
赛题二：应用实操类--产品生产工作站设备升级与改造

一、赛题背景：

国家新型工业化建设中，持续布局以产业链自主可控推动制造业高质量发展，推动制造业智能化、绿色化、数字化。

制造业工厂是生产和加工产品的重要场所，而生产设计则是工厂正常运行的关键。随着科技的飞速发展，各种新型的自动化生产设备不断涌现，不仅能够满足产品质量和产能的需求，还能提高生产效率和降低生产成本，并实现节能减排。

工业自动化赛题涉及智能制造领域中的科技创新、工程设计和智能应用等，主要面向全国电气工程、自动化、机械工程、仪表科学与工程、信息与通讯工程等相关学科的在校本科生和全国自动化类、机电设备类、机械设计制造类、电子信息类、计算机类及通信类等相关专业的在校高职院校学生。

本赛题面向产品生产工作站设备升级与改造这一工艺场景，内容涵盖生产工作站的工艺要素、特征、流程进行梳理，可编程逻辑控制器、触摸屏、工业机器人、伺服系统、变频器等的编程与调试，依托物料输送、物料搬运、物料装配、物料加工等智能制造环节进行竞赛，涉及多种设备的编程调试能力和集成联调能力的考核，以及虚拟场景设计、数据分析和处理、任务协作等实践应用能力的考核。

整体赛程分**区域初赛**和**全国总决赛**两个比赛阶段，赛前练习与区域初赛采用**PLC 数字孪生综合实训系统**（以下简称“**实训箱**”，大赛组委会为参赛院校按每校一台的标准提供**实训箱免费借用**），全国总决赛使用**工业机器人智能数字孪生技术综合实训平台**（以下简称“**实训平台**”）。实训箱和实训平台介绍详见第三部分。

二、任务要求：

2.1 区域初赛任务说明

区域初赛采用实训箱进行，实训箱包含**实训箱硬件**、**数字孪生练习软件**、**工业机器人数字孪生技术实训软件**。实训箱硬件包括可编程控制器、触摸屏、传感器等，数字孪生练习软件包括多种不同工业场景的典型实训案例，用于熟悉实训箱的使用，工业机器人数字孪生技术实训软件是全国总决赛使用的实训平台的数字孪生仿真软件，包括物料上料区、六轴机器人搬运区、三轴机器人仓储区三大部分。

初赛内容通过使用工业机器人数字孪生技术实训软件将三轴机器人仓储区、六轴机器人

搬运区以及物料上料区等多个应用场景结合，并统一考察。参赛队伍可参考“区域初赛练习”部分的内容进行赛前练习，模拟使用三轴机器人仓储区进行工件仓库的管理及调用操作。**区域初赛赛题任务书将于区域初赛前 2 个月正式发布。**参赛团队根据初赛赛题任务书的要求，与 2024 年 4 月 15 日前在大赛平台提交初赛任务实施方案，内容包括但不限于：项目背景，项目目标，项目内容，实施计划，人员分工，风险预案等。实施方案模板随初赛任务书一并发布。

2.2 全国总决赛任务说明

全国总决赛赛题内容主要涉及实训平台的三轴机器人仓储区和六轴机器人搬运区，采用线下比赛模式，入围全国总决赛的参赛队需按组委会提供的任务书，进行设计、编程与调试工作，考察参赛队伍的综合能力。大赛组委会会在**总决赛前一个月公布决赛样题任务书**，现场决赛任务会在样题基础上有所微调，但调整比例不超过 20%。其中包括了（1）PLC、伺服驱动器以及其他控制器设备的**参数设定和硬件配置**功能。（2）六轴机器人的**姿态操作及示教**功能。（3）各控制器的**通讯**，实现**数据交互**等功能。

三轴机器人仓储区包含模拟立库、物料盒、三轴机器人、夹爪气缸、光电传感器等机构，比赛内容包括传感器逻辑判断、三轴机器人运动、物料盒搬运和合理仓储、与六轴机器人联合协作等，考察参赛队伍的 PLC 编程能力、伺服组态与调试能力、触摸屏界面组态能力等。

六轴机器人搬运区包含六轴机器人本体、配套的机械手快换平台、图形寻迹平台、置物平台和机器人示教器。比赛内容包括六轴机器人路径循迹、工具 TCP 姿态设定、物料吸盘抓取、工装抓取等，考察参赛队伍的六轴机器人编程能力、工艺协作能力等。

