

---

2021 年河北省职业院校技能大赛  
“分布式光伏系统的装调与运维”赛项  
(中职组)  
样题

---

## 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 5 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 5 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）比赛过程中，选手需全程佩戴安全帽。若在生产过程中不佩戴安全帽，扣 5 分。
- （五）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 5 分。
- （六）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。

### 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（**赛题里预先设置的故障除外**）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。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。

（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\竞赛资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。

（三）设备第一次上电，参赛队须举手示意裁判请求通电，裁判与技术服务人员共同在工位前监督；学生现场完成上电检测，确认设备检测无误后，经裁判和技术服务人员许可，参赛队填写上电检测确认单并签字确认后方可上电；参赛队对上电结果负责。

（四）竞赛过程中，选手应及时保存竞赛成果；竞赛结束前，务必按要求完成离场确认单的填写。

（五）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。

（六）竞赛结束时，工作站严禁关机，退出组态软件；务必保存设备配置，严禁对设备设置密码。

---

## 第二部分 工程项目背景与任务概述

### 一、工程项目背景

拟某总包公司承接了一个分布式光伏电站建设的项目，要求本电站具备如下功能：

- 1.能够实现离网发电、并网发电方式的运行；
- 2.需要有配套的保护装置；
- 3.需要有配套的数据采集、电能计量、通讯等装置；
- 4.需要有配套的本地控制系统；
- 5.需要有配套的远程监控系统；
- 6.需要有配套的智能运维管理系统。

### 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 2.2.1 所述。

表 2.2.1 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、线路连接。 | 满足分布式光伏电站及控制系统的功能及工艺要求。 |
|    |               | 对完成安装部署的光伏电站进行电站施工检测验收，并提交阶段性验收报告。 | 系统安装部署验收报告。             |
| 2  | 分布式光伏系统的运行与维护 | 基于可编程控制器控制系统的程序开发、调试及运行。           | 满足本地控制功能的结果呈现。          |
|    |               | 基于组态软件的分布式光伏远程监控系统的开发、调试、运行及监测。    | 满足分布式光伏远程监控系统的功能要求。     |
|    |               | 完成调试，编写光伏电站运行测试报告。                 | 光伏电站运行测试报告。             |
|    |               | 对光伏电站的故障进行故障排查、修复及修复后的检测。          | 故障分析报告。                 |
| 3  | 分布式光伏工程规划     | 分布式光伏系统的电站建立及智能运维。                 | 仿真规划软件中保存建立的方案信息。       |

---

## 第三部分 竞赛任务

### 任务一、分布式光伏系统的安装与部署（21 分）

#### （一）分布式光伏系统的线路连接（16 分）

分布式光伏系统的设计图纸（见“桌面\竞赛资料\施工图纸”文件夹）已由需求方提供，本阶段选手作为施工人员，根据需求方提供的设计资料及工程要求，完成分布式光伏电站的安装部署工作。

##### 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组件的环境参数，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，结合“桌面\竞赛资料”文件夹里《分布式光伏系统原理图》、赛题中确定的功能要求、线路要求及工艺要求完成分布式光伏系统的接线，要求如下：

- （1）光伏组件、蓄电池经由集中控制模块至光伏控制器的线路连接；
- （2）可调直流稳压电源经由集中控制模块至并网逆变器输入端口的线路连接；
- （3）光伏组件线路连接：光伏组件方阵由四块光伏组件采用两并两串的方式连接，给光伏控制器提供输入（**给光伏控制器提供输入时，光伏组件最大输出电压不超过 50V**）；
- （4）可调直流稳压电源线路连接：**仅给**并网逆变器提供输入的线路连接（**给并网逆变器提供输入时，可调直流稳压电源最大输出功率不得超过 700W**）；
- （5）数据采集模块线路连接：直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、单相电能表及双向电能表的线路连接；
- （6）通讯线路连接：
  - ①温湿度光照度传感器、智能离网微逆变系统、直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、单相电能表及双向电能表的通讯线路连接；

