



2023年全国行业职业技能竞赛 ——第五届全国智能制造应用技术技能大赛

数字孪生应用技术员（智能制造控制技术方向）赛项
（职工组/学生组）
实操题
（样题）

大赛组委会技术工作委员会

二〇二三年十月

重要说明

1. 比赛时间240分钟，90分钟后，选手可以弃赛，但不可提前离开赛位场地，需要在赛位指定位置，与比赛设备隔离。
2. 比赛共包括5个任务，总分100分，见表1。

表 1: 比赛任务及配分

序号	名称	配分	说明
1	任务 1: 智能制造控制系统设计与装调	20	过程结果评分
2	任务 2: 产品工艺控制数字化仿真	15	过程结果评分
3	任务 3: 智能生产数字化控制虚拟联调	20	过程结果评分
4	任务 4: 智能制造控制技术综合应用	20	过程结果评分
5	任务 5: 智能制造控制可靠性分析	20	过程结果评分
6	职业素养与安全意识	5	过程结果评分
7	合计	100	

3. 除有说明外，限制各任务评判顺序，但不限制任务中各项的先后顺序，选手在实际比赛过程中要根据赛题情况进行操作。
4. 请务必阅读各任务的重要提示。
5. 比赛过程中，若发生危及设备或人身安全事故，立即停止比赛，将取消其参赛资格。
6. 比赛所需要的资料及软件都以电子版的形式保存在工位计算机里指定位置E:\ZL\。
7. 选手对比赛过程中需裁判确认部分，应当先举手示意，等待裁判人员前来处理。
8. 参赛选手在竞赛过程中，不得使用自带的U盘。
9. 选手在竞赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在竞赛的总成绩中扣除相应分值。
10. 选手在比赛开始前，认真对照工具清单检查工位设备，并确认后

开始比赛；选手完成任务后的检具、仪表和部件，现场需统一收回再提供给其他选手使用。

11. 赛题中要求的备份和保存在电脑中的文件，需选手在计算机指定文件夹E:\2023ZN\中命名对应文件夹（如：赛位号+PLC，赛位号+HMI），赛位号为1个数字+3个字母+2个数字，如3CCB01。赛题中所要求备份的文件请备份到对应到文件夹下，即使选手没有任何备份文件也要求建立文件夹。

12. 需要裁判验收的各项任务，任务完成后裁判只验收1次，请根据赛题说明，确认完成后再提请裁判验收。

13. 选手严禁携带任何通讯、存储设备及技术资料，如有发现将取消其竞赛资格。选手擅自离开本参赛队赛位或者与其他赛位的选手交流或者在赛场大声喧哗，严重影响赛场秩序，如有发生，将取消其竞赛资格。

14. 选手必须认真填写各类文档，竞赛完成后所有文档按页码顺序一并上交。

15. 选手必须及时保存自己编写的程序及材料，防止意外断电及其它情况造成程序或资料的丢失。

16. 赛场提供的任何物品，不得带离赛场。

17. 在整个比赛期间，选手应严格防止机器人运动造成人身伤害，严格遵循相关职业素养要求及安全规范，包括安全文明参赛，着装、操作规范，工具摆放整齐，资料归档完整等。

一、竞赛项目任务书

聚焦智能制造数字控制技术应用实际，体现工业数字控制技术助推传统产业升级的技术要素，以智能制造控制、数字孪生、工业互联网以及控制可靠性等数字技术为支撑，完成智能制造控制系统设计与装调、产品工艺控制数字化仿真、智能生产数字化控制虚拟联调、智能制造控制技术综合应用以及智能制造控制可靠性分析等 5 个主要竞赛任务。竞赛平台总布局简图如图 1 所示。