三、比赛设备介绍及赛前练习指导：

3.1 实训箱介绍

实训箱包含**实训箱硬件、数字孪生练习软件、工业机器人数字孪生技术实训软件。**

（1）实训箱硬件：使用汇川 H5U 系列高性能可编程控制器，硬件涉及覆盖可编程控制器、触摸屏、传感器等内容。实训箱可以完成高校所需的实训内容，能够模拟现实工业生产设计的需求。其中包括单一编程，多设备联合编程设计的系统学习。如图 3-1 与图 3-2 所示。



图 3-1 实验箱外观



图 3-2 实验箱外观

(2) **数字孪生练习软件：**包括了多种不同工业场景的典型实训案例，能够帮助同学们很好的掌握实训箱的使用，了解数字孪生技术的应用，能够帮助学生更加直观的了解制造业的生产流程，同时也是比赛中的重点考察方向。如图 3-3~3-7 所示案例。

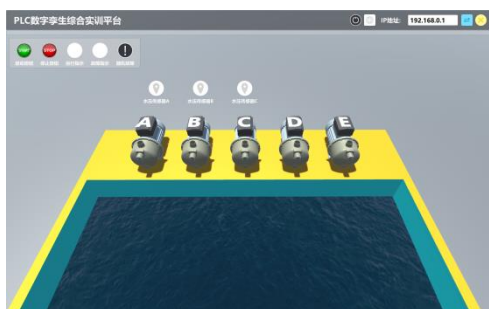


图 3-3 备用水泵自动启用场景

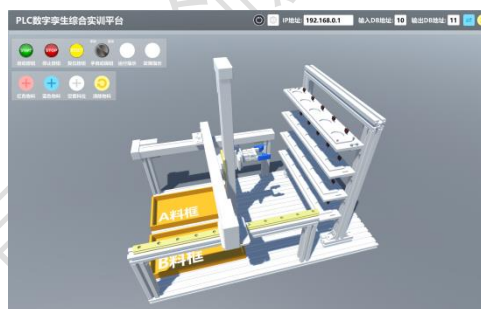


图 3-4 三轴机器人立体仓储场景

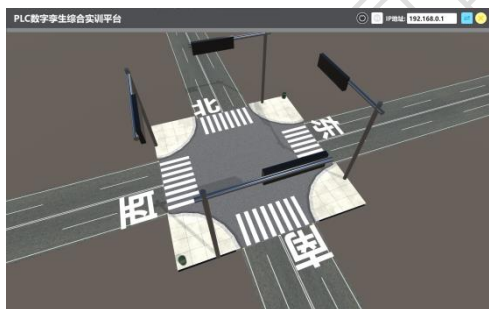


图 3-4 十字路口红绿灯场景

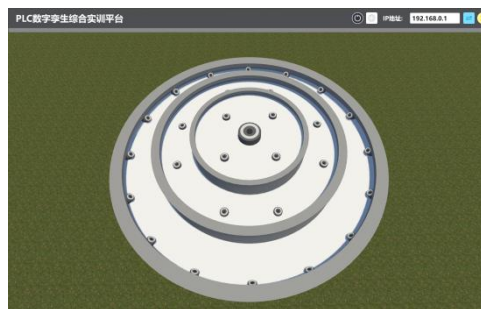


图 3-5 音乐喷泉场景

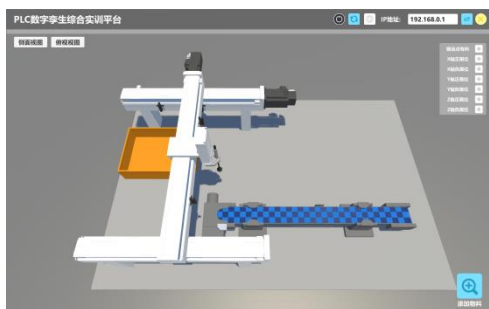


图 3-6 三轴机器人分拣上料场景

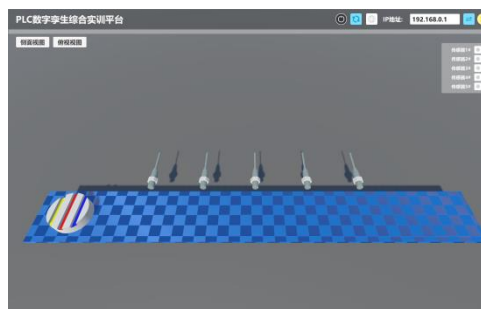


图 3-7 圆盘定位场景

(3) 工业机器人数字孪生技术实训软件：本软件是模拟实训平台（全国总决赛设备）的数字孪生仿真软件。具备与实际设备相同的功能与使用方式，能够更加安全的学习。通过对软件的学习可以完全模拟真实的实训平台使用。其中包括物料上料区、六轴机器人搬运区、三轴机器人仓储区三大部分组成，如图 3-8 所示。