②交换机、PLC 的通讯线路的连接；

(7) 负载线路连接：

①直流负载：直流负载 1（红灯）、直流负载 2（绿灯）、直流负载 3（黄灯）及直流负载 4（蜂鸣器）控制线路的连接；

②交流负载：交流负载 1（交流灯 1）、交流负载 2（交流灯 2）、交流负载 3（交流风扇）控制线路的连接（上方为交流负载 1，下方为交流负载 2）；

(8) 集中控制模块线路连接：

①PLC 至开关按钮盘线路的连接；

②PLC 至继电器及接触器线路的连接等；

(9) 电源线路连接：

①PLC 的 24V 电源线路连接；

②温湿度传感器及光照度传感器电源线路连接；

③4 块电压电流组合表电源线路连接（4 块电压电流组合表采用 24V 供电，不是以 220V 供电，表上标示的 L/N 对应的 **十/一**）；

④智能离网微逆变系统的功率电源线路连接。

(10) 柔性工位左侧端子排的光伏单轴航空线缆 20 芯的连接；

表 3.1.1 光伏单轴 20 芯航空线缆定义

| 线缆编号 | 编号定义     |
|------|----------|
| 01   | PLC-24   |
| 02   | PLC-0    |
| 03   | 摆杆向东限位   |
| 04   | 摆杆向西限位   |
| 05   | 摆杆垂直限位   |
| 06   | 组件向东限位   |
| 07   | 组件向西限位   |
| 08   | 光敏传感器东限位 |
| 09   | 光敏传感器西限位 |

|    |              |
|----|--------------|
| 10 | 未使用          |
| 11 | 模拟光源 1       |
| 12 | 模拟光源 2       |
| 13 | 组件向东运行       |
| 14 | 组件向西运行       |
| 15 | 摆杆向东运行       |
| 16 | 摆杆向西运行       |
| 17 | 单轴光伏输入 (PV+) |
| 18 | 单轴光伏输入 (PV-) |
| 19 | 未使用          |
| 20 | 未使用          |

(11) 空气开关到各控制对象线路连接, 继电器从左至右的编号依次为 KA1~KA11; 接触器从左至右的编号依次为 KM1~KM5; 下排空气开关从左至右依次为 QF4~QF11。数据采集模块从左至右依次为交流表 1 (P1), 交流表 2 (P2), 直流表 1 (P3), 直流表 2 (P4)。

### 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 3.1.1 所示:

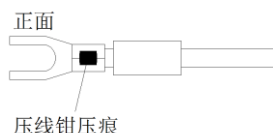


图 3.1.1 U 型冷压端子压线钳压痕示意图 (以现场提供的 U 型冷压端子为准)

(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 3.1.2 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 3.1.3 所示：

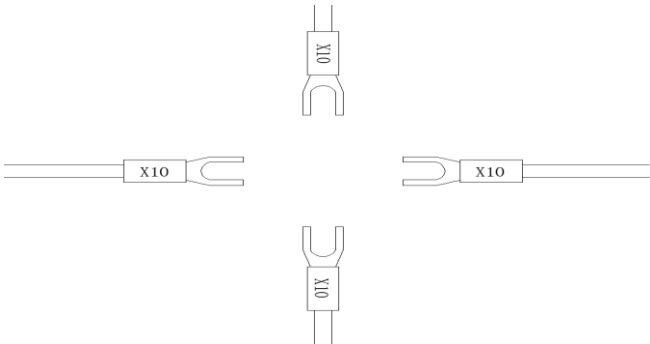


图 3.1.2 号码管标识示意图（以现场提供的号码管标识为准）

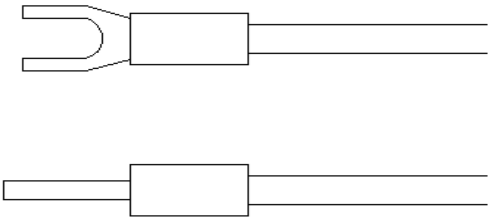


图 3.1.3 号码管套用示意图（以现场提供的号码管为准）

- (7) 接线须使用正确颜色的导线：火线及直流正极使用红色导线、零线及直流负极使用黑色导线；PLC 的输入输出信号线使用白色导线；其他类型，导线的颜色由选手自定义；
- (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；
- (11) 接线耗材的使用要求：在竞赛现场提供的耗材范围内对耗材进行合理分配及使用，竞赛时不额外提供耗材。

