

2021 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)
任务书 09 (公开部分)

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。

（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，务必保存设备配置，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。

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、光伏发电系统的系统搭建，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；

(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图如图 2.2.2 所示：

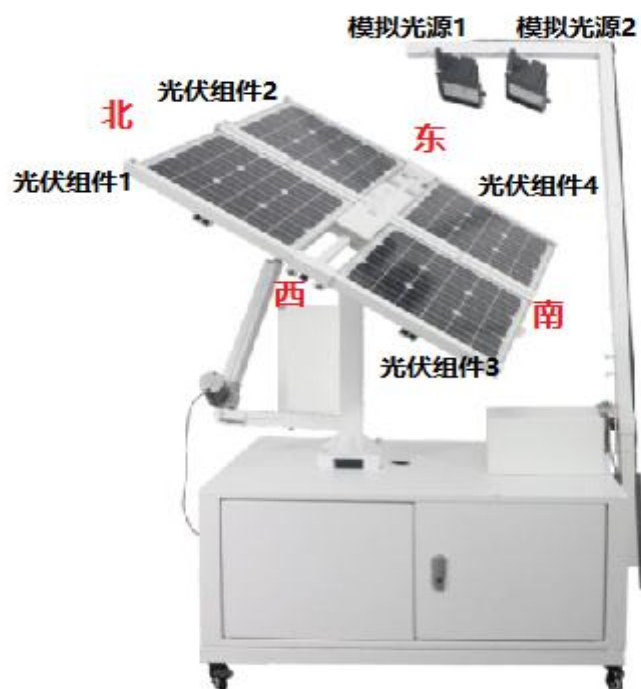


图2.2.2 工程环境模拟平台方向示意图

(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

(4) 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 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	工程规划与工程部署	根据电气图要求、功能要求及工艺要求，对光伏电子工程进行部署规划，完成设备的安装与线路连接。	满足功能及工艺要求的光伏电站。
2	系统开发调试与运维	考核基于光伏电子设备的智能控制、数据采集、通讯等功能的开发与检测调试。	光伏电子设备功能展示及检测报告。
		考核基于 PLC 管控系统的配置、开发调试及运行。	满足 PLC 控制要求的本地按钮功能展示。
		考核基于组态软件的光伏电子远程监控系统的配置、开发及调试、光伏系统的整机运行、分析、维护及能源综合利用等。	满足光伏电子工程远程监控系统的界面及功能展示。
		考核光伏发电系统和设备的检测技能： 按照用电操作规范，对光伏系统线路和设备进行检测，并按要求完成记录。	符合要求系统检测报告。
3	区域能源分析与排布	考核参赛选手对区域能源工程项目整体的项目需求分析、能源供电选址、能源系统分析、产能分析、能源优化等知识的掌握。	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、工程规划与工程部署任务要求（16 分）

（一）年发电量计算

光伏发电系统光伏发电系统拟采用定制光伏组件 4 块，光伏系统转换效率为 81%，组件首年衰减率 2.4%，组件参数详见表 3.1.1；项目地址拟建在桂林，桂林辐照量参数详见表 3.1.2；根据以下参数，计算出该光伏系统每月月发电量、首年年发电量，并将计算出的发电量以报表的形式在远程监控系统中的趋势曲线界面中显示。

表 3.1.1 光伏组件参数

光伏组件参数		
组件功率	20	W _p
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 3.1.2 桂林辐照度参数

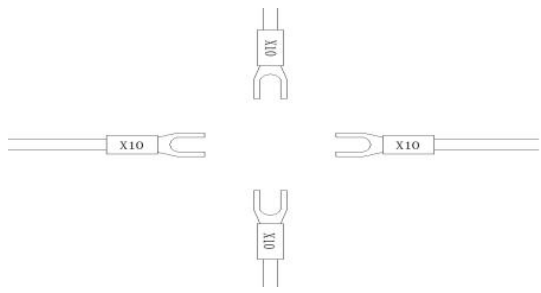
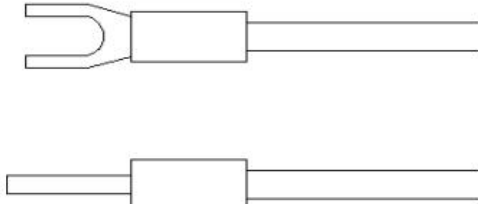
月份	辐照量(kWh/m ²)
一月	60
二月	55
三月	61
四月	83
五月	108
六月	115
七月	135
八月	146

