**2022年全国职业院校技能大赛**

**风光互补发电系统安装与调试**

**赛项样卷五**

**2021年12月**

**选手须知：**

（1）任务书正卷部分共25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）竞赛一天完成，职业素养在竞赛全过程考核，全程需完成任务一光伏电站规划设计、任务二光伏电站的搭建、任务三风电场的搭建、任务四风光互补发电系统调度运营管理、任务五能源信息化管理，共计时间8小时。参赛选手应在规定时间内完成任务书内容，将各系统的运行记录或程序文件存储到指定的计算机的盘目录下，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身份有关的信息，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，竞赛成绩记为零分。

（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、赛项任务书**

**（一）竞赛平台**

竞赛平台由光伏系统设计软件平台、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。

**1.光伏电站规划与设计软件**

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规划设计和仿真，主要包含路灯系统、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。

**2．光伏电站**

**2.1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。

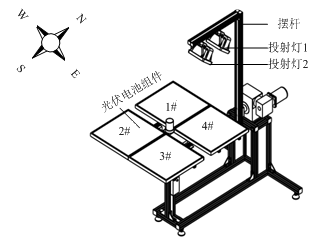


图1 光伏供电装置外形图及方向定义

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。

**2.2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、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已拆除、PLC

除了AC220V电源线和接地线外，其它接线已拆除；继电器组接线已拆除。触摸屏通信线已拆除。

将光伏电池组件4#组成1号光伏电站，1#、2#、3#组成2号光伏电站。

**3．风电场**

**3.1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。

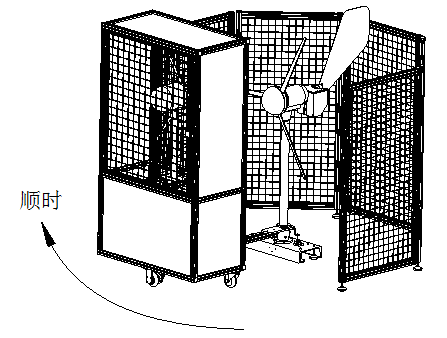


图2 风力供电装置示意图

**3.2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、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。

风力供电系统的风力供电控制单元没有接线、PLC除了AC220V电源线、接地线外，其它接线已拆除，继电器组上所有接线已拆除。

**4．能源转换平台**

能源转换平台中的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，负载的连接线已拆除。

能源转换平台能够通过整个风光互补发电系统实现多能源、多负载能源调度运营。

**5．能源信息化管理系统**

能源信息化管理系统主要由计算机、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。

**6. 风光互补发电系统安装接线基本工艺要求**

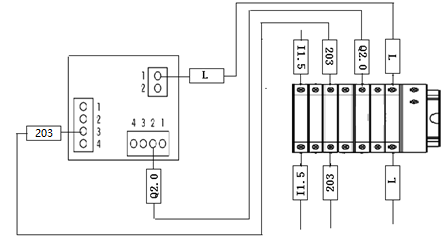
（1）号码管在套入时，所有接线方向垂直于地面的套管，号码及字母组合读序从远离接线端至接线口，所有接线方向平行于地面的套管，号码及字母组合读序从左至右，如图3所示。

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。

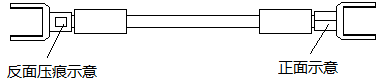
 

图4 冷压头压痕位置示意图 图5 U型冷压头与端子排连接示意图

（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，铜触面要低于水晶头槽面约1mm，确保触面与线芯内导线接触充分，以太网线的外皮要压入水晶头内。

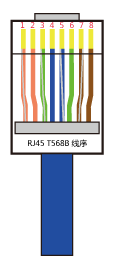


图6 RJ45 T568B线序

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。

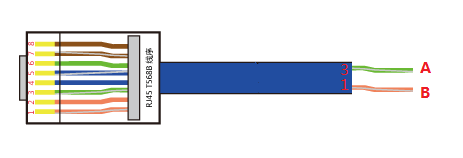


图7 RS485接线图

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、可研报告。



图9 光伏系统设计软件平台

**光伏电站规划设计方案（10分）**

在电脑中安装有光伏系统设计软件，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》。

项目地址选择为内蒙古呼和浩特市，客户名称为“客户D”，地址为内蒙古呼和浩特市，设计方公司名称为“技能大赛参赛组”, 设计方公司地址为内蒙古呼和浩特市，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25000㎡，设计光伏并网系统容量为1.5MW即1500KW。

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案、可研报告三部分，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。

可研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%）**

1. **光伏电站的安装与搭建（9分）**
2. **光伏供电装置与供电系统的安装接线要求**



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。按照图10所示电路完成接线。从光伏电站到系统的连接线须采用0.3mm2的四芯电缆线。

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）。

**2．光伏供电系统的电路图绘制**

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。其中继电器KA1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KA2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KA3用于控制摆杆由西向东运动及西东运动指示灯；继电器KA4用于控制摆杆由东向西运动及东西运动指示灯；继电器KA5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KA6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;KA12用于控制舞台灯负载运行/停止；KA13用于控制报警灯负载运行/停止；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。

