

# 2018 年全国职业院校技能大赛

## 现代电气控制系统安装与调试

（总时间：240 分钟）

# 工 作 任 务 书

场次号\_\_\_\_\_ 工位号\_\_\_\_\_

## 注意事项

一、本任务书共 16 页，另附维修工作票及排故机床图纸 2 页、I/O 分配表 2 页、以及 A3 版空白图纸 2 页。如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行任务书的更换。

二、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。

三、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（赛场裁判）同意后方可修改。

四、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，酌情扣 5-10 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。

五、所编 PLC、触摸屏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。

六、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。

七、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，不得带离赛场。

## 请按要求在 4 个小时内完成以下工作任务：

一、按“自动涂装系统控制说明书”，设计电气控制原理图，并按图完成器件选型、器件安装、电路连接（含主电路）和相关元件参数设置。

二、按“自动涂装系统控制说明书”，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。

三、根据赛场设备上所提供的故障考核装置，参考 X62W 铣床电气原理图，排除机床电气控制电路板上所设置的故障，使该电路能正常工作，同时完成维修工作票。

本次工作任务请在 YL-158GA1 型现代电气控制系统安装与调试实训考核装置上完成，该装置的结构介绍及使用方法请参考用户说明书。操作过程中，须遵守安全操作规程和职业素养要求的相关规定。

## 自动涂装系统控制说明书

### 一、自动涂装系统运行说明

在工件涂装过程中，有很多环节如涂料混合、涂料传输、工件涂装等环节，大多存在易燃易爆、有毒有腐蚀性的介质，对人体健康有不同程度的危害，不适合由人工现场实时操作。本系统设计借助 PLC 来控制涂料混合、传输及定点涂装等工序，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。

自动涂装系统的结构及组成如图 1 所示，包括 A 阀、B 阀、搅拌机、供料阀、储存罐、喷涂进料泵、喷涂高度控制电机、转盘电机、排风扇、排料阀。

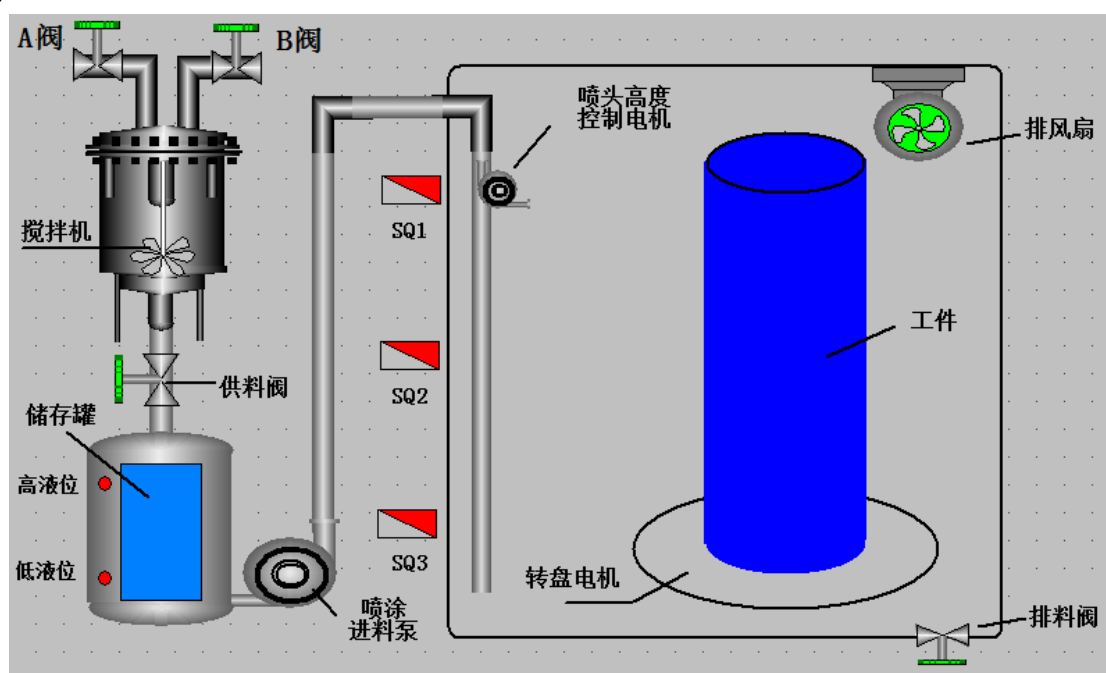


图1 自动涂装系统

由图可知，自动涂装系统整体由三部分组成，分别为进料、混料工段，储料工段，涂装工段三部分组成。系统自动运行过程如下：首先按照被加工工件要求对供料阀 A 与供料阀 B 控制，并在混料罐中进行搅拌，搅拌完成后，根据储料罐液位情况控制供料阀状态以及涂装工段运行情况，涂装工段需顺序完成先后两部分动作，具体动作如下：①：喷涂高度控制电机