---

## （二）分布式光伏系统的检测（5 分）

遵照用电操作规范对已完成接线的设备进行检测及调试。

### （1）上电前检测

在分布式光伏系统第一次上电前，使用钳形表对已完成接线的线路进行检测，确保上电安全；并按要求把检测结果填入竞赛现场下发的《上电前检测表》。

### （2）工程项目阶段性验收

在完成接线及上电前检测且确认无误后，根据工程验收项目要求，对分布式光伏系统进行项目完工验收。

任务二、分布式光伏系统的运行与维护（54 分）

本阶段选手作为分布式光伏系统建设项目组的系统调试人员，需根据需求方提供的设计图纸及功能要求，完成对系统电气控制、监控功能的开发调试。实现分布式光伏发电系统电力的生产和分配功能；实现对分布式光伏发电系统的监测和管控；并完成电站运行检测、完工后的资料整合交接等工作内容。

（一）分布式光伏系统的本地控制（16 分）

要求在“桌面\竞赛资料”文件夹中的“分布式光伏系统.gx3”PLC 程序基础上，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 3.2.1 所示。

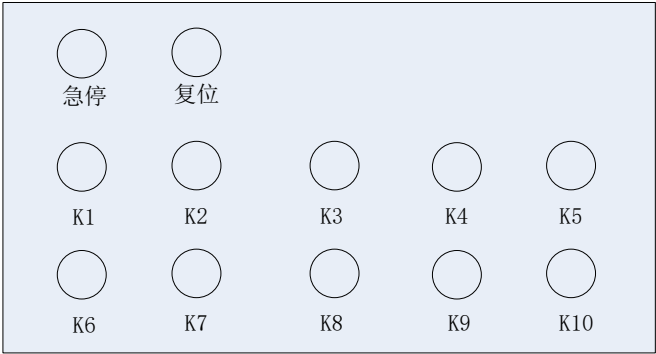


图 3.2.1 手动按钮布局示意图

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.2.1 所示：

表 3.2.1 本地控制功能要求

| 按键   | 功能说明                                                                                                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 急停按钮 | 在任何情况按下急停按钮：PLC 立即关闭所有输出，但不改变复位旋钮的模式；<br>急停按钮复位后：不会恢复急停前的功能。                                             |
| 复位旋钮 | <b>复位旋钮旋转在左侧：</b> 自动关闭发电模式 2 的所有功能，仅可运行发电模式 1 的功能；<br><b>复位旋钮旋转在右侧：</b> 自动关闭发电模式 1 的所有功能，仅可运行发电模式 2 的功能。 |

