

---

2018 年全国职业院校技能大赛  
“分布式光伏系统的装调与运维”赛项  
(中职组)  
任务书 02

---

## 第一部分 竞赛须知

### 一、竞赛纪律要求

- （一）正确使用设备与工具，严格遵守操作安全规范。
- （二）竞赛过程中遇到任何问题，必须向现场裁判举手示意，不得扰乱赛场秩序。
- （三）遵守赛场纪律，尊重监考或裁判人员，服从安排。

### 二、职业素养与安全意识

- （一）完成竞赛任务，根据操作规范完成所有竞赛任务，注意用电安全。
- （二）保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位要求。
- （三）遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱护赛场设备及器材。

### 三、扣分项

- （一）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，损坏两次及以上者将被取消竞赛资格。
- （二）禁止带电操作（用表笔检测和操作开关按钮盘除外），违反一次扣 10 分。
- （三）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，情节严重者将被取消竞赛资格。
- （四）竞赛结束时，务必保存设备配置，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码；须断开实训设备上的所有空气开关。违反者扣 5 分。
- （五）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；如设备或器件经检测完好，属选手误判时，设备或器件的认定时间计入比赛时间，对该小组总成绩扣 2 分；
- （六）设备第一次上电，举手示意裁判请求通电，现场完成上电检测，确认检测无误后，裁判许可后方可通电；通电后若有器件损坏，扣 10 分。

### 四、选手须知

- （一）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，否则视为作弊。
- （二）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。

---

（三）参赛团队应在规定时间内完成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检查结果及评判的相应竞赛任务以 0 分计入总成绩。

（四）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；如果设备或器件经检测有故障，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。

（五）在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即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。

（六）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。

## 五、注意事项

（一）在比赛开始 30 分钟内，完成竞赛平台硬件、软件及竞赛材料的检查确认是否正常，并填写现场下发的竞赛设备确认表；比赛开始 30 分钟后收取竞赛设备确认表。

（二）竞赛任务中所使用的各类软件工具都已安装至工作站，各类说明文件等都已拷贝至工作站的“桌面\竞赛参考资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。

（三）竞赛过程中请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，**切勿私自调整接线**，若选手私自调整，由此造成的影响由选手自行承担，不予以延时。

（四）竞赛结束时，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码；须断开实训设备上的所有空开。

（五）竞赛结束时，工作站严禁关机，使其处于任务要求的项目工程操作界面；务必保存设备配置，严禁对设备设置密码。

（六）AutoCAD 制图部分的任务，须按任务要求对文件进行命名，在开考后 90 分钟之内拷贝至 U 盘后，提交给现场裁判。

## 第二部分 竞赛平台介绍

### 一、竞赛环境

#### （一）硬件环境

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	分布式光伏工程实训系统	Demeter131A	套	1
2	工作站（计算机上明确标注）	/	台	2

#### （二）辅材及工具(工位上已经安装部品未在表中列出)

序号	名称	数量
1	Demeter131A 实训标准工具包	1 套
2	分布式光伏工程实训系统竞赛耗材套件	1 套
3	U 盘	1 个
4	中性笔	4 支
5	空白 A4 纸	10 张
6	任务书（纸质）	1 份
7	竞赛参考资料（电子档，具体内容在现场下发的设备确认表中确认）	1 份
8	分布式光伏智能运维系统学生登录账号及密码	1 份
9	分布式光伏仿真规划软件学生登录账号及密码	1 份

#### （三）配套软件及说明（已安装至工作站上）

序号	名称	数量
1	PLC 软件（GX Works 3）	1 套

2	LoraConfig1.0.1	1 套
3	分布式光伏仿真规划软件	1 套
4	Mirosoft Office 2010 （承办校提供）	1 套
5	福昕阅读器	1 套
6	组态软件	1 套
7	AutoCAD 2010 （承办校提供）	1 套

## 二、答题注意

Auto CAD 制图内容需在裁判长宣布比赛开始后 90 分钟提交。

---

## 第三部分 竞赛任务

### 一、工程项目背景与任务概述

#### （一）工程项目背景

本竞赛任务以分布式光伏发电项目为原型，以“分布式光伏工程实训系统”为载体，要求按照任务书中分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的运行与维护、分布式光伏系统的仿真规划任务描述，完成分布式光伏发电项目的实施与运维。

#### 1. 分布式光伏工程实训系统设备组成

分布式光伏工程实训系统由硬件平台和软件平台两部分组成。硬件平台包括负载模块、数据采集模块、集中控制模块、供能模块、智能离网微逆变模块、通讯模块、环境感知模块及分布式光伏并网隔离系统组成。软件平台包括分布式光伏智能运维系统和分布式光伏仿真规划软件。

