

2019 年山西省职业院校技能大赛
光伏电子工程的设计与实施赛项
竞赛参数要求

参数一 工程规划与工程部署任务要求

（一）电气图绘制要求

电气图要求在提供的图框里，用电脑中指定版本的AutoCAD进行绘制，且对文件命名和绘图要求作以下要求：

（1）电气图绘制应符合国家标准《电气技术用文件编制第 2 部分：接线图和接线表》（GB/T6988.3-1997）及国家标准《电气技术用文件编制第 2 部分：功能性简图》（GB/T6988.2-1997）要求；

（2）标注项目代号、注释和说明时，应符合《电气技术中的项目代号》（GB/T5094-1985）中的有关规定；

（3）绘图软件为Auto CAD2010，使用竞赛现场提供的相关部件图进行绘制；

（4）在提供的图框里，用AutoCAD块文件（“桌面\竞赛资料”，文件名《智慧新能源实训系统图框及CAD块文件》）进行绘制；

（5）绘制的系统图应与系统的接线要求及功能要求保持一致；

（6）文件命名为《微电网系统图+工位号》，如001工位，则文件命名为“微电网系统图001”并存入U盘；

（7）系统图应表示出分布式能源、测量电表、继电器、控制器（风光互补控制器、逆变器）、蓄电池、导轨开关电源、负载等部件的互连关系，且系统图中应标注各部件名称。

（二）工程部署与安装

1. PLC 与开关按钮盘接线要求

PLC 与开关按钮盘接线如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 PLC 与开关按钮盘的接线要求

输入地址分配表		输出地址分配表	
开关按钮盘按钮	PLC 输入端口号	PLC 输出端口	继电器线圈编号
急停	X13	Y0	KA14
复位旋转	X12	Y1	KA13

K1	X11	Y2	KA12
K2	X10	Y3	KA11
K3	X7	Y4	KA10
K4	X6	Y5	KA9
K5	X5	Y6	KA8
K6	X4	Y7	KA7
K7	X3	Y10	KA6
K8	X2	Y11	KA5
K9	X1	Y12	KA4
K10	X0	Y13	KA3
		Y14	KA2
		Y15	KA1

2. 继电器接线要求

继电器的编号从左至右依次为KA1——KA14，继电器线圈的控制功能对应关系如表1.2.2所示。

表 1.2.2 继电器线圈与控制功能对应表

序号	继电器线圈编号	对应的控制功能	备注
1	KA1	蓄电池通断	直流负载 1 为红色直流频闪灯，直流负载 2 为绿色直流频闪灯，直流负载 3 为黄色直流频闪灯，交流负载 1 为红色投射灯，交流负载 2 为黄色投射灯，交流负载 3 为蓝色投
2	KA2	导轨电源（市电）通断	
3	KA3	风光互补控制器输出通断	
4	KA4	离网逆变器通断	
5	KA5	风力发电机 1 通断	
6	KA6	风力发电机 2 通断	
7	KA7	屋顶光伏电站通断	
8	KA8	地面光伏电站通断	
9	KA9	直流负载 1 通断	
10	KA10	直流负载 2 通断	
11	KA11	直流负载 3 通断	

