

2022 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
(高职组)
第一场任务书 03

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规范要求。
- （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、竞赛过程中的扣分项

- （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（用万用表检测电路或进行相关数值测量除外），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、选手须知

- （一）竞赛分两天完成，第一天竞赛任务为光伏电子工程的设计与开发，第二天的竞赛任务为光伏电子工程的实施与调试。
- （二）本任务书仅为光伏电子工程的设计与开发的内容。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。
- （三）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齐全，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。
- （四）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。
- （五）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，并及时保存竞赛成果，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。

（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。

（七）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。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。

（八）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。

（九）比赛结束后，整理好当天的任务书并确认无缺页，与保存选手竞赛结果的 U 盘一起放入密封袋，由选手签工位号、按手印密封保存。

（十）参赛选手提交的资料不得写上姓名或与身份有关的信息，否则成绩无效。

（十一）比赛结束后，现场下发的所有器材及纸质资料不得带离赛场，否则视为作弊。

（十二）比赛结束后，填写好资料移交确认表，并与裁判确认资料提交信息。

（十三）比赛结束后，务必按要求完成离场确认单及其它竞赛要求的确认单填写。

（十四）比赛结束后，工作站严禁关机，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码，务必保存设备配置。

第二部分 工程项目背景与任务概述

一、工程项目背景

某区域要建设光伏电站，当地光照条件优良，具有丰富的光照资源，项目要求合理设计光伏组件串并联，根据施工图纸完成光伏汇流箱内部器件安装接线以及箱体安装、光伏离网发电系统的系统搭建、光伏并网系统的搭建，实现光伏发电，并能够对光伏发电系统进行环境数据采集、电站运行监控及能量管理。

二、任务概述及作品呈现要求

智慧新能源实训系统V2.0，由硬件平台和软件平台两部分组成；硬件平台由光伏电子中心管控平台和工程环境模拟平台两部分组成；软件平台包括智慧新能源仿真规划软件。

根据任务需求在对应平台上完成对应任务。

(1) 智慧新能源实训系统V2.0硬件外观如图2.2.1所示：



图 2.2.1 智慧新能源实训系统V2.0

(2) 工程环境模拟平台方向示意如图 2.2.2 所示：

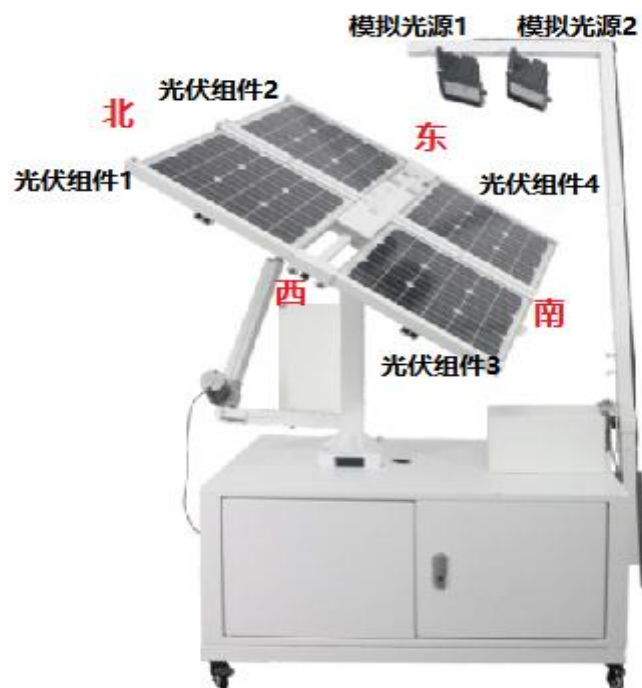


图2.2.2 工程环境模拟平台方向示意图

(3) 智慧新能源仿真规划软件如图 2.2.3 所示：



图 2.2.3 智慧新能源仿真规划软件

第一天竞赛任务：光伏电子工程的设计与开发；要求对区域能源进行分析及规划，对具体的光伏工程进行系统设计，并完成相关电子设备及微电网功能的开发。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	竞赛任务	任务概述		作品呈现要求
1	任务一、 光伏电子工程的设计与 开发	(一) 能源分析与 系统设计	考核选手对区域能源工程项目整体的项目需求分析、能源系统分析、产能分析、耗能分析、项目可行性分析、能源供电选址、系统设计等知识的掌握。	1.仿真规划软件中保存建立的方案信息。 2.并生成可研报告。
2		(二) 光伏电子设备开发	考核选手对光伏电子设备的开发能力：要求选手基于光伏电子设备进行智能控制、数据采集、显示等功能开发。	1.光伏电子设备功能展示。 2.光伏电子设备检测报告。
3		(三) 微电网系统功能的开发	考核选手对光伏电子工程的本地控制及远程监控功能的开发能力：要求选手基于可编程控制器及组态软件进行数据采集与显示、系统监测控制、报表管理等功能的开发。	1.满足微网站端本地监测功能的程序。 2.满足微电网远程能量管控功能的程序。
4	职业规范与 安全生产	职业规范与 安全生产	从选手在工作过程中体现的职业规范、团队协作、组织管理、工作计划、团队风貌等方面的职业素养成绩。	考核选手安全操作规程、团队协作、文明比赛、现场整洁有序等方面的职业素养。