（1）分布式光伏工程实训系统硬件外观如图 1.1 所示：



图 1.1 分布式光伏工程实训系统硬件外观图

（2）分布式光伏智能运维系统如图 1.2 所示：

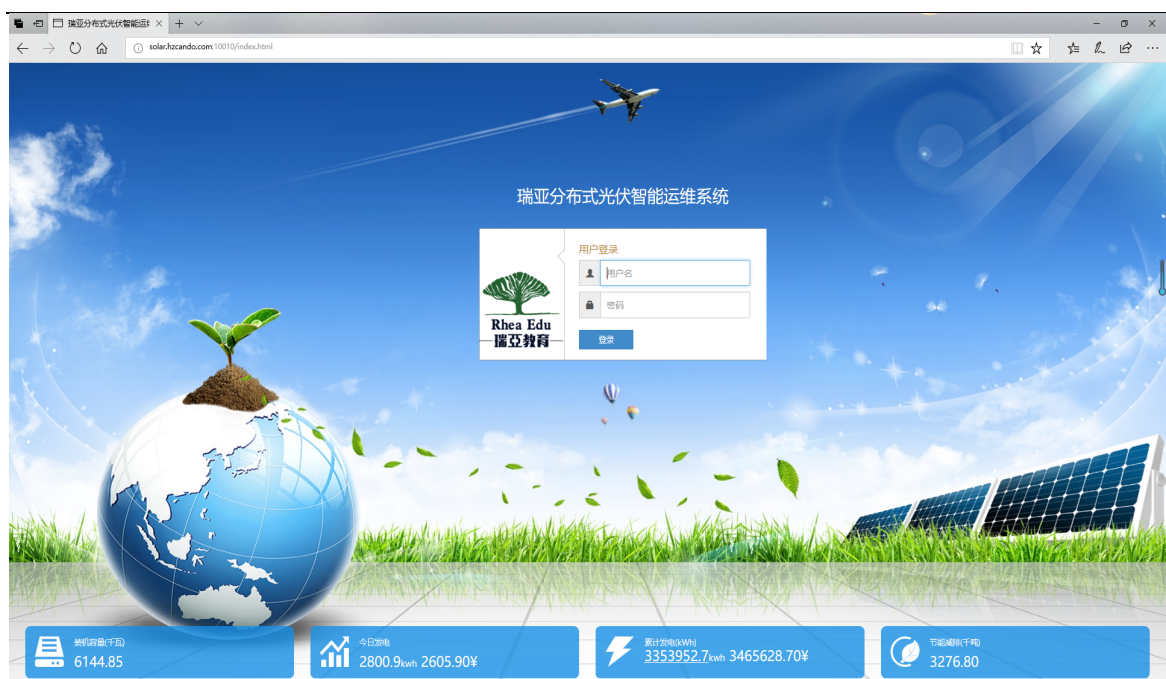


图 1.2 分布式光伏智能运维系统界面

(3) 分布式光伏仿真规划软件如图 1.3 所示：



图 1.3 分布式光伏仿真规划软件界面

## 2. 竞赛设备准备

下列线路已经连接，严禁选手在竞赛过程中改动，凡因选手私自改动影响比赛的后果由选手自行承担。

(1) 分布式光伏工程实训系统主电源模块 220V 电源线路，分布式光伏工程实训系统主电源模块 24V 电源线路至空气开关相应触点；

(2) 智能离网微逆变器系统信号电源开关线路；智能离网微逆变器系统功率源输入及信号电源输入至相应的接触器触点线路；智能离网微逆变器系统交流输出至相应的空气开关触点线路；

(3) 并网逆变器输入端至相应的接触器触点线路；并网逆变器输出端至隔离变压器线路；并网逆变器输出端（市电）至其对应的继电器触点线路；

(4) 蓄电池及可调直流稳压电源输出至相应的空气开关触点线路；

(5) PLC 输出至继电器 KA6 与继电器 KA7 互锁的继电器触点线路；PLC 输出至接触器 KM1 与接触器 KM2 互锁的接触器触点线路。

## （二）任务概述及作品呈现要求

分布式光伏系统的装调与运维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	分布式光伏系统的 安装与部署	在分布式光伏工程实训系统上实现各功能模块装置的安装、配置及连接	满足功能及工艺要求的分布式光伏电站及控制系统
2		使用 Auto CAD 软件绘制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	分布式光伏系统的 运行与维护	光伏单轴供电单元的运行检测	以纸质答题卡的形式提交光伏单轴供电单元运行检测数据
4		基于 PLC 控制系统的程序开发、调试及运行	PLC 控制功能验证
5		基于组态软件的分布式光伏远程监控系统的开发、调试及运行。	分布式光伏远程监控系统的功能验证



6		分布式光伏系统的电站建立及智能运维	以截图方式保存建立的电站信息及并网监测信息
7	分布式光伏系统的仿真规划	从分布式光伏系统的选址、支架安装方式的选择、运维次数设置、组件倾斜角的选定、容量设置等以使该方案的“每度电成本”、“建设成本”、“现金流”、“成本回收期”等参数最优。	在分布式光伏仿真规划软件中提交分布式光伏电站的设计方案

---

## 二、分布式光伏系统的安装与部署（30 分）

### （一）分布式光伏系统的电气图绘制（10分）

在提供的图框里,用 AutoCAD 块文件(“桌面\竞赛参考资料”,文件名《AutoCAD 块文件及图框》)绘制且对文件命名分别满足以下要求:

#### 1. 分布式光伏工程实训系统主电路原理图绘制

**任务要求:**

(1) 原理图中分为两个图层:端子号标注图层、主图层;端子号标注文字全部在“端子号标注”图层中,其他则在“主图层”中;

(2) 原理图中应清晰标注相关设备、器件名称;设备、器件名称以设备安装板上的名称为准;

(3) 原理图要清晰标注设备、器件的端子号(接线端子)及端口名称;

(4) 原理图中端子号标注文字颜色采用红色,主图层内容全部为黑色;

**(5) 原理图应与实际接线相符;**

(6) 原理图中涉及到的部件符号标注符合相关规范;

(7) 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;

(8) 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;

(9) 文件命名为《分布式光伏工程实训系统主电路原理图绘制+工位号》,并保存至 U 盘,例如:以 01 号工位为例(下同),其选手绘制的原理图命名为:《分布式光伏工程实训系统主电路原理图绘制 Z01》。

#### 2. 分布式光伏工程实训系统并网逆变器接线图绘制

**任务要求:**

(1) 图中分为两个图层:线径标注图层、主图层;线径标注文字全部在“线径标注”图层中,其他则在“主图层”中;

(2) 图中应清晰标注相关设备、器件名称;设备、器件名称、号码管名称以设备安装板上的名称为准;

