

首届世界职业院校技能大赛
“碳中和可再生能源工程技术”赛项

“工程实践操作”赛题

“工程实践操作”赛题

一、选手须知（请各位选手赛前务必仔细阅读）

1.如出现赛题缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行赛题的更换。

2.总分 100 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。记录表中数据和文字用黑色水笔填写，要求字迹清晰，无法辨识时将视为无效。

4.选手在实操过程中应遵守竞赛规则和安全守则，确保人身和设备安全。如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。

5.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。

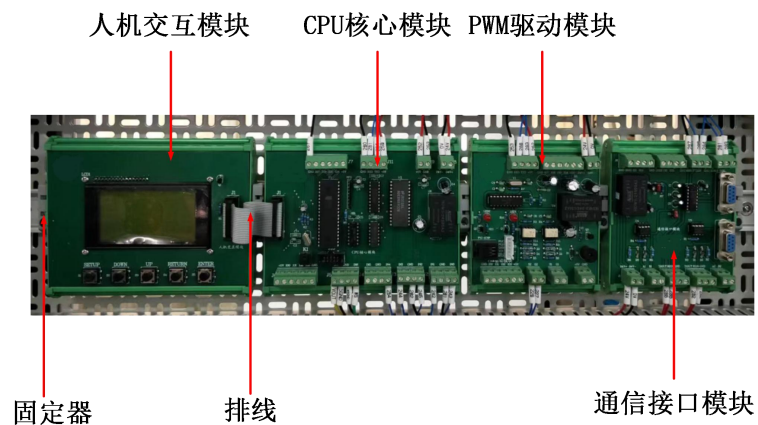
7.选手应爱惜设备，节约耗材，在竞赛过程中，不得踩踏连接导线、走线槽盖板等材料或工具。

8.选手在竞赛过程中根据赛题要求将各系统生成的运行记录或程序文件存储到赛题指定的目录及文件夹下，未存储到指定位置的运行记录或程序文件均不予给分。

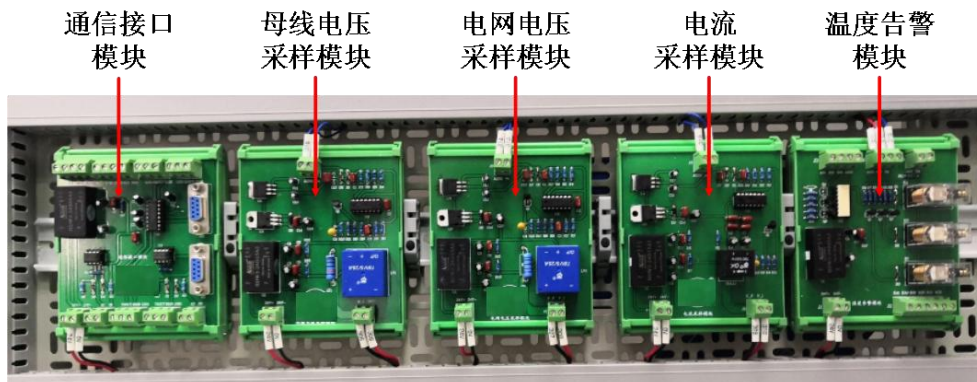
二、设备安装与连接

1.设备安装

(1) 将“CPU 核心模块”、“人机交互模块”正确安装在“能源转换储存控制系统”导轨上并固定。



(2) 将“电网电压采样模块”安装在“并网逆变控制系统”网孔架内的正确位置上固定好。



2.设备连接

(1) 将“CPU 核心模块”与“人机交互模块”通过 20P 排线连接。

(2) 根据表 1，选择表中指定的线型，完成“CPU 核心模块”的接线。连接的导线必须采用接线端子压接；套上赛场提供的号码管，号码管编号要求和接线表一致，号码管字符方向整个电气板一致。走

线需放入线槽内，外露部分走线整齐。

表 1 CPU 核心模块接线表

序号	起始端位置		结束端位置		号码管编号	导线规格
	模块名称	端子号	模块名称	端子号		
1	CPU 核心模块	J2: IN0	直流电压电流采集模块 1	J2: Vout1	243	12 蓝
2		J2: GND		J2: GND	261	23 黑
3		J2: IN1		J2: Vout0	242	12 蓝
4		J3: IN2	直流电压电流采集模块 2	J3: Vout1	245	12 蓝
5		J3: GND		J3: GND	262	23 黑
6		J3: IN3		J3: Vout0	244	12 蓝
7		J4: IN4	温度告警模块	J4: TM	254	12 蓝
8		J7: GND	通信接口模块	J8: GND	287	23 黑
9		J8: 24V+	端子排 XT	2:9 上	24V	23 红
10		J8: 24V-		3:3 上	0V	23 黑
11		J9: +5V	PWM 驱动模块	J1: +5V	252	23 红
12		J9: GND		J1: GND	253	23 黑
13		J11: +5V	温度告警模块	J4: +5V	259	23 红
14		J11: GND		J4: GND	260	23 黑
15		J11: RXD	通信接口模块	J9: R1OUT	281	12 蓝
16		J11: TXD		J8: T2IN	284	12 蓝
17		J5: IN6	端子排 XT	5:8 上	WS	23 红
18		J5: GND		5:9 上	WSGND	23 黑
19		J5: GND		5:6 上	SGND	23 黑
20		J5: IN7		5:3 上	VOUT	23 红

(3) 根据表 2，选择表中指定的线型，完成“电网电压采样模块”的接线。连接的导线必须采用接线端子压接；套上赛场提供的号码管，号码管编号要求和接线表一致，号码管字符方向整个电气板一致。走线需放入线槽内，外露部分走线整齐。

表 2 电网电压采样模块接线表

序号	起始端位置		结束端位置		号码管编号	导线规格
	模块名称	端子号	模块名称	端子号		
1	电网电压采样模块	J1:24V+	端子排 XT	1:8 上	24V	23 红
2		J1:24V-		2:4 上	0V	23 黑
3		J2:V_P	驱动电路模块	J4:V_P	307	23 红
4		J2:V_I		J4:V_I	308	23 黑
5		J3:Vs	接口模块	J5:Vs	313	12 蓝
6		J3:AGND		J5:AGND	314	12 蓝

(4) 连接“模拟光源跟踪装置”光伏输出与“模拟能源控制系统”光伏输入之间的航空插座，连接线号码管编号为：V1+、V1-、V2+、V2-、V3+、V3-、V4+、V4-。

3.上电步骤

按照电气操作规程要求上电。

三、软、硬件配置

1.能源转换储存控制系统电压电流表参数设置

图 1 是一个电压表和电流表的示意图，根据电压表和电流表面板提示，按照表 3 要求，设置各电压表和电流表的“通讯地址”和“波特率”，并保存退出。



图 1 直流电压、电流表

表 3 电压表、电流表通讯参数

序号	位置	名称	通讯地址[Addr]	波特率[bAUd]
1	能源转换储存控制系统	光伏输出电压表	04	9600
2		光伏输出电流表	01	
3		蓄电池电压表	05	
4		蓄电池电流表	02	
5	并网逆变控制系统	逆变输入电压表	06	
6		逆变输入电流表	03	