九月	137
十月	113
十一月	85
十二月	77
年总辐照量	1173

（二）光伏发电系统系统搭建

按照竞赛提供的施工图纸（见“桌面\竞赛资料\施工图纸”文件夹），以及施工工艺要求，进行规范施工。施工工艺要求如表 3.1.3~3.1.5 所示：

表 3.1.3 接线端子及线标要求

线缆	线径	端子要求	线标要求
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	0.5mm ² 2.5mm ²	管型 冷压端子	<p>1. 使用号码管；</p> <p>2. 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，如下图：</p> 
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	0.5mm ² 2.5mm ²	U 型冷压端子	<p>3. 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，如下图：</p> 
PV1-F2.5mm ² 光伏系统电缆	2.5mm ²	MC4 光伏连接器内芯： 金属母头 金属公头	电缆的正负极按线色和 MC4 插头来区别

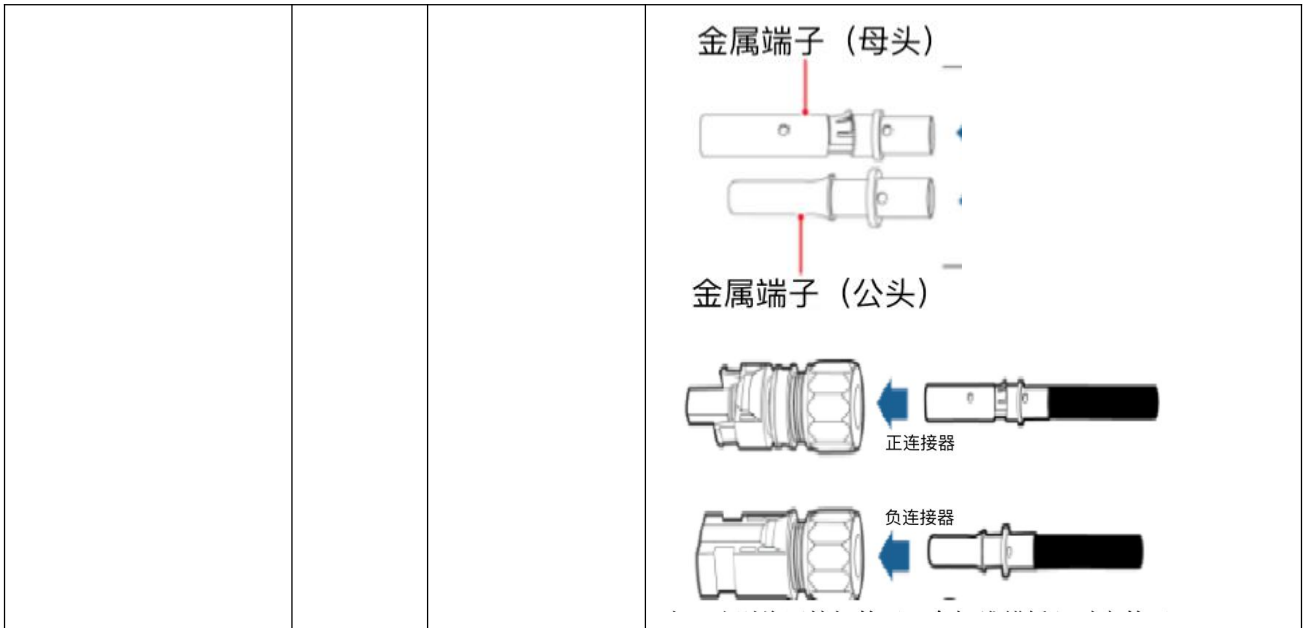
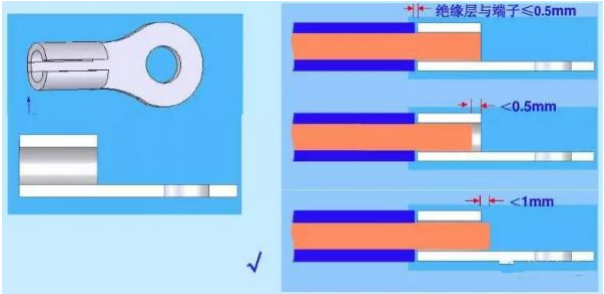
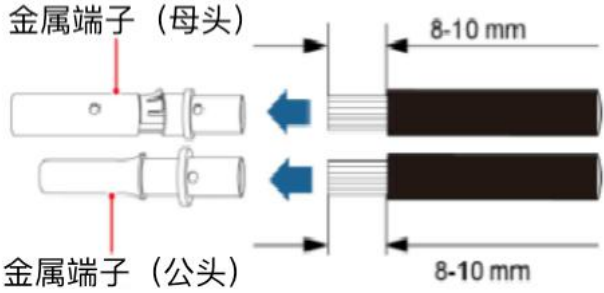
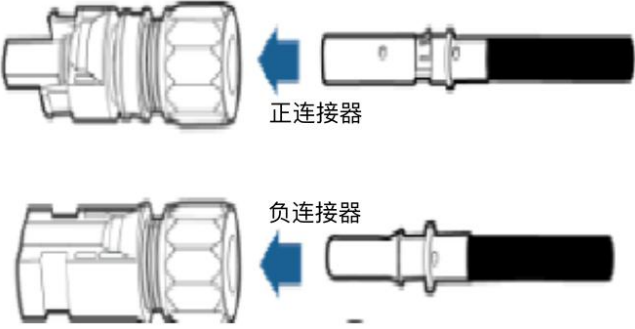


