

**2021 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
第一场任务书**

工位号 _____

2021 年 6 月

一、赛项任务书

选手须知：

(1) 任务书正卷部分共 34 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) 竞赛分二天完成，职业素养在竞赛全过程考核，第一天发任务书1-18页，完成任务一光伏电站规划设计、任务二光伏电站的搭建和任务三风电场的搭建，时间5小时。第二天发任务书1-16完成任务四风光互补发电系统保养与维护、任务五风光互补发电系统调度运营管理、任务六能源信息化管理，时间3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 2 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

竞赛由光伏电站规划与设计软件、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,其中光照度传感器带有保护罩壳,使用时需旋下揭开。

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,光线传感器安装于远离摆杆的两块光伏电池组件上,光照度传感器安装与光线传感器的东侧。

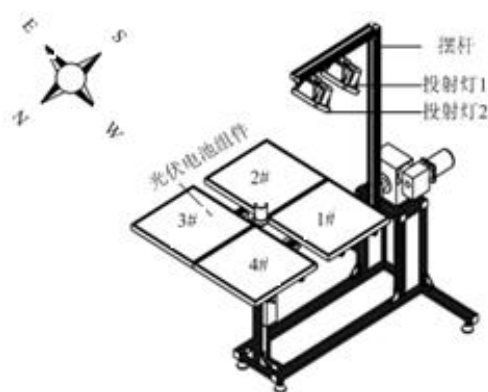


图 1 光伏供电装置外形图及方向定义

光伏供电装置上的四块光伏电池组件、光线传感器、光照度传感器、汇流箱已拆卸下,其中光伏电池组件的电缆线已拆卸下,光线传感器、光照度传感器的电缆未分离,只是将传感器放置于装置旁。

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、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已拆除、S7-200 SMART PLC 除了电源线和接地线外，其它接线已拆除；继电器组接线已拆除，调压模块接线已拆除；继电器及底座均已拆下；触摸屏通信线已拆除，仪表通讯线已拆除。

将光伏电池组件 1#、2#、4#组成 1 号光伏电站，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。

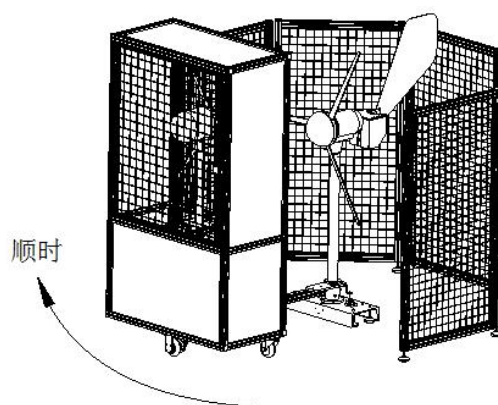


图 2 风力供电装置示意图

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、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。

风力供电系统的风力供电控制单元没有接线、S7-200 SMART 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，继电器及底座均已拆下；仪表通和变频器的讯线已拆除。

