

---

# 全国职业院校技能大赛

## 赛项规程

### 一、赛项名称

赛项编号：GZ-2021018

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“赛教融合、赛训融合”，全面提升教学质量设置而成。

#### （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

---

本赛项以汽车行业轮毂零件的生产制造为背景，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“两化深度融合”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，实现轮毂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、集成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，充分考验选手面对复杂任务要求的分析处理、方案制定和实施能力，展现选手的综合职业素质和创新能力。

本赛项采用团体比赛方式，每支队2名选手在6小时内分2个赛程协作完成竞赛任务，其中第一赛程4个小时，第二赛程2个小时，具体由任务书详细规定。第一、第二赛程的演示及评分时间分别约为4小时、2小时。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（12%）

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，完成各单元的机械安装、电气接线、气动连接、控制网络线路部署等内容；手动测试单元功能动作。

#### 任务四 机器人系统集成（20%）

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更换不同工具、工业机器人从立体仓库中拾取零件、工业机器人将待加工零件放入/取出数控机床、编制加工程序完成加工任务、工业机器人对零件表面打磨加工、视觉系统对零件产品加工结果的检测与判别、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（10%）

---

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的功能流程控制操作面板开发，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%）

在保证工作台运行通畅的情况下，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（7%）

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 2021 年度高职院校全日制在籍学生或五年制高职四至五年级（含四年级）全日制在籍学生，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，年龄须不超过 25 周岁，年龄计算的截止时间以 2021 年 5 月 1 日为准。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赛项。

(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 1 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
	15:30-16:30	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	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
	8:30-12:30	正式比赛 (第一赛程)	竞赛场地	裁判长、现场裁判、技术人员、监督、仲裁
	12:30-17:30	参赛队退场、午餐、演示及裁判评分	竞赛场地	裁判长、评分裁判、监督、仲裁
	17:30	封闭赛场	竞赛场地	裁判长、监督长、仲裁长
第三天	7:30-8:00	竞赛相关人员到达竞赛场地并完成参赛队检录	竞赛场地	裁判、工作人员、监督

	8:00-10:00	正式比赛 (第二赛程)	竞赛场地	裁判长、现场裁判、 技术人员、监督、仲 裁
	10:00-17:00	参赛队退场、午餐、 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

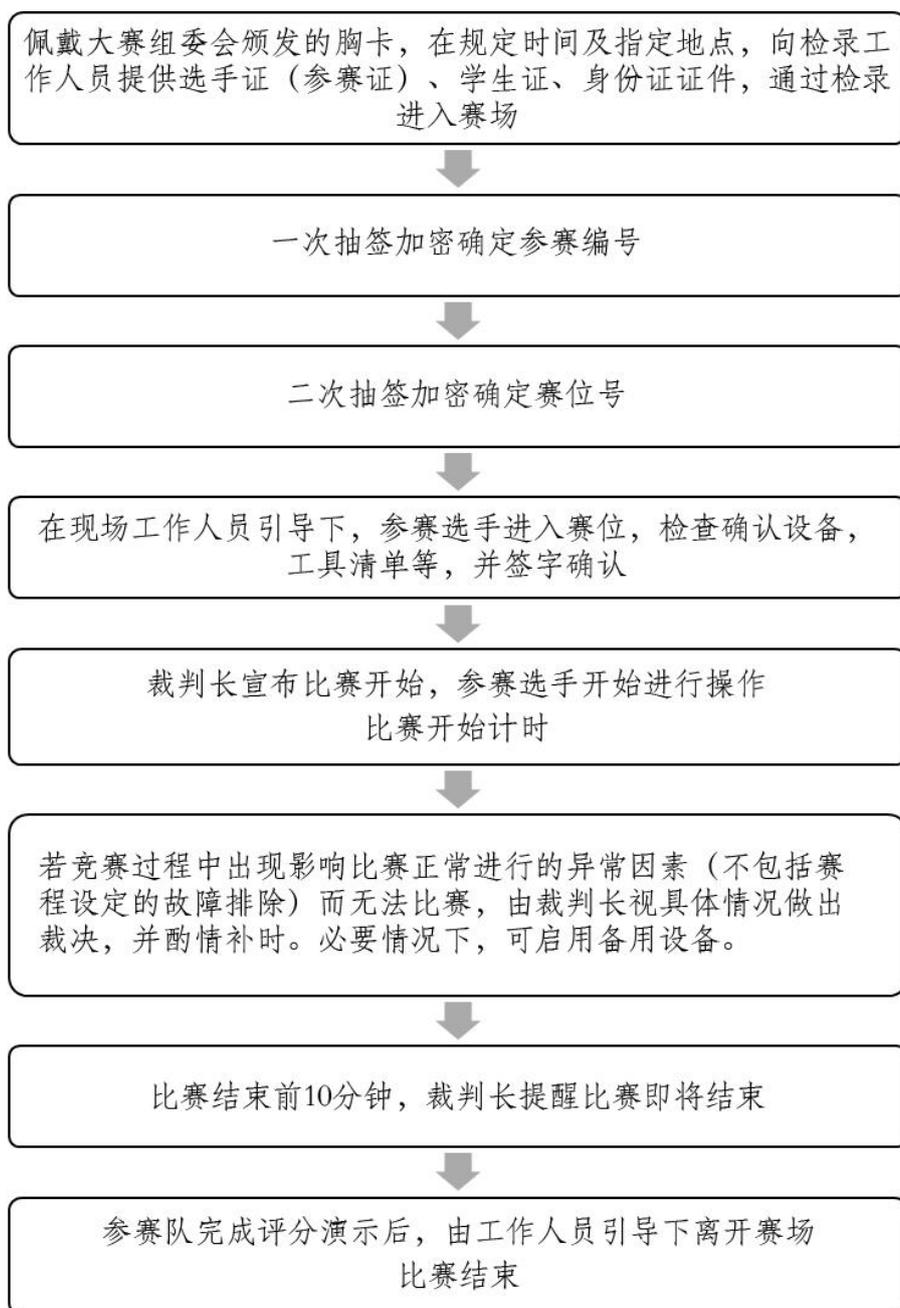


图 1 竞赛流程简图

---

## 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)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1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. 比赛分为第一、第二共计 2 个赛程，任务书按赛程分段发放，赛程结束，将该赛程任务书整齐放置在工位上，各赛程独立评分。

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 1000mm×1600mm），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（380V-10kW），编程电脑用供电口 2 个（220V-1kW，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 3.2GHz，核心数 6）同级别或以上，显卡为独立 NVIDIA GeForce GTX 1060 显卡（1500MHz 频率，3GB 显存）同级别或以上，内存为 8GB 容量同级别或以上，硬盘为 500GB 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。

## 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。

#### 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，实现硬件设备的执行设备如何伺服电机、气缸、传感器、分布式 IO 等满足所需的动作要求。

#### 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. 智能视觉（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

## 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如图 2 所示（图片仅做参考，下同），以汽车行业的轮毂为产品对象（图 3），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。



图 2 机器人系统集成平台



图 3 轮毂产品

竞赛平台模块化设计，每个单元安装在可自由移动的独立台架上，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。每个单元的四边均可以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，如图 4 所示。

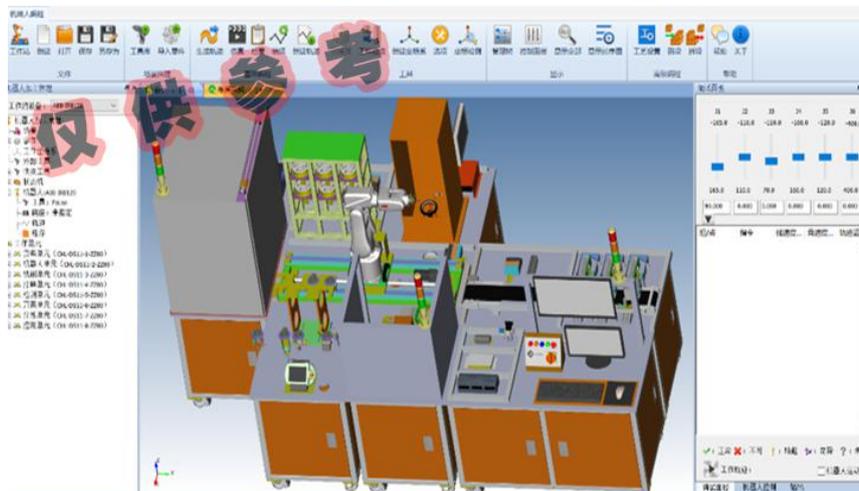


图 4 工业机器人离线编程软件

## （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、数控打磨加工、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（汽车轮毂）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，如图 5 所示。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。



图 5 执行单元

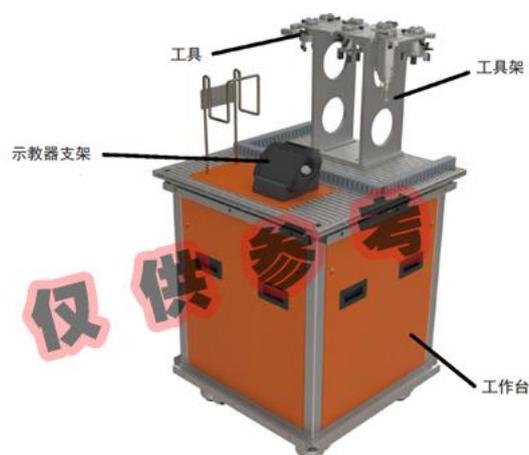


图 6 工具单元

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，如**错误!未找到引用源。**6所示。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。工具单元提供了7种不同类型的工具，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。



图7 仓储单元



图8 加工单元

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，如**错误!未找到引用源。**7 所示。立体仓库为双层六仓位结构，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雕刻加工，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，如**错误!未找到引用源。**8 所示。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，支持车、铣两种工艺应用，基于 80 位浮点数的纳米计算精度充分保证了控制的精确性。数控系统提供的图形编程既包括传统的 G 指令，也包括最新的指导性编程，用户可以根据指导一步步按自定义的步骤进行编程，简单、快捷。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，在显著缩短编程时间的同时确保最佳工件精度。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，如图 9 所示。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° 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。



图 9 打磨单元

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，如图 10 所示。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。



图 10 检测单元

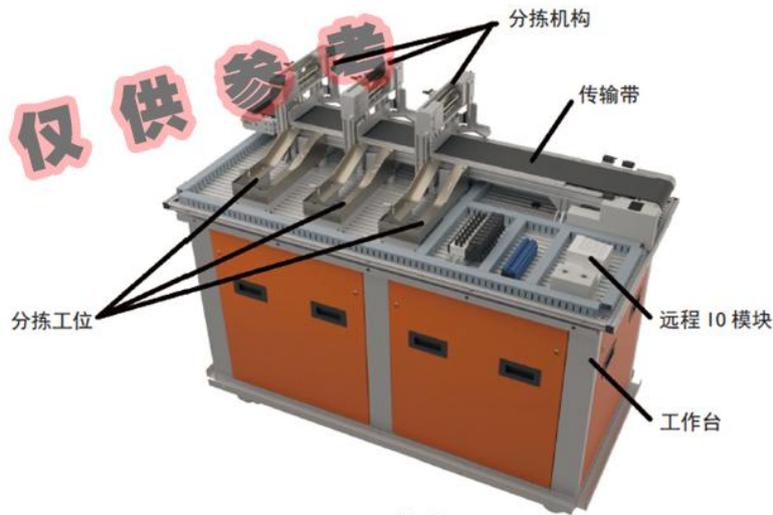


图 11 分拣单元

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 I/O 模块等组件构成，如错误!未找到引用源。11 所示。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。

