

# 2023 年湖北大学工程实践与创新能力大赛

## 《智能制造产线虚拟调试能力赛项》命题与运行

### 1. 对参赛作品/内容的要求

本赛项以智能制造产线调试与运行为主体，选手将在识读生产需求和工艺文件的基础上，在指定智能制造虚拟调试软件中，自主建造智能制造产线或单元。单元至少包括立体料仓、工业机器人、数控车床和数控铣床或加工中心。建造的智能制造产线或单元能够进行物料出入库、机器人上下料、数控机床的编程加工，并能通过 PLC 信号连接与通讯，PLC 逻辑编程，实现至少两种产品的混流生产过程。

各参赛队基于竞赛项目要求的产线功能和场景设置，以智能制造中的制造技术与信息控制技术深度融合为主题，构建一条布局合理的智能制造生产线或加工单元，完成产线生产流程和工艺调试，生产过程控制系统通讯和逻辑控制编程调试，最终在 HMI 界面中实现至少两个不同产品的混流生产任务，达到每小时生产产能的要求。

本赛项由各校推荐不超过两个队直接决赛。

#### 1) 功能要求

产线经过现场建造和调试后，实现自主运行，并达到产能要求。产线应具有物料管理、机器人上下料、数控机床加工、工艺流程规划、装备自动控制信号连接与通信、生产过程 PLC 逻辑控制、HMI 人机界面一键启动等功能。

#### 2) 主要装备选型和物料要求

应在识读工艺文件和产线布局图的前提下，在软件模型库中选择合适的装备，并能实现装备的安装落位、运动属性使能和功能调试；毛坯物料的选择，并按照一定的规则存放到料仓的仓位。

#### 3) 机器人上下料编程与调试、数控编程与调试、信号连接与通信、PLC 逻辑控制编程与调试要求

应在识读工艺流程逻辑框图的前提下，完成机器人上下料编程与调试、数控车铣加工编程与调试、机器人-机床与 PLC 的通讯、生产流程 PLC 逻辑控制编程与调试。

4) HMI 控制界面要求

HMI 界面设计与调试。最终 HMI 界面能够实现物料状态监控、设备运行状态监控，急停和再次启动，一键启动运行。

2、赛程安排

1) 运行方式

本赛项由各校推荐不超过两个队直接参加决赛。比赛时，经过产线建造、工艺调试、PLC 逻辑控制编程调试和 HMI 界面设计，最终实现一键启动自动运行。

2) 赛程

本赛项各竞赛环节如表 1 所示，整个比赛过程以命题任务为依据，在规定的智能制造虚拟调试软件中，通过两个队员协作完成有关程序的编制和实操调试。按照得分的高低排序，决定获奖等级。

表 1 智能制造产线虚拟调试能力赛项个竞赛环节

序号	相关要求		权重 (%)
1	制造工艺与工艺过程认知		20
	基本知识	了解零件离散型制造工艺流程、识读智能制造产线布局图，能识读工艺过程卡、工序卡和刀具卡、能够识读工艺流程逻辑框图。	
	工作能力	编制数控加工程序、编制 PLC 流程控制程序	
2	产线搭建与功能调试		10
	基本知识	能够按布局图选择装备、分析最小工艺路线、防止运动干涉	

	工作能力	能合理搭建智能制造产线、能进行工业机器人快换夹具和搬运物料调试，机床开关门调试，物料进出库调试。	
3	工序调试		30
	基本知识	数控加工工艺、机器人示教编程	
	工作能力	能进行机器人示教编程实现物料的上下料工序调试，能够操控数控机床加工实现数控加工工序调试。	
4	工艺流程调试与 PLC 程序调试		30
	基本知识	物料放置与配送工艺流程、工业机器人点位示教、零件加工工艺流程、PLC 逻辑编程、HMI 界面设计与调试	
	工作能力	能够完成物料配送流程逻辑编程与调试；能够通过 PLC 控制数控机床与工业机器人协同工作；3、能够使用 HMI 实现生产过程总体联调	
5	职业素养与安全意识		10
	基本知识	现场操作安全保护符合安全操作规程	
	工作能力	机器人、机床、刀具等装备不发生碰撞穿模等现象，调试中工具摆放整齐、团队协作	
合计			100

### 3、对运行环境的要求

#### 1) 硬件平台

计算机，参考配置（比赛赛场用机配置）如下：CPU——Intel i7 或六代以上 i5；内存——16G，储存器容量不小于 50GB；显卡——NVIDIA GTX 1050 及以上，显存 2GB 及以上；显示器——21.7 英寸，分辨率 1920×1080。

## 2) 软件平台

智能产线数字孪生虚拟调试软件

## 3) 竞赛平台介绍

智能产线数字孪生虚拟调试软件为武汉高德信息产业有限公司推出的一款既能搭配实体硬件又能独立使用的虚拟调试软件，软件界面见图 1。支持智能产线运行流程仿真、编程调试和数字双胞胎可视化展示，具有在虚拟环境中进行产线布局搭建、产线装备与工艺流程的仿真、数控加工仿真调试、PLC 编程仿真调试、机器人编程仿真调试等功能，可以用于智能制造产线与单元的生产过程调试和仿真运行比赛。

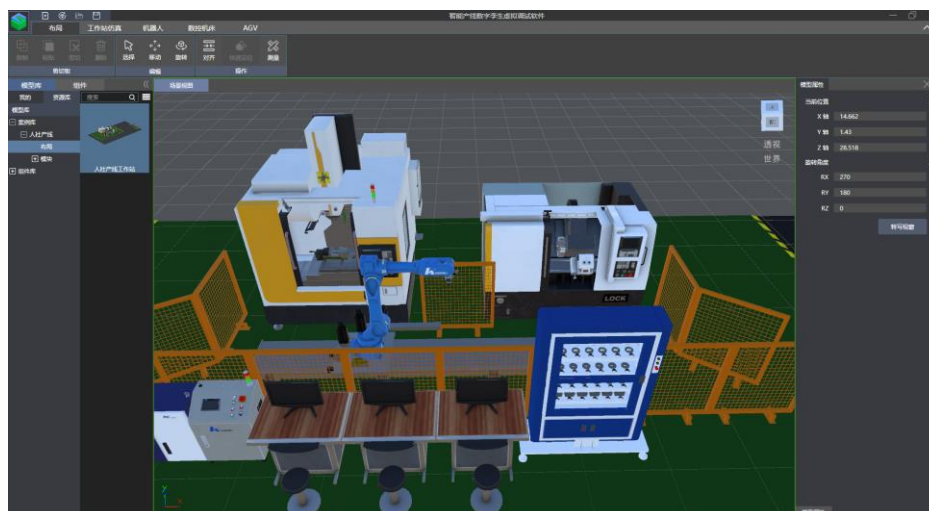


图 1 智能产线数字孪生虚拟调试软件界面

## 4、赛项具体要求

### 1) 竞赛方式

本赛项为团体赛，每个参赛队由 2 名选手组成。竞赛分为编程任务和现场实操比赛任务两个部分。现场实操比赛前一天发布任务书，参赛选手根据任务书要求完成数控程序和 PLC 程序的编写，并在实操比赛当天提交。现场实操比赛当天在持续不间断的 4 小时内完成任务书中的所有工作任务。