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；继电器及底座均已拆下。

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。系统内的通讯线已拆除。

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。

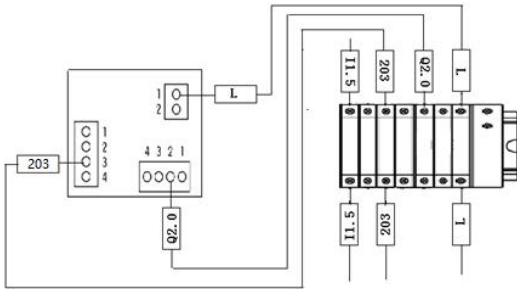


图 3 接线套管方向示意图

(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。

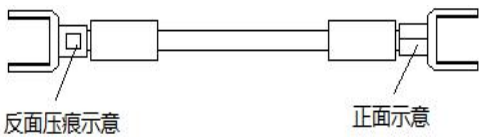


图 4 冷压头压痕位置示意图



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。

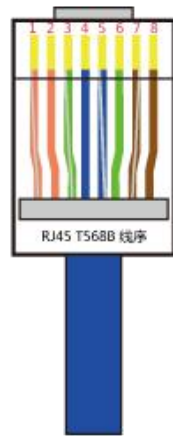


图 6 RJ45 T568B 线序

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。

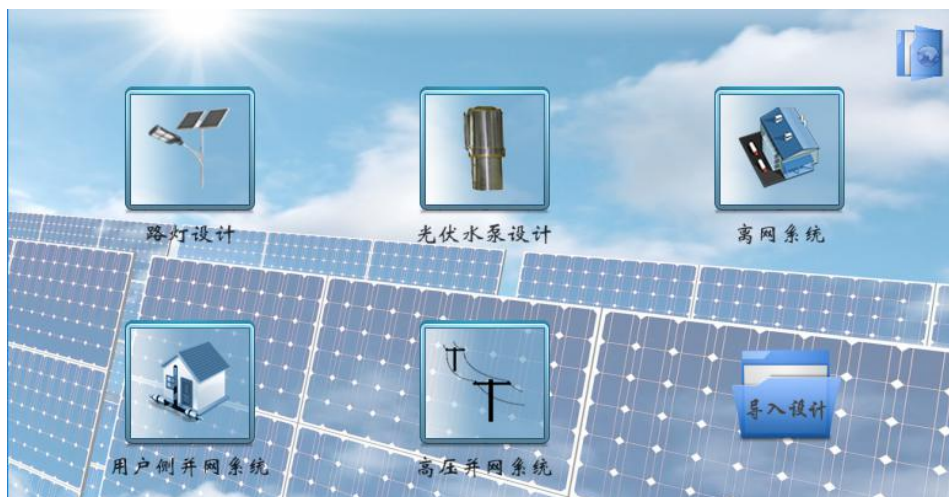


图9 光伏系统设计软件平台

一、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“高压并网系统”，项目名称命名为《高压并网系统》，

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，项目有效占地面积 20000 m²，设计光伏并网系统容量为 1.5MW 即 1500KW。

（1）项目地址选择为新疆乌鲁木齐市，客户名称为“客户E”，地址为新疆乌鲁木齐市，设计方公司名称为“技能大赛参赛组”，设计方公司地址为新疆乌鲁木齐市，设计人员名称为选手所在的工位号，如：01，其余信息默认。

（2）要求完成低压侧设计，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；截图并保存方阵布置图界面，体现安装区域图以及容量数据；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。

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、高压并网系统设计方案、可研性报告三部分，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（22%）

一、光伏电站的安装与搭建（8分）

1. 光伏供电装置与供电系统的安装接线要求

将根据任务书中竞赛平台的描述，将四块光伏电池组件、光线传感器、光照度传感器、汇流箱正确安装于光伏供电装置上，要求器件安装位置正确，器件牢固可靠不松动。

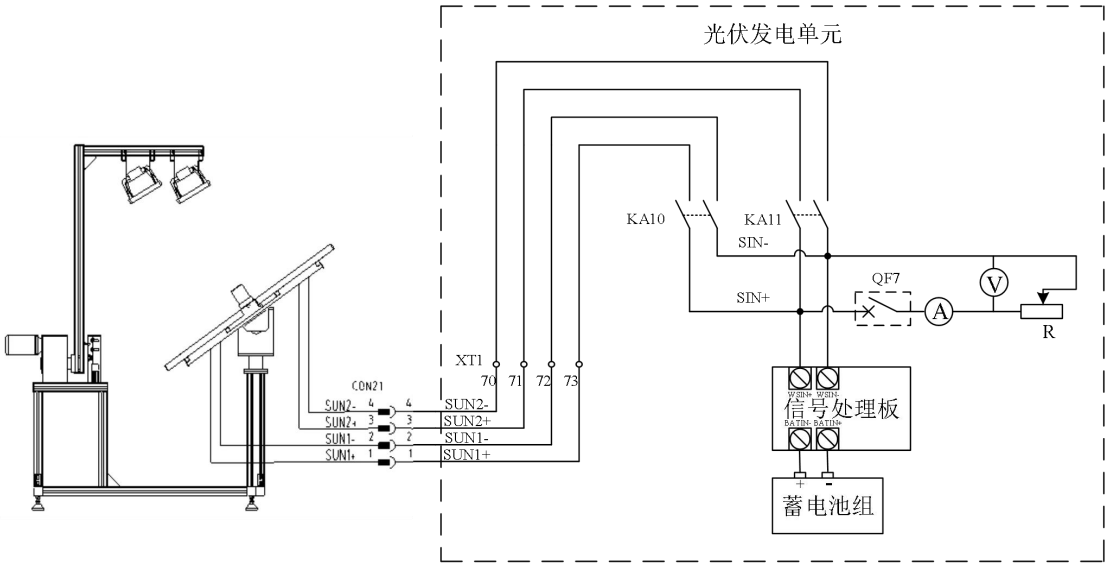


图 10 光伏供电装置与供电系统的安装接线图

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，其中光伏组件输出电缆先接入汇流箱，汇流箱输出两个光伏电站的线，光伏电站到汇流箱的连接线须采用 0.3mm^2 的两芯电缆线，汇流箱到系统的连接线须采用 0.3mm^2 的四芯电缆线。

