

附件 4

工业 4.0 项目样题

2020 年 08 月

第 1 页 共 22 页

模块一：系统集成与调试

工作站一：立体仓储

一、概述

仓储工站用以实现工件分拣过程的智能化系统。生产线主要由工件上料模块、下料模块、三轴机械手、上下料配套的气动、电气控制系统组成，如图 1 所示。

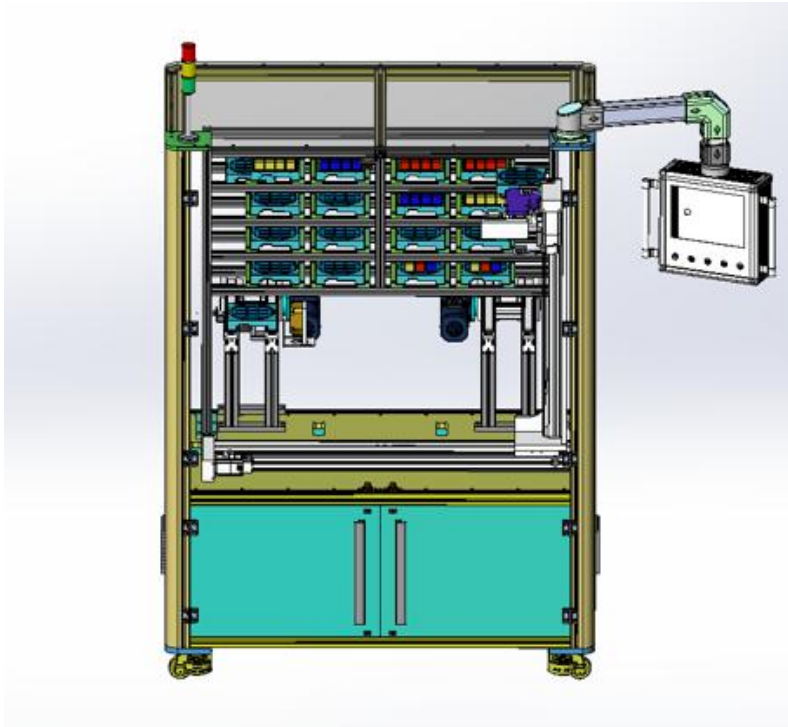
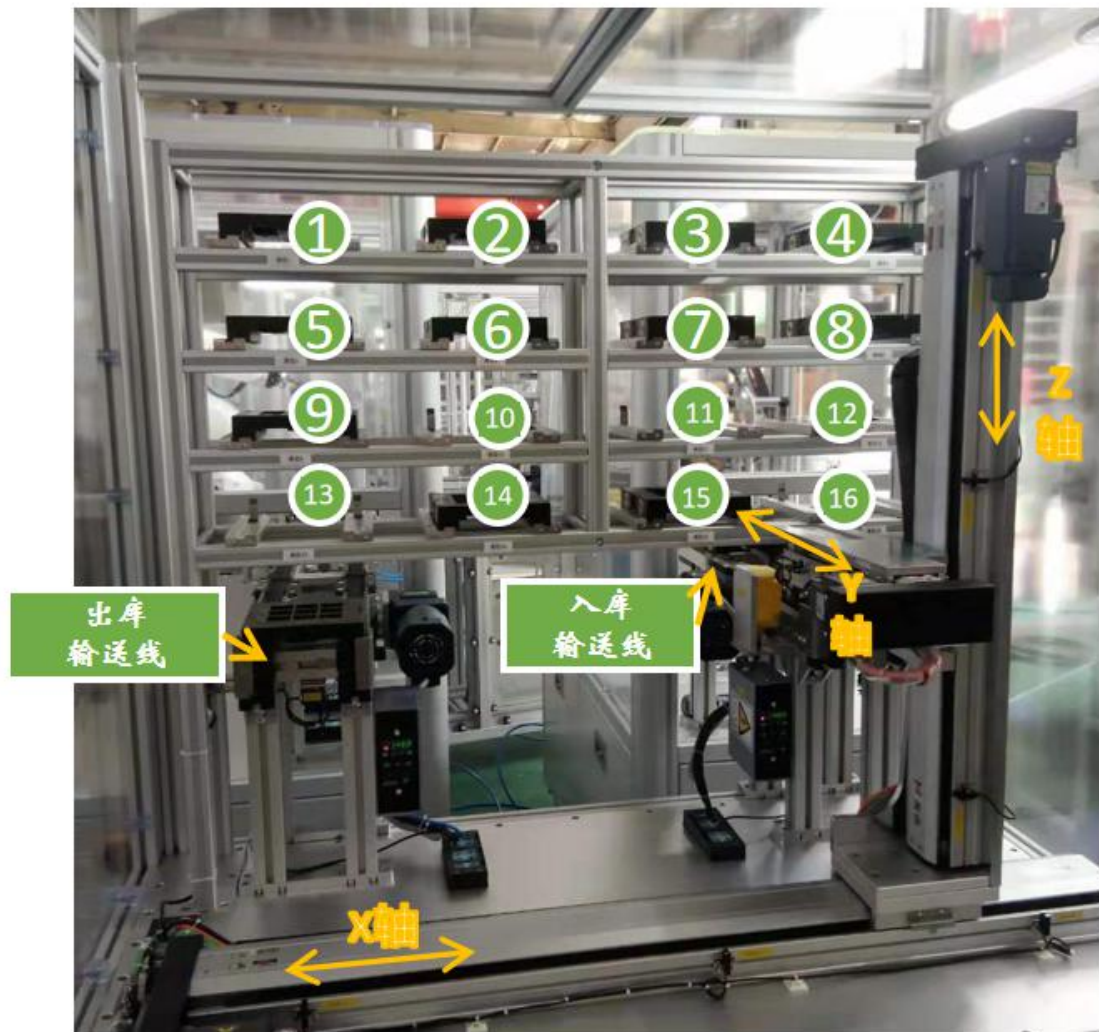