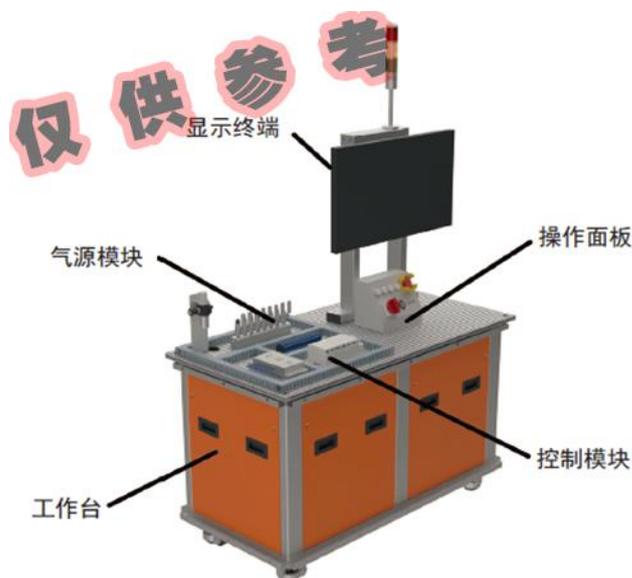


图 12 总控单元

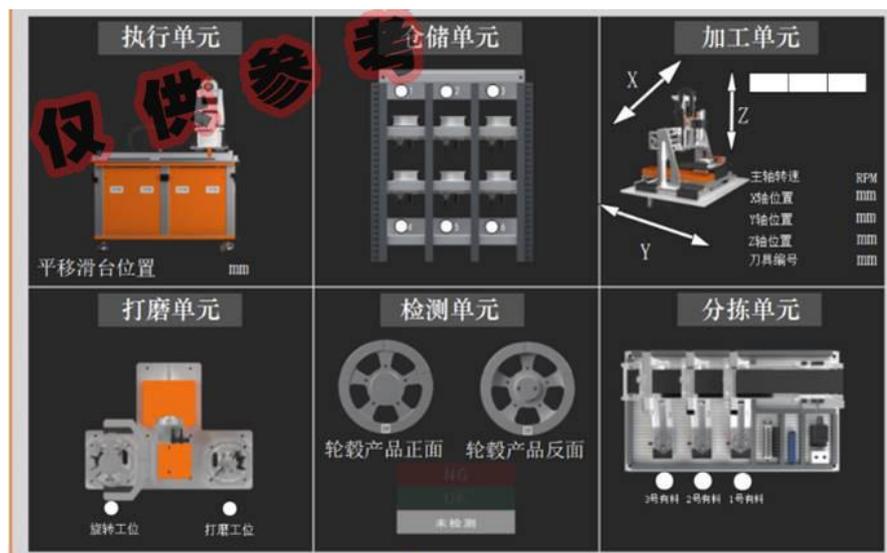


图 13 MES 系统画面

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，如错误!未找到引用源。12 所示。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，如**错误！未找到引用源。**13所示。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，手臂荷重 0.3kg； 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) 1kg 拾料节拍，25 × 300 × 25mm 区域为 0.58s，TCP 最	1 台

	<p>大速度 6.2m/s, TCP 最大加速度 28m/s, 加速时间 0~1m/s 为 0.07s;</p> <p>14) 电源电压为 200~600V, 50/60Hz, 功耗 0.25kW;</p> <p>15) 本体重量 25kg;</p> <p>16) 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。</p>	
	<p>工业机器人扩展 IO 模块 × 1</p> <p>1) 支持 DeviceNet 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 5000 米, 总线速率最大 500kbps;</p> <p>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;</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) 自重 125g, 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 400W, 额定转矩 1.3Nm, 额定转速 3000r/min, 增量式 17bit 编码器, 配套同品牌伺服驱动</p>	

	<p>器，配套精密减速机，减速比 1:5;</p> <p>4) 滚珠丝杠直径 25mm，导程 5mm，全长 990mm，配套自润滑螺母;</p> <p>5) 滚珠导轨共 2 个，宽度 20mm，全长 1240mm，每个导轨配套 2 个滑块;</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/6 点输出，模拟量 2 路输入;</p> <p>3) 过程映像大小为 1024 字节输入 (I) 和 1024 字节输出 (Q);</p> <p>4) 位存储器为 4096 字节 (M);</p> <p>5) 具备 1 个以太网通信端口，支持 ProfiNet 通信;</p> <p>6) 实数数学运算执行速度 2.3 μs/指令，布尔运算执行速度 0.08 μs/指令;</p> <p>7) 扩展 IO 模块，数字量输入模块 1 个，输入点数 16 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 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 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 &gt;500kΩ，</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

		<p>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>	
2	工具单元	<p>工作台 × 1</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 1360mm，宽 680mm，厚 20mm；</p> <p>3) 底部柜体长 1280mm，宽 600mm，高 700mm；</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度 25mm，可调高度 10mm；</p> <p>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；</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> <hr/> <p>轮辐夹爪 × 1</p> <p>1) 三指夹爪，气动驱动，自动定心，可针对零件轮辐位置稳定夹持；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p> <hr/> <p>轮毂夹爪 × 1</p> <p>1) 三指夹爪，气动驱动，自动定心，可针对零件轮毂位置稳定夹持；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p> <hr/> <p>轮辋内圈夹爪 × 1</p> <p>1) 三指夹爪，气动驱动，自动定心，可针对零件轮辋内圈位置稳定夹持；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p> <hr/> <p>轮辋外圈夹爪 × 1</p> <p>1) 两指夹爪，气动驱动，自动定心，可针对零件轮辋外圈位置稳定夹持；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p>	1 台

	<p>吸盘夹爪 × 1</p> <p>1) 五位吸盘工具，可对零件轮辐的正面、反面表面稳定拾取；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p>	
	<p>端面打磨工具 × 1</p> <p>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；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p>	
	<p>侧面打磨工具 × 1</p> <p>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；</p> <p>2) 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套，自重 45g，安装后厚度 38mm。</p>	
	<p>工具支架 × 1</p> <p>1) 铝合金结构，可稳定支撑并定位所有工具；</p> <p>2) 提供 7 个工具摆放位置，位置标号清晰标示；</p> <p>3) 所有工具的定位方式相同，可互换位置，不影响正常使用。</p>	
	<p>示教器支架 × 1</p> <p>1) 与工业机器人示教器配套，可稳定安放，不易滑落；</p> <p>2) 配套线缆悬挂支架，方便线缆收放。</p>	
	<p>工作台 × 1</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 680mm，宽 680mm，厚 20mm；</p> <p>3) 底部柜体长 600mm，宽 600mm，高 700mm；</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度 25mm，可调高度 10mm；</p> <p>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；</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>	

3	仓储单元	<p>立体仓库 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 双层共 6 仓位，采用铝型材作为结构支撑；</li> <li>2) 每个仓位可存储 1 个轮毂零件；</li> <li>3) 仓位托盘可由气动推杆驱动推出缩回；</li> <li>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；</li> <li>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。</li> </ol>	1 台
		<p>远程 IO 模块 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 支持 ProfiNet 总线通讯；</li> <li>2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个；</li> <li>3) 传输距离最大 100 米（站站距离），总线速率最大 100Mbps；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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。</li> </ol>	
		<p>轮毂零件 × 6</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 铝合金材质，五辐轮毂缩比零件；</li> <li>2) 轮辋直径 102mm，最大外圈直径 114mm，轮辋内圈直径 88mm，轮毂直径 28mm，整体厚度 45mm，轮辐厚度 16mm；</li> <li>3) 正面设计有可更换的数控加工耗材安装板，直径 37mm，厚度 8mm，塑料材质；</li> <li>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。</li> </ol>	
		<p>工作台 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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；</li> <li>2) 台面长 680mm，宽 680mm，厚 20mm；</li> <li>3) 底部柜体长 600mm，宽 600mm，高 700mm；</li> <li>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度 25mm，可调高度 10mm；</li> </ol>	

		<p>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；</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>	
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，额定功率 0.8kW，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，最大运行速度 30mm/s，3Nm 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) Y 轴有效行程 250mm，最大运行速度 30mm/s，3Nm 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>5) Z 轴有效行程 180mm，最大运行速度 30mm/s，3Nm 高性能伺服电机驱动，带抱闸，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>6) 夹具采用气动驱动夹紧，缸径 32mm，夹具可有气动驱动前后两端定位，方便上下料；</p> <p>7) 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>	1 台
		<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) 显示屏尺寸 9 英寸，TFT 真彩液晶屏，64K 色，分辨率 800 × 480，背光平均无故障时间 20000 小时，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) 10.4 英寸 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> <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, 刀具数最大 256, 刀刃数最多 512, 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>	
	<p>工作台 × 1</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 1360mm, 宽 680mm, 厚 20mm;</p> <p>3) 底部柜体长 1280mm, 宽 600mm, 高 700mm;</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮, 轮片直径 50mm, 轮片宽度 25mm, 可调高度 10mm;</p> <p>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;</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>	

		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。	
5	打磨单元	<p>打磨工位 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 铝合金框架结构，可稳定支撑零件加工；</li> <li>2) 四爪夹具由气动驱动，可对零件轮毂位置进行稳定夹持，自动对心定位；</li> <li>3) 底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件。</li> </ol> <p>旋转工位 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 铝合金框架结构，可稳定支撑零件加工；</li> <li>2) 四爪夹具由气动驱动，可对零件轮辋内圈进行稳定夹持，自动对心定位；</li> <li>3) 底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件；</li> <li>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。</li> </ol> <p>翻转工装 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 双指夹具对零件轮辋外圈稳定夹持，自动对心定位，翻转过程无位移；</li> <li>2) 旋转气缸可驱动双指夹具实现所夹持的零件在打磨工位和旋转工位间翻转；</li> <li>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。</li> </ol> <p>吹屑工位 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 不锈钢材质，外形尺寸 150mm × 150mm × 100mm；</li> <li>2) 顶部开口直径 130mm；</li> <li>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。</li> </ol> <p>远程 IO 模块 × 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 支持 ProfiNet 总线通讯；</li> <li>2) 支持适配 IO 模块数量最多 32 个；</li> <li>3) 传输距离最大 100 米（站站距离），总线速率最大 100Mbps；</li> <li>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；</li> <li>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</li> </ol>	1 台

		<p>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>	
6	检测单元	<p>工作台 × 1</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 680mm，宽 680mm，厚 20mm；</p> <p>3) 底部柜体长 600mm，宽 600mm，高 700mm；</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度 25mm，可调高度 10mm；</p> <p>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；</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> <hr/> <p>视觉系统 × 1</p> <p>1) 采用 30W 像素 CCD 相机，彩色，有效像素 640 × 480，像素尺寸 7.4 μm × 7.4 μm，电子快门；</p> <p>2) 控制器为箱型，可并列处理；</p> <p>3) 动作模式包括标准模式、倍速多通道输入、不间断调整；</p> <p>4) 支持 128 场景数；</p> <p>5) 利用流程编辑功能制作处理流程；</p> <p>6) 支持 Ethernet 通信，采用无协议 (TCP/UDP)；</p> <p>7) 在工作台台面上布置有网络通信接口，方便接线。</p> <hr/> <p>配套光源及显示器 × 1</p> <p>1) 配套漫反射环形光源，白色，明亮度可调节；</p> <p>2) 光源配有保护支架，可有效防止零件掉落损坏光源；</p> <p>3) 配套视觉系统显示器和操作用鼠标。</p> <hr/> <p>工作台 × 1</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 680mm，宽 680mm，厚 20mm；</p> <p>3) 底部柜体长 600mm，宽 600mm，高 700mm；</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度</p>	1 台

