

工位号:

2022年全国职业院校技能大赛

**高职组现代电气控制系统安装与调试赛项**

**工**

**作**

**任**

**务**

**书**

**（样题）**

高职组现代电气控制系统安装与调试赛项专家组

**中国 XX**

**2022·XX**

**注意事项**

一、在完成工作任务的全过程中，严格遵守电气安装和电气维修的安全操作规程。电气安装中，低压电器安装按《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范（GB50254-96）》验收。

二、不得擅自更改设备已有器件位置和线路，若现场设备安装调试有疑问，须经设计人员（赛场评委）同意后方可修改。

三、竞赛过程中，参赛选手认定竞赛设备的器件有故障，可提出更换，器件经现场裁判测定完好属参赛选手误判时，每次扣参赛队1分；若因人为操作损坏器件，扣5分；后果严重者（如导致PLC、变频器、伺服等烧坏），本次竞赛成绩计0分。

四、所编PLC、触摸屏、PPT等程序必须保存到计算机的“D: \场次号-工位号”文件夹下，场次号和工位号以现场抽签为准。

五、参赛选手在完成工作任务的过程中，不得在任何地方标注学校名称、选手姓名等信息。

六、比赛结束后，参赛选手需要将任务书以及现场发放的图纸、资料、草稿纸等材料一并上交，不得带离考场。

**请按要求在10个小时内完成以下工作任务：**

一、按“机床控制系统”，使用智能化电气设计软件，设计控制系统主电路、控制电路（含伺服、步进、变频器）、PLC控制电路；将设计完成的内容导出PDF格式并保存到硬盘指定位置和优盘中，比赛开始两个小时后提交。

二、按设计图完成元件选型计算、元件安装、电路连接（含主电路）和相关元件参数设置。

三、按“机床控制系统”，编写PLC程序及触摸屏程序，完成后下载至设备PLC及触摸屏，并调试该电气控制系统达到控制要求。

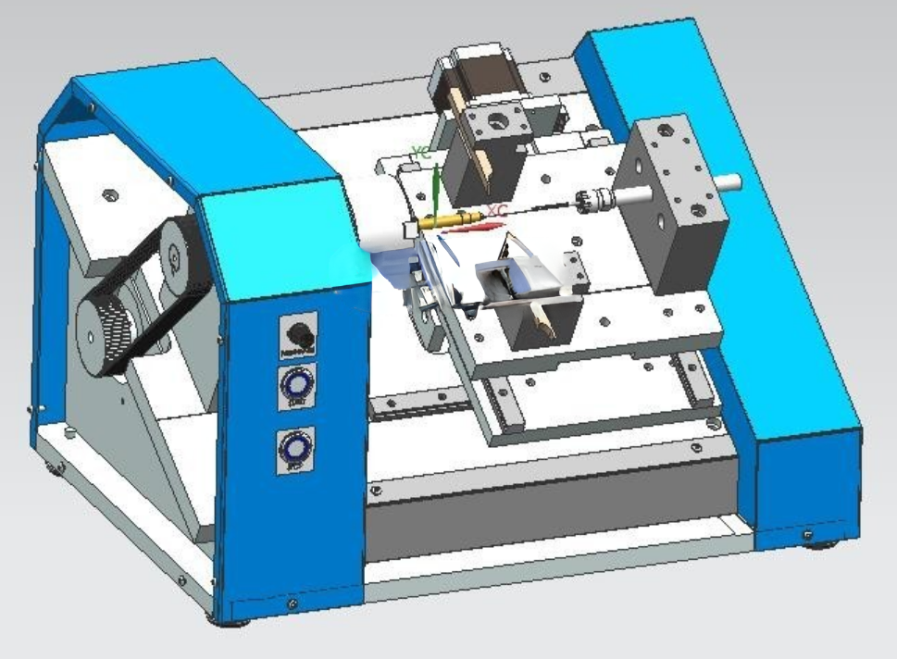
四、根据给定的电气设备原理图及故障检测要求，检测出该电气设备电路板上的故障，并按要求在其电路图纸的相应位置上标注故障类型符号。

五、使用三维场景搭建软件进行工业场景的搭建，完成搭建后的场景能够完整的展示“机床控制系统”结构。

六、按“机床控制系统”编写PPT，内容包含设计思路，调试流程，并能独立讲解，时间为5分钟。PPT文件必须保存到计算机的“D:\工位号”文件夹下，工位号以现场抽签为准。

**机床控制系统**

1. **机床控制系统运行说明**

**机床电气控制系统**由主轴旋转电机、刀架换刀电机、X轴进给电机、Y轴进给电机、冷却电机等组成。本系统是由plc精准控制将木板材料加工成所需要的特定三角形，对提高企业生产和管理自动化水平有很大的帮助,同时又提高了生产效率、使用寿命和质量,减少了企业产品质量的波动。