**3.光伏供电系统的安装与接线**

**（1）控制单元的布线与接线**

在不改变光伏供电控制单元的按钮、旋钮、急停按钮的功能，按照表1配置表及表2要求，完成光伏供电控制单元的布线与接线。

**（2）PLC的布线及接线**

根据表1 PLC的配置表及表2的线径和颜色要求表，完成 PLC的布线与接线。

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

表2 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 | 0.75mm2红色 | 25 | I2.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 2 | N | 接线排N | 0.75mm2黑色 | 26 | I2.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 3 | GND | 接线排PE | 0.75mm2黄绿色 | 27 | I2.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 4 | 1M | 略 | 0.3mm2白色 | 28 | I2.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 5 | 1L | 略 | 0.3mm2红色 | 29 | I2.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 6 | 2L | 略 | 0.3mm2红色 | 30 | I2.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 7 | 3L | 略 | 0.3mm2红色 | 31 | I2.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 8 | 4L | 略 | 0.3mm2红色 | 32 | I2.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 9 | I0.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 33 | Q0.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 10 | I0.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 34 | Q0.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 11 | I0.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 35 | Q0.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 12 | I0.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 36 | Q0.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 13 | I0.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 37 | Q0.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 14 | I0.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 38 | Q0.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 15 | I0.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 39 | Q0.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 16 | I0.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 40 | Q0.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 17 | I1.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 41 | Q1.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 18 | I1.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 42 | Q1.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 19 | I1.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 43 | Q1.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 20 | I1.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 44 | Q1.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 21 | I1.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 45 | Q1.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 22 | I1.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 46 | Q1.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 23 | I1.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 47 | Q1.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 24 | I1.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 48 | Q1.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 |

**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继电器布线与接线要有合理的线标套管，其中线标套管K01～K06用于互锁信号。

**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，将下面测试的数据分别填在答题纸表1～表3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：

（1）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）调节光伏供电装置的摆杆处于垂直位置，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°），并保持遮挡2号光伏电站，再次检测1号、2号光伏电站同时发电输出特性。

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2中，共记录16组。

（3）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°），并保持遮挡2号光伏电站，但在1号光伏电站电源输出正极线上串联防逆流（防反）二极管，再次检测1号、2号光伏电站的输出特性。

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3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、表2和表3记录的数据，在答题纸坐标图1上分别绘制3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3条光伏电池组件电流（纵坐标）-电压（横坐标）特性曲线。每条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。

3.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。

**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3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3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3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3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3秒后停止偏转运动。在摆杆由东向西偏转的过程中，按下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3秒后停止偏转运动。在摆杆由西向东偏转的过程中，按下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3秒。在此过程中按下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3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。

**2.单循环调试**

（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，在此过程中按下停止按钮或急停按钮，摆杆停止偏转。

（7）PLC处在自动控制状态时，按下灯1按钮，灯1按钮指示灯及投射灯1持续点亮，在此过程中再次按下灯1按钮或按下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处在自动控制状态时，按下灯2按钮，灯2按钮指示灯及投射灯2持续点亮，在此过程中再次按下灯2按钮或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。

**四、触摸屏组态与通讯设置（2分）**

**设计电站调试界面**

要求：设计控制光伏电站1、光伏电站2、风电场的调试按钮。当PLC处在手动控制状态时，按下光伏电站1、光伏电站2调试按钮，对应电站投入运行3秒；按下风电场调试按钮，风电场投入运行，再次按下风电场调试按钮，风电场切除运行；在此过程中，按下停止按钮或急停按钮，对应负载或电站停止运行。

**任务三:风电场的搭建(18%)**

1. **风电场的安装与搭建（7分）**

**1. 风力供电装置与供电系统的安装与接线**

图13 风力供电装置与供电系统的安装与接线图

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。

**2.风力供电系统的安装与接线**

**（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）PLC的布线及接线**

PLC的输入输出配置如表3所示。

根据表3 PLC的配置，完成PLC的布线与接线，接线的线径和颜色要求见表4。

表3 PLC的输入输出配置表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 输入输出 | 配置 | 序号 | 输入输出 | 配置 |
| 1 | Q0.0 | 继电器KA15线圈 | 15 | I0.0 | 旋转开关自动挡 |
| 2 | Q0.1 | 继电器KA16线圈 | 16 | I0.1 | 启动按钮 |
| 3 | Q0.2 | 继电器KA17线圈 | 17 | I0.2 | 停止按钮 |
| 4 | Q0.3 | 继电器KA18线圈 | 18 | I0.3 | 急停按钮 |
| 5 | Q0.4 | 启动按钮指示灯 | 19 | I0.4 | 侧风偏航按钮 |
| 6 | Q0.5 | 停止按钮指示灯 | 20 | I0.5 | 恢复按钮 |
| 7 | Q0.6 | 顺时按钮指示灯 | 21 | I0.6 | 顺时按钮 |
| 8 | Q0.7 | 逆时按钮指示灯 | 22 | I0.7 | 逆时按钮 |
| 9 | Q1.0 | 侧风偏航按钮指示灯 | 23 | I1.0 | 风场机构顺时到位开关 |
| 10 | Q1.1 | 恢复按钮指示灯 | 24 | I1.1 | 风场机构逆时到位开关 |
| 11 | 1M | 0V | 25 | I1.2 | 侧风偏航45°到位开关 |
| 12 | 2M | 0V | 26 | I1.3 | 侧风偏航90°到位开关 |
| 13 | 1L | +24V | 27 | I1.4 | 侧风偏航初始位开关 |
| 14 | 2L | +24V | 28 | I1.5 | 风速检测信号 |

