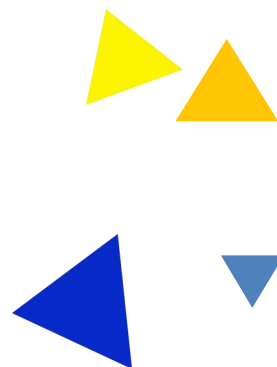


赛项样题 (线下决赛)

BRICS-FS-23_工业数字孪生

2022 年金砖国家职业技能大赛



项目描述：

金砖国家职业技能大赛-工业数字孪生项目线下决赛形式采用双人团体赛

竞赛时间：共 4 小时

测试项目由五个模块组成

该赛项以数字化产线规划、实施与优化为背景，主要考核选手利用仿真技术和数字孪生平台，构建、运行维护数字孪生体，完成数字化产线的厂区布局设计、产线调试、数字化管控与绩效优化等任务。

测试项目包括以下内容，需要完成虚拟和现实中的数字孪生体以及各模块的安装调试：

1. 数字化产线设计
2. 数字化产线编程与调试
3. 个性化定制生产
4. 数字化产线虚实联调
5. 数字化产线优化

项目/模块总分数为100。

分值比例如下

项目	名称	评估总分
模块 A	数字化产线设计	10
模块 B	数字化产线编程与调试	30
模块 C	个性化定制生产	20
模块 D	数字化产线虚实联调	20
模块 E	数字化产线优化	15
	职业素养	5
总计		100

注意事项：

1. 选手在竞赛过程中创建的程序文件必须存储到“D:\技能大赛\工位号”文件夹下。
2. 传感器位置、灵敏度、节流阀开度、驱动器及仪表参数等由选手根据使用情况自行调节。
3. 由于操作不当等原因引起工业机器人及 I/O 组件、视觉系统、PLC、电机及驱动器的损坏，将依据扣分表进行处理。
4. 比赛过程中，应对计算机数据及时保存，以免因停电等意外情况造成数据丢失。
5. 大赛提供电气原理图、气动原理图、器件手册等相关资料。

模块 A：数字化产线设计

（一）任务介绍：

根据给定的 3D 模型，完成数字化产线孪生体创建；根据生产工艺流程完成模型搭建、参数设置、并验证结果的正确性；结合数字孪生平台，运用虚拟调试和数字化模拟验证技术，完成机电传动控制部分数字孪生体调试优化及功能验证；