**机床电气控制系统**由以下电气控制回路组成：主轴电机M1控制回路【M1为三相异步电动机，由变频器实现模拟量控制，加减速时间分别为0.2S、0.8S】。冷却电机M2控制回路【M2为双速电机，需要考虑过载、联锁保护，低速时热继电器整定电流为0.3A,高速时热继电器整定电流为0.35A】。刀架换刀电机M3控制回路【M3为三相异步电动机，可实现正反转运行】。Y轴进给电机M4控制回路【M4为步进电机，每转需要2000脉冲】。X轴进给电机M5控制回路【M5为伺服电机，连接滚珠丝杠副系统。伺服电机参数设置如下：伺服电机每旋转一周需要4000脉冲】。电动机旋转以“顺时针旋转为正向，逆时针旋转为反向”为准。

**系统控制要求如下：**任意输入三角形三边长度，系统自动分配三边边长（a>b>c），对输入的三边能否构成三角形进行判定，如果符合，符合指示灯亮，方可按下循环启动按钮开始进行三角形加工。加工时，主轴电机下降到位开始进行加工，先运行至加工点（10,10）单位（mm），按a-b-c边的顺序进行加工如图1所示，加工完成后回到原点（0,0）。

余弦定理：

IMG_256

IMG_257

IMG_258

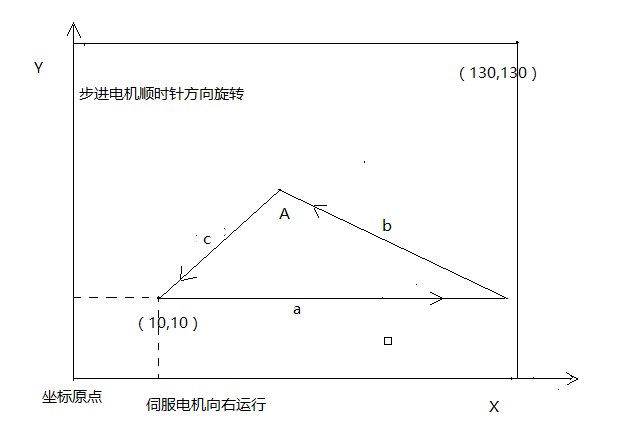


图1加工三角形示意图

**二、机床控制系统安装方案要求**

1.本系统使用三台PLC、一台变频器，网络指定QCPU/S7-300/S7-1500为主站，2台FX3U/S7-200Smart/S7-1200及变频器为从站，分别以CC\_Link或工业以太网的形式组网。

2.MCGS触摸屏应连接到系统中主站PLC上（三菱系统中触摸屏连接到QPLC的RS232端口；西门子系统中触摸屏连接到S7-300/S7-1500的以太网端口，不允许连接到交换机）。

3.电机控制、I/O、HMI与PLC组合分配方案（其余自行定义），见表1。

表1 电机控制、I/O、HMI与PLC组合分配方案

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 方案  电机 | 三菱Q系列+FX3U系列方案 | 西门子S7-300 +S7-200Smart方案 | 西门子S7-1500 +S7-1200方案 |
| HMI | Q00UCPU | CPU314C-2PN/DP | CPU 1511 |
| M4、M5、M6、  编码器、  SB1～SB3、SA1 | FX3U-32MT | S7-200Smart  6ES7288-1ST30-0AA0 | CPU 1212C  6ES7212-1AE40-0XB0 |
| M2、M3  SQ1～SQ8  HL1～HL4 | FX3U-32MR | S7-200Smart  6ES7288-1SR40-0AA0 | CPU 1212C  6ES7212-1BE40-0XB0 |
| M1 | FR-E840 | G120C-PN | G120C-PN |

4.根据本说明书设计电气控制原理图，根据所设计的电路图连接电路，不允许借用机床考核单元电气回路。在标准图纸上绘制5台电动机主电路，以及3台PLC电气原理图，并标注I/O定义功能和变频器、伺服驱动器主要参数及功能。在设计栏填写场次及工位信息。

