

2019 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 （样题）

场次号_____ 工位号_____

注意事项

一、本任务书共 12 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（赛场评委）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 3 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，不得带离考场。

请按要求在 4 个小时内完成以下工作任务：

一、按“太阳能制冷系统控制要求”，设计电气控制原理图，制定相应的 I/O 分配表，并按图完成器件选型计算、器件安装、电路连接（含主电路）和相关元件参数设置。

二、按“太阳能制冷系统控制要求”，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 T68 镗床/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。

太阳能制冷系统控制要求

一、系统运行说明

太阳能空调系统共由集热系统和制冷系统两部分组成，系统图如图 1 和图 2 所示。



图 1、太阳能追踪仪

集热系统：太阳能追踪仪

太阳能追踪仪根据计算太阳轨迹，实现方向和仰角的调整，方向控制装置末端安装编码器，检测实际角度是否达到要求，仰角控制由伺服电机控制精度。其中方向和仰角转动的角度通过一定计算换算成实际行走的距离。

制冷系统：溴化锂制冷（循环制冷系统）

该装置除发生器是高压环境，其他容器内均是低压环境。由图 2 可知，通过集热系统将光能转换成热能，被加热的冷水在发生器里作为热媒，使吸收器里合成的溴化锂、水混合液分解，分别成为高压气

态水和液态溴化锂；液态溴化锂由溶液泵被抽回吸收器，高压气态水进入冷凝器冷凝成低压液态水（该过程模拟空调制冷吸收外界高温湿气）；通过冷凝产生的低压液态水在进入管道和蒸发器之前开始吸收热量，并且还吸收蒸发器中具有一定温度的工业冷却水，使低压液态水转换成低压气态水（此过程循环泵不停的使低压液态水转换产出低压气态水）；最后低压气态水进入吸收器被溴化锂大量吸收。

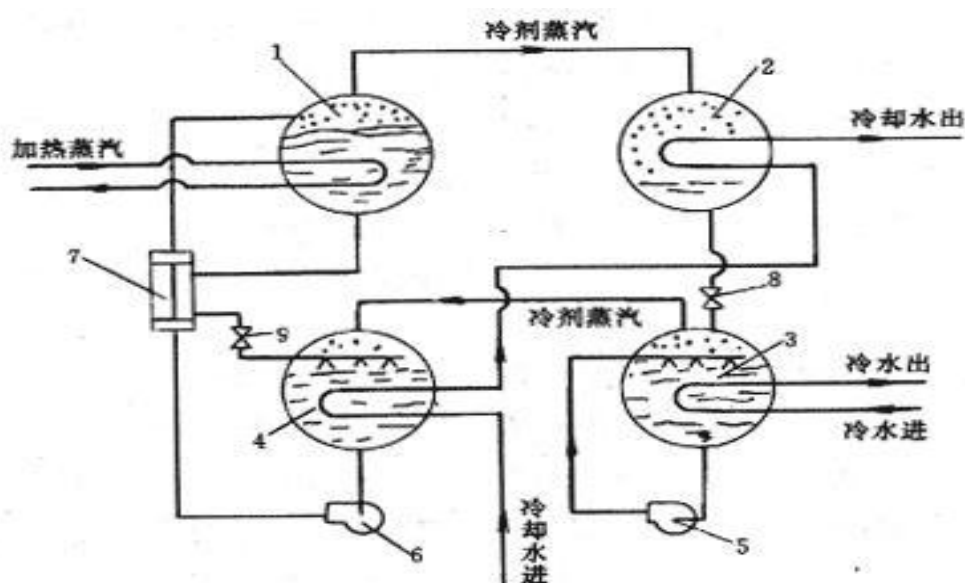


图 2-1 吸收式制冷机基本组成及工作原理
1—发生器；2—冷凝器；3—蒸发器；4—吸收器；5—冷剂泵；
6—溶液泵；7—热交换器；8—节流阀；9—减压阀

图2、溴化锂制冷系统

太阳能空调系统由以下电气控制回路组成：循环泵由电机 M1 驱动【M1 为双速电机，需要考虑过载、联锁保护】。溶液泵由电机 M2 驱动【M2 为三相异步电动机由变频器进行多段速控制,变频器参数设置为第一段速为 15Hz，第二段速为 30Hz，第三段速为 45Hz，加速时间 1.2 秒,减速时间 0.5 秒三相异步电机，只进行单向正转运行】。太