表 3.1.4 走线要求

线缆类别	走线要求
RV 0.5mm ² 软线 BVR 2.5mm ² 软线	软线走线要求线缆平直，就近线槽内走线，无法满足线槽走线的情况下（长度大于 15cm），用缠绕管缠绕或扎带捆紧。
PV1-F2.5mm ² 光伏专用电缆	光伏组件输出电缆的 MC4 插头及线缆使用扎带或缠绕管固定在支架上，走线后将插头预留在台体外侧，方便进行组件组串；汇流箱输出至电气柜接线端子的线缆，使用波纹管进行固定。

表 3.1.5 冷压端子制作及剥线要求

接线端子	工艺要求	其他要求
管型 冷压端子	<p>≤0.5mm</p> <p>≤1mm</p>	<p>1. 每根导线须使用冷压端子接入器件端口；</p> <p>当一个器件端口需要接入多根导线时，须使用专用的并线端子；不允许 2 根及以上导线并入一个非并线</p>

<p>U 型/OT 型 冷压端子</p>		<p>端子。</p>
<p>MC4 光伏插头</p>	<p>1.剥线钳剥去光伏电缆绝缘皮，保留线芯压线长度 8-10mm。</p>  <p>2.金属端子公头和母头压线钳压紧后插入连接器，线芯和 MC4 连接器适当力度试拔不分离。</p>  <p>3.线芯拨开的绝缘层长度适中，锁紧螺母锁紧后不外露，适当力度无法旋开。</p>	

注意：

- 1、设备安装检测完成后，所有线材都须盖线槽盖。
- 2、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。

