

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛 赛项规程

一、赛项名称

1.赛项名称：风光互补发电系统安装与调试

2.赛项组别：高职高专组

3.赛项归属：能源动力与材料大类

二、竞赛内容

（一）竞赛任务

任务一：光伏电站规划设计。利用规划软件设计出合理的光伏电站规划方案，编制可行性实施报告。

任务二：光伏电站的搭建。完成光伏电站搭建，实现光伏电站对光源跟踪功能，并完成光伏电站特性参数测试，完成光伏供电系统相关电路的绘制与分析。

任务三：风电场的搭建。完成模拟风电场搭建，编程实现风力发电机的控制，并完成风力发电机特性参数测试。完成风力发电机的输出特性测试；风力供电系统相关电路的绘制与分析。

任务四：风光互补系统调度运营管理。设计电站管理界面，完成电站多能源、多负载能源调度运营。

任务五：能源信息化管理。完成能源互联网云平台的搭建与组网，进行数据采集上传至云平台，开发云平台能源管理应用的可视化界面，实现远程运维与管理。

任务六：职业素养。体现完整工作过程中安全操作素质要求，岗位操作符合职业规范标准要求，竞赛团队体现相互合作和纪律要求。

（二）竞赛项目配分比重

各项目任务成绩配比见表 1。

表 1 项目任务成绩配比

序号	项目名称	配分比例%	备注
1	光伏电站规划设计	10	
2	光伏电站的搭建	25	
3	风电场的搭建	18	
4	风光互补系统调度运营管理	22	
5	能源信息化管理	18	
6	职业素养	7	
合计		100	

三、竞赛方式

3 人团体赛。

四、竞赛时量

240 分钟。

五、名次确定办法

以赛项实际参赛队总数为基数，以竞赛总成绩从高到低确定名次，不设并列名次。如出现并列名次，以任务二、任务四和任务五得分之和较高者胜出。一、二、三等奖获奖比例分别为 10%、20%、30%（小数点后四舍五入）。

六、评分标准与评分细则

（一）评分标准

竞赛题目以实际项目为基础，注重知识和能力并重，重点考核规划、安装、操作和调试，体现风光互补发电系统的先进技术和应用，呈现新能源领域的人才培养和需求的特点。评分标准和评分方式请见表 2。

表 2 评分标准和评分方式

一级指标	比例	二级指标	分值	评分方式
光伏电站规划设计方案	10%	利用规划软件设计出合理的光伏电站规划方案	7	结果评分
		编制光伏电站规划可行性实施报告	3	结果评分
光伏电站的搭建	25%	光伏电站的安装与搭建	9	现场评分
		光伏电站的特性测试	5	现场评分
		光伏电站的编程与调试	9	现场评分
		触摸屏组态与通讯设置	2	现场评分
风电场的搭建	18%	风电场安装与搭建	7	现场评分
		风力发电机的特性测试	2	现场评分
		风电场的编程与调试	7	现场评分
		测试蓄电池充放电数据	2	现场评分
风光互补系统调度运营管理	22%	负载与逆变系统的安装与接线	4	现场评分
		测试逆变与负载系统	2	现场评分
		多能源、多负载能源调度运营	9	现场评分
		风光互补发电系统实时监控	7	现场评分
能源信息化管理	18%	云平台搭建组网与通讯设置	5	现场评分
		云端数据采集	5	现场评分
		云平台能源管理应用设计与发布	4	现场评分
		能源信息化管理与运营	4	现场评分
素质考核	7%	体现团队合作意识	2	过程评分
		符合文明生产、安全生产规范	5	过程评分
总分			100	

（二）评分细则

评分细则参考样题评分表。

（三）评定办法

1.组织与分工

(1) 参与大赛赛项成绩管理的组织机构包括裁判组、仲裁组。

(2) 裁判组实行“裁判长负责制”，设裁判长 1 名，全面负责赛项的裁判和管理工作。

(3) 检录工作人员负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对等工作；裁判按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的现场得分，对参赛队伍（选手）的比赛作品、比赛表现按赛项评分标准进行评定。

(4) 仲裁组负责接受由参赛队领队提出的对裁判结果的申诉，组织复议并及时反馈复议结果。

2.成绩评定方法

(1) 根据赛项任务书要求、评分表和评分细则对客观结果进行评分，采用现场职业素养评判与现场客观性结果评判相结合方式，见表 2。

(2) 现场职业素养评判：根据现场操作职业素养对参赛队职业素养进行过程评判，评判时由专人对扣分部位及扣分数进行记录，同时由专人对记录人员记录正确与否进行监督。评分过程面对选手，并由选手签写工位号和按手印确认。

(3) 客观性结果现场评判：统一由赛项裁判组对所有工位进行评判。裁判组分模块按任务完成情况评分，每个任务模块由 2 名评分裁判对所有工位进行评分。评判时由专人对扣分部位及扣分数进行记录，同时由专人对记录人员记录正确与否进行监督。评分过程面对选手，并由签写工位号和按手印确认。评判结束后，按工位完成模块得分汇总，在监督组监督下由裁判长审核签字后封装。评分过程全程录制影音文件。

3.特殊情况处理

(1) 出现电路短路故障扣 2-5 分。

(2) 损坏赛场提供的设备，污染赛场环境等不符合职业规范的行为，视情节扣 3-5 分。

(3) 在完成工作任务的过程中，因操作不当导致人身或设备安全事故，扣 10-20 分，情况严重者取消竞赛资格。

(4) 在竞赛过程中，参赛选手有不服从裁判及监考、扰乱赛场秩序等行为情节严重的、有作弊行为的、裁判长宣布竞赛时间到，选手仍强行操作的，取消参赛队奖项评比资格。

七、赛项相关设施设备技术参数

赛项根据新能源发电行业技术发展状况和实际工业现场运用，每个比赛工位配备风光互补发电系统比赛平台，配备电脑、软件、移动存储器、桌椅、清洁工具和办公用品。赛项平台主要由光伏电站、风电场、能源转换平台和能源信息化管理系统组成。其中，光伏电站主要由光伏供电装置、光伏供电系统；风电场主要由风力供电装置、风力供电系统组成；两套系统共用能源转换平台即逆变与负载系统；能源信息化管理系统包含监控系统，主要含有能源互联网云平台、组态监控系统软件和光伏系统设计软件。系统采用模块式结构，各装置和系统具有独立的功能，可以组合成两个光伏电站和一个风电场。赛项技术平台组成见表 3，工具、耗材清单见表 4。

表 3 竞赛设备技术平台

设备名称	主要器材和技术平台
光伏系统设	光伏系统设计软件能够用于光伏电站和光伏发电应用系统的的规划设计和仿真，主

计软件平台	要包含路灯系统、光伏水泵系统、离网系统、用户侧并网系统、高压并网系统五个典型系统的设计类型，以工程项目为导向，根据设计目标，结合地理位置与气象信息进行系统方案设计、材料选型、模拟估算运行，最终生成财务分析文件、系统设计方案、可研性报告，对方案的可行性、经济效益及实施方案做出评价与展现。
光伏电站	<p>光伏电站包含光伏供电装置和光伏供电系统。</p> <p>(1) 光伏供电装置的组成</p> <p>光伏供电装置主要由光伏电池组件、汇流箱、投射灯、光线传感器、光线传感器控制盒、光照度传感器、水平方向和俯仰方向运动机构、摆杆、摆杆减速箱、摆杆支架、单相交流电动机、电容器、直流电动机、接近开关、微动开关、底座支架等设备与器件组成，4块光伏电池组件并联组成光伏电池方阵，光线传感器安装在光伏电池方阵中央。2盏300W的投射灯安装在摆杆支架上，摆杆底端与减速箱输出端连接，减速箱输入端连接单相交流电动机。电动机旋转时，通过减速箱驱动摆杆作圆周摆动。摆杆底端与底座支架连接部分安装了接近开关和微动开关，用于摆杆位置的限位和保护。水平和俯仰方向运动机构由水平运动减速箱、俯仰运动减速箱、直流电动机、接近开关和微动开关组成。</p> <p>光伏电池组件的主要参数为： 额定功率 20W；额定电压 17.2V；额定电流 1.17A 开路电压 21.4V；短路电流 1.27A；尺寸 430mm×430mm×28mm</p> <p>(2) 光伏供电系统的组成</p> <p>光伏供电系统主要由光伏电源控制单元、光伏输出显示单元、触摸屏、光伏供电控制单元、充/放电控制单元、信号处理单元、西门子 PLC (S7-200 Smart CPU SR40)、PLC 模拟量扩展模块 (S7-200 SmartEM AM03 扩展)、调压模块 (LSA-H3P15YB)、光电总辐射传感器 (YGC-JYZ-24V-A1)、继电器组、接线排、蓄电池组、可调电阻、断路器、12V 开关电源、网孔架等组成。光伏供电控制单元的追日功能有手动控制和自动控制两个状态，可以进行手动或自动运行光伏电池组件双轴跟踪、灯状态、灯运动操作。蓄电池的充电过程及充电保护由充电控制单元、信号处理单元及程序完成，蓄电池的放电保护由放电控制单元、信号处理单元完成，当蓄电池放电电压低于规定值，充/放电控制单元输出信号驱动继电器工作，继电器常闭触点断开，切断蓄电池的放电回路。系统内的继电器组可以通过 PLC 程序进行手动或自动运营时投入或切出不同类型的电站。</p> <p>蓄电池组 蓄电池组选用 4 节阀控密封式铅酸蓄电池，主要参数： 容量 12V18Ah/20HR；重量 1.9kg；尺寸 180×73×168mm</p>
风电场	<p>风电场包含风力供电装置和风力供电系统。</p> <p>(1) 风力供电装置的组成</p> <p>风力供电装置主要由叶片、轮毂、发电机、机舱、尾舵、侧风偏航控制机构、直流电动机、塔架和基础、测速仪、测速仪支架、轴流风机、轴流风机支架、轴流风机框罩、单相交流电动机、电容器、风场运动机构箱、护栏、连杆、滚轮、万向轮、微动开关和接近开关等设备与器件组成。叶片、轮毂、发电机、机舱、尾舵和侧风偏航控制机构组装成水平轴永磁同步风力发电机，安装在塔架上。风场由轴流风机、轴流风机支架、轴流风机框罩、测速仪、测速仪支架、风场运动机构箱体、传动齿轮链机构、单相交流电动机、滚轮和万向轮等组成。轴流风机和轴流风机框罩安装在风场运动机构箱体上部，传动齿轮链机构、单相交流电动机、滚轮和万向轮组成风场运动机构。</p> <p>(2) 风力供电系统</p> <p>风力供电系统主要由风电电源控制单元、风电输出显示单元、触摸屏、风力供电控</p>

	<p>制单元、充/放电控制单元、信号处理单元、西门子 PLC (S7-200 smart CPU SR40)、继电器组、接线排、可调电阻、断路器、网孔架等组成。风力供电控制单元的偏航功能有手动和自动两个状态,可以进行手动或自动可变风向操作。可变风量是由变频器(西门子 V20)控制轴流风机实现。手动操作变频器操作面板上的有关按键,使变频器的输出频率在 0-50Hz 之间变化,轴流风机转速在 0 至额定转速范围内变化,实现可变风量输出。蓄电池的充电过程及充电保护由充电控制单元、信号处理单元及程序完成,蓄电池的放电保护由放电控制单元、信号处理单元完成,当蓄电池放电电压低于规定值,充/放电控制单元输出信号驱动继电器工作,继电器常闭触点断开,切断蓄电池的放电回路。风力发电机风轮叶片在气流作用下产生力矩驱动风轮转动,通过轮毂将扭矩输入到传动系统。当风速增加超过额定风速时,风力发电机风轮转速过快,发电机可能因超负荷而烧毁。对于定桨距风轮,当风速增加超过额定风速时,如果气流与叶片分离,风轮叶片将处于“失速”状态,风力发电机不会因超负荷而烧毁,也可以通过侧风偏航控制风力发电机保持恒定功率输出。</p>
<p>能源转换平台</p>	<p>能源转换平台包含逆变与负载系统主要由逆变电源控制单元、逆变输出显示单元、逆变控制单元(含接口单元、DSP 核心单元)、直流升压单元、全桥逆变单元、变频器、三相交流电机、发光管舞台灯光模块、警示灯、继电器组、接线排、断路器、网孔架等组成。</p> <p>逆变电源控制单元主要由断路器、+24V 开关电源、AC220V 电源插座、指示灯、接线端子 DT14 和 DT15 等组成。逆变输出显示单元主要由交流电流表、交流电压表、接线端子 DT16 和 DT17 等组成。</p> <p>逆变与负载系统主要由直流升压单元、全桥逆变单元、逆变控制单元(含接口单元、DSP 核心单元)、交流调速系统、发光管舞台灯光模块和警示灯组成。</p> <p>逆变器的输入由光伏发电系统、风力发电系统或蓄电池提供,逆变器输出单相 220V、50Hz 的交流电源。交流调速系统由变频器和三相交流电动机组成,逆变器的输出 AC220V 电源是变频器的输入电源,变频器将单相 AC220V 变换为三相交流电供三相交流电动机使用。</p> <p>逆变电源控制单元的 AC220V 电源由逆变器提供,逆变电源控制单元输出的 DC24V 供发光管舞台灯光模块使用。逆变控制单元可用于检测逆变器的死区、基波、SPWM 波形。逆变器是将低压直流电源变换成高压交流电源的装置,逆变器的种类很多,各自的具体工作原理、工作过程不尽相同。系统使用的逆变装置由直流升压单元、逆变控制单元(含接口单元、DSP 核心单元)、全桥逆变单元组成,逆变的工作过程是将蓄电池的 12V 直流电通过 DC-DC 和 DC-AC 变换,转变成正弦波 220/50Hz(可调)的工频交流电。逆变器的升压部分须由 SG3525 驱动两个升压 MOS 管,SG3525 脉宽调制控制器,不仅要具有可调整的死区时间控制功能,而且还要具有可编程式软启动,脉冲控制锁保护等功能。全桥逆变部分采用具有 DSP 性能的嵌入式微处理器 TMS320F2812 实现 SPWM 的调制,同时能够与上位机的远程通讯,实现数据的上载与下载等功能。系统内的继电器组可以实现不同种类的负载手动或自动投入与切除。</p>
<p>能源信息化管理系统</p>	<p>能源信息化管理系统包含监控系统,软件主要含有能源互联网云平台、组态监控系统软件和光伏系统设计软件,硬件上由一体机、键盘、鼠标、接线排、电源插座、通信线、串口服务器、工业交换机、智能无线终端、物联网卡等组成。</p> <p>其中能源互联网云平台能够完成信息化系统的组网搭建,通过配置采集光伏电站、风电场以及能源转换平台的关键数据并登记至云平台,能够编程开发发电站功率的边缘计算算法,在云平台端登记历史数据及报警规则,能够通过浏览器在云端进行设备管理与云端应用界面设计、绑定数据并进行集中展示,最终实现云端系统远程运营与维护,</p>