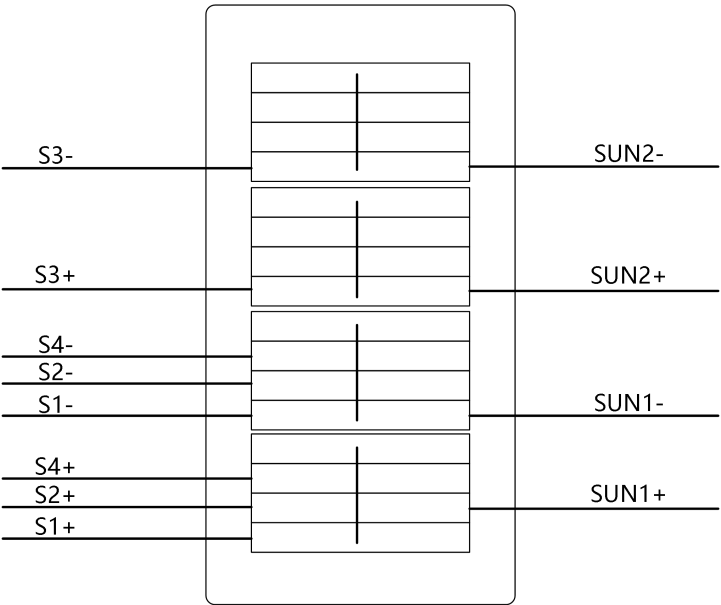


图 11 光伏汇流箱内部接线图

其中光伏汇流箱内部接线如图 11 所示，左边为 4 块光伏组件进线，右边为光伏电站出线，下面两组端子排为 1 号电站，上面两组端子排为 2 号电站。

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 13、图 14。其中继电器 KA1 用于控制投射灯 2 和灯 2 按钮指示灯；继电器 KA2 用于控制投射灯 1 和灯 1 按钮指示灯；继电器 KA3 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 KA4 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 KA5 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 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 用于控制摆杆由西向东运动及东西运动指示灯；继电器 KA8 用于控制摆杆由东向西运动及东西运动指示灯；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 1 投入/切出；继电器 KA11 用于控制光伏电站 2 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，主要体现光伏供电系统电源分布、摆杆电机主回路与控制回路、投射灯主回路与控制回路，光伏组件东西、南北电机主回路与控制回路，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) S7-200 SMART PLC 的布线及接线

根据表 1 S7-200 SMART SR40 PLC 的配置表及表 2 的线径和颜色要求表，完成 S7-200 SMART SR40 PLC 的布线与接线。

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 | 23 | I0.0 | 启动按钮 |
| 2 | Q0.1 | 继电器 KA1 线圈 | 24 | I0.1 | 停止按钮 |
| 3 | Q0.2 | 继电器 KA2 线圈 | 25 | I0.2 | 灯 1 按钮 |
| 4 | Q0.3 | 继电器 KA3 线圈 | 26 | I0.3 | 灯 2 按钮 |
| 5 | Q0.4 | 继电器 KA4 线圈 | 27 | I0.4 | 东西按钮 |
| 6 | Q0.5 | 继电器 KA5 线圈 | 28 | I0.5 | 西东按钮 |
| 7 | Q0.6 | 继电器 KA6 线圈 | 29 | I1.0 | 摆杆西东向限位开关 |
| 8 | Q0.7 | 继电器 KA7 线圈 | 30 | I1.1 | 光伏组件向北限位开关 |
| 9 | Q1.0 | 继电器 KA8 线圈 | 31 | I1.2 | 光伏组件向南限位开关 |
| 10 | Q1.1 | 继电器 KA9 线圈 | 32 | I1.3 | 摆杆接近开关垂直限位 |
| 11 | Q1.2 | 继电器 KA10 线圈 | 33 | I1.4 | 摆杆东西向限位开关 |
| 12 | Q1.3 | 继电器 KA11 线圈 | 34 | I1.5 | 旋转开关自动挡 |
| 13 | Q1.4 | 继电器 KA12 线圈 | 35 | I1.6 | 向东按钮 |
| 14 | Q1.5 | 继电器 KA13 线圈 | 36 | I1.7 | 向南按钮 |
| 15 | Q1.6 | 继电器 KA14 线圈 | 37 | I2.0 | 向西按钮 |
| 16 | Q1.7 | 停止指示灯 | 38 | I2.1 | 向北按钮 |
| 17 | 1M | 0V | 39 | I2.2 | 光线传感器向南信号 |
| 18 | 1L | DC24V | 40 | I2.3 | 光线传感器向北信号 |
| 19 | 2L | DC24V | 41 | I2.4 | 光线传感器向东信号 |
| 20 | 3L | DC24V | 42 | I2.5 | 光线传感器向西信号 |
| 21 | 4L | DC24V | 43 | I2.6 | 急停按钮 |
| 22 | | | 44 | I2.7 | 光伏组件向东、向西限位开关 |
| 序号 | 模拟量模 块 | 配置 | 序号 | 模拟量模 块 | 配置 |
| 1 | L+ | DC24V | 4 | AQ0 | 调压模块 4-20mA |
| 2 | M | 0V | 5 | AI0+ | 光照度传感器输出信号 |
| 3 | OM | 0V | 6 | AI0- | 0V |

