

2020 年全国高等院校工程应用技术教师大赛

比赛要求与赛项平台技术说明

EE4: 新能源风光发电技术

一、引言

大赛采用目标命题的竞赛方式，即限定赛项平台，给定实现目标，实施方案不拘一格。这种目标命题的竞赛方式既约束了项目的实施范围，又为参赛选手留有应用创新的空间，重在考察参赛选手的实际应用能力和解决问题能力。

大赛支持在目标命题的范围内和限定的赛项平台下进行有创意的系统构想和设计，鼓励从应用创新的角度去思考设计工程应用系统，或从培养学生的角度去构造实验/实训教学系统。

本赛项以“新能源风光发电技术”为应用背景，要求充分利用赛项平台的软硬件资源，根据比赛命题自主设计一个具有新能源工程应用或教学实验/实训价值的系统。通过系统设计、创新研发和现场实施，考察参赛选手的工程应用及创新能力。

二、比赛要求

1. 大赛采用目标命题的比赛方式，分初赛和决赛两个阶段。

2. 初赛阶段：根据“目标命题实现”任务书（任务书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载）的要求和赛项平台的软硬件资源，设计一个工程应用系统或教学实验/实训系统（二选一）。所设计的工程应用系统要求覆盖规定的技术目标，具有实际应用价值；所设计的教学实验/实训系统要求满足规定的要求，具有培养学生实践能力的教学使用价值，且至少要编写 2~3 个具体的实验/实训指导书（具体要求见“目标命题实现”任务书）。参赛选手要按规定的时间提交项目设计书（设计书模板可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载），大赛组织相关专家以网评的形式进行初审，根据初审结果，决定入围全国总决赛名单。

3. 决赛阶段：决赛分“工程实践操作”和“目标命题实现”两个环节。第一环节按“工程实践操作”作业书（作业书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载，决赛公布的作业书较赛前公布的会有不多于 20% 的更改）的要求操作，主要比基本技能操作和工程素质；第二环节按“目标命题实现”任务书（决赛公布的任务书较赛前公布的也会有一定改动）的要求完成，主要比规定目标下的应用创新和解决问题的能力。两个环节的比赛时间各为 120 分钟，第一个环节完成后间隔 30 分钟进入第二个环节，第二个环节完成后由评审专家组织对参赛选手进行现场答辩，答辩时间 15~20 分钟。

4. 参赛选手设计的系统必须能在限定的赛项平台上实现，大赛为参赛选手提供赛项平台必要的技术资料，包括技术说明、操作规程、装配图纸和系统软件等。

5. 决赛阶段“目标命题实现”比赛环节为 120 分钟，参赛选手要充分考虑到现场实施所需的工作量、复杂程度，以及软硬件的兼容性和接口的匹配性等技术细节，所设计的方案必须能在规定的时间内完成。参赛选手实施第二环节“目标命题实现”任务时，可以充分借助第一环节“工程实践操作”的实施结果。

6. 参赛选手不能将已有的科研成果直接拿来参赛，也不允许自带任何硬件装置、部件和被控对象等参赛，一经发现将取消参赛资格。但参赛选手可以用 U 盘或移动硬盘将事先自编的应用软件带入比赛现场，以便装入赛项平台，完成系统调试。

7. 对“水环境监测与治理技术”、“大气环境监测与治理技术”和“化工分离与节能技术”赛项，如果参赛选手有技术上的特殊要求，可在决赛前 30 日向大赛办公室提出。大赛办公室收到申请材料后，在 15 日内予以答复，以便参赛选手调整设计方案。

8. 如果参赛选手选择“教学实验/实训系统”命题任务，要充分考虑教学实验/实训课的需求，设计教学实验/实训系统，同时提供必要的实验/实训指导书。现场演示时，要模仿实验/实训课的真实情况，按实验/实训指导书的步骤逐步进行。

9. 参赛选手要有知识产权意识，如果所设计的方案涉及到他人的知识产权应注明出处。

10. 参赛选手在比赛的全过程中不得透露单位和个人信息，对冒名顶替、弄虚作假、假造数据、抄袭他人技术等情况，由大赛仲裁委员会视情节轻重负责处理，或给予扣分处置，或取消比赛资格，并由组委会通知其所在单位。