| 发电模式 1（光伏离网发电系统）功能如下： |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K1                    | K1 作为辅助按钮                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| K2                    | <p>K2 自锁：开启光伏离网发电系统；</p> <p>当开启光伏离网发电系统后，光伏离网发电系统采用自动运行方式如下：</p> <p>    当处于白天晴天条件下，光伏单轴自动逐日实现光伏电站以最大功率输出，蓄电池充电，所有交流负载及直流红灯运行；</p> <p>    当处于白天阴雨天条件下，光伏单轴自动逐日实现光伏电站以最大功率输出，蓄电池充电，所有交流负载运行，且交流负载以外的任何负载无法开启；</p> <p>    当处于晚上黑夜条件下，光伏电站停止供电，由蓄电池供电，直流负载红灯运行，且直流负载红灯以外的任何负载无法开启。</p> <p>    （天气条件为前提条件，开启两个模拟光源代表白天晴天；开启任意一个模拟光源代表白天阴雨天；无模拟光源开启代表晚上黑夜。）</p> <p>K2 解锁：关闭光伏离网发电系统及所有负载。</p> <p>    （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环。）</p> <p><b>注：光伏板表面与模拟太阳光线垂直，此时光伏输出功率最大；智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入（KA2），再开启功率源输入（KM1）；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入（KM1），再关闭信号源输入（KA2）。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规则扣分处理。</b></p> |
| K3                    | <p>第一次按 K3：开启模拟光源 1；</p> <p>第二次按 K3：保持模拟光源 1 亮，开启模拟光源 2；</p> <p>第三次按 K3：同时关闭模拟光源 1、2。</p> <p>    （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环。）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| K4                    | <p>拟光伏组件逐日模式有主动逐日（不跟踪光源运行）及引导逐日（跟踪光源运行），K4 作为光伏组件逐日模式切换键。</p> <p>K4 第一次自锁：光伏组件先复位至东限位处，1 秒后开始向西方向主动逐日，运行至西限位处停止；</p> <p>K4 第二次自锁：自动开启模拟光源，光伏组件以引导逐日模式运行；光源摆杆复位至东限位处，1 秒后光源摆杆开始向西方向运行，运行至西限位处继续向东运行，触发东限位时继续向西运行，如此循环；</p> <p>K4 每次解锁：立即关闭自锁时开启的所有功能。</p> <p>    （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环。）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| K5                    | <p>K5 第一次自锁：开启直流负载黄灯控制开关；</p> <p>K5 第二次自锁：开启直流负载绿灯控制开关；</p> <p>K5 第三次自锁：开启直流负载黄灯及绿灯控制开关；</p> <p>每次 K5 解锁：关闭 K5 开启的所有功能。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | （后续按钮操作，按照上述顺序实现循环。）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| K6                           | <p>K6 第一次自锁：交流灯 1、交流灯 2 的控制开关按顺序以 1Hz 的频率循环开启/关闭（打开交流灯 1 控制开关→关闭交流灯 1 控制开关→打开交流灯 2 控制开关→关闭交流灯 2 控制开关……）；</p> <p>K6 第二次自锁：交流灯 1、交流灯 2 的控制开关按顺序以 0.5Hz 的频率循环开启/关闭（顺序同 K6 第一次自锁）；</p> <p>在 K6 自锁的情况下，K1 自锁可关闭交流灯的所有控制开关，K1 解锁后，交流灯均不会再恢复 K1 解锁前的功能；</p> <p>K6 解锁，不执行任何功能；在 K6 解锁的情况下，K1 自锁或解锁均不执行任何功能。</p> <p>（后续 K6 按钮操作按照上述顺序实现循环。）</p>                                                                                                     |
| <b>发电模式 2（光伏并网发电系统）功能如下：</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| K7                           | <p>K7 第一次自锁：打开并网逆变器输入开关；</p> <p>K7 第二次自锁：关闭并网逆变器输入开关。</p> <p>（后续按钮自锁，按照上述顺序实现相关功能。）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| K8                           | <p>拟设备上的可调直流稳压电源为分布式光伏电站，直流负载作为警示灯；</p> <p>K8 自锁：开启光伏并网发电系统及所有交流负载；</p> <p>当开启光伏并网发电系统后，光伏并网发电系统采用自动运行方式如下：</p> <p>    当光伏电站输出功率小于 350W 时，直流红灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动关闭并网输出，由电网向负载供电，实现所有交流负载运行；</p> <p>    当光伏电站输出功率大于 350W、小于 650W 时，直流黄灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动切换为全额并网模式，不开启除黄灯以外任何负载；</p> <p>    当光伏电站输出功率大于等于 650W 时，直流绿灯持续闪烁示警，2 秒后光伏并网发电系统自动切换为自发自用余电上网模式，实现所有交流负载运行；</p> <p>K8 解锁：关闭光伏并网发电系统及所有交流负载。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p> |
| K9                           | <p>K9 按钮自锁：判断光源灯杆位置。若摆杆位置在中轴偏东亮直流红灯；若摆杆位置在中轴偏西亮直流绿灯；</p> <p>K9 按钮解锁：关闭 K9 自锁时所有功能。</p> <p><b>注：选用光敏传感器作为判断依据，进行闭环设计，最终达到要求。</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| K10                          | <p>K10 自锁：一键启动抵御自然灾害模式。复位光伏组件，调整角度为垂直于地面垂线；复位光源摆杆，调整角度为垂直于地面；所有 PLC 输出均断开，且后续按任何功能按钮（除本身按钮与急停按钮以外）均不动作。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                             |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>K10 解锁：关闭抵御自然灾害模式，但不恢复 K10 自锁前及 K10 自锁状态下其它按钮（除急停按钮）的所有功能；</p> <p>复位及 K1~K8 按钮可正常操作。</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|