---

(3) 接线图要清晰标注设备、器件的端子号（接线端子）、及端口名称；

(4) 接线图中线径标注文字颜色采用蓝色，主图层内容全部为黑色；

**(5) 接线图应与实际接线相符；**

(6) 接线图中涉及到的部件符号标注符合相关规范；

(7) 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；

(8) 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；

(9) 文件命名为《分布式光伏工程实训系统并网逆变器接线图+工位号》，并保存至 U 盘，例如：《分布式光伏工程实训系统并网逆变器接线图 Z01》。

## **(二) 分布式光伏系统的设备安装与线路连接（20分）**

### **1. 分布式光伏系统的设备安装**

分布式光伏工程实训平台已安装部分设备，根据任务要求完成数据采集模块、通讯模块及环境感知模块等设备的安装。

#### **(1) 通讯模块、环境感知模块的安装**

完成光照度传感器、温湿度传感器及 LoRa 通讯模块 1 的安装，要求使系统能够采集光伏单轴供电单元的环境参数，模块安装牢固，布局美观且符合工程规范要求。

### **2. 分布式光伏系统的线路连接**

分布式光伏工程实训系统部分接线已完成（**严禁选手拆装，否则视为作弊**），结合功能要求及线路要求完成主电源模块、数据采集模块、通讯模块、环境感知模块、负载模块、集中控制模块（**包含 PLC 模块，开关按钮盘，继电器及接触器，以下简称集中控制模块**）及光伏单轴供电单元的接线，要求如下：

(1) 分布式光伏系统的线路整体要求双线控制（**如：同时控制火线与零线或同时控制正极与负极**）；

(2) 完成光伏单轴供电单元中光伏组件方阵到端子排线路的连接（**光伏组件方阵由四块光伏组件采用两串两并的方式连接，本任务要求光伏组件 1、2 串联，3、4 串联后再并联，需要完成光伏组件测试后方可完成光伏组件方阵组装。**）；

(3) 完成蓄电池经由集中控制模块至光伏控制器上蓄电池输入端口线路的连接；完成光伏组件或可调直流稳压电源经由集中控制模块到光伏控制器上光伏组件输入端口及并网逆变器输入端口线路的连接；

(4) 光伏组件可为光伏控制器及并网逆变器提供输入，可调直流稳压电源仅给并网逆变器提供输入（**为光伏控制器提供输入时，光伏组件最大输出电压不得超过 50V；为并网逆变器提供输入时，光伏组件或可调直流稳压电源最大输出功率不得超过 700W**）；

(5) 智能仪表线路的连接：

- ①直流电压电流组合表 1 采集并显示光伏控制器输出参数；
- ②直流电压电流组合表 2 采集并显示光伏控制器输入或并网逆变器输入的参数；
- ③交流电压电流组合表 1 采集并显示柔性工位工作时的参数；
- ④交流电压电流组合表 2 采集并显示交流灯 1 工作时的参数。

(6) 完成直流负载红灯、绿灯、黄灯及蜂鸣器状态控制线路的连接；完成三个交流负载控制线路的连接（上方为交流灯 1，下方为交流灯 2）；

(7) 完成温湿度传感器、LoRa 模块 1、光照度传感器通讯线路的连接，完成交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、单相电能表及双向电能表通讯线路的连接；

(8) 完成集中控制模块中 PLC 至开关按钮盘线路的连接、集中控制模块中 PLC 至继电器及接触器线路的连接；完成集中控制模块中 PLC 的 24V 电源线路连接；

(9) 完成温湿度传感器及光照度传感器电源线路的连接；完成 4 块电压电流组合表电源线路的连接；

(10) 要求接线符合表 2.1 “PLC 与开关按钮盘接线要求”、表 2.2 “继电器及接触器功能对应表”及表 2.3“空气开关功能对应表”的要求。

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

表 2.2 继电器及接触器功能对应表

序号	继电器及接触器编号	对应的控制功能
1	继电器 KA1	市电接入通断
2	继电器 KA2	交流风扇通断
3	继电器 KA3	直流负载蜂鸣器通断
4	继电器 KA4	交流灯 2 通断
5	继电器 KA5	智能离网微逆变系统信号电源通断
6	继电器 KA6	并网逆变器（市电）给交流负载供电通断
7	继电器 KA7	智能离网微逆变系统输出通断
8	继电器 KA8	交流灯 1 通断
9	继电器 KA9	直流负载黄灯通断
10	继电器 KA10	直流负载绿灯通断
11	继电器 KA11	直流负载红灯通断
12	接触器 KM1	直流输入切换开关通断
13	接触器 KM2	光伏控制器输入通断
14	接触器 KM3	蓄电池输出通断
15	接触器 KM4	并网逆变器输入通断
16	接触器 KM5	智能离网微逆变系统功率源输入通断

（备注：继电器从左至右编号依次为 KA1~KA11，接触器从左至右编号依次为 KM1~KM5）

表 2.3 空气开关的定义

序号	空气开关编号	对应的控制功能
1	QF4	实验台体开关
2	QF5	PLC 220V 电源开关
3	QF6	PLC 24V 电源开关
4	QF7	电压电流组合表电源开关
5	QF8	可调直流稳压电源输出开关
6	QF9	蓄电池输出开关

7	QF10	智能离网微逆变系统输出开关
8	QF11	市电开关

(备注：下排空气开关从左至右编号依次为QF4~QF11)

### 3. 设备安装接线工艺要求：

- (1) 设备安装须符合工程安装工艺标准，设备安装牢固、美观；
- (2) 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；
- (3) 设备接线须按照设备上的接口标识进行正确的连接；
- (4) 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；
- (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：

