

2023 年全国职业院校技能大赛

“新型电力系统技术与应用”赛项

(高职)

任务书（第一场）

比赛日期：_____

比赛场次：_____

比赛工位：_____

（一）选手须知

（1）任务书正卷部分共30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）竞赛时间共3.5小时，包括系统安装时间、接线时间、程序设计与系统调试时间、测试时间、分析时间、答题时间和提交成果时间等，参赛团队应在3.5个小时内完成任务书规定内容。参赛选手在竞赛过程中根据任务书要求，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）参赛选手提交的任务书、答题纸以及电子档资料中不得体现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。竞赛过程中由于参赛选手人为原因造成器件损坏，每次扣该参赛队5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。

（6）在竞赛过程中，参赛选手在软件开发过程中要及时存盘，因意外情况导致程序丢失，不予补时。

（7）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。

（二）竞赛平台介绍

赛项平台主要由新能源发电及储能控制平台、新型电力系统网络平台及新型电力系统仿真系统组成。如下图1所示：



图1 YC-NTPS01新型电力系统技术与应用平台

1. 新能源发电及储能控制平台

1.1 平台组成

新能源发电及储能控制平台主要由光伏发电单元、风力发电单元、风光互补发电及储能控制系统组成。

（1）光伏发电单元主要由光线传感器、太阳总辐射变送器、减速电机、投射灯、光伏组件、运动机构、接近开关及汇流箱组成。

光伏电站的转动方向的定义和摆杆转动方向定义如图2所示。



图2 光伏发电单元

(2) 风力发电单元主要由风速传感器、轴流风机、接近开关、行走机构、风力发电机及接线箱组成。

风场行走机构运动方向的定义如图3所示：



图3 风力发电单元

(3) 风光互补发电及储能控制系统主要由交换机、串口服务器、开关电源、变压器、整流桥、单相调压模块、风光互补控制器、变频器、可编程逻辑控制器、电流表、电压表、铅酸蓄电池组、功率放大器、模拟光伏电站及PCS储能逆变器组成。

1.2平台功能

主要完成光伏电站的安装与控制、风力电站的安装与控制、储能系统的安装与控制、光伏电站的调试与特性测试、风力电站的调试与特性测试、储能系统的调试与特性测试等任务。

2. 新型电力系统网络平台

2.1平台组成

新型电力系统网络平台主要由高压配电系统和低压配电系统组成；

(1) 高压配电系统由户内高压真空断路器（手车式）、接地开关、开关状态指示仪、避雷器、电流互感器、零序电流互感器、微机保护测控装置、故障设置模块、高压开关柜壳体、断路器中转小车组成；

(2) 低压配电系统由万能式断路器、智能三相多功能仪表、抽屉单元、三相智能电能表、故障设置模块、照明电路元件、电气控制电路元件、低压开关柜壳体组成。

2.2平台功能

主要完成变电站一次系统的模拟操作、变配电系统设计、安装与调试、高低压配电装置的故障排查等任务。

3. 新型电力系统仿真系统

3.1系统组成

新型电力系统仿真系统主要由新型电力系统规划设计软件、电力监控系统软件及计算机组成。

3.2系统功能

新型电力系统规划设计软件主要完成光伏电站高压侧并网和用户侧并网模块设计；

电力监控系统软件主要完成电力自动化遥信、遥控、遥测功能；数据报表管理、数据曲线分析、事件报警记录功能等；可以完成风-光-热-传统电力-储能互补一体化系统搭建，进行新型电力系统正常运行模拟与故障情况模拟。主要实现数据监控、能源调度管理、电网运行优化等功能。