	<p>展示系统地理位置、查看设备运行状态、监控发电实时数据，并能够根据规定条件进行远程反向控制，同时针对数据进行多维度分析，如统计发电量等，云端查看设备历史数据与报警信息推送。</p> <p>组态监控系统软件主要功能包含通信建立（监控系统与光伏充、放电控制器，风能充、放电控制器，逆变控制器、仪表、PLC、变频器通信）和本地监控系统搭建（主界面，光伏供电系统界面，风力供电系统界面，逆变与负载系统界面，风光互补能量转换界面，分别显示各自的运行状态参数。光伏供电系统界面设置相应的按钮，实现光伏电池方阵自动跟踪。风力供电系统界面设置相应的按钮，实现风力发电单元变频器控制和测风偏航控制。具有光伏发电采集报表和风力发电集报表，记录光伏输出电压、电流，风力发电机的输出电压、电流；逆变与负载系统的逆变输出电压、电流、功率等数据并打印数据报表）。</p>
--	---

表 4 工具、耗材清单

序号	名称	技术参数	单位	数量	备注
1	笔记本电脑		台	1	
2	万用表（优利德）	UT33D+	台	1	
3	示波器（优利德）	UTD1025CL	台	1	
4	网线钳	BST-01117	副	1	
5	网线测试仪	BST-01131	台	1	
6	针型端子压线钳	SN-06WF	副	1	
7	叉型端子压线钳	SN-02	副	1	
8	小一字螺丝刀	2.4*40	只	1	
9	小十字螺丝刀	2.4*40	只	1	
10	长柄螺丝刀	PH1*150	只	1	
11	剥线钳	0.2-1.2m m ²	副	1	
12	剪刀	短口小剪刀	只	1	
13	内六角扳手	2mm, 2.5mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm	套	1	
14	斜口钳	6-150	副	1	
15	电烙铁	恒温	个	1	现场配置，允许自带
16	超强型塑料工具箱	17 "	只	1	
17	充电器	12V	只	1	
18	电线（红色）	BVR-0.75m m ²	m	20	
19	电线（黑色）	BVR-0.75m m ²	m	20	
20	电线（红色）	BVR-0.3m m ²	m	10	
21	电线（白色）	BVR-0.3m m ²	m	10	
22	电线（蓝色）	BVR-0.3m m ²	捆	1	
23	两芯电缆	2*0.3m m ²	m	5	
24	两芯屏蔽电缆	2*0.3m m ²	m	10	
25	四芯电缆	4*0.3m m ²	m	5	
26	压接头	叉型：∅1.25-3 100个/包	包	1	
27	压接头	管型 0.5, E0508	个	1000	
28	压接头	管型 1.0, E1008	个	200	

29	接插件	SH230P-5.0 4P/SH230W-5.0 4P SH230P-5.0 2P/SH230W-5.0 2P	个	3	
30	RJ45 连接器		个	5	
31	计算机插头	D 型 9 针（公）	个	2	
32	计算机插头	D 型 9 针（母）	个	2	
33	缠绕管	φ6 黑色	m	1.5	
34	擦拭布		片	1	
35	扎带	GN-150IB（黑色）	100	根	
36	号码管		套	1	
37	网线	超五类	m	20	
38	水晶头		个	20	
39	U 盘		个	1	

备注：具体设备由赛点提供。

八、选手须知

（一）选手自带工（量）具及材料清单

工具材料由竞赛现场统一提供，选手可以自带电烙铁。

（二）主要技术规范及要求

1.竞赛技术要求

（1）设备与器材安装

在设备操作平台上，根据竞赛要求，完成设备、器材及线路的安装，使其符合安装工艺规范。

（2）电路安装

按照电气系统图、动力电路图及电气控制原理图，安装平面示意图等要求，完成电路安装，使其符合控制要求和工艺规范。

（3）可编程控制器（PLC）及其应用

根据竞赛比赛任务书的要求及 PLC 硬件接线图，按规范安装调试电气控制设备，使其符合控制要求。

（4）触摸屏使用

按要求使用触摸屏页面中的部件、设置相关的参数，配合 PLC 调试设备，实现对电气设备的控制与监控。

（5）变频器使用

根据电路图，按技术规范连接变频器电路，设置变频器的参数，配合 PLC 调试设备，实现对电气设备中异步电动机的控制。

（6）电路检测

根据赛场设置的电气电路板故障，在电气线路板图纸上按规定标注故障类型和故障位置。

（7）光伏电站和风电场运行和维护规范

光伏电站和风电场设备、线路、通讯保养和维护基本要求，保养维护设备、线路和通信的方法和措施，填写保养维护手册，能分析保养项目原因和应对措施，

总结光伏电站和风电场运行状态和生命周期。

(8) 云平台搭建组网与通讯

要求能够利用设备上提供的仪器仪表、工业交换机、串口服务器、智能无线终端等器件进行组网完成云平台的搭建,设置网络通讯参数实现云平台与边缘层需要联网的设备正常通讯。

2.国际相关标准,国家相关标准和行业相关标准

本赛项遵循以下国际相关标准,国家相关标准和行业相关标准:

IEC61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval 地面用晶硅光伏组件-设计鉴定与定型;

IEC61730 photovoltaic(PV) module safety qualification-Part1;

Requirements for construction 光伏(PV)组件安全鉴定-第1部分:结构要求;

IEC61173 Overvoltage protection for photovoltaic(PV) Power generating systems-Guide 光伏发电系统过电压保护;

IEC61194 Characteristic parameters of stand-alone photovoltaic;

(PV)systems 独立光伏系统的特性参数;

IEC 61400-13 Measurement of Mechanical Loads 机械载荷测试;

IEC 61400-12 Wind Turbine Power Performance Measurement Techniques 风力发电机功率特性试验;

IEC 61400-2 Safety Requirements for Small Wind Turbine Generators 小型风力发电机的安全;

ASTME 1240-88 Standard Test Method for Performance Testing of Wind Energy Conversion System 风能转换系统性能的测试方法;

ASME/ANSI PTC 42-1988 Wind Turbine Performance Test Codes 风力机性能试验规程;

ANSI/IEEE 1021-1988 Recommended Practice for Utility;

Interconnection of Small Wind Energy Conversion System 小型风能转换系统与公用电网互联的推荐规范;

ASTME 1240-88 Standard Test Method for Performance Testing of Wind Energy Conversion System 风能转换系统性能的测试方法;

IEC61000-4-3 Electromagnetic compatibility (EMC)- Part4-3 电磁兼容性(EMC).第4-3部分;

ISO9000:2008 质量管理体系;

中国强制性产品认证(3C);

GB/T13423-1992 工业控制用软件评定准则;

GB14081 系列国家低压电器标准;

GB/T9813-2000 微型计算机通用规范;

GB4943.95 信息技术设备包括电气设备的安全;

GB/T2297-1989 太阳光伏能源系统术语;

GB/T18497-2001 地面用光伏(PV)发电系统-概述与导则;

GB/T18210-2000 晶硅光伏方阵 I-V 特性的现场测量;

GB/T19064-2003 太阳能光伏系统用控制器和逆变器;

CGC/GF004:2007 光伏能源系统用铅酸蓄电池;

GB/T19568-2004 风力发电机组装配与安装规范;

GB/T19069-2003 风力发电机组-控制器技术条件；
GB/T19070-2003 风力发电机组-控制器试验方法；
JB/T104251-2004 风力发电机组-偏航系统技术条件；
JB/T104252-2004 风力发电机组-偏航系统试验方法；
JB/T104261-2004 风力发电机组-制动系统技术条件；
JB/T104262-2004 风力发电机组-制动系统试验方法；
GB/T184512-2003 风力发电机组 功率特性试验；
GB/T20320-2006 风力发电机组电能质量测量和评估方法 GB17646-1998 小型风力发电机组安全要求；
GB/T191151-2003 风光互补发电系统。

3.职业道德

- (1) 敬业爱岗，忠于职守，严于律己。
- (2) 刻苦学习，钻研业务，善于观察，勤于思考。
- (3) 认真负责，吃苦耐劳。
- (4) 遵守操作规程，安全、文明生产。
- (5) 着装规范整洁，爱护设备，保持工作环境清洁有序。

(三) 选手注意事项

1.参赛选手应遵守比赛规则，尊重裁判和赛场工作人员，自觉遵守赛场秩序，服从裁判的管理。

2.参赛选手赛场的着装，应符合职业要求（电工服+绝缘鞋+安全帽）。在赛场的表现，应体现自己良好的职业习惯和职业素养。

3.进入赛场前须将手机等通讯工具交赛场相关人员保管，不能带入赛场。未经检验的工具、电子储存器件和其他不允许带入赛场物品，一律不能进入赛场。

4.比赛过程中不准互相交谈，不得大声喧哗；不得有影响其他选手比赛的行为，不准有旁窥、夹带等作弊行为。

5.参赛选手在比赛的过程中，应遵守安全操作规程，文明的操作。通电调试设备时，应经现场裁判许可，在技术人员监护下进行。

6.需要更换元器件、补充耗材时，应向现场裁判报告，并在赛场记录表上填写更换元器件、耗材名称、规格和型号和数量，更换原因，核实从报告到更换（补充）完成的时间并签工位号确认，以便补时。更换的元器件或补充的耗材，现场裁判和技术人员检验后，若与填写的更换原因不符，将从比赛成绩中扣分。

7.连接电路、检查设备不能带电操作；通电调试设备前，应先检查电路并记录，确定正确无误后，才能在裁判或技术人员批准后通电。调试设备过程中，因电路问题或操作不当，引起跳闸或熔体熔断，要酌情扣分。

8.安装调试过程，工具使用、操作方法要符合规范。因工具选择和使用不当，造成设备、器材、工具损坏、工伤事故或影响他人比赛，要酌情扣分。

9.比赛过程中需要去洗手间，应报告现场裁判，由裁判或赛场工作人员陪同离开赛场。

10.完成比赛任务后，需要在比赛结束前离开赛场，需向现场裁判示意，在赛场记录上填写离场时间并签工位号确认后，方可离开赛场到指定区域等候评分，离开赛场后不可再次进入。未完成比赛任务，因病或其他原因需要终止比赛离开赛场，需经裁判长同意，在赛场记录表的相应栏目填写离场原因、离场时间并签

工位号确认后，方可离开；离开后，不能再次进入赛场。

11.裁判长发出停止比赛的指令，选手（包括需要补时的选手）应立即停止操作进入通道，在现场裁判的指挥下离开赛场到达指定的区域等候评分。需要补时的选手在离场后，由现场裁判召唤进场补时。

12.赛场工作人员叫到工位号、在等待评分的选手，应迅速进入赛场，与评分裁判一道完成比赛成绩评定。在评分过程中，选手应配合评分裁判，按要求进行设备的操作；可与裁判沟通，解释设备运行中的问题；不可与裁判争辩、争分，影响评分。

13.如对裁判员的执裁有异议，可在 1 小时内由领队向大赛仲裁委员会以书面形式提出申诉。

14.遇突发事件，立即报告裁判和赛场工作人员，按赛场裁判和工作人员的指令行动。

15.疫情防控须知

根据疫情防控属地管理责任要求，学校届时将向各参赛队发布长沙县相关疫情防控要求。

（1）报到前，所有代表队的指导教师和参赛选手需完成疫苗接种，严格做好出行管控，不前往高中风险地区，并书面做出近 14 天未有高中风险地区旅居史承诺。

（2）报到途中做好个人防护，报到时配合学校防控要求，查验疫苗接种码、14 天行程码及健康码；根据疫情防控提供 48 小时核酸检测报告（如有必要，会提前通知各参赛代表队）。

（3）无法提供健康证明的，以及经现场卫生防疫专业人员确认有可疑症状（体温 37.3°C 以上，出现持续干咳、乏力、呼吸困难等症状）人员，不得进入赛点。

（4）比赛中，根据裁判组要求，决定是否佩戴口罩。

（四）竞赛直播

1.赛点提供全程无盲点录像。

2.可在赛点指定区域通过网络监控观摩比赛。

九、样题（竞赛任务书）

见附件。

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛
高职高专组能源动力与材料类风光互补发电系统安装与
调试赛项

[时量：240 分钟，试卷号：]

(样卷)

竞 赛 任 务 书

场次号：_____ 机位号（工位号、顺序号）：_____。

2022 年 12 月 日

一、赛项任务书

选手须知：

(1) 任务书正卷部分共 21 页，答题纸 5 页，如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行任务书的更换。

(2) 竞赛时量4小时。参赛选手应在规定时间内完成任务书给定的任务，将各系统的运行记录或程序文件存储到指定的计算机的磁盘目录下，未存储到指定位置的运行记录或程序文件不予给分。

