**DB-SWP04 光伏发电设备安装与调试实训系统**

**一、系统组成**

 光伏发电设备安装与调试实训系统有光伏供电装置、光伏供电系统、逆变与负载系统、监控系统四个部分组成。

光伏发电设备安装与调试实训系统采用模块式结构，各装置和系统具有独立的功能，应用灵活，即可组合应用，也可独立工作运行。



**二、技术参数**

 **1.光伏供电装置**

 光伏发电设备安装与调试实训系统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。



**光伏供电装置**

 **设备尺寸：**光伏供电装置1610×1010×1550mm、实训柜1000×1000×2000mm；

 **2.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：230×230×28mm；

**3、光伏供电系统**

**1） 光伏供电系统的组成**

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控制单元、接口单元、西门子S7-200PLC、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。

**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） DSP控制单元和接口单元**

蓄电池的充电过程及充电保护由DSP控制单元、接口单元及程序完成，蓄电池的放电保护由DSP控制单元、接口单元及继电器完成，当蓄电池放电电压低于规定值，DSP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4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

含漏电保护断路器，AC220V 和DC24V状态指示灯、电源插座；

**4、逆变与负载系统**

 **（1） 逆变与负载系统的组成**

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、逆变器、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。

 **1） 逆变电源控制单元**

逆变电源控制单元面板如图19所示，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。

 **2） 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。

 **3） 逆变与负载系统主电路**

逆变与负载系统主要由逆变器、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） 逆变器**

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。本实训装置使用的逆变器由DC-DC升压PWM控制芯片单元、驱动+升压功率MOS管单元、升压变压器、SPWM芯片单元、高压驱动芯片单元、全桥逆变功率MOS管单元、LC滤波器组成。

**（3）逆变与负载系统运行参数**

* 逆变器输入电压：DC12V、
* 输入电压范围：DC9.5V-15.5V、
* 输出电压：AC220V±5%
* 额定输出电流：1.4A
* 输出频率：50Hz±0.5Hz
* 额定功率：300VA
* 输出波形：正弦波
* 波形失真：＜5%
* 转换效率：＞85%
* 实验模块：正弦波逆变器原理模块

**5、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、力控组态软件组成。

 **（2） 监控系统功能**

 1） 通信

监控系统与控制器、PLC、仪表进行通信。

 2） 界面

* 监控系统具有主界面，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，实现风力发电机侧风偏航控制。
* 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。

**★(3) 分布式光伏仿真规划软件**

1. **概述：**

 基于Unity3D软件，使用C#语言进行开发，采用My Sql作为后台数据库，通过FTP协议与数据库进行通信。软件使用者通过使用光伏、风力、地热、生物质4种能源设计多能互补方案，完成区域能源的供能结构改造方案设计，并结合区域的气候数据，模拟区域内实时能耗与供能数据，从而优化出合理的能源结构。

**二、用户管理功能：**

1. 注册：支持学生或教师按照学校名称和手机号码注册用户
2. 登录：支持学生或教师根据手机号码或用户名登录系统。
3. 找回密码：支持学生或教师根据手机号码找回密码
4. 权限管理：支持主用户添加或删除子用户
5. 用户信息管理：支持用户信息查看，包括用户名、学校、真实姓名、学号、上级用户等
6. 异地登录：同一个账号24小时内只能在同一台电脑上登录，无法在其他电脑上登录。

**三、组件数据库**

1. 支持查看市面上超过15家光伏组件厂商的实际数据
2. 涵盖了至少500种规格型号的光伏组件数据。
3. 每种光伏组件的型号常规参数均可查看：价格、功率、组件类型、峰值电压、开路电压、最大允许电压、电压温度系数、峰值电流、短路电流、电流温度系数、光电转化效率、长度、重量等