阳板清洗由电机 M3 驱动【M3 为三相异步电机,只进行单向正转运行】。
 太阳板仰角由电机 M4 驱动【M4 为伺服电机;伺服电机参数设置如下:
 伺服电机旋转一周需要 1600 个脉冲,太阳板仰角转动一度电机运行
 两圈】。太阳板方向由电机 M4 驱动【M5 为步进电机;步进电机参数
 设置如下:步进电机旋转一周需要 1000 个脉冲,太阳板方向转动一
 度电机运行两圈】。

电动机旋转以“顺时针旋转为正向,逆时针旋转为反向”为准。

二、控制系统设计要求

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、SB2、SB3	Q00UCPU	CPU314C-2PN/DP	CPU 1511
M1、M2、M3 HL1、HL2	FX3U-48MR	S7-200Smart 6ES7288-1SR40-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1BE40-0XB0
M4、M5、 SQ11、SQ13	FX3U-48MT	S7-200Smart 6ES7288-1ST30-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1AE40-0XB0

4、根据本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。参照所给定的IO分配表格式，将编程中所用到的各个PLC的IO点以及主要的中间继电器和存储器填入IO分配表中。

5、本次工作任务中用到的主要器件（如各个PLC和变频器）已安装好，部分线路也已经安装好，选手不得擅自更改设备中已有器件的位置和线路。其余器件的安装位置请自行定义。

三、系统控制要求

太阳能空调系统设备具备两种工作模式，模式一：手动调试模式；模式二：自动运行模式。设备上电后触摸屏进入欢迎界面，触摸界面任意位置，设备进入调试模式。

1、调试模式

设备进入手动调试模式后，触摸屏出现调试画面，调试画面可参考图3进行制作。通过按下选择调试按钮，选择需要调试的电机，当前电机指示灯亮，触摸屏提示信息变化为“当前调试电机为：××电机”，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，对应的指示灯消失。

此外，调试界面中应配置有通讯测试功能，用于测试主站PLC、从站PLC和触摸屏之间的通讯。例如，测试主站与触摸屏之间的通讯时，可在触摸屏上设置指示灯，当按下SB1时，触摸屏上的指示灯亮。



图3 手动调试界面示意图

（1）循环泵电动机 M1 调试过程

按下 SB1 按钮，M1 电动机以低速运行 4 秒后停止，再次按下启动按钮 SB1 后，高速运行 6 秒，电机 M1 调试结束。电机 M1 调试过程中，HL1 以亮 2S 灭 1S 的周期闪烁。

（2）溶液泵电动机 M2 调试过程

按下启动按钮 SB1 后，电机 M2 以 50Hz 启动，再按下 SB1 按钮 M2 电动机 35Hz 运行，再按下 SB1 按钮 M2 电动机 25Hz 运行，再按下 SB1 按钮 M2 电动机 15Hz 运行，按下停止按钮 SB2，M2 停止。M2 电机调试过程中，HL1 以亮 1S 灭 2S 的周期闪烁。

（3）清洗电机 M3 调试过程

按下 SB1 按钮，电机 M3 启动，3 秒后 M1 停止，再 3 秒后又自动启动，按此周期反复运行，可随时按下 SB2 停止。M3 电机调试过程中，HL1 长亮。

（4）太阳能板仰角转动（伺服电机）M4 调试过程

仰角转动电机（伺服电机）不需要安装在丝杠装置上。伺服电机开始调试前，首先在触摸屏中设定步进电机的速度之后（速度范围应在 60-150r/min 之间），按下启动按钮 SB1，伺服电机 M4 以正转 5s-停 2s-反转 5s-停 2s 的周期一直运行，按下停止按钮 SB2，M4 停止。M4 电机调试过程中，HL2 以亮 2S 灭 1S 的周期闪烁。

（5）太阳能板方向转动（步进电机）M5 调试过程

初始状态断电手动调节回原点 SQ11，伺服电机开始调试前，首先在触摸屏中设定步进电机的速度之后（速度范围应在 60-150r/min 之间），按下启动按钮 SB1，M5 以 8mm/s 的速度带动滑块向左移动，当 SQ13 检测到信号时，M2 停止旋转，停 2 秒后，M5 以 12mm/s 的速度反转带动滑块右移，当运行到丝杠 10cm 处停止，停止旋转，停 2 秒后，又以 8mm/s 的速度向右移动至原点 SQ11 后，电机 M5 停止，至此电机 M5 调试结束。M5 电机调试过程中，HL2 以 2Hz 闪烁。

