

山东省“技能兴鲁”职业技能大赛  
——第五届全国智能制造应用技术技能大赛  
山东省选拔赛

机修钳工  
(智能制造装备技术方向)项目  
技术工作文件

第五届全国智能制造应用技术技能大赛  
山东省选拔赛组委会办公室

2023年10月

# 目 录

一、技术描述.....	1
(一) 项目概要.....	1
(二) 能力要求.....	1
(三) 基本知识.....	2
二、试题与评判标准.....	4
(一) 试题.....	4
(二) 比赛时间及试题具体内容.....	4
(三) 评判标准.....	6
三、竞赛细则.....	6
(一) 竞赛时间.....	6
(二) 裁判员的工作内容.....	7
(三) 选手的条件和要求.....	8
(四) 选手的工作内容.....	8
四、竞赛场地、设施设备等安排.....	10
(一) 场地布局图.....	10
(二) 基础设施清单.....	10
五、安全、健康要求.....	12
(一) 安全防护措施要求.....	12
(二) 有毒有害物品的管理和限制.....	12

(三) 医疗设备和措施.....13

附件..... 14

## **一、技术描述**

### **（一）项目概要**

本赛项聚焦智能制造单元技术应用实际，结合智能制造关键技术装备，运用智能制造基础关键技术，以数字化设备、工业互联网系统和MES（制造执行系统）管控软件构建的“设备自动化+生产精益化+管理信息化+人员高效化”智能制造单元为载体，以展现智能制造自动化、数字化、网络化、智能化的管理与控制为主要内容，进行赛项设计，旨在促进智能制造领域高素质复合型技能人才的技术提升和培养。

本赛项要求完成智能制造单元主要硬件设备和控制系统的安装与调试，并实现智能制造单元的安全高效运行。竞赛内容主要包含：智能制造设备的安装与调试、在线检测单元的安装与调试、工业机器人的安装调试和编程、智能制造单元控制系统的安装与调试、智能制造单元的切削试运行、切削加工智能制造单元虚拟仿真共6个主要竞赛任务。

### **（二）能力要求**

本赛项强调对智能制造单元的设备安装、调试及集成应用能力。

参赛选手应具备以下技术能力：

1. 识图技能；
2. 工艺制定技能；

3. 数字化设计技能；
4. 数控加工中心操作技能；
5. 数控车床操作技能；
6. 在线检测操作技能；
7. 工业机器人编程能力；
8. 工业互联网技术应用技能；
9. PLC 技术综合应用技能；
10. 工业软件系统(含 MES 管控软件、仿真软件)使用技能；
11. RFID 系统应用技能；
12. 智能制造单元内设备的集成技能，包括数控机床、工业机器人、立体仓库、自动测量装置、RFID 装置、主要机械部件、电气系统、PLC 控制系统及传感器等的安装、调试等。
13. 安全防护能力。

### **(三) 基本知识**

本赛项旨在考核、培养多技能、多用途、多就业面的复合型高层次技能人才，需要掌握以下相关知识：

1. 数控机床装调维修：机械加工基础、数控机床及其工作原理、数控机床的电气控制、数控机床机械装配与调试、数控机床的性能与精度检验、数控机床的故障诊断与维修知识等知识。
2. 数控机床操作：数控车床加工工艺、加工中心加工工艺、数控编程技术、零件检验与质量控制、加工新技术等知识。

### 3. 智能制造单元技术相关知识:

机械部分: 利用机械设计软件进行机械设计并转化为数控加工程序 (CAD、CAM)、机械系统的设计及组装, 机械关键功能部件的安装与调试知识, 包括气动液压系统知识、标准及机器人快换夹具、机床夹具组装及调试、零点夹具组装及调试, 利用在线测量仪表、三坐标测量仪进行机械零部件的检测等。

电路部分: 了解及掌握工业系统中电路的设计及调试, 包括相关标准及规范、RFID 系统基本原理以及使用、总线及工业网络相关知识, 利用 PLC 进行电气控制系统的设计及进行工业网络的构架相关知识。