第三部分 竞赛任务

任务一、光伏电子工程的设计与开发（41 分）

（一）能源分析与系统设计（26 分）

1. 区域能源分析与排布（20 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、蓄能为一体的光伏发电系统系统。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。

模型为“北海市斜阳岛”“试题3”。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。岛屿地形图如图3.1.1所示。



图 3.1.1 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 10%。其中提供空调制冷、制热的耗电量为 25%（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 24140 吨，每方格占地面积 3650 平方米。

（1）光伏发电产能分析

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 28%左右，组件转换效率为 19%，工程项目光伏发电系统整机转换率取 78%；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 3.1.2

所示：



图 3.1.2 光伏容量设置

光伏组件最佳倾角分析：在仿真规划软件的“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 3.1.3 所示：



图 3.1.3 最佳倾角设置

(2) 风力发电产能分析

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 3.1.1，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 3.1.1 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 3.1.4 所示。

表 3.1.1 技术参数

型号 指标	NEFD-5 KW	NEFD-10 KW	FD10-20 KW	FD5-50 KW	FD10-100 KW	FD20-200 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

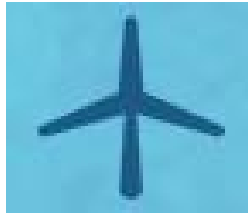


图 3.1.4 风力容量设置

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 80%。

（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 3153kW/h。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 4.41 吨；生物质电站每天单位面积产生的能量为 5260kW/h。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

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。

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。

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；

在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 3.1.2 所示。

表 3.1.2 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

2. 光伏电子工程的系统设计（6 分）

（1）项目概况

项目地位于长沙，本项目采用拟采用定制光伏组件 4 块，安装方式为固定在单轴逐日支架上，光伏组件详细参数详见表 3.1.3，项目地辐照量参数表，详见表 3.1.4。

表 3.1.3 光伏组件参数

光伏组件参数		
组件功率	20	Wp
最大系统电压	1000	V
开路电压	22.32	V
短路电流	1.2	A
工作电压	18	V
工作电流	1.1	A
功率公差	±3	%
组件尺寸	440*350*20	mm

表 3.1.4 长沙辐照度参数

月份	辐照量(kWh/m²)
一月	46
二月	54
三月	60
四月	87
五月	119
六月	117
七月	158
八月	147
九月	113
十月	89
十一月	65
十二月	57
年总辐照量	1112

（2）离网光伏系统设计要求

离网光伏系统，主要由太阳能电池、光伏控制器、蓄电池、离网逆变器等部件组成，参考表 3.1.3、及光伏控制器相关手册、现场下发的纸质资料-竞赛答题卡《项目可研报告》中的相关要求，完成离网光伏发电系统光伏组件串并联设计。

（3）并网光伏系统设计要求

并网光伏发电系统，主要由太阳能电池、并网逆变器、隔离变压器组成，其并网方式分为全额并网和自发自用余电上网两种形式，参考相关器件手册及《项目可研报告》中的相关要求，完成并网光伏发电系统设计，并填写至《项目可研报告》中。

