

---

# 全国职业院校技能大赛

## 赛项规程

### 一、赛项名称

赛项编号：GZ-2022018

赛项名称：机器人系统集成

英文名称：Robot Systems Integration

赛项组别：高职组

赛项归属产业：装备制造大类

### 二、竞赛目的

“十四五”规划中明确坚定不移地建设制造强国，积极推进产业基础高级化、产业链现代化。加快机器人系统集成技术在装备制造领域的应用，是实现制造业转型升级、实施制造强国战略的关键所在。本赛项是为面向《制造业人才发展规划指南》，精准对接装备制造业重点领域的人才需求，检验高职院校装备制造类专业复合型技术技能人才培养成效，促进装备制造类专业教学改革，实现“岗、课、赛、证”融合，全面提升教育教学质量。

#### （一）检验教学成效

竞赛内容涵盖了工业机器人行业企业岗位对学生职业技能的最新要求，竞赛过程覆盖了完整工作任务，竞赛评价标准符合业界项目验收和交付标准。通过竞赛，能够很好地反映出高职院校所培养学生的技能和用人单位岗位要求的匹配程度，从而检验工业机器人技术专业教学成效，展现专业人才培养成果。

#### （二）促进教学改革

竞赛内容源自企业真实的项目和工作任务需求，反映了机器人系

---

---

系统集成技术岗位要求，引导学校将专业内涵建设与职业岗位能力要求对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与工作过程对接、学历证书与机器人相关职业技能等级证书对接。通过竞赛，引导高职院校将企业完整的工作任务转化成教学内容；将传统重讲授轻实践的教学模式转向“做中学、做中教”项目案例教学；将职业技能作为专业核心能力进行培养，从而提高人才培养的针对性和有效性。

### （三）向世界高水平看齐

本赛项紧跟智能制造产业的发展趋势，瞄准国际工业机器人技术发展最高水平，针对传统制造向智能制造升级的实际问题，以机器人系统集成技术的应用为核心，将行业发展的最新技术融入竞赛内容。赛项紧密对接世界技能大赛，搭建公平公正、切磋技艺、展示技能的集成平台，引领广大高职院校不断在新的更高的起点上培养国家需要、国际一流水准的机器人应用技术技能人才，服务国家战略，建设制造强国。

### （四）营造崇尚技能的社会氛围

技能人才是人才队伍的重要组成部分，良好的社会氛围是技能人才成长成才的环境和基础，关系到技能人才队伍的长远发展。通过竞赛宣传，引导全社会尊重、重视、关心技能人才的培养和成长，让尊重劳动、尊重技术、尊重创造成为社会共识。通过竞赛，表彰一批优秀的年轻技能人才，增强他们的自豪感、获得感，在全国上下营造“技能改变命运、匠心成就人生”的崇尚技能的氛围，激励广大青年走技能成才、技能报国之路。

## 三、竞赛内容

本赛项以典型机械零件的智能制造为背景，采用机器人系统集成技术完成制造单元系统的智能化改造，充分体现“两化融合”在传统

---

---

制造业升级改造中的技术应用。根据任务书要求，选手自行设计实施方案，在三维软件中搭建竞赛平台并完成产品生产流程仿真，完成真实竞赛平台的系统搭建和线路连接，对工业机器人进行点位示教和控制程序编制，对数控系统进行加工程序编制和通讯参数设置，对视觉系统进行检测识别参数设定和优化，对可编程控制器进行控制程序编制及调试，对系统进行故障诊断和排除，实现产品根据不同的生产工艺要求及订单需求，完成仓库存储、数控加工、打磨加工、检测识别、分拣入位等工艺流程，通过制造执行系统对生产过程信息和设备状态实时采集和可视化显示，智能终端利用云端实现安全的制造数据远程监控。结合工作任务和用户需求，完成相应的技术文档制作。

本赛项主要考察选手对于工业机器人、可编程控制器、数控系统、机器视觉等控制设备的编程调试和复杂机器人集成系统的联调能力，兼顾考核选手在工业网络及数据归档处理的信息化能力，充分检验选手面对复杂任务要求时分析处理、方案制定和实施能力，展现选手的综合职业素质和创新水平。

本赛项采用团体比赛方式，每支队 2 名选手在 7 小时内完成竞赛任务。主要竞赛任务如下：

#### 任务一 系统方案设计（4%）

根据制造流程要求，细化完整的生产工艺路径，将工序内容与实现设备一一对应；在场地面积条件下，合理设计单元的布局形式，完成完整工序内容；根据工序流程和控制系统要求，确定控制网络结构。

#### 任务二 工艺流程模拟仿真（7%）

利用虚拟仿真软件，在三维环境中按照设计的布局形式，搭建硬件环境，规划功能单元的动作轨迹，仿真验证布局设计有效性。

#### 任务三 硬件搭建及电气接线（8%）

---

---

根据集成设计方案，将所选的功能单元按照布局规划拼接固定；根据功能要求，完成各单元的电气接线、气动连接、控制网络线路部署、故障排除等内容（其中排故部分，选手可以在规定的时间后选择放弃，由技术人员排除故障，选手排故部分不得分）；手动测试单元功能动作。

#### 任务四 机器人系统集成（24%）

对 PLC 控制器和远程 IO 进行组态操作，通过集成机器人与各功能单元满足控制设计要求；对 PLC、工业机器人、数控系统、视觉系统编程调试，分别实现工业机器人根据机械零件的工艺和装夹要求选择合适的工装夹具，完成机械零件的拾取、搬运和分拣入位等功能动作，结合编制数控加工程序完成机械零件的相关加工任务、完成零件表面打磨加工、利用视觉系统对零件产品加工结果进行检测与判别、并对零件进行分拣入位等功能动作。

#### 任务五 集成系统联调（15%）

根据产品生产制造流程，对立体库、工业机器人、数控系统进行编程联调，利用物联网、工业以太网实现产品、设备和控制器之间的信息交互，满足加工流程自动化；合理优化程序逻辑和设备运行参数，满足任务的生产效率要求。

#### 任务六 MES 系统集成（12%）

利用 MES 系统开发平台完成信息采集、产品数据追溯、制造流程可视化、设备状态可视化等功能模块，可对异常情况进行监控并做出合理判断，确保生产安全；并完成机器人集成系统功能流程的控制面板开发，实现对生产流程控制。在 MES 系统开发平台中，应将任务要求的生产流程数据、设备状态信息存储到指定的云服务器中。

#### 任务七 拓展任务（20%）

---

在保证集成系统运行通畅的情况下，根据给定的任务要求，对集成系统进行机械、电气、MES 系统或工作流程调整，完成工作站的高级功能拓展。

任务八 文档制作（5%）

竞赛过程中，编写用户交付文档，内容包括方案设计、故障点诊断排除、安全注意事项、系统功能描述、系统设备组成、系统使用方法、用户维护方法等。

综合任务 职业素养（5%）

竞赛过程中，对参赛选手的技术应用合理性、工具操作规范性、机械电气工艺规范性、耗材使用环保性、功耗控制节能性以及赛场纪律、安全和文明生产等进行综合评价。

四、竞赛方式

（一）竞赛以团体赛方式进行。每支参赛队 2 名选手，参赛选手必须是 2022 年度高职院校全日制在籍学生或五年制高职四至五年级全日制在籍学生，和本科院校中高职类全日制在籍学生可报名参加高职组比赛，不限性别。往届全国职业院校技能大赛中获一等奖的选手，不得参加同一赛项同一组别的比赛。

（二）竞赛队伍组成：由各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团为单位组队参赛，各地限额 2 支参赛队，不得跨校组队；指导教师须为本校专兼职教师，每队限报 2 名指导教师。

五、竞赛流程

表 1 竞赛流程安排

日期	时间	事项	地点	参加人员
第一天	9:00-14:00	参赛队报到	住宿酒店	参赛队
	15:00-16:30	领队会	会议室	领队、专家组长、裁判长、监督长、

				仲裁长
	16:30-17:00	熟悉赛场	竞赛场地	裁判长、参赛队
	17:00	封闭赛场	竞赛场地	裁判长、监督长、仲裁长
第二天	7:30-8:00	第一场次竞赛相关人员到达竞赛场地并完成参赛队检录（一次加密）	竞赛场地	一次加密裁判、工作人员、监督
	8:00-8:30	竞赛队伍抽签（二次加密）赛前准备	竞赛场地	二次加密裁判、工作人员、监督
	8:30-11:30	正式比赛	竞赛场地	裁判长、现场裁判、技术人员、监督、仲裁
	11:30-12:00	午餐	竞赛场地	竞赛相关人员
	12:00-16:00	正式比赛	竞赛场地	裁判长、现场裁判、技术人员、监督、仲裁
	16:00-20:00	参赛队退场、演示及裁判评分	竞赛场地	裁判长、评分裁判、监督、仲裁
第三天	7:30-8:00	第二场次竞赛相关人员到达竞赛场地并完成参赛队检录（一次加密）	竞赛场地	一次加密裁判、工作人员、监督
	8:00-8:30	竞赛队伍抽签（二次加密）赛前准备	竞赛场地	二次加密裁判、工作人员、监督
	8:30-11:30	正式比赛	竞赛场地	裁判长、现场裁判、技术人员、监督、仲裁
	11:30-12:00	午餐	竞赛场地	竞赛相关人员
	12:00-16:00	正式比赛	竞赛场地	裁判长、现场裁判、技术人员、监督、仲裁
	16:00-20:00	参赛队退场、演示及裁判评分	竞赛场地	裁判长、评分裁判、监督、仲裁
第四天	9:00-10:00	闭赛式	报告厅	指导教师、参赛队、裁判组、监督组、专家组、工作人员等