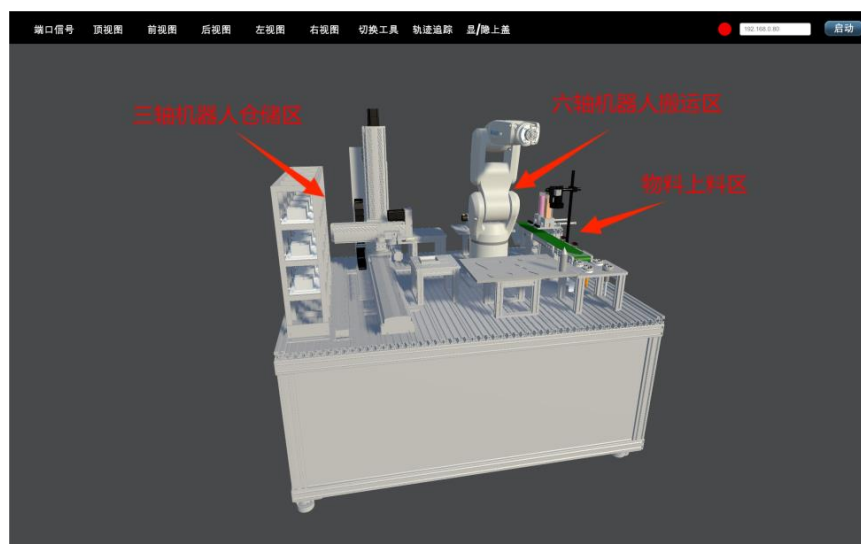


图 3-8 数字孪生技术实训软件界面

3.2 区域初赛赛前练习

区域初赛练习基于工业机器人数字孪生技术实训软件系统进行，模拟使用三轴机器人仓储区进行工件仓库的管理及调用操作。其中包括对于三轴直角坐标系机器人绝对或相对位置的运动控制练习，以及气动夹爪的抓取、旋转、放置等功能练习，从而实现仓储区工件的精准定位管理功能。使参赛者更快的了解软件的基础功能，以及熟悉实物机台的部分操作功能，更快的掌握汇川 PLC、HMI 以及其他控制器的编程能力。提高参赛者的技术能力水平，更好地适应实际生产环境，提高工作学习效率。如图 3-9、3-10 所示。

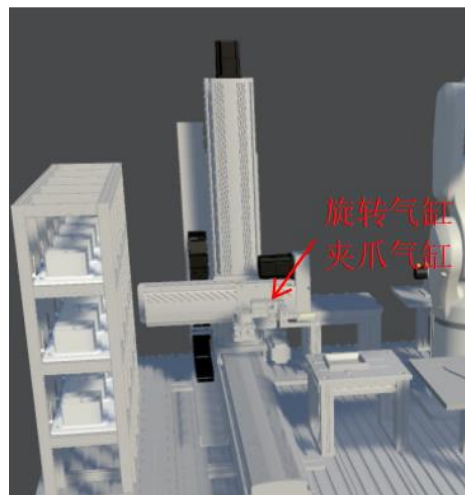
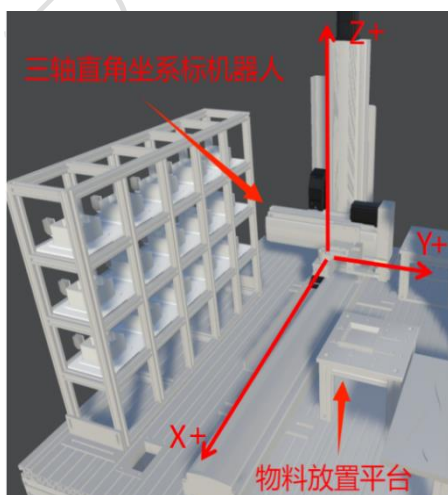