表4 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 | 0.75mm2红色 | 17 | I1.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 2 | N | 接线排N | 0.75mm2黑色 | 18 | I1.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 3 | GND | 接线排PE | 0.75mm2黄绿色 | 19 | I1.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 4 | 1M | 略 | 0.3mm2白色 | 20 | I1.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 5 | 2M | 略 | 0.3mm2白色 | 21 | I1.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 6 | 1L | 略 | 0.3mm2红色 | 22 | I1.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 |
| 7 | 2L | 略 | 0.3mm2红色 | 23 | Q0.0 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 8 | 3L | 略 | 0.3mm2红色 | 24 | Q0.1 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 9 | I0.0 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 25 | Q0.2 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 10 | I0.1 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 26 | Q0.3 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 11 | I0.2 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 27 | Q0.4 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 12 | I0.3 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 28 | Q0.5 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 13 | I0.4 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 29 | Q0.6 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 14 | I0.5 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 30 | Q0.7 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 15 | I0.6 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 31 | Q1.0 | 略 | 0.3mm2白色 |
| 16 | I0.7 | 略 | 0.3mm2蓝色 | 32 | Q1.1 | 略 | 0.3mm2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将风力供电系统继电器组从左向右分别定义为KA15～KA18。其中继电器KA15用于风场逆时运动控制，KA16用于风场顺时运动控制，继电器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，线标套管不得与其它导线的线标套管号码重复命名（电源线除外）。

**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4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4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3秒后停止移动，同时顺时按钮指示灯亮3秒，在此过程中按下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3秒后停止移动，同时逆时按钮指示灯亮3秒，在此过程中按下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。

1. 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3秒后停止移动，同时偏航按钮指示灯亮3秒，在此过程中按下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。
2. 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3秒后停止移动，同时恢复按钮指示灯亮3秒，在此过程中按下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45°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。

**四、测试蓄电池模拟充放电数据（2分）**

断开可调电阻空开，手动设定风力供电系统系统内变频器45Hz输出，同时手动投入风电场，使得风电场对蓄电池进行充电。在风力供电系统触摸屏模拟实验单元界面上，设置风力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。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.在光伏供电系统的触摸屏上，保留原有界面，增加设计控制舞台灯负载、

报警灯负载、电机负载的调试按钮。当PLC处在手动控制状态时，按下各调试按钮，对应负载运行4秒；在此过程中，按下停止按钮或急停按钮，对应负载或电站停止运行。电机负载在运行时，不经变频器面板操作，启动时能以工频运行。

2.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。

3.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。

4.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。光伏供电装置无需动作，光伏电池组件无需对光跟踪。

**备用电站1控制动作要求如下：**

（1）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，系统首先检测摆杆是否处于西东限位且光伏组件是否处于东限位，若均在则表示光伏供电系统处于初始位；若不在初始位置，启动指示灯以2Hz闪烁，同时光伏供电系统处于回初始位的过程中。

（2）到达初始位后，备用电站1投入，根据表6的多电站、多负载运营策略表开始运行。投射灯2点亮，警示灯工作，光伏电站对光跟踪，跟踪到位后，摆杆由东向西断续运动，即摆杆先移动6s停止，同时光伏电站对光跟踪（在此过程中，摆杆与光伏电站对光跟踪同时进行，下同），跟踪到后，摆杆再次移动6s停止，光伏电站再次对光跟踪，直至摆杆到达东西限位后，摆杆停止移动，光伏电站对光跟踪，跟踪到后，摆杆由西向东连续移动到垂直位置后停止,同时光伏电站跟踪，跟踪到位后摆杆随即再次由西向东连续移动到西东限位后，光伏电站对光跟踪。跟踪结束2s后，一次自动过程结束，进入下一循环，如此循环。

（3）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，光伏供电装置直接返回初始位后停止。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。

（4）在上述过程执行中，按下光伏供电系统的急停按钮，程序立即结束，所有动作停止。

（5）在上述过程执行中，光伏供电系统上的所有点动控制按钮应无效。

**备用电站2控制动作要求如下：**

（1）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，系统首先检测尾翼是否停止在初始限位以及风场运动机构箱是否停止在逆时限位位置，若都在，则表示风力供电系统准备好自动运行状态；若尾翼或风场运动机构箱不在上述指定位置，表示系统没有准备好，启动指示灯以2Hz闪烁，直到尾翼到达初始位以及风场运动机构箱停在逆时限位位置，表明系统准备好。

（2）到达初始位后，备用电站2投入，轴流风机风场运动机构箱按顺时针方向连续运动，若顺时运动到限位位置，停止3s后,风场运动机构箱逆时针连续运动，逆时运动到位后，再停止3s,再顺时运动，在2个限位之间往返。当检测到高风速时，电机负载才能启动运行（以工频运行，上升时间10秒）。轴流风机顺时针运动时频率设定值为50Hz，轴流风机逆时针运动时频率设定值为45Hz。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。

（3）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，风力供电装置直接返回初始位后停止，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。

（4）在上述过程执行中，按下风力供电系统的急停按钮，程序立即结束，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后轴流风机也停止。