5.三台PLC和变频器安装位置要求如图2所示,不允许自行定义位置，不得擅自更改设备已有器件位置和线路，其余器件位置自行定义。



从站：三菱FX3U-32MT

/西门子S7-200Smart（6ES7288-1ST30-0AA0）

西门子CPU1212C（6ES7212-1AE40-0XB0）

变频器：三菱FR-E840/西门子G120C

（a）正面



从站：三菱FX3U-32MR/西门子S7-200Smart（6ES7288-1SR40-0AA0）

/西门子CPU1212C（6ES7212-1BE40-0XB0）

主站：三菱Q00UCPU/西门子S7-300

（b）反面

图2 PLC和变频器安装位置示意图

**三、机床控制系统控制要求**

机床控制系统设备具备两种工作模式：

模式一：调试模式；模式二：工作模式。

**1.首界面要求**

首页界面是用户登录界面（如图3所示）。

点击用户登录，弹出“用户登入”窗口（如图4所示），用户名下拉选“工程师”，输入密码“123”登录出现密码输入框（如图5所示），输入“135”进入调试模式，输入“246”进入运行模式，如果是“操作员”输入密码“abc”登录，登录后只能输入“246”进入运行模式。

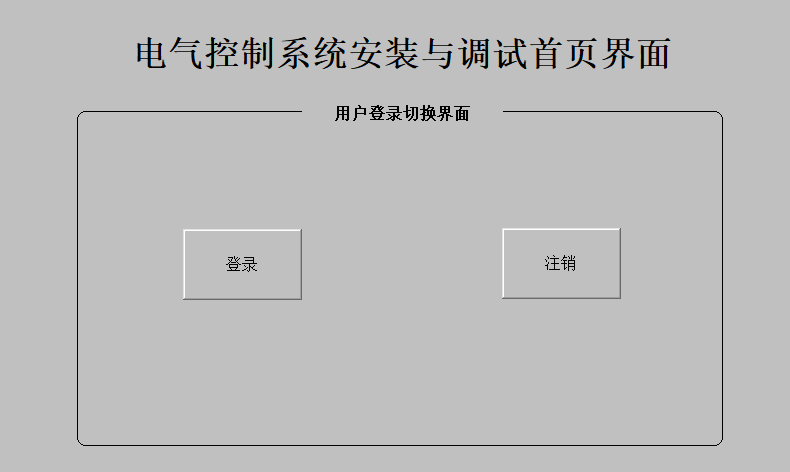
如出现报警，跳出报警窗口，解除报警后返回当前窗口，继续调试或运行。

图3首页界面

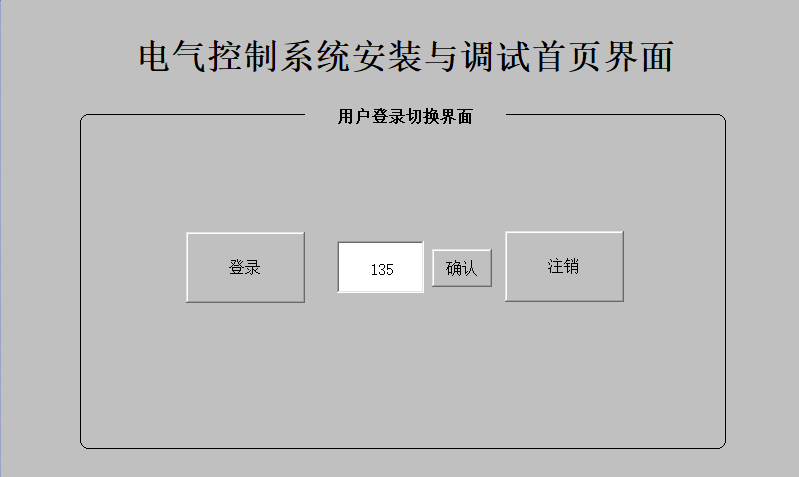
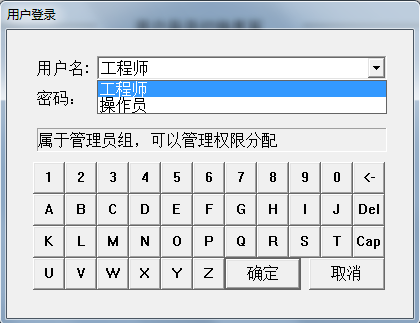


图4用户登录 图5窗口切换

**2.调试模式**

设备自动进入调试模式后，触摸屏出现调试画面，如图6。在选择调试电机前，先进行通讯测试，按下SB1按钮，触摸屏通讯指示灯，HL1指示灯亮，表示通讯成功。通过下拉框，选择需要调试的电机，当前电机指示灯亮,每台电机只能单独调试。按下SB1启动按钮，选中的电机将进行调试运行。每个电机调试完成后，对应的指示灯以2.5Hz频率闪烁。