图 3-9 三轴直角坐标系机器人示意图

图 3-10 夹爪、旋转气缸示意图

参赛队伍区域初赛的赛区练习需要使用工业机器人数字孪生技术实训软件系统，完成**手动模式**、**自动模式**和**初始化模式**三部分编程。并且控制方式包括实体按钮与触摸屏两种控制方式。其中手动与自动状态切换由实训箱的旋钮控制。

(1) 初始化模式

初始化功能是指三轴坐标机器人及夹爪、旋转气缸在停止状态下，利用设定复位按钮或者触摸屏按钮功能实现对三轴机器人进行初始化操作，每个轴均移动至原点（零点）位置；旋转气缸旋转至 0°位置，夹爪气缸打开。并且初始化完成后需设定一个复位完成的指示灯亮起。

(2) 手动模式

① PLC 部分

要求对仿真系统中三轴直角坐标系机器人的三个方向（X、Y、Z）进行包括绝对运动、相对运动以及点动运动的三种模式控制，全部轴三种运动模式的速度都可分别设定，绝对运动及相对运动需有位置信息设定功能。并且每个轴（X、Y、Z）的基础功能（轴使能、轴回原点、轴故障报错、轴监控）等都要健全。气动方面要求旋转气缸与夹爪气缸的状态可进行点动控制。

② 触摸屏部分

触摸屏要求在界面内包含每个轴（X、Y、Z）的控制部分：包括轴的使能按钮、急停按钮、轴回原点、轴报错复位按钮。运动模式包括绝对运动、相对运动、点动运动等功能，并可以修改不同模式的速度。可以修改三轴机器人的旋转气缸与夹爪气缸的状态。

实时反馈电机的当前状态，包括使能与否、轴报警与否、伺服运动当前位置、伺服运动当前速度等。

注：三个轴方向参考图 3-9 示意

自动模式

① PLC 部分

在比赛前每个参赛人员会随机抽取三轴坐标机器人仓储区的位置标号，例如：在 15 个仓储区位置中抽取 3 号、5 号、8 号、10 号、12 号的位置标号。

如图 3-11 三轴坐标机器人仓储区位置标号示意。

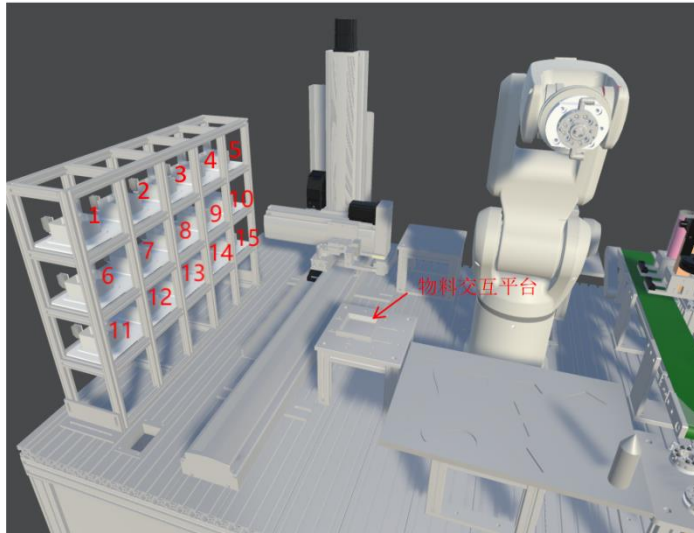


图 3-11 三轴坐标机器人仓储区位置标号

自动运行功能要求如下：

自动运行前三轴坐标机器人位置及旋转、夹爪位置均要求为初始状态，点动启动按钮或者触摸屏按钮开启自动运行，三轴坐标机器人移动至仓储区 3 号位置，将其中的物料盒移动至物料交互平台位置，完成后三轴坐标机器人回到初始位置。停留 5S 后，三轴坐标机器人再次移动至物料交互平台位置，将物料盒返还至仓储区 3 号位置中，返还后继续完成操作 5 号、8 号、10 号、12 号位置的相同功能流程。完成所有操作后，三轴机器人回到初始位置。

在自动运动过程中，需要有运行指示灯，停止指示灯，在运动过程中按下停止按钮，三轴机器人立刻停止运动，此时需要进行初始化操作才能再次进行运动。启动按钮、停止按钮、复位按钮、运行指示灯、停止指示灯、复位完成指示灯、均为实训箱的实体按钮与指示灯。可根据变量表自行定义。