图 1：工站系统示意图

二、设备摆放位置及名称定义

此工位托盘摆放位置定义见图 2，一共 16 个位置；出库输送线和入库输送线定义，X、Y、Z 轴的定义如图 2 所示；堆垛机原点位置请自行定义。



X 代表库位号

↔ 代表轴名称及运动方向

图 2：工件摆放位置及顺序

三、前置条件

(一) 设备初始状态

- 1) 设备已通电

(二) 设备资料

- 1) 电气原理图
- 2) RFID 型号

四、 比赛任务

1、 安全操作与规范性要求

所有参赛选手应严格遵守安全操作规范，评委现场观察操作过程，每违反一项扣 1 分，直至扣完为止。安全操作规范见附件《设备操作须知》

2、 总体任务目标：通过人机界面下达启动指令后，堆垛机可从指定原点位置自动运行至指定库位。具体任务见下表。

编号	任务	说明	分数
1	项目建立与硬件组态		10 分
1.1	创建项目，在博图中创建一个新项目，并保存到电脑硬盘		
1.2	添加 PLC、PLC I/O 模块		
1.3	添加触摸屏		
1.4	添加 V90 硬件		
1.5	编译项目并成功下载到设备		
2	建立变量		5 分
2.1	根据 I/O 地址表新建所需变量		
2.2	下载并测试成功		
3	RFID 应用		5 分
3.1	添加 RFID 硬件		
3.2	数据读取		
4	人机界面组态		5 分
4.1	建立操作按钮，包括以下内容：输送带点动按钮、堆垛机 X、Z 轴正向与反向点动按钮、自动运行位置设定、自动运行速度设定、自动运行按钮、自动运行指示灯		
5	PLC 编程与手动测试（手动模式下）		10 分
5.1	按下输送带点动按钮，输送带开始运行，松开按钮，停止运行		
5.2	按下“X 轴正向点动”按钮，X 轴正向移动，松开停止		
5.3	按下“X 轴反向点动”按钮，X 轴反向移动，松开停止		
5.4	按下“Z 轴正向点动”按钮，Z 轴正向移动，松开停止		
5.5	按下“Z 轴反向点动”按钮，Z 轴反向移动，松开停止		
5.6	堆垛机偏离原点位置的情况下，点击堆垛		

	机复位按钮，堆垛机复位至自定义的原点位置		
6	自动运行（自动模式下）		15分
6.1	按下启动按钮，堆垛机从原点位置自动运行到第2库位，运行过程中自动运行状态指示灯亮，运行到指定库位后，停止，自动运行状态指示灯熄灭。如堆垛机起始位置不在原点，应先回到原点位置。		
6.2	自动运行过程中按下停止按钮，堆垛机停止运行，自动运行状态指示灯熄灭。		

五、评分表

仓储工站评分表		
项目及要求	配分	得分
项目 1：项目建立与硬件组态		
创建新项目包括项的命名与保存路径	1	
正确添加 PLC	1	
正确添加 PLC 的 I/O 模块	1	
正确添加触摸屏	1	
编译项目并成功下载	1	
正确添加 V90 硬件	2.5	
伺服配置后编译下载后无错误	2.5	
小计	10	
项目 2：建立变量		
根据 I/O 地址表新建变量	2.5	
下载并测试成功	2.5	
小计	5	
项目 3：RFID 组态		
正确组态 RFID	2	
数据读取	3	
小计	5	
项目 4：人机界面组态		
“主控画面按钮与开关”功能（按钮开关与文字标识）		
输送带点动按钮	0.5	
X 轴正向和反向点动按钮	0.5	