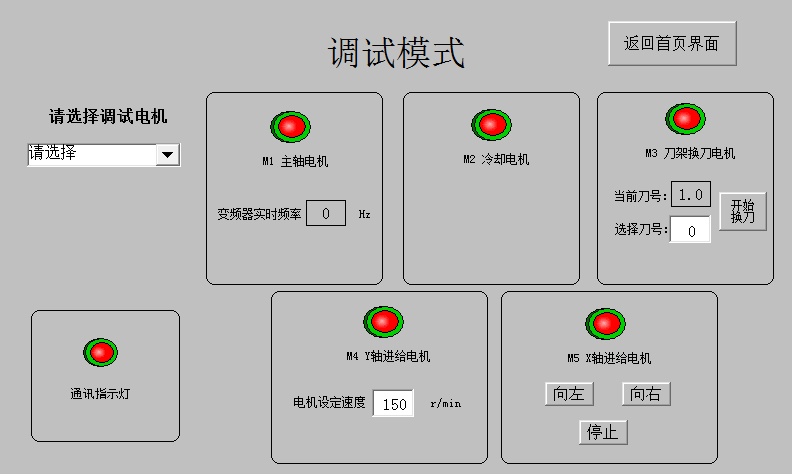


图6 调试模式触摸屏画面

（1）主轴电机M1的调试

按下启动按钮SB1后，M1电机运行，频率从10Hz连续变化到50Hz,每秒增加4Hz，再次按下SB1后，M1电机以当前的频率运行，再次按下SB1，调试结束。M1调试过程中，HL1以1Hz的周期闪烁。

（2）冷却电机M2调试过程

按下启动按钮SB1后，冷却电机高速启动，3S后M2停止，2S

后低速运行，3S后低速运行，如此循环3次后自动停止。M2电机调试过程中，HL2指示灯高速时以1Hz闪烁，低速时常亮，停止时熄灭。

（3）刀架换刀电机M3调试过程

触摸屏调试画面上显示当前刀号（初值为1），在选择刀号后输入1～8任何一个与当前刀号不同的刀号后，按下触摸屏开始换刀按钮，换刀电机M3开始换刀。选刀机构如图7所示。**要求按最近的旋转方向实现换刀动作。**换刀机构每转过一个刀位就会发出一个刀位到位信号，该信号由SB1按钮手动按下给出。当转过相应刀位数后，电机停止，当前刀号变为选刀刀号，选刀结束。当选刀电机M3顺时针旋转时，指示灯HL1以2Hz闪亮；逆时针旋转时，指示灯HL2常亮。若输入的选刀刀号与当前刀号相同时，则换刀电机M3不动,HL3指示灯以1Hz闪亮3S后停止，调试结束。

顺时针

当前刀位

5

7

8

6

2

4

3

1

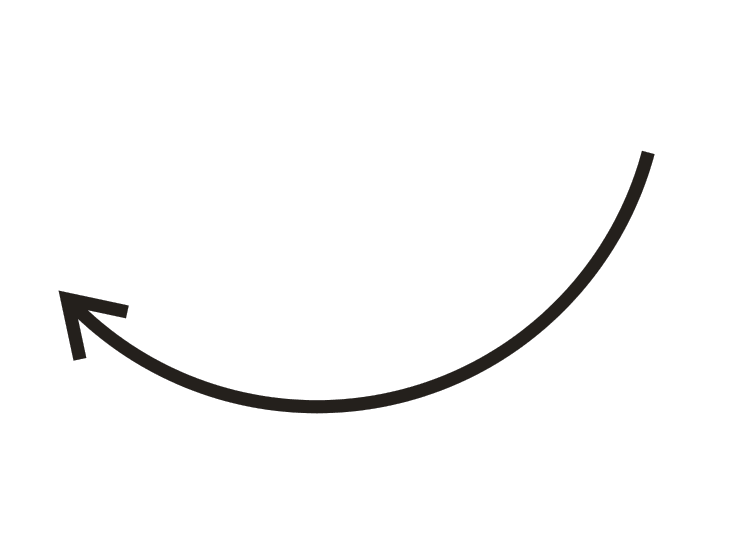


图7 换刀机构示意图（换刀电机正转带动选刀机构顺时针旋转）

（4）Y轴进给电机M4调试过程

触摸屏设置步进电机速度(60r/min-150r/min)后，按下启动按钮SB1后，步进电机M4正转运行，旋转2圈，停2秒后反转运行,然后旋转2圈，停2s后正转运行，以此为周期循环3次后停止，调试结束。M2电机调试过程中，正转时HL2以1Hz频率闪烁，反转HL2以2Hz频率闪烁，停止时HL2长亮。

（5）X轴进给电机M5调试过程

SA1可实现X轴进给电机M5的手动、自动调试（竖向档位为手动调试，横向档位为自动调试）。

手动调试：在触摸屏中，可以点击向左、向右按钮点动运行，SA2可以切换点动的速度，竖向档位时以8mm/s的速度点动运行，横向时以4mm/s的速度点动运行（已知滑台丝杠的螺距为4mm），点动过程中可切换SA2改变当前点动速度。