		<p>25mm，可调高度 10mm；</p> <p>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；</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>	
7	分拣单元	<p>传送带 × 1</p> <p>1) 宽度 125mm，有效长度 1250mm；</p> <p>2) 调速电机驱动，功率 120W，单相 220V 供电，配套 1:18 减速比减速器，采用变频器驱动；</p> <p>3) 传送带起始端配有传感器，可检测当前位置是否有零件。</p> <hr/> <p>分拣机构 × 3</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>3) 利用推动气缸可实现将零件推入指定分拣工位。</p> <hr/> <p>分拣工位 × 3</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>3) 每个分拣工位均有明确标号。</p> <hr/> <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 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>	1 台

		<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>工作台 × 1</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 1360mm，宽 680mm，厚 20mm；</p> <p>3) 底部柜体长 1280mm，宽 600mm，高 700mm；</p> <p>4) 底部柜体四角安装有脚轮，轮片直径 50mm，轮片宽度 25mm，可调高度 10mm；</p> <p>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；</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>	
8	总控单元	<p>PLC 控制器 × 2:</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/6 点输出，模拟量 2 路输入；</p> <p>3) 过程映像大小为 1024 字节输入 (I) 和 1024 字节输出 (Q)；</p> <p>4) 位存储器为 4096 字节 (M)；</p> <p>5) 具备 1 个以太网通信端口，支持 ProfiNet 通信；</p> <p>6) 实数数学运算执行速度 2.3 μs/指令，布尔运算执行速度 0.08 μs/指令。</p> <p>交换机 × 1:</p> <p>1) 支持网络标准 IEEE802.3、IEEE802.3u、IEEE802.3x；</p> <p>2) 8 个 10/100/1000Mbps 自适应 RJ45 端口；</p> <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> <p>1) 提供 1 个总电源输入开关，可控制输入电源的开启关闭；</p> <p>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；</p> <p>3) 提供 4 个自定义功能按钮，1 个自复位绿色灯按钮，1</p>	1 台

	<p>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。</p> <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 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码</li> </ol>	
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	<p>扫描观看。</p> <p>电源模块 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 输入电源为三相五线制, AC 380V, 50Hz, 15kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电;</li> <li>2) 执行单元输出电源为单相三线制, AC 220V, 50Hz, 7kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯;</li> <li>3) 仓储单元输出电源为单相三线制, AC 220V, 50Hz, 2kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯;</li> <li>4) 加工单元输出电源为三相五线制, AC 380V, 50Hz, 12kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯;</li> <li>5) 打磨单元输出电源为单相三线制, AC 220V, 50Hz, 2kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯;</li> <li>6) 检测单元输出电源为单相三线制, AC 220V, 50Hz, 2kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯;</li> <li>7) 分拣单元输出电源为单相三线制, AC 220V, 50Hz, 2kW, 重载连接器插头, 接线安全防触电, 配空气开关和指示灯。</li> </ol> <p>气源模块 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 气泵功率 600W, 排气量 118L/min, 最大压力 8bar, 储气罐 9L;</li> <li>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。</li> </ol> <p>工作台 × 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>2) 台面长 1360mm, 宽 680mm, 厚 20mm;</li> <li>3) 底部柜体长 1280mm, 宽 600mm, 高 700mm;</li> <li>4) 底部柜体四角安装有脚轮, 轮片直径 50mm, 轮片宽度 25mm, 可调高度 10mm;</li> <li>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;</li> <li>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;</li> <li>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。</li> </ol>	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

9	配套工具	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。	1 台
---	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

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	12%
机器人系统集成	20%
集成系统联调	15%
MES 系统集成	10%
拓展任务	20%
文档制作	7%
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 42 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 29 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	10
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	10
4	工业机器人	熟悉工业机器人软硬件操作及系统集成等技能	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	10
5	软件工程	熟悉软件开发及测试、移动端软件开发、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
裁判总人数	42				

#### (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) 完成轮毂零件的检测工序流程动作	7 分

		<p>(3) 完成轮毂零件的其他工艺流程动作</p> <p>(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</p> <p>(5) 动作流程中不得出现工具与工业机器人脱离情况</p> <p>(6) 动作流程中不得出现轮毂未按照流程移动情况</p>	
硬件搭建及电气接线	12%	<p>1. 硬件搭建</p> <p>(1) 工作站各单元安装牢固、稳定</p> <p>(2) 工作站外侧门板全部安装</p> <p>(3) 工作站内侧门板全部拆卸</p>	1分
		<p>2. 电路气路通讯接线</p> <p>(1) 工作站各单元电路连接</p> <p>(2) 工作站各单元气路连接</p> <p>(3) 工作站各单元通信连接</p> <p>(4) 线槽盖全部盖好</p> <p>(5) 电源线放入线槽</p> <p>(6) 气管无漏气现象</p> <p>(7) 手动测试功能单元动作</p>	2分
		<p>3. 机器人校零</p> <p>机器人各轴须校零，机器人码盘转数（转数计数器）须更新</p>	1分
		<p>4. 机电部件装调</p> <p>(1) 完成指定机电部件的装配与调试</p> <p>(2) 完成指定机电部件的 IO 接线与信号功能调试</p>	4分
		<p>5. 故障诊断与排除</p> <p>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</p>	4分
机器人系统集成	20%	<p>1. 制造单元通讯组态</p> <p>(1) 完成控制系统组态设置，每个远程 IO 模块通讯正常</p> <p>(2) 完成工业机器人的组态设置，IO 输出正常</p> <p>(3) 完成智能视觉的通讯组态，能触发拍照和结果输出</p>	2.5分

	<p>2. 执行单元和工具单元</p> <p>(1) 平移滑台移动时工业机器人保持安全姿态</p> <p>(2) 平移滑台根据流程要求定位移动</p> <p>(3) 工业机器人实现快换工具更换动作</p> <p>(4) 工业机器人利用工具拾取/释放轮毂零件及打磨轮毂零件</p>	3分
	<p>3. 仓储单元</p> <p>(1) 根据任务要求完成各流程动作</p> <p>(2) 工业机器人快换工具的正常使用</p> <p>(3) 轮毂产品正常拾取</p> <p>(4) 轮毂产品准确放置</p>	3分
	<p>4. 加工单元</p> <p>(1) 在数控系统中建立刀具信息表，能触发虚拟刀库调用</p> <p>(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</p> <p>(3) 按图纸完成加工程序编制，能实现对零件数控加工</p> <p>(4) 根据任务要求完成各流程动作</p>	3.5分
	<p>5. 打磨单元</p> <p>(1) 根据任务要求完成各流程动作</p> <p>(2) 工业机器人快换工具的正常使用</p> <p>(3) 轮毂产品正常拾取</p> <p>(4) 轮毂产品准确放置</p>	3分
	<p>6. 检测单元</p> <p>(1) 根据任务要求完成各流程动作</p> <p>(2) 工业机器人快换工具的正常使用</p> <p>(3) 轮毂产品正常拾取</p> <p>(4) 轮毂产品准确放置</p>	2分
	<p>7. 分拣单元</p> <p>(1) 根据任务要求完成各流程动作</p> <p>(2) 工业机器人快换工具的正常使用</p> <p>(3) 轮毂产品正常拾取</p> <p>(4) 轮毂产品准确放置</p>	3分

集成系统 联调	15%	<p>1. 定制流程集成调试</p> <p>(1) 在流程开始前, 应用平台处于要求的初始状态</p> <p>(2) 按照要求完成轮毂零件生产的完整流程</p> <p>(3) 工业机器人处于自动模式完成流程演示</p> <p>(4) 按照任务要求通过按钮启动流程</p> <p>(5) 三色灯按照流程要求亮灭</p> <p>(6) 流程演示过程中, 不得出现需要跳转程序情况</p> <p>(7) 在流程结束后, 应用平台处于要求的状态</p>	15分
MES系统 集成	10%	<p>1. MES系统开发</p> <p>(1) 正确完成WinCC组态设置</p> <p>(2) 完成欢迎界面的界面绘制和功能定义</p> <p>(3) 完成手动界面的界面绘制和功能定义</p> <p>(4) 完成监控界面的界面绘制和功能定义</p> <p>(5) 完成订单界面的界面绘制和功能定义</p>	4分
		<p>2. 云端服务调试</p> <p>(1) 平板显示连接成功</p> <p>(2) 云数据服务器有数据上传记录</p>	1分
		<p>3. MES自动化流程演示</p> <p>(1) 平板监控界面各项参数与实际状态相同</p> <p>(2) 可通过人机界面下达订单, 按订单要求完成轮毂零件生产的完整流程</p> <p>(3) 工业机器人处于自动模式完成流程演示</p> <p>(4) 按照任务要求通过按钮启动流程</p> <p>(5) 三色灯按照流程要求亮灭</p> <p>(6) 流程演示过程中, 不得人工干预</p>	5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	7%	1. 方案设计及排故文档, 包含方案设计、故障点诊断排除。	3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。	4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、听众指挥,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救护工作站，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
2021 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

2021年7月	赛项专家组、裁判长、承办校对赛项工作进行总结
2021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
2021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)
2022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。



# ChinaSkills

## 2021 年全国职业院校技能大赛 高职组“机器人系统集成”赛项 竞赛任务书（样卷）

### 第一赛程

#### 选手须知：

1. 本赛程任务书共 27 页，如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行任务书的更换。
2. 参赛队应在 **4** 小时内完成本赛程任务书规定内容。
3. 竞赛工位提供 2 台计算机，参考资料存储在“**D:\参考资料**”文件夹中。选手在竞赛过程中利用计算机创建的程序文件必须存储到“**D:\技能竞赛**”文件夹中，未存储到指定位置的程序文件不作为竞赛成果予以评分。请及时对程序文件存储，建议每 10-15 分钟 1 次，客观原因断电情况下，酌情补时不超过 15 分钟。
4. 任务书中只得填写竞赛相关信息，不得出现学校、姓名等与身份有关的信息或与竞赛过程无关的内容，否则成绩无效。
5. 由于参赛选手人为原因导致竞赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队竞赛资格。

赛位号： \_\_\_\_\_

# 机器人集成系统需求及产品生产要求

## 1. 背景介绍

公司需要对现有机器人系统进行集成，以满足轮毂零件的生产单元升级改造和不同类型轮毂零件的共线生产。以智能制造技术为基础，在现有设备单元的基础上，结合工业机器人、视觉等设备，实现柔性化生产；选用工业以太网通讯方式完成设备端的控制和信息采集，增加MES系统完成对生产全流程的监控和优化，实现智能化生产；利用互联网将产品制造过程数据和设备运行状态数据上传到云服务器中存储，在确保身份信息验证正确的前提下可通过移动终端实现对云服务器中数据的实时访问。请根据具体任务要求和硬件条件，完成智能制造单元改造的集成设计、安装部署、编程调试，并实现试生产验证。

## 2. 生产对象

生产对象为汽车行业的轮毂零件，是完成粗加工后的半成品铸造铝制零件。轮毂零件在其正面、背面分别布置有定位基准、电子标签区域、视觉检测区域、数控加工区域和打磨加工区域，如图1和图2所示。