2.并网逆变控制系统逆变输出电量表参数设置

(1) 设置“逆变输出电量表”的“通讯地址”和“波特率”，具体操作步骤如下：输入密码“0001”；将通讯地址设置为“007”；波特率设置为“9600”，并保存；进入电力参数界面。

四、系统调试

1.光伏发电系统

按照要求测试光伏发电系统特性参数，将测试的数据填在表4中，并在表中计算功率，记录数据不少于16组。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

(1) 测试数据来源于光伏输出电压表、电流表，要求自行合理选取实时采集的数据测试点（必须包含短路点、开路点），使得所画曲线平滑。

(2) 测试数据的选取，第一组为短路状态点、最后一组为开路状态点。

(3) 光源强度调至最强。调节可调变阻器，测试光伏组件输出特性，并记录数据。电压数据精确到个位、电流数据精确到小数点后

2位、功率数据精确到小数点后2位。

(4) 绘制V-I、V-P曲线。找出最大功率，短路电流和开路电压值，记录在表5中。

表 4 光伏阵列特性测试记录

序号	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	选手 签赛位号	裁判 签字
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

注：可调电阻调到最小值时，视为短路，光伏输出电流表的电流值为短路电流，记入表内。

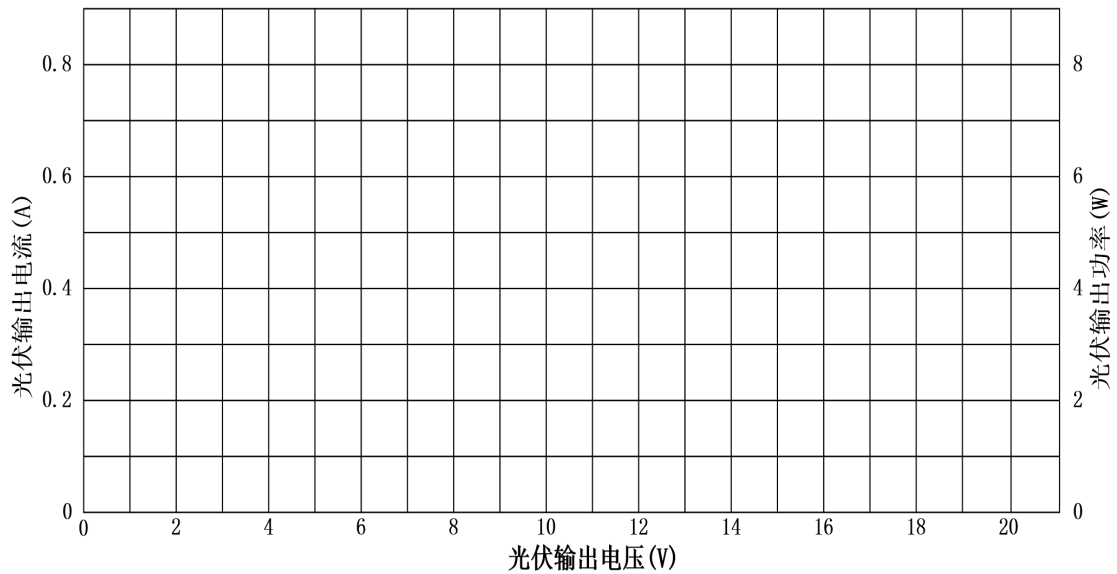


图 4 光伏 V-I 曲线、功率曲线图

表 5 最大功率、短路电流、开路电压

最大功率	短路电流	开路电压

2. 风力发电系统

(1) 记录变频器上电，但未启动时“蓄电池电压表”、“蓄电池电流表”上的数据到表7中。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

(2) 根据表6中提供的设定值设置变频器参数。

表 6 参数设置

参数号	设定值	名称	内容
ALL.CL	1	参数全部清除	参数恢复为初始值
P. 1	30.00	上限频率	设定输出频率的上限

(3) 设置变频器参数：进入“PU运行模式”将频率设定在“27.00Hz”并确定。启动“变频器”，记录“蓄电池电压表”、“蓄电池电流表”上的数据到表7中。数据记录前需向裁判员示意，在裁

判员监督下记录数据。

表 7 蓄电池输出电压、电流

变频器工作状态	蓄电池		选手 签赛位号	裁判 签字
	电压 (V)	电流 (A)		
停止				
启动				

(4) 停止“变频器”并断电。

3.能源转换储存系统

(1) 操作充放电控制器的按键，设定如下参数：电池停充电压：29.84V；负载停机电压：22.06V；负载开机电压：23.94V。

(2) 启动光伏发电，操作人机交互模块，调整PWM输出占空比，当蓄电池电流表达达到最大值时，记录光伏输出、蓄电池的电压、电流数据，要求电压数据精确到小数点后1位、电流数据精确到小数点后2位。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

表 8 功能检查记录表

光伏输出		蓄电池		选手 签赛位号	裁判 签字
电压 (V)	电流 (A)	电压 (V)	电流 (A)		

4.并网逆变发电系统

关闭光伏发电，分别记录“离网逆变器”工作前后，“离网负载”工作状态，“蓄电池电压表”、“蓄电池电流表”上的数据，要求电压数据精确到小数点后1位、电流数据精确到小数点后2位。数据记录前需

向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

表 9 离网逆变器工作状态

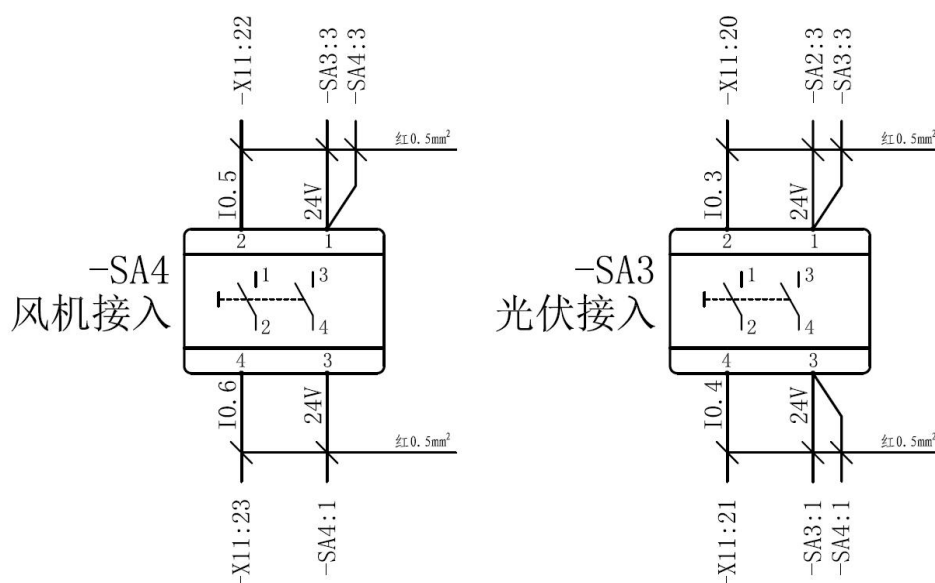
离网逆变器	离网负载 工作状态	蓄电池		选手签赛位号	裁判签字
		电压 (V)	电流 (A)		
工作前					
工作后					

