

6 电气

6.1 设计容量及并网设计

xx（198.5kWp）并网太阳能光伏发电系统总装机容量 198.5kWp，其中 xxx 装机容量 52.9kWp；xxx 楼装机容量 62.1kWp；xxx 装机容量 83.49kWp。

太阳能并网发电系统在原有的线路基础上增加，采取尽量不改造原有回路的原则。因此，将光伏系统的并网点选择在各楼内低压配电柜上。三个大楼光伏发电系统各自独立，分别拟以一回 400V 就地接入楼内的低压配电盘。最终并网方案，经电力主管部门审查后确定。

6.2 系统构成

并网光伏发电系统主要由光伏组件方阵、直流汇线盒、并网逆变器、交流配电柜以及监控系统等部分组成。光伏阵列由太阳能电池组件构成，光伏阵列安装在厂房屋顶上。同时，光伏阵列按照合理的组串方式接入直流汇线盒，直流汇线盒中包括防雷保护装置以及短路保护等功能。经过直流部分的汇流调整之后，直流输出接入并网逆变器，并网逆变器将直流电能转化为与电网同频率、同相位的正弦波电流，输出送至交流配电柜，以 400V 一级电压接入配电系统。

办公楼并网光伏电站配置 5 台并网逆变器、5 台直流汇线箱（每台并网逆变器直流侧配置 1 台直流汇线箱）、1 面交流低压配电盘和 1 套监控系统。

电抗器厂大楼光伏电站配置 5 台并网逆变器、5 台直流汇线箱、1 面交流低压配电盘和 1 套监控系统。

热管厂大楼光伏电站配置 8 台并网逆变器、8 台直流汇线箱、1 面交流低压配电盘和 1 套监控系统。

汇流箱进线通过直流电缆与电池组件相连，出线并联后通过直流电缆与逆变器进线相连；逆变器变为交流电源后，与低压配电盘相连。3 个大楼光伏发电系统独立工作，所发电能供楼内供电，剩余电能送入低压配网。

6.3 主要设备选型及性能参数

6.3.1 逆变器

6.3.1.1 配置

3 个大楼光伏电站逆变器配置方案见表 6.1 所示。

表 6.1 逆变器配置方案

系统	方阵	连接方式（并串）	组建块数（块）	装机容量（kWp）	逆变器型号	直流汇线盒
办公楼	1	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	2	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	3	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	4	3并16串	48	11.04	PVI-10-OUTD/-s	1
	5	2并16串及1并15串	47	10.81	PVI-10-OUTD/-s	1
电抗器厂	1	3并18串	54	12.42	PVI-12.5-OUTD/-s	1
	2	3并18串	54	12.42	PVI-12.5-OUTD/-s	1
	3	3并18串	54	12.42	PVI-12.5-OUTD/-s	1
	4	3并18串	54	12.42	PVI-12.5-OUTD/-s	1
	5	3并18串	54	12.42	PVI-12.5-OUTD/-s	1
热管器厂	1	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	2	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	3	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	4	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	5	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	6	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	7	3并15串	45	10.35	PVI-10-OUTD/-s	1
	8	3并16串	48	11.04	PVI-10-OUTD/-s	1

6.3.1.2 主要性能

xx 是大型的生产型企业，对用电的安全，质量、可靠性等都有很高的要求，而逆变器作为其中重要的电气设备，其质量和稳定性直接影响光伏发电系统的发电质量和系统稳定性，所以推荐采用美国进口 PVI 型三相集中式逆变器，本逆变器可靠性高，保护功能齐全，且具有电网侧高功率因数正弦波电流、无谐波污染供电等特点。该并网逆变器的主要性能特点如下：