运行至 SQ2 处，并且转盘电机处于起始喷涂位置，启动喷涂进料泵开始对工件涂装，同时转盘电机从起始位置转至结束位置（参数 HMI 设定），该步动作结束。②：喷涂高度控制电机运行至 SQ3 处，并转盘电机带动转台运行至 180° 后，开始喷涂作业，喷涂高度控制电机从 SQ3 运行 SQ1 处，同时转盘电机旋转 360° 后，涂装工段动作结束。结束后涂装高度电机与转盘电机自动恢复初始位置。

在涂装工段运行期间排风扇保持低速或高速运行，排料阀同时打开。

**自动涂装系统**由以下电气控制回路组成：混料搅拌机由搅拌电机 M1 驱动【M1 为三相异步电机，只进行单向正转运行，需考虑过载保护，热继电器电流整定为 0.25A】。喷涂泵由电机 M2 驱动【M2 为三相异步电动机，由变频器进行无级调速控制；变频器输出频率与工件直径对应关系如下：工件直径  $D < 60\text{cm}$  时，变频器输出  $f = 50\text{Hz}$ ；工件尺寸直径  $60\text{cm} \leq D \leq 120\text{cm}$  时，变频器输出频率  $f = 50 - (D - 60) / 2$ ；电机加速时间 0.5 秒，减速时间 1.5 秒】。喷头位置由喷涂高度电机 M3 控制【M3 为伺服电机，带动丝杠运行；已知丝杠的螺距为 4mm，伺服电机旋转一周需要 1000 个脉冲，并使用旋转编码器对喷头位置进行检测，喷头由滑块来模拟】。工件旋转台由转盘电机 M4 驱动【M4 为步进电机，带动工作旋转台运行，其中减速比为 36:1，步进电机旋转一周需要 2000 个脉冲】。工件涂装仓排风扇由排风电机 M5 驱动【M5 为双速电机】。

电动机旋转以“顺时针旋转为正向、逆时针旋转为反向”为准。

储存罐有效储液高度为 0-1 米，使用投入式液位传感器进行液位高度测量（液位由控制柜正面的模拟量 0-10V 模拟，0~10V 对应 0~1 米）；喷头高度控制电机由三个位置预置点（SQ1~SQ3）控制喷涂位置；混料罐 A、B 料进料累计重量由重量传感器确定（传感器量程为 0-30Kg，以控制柜背面的模拟量 0-10V 模拟）。进料阀 A、进料阀 B、供料阀和排料阀用 I/O 点模拟，

地址自行定义。

## 二、控制系统安装方案要求

1、本系统使用三台 PLC，网络指定 QCPU/S7-300/S7-1500 为主站，2 台 FX3U/S7-200Smart/S7-1200 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）：

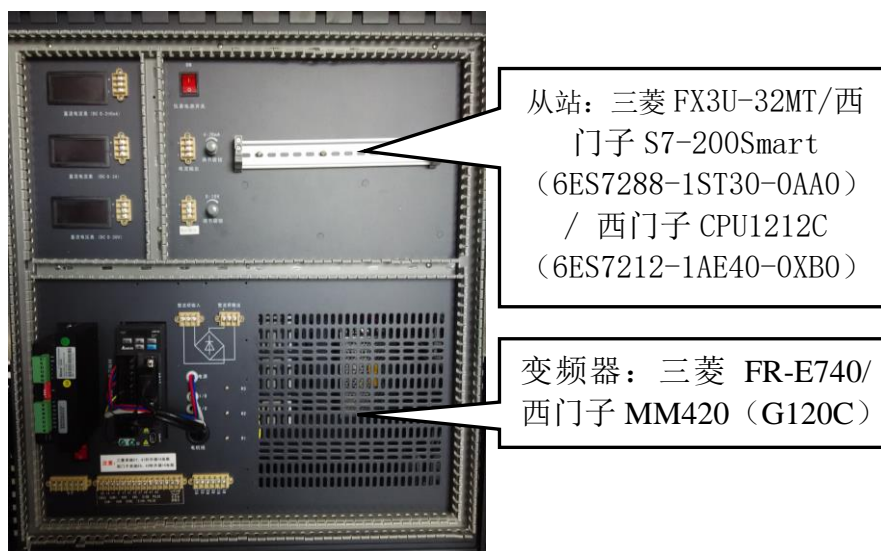
电机 方案	三菱 Q 系列 +FX3U 系列方案	西门子 S7-300 +S7-200Smart 方案	西门子 S7-1500 +S7-1200 方案
HMI SB1~SB5	Q00UCPU	CPU314C-2PN/DP	CPU 1511
M1、M5 HL1、HL2	FX3U-32MR	S7-200Smart 6ES7288-1SR40-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1BE40-0XB0
M2、M3、M4、 编码器 SQ1~SQ5	FX3U-32MT	S7-200Smart 6ES7288-1ST30-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1AE40-0XB0

