

附件 6:

## 2024 年江苏省大学生未来技术应用大赛

### 协作机器人及数字孪生技术赛项命题与运行

随着科技的发展，机器人工程已经成为了一个重要的领域，其在工业、医疗、家庭、教育等方面正在得到越来越广泛的关注和应用，机器人智能化将是未来机器人工程的主要趋势之一，相关人才缺口巨大，能解决复杂工程问题、有创新能力及编程仿真操作能力的高素质技术型、应用型、复合型人才培养面临着一些挑战和机遇。

本赛项利用工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台，进行机器人夹具设计、安装和调试工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台，完成码垛、涂胶及饮料的搬运、开盖、分装等工作任务，满足小批量多品种产品的定制化生产需求。本赛项主要考察选手对工业协作机器人、PLC 可编程控制器、机器视觉等设备的安装、编程、调试、集成应用等能力，以真实的工业装备和应用环境作为赛场，考察大学生解决机器人领域复杂工程问题的综合能力。

#### 一、对机器人夹具设计的要求

1. 要求参赛队自主创意设计并制作机器人夹具及其附件，该夹具重量要求小于 5kg，并在现场竞赛环节时能够安装在 HSR-CR605 机器人末端（机器人末端尺寸图见附件一），完成一种易拉罐（易拉罐尺寸：直径  $65 \pm 2\text{mm}$ ，高度  $91 \pm 2\text{mm}$ ，如

红牛（250ml）易拉罐）的抓取、开盖，并将易拉罐中的饮料倒入纸杯等任务。

2. 该夹具三维模型文件需要带到比赛现场，导入到数字孪生软件中，完成虚拟仿真及孪生运行一种易拉罐的抓取、开盖，并将易拉罐中的饮料倒入纸杯等任务。

\* 如果使用现场提供的夹具来完成任务二、任务四及任务五，则任务二、任务四及任务五的得分将以实际得分的 80%作为该项任务的最终得分。

3. 要求机器人夹具的外形创意设计、结构设计、选材及加工制作均由参赛学生在本校自主完成。选手要结合大赛提供的平台实际情况，夹具的外形和结构不做任何限制。

4. 该夹具设计要求具有创新性，不得抄袭。

## 二、赛程安排

工业协作机器人及数字孪生技术创新应用竞赛由现场竞赛和场外答辩两个环节组成。**注意：仅现场竞赛排名靠前的队伍参加第二环节答辩，具体安排在现场竞赛结束后另行通知。**

序号	环节	赛程	备注
1	第一环节	现场竞赛	每场 2 小时
2	第二环节	答辩	部分选手

## 三、竞赛提供的设备

在现场竞赛环节，将提供工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台（如图 1 所示），竞赛所需的机器人夹具相关零部件、元器件，以及安装调试工具等各参赛队自备。



图6-1 工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台

#### 四、现场竞赛环节具体要求

**在完成比赛过程中，请及时保存程序及数据，防止意外断电及其它情况造成程序或资料的丢失。**

##### 任务一：机器人程序编程及调试（10分）

**任务描述：**利用工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台上提供的码垛夹具，完成工业协作机器人码垛任务。

##### **任务要求：**

（1）按照码垛任务（见附件二），选手通调试工业协作机器人将物料由初始状态（放置于料盘中，提供四个物料）码垛至目标状态。

（2）工业协作机器人自动运行码垛任务。

（3）工业协作机器人和码垛工作台位置不可移动。

(4) 完成码垛后，水平相邻两个物料间距在 2mm 以内，超出部分将扣分。

## **完成任务一后，举手向裁判示意进行评判！**

**任务二：工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台的机器人夹具安装调试及易拉罐存放区传感器调试（15分）**

**注意：参赛选手可根据自身设计需求另行安装其他机械部件、电气元件、气路系统等，此部分不计分数。**

### **1. 工业机器人夹具及其附件安装与调试**

**任务描述：**安装工业协作机器人夹具及其附件，操作工业协作机器人示教器控制机器人夹具动作。

**任务要求：**正确牢固安装夹具。完成后，选手编写机器人程序并示教点位，能够自动运行演示如下动作：

- (1) 机器人抓取易拉罐，易拉罐不会变形；
- (2) 抬起易拉罐后可任意旋转约 90 度(如下图 2 所示)，暂停 3 秒后回位；
- (3) 将易拉罐放回原位置；