（二）光伏电子设备的开发（15 分）

此阶段，选手作为光伏电子设备开发工程师，根据项目要求进行光伏电子设备开发调试，基于智能离网微逆变系统，需要对相关模块进行开发及调试；智能离网微逆变实训系统如图

3.2.1 所示：

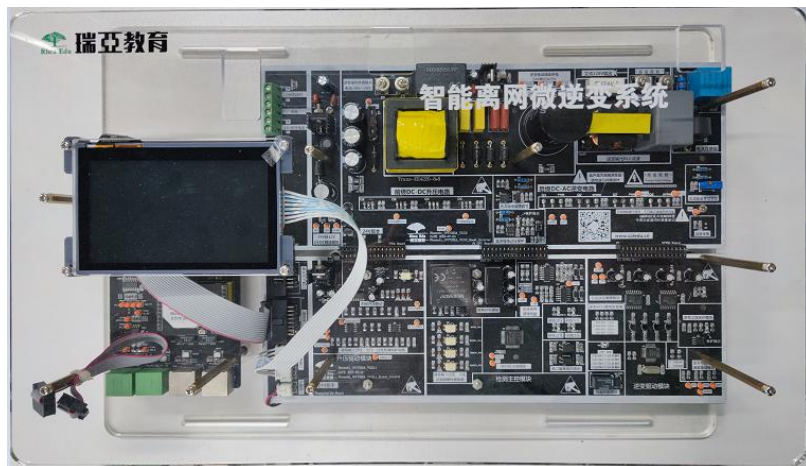


图 3.2.1 智能离网微逆变系统

1. 智能离网微逆变系统显示界面设计

基于现场提供的触摸屏，制作四个界面，一个主界面和四个子界面。要求在主界面中制作四个按钮控件用于切换到四个子界面；三个子界面分别命名为“设置界面”、“监控界面”、“修改界面”和“记录界面”，并在每个子界面中制作一个按钮控件置于左下角，控件命名“返回”，此按键功能为返回到主界面。

（1）“设置界面”界面功能

在“设置界面”界面制作三个控件，为“声音”、“亮度”、“体验触屏”，图形自定义。

（2）“监控界面”界面设计

①“监控界面”界面中制作两个文本控件，要求显示逆变器输出电压和输出频率，电压值和频率要求取整，有对应单位；

②“监控界面”界面中制作制作一个曲线控件，曲线最大值为+380V，曲线最小值为-380V，纵轴为电压，横轴为时间，显示出输出电压一个周期的交流波形；

③显示输出电压的峰值和谷值要求取整，有对应单位。

（3）“修改界面”界面设计

①在“修改界面”界面制作一个文本控件，命名为“输出电压”，文本控件后面制作一个滑动选择控件，要求 6 个数值，数值内容为 180, 190, 200, 210, 220, 230；

②在“修改界面”界面制作一个文本控件，命名为“输出频率”，文本控件后面制作一个

菜单控件，要求有 50Hz 和 60Hz 选项；

③在“修改界面”界面制作两个按钮控件，命名为“电压确定”和“频率确定”，图形自定义。

（4）“记录界面”界面设计

在“记录界面”界面制作一个“数据记录控件”，4 行 3 列，首行显示“序号”、“项目”和“次数”，第一列与第二列显示如下表所示。

表 3.2.1 数据记录控件显示模板

序号	项目	次数
1	开机	X
2	修改电压	X
3	修改频率	X

2.智能离网微逆变系统开发与调试

（1）触摸屏设置

在“设置”界面要求“声音”控件按下时触摸屏声音关闭，再次按下时声音打开；“亮度”控件按下时弹出亮度调节滑动条，通过滑动滑动条能够改变触摸屏亮度；“体验触屏”控件按下时打开体验触屏功能。

（2）数据采集与显示

采集智能离网微逆变系统的输出电压和输出频率，并将采集值发送到触摸屏的“监控界面”界面显示；将输出电压的一个周期的交流波形显示在“曲线控件”上，并显示出“峰值”与“谷值”。

（3）输出电压控制

要求在“修改界面”界面中制作的滑动选择控件初始为220，当滑动改变数值后，并且按下“电压确定”，此时智能离网微逆变系统的输出电压调整为所选的电压值；

要求在“修改界面”界面中制作的菜单控件中选择50Hz或60Hz数值，并且按下“频率确定”按钮，此时智能离网微逆变系统的输出频率调整为所选的频率值。

（4）系统数据记录

在“记录界面”中的“数据记录控件”上显示智能离网微逆变系统在运行中的数据记录；当每次智能离网微逆变系统信号源开机时，将“开机”的“次数”加1；当智能离网微逆变系统修改输出电压时，将“修改电压”的“次数”加1；当智能离网微逆变系统修改输出频率时，

将“修改频率”的“次数”加1。

(5) 光伏电子设备调试

基于现场提供的智能离网微逆变系统及配套的配件工具，对“1. 智能离网微逆变系统显示界面设计”、“2.智能离网微逆变系统开发与调试”所描述功能进行单机调试。

注意：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。

当天竞赛结束前，选手须将最终的单片机、触摸屏的所有工程文件及开发文件保存在 U 盘中，文件夹分别命名为“光伏电子设备触摸屏程序+工位号”、“光伏电子设备单片机程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。

3. 硬件测试要求

选手在调试过程中，按照现场下发的纸质资料-竞赛答题卡《光伏电子测量记录表》的要求，对光伏电子设备进行测量及结果记录。

（三）微电网管控系统功能的开发

1. 微网站端监控功能的开发

微网站端监控采用可编程控制器为控制核心，通过触摸屏进行本地操作控制及数据监测。此阶段选手作为电气工程师，根据项目需求“IO分配表.doc”（桌面\竞赛资料）完成“（1）离网系统人机交互功能开发”、“（2）并网系统人机交互功能开发”、“（3）微网站端控制功能开发”功能的开发及程序编写。并在竞赛结束前将所有工程文件及开发文件保存至U盘，文件命名为“微网站端监控功能程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。