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 | 28 | I2.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 2 | N | 接线排 N | 0.75mm ² 黑色 | 29 | I2.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 3 | GND | 接线排 PE | 0.75mm ² 黄绿色 | 30 | I2.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 4 | 1M | 略 | 0.3mm ² 白色 | 31 | I2.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 5 | 1L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 32 | I2.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 6 | 2L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 33 | Q0.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 7 | 3L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 34 | Q0.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 8 | 4L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 35 | Q0.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 9 | I0.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 36 | Q0.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 10 | I0.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 37 | Q0.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 11 | I0.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 38 | Q0.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 12 | I0.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 39 | Q0.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 13 | I0.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 40 | Q0.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 14 | I0.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 41 | Q1.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 15 | I0.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 42 | Q1.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 16 | I0.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 43 | Q1.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 17 | I1.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 44 | Q1.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 18 | I1.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 45 | Q1.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 19 | I1.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 46 | Q1.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 20 | I1.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 47 | Q1.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 21 | I1.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 48 | Q1.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 22 | I1.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 49 | L+ | 略 | 0.3mm ² 红色 |
| 23 | I1.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 50 | M | 略 | 0.3mm ² 白色 |
| 24 | I1.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 51 | 0M | 略 | 0.3mm ² 白色 |
| 25 | I2.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 52 | AQ0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 26 | I2.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 53 | AI0+ | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 27 | I2.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 54 | AI0- | 略 | 0.3mm ² 白色 |