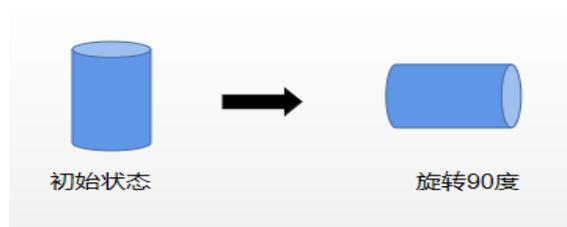


图6-2 易拉罐初始状态及旋转约90度状态

### **2. 易拉罐存放区传感器调试**

**任务描述：**完成易拉罐存放区的传感器的仓位状态显示。

**任务要求：**调试传感器能实时检测出易拉罐存放区的每个工位是否有易拉罐存放在 HMI 界面上显示，如下图 3 所示。

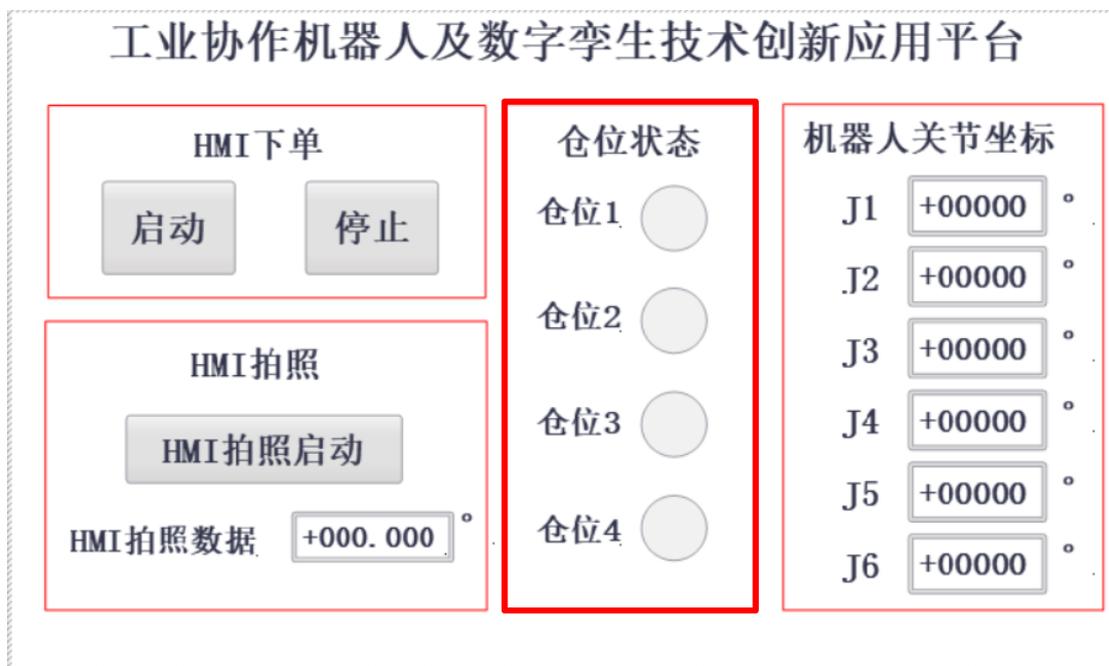


图 6-3 仓位显示示意图

**完成任务二后，举手向裁判示意进行评判！**

### 任务三：视觉系统调试（15 分）

#### 任务描述：

工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台中包含视觉系统，需选手现场调试，选手也可根据自身需求安装其他视觉系统，能够完成视觉识别易拉罐即可。