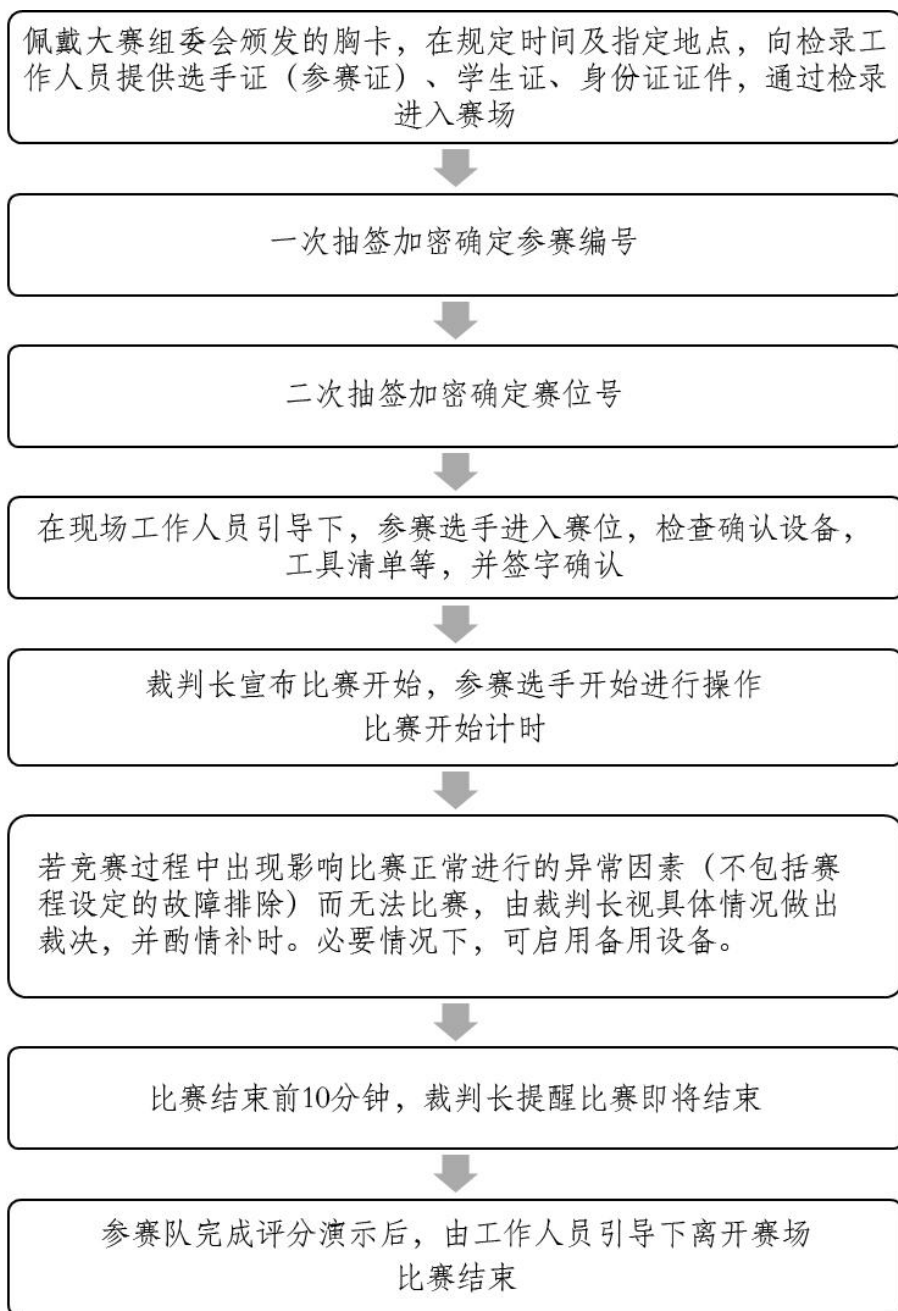


图 1 竞赛流程简图

## 六、竞赛赛卷

（一）大赛执委会下设的赛项专家组负责本赛项赛题的编制工作。赛题编制遵从公开、公平、公正原则。

（二）赛项公开赛题库，于开赛前在大赛网络信息发布平台（[www.chinaskills-jsw.org](http://www.chinaskills-jsw.org)）公开，赛题库中可自由组合出满足竞赛要求的赛卷不少于 10 套。

---

---

（三）正式比赛前 10 天左右，专家组负责由赛题库中选择赛题组建 10 套赛卷。

（四）正式比赛前三天内，对赛卷随机排序后，在监督组的监督下，由裁判长指定相关人员抽取正式赛卷与备用赛卷。

（五）竞赛结束后一周内，正式赛卷通过大赛网络信息发布平台公布。

（六）竞赛试题样卷见附件。

## 七、竞赛规则

### （一）竞赛报名

1. 以省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团为单位组织报名参赛，各地限额 2 支参赛队，不得跨校组队。

2. 报名通过全国职业院校技能大赛网络报名系统统一进行。

3. 参赛选手和指导教师报名获得确认后不得随意更换。如备赛过程中参赛选手和指导教师因故无法参赛，须由省级教育行政部门于开赛 10 个工作日之前出具书面说明，并按参赛选手资格补充人员并接受审核，经大赛执委会办公室核实后予以更换。

4. 各省教育行政部门负责本地区参赛学生的资格审查工作，并保存相关证明材料的复印件，以备查阅。

### （二）熟悉场地

在比赛日前一天 16:30-17:00，参赛队在工作人员带领下，携带身份证件，按照规定路线有序进入赛场。任何人员只得在指定区域观察，不得进入赛位，不得触碰竞赛平台及赛位内物品。

### （三）正式比赛

1. 赛前十分钟选手经裁判长允许进入工位，按设备清单检查竞赛平台、机械电气元件、工具、耗材、文具用品等，不得做与竞赛任务

---



---

相关事情。

2. 正式比赛共 7 个小时，分上、下午进行，比赛过程中设半小时午餐时间，午餐用时不计为比赛时间，就餐时选手不能进入比赛工位。

3. 所有人员在赛场内不得有影响选手完成工作任务的行为。参赛选手不允许未经现场裁判许可随意离开赛位，使用文明用语，不得言语及人身攻击裁判和赛场工作人员。

4. 参赛选手须严格遵守安全操作规程，确保人身及设备安全。参赛选手因个人误操作造成人身安全事故和设备损坏时，裁判长有权中止该参赛队比赛。如出现影响比赛正常进行的异常因素（不包括赛程设定的故障排除）而无法比赛，由裁判长视具体情况做出裁决，并酌情补时。必要情况下，可启用备用设备。

5. 选手退场时不得将任务书、草稿纸、赛位物品等带出赛场。配合裁判做好赛场记录。

#### （四）成绩评定

成绩评定过程中，选手根据裁判要求展示竞赛成果和任务完成情况。裁判严格按照评分表，依照选手实际发生的动作情况完成评定过程，确保公平公正。选手不得围观和议论其他选手评定情况。裁判不得将选手表现和评定结果泄露。工作人员根据裁判要求配合评定工作，不得擅自进入赛位影响评判过程。

#### （五）成绩公布

记分员将解密后的各参赛队伍（选手）成绩汇总成比赛成绩，经裁判长、监督组签字后，公布比赛结果。公布 2 小时无异议后，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长、监督组长和仲裁长在系统导出成绩单上审核签字后，在闭幕式上宣布并颁发证书。

### 八、竞赛环境

---

---

### （一）整体环境要求

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。

### （二）竞赛工位要求

1. 单个竞赛工位面积不小于  $40\text{m}^2$  ( $5\text{m} \times 8\text{m}$ )，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  $1600\text{m}^2$ 。
  2. 每个竞赛工位配备竞赛平台 1 套，操作桌 1 张（操作面积不小于  $1000\text{mm} \times 1600\text{mm}$ ），编程用电脑 2 台（配电脑桌），凳子 2 张，文具及清扫工具 1 套。
  3. 每个竞赛工位提供竞赛平台用供电口 1 个（ $380\text{V}-10\text{kW}$ ），编程电脑用供电口 2 个（ $220\text{V}-1\text{kW}$ ，提供 UPS），提供网线接口 1 个（赛场内部署交换机）。
  4. 编程用电脑配置要求，CPU 为 INTEL i7-8700 CPU（第 8 代，主频  $3.2\text{GHz}$ ，核心数 6）同级别或以上，显卡为独立 NVIDIA GeForce GTX 1060 显卡（ $1500\text{MHz}$  频率， $3\text{GB}$  显存）同级别或以上，内存为  $8\text{GB}$  容量同级别或以上，硬盘为  $500\text{GB}$  容量同级别或以上，安装正版 Windows 10 操作系统以及要求的 Office 软件等。
-

---

### （三）其他辅助要求

1. 打印用电脑及打印机 6-8 台；
2. 设有裁判室、保密室、统分室等工作场所。

## 九、技术规范

### （一）相关知识与技术技能

#### 1. 系统集成方案制定与优化

依照实际加工工序及工艺要求，结合硬件设备及特定条件限制，设计硬件单元的布局形式，规划控制系统的层级拓扑结构，选择适当的通讯方式和接口，制定后续功能设计方案和调试流程。利用仿真软件快速验证方案合理性，并采取适当措施优化方案以缩短调试周期、加强制造柔性、提高生产效率。