②触摸屏部分

要求有自动运行界面，有所有实体按钮与指示灯功能相同的操作与指示功能。同时要显示三轴坐标机器人（X、Y、Z）的实时位置与速度控制信息以及气缸的运行状态信息。

3.3 实训平台介绍

3.3.1 平台简介

实训平台，使用汇川 IRB300 系列六轴工业机器人和汇川 H5U 系列高性能可编程控制器，实训平台涉及可编程控制器、触摸屏、传感器、伺服、变频器、工业机器人等所能支持的安装接线、硬件组态、逻辑编程等内容。由物料上料区、六轴机器人搬运区、三轴机

器人仓储区。满足对数字化智能制造控制系统的运行维护、升级改造、系统调试、系统集成、设计开发等岗位的技术能力要求。如图 3-12~3-13 所示。

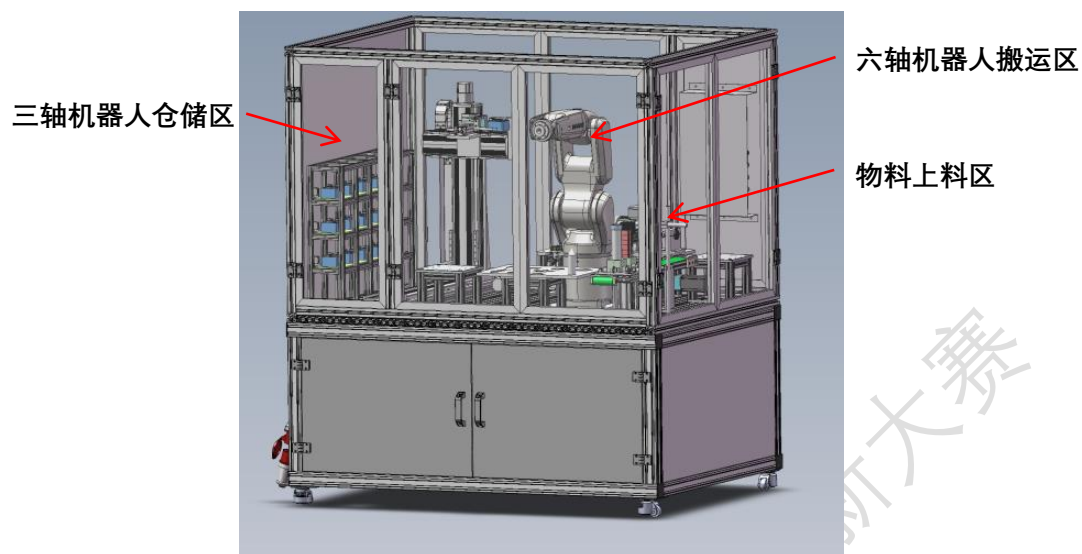


图 3-12 区域分布示



图 3-13 实训设备实物图

3.3.2 平台功能

A. 可编程控制器 PLC:

i. 手动模式及初始化

1. 设备初次上电，可实现一键进行初始化；
2. 气缸可以单独控制推进与缩回；

3. 在手动模式下，绿灯呈现闪烁姿态，每隔一秒闪一次

ii. 自动模式

1. 自动模式启动时，设备可自行判断相关工位的状态决定是否进行初始化；

2. 自动模式启动后，绿灯呈现常亮姿态，当设备紧急停止或暂停时，绿灯灭，红灯亮；

3. 自动模式时，设备可以进行紧急停止，在紧急停止后，必须进行复位操作，方可重新启动程序；

4. 自动运行时，设备可以暂停运行，按下启动按钮后，设备可以继续运行；

5. 与触摸屏、机器人保持良好的通讯；

6. 控制伺服电机与变频器的运作，并接受伺服电机与变频器运行时的反馈。

B. 伺服控制：

i. 手动模式及初始化

1. 设备初次上电，可实现一键进行初始化；

2. 可以控制三轴机器人点动操作；

3. 可以控制物料传送线点动操作。

ii. 自动模式

1. 自动模式启动时，设备可自行判断相关工位的状态决定是否进行初始化；

2. 实时记录当前位置与速度，并反馈给 PLC；

3. 自动运行中，不得与其他机械结构发生碰撞，若发生故障，可以实现紧急报警，并暂停运行；

4. 自动运行中，三轴机器人精准夹取立库中空的物料盒，并将其放在物料交互平台位置，待物料交互完成后，夹取物料盒将其放回立库中的原位置；

5. 在取料动作与放料动作完成后，三轴机器人都需要回到初始位置。

C. 六轴机器人：

i. 手动模式及初始化

1. 设备初次上电，机器人一键回原点；

-
2. 根据需要设定工具坐标系;
 3. 通过手动模式验证机器人气路是否正常。
- ii. 自动模式开始前准备工作
 1. 检查机器人快换接头是否在原位;
 2. 自动开始之前应汇报裁判, 裁判到位后即可开始。
 - iii. 自动模式
 1. 机器人自动运行的过程中, 人员远离其工作区域, 操作人员按规定方式手拿示教器, 出现问题后应及时拍下急停 (出问题为未拍急停, 按违规处理);
 2. 机器人自动更换锥形寻迹快换接头, 机器人根据选定路径开始进行寻迹 (至少为三种, 赛前裁判随机选定), 每次寻迹完成需前往寻迹盘, 根据规定完成一定的角度的姿态调整, 姿态调整完毕后继续开始寻迹;
