

2018 年全国职业院校技能大赛  
光伏电子工程的设计与实施赛项  
任务书 09

# 第一部分 竞赛须知

## 一、选手须知

1. 任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换；比赛结束后，现场下发的所有纸质材料不得带离赛场。
2. 竞赛任务中所使用的各类软件工具都已安装至计算机中（一体机仅安装能源互联网规划软件，其余软件安装在现场提供的另外两台计算机中），各类说明文件等都已拷贝至计算机的桌面上，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。设备的安装配置请严格按照现场下发的任务书的要求及工艺规范进行操作。
3. 参赛团队应在规定时间内完成现场下发的任务书要求的竞赛任务，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书要求的指定位置，未存储到指定位置造成裁判组无法评判，相应竞赛任务以0分计入总成绩。
4. 比赛过程中，选手判定设备或器件有故障可举手向裁判示意提出更换；如器件或设备经检测完好，属选手误判时，器件或设备的认定时间计入比赛时间；如果器件或设备经检测确有故障，则当场更换设备，此过程中（从选手举手示意开始到更换完成）造成的时间损失，经裁判长与现场裁判讨论在比赛时间结束后，对该小组进行相应的时间延迟补偿。
5. 在裁判组宣布竞赛结束后，请选手根据裁判长的要求停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以0分计算。
6. 在竞赛过程中，因参赛选手个人操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，扣10分，损坏两次及以上者取消竞赛资格。
7. 选手存在：污染赛场环境、扰乱赛场秩序、干扰裁判工作等违反职业规范的行为，扣5分，情节严重者取消竞赛资格。

## 二、注意事项

1. 竞赛开始后，请选手必须检查竞赛平台硬件及软件是否正常，并同步填写现场下发的竞赛设备确认表，比赛开始后30分钟收取竞赛设备确认表。
2. 竞赛过程中，请选手严格按照竞赛任务中的任务要求，对各设备进行安装、配置、操作使用，对于竞赛前工位面板上已经连接好的设备，可能与后续的竞赛任务有关，严禁选手私自调整接线，若选手违规私自调整，由此造成的影响由选手自行承担。
3. 竞赛结束时，务必保存设备配置，关闭工程环境模拟平台电源，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码。
4. 竞赛结束时，所有计算机必须处于开启状态；在选手选定的一台计算机中，组态工程项目保持在登录界面。
5. 工程规划与工程部署任务要求中的CAD绘图任务，须按任务要求命名方式对文件进行命名，在开竞赛开始后150分钟拷贝至U盘，提交给现场裁判。
6. 相关答题内容，须按要求填入答题纸指定位置的请根据要求完成，若选手未按照要求完成，该部分成绩以 0 分计入总成绩。

## 第二部分 竞赛任务

### 一、工程项目背景与任务概述

#### （一）工程项目背景

本竞赛任务须以新能源微电网项目为原型，以“智慧新能源实训系统”为载体，按照任务书中工程规划与工程部署任务、系统开发与系统调试、区域能源分析与排布的任务要求描述，完成新能源微电网项目的设计与实施。

