

保 密

XX 大学

风光互补发电实训系统

项目计划书

湖南依中紫光电气科技有限公司

2019 年 2 月

特别提醒：此文件请注意保密，未经本公司许可不得外传，谢谢配合！

YZFGH-I 风光互补发电实训系统技术方案

序号	名称	数量	单位	单价	小计
1	YZFGH-I 风光互补发电实训系统	2	套		
合计： 万 大写： 圆整					

一、产品简介

1、简介

风光互补发电教学实验实训平台集于太阳能发电及风力发电为一体的新型教学实验系统。可完成风力发电和太阳能发电及基站的供电及并网逆变电源系统集成的相关实验及教学演示。可以帮助学生，进一步理解风力发电及太阳能光伏发电系统的理念、系统集成原理、单元组成、部件认知等方面的学习和工程实际应用技能。

设备主要技术参数

输入电源：单相三线 $\sim 220V \pm 10\%$ 50Hz

工作环境：温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 相对湿度 $\leq 85\%$ (25°C) 海拔 $< 4000\text{m}$

装置容量： $< 1.5\text{kVA}$

光伏供电装置尺寸：约 $1610 \times 1010 \times 1550\text{mm}$

风力供电装置尺寸：约 $1578 \times 1950 \times 1540\text{mm}$

实训柜尺寸：约 $1000 \times 600 \times 2000\text{mm}$

2、人身安全保护功能和设备安全保护

1、进线方面安全处理：

1.1 严格执行国家标准，在实验装置的电源输入端设有电流型漏电器，控制屏内、外或强电输出有漏电现象，即刻告警并切断总电源，确保实验安全。

1.2 设备入口均设有漏电保护器。

1.3 装有可靠的熔断器。

1.4 设备外壳良好接大地。

2、安全处理工艺要求：

- 2.1、一次回路对外壳的绝缘按现场标准严格施工及选材，绝缘电阻大于 $50\text{M}\Omega$ 。
- 2.2、联结电缆采用高强度护套电缆，确保一般的外力接触不会导致绝缘和保护损坏，确保不会导致漏电。
- 2.3、防静电特殊处理，设备台面上铺设防静电的绝缘橡皮，可有效防止静电；
- 2.4、设备的绝缘、散热均按工业标准设计；
- 2.5、实验导线及插座、测试孔均采用安全性能良好的工业标准材料。

二、系统构成

1、系统组成

实训装置主要由光伏供电装置、光伏系统控制屏、风力供电装置、风力系统控制屏、负载控制屏、监控系统组成。风光互补发电实训系统采用模块式结构，各装置和系统具有独立的功能，可以组合成光伏发电实训系统、风力发电实训系统。

设备尺寸：

光伏系统控制屏：约 $800\times 600\times 1950\text{mm}$ ，

风力系统控制屏：约 $800\times 600\times 1950\text{mm}$ ，

负载控制屏：约 $800\times 600\times 1950\text{mm}$ 。

2、模块功能

（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 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。直流电动机旋转时，水平运动减速箱驱动光伏电池方阵作向东方向或向西方向的水平移动、俯仰运动减速箱

驱动光伏电池方阵作向北方向或向南方向的俯仰移动，接近开关和微动开关用于光伏电池方阵位置的限位和保护。

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

（2）光伏系统控制屏

1) 结构组成

光伏系统控制屏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 SMART200PLC、继电器组、接线排、蓄电池组、可调电阻、断路器、24V 开关电源、网孔架等组成。

2) 控制方式

光伏供电控制单元的追日功能有手动控制盒自动控制两个状态，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。

3) 充、放电控制单元和信号处理单元

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，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。

4) 蓄电池组

蓄电池组选用 2 节阀控密封式铅酸蓄电池，主要参数：

容量 12V 18Ah/20HR

重量 1.9kg

尺寸 345mm×195mm×20mm

（3）风力供电装置

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。当风场运动机构中的单相交流电动机旋转时，传动齿轮链机构带动滚轮转动，风场运动机构箱体围绕风力发电机的塔架作圆周旋转运动，当轴流风机输送可变风量风时，在风力发电机周围形成风向和风速可变的风场。