注：1.上表中“打开\*\*开关”仅要求接通相应的继电器及接触器；“\*\*负载常亮/闪烁/运行”则要求负载能够处于工作状态；

2. 默认开关按钮盘上按钮初始状态均为弹起状态（解锁）。

## （二）分布式光伏系统的远程监控（21分）

根据需求方提供的功能要求，在现有的分布式光伏远程监控系统的基础上进行定制化需求更改、调试，最终实现对分布式光伏系统的监测和管控运行，并完成电站运行检测。

现有的分布式光伏远程监控系统见“桌面\竞赛资料\“分布式光伏系统远程监控程序.PCZ”文件。需要完成的优化项目如下：

### 1.分布式光伏电站的配置

根据功能要求及现场下发的相关配置对分布式光伏电站的相关器件进行配置，实现与远程监控系统的通讯。

### 2.分布式光伏电站的系统组态

#### （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，仅可对操作界面进行查看及操作；

系统管理员级：用户的账号为 admin，密码为 123456，可对操作界面、监控界面、运维界面均可进行查看及操作；

当账号及密码均输入正确时，点击登录按钮后延时 2 秒进入相应权限的界面（操作工进入操作界面“光伏离网发电系统”页面，系统管理员进入监控界面）；

当账号或密码输入错误时，点击登录按钮后无法进入登录界面以外的任何界面，并跳出弹窗，在弹窗上显示“当前用户账号或密码错误”；

再次输入正确的账号密码后，点击登录按钮后延时 2 秒仍可以进入相应权限的界面。

(2) 操作界面

制作两个页面，分别命名为“光伏离网发电系统”、“光伏并网发电系统”。



图 3.2.2 远程控制功能控件



直流负载



交流负载



离网/并网指示灯



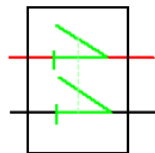
交流风扇



导线



器件



继电器/接触器开关



电网

图 3.2.3 系统框图控件

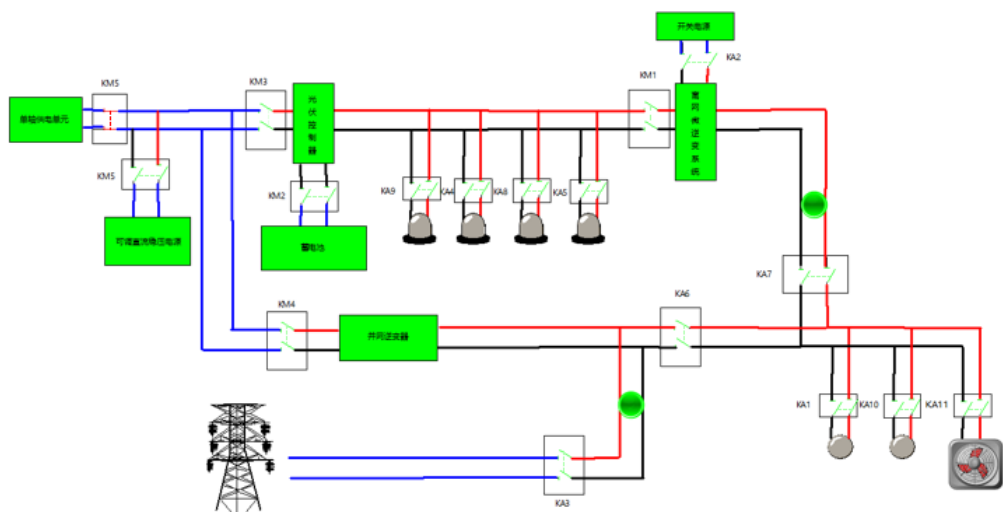


图 3.2.4 系统框图案例

#### ① “光伏离网发电系统” 页面：

- 使用图 3.2.2 的控件图标制作《分布式光伏系统原理图》中光伏离网发电系统及所有交直流负载的控制开关按键。

按键自锁：开启设备上对应的继电器或接触器；

按键解锁：关闭设备上对应的继电器或接触器；

KM3 与 KM5、KA6 与 KA7 互锁功能与设备上的功能保持一致；

采用的功能按键在自锁时控件颜色为绿色，按钮上的显示文本为“ON”；解锁后控件颜色为灰色，按钮上的显示文本为“OFF”。

- 使用图 3.2.3 所用的控件绘制光伏离网发电系统的系统框图，实现光伏离网发电系统的动画显示，系统框图案例如图 3.2.4。

要求系统框图必须包含光伏单轴供电单元、蓄电池、光伏控制器、智能离网微逆变器系统、24V 开关电源、所有负载、继电器、接触器及指示灯；

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务一”中的接线要求一致，并能与设备同步运行；

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通、断开；

---

**注：智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入（KA2），再开启功率源输入（KM1）；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入（KM1），再关闭信号源输入（KA2）。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规则扣分处理。**