参赛人员为湖北省范围内修完或正在修读工程训练课程的高等院校在校本科生。每个参赛队由 1-2 名学生组成，每队可配备 1-2 名指导教师，每个学校参赛队不超过 2 个队。

## 2) 竞赛内容

根据给定的任务书，完成 2 种不同产品的混流智能制造生产任务。包括数控编程以及 PLC 逻辑编程，并在智能产线数字孪生虚拟调试软件中搭建产线仿真场景完成工艺调试，然后通过联调自动运行产线，实现在一小时内生产出 2 种不同的零件的产能。

### (1) 竞赛任务：

① 2 种不同产品的混流智能制造生产线虚拟调试任务，要求每小时生产 1 件阀芯（见图 2）、1 件电机前盖（见图 3）的产能。决赛时零件尺寸会有变化。

②按照给定的零件加工工艺流程，智能产线加工工艺；自主编制数控加工程序，机器人上下料示教编程，在软件中完成工序调试、工艺过程 PLC 逻辑控制编程与调试。

③总体联调，设计 HMI 人机界面，自动运行产线，实现在一个小时内生产出 2 个不同零件的产能。

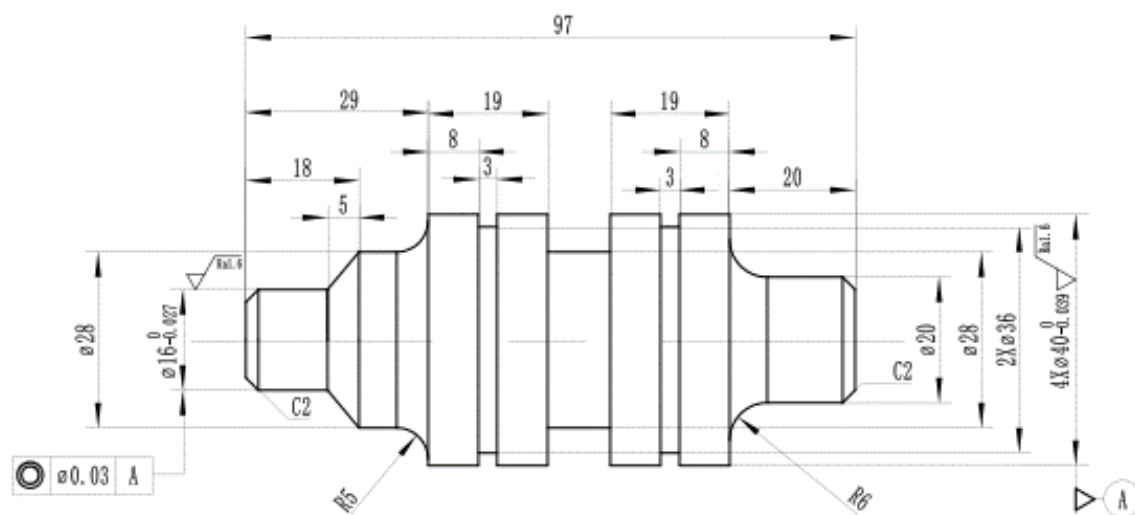


图 2 阀芯零件图

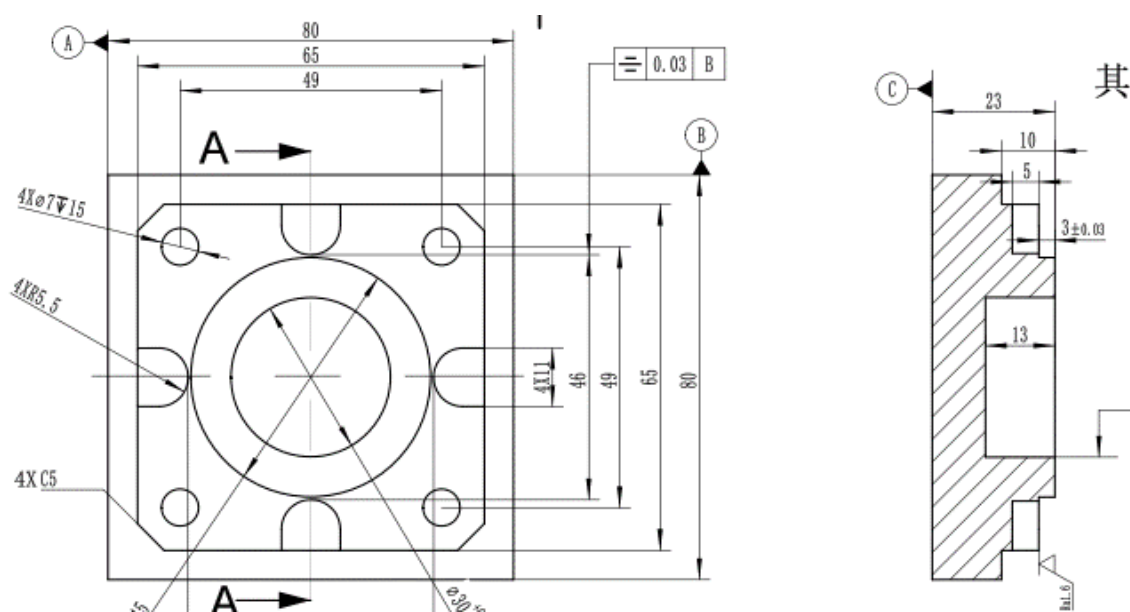


图 2 电机前盖零件图

各学校可以按照本竞赛任务进行校内选拔赛，决赛任务书会有少量变化。

## (2) 编程任务

比赛前一天，大赛组委会发布任务书，比赛团队按照零件图和产能要求、工艺规程、工艺过程卡、工序卡和刀具卡、产线规划布局图和生产流程逻辑框图等文件，完成数控编程、PLC 生产流程逻辑编程。在比赛现场登记时提交上述程序给组委会，用于文档部分评分。

## (3) 现场实操比赛任务

比赛选手根据任务书要求，统一在比赛主办方提供的“智能制造数字孪生虚拟调试软件平台”上完成零件智能制造生产线仿真加工联调任务。

具体要求如下：

任务一：根据提供的布局图进行智能制造产线搭建与功能调试；完成后举手示意现场执行裁判，给予过程评分；

任务二：工序调试（包括机器人上下料、数控车加工、数控铣或加工中心加工）；完成后举手示意现场执行裁判，给予过程评分；

任务三：根据提供的工艺规程和自主编制工艺流程 PLC 逻辑控制程序，进行工艺过程调试和总体联调；

任务四：在设计的 HMI 界面实现自动运行一个小时生产出 2 个不同零件。完成后录制视频，举手示意现场执行裁判，提交所录制视频在大赛组委会规定的文件夹中，用于最后的评分。