（5）在上述过程执行中，风力供电系统上的所有点动控制按钮应无效。

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：

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，备用电战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。

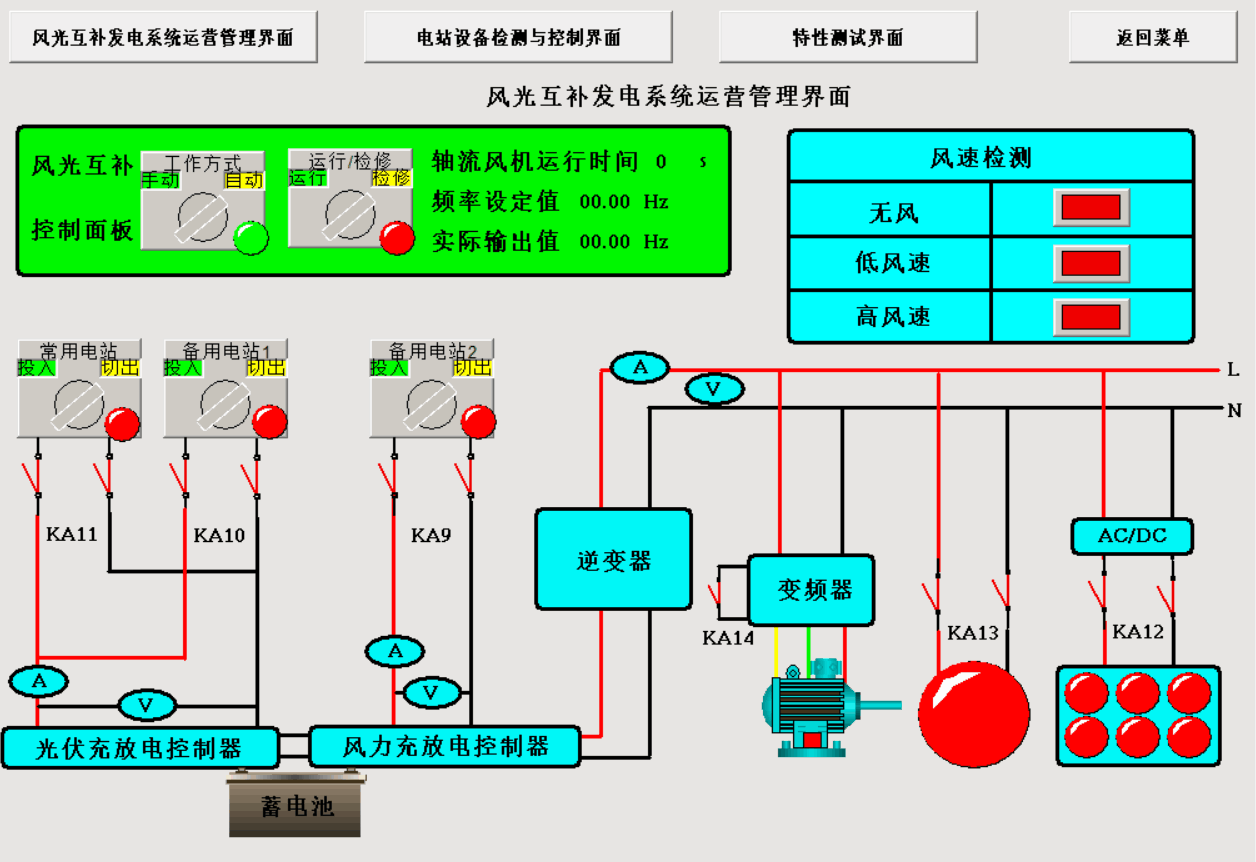


图16 风光互补发电系统运营管理界面图

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能够根据任务四中多能源、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。

④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，以实现远程控制要求。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。

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）身份登录管理界面（1分）**

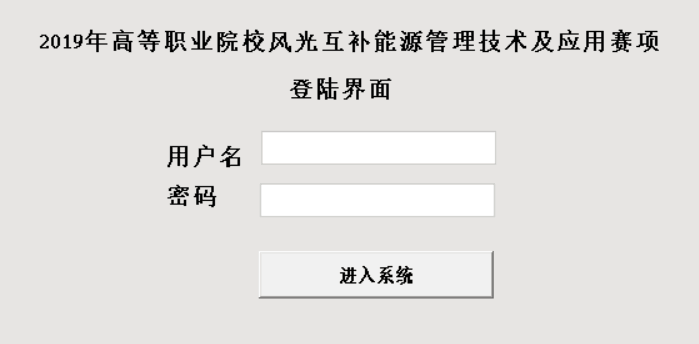
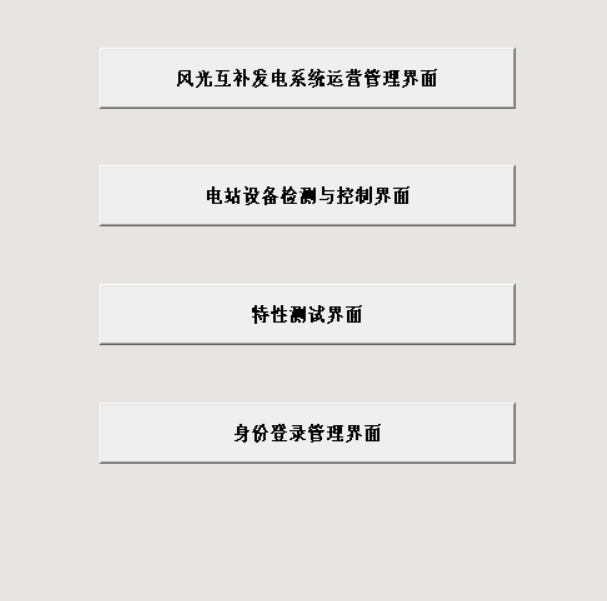
 