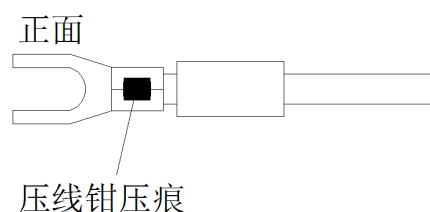


图 2.1 U 型冷压端子压线钳压痕示意图（以现场提供的 U 型冷压端子为准）

- (6) 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且正面朝外易于查看。号码管标识示意图如图 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：

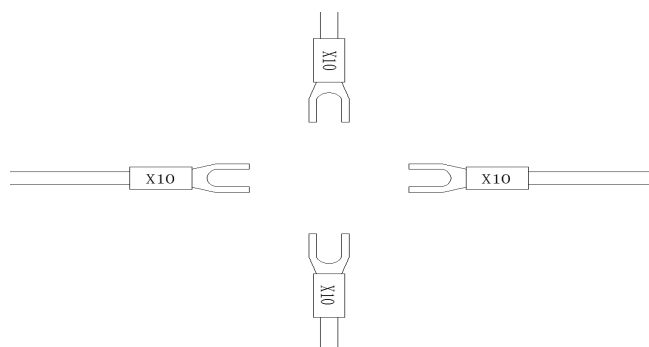


图 2.2 号码管标识示意图（以现场提供的号码管标识为准）

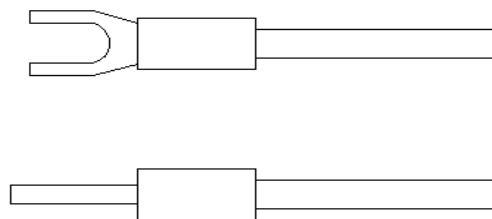


图 2.3 号码管套用示意图（以现场提供的号码管为准）

（7）接线须使用正确颜色的电缆：火线及直流正极使用红色电缆、零线及直流负极使用黑色电缆；其他类型导线颜色由选手自定义；

（8）并线要求：某个接线端子需要接入 2 根及以上导线时，不允许使用 U 型冷压端子；

（9）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（端子排）必须使用缠绕管缠绕；接线完成后应盖紧线槽盖；

（10）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。

### 三、分布式光伏系统的运行与维护（55 分）

#### （一）光伏组件方阵运行与检测（8分）

##### 1. 光伏组件参数测试

选手完成光伏单轴供电单元的安裝与部署前（如图 3.1），运行光伏单轴供电单元，*仅开启模拟光源 1（测试结束关闭）*，控制模拟光源灯杆运行至垂直位置，使模拟光源入射角与光伏组件方阵面垂直。按照表 3.1 的要求测量光伏组件参数并记录到现场下发的纸质答题卡（*比赛结束时统一收取*）。

表 3.1 光伏组件参数检测

检测项	短路电流(mA)	开路电压(V)	等效内阻( $\Omega$ )
光伏组件 1			
光伏组件 3、4 串联			
光伏组件 1、2、3、4 串联			
光伏组件 1、2 并联			