双通道独立的 MPPT，每个 MPPT 带 3 个输入组串，灵活配置和安装；
无变压器设计，效率最高到 97.8%（欧洲效率 97.3%）；

DC/AC 转换采用真正的 3 相桥式电路拓扑；

宽的 MPPT 输入电压范围：200-850Vdc；

扁平效率曲线：保证全部输入电压和输出功率范围性能稳定；

峰值效率在输入电压和输出功率范围中间，保证真实条件下最好性能；

非常快且精度高的 MPPT 算法（响应时间：1S，精度：99.8%）；

对电网扰动敏感度低，避免不必要的掉电；

宽工作温度范围：-25℃-60℃，自然冷却，50℃能保证最大功率；

面板上的 LCD 显示主要参数；

防孤岛保护、防反接保护；

IP65 全封闭封装；

并网满足国际标准。

可提供包括 RS485 或 USB 串行通讯接口。

6.3.1.3 主要参数

表 6.2 PVI 并网逆变器主要参数表

	PVI-10.0-OUTD-S	PVI-12.5-OUTD-S
输入参数 (DC 侧)		
额定 DC 功率 kWp	10.4	13
最大推荐 DC 功率 kWp	11.4	14.3
工作 MPPT 输入范围 Vdc	200V~850V (580V 额定)	
全功率 MPPT 范围 Vdc	300-750	360-750
最大输入电压 Vdc	900	
独立 MPPT 数量	2	
每个 MPPT 最大功率 kW	6.5	8
直流输入路数	6 (每个 MPPT 有 3 个直流输入)	
每个 MPPT 最大 DC 电流 Adc	18 (短路电流 22)	
每个输入保险丝容量	额定 10A/900Vdc	
输出参数 (AC 侧)		
额定输出功率在 55°C, kW	10	12.5
最大 AC 输出功率, kW	11	13.8
AC 并网连接	3 相 400Vac 50Hz+PE, 可带中线, 也可不带	
额定 AC 电压 Vac	3x400Vac	
最大 AC 电压范围 Vac	311-456	
额定交流频率, Hz	50	
功率因数	1	
最高效率%	97.8%	
欧洲效率%	97.3%	
待机功耗 W	10	

6.3.2 光伏阵列直流防雷汇流箱

该汇流箱具有以下特点:

防护等级 IP65, 防水、防灰、防锈、防晒、防盐雾, 满足室外安装的要求;

可同时接入 6 路电池串列, 每路电池串列的允许最大电流 10A;

每路接入电池串列的开路电压值可达 900V；

每路电池串列的正负极都配有光伏专用中压直流熔丝进行保护，其耐压值为 DC1000V；

直流输出母线的正极对地、负极对地、正负极之间配有光伏专用中压防雷器，选用菲尼克斯品牌防雷器，其额定电流 $\geq 15\text{KA}$ ，最大电流 $\geq 30\text{KA}$ ；

直流输出母线端配有可分断的 ABB 品牌直流断路器；

光伏阵列防雷汇流箱的技术参数如下：

直流输入路数：	6 路
直流输出路数：	1 路正极，1 路负极
直流输入的正负极线径：	6mm ²
直流输出的正负极线径：	16mm ²
地线线径：	16mm ²
每路直流输入的保险丝：	10A
直流输出最大电流：	63A
防护等级：	IP65

6.3.3 交流配电柜的选择

交流配电柜选用常见的低压配电屏，屏内配置三相交流断路器（380V/160A、380V/25A）、电度表、避雷器等。

6.3.4 监控系统

6.3.4.1 监控系统方案

办公大楼光伏电站、电抗器大楼光伏电站、热管器厂光伏电站作为分站分别配置 1 台数据采集器和 1 套监控装置，数据采集器通过 RS485

总线获取各个逆变器的运行参数、故障状态和发电参数，可和监控装置进行实时通讯。办公大楼监控系统即作为本楼分站又作为本工程的总站，采用 RS485 总线通讯方式与另 2 个分站实现远程通讯功能，实现对全系统远程监控。可以通过上位机监控软件，方便直观地查看当前逆变器的运行数据和运行状态，同时可以查询历史数据和故障数据。系统监控通讯原理框图见图 6.1。