11. 同单位的参赛选手技术方案雷同视为相互抄袭，同时取消两人的比赛资格。

12. 参赛选手要有安全意识，不得违规操作，不能带电操作，对有毒或有害健康的气体、液体要谨慎处理处置，避免造成人身伤害。

13. 参赛选手要尊重现场裁判和评审专家的工作，如对评审存有疑义，由大赛仲裁委员会处理。

三、赛项平台技术说明

1. 赛项背景

新能源（太阳能、风能等）与石化能源（石油、天然气、煤炭）相比，具有资源丰富、可以再生、不会枯竭、清洁环保等特点，各国都在加大对新能源的开发与利用。

随着新能源产业的快速发展，许多高等院校、科研机构和制造企业都致力研究新能源发电技术，使得这一新技术更加趋于成熟，广泛应用于生产实践，取得了较好的经济效益。近年来，随着新能源、环境治理等规划的提出，为新能源发电技术提出了更多的研究和创新应用课题。

在这样的技术背景下，本赛项以“THNRFG-4 型 风光互补发电技术实验/开发平台”为应用对象，利用该赛项平台的模拟光源跟踪装置、模拟风能装置、模拟能源控制系统、能源转换储存控制系统、并网逆变控制系统和能源监控管理系统等设备的软硬件资源，结合新能源发电系统工程应用需求，开展新能源方面的工程创新应用和实践教学创新竞赛，以促进高等院校教师工程应用能力、产业化能力和实际动手能力的提高，锻炼教师综合电气、自动化、信息、新能源等多学科技术的融合能力，有利于更好地培育具有卓越工程能力的教师队伍。

2. 赛项平台

本赛项平台根据新能源应用领域的要求，以前沿技术为导向，紧密结合新能源领域中设备与系统的功能特点，并针对高等院校对新能源设备应用和创新实验/实训教学的实际需要而专门研制的综合性装置，涉及电子信息、电气、自动化、电力电子、计算机控制等多种技术的综合应用。

（1）赛项平台组成

赛项平台包括模拟光源跟踪装置、模拟风能装置、模拟能源控制系统、能源转换储存控制系统、并网逆变控制系统和能源监控管理系统，赛项平台如图 1 所示，赛项平台系统如图 2 所示。