#### 2. 机械安装、电气接线

参照机械及电气操作规范，完成硬件设备的拼接和电路、气路、通讯线路的接线及故障排除。

#### 3. 可编程控制器（PLC）应用

利用适当的编程指令，结合硬件设备及特定条件限制，完成 PLC 控制程序的设计和编程，实现对执行元件如伺服电机、气缸、传感器、分布式 IO 等设备的控制，满足动作要求。

#### 4. 工业机器人（Robot）应用

利用编程指令，结合硬件设备及特定条件限制，完成 Robot 控制程序的设计和编程，实现工业机器人完成所需的动作要求。

#### 5. 数控系统（CNC）应用

利用适当的编程指令，结合硬件设备及特定条件限制，完成 CNC 加工程序的设计和编程，实现数控机床完成所需的加工过程。

#### 6. 机器视觉（CCD）应用

---

---

利用适当的检测模板和条件，结合硬件设备及特定条件限制，完成 CCD 检测条件的设置和优化，实现对目标产品不同特征的检测反馈。

#### 7. 工业网络技术应用

利用不同的工业网络通讯协议，结合硬件设备及特定条件限制，实现 PLC、Robot、CNC、CCD、PC 和分布式 IO 的实时通讯。

#### 8. 制造企业生产过程执行系统（MES）应用

利用成熟的工业软件，结合硬件设备及特定条件限制，实现对不同控制器、执行设备、传感器的运行状态监控和工艺流程控制。

#### 9. 职业技术术语表述

具有清晰、有效的口头、书面和电子形式的沟通方式，能进行积极的倾听和提问，并与他人进行复杂的技术原理和应用的讨论，能编制规范的专业技术文档。

### （二）职业标准

1. 机械设备安装工国家职业标准（职业编码 6-23-10-01）
2. 电气设备安装工国家职业标准（职业编码 6-23-10-02）
3. 可编程序控制系统设计师国家职业标准（职业编码 X2-02-13-10）
4. 计算机程序设计员国家职业标准（职业编码 X2-02-13-06）
5. 工业机器人系统运维员国家职业技能标准（职业编码 6-31-01-10）

### （三）技术标准

1. 机床数控系统 通用技术条件 JB/T 8832.1-2001
  2. 工业控制系统信息安全 GB/T 30976.1-30976.2
  3. 工业机器人坐标系和运动命名原则 GB/T 16977-2005
-

- 
4. 工业机器人编程和操作图形用户接口 GB/T 19399-2003
  5. 工业机器人安全规范 GB 11291-1997
  6. 工业机器人通用技术标准 GB/T 14284-1993
  7. 电气设备用图形符号 GB/T 5465.2-1996
  8. 机械安全 机械电气设备 第1部分 GB 5226.1-2002
  9. 基于 PROFIBUS DP 和 PROFINET IO 的功能安全通信行规-PROFIsafe GB/Z 20830-2007
  10. 工业通信网络 现场总线规范 第2部分：物理层规范和服务定义 GB/T 16657.2-2008
  11. 工业通信网络 现场总线规范 类型10: PROFINET IO 规范 第3部分：PROFINET IO 通信行规 GB/Z 25105.3-2010
  12. 制造业信息化 技术术语 GB/T 18725-2008
  13. 教学仪器设备安全要求总则 GB 21746-2008
  14. 教学仪器设备安全要求 仪器和零部件的基本要求 GB21748-2008

## 十、技术平台

### （一）竞赛平台功能概述

机器人系统集成赛项竞赛平台以典型机械零件为加工对象，通过机器人系统集成及应用技术，能够实现仓库取料、制造加工、打磨抛光、检测识别、分拣入位等生产工艺环节，以未来智能制造工厂的定位和需求为参考，通过工业以太网完成数据的快速交换和流程控制，采用 PLC 实现灵活的现场控制结构和总控设计逻辑，利用 MES 系统采集所有设备的运行信息和工作状态，融合大数据实现工艺过程的实时调配和智能控制，借助云网络体现系统运行状态的远程监控。

竞赛平台模块化设计，每个模块单元可自由移动，布置远程 IO

---

---

模块通过工业以太网实现信号通讯和协调控制，用以满足不同的工艺流程要求和功能实现，充分体现出系统集成的功耗、效率及成本特性。每个模块单元均可与其他单元进行拼接，根据工序顺序，自由组合成适合不同功能要求的布局形式。

借助工业机器人离线编程软件，可以在三维虚拟环境中模拟搭建布局结构，仿真动作过程，验证各单元间的配合相关度，提高工作效率、体现智能设计。

## （二）竞赛设备单元介绍

竞赛平台集成了工业机器人、仓储物流、数控加工、视觉检测等技术，利用工业以太网实现信息互联，依托 MES 系统实现数据采集与可视化，接入云端借助数据服务实现一体化联控，以满足产品的定制化生产制造。

执行单元是产品在各个单元间转换和定制加工的执行终端，是应用平台的核心单元，由工作台、工业机器人、平移滑台、快换模块法兰端、远程 IO 模块等组件构成。工业机器人选用知名品牌的桌面级小型工业机器人，六自由度可使其在工作空间内自由活动，完成以不同姿态拾取零件或加工。平移滑台作为工业机器人扩展轴，扩大了工业机器人的可达工作空间，可以配合更多的功能单元完成复杂的工艺流程。平移滑台的运动参数信息，如速度、位置等，由工业机器人控制器通过现场 IO 信号传输给 PLC，从而控制伺服电机实现线性运动。快换模块法兰端安装在工业机器人末端法兰上，可与快换模块工具端匹配，实现工业机器人工具的自动更换。执行单元的流程控制信号由远程 IO 模块通过工业以太网与总控单元实现交互。

工具单元用于存放不同功能的工具，是执行单元的附属单元，由工作台、工具架、工具、示教器支架等组件构成。工业机器人可通过

---

---

程序控制移动到指定位置安装或释放工具。工具单元提供满足加工工艺要求的必需工具，每种工具均配置了快换模块工具端，可以与快换模块法兰端匹配。

仓储单元用于临时存放零件，是应用平台的功能单元，由工作台、立体仓库、远程 IO 模块等组件构成。立体仓库为多仓位结构，每个仓位可存放一个零件。仓位托板可推出，方便工业机器人以不用方式取放零件。每个仓位均设置有传感器和指示灯，可检测当前仓位是否存放有零件并将状态显示出来。仓储单元所有气缸动作和传感器信号均由远程 IO 模块通过工业以太网传输到总控单元。

加工单元可对零件表面指定位置进行加工，是应用平台的功能单元，由工作台、数控机床、刀库、数控系统、远程 IO 模块等组件构成。数控机床为典型三轴铣床形式，采用轻量化设计，可实现小范围高精度加工，加工动作由数控系统控制。数控系统可实现最佳表面质量和高速、高精加工的和谐统一，是面向中高档数控机床配套的数控产品。数控系统集成 CNC、PLC、操作界面以及轴控制功能于一体。支持多种编程方式，包括灵活的编程向导，高效的工步式编程和全套的工艺循环，可以满足从大批量生产到单个工件加工的编程需要。数控系统选用工业级、市场占有率高、使用范围广的高性能产品，保证操作与真实机床的完全一致性。刀库采用虚拟化设计，利用屏幕显示模拟换刀动作和当前刀具信息，刀库控制信号由数控系统提供，与真实刀库完全相同。加工单元的流程控制信号由远程 IO 模块通过工业以太网传输到总控单元。

打磨单元完成零件表面的打磨，是应用平台的功能单元，由工作台、打磨工位、旋转工位、翻转工装、吹屑工位、防护罩、远程 IO 模块等组件构成。打磨工位可准确定位零件并稳定夹持，是实现打磨

---

---

加工的主要工位。旋转工位可在准确固定零件的同时带动零件实现 $180^{\circ}$  沿其轴线旋转，方便切换打磨加工区域。翻转工装在无需执行单元的参与下，实现零件在打磨工位和旋转工位间的转移，并完成零件的翻面。吹屑工位可以实现在零件完成打磨工序后吹除碎屑功能。打磨单元所有气缸动作和传感器信号均由远程 IO 模块通过工业以太网传输到总控单元。

检测单元可根据不同需求完成对零件的检测、识别功能，是应用平台的功能单元，由工作台、视觉相机、光源、结果显示器等组件构成。视觉相机可根据不同的程序设置，实现条码识别、形状匹配、颜色检测、尺寸测量等功能，操作过程和结果通过结果显示器显示。检测单元的程序选择、检测执行和结果输出通过工业以太网传输到执行单元的工业机器人，并由其将结果信息传递到总控单元从而决定后续工作流程。

分拣单元可根据程序实现对不同零件的分拣动作，是应用平台的功能单元，由工作台、传输带、分拣机构、分拣工位、远程 IO 模块等组件构成。传输带可将放置到起始位的零件传输到分拣机构前。分拣机构根据程序要求在不同位置拦截传输带上的零件，并将其推入指定的分拣工位。分拣工位可通过定位机构实现对滑入零件准确定位，并设置有传感器检测当前工位是否存有零件。分拣单元共有三个分拣工位，每个工位可存放一个零件。分拣单元所有气缸动作和传感器信号均由远程 IO 模块通过工业以太网传输到总控单元。