(3) 参赛选手提交的试卷不得写上姓名或与个人身份有关的任何信息，否则成绩无效。

(4) 参赛选手认定竞赛设备的器件有故障可提出更换，器件经现场裁判测定完好属参赛选手误判时，每次扣该参赛队 1 分。

(5) 竞赛过程中，参赛选手要遵守操作规程，确保人身及设备安全，并接受裁判员的监督和警示。竞赛过程中由于参赛选手人为原因造成的器件损坏，不予更换。竞赛过程中由于参赛选手人为原因造成贵重器件损坏，停止该队比赛，竞赛成绩作为零分。

(6) 在竞赛过程中，参赛选手如有舞弊、不服从裁判判决、扰乱赛场秩序等行为，裁判长按照规定扣减相应分数。情节严重的取消竞赛资格，竞赛成绩记为零分。

(7) 选手应爱惜设备，节约耗材。选手在竞赛过程中，不得踩踏连接导线、走线槽盖板等材料或工具。

（一）竞赛平台

竞赛由光伏供电装置、光伏供电系统、风力供电装置、风力供电系统、逆变与负载系统和监控系统组成。

1.光伏供电装置

光伏供电装置主要由光伏电池组件、投射灯、光照度传感器、光线传感器、光线传感器控制盒、水平方向和俯仰方向运动机构、摆杆、摆杆减速箱、摆杆支架、单相交流电动机、电容器、直流电动机、接近开关、微动开关、底座支架等设备与器件组成。

光伏供电装置的电站移动方向的定义和摆杆移动方向等的定义如图 1 所示。

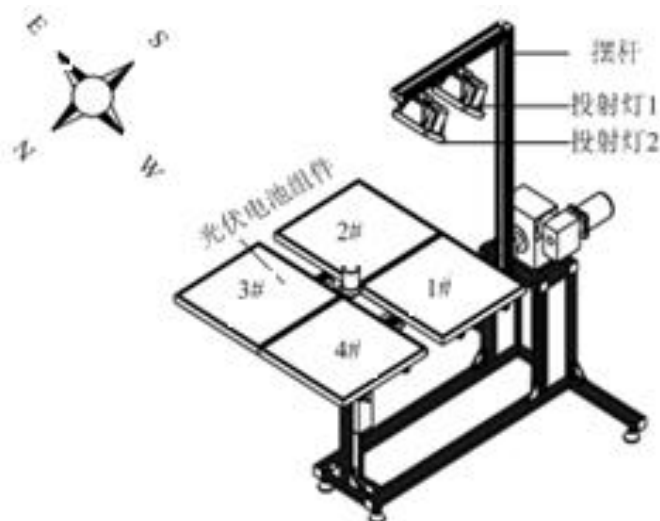


图 1 光伏供电装置外形图及方向定义

光伏供电装置所有部件和设备已安装完成。仅将并联的光伏电池的连接线拆开，分为 4 组独立的连接线。

2.光伏供电系统

光伏供电系统主要由光伏电源控制单元、光伏输出显示单元、触摸屏、光伏供电控制单元、DSP 核心单元、信号处理单元、接口单元、西门子 S7-200 SMART PLC、PLC 模拟量扩展模块、调压模块、继电器组、蓄电池组、可调电阻、开关电源、网孔架等组成。

光伏供电系统的光伏供电控制单元连接线未接、西门子 S7-200 SMART PLC 未接线；继电器组接线未接，模拟量模块和调压模块未接。其他均已经完成接线。

将光伏电池组件 1#、4#组成 1 号光伏电站，2#、3#组成 2 号光伏电站。

3.风力供电装置

风力供电装置主要由水平轴永磁同步风力发电机、塔架和基础、测速仪、测速仪支架、轴流风机、轴流风机支架、轴流风机框罩、单相交流电动机、电容器、风场运动机构箱、护栏、连杆、滚轮、万向轮、微动开关和接近开关等设备与器件组成。如图 2 所示是风力供电装置示意图，风场运动机构箱运动方向的定义已在图 2 中标明。

风力供电装置已安装完成。

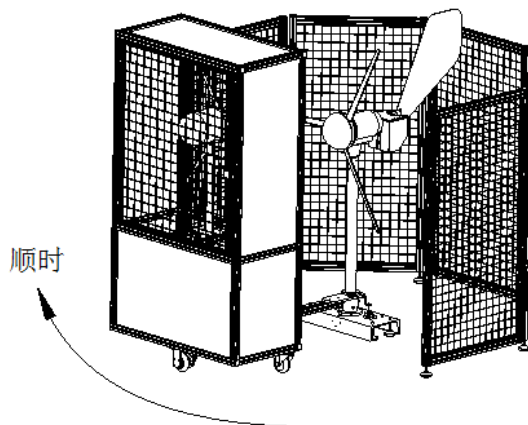


图 2 风力供电装置示意图

4.风力供电系统

风力供电系统主要由风电电源控制单元、风电输出显示单元、触摸屏、风力供电控制单元、DSP 控制单元、接口单元、西门子 S7-200 SMART PLC、变频器、继电器组、可调电阻、断路器、应用软件、开关电源、接线排、网孔架等组成。

风力供电系统的西门子 S7-200 SMART PLC、变频器、继电器组上所有接线未接。风力供电控制单元按钮未接线。变频器已接线，设置为还原状态，需要进行相关设置。

5.逆变与负载系统

逆变与负载系统主要由逆变电源控制单元、逆变输出显示单元、DSP 核心单元、DC-DC 升压单元、全桥逆变单元、变频器、三相交流电机、发光管舞台灯光模块、警示灯、接线排、断路器、继电器、网孔架等组成。逆变与负载系统上，仅拆除负载的连接线；负载、继电器及底座均已安装。

6.监控系统

监控系统主要由计算机、工业交换机、串口服务器、智能无线终端、能源管理云平台、组态软件、接线排、网孔架等组成。计算机上的通讯线已拆除。

变频器/六个仪表的 R485 通信线、光伏 DSP 板/风力 DSP 板/逆变 DSP 板的 RS232 通信线到监控系统端子排下方的接线已接好，如下表所示：

序号	模块	通信形式	对应端子排位置
1	变频器	RS485	P2A、P2B
2	六个仪表	RS485	P3A、P3B
3	光伏 DSP 板	RS232	C1A、C1B、C1G
4	风力 DSP 板	RS232	C2A、C2B、C2G
5	逆变 DSP	RS232	C3A、C3B、C3G

端子排上方到串口服务器的接线未接。

7.光伏电站规划与设计软件

光伏电站规划与设计软件已安装在台式机。

8.连接导线及压接端子的基本工艺要求

(1) 号码管在套入时，所有接线方向垂直于地面的套管，号码及字母组合读序从远离接线端至接线口，所有接线方向平行于地面的套管，号码及字母组合读序从左至右，如图 3 所示。

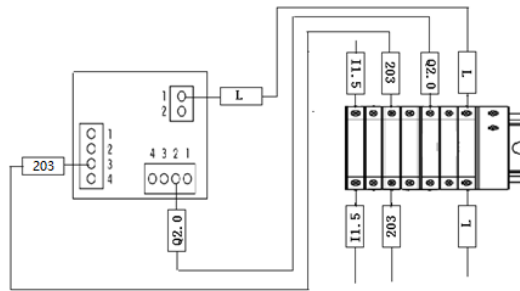


图3 接线套管方向示意图

(2) 在压接接线端子时，剥开的线芯插入接线端子套时，将所有的线芯全部插入端子中；采用压线钳压接接线端子时，应使压痕在接线端子套的底部（反面），压接后，压接部位不允许有导线外露。如图4所示。

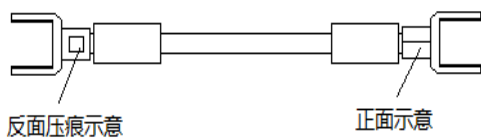


图4 冷压头压痕位置示意图



图5 U型冷压头与端子排连接示意图

(3) U型冷压端子在插入端子排时，U型部分应充分插入，并保证正面朝外，如图5所示。

(4) 本系统中的RJ45水晶头压接均采用T568B线序，即RJ45型水晶头插头各脚与网线颜色对应为：1—白橙，2—橙，3—白绿，4—蓝，5—白蓝，6—绿，7—白棕，8—棕，如图6所示，要求网线压接可靠，各线线芯压到底与水晶头端头齐平，铜触点要低于水晶头槽面约1mm，确保触点与线芯内导线接触充分，以太网线的外皮要压入水晶头内。



图6 RJ45 T568B 线序

串口服务器中RS485的接线定义：RJ45水晶头的3号引脚白绿为“A”，1号引脚白橙为“B”，如图7所示。



图 7 RS485 接线图

串口服务器中 RS232 的接线定义：RJ45 水晶头的 2 号引脚橙为“A”，1 号引脚白橙为“B”，6 号引脚绿为“G”，如图 8 所示。



图 8 RS232 接线图

在本任务书范围内涉及的号码套入、冷压头均压痕及 U 型冷压端子在插入端子排、网线制作时的工艺均参照图 3、图 4、图 5、图 6、图 7、图 8 所示。

(二) 竞赛任务

任务一：光伏电站规划设计（10%）

要求：能够利用光伏系统设计软件平台如图 9 根据指定的项目需求，设计出合理的光伏电站规划方案，经过模拟运行调整系统参数，最终输出财务分析文件、设计方案、可行性报告。

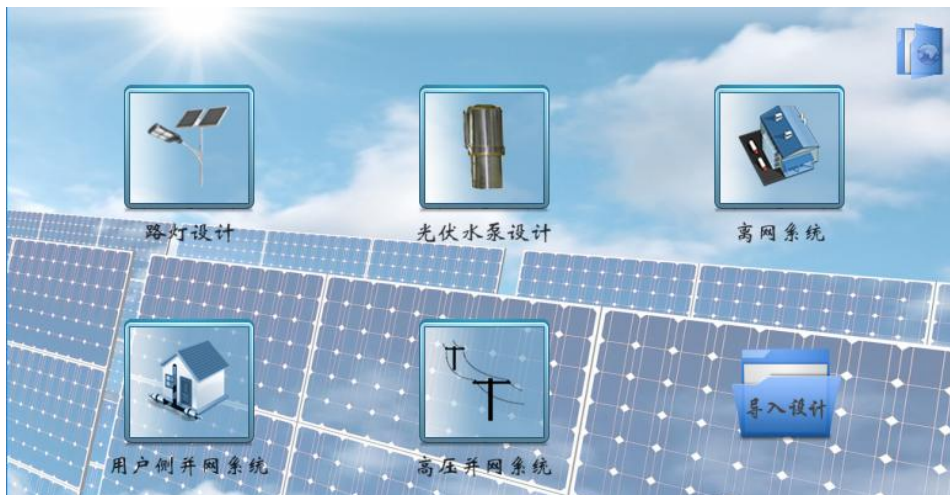


图 9 光伏系统设计软件平台

在台式电脑中安装光伏系统设计软件，设计一种“用户侧光伏并网系统”，项目名称命名为《用户侧光伏并网系统》。

项目地址选择为湖南省长沙市，客户名称为“客户 A”，地址为湖南省长沙市，设计方公司名称为“技能大赛参赛组”，设计方公司地址为湖南省长沙市，设计人员名称为选手所在的工位号，如：01，其余信息默认。

项目中的气象数据来源采用国际通用卫星数据，气象数据与项目当地地址一致，光伏阵列全部采用地面式样，项目有效占地面积 20000 m²，设计光伏并网系统容量为 1MW 即 1000kW。

(1) 要求完成直流侧设计，截图并保存阵列倾角优化界面，体现设计的倾角和方位角；截图并保存组件选择界面，体现选用的组件特性参数；截图并保存方阵布置界面，体现阵列排布情况并满足项目容量计算；截图并保存逆变器设计界面，体现选用的逆变器参数；截图并保存直流传输方案选择界面，体现方案选择；所有截图保存在桌面“光伏电站规划设计”文件夹，文件名同截图界面名称。

(2) 要求将模拟运行界面截图并保存在桌面“光伏电站规划设计”文件夹，

文件名为“模拟运行”。

(3) 要求系统设计完成后,生成财务分析文件、用户侧并网系统设计方、可行性报告三部分,保存在桌面文件夹“光伏电站规划设计”文件夹中。

其中财务分析文件包含选用设备费用、安装费用、材料费用、人工费用、管理费用、技术服务费用等,同时根据贷款、借款还本利息、利润等因素,评估系统的盈利能力,清偿能力和外汇平衡等财务状况,借以判别项目的财务可行性。

设计方案包含所选产品的详细技术参数及相关产品的选型公式和方法、全年各月能量损耗、全年各月发电量、设备及材料清单、节能减排分析等。

可行性报告是一份结合项目的客观条件和设计公司资源,充分分析该项目的设计方案以及经济效益、环保指标等作出的全面的评价报告。

任务二:光伏电站的搭建(25%)

一、光伏电站的安装与搭建(9分)

1.光伏供电装置与供电系统的安装接线(7分)

