



1MWp 光伏并网发电系统

技术方案

阳光电源股份有限公司

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 一 概述 | 2 |
| 二 系统组成 | 2 |
| 三 1MW 发电系统方案 | 3 |
| 3.1 方案一 | 3 |
| 3.2 方案二 | 5 |
| 3.3 方案三 | 6 |
| 四 设备介绍 | 8 |
| 4.1 并网逆变器 | 8 |
| 4.1.1 性能特点简介 | 8 |
| 4.1.2 电路结构 | 9 |
| 4.2 光伏阵列汇流箱 | 10 |
| 4.3 直流配电柜 | 11 |
| 4.4 交流配电柜 | 11 |
| 4.5 系统监控装置 | 12 |
| 4.5 环境监测仪 | 16 |
| 附 1MW 户外房方案 (SG1000KS) | 17 |

一 概述

太阳能光伏并网发电是通过光伏组件把太阳能转化为直流电能，经过直流配电后，通过并网逆变器，把直流电转化为交流电能接入电网。目前国内光伏并网发电系统常见的类型有地面光伏发电系统和光电建筑发电系统。不同类型的发电系统其设备选型和接入方式有所不同。本文主要介绍光伏发电系统三种常见方案：方案一适用于地面光伏发电系统，方案二和方案三适用于光电建筑发电系统。