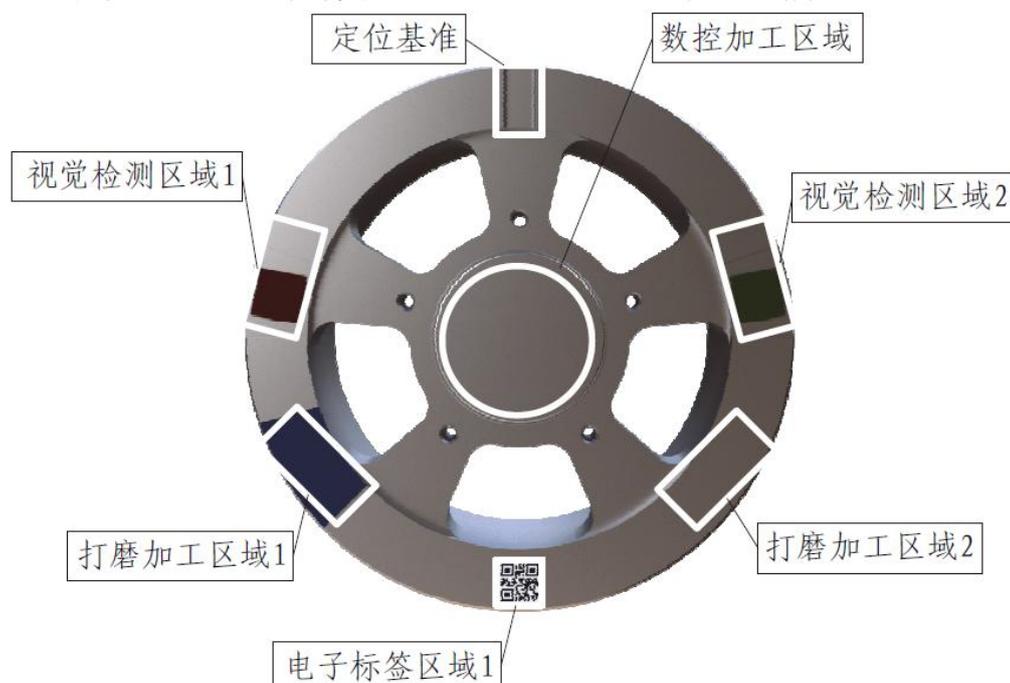


图1 轮毂零件正面特征分布

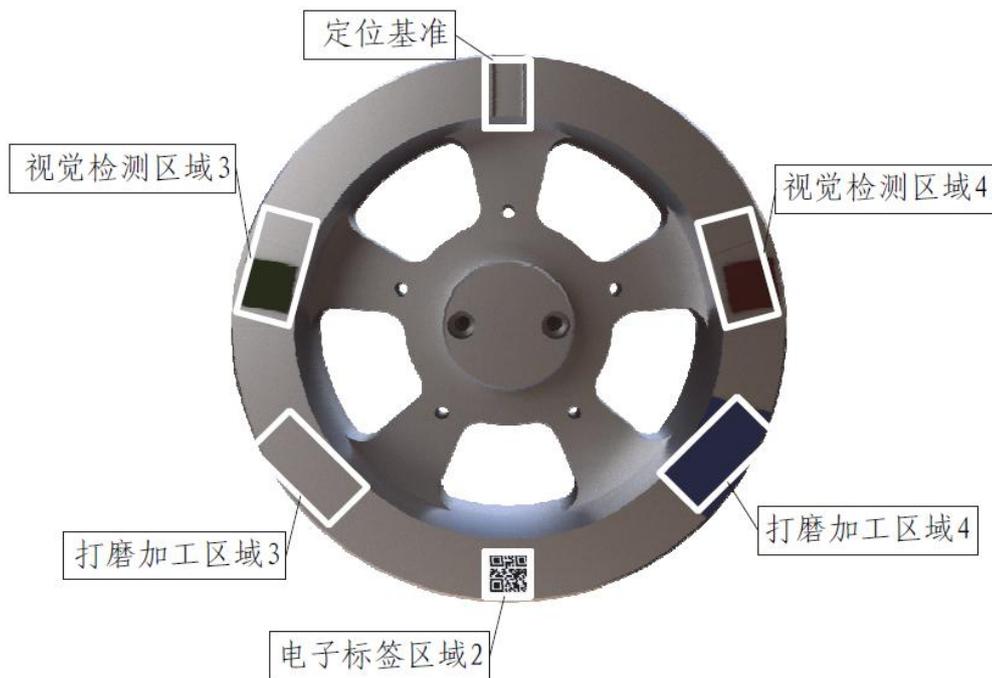


图 2 轮毂零件背面特征分布

(1) 轮毂零件在应用平台各单元中通过外圆轮廓和定位基准实现准确定位，正面背面定位方式相同。

(2) 电子标签区域 1 是产品系列编码，贴有二维码标签，二维码内容是产品系列数字编码（例如：0001 表示产品属于 1 系列；0002 表示产品属于 2 系列），可通过检测单元的智能视觉对其扫描进行识别。

(3) 电子标签区域 2 是加工工序编码，贴有二维码标签，二维码内容是定制加工工序代码或标准加工工序代码（例如：B2C2C3；C1C3B1，且工序不可调整），可通过检测单元的智能视觉对其扫描进行识别。

(4) 视觉检测区域，通过贴有不同颜色（红/绿）的贴纸代表产品的加工状态，可通过检测单元的智能视觉对颜色进行识别。具体的视觉检测功能描述如下：

- ◆ 视觉检测区域1用于识别异形件或标准件：检测识别结果为红色则是异形件，输出结果为NG，检测识别结果为绿色则是标准件，输出结果为OK；
- ◆ 视觉检测区域2用于识别零件是否存在瑕疵：检测识别结果为红色则存在瑕疵，输出结果为NG，检测识别结果为绿色则不存在瑕疵，输出结果为OK；
- ◆ 视觉检测区域3用于识别标准加工或定制加工：检测识别结果为红色则是定制加工，

---

输出结果为NG，检测识别结果为绿色则是标准加工，输出结果为OK；

- ◆ 视觉检测区域4用于识别精加工件或粗加工件：检测识别结果为红色则是精加工件，输出结果为NG，检测识别结果为绿色则是粗加工件，输出结果为OK。

(5) 数控加工区域为可替换的塑料圆片，利用加工单元在其上进行雕刻加工。具体加工内容由工序决定。

**注意：**仅轮毂正面中间位置可进行数控加工。

(6) 打磨加工区域为轮毂表面指定区域，利用打磨工具对其进行打磨加工。

### 3. 产品生产工艺流程

目前公司需要对客户定制需求类的轮毂生产进行智能改造和响应。无需定制的加工工序为标准加工工序，需要定制的加工工序为定制加工工序；标准加工工序和定制加工工序均由电子标签区域2的加工工序编码二维码指定，需要由检测单元的智能视觉对其扫描进行识别，并最终通过硬件接线、程序编写、画面组态、数据通信等任务，在上位机管理系统中实现相应的标准加工工序或定制加工工序，并能够实现轮毂零件生产的全过程自动化执行。

**请注意：**仓储单元是上下两层，每层3个仓位，共计**6个仓位**；最初存储轮毂零件数量为**6个**，**随机摆放**在不同的仓位托盘上，每个轮毂零件的特征信息已知（如下表1：轮毂零件特征值初始信息表）；其中，轮毂序号无实际意义。

**请注意：**请选手拿到赛卷后，首先检查轮毂数量、颜色贴纸数量、编号二维码贴纸数量和加工工序编码二维码贴纸数量，并按照如下特征值初始信息表（表1），将相应的贴纸粘贴到轮毂零件的相应位置，并按**指定朝向随机放入任意仓位**中。贴纸内容或数量有误需及时报告裁判进行更换。**贴纸粘贴错误所引起的比赛结果与成绩评定由选手自己负责。**

## 综合任务 职业素养

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。

---

## 任务一 系统方案设计

### 1. 布局方案设计及系统设置

根据产品生产工艺流程，结合所提供的硬件单元尺寸和功能，合理设计各单元的布局分布。

**绘制布局方案：**在任务书最后附一（任选 1 份任务书）上绘制，要求各单元用框图表示并用文字标识，比例适当。

### 2. 控制系统方案设计

根据产品生产工艺流程，结合提供的硬件单元功能，合理设计控制系统结构。

**绘制控制系统通讯拓扑结构图：**在任务书最后附二（任选 1 份任务书）上绘制，要求各功能单元的远程 IO 模块必须连接到总控单元的 PLC 上，通过连线体现出所有网络通信设备的连接情况，并注明设备名称和其 IP 地址。

## 任务二 工艺流程模拟仿真

### 1. 虚拟仿真三维环境搭建

根据系统布局方案设计结果，在离线编程软件中，完成对应用平台所有单元的布置拼装。要求：布局方式与系统布局方案设计结果一致。

根据给定信息并结合实物平台，在离线编程软件中，完成部分机构的自定义任务，如自定义工具、自定义状态机等，以便完成后续工艺流程仿真。

注：工作站模型文件可通过工具栏“工作站”按钮打开使用，通过工具栏“另存为”按钮保存到指定文件夹中，请勿擅自更改文件后缀。软件操作过程中注意随时保存比赛成果。

### 2. 工艺流程仿真

根据轮毂零件定制化生产产品的生产流程图 3，结合表 2 的初始特征及状态信息，在离线编程软件中，对工业机器人运动轨迹编程和各单元动作信号设置，完成应用平台的 4 个轮毂零件的定制化生产流程，可通过仿真模拟全过程动作效

果。

动作过程中工业机器人不可出现不可达点、轴限位点和奇异点。仅针对虚拟仿真过程，轮毂零件初始状态表 1 用于确定流程内容。选手需根据轮毂实际状态决定放回仓储单元前是否需要自行增加翻转工序，最终要求轮毂零件正面朝下放回仓储单元。