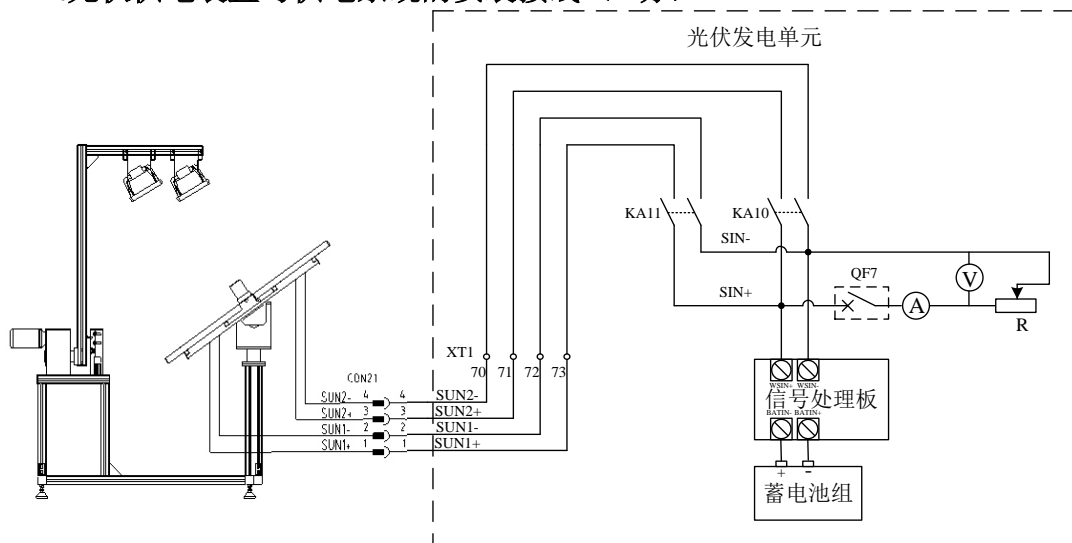


图 10 光伏供电装置与供电系统的安装接线图

光伏供电装置与供电系统的安装接线图如图 10 所示。图 10 中虚线框内接线已完成。CON21 为汇流箱端子排。

将光伏电池组件 4#组成 1 号光伏电站,接至汇流箱端子排上端的 SUN1+和 SUN1-;1#、2#、3#组成 2 号光伏电站,接至汇流箱端子排上端的 SUN2+和 SUN2-。汇流箱端子排下端到光伏供电系统已接好。

从光伏电站到汇流箱端子排的连接线须采用 0.5mm^2 的四芯电缆线。号码管方向和压接接线端子必须符合前面要求。

连接导线在进入系统时,必须经过接线端子排;连接导线在经过不同系统之间时,连接导线必须经过电气连接件,接线要有合理的线标套管。线标套管号码除了同 1 根导线两端一致外,不得与其它导线的线标套管号码重复命名(电源线除外,在本任务书中所有线标套管号码均按此要求)。

(1) 控制单元的布线与接线

光伏供电控制单元的布线与接线已完成,见表 1 配置表及表 2 要求。

(2) 西门子 S7-200 SMART PLC 的布线及接线

西门子 S7-200 SMART SR40 PLC 的布线与接线已完成,详细见表 1 西门子 S7-200 SMART SR40 PLC 的配置表及表 2 的线径和颜色要求表。

表 1 S7-200 SMART SR40 PLC 的输入输出配置表

序号	输出	配置	序号	输入	配置
1	Q0.0	启动指示灯	25	I0.0	旋转开关自动挡
2	Q0.1	继电器 KA1 线圈	26	I0.1	启动按钮
3	Q0.2	继电器 KA2 线圈	27	I0.2	急停按钮
4	Q0.3	继电器 KA3 线圈	28	I0.3	向东按钮
5	Q0.4	继电器 KA4 线圈	29	I0.4	向西按钮
6	Q0.5	继电器 KA5 线圈	30	I0.5	向北按钮
7	Q0.6	继电器 KA6 线圈	31	I0.6	向南按钮
8	Q0.7	继电器 KA7 线圈	32	I0.7	灯 1 按钮
9	Q1.0	继电器 KA8 线圈	33	I1.0	灯 2 按钮
10	Q1.1	继电器 KA9 线圈	34	I1.1	东西按钮
11	Q1.2	继电器 KA10 线圈	35	I1.2	西东按钮
12	Q1.3	继电器 KA11 线圈	36	I1.3	停止按钮
13	Q1.4	继电器 KA12 线圈	37	I1.4	摆杆接近开关垂直限位
14	Q1.5	继电器 KA13 线圈	38	I1.5	-
15	Q1.6	继电器 KA14 线圈	39	I1.6	光伏组件向东、向西限位开关
16	Q1.7	停止指示灯	40	I1.7	-
17	1M	0V	41	I2.0	光伏组件向北限位开关
18	2M	0V	42	I2.1	光伏组件向南限位开关
19	1L	DC24V	43	I2.2	光线传感器向东信号
20	2L	DC24V	44	I2.3	光线传感器向西信号
21			45	I2.4	光线传感器向北信号
22			46	I2.5	光线传感器向南信号
23			47	I2.6	摆杆东西向限位开关
24			48	I2.7	摆杆西东向限位开关

表 2 S7-200 SMART SR40 PLC 接线的线径和颜色要求

序号	起始端	结束端	线型	序号	起始端	结束端	线型
1	L1	接线排 L	0.75mm ² 红色	6	1L	略	0.3mm ² 红色
2	N	接线排 N	0.75mm ² 黑色	7	2L	略	0.3mm ² 红色
3	GND	接线排 PE	0.75mm ² 黄绿色	8	3L	略	0.3mm ² 红色
4	1M	略	0.3mm ² 白色	9	I0.0-I2.7	略	0.3mm ² 蓝色
5	2M	略	0.3mm ² 白色	10	Q0.0-Q1.7	略	0.3mm ² 白色

①继电器的布线与接线

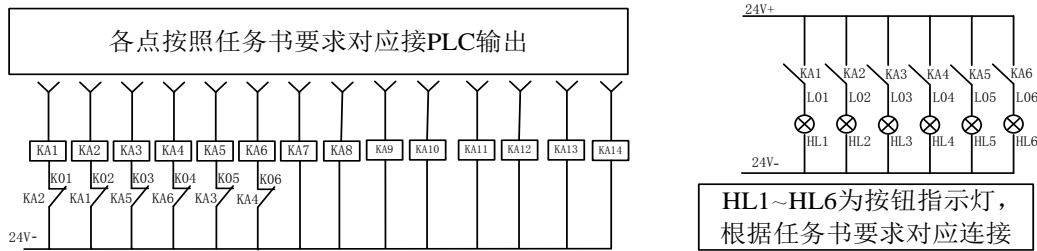


图 11 光伏供电系统继电器控制电路接线图一

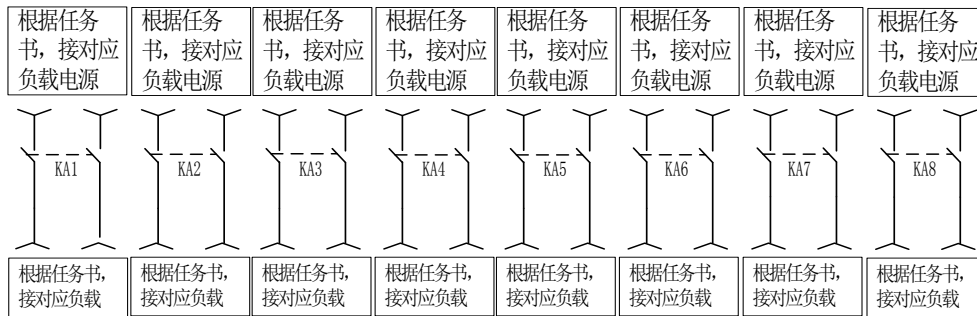


图 12 光伏供电系统继电器控制电路接线图二

②继电器互锁：为确保设备安全，继电器已采用硬件互锁，其中线标套管 K01~K06 用于互锁信号。

2. 光伏供电系统的电路图绘制（2分）

将 PLC SR40 控制的继电器组从左向右分别定义为 KA1~KA14（其中 KA12~KA14 安装于逆变与负载系统上）。

光伏供电系统继电器控制电路接线图见图 11、图 12。继电器功能如下表（已完成接线）：

- 继电器 KA1 用于控制摆杆由西向东运动及西东运动指示灯；
- 继电器 KA2 用于控制摆杆由东向西运动及东西运动指示灯；
- 继电器 KA3 用于控制光伏电池组件向东偏转及向东偏转指示灯；
- 继电器 KA4 用于控制光伏电池组件向西偏转及向西偏转指示灯；
- 继电器 KA5 用于控制光伏电池组件向南偏转及向南偏转指示灯；
- 继电器 KA6 用于控制光伏电池组件向北偏转及向北偏转指示灯；
- 继电器 KA7 用于控制投射灯 1 和灯 1 按钮指示灯；
- 继电器 KA8 用于控制投射灯 2 和灯 2 按钮指示灯；
- 继电器 KA9 用于控制风力电站投入/切出；
- 继电器 KA10 用于控制光伏电站 2 投入/切出；
- 继电器 KA11 用于控制光伏电站 1 投入/切出；
- 继电器 KA12 用于控制舞台灯负载运行/停止；
- 继电器 KA13 用于控制报警灯负载运行/停止；
- 继电器 KA14 用于控制变频器及电机负载运行。

根据上述继电器定义，在答题纸上绘制光伏供电系统的总电路图，主要体现控制电源分布、摆杆电机控制回路、投射灯控制回路，光伏组件东西、南北电机控制回路，要求在电机控制回路中体现互锁。

二、光伏电站的特性测试（5分）

1. 光伏电站特性参数测试

将光伏供电控制单元的选择开关拨向左边时，PLC 处在手动控制状态，按照

下列要求测试相关光伏电站的输出参数，将下面测试的数据填在答题纸表 1 中，并在表中计算功率。

测试说明：

(1) 下列各测试数据来源于光伏供电系统电压表、电流表测试数据，并要求自行合理选取实时采集的数据测试点(必须包含最大功率点、短路点、开路点)，使得答题纸上所画曲线平滑。

(2) 下列各测试数据的选取，每一个表的第一组为开路状态点、最后一组为短路状态点，同时在所测试的最大功率点的左边和右边均要求不少于 6 个测试点。

(3) 下列各测试数据,下列各测试数据,电压、电流的数据与仪表数据一致，功率数据精确到小数点第2位。

测试要求：

调节光伏供电装置的摆杆处于垂直限位位置，同时点亮投射灯 1 和灯 2，调节光伏电池组件处于水平状态（即倾斜角为 0° ），检测 1 号、2 号光伏电站同时发电的输出特性。

调节光伏供电系统的可调变阻器负载，测试时要求该负载从开路逐渐变化到短路。记录对应的电压、电流值并填写在答题纸表 1 中，共记录 16 组。

2.光伏电站输出特性曲线绘制

根据答题纸表 1 记录的数据，在答题纸坐标图 1 上分别绘制 1 条光伏电池组件输出功率（纵坐标）-电压（横坐标）特性曲线，在答题纸坐标图 2 上分别绘制 1 条光伏电池组件电流（纵坐标）-电压（横坐标）特性曲线。

曲线均需要标明坐标的名称、参数单位和计量单位。要求合理选取横纵坐标的分度值，使得所画曲线能充满所给画面 80% 以上的区域。

三、光伏电站的编程与调试（9 分）

光伏供电控制单元的选择开关有两个状态，选择开关拨向左边时，PLC 处在手动控制状态下，可以完成光伏电池组件跟踪、灯状态、摆杆运动操作的手动控制，PLC 处在自动控制状态下，可以完成单循环控制。

1.手动调试

(1) PLC 处在手动控制状态时，按下向东按钮，光伏电池组件向东偏转 4 秒后停止偏转运动。在光伏电池组件向东偏转的过程中，按下向东按钮或停止按钮或急停按钮或接触到东限位位置开关，光伏电池组件停止偏转运动。

(2) PLC 处在手动控制状态时，按下向西按钮，光伏电池组件向西偏转 4 秒后停止偏转运动。在光伏电池组件向西偏转的过程中，按下向西按钮或停止按钮或急停按钮或接触到西限位位置开关，光伏电池组件停止偏转运动。

(3) PLC 处在手动控制状态时，按下向北按钮，光伏电池组件向北偏转 4 秒后停止偏转运动。在光伏电池组件向北偏转的过程中，按下向北按钮或停止按钮或急停按钮或接触到北限位位置开关，光伏电池组件停止偏转运动。

(4) PLC 处在手动控制状态时，按下向南按钮，光伏电池组件向南偏转 4 秒后停止偏转运动。在光伏电池组件向南偏转的过程中，按下向南按钮或停止按钮或急停按钮或到达南限位位置开关，光伏电池组件停止偏转运动。

(5) PLC 处在手动控制状态时，按下东西按钮，摆杆由东向西偏转 4 秒后停止偏转运动。在摆杆由东向西偏转的过程中，按下东西按钮或停止按钮或急停按钮或到达东西限位位置开关，摆杆停止偏转运动。

(6) PLC 处在手动控制状态时，按下西东按钮，摆杆由西向东偏转 4 秒后

停止偏转运动。在摆杆由西向东偏转的过程中，按下西东按钮或停止按钮或急停按钮或到达西东限位位置开关，摆杆停止偏转运动。

(7) PLC 处在手动控制状态时，按下灯 1 按钮，灯 1 按钮指示灯及投射灯 1 亮 4 秒。在此过程中按下灯 1 按钮或停止按钮或急停按钮，灯 1 按钮指示灯及投射灯 1 熄灭。

(8) PLC 处在手动控制状态时，按下灯 2 按钮，灯 2 按钮指示灯及投射灯 2 亮 4 秒。在此过程中按下停止按钮或急停按钮，灯 2 按钮指示灯及投射灯 2 熄灭。

(9) PLC 处在手动控制状态时，工控机“风光互补发电系统运营管理界面”中三个电站投入切出旋钮控件旋转切入状态，对应电站投入运行 4 秒；在此过程中，旋钮控件旋转至切出或按下停止按钮或急停按钮，对应电站停止运行；

(10) PLC 处在手动控制状态时，将工控机“电站设备检测与控制界面”中的负载调试面板上的旋钮控件旋至启动状态，对应负载运行，旋至停止状态，对应负载停止。

2.单循环调试（自动控制）

(1) PLC 处在自动控制状态时，按下向东按钮，光伏电池组件连续向东偏转，直至接触到东限位位置，向东偏转停止，在此过程中按下向东按钮或停止按钮或急停按钮，光伏电池组件停止向东偏转。