12	KA12	交流负载 1 通断	射灯。
13	KA13	交流负载 2 通断	
14	KA14	交流负载 3 通断	

参数二 系统开发与调试

(一) PLC设计

1. 手动按钮及 PLC 编程

手动按钮及 PLC 编程要求如表 2.1.1 所示：

表 2.1.1 手动按钮功能要求

按钮	功能说明
急停	按下急停按钮，断开 PLC 所有输出； 向左旋转急停按钮，按钮弹起，系统无法恢复到急停前的状态。
复位	用作手动/微电网系统运行切换按钮： 复位旋转按钮转到左侧，切换到手动控制模式，K1~K10 按钮有效； 复位旋转按钮转到右侧，实现“微电网系统运行”功能。
K1	<p>时序启动关闭</p> <p>要求能够按照顺序逐个开启/关闭 KA1、KA2、KA3、KA4、KA5、KA6、KA7、KA8 功能，符合如下逻辑：</p> <p>(1) 若以上功能均未开启，此时 K1 按钮自锁，则 KA1、KA2、KA3、KA4、KA5、KA6、KA7、KA8 每间隔 1 秒依次开启；</p> <p>(2) 若以上功能均已开启，此时 K1 按钮解锁，则 KA1、KA2、KA3、KA4、KA5、KA6、KA7、KA8 每间隔 1 秒依次关闭；</p> <p>(3) 若在以上功能启动过程中，此时 K1 按钮解锁，则已开启的功能从起始端依次关闭；</p> <p>(4) 若在以上功能关闭过程中，此时 K1 按钮自锁，则已关闭功能从起始端依次开启；</p> <p>(5) 任何条件下都不允许超过 1 处功能同时开启或关闭；</p> <p>(6) 任何条件下都不允许同时存在开启及关闭动作；</p> <p>(7) 每次执行开启或者关闭动作的间隔不因 PLC 输出端口序号不连续而变动，应保持每次动作间隔 1 秒。</p>

K2	<p>基于 PLC 的单轴追日时控参数计算</p> <p>已知</p> <p>(1) 太阳高度角 h 公式:$\sin(h)=\sin(a)*\sin(b)+\cos(a)*\cos(b)*\cos(t)$ h=高度角, a=地理纬度, b=太阳直射纬度, t=时角 (公式中均为弧度制)</p> <p>(2) 时角 t 公式: $t=(\text{time}-12)$ 取绝对值, time=当前时间, 去尾显示小时数。如: 15:38 时 time=15, t=3</p> <p>(3) A 地地理纬度约为 34 度, 目前季节太阳直射纬度约为 18 度, A 地地方时比北京时间慢 8 小时。</p> <p>要求</p> <p>(1) 根据 PLC 时钟计算时角, 根据时角计算 A 地随时钟变化的太阳高度角, 根据太阳高度角确定设备上交流灯 1、交流灯 2 的闪烁次数。</p> <p>(2) 按下 K2 自锁, 则根据按下 K2 的时间点计算 A 地当前太阳高度角, 并使交流负载 1、交流负载 2 闪烁, 闪烁频率为每秒一次(500ms 亮, 500ms 暗)。</p> <p><i>(角度值个位表示交流灯 2 的闪烁次数, 角度值十位表示交流灯 1 的闪烁次数, 先亮十位后亮个位, 小数点后去尾。例如表示 57.8 度, 交流灯 1 闪烁 5 次后交流灯 2 闪烁 7 次。)</i></p>
K3	<p>按钮自锁, 模拟光源打开, 光源强度初始值为“40%”; 按钮解除自锁, 模拟光源关闭。</p>
K4	<p>按钮自锁, 鼓风机打开, 鼓风机出风量初始值“100%”, 交流负载 1、2、3 均开启; 按钮解除自锁, 鼓风机关闭, 1s 后交流负载 1、2、3 均关闭。</p>
K5	<p>在 K3 按钮自锁模拟光源打开的状况下, 每自锁一次 K5 键, 光源强度增加 20%; 当光源强度达到 60%, 交流负载 1 点亮; 当光源强度达到 80%, 交流负载 2 点亮; 当光源强度达到 100%, 交流负载 3 点亮; 光源强度保持在 100%, 若再次自锁 K5 键, 关闭模拟光源。</p>
K6	<p>在 K4 按钮自锁开启鼓风机的状况下, 每自锁一次 K6 键, 鼓风机出风量减少 20%; 当鼓风机出风量低于 80%时, 交流负载 3 熄灭; 当鼓风机出风量低于 60%时, 交流负载 2 熄灭; 当鼓风机出风量低于 0%时, 交流负载 1 熄灭; 当鼓风机出风量保持在 0%, 若再次自锁 K6 键, 关闭鼓风机。</p>
K7	<p>第一次按钮自锁, 打开所有风力电站控制开关; 第二次按钮自锁, 打开所有光伏电站控制开关; 第三次按钮自锁, 打开所有风力电站控制开关及所有光伏电站控制开关。 每次按钮解锁, 关闭 K7 解锁前的所有功能。 (后续按钮操作, 按照上述顺序实现相关功能。)</p>