调试包括以下内容：

1. 虚拟场景模型搭建
2. 各模型参数建立及信号配置
3. 完成工业机器人工艺路径规划
4. 虚拟设备调试验证

（二）项目和任务描述：

项目 1. 虚拟场景模型搭建

1. 根据提供的 3D 机械模型，分别完成供料灌装站和机器人装配站 3D 孪生场景搭建。
2. 调整工作站各工作单元位置，合理布置到工作台的台面上

表 1-1 需调整位置的机械模块。

序号	名称	图片	数量
1	电动机械手模块 (供料灌装站)		1 套
2	瓶盖料架模块 (机器人装配站)		1 套
3	立体仓储模块 (机器人装配站)		1 套

完成后的效果图如下：

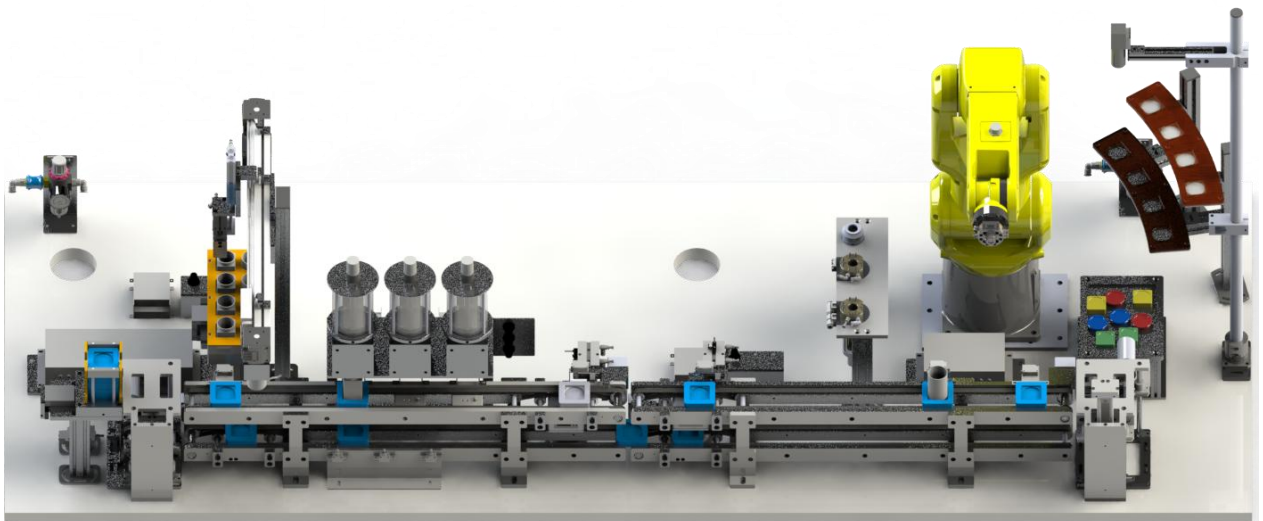


图 1-1 数字孪生 3D 模型参考布局图

项目 2. 模型运动参数建立和信号配置

分析部件机构的运动关系，合理设定运动机构，创建正确的位置姿态。

1. 将供料灌装站的圆瓶（4个）和方瓶（4个）定义为零件，分别准确放入“瓶体供料”模块8个仓位内。

2. 将供料灌装站的“瓶体供料模块”、“托盘供料模块”、“升降平台（左）”、“双层传输模块1”上层的5处挡停机构（1个放瓶挡料、3个称重挡料、1个平推挡料，如图1-2所示）设为合理的运动机构，并创建正确的位置姿态；添加逻辑资源，创建I0位信号来控制气缸动作，根据电气图纸添加气缸位置的反馈信号。并在对应的光电传感器位置添加光电传感器信号，实现检测托盘或零件的到位或有无。

3. 将供料灌装站的“电动机械手模块”设为合理的运动机构，使之能够抓取零件（工件）；添加逻辑资源，创建I0位信号来控制气缸动作并反馈位置信号，电机位置控制和位置反馈为real型信号。

4. 将机器人装配站的圆瓶盖（4个）、方瓶盖（4个）定义为零件，设定圆瓶盖颜色为红色（2个）和蓝色（2个），设定方瓶盖颜色为黄色（2个）和绿色（2个）。

5. 将机器人装配站的“气动夹爪”和“单吸盘夹具”设定为工具，并合理设定属性参数和姿态。

6. 将机器人装配站的“工业机器人模块”定义为机器人，并设定运动学属性及相关参数，创建机器人默认信号。

7. 将机器人装配站“双层传输模块2”上层的3处挡停机构（平推挡料、封盖挡料、来料挡料，如图1-3所示）、“升降平台（右）”设为合理的运动机构，并创建正确的位置姿态；添加逻辑资源，创建I0位信号来控制气缸动作，添加气缸位置的反馈信号。并在对应的光电传感器位置添加光电传感器信号，实现检测托盘或零件的到位或有无。