（1）离网系统人机交互功能开发

基于触摸屏制作离网相关的3个界面，“首页”、“PLC按键”、“状态显示”，上电后处于“首页”，在登录之后才可选择进入离网的“PLC按键”和“状态显示”界面。除首页外每个界面设有返回按键，按下后能够返回到“首页”界面。“首页”界面的右上角设置退出按键，按下后弹窗提醒“是否要退出当前登陆账号”选择是，退出当前登录账号；选择否则关闭弹窗，不退出当前登录账号。

①“首页”界面：在本地控制触摸屏上采取操作等级登录制度，离网系统操作工账号登录后可进行本地离网光伏系统相关操作控制，并能查看当前离网光伏系统运行状态。要求操作工账号为：user，密码为：123456。

②“PLC按键”界面：含急停按钮、本地/远程切换开关、K1~K8相关控件，分别对应表3.3.1的离网光伏系统本地控制功能。

急停按钮采用图3.3.1图标。按下按钮，执行急停功能且按钮显示为红色；再次按下按钮，急停功能取消且按钮显示为黑色；默认状态为急停按钮为未执行状态。



图3.3.1 触摸屏控件“急停”按钮示意图

本地/远程切换开关采用图3.3.2图标。按下按钮，执行本地控制功能且按钮显示为左图；再次按下按钮，执行远程控制功能且按钮显示为右图；默认初始状态为本地控制功能状态。



图3.3.2 触摸屏控件“本地/远程”切换开关示意图

K1~K8采用图3.3.3图标。按下时显示左图，松开后显示为右图（松开后不改变按钮功能）；控件需标注对应编号。



图3.3.3 触摸屏K1~K8按钮图标示意图

③“状态显示”界面：使用图3.3.4的图标设计状态显示灯，分别显示P2、P3、P4电表、所有传感器、智能离网微逆变系统通讯状态若通讯正常显示蓝色信号状态，若不正常显示灰色信号状态。在状态显示界面中，需要显示离网光伏发电系统原理图，要求显示当前负载状态，显示颜色与负载一致，要求显示当前继电器/接触器状态，继电器吸合用绿色触头闭合表示，继电器断开用红色触头分开表示。D4指示灯工作时为绿色，不工作时为红色，器件需标注编号或名称。



图3.3.4 触摸屏状态显示灯图标示意图

（2）并网系统人机交互功能开发

基于触摸屏制作并网相关的3个界面，“首页”、“PLC按键”、“状态显示”，上电后处于“首页”，在登录之后才可选择进入并网的“PLC按键”、“状态显示”界面。除首页外每个界面设有返回按键，按下后能够返回到“首页”界面。“首页”界面的右上角设置退出按键，按下后弹窗提醒“是否要退出当前登陆账号”选择是，退出当前登录账号；选择否则关闭弹窗，不退出当前登录账号。

①“首页”界面：在本地控制触摸屏上采取操作等级登录制度，并网系统操作工账号登录后可进行本地并网光伏系统相关操作控制，并能查看当前并网光伏系统运行状态。要求操作工账号为：user1，密码为：123456；

②PLC按键”界面：含急停按钮、本地/远程切换开关、K1~K7相关控件，分别对应表3.3.1的并网光伏系统本地控制功能。

急停按钮采用图3.3.5图标。按下按钮，执行急停功能且按钮显示为红色；再次按下按钮，急停功能取消且按钮显示为黑色；默认状态为急停按键为未执行状态。



图3.3.5 触摸屏控件“急停”按钮示意图

本地/远程切换开关采用图3.3.6图标。按下按钮，执行本地控制功能且按钮显示为右图；再次按下按钮，执行远程控制功能且按钮显示为左图；默认初始状态为本地控制功能状态。



图3.3.6 触摸屏控件“本地/远程”切换开关示意图

K1~K7采用图3.3.7图标。按下时显示左图，松开后显示为右图（松开后不改变按钮功能）；控件需标注对应编号。

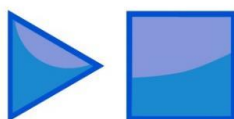


图3.3.7 触摸屏K1~K7按钮图标示意图

③ “状态显示”界面：使用图3.3.8的图标设计状态显示灯，分别显示P2、P3电表、单相电能表、双向电能表、所有传感器、并网逆变器通讯状态若通讯正常显示绿灯，若不正常显示红灯。在状态显示界面中，需要显示并网光伏发电系统原理图，要求显示当前负载状态，显示颜色与负载一致，显示当前继电器/接触器状态，继电器吸合用绿色触头闭合表示，继电器断开用红色触头分开表示。D5指示灯工作时为绿色，不工作时为红色，器件需标注编号或名称。



图3.3.8 触摸屏状态显示灯图标示意图

站端人机界面开发按钮的彩图请查看“桌面竞赛资料”文件夹中《2022年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