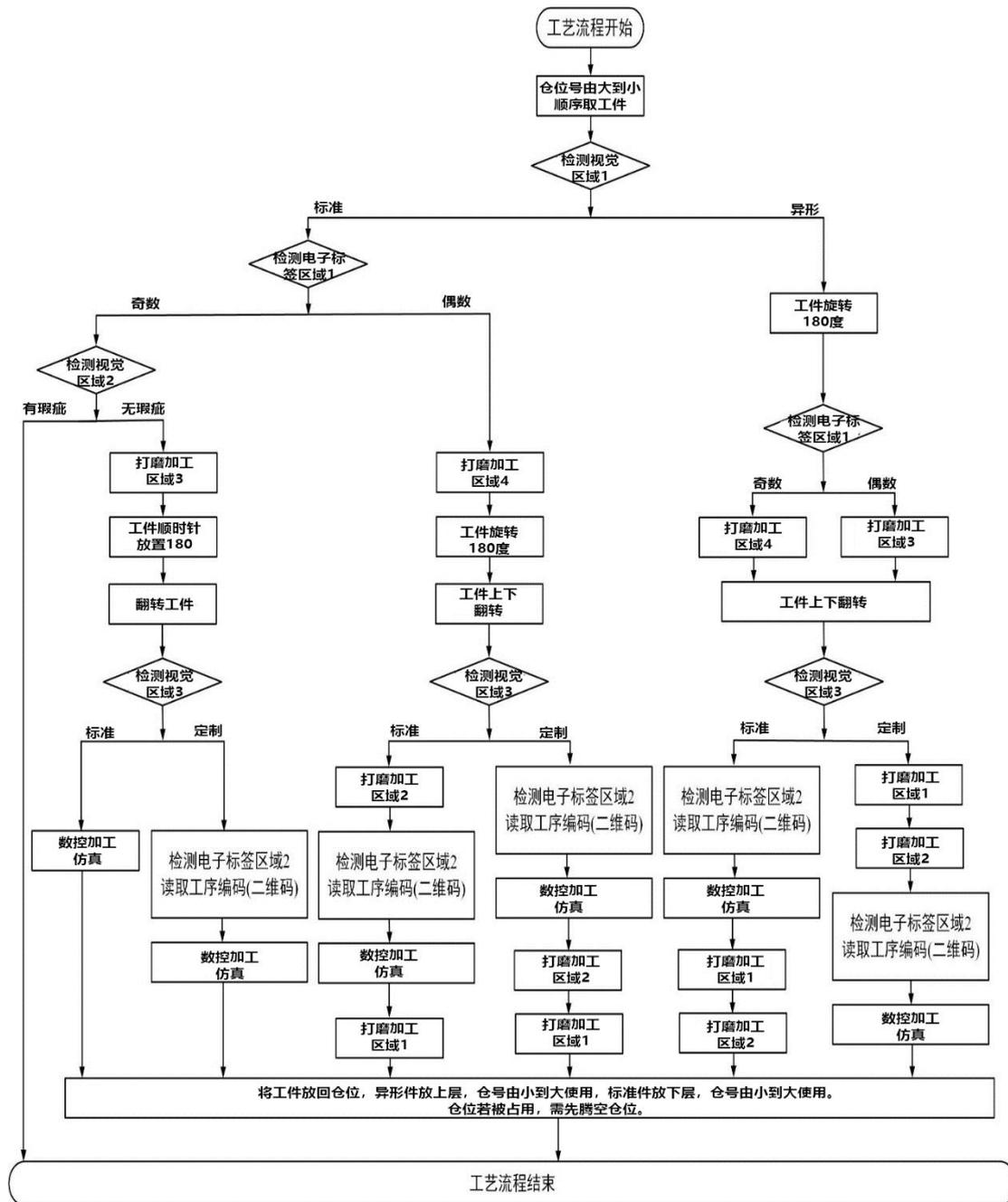


图 3 定制化生产产品工艺流程图

表 1 虚拟仿真过程轮毂初始状态

轮毂放置 初始仓位	轮毂放置 方向	正面产品二 维码	背面产品 编号	视觉检测 区域 1	视觉检 测区域 2	视觉检 测区域 3	视觉检测 区域 4
5	正面向下	0001	B1C5C7C2	红色	绿色	绿色	绿色
6	正面向下	0002	C2C5B1	绿色	绿色	绿色	红色
3	正面向下	0003	C9B1C2	红色	红色	绿色	绿色
4	正面向下	0004	B2C5	绿色	绿色	红色	绿色

### 任务三 硬件搭建及电气接线

#### 1. 单元布局搭建及固定

根据系统布局方案设计，调整各单元的相对位置，完成应用平台的硬件拼装固定。

##### 要求：

(1) 根据布局设计完成各单元位置调整。**要求：**各单元地脚支撑升起，各单元间通过连接板固连。

(2) 对各单元的底柜门板做调整。**要求：**应用平台底柜内部连通、无门板遮挡，外侧四周全部安装门板，多余门板放置在 U 型支架内。

#### 2. 电气、通讯接线

根据系统布局方案设计和控制系统方案设计，完成各单元电源、气源、通讯线路连接和布线，完成电脑与监控终端（电视）的高清视频线缆连接，完成工业机器人示教器的线缆连接。

##### 要求：

(1) 电源线缆由单元底柜的底板快接插头安装后通过底柜的下部线槽铺设；气源、通讯线缆由设备端安装后通过底柜的上部线槽铺设。

(2) 单元间电源线缆未放入线槽部分，不能出现折弯，整齐摆放在底柜底板上。

(3) 应用平台总电源线路完成连接后用赛位内提供的临时线槽覆盖。

---

(4) 气源线缆在台面部分必须进入线槽，未进入线槽部分利用固定扣和扎带固定在台面或立柱上，要求裁剪长度合适，不能出现折弯、缠绕和变形，不允许出现漏气。

(5) 通讯线缆在台面部分必须进入线槽，未进入线槽部分利用固定扣和扎带固定在台面或立柱上，不能出现折弯、缠绕和变形。

(6) 工业机器人示教器线缆在插接时注意接口方向和旋紧螺母的使用方法，不得在未完全插入前转动快接插头。

(7) 手动测试单元功能动作。

### 3. 机器人校零

机器人零位是机器人操作模型的初始位置。当零位不正确时，机器人不能正确运动。选手需要利用示教器手动操纵机器人回到零位标志（图 4），并更新码盘转数（转数计数器）。



图 4 零位标志示例

## 任务四 机器人系统集成

### 1. 制造单元通讯组态

#### (1) 总控单元 PLC 组态设置

根据控制系统方案设计结果，在 TIA 编程软件对总控单元的 PLC、各单元的远程 IO 模块和执行单元内 PLC 进行配置，为每个设备设置其 IP 地址使其建立正常通讯，并分配各远程 IO 模块的 IO 起始地址。根据所提供的各单元内部接线图，建立信号表。

#### (2) 工业机器人组态设置

对工业机器人示教器进行操作，在“DeviceNetDevice”中添加工业机器人的DSQC652模块，其模块参数如表2所示。根据所提供的执行单元内部接线图，建立信号表。

**表2 DSQC652 模块参数**

序号	参数项	参数值
1	地址 (Address)	10

对工业机器人示教器进行操作，在“DeviceNetDevice”中添加工业机器人的扩展IO模块，其模块参数如表3所示。根据所提供的执行单元内部接线图，建立信号表。

**表3 扩展 IO 模块参数**

序号	参数项	参数值
1	地址 (Address)	11
2	设备代码 (VendorID)	9999
3	产品代码 (ProductCode)	67
4	设备类型 (DeviceType)	12
5	通讯类型 (ConnectionType)	Polled
6	输出长度 (ConnectionOutputSize)	12
7	输入长度 (ConnectionInputSize)	2

### (3) 智能视觉通讯设置

根据控制系统方案设计结果，对智能视觉通讯端口和与其完成通讯的控制设备网络端口进行设置，使其可以建立正常通信并实现信号交互。

## 2. 执行单元和工具单元

### (1) 工业机器人安全姿态设定

对工业机器人操作与编程，确定工业机器人本体的安全姿态，此姿态下工业机器人本体不会与周边设备发生碰撞。当执行单元平移滑台运行时，工业机器人本体必须保持此姿态，不得同时动作。工业机器人安全姿态各轴设定参数要求如

表 4。

表 4 工业机器人安全姿态各轴设定参数

轴	1 轴	2 轴	3 轴	4 轴	5 轴	6 轴
角度	0°	-30°	30°	0°	90°	0°

### (2) 执行单元平移滑台改造

① 对执行单元中的 PLC 编程，设置 PLC 对于伺服电机的控制参数，其中伺服电机编码器分辨率为 131072 pulses/rev (17 线)，伺服电机驱动器电子齿轮已设置为 900:1，减速机减速比 3:1，同步带减速比 1.5:1，滚珠丝杠导程 5mm。**要求：**平移滑台运动速度不得超过 25mm/s。

② 根据所提供的执行单元内部接线图，对执行单元内部的 PLC 进行编程，使平移滑台实现回原点、定位运动、定速运动功能，原点传感器位于标尺零刻度一侧。（注意：不要擅自移动标尺）

### (3) 快换工具的拾取与放回

对工业机器人操作与编程，使工业机器人可以完成对所需工具的拾取与放回，动作过程连贯无碰撞。快换工具在工具架的位置根据使用需求自行调整。**注意：**工业机器人不得悬空释放工具使其掉落到工具架上。

### (4) 快换工具的使用

对工业机器人操作与编程，使工业机器人可以完成对所使用的工具的动作，如夹爪类工具的夹紧/松开、吸盘类工具的吸取/释放、打磨类工具的打磨/停止等动作切换，并实现轮毂的拾取、释放和打磨加工。

## 3. 仓储单元

(1) 仓储单元立体仓库改造根据控制系统方案设计结果和所提供的仓储单元内部接线图，实现以下功能：

- ① 由外部信号控制指定编号的仓位托盘推出和缩回。
- ② 每个仓位的传感器可以感知当前是否有轮毂零件存放在仓位中。
- ③ 仓位指示灯根据仓位内轮毂零件存储状态点亮，当仓位内没有存放轮毂零

件时亮红灯，当仓位内存放有轮毂零件时亮绿灯。

### (2) A1 流程要求

- ① 工业机器人由仓储单元将轮毂零件取出。
- ② 优先取出所在仓位编号较大的轮毂零件。
- ③ 若此仓位的轮毂零件已被加工检测过，或者此仓位无轮毂零件，则跳过此仓位。

### (3) A2 流程要求

- ① 工业机器人将所持轮毂零件放回仓储单元前，选手需根据轮毂实际状态决定是否需要自行增加翻转工序，最终要求轮毂零件正面朝下放回仓储单元。
- ② 轮毂零件属于异形件的，按序放置于料仓的上层仓位（仓位编号从小到大）；轮毂零件属于标准件的，按序放置于料仓的下层仓位（仓位编号从小到大）。
- ③ 若目标仓位已有轮毂零件，则需先将该仓位的轮毂零件取出，随机放置于传送带上光电传感器检测不到的区域（避免误触发），将目标轮毂零件放回目标仓位，再将放置于传送带上的轮毂零件放回空闲的仓位中。

## 4. 加工单元

### (1) 数控系统刀具信息建立

对数控系统进行操作设置，根据虚拟刀库刀具信息新建对应刀具，以便后续数控加工编程使用。其中，加工单元中虚拟刀库内已存有 6 把刀具，各刀具信息如表 5 所示，刀库中编号 01-06 分别对应 T1-T6。在数控系统中建立刀具信息时，单刃螺旋铣刀、双刃螺旋铣刀对应数控系统中的“铣刀”类型，球头铣刀对应数控系统中的“圆柱形球头模具铣刀”类型，刀具长度参数对应刀库中刀具的总长度数据。

表 5 虚拟刀库刀具信息表

刀具编号	刀具类型	刀具直径 mm	刀刃长度 mm	刀具总长度 mm
01	单刃螺旋铣刀	2	15	38
02	单刃螺旋铣刀	2	10	38
03	双刃螺旋铣刀	2	15	38
04	双刃螺旋铣刀	2	10	38

---

05	球头铣刀	2	15	38
06	球头铣刀	2	10	38

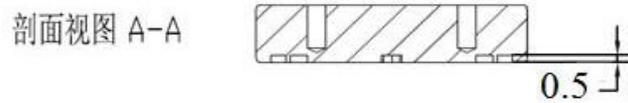
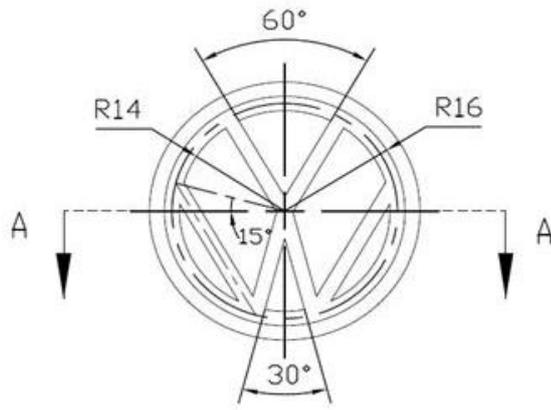
(2) 建立机床坐标系原点

对数控系统进行操作设置，设定数控机床坐标系原点，使主轴位置不影响工业机器人对轮毂零件的上下料。

(3) 数控加工程序编程

① 若轮毂零件加工工序为标准加工工序（即：视觉检测区域 3 的颜色为绿色，加工工序二维码编码含“B1”），则需完成：

- ✓ 按加工工序二维码编码顺序完成全部工序流程（如：假设加工工序二维码编码为 C1B1C2C3，则应按顺序依次完成工序：C1→B1→C2→C3）；
- ✓ 其中 B1 流程，应根据图 5 所示的车标 LOGO 加工图纸和表 6 所示工艺要求（仅供参考），对数控系统进行编程，完成数控加工；



