



ChinaSkills

2022 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（赛卷 5 基础任务）

选手须知：

1. 本任务书共 32 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 **7** 小时内完成本任务书规定内容。
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. 任务书中只允许填写竞赛相关信息，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。
6. 选手在比赛期间任何时间，均不得损毁、丢弃与比赛相关的材料、工具、图纸、程序、文件等相关资料，否则取消选手比赛资格，比赛成绩以零分计。

场次号： _____ 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。

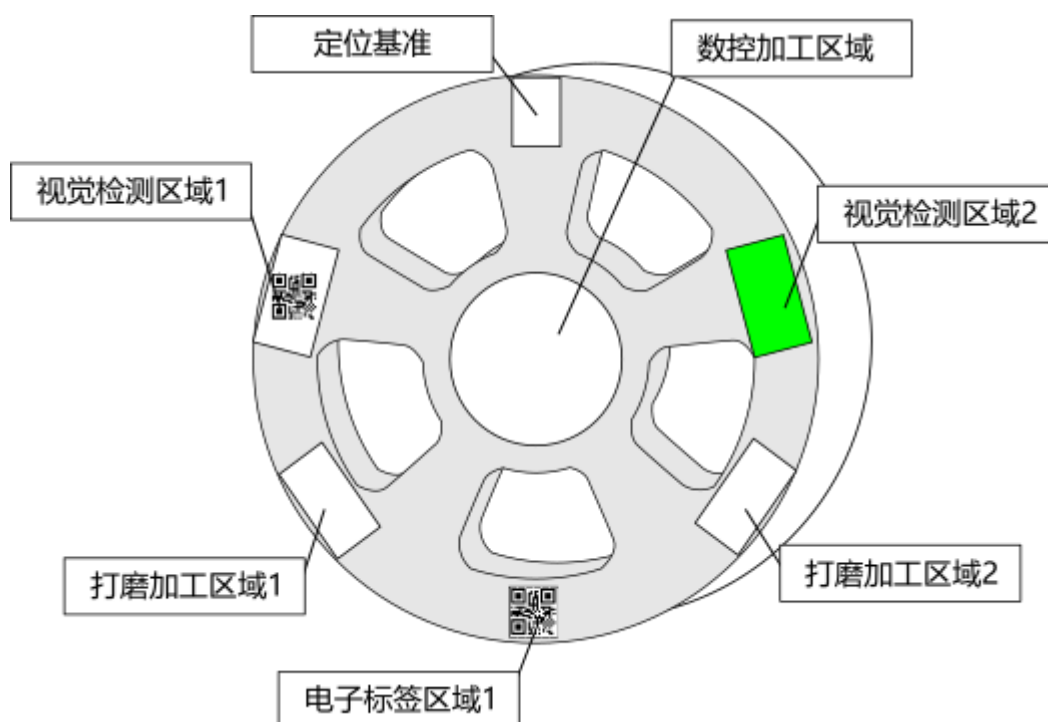


图1 轮毂零件正面特征分布

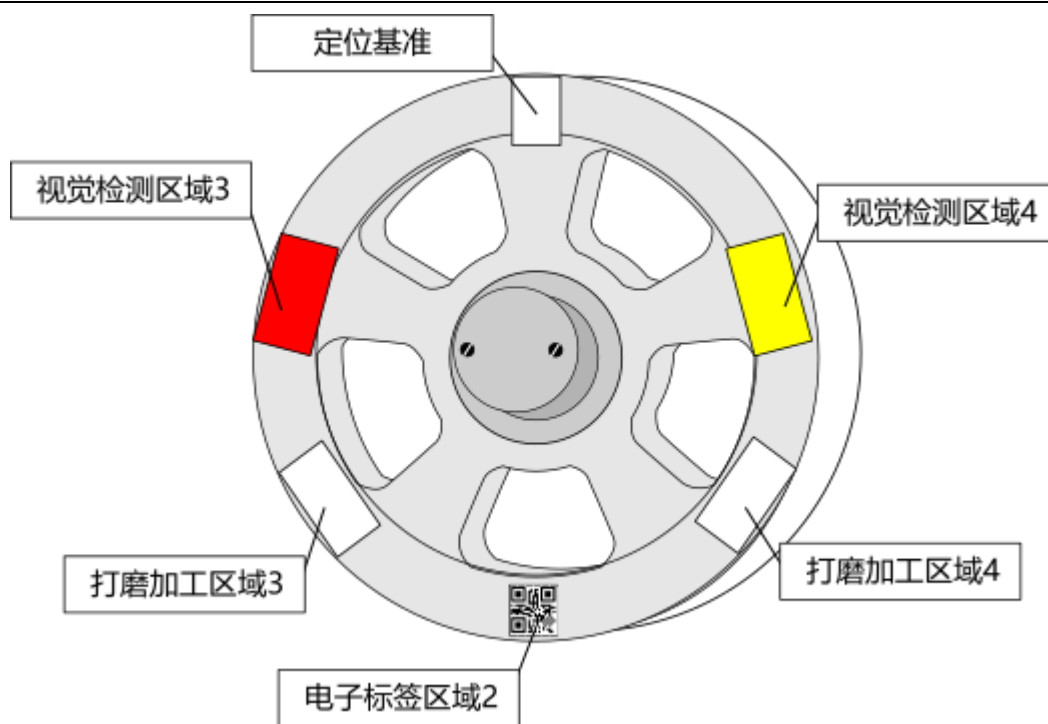


图 2 轮毂零件背面特征分布

(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：P01 表示产品属于 1 系列；P02 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；标准加工工序二维码内容为 BZ，定制加工工序代码为一组 2-3 个单工序的组合，如 B2C2C3，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/黄）的贴纸或二维码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用于识别优良品，合格品及废品：检测识别结果分别为F1,F2,F3。检测结果F1为优良品，F2为合格品，F3为废品；
- ◆ 视觉检测区域2用于识别零件是否存在瑕疵：检测识别结果为绿色则不存在瑕

疵；检测识别结果为红色或黄色则存在瑕疵；

- ◆ 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,检测识别结果为绿色或黄色则是标准加工;
- ◆ 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,检测识别结果为绿色或黄色则是粗加工件。

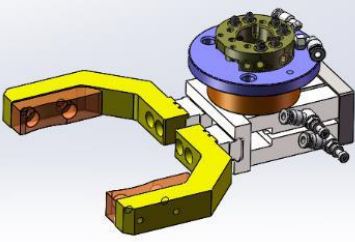
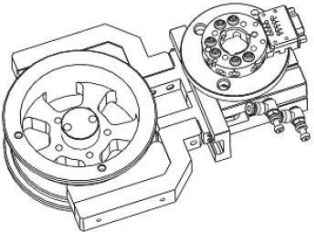
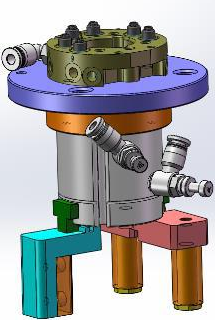
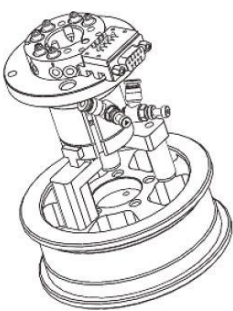
(5) 数控加工区域为可替换的塑料圆片,利用加工单元在其上进行雕刻加工。
具体加工内容由工序决定。