(2) PLC 处在自动控制状态时，按下向西按钮，光伏电池组件连续向西偏转，直至接触到西限位位置，向西偏转停止，在此过程中按下向西按钮或停止按钮或急停按钮，光伏电池组件停止向西偏转。

(3) PLC 处在自动控制状态时，按下向北按钮，光伏电池组件连续向北偏转，直至接触到北限位位置，向北偏转停止，在此过程中按下向北按钮或停止按钮或急停按钮，光伏电池组件停止向北偏转。

(4) PLC 处在自动控制状态时，按下向南按钮，光伏电池组件连续向南偏转，直至到达南限位位置，向南偏转停止，在此过程中按下向南按钮或停止按钮或急停按钮，光伏电池组件停止向南偏转。

(5) PLC 处在自动控制状态时，按下东西按钮，摆杆连续由东向西偏转，直至到东西限位位置停止偏转，在此过程中按下东西按钮或停止按钮或急停按钮，摆杆停止偏转。

(6) PLC 处在自动控制状态时，按下西东按钮，摆杆连续由西向东偏转，直至到达西东限位位置停止偏转，在此过程中按下西东按钮或停止按钮或急停按钮，摆杆停止偏转。

说明：

(1) 在上位机的风光互补发电系统运营管理界面上，按下界面中光伏供电系统的面板操作控件，也能完成相应的手动和单循环控制。

(2) 电机负载在调试时，不经变频器面板操作，能以工频运行。

四、触摸屏组态与通讯设置（2 分）

要求：

设置登陆界面，账户 admin,密码 123；登陆界面仅由两个输入框组成。

在光伏供电系统中的触摸屏上设计电站调试界面，具有控制光伏电站 1、光伏电站 2 调试按钮，调试状态指示灯，时间调节控件，充电控制器的光伏电压、蓄电池电压、光伏充电电流、蓄电池放电电流四个数据实时数据监控，具有光源强度调节进度条和光照强度显示。

1.仅当光伏单元的选择开关处在手动控制状态时，按下光伏电站 1 或光伏电站 2 调试按钮，对应电站投入默认运行 4 秒，到达投入时间后电站自动切出，并且在触摸上可以分别修改 2 个电站的投入时间，投入时间设定范围：4~8 秒；光伏电站 1 或光伏电站 2 投入运行时，对应继电器吸合，触摸屏上对应的电站调试按钮指示灯点亮，投射灯 1 和灯 2 同时点亮，光伏单元电压表有对应光伏电站电压数据。

上述过程中，按下停止按钮或急停按钮，对应电站停止运行，电站切除，投射灯熄灭。

2.界面上的光源强度调节进度条，能够在灯点亮时拖动进度条，调节投光灯从熄灭到最亮的线性变化，并同步显示出当前的光照强度。

任务三：风电场的搭建(18%)

一、风电场的安装与搭建（7分）

风力供电装置与供电系统的安装与接线图如图 13 所示。接线要求同光伏电站的相关要求。（本部分已接好）

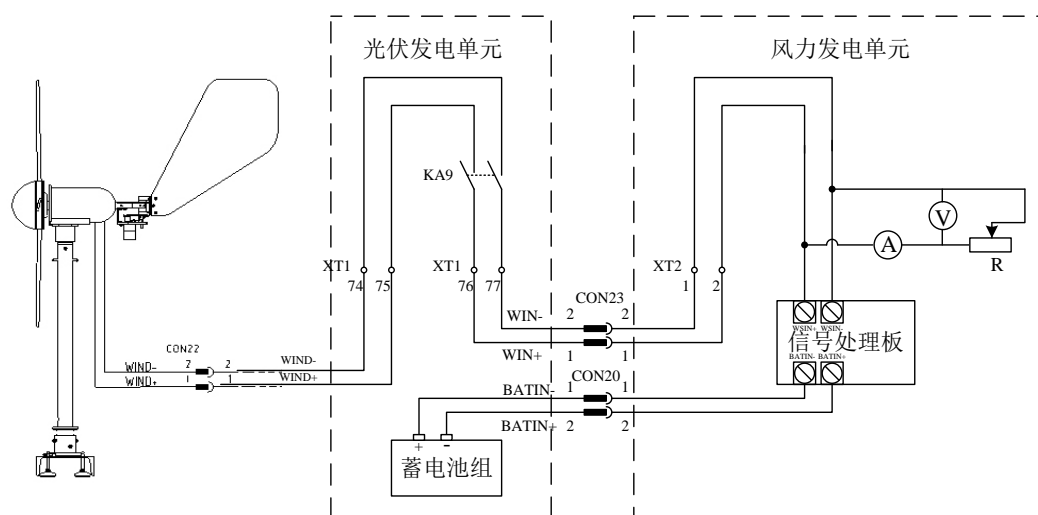


图 13 风力供电装置与供电系统的安装与接线图

1.风力供电系统的安装与接线（7分）

(1) 控制单元的布线与接线

在不改变风力供电控制单元的按钮、旋钮、急停按钮的功能，按照表 3 配置表及表 4 要求，完成风力供电控制单元的布线与接线。

(2) 西门子 S7-200 SMART PLC 的布线及接线

西门子 S7-200 SMART PLC 的布线与接线已完成，具体如表 3 西门子 S7-200 SMART SR40 PLC 的输入输出配置所示，接线的线径和颜色要求见表 4。

表 3 S7-200 SMART SR40 PLC 的输入输出配置表

序号	输出	配置	备注	序号	输入	配置	备注
1	Q0.0	启动按钮指示灯		15	I0.0	旋转开关自动挡	
2	Q0.1	顺时按钮指示灯		16	I0.1	启动按钮	
3	Q0.2	逆时按钮指示灯		17	I0.2	急停按钮	
4	Q0.3	侧风偏航按钮指示灯		18	I0.3	顺时按钮	

5	Q0.4	恢复按钮指示灯		19	I0.4	逆时按钮	
6	Q0.5	停止按钮指示灯		20	I0.5	侧风偏航按钮	
7	Q0.6	继电器 KA15 线圈		21	I0.6	恢复按钮	
8	Q0.7	继电器 KA16 线圈		22	I0.7	停止按钮	
9	Q1.0	继电器 KA17 线圈		23	I1.0	风速检测信号	
10	Q1.1	继电器 KA18 线圈		24	I1.1	侧风偏航初始位开关	
11	1M	0V		25	I1.2	侧风偏航 45°限位	
12	2M	0V		26	I1.3	侧风偏航 90°限位	
13	1L	+24V		27	I1.4	风场机构顺时限位	
14	2L	+24V		28	I1.5	风场机构逆时限位	

表 4 S7-200 SMART SR40 PLC 接线的线径和颜色要求

序号	起始端	结束端	线型	序号	起始端	结束端	线型
1	L1	接线排 L	0.75mm ² 红色	6	1L	略	0.3mm ² 红色
2	N	接线排 N	0.75mm ² 黑色	7	2L	略	0.3mm ² 红色
3	GND	接线排 PE	0.75mm ² 黄绿色	8	3L	略	0.3mm ² 红色
4	1M	略	0.3mm ² 白色	9	I0.0-I1.5	略	0.3mm ² 蓝色
5	2M	略	0.3mm ² 白色	10	Q0.0-Q1.1	略	0.3mm ² 白色

(3) 继电器组的配置、布线与接线

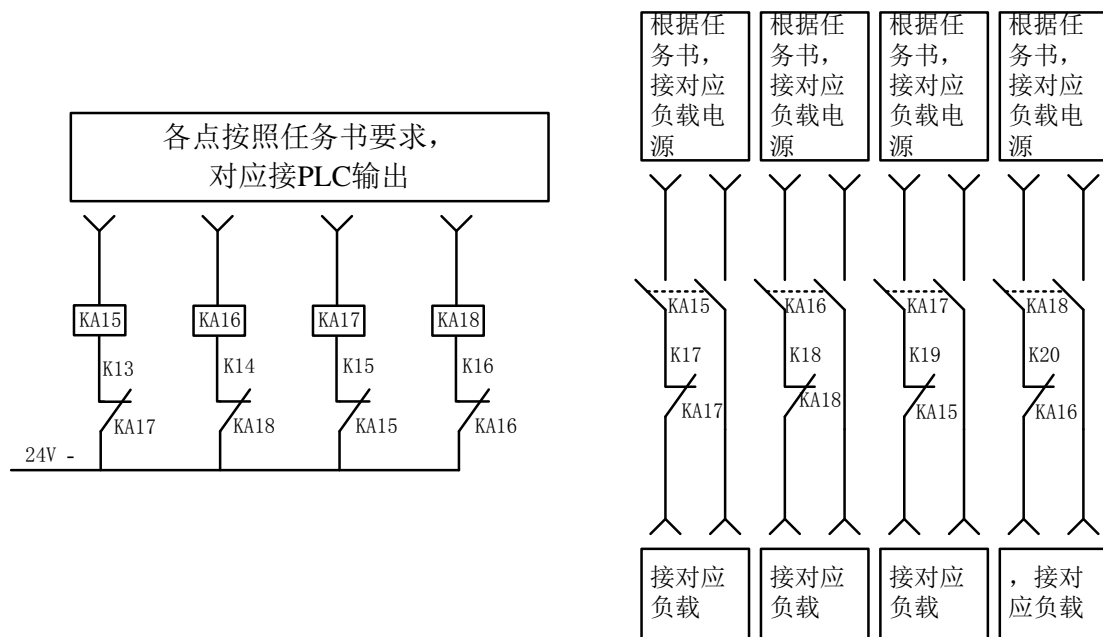


图 14 风力供电系统继电器接线图

①风力供电系统继电器组从左向右分别定义为 KA15~KA18。具体功能如

下:

继电器 KA15 用于风场顺时运动控制,继电器 KA16 用于风场逆时运动控制,KA17 用于尾舵侧风偏航的控制,KA18 用于尾舵撤销侧风偏航控制。

继电器组的接线见图 14 所示。

②继电器布线与接线要有合理的线标套管,其中线标套管 K13~K20 用于互锁信号。

二、风力发电机的特性测试 (2 分)

1. 风力供电的输出参数测试

将风力供电控制单元的选择开关拨向左边时,PLC 处在手动控制状态,调节风力供电装置的水平轴永磁同步风力发电机正对轴流风机,调节轴流风机的频率,测试风力电站的输出参数,将下面测试的数据分别填在答题纸表 2 中,并在表中计算功率。

要求: 调节轴流风机频率为 50Hz,调节风力供电系统的可调变阻器负载,测试时要求该负载从开路逐渐变化到短路。记录对应的电压、电流值,填写在答题纸表 2 所示的风力供电输出电压和输出电流值,每次记录的对应的电压值和电流值为一组,记录 16 组。

三、风电场的编程与调试 (7 分)

风力供电控制单元的选择开关有两个状态,选择开关拨向手动控制状态时,可以进行风场运动和侧风偏航运动的手动调试;PLC 处在自动控制状态下,可以完成单循环控制。

1. 手动调试

(1) PLC 处在手动控制状态时,按下顺时按钮,风场运动机构箱顺时移动 4 秒后停止移动,同时顺时按钮指示灯亮 4 秒,在此过程中按下顺时按钮或停止按钮或急停按钮或风场运动机构箱顺时移动到限位开关时,顺时按钮指示灯熄灭,风场运动机构箱停止移动。

(2) PLC 处在手动控制状态时,按下逆时按钮,风场运动机构箱逆时移动 4 秒后停止移动,同时逆时按钮指示灯亮 4 秒,在此过程中按下逆时按钮或停止按钮或急停按钮或风场运动机构箱逆时移动到限位开关时,逆时按钮指示灯熄灭,风场运动机构箱停止移动。

(3) PLC 处在手动控制状态时,按下偏航按钮,风力发电机作侧风偏航动作 4 秒后停止移动,同时偏航按钮指示灯亮 4 秒,在此过程中按下偏航按钮或停止按钮或急停按钮或侧风偏航 90°到位开关时,偏航按钮指示灯熄灭,侧风偏航动作停止。

(4) PLC 处在手动控制状态时,按下恢复按钮,风力发电机作撤销侧风偏航动作 4 秒后停止移动,同时恢复按钮指示灯亮 4 秒,在此过程中按下恢复按钮或停止按钮或急停按钮或侧风偏航运动到初始位置停止时,恢复按钮指示灯熄灭,撤销侧风偏航停止。

2. 单循环调试

(1) PLC 处在自动控制状态时,按下顺时按钮,风场运动机构箱连续顺时移动,同时顺时按钮指示灯常亮,直至到顺时限位开关,顺时移动停止,在此过程中按下顺时按钮或停止按钮或急停按钮,顺时按钮指示灯熄灭,风场运动机构箱停止移动。

(2) PLC 处在自动控制状态时,按下逆时按钮,风场运动机构箱连续逆时移动,同时逆时按钮指示灯常亮,直至到逆时限位开关,逆时移动停止,在此过

程中按下逆时按钮或停止按钮或急停按钮，逆时按钮指示灯熄灭，风场运动机构箱停止移动。

(3) PLC 处在自动控制状态时，按下偏航按钮，风力发电机连续作侧风偏航动作，同时偏航按钮指示灯常亮，到达侧风偏航 90° 到位开关位置时，偏航按钮指示灯熄灭，侧风偏航动作停止；在此过程中按下偏航按钮或停止按钮或急停按钮，偏航按钮指示灯熄灭，偏航动作停止。

(4) PLC 处在自动控制状态时，按下恢复按钮，风力发电机连续作撤销侧风偏航动作，同时恢复按钮指示灯常亮，当运动到初始位置时，恢复按钮指示灯熄灭，撤销侧风偏航停止。在此过程中按下恢复按钮或停止按钮或急停按钮，恢复偏航按钮指示灯熄灭，恢复偏航动作停止。