图1 赛项平台（新能源风光发电技术）

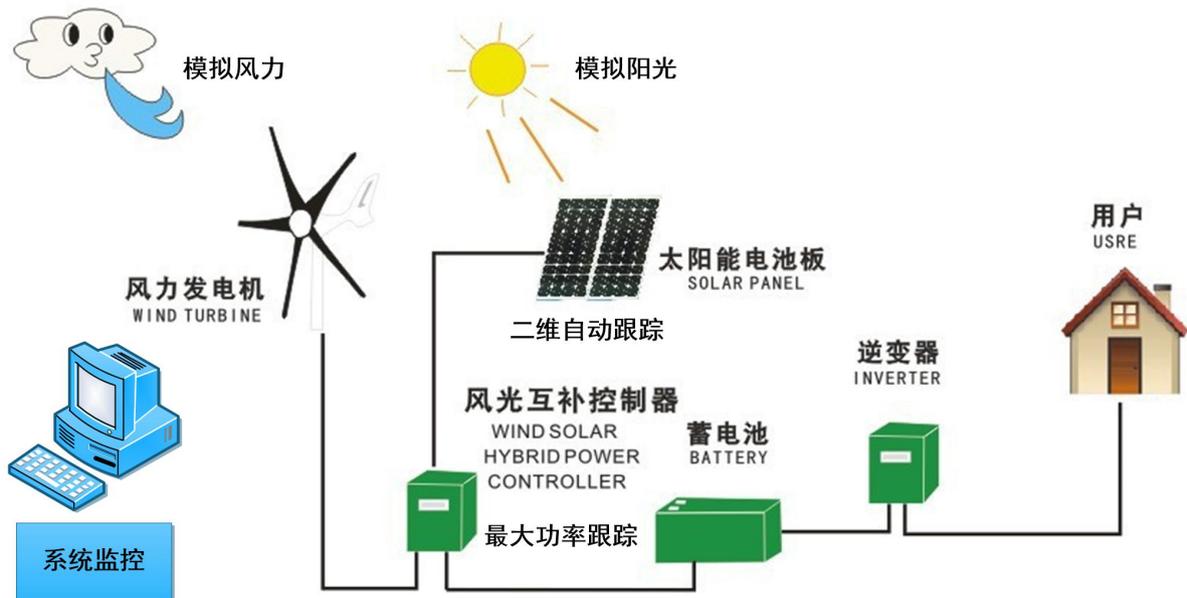


图2 赛项平台系统

1) 模拟光源跟踪装置由4块太阳能电池组件、模拟光源（含灯具）、太阳能跟踪传感器、太阳能二维跟踪系统、模拟光源运行系统、涡轮减速箱、涡轮丝杆升降机、支架等组成。模拟光源采用步进电机驱动，可在圆弧形的轨道上左右运行，模拟太阳运行轨迹，轨道的倾角可以调节，模拟太阳光辐射角度。4块太阳能电池组件固定安装在二维运动平台的支架上，中间装有太阳能跟踪传感器，底部采用涡轮丝杆升降机可手动调节太阳能电池组件与模拟光源之间的距离。

2) 模拟风能装置由风力发电机、三相变频电机、编码器、传动装置、风机安全罩及塔架组成。三相变频电机（带编码器）与风力发电机安装在塔架上，通过皮带传动，风叶旋转面装有半圆弧形透明有机玻璃材质的安全罩。

3) 模拟能源控制系统由控制屏（电源、网孔板、工具抽屉组成）、可编过程控制器（PLC）、模拟量模块、变频器、MCGS 触摸屏、交流接触器、继电器、按钮、开关等组成。

4) 能源转换储存控制系统由控制屏（电源、网孔板、工具抽屉组成）、光伏阵列汇流模块、直流电源防雷器、直流电压智能数显表、直流电流智能数显表、磁盘电阻器、断路器、开关电源、直流电压电流采集模块、CPU 核心模块、人机交互模块、PWM 驱动模块、通信模块、无线通信模块、温度告警模块、DC/DC Boost/Buck/Boost-Buck 三种主电路模块、蓄电池组、充放电控制器、51 ISP 下载器、PIC 编程器等组成。

5) 并网逆变控制系统由控制屏（电源、网孔板、工具抽屉组成）、DSP 核心模块、接口模块、液晶显示模块、键盘接口模块、驱动电路模块、Boost 电路模块、母线电压采样模块、电网电压采样模块、电流采样模块、温度告警模块、通信模块、开关电源、直流负载、交流负载、直流电压智能数显表、直流电流智能数显表、逆变输出电流量表、隔离变压器、离网逆变器、DSP 仿真器等组成。