总控单元是各单元程序执行和动作流程的总控制端，是应用平台的核心单元，由工作台、控制模块、操作面板、电源模块、气源模块、显示终端、移动终端等组件构成。控制模块由两个 PLC 和工业交换机构成，PLC 通过工业以太网与各单元控制器和远程 IO 模块实现信息

---



交互，用户可根据需求自行编制程序实现流程功能。操作面板提供了电源开关、急停开关和自定义按钮。应用平台其他单元的电、气均由总控单元提供，通过所提供的线缆实现快速连接。显示终端用于 MES 系统的运行展示，可对应用平台实现信息监控、流程控制、订单管理等功能。移动终端中运行有远程监控程序，MES 系统会实时将应用平台信息传输到云数据服务器，移动终端可利用移动互联网对云数据服务器中的数据进行图形化、表格化显示，实现远程监控。

（三）竞赛平台主要设备参数

表 2 竞赛平台设备参数

序号	名称	竞赛平台规格参数	数量
1	执行单元	工业机器人 × 1 1) 六自由度串联关节桌面型工业机器人; 2) 工作范围 ≥ 580mm; 3) 有效荷重 ≥ 3kg; 4) 手腕设有 10 路集成信号源, 4 路集成气源; 5) 重复定位精度 ≥ 0.01mm; 6) 防护等级 IP30; 7) 轴 1 旋转, 工作范围+165° ~-165° , 最大速度 250 ° /s; 8) 轴 2 手臂, 工作范围+110° ~-110° , 最大速度 250 ° /s; 9) 轴 3 手臂, 工作范围+70° ~-90° , 最大速度 250° /s; 10) 轴 4 手腕, 工作范围+160° ~-160° , 最大速度 320 ° /s; 11) 轴 5 弯曲, 工作范围+120° ~-120° , 最大速度 320 ° /s; 12) 轴 6 翻转, 工作范围+400° ~-400° , 最大速度 420 ° /s; 13) 电源电压为 200~600V, 50/60Hz, 功耗 ≥ 0.25kW; 14) 在工作台台面上布置有手动/自动模式切换旋钮、电机开启按钮及示教器接线接口, 方便接线。 工业机器人扩展 IO 模块 × 1 1) 支持 DeviceNet 总线通讯; 2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个; 3) 传输距离最大 5000 米, 总线速率最大 500kbps; 4) 附带数字量输入模块 2 个, 单模块 8 通道, 输入信	1 台

	<p>号类型 PNP，输入电流典型值 3mA，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离；</p> <p>5) 附带数字量输出模块 3 个，单模块 8 通道，输出信号类型源型，驱动能力 500mA/通道，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离；</p> <p>6) 附带模拟量输出模块 1 个，单模块 4 通道，输出电压 0V~10V，负载能力&gt;5kΩ，负载类型为阻性负载、容性负载，分辨率 12 位；</p> <p>7) 在工作台台面上布置有远程 IO 适配器的网络通信接口，方便接线。</p>	
	<p>工具快换模块法兰端 × 1</p> <p>1) 针对多关节机器人设计，使气管、信号确认线一次性自动装卸；</p> <p>2) 超硬铝材质，安装位置为机器手侧；</p> <p>3) 可搬重量 ≥ 3kg；</p> <p>4) 锁紧力 ≥ 123N，张开力 ≥ 63N；</p> <p>5) 支持 9 路电信号（2A，DC 24V）、6 路气路连接。</p>	
	<p>平移滑台 × 1</p> <p>1) 有效工作行程 ≥ 700mm，有效负载重量 ≥ 50kg，额定运行速度 ≥ 15mm/s；</p> <p>2) 驱动方式为伺服电机经减速机减速后，通过同步带带动滚珠丝杠实现旋转运动变换到直线运动，由滚珠导轨导向滑动；</p> <p>3) 伺服电机额定输出功率 ≥ 400W，额定转矩 ≥ 1.3Nm，增量式 17bit 编码器，配套同品牌伺服驱动器，配套精密减速机，减速比 1:5；</p> <p>4) 滑台采用滚珠丝杠传动方式，配套自润滑螺母，全长 ≥ 990mm；</p> <p>5) 配有滚珠导轨 2 个，宽度 ≥ 20mm，全长 ≥ 1240mm，每个导轨配套滑块数量 ≥ 2 个；</p> <p>6) 直线导轨安装有防护罩，保护导轨和丝杠等零件，确保运行安全，配有拖链系统方便工业机器人线缆及其他连接线布线，外侧安装有长度标尺，可指示滑台当前位置。</p>	
	<p>PLC 控制器 × 1:</p> <p>1) 工作存储器 ≥ 30KB，装载存储器 ≥ 1MB，保持性存储器 ≥ 10KB；</p> <p>2) 本体集成 I/O，数字量 ≥ 8 点输入，输出 ≥ 6 点，模拟量输入 ≥ 2 路；</p> <p>3) 过程映像输入（I）大小 ≥ 1024 字节、输出（Q）大小 ≥ 1024 字节；</p> <p>4) 位存储器 ≥ 4096 字节（M）；</p> <p>5) 具备以太网通信端口，支持 ProfiNet 通信；</p> <p>6) 实数数学运算执行速度 ≤ 2.3 μs/指令，布尔运算执</p>	

		<p>行速度 <math>\leq 0.08 \mu s/\text{指令}</math>;</p> <p>7) 扩展 I/O 模块, 数字量输入模块 1 个, 输入点数 <math>\geq 16</math> 位, 类型为源型/漏型, 额定电压 24V DC (4mA);</p> <p>8) 在工作台台面上布置有 PLC 的网络通信接口, 方便接线。</p>	
		<p>远程 I/O 模块 <math>\times 1</math></p> <p>1) 支持 ProfiNet 总线通讯;</p> <p>2) 支持适配 I/O 模块数量最多 32 个;</p> <p>3) 传输距离最大 100 米 (站站距离), 总线速率最大 100Mbps;</p> <p>4) 附带数字量输入模块 3 个, 单模块 8 通道, 输入信号类型 PNP, 输入电流典型值 3mA, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>5) 附带数字量输出模块 2 个, 单模块 8 通道, 输出信号类型源型, 驱动能力 500mA/通道, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>6) 附带模拟量输入模块 1 个, 单模块 4 通道, 输入电压 0V~10V, 输入滤波可配置 (1ms~10ms), 输入阻抗 <math>&gt;500k\Omega</math>, 分辨率 12 位;</p> <p>7) 在工作台台面上布置有远程 I/O 适配器的网络通信接口, 方便接线。</p>	
		<p>工作台 <math>\times 1</math></p> <p>1) 铝合金型材结构, 工作台式设计, 台面可安装功能模块, 底部柜体内可安装电气设备;</p> <p>2) 台面长 <math>\leq 1400\text{mm}</math>, 宽 <math>\leq 700\text{mm}</math>, 厚 20-22mm;</p> <p>3) 底部柜体长 <math>\leq 1300\text{mm}</math>, 宽 <math>\leq 650\text{mm}</math>, 高 <math>\leq 750\text{mm}</math>;</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮, 可调高度 <math>\geq 10\text{mm}</math>;</p> <p>5) 工作台台面合理布置有线槽, 方便控制信号线和气路布线, 且电、气分开;</p> <p>6) 底部柜体上端和下端四周安装有线槽, 可方便电源线、气管和通信线布线;</p> <p>7) 底部柜体门板为快捷可拆卸设计, 每个门板完全相同可互换安装。</p>	
2	工具单元	<p>零件夹爪 <math>\times n</math></p> <p>1) 二指和三指夹爪, 气动驱动, 自动定心, 可针对零件指定位置稳定夹持; 各类型夹爪数量满足零件加工、搬运等需求。</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端, 与工具快换法兰端配套。</p> <p>3) 满足夹持零件的尺寸、结构、夹紧力等要求, 自身重量加上所夹持的零件重量在机器人载荷允许范围内, 能够稳定夹持工件, 并满足夹持精度要求。</p>	1 台
		<p>吸盘夹爪 <math>\times 1</math></p> <p>1) 五位吸盘工具, 可对零件的正面、反面表面稳定拾取;</p>	

		2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自身重量加上所夹持的零件重量在机器人载荷允许范围内。	
		端面打磨工具 × 1 1) 电动打磨工具，配有端面打磨头，可对零件表面进行打磨加工； 2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套。	
		侧面打磨工具 × 1 1) 电动打磨工具，配有侧面打磨头，可对零件表面进行打磨加工； 2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套。	
		工具支架 × 1 1) 铝合金结构，可稳定支撑并定位所有工具； 2) 提供配套数量的工具摆放位置，位置标号清晰标示； 3) 所有工具的定位方式相同，可互换位置，不影响正常使用。	
		示教器支架 × 1 1) 与工业机器人示教器配套，可稳定安放，不易滑落； 2) 配套线缆悬挂支架，方便线缆收放。	
		工作台 × 1 1) 铝合金型材结构，工作台式设计，台面可安装功能模块，底部柜体内可安装电气设备，各模块工作台之间能够实现自由组合； 2) 台面长 ≤ 700mm，宽 ≤ 700mm，厚 20-22mm； 3) 底部柜体长 ≤ 650mm，宽 ≤ 650mm，高 ≤ 750mm； 4) 底部柜体四角安装有脚轮，可调高度 ≥ 10mm； 5) 工作台面合理布置有线槽，方便控制信号线和气路布线，且电、气分开； 6) 底部柜体上端和下端四周安装有线槽，可方便电源线、气管和通信线布线； 7) 底部柜体门板为快捷可拆卸设计，每个门板完全相同可互换安装。	
3	仓储单元	立体仓库 × 1 1) 仓位个数 ≥ 6，采用铝型材作为结构支撑； 2) 每个仓位可存储 1 个零件； 3) 仓位托盘可由气动推杆驱动推出缩回； 4) 仓位托盘底部设置有传感器可检测当前仓位是否存有零件； 5) 每个仓位具有红绿指示灯表明当前仓位仓储状态，并有明确标识仓位编号。	1 台
		远程 IO 模块 × 1 1) 支持 ProfiNet 总线通讯； 2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个； 3) 传输距离最大 100 米（站站距离），总线速率最大	