Z 轴正向和反向点动按钮	0.5	
三轴原点设置按钮	1	
X 轴和 Z 轴坐标设置	1	
机械手自动运动速度设置	1	
自动运行模式“启动”按钮	0.5	
小计	5	
项目 5：PLC 编程和手动测试		
手动模式下测试		
按下“运输线点动”，运转，松开停止	1	
按下“X 轴正向点动”按钮，X 轴正向移动，松开停止	2	
按下“X 轴反向点动”按钮，X 轴正向移动，松开停止	2	
按下“Z 轴正向点动”按钮，Z 轴正向移动，松开停止	2	
按下“Z 轴反向点动”按钮，Z 轴反向移动，松开停止	2	
X 轴、Z 轴机械手原点设置		
X 轴、Z 轴的原位设置	1	
小计	10	
项目 6：PLC 自动控制功能		
自动控制模式下的库位测试操作，按下“启动”按钮，执行机构自动由原点移动到指定库位		
机械手不在原点状态:无法启动	0.5	
执行机构在原点状态:启动有效，运行指示灯亮	0.5	
启动后机构从原点位置移动到指定库位	14	
小计	15	

工站二：工业机器人装配

一、概述

组装工站用以实现工件自动组装过程的智能化系统。生产线主要由工件上料模块、下料模块、工业机器人、上下料配套的气动、电气控制系统组成，如图 1 所示。

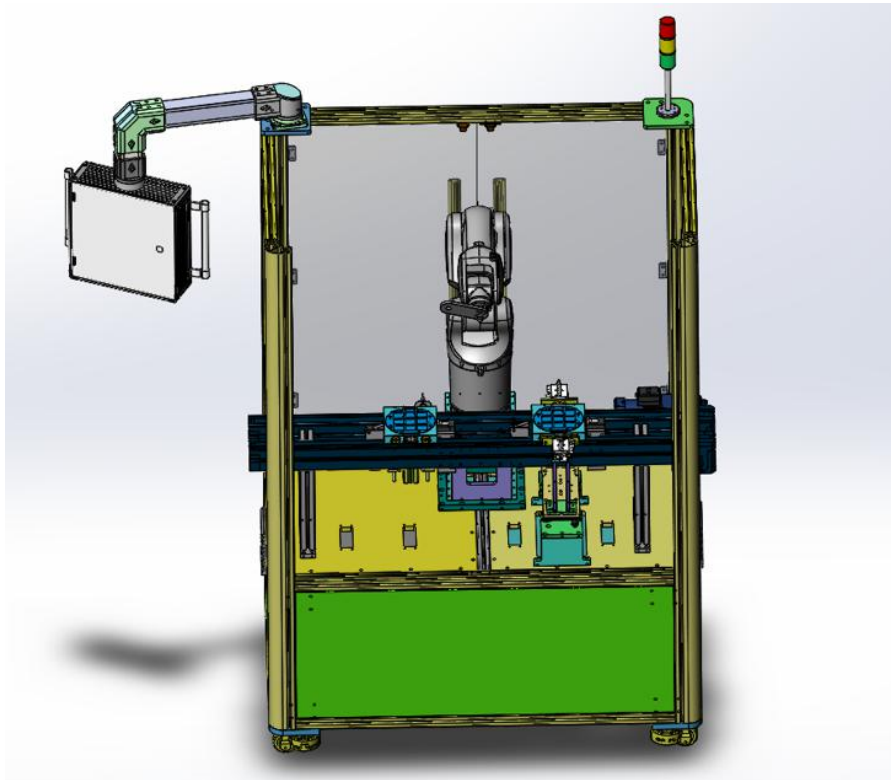


图 1： 工作站系统示意图

二、 设备摆放位置及名称定义

此工位托盘摆放位置定义见图 2，一个 9 个格成品托盘，一个 16 格原料托盘。



⊗ 代表托盘位号

9格成品托盘
摆放位置

16格原料托盘
摆放位置

图 2：托盘和工件摆放位置及顺序

三、前置条件

(一) 设备初始状态

- 1) 设备已开机

(二) 设备资料

- 1) 电气原理图
- 2) RFID 型号

四、比赛任务

1、安全操作与规范性要求

所有参赛选手应严格遵守安全操作规范，评委现场观察操作过程，每违反一项扣 1 分，直至扣完为止。安全操作规范见附件《设备操作须知》

2、总体任务目标：实现 PLC 和机器人的组态，通过人机界面下达指令后，可按要求实现将原料托盘及成品托盘输送到指定位置。

编号	任务	说明	分数
1	PLC 项目建立与硬件组态		5 分
1.1	创建项目，在博图中创建一个新项目，并保存到电脑硬盘		
1.2	添加 PLC、PLC I/O 模块		
1.3	添加触摸屏并组网		
1.4	添加机器人实现 PROFINET 通讯		
1.5	编译项目并成功下载到设备		
2	建立变量		3 分
2.1	根据 I/O 地址表新建所需变量		
2.2	下载并测试成功		
3	RFID 应用		5 分
3.1	正确添加 RFID 硬件		
3.2	读取原料托盘与成品托盘信息		
4	机器人取放料实现		10 分
4.1	示教器调试机器人		
4.2	实现机器人抓取轨迹		

5	人机界面组态		5分