电压模拟量输入以及急停按钮 SA1 可以自行定义接入的 PLC。除题目特别要求外，其他所有按钮及指示灯应使用控制柜正面元件。

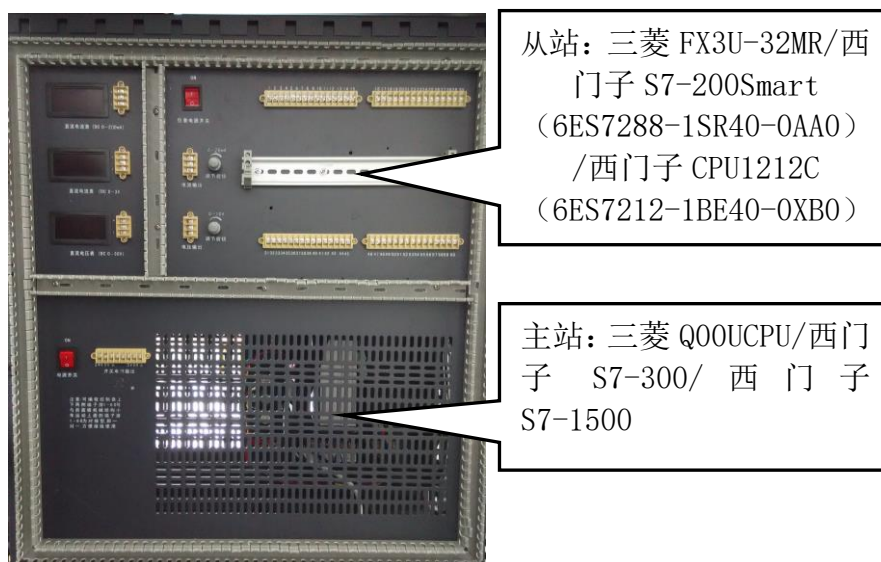
4、根据本说明书控制要求，设计电气控制原理图，根据所设计的电路图连接电路，不允许借用机床考核单元电气回路。参照所给定的图纸格式把系统电气原理图以及各个 PLC 的 I/O 接线图绘制在标准图纸上，在“设计”栏中填入选手工位号，在“制图”栏中填入 PLC 品牌型号。

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。



(a) 正面



(b) 背面

图2 PLC和变频器安装位置示意图

### 三、系统控制要求

自动涂装控制系统具备三种工作模式，模式一：通信测试模式；模式二：设备调试模式；模式三：自动运行模式。设备上电后触摸屏首先显示用户登录界面；当输入用户名 Admin 及正确密码“2018”后，触摸屏即进入模式选择界面，此时可以选择进入任意一种模式；当输入用户名 User 及正确密码（密码为工位号）后，触摸屏只能进入自动运行模式。当输入密码错误时，弹出密码错误提示对话框。