软件编程: 掌握应用软件编写程序, 并通过软件展现设备的动作流程及运行状态的知识。

工业机器人: 了解及掌握工业机器人的发展概况、工业机器人的结构、工业机器人的运动学及动力学、交流伺服电机驱动、工业机器人的控制、工业机器人的操作与编程、机器人的视觉等传感系统等知识。

管理系统软件应用与维护: MES 软件应用、功能和操作、数据库、系统架构, 大数据相关软件等知识。

工业工程技术: 工业工程基本知识、人机工程学基本知识、生产计划与控制基本知识、物流工程基本知识、质量管理基本知识等。

4. 其他相关新技术、新工艺、新设备等内容。
5. 数字化仿真等知识。
6. 安全文明生产与环境保护知识、职业道德基本知识。

## **二、试题与评判标准**

### **(一) 试题**

主要包括智能制造设备的安装与调试、在线检测单元的安装与调试、工业机器人的安装调试和编程、智能制造单元控制系统的安装与调试、智能制造单元的切削试运行、切削加工智能制造单元虚拟仿真以及职业素养与安全操作。

### **(二) 比赛时间及试题具体内容**

1. 比赛时间安排：实际操作竞赛连续进行，总长 180 分钟（含现场评分时间）。理论竞赛，总长 60 分钟。

2. 试题：根据任务书给定的任务要求和现场提供的智能制造单元部件，要求选手在规定时间内完成智能制造设备的安装与调试、在线检测单元的安装与调试、工业机器人的安装调试和编程、智能制造单元控制系统的安装与调试、智能制造单元的切削试运行、切削加工智能制造单元虚拟仿真以及职业素养与安全操作等。

竞赛任务设计见下表，竞赛用半成品坯料以样题为准。

竞赛任务	竞赛内容	分值	备注
任务一 智能制造设备的 安装与调试	1. 对数控车床与加工中心进行基础精度检测	20	
	2. 设定机床参数实现气动门、零点和动力夹具的自动控制		
	3. 完成数控系统、网络摄像头与外部系统的互联互通, 实现摄像画面显示与自动化防护清洁		
	4. 刀具安装及对刀调试		
	5. RFID 硬件安装与调试		
	6. 机床功能故障诊断与排除		
任务二 在线检测单元 的安装与调试	1. 加工中心在线测头的安装和调试	10	
	2. 在线测量装置(测头)的标定		
	3. 工件在线测量		
	4. MES 测量界面显示测量结果		
任务三 工业机器人的 安装调试和编程	1. 工业机器人快换装置及快换工作台等安装与调试	20	
	2. 机器人标定		
	3. 通过机器人编程和 HMI 操作实现机器人在立体仓库、数控车床、加工中心之间的取放料任务		
任务四 智能制造单元控制 系统的安装与调试	1. 编程和调试主控 PLC 与机器人、RFID 系统、数控机床、立体仓库、MES 管控软件等设备之间的连接和通信	20	
	2. 联合调试智能制造单元和 MES 管控软件, 实现设备层数据的正常采集和可视化		
	3. 联合调试智能制造单元和 MES 管控软件, 实现 MES 管控软件排产、下单、启动智能制造单元并完成自动加工		
	1. 调试 MES 管控软件与总控之间的连接和数据通讯		



<p>任务五 智能制造单元的切削试运行</p>	<p>2. 联合调试智能制造单元和MES管控软件,实现设备层数据的正常采集和可视化 3. 联合调试智能制造单元和MES管控软件,实现MES管控软件排产、下单、启动智能制造单元并完成自动加工</p>	<p>15</p>	
<p>任务六 切削加工智能制造单元虚拟仿真</p>	<p>在规定的仿真系统上进行智能制造系统的虚拟仿真</p>	<p>10</p>	
<p>职业素养</p>	<p>职业素养与安全意识</p>	<p>5</p>	