（三）安装接线基本工艺要求

（1）号码管标识示意图如图4所示。

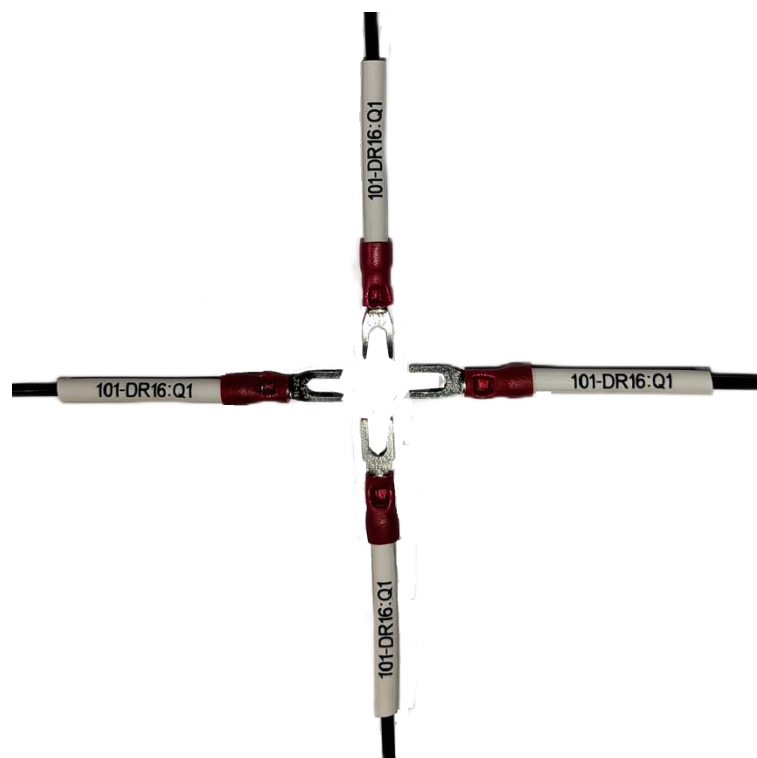


图4 号码管方向示意图

（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5所示。



图5 端子示意图

（四）竞赛任务

模块一 新型电力系统电站设计与搭建（40分）

任务1 新型电力系统电站创新设计（2分）

打开新型电力系统的规划设计软件平台,选择“用户侧并网系统”,设计出“用户侧并网系统”,项目名称命名为《用户侧并网系统》。

一、项目信息

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 3600m^2 ,设计光伏并网系统容量为 400kW 。

- （1）项目地址选择为山西太原市
- （2）客户名称为“客户B”，地址为河南郑州市；
- （3）设计方公司名称为“全国技能大赛参赛组”，设计方公司地址为北京市，设计人员名称为选手所在的工位号，如：01。

二、直流侧参数

- 1. 并网电压 380V ，并网点数设置20个
- 2. 光伏组件参数要求如下：
 - （1）生产厂家：2023年全国职业院校技能大赛
 - （2）材质：单晶硅
 - （3）最大功率： 400Wp
 - （4）最大功率时电压： 40V
 - （5）开路电压： 50V
 - （6）开路电压温度系数： $-0.25\%/^{\circ}\text{C}$

- (7) 峰值功率温度系数: $-0.34\%/^{\circ}\text{C}$
- (8) 组件长度: 2015mm
- (9) 组件宽度: 996mm
- (10) 组件厚度: 35mm
- (11) 重量: 26kg
- (12) 首年衰减: 2%
- (13) 逐年衰减: 0.45%
- (14) 功率公差: 0%
- (15) 短路电流: 9.9A
- (16) 组件转化效率: 19.9%
- (17) 短路电流温度系数: $0.04\%/^{\circ}\text{C}$
- (18) 标准组件发电温度条件: 25°C
- (19) 组件价格: 2.5元/W
- (20) 最大功率时电流: 9.74A
- (21) 系统最大电压: 1500V
- (22) 型号: “PV-选手所在的工位号”

3. 逆变器参数要求如下:

- (1) 生产厂家: 技能大赛参赛组
- (2) 类型: 户用式
- (3) 最大直流功率: 550KW
- (4) 最大允许输入电压: 900V
- (5) MPPT最大允许输入电压: 800V

- (6) MPPT最小允许输入电压：450V
- (7) 逆变器交流输出电压：380V
- (8) 逆变器效率：97%
- (9) 输出相数：三相四线
- (10) 输入组串数：4
- (11) 最大输入电流/每路 MPPT：27A
- (12) MPPT数量：2
- (13) 最大交流输出电流：750A
- (14) 额定输出功率：500KW
- (15) 防护等级：IP20
- (16) 是否带隔离变：否
- (17) 价格：250000元/台
- (18) 逆变器型号：INV-500