#### 1. 智慧新能源实训系统效果图

智慧新能源实训系统效果图如图 1.1 所示，系统由工程环境模拟平台、光伏电子中心控制平台、能源互联网仿真规划平台组成。

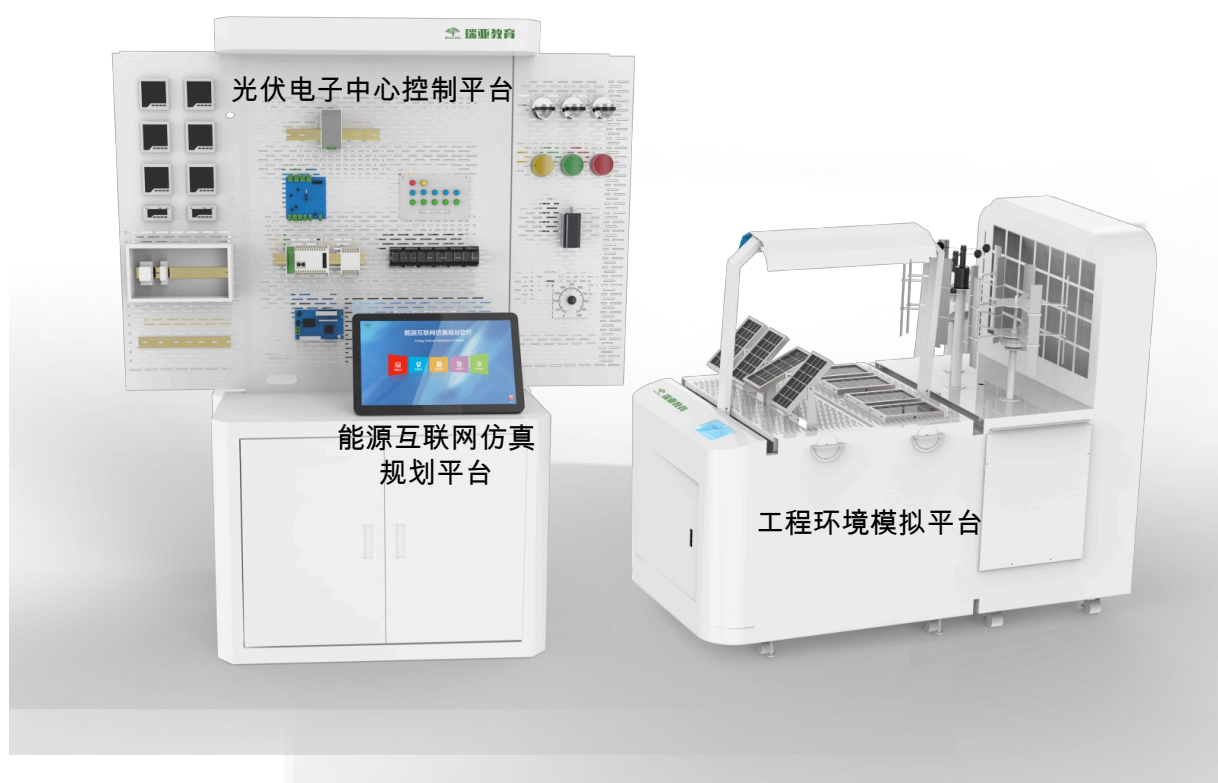


图 1.1 智慧新能源实训系统外形图

2. 工程环境平台示意图

(1) 工程环境模拟平台如图 1.2 所示。

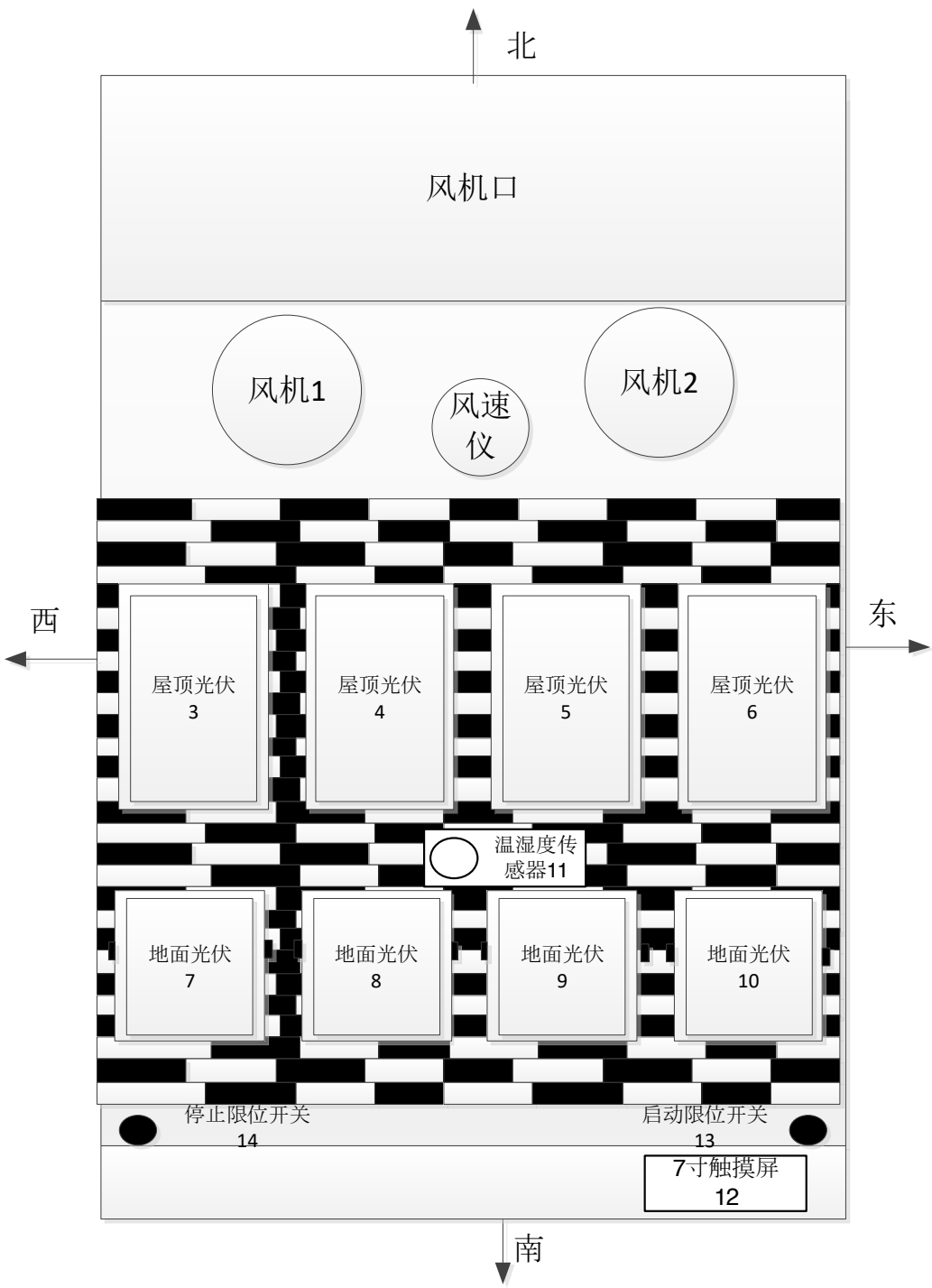


图 1.2 工程环境模拟平台示意图

(2) 工程环境模拟平台接线排与 30 芯航空线连接示意图如图 1.3 所示。

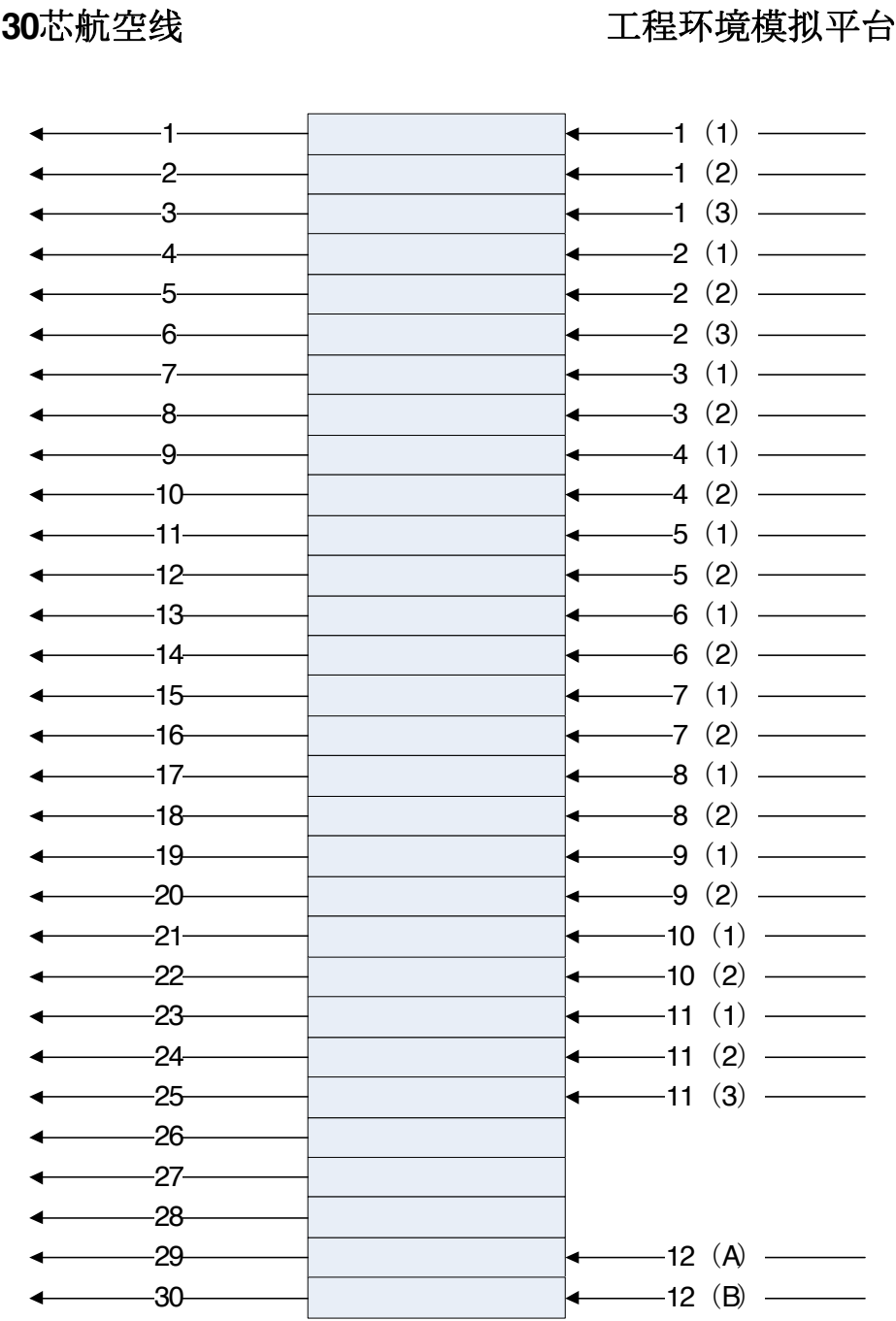


图 1.3 工程环境模拟平台接线排与 30 芯航空线连接示意图

注： (1) 图1.3 中1 (1)、1 (2)、1 (3) 分别表示1 号风力发电机组的三相输出；  
(2) 3 (1)、3 (2) 表示屋顶光伏的正、负输出；其余标号含义以此类推。  
(3) 11 (1)、11(2)、11 (3) 表示光伏逐日系统的通讯线连接。