自动调试：按下启动按钮SB1，X轴进给电机M5以2.5rad/S的速度向右移动，到达A点后停止，2S后以4rad/S的速度向左移动到C点，2S后反向以3rad/S的速度移动到B点停止，调试结束。运行期间电机按下触摸屏停止按钮，M5电机停止，再次按下SB1按钮,M4从当前位置继续开始运行，M5电机运行时HL3以1Hz频率闪烁，停止时长亮。

X轴进给电机机械结构图如图8所示。

SQ5

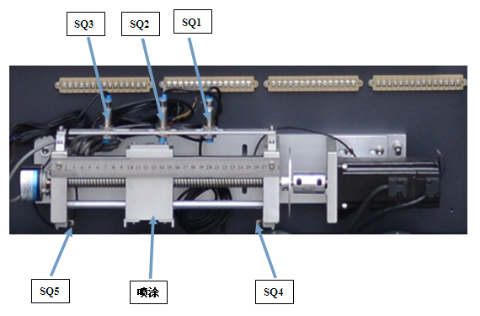
SQ4

SQ3

C点

B点

A点



SQ2

SQ1

图8 X轴进给电机结构示意图

所有电机（M1～M5）调试完成后,系统将自动切换返回首页界面。在未进入首页界面时，单台电机可以反复调试。

**3.工作模式**

进入工作模式后，X轴进给电机M5自动回原点（C点），Y轴默认当前位置为原点，触摸屏原点指示灯亮。

触摸屏画面主要包含原点指示灯，M1～M5电机运行指示灯，主轴转速显示，当前刀号显示，需加工三角形的三边长度，所输入三角形三边是否符合要求指示灯，实时XY轴坐标，设置加工三角形数量，显示剩余加工三角形数量，循环启动按钮和循环停止按钮,如图9所示。

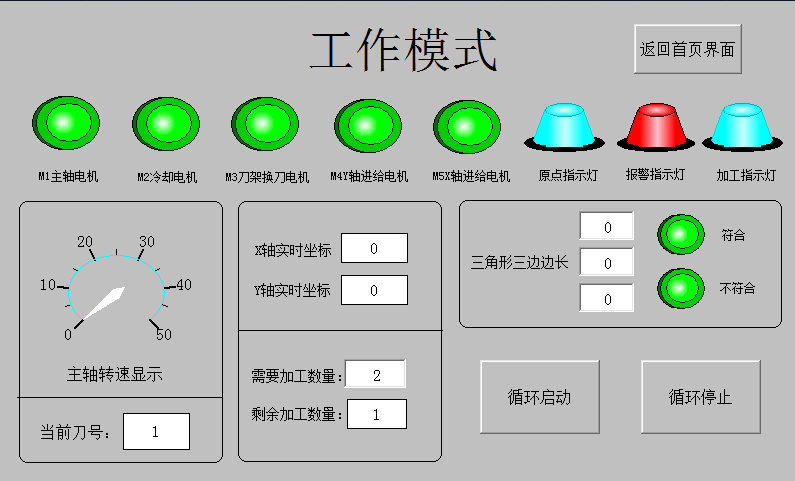


图9 工作模式触摸屏画面

工作模式初始状态：XY轴进给电机M5、M4在原点位置C点；当前刀位号为1号刀，按钮SB1为常开，SA2、SA3为竖向档位，所有电机M1～M5为停止状态。

在触摸屏设置加工零件数量（设置范围为1～99），三角形三边边长（20~120）单位（mm），要求任意输入边长并自动分配三边边长（a>b>c），三边可构成三角形后，符合指示灯亮，按下循环启动按钮后，加工指示灯亮，机床开始进行加工加工所需要的三角形。每完成一个三角形材料的加工后，剩余加工数量显示自动减一。按下循环停止按钮，加工完当前三角形后停止，再次按下循环启动按钮继续的加工剩余所需要加工的三角形。

完整加工动作过程：当主轴检测到正方形木板材料夹紧，由SA2给出信号（横向档位为夹紧）后，主轴电机M1以30Hz的速度旋转（再加工剩余三角形主轴电机以40Hz运行），2S后，指示灯HL4亮，代表刀架已经下降到位，X轴进给电机和Y轴进给电机同时以4mm/S的速度运行至加工点（10,10）单位（mm），此时开始准备加工所需三角形，1S后开始加工三角形的a边，X轴进给电机以8mm/s 的速度向右运行，M2冷却电机高速运行，达到所切长度后，冷却电机停止，等待两秒后，开始进行加工边长b，此时X轴进给电机以8mm/s 的速度向左运行，Y轴进给电机顺时针旋转（Y轴速度根据X轴速度以及Y方向所走长度求出），M2冷却电机低速运行，达到所切长度后，X轴Y轴同时停止，M2冷却电机停止，等待2S后开始加工边长c，X轴进给电机以8mm/s 的速度向左运行，Y轴进给电机逆时针旋转，冷却电机低速运行，当到达坐标（10,10）单位（mm），此时c边长加工完毕，XY轴进给电机同时停止，M2冷却电机停止，等待两秒指示灯HL4熄灭，代表刀架上升到位，主轴电机M1停止，XY轴进给电机回到原点（0,0）此时，一个三角形加工完成。