### (三) 评判标准

1. 评判方法：实际操作竞赛评分由过程结果评分、违规扣分二部分组成。过程结果评分由2名现场评分裁判根据评分细则，共同对选手的操作进行现场客观评分，并记录评分结果；若现场评分裁判对选手的评分有分歧时，由现场裁判长裁决。

2. 成绩并列：名次的排序根据选手竞赛总分评定结果从高到低依次排定。竞赛总分相同者，实际操作竞赛用时少的优先。若实际操作竞赛用时相同，“任务4：智能制造控制系统的安装与调试”得分高者优先。若得分再相同，“任务5：智能制造单元的切削试运行”得分高者优先。

## 三、竞赛细则

### (一) 竞赛时间

竞赛前将根据参赛人数、竞赛批次等做出详细日程表，日程安排另行公布。

## (二) 裁判员的工作内容

1. 裁判员应服从裁判长的管理，裁判员的工作由裁判长指派决定。
2. 裁判员在工作期间不得使用手机、照相机、录像机等设备。
3. 现场执裁的裁判员负责检查选手携带的物品。违规物品一律清出赛场。比赛结束后裁判员要命令选手停止操作。监督选手交回试题等其他需要上交的资料。
4. 比赛期间，除裁判长外任何人员不得主动接近选手及其工作区域，不许主动与选手接触与交流，除非选手举手示意裁判长解决比赛中出现的问题。
5. 检查选手所带工具：按照比赛携带工具要求严格执行，仔细检查每一个参赛队所带工具是否符合要求。
6. 记录选手比赛时间：包括记录选手比赛期间发生的事件，如：元件损坏等。
7. 现场成绩评判，在评分工作期间，除当值裁判员和被测选手在比赛工位内，随队教练应回避，其他选手和人员也不得围观。
8. 裁判应遵守竞赛行为规范，公平公正，不徇私舞弊。
9. 在比赛结束前 15min，裁判长提示一次比赛剩余时间。
10. 裁判如果违反约定将取消裁判资格（裁判长允许的除

外)。

### **(三) 选手的条件和要求**

1. 参赛选手在竞赛期间不得携带、使用手机、照相机、录像机等通信设备，不得携带非大赛提供的电子存储设备、资料。

2. 参赛选手不能携带自带工具清单以外的任何工具。

3. 比赛试题和现场使用的纸张均不能带到赛场区域外。

4. 选手自带的物品及手机比赛前一律放到赛场为选手准备的储物箱内。

5. 比赛期间因为断电导致程序丢失，不会另外加时。

6. 在竞赛过程中如发现问题（设备故障等），选手应立即向裁判反映。得到同意后，选手退出到工作区外等候，等待故障处理完后方可继续比赛。如属于设备故障，补时时间为从选手示意到故障处理结束这段时间。若不属于设备问题，则不补时。

7. 比赛结束是指当天比赛任务及评分完成，裁判长宣布选手可以离开赛场。

8. 选手如果违反有关约定，比赛成绩将以零分计算（裁判长允许的例外）。

### **(四) 选手的工作内容**

1. 各参赛队在竞赛期间，应保证参赛选手的安全，防止交通事故和其它意外事故的发生，必须为参赛选手购买人身意外保险。

2. 赛前安排各参赛队选手统一有序的熟悉竞赛场地和设备，不允许拆装设备、不允许修改软件、设备参数等。

3. 熟悉场地时，不得携带手机、相机等设备，不得对赛场及赛场设备拍照。

4. 熟悉场地时不发表没有根据以及有损大赛整体形象的言论。

5. 熟悉场地时严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤、喧哗，以免发生意外事故。

6. 选手遵守竞赛纪律，服从赛场规范，按照赛题要求完成竞赛。

7. 选手按照裁判员要求停止操作，并提交电子存储设备、作品、赛题、图纸、草稿纸等所有相关内容。

## 四、竞赛场地、设施设备等安排

### (一) 场地布局图



赛项平台采用山东辰榜数控装备有限公司智能制造切削单元 CB-JG650e，设备占地长 7 米、宽 6 米。主要设备技术标准见附件。

### (二) 基础设施清单

赛场提供设施清单表

序号	名称	数量	技术规格
1	安全帽	1 个/选手	
2	卫生工具	1 套/工位	
3	计时秒表	1 块/工位	
4	毛坯	若干	
5	常用急救药盒	1 套	
6	抽号箱	1 个	
7	打印纸	1 箱	