### 3. 光伏电子中心控制平台示意图

光伏电子中心控制平台示意图如图 1.4 所示。

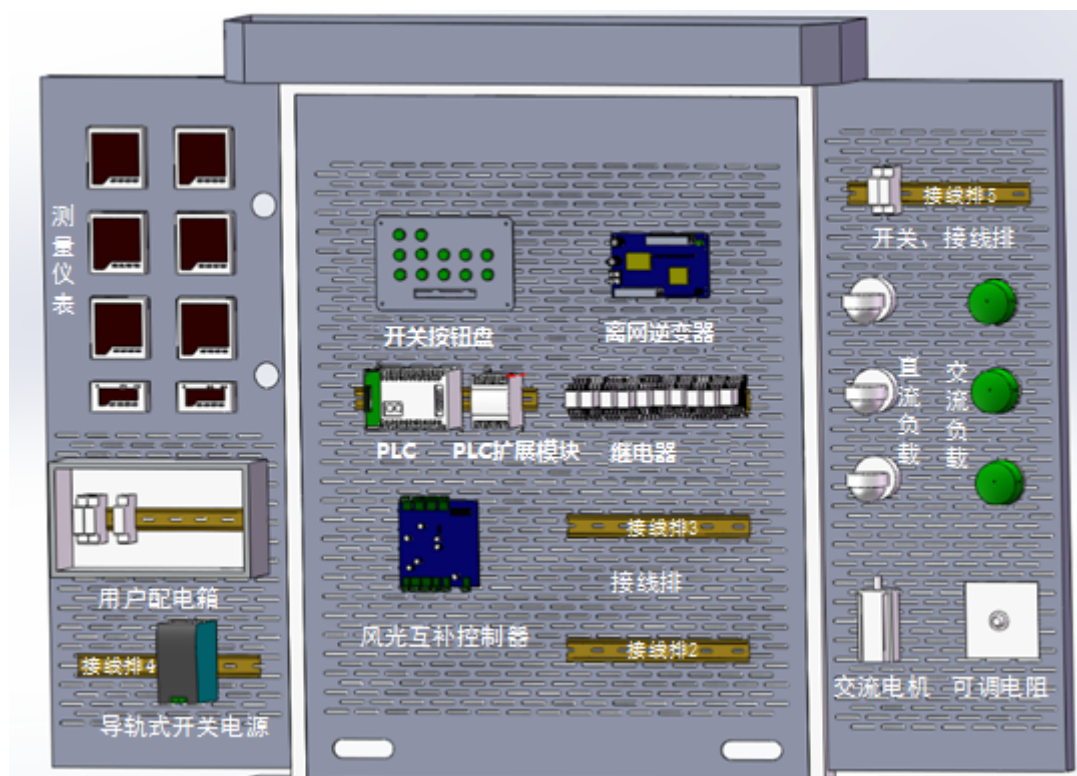


图 1.4 光伏电子中心控制平台示意图（部件安装以竞赛现场实际安装为准）

## （二）任务概述及作品呈现要求

光伏电子工程的设计与实施与任务概述及作品呈现要求表 1.1 所述。

表 1.1 任务概述及作品呈现要求

| 序号 | 任务概述          |  | 作品呈现要求                   |
|----|---------------|--|--------------------------|
| 1  | 工程规划与工程部署任务要求 | 在智慧新能源实训系统上实现供能设备、储能设备、智能控制装置、数据采集显示及负载等装置的安装、配置及连接。 | 满足功能及工艺要求的新能源电站及控制系统     |
| 2  |               | 使用 Auto CAD 软件绘制电气原理图及接线图等电气图。                       | Auto CAD 制图文件，保存至 U 盘并提交 |
| 3  | 系统开发与系统调试     | 基于 PLC 控制系统的程序开发、调试及运行。                              | PLC 控制功能验证               |
| 4  |               | 典型功能单元电路板的焊接及调试。                                     | 满足功能及焊接工艺要求的电路板          |
| 5  |               | 单片机控制程序开发与调试。  | 单片机控制功能验证                |
| 6  |               | 基于组态软件的光伏电子远程监控系统的开发、调试及运行。                          | 光伏电子远程监控系统的功能验证          |
| 7  | 区域能源分析与排布     | 区域能源项目的能源需求分析、产能分析、能源容量分析、能源供电选址及区域能源管理的优化。          | 区域能源设计方案                 |



二、工程规划与工程部署任务要求（25 分）

（一）工程部署与安装（18分）

1. 分布式能源系统设计

智慧新能源实训系统的分布式清洁能源由光伏发电和风力发电组成；其中光伏发电由地面光伏电站及屋顶光伏电站组成，要求每组光伏电站独立可控；风力发电由风机 1 电站及风机 2 电站组成，要求独立可控。

2. 工程环境平台通讯设计

环境平台主控板与 PLC 建立通讯连接，要求 PLC 能通过通讯的方式控制环境平台主控板。

3. PLC 与开关按钮盘接线要求

PLC 与开关按钮盘接线如表 2.1 所示。

表 2.1 PLC 与开关按钮盘的接线要求

| 开关按钮盘按钮        | PLC 输入端口号      | 连接方式                   |
|----------------|----------------|------------------------|
| 急停、复位旋转、K1~K10 | X0~X7, X10~X13 | 由选手根据布局和功能要求自行确定连接对应关系 |