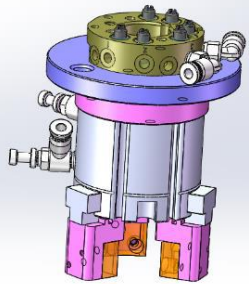
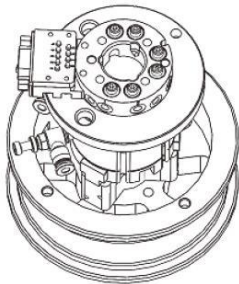
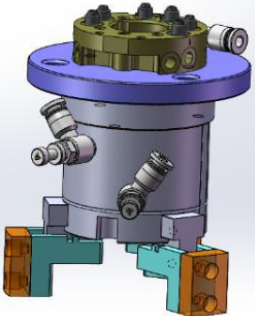
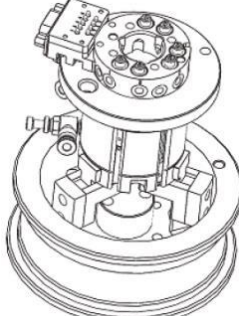
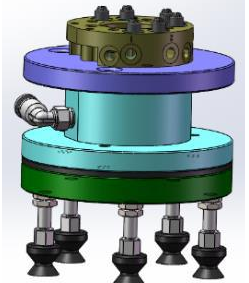
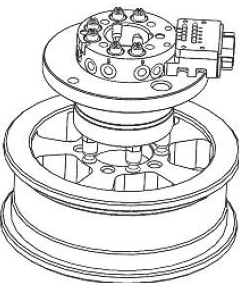
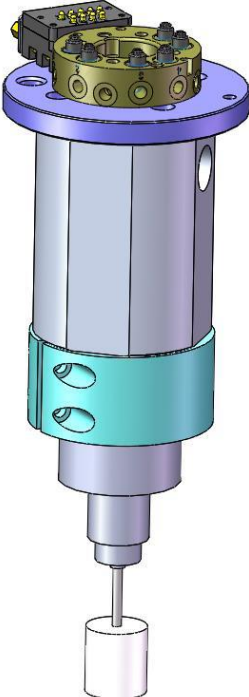
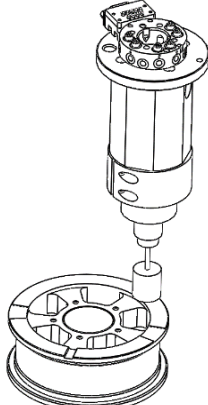
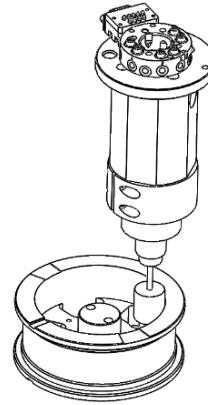
注意：仅轮毂正面中间位置可进行数控加工。

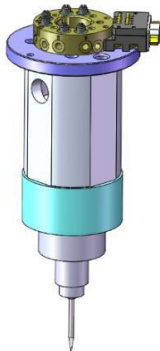
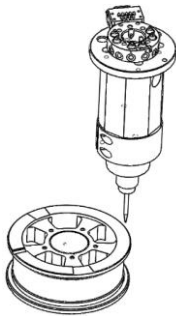
(6) 轮毂的拾取与打磨须采用指定专用工具实现,如轮毂的正面拾取与背面拾取,轮毂的端面打磨与侧面打磨等,均须采用不同的工具实现相应功能。具体工具的功能描述如下表 1 所示。

请结合不同工具的不同功能,在相应的工艺流程中快换不同工具以实现相应的功能。

表 1 不同工具的功能示意

号	工 具名称	工具模型图	功能描述	功能示意图
	轮辋外圈夹爪		气动控制,实现对零件轮辋外圈的稳定拾取,配有快换系统工业机器人法兰侧,可实现与工具侧的快速匹配、安装与释放	
	轮辐夹爪		气动控制,实现对零件轮辐外侧的稳定拾取,配有快换系统工具侧,可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	

轮毂 夹爪			气动控制，实现对零件轮毂外圈的稳定拾取，配有快换系统工具侧，可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	
轮辋内圈夹爪			气动控制，实现对零件轮辋内圈的稳定拾取，配有快换系统工具侧，可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	
吸盘工具			气动控制，实现对零件轮辐表面的稳定拾取，配有快换系统工具侧，可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	
端面 / 侧面打磨工具			电动控制，利用端面 / 侧面毛刷对轮毂的端面或侧面进行打磨加工（端面采用毛刷底部打磨，侧面采用毛刷侧面打磨），配有快换系统工具侧，可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	 <p>端面打磨</p>  <p>端面打磨</p>

	去毛刺 / 校 准 尖点工 具		电动控制，利用所安装的尖点校准工具对机器人实施引导，进而实现TCP校准；亦可模拟完成去毛刺功能；配有快换系统工具侧，可实现与工业机器人法兰侧的快速匹配、安装与释放	
--	--------------------------	---	---	---

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某特征信息（如视觉检测区域 3 的颜色）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：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，贴纸内容或数量有误需及时报告裁判进行更换。比赛调试阶段选手自行粘贴使用，在评分过程中由裁判指定选手粘贴，贴纸粘贴错误所引起的比赛结果与成绩评定差错由选手自己负责。

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。

注意：任务书附一已绘制的布局不允许更改。

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工艺流程图 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 2 个轮毂零件的定制化生产流程，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 2 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。

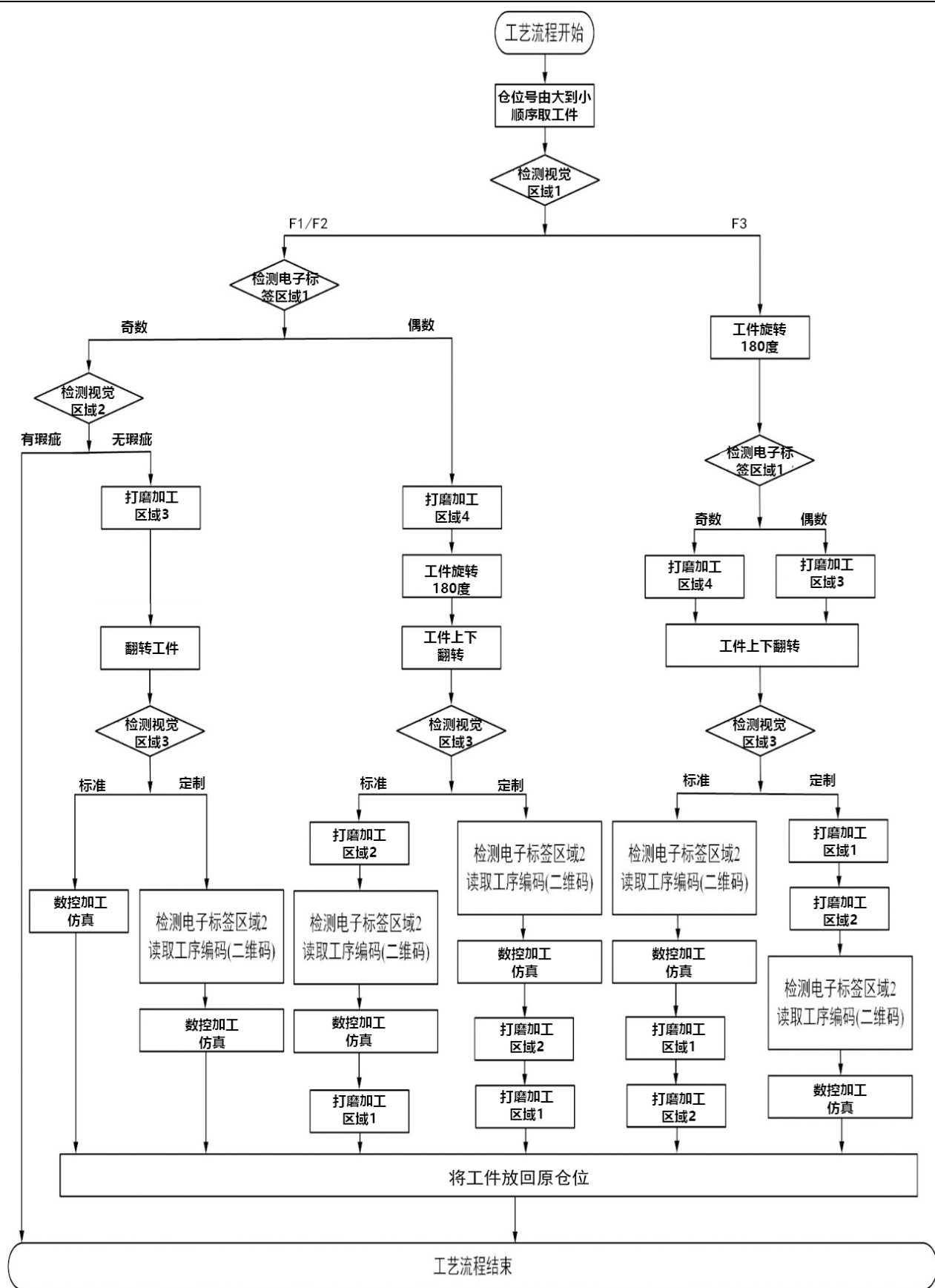


图3 定制化生产产品工艺流程图

表 2 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	电子标签区 域 1	电子标签区 域 2	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
3	正面向下	P02	B2	F3	绿色	红色	红色
5	正面向下	P03	BZ	F1	绿色	黄色	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