要求系统框图中的离网系统输出指示灯亮时为绿色，灭时为灰色；

要求系统框图中的交流灯/直流灯工作时的颜色与设备一致，灭时为灰色；蜂鸣器工作时的颜色为红色并闪烁，灭时为灰色，交流风扇与设备同步转动或停止；

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致，能源导通的线路在框图中显示均为绿色，未导通的线路显示为红/黑色。

## ② “光伏并网发电系统” 页面：

➤ 使用图 3.2.2 控件图标制作《分布式光伏系统原理图》中光伏并网发电系统及所有交流负载的控制开关按键。

按键自锁：开启设备上对应的继电器或接触器；

按键解锁：关闭设备上对应的继电器或接触器；

KM3 与 KM5、KA6 与 KA7 互锁功能与设备功能保持一致。

采用的功能按键在自锁时控件颜色为绿色，按钮上的显示文本为“ON”；解锁控件颜色为灰色，按钮上的显示文本为“OFF”。

使用图 3.2.3 所用的控件绘制光伏并网发电系统的系统框图，实现光伏并网发电系统的动画显示，系统框图案例如图 3.2.4。

要求系统框图必须包含可调直流稳压电源、并网逆变器、单相电能表、双向电能表、市电、所有交流负载、继电器、接触器及指示灯；

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务一”中的接线要求一致，并能与设备同步运行；

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通及断开；

要求系统框图中的并网（市电接入）指示灯亮时为绿色，灭时为灰色；

要求系统框图中的交流灯工作时的颜色与设备一致，灭时为灰色；交流风扇与设备同步转动或停止；

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致，能源导通的线路在框图中显示为绿色，未导通的线路显示为红/黑色。

### (3) 监控界面:

- ①实时显示光伏单轴的环境温度、湿度及光照度数据;
- ②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 的电压及电流数据;  
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 的电压及电流数据;
- ③实时显示智能离网微逆变系统的转换效率 (%) 数据;
- ④实时显示单相电能表的当前总有功电能数据; 并且要求监控界面显示的当前有功总电能数据大于 0.01kWh;
- ⑤实时显示双向电能表有功总电能及反向有功总电能数据;
- ⑥实时显示光伏并网系统发电 (以远程监控系统采集的单相电能表当前有功总电能为准) 替代煤炭发电所减少的 CO<sub>2</sub> 排放量; (已知用煤炭发电的方式发 1kWh 电能产生 CO<sub>2</sub> 为 0.997kg, CO<sub>2</sub> 排放量数值须精确到小数点后四位)

要求:

所有数据须包含所显示数据的中文名称并标注相关单位;

在相关器件处于工作状态且通讯正常时, 监控界面实时显示温度、湿度、光照度、交流电压电流组合表、直流电压电流组合表、离网微逆变系统的转换效率相关数据; 在相关器件处于非工作状态或通讯断开时, 监控界面显示文字“离线”;

在相关器件处于工作状态且通讯正常时, 监控界面实时显示单相电能表、双向电能表、CO<sub>2</sub> 排放量相关数值; 在相关器件处于非工作状态或通讯断开时, 监控界面保持正常工作通讯状态下的最后采集的数值。

### (4) 顶部窗口:



图 3.2.5 界面切换控件



图 3.2.6 急停控件

①要求在顶部窗口使用图 3.2.5 控件制作界面切换控件，实现相应账号权限下的任意界面的切换功能；

②要求实现能在任何界面（除登录界面外）实现一键退出组态软件；

③要求使用图 3.2.6 的控件制作急停按键，并实现在任何情况按下按键，立即关闭 PLC 所有输出；再次按下，急停按键复位，复位后不恢复急停前的功能；

采用的控件，处于急停状态时颜色为红色，处于复位状态时颜色为灰色；

④要求在顶部窗口显示当前使用账户的账户名；

⑤要求顶部窗口的所有内容可以在操作界面离网页面、操作界面并网页面、监控界面、运维界面每个界面中显示。

**注：**图3.2.2、图3.2.3、图3.2.4、图3.2.5、图3.2.6 彩图效果可查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2020 年“分布式光伏系统的装调与运维”任务书图示》。