说明：在上位机的风光互补发电系统运营管理界面上，按下界面中风力供电系统的面板操作控件，风力电站也能完成相应的手动和单循环控制。

四、测试蓄电池充放电数据（2分）

调节光伏供电系统投射灯摆杆位于垂直状态，调节投射灯正对光伏电池组件，同时打开灯 1、灯 2，测量此时 2 号光伏电站的输出电压，在光伏供电系统触摸屏模拟实验单元界面上，设置光伏模拟电压值为所测得的光伏电站输出电压，设置模拟蓄电池电压为蓄电池实测电压。用示波器双通道分别测量真实充电波形及模拟充电波形，上方显示模拟充电波形，下方显示真实充电波形，两个波形不出现波形重叠，右上角显示出两种波形的正占空比数值。截图并保存在 U 盘和手提计算机的桌面，文件名为：真实充电及模拟充电波形+真实充电占空比值+模拟充电占空比值。

任务四：风光互补系统调度运营管理（22%）

一、逆变与负载系统的安装与接线（4分）

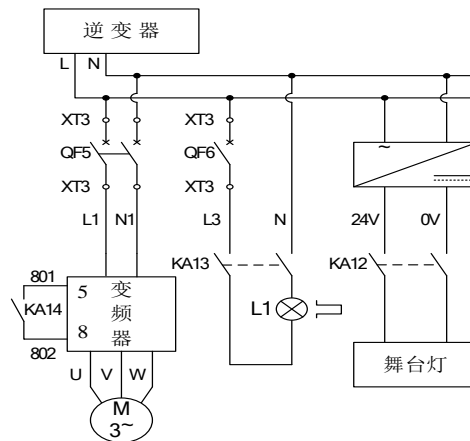


图 15 逆变与负载系统接线图

按照图 15 所示电路，完成逆变与负载系统中负载的接线，负载安装与网孔架上合适位置，接线要求同光伏电站的相关要求。

二、测试逆变与负载系统（2分）

1. 使用示波器双踪同时测量逆变器的 H 桥左下桥功率管的驱动信号波形 1 和右下桥功率管的驱动信号波形 2，要求测得波形 1 置于示波器显示屏上方，测得波形 2 置于示波器显示屏下方，两个波形不出现波形重叠，分别显示 2 个信号的波形并在右上角显示出两种波形的频率，并截图保存在 U 盘和手提计算机的桌面，文件名为：SPWM 波形。

2. 设置逆变器输出频率为 52Hz，合理设置调制比，使得逆变器输出电压有

效值为 187V，使用示波器测量逆变器的输出波形，要求在波形右上角显示测得波形的频率及最大值，截图保存在 U 盘和手提计算机的桌面，文件名为：52Hz 波形。

3.合理设置调制比，使逆变器输出电压有效值 220V，频率 50Hz 的正弦波。设置示波器水平扫描时基设置为 500.00ns/div，垂直偏转灵敏度设置为 2.00V/div，将死区时间分别调至 600ns、2700ns，依次使用示波器双踪同时测量逆变器的 H 桥左上桥功率管的驱动信号波形 1 和左下桥功率管的驱动信号波形 2，要求测得波形 1 置于示波器显示屏上方，测得波形 2 置于示波器显示屏下方，两个波形不出现波形重叠，分别截图保存在 U 盘和手提计算机的桌面，文件名分别为：600ns 死区 SPWM 波形、2700ns 死区 SPWM 波形。

三、多能源、多负载能源调度运营（9 分）

风速定义的值：

（1）将轴流风机不运行，此时风速仪检测信号为 0（即 DSP 控制信号输出低电平），约定为无风；

（2）将轴流风机运行，且风速仪检测信号为 0（即 DSP 控制信号输出低电平），约定为低风速；

（3）将轴流风机运行，且风速仪检测信号为 1（即 DSP 控制信号输出高电平），约定为高风速；

表 5、表 6 分别为电源类型定义表和多能源、多负载能源调度运营表。

表 5 电源类型定义表

序号	电站名称	电站定义
1	1 号光伏电站	常用电站
2	2 号光伏电站	备用电站 1
3	风电场	备用电站 2

表 6 多能源、多负载能源调度运营表

序号	电站类型	能量来源	负载情况
1	常用电站发电	投射灯 1 亮	舞台灯工作
2	备用电站 1 发电	投射灯 2 亮	警示灯工作
3	备用电站 2 发电	轴流风机运行	电机负载按工频在高风速下方才运行（在无风、低风速下电机负载不运行）

常用电站的控制动作要求如下：

当上位机风光互补发电系统运营管理界面中风光互补控制面板工作方式旋钮置于自动，运行/检修旋钮置于运行时，并当光伏供电控制单元及风力供电控制单元的选择开关都拨向自动控制状态（若仅将一个选择开关或没有选择开关拨向自动控制状态，则启动按钮指示灯和停止按钮指示灯以 1Hz 闪烁），将常用电站控制旋钮置于投入，则常用电站投入发电，同时投射灯 1 亮，舞台灯工作。

在上述过程执行中，若将常用电站转为切出或按下光伏供电装置的停止按钮时，则投射灯 1 熄灭，舞台灯负载停止工作。当按下停止按钮时，应能将常用电站旋钮自动转为切出状态。

备用电站 1 控制动作要求如下：

当上位机风光互补发电系统运营管理界面中风光互补控制面板工作方式旋钮置于自动，运行/检修旋钮置于运行时，并把光伏供电控制单元及风力供电控制单元的选择开关都拨向自动控制状态（若仅将一个选择开关或没有选择开关拨向自动控制状态，则启动按钮指示灯和停止按钮指示灯以 1Hz 闪烁），此时将

上位机风光互补发电系统运营管理界面中备用电站 1 旋钮置于投入状态，同时投射灯 2 点亮，警示灯工作。

在上述过程执行中，按下光伏控制系统停止按钮或备用电站 1 转为切出时，则投射灯 2 熄灭，警示灯负载停止工作。当按下停止按钮时，应能将备用电站 1 旋钮自动转为切出状态。

备用电站 2 控制动作要求如下：

当上位机风光互补发电系统运营管理界面中风光互补控制面板工作方式旋钮置于自动，运行/检修旋钮置于运行时，并把光伏供电控制单元及风力供电控制单元的选择开关都拨向自动控制状态（若仅将一个选择开关或没有选择开关拨向自动控制状态，则启动按钮指示灯和停止按钮指示灯以 1Hz 闪烁），此时将上位机风光互补发电系统运营管理界面中备用电站 2 旋钮置于投入状态，轴流风机频率设定值为 40Hz，控制轴流风机的变频器频率上升速率为 5Hz/s,下降速率为 10Hz/s。

在上述过程执行中，将备用电站 2 置于切出位或按下风力供电装置的停止按钮，则备用电站 2 切出，电机负载停止工作，控制轴流风机的变频器按指定下降速率降低频率直至为 0 后轴流风机停止。当按下停止按钮时，应能将备用电站 2 旋钮自动转为切出状态。

设计风光互补发电多能源、多负载能源调度运营界面，如图 16 所示。在该界面中要求完成以下功能：

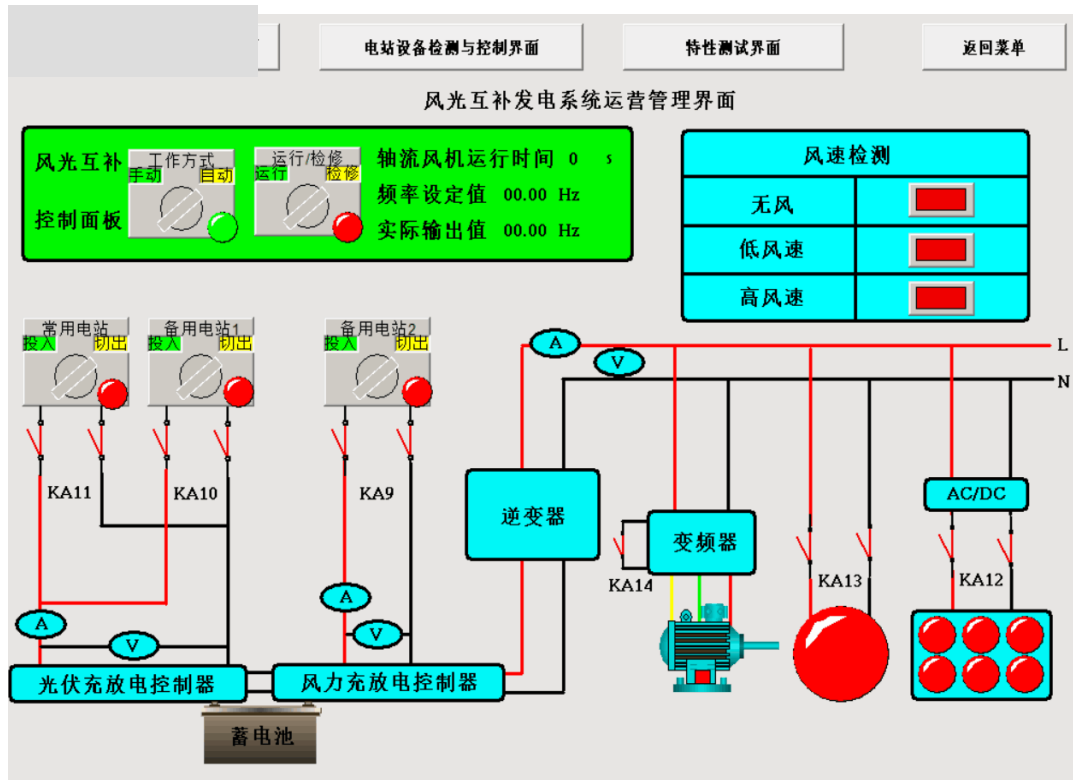


图 16 风光互补发电系统运营管理界面图

①在该界面中设计风光互补工作方式手动/自动、运行/检修旋钮控件及它们的状态指示灯，当工作方式为自动时，显示绿色，否则显示红色，当运行/检修旋钮置于运行时，显示绿色，置于检修时，显示红色；

设计常用电站投入/切出旋钮控件及其工作状态指示灯，备用电站 1 投入/切出旋钮控件及其工作状态指示灯，备用电站 2 投入/切出旋钮控件及其工作状态

指示灯，当电站投入时，相应指示灯控件亮，否则熄灭。

设计风速检测指示灯，按照任务五多能源、多负载能源调度运营中的风速定义显示风速。要求达到所定义风速时，对应的风速检测指示灯显示绿色，否则显示红色。

当上位机风光互补发电系统运营管理界面上的检修/运行旋钮置于运行位，并将风光互补工作方式置于手动，可以进行手动、单循环调试；

当检修/运行旋钮置于运行位，并将风光互补工作方式置于自动，可以进行多能源、多负载调度运行；

置于检修位时，手动、单循环调试以及多能源、多负载调度运行均不能进行。

②控制轴流风机的变频器频率设定值控件及实际值显示控件，轴流风机的运行时间显示控件（累计运行时间）。

③能够根据任务五中多能源、多负载能源调度运营中的任务要求实现表 10 功能。要求在相关继电器动作时，界面上的相应触点能同步开断；负载工作时，显示绿色，停止工作时，显示红色；电站投入时，对应的状态指示灯显示绿色，电站切出时，对应的状态指示灯显示红色。

在所有负载、所有电站均处于工作状态时，截图并保存在一体机桌面上，取名为：风光互补发电系统运营管理界面。

四、风光互补发电系统实时监控（7分）

要求上位机各界面名称与所要求设计的名称一致，用中文标识。各界面中相关按钮控件、位置控件、指示灯控件、下拉菜单等的名称必须用中文名称，图表、曲线、显示控件也应有中文名称及单位。各界面中有关底框颜色、按钮框底色、指示灯颜色等与给定样图一致。

（一）通讯系统的制作、安装与参数设置（1分）

1.通信电缆线的制作与接线

制作风光互补发电实训系统上的 PLC 以太网通信线通讯线并完成与系统连接（如图 17）。水晶头制作要求见竞赛平台第 8 条要求。图 17 中每个工位中台式 PC 机与交换机通信线已完成制作、测试并通过线槽布设完成（用以烧写光伏、风力 PLC 程序）。

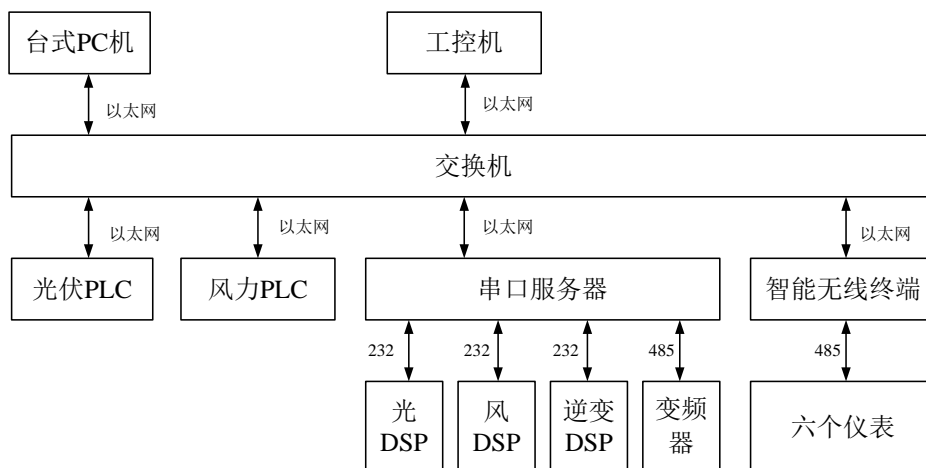


图 17 系统通信

2.监控系统通信设置

正确设置 PLC 与工控机通信参数，完成监控系统的通信。

（二）身份登录管理界面（1分）



图 18 身份登陆管理界面



图 19 管理员登陆后界面

设计身份登陆界面，如图 18 所示。要求能按照管理员（用户名为 admin，密码为 123）身份登陆风光互补发电系统运营管理界面、电站设备检测与控制界面、特性测试界面。以管理员身份登陆后示意图参见图 19；当密码输入完成后 3 秒内，自动检测用户名或密码，当用户名或密码错误时，要求显示用户不存在或密码错误。在图 19 中，点击相关按钮框，即能进入对应操作界面。在有关操作界面下，按下其他界面按钮或返回按钮，应能进入其他界面或返回登陆界面。