任务二、系统开发与系统调试（59 分）

（一）光伏电子设备的开发与调试（15 分）

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：

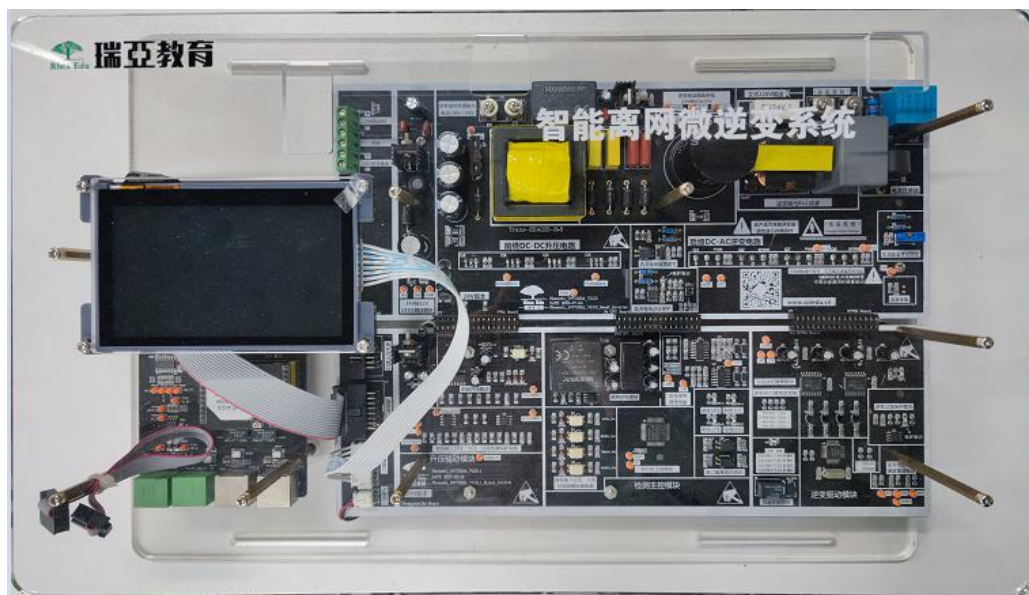


图 3.2.1 智能离网微逆变系统

1. 智能离网微逆变系统触摸屏界面设计

触摸屏功能要求如下：

制作四个界面，一个主界面和三个子界面。要求在主界面中制作三个按钮控件用于切换到三个子界面；三个子界面分别命名为“设置”、“数据监控”及“逆变控制”，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”界面功能

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

（2）“数据监控”界面设计

“数据监控”界面中制作若干控件，图形自定义，要求显示逆变器输出电压、电流及功率值，电压及功率值要求保留两位小数，电流值要求保留 3 位小数。如 3.2.1 所示。

表 3.2.1 “数据监控”界面显示内容示例

文本	数值
输出电压:	220.00
输出电流:	1.000
输出功率:	220.00

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) “逆变控制”界面设计

①在“逆变控制”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输入框，要求输入范围在 100~230V；

②在“逆变控制”界面制作一个按钮控件，命名为“确定”，图形自定义。

2. 监控功能开发与调试

(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、电流及功率值，并将采集值发送到触摸屏的“数据监控”界面显示。

(3) 输出电压控制

要求在“逆变控制”界面中制作的输入框中输入100~230之间的数值，并且按下“确定”按钮，此时智能离网微逆变系统的输出电压调整为输入框输入的电压值。当输入电压值超过最大值时，提示“越界，最大值230”，当输入电压低于最小值时，提示“越界，最小值100”。

3. 串口通讯功能开发

编写RS485串口通讯程序，使用modbus通信协议，实现光伏电子工程的本地及远程控制、数据采集。在“桌面\竞赛资料”文件夹中提供《modbus.c》文件可作为参考。

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。

4. 硬件测试要求

选手在调试过程中，按照《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。

（二）光伏电子工程的本地控制功能开发与调试（20 分）

光伏发电系统本地控制系统，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，具体控制功能要求如下：

1. 本地控制触摸屏开发：

触摸屏有3个界面，“首页”、“PLC按键”、“离网管控”，上电后处于“首页”，在登录之后才可进入“PLC按键”、“离网管控”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。

（1）“首页”界面：在本地控制触摸屏上采取操作等级登录制度，操作工账号登录后仅可进入“PLC按键”界面。要求操作工账号为：user，密码为：12345678；管理员账号登录后可进入“PLC按键”、“离网管控”任意界面；要求管理员账号为：admin，密码为：abcd1234。

（2）“PLC按键”界面：含急停按钮、本地/远程切换开关、K1~K10相关控件，分别对应表3.2.2的本地控制功能。

① 急停按钮采用图3.2.2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3.2.2 触摸屏控件“急停”按钮示意图

② 本地/远程切换开关采用图3.2.3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3.2.3 触摸屏控件“本地/远程”切换开关示意图

③ K1~K10采用图3.2.4图标。按下时显示左图，松开后显示为右图；控件需标注对应编号。

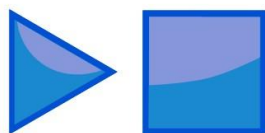


图3.2.4 触摸屏K1~K10按钮图标示意图

(3) “离网管控”界面：

- a. 显示智能离网微逆变系统的输出电压、输出电流、输出功率及通讯状态。
- b. 显示光伏阵列当前所处的环境状态（白天或黑夜）；使用图3.2.5中①号图标表示白天，②号图标表示黑夜（模拟光源处于开启状态为白天，全部关闭状态为黑夜）。
- c. 显示蓄电池充放电状态；使用图3.2.5中③号图标表示充电中，④号图标表示未充电。

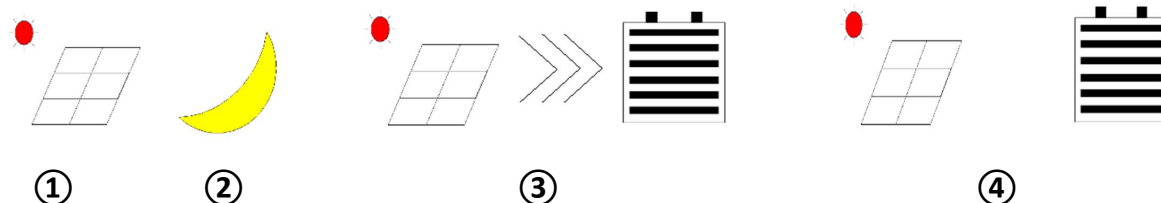


图 3.2.5 触摸屏“离网管控”界面示意图

本地控制触摸屏开发效果请查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2021 年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