本地管理员账号：管理员为本地系统最高权限，可对可对并网光伏系统、离网光伏系统进行查看，控制；管理员账号登录后可选择进入离网和并网的“PLC 按键”和“状态显示”界面；管理员账号登录后，“首页”界面的右上角设置退出按键，按下后弹窗提醒“是否要退出当前登陆账号”选择是，退出当前登录账号；选择否则关闭弹窗，不退出当前登录账号。“退出”按钮旁边，显示“账号管理”按钮，点击账号管理可对光伏离网操作员、光伏并网操作员账号进行密码修改，再次点击“账号管理”按钮，可关闭账号管理；要求管理员账号为：admin，密码为：abcd1234。

(3) 微电网站端控制功能开发

请进行可编程控制器程序的开发，实现微电网站端的控制功能：

表 3.3.1 站端控制功能要求

按钮	功能说明
离网光伏系统本地控制	
急停	第一次按下急停按钮，关闭离网光伏系统所有功能；（不可停止并网光伏系统运行。） 第二次按下急停按钮，系统不可恢复到急停前的状态。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）
本地/远程 切换开关	本地/远程系统运行切换开关，该按钮作用为本地控制和远程控制切换，功能要求如下： 切换开关箭头向上，切换到本地控制模式，触摸屏 K1~K8 按钮有效，远程控制无效； 切换开关箭头向下，切换到远程控制模式，触摸屏 K1~K8 按钮无效，远程控制有效； （急停按钮不在此开关锁定范围内。）
K1	第一次按下 K1，启动离网光伏送电自检： 需要离网光伏输入开关进行 3 次送电合闸操作，合闸保持 0.5s，合闸间隔 1s； 自检完成后按下 K1，光伏离网系统进行光伏送电。 （自检过程中按下 K1，自检不会中断；后续按钮操作无效。）
K2	第一次按下 K2，启动光伏逐日系统组件自检： 需要光伏组件东西循环运行；自检过程中，光伏组件向东运行时，亮直流黄灯； 光伏组件向西运行时，亮直流红灯；如此循环； 第二次按下 K2，停止光伏逐日系统自检。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）
K3	第一次按下 K3，模拟光源灯 1，灯 2 打开，模拟摆杆自东向西运行，运行至东西限位处循环往返运行； 第二次按下 K3，模拟光源灯保持开启，光伏组件逐日运行；光伏组件逐日过程中，直流黄灯按照 2Hz 频率闪烁预警；当光伏逐日运行到最佳光照度位置时，停止逐日，直流黄灯停止闪烁，此时直流绿灯常亮； 第三次按下 K3，关闭以上所有功能。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）

K4	<p>第一次按下 K4，交流黄灯和交流蓝灯运行；</p> <p>第二次按下 K4，交流黄灯和交流蓝灯关闭。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K5	<p>第一次按下 K5，交流黄灯和交流蓝灯运行；</p> <p>第二次按下 K5，交流风扇运行；</p> <p>第三次按下 K5，减少输出电压为 180V；</p> <p>第四次按下 K5，关闭以上所有功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。未要求关闭，已开启的负载不关闭。）</p>
K6	<p>第一次按下 K6，运行模拟光源灯 1；</p> <p>第二次按下 K6，关闭模拟光源灯 1，运行模拟光源灯 2；</p> <p>第三次按下 K6，运行模拟光源灯 1 及模拟光源灯 2；</p> <p>第四次按下 K6，关闭模拟光源灯 1 及模拟光源灯 2。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K7	<p>第一次按下 K7，开启模拟光源灯 1、模拟光源灯 2，判断此时光照位置；</p> <p>若光源位置偏东，则直流红灯按照 1Hz 频率闪烁 3 次；若光源位置偏西，则直流黄灯按照 1Hz 频率闪烁 3 次；若此时正好处于最佳光照角度，则直流绿灯常亮，3 秒后自动关闭直流绿灯；</p> <p>光源位置判断结束后，模拟摆杆自东向西运行，运行至东西限位处循环往返运行；光伏组件开始跟踪逐日；逐日过程中，当组件首次追踪到最佳光照角度时，保持开启离网光伏系统蓄电池充电功能，并保持逐日。</p> <p>第二次按下 K7，关闭上述功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K8	<p>第一次按下 K8，判断此时天气，根据天气开启对应功能或负载；</p> <p>若天气为雨天，则直流红灯常亮；若天气为阴天，则直流黄灯常亮；若天气为晴天，则直流绿灯常亮；</p> <p>天气为雨天、阴天时，开启蓄电池供能功能，交流黄灯和交流蓝灯运行；天气为晴天时，开启离网光伏系统蓄电池充电功能。</p> <p>（模拟光源灯 1 灯 2 均未开启是雨天，模拟光源灯 1 或灯 2 只开 1 个灯是阴天，模拟光源灯 1 和灯 2 都开启是晴天）。</p>