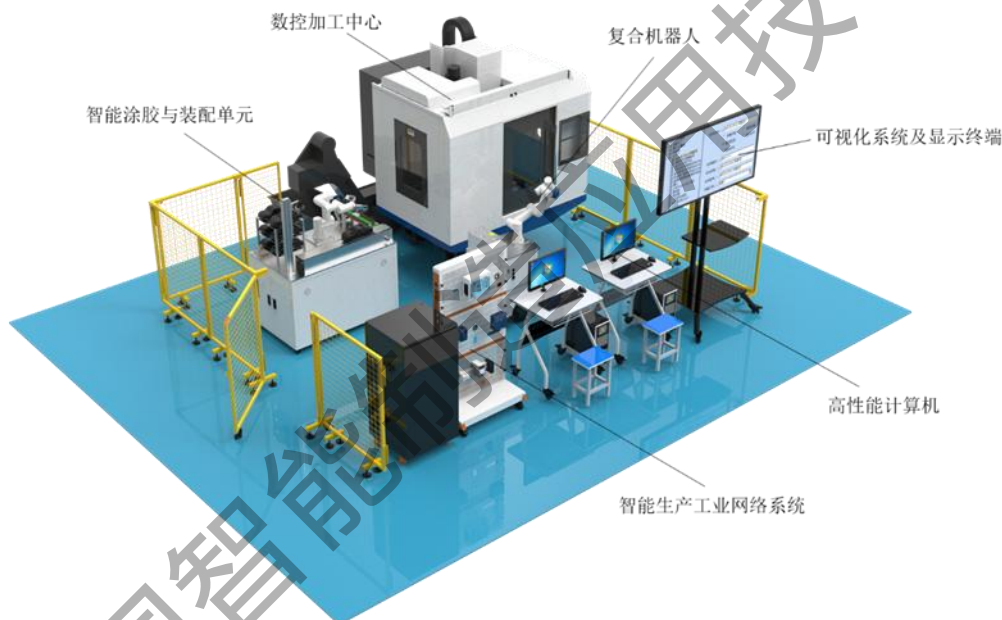


图 1 竞赛平台参考图

任务 1: 智能制造控制系统设计与装调

任务描述：根据竞赛任务书有关要求及给定的技术条件，结合“智能制造数字驱动控制技术理念”，对工业互联网应用设备部署、感知数据采集以及数字驱动控制等方案进行设计，完成相关设计技术文件编制。完成包括传感器、网络设备、PLC、机器人、数控加工等智能设备安装与

调试；完成各生产数字驱动单元联通调试。

（一）系统方案设计与技术文件编制

对工业互联网应用设备部署、感知数据采集以及数字驱动控制等方案进行设计，完成相关设计技术文件编制。

1. 制定智能制造控制系统的配置方案

选手编写设备配置方案，并以 PDF 格式保存。配置方案包含单元名称、该单元的主要设备和机构以及设备和机构的数量。

对智能制造控制系统进行配置规划，规划表格式如下表 1 所示。

表 1 规划表格式

单元名称	设备/机构名称	数量	单位	备注
Xxxx	0	x	
	0	x	

2. 按照网络规划要求和框架表，完善 IP 地址表绘制网络拓扑图网络系统要求如下：

1) 根据网络配置表进行网络划分，要求不同 VLANID 分配不同网段。

2) 在搭建的网络基础上，为增加网络环境的稳定性，对主干网络搭建冗余环网。

3) 通过配置网络安全策略对不同局域网进行边界防护，提高各网络及终端设备的安全性。

4) 应用软件绘制网络拓扑图，以 PDF 文件保存到指定文件夹。

5) 编写完整网络 IP 地址分配表，以 PDF 文件保存到指定文件夹。

网络配置表如下表 2 所示：

表 2 网络配置表

设备名称	符号	Vlan/端口		地址	设备网络信息	
		Vlan	端口		设备名称	IP地址
交换机1	SW1	VLAN01		192.168.0.201		
		VLAN11			设计计算机PC2	
交换机2	SW2	VLAN01		192.168.0.202		
		VLAN21			维护计算机PC1	
		VLAN22			边缘控制器	
		VLAN23			HMI	
交换机3	SW3	VLAN01		192.168.0.203		
		VLAN31			生产单元PLC	
					生产单元机器人	
		VLAN32			运载单元AGV	
					运载单元机器人	
		VLAN33			运载单元相机	
					数控系统	
防护墙	Firewall	Untrust				
		Trust			交换机1	
		DMZ			服务器	

