6 组数据（订单号、轮胎号、轮毂号、高度测量结果、缺陷检测结果、物流属性），然后将物料送至废料区。废料区计数器加 1；触摸屏显示废料入库数量。

订单完成。

可连续下单，选手可根据工艺流程优化节拍提高工作效率。

运行指示灯定义：

指示灯指本地三色灯和远程 LORA 控制三色灯，点亮定义相同。系统登陆状态，按下急停按钮红灯 1Hz 闪烁，松开急停按钮，红灯熄灭，黄灯 1Hz 闪烁；按下复位按钮黄灯常亮；复位完成黄灯熄灭，绿灯 1Hz 闪烁；系统运行绿灯常亮，系统停止运行绿灯闪烁；故障停止红灯 1Hz 闪烁；

任务 4：可视化系统调试与数据采集显示

通过网络使设备互联互通，信息实时在云平台和 MES 系统中显示。

（1）通过云平台实时显示以下数据（包括但不限于）：

能耗数据：电压、电流、有功功率、无功功率、总电能。

运行数据：单元工作状态、单元流程号、单元运行时间、扫码信息。

环境数据：包括但不限于温度、湿度、CO₂、大气压力、噪声、光照。

（2）通过 MES 实时显示以下数据（包括但不限于）：

订单状态、订单信息、仓位信息、订单合格率；

任务 5：故障诊断调试模拟故障调试

平台设有安全光栅，系统自动运行时自动开启光栅安全防护功能；当安全防护系统启动时，所有部件运行完成当前动作，停止动作。恢复后系统自动继续运行。

系统自动运行时，若出现系统硬件故障、流程故障，启动报警功能。设置模拟故障，选手在系统中预设模拟故障（详见表 5），在触摸屏中设置模拟故障界面，自动运行中进行测试，按下对应按钮预设故障完成，系统运行到设置故障点时，自动停止运行并本地声光报警（10s 后自动关闭），远程云平台报警通知运维人员故障排除。再次按下对应故障按钮系统自动继续运行，运行到第二个故障点时，自动停止运行并本地声光报警（10s 后自动关闭），远程云平台报警通知运维人员故障排除。再次按下对应故障按钮系统自动继续运行。

表 5 预设故障列表

序号	故障按钮标识	故障描述
1	供料 A 气缸推出故障	气缸不能执行推出动作
2	供料 B 气缸缩回故障	气缸伸出后不能缩回

综合任务：职业素养

考查选手操作过程中的安全规范；设施设备、工具仪器使用情况；卫生清洁情况；穿戴规范；工作纪律，文明礼貌等。由现场裁判进行过程记录、现场评分、选手确认。

在任务施工过程中正确选择设备，安全可靠的使用工具，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。