图3 用户登录界面

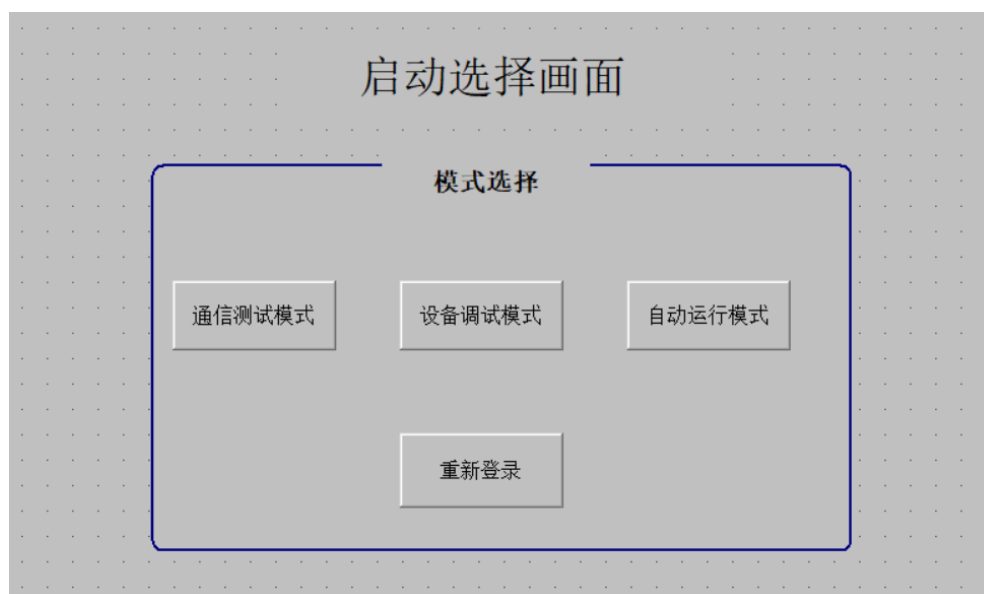


图4 模式选择界面

## 1、通信测试模式

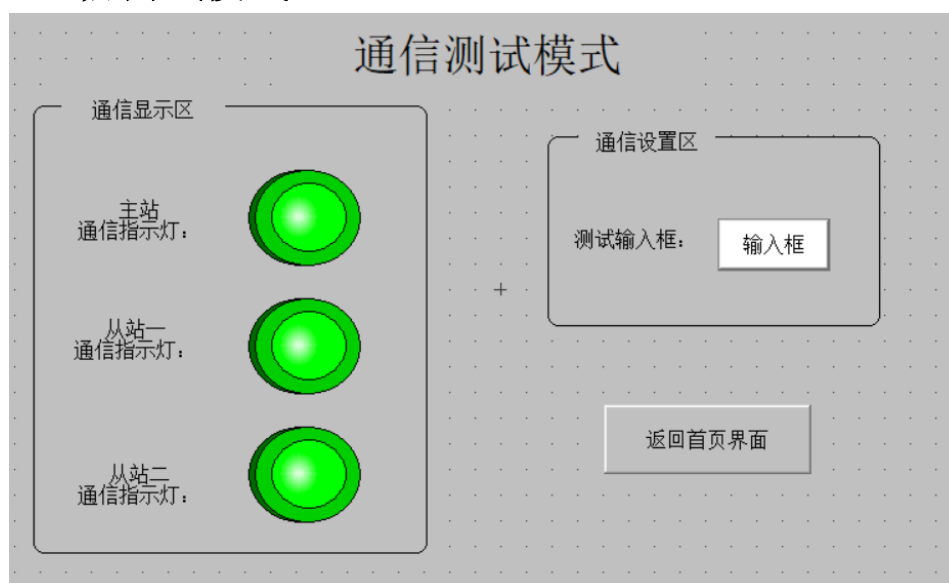


图5 通信测试模式界面参考图



此模式为检测触摸屏与三台 PLC 之间通信情况，如图 5 所示，当三台 PLC 上电后处于运行状态时，若系统网络连接正常，则触摸屏中对应的通信指示灯点亮。此外，每一台 PLC 需要分配一个输出点，作为通信测试灯。分两种情况测试：

（1）三台 PLC 之间通信测试：按下 SB1 按钮（主站），从站一 PLC 输出点的通信测试灯亮；再按下 SB1 按钮，从站一 PLC 输出点的通信测试灯保持点亮，从站二 PLC 输出点的通信测试灯亮；再按下 SB1 按钮，从站一、二 PLC 输出点的通信测试灯灭，第一种通信测试完成。

（2）触摸屏与三台 PLC 之间通信测试：在触摸屏测试框输入（10），主站 PLC 输出点的通信测试灯亮；输入（20），主站、从站一 PLC 输出点的通信测试灯亮；输入（30），主站、从站一、从站二 PLC 输出点的通信测试灯亮；输入其他值，所有通信测试灯熄灭。

## 2、设备调试模式

触摸屏进入设备调试画面后，指示灯 HL1 以 0.5Hz 频率闪烁，等待选择电机调试。触摸屏调试界面可以参考图 6 进行制作：通过按下“调试选择按钮”，可依次选择需要调试的电机 M1~M5，触摸屏中对应电机指示灯亮，指示灯 HL1 按照新的要求进行闪烁（见每个电机的调试过程说明）。按下调试启动按钮 SB2，被选中的电机进入调试运行。每个电机调试完成后，触摸屏上对应的指示灯熄灭。（M1~M5 电机未调试完，触摸屏中的“自动模式”按钮处于红色状态，即无法进入自动模式）

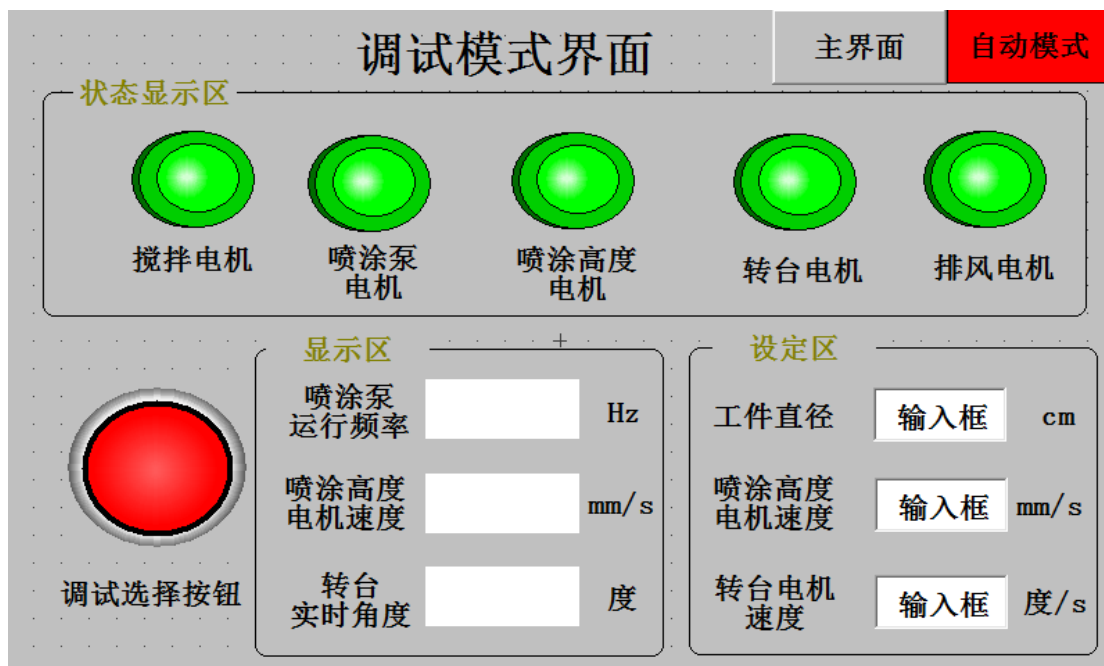


图6 调试模式参考画面

### （1）搅拌电机 M1 调试过程

触摸屏中选择电机 M1 调试时，指示灯 HL1 以闪烁 1s（频率为 1Hz）- 灭 1s 的周期运行。然后按下调试启动按钮 SB2 后，电机 M1 启动运行，并按照“转 4 秒-停 2 秒”的规律运行 3 个周期后停止；电机 M1 调试结束。