序号	名称	数量	技术规格
8	订书机及钉	2 套	
9	文件柜	1 套	
10	移动式多媒体	1 套	
11	音响及扩音器	1 套	
12	U 盘	1 个/工位	

建议选手自带工具、材料清单表

序号	名称	建议型号	数量
1	记号笔	0.3mm-0.8mm	1-2 支
2	百分表	杠杆式	1
3	百分表表架	磁性	1
4	内六角扳手	7 件套	1 套
5	活动扳手	6 吋	1 把
6	十字螺丝刀	3×75	1-2 把
7	十字螺丝刀	5×150	1-2 把
8	一字螺丝刀	3×75	1-2 把
9	一字螺丝刀	5×150	1-2 把
10	游标卡尺	0-150mm	1 把
11	外径千分尺	0-25mm	1 把
12		25-50mm	1 把
13	内径千分尺 (两爪)	10-25mm	1 把
14		25-50mm	1 把

除上表中建议自带工具外，选手自带工量具清单可能根据样题需求增减。选手不允许携带自制工装、芯轴、半成品、通讯存储介

质以及危险物品。严禁选手自带 WD-40 防锈清洗剂等易燃易爆化学用品。

## 五、安全、健康要求

根据国家相关法规要求，结合本项目实际，提出安全、健康要求及职业操作规范要求，并明确违反后的处理规定。特别是根据本项目具体情况的诸如人身防护，有毒、有害物品携带、存放，防火、防爆等措施。



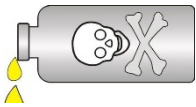

### （一）安全防护措施要求

1. 禁止使用刀具及剪刀以免受伤，禁止使用电动工具。
2. 专家在审视、检查或参与竞赛时应有适当的个人安全防护装备。
3. 裁判和参赛者入赛场必须穿防护(防砸、防扎、绝缘)鞋。
4. 所有选手必须确保自己的操作不会影响到其他选手。

### （二）有毒有害物品的管理和限制

禁止携带的有毒有害物品见下表所示：

有害物品	图示	说明
防锈清洗剂		禁止携带，赛场统一提供
酒精		严禁携带 

汽油		严禁携带 
有毒有害物		严禁携带 

### (三) 医疗设备和措施

配备一名医务人员随时准备处理现场突发伤害事故。常规医疗物品见表所示。

序号	名称	规格	数量	备注
1	酒精棉		1 盒	
2	纱布		1 卷	
3	创可贴		1 盒	
4	医用剪刀		1 把	



## 附件 技术平台主要设备技术参数

### (一) 数控车床及数控系统

#### 1. 数控车床技术参数

- (1) 最大回转直径：500mm；
- (2) 顶尖距：0-350mm；
- (3) 主轴转速：3000-6000rpm；
- (4) 主轴头型式：A2-4、A2-5、A2-6；
- (5) 液压三爪卡盘：5 吋、6 吋、8 吋，均配软爪；
- (6) 主轴通孔直径： $\Phi 55-\Phi 63\text{mm}$ ；
- (7) 交流伺服主电机：3.7-5.5kW；
- (8) 进给轴快移速度：12-24m/min；
- (9) 刀架：卧式，8-12 工位，液压或者电动；
- (10) 刀柄：方 20-25 mm，孔  $\Phi 25-\Phi 40$  mm；
- (11) 斜床身结构；
- (12) 正面气动门；
- (13) 自动冷却、集中润滑、链板排屑（或者水箱式直排）；
- (14) 外形尺寸：长宽高 $\leq 4350$  mm（含排屑器） $\times 2250\text{mm}$   
 $\times 2000\text{mm}$ 。