4. 故障诊断与排除

1) 总控单元的台面部分存在电气接线故障 1 处，请参照电气接线图判断故障位置，并修复。

2) 仓储单元的台面部分存在电气接线故障 1 处，请参照电气接线图判断故障位置，并修复。

注意：不涉及强电部分。

（若无法排除故障，正式开赛 90 分钟后可由选手向现场裁判申请技术人员帮助排故，恢复过程不予补时，评分表中此项不得分）。

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操作，在“DeviceNet Device”添加工业机器人的 DSQC652 模块，其模块参数如表 3 所示。根据提供的执行单元内部接线图，建立信号表。

表 3 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 4 所示。根据所提供的执行单元内部接线图，建立信号表。

表 4 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 5。

表 5 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 **600:1**，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

现有 7 种工具已按序摆放在工具架上，使用过程中不允许更换工具对应位置。

工具单元 1 号位置摆放吸盘工具，工具单元 2 号位置摆放轮辐夹爪，工具单元 3 号位置摆放轮辋内圈夹爪，工具单元 4 号位置摆放轮辋外圈夹爪，工具单元 5 号位置摆放轮毂夹爪，工具单元 6 号位置摆放去毛刺尖点，工具单元 7 号位置摆放端面打磨头。

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 工业机器人检测仓储单元轮毂初始正反面朝上数量。
- ② **初始正面朝上数量多**时优先取出所有仓位中编号较大的轮毂零件。反之优先取出所有仓位中编号较小的轮毂零件。
- 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。

初始轮毂放置 3 个，由裁判按标准现场指定。

(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 轮毂零件属于优良品的，按序放置于料仓的上层仓位（仓位编号从小到大使用）；轮毂零件属于合格品或废品的，按序放置于料仓的下层仓位（仓位编号

从小到大使用）。

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，放置于任意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，再将取出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 6 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 6 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

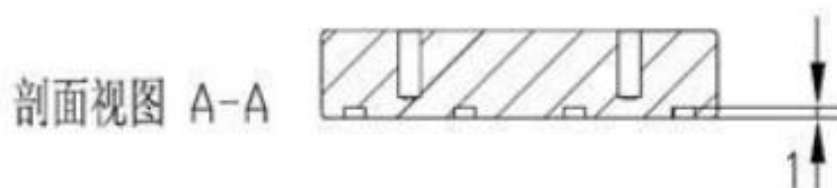
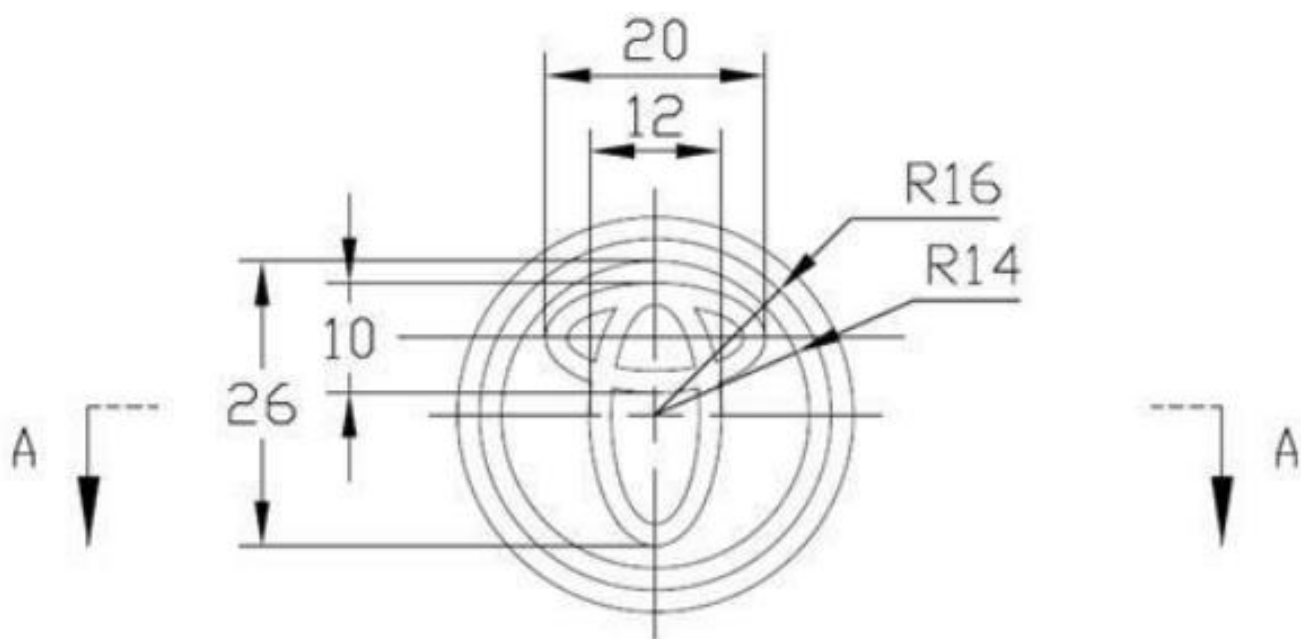
（2）建立机床坐标系原点

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 若轮毂零件电子标签区域 2 的加工工序二维码为“BZ”，则需完成：

- ✓ 根据图 5 所示的车标 LOGO 加工图纸和表 7 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2mm，中间加工图形为椭圆线图案。

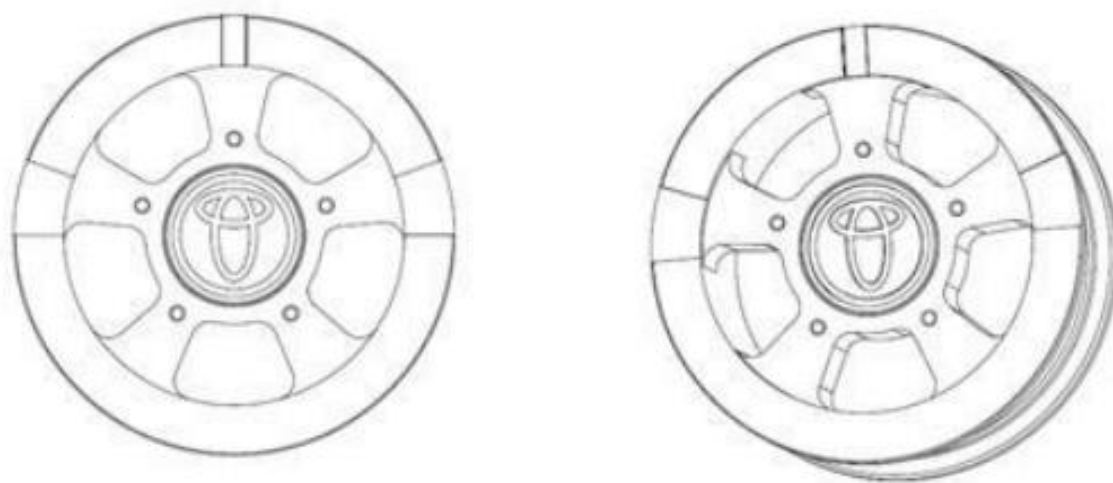


图 5 车标 LOGO 数控加工图纸

表 7 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 若轮毂零件电子标签区域 2 的加工工序编码不是 BZ（例：如 B2C3C10），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“B2C3C10”，则应按顺序依次完成工序： B2→C3→C10）；
- ✓ 其中 B2 流程，应根据表 8 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“B2C3C10”数字和字母的“雕刻”）；