### （2）喷涂泵电机（变频电机）M2 调试过程

触摸屏中选择电机 M2 调试时，指示灯 HL1 以闪烁 2s（频率为 1Hz）- 灭 1s 的周期运行。然后由触摸屏输入工件直径（工件直径数值应在 40cm-120cm），再按下调试启动按钮 SB2，电机 M2 正向运行 8 秒，变频器输出频率按照工件直径与频率对应关系确定（工件直径  $D < 60\text{cm}$  时，变频器输出  $f = 50\text{Hz}$ ；工件尺寸直径  $60\text{cm} \leq D \leq 120\text{cm}$  时，变频器输出  $f = 50 - (D - 60) / 2$ ），运行过程中按下调试停止按钮 SB3，电机 M2 停止运行；再按下调试启动按钮 SB2 时，电机 M2 继续之前的状态运行直至电机运行时间到达。

**喷涂泵电机运行频率应在触摸屏相应位置显示(保留一位小数)。**

### （3）喷涂高度电机 M3(伺服电机) 调试过程

触摸屏中选择电机 M3 调试时，指示灯 HL1 以闪烁 3s（频率为 1Hz）-

灭 1s 的周期运行。首先将喷头位置手动调至 SQ2 与 SQ3 之间，然后在触摸屏上设置喷头的运行速度（设定范围为 4.0-12.0mm/s，精确到小数点后一位），按下调试启动按钮 SB2，电机 M3 自动回到初始位置 SQ1，到达后由 SQ1 位置开始运行，运行过程如下：在 SQ1 位置等待 2 秒开始向 SQ2 运行，在 SQ2 位置停止 2 秒后运行至 SQ3，在 SQ3 位置停止 2 秒后，返回 SQ1，返回速度为设定运行速度的 1.5 倍；在动作过程任意时间按下停止按钮 SB3，电机 M3 在当前位置停止运行；再按下启动按钮 SB2 后电机 M3 继续当前动作直至 M3 电机调试过程结束。

伺服电机运行速度应在触摸屏中显示（单位：mm/s）。

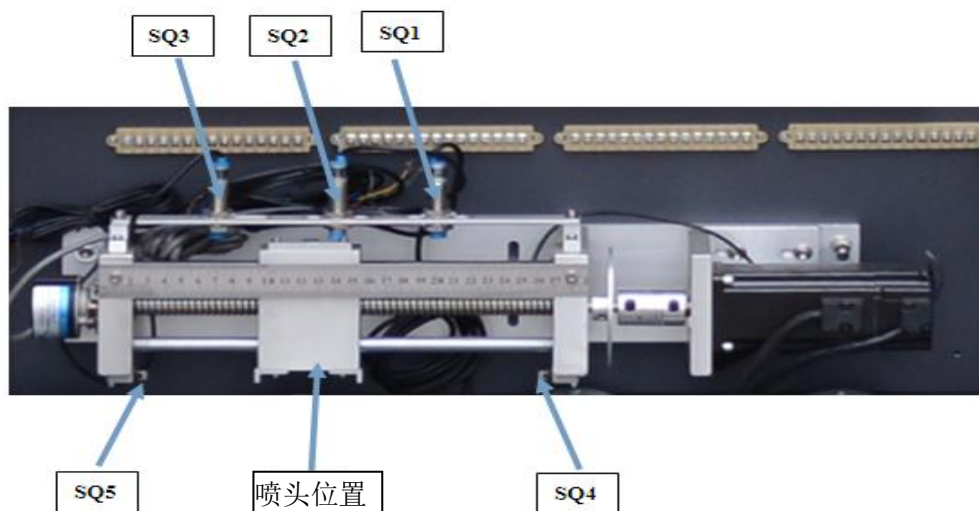


图 7 喷涂高度电机 M3 结构示意图

#### （4）转盘电机 M4(步进电机) 调试过程

触摸屏中选择电机 M4 调试时，指示灯 HL1 以闪烁 4s（频率为 1Hz）- 灭 1s 的周期运行。首先在触摸屏上设置转台的旋转速度（设定范围为 6.0~12.0 度/s，精确到小数点后一位），按下调试启动按钮 SB2，转台正向运行 30 度，停止 2 秒；再正向运行 60 度，停止 2 秒；然后反向运行 90 度回到起始位置，电机 M4 调试结束，此过程中转盘电机 M4 按照设定的速度沿要求方向旋转相应角度（需要考虑减速比 36:1）。

**转台实时位置应在触摸屏中显示（单位：度）。**

（5）排风扇电机（双速电机）M5 调试过程

触摸屏中选择电机 M5 调试时，指示灯 HL1 以**闪烁 5s**（频率为 1Hz）-**灭 1s** 的周期运行。按下启动按钮 SB2，M5 电机以低速运行 3 秒后转换到高速运行，高速状态运行 5 秒后停止，电机 M5 调试结束。