图17 身份登陆管理界面 图18 管理员登陆后界面

设计身份登陆界面，如图17所示。要求能按照管理员（用户名为administrator，密码为admin1234）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17；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18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。

**（二）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19（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。

3.按下界面中光伏供电系统和风力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。

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）。

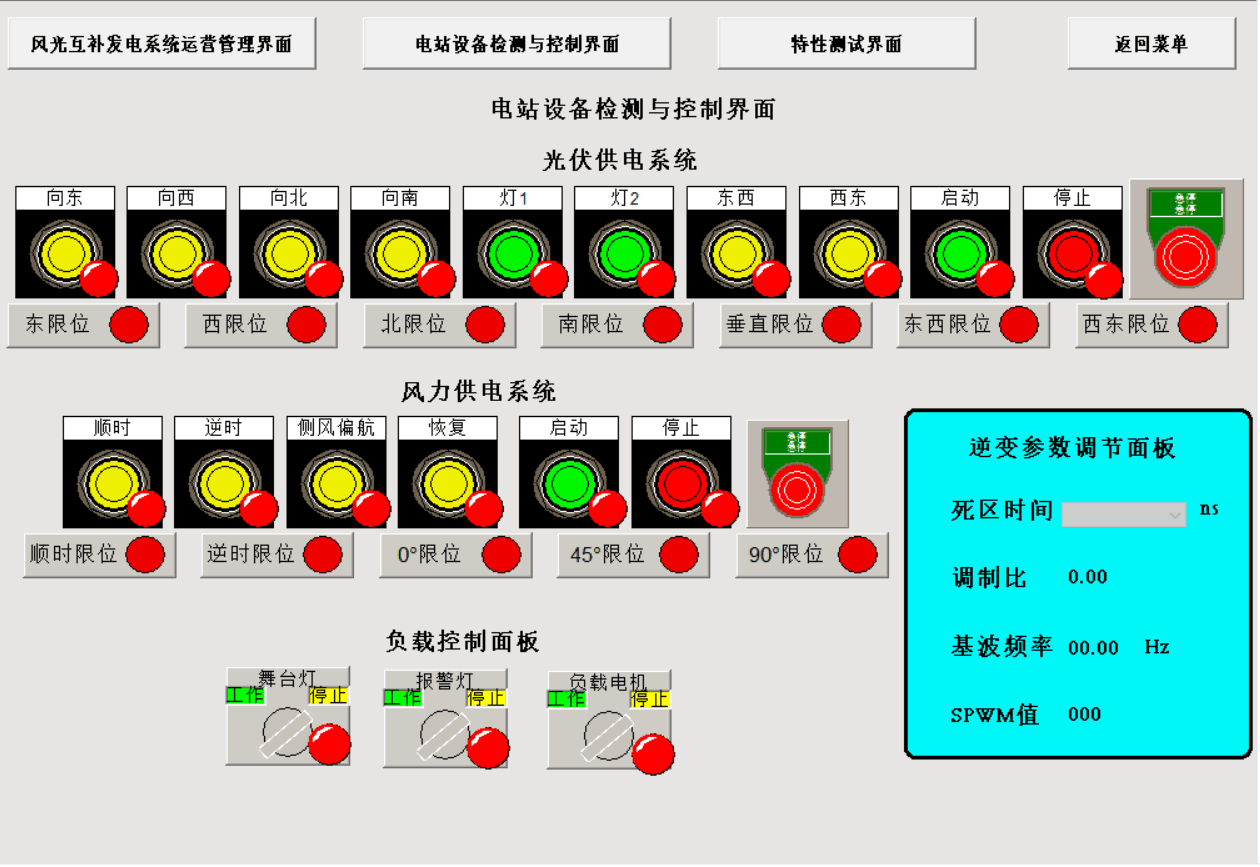