表 8 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 0-9、英文字母 A、B、C、D、E 的数控加工程序需选手自行编制；
- ✓ 数控加工完成车标 LOGO（即 BZ 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）BZ 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。

(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 旋转工位旋转 180° 。

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 1 及打磨加工区域 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。

(10) C10 流程要求

按顺序连续执行 C7C2 流程。

(11) 上述 C1~C8, C10 将分组考评, 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——产品批次编码(二维码)进行识别, 输出产品加工批次编码(如: 01 表示产品属于批次 1)。

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，在视觉单元显示屏输出产品加工工序编码（如 B1C1C2）。

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——二维码的贴纸进行识别；视觉检测区域 1 用于识别优良品，合格品及废品：检测识别结果分别为 F1,F2,F3。检测结果 F1 为优良品，F2 为合格品，F3 为废品。在视觉单元显示屏输出检测结果。

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/黄）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：检测识别结果为绿色则不存在瑕疵，输出 OK；检测识别结果为红色或黄色则存在瑕疵，输出 NG；

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/黄）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 NG；检测识别结果为绿色或黄色则是标准加工，输出 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/黄）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 NG；检测识别结果为绿色或黄色则是粗加工件，输出 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。

（1）D1 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 输出检测的二维码结果。

（2）D2 流程要求

- ① 视觉检测轮毂零件当前面的电子标签区域 2。
- ② 输出检测的二维码结果。

（3）D3 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 输出检测的二维码结果。

（4）D4 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 根据检测结果输出 NG 或 OK。

（5）D5 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 根据检测结果输出 NG 或 OK。

（6）D6 流程要求

- ① 视觉检测轮毂零件当前面的视觉检测区域 4。
- ② 根据检测结果输出 NG 或 OK。

（7）上述 D1~D6 将考评计分过程中，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。

7. 分拣单元

分拣单元改造根据控制系统方案设计结果和所提供的分拣单元内部接线图，实现以下功能：

- ① 根据外部指令启动传动带，并当轮毂零件运动到指定分拣机构前，传送带停止。
- ② 当轮毂零件触发传送带起始端传感器后，根据外部指令将指定分拣机构升降气缸降下。
- ③ 当轮毂零件运动到指定分拣机构前，该分拣机构推动气缸将轮毂零件推入分拣道口，再通过该道口的定位气缸将轮毂零件定位到 V 型槽处，保持 3s 后缩回。
- ④ 分拣道口使用顺序为从 1 到 3；
- ⑤ 机器人可将轮毂零件从分拣单元的 3 个分拣道口取出；

⑥ 轮毂仅采用**正面朝下**的方式放置到传动带起始端。

E1 流程要求：

- ① 机器人将轮毂零件**直接放置**到分拣单元的 3 个分拣道口。
- ② 放置到分拣道口的顺序为**由大到小**依次使用。

任务五 集成系统联调

1.流程集成调试

集成系统联调是在前面机器人系统集成的基础上完成轮毂的仓储检测加工全过程。涉及 3 个轮毂零件（轮毂序号为 01~03）。

联调过程选手除按裁判要求启动流程外，不得触碰机台任何区域，机器人处于自动运行状态。

各个轮毂的初始位置与初始状态描述如下：

表 8 轮毂零件特征值初始信息表

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 (产品批次号)	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
轮毂 01	裁判指定仓位	随机	随机	随机	随机	随机	随机	随机
轮毂 02			随机	随机	随机	随机	随机	随机
轮毂 03			随机	随机	随机	随机	随机	随机

所有轮毂应先根据视觉检测区域 3（标准加工/定制加工）的检测结果，判断属于标准加工还是属于定制加工。

1. 标准加工轮毂

工序流程可自行设计，但需满足如下要求：

- ① 所有轮毂均需经过出仓工序 A1 和回仓工序 A2；
- ② 所有轮毂均需经过基础打磨工序 C3、C4；
- ③ 所有轮毂需经过数控加工工序，由其背面电子标签二维码中的 BZ 或非 BZ（如 B2C4）决定；
- ④ 所有轮毂需经过的特殊打磨工序，由其视觉检测区域 2 的颜色定制，对应关系为，红色进行 C6 工序，绿色对应 C7 工序，黄色对应 C8 工序；
- ⑤ 轮毂如属于精加工（视觉检测区域 4 为红色），必须在归仓前经过 C2 工序；
- ⑥ 所有轮毂在加工过程中，可自行按需设置工件翻转工序 C5；翻转次数没有限制。

2. 定制加工轮毂

加工处理工序流程可自行设计，但需满足如下要求：

- ① 所有轮毂均需经过出仓工序 A1 和分拣工序 E1；
- ② 所有轮毂均需经过基础打磨工序 C3、C4；
- ③ 所有轮毂需经过数控加工工序，由其背面电子标签二维码中的 BZ 或非 BZ（如 B2C4）决定；
- ④ 所有轮毂需经过的特殊打磨工序，由其视觉检测区域 2 的颜色定制，对应关系为，红色进行 C6 工序，绿色对应 C7 工序，黄色对应 C8 工序；
- ⑤ 轮毂如属于废品（视觉检测区域 1 二维码为 F3），必须以轮毂数控加工圆

片中间加工雕刻出“×”形线，例如：；如属于优良品或合格品，不做处理。

- ⑥ 所有轮毂在加工过程中，可自行按需设置工件翻转工序 C5；翻转次数没有限制。

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均存储在“D 盘:\参考资料”文件夹中。本任务书中的流程图，选手需根据实际流程自行绘制。

（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 6 欢迎界面

- ① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目中新建页面（图 6），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”、“拓展任务一”、“拓展任务二”等功能界面，并能够实现在各页面之间的相互返回与切换。

④ 各拓展任务界面预留，实际要求见拓展任务说明。

（3）订单界面

① 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目新建界面（图 7），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；
- ◆ 轮毂零件的产品批次信息；
- ◆ 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）。
- ◆ C3, C4 打磨工序实时计时（运行到该工序开始计时，该工序完成停止计时）

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**（图 7 中为与流程线区分清楚，用虚线表示此随加工步骤变动的红色线框）。