所有电机（M1~M5）调试完成后（此时触摸屏中“自动模式”按钮由红变绿），然后按下“自动模式”按钮，将进入自动涂装模式。在未进入自动涂装模式前，单台电机可以反复调试。

### **3、自动涂装模式**

进入自动涂装模式后，触摸屏进入自动涂装运行模式画面，可参考图 8 进行设计。画面要求：

- ① 触摸屏画面有**主界面**和**复位按钮**；
- ② **工件设置区**，选择工件类型，设置工件直径以及喷涂带区域起始位置以及结束位置；
- ③ **参数显示区**，显示混料罐混合涂料实时重量；转盘的实时位置；喷涂泵电机运行频率；喷涂高度电机速度；
- ④ **喷头位置显示区**，实时显示喷头的位置情况；
- ⑤ **储存罐显示区**，实时显示储存罐中液位状态变化情况；
- ⑥ **状态显示区**，显示阀门和各个电机的动作运行状态。

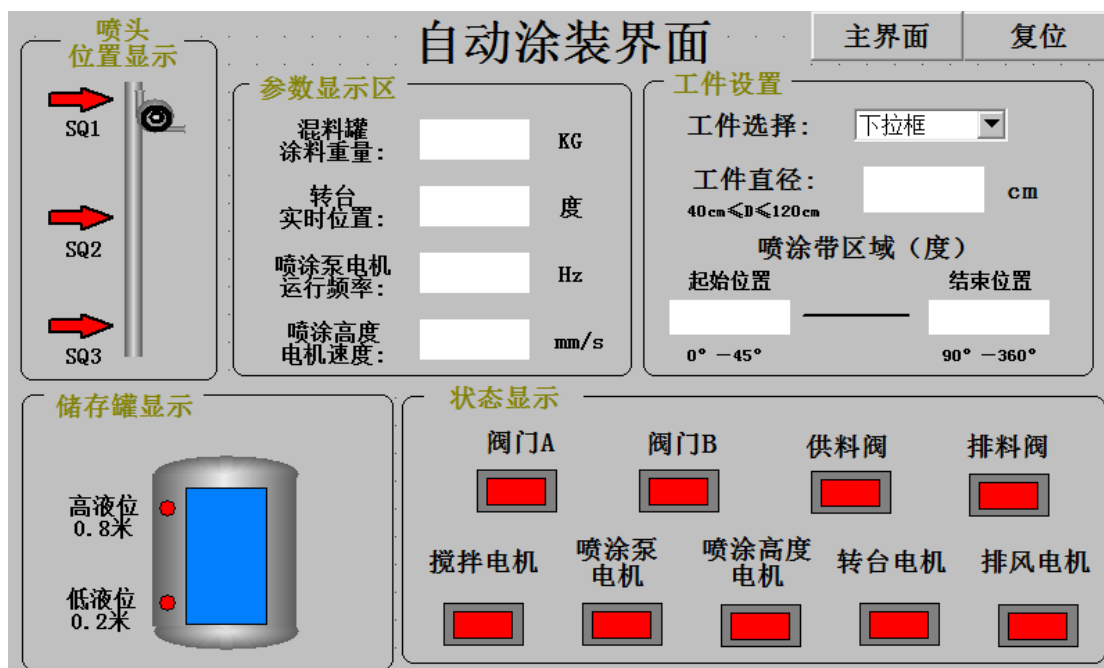


图8 自动涂装模式参考画面

自动涂装工艺流程与控制要求：

(1) 系统初始化状态：

进入自动涂装模式后，按下复位按钮，喷头高度电机 M3 自动回到初始位置 SQ1，触摸屏转盘实时角度数值清零，储存罐中液位为零，混料罐中涂料重量为零，各电动机处于停止状态，完成以上动作后 HL2 以 0.5Hz 的频率闪烁表示系统已满足自动运行的初始条件。

(2) 运行操作：

HL2 以 0.5Hz 的频率闪烁的状态下进行工件选择(从下拉菜单中选择甲类或乙类工件，工件选择菜单初始状态为空白状态)，输入工件直径(工件直径数值应在 40cm-120cm 之间)和喷涂带区域起始位置(起始位置应在 0°-45° 之间，结束位置应在 90°-360° 之间)。按下开始按钮 SB4，系统开始自动运行，自动运行过程中运行指示灯 HL2 长亮。

(3) 进料及混料流程：

当混料罐中混合涂料剩余重量小于 0.2Kg 时，供料阀关闭，进料阀 A 和进料阀 B 依次打开，AB 两种涂料开始依次进入混料罐：涂料进料量以混

料罐底部安装的重量传感器感应结果进行控制。甲类工件所需涂料中 B 涂料重量为 A 涂料重量的 1.5 倍；乙类工件所需涂料中 B 涂料重量为 A 涂料的 0.5 倍。涂料 A 进料开始后，当重量传感器感应重量达到 10Kg 时进料阀 A 关闭，涂料 A 停止进料；同时进料阀 B 打开，涂料 B 开始进料，当重量传感器感应罐内涂料总重量重量达到要求(根据配方重量关系)时进料阀 B 关闭，涂料 B 停止进料。然后搅拌电机 M1 开始运转，搅拌时间根据所选工件类型决定（选择甲类工件时搅拌 10s，选择乙类工件时搅拌 6s,）。搅拌完成后，M1 停止运行。当进料阀 A 开启之后，直至混料电机动作完成的过程中，供料阀保持关闭状态。