**四、逆变器数据库**

1. 支持查看市面上超过6家逆变器厂商的实际数据。
2. 涵盖了至少40种规格型号的逆变器数据。
3. 每种型号的逆变器常规参数均可查看：价格、最大直流输入、额定交流输出、最大效率、欧洲效率、最小电压、mppt电压、MPPT数量、最大直流电压、最大直流电流、尺寸、重量等。

**五、气象数据库**

1. 支持查看全国超过32个城市的模拟地图气候数据。
2. 支持查看2013-2016年的精确到天的模拟地图气候数据，可自由设置日期进行查看。
3. 每个城市的气候数据均可查看：平均气温、最高最低气温、湿度、降水量、辐照量、气压、风速、土地湿度摄氏度等。

**六、3D地图功能**

**6.1 模型**

支持教师通过3D地图上的模拟能耗布置相应学习任务，同时可以修改多种参数以最大化的适应不同实际情况，最后可以根据学生完成情况进行相应的评分。

1. 根据项目及学习任务需要规划设计的区域面积大小，选择对应面积以及地形相似度高的区域，并定期更新可用的区域3d地图
2. 加载在3D地图上的是真实的地形地貌，包含设计成虚拟的地形地貌、3D地图模型、山川、河流与树木；
3. 支持修改光伏发电的相关评分参数：整机效率、最佳倾角、除组件和逆变器以外的其他成本参数等。
4. 支持修改风力发电的相关评分参数：整机效率、风力波动（自定义风速的每小时波动数据以体现出风力发电机组随着每小时风速数据的变化，发电量在1天24小时内随机波动的特点；）
5. 支持修改地热能的相关评分参数：换热能力、热协调参数、成本单价
6. 支持修改生物质能的相关评分参数：生物质年供应、整机效率、生物质残余物平均能源折算系数、生物质平均谷草比系数、生物质残余物能源利用可获得系数、建设成本、燃料成本、运维成本等。同时可自动根据公司计算得出每年最大可建设的电站功率作为评分准则。

（最大生物质电站功率=年供应量\*1000\*平均能源折算系数\*谷草比系数\*残余物能源利用可获得系数/ 3600/365/24）

1. 设计区域内的5种用能建筑模型（底层住宅、交通枢纽、酒店、小高层、写字楼），通过设置每个建筑模型的最大功率、制冷制热能耗占比、每小时实际用电系数、日能耗时长，可以获得区域内建筑每小时、每天、全年的耗电情况以及制冷制热能耗需求；
2. 可选择全国任意地区（精确城市）、任意气候时段作为区域能源模拟的目标区域，通过对比数据库可以得出当地经纬度、光伏组件全年最高、最低工作温度，并可以自动计算最大、最小电压、最大开路电压、最大直流电流等数据
3. 可以自行比较同一模型不同规划方案的优劣，通过比较倾角偏差、组件逆变器功率比、间距误差、逆变器数量、生物质电站容量、浅层地热容量、风力电站布局、外部电力输入、外部电力波动、建设总成本等，可以对同一模型下的方案进行自动评分
4. 命名：教师可以自行命名模型的名字
5. 删除：教师可以对模型进行删除操作