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。

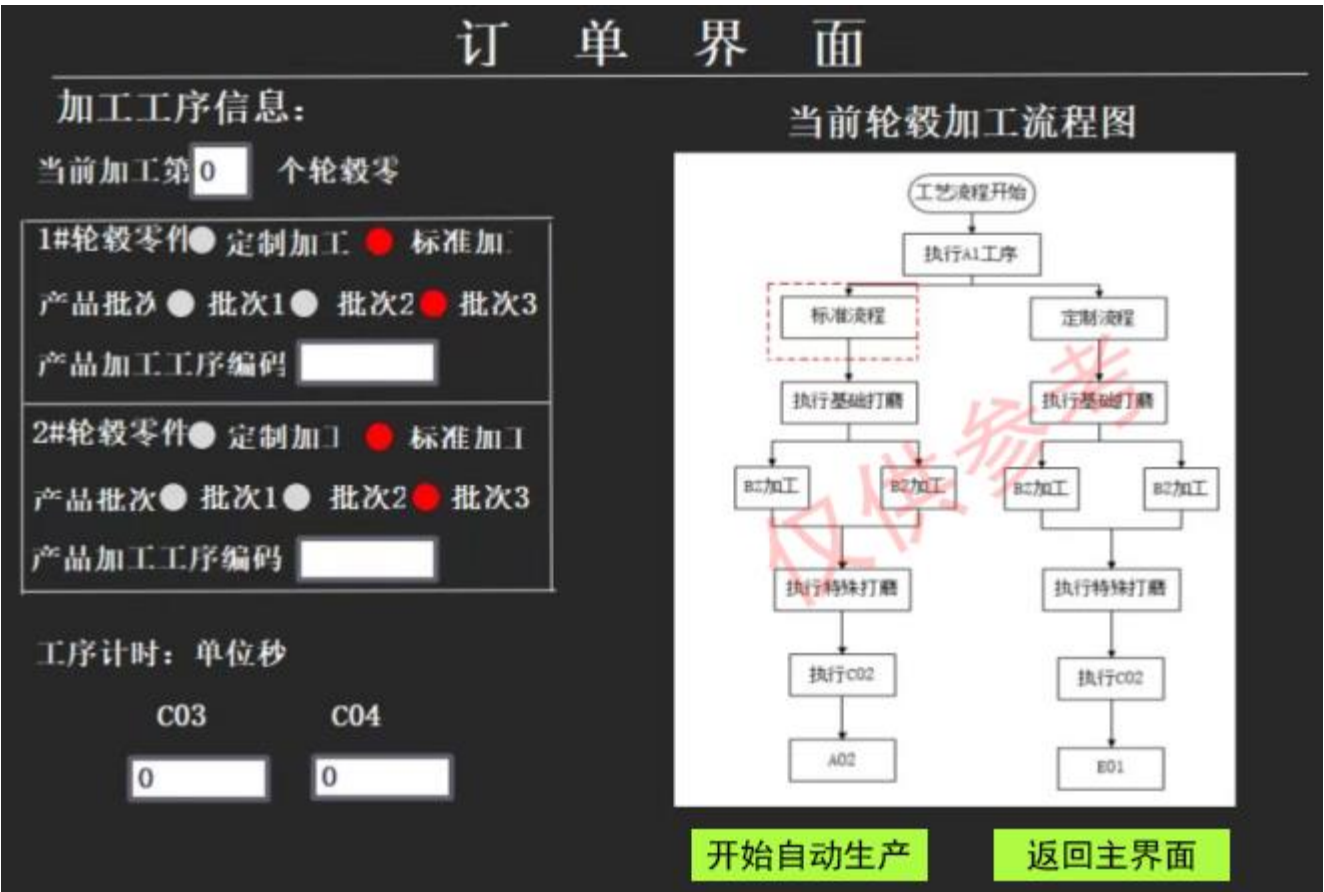


图 7 订单界面---加工信息显示与流程图替换

(4) 监控界面

- 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。
- ⑥ 对页面控件进行布局 and 开发，可以实现对表 10 中所示参数进行监控。

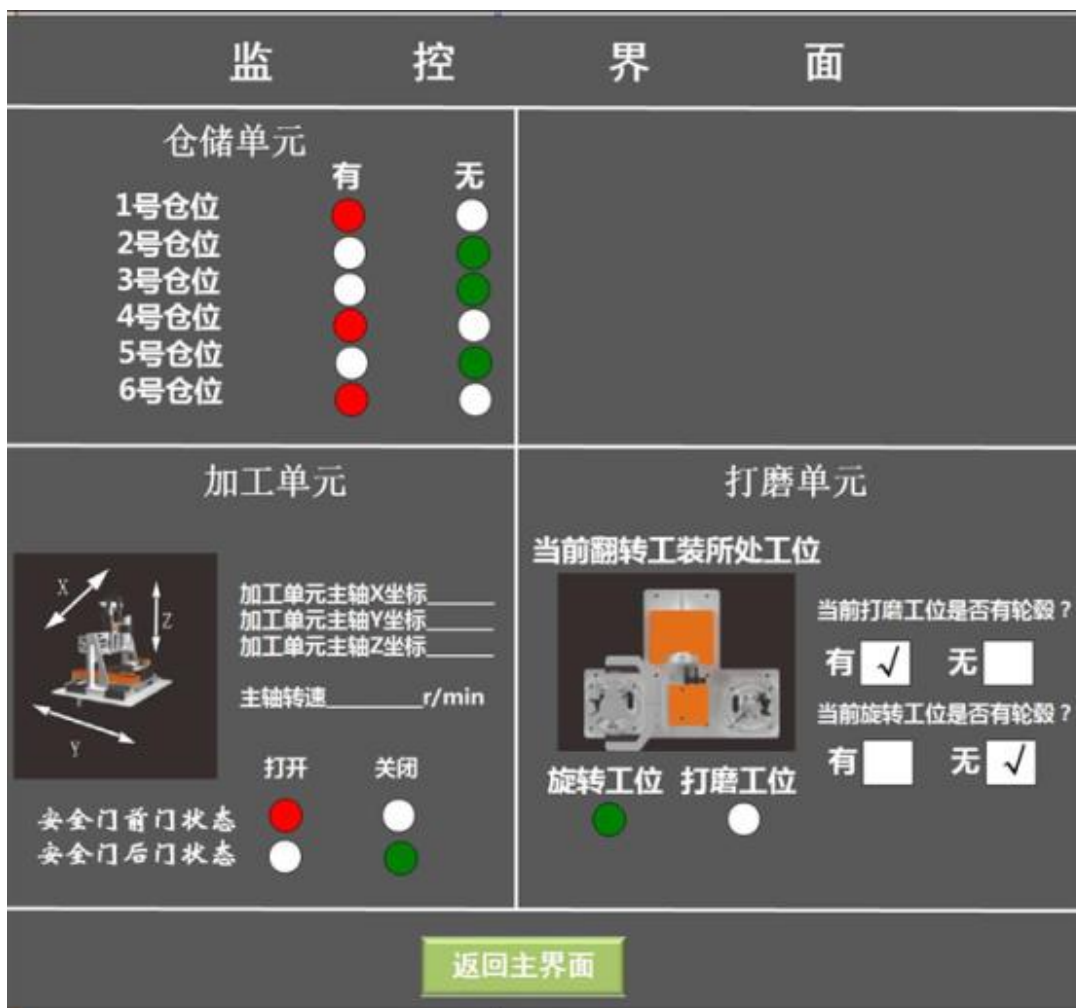


图 8 监控界面

表 10 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	加工单元	加工单元主轴 X/Y/Z 坐标
3		主轴转速
4		安全门前门打开/关闭状态
5		安全门后门打开/关闭状态
6	打磨单元	打磨工位是否存储轮毂零件
7		旋转工位是否存储轮毂零件
8		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 9），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 9 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 9 手动界面

2. MES 自动化流程演示

本部分与任务五集成系统联调同步进行评分，联调未完成，则本部分评分同时结束。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 的欢迎界面进入订单界面。

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要求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或回分拣道口算一个流程，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：工业机器人保持在自动状态，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 GZ2022002、设备编号为 GZ2022002ABCD，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 11。

表 11 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）	GZ2022002
3	设备编号	GZ2022002ABCD 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