	<p>第二次按下 K8，关闭如上功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
并网光伏系统本地控制	
急停	<p>第一次按下急停按钮，关闭并网光伏系统所有功能；（不可停止离网光伏系统运行。）</p> <p>第二次按下急停按钮，系统不可恢复到急停前的状态。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
本地/远程 切换开关	<p>本地/远程系统运行切换开关，该按钮作用为本地控制和远程控制切换，功能要求如下：</p> <p>切换开关箭头向上，切换到本地控制模式，触摸屏 K1~K7 按钮有效，远程控制无效；</p> <p>切换开关箭头向下，切换到远程控制模式，触摸屏 K1~K7 按钮无效，远程控制有效；</p> <p>（急停按钮不在此开关锁定范围内。）</p>
K1	<p>第一次按下 K1，启动光伏并网发电系统运行前自检：</p> <p>需要并网逆变器光伏输入进行 3 次送电合闸操作，合闸保持 0.5s，合闸间隔 2s；</p> <p>自检完成后按下 K1，光伏并网系统进行光伏送电。</p> <p>（自检过程中按下 K1，自检中断；后续按钮无效。）</p>
K2	<p>第一次按下 K2，启动全额并网光伏发电模式，直流绿灯常亮作为全额并网指示灯；</p> <p>第二次按下 K2，关闭并网光伏发电系统及其指示灯。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K3	<p>第一次按下 K3，打开并网逆变器光伏输入开关；</p> <p>第二次按下 K3，关闭并网逆变器光伏输入开关。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K4	<p>第一次按下 K4，启动光伏并网发电自发自用，余电上网模式；</p> <p>第二次按下 K4，所有交流负载运行；</p> <p>第三次按下 K4，所有交流负载关闭。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K5	<p>第一次按下 K5，判断当前光伏侧出力情况，满足并网条件时，启动光伏并网逆变器，运行自发自用余电上网模式；如果出力情况不满足并网条件，直流红灯常亮；</p> <p>第二次按下 K5，停止出力情况判断，并关闭已运行的发电模式。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>

K6	<p>“孤岛效应”的发生会产生严重的后果，会威胁到电力供电线路的维修，K6 作为防孤岛保护按钮，实现如下功能：</p> <p>第一次按下 K6，并网系统开始实时监测市电，当检测到此时无市电电压时，自动断开并网逆变器光伏输入开关、并网逆变器输出开关、市电开关，蜂鸣器运行报警。</p> <p>第二次按下 K6，关闭以上监测功能，且恢复系统监测前的运行状态。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p>
K7	<p>光伏电站运行须考虑其经济性，K7 作为经济运行调节按钮，实现如下功能：</p> <p>第一次按下 K7，若此时光照强度最佳时，运行全额并网模式；若此时光照条件较差，运行自发自用余电上网模式，运行交流风扇；若此时没有光照，则采用市电供电，运行所有交流负载；</p> <p>第二次按下 K7，关闭以上功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能。）</p> <p>（光照条件最佳为灯 1 灯 2 同时打开；光照条件较差为仅开灯 1 或灯 2；没有光照为灯 1 灯 2 关闭，以上状态光源需垂直与光伏组件。）</p>

注：1.上文中“打开XX 负载开关”，指仅打开开关，不需要接入能源；“XX 负载运行/常亮/亮/闪烁”，则需要接入能源，负载能够运行。

2.K1~K8 按钮的初始状态均未执行任何功能。

3.智能离网微逆变系统电源输入顺序要求：先接入信号源电源，再接入功率源电源；电源关闭顺序要求：先关闭功率源电源，再关闭信号源电源。

2.微电网远程监控功能的开发

此阶段选手作为电气工程师，须通过计算机，在组态软件上进行微电网离网和并网的远程监控功能的开发，实现系统的数据采集、显示与过程控制等功能。并在竞赛结束前将所有开发文件保存至U盘，文件命名为“微电网离网远程监控功能程序+工位号”“微电网并网远程监控功能程序+工位号”。此份文件将移交给后续工作流程中的工程调试人员。具体远程监控功能如下：

（1）离网光伏系统的远程监控系统开发

①登录界面

远程监控系统运行后，首页为登陆界面。

建立账号名为“离网电站”，密码为“Lwdz123”，点击“登录”按钮后，若账号密码正确且本地系统登录为离网系统操作工账号，则打开“顶部窗口”和“操作界面”；若账号密码错误则弹窗提示“密码错误 X 次”；若本地系统登录非离网系统可操作账号则弹窗提示“本地系统非离网操作，不可登录”。