**6.2 方案**

支持学生通过设置3D地图上的各种能源搭配的方案来解答教师给出的学习任务，并给出相应的数据报表

1. 在3d地图上，根据模拟的每小时用能数据，合理布局“光伏发电”“风力发电”“生物质发电”“浅层地热设施”设置各种产能模块的产能参数，满足区域用能需求，以完成需求侧区域能源规划方案的设计；
2. 使用光伏、风力、生物质、地热4种新能源并结合外部电力输入以进行能源供应模拟并能自动计算产能。
3. 根据设施地区经纬度与气候参数，通过选择不同型号规格的逆变器与光伏组件，来完成光伏组件方阵的设计，主要包含参数有：方阵行数、方阵列数、组件安装方式设计、倾角设计、逆变器数量、组件间距设计、组串串并联的数量等完成区域光伏电站设置
4. 根据每小时的用电情况，实现户式/小型分布式光伏电站的模拟设计，并根据所选光伏组件与逆变器估算该电站的建设成本以及模拟该分布式电站与负载的合并运行情况
5. 可设置不同容量大小的风机，模拟风力发电功率
6. 根据模拟时段内的气温数据，判断当日是否存在制冷制热需求，并根据当日的冷热程度模拟制冷制热能耗情况。
7. 模拟浅层地热换热能力与埋管面积的关系；同时学生根据模拟数据需要，设置生物质能建设所需面具，以满足模拟建筑制冷制热能耗需求；
8. 学习生物质发电过程中，通过生物质能电站的一系列参数，强化学生对于生物质能转化公式学习。（最大生物质电站功率=年供应量\*1000\*平均能源折算系数\*谷草比系数\*残余物能源利用可获得系数/ 3600/365/24）
9. 模拟白天时段，光伏发电设施每小时发电数据，体现出白天每小时光伏发电量随光照强度变化、夜晚光伏没有发电的量的特点；
10. 根据逆变器、光伏组件的价格，风机机组价格，地热电站价格，生物质电站价格对所设计的多能互补方案的建设总成本自动统计
11. 在初始化并部署完成后，展示整个区域能源状态，并根据预设值进行计算和输出，根据输出结果形成各类报表。包括总数据和日数据；
12. 能源数据报表中，通过模拟时间过程，以及设计好的方案，可以显示各种能源的产能情况，包括：总产能、光伏发电量、风力发电量、浅层地热能量、生物质能发电量以及外部电力输入等。
13. 根据用能模块预设的用能参数，模拟计算出用能情况实时曲线与各类产能设施的产能占比，并同步图表显示，包括总能耗、一般能耗、制冷制热能耗等，有助于学生进行相应能源的设计配比。
14. 命名：学生可自行对设计方案进行命名或重命名
15. 删除：教师或学生可删除方案

**七、其他**

1.小工具：

光伏阵列间距计算器：可通过计算器自动计算出最佳倾角下的方阵最佳间距。涵盖了全国32个城市。可查询的数据有：经纬度、不同光伏阵列倾角下的日平均辐射、年度总太阳辐射等。同时根据选择的组件尺寸，根据倾角自动计算出方阵最佳间距。

2.参考计算公示：D=0.707H/tan[arcsin(0.648cosα-0.399sinα）]

**★(4) 新能源教学系统仿真软件**

\* **一、软件概述**

1、通过该软件可以系统性学习太阳能光伏硅材料、电池片、光伏组件、光伏组件附属材料、光伏应用产品等全部系列光伏知识内容。

2、配备文字与动画展示并介绍从原材料至成品包括中间环节加工工艺等与使用方法。

3、多媒体系统自带语音讲解，图、文、声并茂展示讲解、与系统所述文字同步播放，帮助教师对光伏发电课程教案的快速编写，提高学生对新能源专业知识快速掌握和快速学习。

4、软件组成

(1)太阳能光伏硅材料讲解与展示系统

**主要功能**

1、可以展示各种太阳能光伏电池使用的硅材料实物；

2、配备文字与动画展示各种材料的生产工艺与使用方法

3、目录（约11课时）

* 光伏硅产品基本情况介绍
* 硅单质性质：包括硅的物理性质、化学性质、硅的分类与应用
* 硅化合物性质：包括二氧化硅、一氧化硅、硅的卤化物、三氯氢硅、硅烷等
* 硅的生长原理及定型
* 硅的提纯方法：包括化学提纯与物理提纯方法
* 多晶硅的制备及其缺陷和杂质：包括冶金硅级制备、高纯多晶硅制备、铸造多晶硅制备
* 单晶硅的制备及其缺陷和杂质：包括单晶硅生长、单晶硅的杂质与缺陷
* 单晶硅与多晶硅加工方法
* 硅薄膜材料：包括非晶硅薄膜材料、多晶硅薄膜材料
* 硅材料的测试与分析方法：包括导电型号测量、电阻率测量、少子寿命测量、霍尔系数的测定、迁移率的测量、化学性能分析、晶体结构分析等
* 硅材料测试与分析依据标准（GB标准、UL标准、IEC标准、SEMI标准）