		<p>100Mbps;</p> <p>4) 附带数字量输入模块 3 个, 单模块 8 通道, 输入信号类型 PNP, 输入电流典型值 3mA, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>5) 附带数字量输出模块 4 个, 单模块 8 通道, 输出信号类型源型, 驱动能力 500mA/通道, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>6) 在工作台台面上布置有远程 IO 适配器的网络通信接口, 方便接线。</p>	
		<p>零件 × n</p> <p>1) 铝合金材质;</p> <p>2) 零件上具有与夹具相匹配的尺寸特征, 特征设计能够满足夹具的夹持的相关要求。</p> <p>3) 正面设计有可更换的数控加工耗材安装板, 塑料材质;</p> <p>4) 零件正面、反面均设计有定位槽、视觉检测区域、打磨加工区域和二维码标签位置。</p>	
		<p>工作台 × 1</p> <p>结构、尺寸等参见本表格工具单元部分中工作台的相关要求。</p>	
4	加工单元	<p>数控机床 × 1</p> <p>1) 典型三轴立式铣床结构, 加工台面不动, 主轴可实现 X\Y\Z 三轴加工运动;</p> <p>2) 主轴为风冷电主轴, 转速 ≥ 24000r/min, 轴端连接为 ER11, 可夹持 3mm 直径刀柄的刀具;</p> <p>3) X 轴有效行程 ≥ 240mm, Y 轴有效行程 ≥ 250mm, Z 轴有效行程 ≥ 180mm, 各轴最大运行速度 ≥ 30mm/s, 均采用高性能伺服电机驱动, 通过同步带带动滚珠丝杠实现旋转运动变换到直线运动, 由滚珠导轨导向滑动;</p> <p>4) 夹具采用气动驱动夹紧, 夹具可有气动驱动前后两端定位, 方便上下料;</p> <p>5) 数控机床配有安全护栏, 铝合金框架透明隔断, 正面、背面均配有安全门, 由气动驱动实现开启关闭。</p> <p>模拟刀库 × 1</p> <p>1) 模拟刀库采用虚拟化设计, 由显示屏显示当前使用刀具信息和刀库工作状态;</p> <p>2) 显示屏为 TFT 真彩液晶屏, 64K 色, 分辨率 ≥ 800 × 480, 可用内存 ≥ 10MB, 支持 ProfiNet 通讯;</p> <p>3) 侧面配装有数控机床工作指示灯, 可指示当前工作状态。</p> <p>数控系统 × 1</p> <p>1) 数控系统性能为 PPU24X;</p> <p>2) TFT 彩色显示屏;</p> <p>3) PLC 控制基于工业级、知名品牌的高性能产品;</p> <p>4) 最大加工通道/方式组数为 1, CNC 用户内存 ≥ 5MB;</p>	1 台

		<p>5) 具备铣削工艺;</p> <p>6) 进给轴具备加速度平滑控制、前馈控制、驱动系统动态伺服控制功能;</p> <p>7) 插补轴数最大 4 轴, 支持直线插补、圆弧插补、螺旋插补、样条插补、精优曲面功能、程序段预读功能、压缩器功能;</p> <p>8) 具备刀具管理功能, 支持刀具质量、刀具寿命检测功能, 带替换刀具管理功能;</p> <p>9) 具备 OPC UA 通讯接口, 可将数控系统中的运行数据传输到 MES 软件中;</p> <p>10) 提供手轮对各轴手动操作。</p>	
		<p>远程 IO 模块 × 1</p> <p>1) 支持 ProfiNet 总线通讯;</p> <p>2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个;</p> <p>3) 传输距离最大 100 米 (站站距离), 总线速率最大 100Mbps;</p> <p>4) 附带数字量输入模块 1 个, 单模块 8 通道, 输入信号类型 PNP, 输入电流典型值 3mA, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>5) 附带数字量输出模块 1 个, 单模块 8 通道, 输出信号类型源型, 驱动能力 500mA/通道, 隔离耐压 500V, 隔离方式光耦隔离;</p> <p>6) 在工作台台面上布置有远程 IO 适配器的网络通信接口, 方便接线。</p>	
5	打磨单元	<p>工作台 × 1</p> <p>结构、尺寸等参见本表格执行单元部分中工作台的相关要求。</p>	1 台
		<p>打磨工位 × 1</p> <p>1) 铝合金框架结构, 可稳定支撑零件加工;</p> <p>2) 四爪夹具由气动驱动, 可对零件位置进行稳定夹持, 自动对心定位;</p> <p>3) 底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件。</p>	
		<p>旋转工位 × 1</p> <p>1) 铝合金框架结构, 可稳定支撑零件加工;</p> <p>2) 夹具由气动驱动, 可对零件进行稳定夹持, 自动对心定位;</p> <p>3) 底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件;</p> <p>4) 旋转气缸可带动旋转工位整体 180° 旋转, 实现零件沿轴线旋转。</p>	
		<p>翻转工装 × 1</p> <p>1) 夹具对零件稳定夹持, 自动对心定位, 翻转过程无位移;</p> <p>2) 旋转气缸可驱动夹具实现所夹持的零件在打磨工位和旋转工位间翻转;</p>	

		3) 升降气缸可实现将翻转后的零件在小距离内垂直放入或取出工位，确保定位准确。	
		吹屑工位 × 1 1) 不锈钢材质，外形尺寸满足加工要求； 2) 顶部开口直径大于零件最大尺寸 10mm 以上； 3) 两侧布置了吹气口，可将打磨后粘附在零件表面上的碎屑清除。	
		远程 IO 模块 × 1 1) 支持 ProfiNet 总线通讯； 2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个； 3) 传输距离最大 100 米（站站距离），总线速率最大 100Mbps； 4) 附带数字量输入模块 2 个，单模块 8 通道，输入信号类型 PNP，输入电流典型值 3mA，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离； 5) 附带数字量输出模块 2 个，单模块 8 通道，输出信号类型源型，驱动能力 500mA/通道，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离； 6) 在工作台台面上布置有远程 IO 适配器的网络通信接口，方便接线。	
		工作台 × 1 结构、尺寸等参见本表格工具单元部分中工作台的相关要求。	
6	检测单元	视觉系统 × 1 1) 采用 30W 像素 CCD 相机，彩色，有效像素 $\geq 640 \times 480$ ，像素尺寸 $7.4 \mu\text{m} \times 7.4 \mu\text{m}$ ，电子快门； 2) 控制器为箱型，可并列处理； 3) 动作模式包括标准模式、倍速多通道输入、不间断调整； 4) 支持 128 场景数； 5) 利用流程编辑功能制作处理流程； 6) 支持 Ethernet 通信，采用无协议（TCP/UDP）； 7) 在工作台台面上布置有网络通信接口，方便接线。	1 台
		配套光源及显示器 × 1 1) 配套漫反射环形光源，白色，明亮度可调节； 2) 光源配有保护支架，可有效防止零件掉落损坏光源； 3) 配套视觉系统显示器和操作鼠标。	
		工作台 × 1 结构、尺寸等参见本表格工具单元部分中工作台的相关要求。	
7	分拣单元	传送带 × 1 1) 宽度满足零件输送要求，有效长度满足零件分拣要求； 2) 调速电机驱动，功率 $\geq 120\text{W}$ ，采用变频器驱动；	1 台

		3) 传送带起始端配有传感器，可检测当前位置是否有零件。	
		分拣机构 × 3 1) 分拣机构配有传感器，可检测当前分拣机构前是否有零件； 2) 利用垂直气缸可实现阻挡片升降，将零件拦截在指定分拣机构前； 3) 利用推动气缸可实现将零件推入指定分拣工位。	
		分拣工位 × 3 1) 分拣工位末端配有传感器，可检测当前分拣工位是否存有零件； 2) 分拣工位末端为 V 型顶块，可配合顶紧气缸对零件精确定位； 3) 每个分拣工位均有明确标号。	
		远程 IO 模块 × 1 1) 支持 ProfiNet 总线通讯； 2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个； 3) 传输距离最大 100 米（站站距离），总线速率最大 100Mbps； 4) 附带数字量输入模块 3 个，单模块 8 通道，输入信号类型 PNP，输入电流典型值 3mA，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离； 5) 附带数字量输出模块 2 个，单模块 8 通道，输出信号类型源型，驱动能力 500mA/通道，隔离耐压 500V，隔离方式光耦隔离； 6) 在工作台台面上布置有远程 IO 适配器的网络通信接口，方便接线。	
		工作台 × 1 结构、尺寸等参见本表格执行单元部分中工作台的相关要求。	
8	总控单元	PLC 控制器 × 2: 1) 工作存储器 ≥ 30KB，装载存储器 ≥ 1MB，保持性存储器 ≥ 10KB； 2) 本体集成 I/O，数字量输入 ≥ 8 点、输出 ≥ 6 点，模拟量输入 ≥ 2 路； 3) 过程映像输入（I）大小 ≥ 1024 字节、输出（Q）≥ 1024 字节； 4) 位存储器 ≥ 4096 字节（M）； 5) 具备以太网通信端口，支持 ProfiNet 通信； 6) 实数数学运算执行速度 ≤ 2.3 μs/指令，布尔运算执行速度 ≤ 0.08 μs/指令。	1 台
		交换机 × 1: 1) 支持网络标准 IEEE802.3、IEEE802.3u、IEEE802.3x； 2) 8 个 10/100/1000Mbps 自适应 RJ45 端口；	