五、电气设计任务

要求选手根据赛场提供的“模拟能源控制系统(光伏)接线图模板”和“模拟能源控制系统(光伏)电气图”（位于电脑桌面“碳中和可再生能源工程技术\电气设计”文件夹中），利用CAD软件，完成模拟能源控制系统（光伏）和模拟光源跟踪装置的接线图设计。

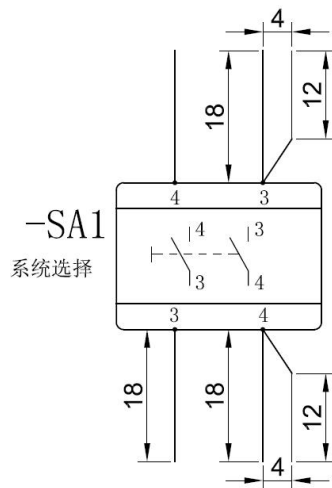
1.接线图模板统一提供。绘制接线图所用器件符号均已在的接线图模板中布置完成，请不要随意变更器件布局。

2.接线图绘制要求：



接线图样例

(1) 连接的导线用实线表示，采用中断线画法，接线位置在实心圆点中心处。连接线宽 0.35mm，上下出线；若同一端点出线两根，则第 2 根线从第 1 根线的右侧出线。画法见如下示例：



(2) 连接导线上的线号（如：24V、I0.3 等）采用宋体，字体高度 2.5，宽度因子为 1。

(3) 导线连接点的标记采用“项目代号：端子代号”的方式，如：接线图样例中器件 SA3 的 3 脚连接线的“-SA4：1”，表示此处连接至器件 SA4 的 1 脚，对应器件 SA4 的 1 脚连接线的“-SA3：3”，表示此处连接至器件 SA3 的 3 脚。导线连接点标记采用宋体，字体高度 2.5，宽度因子为 1。

(4) 连接导线规格、颜色等标注采用仿宋字体，字体高度 1.5，宽度因子为 1。

3. 根据“模拟能源控制系统(光伏)电气图”，在接线图模板中完成空气开关（PLC、开关电源、光源调节模块）、可编程逻辑控制器、步进驱动器（模拟太阳光源、上下控制、左右控制）及对应步进电机、

开关电源、光源调节模块、模拟太阳光源、光源控制按钮、开始按钮、停止按钮、急停按钮、光电传感器变送器、限位开关、接地排之间的电气接线图绘制。

4.绘制好的接线图以“模拟能源控制系统(光伏)接线图+赛位号.dwg”的方式命名，如01号赛位选手，文件命名为“模拟能源控制系统(光伏)接线图01.dwg”，并保存在位于电脑桌面“碳中和可再生能源工程技术\电气设计”文件夹中。

注意：接线图CAD文件保存格式不高于2010版本。

首届世界职业院校技能大赛

“碳中和可再生能源工程技术”赛项

“工程项目创新”赛题

“工程项目创新”赛题

一、选手须知（请各位选手赛前务必仔细阅读）

1.如出现赛题缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行赛题的更换。

2.总分 100 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。记录表中数据和文字用黑色水笔填写，要求字迹清晰，无法辨识时将视为无效。

4.选手在实操过程中应遵守竞赛规则和安全守则，确保人身和设备安全。如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。

5.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，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。

8.选手在竞赛过程中根据赛题要求将各系统生成的运行记录或程序文件存储到赛题指定的目录及文件夹下，未存储到指定位置的运行记录或程序文件均不予给分。

9.本模块中，选手可根据自身需要将比赛过程中软件操作等内容截图保存，用于“工程项目展示”部分的汇报内容。

二、光伏电站的搭建

1. 工程实施

参赛选手根据提供的“模拟能源控制系统(光伏)电气图”（位于电脑桌面“碳中和可再生能源工程技术\电气设计”文件夹），完成 PLC 与外围器件（驱动器、限位开关、光电传感器变送器）之间的电气线路连接工作。

（1）PLC 外围器件的端子已事先引至端子排，选手只需完成 PLC 至对应端子排之间的连线。

（2）连接的导线必须采用接线端子压接；套上赛场提供的号码管，号码管编号要求和电气图一致，号码管字符方向整个电气板一致。走线需放入线槽内，外露部分走线整齐。

2. 基本功能要求

选手根据电气图编写并调试三菱 PLC 程序，实现如下功能要求：

光伏阵列自动跟踪模拟光源往返运动，光伏阵列在跟踪运行过程中始终保持正向对准模拟光源。

（1）按下“模拟光源控制”的黄色按钮（带自锁功能），模拟光源步进电机准备工作，当弹起黄色按钮时，模拟光源步进电机不能工作。

（2）按下“模拟光源控制”的“开始”按钮（绿色）模拟光源步进电机开始间歇（走一会、停一会）往返运动，根据光线传感器信号控制上下、左右步进电机，使太阳能电池板跟随模拟光源同步运动，保持正向对准模拟光源。