5.1	建立设备状态显示界面，包含以下指示灯：设备自动运行状态指示灯、原料托盘到位指示灯与成品托盘就位指示灯		
5.2	建立操作按钮和开关：输送带正向、反向点动按钮，输送带正向、反向连续运行按钮，顶升机构手动按钮、夹紧装置手动按钮、挡停1和2手动按钮		
6	PLC编程与手动测试（手动模式下）		8分
6.1	在触摸屏上按下输送带正向点动按钮，输送带正向运转，松开按钮后停止		
6.2	在触摸屏上按下输送带反向点动按钮，输送带反向运转，松开按钮后停止		
6.3	在触摸屏上按下输送带正向连续运行按钮，输送带正向开始运转，松开按钮照常运行，再次点击该按钮后停止		
6.4	在触摸屏上按下输送带反向连续运行按钮，输送带正向开始运转，松开按钮照常运行，再次点击该按钮后停止		
6.5	在触摸屏上按下挡停1（2）按钮，挡停1（2）下降，松开按钮，挡停1（2）复位		
6.6	在触摸屏上按下原料托盘定位气缸按钮，原料托盘定位气缸（EL02提升机气阀）打开，再次点按关闭		
6.7	在触摸屏上按下成品托盘定位气缸按钮，成料托盘定位气缸（EL01提升机气阀）打开，再次点按关闭		
7	系统联机自动运行（自动模式下）		14分
7.1	按下屏幕下方启动按钮，启动自动生产程序，RFID识别托盘信息，原料输送机构把装有物料的原料托盘从初始位置自动运到组装位置。同时成品输送机构将成品托盘自动运到组装位置。机器人装配完成发送完成信号后，有物料的成品拖盘先离开，原料空托盘再离开，托盘成功离开后输送线停止，自动运行状态指示灯熄灭。		
7.2	在自动运行过程中按下屏幕下方停止按钮，原料与成品输送机构停止运行，自动运行状态指示灯熄灭，再按启动按钮，继续当前装配流程。		

五、 评分表

项目及要求	配分	得分
项目 1：项目建立与硬件组态		
在博途中新建项目包括项的命名与保存路径	1	
正确添加 PLC 及 I/O 模块	1	
正确组态触摸屏并分配 IP 及设备名称	1	
正确添加机器人并分配 IP 及设备名称	1	
编译下载后无错误	1	
小计	5	
项目 2：根据 PLC I/O 分配表新建 I/O 变量		
建立 PLC 控制器的 I/O 变量	1	
下载后测试	2	
小计	3	
项目 3：RFID 组态		
正确添加 RFID 硬件	2	
正确读取原料托盘与成品托盘信息	3	
小计	5	
项目 4：机器人实现抓取功能		
实现机器人与 PLC profinet 通讯	1	
建立 PLC 变量表地址与机器人地址相映射	2	
实现机器人回零调试与轨迹示教	3	
实现机器人抓取轨迹	4	
小计	10	
项目 5：人机界面组态		
“画面显示”功能（指示灯与文字标识）		
原料托盘到位指示	0.5	
成品托盘就位指示	0.5	
“主控画面按钮与开关”功能（按钮开关与文字标识）		
输送带正向点动按钮	0.5	
输送带反向点动按钮	0.5	