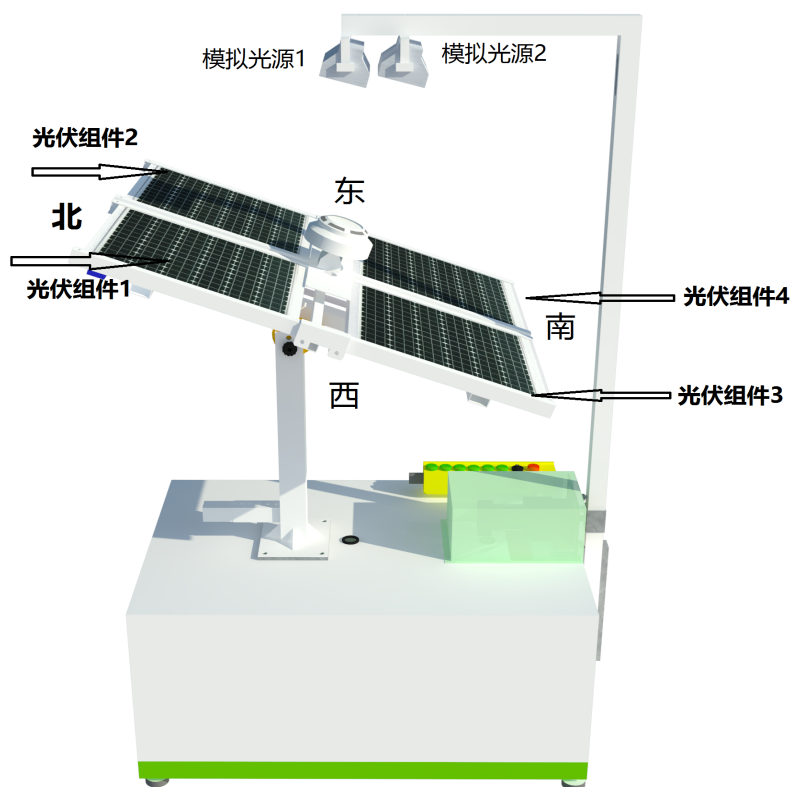


图 3.1 光伏单轴供电平台安装部署图

## (二) 分布式光伏系统的本地控制（20分）

通过开关按钮盘上的手动按钮及 PLC 编程实现本地控制功能并进行本地控制整体功能的调试与运行。开关按钮盘上的手动按钮布局示意图如图 3.2 所示。

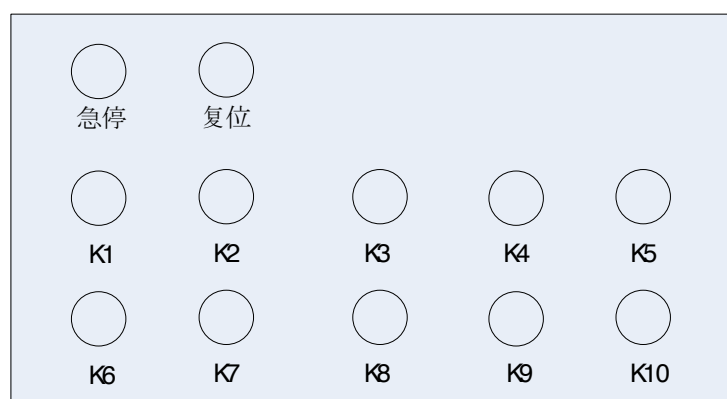


图 3.2 手动按钮布局示意图



## 1. 手动按钮及 PLC 编程：

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.2 所示：

表 3.2 本地控制功能要求

按键	功能说明
急停按钮	在任何情况按下，立即关闭 PLC 所有输出。
复位按钮	复位按钮未点亮时，仅执行功能 1 的要求；复位按钮点亮时，仅执行功能 2 的要求。
功能 1	
K1	第一次按下按钮后，光源摆杆复位至垂直状态；当光源摆杆复位至垂直状态 3 秒后，模拟光源全部打开、光源摆杆自东向西运行 1 秒停 2 秒，光源摆杆接触到摆杆西限位后，转为自西向东运行 1 秒停 2 秒；当光源摆杆接触到摆杆东限位后，光源摆杆再转为自东向西运行 1 秒停 2 秒（光源摆杆东西运行无限循环）；在光源摆杆运行过程中，光伏组件逐日追踪。 第二次按下按钮后，光源摆杆停止运行、光伏组件停止逐日追踪；模拟光源 3 秒后全部关闭。 （后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）
K2	第一次按钮自锁，一键实现交流灯 1 亮，3 秒后交流灯 2 亮； 第二次按钮自锁，一键实现交流灯 1 灭，3 秒后交流灯 2 灭。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K3	第一次按下按钮，3 秒后实现并网逆变器并网、启动交流风扇（由离网供电）； 第二次按下按钮，一键实现并网逆变器停止并网、关闭交流风扇（同时切断离网供电）。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K4	第一次按下按钮，一键实现直流负载工作在四种状态（红灯、绿灯、黄灯、蜂鸣器）以 1Hz 的频率循环切换； 第二次按下按钮，一键实现直流负载停止工作。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）
K5	第一次按下按钮，打开直流输入切换开关； 第二次按下按钮，关闭直流输入切换开关。 （后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）
K6	第一次按钮自锁，打开交流灯开关； 第二次按钮自锁，关闭交流灯开关。 （后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）

K7	<p>第一次按钮自锁，打开智能离网微逆变系统信号电源开关，接入智能离网微逆变系统信号电源及功率源；</p> <p>第二次按钮自锁，切断智能离网微逆变系统信号电源及功率源，关闭智能离网微逆变系统信号电源开关。</p> <p>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K8	<p>第一次按钮自锁，打开光伏控制器输入开关，3 秒后关闭光伏控制器输入开关；</p> <p>解除第一次按钮自锁，3 秒后再次打开光伏控制器输入开关；</p> <p>第二次按钮自锁，关闭光伏控制器输入开关。</p> <p>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K9	<p>第一次按下按钮，打开蓄电池输出开关；</p> <p>第二次按下按钮，关闭蓄电池输出开关。</p> <p>（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K10	<p>第一次按钮自锁，打开直流负载红灯的控制开关；</p> <p>第二次按钮自锁，关闭直流负载红灯的控制开关，打开直流负载绿灯的控制开关；</p> <p>第三次按钮自锁，关闭直流负载绿灯的控制开关，打开直流负载黄灯的控制开关；</p> <p>第四次按钮自锁，关闭直流负载黄灯的控制开关，打开直流负载蜂鸣器的控制开关；</p> <p>第五次按钮自锁，打开直流负载绿灯的控制开关及直流负载蜂鸣器的控制开关；</p> <p>第六次按钮自锁，关闭直流负载（红色，黄色，绿色及蜂鸣器）的控制开关。</p> <p>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
<b>功能 2</b>	
K1	作为功能切换按钮
K2	<p><b>按钮 K1 自锁时：</b></p> <p>第一次按下按钮 K2，光伏组件方阵向东运行 3 秒；</p> <p>第二次按下按钮 K2，光伏组件方阵继续向东运行，走 2 秒停 1 秒；</p> <p>第三次按下按钮 K2，光伏组件方阵停止向东运行。</p> <p>（后续按下按钮 K2，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K3	<p><b>按钮 K1 自锁时：</b></p> <p>第一次按下按钮 K3，光伏组件方阵向西运行 3 秒；</p> <p>第二次按下按钮 K3，光伏组件方阵继续向西运行，走 3 秒停 1 秒；</p> <p>第三次按下按钮 K3，光伏组件方阵停止向西运行。</p>