6) 能源监控管理系统由控制屏（电源、网孔板、工具抽屉组成）、系统控制器核心模块、继电器模块、通信模块、15 寸工业平板电脑、键盘、鼠标、组态软件等组成。

7) 赛项平台的输入电源为三相四线 AC380V±10%，50Hz，功率容量<3kVA，具有过载保护、短路保护和漏电保护功能。

① 模拟光源跟踪装置

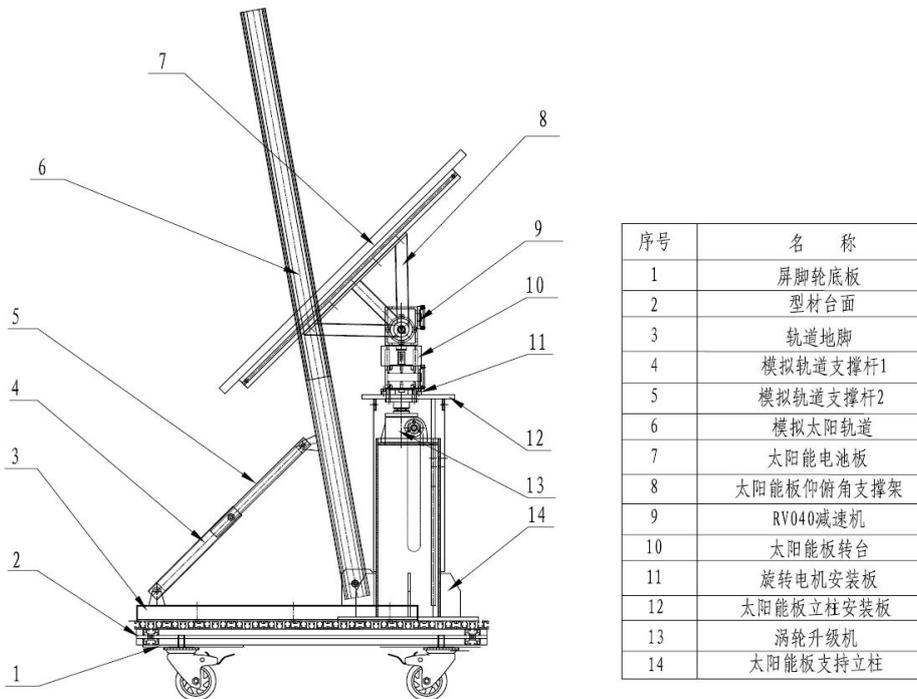


图 3 模拟光源跟踪装置结构图

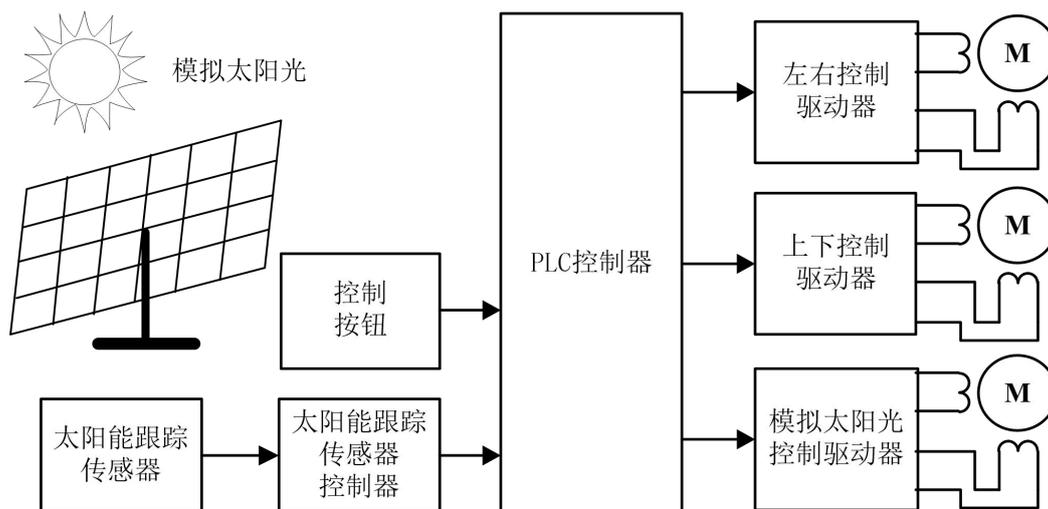


图4 模拟光源跟踪装置控制电气图（参考）

表1：模拟光源跟踪装置主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	太阳能电池组件	功率 20W；电压 17.5V；电流 1.14A；	4 块	
2	模拟光源(含灯具)	碘钨灯、功率 1kW、压铸铝灯体；	1 只	
3	太阳能跟踪传感器	跟踪精度：1°； 信号输出方式：无源触点； 信号数量：4；	1 个	
4	太阳能二维跟踪系统	数字式三相步进驱动器 3ND583	2 只	
		步进电机 863J60	2 只	
5	模拟光源运行系统	两相步进驱动器 M542	1 只	
		步进电机 57H500Q30	1 只	