	<p>3) 全钢材壳体，强劲散热性能保证机器稳定运行。</p>	
	<p>操作面板 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 提供 1 个总电源输入开关，可控制输入电源的开启关闭;</li> <li>2) 提供 1 个电源模块急停按钮，可切断总控单元电源模块向其他单元模块的供电;</li> <li>3) 提供 4 个自定义功能按钮，1 个自复位绿色灯按钮，1 个自复位红色灯按钮，1 个自保持绿色灯按钮，1 个自保持红色灯按钮。</li> </ol>	
	<p>显示终端 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 屏幕尺寸 ≥ 24 英寸;</li> <li>2) 屏幕分辨率高清，≥ 1366 × 768;</li> <li>3) 屏幕比例 16:9;</li> <li>4) 视频接口 HDMI1.4。</li> </ol>	
	<p>移动终端 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 屏幕尺寸 ≥ 7.85 英寸;</li> <li>2) 屏幕分辨率 ≥ 1024 × 768;</li> <li>3) 屏幕类型 IPS;</li> <li>4) 处理器速度不低于 1.3GHz;</li> <li>5) 存储容量 ≥ 16GB;</li> <li>6) 操作系统为 Android、IOS、鸿蒙 OS 等安全可靠、流畅稳定的高性能产品;</li> <li>7) 支持 WiFi 和蓝牙连接。</li> </ol>	
	<p>自动化编程软件 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) PLC 配套组态及编程、仿真测试平台;</li> <li>2) 面向任务和用户的系统、所有的程序编辑器都具有统一的外观、优化后的工作区域画面布局工位灵活便捷;</li> <li>3) 网络与设备图形化的组合方式。</li> </ol>	
	<p>MES 编程平台 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 通用的应用程序，适合所有工业领域的解决方案;</li> <li>2) 内置所有操作和管理功能，可简单、有效地进行组态;可基于 Web 持续延展，采用开放性标准，集成简便;</li> <li>3) 支持工业以太网通讯，方便大数据实时传输;</li> <li>4) 基于最新软件技术的创新组态界面、适用于用户定义对象和面板的全面库设计、实现图形化组态和批量数据处理的智能工具。</li> </ol>	
	<p>离线编程软件 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 内置硬件三维模型资源，可方便拖拽到操作环境中实现布局设计，验证工业机器人动作范围可达性;</li> <li>2) 软件支持多品牌工业机器人动作编程和程序文件导出;</li> <li>3) 提供后置程序编辑器可方便的实现程序手动修改;</li> <li>4) 可将仿真结果生成三维动画并发布网络后通过二维</li> </ol>	

		码扫描观看。	
		电源模块×1: 1) 输入电源为三相五线制,AC 380V,50Hz,功率≥15kW,重载连接器插头,接线安全防触电; 2) 执行单元输出电源为单相三线制,AC 220V,50Hz,功率≥7kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯; 3) 仓储单元输出电源为单相三线制,AC 220V,50Hz,功率≥2kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯; 4) 加工单元输出电源为三相五线制,AC 380V,50Hz,功率≥12kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯; 5) 打磨单元输出电源为单相三线制,AC 220V,50Hz,功率≥2kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯; 6) 检测单元输出电源为单相三线制,AC 220V,50Hz,功率≥2kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯; 7) 分拣单元输出电源为单相三线制,AC 220V,50Hz,功率≥2kW,重载连接器插头,接线安全防触电,配空气开关和指示灯。	
		气源模块×1: 1) 气泵功率功率≥600W,排气量功率≥118L/min,最大压力 8bar,储气罐功率≥9L; 2) 提供 8 路气路供气接口,可用于其他单元独立提供压缩空气,每路空气接口可单独开启关闭。	
9	配套工具	工作台×1: 结构、尺寸等参见本表格执行单元部分中工作台的相关要求。	1 台
		工具箱 1 个,内六角扳手 1 套,螺丝刀 1 把,斜口钳 1 把,气管剪 1 个,万用表 1 个,刀具 2 把,端面打磨头 20 个,侧面打磨头 5 个,单元间固定连接板 15 个,单元间供电连接线五线制 2 根,单元间供电连接线三线制 5 根,单元间通信连接线(超五类网线)5m 长 10 根,单元间通信连接线(超五类网线)1m 长 3 根。	

表 3 竞赛工位软件配置表

序号	软件名称	软件版本
1	操作系统	Windows 10 专业版
2	输入法	搜狗输入法 9.3 正式版
3	文本处理软件	WPS Office 2019
4	文本处理软件	Adobe reader XI (11.0.20)

---

5	PLC 编程软件	PLC 编程软件
6	工业机器人离线编程软件	工业机器人离线编程软件竞赛版
7	组态软件	WinCC 等

## 十一、成绩评定

### （一）分值分配

表 4 竞赛分值分配表

项目名称	总分比重
系统方案设计	4%
工艺流程模拟仿真	7%
硬件搭建及电气接线	8%
机器人系统集成	24%
集成系统联调	15%
MES 系统集成	12%
拓展任务	20%
文档制作	5%
职业素养	5%

### （二）评定方法

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. 参赛选手根据赛项任务书的要求进行操作，需要裁判确认的内容必须举手经过裁判员的确认，否则不得分。

3. 赛项裁判组本着“公平、公正、公开、科学、规范、透明、无异议”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。

4. 评分方法为过程评分，所有评分材料须由相应评分裁判、选手签字和裁判长确认。

5. 裁判的分组由裁判长负责。无相应执裁任务的裁判不得进入选手工位。选手按照裁判的指令展示评分项描述的功能。

6. 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；若比赛成绩相同，则以任务“拓展任务”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以任务“集成系统联调”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以“机器人系统集成”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以任务“MES 系统集成”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以任务“硬件搭建及电气接线”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以任务“文档制作”比赛成绩高的参赛队名次在前；若仍相同，则以任务“工艺流程模拟仿真”比赛成绩高的参赛队名次在前；如还相同，由裁判长现场召开裁判会决定名次顺序。

（三）裁判安排

裁判长 1 名，另安排 45 名装备制造大类副高及以上职称或技师及以上等级的专业裁判，其中加密裁判 3 名，现场裁判 10 名，评分裁判 32 名。

表 5 裁判安排表

序号	专业技术方向	知识能力要求	执裁、教学及工作经历	专业技术职称（职业资格等级）	人数
1	机械设计制造及其自动化	熟悉机械设计、机械安装调试等知识	具有省市级相关赛项执裁经历，从事装备制造类专业教学工作或企业工作	副高及以上职称或技师及以上等级	8
2	电气自动化	熟悉工业网络、现场总线、变频控制、电子标签等知识	具有省市级相关赛项执裁经历，从事装备制造类专业教学工作或企业工作	副高及以上职称或技师及以上等级	11
3	机械电子工程	熟悉 PLC、传感器等知识	具有省市级相关赛项执裁经历，从事装备制造类专业教学工作或企业工作	副高及以上职称或技师及以上等级	11
4	工业	熟悉工业机	具有省市级相关赛	副高及以上	11

	机器人	器人软硬件操作及系统集成等技能	项执裁经历，从事装备制造类专业教学工作或企业工作	职称或技师及以上等级	
5	软件工程	熟悉软件开发及测试、移动终端软件开发、工业软件开发等知识	具有省市级相关赛项执裁经历，从事装备制造类专业教学工作或企业工作	副高及以上职称或技师及以上等级	4
总人数	45				

（四）成绩审核

- 1. 录入。由赛场工作人员将裁判长提交的赛项总成绩的最终结果统计保存。
- 2. 审核。由赛场工作人员对成绩数据审核后，将竞赛成绩导出打印，经裁判长、仲裁组、监督组和大赛执委会审核无误后签字。
- 3. 复核。由监督组对赛项总成绩排名前 30%的所有参赛队伍的成绩进行复核；对其余成绩进行抽查复核，抽检覆盖率不得低于 15%；监督组需将复检中发现的错误以书面方式及时告知裁判长，由裁判长组织评分裁判重新评定成绩并签字确认；复核、抽检错误率超过 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。
- 4. 报送。由赛场工作人员将确认的赛项成绩信息扫描电子版保存。同时将裁判长、仲裁组及监督组签字的纸质打印成绩单报送大赛执委会办公室公布成绩。