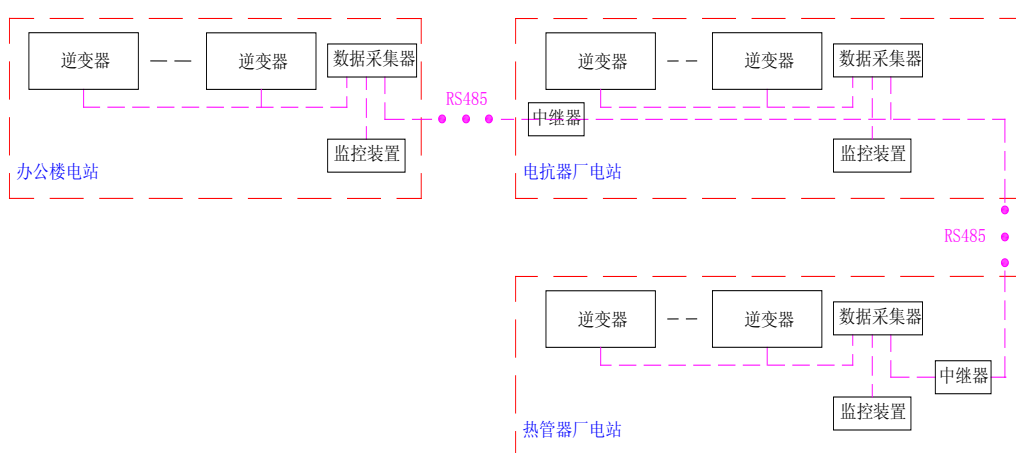


图 6.1 系统监控通讯原理框图

如果分站的监控系统离总站距离较远（大于 1000 米），可采用增加中继器的方式增强 485 通讯信号。

6.3.4.2 监控系统功能

并网逆变器的集中监控系统主要通过工业 PC、监控软件、485 通讯电缆等采用总线方式接线实现。并网逆变器的集中监控主机布置在控制室内。并网逆变器集中监控系统主要功能为：

a) 连续记录运行数据和故障数据。

实时显示电站的当前发电总功率、日总发电量、累计总发电量、累计 CO₂ 总减排量以及每天发电功率曲线图。

可查看每台逆变器的运行参数，主要包括：

- 1) 直流电压和电流
- 2) 交流电压和电流
- 3) 逆变器机内温度
- 4) 时钟
- 5) 频率
- 6) 功率因数
- 7) 当前发电功率
- 8) 日发电量、累计发电量
- 9) 累计 CO₂ 减排量
- 10) 每天发电功率曲线图

监控所有逆变器的运行状态，采用声光报警方式提示设备出现故障，

可查看故障原因及故障时间，监控的故障信息至少包括以下内容：

- 1) 电网电压过高/过低
- 2) 电网频率过高/过低
- 3) 电网频率过低
- 4) 直流电压过高
- 5) 逆变器过载、过热和短路
- 6) 逆变器孤岛
- 7) DSP 故障
- 8) 通讯失败

b) 监控装置可每隔 5 分钟存储一次电站所有运行数据，可连续存储 20

年以上的电站所有的运行数据和所有的故障纪录。

c) 可提供中文和英文两种语言版本。

d) 可长时期不间断运行在中文 WINDOWS 2000/XP 操作系统。

e) 监控主机提供对外的数据接口，即用户可以通过网络方式，异地实时查看整个电源系统的实时运行数据以及历史数据和故障数据。

f) 显示单元可采用大液晶电视，具有非常好的展示效果。

6.3.5 系统计量

xxx 楼光伏电站、xxx 大楼光伏电站、xxx 光伏电站并网计量点在本大楼低压配电盘上，在本电站配电盘出口装设计量电度表作为结算用，精度为 0.2S 级；每个逆变器后配置 1 个计量表计，精度为 0.5 级，作为内部核算用。