2. 本地控制 PLC 编程：

要求通过 PLC 程序开发，结合触摸屏上相应的按键，实现本地控制功能，具体如表 3.2.2 所示：

表 3.2.2 本地控制功能要求

按钮	功能说明
急停	(1) 按下急停按钮，断开 PLC 所有输出； (2) 再次按下按钮，系统无法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	该按钮作用为本地控制和远程控制切换，功能要求如下： (1) 按钮为本地控制图标时，触摸屏 K1~K10 按钮有效，远程控制无效； (2) 按钮为远程控制图标时，触摸屏 K1~K10 按钮无效，远程控制有效。 （后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能，急停按钮不在此旋钮锁定范围内）

K1	<p>(1) 按钮按下：启动智能离网微逆变系统自检；</p> <p>自检要求：智能离网微逆变系统正常启动且有 $220V \pm 10$ 交流电输出，直流绿灯常亮；若未正常启动，则进行交流灯 1 闪烁，闪烁频率为 1Hz；</p> <p>(2) 按钮再次按下：关闭智能离网微逆变系统自检。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K2	<p>(1) 按钮按下：启动并网发电系统自检；</p> <p>自检要求：光伏侧电压满足并网逆变器最小启动电压时，自动开启全额并网发电；</p> <p>(2) 按钮按下：关闭并网发电系统自检。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K3	<p>(1) 按钮按下，PCC 公共连接点能源输出控制开关通断交替检测，检测频率为 1Hz，检测时长 5S，5S 后自动停止检测；</p> <p>(2) 在检测过程中再次按下按钮，立即停止检测。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K4	<p>(1) 第一次按钮按下：打开智能离网微逆变系统信号源控制开关；</p> <p>(2) 第二次按钮按下：关闭智能离网微逆变系统信号源控制开关。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K5	<p>(1) 第一次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 65 度；</p> <p>(2) 第二次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 115 度；</p> <p>(3) 第三次按钮按下：组件进行偏转，角度为自东向西 90 度。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现循环）</p> <p>注：以光伏单轴供电平台所在的水平面为水平基准，光伏组件与水平面平行时为 90 度，朝向正东为 0 度，朝向正西为 180 度。</p>
K6	<p>按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，进行离网发电管理：</p> <p>(1) 若光伏侧出力情况满足离网发电系统配置需求，则启动离网发电系统，交流负载运行；</p> <p>(2) 若光伏侧出力情况不满足离网发电系统配置需求，则不启动离网发电系统及任何负载。</p>
K7	<p>按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，进行并网发电管理：</p> <p>(1) 若光伏侧出力情况满足并网发电系统配置需求，则启动并网发电系统，交流风扇运行；</p> <p>(2) 若光伏侧处理情况不满足并网发电系统配置需求，则不启动并网发电系统及任何负载。</p>

K8	按钮按下，判断当前光伏侧出力情况，启动市电供电管理： (1) 若光伏侧出力情况不满足离并网光伏发电系统配置需求，则启动市电供电，并启动交流灯； (2) 若光伏侧处理情况满足光伏发电系统配置需求，则执行 K6、K7 相应的发电方式。
K9	在 K6 按钮按下，智能离网微逆变系统正常工作时： 按下 K9，减少当前逆变器输出电压；每按一次 K9，输出电压减少 5V，减少到 190V 以下，自动断开智能离网微逆变系统功率源输入。
K10	在 K9 功能执行，智能离网微逆变系统输出欠压时： 按下 K10，增加当前智能离网微逆变系统输出电压； 每按一次 K10，输出电压增加 5V，增加到 220V 以上，自动投入所有交流负载。