② 模拟风能装置

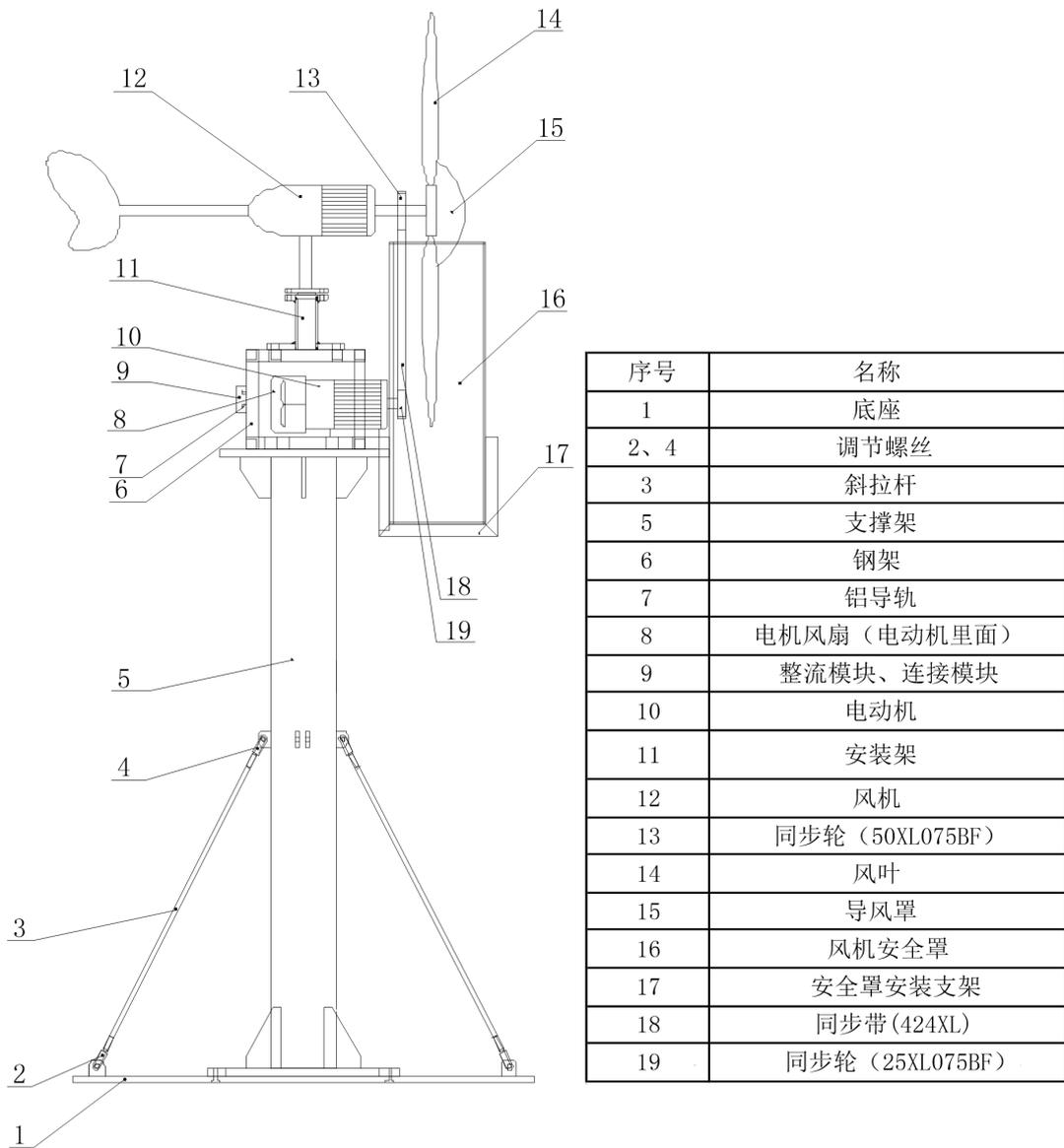


图 5 模拟风能装置结构图

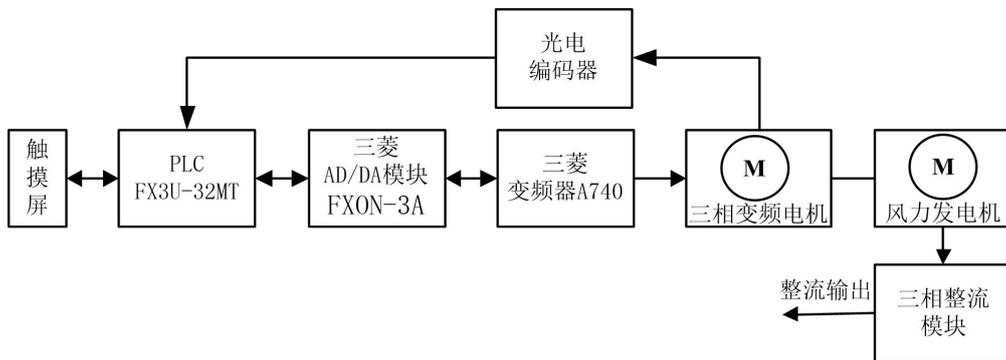


图 6 模拟风能装置控制电气图（参考）

表 2：模拟风能装置主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	风力发电机	额定功率：300W；额定电压：AC24V；	1 台	