三、任务要求

- 1.光伏组件参数界面截图并保存，命名为“光伏组件参数”；
- 2.逆变器参数界面截图并保存，命名为“逆变器参数”；
- 3.阵列倾角优化界面，体现设计的倾角和方位角，截图并保存，命名为“阵列倾角优化”。
- 4.组件特性参数：不同辐射条件下I-V变化图，截图并保存，命名为“I-V变化图”；不同辐射条件下P-V变化图，截图并保存，命名为“P-V变化图”。
- 5.方阵布置参数界面，截图并保存，命名为“方阵布置参数”；

方阵布置图界面，体现阵列排布情况，截图并保存，命名为“方阵布置图”。

6.逆变器设计结果界面，体现选用的逆变器参数及设计结论能够符合项目要求，截图并保存，命名为“逆变器设计结果”。

7.直流传输方案选择界面，体现方案选择，截图并保存，命名为“直流传输方案”。

8.模拟运行界面，截图并保存，命名为“模拟运行”。

9.系统设计完成后，生成用户侧并网系统设计方案，命名为“设计方案”，保存在桌面“新型电力系统规划设计方案”文件夹中。设计方案包含相关产品的选型公式、项目基本情况、详细技术参数、全年各月发电量、节能减排分析、全年各月能量损耗、材料表等。

所有截图保存在桌面“新型电力系统规划设计方案”文件夹。

任务2 新型电力系统电站装调与自动化控制（18分）

一、光伏发电系统安装与控制功能实现（9分）

1. 光伏发电系统主电路图设计

光伏电站特性测试电路、投射灯控制主电路已经完成接线，光伏发电系统控制电路原理图以及平台说明图纸存放在文件夹“桌面\竞赛资料\平台图纸”中，根据以下要求绘制图纸（图框见附件1）。

（1）设计光伏发电部分主电路图，组件1、组件4搭建光伏电站1，组件2、组件3搭建光伏电站2，4块组件正极串防逆流二极管。包括PWM风光互补控制器、BAT1蓄电池、光伏电池组件、二极管及继电器等元器件。

(2) 设计光伏组件运动控制主电路图，完成光伏组件向东、向西、向南、向北四个方向转动功能。包含继电器、运动机构电动机等元器件。

(3) 设计摆杆运动控制主电路图，完成投射灯向东、向西摆动功能。包含元器件有继电器、摆杆控制电动机等元器件。

(4) 图纸中的回路编号自行设计，图纸署名：设计（张一）、审核（王二）、校对（李三）。

2. 光伏发电系统安装

(1) 光伏发电单元安装调试

将四块光伏组件、光线传感器、太阳总辐射变送器安装到光伏组件运动机构上，安装牢固可靠，安装样例见图2。

(2) 根据设计图纸发电部分、光伏发电组件运动控制部分及摆杆运动控制部分，完成安装与接线。

(3) 根据计算机桌面竞赛资料中相关图纸完成光伏发电系统控制电路的安装接线。

(4) 光伏发电系统接线全部采用BVR0.75 黑色电线，接线符合规范，号码管的编号采用相对编号法（自行打印）。

3. 光伏电站触摸屏组态与通讯设置

要求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，光源调节控件，时间调节控件。

(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8秒，到达投入时间后电站自动切出；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和投射灯2点亮，光伏单元电压表有对应光伏电站电压数据。

(2) 上述过程中，再次按下对应按钮或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。

(3) 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。

二、风力发电系统安装与控制功能实现(6分)

1. 风力发电系统主电路图设计

风力电站特性测试电路、风场轴流风机主电路已经完成接线，风力发电系统控制电路原理图以及平台说明图纸存放在计算机桌面文件夹“桌面\竞赛资料\平台图纸”中，根据以下要求绘制图纸（图框见附件1）。