# 智能制造产线虚拟调试能力赛项

## 任务评分标准

### 一、编程任务评分标准

本任务按照 100 分配分，具体标准如下：

#### 1. 数控车编程（30 分）

序号	扣分标准	单位	扣分
1-1-1	程序头没有按照提供的数控系统要求编写字符。		2 分
1-1-2	程序代码有语法错误，每一个错误扣2分。	个	最多8分
1-1-3	没有按照刀具卡调用刀具，每一处错误扣2分。	处	最多8分
1-1-4	没有按照工序卡使用切削转速和进给速度，每一处错误扣2分。	处	最多8分
1-1-5	程序结尾代码错误		2分

#### 2. 数控铣或加工中心编程（30 分）

序号	扣分标准	单位	扣分
1-2-1	程序头没有按照提供的数控系统要求编写字符。		5 分
1-2-2	程序代码有语法错误，每一个错误扣2分。	个	最多10分
1-2-3	没有按照刀具卡调用刀具，每一处错误扣2分。	处	最多8分
1-2-4	没有按照工序卡使用切削转速和进给速度，每一处错误扣2分。	处	最多8分
1-2-5	程序结尾代码错误		2分

#### 3. PLC 工艺流程逻辑编程（40 分）

序号	要求	单位	扣分
1-3-1	所描述的逻辑过程与任务要求的生产工艺流程不一致。		10
1-3-2	梯形图逻辑错误或程序语法错误，每一处扣 2 分。	处	最多20分



## 二、现场实操任务评分标准（100 分）

### 1. 智能制造产线搭建与功能调试（10 分）

序号	扣分细则	单位	扣分标准
2-1-1	没有按照布局图搭建产线		1
2-1-2	功能调试中出现干涉和碰撞，每处扣1分。	处	最多4
2-1-3	不能实现夹具快换。		1
2-1-4	不能实现料库物料搬运。		1
2-1-5	不能实现机床开关门		1

### 2. 工序调试（30 分）

序号	扣分细则	单位	扣分标准
2-2-1	不能通过机器人示教编程实现物料的从料库到机床的上和从机床到料库的下料		5
2-2-2	数控车对刀中没有启动工件旋转		2
2-2-3	数控铣或加工中心对刀没有启动刀具旋转		2
2-2-4	不能运行数控车削加工程序完成零件加工的		5
2-2-5	不能运行数控铣削加工程序完成零件加工的		5

### 3. 工艺过程调试和总体联调（30 分）

序号	扣分细则	单位	扣分标准
2-3-1	IO信号配置错误，每处扣2分	处	最多10
2-3-2	不能完成物料配送流程逻辑编程与调试		5
2-3-3	不能通过PLC控制数控机床与工业机器人协同工作		5

### 4. HMI 界面设计与产线运行过程录制（30 分）

序号	扣分细则	单位	扣分标准
2-4-1	不能实现物料状态监控		2
2-4-2	不能完成设备状态监控		2
2-4-3	不能实现急停和再次启动		2
2-4-4	不能实现一键启动自动运行		6
2-4-5	没有录制运行过程视频文件		6

2-4-6	对视频文件评分时发现不能实现产能要求		4
2-4-7	对视频文件评分时发现加工零件外形不是任务要求的外形		2
2-4-8	机器人、机床、刀具等装备发生碰撞穿模等现象，每处扣1分。		最多4
2-4-9	出现违纪、不尊重裁判、团队不和谐现象		2

# 智能制造虚拟调试能力赛项

## 任务评分规则

### 一、分数权重

比赛分为编程任务和现场实操比赛两个模块，每个模块实行 100 分制。编程任务占比 20%，采用结果性评分；现场实操比赛占比 80%（含职业素养），比赛时长 240 分钟，根据选手现场完成的情况采用过程性评分和结果性评分相结合。

### 二、评判方法

裁判组在坚持“公平、公正、公开、科学、规范”的原则下，各负其责，按照制订的评分细则进行评分。

采用过程评分的任务，将根据工艺调试时间、生产效率、任务完成度、操作规范性、操作结果等诸方面进行评分。

采用结果评分的任务，将根据任务书的要求，现场裁判依据现场打分表，对参赛队的操作规范、现场表现等进行评分。

### 三、成绩并列

名次的排序根据选手竞赛总分评定结果从高到低依次排定；各组选手如果竞赛总分相同者，按现场实操比赛得分优先，若现场实操比赛部分得分相同时，现场实操比赛竞赛用时少的优先。若现场实操比赛竞赛用时相同时，按照实操比赛中自动运行录屏中完成生产任务用时最少者优先。

### 四、项目特殊说明

#### 4.1 实际操作竞赛赛场守则

1. 实际操作竞赛选手的出场顺序和实操台位置由抽签决定。
2. 参赛选手需提前 20 分钟凭有效身份证和参赛证进入赛场，对竞赛工具设备进行检查。
3. 开赛迟到 30 分钟以上者，按自动弃权处理。
4. 参赛选手（可以两人合作一起完成比赛任务）按赛题完成各竞赛任务，并主动配合裁判员评分。

5. 参赛选手应严格遵守赛场纪律，所有的通讯工具、摄像工具不得带入竞赛现场，对竞赛设施设备应爱护，防止丢失和损坏。

6. 冒名顶替、弄虚作假、作弊者，取消竞赛资格及成绩。

7. 参赛选手须严格遵守安全操作规程及劳动保护要求，接受裁判员、现场技术服务人员的监督和警示，确保设备及人身安全。

8. 在实际操作竞赛过程中，裁判应对每名参赛选手的各道工序认真记录，并填写评分表。

9. 竞赛过程中如果出现安全事故，裁判员应立即中止竞赛。如查实事故责任属参赛选手，即取消参赛选手竞赛资格。

#### **4.2 赛场规则**

1. 各类赛务人员必须统一佩戴由大赛执委会签发的相应证件，着装整齐。

2. 各赛场除现场裁判、赛场配备的工作人员以外，其他人员未经允许不得进入赛场。

3. 新闻媒体等进入赛场必须经过大赛执委会允许，并且听从现场工作人员的安排和管理，不能影响竞赛进行。

4. 各参赛队的领队、指导老师以及随行人员一律不得进入赛场；

5. 竞赛期间，参赛选手未经大赛执委会批准，不得接受其他单位和个人对竞赛相关内容的采访。

6. 参赛选手不得私自公布竞赛相关资料和情况。

7. 竞赛过程中，参赛选手必须主动配合裁判工作，服从裁判安排，如果对竞赛的裁决有异议，可按规定以书面形式向执委会申诉受理组提出申诉。

8. 竞赛现场必须配备实时监控系统，对现场赛事进行完整的实时监控和录像，并有专人对竞赛环节进行全程录像。

#### **4.3 赛事安全要求**

1. 由于竞赛涉及用电和使用较锋利的工具，决赛场地设有安全防卫人员，负责竞赛期间安全事务。主要包括检查竞赛场地及其周围环境的安全防卫；制定紧急应对方案；督导竞赛场地用电等相关安全问题；监督参赛人员食品安全与卫生；分析和处理安全突发事件等工作。赛场配备医务人员及常规药品。