### (二) 加工中心及数控系统

#### 1. 加工中心技术参数

- (1) 工作台尺寸：长宽 $\geq 650 \times 400\text{mm}$ ；
- (2) 三轴行程：XYZ $\geq 600 \times 400 \times 450\text{mm}$ ；
- (3) 工作台带有多条连接 T 型槽；

- (4) 工作台最大负载： $\geq 350\text{kg}$ ;
- (5) 主轴转速：8000-10000rpm;
- (6) 刀柄型式：BT40;
- (7) 交流伺服主电机：额定功率 5.5-7.5kW;
- (8) 进给轴快移速度：12-48m/min;
- (9) 刀库：凸轮机械手（刀臂式）， $\geq 20$  工位;
- (10) 最大刀具重量：8kg;
- (11) 最大刀具尺寸： $\Phi 80 \times 250\text{mm}$ ;
- (12) 气源流量：280 L/min;
- (13) 气源压力：0.5-0.7MPa;
- (14) 正面气动门;
- (15) 留有安装在线测头的接口;
- (16) 留有气动平口钳和零点快换装置的气源和控制接口;
- (17) 自动冷却、集中润滑、螺杆（或链板）排屑;
- (18) 外形尺寸：长宽高（含排屑器） $\leq 3300\text{mm} \times 3100\text{mm} \times 2700\text{mm}$ 。

### **（三）在线测量装置**

1. 集成在加工中心上，然后直接通过以太网获取检测数据。
2. 基本技术参数如下：
  - (1) 测针（见图 2）触发方向： $\pm X, \pm Y, +Z$ ;



图 2 测针

- (2) 测针各向触发保护行程： $XY \pm 15^\circ$  ,  $Z+5\text{mm}$ ;
- (3) 测针各向触发力（出厂设置）： $XY=1.0\text{N}$ ,  $Z=8.0\text{N}$ ;
- (4) 测针任意单向触发重复（ $2\sigma$ ）精度： $\leq 1\ \mu\text{m}$ ;
- (5) 无线电信号传输范围： $\leq 10\text{M}$ ;
- (6) 新电池(单班 5%使用率)的工作天数：150 天;
- (7) 防护等级：IP67。

#### (四) 气动精密平口钳

- 1. 规格：5 吋或 6 吋。
- 2. 工作原理：气液增压。
- 3. 气源压力：0.7MPa。
- 4. 最大夹紧力：5000kg（可调）。
- 5. 兼容  $\Phi 35$  和  $\Phi 68$  两款产品。
- 6. 钳口型式：圆型，夹持直径范围  $\Phi 20-\Phi 40\text{mm}$ 、 $\Phi 60-\Phi 80\text{mm}$

如图 3 所示。

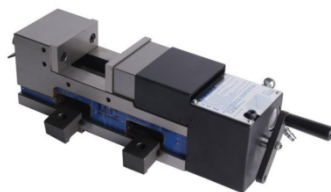


图 3 气动精密平口钳

### （五）工业机器人

1. 机器人负载 10-20kg 以上、臂展 1700mm 左右。
2. 机器人支持以太网接口。
3. 机器人控制系统具有不小于 16 个 I/O 点。

### （六）零点快换装置

根据竞赛加工产品要求，优先选择品牌、精度高、安全可靠产品。

### （七）工业机器人导轨

1. 导轨总长度： $\leq 5\text{m}$ 。
2. 最快行走速度： $> 1.5\text{m}/\text{min}$ 。
3. 机器人滑板承重： $> 500\text{kg}$ 。
4. 重复定位精度：优于  $\pm 0.2\text{mm}$ 。
5. 导轨有效行程：范围覆盖加工单元设备，约 3800mm。