#### 任务要求：

(1) 调试视觉系统使易拉罐在不同位置下能够清晰成像并识别出拉环旋转角度。

(2) 完成视觉系统与 PLC 的通讯，能够通过 HMI 界面显

示易拉罐拉环角度，如下图 4 所示。

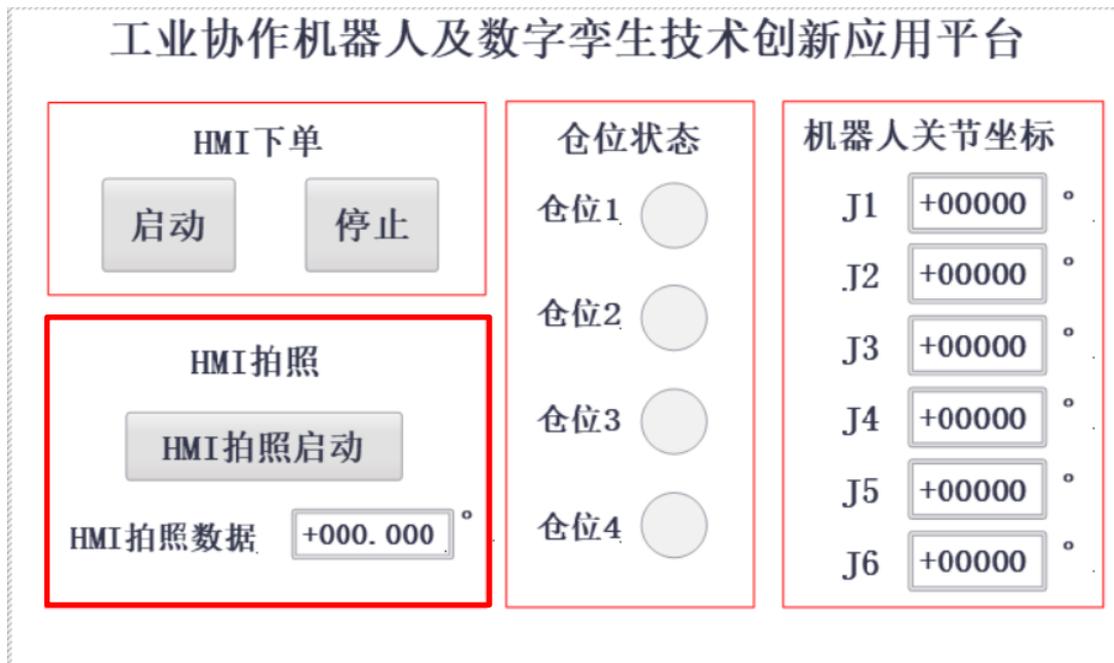


图 6-4 HMI 视觉角度显示

**完成任务三后，举手向裁判示意进行评判！**

#### 任务四：数字孪生仿真调试（10 分）

1. 利用工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件，导入选手自行设计的工业协作机器人夹具模型完成易拉罐的抓取、开盖动作，并将易拉罐中的饮料倒入杯中，完成饮料分装任务。

2. 任务说明：

此部分任务需现场完成调试。调试好后，示意裁判评分。

**完成任务四后，举手向裁判示意进行评判！**

#### 任务五：工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台整体联调（45 分）

**任务描述：**在工业协作机器人及数字孪生技术创新应用实际平台上，基于 PLC 控制系统实现工业机器人从易拉罐存储区取饮料，送至拍照区域，进行拉环位置识别，然后开盖将饮料倒至量杯中。期间，通过三色灯和 HMI 能够监控平台，实现各设备安全、协调运行。如遇紧急危险情况，参赛选手应立即停止机器人运动。

**任务要求：**

1. 不得通过各种破坏性行为完成任务。
2. 工具坐标系的标定，选手根据完成安装后的机器人末端工具，针对抓取易拉罐的工具进行工具坐标系的设定。
3. 编写工业机器人程序、编写 PLC 程序和 HMI 界面，如下图 5 所示，使之完成以下功能要求：