K8	<p>第一次按钮自锁，打开导轨电源控制开关；</p> <p>第二次按钮自锁，打开蓄电池控制开关；</p> <p>第三次按钮自锁，打开导轨电源控制开关及蓄电池控制开关。</p> <p>每次按钮解锁，关闭 K8 解锁前的所有功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K9	<p>在开启导轨电源的前提下</p> <p>第一次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 2；</p> <p>第二次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 3；</p> <p>第三次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 4；</p> <p>第四次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 1。</p> <p>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K10	<p>在光伏逐日系统处于模式 2 的前提下</p> <p>第一次按钮自锁，光伏逐日系统向“东”运行；</p> <p>第二次按钮自锁，光伏逐日系统向“西”运行。</p> <p>每次按钮解锁，光伏逐日系统立即停止运行。</p>

2.微电网系统运行

模拟光源“复位”（自西向东运行，直至到达东限位）；到达东限位后，光伏逐日系统切换到模式1（引导逐日模式），打开光源，光源强度为40%，开始自东向西运行，当模拟光源到达西限位后停止运行，同时关闭光源。

等待3秒后，光伏逐日系统切换到模式3（主动逐日模式），开启鼓风机，鼓风机出风量为60%，同时直流负载1、直流负载2、直流负载3相隔1s按顺序点亮及关闭（直流负载1亮、1s后直流负载2亮、1s后直流负载3亮、1秒后直流负载1灭、1s后直流负载2灭、1s后直流负载3灭……如此循环）。

（二）单片机控制模块功能设计

1. 风光互补控制器程序设计

风光互补控制器功能要求如下：

（1）自动运行互补逻辑

①有风能、光能任何一种能源输入时，导轨电源作为市电补偿供电，能源转化后给负载供电，若有余量则给蓄电池充电；

②无风能、光能输入时，开关电源不供电，蓄电池单独供电。

（2）风光互补运行模式

①模式1（默认运行模式）：风光互补控制器上述自动运行互补逻辑运行；

- ②模式 2：风光互补控制器使用蓄电池供电，其余能源无效；
- ③模式 3：风光互补控制器仅使用市电供电，其余能源无效；
- ④模式 4：风光互补控制器使用太阳能及风能供电（市电补偿供电），其余能源无效。

(3) 数码管显示

① 循环显示风光互补运行模式、风光能源输入种类、环境平台风速；

② 信息显示三帧，第一帧风光互补控制器当前运行模式：X（1，2，3，4），右对齐，时长 2 秒；第二帧风光能源输入种类：X（0，1，2），右对齐，时长 2 秒；第三帧为四位有效数字，XX.XX 为风速值,单位米/秒，时长为 2 秒。（当低于 10.00 米/秒时，最高位数字 0 消隐）显示示例如表 4.2 所示；

表 2.2.1 数码管显示内容示例

画面顺序号	显示内容示例
第一帧（风光互补运行模式）	1
第二帧画面 （风光能源输入种类）	1
第三帧画面（环境平台风速）	3.50

注：上表中的显示内容为示例格式说明，实际显示以任务书要求为准。

(4) 二极管指示灯显示要求

D9，D10，D11（对应于风光互补控制器上排LED中，从左往右数的第5、第3和第4三个LED指示灯）应该能够工作在点亮、熄灭及闪烁三种方式，要求如表 2.2.2所示。

表 2.2.2 LED 控制要求

指示灯	点亮	熄灭	闪烁
D9	风能/光能都接入	无风能/光能接入	风能/光能任意一种能源接入
D10	蓄电池放电	-----	蓄电池充电
D11	市电接入	无市电接入	-----

2.光伏逐日系统功能开发调试

(1) 光伏逐日系统运行模式

模式1（引导逐日，默认模式）：光伏逐日系统主动跟踪光源，此时光伏逐日系统用太阳能电池板电压实现光伏逐日系统在东、西、南、北4个方向跟踪光源运行，跟踪角度分辨率 1° ，跟踪精度 $\pm 2^{\circ}$ ，最大跟踪角度为东、西、南、北各 60° ；