	(后续按下按钮 K3, 按照上述顺序实现相关功能。)
K4	<p><b>按钮 K1 自锁时:</b></p> <p>第一次按钮 K4 自锁, 光源摆杆连续向西运行 3 秒; 解除第一次按钮 K4 自锁, 光源摆杆继续向西运行, 走 1 秒停 3 秒; 第二次按钮 K4 自锁, 光源摆杆停止向西运行。 (后续按钮 K4 自锁, 按照上述顺序实现相关功能。)</p> <p><b>按钮 K1 非自锁时:</b></p> <p>第一次按钮 K4 自锁, 光源摆杆向西运行, 走 2 秒停 2 秒; 解除第一次按钮 K4 自锁, 光源摆杆连续向西运行 3 秒后停止; 第二次按钮 K4 自锁, 光源摆杆继续向西运行, 走 1 秒停 2 秒; 解除第二次按钮 K4 自锁, 光源摆杆停止向西运行。 (后续按钮 K4 自锁, 按照上述顺序实现相关功能。)</p>
K5	<p><b>按钮 K1 自锁时:</b></p> <p>第一次按钮 K5 自锁, 光源摆杆向东运行, 走 2 秒停 2 秒; 解除第一次按钮 K5 自锁, 光源摆杆继续向东运行, 走 2 秒停 1 秒; 第二次按钮 K5 自锁, 光源摆杆停止向东运行。 (后续按钮 K5 自锁, 按照上述顺序实现相关功能。)</p> <p><b>按钮 K1 非自锁时:</b></p> <p>第一次按钮 K5 自锁, 光源摆杆向东运行, 走 3 秒停 1 秒; 解除第一次按钮自锁, 光源摆杆继续向东运行, 走 2 秒停 3 秒; 第二次按钮 K5 自锁, 光源摆杆停止向东运行。 (后续按钮 K5 自锁, 按照上述顺序实现相关功能。)</p>
K6	<p><b>按钮 K1 自锁时:</b></p> <p>第一次按下按钮 K6, 模拟光源 1 亮; 第二次按下按钮 K6, 模拟光源 1 灭。 (后续按下按钮 K6, 按照上述顺序实现相关功能。)</p> <p><b>按钮 K1 非自锁时:</b></p> <p>第一次按下按钮 K6, 2 秒后模拟光源 2 亮; 第二次按下按钮 K6, 模拟光源 2 灭。 (后续按下按钮 K6, 按照上述顺序实现相关功能。)</p>

注: 上表中“打开\*\*开关”仅要求接通相应的继电器; “一键\*\*”则要求使得被控对象能够处于工作状态。

---

### (三) 分布式光伏系统的远程监控 (15分)

#### 1. 分布式光伏电站的通讯配置

根据现场下发的《LoRa 参数配置表》(存放于电脑“桌面\竞赛参考资料”文件夹。), 完成 LoRa 通讯模块的配置。

#### 2. 分布式光伏电站的系统组态

根据“桌面\竞赛参考资料”文件夹里已提供的分布式光伏电站组态内容, 完成剩余的分布式光伏电站组态, 实现以下功能:

##### (1) 登录界面:

创建一个用户, 设置账户名为 admin, 密码为 abc, 账号及密码输入正确且点击登录按钮后, 进入监控界面及顶部窗口; 账号错误时退出组态软件; 账号输入正确但密码输入错误, 且密码错误小于 3 次时, 每次错误出现弹窗提示“密码已错误 X 次”(X 表示当前密码错误的次数); 密码错误 3 次后, 锁定该用户 10 秒, 在此期间该用户无法进行登陆操作, 10 秒后可正常进行登录操作。

##### (2) 监控界面:

①实时显示通过 LoRa 通讯模块接收的温度、湿度及光照度数据; 实时显示直流电压电流组合表 1 和直流电压电流组合表 2 的功率数据; 实时显示交流电压电流组合表 1 和交流电压电流组合表 2 的功率数据; 实时显示单相电能表的总有功电能数据; 实时显示双向电能表有功总电能及反向有功总电能数据; 实时显示智能离网微逆变系统的输出电压及频率数据; (要求包含所显示数据的中文名称并标注相关单位)

②离网运行状态监控按钮: 分布式光伏电站正常离网发电时, 该按钮自锁, 系统开始监测智能离网微逆变系统输出频率, 当输出频率为 60Hz 时, 弹窗显示“当前智能离网微逆变系统的频率为 60Hz, 将关闭智能离网微逆变系统输出”, 在出现弹窗后关闭智能离网微逆变系统输出; 当输出频率为 50Hz 后, 自动打开智能离网微逆变系统输出, 同时弹窗显示“当前智能离网微逆变系统输出频率正常”; 按钮解锁, 监控功能失效。

##### (3) 操作界面:

①使用“按钮”控件制作急停按钮, 其功能如下: 急停按钮与开关按钮盘上的急

---

停按钮功能一致；

②使用“按钮”控件制作按钮 1，其功能如下：

第一次按下按钮，打开并网逆变器输入开关；

第二次按钮按下，2 秒后关闭并网逆变器输入开关；

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）

③使用“按钮”控件制作按钮 2，其功能如下：

第一次按钮自锁，打开并网逆变器（市电）给交流负载供电开关；

第二次按钮自锁，关闭并网逆变器（市电）给交流负载供电开关，2 秒后打开智能离网微逆变系统输出开关；

第三次按钮自锁，关闭智能离网微逆变系统输出开关；

（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）

④使用“按钮”控件制作按钮 3，其功能如下：

第一次按下按钮，2 秒后打开市电接入开关；

第二次按下按钮，2 秒后关闭市电接入开关；

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）

⑤使用“按钮”控件制作按钮 4，其功能如下：

第一次按下按钮，打开交流风扇开关；

第二次按下按钮，2 秒后关闭交流风扇开关；

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）

⑥使用“按钮”控件制作按钮 5，其功能如下：

每次按下按钮，智能离网微逆变系统的输出电压增加 5V，最大增加到 230V；

⑦使用“按钮”控件制作按钮 6，其功能如下：

每次按下按钮，智能离网微逆变系统的输出电压减小 5V，最小到 170V；

⑧使用“按钮”控件制作按钮 7，其功能如下：

第一次按下按钮，一键开启直流负载黄灯、交流风扇及交流灯 1；

第二次按下按钮，每隔 3 秒关闭一种负载，关闭顺序为交流风扇、交流灯 1、直流负载黄灯；

（后续按下按钮，按照上述顺序实现相关功能。）

“按钮”控件选择：急停按钮采用图 3.3 的控件，急停按钮未按下时，控件颜色为白色，急停按钮按下后，控件颜色为红色；监控按钮、按钮 1 至按钮 7 均为自锁按钮，采用图 3.4 的控件，按钮自锁时控件颜色为蓝色，按钮解锁后控件颜色为白色。