所有电机（M1~M5）调试完成后按下 SB3，系统将切换进入到自动运行模式。在未进入自动运行模式时，单台电机可以反复调试。

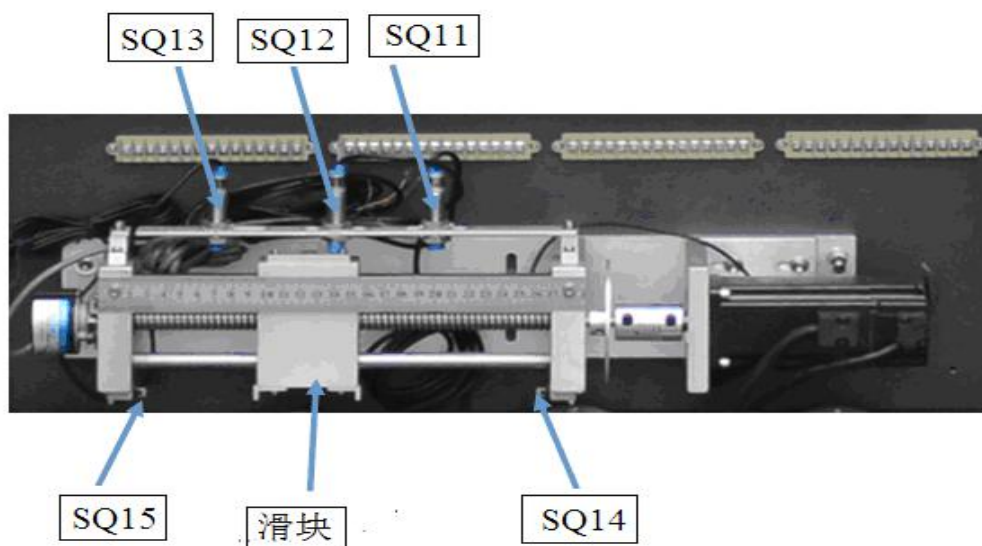


图 4 方向移动电机结构示意图

2、自动运行模式

切换进入到自动运行模式后，触摸屏自动进入运行模式画面，出现“自动运行模式”字样，画面可参考图 5 进行设计。画面要求：

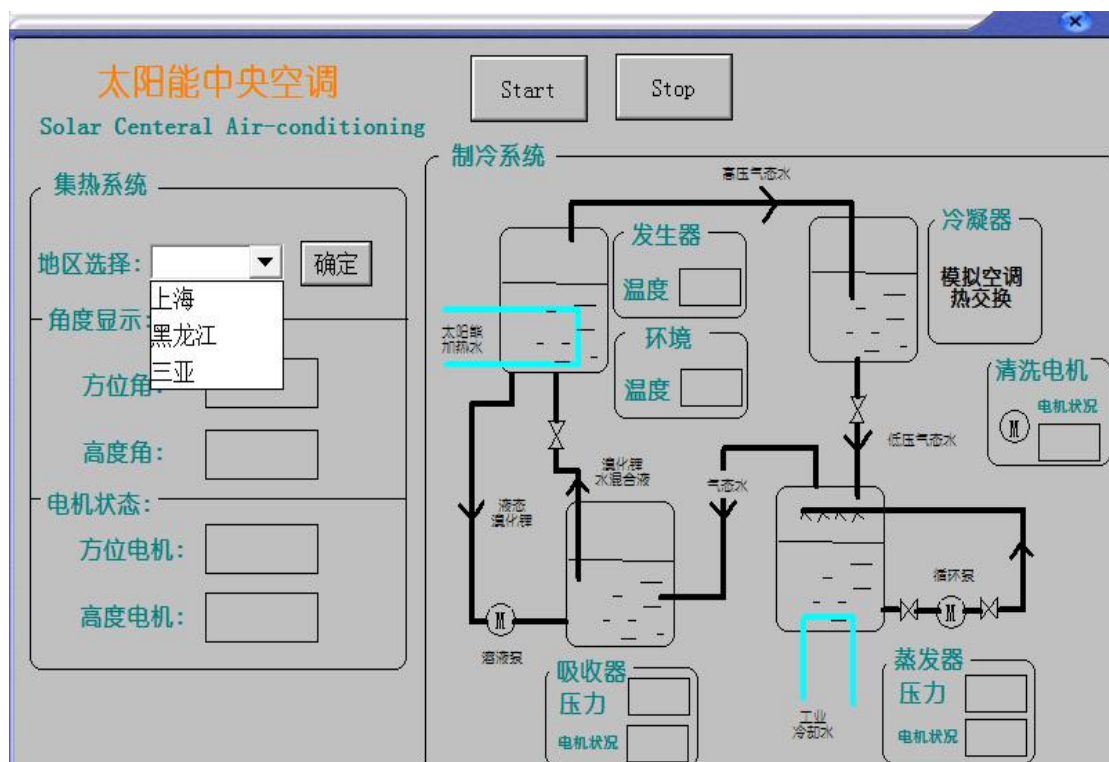


图 5 自动运行参考界面

太阳能空调工艺流程与控制要求：

(1) 系统初始化状态

初始上电之前，先将丝杠滑台调制 SQ11 处，模拟方向的初始位置。

(2) 运行操作

① 集热系统

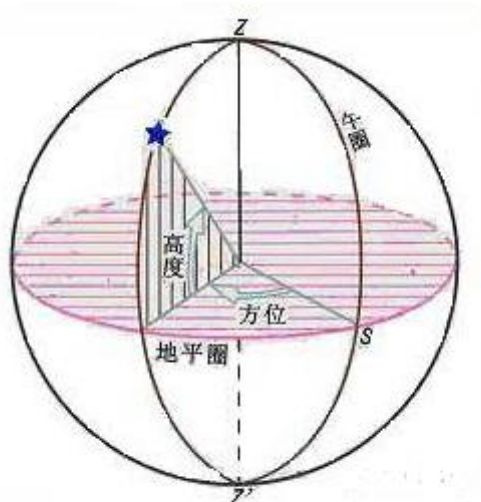


图 6 地理位置示意图

如图 6 五角星 (★) 区域是我们所在的地理位置, 根据太阳运动轨迹计算伺服和步进电机应转动的角度。太阳板仰角转动一度伺服电机运行两圈, 太阳板方向转动一度步进电机运行一圈。现给定 3 处地址信息和对应的不同时间, 根据提供信息算出步进和伺服电机应转动的圈数, 并在触摸屏上显示对应电机应转动的角度, 触摸屏制作可以参考下图 8。

方位角 (方向): $\beta = \arcsin (\sin t \cdot \cos \delta / \cos \alpha)$

高度角 (仰角): $\alpha = \arcsin (\sin \phi \cdot \sin \delta + \sin \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos t)$

式中 ϕ : 当地纬度;