(3) 模拟光源运动到左限位开关后按原路返回到右限位开关后完成一个运行周期，模拟光源和太阳能电池板将重复周期性运动。

(4) 按下“停止”按钮（红色）所有步进电机停止运行，再次按下“开始”（绿色）按钮后又继续运行。

3. 创新发挥部分

选手在完成以上任务后，可结合工程实际应用需求进行创新设计。

三、能源转换储存控制系统的设计与调试

1. 基本功能要求

选手根据现场提供的源程序（位于电脑桌面的“碳中和可再生能源工程技术\最大功率跟踪”文件夹中）和程序流程图，编写并调试 CVT 控制主程序，实现如下功能要求：

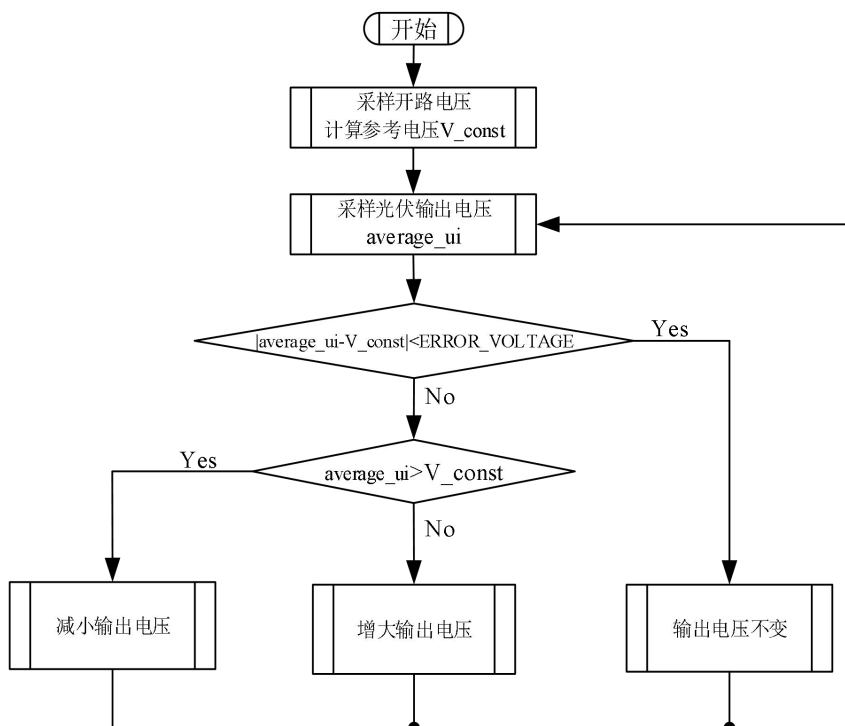


图 1 流程图

模拟光源静止并垂直于光伏阵列，光伏输出实现对 24V 蓄电池组稳定充电，当光源强度最强时，要求光伏输出功率 $\geq 5W$ 。确认实现功能后，保存修改的工程，并向现场裁判示意，在裁判监督下进行功能验证，并在表 1 中记录光伏输出电压表、电流表和功率值，选手和裁判签字确认。要求电压数据精确到小数点后 1 位、电流数据精确到小数点后 2 位、功率数据精确到小数点后 2 位。

表 1 功能检查记录表

序号	检查内容	光伏输出电压表数值	光伏输出电流表数值	选手签赛位号	裁判签字
1	光伏输出功率 $\geq 5W$				

2. 创新发挥部分

选手在完成以上任务后，可结合工程实际应用需求进行创新设计。

四、并网逆变发电系统的调试与运行

1. 逆变器并网数据测量

设置并网逆变器参数：“母线设定(V)”： $U = 0120$ ；“电流 PI 设定”： $P = 1500, I = 0300$ ；“前馈设定(V)”： $FW = 0038$ ；“死区设定(ns)”： $DB = 2560$ ；启动逆变器，将逆变器并网前后各表的数值填入下表。要求电压数据精确到小数点后 1 位、电流数据精确到小数点后 2 位。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

表 2 逆变器并网前后各电表的数值

序号	项目	逆变器输入		逆变器输出		选手签赛位号	裁判签字
		U(V)	I(A)	Uc(V)	Ic(A)		
1	并网前						
2	并网后						

3. 带负载状态下的逆变器输出数据测量

测量交直流负载接入前后的电压电流等数据：逆变器正常工作后，将空载、接入直流负载、接入交流负载时逆变器输出电量表的数值填入下表。要求电压数据精确到小数点后 1 位、电流数据精确到小数点后 2 位、其他数据按表读数记录。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

表 3 空载、直流负载、交流负载时逆变器输出电量表的数值

序号	项目	逆变器输出电量表					选手 签赛 位号	裁判 签字
		Uc(V)	Ic(A)	Pc(W)	Qc(VA)	PF		
1	并网后 (空载)							
2	并网后 (直流负载)							
3	并网后 (交流负载)							

4. 改变 PID 参数后的逆变器输出数据测量

停止逆变器，设置并网逆变器参数：“电流 PI 设定”：P = 0150，I = 0030；启动逆变器，将逆变器输出电量表的数值填入表 4 中；停止逆变器，设置并网逆变器参数：“电流 PI 设定”：P = 1500，I = 0300；启动逆变器，将逆变器输出电量表的数值填入表 4 中。要求电压数据精确到小数点后 1 位、电流数据精确到小数点后 2 位、其他数据按表读数记录。数据记录前需向裁判员示意，在裁判员监督下记录数据。

表 4 改变电流环 PID 参数，逆变器输出电量表的数值

序号	项目	逆变器输出电量表					选手 签赛 位号	裁判 签字
		Uc(V)	Ic(A)	PF	电压 THD	电流 THD		
1	P=0150 I=0030							
2	P=1500 I=0300							

五、能源监控管理系统的运行优化

1. 基本功能要求

利用设备上的力控组态软件，根据所提供的仪表通信参数，制作导航按钮及三个画面，分别是：通信状态、电量参数、实时曲线。保存在电脑桌面的“碳中和可再生能源工程技术\组态工程”文件夹中。

运行各控制系统产生数据，完成通信状态、电量参数和实时曲线的功能测试。

画面具体要求：

“顶窗口”为功能导航窗口，包括“通讯状态”、“电量参数”、“实时曲线”和“退出”等按钮，系统运行时一直显示。单击“通讯状态”、“电量参数”、“实时曲线”等按钮，在窗口下方显示对应的功能窗口。

(1) 画面一：通信状态

“通信状态”实时监测光伏输出电压、光伏输出电流、蓄电池电压、蓄电池电流、逆变输入电压、逆变输出电流、逆变输出电量表的通信状态，用红色指示为通信异常，绿色指示为通信正常，并在窗口的左上角用图示法对色标用法进行说明。

(2) 画面二：电量参数

单击“工具栏”的“电量参数”按钮，“功能”窗口显示光伏组件电量参数（输出电压、输出电流、输出功率）、蓄电池组电量参数（直流电压、直流电流、直流功率）、逆变输入端电量参数（直流电压、直流电流、直流功率）和逆变输出端电量参数（交流电压、交流电流、频率、有功功率、无功功率、有功电度、功率因数）。