#### （5）运维界面

①保持分布式光伏并网系统的运行并以一分钟一次的频率进行数据采集；使用专家报表制作历史数据。采集数据并制作表头，采集的数据有：时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压以上电站数据持续至比赛结束（若并网系统运行过程有中断，则以最长的发电时段计算评分）；

②制作一键导出控件，比赛结束前对电站**历史数据进行导出保存**。导出的内容包括采集数据的时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压，文件保存在“桌面\提交资料”文件夹，保存的文件命名为《电站运行历史数据+工位号》，例如《电站运行历史数据 001》。

---

### （三）分布式光伏系统运行测试验收（5 分）

在完成电站的本地控制系统及远程监控系统的功能调试后，对分布式光伏系统进行试运行，并对根据完工验收项目进行检测及验收，并把检测验收结果进行记录，形成交接材料。

### （四）分布式光伏系统的运维（12 分）

本阶段选手作为光伏运维系统的调试工程师，对分布式光伏系统进行故障排除及维护，实现光伏系统的正常运行。

#### 1.分布式光伏系统的排故与运维

要求参赛选手对竞赛任务分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的本地控制、分布式光伏系统的远程监控中**预先设置的**故障进行排除，故障类型包含：已连接线路、器件及程序等，任务要求如下：

- （1）分析、寻找并排除相应故障，确保分布式光伏系统正常工作；
- （2）将具体的故障现象、故障原因进行记录。

故障说明如下：

- （1）本次竞赛任务共预设故障 **6 处**，其中线路故障 **4 处**，PLC 程序故障 **2 处**；
- （2）其中线路故障的设置并未影响到系统的正常安全上电，同时并未影响到系统并网、离网、电站运行等核心功能的实现；同时，线路故障未设置在柔性工位顶部和底部等涉及强电的未开放区域，以及光伏单轴涉及强电的区域；
- （3）PLC 程序故障涉及本地控制部分功能，在程序注释中标识了设置故障程序的区域，已写好的程序并未影响参赛选手对于其它 PLC 本地控制功能的正常开发和运行。

**注：多排或漏排故障均不得分，错排故障要被扣分。**

### 任务三、分布式光伏工程规划（15 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 3.3.1 所示。

本阶段选手作为此工程项目的系统工程师，须根据项目“模型参数设置说明”要求，在分布式光伏系统仿真规划软件的“地图 1”“试题 4”模型上建立方案，建立的方案以工位号命名，例如（001 工位的方案名称，则为“001”），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 3.3.1 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  $400\text{m}^2$ ，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。发电方式要求为全额并网，建设总成本限制为 2900000 元；

2. 最佳倾斜角安装方式的支架成本占总成本的 7.3%，光伏电站项目周期 18 年，成本周期 18 年；电站建设后第一年输出功率下降 2%，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 0.03 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 **32%**，光伏组件转换效率为 **15%**，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、双轴跟踪其相对最佳倾斜角安装方式的成本、发电量系数、面积影响系数如表 3.3.1 所示：

表 3.3.1 支架成本、发电量系数、面积影响系数

| 类型     |        | 成本<br>(元/W) | 发电量系数 | 面积影响系数 |
|--------|--------|-------------|-------|--------|
| 最佳倾角固定 |        | 0.46        | 1     | 1      |
| 平单轴    | 标准平单轴  | 1.3         | 1.14  | 1      |
|        | 带倾角平单轴 | 1.65        | 1.18  | 0.86   |
| 斜单轴跟踪  |        | 1.85        | 1.23  | 0.7    |
| 双轴跟踪   |        | 3.3         | 1.36  | 0.55   |

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 3.3.2 所示：



图 3.3.2 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 3.3.3 所示：



图 3.3.3 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 3.3.4、图 3.3.5、图 3.3.6。



图 3.3.4 支架选择



图 3.3.5 方式选择



图 3.3.6 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。

---

## 职业规范与安全生产（10 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。

1. 选手在作业过程中必须佩戴安全帽。
2. 工作完成后保持竞赛工位、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。
3. 团队分工明确，协调作业。
4. 选手在作业过程中，爱护及正确使用设备、工具、仪表仪器需符合职业岗位要求。
5. 选手在竞赛过程中安全用电规范。
6. 选手在竞赛过程中遵守纪律及规则，对裁判及工作人员的尊重。