完成任务 1 中(一)后，举手示意裁判进行评判！

（二）智能设备安装与调试

按照任务数要求完成包括传感器、网络设备、PLC、机器人等智能设备安装与调试。

1. 按照任务 1.1 的网络拓扑图和 IP 地址表进行网络设备的配置，网线的制作和链接，通过网络的连通性进行评判。

（1）选手完成网线制作后，向裁判示意，裁判确认后，由选手进行该网线的连接。

（2）配置网络设备，并将网络终端接入到对应网络中。对整个网络进行 Ping 通测试。

通过维护网络计算机 PC1 进行网络 Ping 通测试。对验证结果进行截图。

要求 PC1 连接到 SW2 的“VLAN21”的对应端口，进行 Ping 通测试要求使用 CMD 方式进行 Ping 通测试，如下图 2 所示。

```

>ping 127.0.0.1

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

```

图 2 Ping 通测试图

PING 通测试要求如下:

- 1) Ping 通 VLAN22、VLAN23 的网络连接;
- 2) Ping 通 VLAN11、防火墙、服务器的网络连接;
- 3) Ping 通 VLAN31、VLAN32、VLAN33 的网络连接。

(3)通过维护网络计算机 PC1 进行网络连续 Ping 通 SW3 的 VLAN31, 使使用 CMD 方式的指令“ping xxx.xxx.xxx.xxx -t”, 如下图所示。并满足如下图 3 所示要求:

```

>ping 127.0.0.1 -t

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

```

图 3 连续 Ping 通示意图

- 1) 要求环网网线全部连接时可保持 Ping 通;
- 2) 拔掉环网中任意一根网线(裁判评分时指定)时保持 Ping 通。

(4) 网络安全策略部署(Untrust 口为外网口)

服务器、VLAN01、VLAN11 可进行外网访问;

- 1) VLAN21、VLAN22、VLAN23、LAN31、VLAN32、VLAN33不可访问外网;

2) VLAN23、LAN31、VLAN33不可访问服务器。

2. 网络搭建调试完成后,各终端设备接入到网络种,依据 I0 变量表,对设计进行在线监控和硬件测试。

- 1) 机器人本体手动控制,机器人末端工具动作;
- 2) 皮带输送机运行启动、停止运行;
- 3) 汽车模型装配线前进、后退运行;
- 4) 复合机器人场地内,前进、后退、旋转人手动控制;
- 5) 数控系统夹具、自动门等手动控制。

完成任务 1 中(二)后,举手示意裁判进行评判!

(三) 生产数字驱动单元联通调试

按照任务书要求完成各生产数字驱动驱动单元联通调试。

编写 PLC 程序、机器人程序、设计 HMI 界面,通过 HMI 对生产数字驱动单元关键机构和单元进行控制,并对采集的传感器数据进行显示。

具体任务如下:

1. 皮带运输机单元:

1) 通过 HMI 控制皮带运输机正反转运行,显示光电开关检测位置的物料有无信息;

2) PLC 采集通过编码器采集数据,计算皮带实时运行速度 (mm/s),将测得的运行速度在 HMI 上进行显示;

2. 汽车模型装配线

汽车模型装配线用于汽车模型的运输和车轮装配,现需要对汽车装配线进行原点工位、汽车上下料工位、车窗装配工位、车轮装配工位的标定。分别定义为 (P1\P2\P3\P4),位置由选手指定,要求各工位位置间

隔不少于 3cm。

将车窗放置在桌面步进驱动机构上,根据要求进行汽车模型的运输作业。运输要求如下:

- 1) 完成步进驱动机构的寻原点;
- 2) 手动操作运行至指定位置;
- 3) 通过触屏触发车窗运输流程。

3. 桌面装配机器人

编写 PLC 程序、机器人程序,完成主控与装配机器人的联调完成装配。

具体要求如下:

- 1) 手动运行机器人, HMI 能够对机器人实时关节坐标数据进行显示;
- 2) 通过 HMI 触发装配机器人运行,实现车窗的自动装配。

自动装配流程如下:

- 1) 触发 HMI 控件,自动装配流程开始;
- 2) 机器人获取车窗零件;
- 3) 机器人将车窗零件安装到小车上。

4) 运行结束。

4. 复合机器人

1) 按照网络拓扑图,将 AGV 物流单元接入对应网络中,完成 AGV 在协调制造系统中的部署;

2) 通过地图扫描、目标点标定、轨迹规划,完成复合机器人在汽车智能涂胶与装配生产单元的仓储单元、数控加工单元、充电站、自定义站点间的路径规划和自动目标点运行。

完成任务 1 中(三)后,举手示意裁判进行评判!