4. 光伏电子中心控制平台控制要求

（1）PLC 与继电器的连接，PLC 输出端控制 14 个继电器，PLC 输出端口、继电器线圈及继电器的功能的对应关系如表 2.2 所示

表 2.2 PLC 输出端口、继电器线圈及继电器功能对应表

| 序号 | PLC 输出端口          | 继电器线圈编号 | PLC 对应的控制功能 | 备注   |
|----|-------------------|---------|-------------|--|
| 1  | Y0~Y7、<br>Y10~Y15 | KA1     | 风力发电机 1 通断  | PLC 输出端口的<br>接线方式由选手<br>根据任务和布局<br>要求自行定义。 |
| 2  |                   | KA2     | 风力发电机 2 通断  |  |
| 3  |                   | KA3     | 屋顶光伏电站通断    |  |
| 4  |                   | KA4     | 地面光伏电站通断    |  |
| 5  |                   | KA5     | 蓄电池通断       |  |
| 6  |                   | KA6     | 导轨电源（市电）通断  |  |
| 7  |                   | KA7     | 风光互补控制器输出通断 |  |

|    |  |      |           |  |
|----|--|------|-----------|--|
| 8  |  | KA8  | 离网逆变器通断   |  |
| 9  |  | KA9  | 直流负载 1 通断 |  |
| 10 |  | KA10 | 直流负载 2 通断 |  |
| 11 |  | KA11 | 交流负载 1 通断 |  |
| 12 |  | KA12 | 交流负载 2 通断 |  |
| 13 |  | KA13 | 交流负载 3 通断 |  |
| 14 |  | KA14 | 交流负载 4 通断 |  |

(备注: 继电器的编号自 PLC 扩展模块右侧起依次为 KA1~KA14, 直流负载 1 为直流频闪灯 (三色频闪灯并联), 直流负载 2 为可调电阻 (大功率瓷盘圆盘可调变阻器), 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 为蓝色投射灯, 交流负载 4 为交流电机)

## 5. 数值显示及数据采集要求

- (1) 直流电压表测量风光互补控制器输出端电压;
- (2) 直流电流表测量风光互补控制器输出端电流;
- (3) 交流电压表测量交流负载端电压;
- (4) 交流电流表测量交流负载端电流;
- (5) 三相组合表测量环境平台风力发电机 1 和风力发电机 2 的电压及电流值;
- (6) 单相组合表测量环境平台地面光伏电站和屋顶光伏电站的电压及电流值;
- (7) 实现 PLC 扩展模块对直流电压表、直流电流表、交流电压表及直流电流表的数据采集;
- (8) 实现 PLC 对两块单相组合表和两块三相组合表的数据采集。

## 6. 风光互补控制器设备接线要求

- (1) 风光互补控制器输入端口连接: 地面光伏、屋顶光伏电站接入风光互补控制器的太阳能输入端; 风力发电机 1 和风力发电机 2 的电接入风光互补控制器的风机端口; 完成蓄电池及导轨电源线路连接;
- (2) 风光互补控制器与离网逆变器的连接;
- (3) 交流负载, 直流负载线路连接; 交流负载线路需通过空气开关进行保护;
- (4) 风光互补控制器与 PLC 建立通讯连接, 实现相关功能;
- (5) 风光互补控制器与光伏逐日系统建立通讯连接, 实现相关功能。

注：1. 通信协议由选手自行确定，既可以参照竞赛参考资料的范例程序，也可自行编写。  
裁判评判时以功能实现与否作为评判依据，不评价选手代码编写质量，若未实现功能，则相应功能得分为0分。

2.由选手自行合理建立 PLC、风光互补控制器及光伏逐日系统之间的物理连接，实现相关功能，连接方式由选手自行确定。

7. 系统接线工艺要求：

- (1) 设备接线须符合工程接线工艺标准，设备接线牢固、走线合理；
- (2) 设备接线须按照设备上的接口标识进行正确的连接；
- (3) 冷压端子的使用：每根导线的两端都必须使用冷压端子；使用冷压端子时不得出现露铜；
- (4) 某个接线端子需要接入多根导线时，不允许使用 U 型冷压端子，仅能够使用管型冷压端子且每根导线均必须使用一个管型冷压端子；
- (5) U 型冷压端子压痕要求：U 型冷压端子裸端头压痕在正面端头管部的焊接缝上，保证压接牢固且装配时正面朝外，如图 2.1 所示：

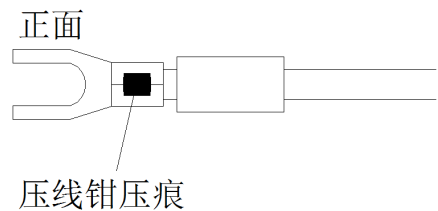


图 2.1 U 型冷压端子压线钳压痕示意图（以现场提供为准）

- (6) 导线的使用：L、24V、12V 使用红色导线；N、0V 使用黑色导线，控制线路到继电器线圈使用红色导线；线圈到 0V 使用黑色导线；开关按钮盘与 PLC 输入端采用黑色导线连接，其余导线颜色由各参赛选手自行确定；
- (7) 号码管的使用：号码管标识号按照提供的标识数码有序连接，号码管标识读序合理、正面朝外易于查看。接线示意图如图 2.2 所示；要求号码管能遮住 U 型冷压端子的压线钳压痕或遮住管型冷压端子的塑料套管；如图 2.3 所示：

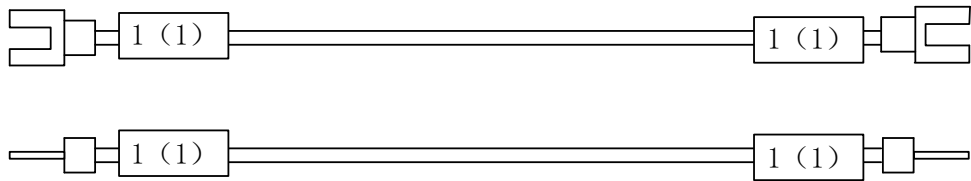


图 2.2 号码管标识号读序示意图（以现场提供为准）

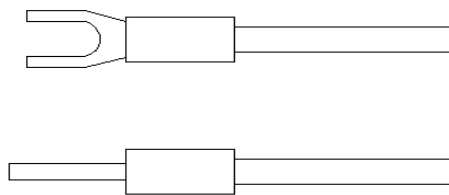


图 2.3 号码管套用示意图（以现场提供为准）

（8）布线原则上都应在线槽内，特殊线路需在线槽外布线的导线必须使用缠绕管或扎带整理；接线完成后应盖好线槽盖板；

（9）接线须确认标识的输入、输出，正负极，零火等标识，正确连接，以免损害设备，严禁带电接线操作。

## （二） 工程电气图绘制要求（7分）

在提供的图框里，用 AutoCAD 块文件（（“桌面\竞赛参考资料”，文件名《智慧新能源实训系统图框及 CAD 块文件》）绘制且对文件命名分别满足以下要求：

### 1. 微电网系统图绘制（3 分）

**任务要求：**

（1）系统图绘制应符合国家标准《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）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、负载等部件的互连关系；当标注项目代号、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）系统图中应标注各部件名称；

（4）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；

（5）文件命名为《微电网系统图+工位号》，并存入 U 盘；

### 2. 所有能源及能源经过的电表、继电器与风光互补控制器的接线图绘制（4 分）

**任务要求：**

（1）接线图中分为三个图层：端子号标注、线径标注及主图层；端子号（接线端子）标注文字全部在“端子号标注”图层中，线径标注文字全部在“线径标注”，其他则在“主图层”中；