②顶部窗口

顶部窗口能在任意界面中显示（除登录界面）；

顶部窗口显示本地系统登录的账号和远程系统登录的账号；

顶部窗口中制作一键退出控件，能够实现一键退出远程监控系统，当退出监控系统时将关闭 PLC 所有输出；

顶部窗口中使用指定图标制作界面切换控件，能实现在除登录界面以外所有界面的界面切换，使用图 3.3.9 控件。



图 3.3.9 离网远程监控系统界面切换控件

③操作界面

操作界面有系统图与操作盘两个部分；系统图将显示离网光伏系统原理图，操作盘将显示对于离网光伏系统原理图中所有继电器和接触器的控制，具体控制内容见操作盘按钮功能。

操作盘：

操作盘为弹出式窗口，可移动；

使用图 3.3.10 控件图标制作 5 个按钮控件，按钮功能与“离网光伏系统本地控制”中 K1~K5 功能一致；

使用图 3.3.11 控件图标制作急停控件，按下 PLC 停止所有输出，松开按钮急停复位。



图 3.3.10 操作盘按钮控件



图 3.3.11 急停按钮图

系统图：

使用图 3.3.12 控件画出系统图，须包含所有离网光伏系统中涉及的继电器、接触器、直流负载、交流负载、能源、光伏控制器、离网逆变器和离网指示灯，器件需标注编号或名称。

要求动态显示光伏发电系统的控制开关动作、能源流向、负载的运行，且与设备运行情况一致，直流负载显示对应颜色条纹作为直流灯开启指示，闪烁作为蜂鸣器开启指示。效果请查看“桌面\竞赛资料”文件夹中《2022 年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。



图 3.3.12 离网光伏系统系统图器件

④监视界面

制作下拉框，内容包括设备上所有的电压电流组合表；

制作显示框，要求仅显示下拉框中被选对象的数据：实时显示交流电压电流组合表的电压、电流、功率及频率的数值，并标注的正确单位。实时显示直流电压电流组合表的电压、电流、功率的数值，并标注的正确单位。

效果如图 3.3.13 所示。

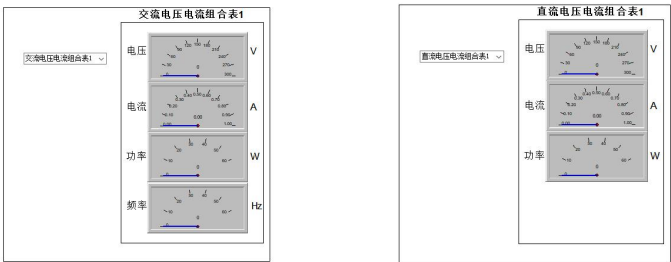


图 3.3.13 监视界面选择不同器件案例演示

⑤曲线界面

制作一个“趋势曲线控件”显示离网逆变器的输出电压的有效值、光伏控制器的光伏输入电压。

“趋势曲线控件”时间范围为1分钟，采样周期为1s，多X轴显示，多Y轴显示界面中必须标注相应参数的单位；

制作曲线属性设置、曲线保存及曲线打印3个按钮，并实现其功能。

（2）并网光伏系统的远程监控系统开发

①登录界面

远程监控系统运行后，首页为登陆界面。

建立账号名为“并网电站”，密码为“bwdz123”，点击“登录”按钮后，若账号密码正确且本地系统登录为并网系统操作工账号，则打开“顶部窗口”和“操作界面”；若账号密码错误则弹窗提示“密码错误X次”；若本地系统登录非并网系统可操作账号则弹窗提示“本地系统非并网操作，不可登录”。

②顶部窗口

顶部窗口能在任意界面中显示（包括登录界面）；

顶部窗口显示当前时间，格式为“XX日XX月XX年/（上午或下午）XX时XX分/星期X”，日期中“年”仅取年份后两位，时间采用上下午12小时制，如2022年1月25日15时30分显示为“25日01月22年/下午03时30分/星期二”；

顶部窗口中制作一键退出控件，在登录后显示，能够实现一键退出远程监控系统，当退出监控系统时若并网光伏系统能正常运行并处于并网发电状态，则不关闭PLC输出，否则将关闭PLC所有输出；

顶部窗口中使用指定图标制作界面切换控件，在登录后显示，能实现在除登录界面以外所有界面的界面切换，界面切换后将弹窗提示欢迎进入该界面，如“欢迎进入操作界面”，使用图3.3.14控件。