		额定转速：400r/min；		
2	三相变频电机	额定功率：750W； 额定电压：380V； 额定电流：2A； 恒转矩调速范围：5-50Hz； 恒功率调速范围：50-100Hz；	1 台	
3	编码器	分辨率：600PPR； 输出相：2 相输出 A、B； 输出方式：NPN 集电极开路；	1 只	
4	风机安全罩	半圆弧形透明有机玻璃材质	1 个	

表 3：模拟能源控制系统主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	可编过程控制器	FX3U-32MT 晶体管主机； 输入：16 点；输出：16 点；	1 台	三菱
2	模拟量模块	FX0N-3A； 输入通道：2 个；输出通道：1 个； 最大分辨率：8 位； 范围：DC0~5V/10V、DC4~20mA；	1 块	三菱
3	变频器	FR-A740-0.75K； 额定功率：0.75kW； 额定输入电压：3 相 AC380~480V 50/60Hz； 额定输出电压：3 相 AC380~480V；输出频率： 0.2~400Hz；	1 台	三菱
4	触摸屏	7 英寸 TFT 液晶触摸屏	1 块	MCGS

③ 能源转换储存控制系统

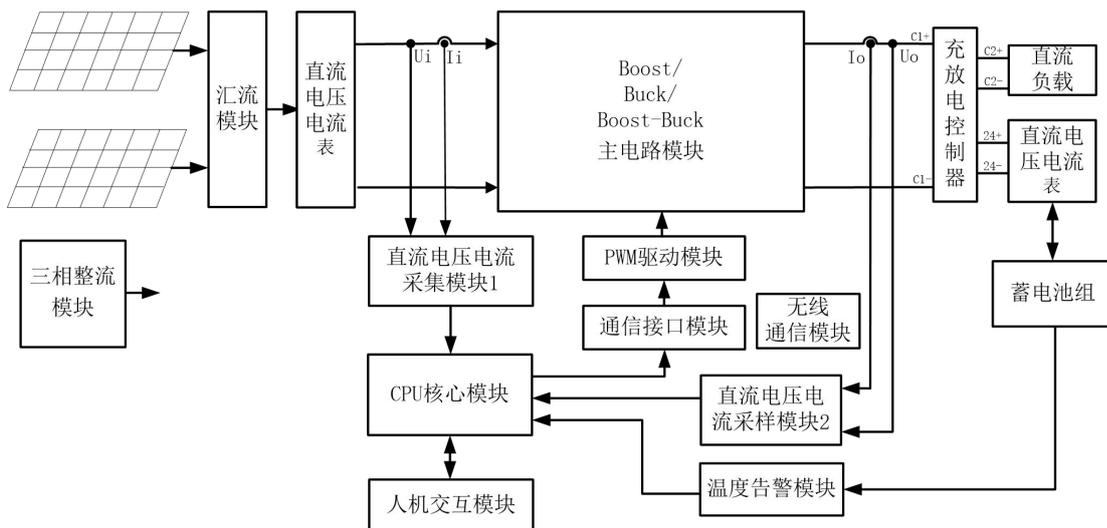


图 7 能源转换储存控制电气图（参考）

表 4：能源转换储存控制系统主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	直流电压智能数显表	输入范围 0~600V；精度 0.5 级；	2 只	RS485