输送带正向连续运行按钮	0.5	
输送带反向连续运行按钮	0.5	
原料托盘定位气缸按钮	0.5	
成品托盘定位气缸按钮	0.5	
挡停 1 按钮	0.5	
挡停 2 按钮	0.5	
小计	5	
项目 6：PLC 编程和手动测试		
手动模式下测试		
按下“输送带正向点动”按钮，输送带正向运转，松开停止	1.0	
按下“输送带反向点动”按钮，输送带反向运转，松开停止	1.0	
按下“输送带正向连续运行”按钮，输送带正向运转，松开停止	1.0	
按下“输送带反向连续运行”按钮，输送带反向运转，松开停止	1.0	
按下“原料托盘定位气缸”按钮，原料定位气缸打开，再次按下复位	1	
按下“成品托盘定位气缸”按钮，成品定位气缸打开，再次按下复位	1	
按下“挡停 1”按钮，挡停 1 下降，松开复位	1	
按下“挡停 2”按钮，挡停 2 下降，松开复位	1	
小计	8	
项目 7：PLC 自动控制功能		
自动模式下，按下“启动”按钮，自动程序启动自动程序后 原料输送动作顺序如下：		
1) 输送线运转，RFID 识别托盘信息	2	
2) 原料托盘（成品托盘）从初始位置移到组装位置后，输送线停止，原料（成品）定位气缸打开	2.5	
3) 原料（成品）定位气缸顶升到位后发出原料（成品）准备就绪信号并等待	2.5	
4) 机器人收到原料与成品到位信号后，开始装配	2	
5) 机器人装配完成发送信号至 PLC，原料定位气缸复位，输送线运转，原料托盘离开	2	
6) 当原料托盘离开后，成品定位气缸复位，输送线运转，待成品托盘离开组装位置后 5 秒停下	3	
小计	14	

工站三：机器视觉检测

一、概述

视觉工站用以实现工件装配质量的自动化检测系统。生产线主要由工件上料模块、运输模块、视觉检测系统、相关配套的气动、电气控制系统组成，如图 1 所示。

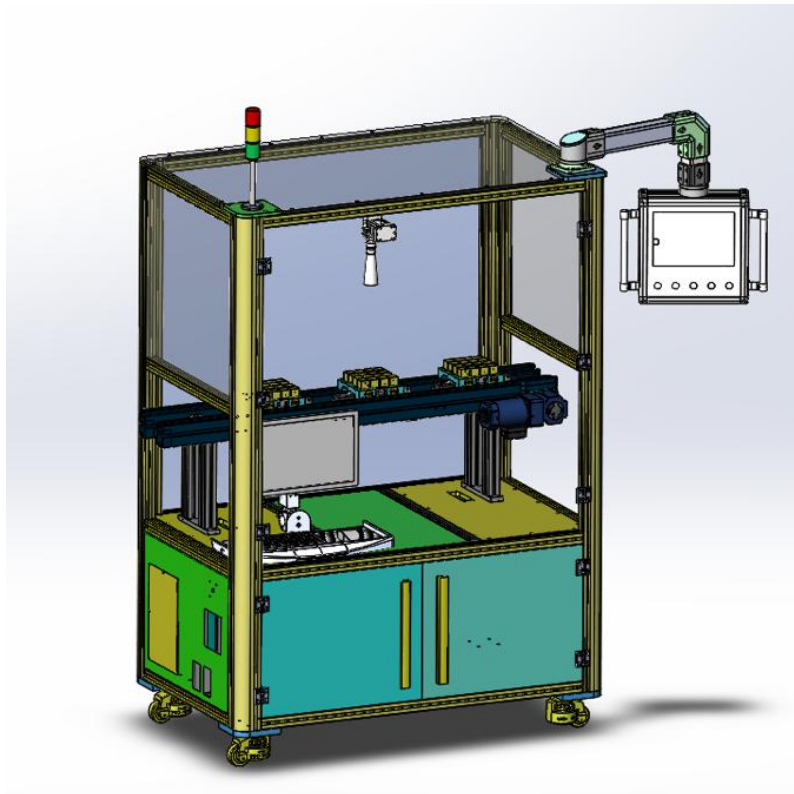


图 1：工站系统示意图

二、设备摆放位置及名称定义

此工位托盘摆放位置定义见图 2，一个 9 个格成品托盘。



图 2：工件摆放位置及顺序

三、前置条件

(一) 设备初始状态

- 1) 设备已开机

(二) 设备资料

- 1) 电气原理图
- 2) RFID 型号

四、 比赛任务

1、 安全操作与规范性要求

所有参赛选手应严格遵守安全操作规范，评委现场观察操作过程，每违反一项扣1分，直至扣完为止。安全操作规范见附件《设备操作须知》

2、 总体任务目标：通过人机界面下达启动指令后，原料输送机构将装有工件的托盘运到视觉检测工位，由 RFID 识别出工件信息。同时启动相机检测工件的装配质量并将结果返回 PLC，然后输送系统将工件输送到仓储区。