任务 2: 产品工艺控制数字化仿真

任务描述: 根据竞赛任务书和给定的产品生产工艺控制技术要求, 基于给定的生产技术平台, 对产品的生产工艺进行分析和设计, 并利用于数字建模和仿真软件, 通过建模、仿真场景搭建和参数配置, 实现给定产品生产工艺控制的数字化加工生产全流程仿真和优化。

(一) 产品生产工艺分析和设计

根据竞赛任务书和给定的产品生产工艺控制技术要求, 对产品的生产工艺进行分析和设计。

1. 产品数字化建模与生产工艺设计

根据任务书给定的轮毂产品图纸, 应用 CAD 软件, 进行产品 3D 设计与数字化建模、产品生产工艺分析与设计、BOM 构建、编制产品加工工艺表。

具体任务如下:

(1) 根据任务书给定的附件产品图纸, 应用 CAD 软件, 对轮毂产品进行数字化设计, 完成轮毂产品数字化建模;

(2) 根据已设计的轮毂产品 3D 模型和产品加工工艺要求, 进行轮毂产品生产工艺分析与设计, 编制产品加工工艺表, 编制的技术文件以 PDF 文件保存到指定文件夹。

2. 产品 CAM 编程与加工仿真

根据产品生产工艺, 应用 CAM 软件, 进行产品 CAM 编程和生成数控加工程序, 并对加工程序进行仿真验证, 生成的数控加工程序保存到指定文件夹。

具体任务如下:

(1) 根据已设计的轮毂产品生产工艺, 应用 CAM 软件, 进行轮毂产

品 CAM 编程，并生成数控加工程序；

(2) 根据已生成的数控加工程序，应用 CAM 软件，进行产品加工仿真验证。

(二) 数字化建模与仿真场景搭建

根据任务书给定的任务要求，利用于数字建模和仿真软件，根据产品工艺要求，进行建模和仿真场景搭建。

具体任务如下：

(1) 根据产品生产工艺要求，应用数字孪生仿真软件，导入数控加工单元、汽车智能涂胶与装配生成单元、复合机器人等模型，搭建智能制造生产数字化场景；

(2) 根据产品生产工艺要求，在搭建的智能制造生产数字化场景基础上，调整模型布局，要求和实物场景布局一致。

(三) 生产工艺数字化仿真验证与优化

根据任务书给定的任务要求，通过参数的配置，完成现场给定产品生产工艺控制的数字化加工生产全流程仿真和优化。

1. 单元机构仿真与测试

根据搭建的智能制造生产数字化场景，分别对皮带运输机、汽车模型装配线、轮胎轮毂组装机构等单元机构进行仿真与测试。

2. 数字化加工生产全流程仿真

根据产品生产工艺要求，完成数字化加工生产全流程仿真。

(1) 仿真运行前准备要求如下：

待组装的机车模型放置在仓储单元汽车库位；

1) 车窗零件放置在仓储单元车窗库位；

2) 轮胎放置在仓储单元的轮胎库位；

- 3) 待加工轮毂放置在仓储单元的轮毂库位;
- 4) 清空汽车轮胎装配机构物料。

(2) 数字化加工生产流程如下:

- 1) 复合机器人从毛坯轮毂仓位取出待加工的轮毂;
- 2) 复合机器人将毛坯轮毂运输到数控加工单元上下料位置;
- 3) 复合机器人将毛坯轮毂放置数据加工单元;
- 4) 数控加工单元完成轮毂加工;
- 5) 复合机器人将加工完成的轮毂从数控加工中心取出;
- 6) 复合机器人将成品轮毂运输到汽车智能涂胶与装配生产单元皮带运输机入口处。;
- 7) 汽车装配线滑台运行到汽车上下料位置;
- 8) 机器人将汽车模型搬运至汽车模型装配线;
- 9) 机器人获取车窗, 完成车窗涂胶;
- 10) 汽车模型运行至车窗装配工位;
- 11) 机器人完成车窗装配;
- 12) 皮带运输机将成品轮毂运输到末端停止;
- 13) 机器人分别获取轮胎、轮毂并在轮胎组装工位完成车轮组装;
- 14) 机器人将组装完的车轮放置到汽车装配线的汽车轮胎装配机构上;
- 15) 汽车模型运行至车轮装配工位后完成车轮组装;
- 16) 汽车组装完成后, 汽车装配线将汽车模型运输到汽车下线工位;
- 17) 机器人将汽车模型放回仓储单元的汽车库位;
- 18) 汽车装配完成。

完成任务1中(一)一(三)后, 举手示意裁判进行评判!