（三）电站设备检测与控制（5 分）

设计电站设备检测与控制界面，如图 20（画图）所示，在该界面中要求完成以下功能：

1.设计光伏供电系统、风力供电系统的面板操作控件、位置控件以及它们的指示灯显示控件，以实现控制要求。界面上的面板操作控件、位置控件以及指示灯，应与光伏供电系统、风力供电系统控制面板上的按钮、指示灯具有相同的功能或作用。并要求相关按钮按下或达到相应位置时，控件指示灯显示绿色，否则为红色。

2.设计控制电机负载、报警灯负载、LED 负载旋钮控件及它们的状态指示灯控件。当旋至启动位，相应的负载工作（电机以工频运行），同时相应的状态指示灯控件亮，旋至停止位，负载及对应的状态指示灯停止。

在该界面中还要求完成以下功能：

（1）设置逆变与负载系统死区时间下拉框，下拉框中有 300、600、800、1000、1200、1800、2100、2400、2700、3000 共 10 项数据，时间单位：ns。

（2）设置逆变与负载系统调制比窗，调制比是供选择和测量逆变器输出电压幅度波形使用，调制比范围为 0.7-1（分辨率为 0.1）。

（3）设置逆变与负载系统基波窗，基波频率在 50Hz 至 60Hz 之间可调，分辨率为 1Hz（基波频率设置值小于 50Hz 时直接将设置值定为 50Hz 或基波频率设置值大于 60Hz 时直接将设置值定为 60Hz）。

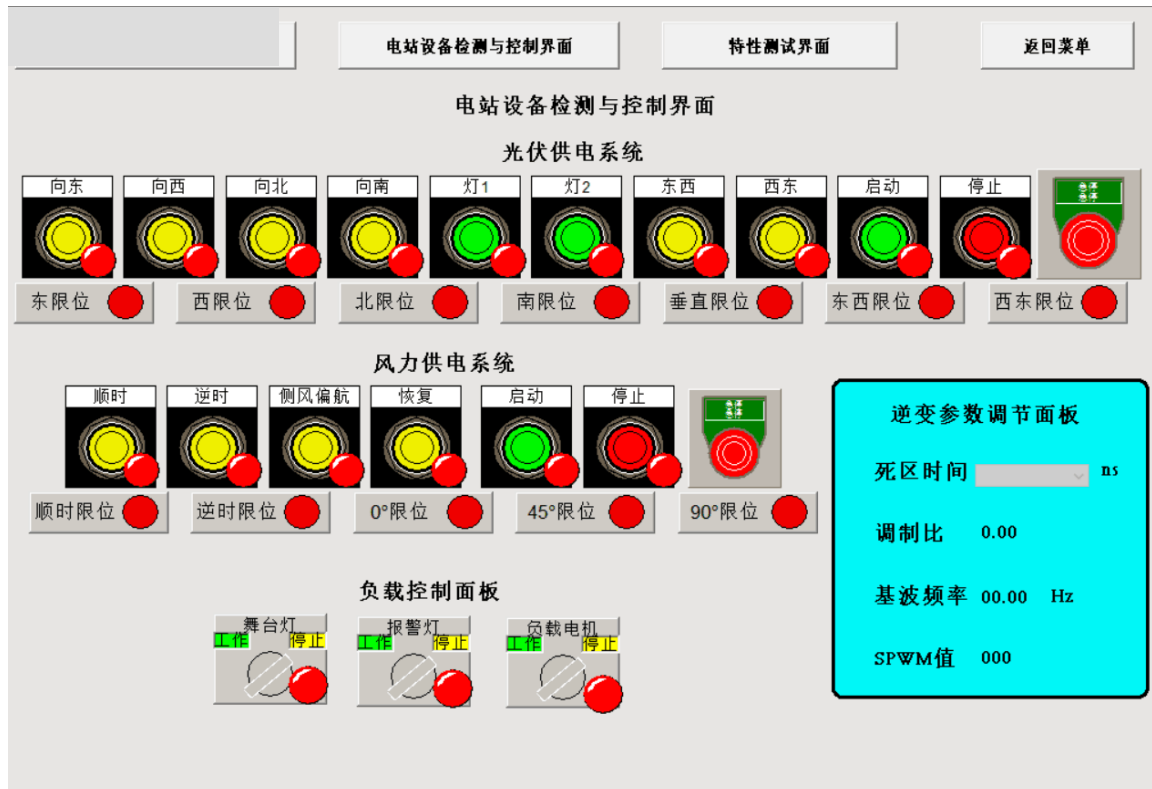


图 20 电站设备检测与控制界面

任务五：能源信息化管理（18%）

要求：能够组网完成能源互联网云平台（以下简称云平台）的搭建，设置网络通讯参数实现云平台与边缘层需要联网的设备正常通讯。在云平台上完成登记数据实现数据采集。设计云平台能源管理应用的可视化界面，并将控件与数据绑定，完成应用发布。通过云平台展示实时数据、能源统计分析、设备状态监控、故障报警信息推送，实现远程运维与管理。

一、云平台搭建组网与通讯设置（5分）

要求：要求能够利用设备上提供的仪器仪表、工业交换机、串口服务器、智能无线终端等器件进行组网完成云平台的搭建，设置网络通讯参数实现云平台与边缘层需要联网的设备正常通讯，网络结构图如图 21。

1. 通讯线的连接

按照能源互联网网络结构图中的定义，将通讯线制作并连接好。主要制作包含：6 个电压电流表到智能无线终端的 2 芯 485 通信线、光伏/风力/逆变 DSP 控制板到串口服务器的 232-水晶头，变频器到串口服务器的 485-水晶头。

水晶头制作要求见竞赛平台第 8 条要求。

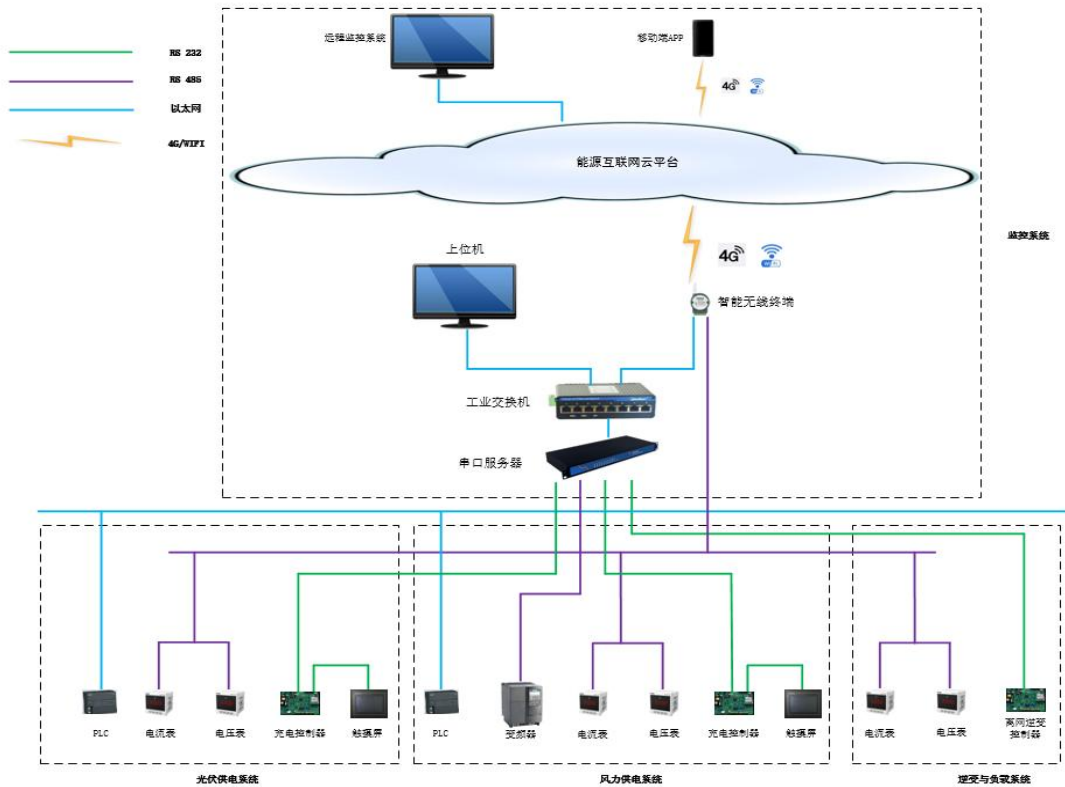


图 21 能源互联网网络结构图

2.通讯参数设置

串口服务器中的参数已经设置好，IP 地址为 192.168.2.7；光伏控制器接入第二个端口，端口号为 20002；风力控制器接入第三个端口，端口号为 20003。

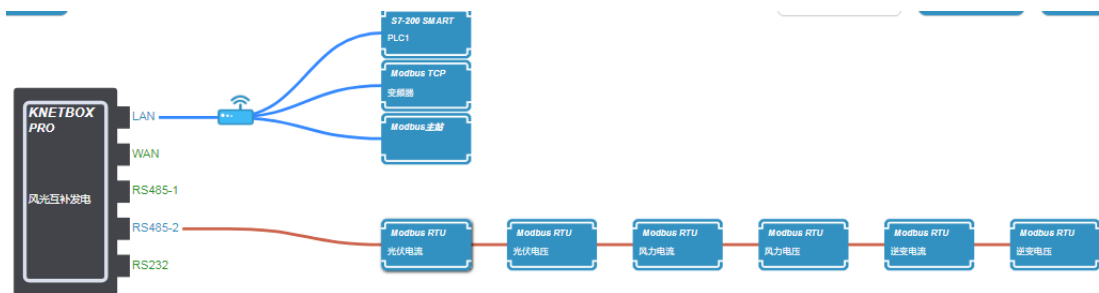
二、云端数据采集（5分）

要求：采用 google chrome 浏览器登录 www.knetcloud.cn，使用考试专用账号密码（现场提供），登录后进入平台智云，选择“项目中心”下的“项目管理”，添加项目命名项目名称为“第 1 场工位 01”（根据实际场次和工位号），项目点击“物联管理”进入模板管理。



(1) 添加模板：在“模板管理”中添加相关模板，模板命名“风光互补发电”。

模板中添加平台云盒子 KNETBOX PRO，设置采集周期为 1 秒，添加 PLC1（光伏 PLC）、风力变频器和六个仪表。



三个设备下分别添加数据：

- 添加光伏 PLC 数据：灯 1、灯 2；
- 添加风力变频器数据：设定频率和实际频率；
- 添加光伏、风力、逆变单元中的电流表、电压表共 6 组数据。

(2) 添加盒子：盒子编号：实际云盒子硬件边上的编号，盒子名称设为：平台云盒，模板选择上一步所建的模板。

(3) 预览

完成模板和盒子添加等配置完成后，能够实现数据采集，能够观察到设备通讯正常，云端数据采样值与实际值一致（图 22 以灯 1、2 为例）。



图 22 信息化数据采集界面

三、云平台能源管理应用设计与发布（4 分）

要求：

(1) 添加设备

在平台智云的“设备管理”中添加设备，设备名称：第 1 场工位 01（根据实际场次和工位号），设置盒子为上面创建的盒子，并同步数据。

(2) 云组态设计

在平台智云的“组态管理”中进行云组态设计，设计相关控件并关联其对应的数据变量名，能够采集并利用指示灯控件显示光伏 PLC 的灯 1 灯 2 状态信息，能够采集并实时显示光伏电站输出电压、电流；能够采集并实时显示风力电站输出电压、电流；能够采集并实时显示逆变与负载系统的逆变输出电压、输出电流等数据；能够进行变频器的设定频率设定和实际频率实时显示。云平台组态界面可参考图 23，完成后保存界面并发布。



图 23 能源管理云平台组态界面

四、能源信息化管理与运营（4分）

要求：以上设定完成后，正常运行设备，登录能源管理云平台，能够在“运营中心”界面查看到当前设备所在地图上的定位，能够检测到上述风光互补发电系统的运行数据。

任务六：职业素养(7%)

1.安全生产（3分）

现场操作安全保护：应符合安全操作规程，不许带电作业。

2.工程素养（2分）

（1）操作岗位：工具摆放、工位整洁、包装物品与导线线头等的处理符合职业岗位标准，节约电气耗材。（1分）

（2）参赛纪律：选手遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜设备和器材。（1分）

3.团队合作精神：应有合理地分工，团队配合紧密。（2分）

二、赛项答题纸

任务二：光伏电站的搭建

1.光伏供电系统的电路图绘制

2.光伏电站的输出特性测试

表1 1号、2号光伏电站的输出特性

组号	电压 U/V	电流 I/mA	功率 P/W	组号	电压 U/V	电流 I/mA	功率 P/W
1				9			
2				10			
3				11			
4				12			
5				13			
6				14			
7				15			
8				16			