(1) 设计风力发电站主电路图，包括元器件有PWM 风光互补控制器、风力发电机、继电器等。

(2) 设计风场运动控制主电路图，完成风场顺时、逆时两个方向移动功能。包含继电器、运动机构电动机等元器件。

(3) 设计尾翼侧风偏航运动控制主电路图，完成尾翼侧风偏航和偏航恢复功能。包含继电器、偏航电动机等元器件。

(4) 图纸中的回路编号自行设计，图纸署名：设计（张一）、

审核（王二）、校对（李三）。

2. 风力发电系统安装

（1）风力发电单元安装调试

安装风力发电机叶片、风力发电机尾翼以及风速传感器至正确位置，器件牢固可靠。安装样例见图3。

（2）根据设计图纸完成风力发电系统、风场运动控制系统、尾翼侧风偏航运动控制系统的安装与接线。

（3）根据计算机桌面竞赛资料中相关图纸完成风力发电站控制系统的安装与接线。

（4）风力发电系统接线全部采用BVR0.75 黑色电线，接线符合规范，号码管编号采用相对编号法（自行打印）。

3. 风力电站触摸屏组态与通讯设置

要求在风力电站触摸屏上设计风电站调控界面，具有风电场调试按钮，调试状态指示灯。按下风电场调试按钮，风电场投入运行，调试状态指示灯点亮，风场轴流风机自动以38Hz启动，风力发电机随之转动后风力单元电压表有对应风电场电压数据。再次按下风电场调试按钮，风电场切出。在此过程中，按下停止按钮或急停按钮，电站停止运行，轴流风机停止转动。

三、储能系统安装与控制功能实现(3分)

1. 储能系统电路图绘制

储能系统PLC控制电路图、并网电路图以及平台说明图纸存放在计算机桌面文件夹“桌面\竞赛资料\平台图纸”中，根据以下要求绘

制图纸（图框见附件1）。

（1）绘制储能系统主电路图，包含PCS储能逆变器、直流空开、电池元器件。

（2）回路编号：编号采用517、519、+BAT3、-BAT3。图纸署名：设计（张一）、审核（王二）、校对（李三）。

2. 储能系统安装与接线

正确安装蓄电池组，依据设计图纸完成PCS储能逆变器、直流断路器及电池组的接线（采用BVR1.0黑色线），接线符合规范，号码管的编号采用相对编号法（自行打印）。

3. 储能系统触摸屏组态与通讯设置

在储能系统触摸屏设计储能系统调控界面，设计“并网”、“离网”按钮，实现离并网模式切换；设计“充电”、“放电”按钮，实现电池充放电状态切换。

任务3 新型电力系统电站特性测试(20分)

一、光伏电站调试实验与特性测试(8分)

1. 光伏电站功能调试

选择开关处在手动控制状态。

（1）按下向东按钮，光伏电池组件向东偏转运动。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）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，再次按下向西按钮或按下停止按

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) 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，再次按下向北按钮或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) 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，再次按下向南按钮或按下停止按钮或急停按钮或接触到南限位位置开关，光伏电池组件停止偏转运动。

(5) 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，再次按下东西按钮或按下停止按钮或急停按钮或接触到东西限位接近开关，摆杆停止偏转运动。

(6) 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，再次按下西东按钮或按下停止按钮或急停按钮或接触到西东限位接近开关，摆杆停止偏转运动。

(7) 按下灯1按钮，灯1按钮指示灯及投射灯1亮3秒，调压模块输出AC200V。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) 按下灯2按钮，灯2按钮指示灯及投射灯2亮3秒，调压模块输出AC190V。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。

2. 光伏电站特性测试

按照下列要求测试和记录光伏电站的输出参数，并绘制曲线。使得答题纸上所画曲线平滑。

(1)调节光伏供电装置的摆杆处于垂直限位位置,点亮投射灯1、灯2,调节光伏电池组件处于正对投射灯状态(即倾斜角为 0°),将投射灯功率调节到最大即调压模块输出AC 220V,调节可调变阻器负载,检测当前辐照度及光伏电站发电的输出特性。