任务 3: 智能生产数字化控制虚拟联调

任务描述: 根据任务书给定的任务要求, 构建智能生产工业网络系统, 实现生产设备、传感系统和边缘装置等现场数据的采集、处理与可视化, 打通智能生产系统网络数据流。根据产品工艺要求, 基于任务 2 的数字化仿真模型, 通过程序编写和调试, 对智能生产数字化控制系统进行虚拟联调, 实现虚拟调试下的产品虚拟加工生产。

(一) 基于调试平台与网络服务的数据交互

按照任务书要求, 基于调试平台, 完成传感器, 边缘端设备, 工业网关等智能设备的组态与通信, 搭建工业网络, 打通数据流。

具体任务如下 (包括但不限于以下内容):

1) 建立装配机器人、主控 PLC、边缘端设备的连接, 通过不同链路和协议转换, 打通数据流; 实现边缘端对装配机器人关节坐标、运行状态等信息的状态监控;

2) 建立复合机器人、主控 PLC、边缘端设备的连接, 通过不同链路和协议转换, 打通数据流; 实现边缘端对复合机器人当前坐标、所在地图的实时位置、角度、运行状态、电量、电池电压等信息的实施监控;

3) 建立数控系统、主控 PLC、边缘端设备的连接, 通过不同链路和协议转换, 打通数据流; 实现边缘端对数控系统机械坐标、主轴转速、进给倍率等信息的实时监控;

4) 建立主控 PLC 和边缘端设备的连接、通过不同链路和协议转换, 打通数据流; 实现边缘端对系统运行状态, 当前运行模式的监控, 同时可以通过数据下发, 通过主控实现对皮带运输机、汽车装配线等机构的远程控制;

5) 完成主控系统与虚拟仿真系统的数据通讯, 实现控制器对虚拟仿真系统中数字模型的驱动, 同时能够实时获取数字模型的运行状态。

完成任务 3 中(一)后, 举手示意裁判进行评判!

(二) 基于系统数据的可视化设计与数据分析

按照任务书要求, 完成生产设备、传感系统和边缘装置等现场数据的采集、处理与和可视化。

具体任务如下, 包括但不限于以下具体功能:

1. 皮带运输机数据采集和 web 显示;
2. 装配机器人实时关节坐标数据进行采集和 web 显示;
3. 复合机器人当前坐标进行数据采集和 web 显示, 包括所在地图的实时位置、角度、运行状态、电量、电池电压等;
4. 汽车智能涂胶与装配生产单元进行数据采集和 web 显示, 包括装配机器人运行状态显示(运行、停止)、皮带运输机状态显示(运行、停止)、步进机构当前位置、步进机构当前速度;
5. 设计并实现机器人自动车窗装配控制按钮功能、轮毂运输启动控制按钮功能等。

完成任务 3 中(二)后, 举手示意裁判进行评判!

(三) 数字模型驱动与虚拟调试

按照任务书要求, 根据任务 2 的设计规划和验证结果。通过程序编写和调试, 对智能生产数字化控制系统进行虚拟联调, 完成虚拟调试下的产品虚拟加工生产。

具体要求如下:

通过 HMI 或工业 APP 启动运行流程, 完成虚拟模型的“智能制造控制

系统生产加工全流程”调试，数字模型由实体控制器进行驱动。虚拟调试运行过程中，桌面实物机构处于静止状态。

完成任务 3 中(三)后，举手示意裁判进行评判!

任务 4： 智能制造控制技术综合应用

任务描述：根据任务书给定的任务要求，基于智能制造控制技术平台工业生产数字化技术应用场景，通过综合操作、编程和调试，对平台设备进行数字驱动赋能和综合应用，实现基于生产数字驱动技术平台的完整工艺生产流程，全流程体现现场核心设备的协同管理与监控以及全生产过程的数字孪生同步。

（一）数字驱动技术的项目应用

结合任务书内容，绘制基于智能制造控制数字驱动技术的综合应用平台技术要素实施逻辑架构图。

以实际项目为依据，依托数字孪生技术贯穿整个项目实施。服务于项目的完整生命周期。主要包含方案设计技术论证阶段；设计实施系统调试阶段；生产制造运行维护阶段。

请根据项目实施不同阶段数字技术的应用，绘制数字技术在智能控制系统中的实施逻辑架构图，并以 PDF 文件保存到指定文件夹。

完成任务 4 中(一)后，举手示意裁判进行评判!