(3) 画面三：实时曲线

单击“工具栏”的“实时曲线”按钮，“功能”窗口显示实时显示光伏、蓄电池、逆变器输入和逆变器输出的电压、电流、功率曲线以及逆变器输出的有功电度。

表 5 仪表通信参数

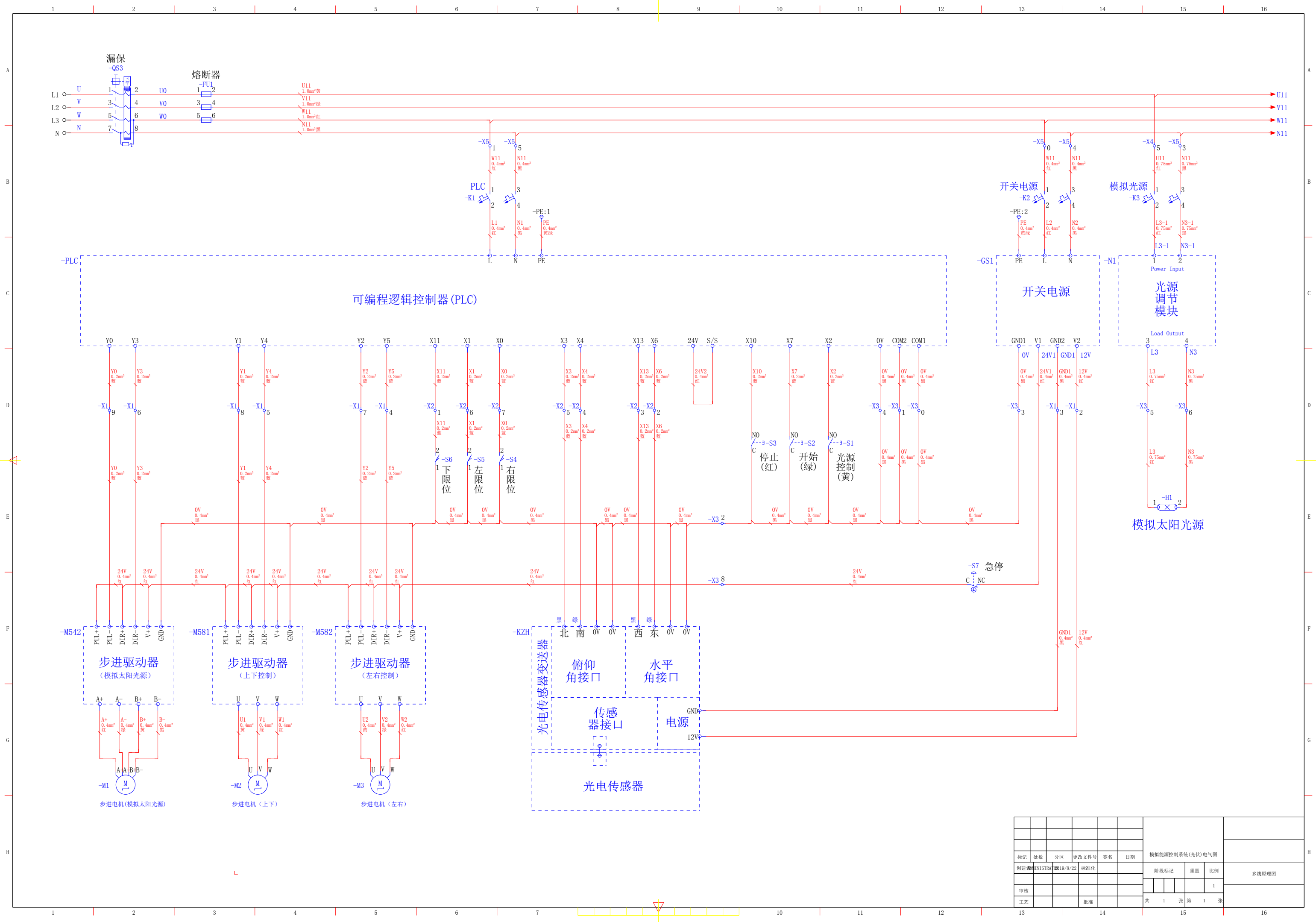
序号	位置	名称	通讯地址 [Addr]	通讯口	波特率 [bAUd]
1	能源转换储 存控制系统	光伏输出电压表	04	COM1	9600
2		光伏输出电流表	01		
3		蓄电池电压表	05		
4		蓄电池电流表	02		
5	并网逆变控 制系统	逆变输入电压表	06	COM2	
6		逆变输入电流表	03		
7		逆变输出电量表	07	COM5	

2. 创新发挥部分

选手在完成以上任务后，可结合工程实际应用需求进行创新设计。

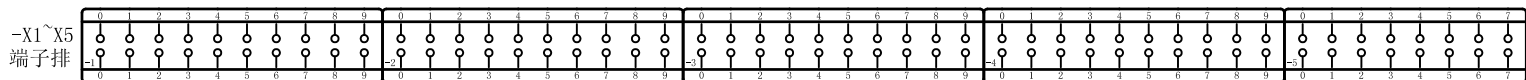
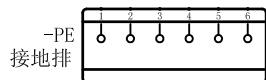
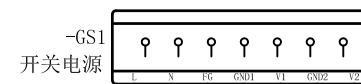
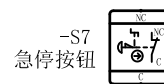
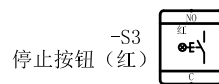
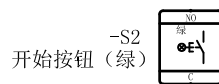
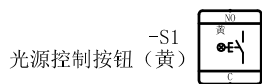
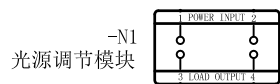
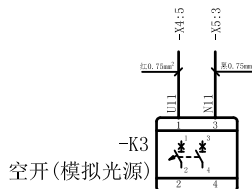
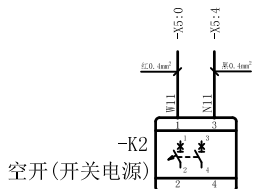
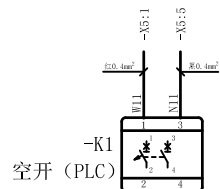
“工程项目展示”赛题

参赛队对此次大赛做总结性汇报，并阐述对“碳中和”的理解以及关于可再生能源的应用及展望，汇报时长约为 5-10 分钟，以录屏形式提交资料。

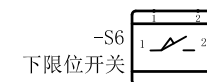
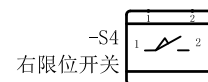
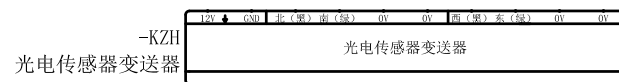
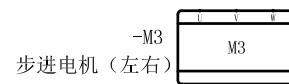
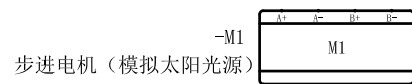
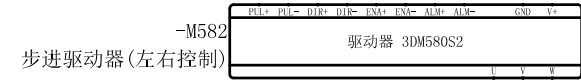
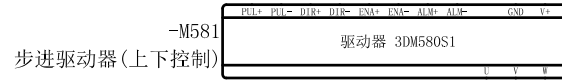


标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期	模拟跟踪控制系统(光伏)电气图		
创建	INISTR	2019/8/22	标准化			阶段标记	重量	比例
审核								1
工艺			批准			共 1 张	第 1 张	