(1) 能够监视机器人关节轴坐标。

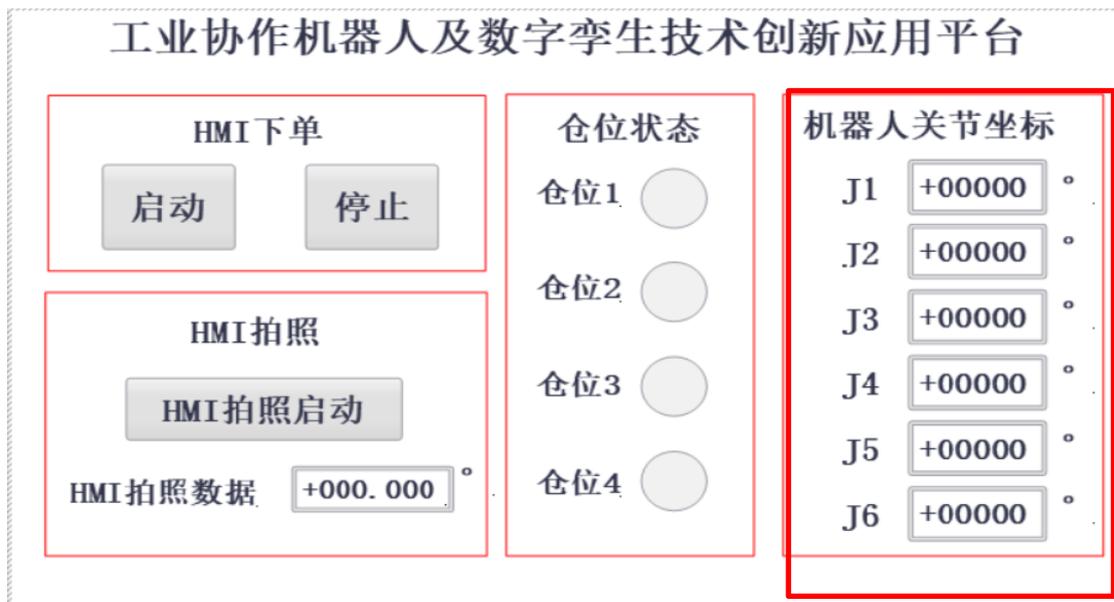


图 6-5 HMI 显示界面

(2) 准备就绪后，按下 HMI 界面上的启动按钮，能够自动运行完成指定易拉罐的抓取、开盖，并将易拉罐中的饮料倒入杯中。

### 机器人具体动作过程如下：

①1 瓶饮料摆放于存放区（裁判指定仓位），机器人能够取出饮料；

②机器人能够根据视觉检测结果，正确摆正易拉罐；

③机器人能够完成易拉罐的开盖过程；

④机器人将饮料全部（250ml）倒入量杯中，不得洒出；

⑤易拉罐饮料倒完后，选择一区域放置空易拉罐，该区域不能影响机器人的运行；

⑥机器人自动回到安全位。

3. 能够通过三色灯指示平台状态；

(1) 黄灯常亮代表机器人已就绪，处于等待状态。

(2) 绿灯常亮代表机器人处于运行中状态。

(3) 红灯闪烁代表机器人处于报警或急停状态。

4. 利用工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件，获取实物机器人轴数据并配置到仿真机器人模型上，实现仿真机器人与实物机器人孪生运行，完成工业协作机器人自动运行完成易拉罐的抓取、开盖，并将易拉罐中的饮料倒入杯中。

## **完成任务五后，举手向裁判示意进行评判！**

### **任务六：职业素养要求（5分）**

对参赛选手全过程的职业精神及其具备的生产安全、环境保护知识和操作的规范性、系统性等进行综合评价，主要从以下几个方面进行考核：

- （1）安全文明参赛；
- （2）设备操作的规范性；
- （3）工具、量具的使用与摆放；
- （4）着装规范；
- （5）资料归档完整；
- （6）完成任务的计划性、条理性，以及遇到问题时的应对状况等。

## 扣分办法

考核内容		扣分标准
1	工业机器人与其他设备发生碰撞,若出现严重撞机,导致设备损坏,则取消比赛资格	3分/次
2	夹具掉落、易拉罐掉落现象	2分/次
3	易拉罐被夹持变形	1分
4	在裁判长发出开始比赛指令前,提前操作	扣3分
5	不服从裁判指令	扣3分/次
6	在裁判长发出结束比赛指令后,继续操作	扣3分
7	擅自离开本参赛队赛位	取消比赛资格
8	与其他赛位的选手交流	取消比赛资格
9	在赛场大声喧哗、无理取闹	取消比赛资格
10	携带纸张、U盘(除创新设计外)、手机等不允许携带的物品进场	取消比赛资格
11	发现作弊行为	取消比赛资格