注：此图加工刀径为2mm，图形左右两边与中心线对称

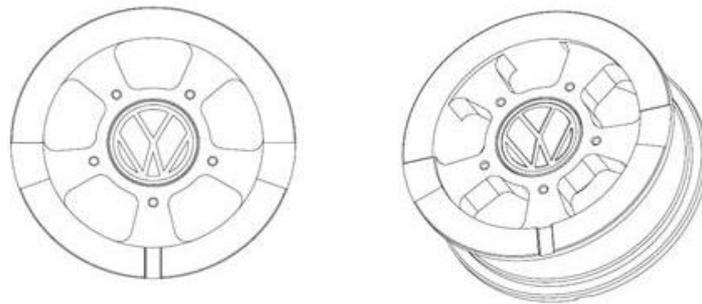


图 5 车标 LOGO 数控加工图纸

表 6 标准加工---数控加工工艺表

工步	工步内容	刀具		主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)	切削深度 (mm)
		类型	刀刃直径 (mm)			
1	粗铣 a 区域	双刃螺旋 铣刀	Φ2	3000	200	0.5

② 若轮毂零件加工工序为定制加工工序（即：轮毂背面视觉检测区域 3 的颜色为红色，加工工序二维码编码含“B2”），则需完成：

- ✓ 按加工工序二维码编码顺序完成全部工序流程（如：假设加工工序二维码编码为 C1B2C2C3，则应按顺序依次完成工序：C1→B2→C2→C3）；

- ✓ 其中 B2 流程，应根据表 7 所示工艺要求（仅供参考），对数控系统进行编程，完成定制加工工序编码的数控加工（即通过数控编程在加工圆片内实现定制加工工序编码“C1B2C2C3”的“雕刻”）；

表 7 定制加工---数控加工工艺表

工步	工步内容	刀具		主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)	切削深度 (mm)
		类型	刀刃直径 (mm)			
1	粗铣 a 区域	双刃螺旋 铣刀	Φ2	3000	200	0.5

### ③ 注意要求:

- ✓ 须在数控加工圆片范围内加工；
- ✓ 数字 1-9、英文字母 A、B、C、D、E 的数控加工图纸已提前编制，其存放路径为：计算机\D 盘：\参考资料文件夹；
- ✓ 数字 1-9、英文字母 A、B、C、D、E 的数控加工程序已提前编制，其存放路径为：程序管理器 (PROGRAM MAINAGEG ) \工件文件夹 \ABCDE123.WPD，数控加工完成定制工序编码（即 B2 工序）可直接调用相关数控程序；
- ✓ 数控加工完成车标 LOGO（即 B1 工序）需选手自行完成数控编程；
- ✓ 数控加工后能够清晰的看出车标 LOGO 或定制加工工序编码即可，其他不做特别要求；
- ✓ 加工开始和结束时主轴位置处于机床坐标系原点。

#### (4) B1 流程要求

- ① 工业机器人将所持轮毂零件上料到加工单元数控机床的夹具上。
- ② 工业机器人退出加工单元。
- ③ 数控机床完成图 5 所示的车标 LOGO 加工。
- ④ 工业机器人将轮毂零件由加工单元数控机床的夹具上拾取出来。

#### (5) B2 流程要求

- 
- ① 工业机器人将所持轮毂零件上料到加工单元数控机床的夹具上。
  - ② 工业机器人退出加工单元。
  - ③ 数控机床完成定制加工工序编码的“雕刻”加工。
  - ④ 工业机器人将轮毂零件由加工单元数控机床的夹具上拾取出来。

## 5. 打磨单元

(1) 打磨单元翻转工装改造根据控制系统方案设计结果和所提供的打磨单元内部接线图，实现以下功能：

① 当工业机器人准备将轮毂零件放置到打磨工位或准备将轮毂由打磨工位取走时，翻转工装处于旋转工位一侧。

② 当工业机器人准备将轮毂零件放置到旋转工位或准备将轮毂由旋转工位取走时，翻转工装处于打磨工位一侧。

③ 翻转工装可将轮毂零件在打磨工位和旋转工位间翻转并准确定位。

④ 打磨加工只需将打磨刷与轮毂表面接触后开启打磨，保持 3s 后关闭打磨。

### (2) C1 流程要求

① 翻转工装动作到打磨工位一侧。

② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。

③ 翻转工装将轮毂零件由旋转工位翻转到打磨工位上。

④ 翻转工装动作到旋转工位一侧。

⑤ 工业机器人由打磨工位将轮毂零件取出。

### (3) C2 流程要求

① 工业机器人将轮毂零件放置到吹屑工位内部，轮毂零件完全进入吹屑工位内，夹爪不松开。

② 吹屑 2s，同时使轮毂零件在吹屑工位内顺时针旋转 90°，确保碎屑完全吹除。

③ 工业机器人将轮毂零件由吹屑工位内取出。

### (4) C3 流程要求

- 
- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
  - ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
  - ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 3 进行打磨加工。
  - ④ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。

(5) C4 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 4 进行打磨加工。
- ④ 旋转工位逆时针旋转  $180^{\circ}$ 。
- ⑤ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。
- ⑥ 旋转工位气缸复位。

(6) C5 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 旋转工位顺时针旋转  $180^{\circ}$ 。
- ④ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。
- ⑤ 旋转工位气缸复位。

(7) C6 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 1 进行打磨加工。
- ④ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。

(8) C7 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 2 进行打磨加工。

---

④ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。

(9) C8 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 2 进行打磨加工。
- ④ 旋转工位逆时针旋转 180°。
- ⑤ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。
- ⑥ 旋转工位气缸复位。

(10) C9 流程要求

- ① 翻转工装动作到打磨工位一侧。
- ② 工业机器人将所持轮毂零件放置到旋转工位上。
- ③ 对位于旋转工位上的轮毂零件的打磨加工区域 1 进行打磨加工。
- ④ 旋转工位顺时针旋转 180°。
- ⑤ 工业机器人由旋转工位将轮毂零件取出。
- ⑥ 旋转工位气缸复位。

(11) 上述 C1~C9 将逐一考评，实行单项计分；在单项计分过程中，仅允许选手手动演示或手动触发必要条件及相关设备，禁止改动软件程序、硬件接线及 IO 设置。

## 6. 检测单元

(1) 在检测单元对轮毂零件指定位置的清晰图像提取对工业机器人操作与编程，使工业机器人可稳定拾取轮毂零件置于检测单元的视觉相机视野中，并对检测单元的相机镜头焦距/光圈、光源亮度、采集图像对比度等进行调整，使视觉控制器可采集到清晰稳定的图像。

(2) 在检测单元对轮毂零件指定信息的提取

① 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件正面所贴的电子标签区域 1——产品系列编码（二维码）进行识别，输出产品加工系列编码（如：01

---

表示产品属于 1 系列)。

② 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件背面所贴的电子标签区域 2——产品加工工序编码（标准加工工序编码或定制加工工序编码，且工序不可调整）（二维码）进行识别，输出产品加工工序编码（如 B1C1C2，且工序顺序不可调整）。

③ 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件正面所贴的视觉检测区域 1——不同颜色（红/绿）的贴纸进行识别；视觉检测区域 1 用于识别异形件或标准件：检测识别结果为红色则是异形件，输出结果为 NG，检测识别结果为绿色则是标准件，输出结果为 OK。

④ 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件正面所贴的视觉检测区域 2——不同颜色（红/绿）的贴纸进行识别；视觉检测区域 2 用于识别零件是否存在瑕疵：检测识别结果为红色则存在瑕疵，输出结果为 NG，检测识别结果为绿色则不存在瑕疵，输出结果为 OK。

⑤ 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件背面所贴的视觉检测区域 3——不同颜色（红/绿）的贴纸进行识别；视觉检测区域 3 用于识别标准加工或定制加工：检测识别结果为红色则是定制加工，输出结果为 NG，检测识别结果为绿色则是标准加工，输出结果为 OK。

⑥ 对视觉控制器进行操作与编程，使其可对于轮毂零件背面所贴的视觉检测区域 4——不同颜色（红/绿）的贴纸进行识别；视觉检测区域 4 用于识别精加工件或粗加工件：检测识别结果为红色则是精加工件，输出结果为 NG，检测识别结果为绿色则是粗加工件，输出结果为 OK。

⑦ 通过交互信号建立，使得检测单元可以由外部信号控制在不同检测功能程序间选择后执行，并将检测输出结果输出到工业机器人。

### （3）D1 流程要求

① 视觉检测轮毂零件当前面的视觉检测区域 1。

② 检测结果为标准件，进入后序左侧流程。

---

③ 检测结果为异形件，进入后序右侧流程。

(4) D2 流程要求

① 视觉检测轮毂零件当前面的电子标签区域 1。

② 检测结果为奇数，进入后序左侧流程。

③ 检测结果为偶数，进入后序右侧流程。

(5) D3 流程要求

① 视觉检测轮毂零件当前面的视觉检测区域 2。

② 检测结果为有瑕疵，进入后序左侧流程。

③ 检测结果为无瑕疵，进入后序右侧流程。

(6) D4 流程要求

① 视觉检测轮毂零件当前面的视觉检测区域 3。

② 检测结果为标准加工，进入后序左侧流程。

③ 检测结果为定制加工，进入后序右侧流程。

(7) 上述 D1~D4 将逐一考评，实行单项计分；在单项计分过程中，仅允许选手手动演示或手动触发必要条件及相关设备，禁止改动软件程序、硬件接线及 IO 设置。

## 任务五 集成系统联调

### 1. 定制流程集成调试

**请注意：**请选手拿到赛卷后，首先检查轮毂数量、颜色贴纸数量、编号二维码贴纸数量和加工工序编码二维码贴纸数量，并按照特征值初始信息表 8 所示，将相应的贴纸粘贴到轮毂零件的相应位置，并按指定朝向放入随机仓位中。贴纸内容或数量有误需及时报告裁判进行更换。贴纸粘贴错误所引起的比赛结果与成绩评定由选手自己负责。

表 8 轮毂零件特征值初始信息表

赛卷编号	轮毂序号	初始放置仓位	初始放置方向	正面电子标签 1 二维码初始值 (产品系列编号)	背面电子标签 2 二维码初始值 (标准/定制加工 工序编码)	视觉检测区域 1	视觉检测区域 2	视觉检测区域 3	视觉检测区域 4
赛卷 1	轮毂 1	选手自行随机放置于任意仓位中	正面朝下	0001	B1C5C7C2	红色	绿色	绿色	绿色
	轮毂 2			0002	C2C5B1	绿色	绿色	绿色	红色
	轮毂 3			0003	C9B1C2	红色	红色	绿色	绿色
	轮毂 4			0004	B2C5	绿色	绿色	红色	绿色
	轮毂 5			0005	C6B2C7C2	红色	绿色	红色	绿色
	轮毂 6			0006	B2C8C2	绿色	红色	红色	绿色

### (1) 仓储排序

将 6 个轮毂零件按指定朝向放入指定仓位，要求选手启动仓储程序，按正面电子标签 1 的序号 01-06 将 6 个轮毂零件先从左至右、再从上到下的顺序放入对应仓位。