2. 严格按照安全应急预案加强对竞赛全过程的动态管理，确保竞赛活动安全有序。

# 2023 年湖北大学工程实践与创新能力大赛

## 《工业协作机器人及数字孪生技术创新应用赛项》

### 命题与运行

#### 一、赛项简介

本赛项包含设计、组装和调试工业协作机器人及数字孪生创新工作站，完成产品 3D 打印技术、饮料的搬运、相机视觉技术等工作任务，满足产品小批量多品种定制化生产任务。本赛项主要考察选手对于工业协作机器人、PLC 可编程控制器、3D 打印技术、机器视觉等控制设备组成的工业协作机器人及数字孪生创新工作站的集成应用能力，掌握工作站的安装、编程和集成系统联调能力，以真实的工业装备和应用环境作为赛场，来考察大学生解决复杂工程问题的综合能力。

#### 二、赛项命题

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

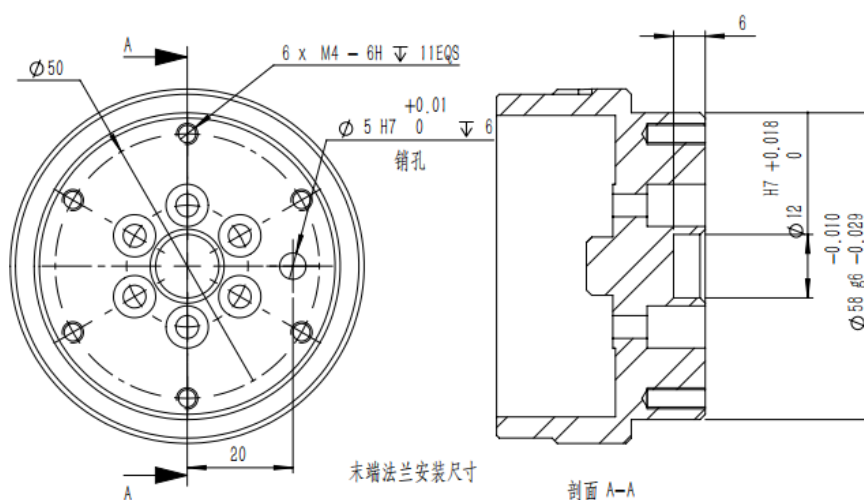
需选手根据任务要求，提前设计、制作竞赛所用的机器人末端执行器和辅助装备，由参赛团队自行设计和制作，对制作的材料、结构无任何限制。辅助机构，由赛团队自行设计和制作，辅助机构的数量、类型、结构均无限制。竞赛时，所有辅助机构只能安装在辅助机构安装区。

1. 机器人末端执行器和辅助装备需满足如下要求：

1) 功能要求

2) 电控及驱动要求

3) 机械结构要求，如下图所示为 HSR-CR605 机器人末端尺寸图。



机器人末端尺寸图

#### 4) 外形尺寸及载重要求

HSR-CR605 机器人：包括机器人本体、示教器、驱控一体电控柜。其中，协作机器人的最大负荷 5kg，臂展 785mm，重复定位精度±0.02mm。华数机器人第六轴安装专用末端工具法兰，包括吸盘、夹爪，用于物料的搬运和基础模块等工作。

#### 5) 虚拟软件或设备平台验证要求

根据提供的虚拟软件或设备平台完成夹具及辅助机构验证，并附上验证结果。

#### 2. 提交方案文件要求：

设计方案文件要完整，包括：作品布局图、产品结构图、要求标注所有自行设计的零件（A3 纸页）；装配爆炸图 1 幅（所用三维软件自行选，A3 纸 1 页）；设计说明书 1 份（A4 纸张 1-2 页），要有独立见解，图纸表达完整，文字描述准确、清晰。

### （二）现场竞赛环节

选手需在 2 小时 120 分钟内完成以下所有竞赛任务。

现场竞赛环节每支参赛队伍只能选派 3-5 名选手参赛，并在规定的 2 小时之内完成如下内容：

任务一：机器人应用及数字孪生创新平台工作站机械，气路安装，电气部分调试（10%）

1.1 根据竞赛任务书中任务需求，完成硬件部分机械安装如机器人手爪安装等工作。

1.2 辅助装置电气机械安装完成，实现手动控制演示。

1.3 放置饮料区域传感器线路安装与调试。

1.4 机器人气管，气缸气管安装。

任务二：相机系统安装调试（15%）

2.1 根据竞赛任务书中任务需求，完成相机支架的安装。

2.2 相机镜头以及光源的安装。

2.3 相机电源线以及通信线的安装。

2.4 完成相机 9 点标定以及相机编程任务，对红牛饮料罐特征进行识别。

任务三：机器人程序编程（25%）

3.1 根据竞赛任务书中任务需求，完成工业协作机器人示教和编程，利用预先打印好的码垛夹具，完成一定规则的码垛排列。

（题目附件提供码垛排列要求）

3.2 根据竞赛任务书中任务需求，完成工业协作机器人示教和编程，实现机器人饮料罐子搬运。

3.3 手动示教机器人，完成易拉罐的抓取，在台面上方完成易拉罐 90 度旋转运动，并还原到初始位置。

任务四：机器人应用及数字孪生创新平台工作站数字孪生仿真联调（15%）

4.1 工业机器人夹具模型验证。将设计夹具模型导入虚拟调试软件中，使用夹具模型在虚拟调试软件完成饮料分装流程，验证夹具的可行性。

4.2 完成红牛易拉罐抓取动作，完成红牛易拉罐夹紧开盖动作，完成饮料分装动作。

任务五：机器人应用及数字孪生创新平台工作站工作站整体联调（30%）

5.1 调整虚拟调试模型位置，连接实物机器人，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，完成饮料罐子搬运、拍照、分装数字孪生仿真联调。

5.2 利用 PLC 和 HMI 界面在程序启动到程序运行结束前，参赛选手将不能再接触竞赛平台，不能采用任何人工互交的方式控制机器人和其它任何辅助装置。在相机的引导下（可选），机器人自动完成易拉罐抓取、开盖，液体分装、放回初始位置的动作。