在可变风场中，风力发电机利用尾舵实现被动偏航迎风，使风力发电机输出最大电能。测速仪检测风场的风量，当风场的风量超过安全值时，侧风偏航控制机构动作，使尾舵侧风 450，风力发电机叶片转速变慢。当风场的风量过大时，尾舵侧风 900，风力发电机处于制动状态。

(4) 风力系统控制屏

1) 结构组成

风力系统控制屏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、充 / 放电控制单元、信号处理单元、西门子 SMART200PLC、继电器组、接线排、可调电阻、断路器、网孔架等组成。

2) 控制方式

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。

3) 充、放电控制单元和信号处理单元

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，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。

4) 测风偏航

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。

对于变桨距风轮，当风速增加时，可根据风速的变化调整气流对叶片的攻角。当风速超过额定风速时，输出功率可稳定地保持在额定功率上。特别是在大风的情况下，风力机处于顺桨状态，使桨叶和整机的受力状况大为改善。

小型风力发电机多数是定桨距风轮，在大风的情况下，采用侧风偏航控制使气流与叶片分离，使风轮叶片处于“失速”状态，安全地保护风力发电机。另外，还可以通过侧风偏航控制风力发电机保持恒定功率输出。

（5）负载控制屏

1) 负载控制屏的组成

负载控制屏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、直流升压单元、全桥逆变单元、逆变器参数检测模块、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、网孔架等组成。

逆变电源控制单元

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、接线端子等组成。

逆变输出显示单元

逆变输出显示单元主要由交流电流表、交流电压表、接线端子等组成。

负载控制屏主电路

负载控制屏主要由逆变器、交流调速系统、逆变器测试模块、发光管舞台灯光模块和警示灯组成。

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 AC220V 供三相交流电动机使用。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。逆变器测试模块用于检测逆变器的死区、基波、SPWM 波形。

2) 逆变装置

逆变器是将低压直流电源转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。本实训装置使用的逆变装置由 DC-DC 升压单元、逆变控制单元、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。本逆变器有很多优点，升压部分由 ARM 芯片驱动两个升压 MOS 管，SG3525 脉宽调制控制器，不仅具有可调整的死区时间控制功能，而且还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 STM32F103 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。

(6) 监控系统

1) 监控系统组成

监控系统主要由一体机、键盘、鼠标、接线排、电源插座、通信线、微软操作系统软件、监控软件组成。

2) 监控系统功能

1) 监控系统与仪表、PLC、变频器通信。

2) 监控系统具有主界面，光伏供电系统界面，风力系统控制屏界面，负载控制屏界面，风光互补能量转换界面，分别显示各自的运行状态参数。

3) 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。

4) 风力系统控制屏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。

三、实训项目

光伏发电实训系统实验

1、太阳能电池发电原理实验

2、环境对光伏转换影响实验

3、控制器工作原理实验

4、控制器充放电保护实验

5、太阳能路灯实验

6、太阳能警示灯实验

- 7、离网逆变器逆变实验
- 8、并网逆变器逆变实验
- 9、太阳能电池板追日实训
- 10、直流负载测试实验

风力发电实训系统

- 1、水平轴永磁同步风力发电机的组成安装实验
- 2、模拟风场的设计与搭建实验
- 3、风力发电机被动偏航与主动偏航原理及结构设计实验
- 4、风力系统控制屏的组成及工作原理
- 5、可变风向和可变风量控制实验
- 6、风力发电机偏航控制方式实验
- 7、风力发电机输出特性测试实验
- 8、逆变器工作原理实验
- 9、逆变器不同负载设计连接实验
- 10、上位机与各单元通信方式与连接实验
- 11、蓄电池的充电特性和放电保护实验

四、主要设备清单及技术指标

一、风力发电装置			
序号	名称	技术参数	数量
1	水平轴永磁同步风力发电机	输出功率：300W 输出（整流）电压：> +24V 叶片旋转直径：80Cm 叶片数量：6个 启动风速：1m/s 切入风速：1.5m/s 安全风速：25 m/s 偏航：程序控制自动偏航 偏航电机：工作电压（DC 24V）、转速（25rpm）	1
2	风速仪	风碗数：3个	1
3	轴流通风机	流量：2100m ³ /h 电压：380V（由变频器控制） 全压：215Pa 频率：50Hz	1