图19 电站设备检测与控制界面

**（三）设计光伏电站特性曲线界面（1分）**

设计光伏电站特性曲线界，如图20所示。

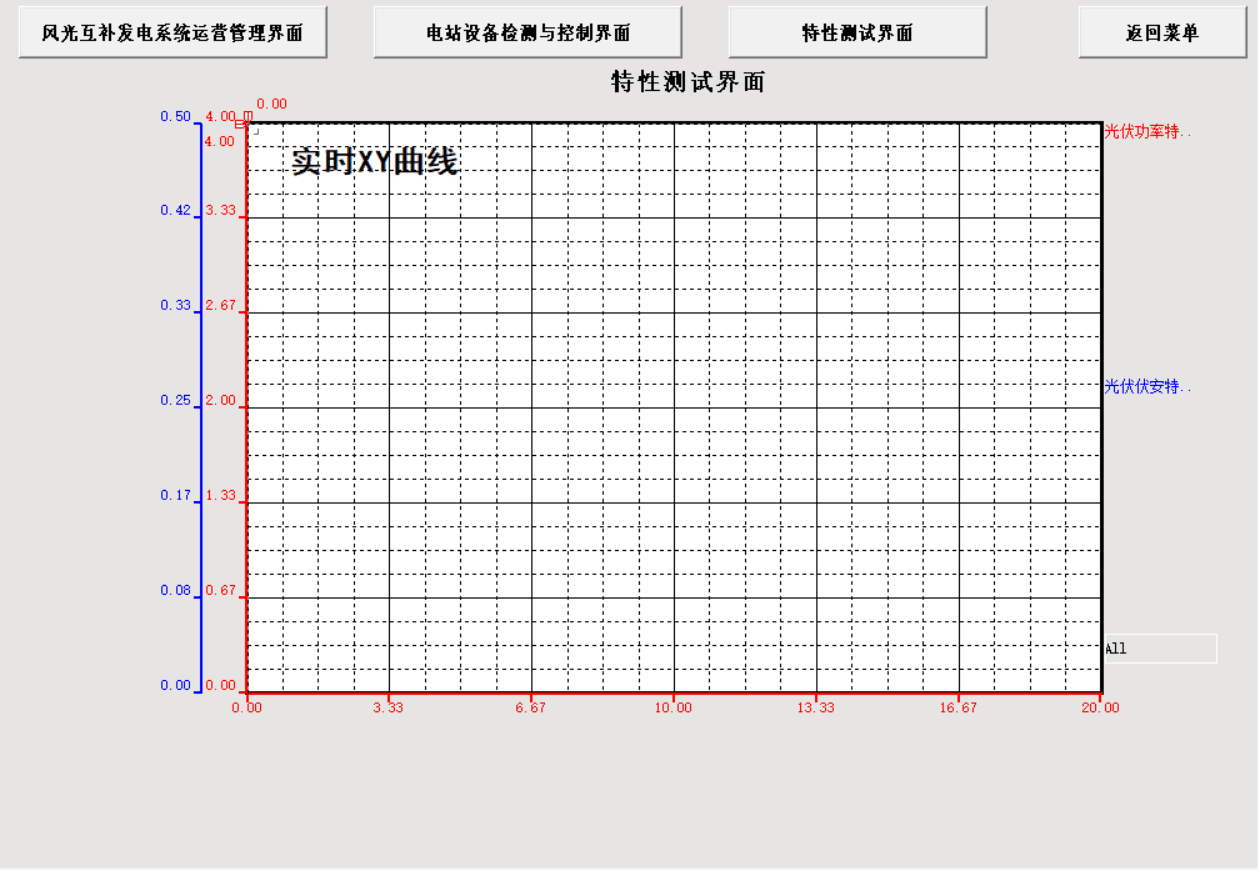


图20 光伏电站特性曲线界图

在该界面中要求完成以下功能：

(1)设计并完成光伏电站伏安特性曲线（横坐标电压、纵坐标电流），功率特性曲线（横坐标电压，纵坐标功率）的数据采集。要求调节光伏供电装置的摆杆处于垂直位，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°），阻值从开路逐渐变化到短路。分别检测1号、2号光伏电站同时发电的输出特性；1号、2号光伏电站同时发电，但遮挡2号光伏电站；1号、2号光伏电站同时发电，遮挡2号光伏电站，但在1号光伏电站输出线正极线上**串联防逆流二极管**这三种情况下的特性。实时采集数据并生成相关曲线，截图并保存在一体机桌面上，文件分别取名为特性曲线1、特性曲线2、特性曲线3。

（2)每条曲线均需要标明坐标的名称、参数单位和计量单位。要求自行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。