2	直流电流智能数显表	输入范围 0~5A; 精度 0.5 级;	2 只	RS485
3	光伏阵列汇流模块	4 路	1 块	
4	直流电源防雷器	工作电压: 24VDC; 放电电流: 5KA;	1 只	
5	磁盘电阻器	2×72Ω-1.45A	1 个	
6	CPU 核心模块	AT89S52 支持 ISP 下载; 模拟量输入通道: 8 路; 开关量输入输出: 8 路; 串行通信接口: 1 路; 人机交互接口: 1 路;	1 块	
7	人机交互模块	独立按键: 5 个; 12864 字符型液晶;	1 块	
8	PWM 驱动模块	CPU 芯片: PIC16F690; 串行通信口: 1 路; 开关量输入输出: 8 路; 隔离 PWM 驱动信号: 2 路;	1 块	
9	通信模块	RS232 接口: 2 路; RS485 接口: 2 路;	1 块	
10	无线通信模块	ZigBee: 2405MHz ~ 2480MHz; 传输距离: >10m;	2 块	
		Bluetooth: 2.402~2.480GHz; 可同时支持多个蓝牙设备;		
		WiFi 支持 802.11b/g/n 无线标准; 支持透明/协议两种数据传输模式; 支持心跳信号; WIFI 连接指示;		
11	温度告警模块	光耦隔离继电器输出: 3 路; 温度传感器: 1 路;	1 块	
12	直流电压、电流采集模块	电压通道: 1 路; 电流通路: 1 路;	2 块	
13	DC/DC 主电路模块	Boost 主电路	1 块	
		Buck 主电路	1 块	
		Boost-Buck 主电路	1 块	
14	蓄电池	12V/24Ah 密封铅酸蓄电池	4 块	
15	充放电控制器	额定电压: 12V、24V 自动识别; 最大负载电流: 35.61A/17.80A; 蓄电池充满断开电压: 0~15V/30V 可设置;	1 只	
16	51 ISP 下载器	支持 89S51/52 在线下载	1 套	
17	PIC 编程器	支持 PIC 系列芯片烧录	1 套	