5.3 自动运行阶段，完成机器人程序在指定的第一个水杯中自动倒入液体，倒入的液体为易拉罐中液体的  $\frac{2}{3}$ ，并且全程无液体溢出或洒落到台面。

5.4 自动运行阶段，完成机器人程序在指定的第二个水杯中自动倒入液体，倒入的液体为易拉罐中液体的  $\frac{1}{3}$ ，并且全程无液体溢出或洒落到台面。

任务六：安全文明生产（5%）

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。

### （三）场外答辩环节

每支参赛队伍只能选派 1 名选手参赛，并在规定的 10 分钟之内



完成，场外问辩环节与场内竞赛环节同步进行)。各参赛队的选手按抽签的顺序，依次参与答辩环节，答辩问题涉及参赛作品（手爪、辅助机构）的设计思路、原理、创新点等相关知识。

另外，各参赛队在参赛报到时需要提交工程设计方案文件 1 套（含：电子版材料 1 份，纸质版材料 3 份）、与设计制作有关的 3 分钟视频介绍 1 份、答辩 PPT 材料 1 份。

该环节考核时间 10 分钟（选手设计介绍 3 分钟，专家问辩 7 分钟），满分为 30 分，具体参见评分方法和细则。

## 八、竞赛场地要求

### （一）场地要求

1. 竞赛场地平整、明亮、通风良好，场地采光良好，四周无太阳直射，照明条件优良，可保证赛位在比赛期间稳定的光源环境。
2. 赛场规划独立参观通道和体验区域，不得影响竞赛正常进行。
3. 赛场设置合理数量空调，保证赛场温度适宜。
4. 赛项设置合理数量监控，保证无死角全覆盖所有赛位和人员活动范围，监控录像文件妥善保存。
5. 赛场设置医疗站。
6. 赛场放置灭火器。
7. 赛场设置备用电源
8. 配电要求：

赛区提供 15 套设备，总功率为：40KW；每台设备电源要求：单相 AC220V，功率：2.5KW。

### （二）工位要求

单个竞赛工位面积不小于  $9\text{m}^2$ （ $3\text{m} \times 3\text{m}$ ），标明竞赛工位号码，有明显区域划分，除了参赛工位，还应准备 2 个备用工位、1

个裁判培训工位。赛场面积应不低于 500m<sup>2</sup>。

### （三）机房要求

#### 1. 硬件运行环境

CPU： Intel i7 或 六代以上 i5 （或同等级 AMD 系列）；

内存： 8G 及以上；

硬盘： 500GB 以上；

显卡： NVIDIA GTX 1050 及以上（或同等级 AMD 系列），显存 2GB 及以上；

显示器： 分辨率及色彩 1920\*1080 32 位真色彩以上，刷新频率 60 赫兹；

#### 2. 软件运行环境

Windows7 以上系统

## 九、竞赛平台介绍

### （一）功能描述

竞赛平台主要面向自动化类、机械类、电子信息类、计算机类等相关专业的在校大学生，包括：研究生、本科生。

竞赛平台内容涉及智能制造领域中的工业协作机器人、3D 打印技术、机械设计、夹具设计、视觉应用、信息通信、自动控制、可编程控制器等多种综合技术，采用通过科技创新、技术创新和应用创新的多种模式，来培养、锻炼和选拔具有解决复杂工程问题的技术复合型人才。

竞赛平台以实际的科研、工业或生活应用项目作为案例，以真实的工业装备和应用环境作为赛场，来考察大学生解决复杂工程问题的综合能力。

同时，本竞赛平台旨在打造一个智能制造协作机器人创新领域

的高校、行业、企业之间交流平台，实现多方在教育、人才、科研等各个方向的合作，并实现理论教学、设计创新和工程实践的有机融合。

#### ■ 工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件

1、工业机器人数字孪生虚拟调试软件为机器人应用及数字孪生技术创新竞赛参赛平台，软件将工业机器人技术应用创新设计平台硬件设备 1:1 孪生到虚拟场景中，赛项设计为选手先在虚拟调试软件中完成工作站布局搭建，对工作站的运动进行仿真设计和运行调试，再到硬件平台完成竞赛任务。

2、虚拟调试软件能够支持机器人工作站布局搭建、信号配置与调试、PLC 与机器人程序设计、工作站和自动化线虚拟调试与仿真运行。能够支持机器人 IPC 和 PLC 等硬件进行数据交互，实现产线及工作站的搭建与全流程调试与仿真运行。学生可以通过在虚拟场景中进行个性化夹具功能辅助验证、工业机器人程序编写、plc 逻辑控制、工作站和自动化线联调等教学内容的仿真训练，同时也可以自主进行虚拟仿真场景的搭建与仿真运行。

#### ■ 离线编程软件

1、支持不少于 5 种主流工业机器人品牌，包括华数机器人、ABB、KUKA、FANUC、安川、川崎等，仿真输出对应的机器人代码；

2、至少支持 4、6 关节机器人的新建、编辑、删除等功能，也可以直接导入机器人库文件，新建机器人可进行正常的编程和仿真；

3、支持工具的新建、编辑、删除等功能，也可以直接导入工具库文件，一个工具可切换不同 TCP 进行离线编程；

4、至少支持 1、2 轴变位机的新建、编辑、删除等功能，也可

以直接导入变位机库文件，变位机可以和机器人进行联动控制；

5、支持三维仿真与碰撞检查功能。通过三维仿真可以观察机器人的位置姿态，充分地检查编程结果是否合理，仿真过程中如果发生碰撞，会显示警告提示；

6、支持机器人逆运动学选解功能，切换不同解组并生成路径查看仿真，选择最优解进行作为加工路径；

7、提供手拿工具、手拿工件两种编程模式；

8、支持自动、手动、外部等多种路径规划方式。1) 可以根据三维模型进行编程，包含不少于三种路径生产方法；2) 可以直接在曲面或曲线上任意点选编程，能够自适应产生主刀轴和辅刀轴。3) 可以导入外部刀位文件进行编程，能够自适应产生主刀轴和辅刀轴；