**此过程中混料罐涂料重量、进料阀 A、进料阀 B、供料阀、排料阀以及搅拌电机动作状态应在触摸屏中实时显示。**

#### （4）供料及储料流程：

当储料罐中所储存的混合涂料液位低于高液位（0.8 米），且混料罐中混料电机完成混料操作的状态下，供料阀打开，涂料由混料罐进入储料罐；当混合涂料液位高于高液位时，供料阀关闭，混合涂料停止进入储料罐；当储料罐中混合涂料的液位高于低液位（0.2 米）时，自动喷涂流程开始运行，当低于低液位时，自动涂装流程停止运行，待混合涂料液位高于低液位后，各电机自动恢复停止前的状态继续运行。

**此过程中储料罐液位、进料阀、喷涂泵电机、喷涂高度控制电机以及转盘电机运行状态应在触摸屏中实时显示。**

#### （5）自动喷涂流程：

涂装过程为：**a、带状涂装**，涂装高度为 SQ2 所确定的位置，带状涂装起始位置及涂装区域(工件固定在旋转台，转台带动工件旋转)由 HMI 输入（起始位置及结束位置均由所输入的角度值确定，起始位置范围为  $0^{\circ}$  ~ $45^{\circ}$ ；结束位置为  $90^{\circ}$  ~ $360^{\circ}$ ，输入值精确到个位）。首先，喷涂高度控

制电机 M3 带动喷头由初始位置 SQ1 移动到 SQ2，电机运行速度为 10mm/s；然后转盘电机 M4 旋转至喷涂起始位置(由 HMI 输入数值决定，旋转速度为 10 度/s)；喷涂泵电机 M2 开始运行，同时转盘电机 M4 继续旋转至喷涂结束位置(由 HMI 输入数值决定)后停止，转台旋转速度为 10 度/s；到达结束位置后，喷涂泵电机 M2 停止运行；完成带状涂装任务后，高度控制电机 M3 带动喷头自动运行至 SQ3 位置，转盘电机 M4 自动运行至 180° 位置。

**b、螺旋状涂装**，高度控制电机 M3 运行至 SQ3 位置，转盘电机 M4 运行到 180° 位置等待 5 秒后，高度控制电机 M3 与转盘电机 M4 同时开始运行，喷涂泵电机 M2 也开始持续运行，高度控制电机 M3 由 SQ3 运行至 SQ1，转盘电机 M4 正向旋转 360 度，运行周期为 20 秒，高度控制电机 M3 与转盘电机 M4 应同步运行完成（高度控制电机 M3 与转盘电机 M4 同时开始运行，且同时到达结束位置），同时 M2 停止运行；至此，螺旋状涂装过程结束。完成螺旋状涂装任务后，喷头保持在 SQ1 位置，转台自动运行至 0° 位置。

此过程中喷头高度位置、转台实时位置、喷涂泵电机运行频率、喷涂高度电机速度、喷涂泵电机、喷涂高度电机及转盘电机应在触摸屏中实时显示。

#### （6）排风及排料流程：

为避免排风气流对涂装质量产生影响，在喷涂泵电机 M2 工作时，排风电机 M5 处于低速运行状态；喷涂泵电机 M2 停止工作时排风电机 M5 切换至高速运行状态，全部涂装过程完成后排风扇电机 M5 继续保持高速运行 10s 后停止。

同时为防止涂装室因积液过多造成工件质量下降，排水阀在自动运行状态下动作，动作要求如下：当自动喷涂过程开始时排水阀启动，全部涂装过程完成后继续保持开启状态 10s 后关闭。

此过程中排风电机以及排水阀状态应在触摸屏中实时显示。

### （7）停止操作

① 系统自动运行过程中，按下停止按钮 SB5，系统完成当前涂装动作后停止运行，HL2 以 0.5Hz 的频率闪烁。当停止后再次启动运行时，HL2 长亮，系统保持上次运行的记录。

② 系统自动运行过程中，发生紧急事件旋转急停按钮时 (SA1 断开)，系统立即停止，HL2 以 2Hz 的频率闪烁；急停恢复后 (SA1 闭合)，按下触摸屏中的复位按钮，触摸屏工件设置区域所有设定参数清零，所有阀门以及电机恢复到初始状态；将所有参数重新设定后系统从初始状态重新开始运行。

### 4、非正常情况处理

当电机 M3 出现越程（左、右超行程位置开关分别为两侧微动开关 SQ4、SQ5），伺服系统自动锁住，并在触摸屏自动弹出报警画面“报警画面，设备越程”，点击触摸屏上任意位置解除报警后，系统重新恢复到初次登录后状态，点复位按钮后所有设置参数置零且全部电机恢复到初始状态，需重新在 HMI 上设置参数后再次运行。