编号	任务	说明	分数
1	PLC 项目建立与硬件组态		5 分
1.1	创建项目，在博图中创建一个新项目，并保存到电脑硬盘		
1.2	添加 PLC、PLC I/O 模块		
1.3	添加触摸屏		
1.4	OPCUA 通讯设置		
1.5	编译项目并成功下载到设备		
2	建立变量		5 分
2.1	根据 I/O 地址表新建所需变量		
2.2	下载并测试成功		
3	RFID 应用		5 分
3.1	正确添加 RFID 硬件		
3.2	数据读取		
4	人机界面组态		5 分
4.1	建立设备状态显示界面，能正确显示以下内容：输送带是否运转、成品托盘就位、拍照完成和图片处理结果		
4.2	建立操作按钮和开关：物料输送带正向、反向点动按钮、成品输送正、反转手动按钮、拍照按钮及挡停手动按钮等		
5	视觉检测		10 分

5.1	通过相机软件连接相机，获取图像		
5.2	调节相机光圈、焦距、光源强度以及其他参数，得到清晰的图像		
5.3	使用提供软件来对图片进行颜色提取和二维码定位		
6	PLC 编程与手动测试（手动模式下）		10 分
6.1	在触摸屏上按下物料输送带正向点动按钮，物料输送带正向开始运转，松开按钮后停止		
6.2	在触摸屏上按下物料输送带反向点动按钮，物料输送带反向运转，松开按钮后停止		
6.3	在触摸屏上按下物料输送带正向运行按钮，物料输送带正向开始运转，松开按钮照常运行，再次点击该按钮后停止		
6.4	在触摸屏上按下物料输送带反向运行按钮，物料输送带开始反向运转，松开按钮照常运行，再次点击该按钮后停止		
6.5	在触摸屏上按下挡停 1 下降按钮，挡停 1 下降，松开按钮后抬起		
6.7	在触摸屏上按下挡停 2 下降按钮，挡停 2 下降，松开按钮后抬起		
6.8	按下触发拍照按钮一次，相机拍照一次，HMI 显示结果		
7	系统联机自动运行（自动模式下）		10 分
7.1	按下启动按钮，启动自动生产程序，托盘由输送机运到相机检测位置，完成 RFID 识别和相机拍照后，再把托盘输送到仓储位置停机。		
7.2	自动运行过程中按下停止按钮，物料与成品输送机构停止运行，自动运行状态指示灯熄灭。		

五、 评分表

项目及要求	配分	得分
项目 1：项目建立与硬件组态		
创建项目，在博图中创建一个新项目，并保存到电脑硬盘	0.5	
添加 PLC	0.5	
添加 PLC I/O 模块	0.5	
添加触摸屏	0.5	
编译项目并成功下载	1	
OPCUA 通讯设置	1	
编译项目并成功下载到设备	1	
小计	5	
项目 2：根据 PLC I/O 分配表新建 I/O 变量		
建立 PLC 控制器的 I/O 变量	2.5	
下载后测试	2.5	
小计	5	
项目 3：RFID 应用		
正确添加 RFID 硬件	2	
数据读取	3	
小计	5	
项目 4：人机界面组态		
“画面显示”功能（指示灯与文字标识）		
输送皮带正向运转指示	0.5	
输送皮带反向运转指示	0.5	
相机拍照完成指示	0.5	
托盘到检测位置显示	0.5	
“主控画面按钮与开关”功能（按钮开关与文字标识）		
输送皮带正向点动按钮	0.5	
输送皮带反向点动按钮	0.5	

输送带正向连续运行按钮	0.5	
输送带反向连续运行按钮	0.5	
挡停 1 点动按钮	0.5	
挡停 2 点动按钮	0.5	
小计	5	
项目 5：视觉检测		
手动模式下测式		
在视觉工控机上使用软件获取拍照图像	1.0	
图像清晰	3.0	
按下“拍照”按钮，相机拍照	2.0	
视觉处理结果传到 PLC，在 HMI 上显示	2.0	
实现颜色提取	1.0	
实现二维码定位	1.0	
小计	10	
项目 6：PLC 编程和手动测试		
手动模式下测式		
按下“输送正向点动”按钮，输送正向运转，松开停止	1.0	
按下“输送反向点动”按钮，输送反向运转，松开停止	1.0	
按下“输送正向连续运行”按钮，输送正向运转，松开停止	1.0	
按下“输送反向连续运行”按钮，输送反向运转，松开停止	1.0	
按下“挡停 1”挡停 1 下降，松开后复位	1.5	
按下“挡停 2”挡停 2 下降，松开后复位	1.5	
按下触发拍照按钮一次，相机拍照一次	3	
小计	10	
项目 7：PLC 自动控制功能		
在自动模式下，按下“启动”按钮，启动自动生产程序后执行工序如下：		
1) 检测输送带将托盘运到相机检测位置后停止	1	
2) RFID 读取工件信息并显示在触摸上	4	
3) 触发相机拍照	3	
5) 工件到达仓储位置后全线停止	2	
小计	10	