图 3.3 急停按钮



图 3.4 按钮控件

**（4）数据报表界面：**

①使用“专家报表”组件制作数据报表，能够实现对并网逆变器输入与光伏控制器输出的电压及电流进行数据报表显示并标注相关单位；同时能实现“报表预览”、“报表打印”及“报表导出”功能；

②数据报表标题为：“数据报表”，要求字体颜色为绿色、字号大小为 36，布局美观。

③要求数据报表的时间长度为 45 秒，时间间隔为 1 秒。

**（5）曲线界面：**

①使用“趋势曲线”组件实时显示柔性工位与光伏控制器输出的功率曲线；

②时间范围 30 秒，采样周期 1 秒，并标注曲线名称与相关单位；

③功率曲线坐标轴显示采用多 X 轴、多 Y 轴显示。

**（6）界面切换：**

使用已放置的控件图标实现界面切换，要求按监控界面→曲线界面→报表界面→操作界面的顺序进行界面循环切换。采用的控件图标如图 3.5 所示。



图 3.5 页面切换控件

---

#### （四）分布式光伏系统的智能运维（12 分）

根据“桌面\竞赛参考资料”文件夹里提供的门户网址、本地配置网址、网络配置说明、用户的账户及密码，实现对 Solar-log 及智慧运维采集器的配置。

##### 1. Solar-log 电站建立：

①本地配置：完成 Solar-log 的本地配置，实现数据传输到 Solar-log 网站，要求在对 Solar-log 进行本地配置中，网络设置屏蔽 DHCP 功能；IP 地址、子网掩码及默认网关按“桌面\竞赛参考资料”文件夹里提供的网络配置说明进行设置，本地配置完成后，对“产量数据/瞬时值/表格”中的“表格”进行截图，截图要求包含逆变器名称、功率大小及状态，截图（**JPG 格式**）保存在“桌面\竞赛答题卡+工位号”文件夹，保存的文件命名为《Solar-log 电站建立+工位号-截图序号》，例如《Solar-log 电站建立 Z01-01》。

②电站建立在 Solar-log 50 门户网站上创建新电站，电站名称以“SL+日期（XXXXXXXXXX）+工位号”进行命名，例如 2018 年 4 月 12 日，工位号为 Z01 号，电站名为 SLC20180412Z01；电站建立完成，并实现并网逆变器的数据上传到 Solar-log 网站上后，对“显示→Solar-log™ 图像”中座舱的内容进行截图，截图包含网站左侧列表、座舱的完整界面截图（要求座舱中生成的瞬时功率值不为 0.00KW 的截图），截图（**JPG 格式**）保存在“桌面\竞赛答题卡+工位号”文件夹，保存的文件命名为《Solar-log 电站建立+工位号-截图序号》，例如《Solar-log 电站建立 Z01-01》。

##### 2.智慧采集器电站的建立：

###### （1）电站建立及配置：

①在分布式光伏智能运维系统上，新建一个电站，电站编号与电站命名均为“SC+日期（XXXXXXXXXX）+工位号”，例如 2018 年 4 月 12 日，工位号为 Z01 号，则电站命名为 SC20180412Z01；

②对新建电站上网补贴价设置为 0.55 元/KWh，电站规模为 0.7 KWp ；并进行全额上网配置，实现分布式光伏智能运维系统对分布式光伏电站的数据监控；

③电站建立及配置完成后，对建立的电站进行截图保存（**JPG 格式**），截图的内容包括并网方式、采集器列表及设备列表，截图保存在“桌面\竞赛答题卡+工位号”文件夹，保存的文件命名为《智能运维电站建立+工位号-截图序号》，例如《智能运

---

维电站建立 Z01-01》。

## **(2) 电站运行：**

①当分布式光伏并网系统与分布式光伏智能运维系统实现相互通讯后，保持分布式光伏并网系统的运行，使分布式光伏智能运维系统实时读取电站发电量及当前功率等电站数据直至比赛结束；

②比赛结束前对电站**历史数据进行截图(JPG 格式)**，截图的内容包括发电时间、总发电量，截图保存在“桌面\竞赛答题卡”文件夹，保存的文件命名为《电站运行历史数据+工位号-截图序号》，例如《电站运行历史数据 Z01-01》。

## **(2) 电站运行：**

①当分布式光伏并网系统与分布式光伏智能运维系统实现相互通讯后，保持分布式光伏并网系统的运行，使分布式光伏智能运维系统实时读取电站发电量及当前功率等电站数据直至比赛结束；

②比赛结束前对电站**历史数据进行截图(JPG 格式)**，截图的内容包括采集数据的时间、日发电量，截图保存在“桌面\竞赛答题卡”文件夹，保存的文件命名为《电站运行历史数据+工位号-截图序号》，例如《电站运行历史数据 Z01-01》。

## **四、分布式光伏工程仿真规划（10 分）**

某学校拟在校园建筑物楼顶上安装分布式光伏发电系统以期获得稳定的长期收益。能源建设区域的地图如图 4.1 所示，请根据项目“模型参数设置说明”要求，在分布式光伏系统仿真规划软件“地图 2”“国赛试题 2”上建立方案，建立的方案以工位号命名，例如(Z01 工位的方案名称，则为“Z01”。)，并在“方案设计”中，对“光伏容量”“组件倾角”“支架选择”“方式选择”“运维次数”进行设置及光伏组件的数量的选择，完成分布式光伏发电项目的规划，使该方案的“现金流”及“成本回收期”等参数最优。