当下一个正方形木板装夹完毕，再次由SA2给出夹紧信号，换刀机构顺时针旋转一个到位（信号由SB1按钮给出），开始第二个三角形的加工。当所有三角形加工完毕，主轴电机M1停止，XY进给电机回到坐标原点，加工指示灯熄灭。

当系统发生急停事件按下急停按钮时(SA3被切断)，系统立即停止。急停恢复后，按下循环启动按钮，电机从之前状态继续运行。

**4.非正常情况处理**

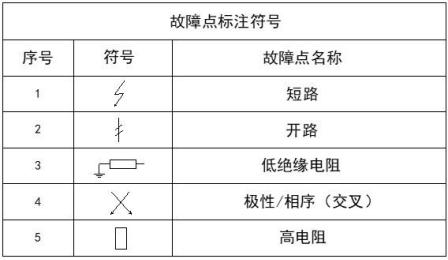
当X轴进给电机出现越程（左右超行程位置开关分别为两次微动开关SQ1、SQ2）,伺服电机自动锁住，并在触摸屏自动弹出报警画面“报警画面，设备越程”，解除报警后，系统重新从原点C初始态启动。

在加工过程中，主轴温度传感器会检测工件温度（温度控制器+ 热电偶K型），当工件温度超过23°则触摸屏上报警指示灯以1HZ闪亮；当温度超过28°，触摸屏自动弹出画面“报警画面，温度过高”，所有电机同时停止。当温度低于23度时，按下循环启动按钮，所有电机继续运行。