		功率：2.2KW 转速：1400r/min 轴流风机支架 轴流风机框罩	
4	风向控制电机	减速比：1：40；电压：AC220V；和运动机构的链接机构：链轮	1

二、光伏发电装置

序号	名称	技术参数	数量
1	电池组件	功率：20W；误差：±5%；输出电压：17.2V；输出电流：1.17A；开路电压：21.4V；短路电流：1.27A；工作环境温度：45℃±2℃；尺寸：430×430×28mm	4
2	追日传感器	输出电压：0-5V；跟踪精度：1度；结构：4电桥	1
3	投射灯	摆臂机构：涡轮蜗杆结构（2个减速箱）；电压：220V；频率：50Hz；电流：1.36A；最大功率：300W	2
4	追日机构	结构：涡轮蜗杆结构（减速箱）；驱动：直流电机；轴数：双轴二维	1

三、风力系统控制屏

序号	名称	技术参数	数量
1	电源控制单元	含漏电保护断路器，AC220V 和 DC24V 状态指示灯、电源插座	1
2	风电控制电源单元	含漏电保护断路器，AC220V 和 DC24V 状态指示灯	1
3	触摸屏	MCGS, 7", 彩色	1
4	风光互补控制器	JW-MPPT, 300W, 24V	1
5	直流输入单元	电流表：DC 0-5A；电压表：DC 0-500V；接口：RS485	1
6	风力供电控制单元	风场运动方向：顺时、逆时 轴流风机控制：给风 偏航控制：偏航、停止 自动控制：启动、急停	1
7	PLC	Smart200 SR30	1
8	变频器	V20-3KW	1
9	蓄电池	12V 18Ah/20HR	2
10	可调电阻	范围：0-1000Ω，无级可调（有刻度）	1

四、光伏供电系统

序号	名称	技术参数	数量
1	电源控制单元	含漏电保护断路器，AC220V 和 DC24V 状态指示灯、电源插座	1
2	光伏控制电源单元	含漏电保护断路器，AC220V 和 DC24V 状态指示灯	1
3	触摸屏	MCGS, 7", 彩色	1
4	风光互补控制器	JW-MPPT, 300W, 24V	1
5	直流单元	电流表：DC 0-5A 电压表：DC 0-500V 接口：RS485	1
6	光伏供电控制单元	电池板跟踪方向：东、南、西、北 投光灯控制：灯1、灯2 投光灯运动方向：东西、西东、停止 自动控制：启动、急停	1

8	PLC	Smart200 SR40	1
9	蓄电池	12V 18Ah/20HR	2
10	可调电阻	范围：0-1000Ω，无级可调（有刻度）	1
五、负载控制屏			
序号	名称	技术参数	数量
1	逆变输出显示单元	电流表：AC 0-5A；电压表：AC 0-500V；	1
2	逆变控制电源单元	含漏电保护断路器，AC220V 和 DC24V 状态指示灯	1
3	逆变装置	输入电压：DC24V 输出电压：AC180~220V 可调±5% 额定输出电流：1.4A 输出频率：50Hz~60Hz 可调±0.5Hz 额定功率：300VA 输出波形：正弦波 波形失真：<5% 转换效率：>85%	
4	开关电源	输入电压：AC 220V；输出电压：DC 24V；输出电流：5A	1
5	变频器	V20-0.37Kw	1
6	电机负载	功率：25W；电压：AC220V；转速：1300rpm	1
7	模拟舞台灯光负载	二极管字样为“KNT”的发光模块	1
六、实验台			
序号	名称	技术参数	数量
1	网孔板实验台	竖式网孔板基本结构：下方为工具箱+4个轮子，上方为竖式网孔板 尺寸：800(长)×600(宽)×2000(高) 外框架构成：铝合金型材； 内嵌喷塑钢板 钢板尺寸：1200mm×820mm 钢板厚度：2mm 钢板孔规格：上方孔尺寸6×10mm，孔左右间距为6mm，上下间距为6mm 且错位8mm； 网孔板配有推拉式抽屉，抽屉采用型材外框、2mm 钢板底部； 网孔架底部装有滑轮。	4
2	微软操作系统软件	Window XP	1
3	通讯电缆	0.3mm ² 双芯屏蔽线	1
4	实验指导书	风光互补发电系统实训指导书	1