

2023 年中国大学生工程实践与创新大赛

工业协作机器人及数字孪生技术创新应用竞赛

湖北省赛规程

机器人被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。当前，机器人产业蓬勃发展，正极大改变着人类生产和生活方式，为经济社会发展注入强劲动能。

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。

本赛项分为赛前准备、现场竞赛和场外答辩三个环节，参赛者需完成以下竞赛任务：

一、赛前准备环节

（一）任务要求

参赛选手在校赛夹具设计的基础上再进行优化设计，并制作夹具及其附件，重量要求小于 5kg；夹具的功能要求：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。夹具设计要求具有创新性，不得抄袭。

（二）任务说明

参赛选手自选二维、三维设计软件。赛场提供 2 个电磁阀（型号：亚德客 7V0530CM5B），1 个继电器模组（型号 SPRM024D-1A08）和 $\Phi 4$ 气管，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。参赛单位可通过试用申请流程向技术支持与协办单位申请试用工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件、工业协作机器人技术应用创新设计平台完成夹具验证，具体联系技术支持与协办单位联系人。

（三）提交文件要求

设计方案文件要完整，包括但不限于：

1. 设计图纸（零件图、装配图、三维效果图）：电子版 1 份，纸质版 5 份，图纸表达完整。

2. 设计说明书：电子版 1 份，纸质版 5 份，要有独立见解，要求体现创新性，文字描述准确、清晰，文档为 WORD 格式。

3. 答辩文档：电子版 1 份，文档为 PPT 格式，供参赛队伍现场参与方案展示和答辩使用。

4. 提交文件标题命名规则：作品名+团队名称+学校名称。

5. 作品提交形式：在省赛现场提交。

二、现场竞赛环节

现场竞赛环节比赛时长为 2 小时。参赛选手在工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台上（如图 1）完成如下任务：

（一）任务一：机器人程序编程及调试。

1. 码垛任务：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，按照码垛规则（见附件二）完成工业协作机器人码垛任务。裁判评分时，工业协作机器人自动运行演示码垛任务。

2. 涂胶任务：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涂胶夹具，按照涂胶轨迹（见附件三）完成工业协作机器人涂胶任务。裁判评分时，工业协作机器人自动运行演示涂胶任务。

3. 任务说明：

参赛选手可以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夹具，或者自带夹具，完成码垛、涂胶任务演示。如遇紧急危险情况，选手应立即停止机器人运动。



图1 工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台

(二) 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、传感器安装及调试。

1. 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。

2. 安装、调试易拉罐存放区的传感器，要求：传感器安装牢固，线路连接正确，能检测出易拉罐存放区的每个工位是否有易拉罐存放。

3. 验证夹具抓取功能：工业协作机器人抓取易拉罐在工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台上完成易拉罐 90 度旋转，并将易拉罐放回原位置。

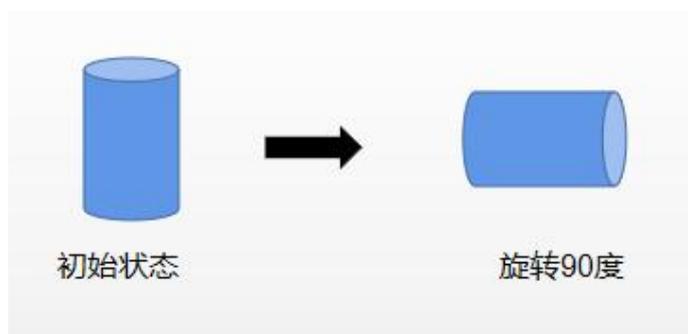


图2 易拉罐初始状态及旋转90度状态

4. 任务说明：

以上任务二中的 1 和 1 两项任务为本赛项的不可缺少的任务，参赛选手必须完成。另外，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。

（三）任务三：视觉系统安装及调试。

1. 安装视觉系统（相机支架、镜头、光源），连接电源线及通讯线，调试视觉系统并编写视觉程序、视觉与机器人通讯程序，实现视觉识别易拉罐。

2. 任务说明：

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，需选手现场安装并调试，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得分。

（四）任务四：数字孪生仿真调试。

1. 利用工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件，导入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：

此部分任务需要现场完成调试。调试好后，示意裁判评分。

（五）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。

1. 设计 PLC 程序和 HMI 界面，HMI 界面要求如图 4 所示，界面设计有启动和停止按钮。



图 3 HMI 界面图

2. 完成工业协作机器人、视觉系统等编程、联调后举手示意裁判，向裁判演示如下流程：选手按下 HMI 界面上的“启动”按钮，工业协作机器人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。

3. 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。

4. 任务说明：

上述 2、3 任务分别在工业协作机器人及数字孪生技术创新应用平台和工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件中同时完成相同任务。