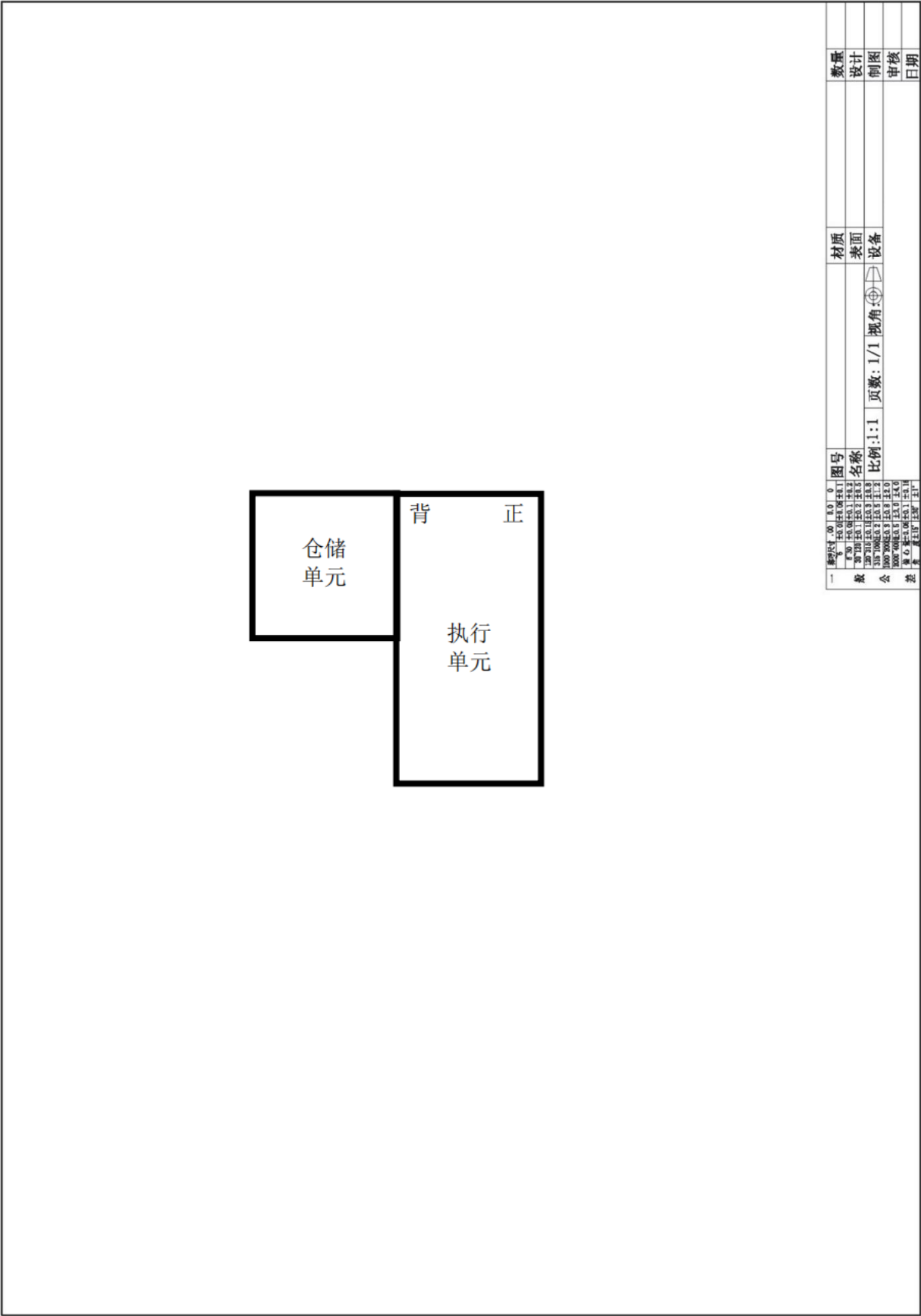
（4）对 VB 脚本程序进行开发，将 WinCC 项目中所采集到参数信息汇总后上传到云数据服务器，要求上传信息如表 12 所示。

表 12 上传参数列表

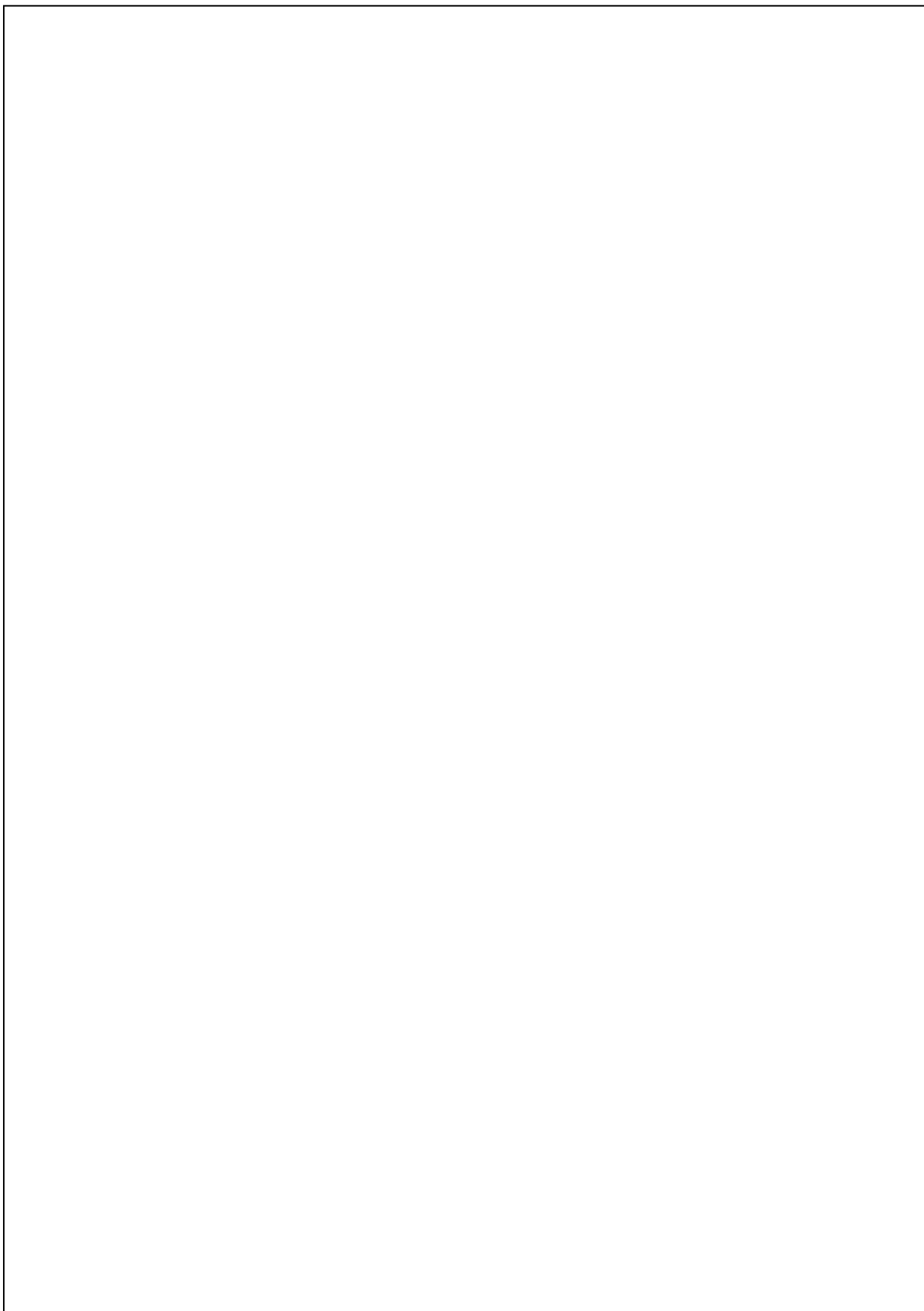
序号	单元	参数项
1	仓储单元	各仓位是否存储轮毂零件
2	加工单元	主轴转速

（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。

附一 系统布局方案



附二 控制系统方案





ChinaSkills

2022 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（赛卷 5 拓展任务）

本任务书共9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。其余要求同任务书封面选手须知。

场次号：_____ 赛位号：_____

任务七 拓展任务

由于加工需求变化，需要在前面完成任务的基础上进行功能拓展。选手需在已完成的各功能模块系统的基础上，通过 PLC 编程、数控加工编程及工业机器人编程等，满足相关功能需求。各拓展任务单独评分，不进行联调。

1. 拓展任务一：定制理仓功能开发

(1) 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目中新建页面（图 1），可从欢迎页面点击“拓展任务一”进入该页面，并可从该页面返回至欢迎页面。