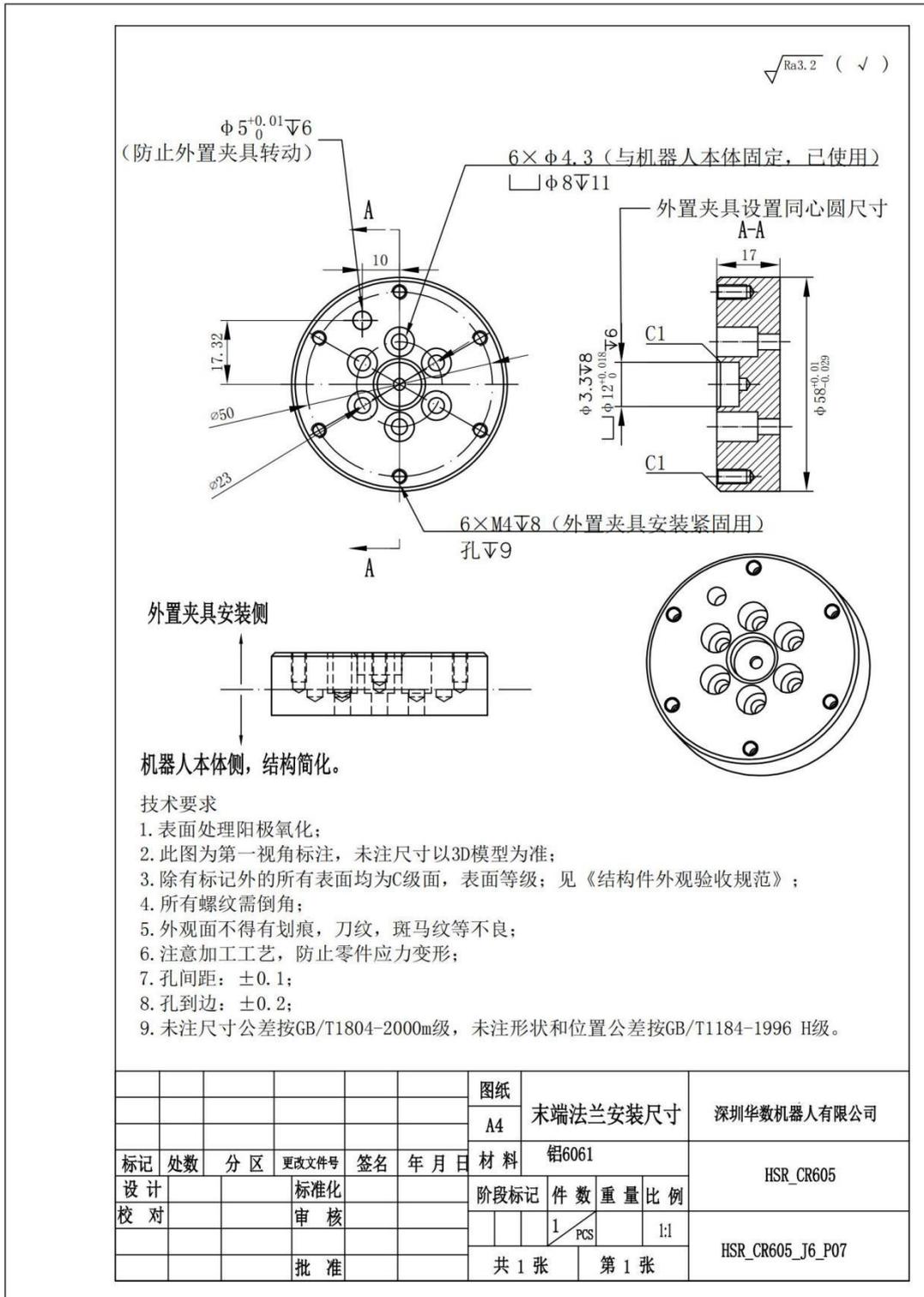
### 五、场外答辩具体要求

各参赛队选派代表参加场外答辩,选手可以从设计的创意性、功能性、经济性、价值导向性、环保性等方面进行介绍。答辩问题涉及工业协作机器人夹具的设计思路、工作原理、制作工艺及创新点等。

**注意:文档出现校名、队名,此环节不得分;文档雷同均视作弊,此环节不得分。**

附图一

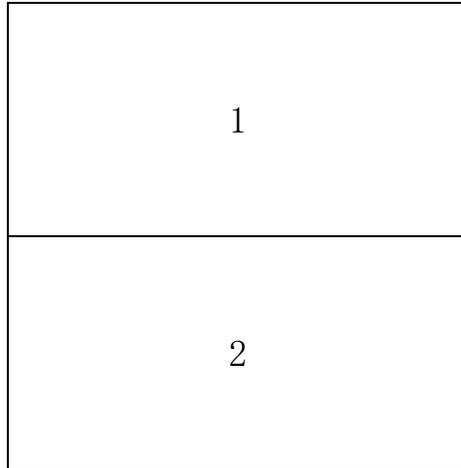
机器人末端尺寸图示意图



附图二

定制码垛任务

第一层（底层）：



第二层（顶层）：