9、支持多种工艺路径变换与阵列方法。能够通过可视化交互界面进行简单的参数设置，快速实现路径的线性与圆形等多种变化与阵列；

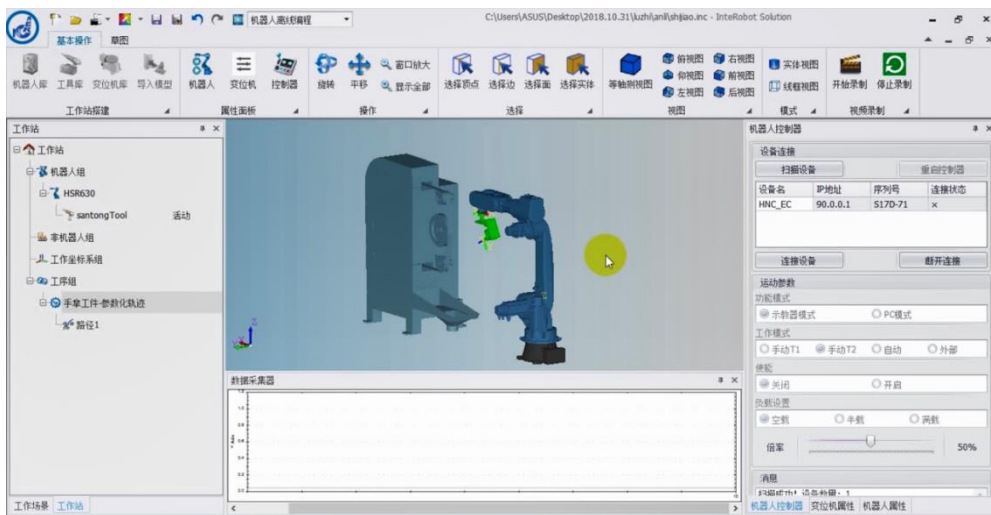
10、支持半实物仿真。真实示教器能够控制离线编程软件中的虚拟机器人运动，并保持示教器中的点位数据和离线编程软件中的点位完全一致。离线编程软件中虚拟机器人运动仿真时，真实示教器能够实时显示离线编程软件中虚拟机器人的位置；

11、支持真实控制器插补仿真功能。能够采集真实控制器的扭矩、速度、加速度等参数并绘制波形图，用户可以进行运动学和动力学的原理性分析，通过鼠标点击波形图时，离线编程软件中虚拟机器人的能够移动到对应的位置；

12、能够根据应用场景的需求生成包含加工工艺的运动轨迹，比如生成参数化的锯齿折线轨迹、三角函数曲线轨迹以及螺旋线轨

迹等，用户可根据需求修改轨迹的相关参数实现工艺轨迹的快速调整；

13、支持离线工艺编程、离线示教编程、离线码垛编程等多种应用编程软件包，能够融合应用领域工艺实现快速编程与仿真。



离线编程仿真界面

(二) 效果图



(三) 竞赛提供的主要设备清单

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	工业协作机器人	HSR-CR605	套	1	华数机器人

2	基础工作台	HSR-CX-CR605	套	1	华数机器人
3	3D 打印机	CT-228	套	1	选配
4	视觉检测模块	MV-CT060-10GC	套	1	海康威视
5	离线编程软件	InteRobot2022	套	1	华数机器人
6	静音无油气泵	TB750W-30L	套	1	雷纳图
7	创意设计终端	HSR-M455-A361	套	1	华数机器人
8	PLC 与人机交互编程模块	S7-1200, CPU 模块: 6ES7215-1AG40-0XB0/ 触摸屏: 6AV2124-0GC01-0AX0	套	1	西门子
9	工业协作机器人数字孪生虚拟调试软件	V1.0	套	1	高德信息
10	码垛模块	HSR-CX-MD	套	1	华数机器人
11	涂胶模块	HSR-CX-TJ	套	1	华数机器人

## 十、评分细则

### （一）评分标准的制订原则

评价方式采用过程评价与结果评价相结合、功能评价与性能评价相结合、设计评价与应用评价相结合，本着“科学、创新、严谨、规范、公平、公正、公开”的总体原则制定评分标准。

### （二）评分方法

1. 赛项裁判组负责赛项成绩评定工作，设裁判长一名，全面负责赛项的裁判和管理工作。

2. 赛项裁判组本着“科学、创新、严谨、规范、公平、公正、公开”的原则，根据裁判的现场记录、参赛队选手的赛项任务书及评分

标准，评定成绩。

3. 名次按比赛成绩由高到低排列，比赛成绩高的参赛队名次在前；比赛成绩相同，以现场竞赛环节完成工作任务总时间较短的参赛队名次在前。如还相同，由裁判长现场召开裁判会决定。

4. 评分方式，以小组为单位，裁判相互监督，对检测、评分结果进行一查、二审、三复核，确保评分环节准确、公正。成绩经工作人员统计，组委会、裁判组、仲裁组分别核准后，闭赛式公布。

#### 1) 基本评定方法

裁判组在坚持“公平、公正、公开、科学、规范”的原则下，各负其责，按照制订的评分细则进行评分。

#### 2) 相同竞赛成绩处理

竞赛成绩相同时，取并列名次。

#### 3) 现场评分

现场裁判依据现场打分表，对参赛队的操作规范、现场表现等进行评分。评分结果由参赛选手、裁判员、裁判长签字确认。

#### 4) 过程评分

根据参赛选手在分步操作过程中的规范性、合理性以及完成质量等，评分裁判依据评分标准按步给分。

#### 5) 答辩评分

根据参赛选手答辩结果，由答辩裁判进行评分。

#### 6) 抽检复核

为保障成绩统计的准确性，执委会对赛项总成绩进行抽检复核；错误率超过 5% 的，则认定为非小概率事件，裁判组需对所有成绩进行复核。

### （三）评分细则

本赛项采用结果评分和现场评分两种方式，满分 100 分，具体评分细则如下表 1 所示。

表 2 现场竞赛分值分配表

竞赛任务	具体评分项		评分要求
	评分内容	配分	
机器人应用及数字孪生创新平台工作站机械，气路安装，电气部分调试（10 分）	1. 手爪与机器人法兰末端的机械连接	2	1. 根据任务书的装配要求对机械系统部件正确的安装，安装坚固，传动组件调整顺畅等； 2. 电气线路连接正确，导线、号码管使用正确合理，驱动器、传感器等连接正确、走线合理； 3. 上电前安全检查，上电后初步检测元件工作是否正常，检查局部电路功能。
	2. 辅助装置电气机械安装完成，实现手动控制演示	3	
	3. 放置饮料区域传感器线路安装与调试	3	
	4. 机器人气管，气缸气管安装	2	
相机系统安装调试（15 分）	1. 完成相机支架的安装	4	1. 根据任务书的装配要求对机械系统部件正确的安装，安装坚固，传动组件调整顺畅等； 2. 电气线路连接正确，导线、号码管使用正确合理，驱动器、传感器等连接正确、走线合理； 3. 上电前安全检查，上电后初步检测元件工作是否正常，检查局部电路功能。
	2. 相机镜头以及光源的安装	4	
	3. 相机电源线以及通信线的安装	2	
	4. 完成相机 9 点标定以及相机编程任务，对红牛饮料罐特征进行识别	5	
机器人程序编程以及 3D 打	1. 利用预先打印好的码垛夹具，完成一定规则的码垛排列。	10	1. 标定杆 3D 打印完成并完成机器人工具坐标系标定。5 分