**注意：**在工件完成排序归位时，同时应保证所有轮毂正面朝上。

### (2) 定制加工工序

在完成仓储排序和工件翻转的前提下，选手发出启动信号，系统将自动按如下流程图（图 6）根据工件的标记信息完成自动化定制加工。

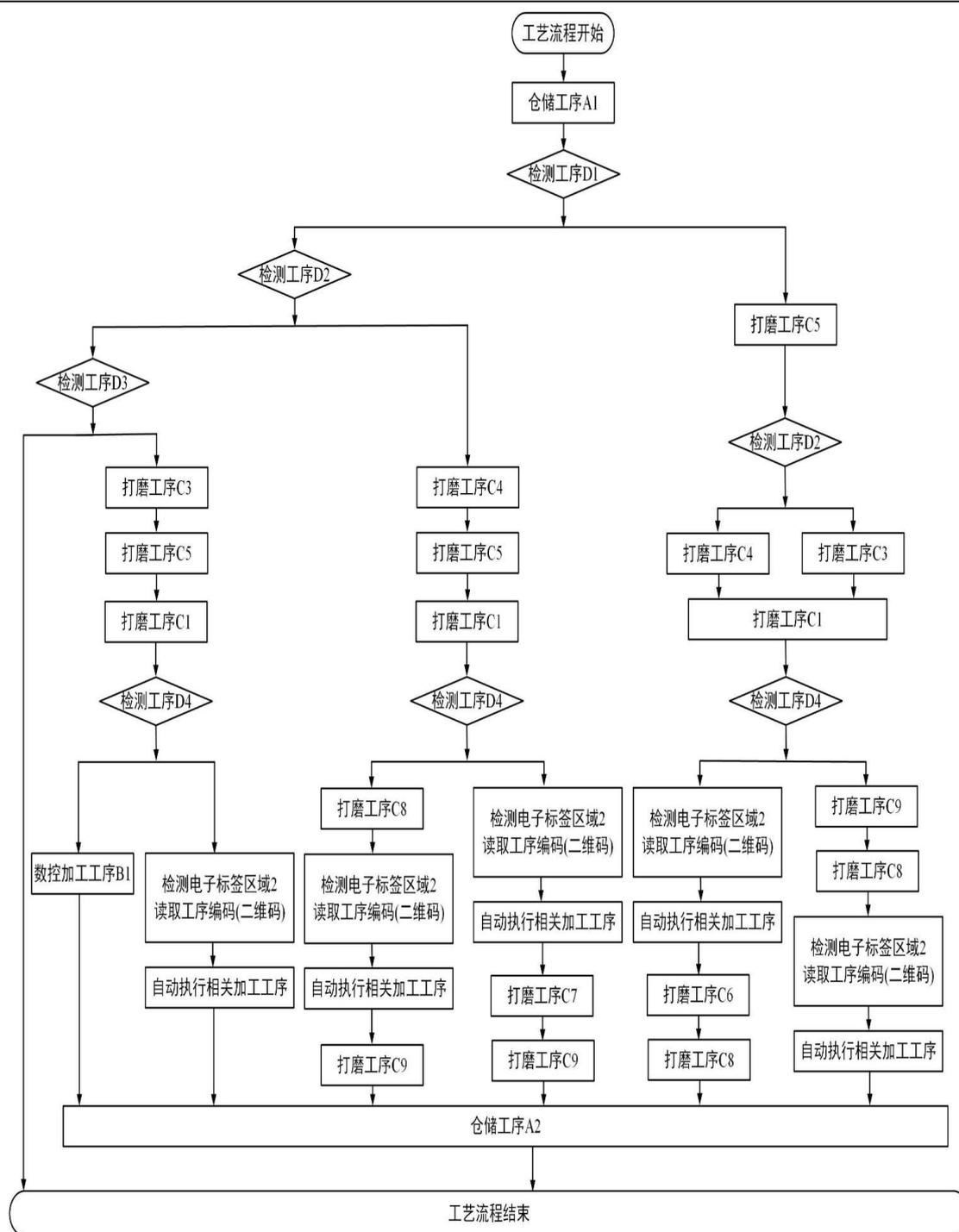


图 6 定制化生产产品实际工艺流程图

## 任务六 MES 系统集成

### 1. MES 系统开发

赛题中所给出的界面样式可做参考和开发依据，界面显示效果不做评分要求，选手根据赛题要求自行设计，满足信息展示和操作功能即可。界面开发所需的全

部图片素材（含本赛题任务书中的流程图，选手需在 20 个流程图图片中自行选取唯一与本赛题任务书完全一致的正确流程图）均存储在“D 盘:\参考资料”文件夹中。

### （1）WinCC 组态设置

根据控制系统方案设计结果，在 TIA 编程软件中建立 WinCC 工程项目，并使其与总控单元 PLC 建立正常通讯并实现信号交互。对数控系统的网络通信端口进行设置，并在 TIA 编程软件中对 WinCC 工程项目进行通讯设置，使数控系统和 WinCC 建立通讯连接并可在线设置交互信号。

### （2）欢迎界面



图 7 欢迎界面

- ① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目中新建页面（图 7），并将其设定为启动页面。
- ② 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 WinCC 项目在仿真运行时，可以在监控终端（电视）上正常显示，不会出现信息显示不全等问题。
- ③ 对页面控件进行布局 and 开发，可以通过按钮点击实现进入“手动界面”、“监控界面”、“订单界面”功能界面，并能够实现在各页面之间的相互返回与切换。

### （3）订单界面

- ① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目新建界面（图 8），可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。
- ② 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 WinCC 项目在仿真运行时，可

以在监控终端（电视）上正常显示，不会出现信息显示不全等问题。

③ 订单界面中，能够自动显示当前所加工的轮毂零件的基本信息，包括：

- ◆ 轮毂零件的计数信息；
- ◆ 轮毂零件的定制/标准信息；
- ◆ 轮毂零件的产品系列信息；
- ◆ 轮毂零件的加工工序编码信息（定制加工工序编码或标准加工工序编码）。

④ 订单界面中，能够自动显示当前所加工的轮毂零件的加工流程图，并且在加工流程图中，红色线框表示该轮毂零件所处的当前加工步骤。

⑤ 按下“开始自动生产”按钮后，可启动轮毂零件生产流程的自动化执行。

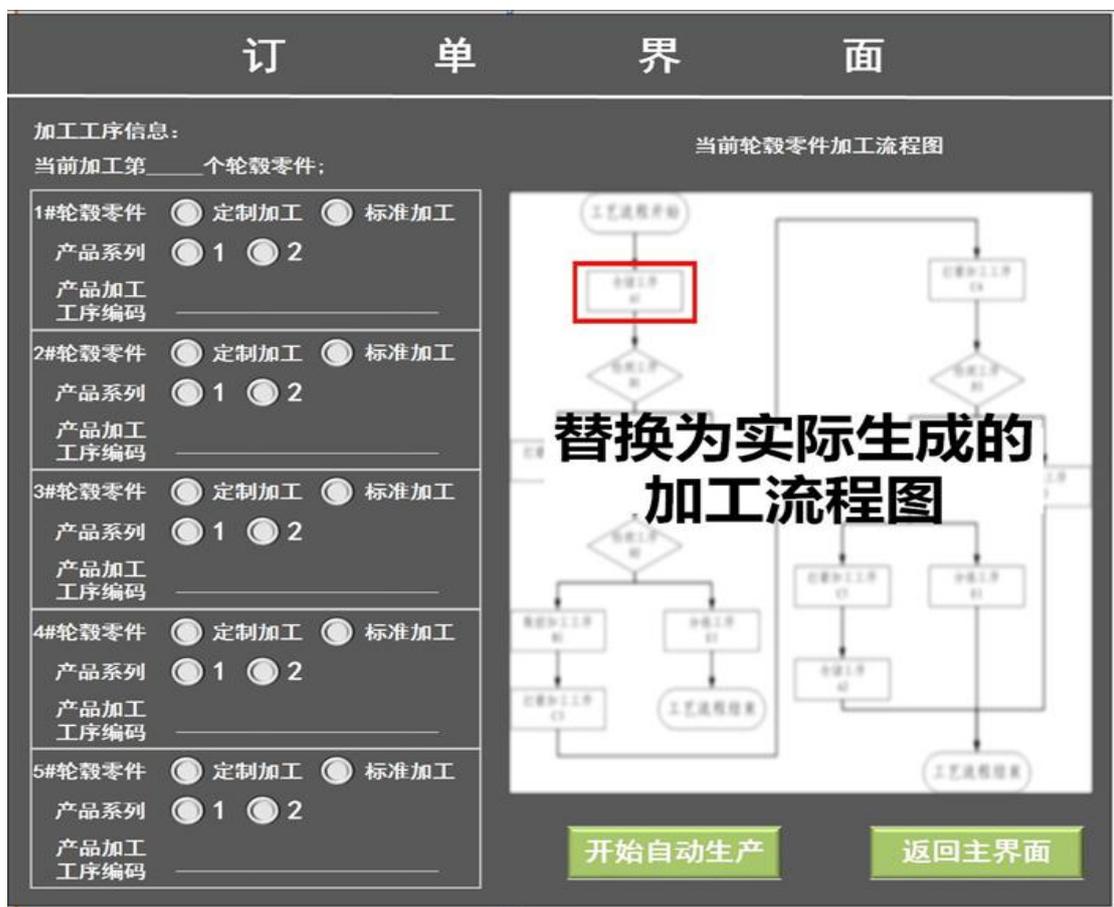


图 8 订单界面---加工信息显示与流程图替换

下面给出实际的轮毂零件在自动生成过程中，订单界面的显示画面（图 9）。需要说明的是，订单界面显示画面中的相关流程图、状态信息、数据信息都仅为参考，选手应当根据实际的轮毂零件状态信息制作相关画面及显示信息。

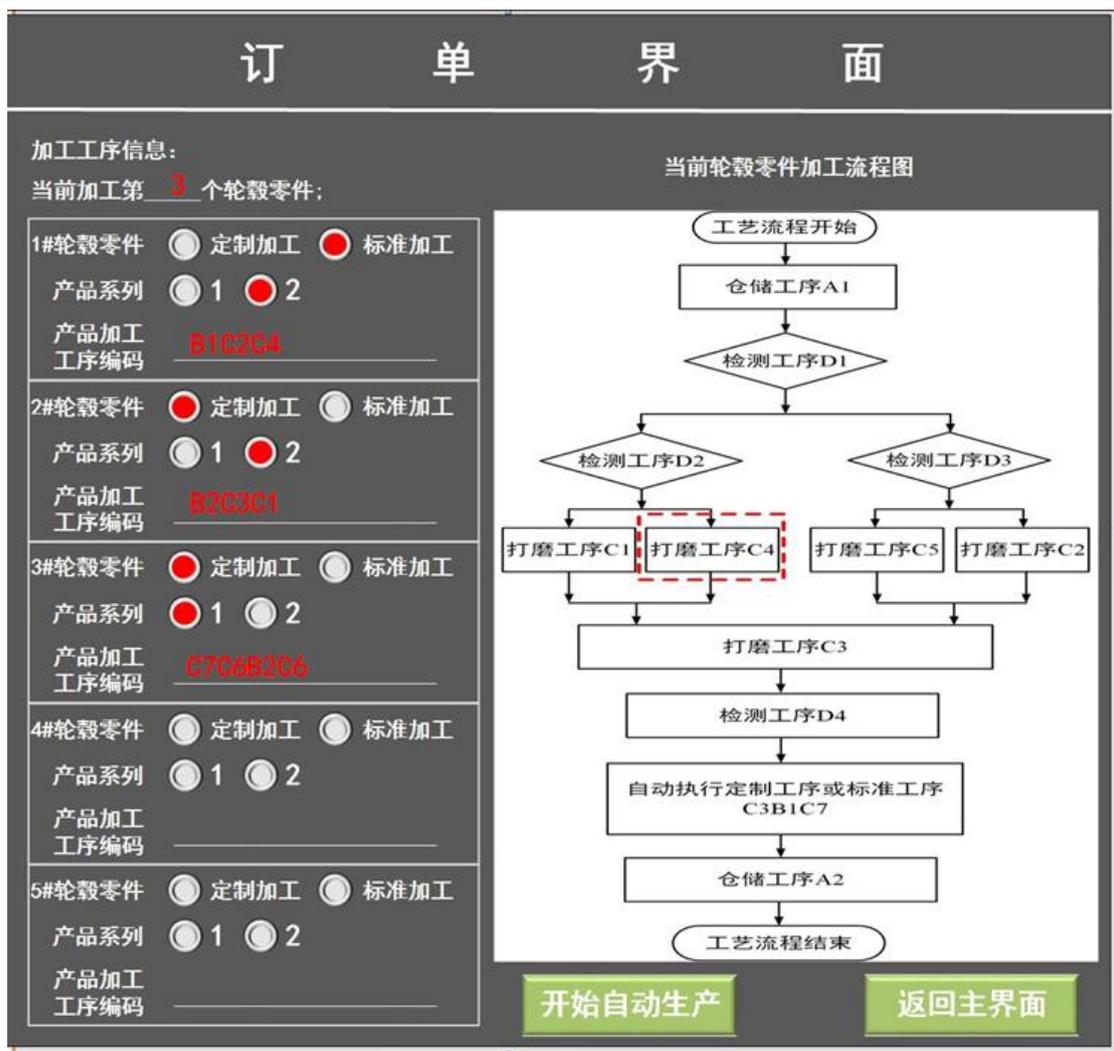


图 9 订单界面---实际生产运行中的加工信息显示与流程图运行状态

#### (4) 监控界面

① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目新建界面（图 10），可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。