(2)调节光伏供电装置的摆杆处于垂直限位位置,点亮投射灯1、灯2,调节光伏电池组件处于正对投射灯状态(即倾斜角为 0°),将光照强度减小即调压模块输出AC 120V,调节可调变阻器负载,检测当前辐照度及光伏电站发电的输出特性。

(3) 测试说明 (表格见附件2,绘图见附件3)

①测试数据来源于光伏单元电压表、电流表,参赛选手合理选取实时数据测试点(须含最大功率点、短路点、开路点)。

②每一个表的第一组数据为开路状态点、最后一组为短路状态点,最大功率点的左边和右边均不少于6个测试点。

③表中的电压、电流与仪表一致,电压、电流、功率数据精确到小数点第2位。

(4) 绘图说明

根据以上测试数据分别绘制2条光伏电池组件输出功率(纵坐标)-电压(横坐标)特性曲线,分别绘制2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。合理选取横纵坐标的分度值,使得所画曲线平滑且充满所给图纸80%以上的区域。

3. 问题分析

通过光伏电站测试数据定性，分析辐照度对光伏电池开路电压、短路电流的影响。

二、风力电站调试实验与特性测试(7分)

1. 风力电站功能调试

选择开关处在手动控制状态。

(1) 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接近开关时，顺时按钮指示灯熄灭，风场运动机构箱停止移动。

(2) 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接近开关时，逆时按钮指示灯熄灭，风场运动机构箱停止移动。

(3) 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，在此过程中按下停止按钮或急停按钮或侧风偏航 -45° 时，偏航按钮指示灯熄灭，侧风偏航动作停止。

(4) 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，在此过程中按下停止按钮或急停按钮或侧风偏航运动到初始位置时停止，恢复按钮指示灯熄灭，撤销侧风偏航停止。

2. 风力电站特性测试（表格见附件4，绘图见附件5）

按照下列要求测试和记录风力电站的输出参数，并绘制曲线。调

节轴流风机频率为50Hz、尾舵无偏航，水平轴永磁同步风力发电机正对轴流风机，调节风力供电系统的可调变阻器负载，合理选取测试电压、电流（须含开路点、短路点，不少于16个测试点）填入表格，根据测试数据计算功率。根据表格数据绘制风力发电站出功率（纵坐标）-电压（横坐标）特性曲线。曲线需要标明坐标的名称、参数单位和计量单位。合理选取横纵坐标的分度值，使得所画曲线平滑且充满所给图纸80%以上的区域。

三、储能系统调试实验与特性测试(5分)

1. 储能系统功能调试

（1）在储能系统触摸屏中按下“并网”按钮，触摸屏显示并网状态，PCS储能逆变器并网指示灯亮；按下“离网”按钮，触摸屏显示离网状态，PCS储能逆变器并网指示灯灭。

（2）按下触摸屏“充电”按钮、显示充电电流（电流为正值）；按下触摸屏“放电”按钮、显示放电电流（电流为负值）。

2. 储能系统充放电特性测试

设置储能系统充电/放电状态，测量储能系统放电响应时间、放电调节时间,利用示波器截图记录对应波形数据。

（1）放电响应时间数据：包含稳态数据截图（命名为：放电响应稳态数据）、放电响应时间数据截图（命名为：放电响应时间数据）

（2）放电调节时间数据：包含放电调节时间数据截图。（命名为：放电调节时间数据），将所有截图存放在计算机桌面文件夹内（“桌面\竞赛资料\波形截图”）。

说明：全程比赛现场裁判考察职业素养（2.5分）

- 一、参赛选手遵守职业规范、安全规范。
- 二、参赛选手在竞赛中全程佩戴安全帽。
- 三、参赛选手在作业过程中必须遵循工具使用规范，整齐摆放工具与耗材。
- 四、参赛选手在作业过程中合理使用耗材。
- 五、任务完成后保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位规范要求。
- 六、团队分工明确，协调作业。
- 七、参赛选手在作业过程中，使用设备、工具、仪表仪器需符合职业岗位规范要求。
- 八、参赛选手在作业过程不能踩踏工具、耗材、盖板、线槽、器件等，不能造成人事伤害事故。
- 九、参赛选手在竞赛过程中遵照安全用电规范用电。
- 十、参赛选手在竞赛过程中遵守纪律及规则，尊重裁判及工作人员。