印机调试 (25分)	2. 机器人程序示教与编程，实现机器人饮料罐子搬运。	5	2. 手动示教机器人，完成易拉罐的抓取，在台面上方完成易拉罐 90 度旋转运动，并还原到初始位置 10 分
	3. 手动示教机器人，完成易拉罐的抓取，在台面上方完成易拉罐 90 度旋转运动，并还原到初始位置	10	
机器人应用及数字孪生创新平台工作站数字孪生仿真联调 (15分)	1. 将设计夹具模型导入虚拟调试软件中，使用夹具模型在虚拟调试软件完成饮料分装流程，验证夹具的可行性	5	完成易拉罐抓取动作 2 分，完成易拉罐夹紧开盖动作 2 分，完成分装动作 6 分. 三个动作全部完成，且用时最短的加 1 分。
	2. 夹具模型导入，并完成易拉罐抓取动作	2	
	3. 能够夹取红牛易拉罐	2	
	4. 完成易拉罐抓取动作，完成易拉罐夹紧开盖动作，完成分装动作，三个动作全部完成，且用时最短的加分。	6	
机器人应用及数字孪生创新平台工作站工作站整体联调 (30分)	1. 调整虚拟调试模型位置，连接实物机器人，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，完成饮料罐子搬运、拍照、分装数字孪生仿真联调	8	1. 机器人倒入的液体无洒落到台面 2. 机器人倒入的液体无溢出水杯
	2. 自动运行阶段，完成机器人程序自动抓取并移动易拉罐动作。	4	
	3. 自动运行阶段，完成机器人程序自动开盖易拉罐动作。	6	
	4. 自动运行阶段，完成机器人程序在指定的第一个水杯自动倒入液体，倒入的液体为易拉罐中液体的 2/3，并且全程无液体溢出或洒落到	6	

	台面。		
	5. 自动运行阶段，完成机器人程序在指定的第二个水杯中自动倒入液体，倒入的液体为易拉罐中液体的 1/3，并且全程无液体溢出或洒落到台面。	6	
安全文明生产（5分）	1. 现场操作安全保护符合安全操作规程；	1	1. 现场操作安全保护符合安全操作规程，穿戴符合职业岗位要求； 2. 工具比赛过程中各赛后未摆放整齐、节约使用耗材； 3. 爱惜赛场的设备和器材，保持工位的整洁，团队分工有合作，遵守竞赛纪律，尊重裁判员、工作人员等。
	2. 工具摆放、包装物品、导线线头等的处理符合职业岗位要求；	2	
	3. 团队合作有分工有合作，配合紧密；遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜赛场的设备和器材，保持工位的整洁。	2	

表 4 场外问辩环节竞赛分值分配表

场外问辩环节	评分标准	分值
提交的设计文件、视频文件和 PPT 文件完整，具有创新型，并且内容清晰合理。	提交 1 份设计文件、1 份视频文件、1 份 PPT 文件 2 分 3 分钟视频文件，制作精美，清晰阐述设计思想和实现的方式 3 分	5 分
设计介绍过程，能够大方得体、清晰的介绍和讲解所提交文件的内容和设计思路。	设计文件内容完整、设计新颖、无明显错误 2 分 依托 PPT 文件，3 分钟介绍，逻辑清晰，大方得体 3 分	5 分
能够准确回答专家所提出的问题。	7 分钟时间内，准确回答评委老师提出的与设计方案有关的 3-5 个问题，要	20 分

	求选手回答准确、表达清楚、逻辑正确、思路清晰 20 分（取专家评委的平均分）	
--	---	--

## 十一、竞赛须知

### （一）裁判人员须知

1. 裁判员必须服从裁判长的领导，在裁判长领导下，依据评分标准和评分细则，公平、公正、真实、准确地完成竞赛评分工作。
2. 开赛前查验参赛选手身份证和参赛证是否与应考人相符，并向选手宣布考场规则和考场纪律。
3. 裁判员必须佩带裁判员胸牌，仪表整洁，举止文明、礼貌，接受参赛人员的监督。
4. 遵守职业道德，文明裁判。保守竞赛试题秘密，严肃赛场纪律。
5. 严格遵守竞赛时间规定，不得擅自提前或延长选手比赛时间。
6. 严格执行竞赛规则，除应向参赛选手宣读竞赛须知外，不得向参赛选手暗示或解答与竞赛有关的内容。
7. 竞赛过程中如出现问题或异议，服从总裁判长的裁决，避免参赛选手和相关人员发生争执。
8. 竞赛组委会正式公布成绩和名次前，裁判员不得私自与参赛选手或代表队联系，不得透露有关情况。
9. 坚守岗位，不迟到、早退，无特殊情况不得在竞赛期间请假。
10. 裁判员自行准备，并穿戴比赛现场相应的安全劳保用品。
11. 裁判员要提醒选手注意操作安全，对选手的违规操作或可能引发人身伤害、设备损坏等事故的操作应立即制止并向现场负责人报告。

### （二）选手须知

1. 竞赛所用的设备、仪器、工具由竞赛执委会统一提供，各参赛

队不得自带仪器、工具等；

2. 参赛选手在比赛开始前 30 分钟前到达指定地点检录，接受工作人员对选手身份、资格和有关证件的检查，竞赛计时开始后，选手未到，视为自动放弃；

3. 比赛用仪器设备、赛位由抽签确定，不得擅自变更、调整；

4. 选手在竞赛过程中不得擅自离开赛场，如有特殊情况，须经裁判人员同意。选手休息、饮水、上洗手间等，不安排专门用时，统一计在竞赛时间内，竞赛计时工具，以赛场设置的时钟为准；

5. 竞赛期间，选手不得将手机、U 盘等电子设备工具以及各种纸质资料、文件等带入赛场，非同组选手之间不得以任何方式传递信息，如传递纸条，用手势表达信息，用暗语交换信息等；

6. 所有人员在赛场内不得喧哗，不得有影响其他选手完成工作任务的行为；

7. 爱护赛场提供的器材，不得移动赛场内台桌、设备和其它物品的定置，不得故意损坏设备和仪器；比赛过程中，参赛选手须严格遵守相关操作规程，确保设备及人身安全，并接受裁判员的监督和警示；

8. 完成竞赛任务期间，不得与其他选手讨论，不得旁窥其他选手的操作；

9. 遇事应先举手示意，并与裁判人员协商，按裁判人员的意见办理；

10. 比赛过程中，选手须严格遵守安全操作规程，并接受裁判员的监督和警示，以确保人身及设备安全。选手因个人误操作造成人身安全事故和设备故障时，裁判长有权中止该队比赛；如非选手个人原因出现设备故障而无法比赛，由裁判长视具体情况做出裁决(调换到备份赛位或调整至最后一场次参加比赛)；如裁判长确定设备故障可