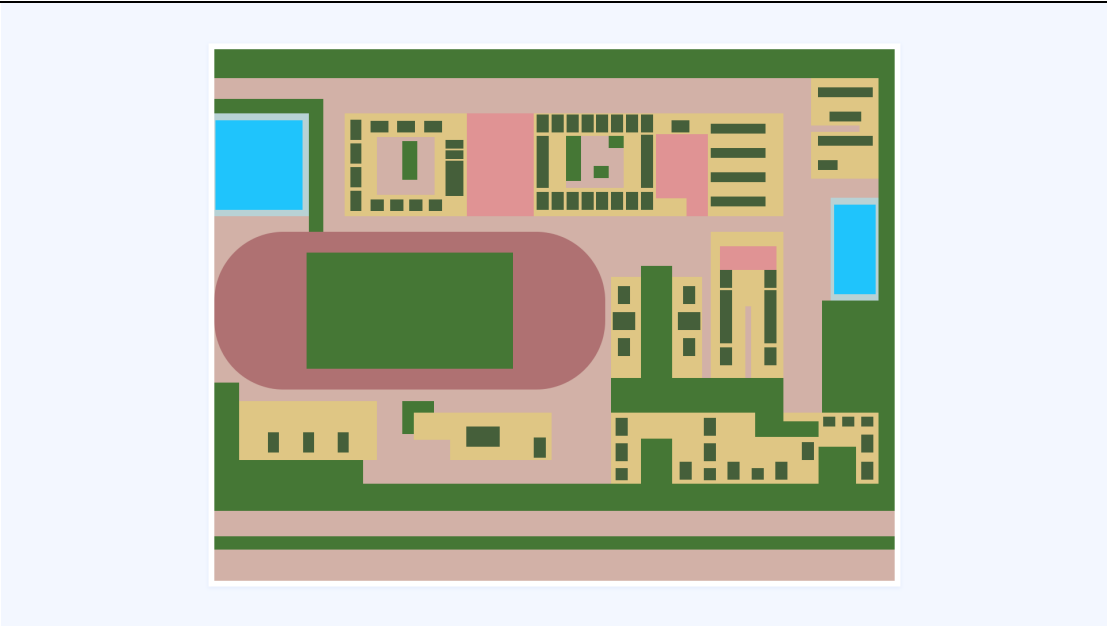


图 4.1 某学校能源地图

（一）模型参数设置说明

- 1. 在该校园中，单位方格面积 500m<sup>2</sup>，平均每天耗能可在分布式光伏仿真规划软件“方案设计”->“设计详情”->“用能统计”中查询，用电时间 16h。发电方式要求为自发自用，配电容量比限制为 0.3；
- 2. 最佳倾斜角安装方式的支架成本占总成本的 7.5%，光伏电站项目周期 20 年，成本周期 20 年；电站建设后第一年输出功率下降 3.5%，在后续的项目周期内，每年下降 1%；
- 3. 如果对光伏组件进行运维，单次运维费用为 0.02 元/次·W，第一年单次运维效率提升 25%，2-25 年运维效率提升 25%；
- 4. 如果光伏系统采用最佳倾斜角安装方式，每方格内光伏组件面积占比 31%，光伏组件转换效率为 16%，发电整机效率 75%。如果采用标准平单轴，带倾角平单轴、斜单轴跟踪及双轴跟踪其相对最佳倾斜角安装方式的支架成本、发电量系数及面积影响系数如表 4.1 所示：

表 4.1 支架成本、发电量系数、面积影响系数

类型	支架成本 (元/W)	发电量系数	面积影响系数
----	---------------	-------	--------

最佳倾角固定		0.5	1	1
平单轴	标准平单轴	1	1.15	1
	带倾角平单轴	1.4	1.2	0.833
斜单轴跟踪		1.8	1.3	0.714
双轴跟踪		3.0	1.4	0.667

5. 光伏电站安装于建筑平面楼顶上，能源用地类型可在分布式光伏仿真规划软件“方案设计”->“设计详情”->“产能说明”中查询。

## （二）项目任务要求

### 1. 光伏容量分析

根据规划平台中每格面积、组件转换效率、每方格内光伏组件面积占比，分析支架安装方式为“最佳倾角固定”的光伏组件，其单位每格面积的光伏发电安装容量，并在分布式仿真规划软件的“方案设计”中，设置“光伏容量”的正确值，设置图标如图 4.2 所示：



图 4.2 光伏容量设置

### 2. 最佳组件倾角分析

假设光伏组件采用最佳倾斜角安装方式，根据方案设计中的“设计详情”，查询当地气象参数，在分布式光伏仿真规划软件的“方案设计”中，设置“组件倾角”的正确值，使光伏发电系统年发电量最大。设置图标如图 4.3 所示：



图 4.3 最佳倾角设置

### 3.“支架选择”、“方式选择”、“运维次数”

根据相关成本参数，分析最佳的支架类型、并网方式选择及运维次数选择，并在分布式光伏仿真规划软件中设定“支架选择”、“方式选择”、“年运维次数”，设置图标如图 4.4、图 4.5、图 4.6。



图 4.4 支架选择



图 4.5 方式选择



图 4.6 年运维次数

### 4.光伏组件数量、现金流及成本回收期分析

根据以上相关参数，分析光伏组件最佳数量，并在适合的位置建立电站，使此分布式光伏电站获得的现金流及成本回收周期最佳。

## 五、职业规范与安全生产（5 分）

参赛选手在职业规范、安全规范、工作计划及团队合作等方面的职业素养表现。