模式2（手动逐日）：通过PLC及开关按钮盘控制光伏逐日系统能够向东、向西运行，最大跟踪角度为东西各 60° ；

模式3（主动逐日）：光伏逐日系统主动运行（无需开启光源），此时光伏逐日系统先复位（光伏逐日系统面板垂直向上），再运行至正东方向 45° 位置，等待3秒后再向西运行至正西方向 45° 位置，动作时间 >10 秒；到达西方向 45° 位置后等待3秒，再由西向东运行 45° ，等待3秒；如此来回往复运行，最大跟踪角度为东西各 45° 。

(2) 按键技术要求

按键S1用作多模式切换功能（S1作为功能键用，不作为系统复位按键使用!）。

技术参数如下（其中短按为 <1 秒，长按为 >1 秒）：

光伏逐日系统上电后，默认运行在模式1。

按键S1短按第一下，“东”指示灯点亮，此时逐日系统运行在模式2；

按键S1短按第二下，“北”指示灯点亮，此时光伏逐日系统运行在模式3；

按键S1短按第三下，“西”指示灯点亮，此时光伏逐日系统运行在模式1；

按键S1短按第四下，光伏逐日系统执行S1第一次按下的功能，如此循环。

按键S1长按，“南”指示灯点亮，此时光伏逐日系统复位（光伏逐日系统面板垂直向上）。等待2秒，光伏逐日系统向北运行至正北方向 60° ，等待2秒后，向南运行至正南方向 60° ，等待2秒后回到水平位置。

(3) 串口通讯

编写串口通讯程序，通信协议自定义，将当前光伏逐日系统的方位及角度信息发送到力控监视界面中显示，使用ASCII码明文实时显示光伏逐日系统方位及角度（十进制），刷新周期1秒。

例如： E: 60° ，表示光伏逐日系统处于东方向 60° 。

注意事项说明：电脑和电路板用USB转TTL的下载器进行连接，为了避免两个电源同时上电产生的冲突，必须严格遵守以下上电顺序：下载器程序时，首先断开24V电源，程

序下载成功后，再断开下载器，接上24V电源，最后再接上下载器。

(三) 远程控制与系统运行

1. 登录界面

创建两个用户账户，用户等级分别为“操作工级”与“系统管理员级”，操作工级用户的账号为 abc，密码为 123；系统管理员级用户的账号为 admin，密码为 123456。

输入账号及密码时自动检测账号与密码是否对应，同时检测账号与密码是否正确，检测到操作工级的账号与密码输入正确后自动进入操作界面，并跳出弹窗，在弹窗上显示“当前登录的用户等级为操作工级”；

检测到系统管理员级的账号与密码输入正确后自动进入监控界面，并跳出弹窗，在弹窗上显示“当前登录的用户等级为系统管理员级”

2. 菜单栏窗口

采用图 2.3.1 的控件图标，实现监控界面→操作界面按顺序循环切换。按下左箭头（图 2.3.1 左起第一个图标），返回到上一个界面；按下右箭头（图 2.3.1 左起第二个图标），切换到下一个界面；并能一键退出组态软件；要求切换到登录界面以外的任意界面时，顶部菜单栏窗口都能在顶部显示。

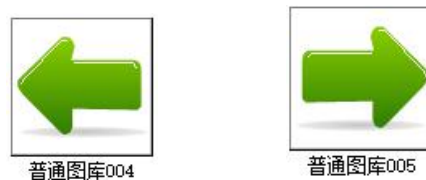


图 2.3.1 界面切换控件

3. 操作界面

(1) 制作开关控件，实现“PLC设计”中急停、K3及K4按钮功能。“急停”按钮采用图2.3.2左起第一个图标；K3及K4按钮采用图2.3.2左起第二个图标，为0，假，关时颜色为灰色；为1，真，开时颜色为红色；

(2) 制作开关控件，实现光伏电子中心管控平台设计要求独立控制的所有继电器，控件采用图2.3.2左起第三个图标，为0，假，关时颜色为灰色；为1，真，开时颜色为红色。