(3) 调压模块的布线及接线

根据表 2 及图 12 要求，完成调压模块的的布线与接线。

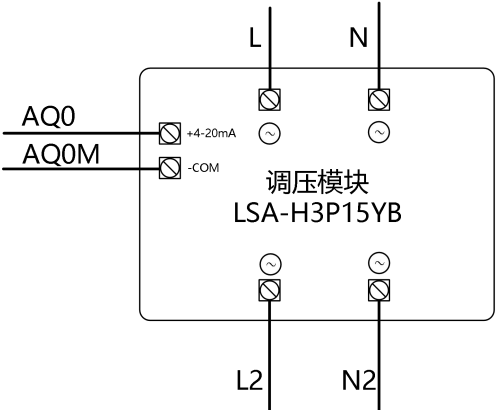


图 12 调压模块接线图

(4) 仪表通讯部分的布线及接线

将光伏输出显示单元的两块仪表通讯线补充完成，采用 RS485 通讯，号码管为 B1A 和 B1B。

(5) 继电器的安装、布线与接线

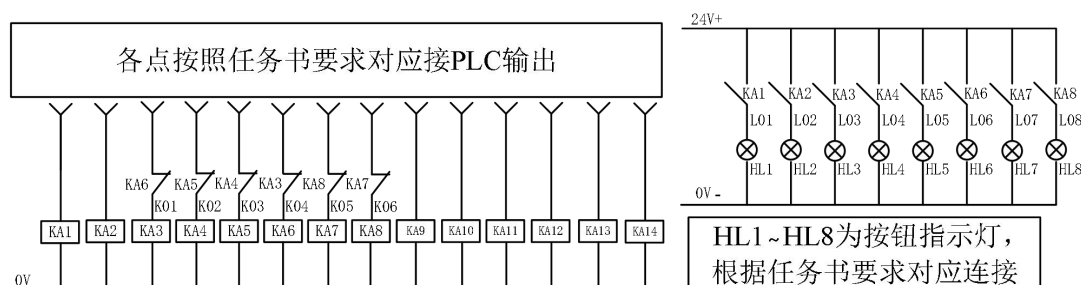


图 13 光伏供电系统继电器控制电路接线图一

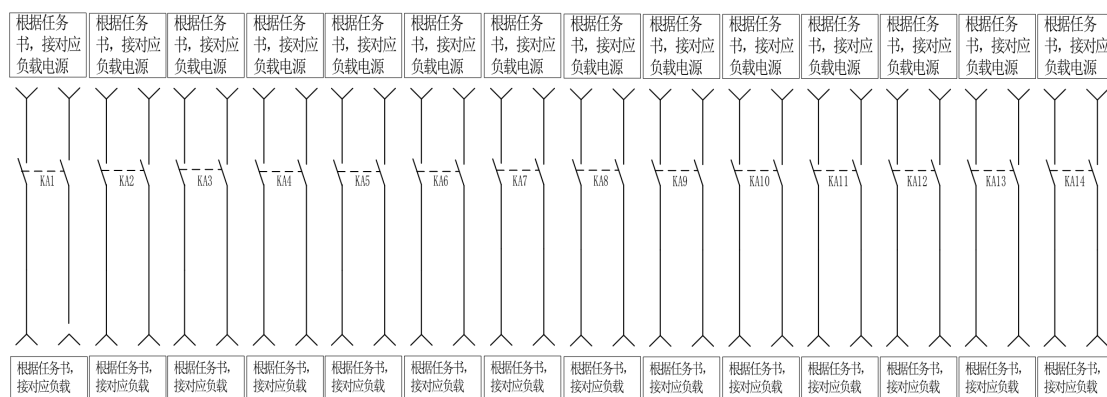


图 14 光伏供电系统继电器控制电路接线图二

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（4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, 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。

(4) 光照度传感器测量范围为 $0\sim 1500\text{W}/\text{m}^2$, 输出信号为 $4\sim 20\text{mA}$, PLC模拟量扩展模块的输入通道检测范围为 $0\sim 20\text{mA}$, 根据PLC采集的模拟量信号, 将其转换为光照度大小, 在答题纸上显示。

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°), 将光照强度调节到最大即调压模块输出 AC 220V, 检测当前光照强度及 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°), 将光照强度减小即调压模块输出 AC 110V, 再次检测当前光照强度及 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正对投射灯状态, 将光照强度调节到最大即调压模块输出 AC 220V, 再次检测当前光照强度及 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 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) - 电流 (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光照强度对光伏电池开路电压、短路电流的影响; 光线直射太阳能电池板与光线斜射太阳能电池板对光伏电池开路电压、短路电流的影响。

三、光伏电站的编程与调试 (8 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5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5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5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5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5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5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5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5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，对应电站投入默认运行 5 秒，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；电站投入运行时，对应继电器吸合，触摸屏上对应的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。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，风电场切出运行；风电场投入运行时，对应继电器吸合，轴流风机自动以 45Hz 启动，风力单元电压表有对应风电场电压数据。在此过程中，按下停止按钮或急停按钮，对应电站停止运行，电站切出或停止运行时，投射灯熄灭、轴流风机停止转动。

任务三:风电场的搭建(17%)