（2）接线图中应清晰标注设备及器件的名称；

（3）接线图要清晰标注设备、器件的端子号及端口名称（继电器端口除外）；

- (4) 接线图要清晰标注号码管标号；
- (5) 接线图中端子标注文字颜色为红色；线径标注文字颜色为蓝色；线路连接中：正极及火线为红色；负极及零线为黑色；地线为绿色；
- (6) 接线图要与实际接线相符；
- (7) 图中涉及到的器件符号符合相关规范；
- (8) 图纸布局正确、合理，同步调整图框比例，使绘图内容尽量均匀分布在图框中；
- (9) 绘图软件为 Auto CAD2010，使用竞赛现场提供的相关 CAD 块文件中的部件图进行绘制；
- (10) 文件命名为《智慧新能源实训系统接线图+工位号》，并保存至 U 盘。

### 三、系统开发与系统调试 (55 分)

#### (一) 本地控制与PLC设计 (15分)

通过开关按钮盘上的手动按钮及 PLC 编程实现本地控制模块功能设计。光伏电子中心控制平台的手动按钮布局示意图如图 3.1 所示。

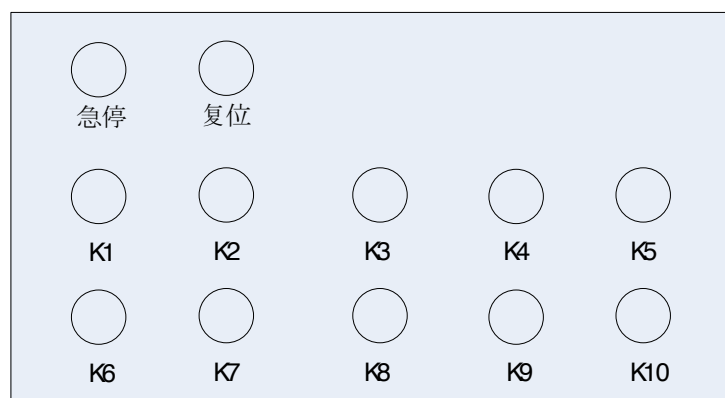


图 3.1 手动按钮布局示意图

1. 手动按钮及 PLC 编程:

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.1 所示:

表 3.1 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；<br>向左旋转急停按钮，按钮弹起，系统不会恢复到急停前的状态。   |
| 复位 | 复位旋转按钮作为 HOLD 键使用，复位旋转按钮旋转到右侧，锁定按钮 K1~K10 的当前功能状态；复位旋转按钮旋转到左侧，解除按钮 K1~K10 的当前功能状态锁定。            |
| K1 | 第一次按钮自锁，开启模拟光源，光源强度初始值为“100%”；<br>第二次按钮自锁，关闭模拟光源。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                     |
| K2 | 第一次按钮自锁，开启鼓风机，风机出风量初始值为“60%”；<br>第二次按钮自锁，关闭鼓风机。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                       |
| K3 | 在 K2 按钮自锁开启鼓风机的状况下，每自锁一次 K3 键，鼓风机出风量增加 20%，当鼓风机出风量达到 100%时，交流负载 1 点亮；当鼓风机出风量低于 100%时，交流负载 1 熄灭。 |
| K4 | 在 K2 按钮自锁开启鼓风机的状况下，每自锁一次 K4 键，鼓风机出风量减小 20%，当鼓风机出风量减小到 0%时，出风量保持为 0%，若再次自锁 K4 键，关闭鼓风机。           |
| K5 | 第一次按钮自锁，接入导轨电源（市电）；<br>第二次按钮自锁，切断导轨电源（市电）。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                            |
| K6 | 第一次按钮自锁，开启离网逆变器；<br>第二次按钮自锁，关闭离网逆变器。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                                  |
| K7 | 第一次按钮自锁，开启屋顶光伏电站和地面光伏电站；<br>第二次按钮自锁，关闭屋顶光伏电站和地面光伏电站。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                  |
| K8 | 第一次按钮自锁，接入直流负载 1；<br>第二次按钮自锁，关闭直流负载 1。<br>(后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。)                                |

|     |   |
|-----|---|
| K9  | 第一次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 2，蓄电池单独供电；<br>第二次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 3，市电单独供电；<br>第三次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 4，太阳能与风能供电（市电补偿供电）；<br>第四次按钮自锁，风光互补控制器切换到模式 1，风光互补供电。<br>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。） |
| K10 | 第一次按钮自锁，打开“微电网系统运行”功能；<br>第二次按钮自锁，关闭“微电网系统运行”功能。<br>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）  |

**注：“接入”负载，指仅打开负载的控制开关；“开启”负载，则需要接入能源，负载能够运行。**

## 2. 微电网系统运行

模拟光源“复位”（自西向东运行至西限位），到达东限位后，开始向西运行，开启模拟光源，光源强度 30%，直流负载 1 和直流负载 2 导入并工作；当模拟光源运行到正中“12 点”位置时，模拟光源强度变为 100%，打开鼓风机，鼓风机出风量 60%，所有能源导入，所有交流负载导入并工作；等待 3 秒，关闭所有负载；等待 1 秒，关闭所有能源、鼓风机和模拟光源，模拟光源“复位”。