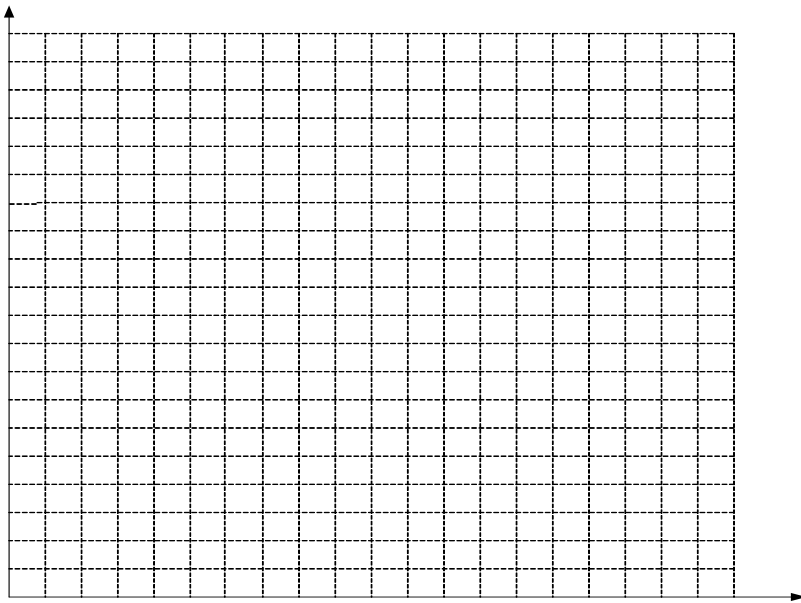


图 1 伏安特性

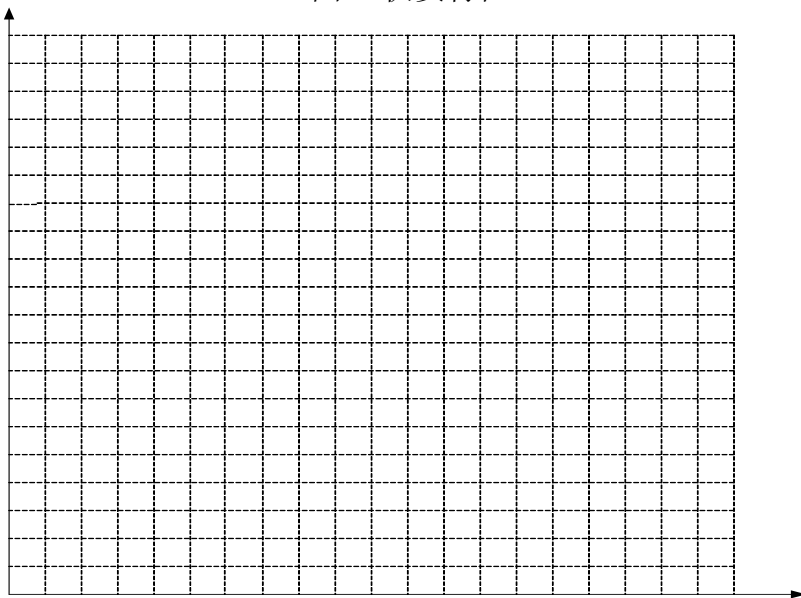


图 2 功率特性

3. 问题分析

通过光伏电站测试数据定性分析遮挡对光伏电池开路电压、短路电流的影响；并通过测试数据说明防逆流二极管的作用。

任务三：风电场的搭建

表 2 风力供电输出电压和输出电流测量值

组号	电压 U/V	电流 I/mA	功率 P/W	组号	电压 U/V	电流 I/ mA	功率 P/W
1				9			
2				10			
3				11			
4				12			
5				13			
6				14			
7				15			
8				16			

三、赛项评分表

技能大赛评分表（任务一）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	光伏电站 规划设计
场次		赛位号	
评分标准 一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、光伏电站 规划设计 方案 (10分)	1. 规划电站类型（1分）没有按照要求规划相应的电站类型，扣1分。		
	2. 规划电站信息（1分）电站规划项目，缺少或填写错误项目名称、客户名称、客户地址、设计方公司名称、设计方公司地址、设计人员名称（所在工位号），每错1处扣0.2分。		
	3.设计光伏电站（5分）没有按照要求截图的，或者截图里不能体现参数信息的，每一处扣1分。		
	4.输出内容（3分）包含《财务分析文件》、《用户侧并网系统设计方案》、《可行性报告》，每缺少一项扣1分。		
总分			

评分裁判签名：_____参赛选手按手印确认_____

技能大赛评分表（任务二）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	光伏电站的搭建
场次		赛位号	
评分标准一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、光伏电站的安装与搭建（9分）	1. 电站与系统接线（7分）光伏电站定义与任务书不符，扣0.5分；连接线错接1根扣0.2分；没有采用规定的电缆线，扣0.2分，端子接线处松动或接线处露铜超1mm或无号码管或号码管错或冷压头压痕位置错误或电站走线不整齐，各扣0.1分；线标套管号码数字没有朝外放置或号码管套入方向错误或U型冷压端子没有充分插入端子排各扣0.1分，电站与供电系统之间的连接没用捆扎带或没用连接件或捆扎不整齐或连接线没顺着型材，各扣0.1分；		
	2. 光伏供电系统的电路图绘制（2分）电路图绘制不完整，每缺少一处回路扣0.5分。互锁回路缺失或错误每一处扣0.5分。		
二、光伏电站的特性测试（5分）	1. 光伏电站输出参数测试（3分）每个表各配分1分；没有按照规定的单位填写测试数据，每个表扣0.5分。没有按要求分配数据点位置，扣0.5分；缺少1个数据各扣0.1分。第一组数据不是开路数据或最后一组数据不是短路数据，各扣0.2分。		
	2. 回答问题（2分）根据参考答案和评分标准酌情扣分。		
三、光伏电站的编程与调试（9分）	1. 手动调试（4分）方位定义错误，各扣1分，灯1、灯2定义错误，扣0.5分。分别按下面板向东、向西、向北和向南、东西、西东、灯1、灯2按钮，没有手动动作，各扣1分，初始位定义错误，各扣0.5分，限位开关不起作用，各扣1分，停止按钮不起作用，各扣0.2分；急停按钮不起作用，各扣0.2分。		
	2. 单循环调试（5分）方位定义错误，各扣1分，灯1、灯2定义错误，扣0.5分。分别按下面板向东、向西、向北和向南、东西、西东、灯1、灯2按钮，没有单循环动作，各扣1分，初始位定义错误，各扣0.5分，限位开关不起作用，各扣1分，停止按钮不起作用，各扣0.2分；急停按钮不起作用，各扣0.2分。		
四、触摸屏组态与通讯设置（2分）	1. 设计电站、负载调试界面缺失或错误扣1分。常用电站、备用电站1、备用电站2的调试按钮每缺少或错误一个扣0.2		
	2. 按下调试按钮运行错误或无动作扣1分。按下常用电站、备用电站1、备用电站2的调试按钮，没有按要求运营的，每处扣0.3分；投入过程中按下停止或急停按钮，没有停止运行的，扣0.4分		
总分			

评分裁判签名：_____参赛选手按手印确认_____

技能大赛评分表（任务三）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	风电场的搭建
场次		赛位号	
评分标准一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、风电场的安装与搭建（7分）	1. 风力供电系统的安装与接线（7分）连接线错接1根扣1分；端子接线处松动或接线处露铜超1mm或无号码管或冷压头压痕位置错误或号码管错，各扣0.2分；线标套管号码数字没有朝外放置或号码管套入方向错误或U型冷压端子没有充分插入端子排各扣0.1分。		
二、风力发电机的特性测试（2分）	1. 风力供电的输出参数测试（2分）没有按照题目要求“从开路到短路”的顺序填表，扣0.2分；没有2个特殊点（短路状态点开路状态点），每个点扣0.2分；没有按照规定单位填写测试数据，扣0.5分；少1个数据各扣0.1分。		
三、风电场的编程与调试（7分）	1. 手动调试（3分）方向定义错误扣0.5分，初始位定义错误各扣0.5分，分别按下面板顺时、逆时、偏航、恢复按钮，没有手动动作，各扣1分，限位开关不起作用，各扣1分，停止按钮不起作用，各扣0.2分；急停按钮各扣0.2分。		
	2. 单循环调试（4分）方向定义错误扣0.5分，初始位定义错误各扣0.5分，分别按下面板顺时、逆时、偏航、恢复按钮，没有单循环动作，各扣1分，限位开关不起作用，各扣1分，停止按钮不起作用，各扣0.2分；急停按钮各扣0.2分。		
四、测试蓄电池充放电数据（2分）	不是风力电站实测电压或不是蓄电池实测电压扣2分。少1个或错1个扣1.5分，占空比没标示，各扣0.5分。文件名错扣0.2分。		
总分			

评分裁判签名：_____ 参赛选手按手印确认_____

技能大赛评分表（任务四）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	风光互补系统调度运营管理
场次		赛位号	
评分标准一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、逆变与负载系统的安装与接线（4分）	负载的接线与布线（4分）连接线错接1根扣0.2分；没有采用接插件或没有经端子排而直接接继电器，扣0.2分；端子接线处松动或接线处露铜超1mm或无号码管或号码管错或冷压压痕位置错误，各扣0.2分；线标套管号码数字没有朝外放置或号码管套入方向错误，各扣0.1分；电站与供电系统之间的连接线没有卡入走线槽或没用缠绕带缠绕导线露出部分或没用连接件或捆扎不整齐，各扣0.2分，缺少走线槽盖板，扣0.5分		
二、测试逆变与负载系统（2分）	1. 测试SPWM波形采用单踪或错误或没有扣1分，波形信息缺少一个频率信息，各扣0.2分。文件名错，扣0.2分，波形1在下方或波形2在上方，各扣0.1分		
	2. 波形无或频率错误扣1分，波形输出电压幅度错误，扣0.5分，缺少波形信息或文件名错，各扣0.2分。		
	3. 死区时间错误扣1分，死区时间与设置值是否一致，不一致，各扣0.5分。		
三、多能源、多负载能源调度运营（9分）	1. 风光互补发电多能源、多负载能源调度运营控制（4分）在检修状态，有系统能够工作，扣3分；两个旋钮没有都旋至自动，按下相应控件系统启动，各扣1分；在运行中没有按照多能源，多负载能源调度运营表，各扣3分，按下急停按钮，没能停止运行扣2分；运行旋钮启动时光伏电站和风力电站没有执行自动程序，每个电站各扣3分；轴流风机没有按照指定频率运行或升降频率设置不正确，各扣0.5分。指示灯没按规定要求动作，各扣0.5分；其余出现与要求不符的，各扣1分。控制电机负载的变频器上升时间设置不正确，扣1分。 2. 风光互补发电多能源、多负载能源调度运营界面（5分），有正确界面但无法操作，得2分，布局或颜色与示例不吻合各扣0.5分，总控界面中缺少一个控件，各扣0.5分，设定频率值或当前频率值不能显示，各扣0.5分，风速显示不正确扣0.5分。缺少标识和器件标号，每个扣0.2分。运行时，软触点与硬触点不能同步运行或关联错误，各扣0.5分，轴流风机运行时间显示不正确或不显示，扣0.2分，运行时电站、负载不能改变颜色，各扣0.1分，与旋钮对应的指示灯不能亮，各扣0.1分。没有截图文件扣0.5分。		

四、风光互补发电系统实时监控（7分）	1. 缺少一根通信线扣1分；接线松动每个扣0.2分。	
	2. 管理员登陆（1分）不能登陆或登陆错误扣2分，或虽能登陆，但用户名或密码不正确，扣1分。当用户名或密码错误时，不能显示错误提示语，扣0.3分。 管理员登陆（1分）不能登陆或登陆错误扣1分，或虽能登陆，但用户名或密码不正确，扣0.5分。当用户名或密码错误时，不能显示错误提示，扣0.3分。	
	3. 电站设备检测与控制（5分）有正确界面但无法操作，得1分；光伏供电系统面板按钮控件，缺少个扣0.1分，不能手动控制，各扣0.1分，没采用中文标识或缺单位，各扣0.1分。布局或颜色与示例不吻合扣0.1分。12个位置控件及其状态指示灯，缺少1个各扣0.1分，控件与实际功能不符或者指示灯不亮，各扣0.1分。	
总分		

评分裁判签名：_____参赛选手按手印确认_____

技能大赛评分表（任务五）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	能源信息化管理
场次		赛位号	
评分标准一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、云平台搭建组网与通讯设置（5分）	1. 通讯线的连接（2分）缺少一根通信线扣1分；接线松动、露铜每处扣0.2分；水晶头压接线芯未与端头齐平，每处扣0.2分；网线没有按照RJ45标准线序接线，每处扣0.2分，铜触点未低于水晶头槽面约1mm，每处扣0.1分，网线外皮未压入水晶头内，每处扣0.2分。		
	2. 通讯参数设置（3分）光伏PLC、风力PLC、串口服务器、智能无线终端的IP地址不在同一个网段内，各扣0.5分		
二、云端数据采集（5分）	智能无线终端未添加扣1分；云端采集数据缺失或数据与实际值不符每处扣0.5分。		
三、云平台能源管理应用设计与发布（4分）	云端组态界面中每少一组数据扣1分，组态模板未发布扣2分。		
四、能源信息化管理与运营（4分）	设备与模板未绑定扣1分；设备名、设备序列号缺少各扣1分；缺少地图监控功能扣1分；界面不能监控风光互补发电系统的运行状态数据扣2分；		
总分			

评分裁判签名：_____参赛选手按手印确认_____

技能大赛评分表（任务六）

赛项名称	风光互补发电系统安装与调试	竞赛模块	职业素养
场次		赛位号	
评分标准一级指标	评分标准二级指标及其分值		得分
一、安全操作 (3分)	1. 出现带电操作, 扣 2 分		
	2. 没穿绝缘鞋, 扣 1 分		
二、工程素养 (2分)	1. 工具、导线、接头摆放混乱, 扣 0.5 分		
	2. 电烙铁用完不归位、随便放置, 扣 0.5 分		
	3. 在比赛过程中选手踩踏连接线或走线槽盖板, 扣 0.5 分		
	4. 比赛结束, 工具没有整理归位, 扣 0.5 分		
	5. 比赛结束, 没有打扫干净工位, 扣 0.5 分		
三、分工合理, 协作精神、尊重裁判 (2分)	1. 分工不合理, 配合不紧密, 扣 0.5 分		
	2. 着装不统一, 扣 0.5 分		
	3. 不尊重裁判, 扣 0.5 分		
总分			

评分裁判签名: _____ 参赛选手按手印确认_____