**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、设备状态监控,实现远程运维与管理。

1. **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。

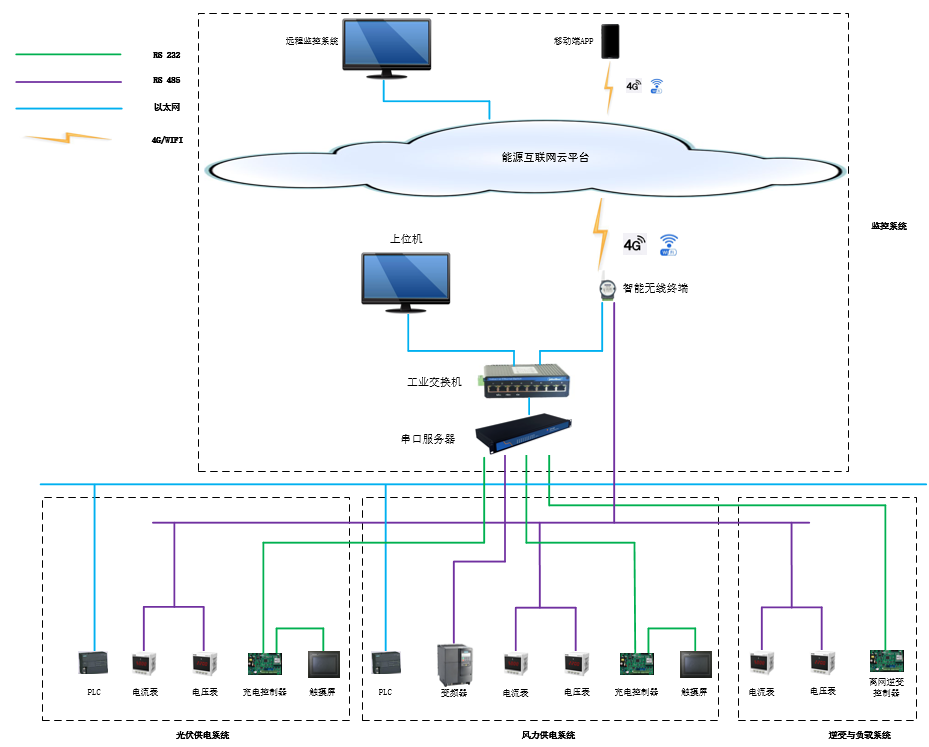


图21 能源互联网网络结构图

1.通讯线的连接

按照能源互联网网络结构图中的定义，将风光互补发电系统的所有通讯线制作并连接好。

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；变频器接入串口服务器的第二个端口，端口号为20002，号码管为COM2A、COM2B；光伏控制器接入串口服务器的第三个端口，端口号为20003，号码管为COM3A、COM3B、COM3G；风力控制器接入串口服务器的第四个端口，端口号为20004，号码管为COM4A、COM4B、COM4G；逆变控制器接入串口服务器的第五个端口，端口号为20005，号码管为COM5A、COM5B、COM5G；为其余的通讯设备分配合理的能源互联网网络地址参数， 包含光伏PLC、风力PLC、上位机、智能无线终端的IP地址，IP地址格式为“192.168.2.X”，PLC的默认端口号为102。仪表通过RS485通讯接入智能无线终端。

**二、云端数据采集（5分）**

要求：登录笔记本电脑上的Chrome浏览器，在地址栏中输入云平台域名www.knetcloud.cn，用户为“chinaskillsXX”(其中“XX”为工位号，如工位号是01，则用户名为“chinaskills01”，以此类推)，登录密码为智能无线终端侧面的铭牌上的序列号末六位数字。

新建一个项目，项目名称为“风光互补发电能源互联网云平台”，在物联管理中添加模板，模板名称为“风光互补发电实训系统模板”。在模板配置里添加智能无线终端，IP设置为192.168.1.33，添加光伏单元PLC、风力PLC、系统里的6块仪表，共8个通讯设备，其中光伏供电系统PLC的IP地址为192.168.2.2，风力供电系统PLC的IP地址为192.168.2.1，模板配置如图22。

需要采集的数据包含光伏PLC投射灯1状态、投射灯2状态、风场顺逆时运动状态、光伏电站电压、光伏电站电流、风力电站电压、风力电站电流、逆变电压、逆变电流，共9组数据，同时将6块电表的数据作为Modbus主站服务数据分享。



图22 信息化数据采集界面

新建智能网关，命名为“智能无线终端”，在智能网关管理菜单里将智能无线终端与项目中建立的模板绑定，智能网关编号为智能无线终端侧面铭牌上的18位序列号，绑定后能够在云端监控到智能无线终端的运行状态。

**三、云平台能源管理应用设计与发布（4分）**

要求：完成云平台能源管理应用组态设计。在云平台的组态中心新建云端组态，组态名称为“云平台能源管理运营”，在组态编辑界面中设计网页端界面，设计相关控件并关联其对应的数据变量名，能够关联光伏电站电压、电流，风电场输出电压、电流，逆变输出电压、电压；能够关联投射灯1和灯2的状态（指示灯变化），能够关联风场顺逆时运动状态（指示灯变化），完成后保存界面。

**四、能源信息化管理与运营（4分）**

要求：在运营驾驶舱中添加组态和地图两个组件，添加完成后，能够在组态组件的界面中展示光伏电站电压、电流，风电场输出电压、电流，逆变输出电压、电压；能够展示投射灯1和灯2的状态（指示灯变化），能够展示风场顺逆时运动状态（指示灯变化），展示数据与实际设备数据同步。能够在地图组件里监控到竞赛设备的地理位置为安徽省芜湖市弋江区高教园区文津西路16号。

**任务六：职业素养(7%)**

（1）现场操作安全保护：应符合安全操作规程，不许带电作业。

（2）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。

（3）团队合作精神：应有合理地分工，团队配合紧密。

（4）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。

**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 |  |  |  |

表2 保持遮挡2号光伏电站时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 |  |  |  |

表3 保持遮挡2号光伏电站但串联防反二极管时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 三种情况下的伏安特性



图2 三种情况下的功率特性

**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4 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 |  |  |  |