δ : 太阳赤纬角; 以 9 月 21 日, 该天赤纬角是 0°

t : 太阳时角; $t = 15 \cdot (\text{当地时间} - 12)$ 。以 12 点为例, 该点太阳时角是 0° (t 值为每小时应转动的角度, 为了看出效果在程序中要求电机每 5 秒就转动一次该角度)。

上海纬度: 120° ; 7 月 1 日赤纬角: 20° ; 当地时间: 14 时

黑龙江纬度： 45° ；8月14日赤纬角： 15° ；当地时间：10时

三亚纬度： 18° ；12月6日赤纬角： -20° ；当地时间：16时

②制冷系统

触摸屏上按下启动按钮，集热系统和制冷系统分别运行，各不干扰；集热系统按照①要求运行，制冷系统运行流程：等待外部温度传感器检测外部环境温度达到 20°C 及以上（检测接入温控仪的铂电阻温度），开启清洗电机冲刷太阳能电池板，运行10s后停止。当发生器内的温度达到 30°C （检测接入温控仪的铂电阻温度），溶液泵启动（溶液泵的运行情况由吸收器内的远传压力表信号决定，压力表信号由模拟电压提供，10V对应最高速，2V对应停止）；等待8s后，蒸发器内的循环泵运行（循环泵的运行情况由蒸发器内的远传压力表信号决定，压力表信号由同一个模拟电压提供，5V-10对应低速，5V以下对应高速）。该过程运行情况需要实时显示在触摸屏上，包括电机运行状态，运行速度，容器内压力显示（10V对应1Mpa，5V对应0.5Mpa），按下停止按钮系统全部停止。

3、非正常情况处理

当在自动运行画面中步进电机带动的滑块运行到极限位时停止系统，并且在触摸屏中自动弹出报警画面“太阳能追踪系统运行故障”，制冷系统照常运行，但当发生器内温度低于 20°C ，触摸屏中弹出报警界面“制冷系统运行故障”，所有电机运行停止，直到所有非正常情况处理，报警画面自动消除，等待重新启动。