5. 注意事项：

(1) 如遇紧急危险情况，参赛选手应立即停止机器人运动。

(2) 易拉罐中的饮料如洒落在杯外将不得分。

(六) 职业素养要求

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，要求如下：

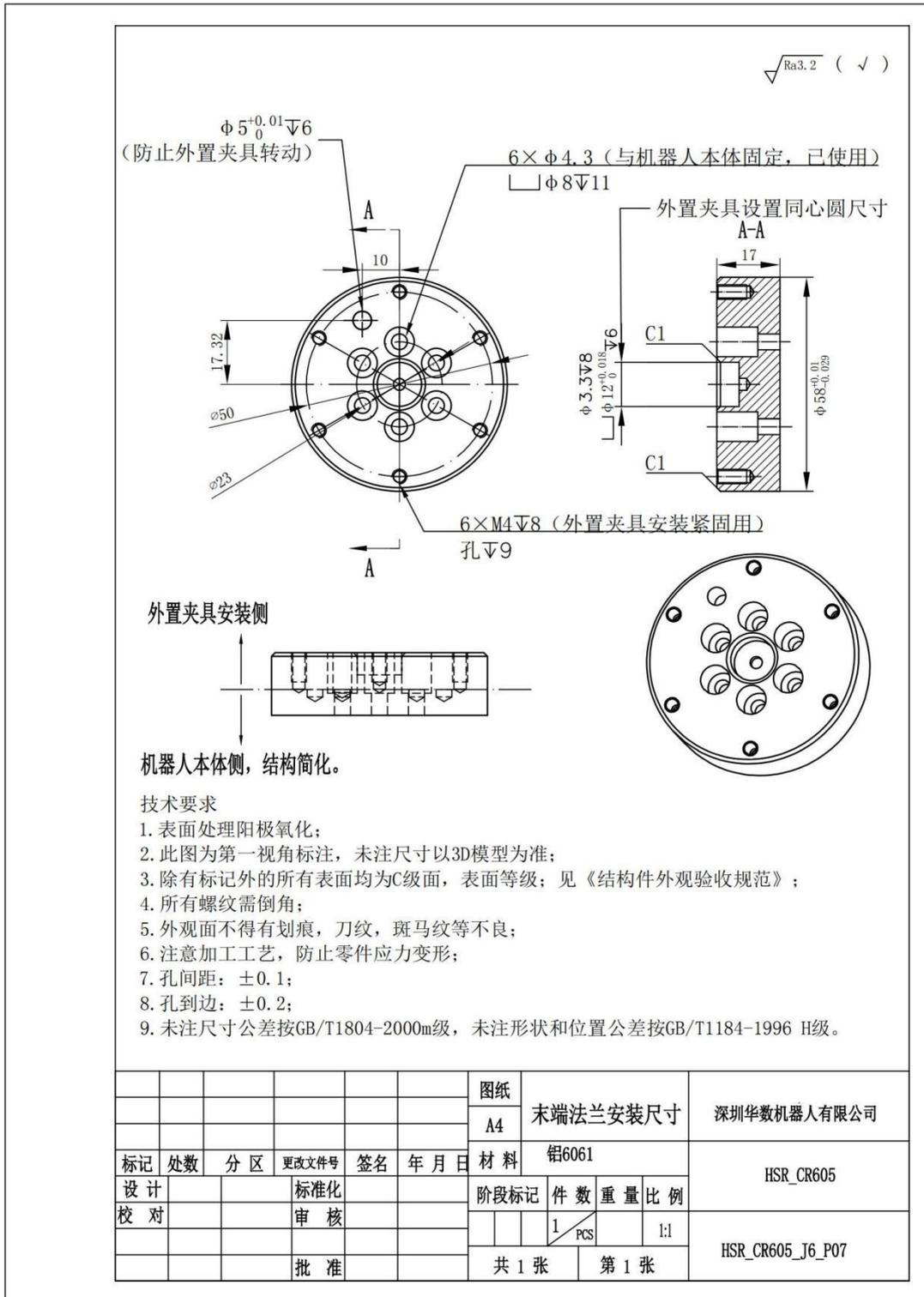
1. 如机器人出现撞机、夹具掉落现象，扣 5 分。
2. 如出现易拉罐中的饮料洒落在杯外（台面、地面等），扣 5 分。
3. 由于参赛选手人为因素导致人身安全的将被取消参赛队的比赛资格。

三、场外答辩环节

各参赛队选派代表参加场外答辩，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。该环节考核时间为 15 分钟(选手介绍 10 分钟,专家问辩 5 分钟)。

附件一

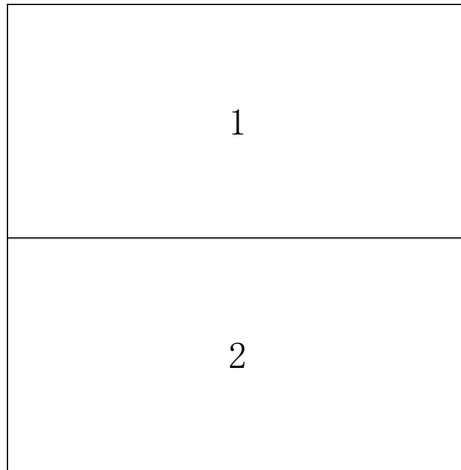
机器人末端尺寸图示意图



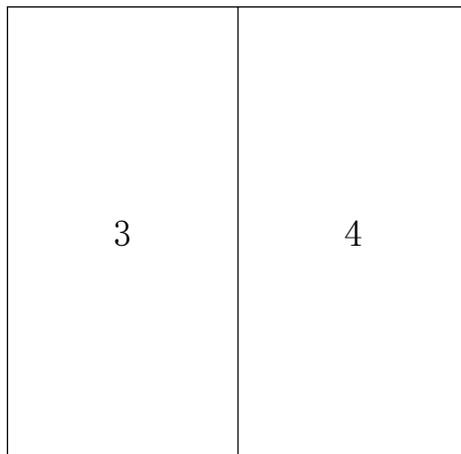
附件二

定制码垛任务

第一层（底层）：



第二层（顶层）：



附件三

涂胶轨迹