④ 并网逆变控制控制系统

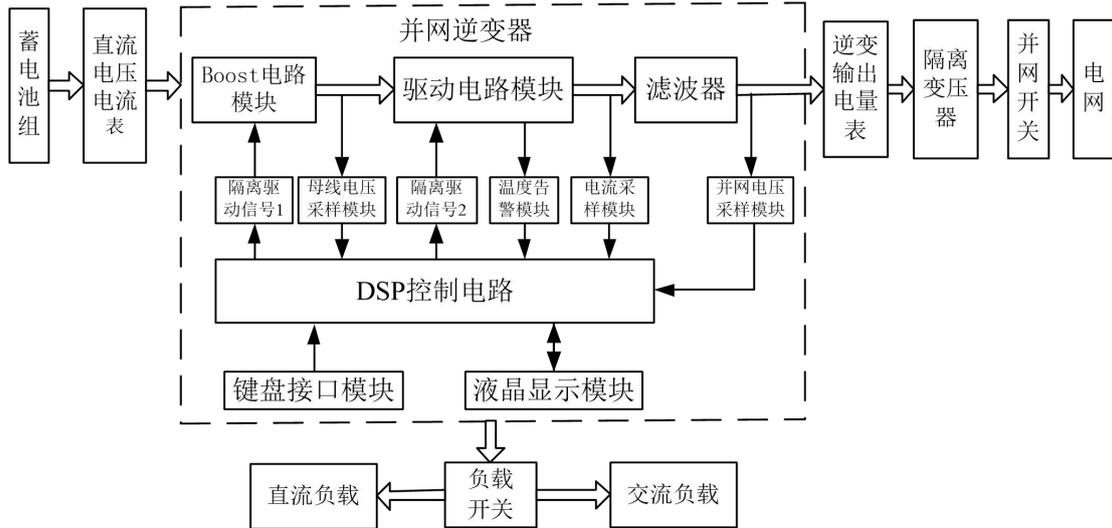


图 8 并网逆变控制电气图（参考）

表 5： 并网逆变控制系统主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	直流电压智能数显表	输入范围 0~600V；精度 0.5 级；	1 只	RS485
2	直流电流智能数显表	输入范围 0~5A；精度 0.5 级；	1 只	RS485
3	逆变输出电量表	输入网络：单相 2 线； 输入频率：45Hz~65Hz； 输入电压额定值：AC100V； 输入电流额定值：AC5A； 测量精度：频率 0.05Hz、无功电度 1 级、 其他 0.5 级；	1 只	RS485
4	直流负载	额定电压：DC24V	1 只	
5	交流负载	额定电压 AC/DC 36V	1 只	
6	隔离变压器	输入电压 36V；输出电压 220V； 频率 50Hz；	1 只	
7	驱动电路模块	IPM 智能功率模块：6MBP20RH060； 额定电流：20A； 直流母线电压：450V； 最大开关频率：20KHz；	1 块	
8	Boost 电路模块	直流升压	1 块	
9	DSP 核心模块	CPU：TMS320LF2812； 主频：150MHz； RAM：4Mb (256Kx16Bit)； Flash：8Mb (512Kx16Bit)；	1 块	
10	液晶显示模块	240*128 液晶屏	1 块	
11	接口模块	模拟量输入通道：4 路； 串行通信接口：1 路； 键盘接口：1 路； 液晶屏接口：1 路；	1 块	

12	键盘接口模块	4*4 矩阵式键盘	1 块	
13	母线电压采样模块	电压采集通道：1 路	1 块	
14	电网电压采样模块	电压采集通道：1 路	1 块	
15	电流采样模块	电流采集通道：1 路	1 块	
16	离网逆变器	输入电压：DC24V； 效率：>85%； 输出电压：AC220V； 额定功率：300W； 输出波形：正弦波； 输出频率：50Hz； 波形失真：3%；	1 只	
17	DSP 仿真器	支持 DSP 在线仿真、下载	1 套	

⑤ 能源监控管理系统

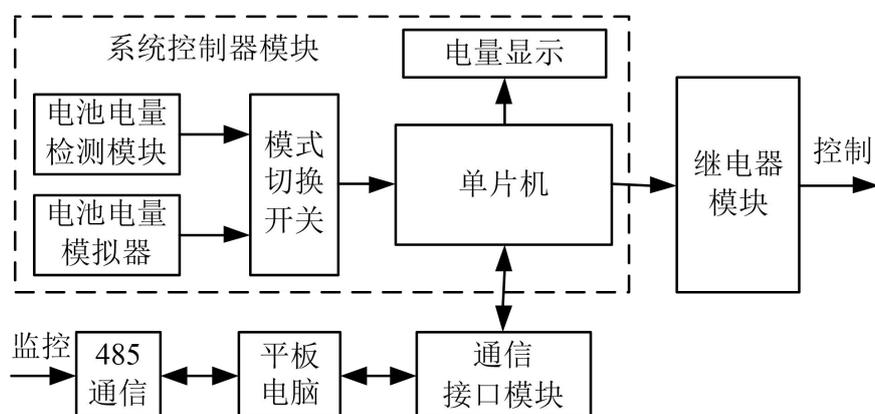


图9 能源监控管理系统电气图（参考）

表6：能源监控管理系统主要部件

序号	名称	型号、规格说明	数量	备注
1	15 寸工业平板电脑	显示器：15 寸液晶； CPU：凌动 N270, 1.6GHz； 主板：微星 A9830IMS； 内存：DDR2 1G； 硬盘：160G； 触摸屏：4 线电阻触摸屏； 串口：5 个； USB：4 个； VGA 接口：1 个； PCI 插槽：1 个；	1 台	
2	系统控制器核心模块	模拟量输入通道：3 路； 模拟量分辨率：8 位； 开关量输出：5 路 支持 ISP 下载； 串行通信接口：1 路	1 块	

		蓄电池电量监测指示； 支持蓄电池电量模拟；		
3	继电器模块	光耦隔离继电器输出：5 路	1 块	
4	通信模块	RS232 接口：2 路； RS485 接口：2 路；	1 块	
5	接口转换器	RS-232 与 RS-485 接口转换器	1 只	
6	组态软件	旋思科技工业组态软件	1 套	

(2) 赛项平台软件

序号	类型	软件名称	备注
1	三菱 PLC 编程	GX Developer V8.86 或 GX works2	FX3U-32MT
2	7 英寸触摸屏	MCGS 通用版 V6.2	TPC7062KX
3	51 单片机编程	Keil C51 V9.01	AT89S52
4	AVR_USB_ISP 下载	PROGISP V1.6.7	
5	PIC 单片机编程	MPLAB Tools V8.40	PIC16F690
6	DSP 仿真器	Code Composer Studio V6.2	TMS320LF2812
7	旋思科技组态软件	SymEnergyV2 (V2.1 版)	15 寸触摸电脑