注：

1. 上文中“打开XX负载的控制开关”，指仅打开开关，不需要接入能源；“XX负载运行”，则需要接入能源，负载能够运行。

2. 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。

（三）光伏电子工程的远程监控功能开发与调试（16分）

通过计算机及组态软件，设计光伏工程项目的远程控制系统，是指能够实现远程工程项目数据采集、显示与过程控制等功能。

1. 登录界面

建立初始系统管理员用户，账号及密码均为“abc”；登录界面要求显示当前登录用户名；账号密码输入正确，点击登录后，显示顶部窗口，可切换到其它界面，使用更改密码功能，将密码“abc”更改为“abc123”点击注销后利用更改后的密码重新登录；利用用户管理功能，增加同等级账号。账号密码均为“admin”利用新建账号第一次点击登录后，打开顶部窗口；第二次点击登录后进入操作界面。

登录界面需要具用户管理功能要求如下：

- (1) 增加/删除用户；
- (2) 修改当前用户登录密码；
- (3) 注销当前用户；
- (4) 密码不做消隐处理。

2.顶部窗口

制作顶部窗口，实现通过顶部窗口切换到操作界面、监视界面、数据报表界面、趋势曲线

界面，可以一键退出组态软件；要求切换到除登录界面外的任意界面时，顶部窗口都能在顶部显示。

3.操作界面

（1）使用图 3.2.6 左起第一个的控件制作急停按键，具有自复位功能，并实现在任何情况按下按键，立即关闭 PLC 所有输出。

（2）使用图 3.2.6 左起第二个的控件制作继电器及接触器按键，实现光伏电站要求独立控制的所有继电器及接触器；为 0，假，关时颜色为灰色；为 1，真，开时颜色为红色。



图3.2.6 急停、继电器及接触器控件

（3）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；

（4）制作开关控件，实现对光伏组件向东西方向运行的控制控件，能手动控制光伏逐日系统运行，控件图标自定义；

（5）制作 4 种发电模式的控制开关并实现相应功能开启，控件图标自定义：“离网发电系统-蓄电池模式”、“离网发电系统-光伏组件模式”、“并网发电系统-自发自用余电上网”、“并网发电系统-全额并网”。

① “离网发电系统-蓄电池模式”：仅蓄电池供电，开启所有能开启的负载；

② “离网发电系统-光伏组件模式”：开启光源由光伏组件供电，开启所有能开启的负载；

③ “并网发电系统-自发自用余电上网”：所有能开启的负载并能够并网；

④ “并网发电系统-全额并网”：全额并网。

4.监视界面

（1）利用图库图元绘制光伏发电系统系统框图及光伏逐日系统，要求动态显示光伏发电系统系统的控制开关动作、能源流向、负载的运行、光伏逐日系统的运行及光源的运行，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《2021 年“光伏电子工程的设计与实施”任务书图示》。

（2）要求能够实时显示所有交直流电流电压组合采集的电压、电流及计算的功率。

(3) 要求能够显示电站的温度、湿度、光照度数据、光源的运行的方向、光伏组件运行的角度及方向。**注：以光伏单轴供电平台所在的水平面为水平基准，光伏组件与水平面平行时为90度，朝向正东为0度，朝向正西为180度。**

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、直流负载功率、交流负载电压、交流负载电流、交流负载功率及光伏输入电压共7个参数进行采集与显示，要求采集时长1分钟，数据采集间隔2S/次，并增加表头使报表布局合理美观。

(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“桌面\竞赛答题”文件夹，要求至少保存10条以上有效数据；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”。

6.趋势曲线界面

采用实时“趋势曲线”实时显示电能表当前总有功电能、显示光伏测发电电压；时间范围为1分钟，采样周期为1s，界面中必须标注相应参数的单位；

要求趋势曲线具有曲线属性设置、曲线放大、曲线缩小、曲线刷新、曲线打印共计5项功能。

(四) 光伏电子工程系统的运行与检测（8分）

在完成电站的搭建及功能开发调试后，对光伏系统进行试运行，并对指定的验收项目进行检测及验收，并把检测验收结果进行记录，填写至《光伏电子工程系统的运行与检测表》中，形成交接材料。

任务三、区域能源分析与规划（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 3.3.1 所示：



图 3.3.1 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 64680 吨，每方格占地面积 12615 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 32%左右，组件转换效率为 16%，工程项目光伏发电系统整机转换率取 76%；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 3.3.2 所示：



图 3.3.2 光伏容量设置

（2）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 3.3.3 所示：



图 3.3.3 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 3.3.1，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 3.3.1 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 3.3.4 所示：

表 3.3.1 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 3.3.4 风力容量设置

(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 75%。

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 9700kwh。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 11.813 吨；生物质电站每天单位面积产生的能量为 14246.5kwh。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) 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 3.3.2 所示。

表 3.3.2 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。

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。

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。