8. 其他未列出的模块或部件根据仿真运行效果设置。

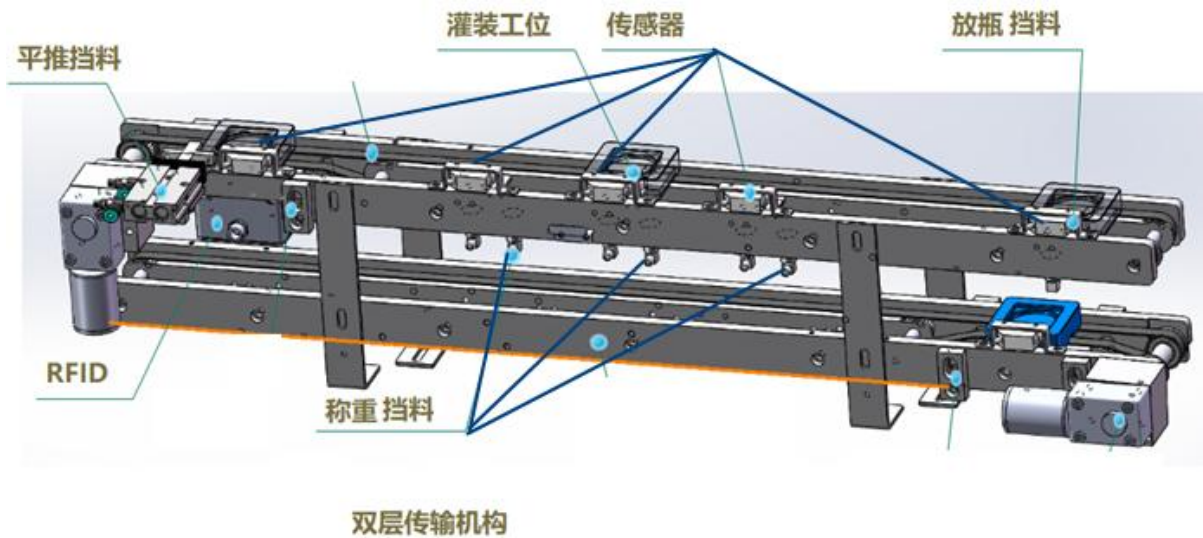


图 1-2 双层传输模块 1 机构部件说明（送料灌装站）

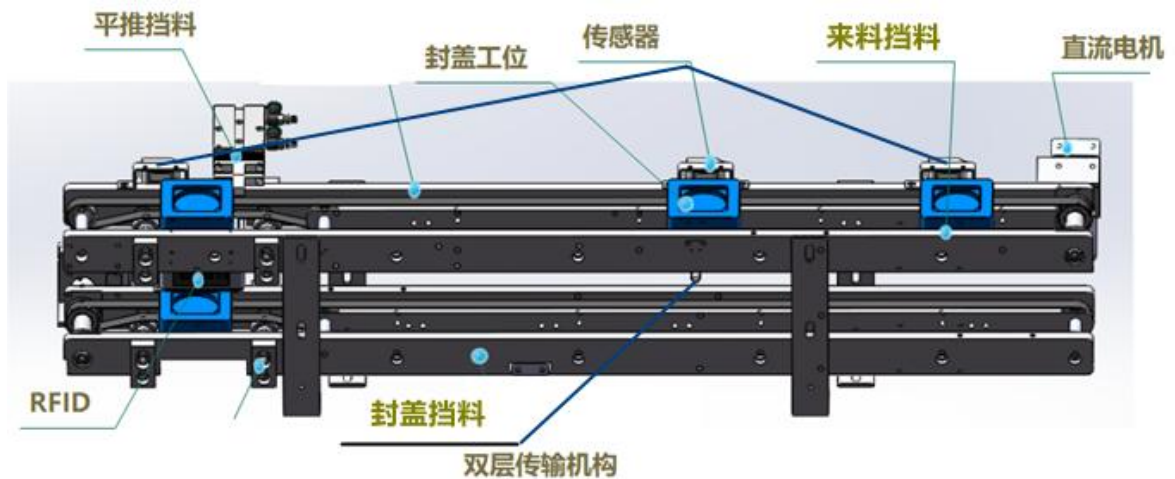


图1-3 双层传输模块2机构部件说明（机器人装配站）

项目 3. 完成工业机器人工艺路径规划

1. 设置机器人路径，完成机器人自动取放夹具、盖盖子及成品入库流程。

2. 自动生成机器人程序，将各机器人程序设置程序号。

项目 4. 虚拟设备调试验证

1. 使用仿真面板测试项目 2 要求的孪生体 8 个模块（评判时由裁判任意指定）动作及相应的位置信号状态。

2. 使用仿真面板测试项目 3 要求的孪生体机器人程序功能。

模块 B：数字化产线编程与调试

（一）任务介绍：

该任务主要考核搭建数字工厂实物模型，完成实际 PLC 与数字工厂产线网络互联，调试并验证数字工厂实物产线运行稳定性；

调试包括以下内容：

1. 硬件调整及参数设置
2. 编程调试
3. 手动测试运行
4. 触摸屏个性化定制生产运行

（二）项目和任务描述：

项目 1. 硬件调整及参数设置

1. 设备运输到达客户现场后，部分机械模块及电气部件需要现场检修、调试及优化，选手需根据使用情况自行调整。调整完成后，设备通气。调整气源压力在 0.4-0.6Mpa。