图 3.3.14 并网远程监控系统界面切换控件

③操作界面

操作界面有系统图与操作盘两个部分；系统图将显示并网光伏系统原理图，操作盘将显示对于并网光伏系统原理图中所有继电器和接触器的控制，具体控制内容见操作盘按钮功能。

操作盘：

操作盘为弹出式窗口，可移动；

操作盘中使用图 3.3.11 图标制作急停按钮，按下 PLC 停止所有输出，松开按钮急停复位。

操作盘中使用“下拉框控件”设置控制模式，控制模式分为“正常作业”和“调试作业”。

“正常作业”和“调试作业”两个模式的控件不能同时显示。

当处于“正常作业”模式时，可以通过选择框开启/关闭相应的发电方式（全额并网运行、自发自用余电上网运行、仅市电供电运行）三种发电方式为单选；开启/关闭相应的负载开关（交流蓝灯、交流黄灯、交流风扇）三个负载开关为单选。效果如图 3.3.15。点击新项目会关闭前一个开启的项目。



图 3.3.15 “正常作业”模式效果图

当处于“调试作业”模式时，可以通过如图 3.3.16 的按钮开启/关闭并网光伏系统中每个继电器及接触器。

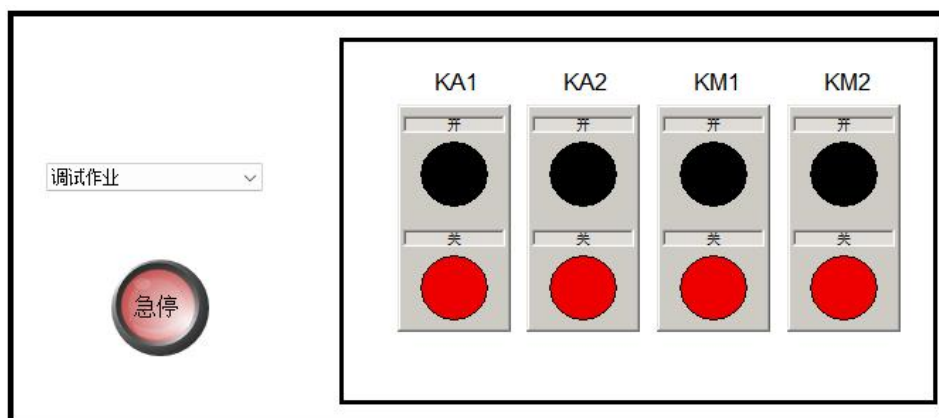


图 3.3.16 “调试作业”模式效果

系统图：

使用图 3.3.17 控件画出系统图，须包含所有并网光伏系统中涉及的继电器、接触器、交流负载、能源、并网逆变器和并网指示灯，器件需标注编号或名称。

要求动态显示光伏并网系统的所有器件及控制开关动作、能源流向、负载的运行；且与设备运行情况一致。效果请查看“桌面\竞赛资料”文件夹中《2022 年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

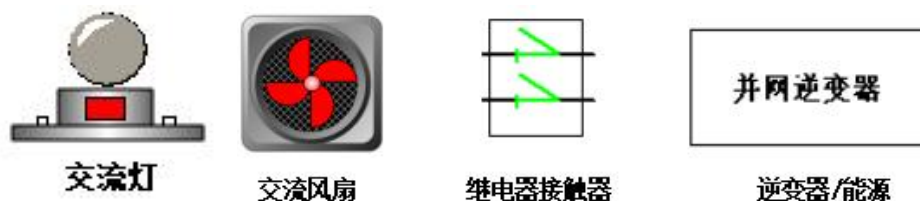


图 3.3.17 并网光伏系统系统图器件

④监视界面

要求监视界面显示：单相电能表的电压、电流、视在功率和当前总有功电能；双向电能表的电压、电流、视在功率和有功总电能；环境传感器的光照度、温度、湿度和倾角度；并网逆变器的直流输入功率、交流输出功率、逆变转换百分比和总发电量。

以上所有数据均需带有对应的单位并且与器件显示数据同步。

制作下拉框，内容包括单相电能表、双向电能表、环境传感器、并网逆变器；

制作显示框，要求仅显示下拉框中被选对象的数据：单相电能表的电压、电流、视在功率和当前总有功电能；双向电能表的电压、电流、视在功率和有功总电能；环境传感器的光照度、温度、湿度和倾角度；并网逆变器的直流输入功率、交流输出功率、逆变转换百分比和总发电量。并标注的正确单位。

效果如图 3.3.13 所示。

⑤记录界面

使用专家报表控件，记录并网逆变器的各类事件，表头包含“时间”、“状态”、“直流侧电压”、“直流侧电流”、“交流测电压”、“交流测电流”。电压单位：V 电流单位：A。

当出现以下情况时，自动在记录界面添加事件信息：①当逆变器状态改变时；②逆变器处于“正常运行”状态时每 10 秒添加一次事件信息。

时间为事件发生的时间。

状态为事件发生时逆变器的状态：离线、正常运行、无电网、故障。

显示的电压电流数值保留一位小数，当并网逆变器离线时添加的电压电流显示位“Null”。

职业规范与安全生产（5 分）

参赛选手在竞赛全过程都需保持职业规范、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规范要求。
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规范要求。
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。