（五）评分细则

根据比赛任务，评分指标权重分配如表 6 所示。

表 6 评分指标权重分配

一级指标	比例	二级指标	配分
------	----	------	----

系统方案设计	4%	1. 系统布局方案设计 (1) 系统布局规划框图绘制 (2) 布局位置与真实设备布置相同 (3) 清楚注明各单元名称	2 分
		2. 控制系统方案设计 (1) 控制系统拓扑图绘制 (2) 拓扑结构与实际 TIA 设备网络设置相同 (3) 清楚注明各设备名称 (4) 清楚注明各设备 IP 地址	2 分
工艺流程模拟仿真	7%	(1) 根据实际布局情况完成三维环境搭建 (2) 完成零件的检测工序流程动作 (3) 完成零件的其他工艺流程动作 (4) 动作流程中不得出现工业机器人不可达点、轴超限点或奇异点 (5) 动作流程中不得出现工具与工业机器人脱离情况 (6) 动作流程中不得出现未按照流程移动情况	7 分
硬件搭建及电气接线	8%	1. 硬件搭建 (1) 工作站各单元安装牢固、稳定 (2) 工作站外侧门板全部安装 (3) 工作站内侧门板全部拆卸	1 分
		2. 电路气路通讯接线 (1) 工作站各单元电路连接 (2) 工作站各单元气路连接 (3) 工作站各单元通信连接 (4) 线槽盖全部盖好 (5) 电源线放入线槽 (6) 气管无漏气现象 (7) 手动测试功能单元动作	2 分
		3. 机器人校零 机器人各轴须校零，机器人码盘转数（转数计数器）须更新	1 分
		4. 故障诊断与排除 排查出设置的全部故障并完成全部故障排除，实现工作台正常运行	4 分
机器人系统集成	24%	1. 制造单元通讯组态 (1) 完成控制系统组态设置，每个远程 IO 模块通讯正常 (2) 完成工业机器人的组态设置，IO 输出正常 (3) 完成智能视觉的通讯组态，能触发拍照和结果输出	3 分

		2. 执行单元和工具单元 (1) 平移滑台移动时工业机器人保持安全姿态 (2) 平移滑台根据流程要求定位移动 (3) 工业机器人实现快换工具更换动作 (4) 工业机器人利用工具拾取/释放零件及打磨零件	3.5 分
		3. 仓储单元 (1) 根据任务要求完成各流程动作 (2) 工业机器人快换工具的正常使用 (3) 产品正常拾取 (4) 产品准确放置	3.5 分
		4. 加工单元 (1) 在数控系统中建立刀具信息表，能触发虚拟刀库调用 (2) 在机床未动作时主轴位置处于机床坐标系原点，不影响上下料动作 (3) 按图纸完成加工程序编制，能实现对零件数控加工 (4) 根据任务要求完成各流程动作	4 分
		5. 打磨单元 (1) 根据任务要求完成各流程动作 (2) 工业机器人快换工具的正常使用 (3) 产品正常拾取 (4) 产品准确放置	3.5 分
		6. 检测单元 (1) 根据任务要求完成各流程动作 (2) 工业机器人快换工具的正常使用 (3) 产品正常拾取 (4) 产品准确放置	3 分
		7. 分拣单元 (1) 根据任务要求完成各流程动作 (2) 工业机器人快换工具的正常使用 (3) 产品正常拾取 (4) 产品准确放置	3.5 分
集成系统联调	15%	1. 定制流程集成调试 (1) 在流程开始前，应用平台处于要求的初始状态 (2) 按照要求完成零件生产的完整流程 (3) 工业机器人处于自动模式完成流程演示 (4) 按照任务要求通过按钮启动流程 (5) 三色灯按照流程要求亮灭 (6) 流程演示过程中，不得出现需要跳转程序情况	15 分

		(7) 在流程结束后, 应用平台处于要求的状态	
MES 系统集成	12%	1. MES 系统开发 (1) 正确完成 WinCC 组态设置 (2) 完成欢迎界面的界面绘制和功能定义 (3) 完成手动界面的界面绘制和功能定义 (4) 完成监控界面的界面绘制和功能定义 (5) 完成订单界面的界面绘制和功能定义	5 分
		2. 云端服务调试 (1) 平板显示连接成功 (2) 云数据服务器有数据上传记录	1 分
		3. MES 自动化流程演示 (1) 平板监控界面各项参数与实际状态相同 (2) 可通过人机界面下达订单, 按订单要求完成零件生产的完整流程 (3) 工业机器人处于自动模式完成流程演示 (4) 按照任务要求通过按钮启动流程 (5) 三色灯按照流程要求亮灭 (6) 流程演示过程中, 不得人工干预	6 分
拓展任务	20%	在保证工作台运行通畅的情况下, 根据拓展任务要求, 完成系统功能拓展。	20 分
文档制作	5%	1. 方案设计及排故文档, 包含方案设计、故障点诊断排除。	2 分
		2. 用户手册, 包含安全注意事项、系统功能描述、系统设备组成、系统使用方法、用户维护方法等。	3 分
职业素养	5%	1. 选手未身穿比赛服装、未穿电工绝缘鞋 2. 气路连接及测试过程不符合安全规范 3. 比赛过程中脱下安全帽 4. 比赛过程中机器人工具掉落 5. 比赛结束后, 工具摆放杂乱, 废料未清扫, 耗材使用不合理 6. 违反比赛规定, 提前进行比赛操作或比赛终止仍继续操作的 7. 其他不符合职业素养行为等 8. 严重违反赛场纪律按特殊情况处理	5 分

注: 该评分细则对应附件竞赛样卷, 竞赛评分中各任务的配分比例原则不变, 根据不同竞赛试题, 由竞赛执委会与专家组对子项目和评分点做适当修改。



---

## 十二、奖项设定

### （一）参赛选手奖励

本赛项设置团体一、二、三等奖，以赛项实际参赛队总数为基数，一、二、三等奖获奖比例分别为 10%、20%、30%（小数点后四舍五入）。

### （二）指导教师奖励

获得一等奖的参赛队的指导教师获“优秀指导教师奖”。

## 十三、赛场预案

### （一）竞赛平台相关预案

1. 竞赛前 1 周，竞赛平台按照赛项专家组要求进入赛场，并进行满负荷动作测试连续 24 小时，确保零故障。

2. 竞赛现场提供 2 台备用设备，在竞赛设备出现故障无法短时间恢复时，由裁判长确认启动备用设备。

3. 竞赛现场为电脑提供专用 UPS 电源，保证意外断电情况下电脑可正常工作 10 分钟以上。

4. 赛位电脑配置统一并安装正版软件，进行超过 24 小时不间断的软件操作压力测试，并在竞赛现场提供足够数量的电脑备机。

5. 竞赛现场确保提供充足的具备专业技术能力的工作人员，辅助裁判确认竞赛设备和电脑软件状态，快速识别问题根源并及时有效采取措施，保障竞赛顺利进行。

### （二）赛场环境相关预案

1. 竞赛现场配置专业电工维修人员，保障供电正常。

2. 竞赛现场配置安全通道，当出现火情或其他灾害情况，工作人员应立即向保卫组汇报，保卫组接报后要火速到达现场并配合消防队员和公安干警，指挥人员疏散到安全区域并及时处置现场状况。

3. 竞赛现场配置医务人员和常用药品，当出现人员受伤时做到及

---

---

时救护。

4. 发生突发事件时，全体人员必须服从命令、听从指挥，以大局为重，不得顶撞、拖延或临时逃脱。安全出口执勤人员，接到指令后立即打开出口门，疏导参赛人员有序撤离现场。

5. 比赛期间发生意外事故，发现者应在第一时间报告大赛执委会，同时采取措施，避免事态扩大。大赛执委会应立即启动预案予以解决并向大赛组委会报告。出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由大赛组委会决定。

## **十四、赛项安全**

### **（一）组织机构**

1. 成立安全管理机构负责本赛项筹备和比赛期间的各项安全工作，大赛执委会主任为第一责任人。

2. 指定安全管理的相应规范、流程和突发事件应急预案，保证比赛筹备和实施全过程的安全。

3. 指定 1 名执委会副主任负责赛场安全。大赛执委会在赛前一周会同当地消防部门、质量监督部门检查赛场消防设施和比赛设备安全性能，并按消防、质监部门意见整改。赛前两天，执委会主任会同赛项专家组对赛场进行验收。

4. 指定 1 名执委会副主任负责住宿与饮食安全。执委会会同当地公安部门，食品卫生部门，检查并验收驻地的安全设施和饮食卫生，保证选手的住宿安全和饮食安全。

### **（二）赛场安全措施**

1. 大赛执委会在赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考察，并对安全工作提出明确要求。赛场的布置，赛场内的器材、设备，符合国家有关安全规定。进行赛场仿真模拟测试。承办院校赛

---

---

前须按照大赛执委会要求排除安全隐患。

2. 赛场周围设立警戒线，防止无关人员进入，发生意外事件。

3. 赛项承办校制定赛场人员疏导方案，并在赛场入口张贴安全出口逃生路线示意图。赛场环境中存在人员密集、车流与人流交错的区域，除了设置齐全的指示标志外，增加工作人员疏导交通。