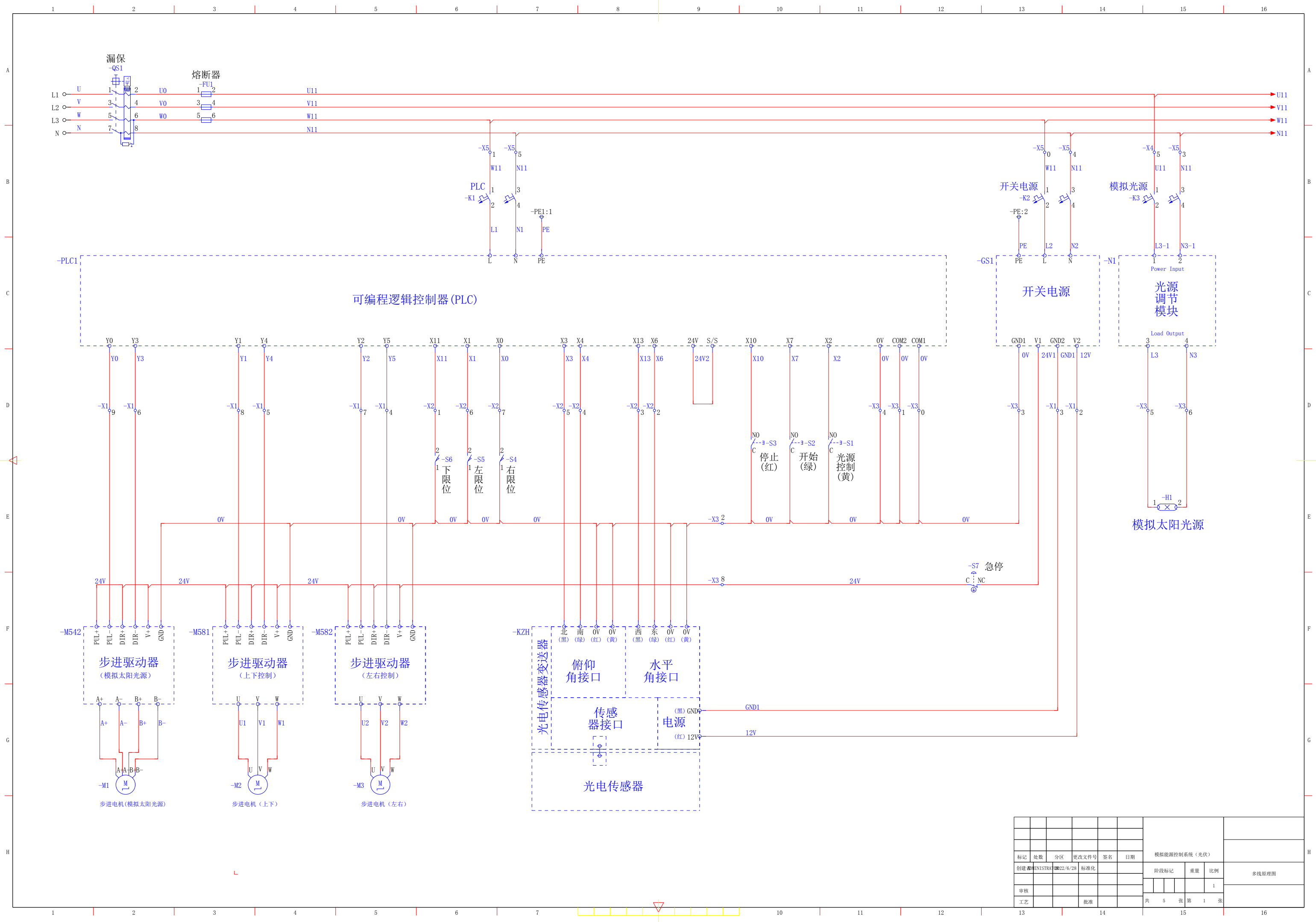
选手不需要画空开之前电路的接线图。



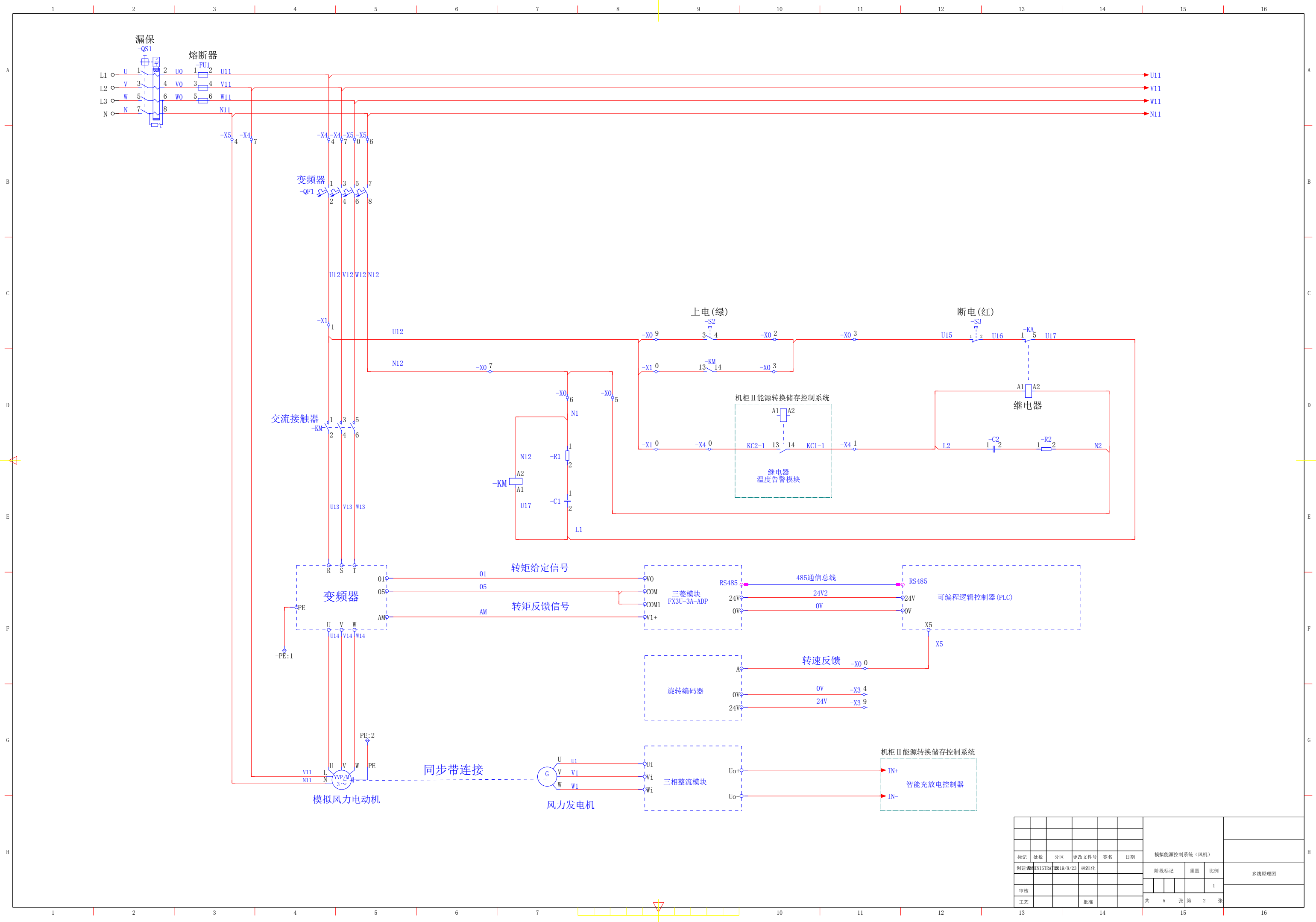
制图		项目名称	碳中和可再生能源工程技术赛项	版本号	1.0
审核		图纸名称	模拟能源控制系统 (光伏)	页数	1
批准				总页数	2