2. 其余未列出部分由选手根据使用情况自行调整。

项目 2. 编程调试

1. 编写机器人及视觉系统程序，完成机器人视觉定位抓取，实现机器人取放工具、盖盖子及成品入库流程。

2. 编写触摸屏、PLC、RFID、机器人、相机等综合通讯程序，完成产线瓶体供料、传输、物料灌装、瓶体封盖、成品入库任务，网络拓扑图如图 2-1 所示。

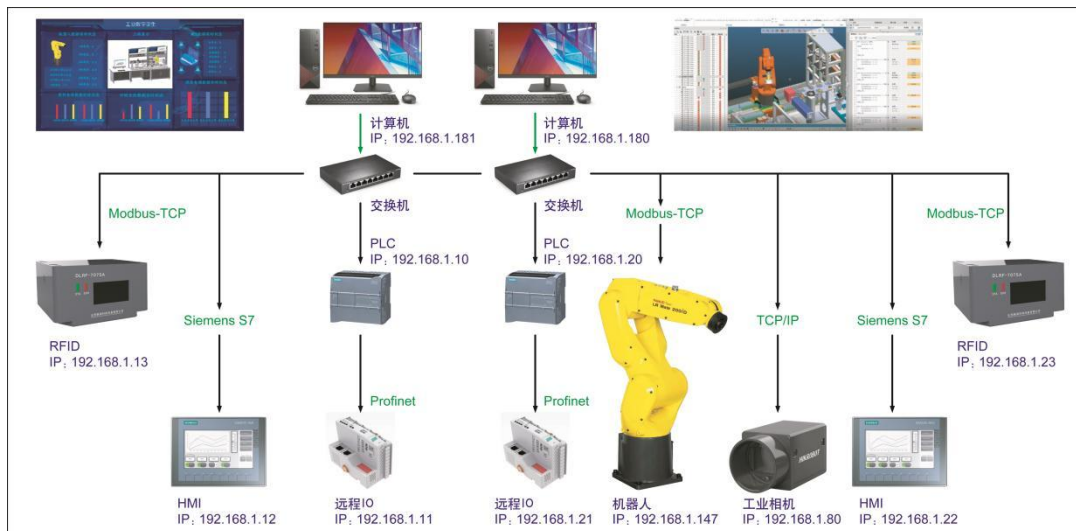


图 2-1 网络拓扑图

3. 供料灌装站触摸屏包含两个画面，分别为“手动操作”页面和“订单”页面，并能够完成不同页面的切换，画面如图 2-2、图 2-3 所示。

机器人装配站触摸屏“手动操作”页面如图 2-4 所示。

项目 3. 手动测试运行

1. 操作供料灌装站触摸屏“手动操作”页面对应的按钮，能够控制“托盘供料气缸”伸缩、“瓶体供料气缸”伸缩、“升降平台（左）”升降、“双层传输模块 1”的 5 处挡停气缸动作（1 个放瓶挡料、3 个称重挡料、1 个平推挡料），能够控制“升降平台（左）”电机正反转、灌装模块 6 处电机启停（3 个螺旋电机、3 个搅拌电机）、“双层传输模块 1”的 2 处传输电机启停（上下层电机），能够控制电动机械手水平、垂直及夹紧松开运动，同时能够实时显示称重传感器数据、龙门机械手位置数据、编码器当前位置数据，并能完成供料灌装站 RFID 数据读写功能，画面如图 2-2 所示。

2. 操作机器人装配站触摸屏“手动操作”页面对应的按钮，能够控制“升降平台（右）”升降、“双层传输模块 2”的 3 处挡停气缸动作（1 个平推挡料、1 个加盖挡料、1 个上层挡料），能够控制“升降平台

（右）”电机正反转、“双层传输模块 2”的 2 处传输电机启停（上下层电机），并能完成机器人装配站 RFID 数据读写功能，画面如图 2-4 所示。



图 2-2 供料灌装站手动操作页面

订单编号	瓶体类型	物料颜色	物料重量	瓶盖颜色	入库编号
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0