② 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 WinCC 项目在仿真运行时，可以在监控终端（电视）上正常显示，不会出现信息显示不全等问题。

③ 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对表 9 中所示参数进行监控。

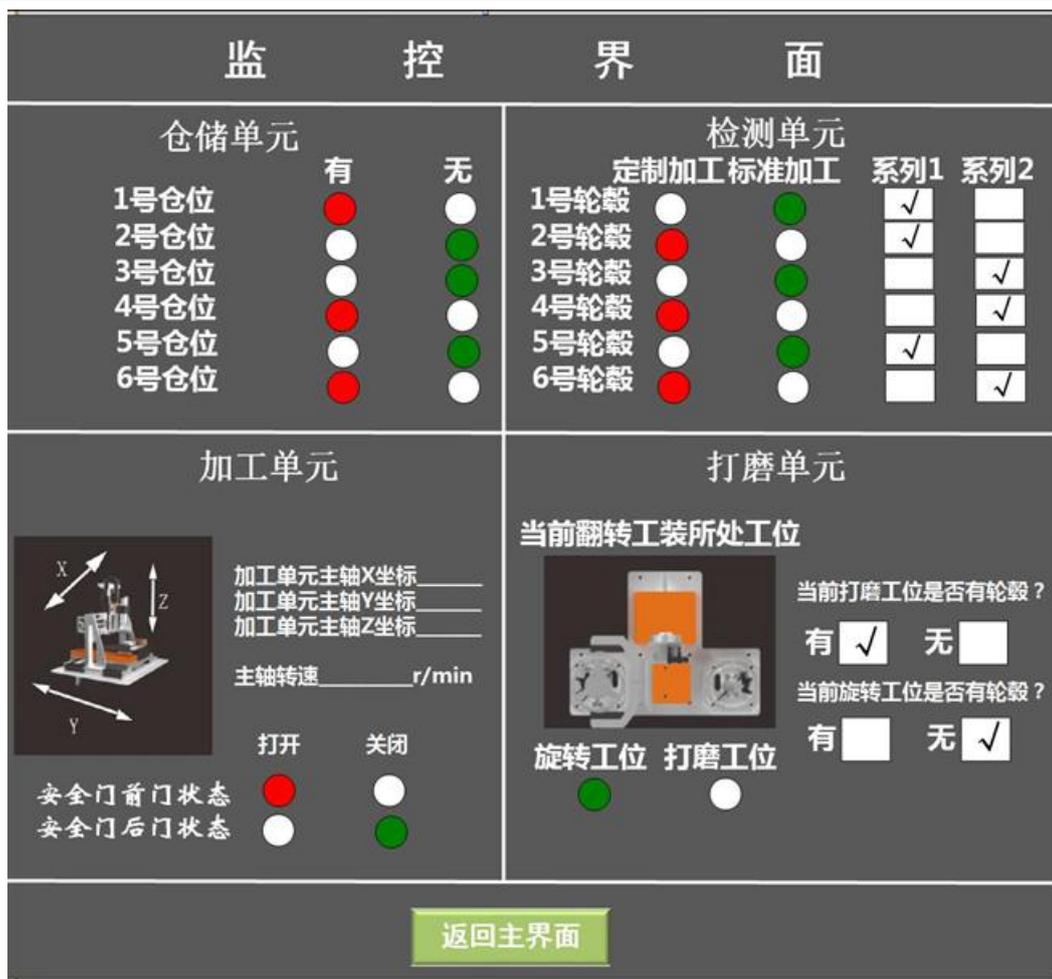


图 10 监控界面

表 9 监控参数列表

序号	单元	参数项
1	仓储单元	各仓位是否存储轮毂零件
2	检测单元	按加工顺序显示轮毂的产品系列信息
3		按加工顺序显示轮毂背面的视觉检测区域 3 的颜色检测信息
4	加工单元	加工单元主轴 X/Y/Z 坐标
5		主轴转速
6		安全门前门打开/关闭状态
7		安全门后门打开/关闭状态
8	打磨单元	打磨工位是否存储轮毂零件
9		旋转工位是否存储轮毂零件
10		翻转工装当前位置

## (5) 手动界面

① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目新建界面（图 11），可通过“欢迎界面”的相关控件打开画面，且该画面可退回到“欢迎界面”。

② 对页面属性和项目运行参数进行设置，使 WinCC 项目在仿真运行时，可以在监控终端（电视）上正常显示，不会出现信息显示不全等问题。

③ 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对由总控单元 PLC 板载 IO、各单元的远程 IO 模块、执行单元 PLC 板载 IO 和扩展 IO 模块所控制的电磁阀、伺服电机、传感器等，方便应用平台调试动作配合和在出现危险状态时手动恢复设备。参照图 5 所示的手动控件设计必要的远程 IO 手动操作控件并实现其功能。**注意：**选手需结合任务书实际任务内容，开发设计相关的手动模块，任务内容未涉及到的手动模块可以不考虑。



图 11 手动界面



图号	图名	材质	数量
	封面	卷面	设计
	比例: 1:1 视角: ④	设备	制图
	制造单元智能化改造与集成技术赛项专家组		审核
			日期

\*第一赛程结束\*



# ChinaSkills

## 2021 年全国职业院校技能大赛 高职组“机器人系统集成”赛项 竞赛任务书（样卷）

### 第二赛程

#### 选手须知：

1. 本赛程任务书共 5 页，如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行任务书的更换。
2. 参赛队应在 **2** 小时内完成本赛程任务书规定内容。
3. 竞赛工位提供 2 台计算机，参考资料存储在“**D:\参考资料**”文件夹中。选手在竞赛过程中利用计算机创建的程序文件必须存储到“**D:\技能竞赛**”文件夹中，未存储到指定位置的程序文件不作为竞赛成果予以评分。请及时对程序文件存储，建议每 10-15 分钟 1 次，客观原因断电情况下，酌情补时不超过 15 分钟。
4. 任务书中只得填写竞赛相关信息，不得出现学校、姓名等与身份有关的信息或与竞赛过程无关的内容，否则成绩无效。
5. 由于参赛选手人为原因导致竞赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队竞赛资格。

---

赛位号： \_\_\_\_\_

---

## 综合任务 职业素养

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。

### 任务六 MES 系统集成

在第一程的比赛成果基础上，对 MES 系统进一步改进，完成如下任务：

#### 2. MES 自动化流程演示

由裁判员提供未知参数轮毂，选手按要求放入指定位置后自动进行连续流程演示。在流程开始前和流程结束后，应用平台处于初始状态。初始状态要求如下：

①工业机器人处于安全姿态，无安装工具。

②平移滑台处于原点位置。

③快换工具按照需求摆放稳当。

④仓储单元所有仓位托盘缩回，指示灯正常点亮。

⑤加工单元主轴停转，主轴位于机床坐标系原点，数控机床安全门关闭，夹具位于前端并松开。

⑥打磨单元打磨工位和旋转工位夹具松开，翻转工装位于旋转工位，旋转工位旋转气缸处于原位。

⑦分拣单元传送带停止，分拣机构所有气缸缩回。

通过 WinCC 的订单界面直接进入定制化生产流程。生产过程分为原料加工、产品生产和工件回收三个部分。

① 在 WinCC 的“订单界面”中，点击“开始自动生产”按钮。系统进入生产过程，界面信息与生产过程同步。

② 总控单元三色灯仅绿色灯常亮，根据任务书工艺流程图开始轮毂零件的生产工艺流程。每个轮毂从仓位取出到放回仓位算一个流程，单独评分。

③ 完成所有流程后，总控单元三色灯仅黄色灯常亮。

**要求：**工业机器人可保持在手动状态，程序开始执行后未通过任何人工干预

完成所有既定内容才算为完整流畅过程。

### 3. 云端数据上传

云端数据上传调试，使用 VB 脚本。

(1) 点击系统左下角搜索框，输入 cmd→右键点击“命令提示符”，选择“以管理员身份运行”→在命令提示符中输入 `regsvr32 "C:\Program Files(X86)\Siemens\Automation\SCADA-RT_V15\WinCC\aplib\WinCC_DLL_VB.dll"`→点击回车提示注册成功。

(2) 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目添加 VB 脚本文件，可通过计划任务中增加定时触发 VB 脚本事件或在 VB 脚本中实现无条件循环，实现数据采集与上传程序持续运行。

(3) 对 VB 脚本程序进行开发，建立与云数据服务器的连接，其中服务器参数 (WebServiceArea) 为 0、竞赛编号 (CompetitionCode) 为 GZ2021002、设备编号为 GZ2021002ABCD，其中 AB 为场次号 (默认为 01)、CD 为赛位号 (01/02/03/04...)，密码 (PassWord) 为 123456。云数据服务器参数如表 1。

表 1 云数据服务器参数

序号	参数项	参数值
1	服务器参数 (WebServiceArea)	0
2	竞赛编号 (CompetitionCode)	GZ2021002
3	设备编号	GZ2021002ABCD 其中 AB 为场次号 (默认为 01) CD 为赛位号 (01/02/03/04.../99)
4	密码 (PassWord)	123456
5	Parameter	上传参数结构体

(4) 对 VB 脚本程序进行开发，将 WinCC 项目中所采集到参数信息汇总后上传到云数据服务器，要求上传信息如表 2 所示。

表 2 上传参数列表

序号	单元	参数项
1	仓储单元	各仓位是否存储轮毂零件
2	加工单元	主轴转速

(5) 打开移动终端（平板）中的监控 APP，点击软件右上角齿轮图标打开“设置”-“服务器”，选择“本地”，点击“当前设备-未登录”后根据表 2 利用本赛位的设备编号和密码登录，返回到“设置”在“竞赛列表”中选择本次竞赛编号，回到主画面测试监控数据是否正常。

## 任务七 拓展任务

此部分任务，需要选手在集成系统上进行调整。请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。

### 文档任务：

结合工作任务，编写用户手册。制作 docx 文本文件，文件名称为“工位 Y—用户手册”，Y 是工位数 01-99。如 05 工位的选手，文件名称应为“工位 05—用户手册.docx”，保存至指定文件夹。

用户手册应包括如下内容：

1) 安全注意事项

描述操作时的安全注意事项

2) 系统功能描述

描述本设备主要功能。

3) 系统设备组成

描述设备的主要功能模块。

---

#### 4) 系统使用方法

描述系统操作功能：启动运行、停止、参数设置等操作的方法；

描述欢迎界面、订单界面、监控界面、手动界面等功能界面的演示操作方法并呈现相应的结果。

给出三色指示灯含义说明。

#### 5) 用户维护方法

对平台设备常见故障的诊断和排除方法进行说明。

**\*第二赛程结束\***