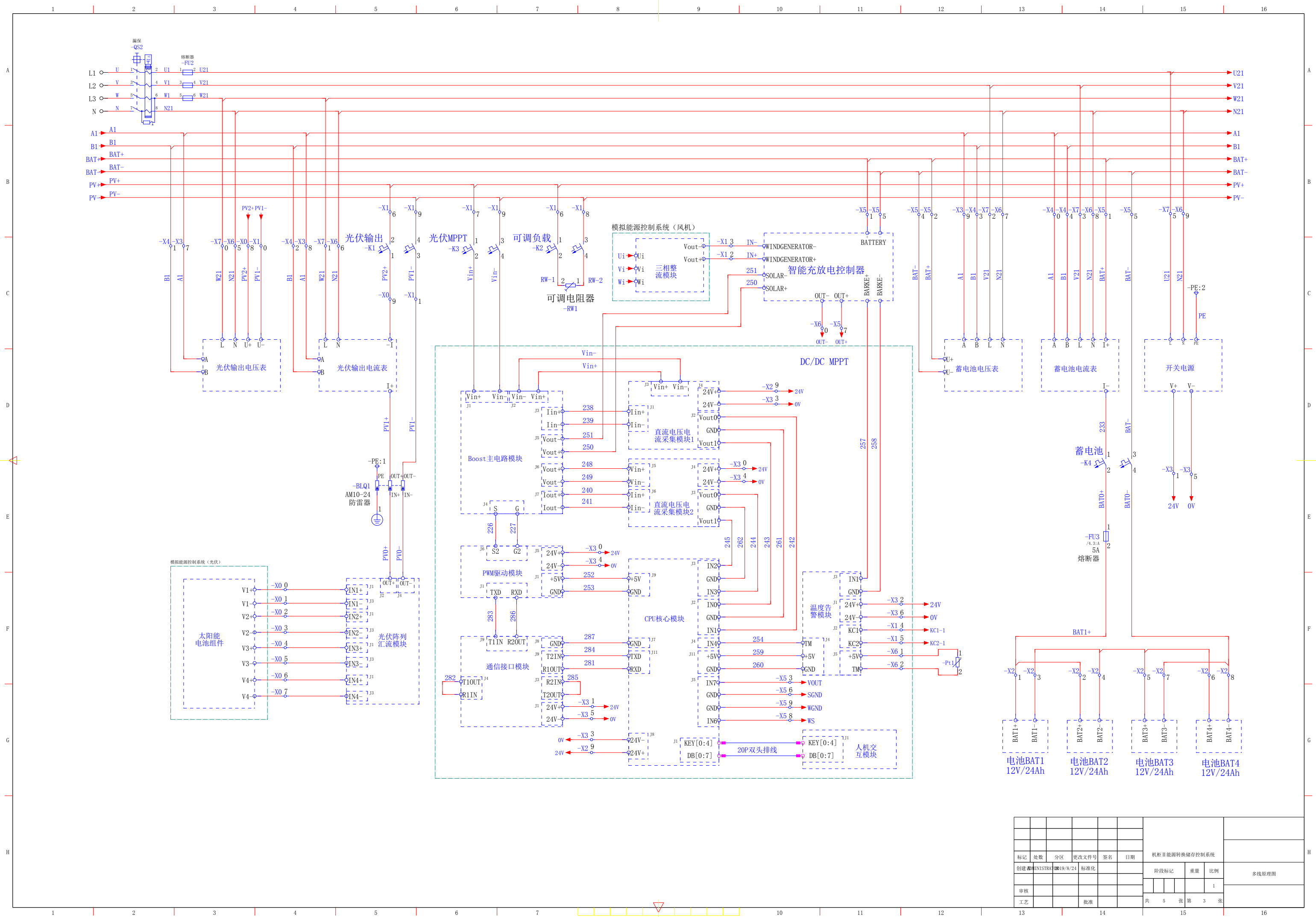
制图		项目名称	碳中和可再生能源工程技术赛项	版本号	1.0
审核		图纸名称	模拟光源跟踪装置	页数	2
批准				总页数	2