图 2-3 触摸屏订单页面

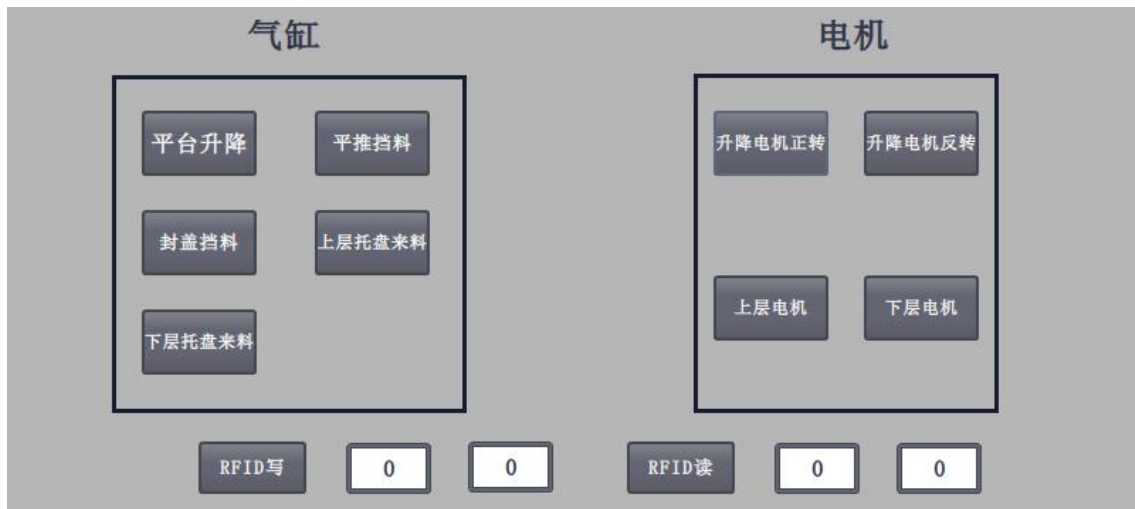


图 2-4 机器人装配站手动操作页面

项目 4. 触摸屏个性化定制生产运行

1. 设备运行前，选手将 4 个托盘放入托盘供料模块料仓，将瓶体（4 个方形和 4 个圆形）放入瓶体供料模块 8 个工位槽内，将操作平台其余工件清空；

2. 操作触摸屏“订单页面”，完成订单设置及下发（评判时由裁判随机指定两个订单），订单内容分别为瓶体类型（圆瓶、方瓶）、物料颜色（黄、红、黑）、物料重量（设定范围 1-50g）、瓶盖颜色（圆瓶盖为 2 个红色和 2 个蓝色，方瓶盖为 2 个黄色和 2 个绿色）和入库编号（设定范围 1-8）。