### （八）工业机器人快换夹持系统

1. 工业机器人快换夹持系统，由 1 套机器人侧快换装置如图 4 所示和 3 套工具侧快换手爪组成，如图 5、6 所示，实现三种机器人手爪的快速更换。

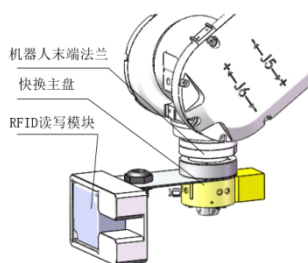


图 4 机器人快换手爪示意图

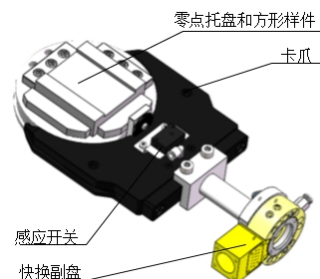


图 5 机器人快换工具侧手爪示意图

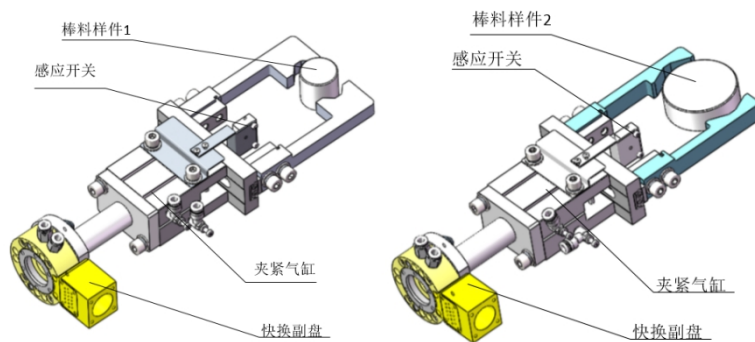


图 6 棒料机器人快换工具侧手爪示意图

2. 机器人侧快换装置具备握紧、松开、有无料检测功能，并具备良好的气密性。

3. 每套工具侧快换手爪配置有无料传感器。

### （九）机器人快换工作台

机器人快换手爪放置台置于机器人第七轴侧面端，示意图如图 7 所示。

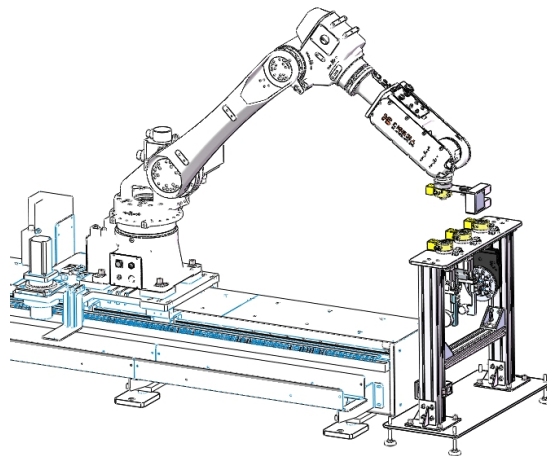


图 7 机器人快换夹具工作台位置示意图

1. 快换夹具工作台安装靠近料仓侧并与行走轴本体端固定。

2. 快换夹具工作台满足 3 款手爪的放置功能，每个位置配置

手爪放置到位检测传感器。

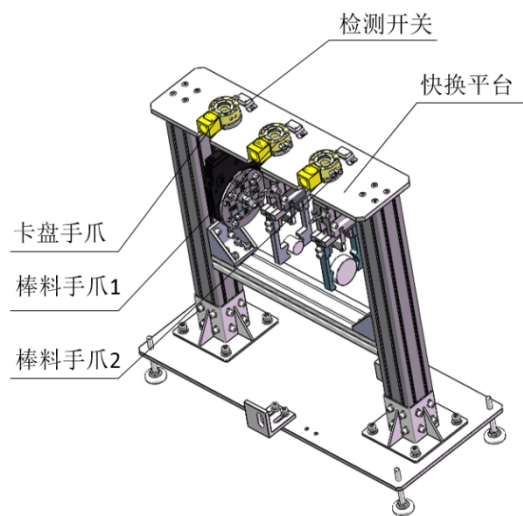


图 8 机器人快换夹具工作台示意图

### (十) 立体仓库

1. 立体仓库工位设置 30 个，每层 6 个仓位，共 5 层，每个仓位或标准托盘配置 RFID 标签，其中 RFID 读写头安装在工业机器人夹具上。

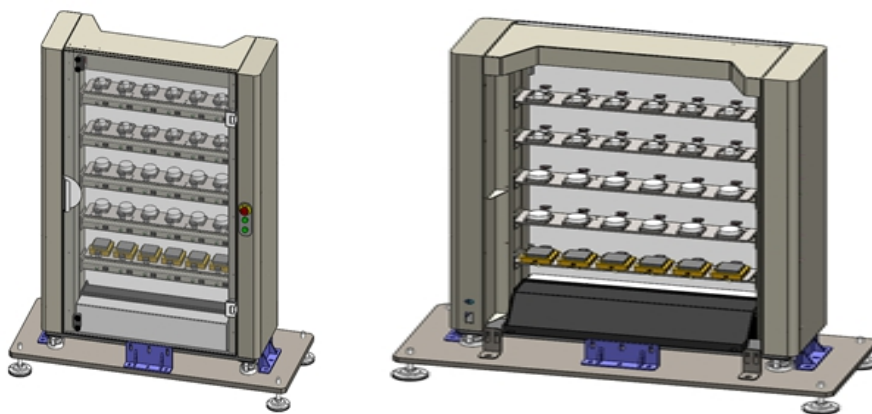


图 9 料仓示意图

### (十一) 可视化系统及显示终端

1. 功能要求：实时呈现加工中心、数控车床的运行状态，工

件加工情况（加工前、加工中、加工后）、加工效果（合格、不合格），加工日志，数据统计等。

## 2. 显示终端参数要求

（1）总终端显示采用 1 台 55 英寸；

（2）库位终端、加工过程显示终端采用 2 台 40 英寸显示器。

显示终端为国产知名品牌。