(3) 制作开关控件，实现模拟光源强度和鼓风机出风量的调节，控件采用图2.2.1左起第四个图标；要求在监控界面中制作显示控件，并实时显示当前光强度和出风量；

(4) 制作开关控件，实现模拟光源“启动”（自东向西运行至西限位）和“复位”（自西向东运行至东限位）功能，控件图标自定义；

(5) 制作开关控件，实现对光伏逐日系统向东西方向运行的控制控件，要求当光伏逐日系统运行在模式2时，能手动控制光伏逐日系统运行，控件图标自定义。

(6) 制作“微电网系统运行”控件；“微电网系统运行”按下，智慧新能源控制系统开始微电网系统运行，控件图标自定义。



图 2.3.2 开关控件图示

4.监控界面

按照工程环境平台，制作如图2.3.3所示的监控界面，要求包括工程环境模拟平台及平台中的4个屋顶光伏电站、4个地面光伏电站、光伏逐日系统、模拟光源、风机1、风机2、鼓风机；同时在挑选对应控件时要求相似度高，工程环境界面美观，并实现如下功能：

(1) 当模拟光源开启、关闭及调节亮度时，监控界面中的模拟光源能实时同步开启、关闭及变化亮度；

(2) 当灯杆运行时，监控界面中的灯杆也能实时同步同方向运行；

(3) 当鼓风机开启、关闭时，监控界面中的鼓风机能实时同步开启及关闭；（由于鼓风机在工程环境平台的下方，因此将监控界面中的鼓风机放在工程环境平台的边上）；

(4) 当风机1开始转动时，监控界面中的风机1能实时同步转动；当风机2转动时，监控界面中的风机2能实时同步转动；

(5) 当光伏逐日系统向东或向西运行时，监控界面中的光伏逐日系统也能实时同步同方向运行；

(6) 制作“微电网系统运行”中涉及到的负载（未在图示中显示，参赛选手自己选择图形），要求能根据负载运行情况，监控界面中的负载能够实时同步

点亮或熄灭；

- (7) 制作显示控件，实时同步显示模拟光源的光照强度百分比；
- (8) 制作显示控件，实时同步显示鼓风机的出风量百分比；
- (9) 制作显示控件，实时同步显示光伏逐日系统的运行方向及角度；
- (10) 制作显示控件，实时同步显示当前风速、温度、湿度及光照度；
- (11) 制作显示控件，实时同步显示2个三相电压电流组合表及2个单相电压电流组合表的采集的风机及光伏电站的电压电流数据。

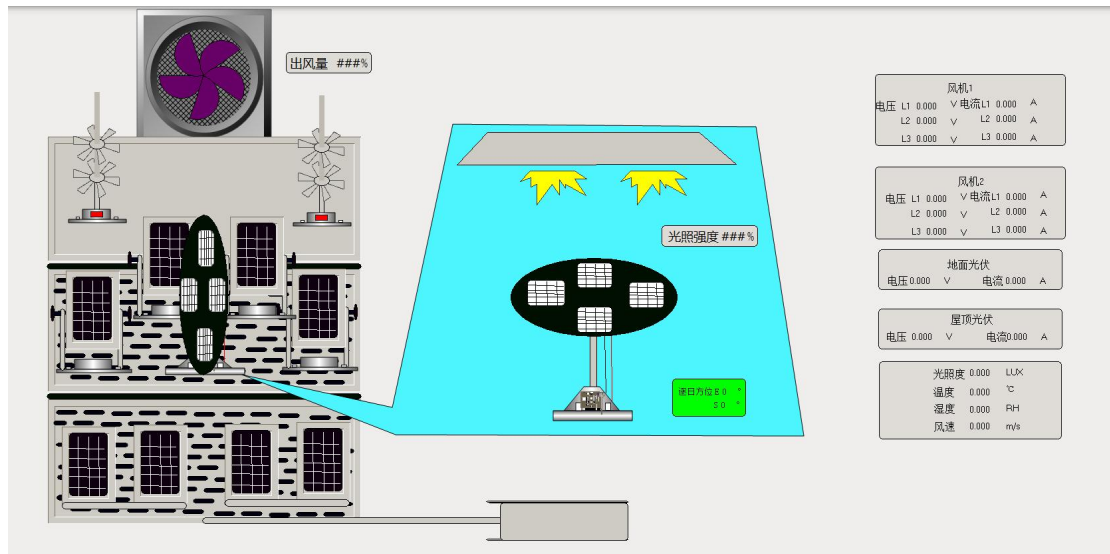


图 2.3.3 监控界面