一、风电场的安装与搭建（6分）

1. 风力供电装置与供电系统的安装与接线

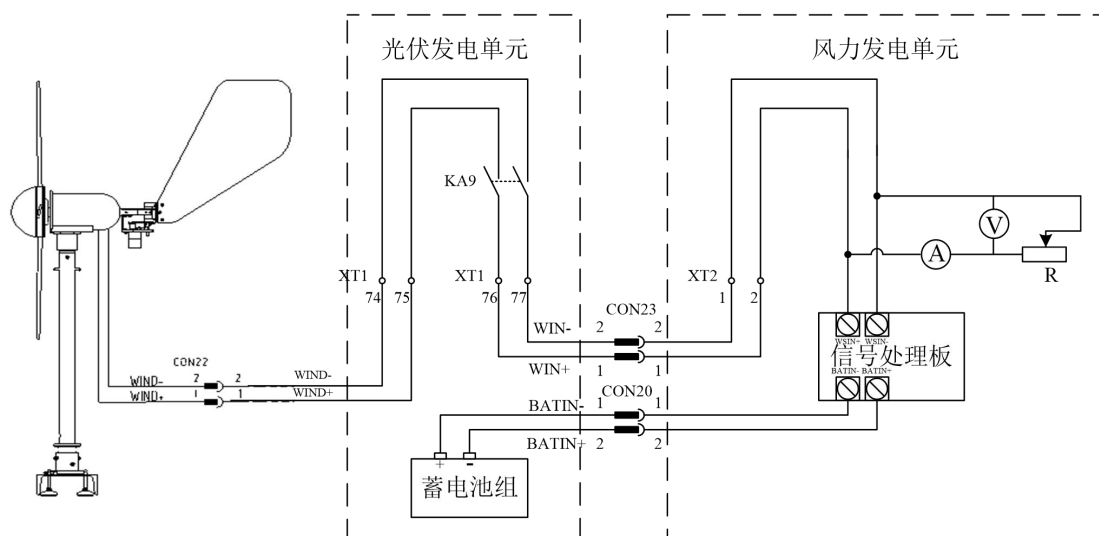


图 15 风力供电装置与供电系统的安装与接线图

风力供电装置与供电系统的安装与接线图如图 15 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) S7-200 SMART PLC 的布线及接线

S7-200 SMART SR40 PLC 的输入输出配置如表 3 所示。

根据表 3 S7-200 SMART SR40 PLC 的配置，完成 S7-200 SMART PLC 的布线与接线，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 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 | 17 | I1.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 2 | N | 接线排 N | 0.75mm ² 黑色 | 18 | I1.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 3 | GND | 接线排 PE | 0.75mm ² 黄绿色 | 19 | I1.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 4 | 1M | 略 | 0.3mm ² 白色 | 20 | I1.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 5 | 2M | 略 | 0.3mm ² 白色 | 21 | I1.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 6 | 1L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 22 | I1.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 7 | 2L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 23 | Q0.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 8 | 3L | 略 | 0.3mm ² 红色 | 24 | Q0.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 9 | I0.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 25 | Q0.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 10 | I0.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 26 | Q0.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 11 | I0.2 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 27 | Q0.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 12 | I0.3 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 28 | Q0.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 13 | I0.4 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 29 | Q0.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 14 | I0.5 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 30 | Q0.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 15 | I0.6 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 31 | Q1.0 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |
| 16 | I0.7 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 | 32 | Q1.1 | 略 | 0.3mm ² 蓝色 |

(3) 仪表通讯部分的布线及接线

将风力输出显示单元的两块仪表通讯线补充完成，采用 RS485 通讯，号码管为 B2A 和 B2B。

(4) 继电器的安装、布线与接线

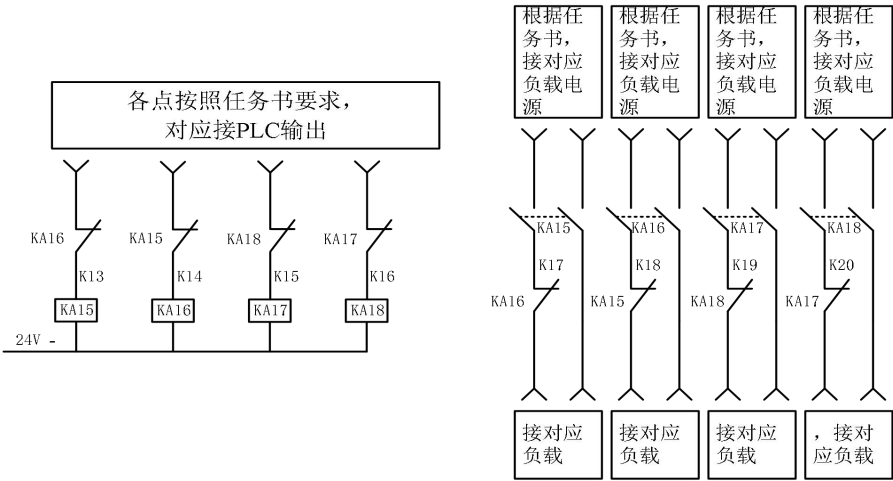


图 16 风力供电系统继电器接线图

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 16 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。

（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。

（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,手动投入风电场,使得风电场自动以 45Hz 运行并对蓄电池进行充电。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风力电站输出电压,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。

任务七:职业素养(5%)

(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。