**故障检测**

### 一、工作任务

请选手在设有故障（10个故障点）的装置上进行故障查找，并将故障点的位置与故障类型在图纸上标出。装置图纸见附件，符号具体要求如下：



### 二、操作要求

1.观察现象时，只能接通控制电路的电源，不能接通主回路电源；

2.故障检测时，必须在断电情况下测量，不能打开行线槽盖板、不能松卸端子；

3.必要时，可以打开开关面板和按钮盒进行检测；

4.请使用万用表、绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪等仪表进行故障检测；

5.故障点只需在图纸上标注符号，无需修复。

### 三、模块分值

本模块分值为10分，每正确找到一个故障点且标注正确得1.0分。

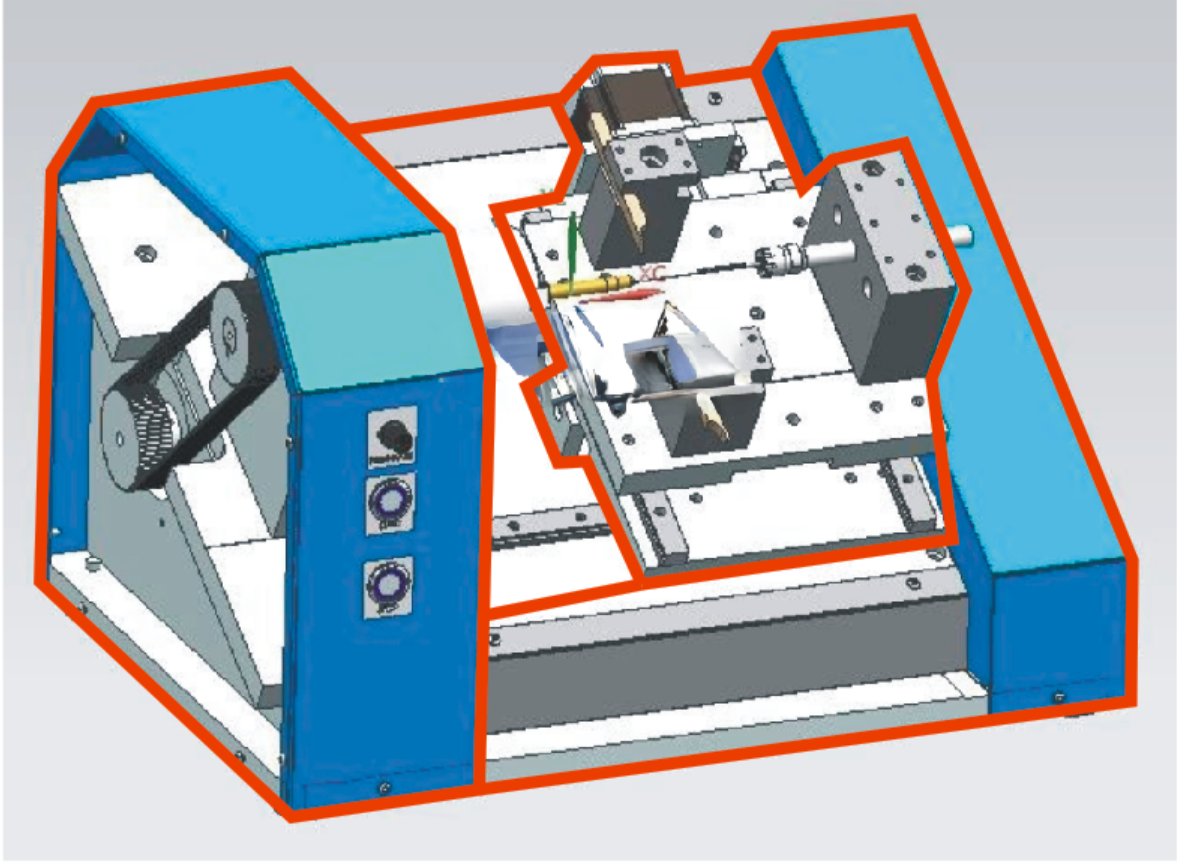
标注方法如下：

### 四、注意事项

在完成工作任务的全过程中，严格遵守电气安装安全操作规程。

# 数字化工业场景搭建

### 一、工作任务

请选手根据任务书“机床控制系统”的场景平面参考图进行工业场景搭建。

场景平面参考图

### 二、操作要求

1.在电脑上使用三维场景搭建软件进行操作，搭建三维场景图；

2.搭建所需的部件可在模型库中选择；

3.搭建的三维场景必须与场景平面参考图展现的场景一致。

### 三、模块分值

本模块分值为5分，每正确搭建一个区域得1分，区域搭建错误或不完整该区域不得分。

### 四、注意事项

在完成工作任务的全过程中，严格遵守赛场纪律。

**应用办公软件制作汇报PPT**

**一.工作任务**

请选手根据任务书 “机床控制系统”的控制要求制作PPT。

**二．操作要求**

1.在电脑上使用WPS软件进行操作；

2.内容包含设计思路，调试流程。

**三.模块分值**

本模块分值为8分，PPT制作3分，汇报5分。

**四.注意事项**

在完成工作任务的全过程中，严格遵守赛场纪律。

**器件参数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 器件 | 型号 | 参数值 | |
| 1 | 热继电器 |  |  |  |
|  |  |  |
| 2 | 变频器 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 3 | 步进电机 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
| 4 | 伺服电机 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

工位号：

**附件1：现代电气控制系统安装与调试元件参考清单**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 型号及规格 | 数量 | 备注 |
| 1 | 指示灯 | AD58B-22D 220V | 6只 | 内置 |
| 2 | 紧急停止按钮 | 红色蘑菇头 | 1只 | 内置 |
| 3 | 按钮 | LA68B-EA35 | 3只 | 内置 |
| LA68B-EA45 | 3只 | 内置 |
| 4 | 漏电型空气开关 | DZ47LE-32/D16 | 1只 |  |
| 5 | 熔断器 | RT28-3P | 1只 |  |
| 6 | 接触器 | CJX2-0910 | 7只 |  |
| 7 | 辅助触头 | F4-22 | 7只 |  |
| 8 | 时间继电器 | ST3PF AC250V | 1只 |  |
| ST3PA-A AC220V | 1只 |  |
| 9 | 中间继电器 | DC24V | 2只 |  |
| 10 | 热保护继电器 | NR2-25 | 2只 | 0.63A(范围0.4~0.63A)2只 |
| 11 | 行程开关 | LX19-001 | 4只 | 内置 |
| 12 | 选择开关 | LA68B –ED25 | 4只 | 内置 |
| 13 | 三相交流异步电动机 | YS5024(Y-△) | 2台 |  |
| 14 | 三相交流异步电动机 | YS5024(Y-△)带离心开关 | 1台 |  |
| 15 | 三相交流异步电动机  （双速电机） | YS502/4双速电机 | 1台 |  |
| 16 | 可编程控制器 | PLC（二种品牌三种方案任选一种） | 1套 | 见附表2 |