3. 生成订单后，产线自动完成瓶体供料、传输、灌装、封盖、成品入库任务，要求运行平稳流畅，取放不到位不得分，流程如图 2-5 所示。

注意：

1. 选手按照任务要求，做好评判准备。
2. 评分前选手可进行工件准备。但不允许修改、下载程序、示教点位等操作。
3. 只有一次演示机会。

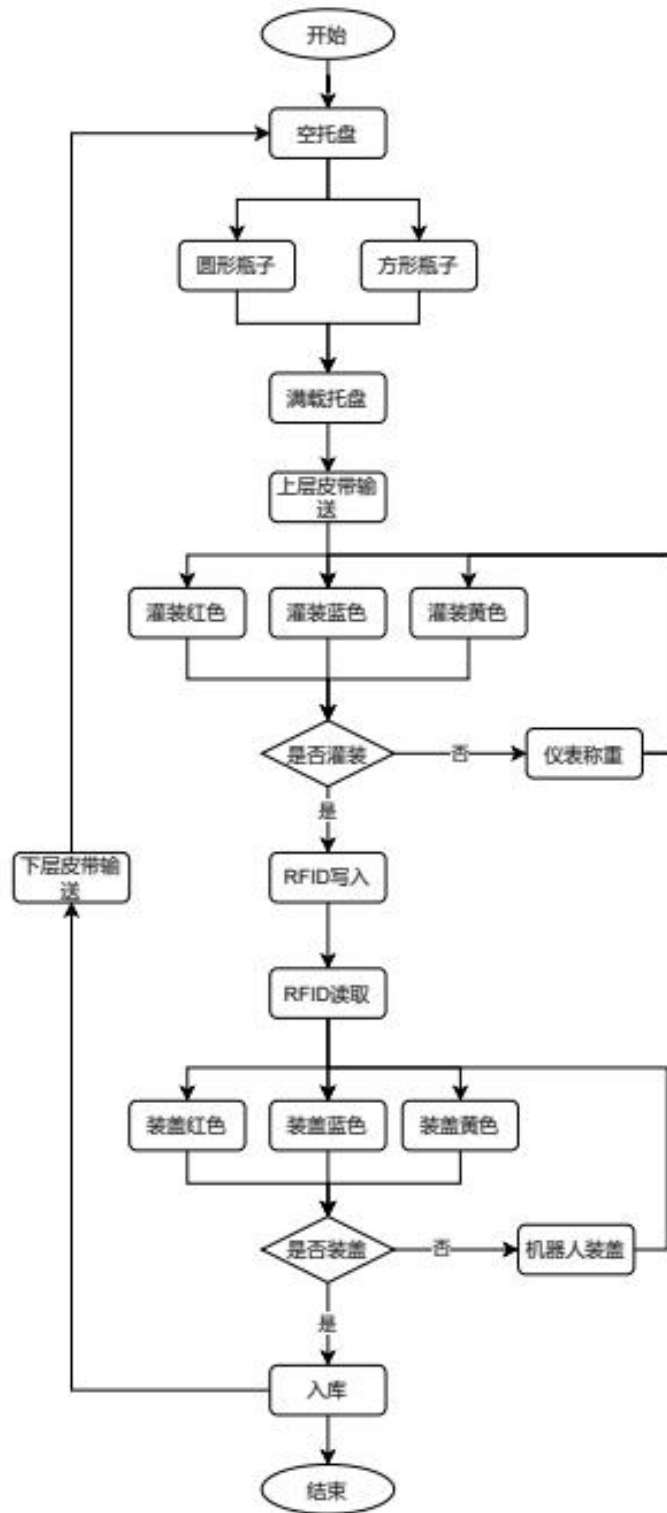


图 2-5 产线流程图

模块 C：个性化定制生产

（一）模块介绍：

结合生产制造执行系统 MES，运用网络通信技术，采集数据信息，优化生产流程和节拍，完成个性化定制生产任务。

调试包括以下内容：

1. MES 系统数据处理
2. MES 看板数据显示
3. MES 订单下发

（二）项目和任务描述：

项目 1. MES 系统数据处理

1. 完成 MES 与 PLC、机器人等设备网络通讯设置
2. 添加完善 PLC 程序，实现 MES 与 PLC 数据交换

项目 2. MES 看板数据显示

1. MES 看板能实时显示机器人各关节数据、笛卡尔坐标数据、电动（龙门）机械手实时位置、称重传感器实时数据、成品仓位信息、供料灌装站和机器人加盖站生产过程的进度信息。

2. 供料灌装站宽屏同时实时显示 MES 下单页面和 MES 看板页面。
3. 机器人装配站宽屏同时实时显示孪生画面和 2D 视觉系统画面。

项目 3. MES 订单下发

1. 设备运行前，选手将 4 个托盘放入托盘供料模块料仓，将瓶体（4 个方形和 4 个圆形）放入瓶体供料模块 8 个工位槽内，将操作平台其余工件清空；

2. 操作面板“手动/自动”旋钮在自动模式下；
3. 操作 MES “订单页面”，完成订单设置及下发；

4. 产线自动运行，完成瓶体供料、传输、灌装、封盖、成品入库等个性化定制生产任务，流程如图 2-5 所示。

模块 D：数字化产线虚实联调

（一）模块介绍：

该模块结合数字孪生及产线实物平台，完成数字化产线孪生数据与实际产线数据信息互联互通。

调试包括以下内容：

1. 网络互联
2. 数据采集
3. 虚实联动

（二）项目和任务描述：

项目 1. 网络互联

1. 完成数字孪生与实物产线网络通讯
2. 完成数字孪生与实际 PLC 数据信息实时交互

项目 2. 虚实联动。

1. 补充完善 PLC 程序，完成供料灌装站、机器人装配站虚实联动数据对接。

2. 将采集到的各类信息处理并关联到孪生体各运动机构。

3. 优化孪生模型属性及参数，使孪生模型运行状态与实际产线同步运行，状态一致（机器人动作可不做虚实同步，但动作流程必须一致）。

4. 系统自动运行，操作 MES 下单，首先供料灌装站虚实联动运行，完成供料灌装后，托盘进入机器人装配站，机器人装配站虚实联动运行，完成加盖及入库任务，流程如图 2-5 所示。

模块 E：数字化产线优化

（一）模块介绍：

根据工艺流程和节拍要求，完成数字化产线生产工艺及节拍的优化，提高生产效率和产品质量。

调试包括以下内容：

1. 生产效率数据采集与分析
2. 生产效率提升

（二）项目和任务描述：

项目 1. 生产效率数据采集与分析

通过调整 PLC 和机器人程序，优化速度和生产节拍，降低等待时间。提高生产效率。

项目 2. 生产效率提升

具体工作流程如下（全部在自动状态下完成）：

1. 能根据 MES 订单（2 个订单，评判时，选手按裁判指示设定订单内容）完成供料、灌装、加盖及入库；
2. 设备运转稳定，无卡顿和中途停机情况；
3. 无损坏工件（取放不到位）情况；
4. 设备最终运行速度，由选手自行优化；
5. 在裁判评分时，选手按照裁判要求下单，选手只演示 1 次运行过程。