(2)太阳能光伏电池片讲解与展示系统

**主要功能**

1、可以展示各种太阳能光伏电池片；

2、配备文字与动画展示各种电池片的生产工艺与使用方法

3、目录（约9课时）

* 太阳能电池片基本情况介绍
* 太阳能电池片基本结构分析
* 太阳能电池片分类
* 晶体硅太阳能电池片生产工艺：包括生产方法与生产设备介绍
* 晶体硅太阳能电池片生产主要原材料
* 太阳能电池片测试技术与方法：包括测试方法与测试设备介绍
* 太阳能电池片测试依据标准

(3)太阳能光伏组件讲解与展示系统

1、可以展示各种太阳能光伏光伏组件；

2、配备文字与动画展示各种光伏组件的生产工艺与使用方法

3、目录（约10课时）

* 太阳能电池组件基本介绍
* 太阳能电池组件的分类及各种组件的优缺点
* 太阳能电池组件的生产工艺介绍及相关设备
* 太阳电池组件的评定标准
* 太阳能电池组件的测试方法与测试设备
* 太阳能电池组件的发展方向

**(4)太阳能光伏组件附属材料讲解与展示系统**

**主要功能**

1、可以展示各种太阳能光伏光伏组件附属材料；

2、配备文字与动画展示各种光伏组件附属材料的生产工艺与使用方法

3、目录（约7课时）

* 太阳能组件附属设施情况介绍
* 太阳能组件对钢化玻璃的具体要求
* 太阳能组件对支架铝型材的具体要求
* 太阳能组件对EVA封胶的具体要求
* 太阳能组件对TPT背板的具体要求
* 太阳能组件附属设施检测方法
* 太阳能组件附属设施测试标准

\* **二、展示与讲解内容目录（图、文、声并茂）**

**2.1 太阳能光伏应用产品讲解与展示系统（约5课时）**

2.1.1 太阳能发电系统：

2.1.2 家用太阳能发电机直流系统多媒体电视机

2.1.3 太阳能便携电源：

2.1.4 太阳能杀虫灯

2.1.5 太阳能警示灯

2.1.6 太阳能野营灯

**2.2 太阳能光伏发电基本原理**

**2.3 太阳能光伏发电系统组成部分介绍**

**2.4 太阳能光伏发电系统设计方法**

**2.5 太阳能光伏电站施工建设方法**

**2.5.1、项目前期考察**

**2.5.2、项目建设前期资料及批复文件**

**第一阶段：可研阶段**

**第二阶段：获得省级/市级相关部门的批复文件**

**第三阶段：获得开工许可**

**2.5.3、项目施工图设计**

**2.5.4、项目实施建设**

**2.5.5、带电前的必备条件**

**2.6太阳能光伏并网电站介绍**

**2.6.1、光伏并网电站简要描述**

**2.6.2、光伏并网电站设备组成**

**2.6.2、光伏并网电站设备功能**

**2.7 家用型太阳能电站建设方案**

**2.7.1、项目概述**

**2.7.2、方案设计 （附详细方案设计）**

（一）用户负载信息

（二）系统方案设计

（三）效益计算：

**2.8 逆变器基本原理介绍**

**2.9 控制器基本原理介绍**

**三、 主要实验实训内容**

1. 离网型光伏发电系统规划；
2. 根据功率要求，光伏电池组件的选择、安装和连接；
3. 基于MCU的光伏电池组件最大功率跟踪程序设计；
4. 蓄电池容量匹配计算与选型；
5. 蓄电池充放电参数设置、保护参数设置；
6. 逆变器参数设置；
7. 监控系统组态及操作；
8. 光伏供电系统的调试；
9. 电能质量的监测、调试和分析。