由技术支持人员排除故障后继续比赛，将给参赛队补足所耽误的比赛时间；

11. 参赛队若要提前结束竞赛，应举手向裁判员示意，比赛结束时间由裁判员记录，参赛队结束比赛后不得再进行任何操作；

12. 选手须按照程序提交比赛结果，配合裁判做好赛场情况记录，与裁判一起签字确认，裁判要求签名时不得拒绝；

13. 完成赛项任务及交接事宜或竞赛时间结束，应到指定地点，待工作人员宣布竞赛结束，方可离开；

14. 选手在比赛过程中遇到不能自行完成部分，可以提出弃权，由技术保障人员帮助完成，参赛队弃权部分不得分；

15. 不乱摆放工具，不乱丢杂物，完成工作任务后清洁赛位，清点工具，线头、废弃物品及工具，不得遗留在赛位上；

16. 使用文明用语，尊重裁判和其他选手，不得辱骂裁判和赛场工作人员，不得打架斗殴；

17. 任何人不得以任何方式暗示、指导、帮助参赛选手，对造成后果的，视情节轻重酌情扣除参赛选手成绩；

18. 比赛过程中，除参加当场次比赛的选手、执行裁判员、现场工作人员和经批准的人员外，其他人员一律不得进入比赛现场；比赛结束后，参赛人员应根据指令及时退出比赛现场；对不听劝阻、无理取闹者追究责任，并通报批评；

19. 裁判长在比赛结束前 15 分钟提醒选手，裁判长发布比赛结束指令后所有参赛队立即停止操作，按要求清理赛位，不得以任何理由拖延竞赛时间；

20. 参赛选手不得将竞赛任务书、图纸、说明书、技术文件、草稿纸和工具等与比赛有关的物品带离赛场，选手必须经现场裁判员检

查许可后方可离开赛场；

21. 参赛队需按照竞赛要求提交竞赛结果，裁判员与参赛选手一起签字确认。

### （三）竞赛监督与仲裁管理

#### 1. 竞赛监督

1) 监督组在竞赛办公室领导下，负责对竞赛筹备与组织工作实施全程现场监督。

2) 监督组的监督内容包括竞赛场地和设施的部署、选手抽签、裁判培训、竞赛组织、成绩评判及汇总、成绩发布、申诉仲裁、成绩复核等。

3) 监督组对比赛过程中明显违规现象，应及时向竞赛办公室提出改正建议，同时采取必要技术手段，留取监督的过程资料。比赛结束后，向竞赛组委会提报监督工作报告。

4) 监督组不参与具体的赛事组织活动。

#### 2. 申诉与仲裁

1) 参赛队对不符合比赛规定的设备、工具、软件，有失公正的评判、奖励，以及对工作人员的违规行为等均可提出申诉。

2) 申诉应在比赛结束后 2 小时内提出，超过时效将不予受理。申诉时，应按照规定的程序由参赛队向相应赛项仲裁工作组递交书面申诉报告。报告应对申诉事件的现象、发生的时间、涉及到的人员、申诉依据与理由等进行充分、实事求是的叙述。事实依据不充分、仅凭主观臆断的申诉不予受理。申诉报告须有申诉的参赛选手。

3) 赛项仲裁工作组收到申诉报告后，应根据申诉事由进行审查，6 小时内书面通知申诉方，告知申诉处理结果。如受理申诉，要通知申诉方举办听证会的时间和地点；如不受理申诉，要说明理由。

4) 申诉人不得无故拒不接受处理结果，不允许采取过激行为刁难、

攻击工作人员，否则视为放弃申诉。申诉人不同意赛项仲裁工作组处理结果的，可向比赛执委会仲裁委员会提出复议申请。

5) 赛项设仲裁工作组和仲裁委员会。赛项仲裁工作组接受由代表队提出的对裁判结果的申诉。赛项仲裁工作组在接到申诉后的 2 小时内组织复议，并及时反馈复议结果。仲裁委员会裁定为最终裁。

6) 申诉方不得以任何理由拒绝接收仲裁结果；不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序；仲裁结果由申诉人签收，不能代收；如在约定时间和地点申诉人离开，视为自行放弃申诉。

7) 申诉方可随时提出放弃申诉。

#### **（四）保密工作**

1) 试件封箱、重新编号由裁判组指定专人负责。

2) 技能评分表在评分负责人的主持下当场启封。

3) 参赛选手的比赛成绩由竞赛组委会审定后，统一公布。

#### **（五）竞赛违规处理规定**

1. 发现参赛选手不符合报名规定条件的、冒名顶替或弄虚作假的，报经竞赛组委会核实批准后，一律取消该选手参赛资格，追究有关领导责任并通报批评。

2. 参赛选手有下列情节之一的，其相应项成绩计为零分：

1) 比赛期间违规透漏选手或其单位任何信息者；

2) 在比赛现场内与他人（队）交头接耳，或有偷看、暗示等作弊行为者；

3) 比赛期间使用通讯工具与他人联系者；

4) 裁判根据竞赛要求宣布比赛结束后，仍强行作答或操作者；

5) 不服从裁判员的裁决，扰乱竞赛秩序，影响比赛进程，情节恶劣者；

6) 其他违反竞赛规则不听劝告者。

3. 参赛选手如造成竞赛使用仪器设备损坏,视情节由当事人单位承担赔偿责任;参赛选手不得触动非竞赛用仪器设备,如造成仪器设备损坏,由当事人单位承担赔偿责任并通报批评;对恶意破坏仪器设备等情节严重者,送交司法机关处理。

4. 各代表队非参赛人员若违反竞赛纪律,将视情节轻重给予警告或通报批评。

5. 对违反竞赛纪律的裁判员、工作人员,由各项目裁判长报经组委会核实批准后,视情节轻重给予警告或取消其裁判资格并通报所在单位。

6. 非竞赛工作人员和参赛选手一律不得超越赛场指定的安全范围,不听劝阻造成后果者,追求其责任,并对其所在单位进行通报批评。

7. 各参赛队(选手)须按照竞赛规定和赛题要求递交竞赛成果,禁止在竞赛成果上做任何与竞赛无关的标记;除竞赛规定选手填写的信息外,不能出现透露选手身份的任何信息,否则视为作弊,相应赛项的成绩为零。

8. 参赛队(选手)参加实践操作比赛前,应穿戴好防护用品并进行安全检查,如发现问题应及时解决,无法解决的问题应及时向裁判员报告;裁判员视情况予以判定,并协调处理。未执行有关安全规程而造成不良后果,由责任方承担相应责任;对选手未发现的安全隐患或违章操作行为,裁判员应及时指出并予以纠正,酌情扣除选手实践操作成绩并记录。