图3 风力供电功率特性曲线

# 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）“阵列倾角优化”、“组件选择”、“方阵布置”、“逆变器设计”、“直流传输方案”、“模拟运行”共六个界面，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》、《用户侧并网系统设计方案》、《可研报告》，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（2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，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光伏电站与光伏发电单元的连接线没顺着型材，各扣0.1分； | |  |
| 2.光伏供电系统的电路图绘制（1分）电路图绘制不完整，每缺少一处回路扣0.2分。互锁回路缺失或错误每一处扣0.1分。 | |  |
| 3．控制单元的布线与接线（2分）连接线错接1根扣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。缺少走线槽盖板，扣0.2分。 | |  |
| 4.S7-200 PLC SMART布线与接线（2分）  没有按表中配置要求接线的每个端口扣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或颜色错误，各扣0.1分。 | |  |
| 5.继电器的布线与接线（2分）没按表中要求配置继电器或按照图要求接线，出现一次扣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，缺少互锁线路或互锁没有按要求接的每处扣0.2分。 | |  |
| 二、光伏电站的特性测试  （5分） | 6.光伏电站输出参数测试（3分）特性测试界面不能实时采集数据，得0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个特性曲线图（共6条曲线），每缺少一条曲线扣0.3分，曲线没有充满80%以上的区域，各扣0.2分，曲线没有单位或单位不正确的每处扣0.2分。 | |  |
| 7.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） | 8.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。  9.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） | 10. 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分。 | |  |
| 11.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、风力场的安装与搭建（7分） | 1．风电场布线与接线（1分）：连接线错接1根扣0.1分；没有采用接插件或没有经端子排而直接接继电器，扣 0.1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导线露出部分应用缠绕带缠绕好，扣0.1分。缺少走线槽盖板，扣0.1分 | |  |
| 2．控制单元的布线与接线（2分）连接线错接1根扣0.1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0.1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。 | |  |
| 3. S7-200 PLC SMART布线与接线（2分）没有按表4配置要求接线的每个端口扣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或颜色错误各扣0.1分。 | |  |
| 4.继电器配置、布线与接线（2分）没按要求配置继电器或按照图要求接线，出现一次扣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；缺少互锁线路或互锁没有按要求接的每处扣0.2分。 | |  |
| 二、风力发电机的特性测试 （2分） | 5.风力供电的输出参数测试（1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。 | |  |
| 6.风力供电的输出特性绘制（1分）没有描点不得分，描点与表格数据不符，每个各扣0.1分，无坐标参数或坐标参数错误，各图扣0.5分；最大曲线没有充满所给画面80%以上的区域，扣0.2分。 | |  |
| 三、风力场的编程与调试（7分） | 7.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。  8.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） | 9．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、负载与逆变系统的安装与接线（4分） | 1．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头压痕位置错误，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. 设计负载调试界面缺失或错误扣0.5分。报警灯负载、电机   负载的调试按钮，每个负载不能按要求运行的，每处扣0.2分；投入过程中按下停止或急停按钮，没有停止运行的，扣0.1分；变频器启动不能以工频运行的，扣0.2分； | |  |
| 3．测试 SPWM 波形采用单踪或错误或没有扣 0.5 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 | |  |
| 4．波形无或频率错误扣0.5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。 | |  |
| 5.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） | 6.风光互补发电多能源、多负载能源调度运营控制（7分）在检修状态，有系统能够工作，扣 2 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 2 分，按下急停按钮，没能停止运行扣 1 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 1 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。  7. 风光互补发电多能源、多负载能源调度运营界面（2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） | 8. 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。  9.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。  10. 设计光伏电站特性曲线界面（1分）有正确界面但无法测试曲线，得0.5分；缺少曲线各扣0.3分，缺少单位各扣0.2分；曲线没有充满80%以上的区域，各扣0.2分。 | |  |
| 总分 |  | |  |

评分裁判签名： 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，铜触面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，没有使用RJ45连机器的，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或冲突的，每处扣0.5分。 | |  |
| 二、云端数据采集（5分） | 3.云端模板配置（2分）云平台项目名称、模板名称不正确每处扣0.2分；智能网关IP设置错误扣0.2分；智能网关连接的8个设备和1个主站服务，每少1个扣0.3分；  4.云端数据采集配置（3分）采集的9组数据，缺少数据出或数据类型错误每处扣0.2分；智能网关名称错误扣0.2分；没有将智能网关与模板绑定扣0.5分；监控智能网关没有正常运行或预览数据不正常扣0.3分。 | |  |
| 三、云平台能源管理应用设计与发布  （4分） | 5.设备管理（1分）云平台设备名称错误扣1分；设备没有绑定智能网关扣1分；监控数据未同步扣1分；  6.组态应用设计与发布（3分）云平台组态名称错误扣0.4分；界面中每缺少一个监控点扣0.2分；监控点没有与数据关联每处扣0.2分； | |  |
| 四、能源信息化管理与运营（4分） | 7.能源信息化管理与运营（4分）云平台运营中心里缺少组态控件扣0.5分；缺少地图控件扣0.5分；地图控件不能显示竞赛平台实时位置扣0.5分；组态控件不能展示设备实时数据与状态的，每处扣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（2分） | 1．出现带电操作，扣 1 分 | |  |
| 2．没穿绝缘鞋，扣 1 分 | |  |
| 二、工程素养（3分） | 3．工具、导线、接头摆放混乱，扣 0.5 分 | |  |
| 4．电烙铁用完不归位、随便放置，扣 0.5 分 | |  |
| 5．在比赛过程中选手踩踏连接线或走线槽盖板，扣 0.5 分 | |  |
| 6．比赛结束，工具没有整理归位，扣 0.5分 | |  |
| 7．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） | 8．分工不合理，配合不紧密，扣 0.5分 | |  |
| 9．着装不统一，扣 0.5分 | |  |
| 10．不尊重裁判，扣 0.5分 | |  |
| 总分 |  | |  |

现场裁判签名： 参赛选手按手印确认：