模块二：网络配置与安全

一、概述

为了实现多系统的集成以及数据安全需要对网络进行配置，网络示意图如图 1 所示。

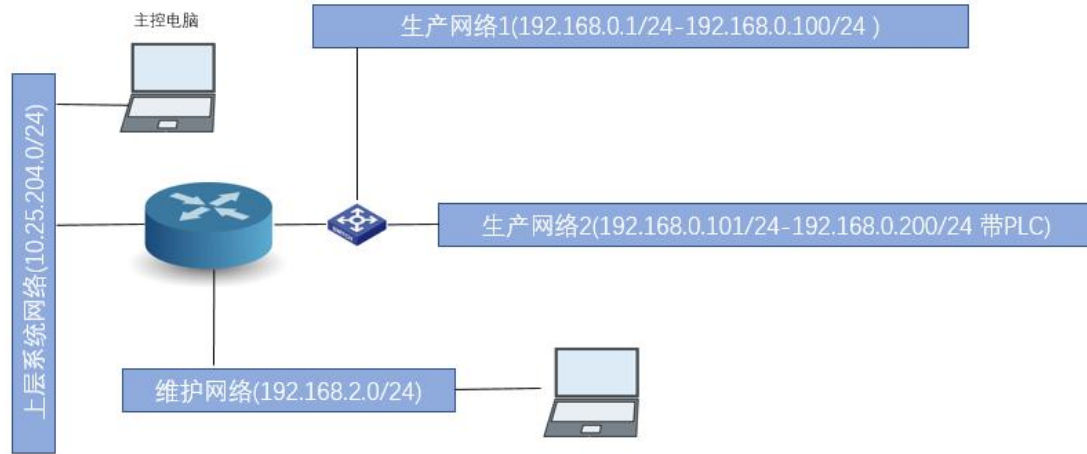


图 1：网络示意图

二、前置条件

(一) 设备初始状态

- 1) 设备未连接

(二) 设备资料

- 1) 交换机手册
- 2) 路由器手册

三、比赛任务

1、总体任务目标：实现网络间的联通与隔离。

编号	任务	说明	分数
1	网络安全与配置		20 分
1.1	初始化交换机、路由器		
1.2	上层系统网络不可以访问维护网络		
1.3	上层系统网络尽可以通过 ping 访问生产网络 1、生产网络 2		
1.4	维护网络可以不受限制的访问生产网络		

	1、生产网络 2		
1.5	维护网络不可以访问上层系统网络		
2	PLC		2 分
2.1	配置 PLC 网络属性是的其他设备可以发现 PLC		
3	测试		3 分
3.1	通过 wireshark 软件抓取并分析网络数据包		
3.2	通过 proneta 软件分析网络架构		

四、 评分表

项目及要求	配分	得分
项目 1：网络配置		
上层系统网络不可以访问维护网络	3	
上层系统网络尽可以通过 ping 访问生产网络 1、生产网络 2	4	
维护网络可以不受限制的访问生产网络 1、生产网络 2	3	
维护网络不可以访问上层系统网络	3	
生产系统网络 1、生产系统网络 2 不可以访问维护网络、上层系统网络	3	
生产网络 1、生产网络 2 之间不可以相互通信	4	
小计	20	
项目 2：配置 PLC		
配置 PLC 的相关网络属性	2	
小计	2	
项目 3：网络测试		
在维护网络中用 wireshark 收集从维护网络到生产网络 1 的 ping 数据包	1.5	
在维护网络用 proneta 获取生产网络架构图	1.5	
小计	3	