### （二）单片机控制模块功能设计（25分）

单片机控制模块功能设计主要包括风光互补控制器程序设计和光伏逐日系统中功能电路板的装配与功能开发调试。

#### 1. 风光互补控制器程序设计

风光互补控制器实现风力发电、光伏发电、储能、市电单元的控制与能源转换，操作界面示意图如图 3.2 所示。

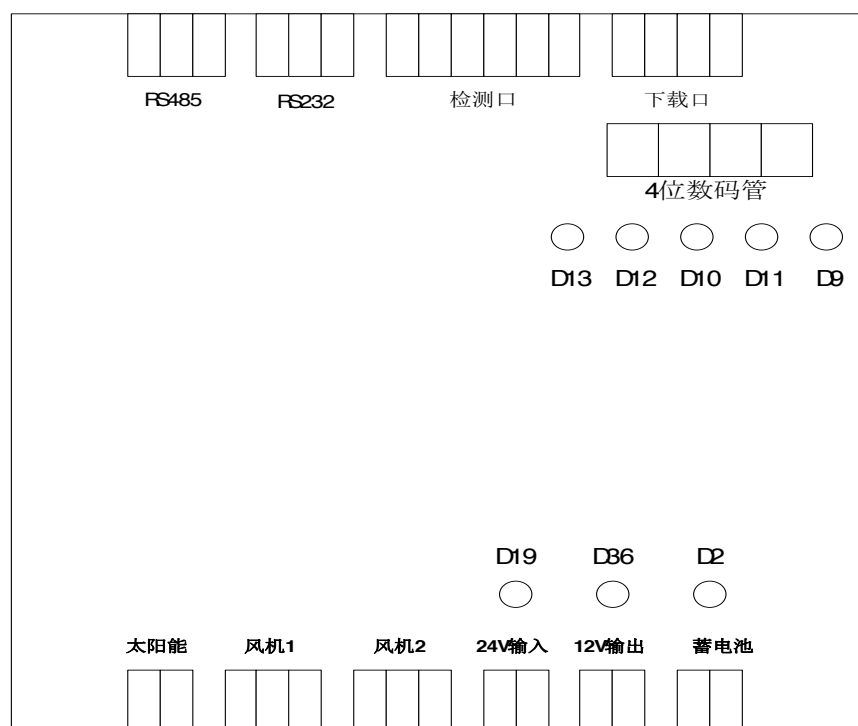


图 3.2 风光互补控制模块示意图

风光互补控制器功能要求如下：

### （1）自动运行互补逻辑

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；

无风能、光能输入时，导轨电源不供电，蓄电池单独供电；

当负载过大，风光能源和导轨电源（市电）能量不足时，蓄电池充电停止，且蓄电池放电。

### （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 循环显示光伏输入电压值（sL，单位：伏特）、环境平台风速（fs，单位：米/秒）；



② 每组信息显示两帧，第一帧显示类型码：sL/fs，左对齐，时长 2 秒。第二帧为四位有效数字，VV.VV 为电压值，单位伏特，时长为 3 秒。（当低于 10.00V 时，最高位数字 0 消隐）显示示例如表 3.2 所示；

③ 要求光伏输入电压值与端子排 J5 对应采样点的实际测量值（用示波器测量）一致（允许偏差±0.5V）。

表 3.2 数码管显示内容示例

| 画面顺序号             | 显示内容 |
|-------------------|------|
| 第一帧画面（类型码）        | sL   |
| 第二帧画面<br>（光伏输入电压） | 4.20 |
| 第三帧画面（类型码）        | fs   |
| 第四帧画面（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。

**（3）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）能够工作在熄灭及点亮两种方式，要求如表 3.3 所示。

表 3.3 LED 控制要求

| 指示灯 | 点亮     | 熄灭      |
|-----|--------|---------|
| D9  | 蓄电池放电  | 蓄电池充电   |
| D10 | 风机能源接入 | 无风机能源接入 |
| D11 | 光伏能源接入 | 无光伏能源接入 |

**2. 光伏逐日系统电路板装配及功能调试**

**任务要求：**根据竞赛现场下发的光伏逐日控制器的原理图、丝印图和元器件清单（“光伏逐日系统原理图及 PCB 丝印 V2.1.PDF”和“光伏逐日系统 BOM2.1.PDF”文件），将选取的电子元器件及功能部件正确地装配在现场下发的印制电路板上，完成光伏逐日系统控制器电路板的焊接。

### (1) 硬件焊接装配要求

- ① 元器件焊接安装无错漏；
- ② 元器件排列整齐、标识可见；
- ③ 电路板上元器件位置正确，接插件、紧固件安装可靠牢固；
- ④ 焊点均匀、无气泡、无堆焊、无搭焊等；
- ④ 线路板和元器件无烫伤和划伤处，整机清洁无污物。

装配完成的《光伏逐日系统》，在检查无短路等现象以后，正确接入24V直流电压，在未连接其他外设的测试条件下，若电路板装配正确则其电源供电电流不应超过0.6A（利用导轨电源供电，串接数字万用表进行检测）。按照图3.3、图3.4所示完成接插件装接并装入光伏逐日系统，完成相应测试要求和代码编写及功能调试。

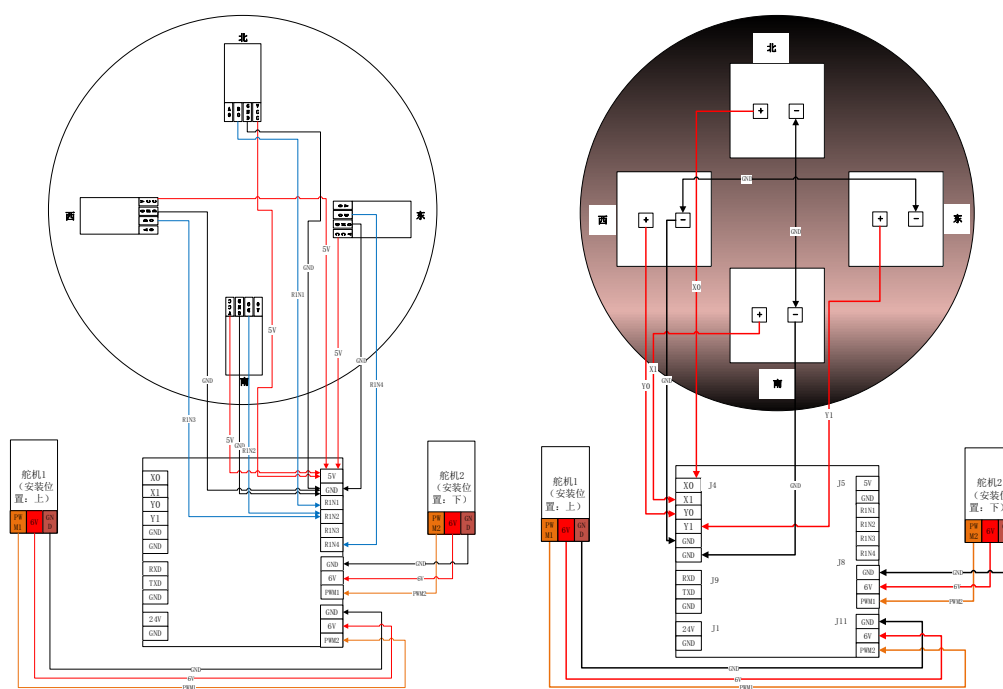


图 3.3 光伏逐日系统接线示意图

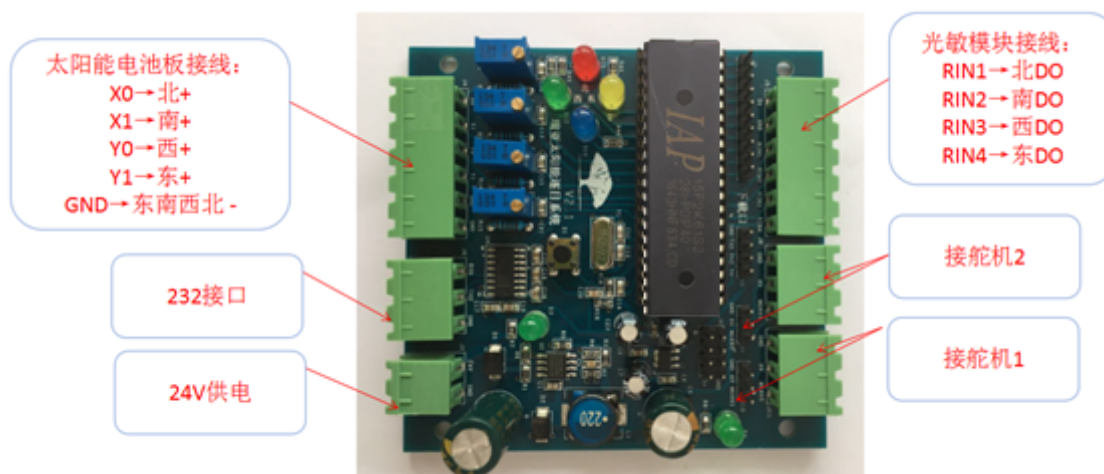


图 3.4 光伏逐日系统控制板硬件实物图

## (2) 硬件测试要求

测量并记录 C5 和 C9 两端的电压，所装配电路板的静态工作电流，填入表 3.4（同步填入竞赛现场下发的硬件测量记录表）：**（选手装配完成电路板并测试后，若功能正常，需将所装配的电路板替换现场下发的光伏逐日系统中的原厂电路板完成后续竞赛任务；若功能不正常，可以使用原厂电路板完成后续竞赛任务，但将酌情扣分。）**