附件1

[illegible]

	设计	审核	日期

	设计	审核	日期

设计		审核	
校对		日期	

附件2

光伏电站的输出特性测试

表1 组件开路电压测量

电池板编号	开路电压U/V	电池板编号	开路电压U/V
1		2	
3		4	

表2 组件正对状态，辐照度较小时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			

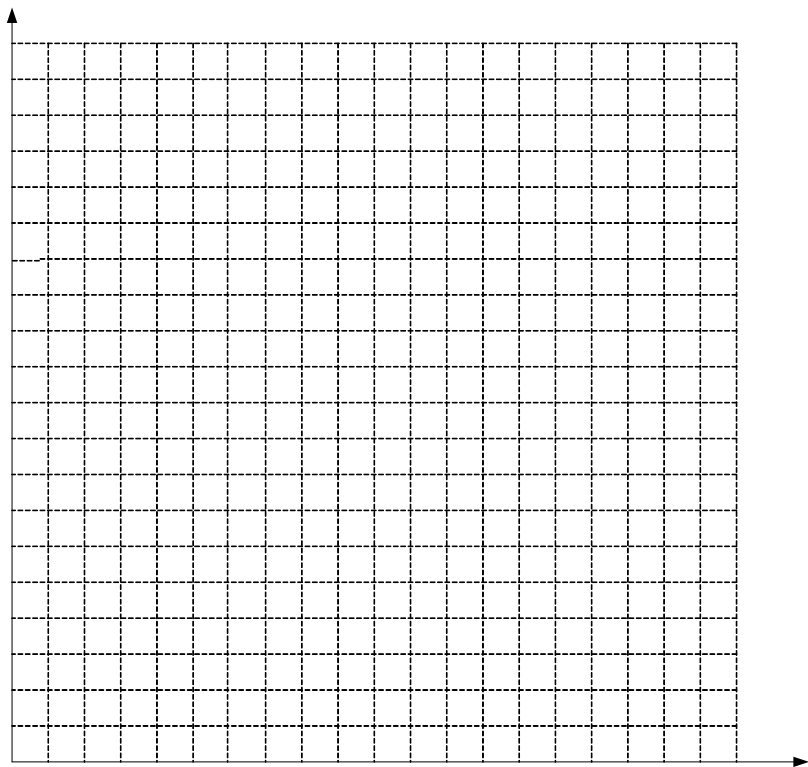
调压模块输出值：_____ 当前辐照度：_____

表3 组件正对状态，辐照度最大时1号、2号光伏电站的输出特性

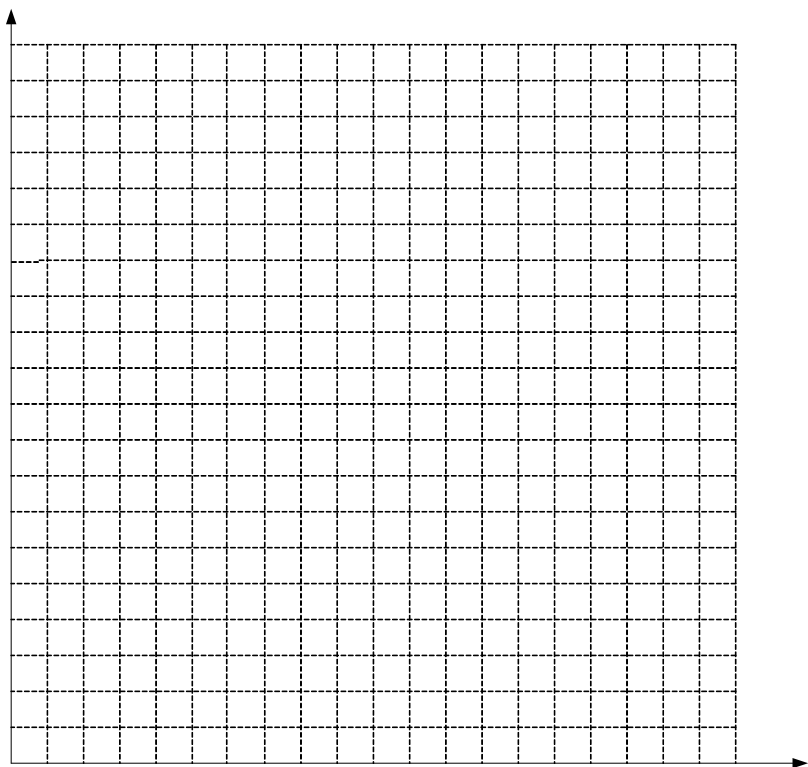
组号	电压U/V	电流I/mA	功率P/W	组号	电压U/V	电流I/mA	功率P/W
1				9			
2				10			
3				11			
4				12			
5				13			
6				14			
7				15			
8				16			