(2) 在此页面可以选择 A3 流程的不同选项，通过启动按钮开始 A3 理仓流程。

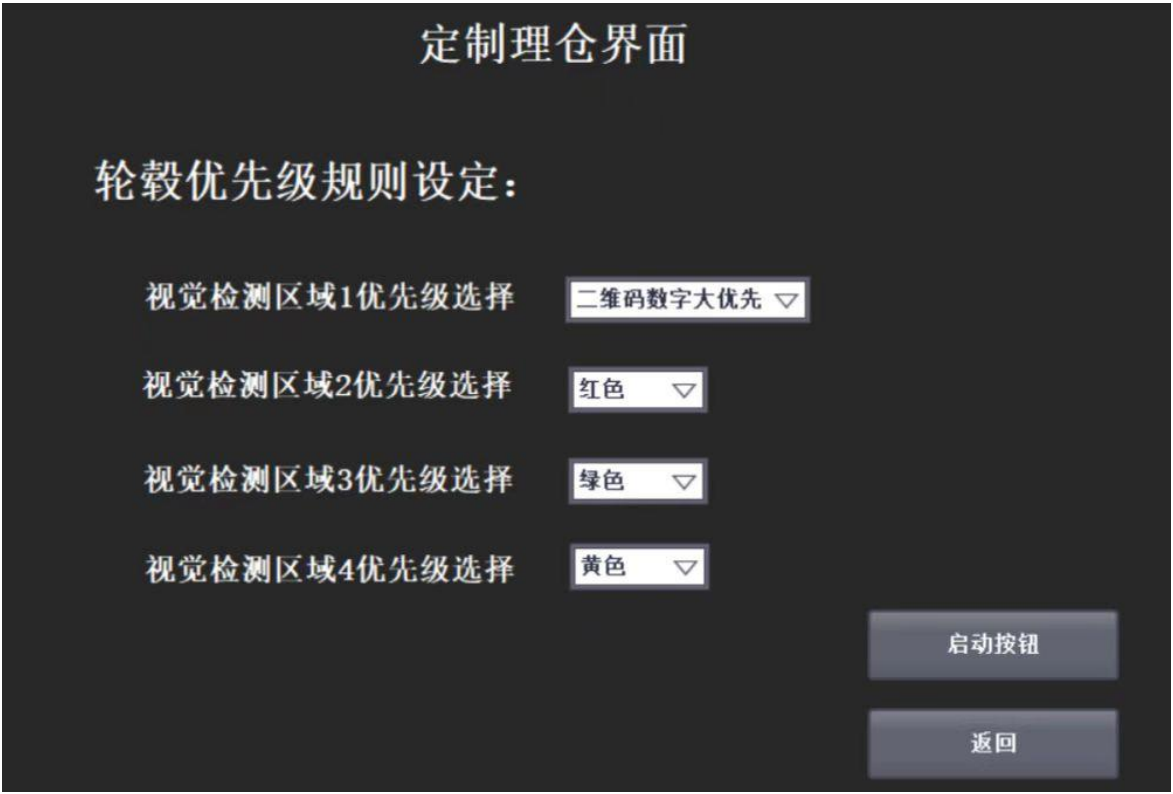


图 1 拓展任务一——定制理仓

(3) A3 流程要求如下：

- ① 工业机器人由仓储单元将轮毂零件依次取出。
- ② 用检测单元对轮毂零件的视觉检测区域 1 区的二维码编号和 2、3、4 区的红绿黄颜色情况进行检测识别。
- ③ 对轮毂进行排序，按照轮毂优先级使用仓位，仓位号 1-6 由大至小使用，

即优先级越大的轮毂应放至仓位号越大的仓位。

④ 轮毂优先级规则为：

1) 先由视觉检测 1 区的二维码编号大小决定优先级，在二维码数字相同情况下再依次由 234 区优先颜色决定其优先级，其他颜色不做区分。其排序选项如下：

表 1 理仓排序选项

优先级项目	可选项
视觉检测区域 1 优先级	二维码数字大优先；二维码数字小优先
视觉检测区域 2 优先级	红色；绿色；黄色；
视觉检测区域 3 优先级	红色；绿色；黄色；
视觉检测区域 4 优先级	红色；绿色；黄色；

轮毂数量 4 个，正面朝上放置，WINCC 中实际优先级选项由裁判现场执裁时统一指定。

示例 1：二维码数字大优先：则 F3 优先级高于 F1。

示例 2：视觉检测区域 2 优先级选择红色，则，红色>黄色=绿色。视觉检测区域 2 优先级选择绿色，则，绿色>黄色=红色。

2) 若仍然无法区分优先级，则按拾取顺序在前优先级高，在后优先级低。

⑤ 由裁判检查执行结果，机器人需要自动运行完成理仓。

2. 拓展任务二：条码加工模块开发

(1) 利用 TIA 编程软件，在 WinCC 项目中新建页面（图 2），可从欢迎页面点击“拓展任务二”进入该页面，并可从该页面返回至欢迎页面。



图 2 拓展任务——定制条码内容

(2) 在此页面可以选择需要加工的条码信息选项，通过启动按钮开始条码加工流程。

(3) 条码加工需要实现的功能包括：

◆ 按指定的条码编码规则生成条码标签；

◆ 在数控加工圆片上加工出对应条码标签；

① 条码标签的构成规则为：序号+批次号，序号及批次号在 WINCC 界面定制，可选项如下表。

表 2 条码定制选项

条码组成项目	可选项
序号	01, 02, 03
批次号	P01, P02, P03

如：某轮毂零件，在 WINCC 界面选择序号为 02，批次号为 P03，则废品条码标签为： 0203。

②各数字的条码粗细与间隙规定如下：

◆ 数字“1”是宽度为 2mm、高度为 10mm 的长条状条码；

- ◆ 数字“X”是由 X 个数字“1”条码构成，且连续多个数字“1”条码之间的间隙为 0.5mm；如：数字“3”是由 3 个数字“1”条码按间隙 0.5mm 排列构成；以此类推；
- ◆ 数字“0”是宽度为 4mm、高度为 10mm 的长条状条码；
- ◆ 不同的数字之间必须有间隙 1mm；
- ◆ 要求条形码加工清晰整洁。

以废品条码标签 0203 为例，其条码示意图如图 3 所示（下图仅示意条形码的图例，对条码宽度、高度及间距的尺寸比例未做要求；实际数控加工时选手需严格按照条码尺寸及间隔距离要求进行数控加工）。

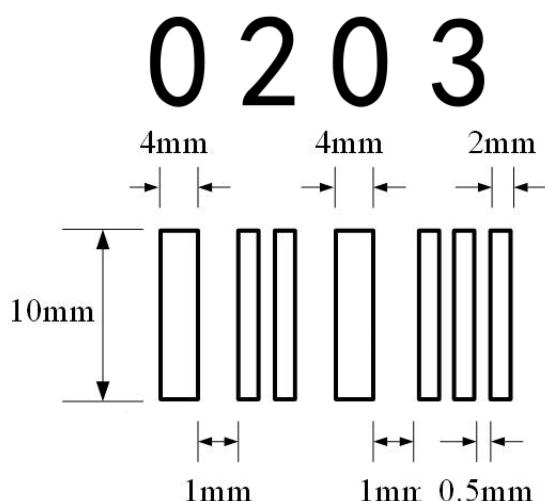


图 3 废品条码编码规则示意图

执裁时选手手动将未加工过的轮毂放置到打磨工位，按裁判指定条码选项后，机器人抓取到加工单元在数控加工圆片内加工条码标签。要求：条码标签应整齐美观，条码轮廓清晰且互不干涉影响。由裁判检查执行结果，机器人需要自动运行完成。

3. 拓展任务三：产品码垛功能开发

部分轮毂需要集中码垛存放。选手需设计一个“轮毂码垛定制”的 WINCC 界面（如参考图 4）用于指定夹爪工具（轮毂夹爪或轮毂内圈夹爪）、指定码放位

置、进行码垛个数统计。可从欢迎页面点击“拓展任务三”进入该页面，并可从该页面返回至欢迎页面。

用于码垛的仓储单元工位范围为 4-6 号仓位,码垛过程中所选仓储单元托盘保持伸出仓位。码垛过程要求如下:

3 个轮毂正面朝下依次放置到分拣单元的输送带上,由输送带按由大到小的顺序使用分拣道口储存轮毂。

按下 WINCC 界面的“启动按钮”,机器人从分拣道口按从大到小的顺序取出轮毂,放置到所选仓储单元工位托盘。后取出的轮毂要码放在前面轮毂的上方。

码垛完成一个轮毂,实时更新码垛个数统计值。

任意时刻按下“中断按钮”,机器人应将当前轮毂放回分拣道口,并回安全点等待后续指令。

上下相邻轮毂定位基准的夹角不超过 5 度。由裁判检查执行结果,机器人需要自动运行完成。

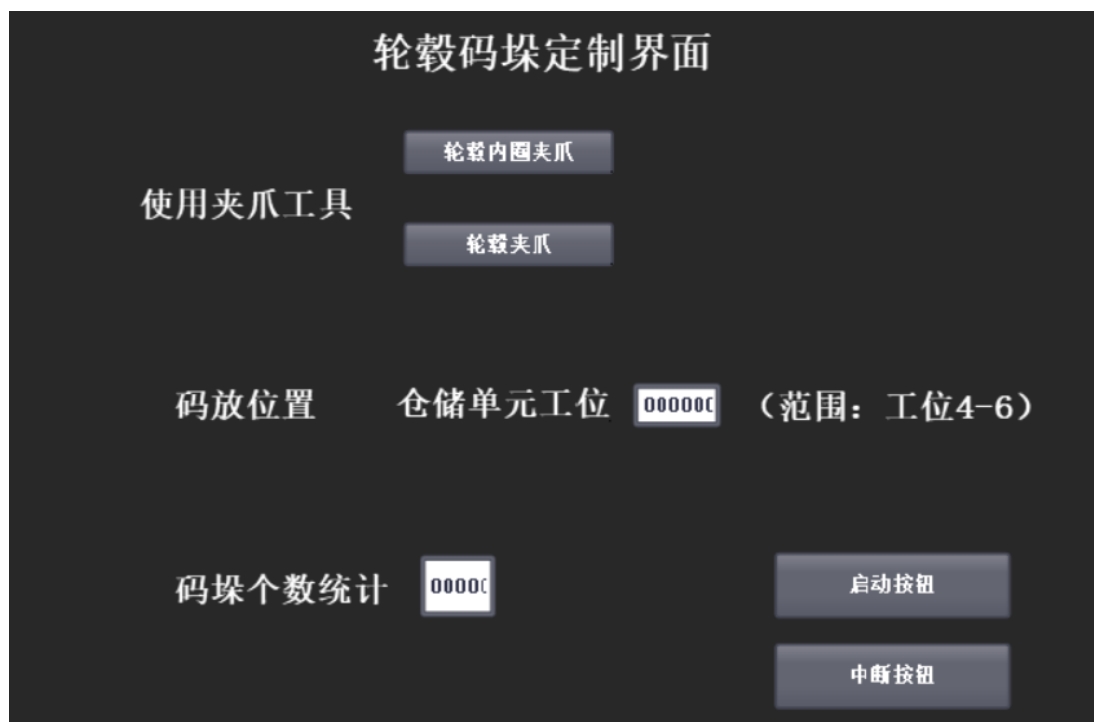


图 4 拓展任务——轮毂码垛定制界面

4. 拓展任务四：产品去毛刺功能开发

对于部分轮毂需要进行去毛刺,加工区域为图 5 中显示的轮毂正面 5 个均布

中空描边区（加粗的边缘线），相对定位基准，顺时针编号为 1，2，3，4，5 号轨迹。

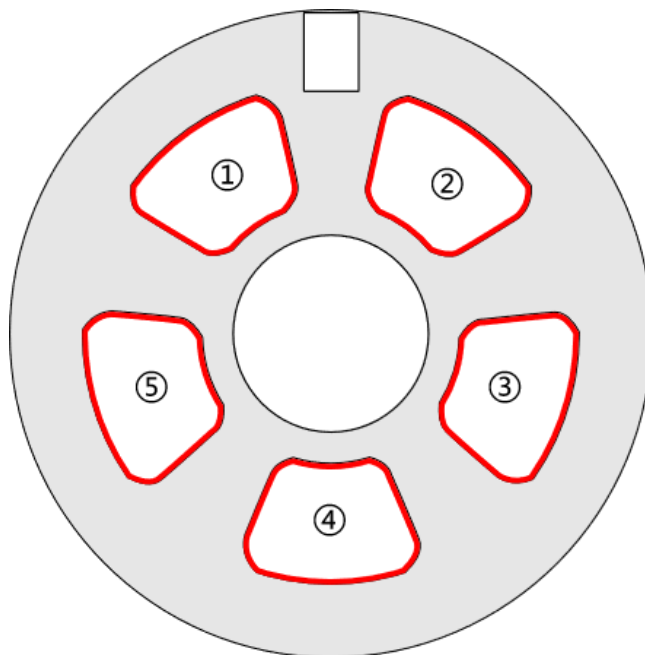


图 5 轮毂正面去毛刺轨迹图

选手需要设计一个“轮毂去毛刺定制界面”的 WINCC 界面（如参考图 6），可实现选择去毛刺定制轨迹（1-5），去毛刺加工次数（范围 1-3）及启动去毛刺功能。可从欢迎页面点击“拓展任务四”进入该页面，并可从该页面返回至欢迎页面。

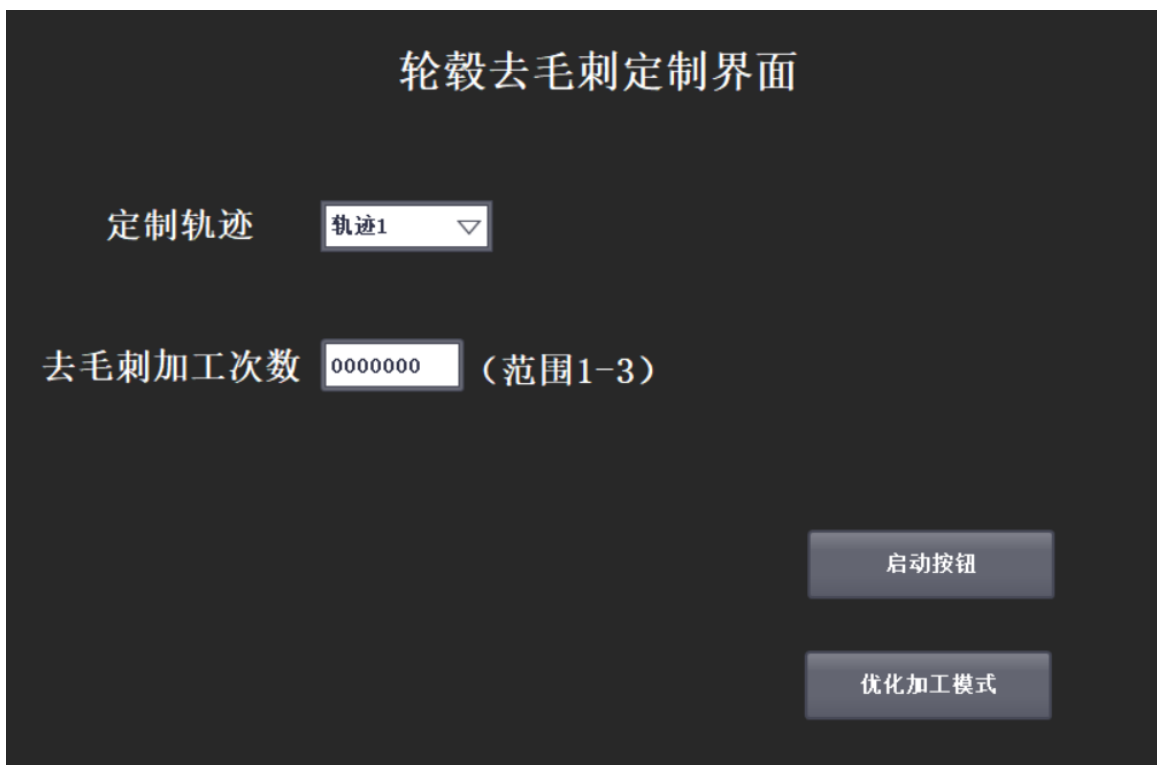


图 6 拓展任务——轮毂去毛刺定制界面

按下“启动按钮”，机器人从任意仓位取出一个轮毂正面朝上放置到打磨工位，然后选用去毛刺工具沿指定轨迹对轮毂内侧中空位置进行去毛刺加工，沿边沿轨迹循环指定次数后停止。

在去毛刺加工过程中，按下优化加工模式按钮会使机器人运行速度降速到 20% 。

由裁判检查执行结果，机器人需要自动运行完成。

注：为防止产生碰撞，机器人去毛刺轨迹应设定在轮毂正上方 10mm 处。

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“场次 X—工位 Y—用户手册”，X 是 01-02，Y 是工位号 01-99。如第 01 场 05 工位的选手，文件名称应为“场次 01—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) 维护方法示例

对平台设备故障的诊断和排除方法进行说明。

设计制作一个设备维护记录表。