**附表2 PLC、变频器配置：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **方案一、西门子S7-300 +S7-200smart系统主要部件** | | | | | |
| 序号 | 名称 | 型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
| 1 | 西门子电源 | PS307 | 1 | 块 |  |
| 2 | 西门子可编程控制器 | CPU314C-2PN/DP | 1 | 块 | 16DI/16DO |
| 3 | CPU模块 | S7-200 SMART SR40 | 1 | 块 | 西门子继电器输出220VAC供电 24输入16输出 |
| 4 | CPU模块 | S7-200 SMART ST30 | 1 | 只 | 西门子晶体管输出24VDC供电 18输入12输出 |
| 5 | 西门子模拟量输入输出模块 | S7-200Smart EM06 | 1 | 套 | 4输入/2输出 整体式I/O点数为小型 |
| 6 | 西门子安装导轨 | S7-300导轨160mm | 1 | 条 |  |
| 7 | 西门子前连接器（螺钉型） | 40针 | 1 | 套 |  |
| 8 | 内存卡 | MMC128K | 1 | 张 |  |
| 9 | 交换机 | 5口 | 1 | 套 |  |
| 10 | 200Smart下载线 |  | 1 | 条 |  |
| 11 | 西门子变频器 | G120C-PN 0.75KW | 1 | 台 |  |
| 12 | BOP操作面板 |  | 1 | 块 |  |
| 13 | 触摸屏 | 7寸 | 1 | 台 |  |
| **三菱Q系列与FX系列系统主要部件** | | | | | |
| 序号 | 名称 | 型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
| 1 | 三菱模块 | Q00UCPU | 1 | 块 |  |
| 2 | 三菱电源单元基板 | Q35B | 1 | 条 | 5位基板 |
| 3 | 三菱模块 | Q61P | 1 | 块 | 输入100-200AC、输出DC5V、6A |
| 4 | 三菱模块 | QX40 | 1 | 块 | DC16输入 |
| 5 | 三菱输出模块 | QY10 | 1 | 块 | AC16输出 |
| 6 | 三菱cclink通信模块 | QJ61BT11N | 1 | 块 |  |
| 7 | 三菱通讯线 | QC30R2 | 1 | 条 |  |
| 8 | 三菱可编程控制器 | FX3U-32MT | 1 | 个 |  |
| 9 | 三菱主机 | FX3U-32MR | 1 | 个 |  |
| 10 | 三菱模块 | FX3U-3A-ADP | 1 | 个 |  |
| 11 | 三菱cclink通信模块 | FX3U-64CCL | 2 | 个 |  |
| 12 | FX系列下载线 | RS-232 | 1 | 条 |  |
| 13 | 485通讯模块 | FX3U-485-BD | 2 | 个 |  |
| 14 | 三菱变频器 | FR-E840-0.75K | 1 | 台 |  |
| 15 | 触摸屏 | 7寸 | 1 | 台 |  |
| **西门子S7-1500 +S7-1200系统主要部件** | | | | | |
| 1 | S7-1500安装导轨 | 6ES7590-1AE80-0AA0 | 1 | 条 | 使用一半（需加工） |
| 2 | CPU 1511-1 PN | 6ES7511-1AK01-0AB0 | 1 | 只 |  |
| 3 | 存储卡 | 6ES7954-8LC02-0AA0 | 1 | 张 | 4M |
| 4 | 数字量输入，DI 16x24VDC HF | 6ES7521-1BH00-0AB0 | 1 | 块 |  |
| 5 | 前连接器，直插式工艺 | 6ES7592-1BM00-0XB0 | 3 | 条 | 40 针 |
| 6 | 数字量输出 | 6ES7522-5FF00-0AB0 | 2 | 块 | DQ 8x230VAC/2A ST |
| 7 | 负载电源 PM 70W | 6EP1332-4BA00 | 1 | 块 | 120/230 V AC，24 V DC，3 A |
| 8 | 数字 I/O | 6ES7223-1PL32-0XB0 | 2 | 块 | 16 DI，24V DC / 16 DO，继电器 |
| 9 | 模拟量输出 | 6ES7234-4HE32-0XB0 | 1 | 块 | 4输入/2输出 |
| 10 | 西门子1200PLC | 6ES7212-1BE40-0XB0 | 1 | 块 | CPU 1212C（8 DI 24V DC；6 DO 继电器；2 AI），PS 230V AC |
| 11 | 西门子1200PLC | 6ES7212-1AE40-0XB0 | 1 | 块 | CPU 1212C（8 DI 24V DC；6 DO 24V DC；2 AI），PS 24V DC |
| 12 | 网线 |  | 1 | 条 |  |
| 13 | 交换机 | 5口 | 1 | 套 |  |
| 14 | 西门子变频器 | G120C-PN 0.75KW | 1 | 只 |  |
| 15 | BOP操作面板 |  | 1 | 只 |  |
| 16 | 触摸屏 | 7寸 | 1 | 台 |  |