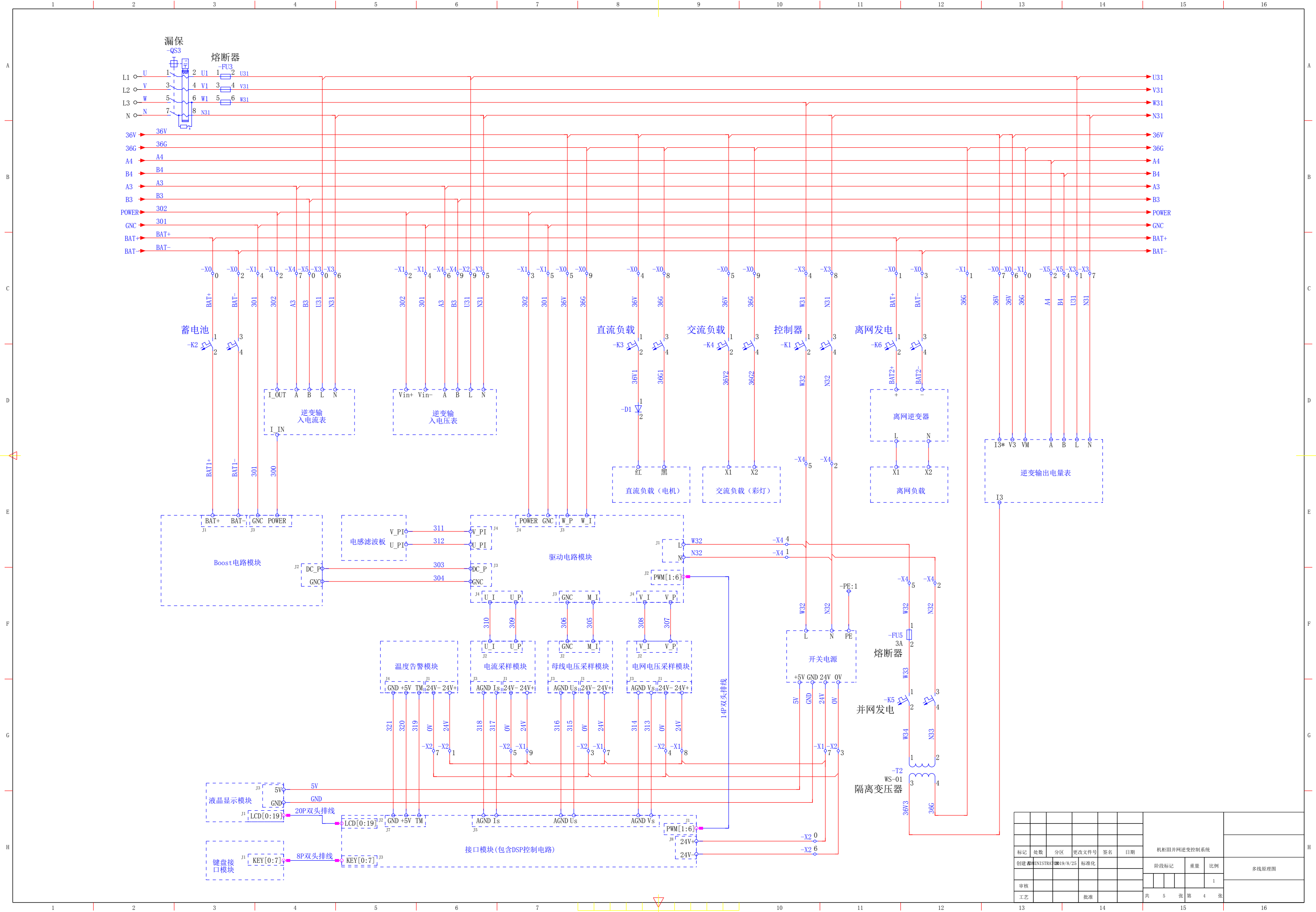
						模拟能源控制系统 (光伏)			
标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期	阶段标记	重量	比例	多线原理图
创建	MINISTR	2022/6/28	标准化					1	
审核									
工艺			批准			共 5 张	第 1 张		



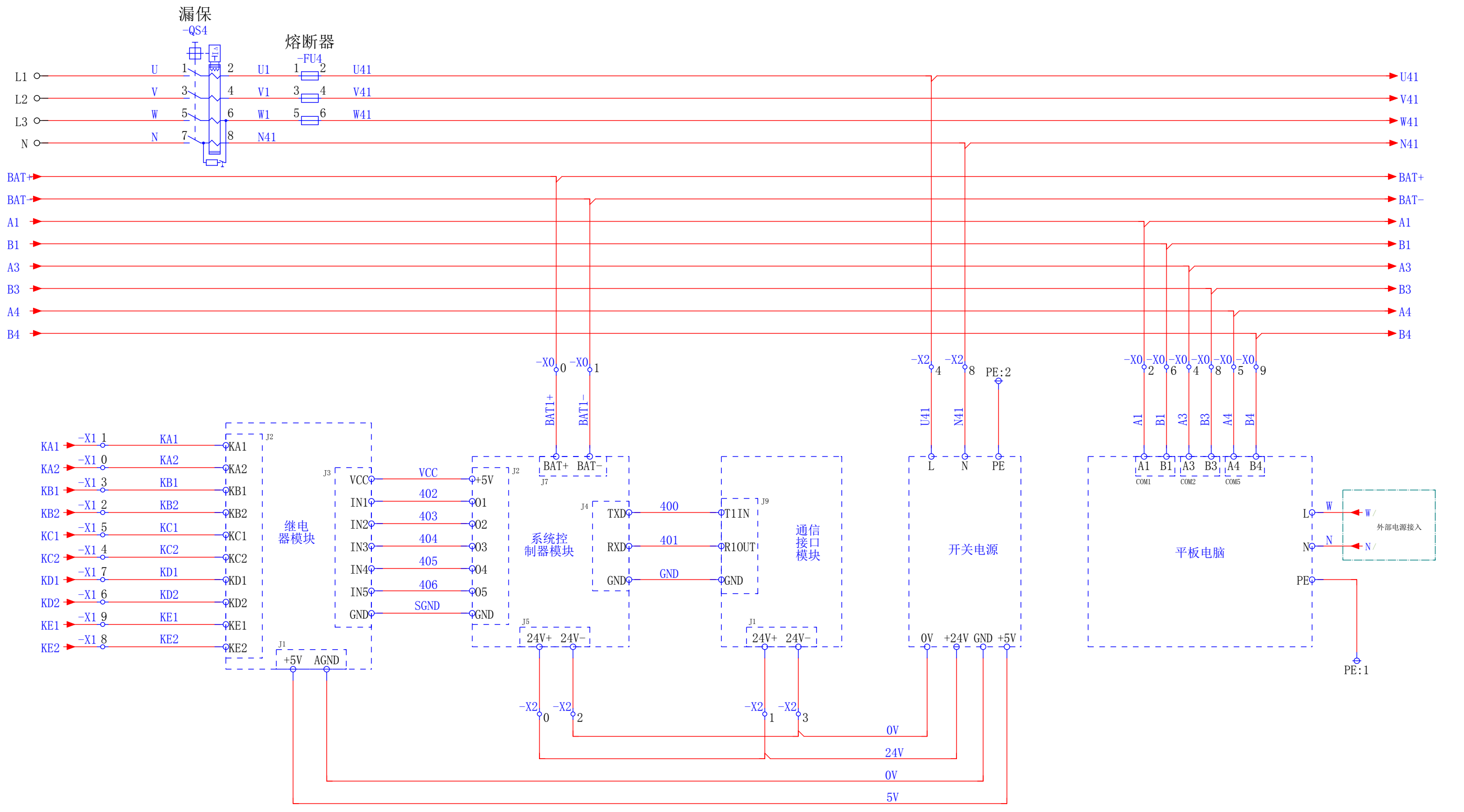
						模拟能源控制系统 (风机)			
标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期	阶段标记	重量	比例	多线原理图
创建	MINISTRAL	2019/8/23	标准化					1	
审核									
工艺			批准			共 5 张	第 2 张		



						机柜II能源转换储能控制系统				
标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期	阶段标记	重量	比例	多线原理图	
创建	INISTRA	2019/8/24	标准化					1		
审核										
工艺			批准			共 5 张	第 3 张			



机柜III并网逆变控制系统					
标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期
创建	MINISTR	2019/8/25	标准化		
审核					
工艺			批准		
				阶段标记	重量
				共 5 张	第 4 张
				比例	1
				多线原理图	



						机柜IV能源监控系统				
标记	处数	分区	更改文件号	签名	日期	阶段标记		重量	比例	多线原理图
创建者	MINISTR	0019/8/27	标准化						1	
审核						共 5 张		第 5 张		
工艺			批准							