6.4 防雷与接地设计

6.4.1 防直击雷设计

直击雷是指直接落到太阳能电池阵列、低压配电线路、电气设备以及在其旁的雷击。太阳能光伏阵列的结构件通过接地体接地防止直击雷，即太阳能光伏阵列的金属支架及其它金属构件均应与屋面避雷带或防雷引下线可靠连接，以达防雷击的目的，接地电阻小于 10Ω ，并符合《光伏(PV)发电系统过电压保护一导则》(SJ / T11127)中有关规定。

6.4.2 防感应雷设计

太阳能光伏发电系统的雷电浪涌入侵途径，除了太阳能电池阵列外。还有配电线路、接地线以及它们的组合。从接地线侵入是由于近旁的雷击使大地电位上升，相对比电源高，从而产生从接地线向电源侧反向电

流引起的。根据 SJ / T11127 中有关规定。该系统主要采取以下措施：

1. 在每路直流输入主回路内装设浪涌保护装置，并分散安装在防雷接线箱内。屋顶光伏并网发电系统在组件与逆变器之间加入防雷接线箱，不仅对屋顶太阳能电池组件起到防雷保护作用，还为系统的检测、维修、维护提供了方便，缩小了电池组件故障检修范围。

2. 在并网接人控制柜中安装避雷元件，以防护从低压配电线侵入的雷电波及浪涌。

6.4.3 接地设计

光伏发电系统支架及基础的金属构件应与屋面避雷带或防雷引下线可靠连接。所有电气设备及基础与房屋内原有地网相连接。

6.5 照明设计

由于设备安装于原有建筑物的房间，因此本工程照明系统利用设备间原有照明系统，给设备平时运行巡视和检修提供照明。

6.6 电气设备布置

电抗器厂光伏组件方阵、直流汇线盒布置在楼顶，逆变器、交流配电柜以及监控装置等布置在电抗器分厂配电室。

xxx 光伏组件方阵、直流汇线盒布置在楼顶，逆变器、交流配电柜等布置在热管器厂一层东侧 MBAZ 部办公区（闲置）。

xxx 楼光伏组件方阵、直流汇线盒布置在楼顶，逆变器、交流配电柜等布置在办公楼配电室。

xx（198.5kWp）并网太阳能光伏发电系统安装一套监控主机，布置在办公楼配电值班员室内。

6.7 主要设备材料清单

与本光伏发电系统有关的设备材料清单见表 6.3。

表 6.3 太阳能光伏发电系统主要设备材料清单

序号	产品名称	规格型号	数量	单位	备注
1	太阳能电池组件	YL230pb-2/1650×990	863	套	
2	支架		1	套	
3	直流汇线箱	YLH 3	18	套	
4	交流配电柜	55KVA	1	台	
5	交流配电柜	90KVA	1	台	
6	交流配电柜	65KVA	1	台	
7	并网逆变器	PVI-12.5-OUTD/-s	5	台	
8	并网逆变器	PVI-10-OUTD/-s	13	台	
9	数据采集盒	PVI-AEC-PROETHERNET	3	套	
10	光照传感器	PVI-AEC-IRR-T	1	套	含温度传感器
11	监控电脑		3	台	
12	低压动力电缆	ZR-YJV22-3*50+1*25 0.6/1kV	150	m	
13	低压动力电缆	ZR-YJV22-3*35+1*16 0.6/1kV	150	m	
14	低压动力电缆	ZR-YJV22-3*25+1*16 0.6/1kV	150	m	
15	低压动力电缆	ZR-YJV22-4*16 0.6/1kV	2000	m	
16	光伏电缆	YJV 1*6	7000	m	
17	光伏电缆	YJV 1*16	3000	m	
18	智能电度表	380V 三相四线	21	块	
19	电缆线槽	150×100	3500	米	钢制
20	远程监控及通讯		项	1	