表 3.4 硬件测量记录

| 静态电流（测量方法见装配压要求） | 电容 C5 端电压 | 电容 C9 端电压 |
|------------------|-----------|-----------|
|                  |           |           |

## (3) 功能程序代码编写

### ① 光伏逐日系统运行模式

模式 1（引导逐日）：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 2 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、西各 45°；

模式 2（引导逐日）：光伏逐日系统主动跟踪光源，此时光伏逐日系统用光敏模块输出信号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 45°；

模式 3（主动逐日）：光伏逐日系统主动逐日运行（无需开启光源），此时光伏逐日系统先运行至东方向 45° 及北方向 45° 位置，等待 3 秒后再向西运行至

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 90°，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 被设置为功能键，不作为系统复位按键使用！），并把各种模式下的舵机角度信息发送到力控上位机界面显示。

技术参数如下：

第一次短按按键 S1（<1 秒），“东”指示灯点亮，此时逐日系统运行在模式 1；

第二次短按按键 S1（<1 秒），“北”指示灯点亮，此时逐日系统运行在模式 2；

第三次短按按键 S1（<1 秒），“西”指示灯点亮，此时逐日系统运行在模式 3；

第四次短按按键 S1（<1 秒），光伏逐日系统执行 S1 第一次按下的功能，如此循环；

长按按键 S1（>1 秒），“南”指示灯点亮，光伏逐日系统停止运行；再次长按（>1 秒）S1，“东”指示灯点亮，光伏逐日系统切换到模式 1。

## 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: 30°，表示光伏逐日系统处于东方向 30°。

**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（15分）

通过计算机、力控系统实现工程项目的远程控制，能实现远程工程项目数据采集、显示与过程控制等功能。

### 1. 远程监控系统设计体系

要求实现对直流电压表、直流电流表、交流电压表、交流电流表中的各项数

据实时采集显示；环境平台温度、湿度、光强度和风速数据的实时显示；风光互补控制器采集到的蓄电池电压数据实时显示；相关报表的实时显示；PLC 的远程控制。

(1) 完成 PLC 的 I/O 配置；

(2) 完成 PLC 数据库组态配置；

(3) 完成直流电压表、直流电流表、交流电压表、交流电流表、单相组合表和三相组合表的数据库组态配置；

(4) 完成环境平台温度、湿度、光强度和风速的数据库组态配置；

(5) 完成光伏逐日系统发送的方位及角度信息的数据库组态配置；

(6) 完成风光互补控制器采集到的蓄电池电压的数据库组态配置。

## 2. 组态界面设计

### (1) 登录界面：

① 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”，操作工等级用户的账号及密码均为 abc，系统管理员等级用户的账号及密码均为 abcd；

② 当使用操作工等级账号登录时，输入正确时，正常登录并进入操作界面；输入密码错误，将无法正常登录；密码输错三次后，锁定该用户账号并弹窗提示“该账号已被锁定，请使用系统管理员级账号登录”；

③ 操作工等级的用户锁定后仅能使用系统管理员级账号才能重新登录，若系统管理员级账号密码错误三次以上则自行退出组态程序。

### (2) 树形菜单：

制作树形菜单，实现通过树形菜单切换到操作界面、数据报表界面及监控界面。

### (3) 监控界面：

① 能够实时显示环境平台温度、湿度、光照度及风速的数据；

② 能够实时显示风光互补控制器输出电压、电流及交流负载的电压、电流数据；

③ 能够实时显示风光互补控制器采集的蓄电池电压数据；

④ 能够实时显示光伏逐日系统的方位及角度数据；

⑤ 能够实时显示地面光伏电站和屋顶光伏电站的电压与电流，风力发电机 1 和风力发电机 2 的电压与电流。

#### (4) 操作界面:

① 制作开关控件，实现“(一) 本地控制与 PLC 设计”中的急停、复位和 K9 按钮功能。复位按钮采用图 3.5 左起第一个图标。急停按钮采用图 3.5 左起第二个图标。K9 按钮采用图 3.5 左起第三个图标；

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所有继电器，控件采用图 3.5 左起第四个图标；



图 3.5 开关控件图示

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，要求实时显示当前光强度和出风量，图标自定义；

④ 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，图标自定义；

⑤ 制作“负载调控能源”控件；“负载调控能源”控件按下，智慧新能源控制系统开始智能调控能源输入，图标自定义；

⑥ 制作“一键远程控制”控件，实现开关按钮盘上的 K1-K7-K5-K6-K8 第一次按钮自锁的功能间隔 2 秒依次开启，运行 5 秒后全部断开，图标自定义。

#### (5) 数据报表界面:

① 通过报表控件能够对直流负载电压、直流负载电流、交流负载电压、交流负载电流、风速、光照度、蓄电池电压、光伏输入电压及风机输入整流后的电压共 9 个参数进行采集与显示，报表布局合理美观；

② 制作四个按钮控件，分别为：“报表查询”、“报表预览”、“报表打印”、“报表导出”，按钮控件能够对报表进行查询、预览、打印及导出；

③ 报表以 Excel 文件格式导出并保存至“电脑桌面\竞赛答题”文件夹，文件命名为“数据报表+工位号”，例如：01 号工位，保存的数据报表为“数据报表 01”。

### 3. 负载调控能源

系统根据负载调配能源输入，交流负载 1、交流负载 2 和交流负载 3 任意打开一个，模拟光源自动开启，光源强度 30%；任意打开两个，模拟光源强度 60%；全部打开时，模拟光源强度 100%。

## 四、区域能源分析与规划（15 分）

拟在该岛屿建设由光伏发电、风力发电、浅层地热，生物质发电、蓄能为一体的智能微电网系统。通过光伏发电、风力发电的工程技术参数，分析能源单位面积装机功率；通过耗能需求分析，合理设计能源种类和容量；调试系统使其在供电不足天数、太阳能偏差、太阳能电站选址、太阳倾角偏差、风能偏差、风能电站选址、储能容量及波动、弃电天数、生物质偏差、地热利用率、占地格数等相关参数上综合设计方案最优。系统设计方案在能源互联网仿真规划平台中实现。