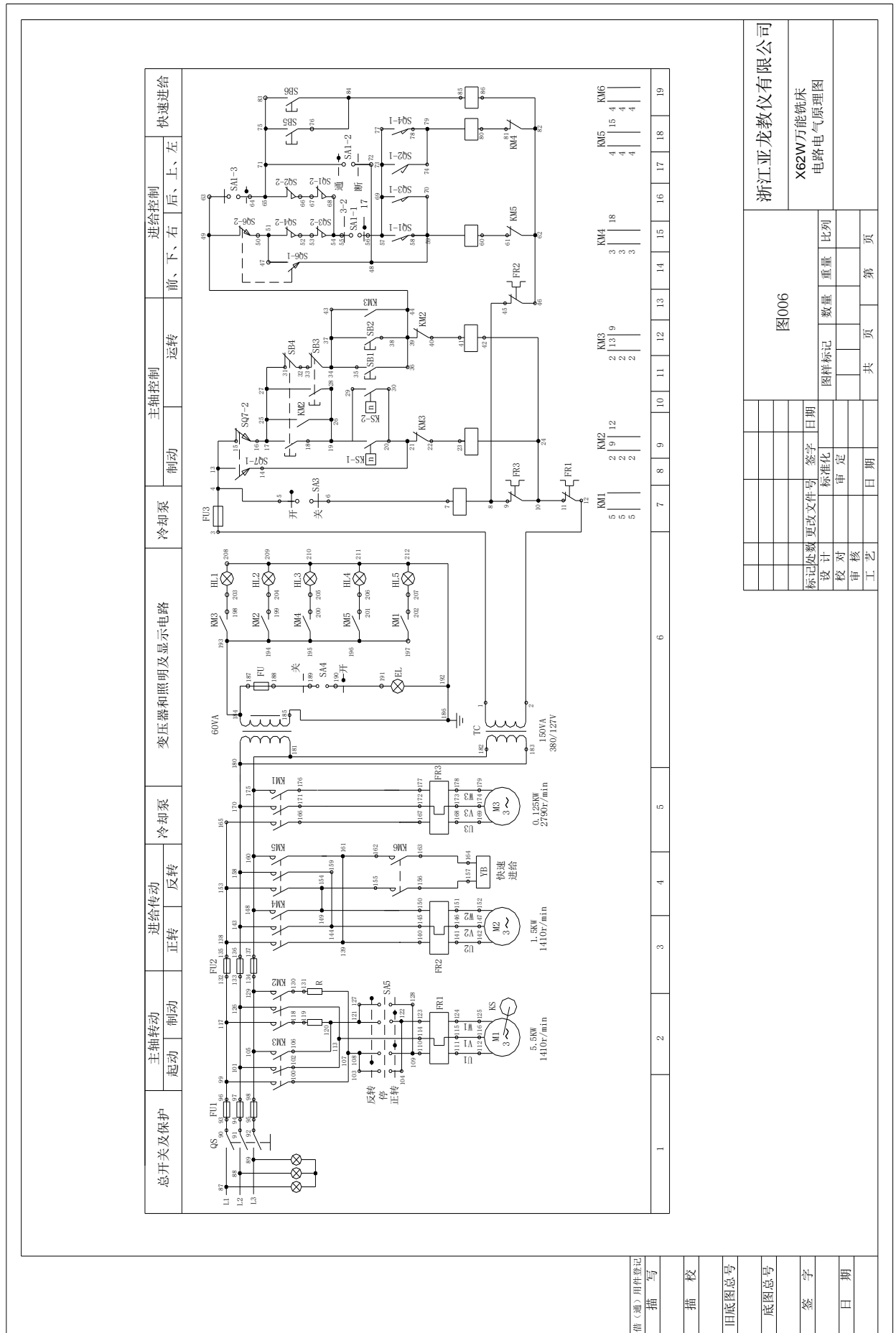
## 维修工作票

工作票编号 NO: \_\_\_\_\_

发单日期: 20    年    月    日

工位号			
工作任务	X62W 铣床电气线路故障检测与排除		
工作时间	自____年____月____日____时____分至____年____月____日____时____分		
工作条件	登陆学号: (即两位数的工位号, 如: 01、10、20 等) 登陆密码: 无 观察故障现象和排除故障后试机 <b>通电</b> ; 检测及排故过程 <b>停电</b> 。		
工作许可人签名			
<b>维 修 要 求</b>	1. 在工作许可人签名后方可进行检修; 2. 对电气线路进行检测, 确定线路的故障点并排除调试填写下列表格; 3. 严格遵守电工操作安全规程; 4. 不得擅自改变原线路接线, 不得更改电路和元件位置; 5. 完成检修后能恢复该铣床各项功能。		
故障 现象 描述			
故障 检测 和排 除过 程			
故障 点描 述			

注: 选手在“工位号”栏签工位号, 裁判在“工作许可人签名”栏签名。



借(通)用件登记
描 写
描 校
旧底图总号
底图总号
签 字
日 期

## PLC I/O 分配表

PLC 型号	电气元件符号	IO 地址	功能说明

场次号：

工位号：

**PLC I/O 分配表**

PLC 型号	电气元件符号	IO 地址	功能说明

场次号：

工位号：

			图号	比例
设计		现代电气控制系统安装与调试		
制图				

			图号	比例
设计		现代电气控制系统安装与调试		
制图				