模块三：数字孪生

一、概述

比赛基于西门子 Process Simulate V15.1 以及如下数字孪生模型，如图 1 所示。

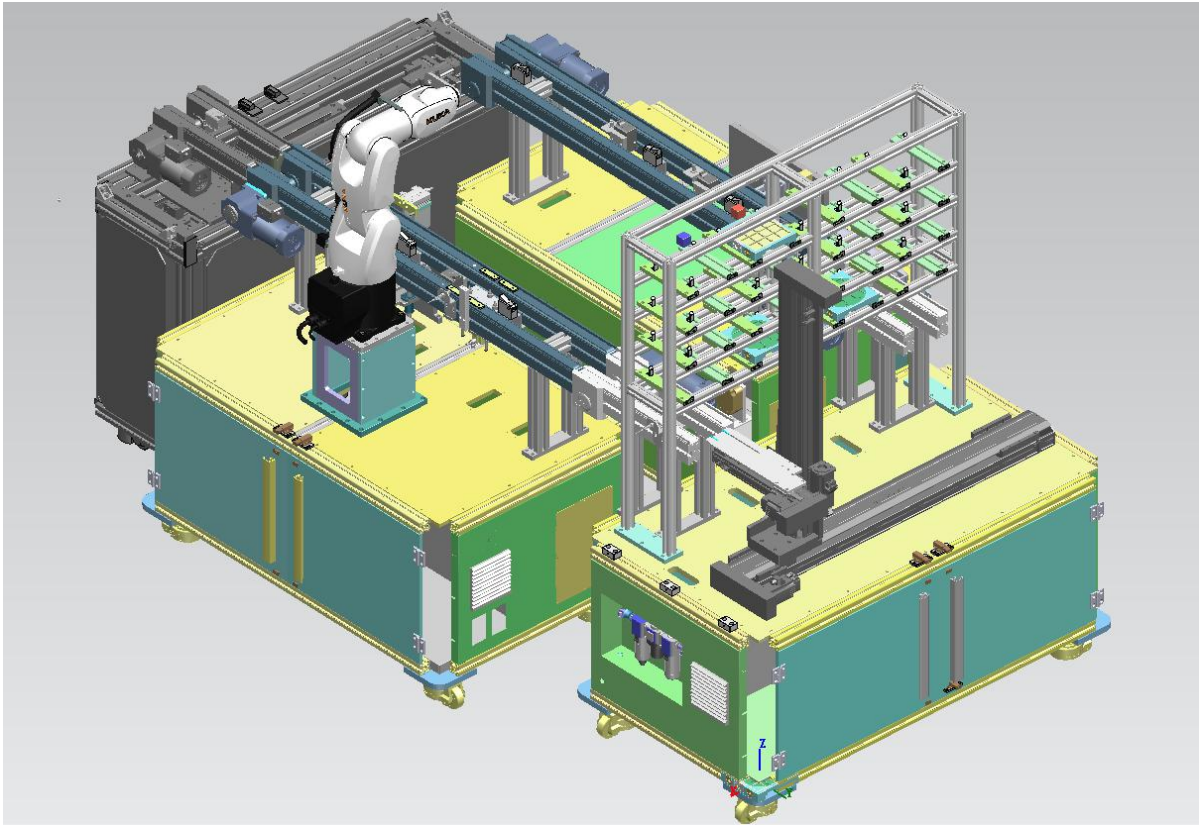


图 1：数字孪生模型图

二、 软硬件配置要求

自备 PC 电脑 2 台，满足以下要求：

- Win10 系统（64 位操作系统）
- CPU 频率 4GHZ，6 核心以上
- 内存：8G 以上
- 独立显卡，显存 4G 以上
- 硬盘空间：固态硬盘 256G

安装以下软件：

- SIMATIC STEP 7 and WinCC Professional V15.0
- SIMATIC PLCSIM Advanced V2.0 SP1
- Tecnomatix V15.1 版本

三、 比赛任务

总体任务目标：通过完善仿真数据，提供虚拟调试环境，调试并完善 PLC 程序。具体任务见下表。

编号	任务	说明	分数
1	布置仿真环境		10 分
1.1	按照 layout 布置仿真设备		
1.2	将设备定义关节运动		
1.3	给有机构运动的设备定义智能组件		
2	建立通讯连接		5 分
2.1	建立 TIA Portal 与 PLCSIM Advanced 连接		
2.2	建立 PS 与 PLCSIM Advanced 连接		
3	结合仿真环境调试并完善 PLC 程序		10 分
3.1	创建并连接信号到智能组件		
3.2	运行仿真环境，测试各设备运行状态		
3.3	根据仿真运行结果，查找程序问题		
3.4	修正问题，并在仿真环境当中验证		

四、 评分表

数字孪生评分表		
项目及要求	配分	得分
项目 1：layout 设备布局		
操作台按照 layout 摆放，移动至 layout 位置	1	

6 个坐标位置不允许存在小数点，这里检查位置是否放精确	1	
小计	2	
项目 2：设备定义关节运动		
顶升夹紧机构定义动作，并能够正确运行	2	
顶升夹紧机构包含 12 个信号，并连接到智能组件	2	
顶升夹紧机构定义智能组件属性，并能够按照信号执行动作	2	
顶升夹紧机构 link 是否选择合理，pose 状态是否定义，轴极限是否设置	2	
小计	8	
项目 3：通讯连接创建		
建立 TIA Portal 与 PLCSIM Advanced 连接	2.5	
建立 PS 与 PLCSIM Advanced 连接	2.5	
小计	5	
项目 4：联调程序		
智能仓储工站包含 9 个信号，并连接到智能组件	2	
找到 PLC 程序中 PICK_NUMBER 变量，并修正其变量值	4	
添加清零程序段，保证取成品托盘以后，继续取放原料托盘	4	