调压模块输出值：_____ 当前辐照度：_____

附件3



图（1） 两种情况下的功率特性

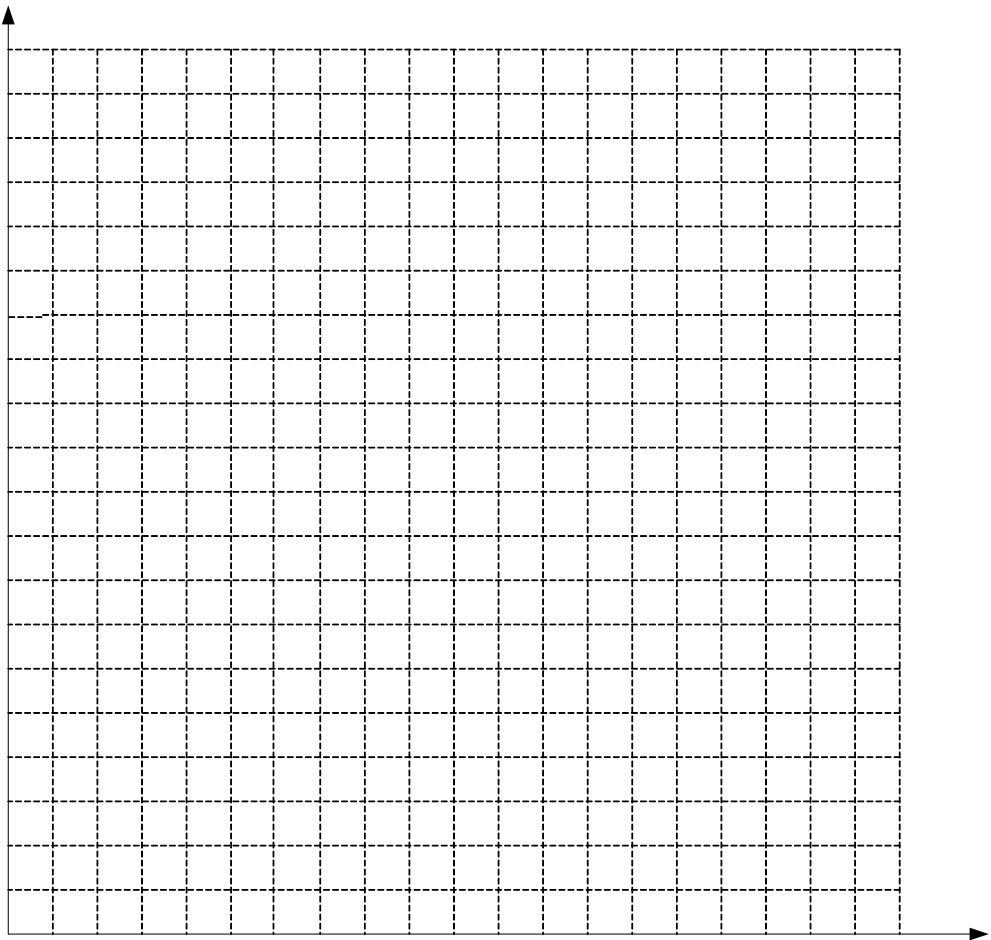


图（2） 两种情况下的伏安特性

附件4

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