（二）智能制造控制系统综合调试

按照任务书要求，通过综合操作、编程和调试，通过综合操作、编程和调试，对平台设备进行数字驱动赋能和综合应用，实现基于生产数字驱动技术平台的完整工艺生产流程。

通过对 PLC、机器人、数控系统、移动机器人等单元进行程序设计

和调试，完成 1 套完整汽车模型的自动生产。

具体任务要求如下：

1. 运行准备要求如下：

- 1) 待组装的 3 个汽车模型放置在仓储单元汽车库位；
- 2) 3 个车窗零件放置在仓储单元车窗库位；
- 3) 6 个轮胎放置在仓储单元的轮胎库位；
- 4) 6 个毛坯轮毂放置在仓储单元的轮胎库位；
- 5) 机器人调整到安全位置。

2. 汽车轮毂加工工序如下：

- 1) 复合机器人从毛坯轮毂仓位取出代加工的轮毂；
- 2) 复合机器人将毛坯轮毂运输到数控加工单元上下料位置；
- 3) 复合机器人将毛坯轮毂放置数据加工单元；
- 4) 数控加工单元完成轮毂加工；
- 5) 复合机器人将加工完成的轮毂从数控加工中心取出；
- 6) 复合机器人将成品轮毂运输到汽车智能涂胶与装配生产单元皮带运输机入口处。

3. 汽车组装工序如下：

- 1) 汽车装配线滑台运行到汽车上下料位置；
- 2) 机器人将汽车模型搬运至汽车模型装配线；
- 3) 机器人获取车窗，完成车窗涂胶；
- 4) 汽车模型运行至车窗装配工位；
- 5) 机器人完成车窗装配；
- 6) 皮带运输机将成品轮毂运输到末端 2s 后停止；
- 7) 机器人分别获取轮胎、轮毂并在轮胎组装工位完成车轮组装；

- 8) 机器人将组装完的车轮放置到汽车装配线的汽车轮胎装配机构上;
- 9) 汽车模型运行至车轮装配工位后完成车轮组装;
- 10) 汽车组装完成后, 汽车装配线将汽车模型运输到汽车下线工位;
- 11) 机器人将汽车模型放回仓储单元的汽车库位;
- 12) 汽车装配完成。

完成任务 4 中(二)后, 举手示意裁判进行评判!

(三) 智能制造控制系统虚实同步

按照任务书要求, 通过实物机构的运行数据, 驱动数字模型, 全流程展现现场核心设备的协同管理与监控以及全生产过程的数字孪生。

要求: 当智能制造生产系统加工轮胎时, 数字模型的运行与实物一致, 不出现超前运行的情况。跟随流程, 无明显滞后和延迟。

完成任务 4 中(三)后, 举手示意裁判进行评判!

任务五: 智能制造控制可靠性分析

任务描述: 借助低代码开发平台, 通过工业 APP 相应功能开发和调试, 并结合边缘计算单元对加工过程的关键数据进行采集、监控和优化分析, 并通过数字孪生系统, 在小批量多件加工生产下对智能制造控制关键设备、生产质量等进行可靠性分析。

(一) 数控系统数据采集

按照任务书要求, 配置边缘端设备与本地云平台通信网络, 完成数控系统与边缘端设备的通信。

(1) 配置边缘端参数、数控机床参数和云平台服务器参数, 实现数据的互联互通;

(2) 通过云平台搭建数控加工单元的监控系统, 以及参数配置, 进

行数据可视化展示。数控系统数据监控和显示要求如下（包括但不限于以下内容）：

- 1) 数控系统机械坐标，数值型控件显示；
- 2) 数控系统绝对坐标，数值型控件显示；
- 3) 数控系统相对坐标，数值型控件显示；
- 4) 主轴转速，显示 10s 内的转速变化；
- 5) 进给倍率，数值型控件显示；
- 6) 程序号，字符形式显示。