## （十二）中央电气控制系统

1. 中央控制系统包含 PLC 电气控制及 I/O 通讯系统，主要负责周边设备及机器人控制，实现智能制造单元的流程和逻辑总控。

## 2. 元件配置要求

（1）主控 PLC 采用西门子 S7-1200 的 CPU1215C DC/DC/DC，配有 Modbus TCP/IP 通信模块，并配置 16 路输入和 16 路输出模块；

## （十三）MES 管控软件系统

1. MES 管控软件系统具有如下功能

（1）加工任务创建、加工任务管理；

（2）立体仓库管理和监控；

（3）机床启停、初始化和维护；

（4）加工程序管理和上传；

（5）在线检测实时显示和刀具补偿修正；

（6）智能看板功能：实时监控设备、立体仓库信息以及机床刀具监控等；

（7）工单下达、排程、生产数据管理、报表管理等；

#### **(十四) 安全防护系统**

1. 配置安全围栏及带工业标准安全插销的安全门，防止出现工业机器人在自动运动过程中由于人员意外闯入而造成的安全事故。

#### **(十五) RFID 读写器及 RFID 标签**

RFID 读写器及 RFID 标签满足如下要求：

1. RFID 标签共 30 个，全部位于仓位上。

#### **(十六) 智能制造仿真软件**

1. 可以搭建包含工业机器人、数控机床、滑轨、传送带等智能生产线虚拟仿真布局方案。

2. 具备碰撞检测、坐标锁定、限位停止等功能，便于优化智能产线虚拟仿真布局。

#### **(十七) CAD/CAM 软件**

CAD/CAM 软件具有常用三维 CAD 建模和 CAM 功能，支持常用格式数据导入与编程。

#### **(十八) 编程和设计工位计算机**

1. 计算机配置如下

(1) 21.5 寸显示器；

(2) 处理器：Intel i5 或同等以上处理器；

(3) 内存： $\geq 8\text{GB}$ ；

(4) 硬盘： $\geq 500\text{GB}$  可用空间；

(5) 显卡：独立显卡，显存 $\geq 2\text{GB}$ ；

(6) 系统为 windows10 以上，64 位版本，能流畅使用相关



工程软件。

2. 配置两个工位电脑桌。