能源互联网仿真规划模型为“舟山东福山岛”“国赛试题 9”。方案设计名称为“工位号”，例如方案名称“01”，表示工位号为 01 的方案设计。

### （一）能源需求分析

某岛屿地形图如图 4.1 所示。

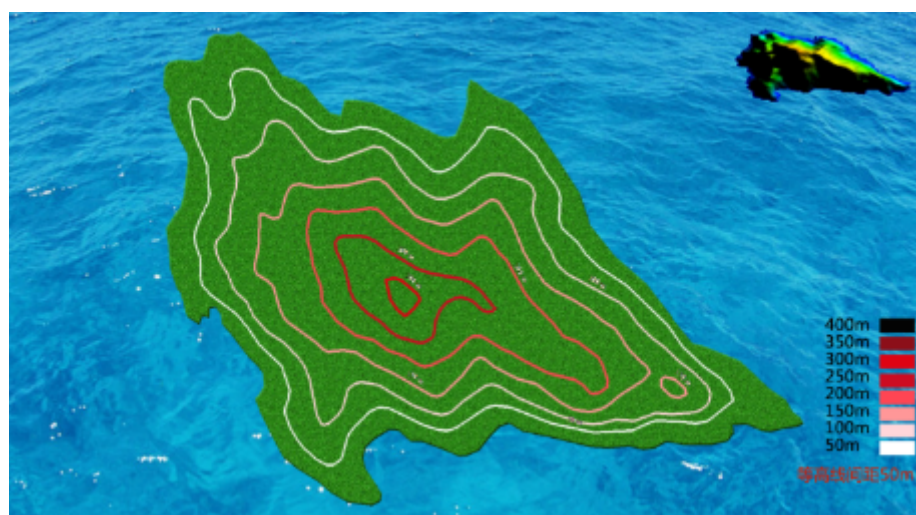


图 4.1 岛屿地形图

根据某岛屿的发展规划，每天实际用能负荷用电变化幅度为 20%。其中提供空调制冷、制热的耗电量为 28%(制冷制热能耗全部由浅层地热提供)。该岛屿年可提供生物质 38325 吨，每方格占地面积 1500 平方米。

## 1. 光伏发电产能分析

### (1) 单位面积光伏电站功率分析

光伏电站电池组件面的面积约占站区面积的 30%左右,组件转换效率为 17%,工程项目光伏发电系统整机转换率取 80%;根据参数要求,在能源互联网仿真规划软件的“方案设计”中,设置单位面积光伏系统容量(KW),设置方式如图 4.2 所示。



图 4.2 光伏容量设置

### (2) 光伏组件最佳倾角分析

在能源互联网仿真规划软件的“设计详情”中,查询光伏组件最佳日照时长对应的组件倾角,设置方式如图 4.3 所示。



图 4.3 最佳倾角设置

## 2. 风力发电产能分析

### (1) 单位面积风机容量选型

工程项目中,风力发电机组按照矩阵布置,技术参数见表 4.1,同行风力发电机组之间距不小于 3D(D 为风轮直径),行与行之间距离不小于 5D,则在能源互联网仿真规划软件中,单位面积最适合安装表 4.1 中哪种风力发电机型,并把额定功率值填写入“风力容量”中,设置方式如图 4.4 所示。



图 4.4 风力容量设置



表 4.1 技术参数

| 型号<br>指标  | NEFD-5<br>KW | NEFD-10<br>KW | FD10-20<br>KW | FD5-50<br>KW | FD10-100<br>KW | FD20-200<br>KW |
|-----------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 额定功率      | 5KW          | 10KW          | 20KW          | 50KW         | 100KW          | 200KW          |
| 启动风速(m/s) | 3            | 3             | 3             | 3            | 3              | 3              |
| 额定风速(m/s) | 10           | 10            | 12            | 12           | 13             | 13             |
| 安全风速(m/s) | 40           | 40            | 40            | 50           | 50             | 50             |
| 风轮直径 (m)  | 6            | 7.8           | 10            | 12.9         | 15.6           | 29             |

## (2) 单位面积风力发电系统输出功率

所选单位面积风力发电系统输出功率，与等效倍率的 1KW 风机功率与风速模型关系如下述表达式：

- ① 当  $0 < X < 3$  时， $P(v) = 0$ ；
- ② 当  $3 < X < 8$  时， $P(v) = (404.24 - 286.77X + 60.51X^2 - 2.31X^3)$ ；
- ③ 当  $8 < X < 12$  时， $P(v) = (13.36 - 450.87X + 115.45X^2 - 5.85X^3)$ ；
- ④ 当  $12 < X < 14$  时， $P(v) = (33.64 + 711.44X - 85.71X^2 + 2.83X^3)$ ；

工程项目风力发电系统整机转换率取 76%。

## 3. 浅层地热产能分析

浅层地热的产能，仅用于供冷制热耗能，不直接产生常规电力。本项目中浅层地热系统采用水平单沟双地热能电站，每天单位面积地热产生的能量为 1188kwh。根据区域能源需求说明，结合浅层地热系统的产能参数，在设计方案中进行浅层地热选址和容量规划。

## 4. 生物质产能分析

本项目单位面积生物质电站每天消耗生物质约为 2.71 吨；生物质电站每天单位面积产生的能量为 2830kwh。根据区域能源需求说明，结合生物质系统的产能参数，在设计方案中进行浅层地热选址和容量规划。

5. 区域能源综合规划与优化

（1）在能源规划平台中，储能可采用多种储能方式（如飞轮储能，蓄水储能，电池储能等）相结合，用户设计储能时只需根据项目设置储能的容量大小即可，无需考虑效率转换问题和存储方式；

（2）储能系统容量设置合适，满足负荷变化要求，储能总容量小于 10 倍的平均每天耗电量；储能设置后，初始值为 50%的能量存储；

（3）区域能源规划时，光伏发电容量与风力容量（功率）比例范围为 0.2～5 范围之内；

（4）能源互联网仿真规划平台中土地类型有工业用地、公共事业用地、荒地、农业用地、商业用地、住宅用地、其他等。根据区域土地使用要求，各能源站址选择如表 4.2 所示。

表 4.2 能源站址选择

| 序号 | 土地类型   | 用途                   |
|----|--------|----------------------|
| 1  | 工业用地   | 生物质、地热、储能站           |
| 2  | 公共事业用地 | 事业用地                 |
| 3  | 荒地     | 光伏发电、风能发电、生物质、地热、储能站 |
| 4  | 农业用地   | 光伏电站、风能发电            |
| 5  | 商业用地   | 商业用地                 |
| 6  | 住宅用地   | 住宅用地                 |
| 7  | 其他     | 光伏发电、风能发电、生物质、地热、储能站 |

注：土地类型由选手在能源互联网仿真规划软件中“方案设计”->“设计详情”->“产能说明”中查询。

五、职业规范与安全生产（5 分）

考核参赛选手在职业规范、团队协作、组织管理、工作计划、团队风貌等方面的职业素养表现。