完成任务 5 中(一)后，举手示意裁判进行评判！

（二）工业 APP 应用开发

按照任务书要求，对边缘计算单元进行相关配置，通过对工业 APP 相应功能开发和调试实现加工过程的关键数据进行采集、监控和加工过程可靠性分析。

APP 功能需求如下（包括但不限于以下内容）

1. APP 采集数控机床的主轴的电流、电压、以及振动等并显示。

数控机床振动实时监控：实时振动数据（10s 区间），采样区间内采样点不少于 10 个。

主轴电流、电压实时监控：在同一个二维坐标系下进行主轴电流和电压的显示。横轴为时间轴，纵轴为数值轴（每个刻度对应数字选手自定），按下采样按钮后，开始记录 20s 内的电流、电压变化，并生成变化曲线。电流曲线颜色为黄色，电压曲线颜色为红色。

2. 系统预测性维护与报警提醒功能开发

刀具管理提醒：设定刀具使用寿命，录入如刀具当前使用次数，系统根据刀具使用情况分等级进行维护提醒。完成刀具维护后，当前刀具

使用次数清零。生成刀具维护记录。

系统异常报警：人为触发各单元急停，APP 进行报警提示，提示信息包含报警内容，报警工位以及报警时间。并生成报警记录。

将开发完成的 APP 在服务器上进行发布，通过选手设计电脑 web 端进行功能的验证和演示。

完成任务 5 中(二)后，举手示意裁判进行评判！

（三）智能制造控制系统稳定性分析与仿真

按照任务书要求，通过数字孪生系统，对智能制造控制关键设备、生产质量等进行可靠性分析。

具体任务要求如下：

1. 汽车模型装配流程生产效率分析与优化

分别按照以下两种装配流程，通过仿真软件完成全流程的仿真运行演示。并根据装配流程各环节时序绘制甘特图，并对这两种流程进行优劣分析。

运行准备要求如下：（库位和机器人位置选手自定，两种流程运行准备要求相同）

- 1) 待组装的机车模型放置在仓储单元汽车库位；
- 2) 车窗零件放置在仓储单元车窗库位；
- 3) 轮胎放置在仓储单元的轮胎库位；
- 4) 成品轮毂放置在皮带运输机末端；

机器人调整到安全位置；

组装工序如下：

- 1) 汽车装配线滑台运行到汽车上下料位置；

- 2) 机器人将汽车模型搬运至汽车模型装配线；
- 3) 机器人获取车窗，完成车窗涂胶；
- 4) 汽车模型运行至车窗装配工位；
- 5) 机器人完成车窗装配；
- 6) 皮带运输机将成品轮毂运输到末端 2s 后停止；
- 7) 机器人分别获取轮胎、轮毂并在轮胎组装工位完成车轮组装；
- 8) 机器人将组装完的车轮放置到汽车装配线的汽车轮胎装配机构上；
- 9) 汽车模型运行至车轮装配工位后完成车轮组装；
- 10) 汽车组装完成后，汽车装配线将汽车模型运输到汽车下线工位；
- 11) 机器人将汽车模型放回仓储单元的汽车库位；
- 12) 汽车装配完成。

流程 1 要求：按照组装工序 1-12 的顺序逐条进行。

流程 2 要求：1、2 工序并行进行；3、4、6 工序并行进行；

分别按照以上两种装配流程，通过仿真软件完成全流程的仿真运行演示。并根据装配流程各环节时序绘制甘特图，对这两种流程进行优劣分析并量化结果。

甘特图及分析结果以 PDF 形式保存到指定文件夹中。

2. 完成 2 套完整汽车模型的自动生产，并要求虚实同步，观察系统的可靠性，并撰写影响系统可靠性和生产质量的环节，以 pdf 的形式保存到指定文件夹中。

完成任务 5 中(三)后，举手示意裁判进行评判!

二、本项目提供的文档和资料

（一）原始数据：

提供单元接线图、PLC 硬件配置表等。

（二）文件目录：

竞赛过程和结束后选手将结果文件保存在相应的文件夹内。路径如下：

E:\2023ZN\比赛结束保存全部比赛结果文件；

三、竞赛结束时当场提交的成果与资料

竞赛结束时，参赛队须当场提交成果与资料：

将 E:\2023ZN\目录全部考入刻入大赛提供 1 个移动 U 盘，封装后签上场次和工位号，并上交裁判。

附件1：图纸