 3. 寻迹完成以后前往快换平台, 将锥形寻迹快换接头放下, 回到初始位置 (在更换快换接头的过程中, 机器人应设置安全点以免因为碰撞, 导致快换接头发生损坏);

D. 触摸屏:

- i. 初始画面及用户登录
 1. 设备初次上电, 触摸屏进入初始画面, 用户根据自身权限进行登录;
 2. 登录以后进入手动控制界面, 触摸屏的每一页都可进行用户注销操作;
 3. 管理员可以删除用户与添加用户操作。
- ii. 手动界面
 1. 手动模式下可以对传送带、三轴进行手动控制;
 2. 手动界面需具有三轴位置显示, 及各传感器运行状态。
- iii. 报警界面
 1. 报警界面具有基本的报警信息显示, 如发生故障需在全局弹窗, 并在报警界面可以查询故障原因;
 2. 报警界面具有复位按钮, 故障清除后, 按下复位按钮故障即可消失。
- iv. 自动界面
 1. 自动界面实时显示当前工艺进展过程;

2. 具有自动启动、停止、暂停按钮，可以对自动过程进行启动、停止、暂停等操作。

3. 机器人完成焊接后发出焊接完成信号。

E. 变频器：

i. 手动控制模式

1. 利用变频器手动操作修改电机转速；

2. 利用变频器手动操作修改电机方向；

ii. 程序自动控制模式

1. 使用 PLC 编程或触摸屏输入控制变频器方向参数并通过编码器反馈

2. 使用 PLC 编程或触摸屏输入控制变频器转速参数并通过编码器反馈

F. 实训平台仿真软件

i. 手动模式及初始化

1. 软件初次打开，可实现一键进行初始化；

2. 可通过触摸屏手动画面或实体按钮对三轴机器人以及传送带进行点动、回零、定位等操作；

3. 可通过触摸屏手动画面或实体按钮控制仿真软件中的多种气缸、指示灯等；

ii. 自动模式

1. 自动模式启动时，设备可自行判断相关工位的状态决定是否进行初始化，且初始化路径安全；

2. 自动模式启动前，可通过触摸屏选择三轴机器人的抓取顺序；

3. 在自动模式下不可碰撞场景中的无关物体；

4. 在物料的放置与取出过程中要保证位置的准确；

5. 在运行过程中保证重要位置的位置准确，防止在软件运行过程中出现异常情况。

3.3.3 平台产品明细

序号	产品	型号	功能
1	PLC	H5U-1614MTD-A8	控制程序
2	伺服驱动器	SV630NS2R8I	控制三轴机器人

3	六轴机器人	IRS300-7-70TS5	搬运、循迹等
4	机器人手持示教器	IRTP80-L5	控制六轴机器人
5	伺服电机	MS1H1-40/20B30CB-T334Z	控制三轴机器人
6	HMI	IT7100EI	操作与显示

3.4 全国总决赛赛前练习

全国总决赛的赛前练习可以通过实训箱和实训平台进行。

针对三轴机器人仓储区，参赛队伍可通过工业机器人数字孪生技术实训软件的相应练习，具备 PLC 编程能力、伺服组态与调试能力、触摸屏界面组态能力等。

针对六轴机器人搬运区，参赛队伍可通过短期集中赛前培训，具备六轴机器人编程能力、工艺协作能力等。

汇川杯全国智能自动化创新大赛