4. 大赛期间，赛项承办院校在赛场设置火灾应急工作站和医疗医护工作站，并采取有效措施做好疫情防控工作。

### （三）操作安全措施

1. 比赛所用器材、设备符合国家有关安全规定。赛项专家组通过完善设计规避风险，采取有效防范措施保证选手备赛和比赛安全。

2. 比赛现场参照相关职业岗位要求为选手提供必要的劳动保护。在具有危险性的操作环节，裁判员严防选手出现错误操作。

3. 选手在进行设备组装和调试时，工具和检测仪器、仪表等应放置在规定的位置，不得摆放在设备平台上。工业机器人示教器在不使用时必须放置到指定的安放支架上，不能直接放置在斜面上或操作平台上，防止滑落损坏。

4. 连接电路时应断开电源，不允许带电连接电路；断开电源开关后，必须用验电器进行验电，确认无电后方可连接电路。当更改或调整电气线路时，必须断开电源和气源，方能进行操作。

5. 在工业机器人处于自动运行状态时，操作人员不得进入工业机器人的有效工作范围内。

6. 意外或者不正常情况下，应立即使用急停按钮，停止设备运行。

### （四）服务安全措施

1. 竞赛期间，原则上由赛项承办校统一安排参赛选手和指导教师食宿。承办校须尊重少数民族参赛人员的宗教信仰及文化习俗，根据

---

---

国家相关的民族、宗教政策，安排好少数民族参赛选手和教师的饮食起居。

2. 竞赛期间安排的住宿场所应具有旅游业经营许可资质。

3. 赛项的安全管理，除必要的安全隔离措施外，严格遵守国家相关法律法规，保护个人隐私和人身自由。

## **十五、竞赛须知**

### **（一）参赛队须知**

1. 各省在组织参赛队时，为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险。

2. 各省参赛队组成后，制定相关安全管理制度，落实安全责任制，确定安全责任人，签订安全承诺书，与赛项责任单位一起共同确保参赛期间参赛人员的人身财产安全。

3. 参赛队按照大赛赛程安排，凭大赛执委会颁发的参赛证和有效身份证件、学生证参加比赛及相关活动。

4. 参赛队应遵守赛项承办院校的疫情防控要求。未携带医院有效证明的有发热症状的选手不得进入考场，并按规定报送防控办、后勤保障组，及时送至当地发热门诊就诊。

### **（二）指导教师须知**

1. 各参赛代表队指导教师要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。指导教师经报名、审核后确定，一经确定不得更换。如发现弄虚作假者，取消参赛资格，名次无效。

2. 在比赛阶段，不允许指导教师上场指导，禁止在未经裁判长允许的情况下使用通讯工具与选手私下沟通交流。

3. 指导老师应及时查看大赛专用网页有关赛项的通知和内容，认真研究和掌握本赛项竞赛的规程、技术规范和赛场要求，指导选手做

---

---

好赛前的一切技术准备和竞赛准备。

### （三）参赛选手须知

1. 严格遵守技能竞赛规则、技能竞赛纪律和安全操作规程，尊重裁判和赛场工作人员，自觉维护赛场秩序。

2. 佩带参赛证件及穿着统一服装进入比赛场地，穿着具备绝缘标志的电工鞋（自备），并接受裁判的检查，服装上不得有学校、省份标识。

3. 进入赛场前须将手机等通讯工具交赛场相关人员妥善保管。参赛选手请勿携带与竞赛无关的电子设备、通讯设备及其他资料与用品进入比赛场地。

4. 严格遵守赛事时间规定，准时抵达检录区，提供参赛队选手的身份证、学生证、参赛证，缺一不可，在开赛 15 分钟后不准入场，开赛后未经允许不得擅自离开赛场。

5. 竞赛结束时间到，应立即停止一切竞赛内容操作，不得拖延。竞赛完成后按裁判要求迅速离开赛场，不得在赛场内滞留。

6. 参赛选手须在确认竞赛内容和现场设备等无误后开始竞赛。在竞赛过程中，如有疑问、设备软件故障、身体不适等情况出现，参赛选手应举手示意。

7. 在比赛过程中，参赛选手由于操作失误导致设备不能正常工作，或造成安全事故不能进行比赛的，将被终止比赛。

8. 选手在比赛过程中、结束后均不得损毁、丢弃、销毁与比赛相关的原料、辅料、工具、图纸等，比赛结束后、评分期间以及评分结束后也不得更改、删除、销毁机台设备中原有的及作答的程序、数据、文件等一切影响评分结果的相关资料、以及经专家组认定的与比赛相关的其他文档材料，以备成绩复核使用，否则取消选手比赛资格，比

---

---

赛成绩以零分计。

9. 在竞赛期间，未经执委会的批准，参赛选手不得接受其他单位和个人进行的与竞赛内容相关的采访。参赛选手不得将竞赛的相关信息私自公布。

#### （四）工作人员须知

1. 配合裁判完成竞赛过程相关工作，严格遵守竞赛规章制度，文明礼貌，认真做好服务工作。

2. 所有工作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，赛场除现场工作人员以外，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。

### 十六、申诉与仲裁

（一）各参赛队对不符合赛项规程规定的设备、工具、材料、计算机软硬件、竞赛执裁、赛场管理及工作人员的不规范行为等，可向赛项仲裁工作组提出申诉。

（二）申诉主体为参赛队领队。

（三）申诉启动时，参赛队以该队领队亲笔签字同意的书面报告的形式递交赛项仲裁工作组。报告应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述。非书面申诉不予受理。

（四）提出申诉应在整个赛项比赛结束后 2 小时内提出。超过 2 小时不予受理。

（五）赛项仲裁工作组在接到申诉报告后的 2 小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。申诉方对复议结果仍有异议，可由省领队向仲裁委员会提出申诉。仲裁委员会的仲裁结果为最

---

---

终结果。

（六）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。

## 十七、竞赛观摩

### （一）观摩安排

1. 采用现场观摩形式。
2. 赛场开放时间、开放范围由裁判长根据现场实际情况决定。

### （二）观摩现场要求

1. 携带有效证件，听从工作人员指挥，遵守赛场秩序，服从赛场工作人员的引导和安排。
2. 观摩人员要在指定区域观摩，切忌越过设置的警戒线。
3. 观摩人员不得携带通讯及录像设备。
4. 在赛场观摩比赛时不要大声喧哗，不要拥挤推搡，以免影响比赛正常进行。
5. 赛场内严禁吸烟，严禁携带易燃易爆物品入场。如遇特殊情况，服从大赛统一指挥。

## 十八、竞赛直播

（一）直播方式：赛场内部署无盲点录像设备，赛场外部署大屏幕，开、闭赛式提供多机位拍摄。

（二）直播安排：开、闭赛式安排专人完成采访及拍摄工作，竞赛过程中安排专人保障竞赛过程直播正常运行。如比赛需分成多个场次进行，则在最后一场比赛过程中安排直播，其他场次比赛不直播。

（三）直播内容：优秀选手和优秀指导教师采访、裁判专家及企业人士点评，竞赛过程中赛场环境录像及竞赛选手操作过程特写。

---

---

## 十九、资源转化

### （一）基本资源

1. 向大赛执委会提供专家点评视频、优秀选手/指导教师访谈视频。
2. 向大赛执委会提供竞赛过程的全套音视频素材。

### （二）拓展资源

1. 针对赛项竞赛平台，组织教师、行业专家、企业工程师共同开发制作资源，按照新形态一体化教材形式编排，供相关学校教学使用。
2. 搭建基于互联网的技术交流平台，包括资源共享、资源下载、技术交流、在线培训、在线学习、在线考试、题库建设、校企合作等单元。

### （三）资源的提交方式与版权

制作完成的资源上传至大赛网站。大赛执委会组织的各技能比赛，其赛项资源转化成果的版权由大赛执委会所有。

### （四）资源的使用与管理

赛项资源转化成果由大赛执委会统一实施和管理，成熟的资源转化成果发布于全国大赛网络信息发布平台，供院校师生和相关人员借鉴学习。同时联合赛项承办单位、赛项相关专家、相关出版社、相关职业学校教师等，编辑出版有关教材、试题库等精品资源。

### （五）教学资源转化方案

**表 7 教学资源转化时间安排**

时间点	资源转化内容
2022 年 6 月	赛项资源转化工作由大赛执委会全面负责，由承办校牵头，赛项专家组成竞赛资源转化工作小组，编写赛项资源转化方案
2022 年 7 月	赛项专家组、裁判长、承办校对赛项工作进行总结

---



2022 年 8 月	竞赛资源转化工作小组讨论通过赛项资源转化方案并 开始实施
2022 年 8-12 月	完成赛项资源转化全部内容 (教材、视频、比赛案例分析、动画、文档等)
2023 年 1-4 月	围绕本竞赛项目的相关教学成果研讨会以及展示推广等 活动

表 8 教学资源转化方案

资源名称			表现形式	资源数量	资源要求	完成时间
基本资源	风采展示	赛项宣传片	视频	1	15 分钟以上	竞赛完成后 1 个月
		风采展示片	视频	1	10 分钟以上	竞赛完成后 1 个月
		现场照片	图片	20	高清	竞赛完成后 1 个月
	技能概要	技能介绍技能要点评价指标	文本文档 演示文稿	3		竞赛完成后 1 个月
	教学资源	技能操作规程	文本文档 演示文稿 视频	5		竞赛完成后 3 个月
拓展资源	素材资源库		演示文稿 视频	10		竞赛完成后 2 个月
	赛题库		文本文档	1		竞赛完成后 2 个月

二十、其他

无。