二 系统组成

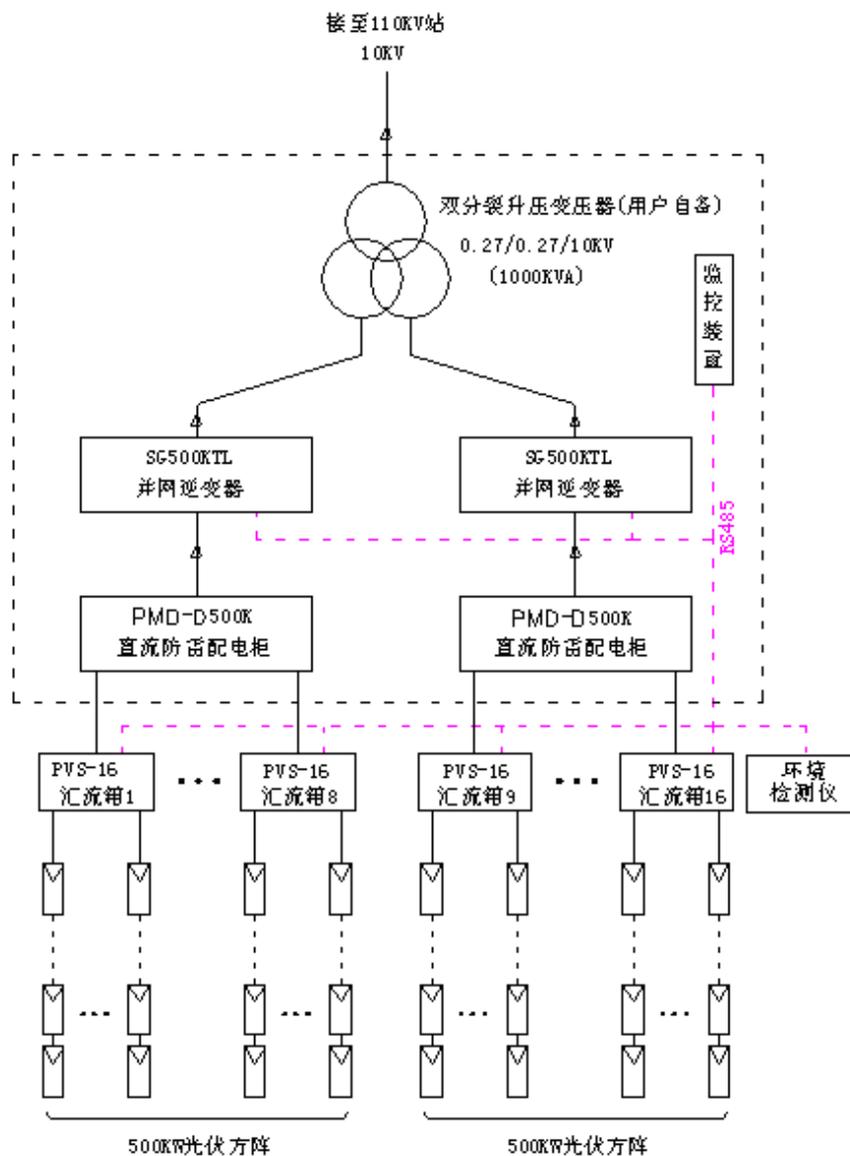
光伏并网发电系统主要组成如下：

- (1) 光伏电池组件及其支架；
- (2) 光伏阵列汇流箱；
- (3) 直流配电柜；
- (4) 光伏并网逆变器；
- (5) 接入系统设备；
- (6) 系统的通讯监控装置；
- (7) 系统的防雷及接地装置；
- (8) 土建、配电房等基础设施；
- (9) 系统的连接电缆及防护材料。

三 1MW发电系统方案

3.1 方案一

此方案适用于地面光伏发电系统，系统采用分块发电，集中并网方式。此类电站一般采用 1MW 为一子系统，整个电站由若干个 1MW 子系统组成，每个 1MW 子系统输出经汇流后集中并网。每个 1MW 子系统设计为 2 个 500KW 并网发电单元，配置 2 台 500KW 并网逆变器，型号为 SG500KTL，不含隔离变压器，输出额定电压为三相 270V，50Hz；经过 1 台高效 10KV 双分裂升压变压器（0.27/0.27/10KV，1000KVA）T 接入本地的 10KV 中压电网（此双分裂升压变压器需要定制，用户自配），实现并网发电功能。系统原理框图如下：

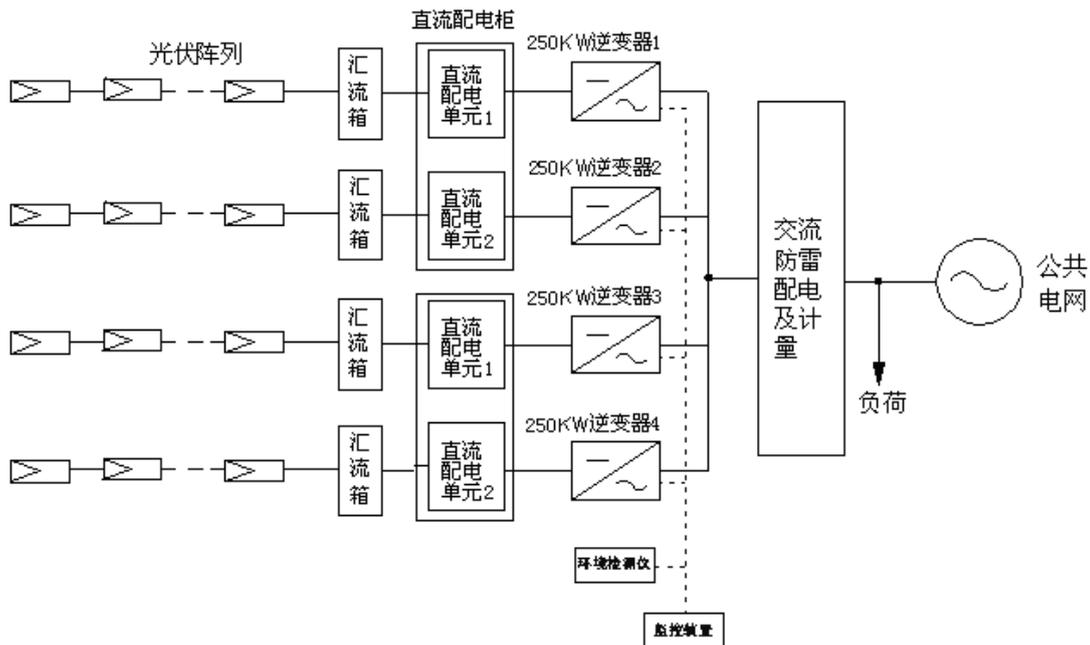


设备配置清单

| 序号 | 设备名称 | | 型号规格 | 数量 | 备注 |
|----|----------|-------|--------------------|------|----|
| 1 | 光伏阵列汇流箱 | | PVS-16M | 16 台 | |
| 2 | 直流配电柜 | | PMD-D500K | 2 台 | |
| 3 | 光伏并网逆变器 | | SG500KTL | 2 台 | |
| 4 | 环境检测仪 | | Suninfo EM | 1 台 | |
| 7 | 数据采集器 | | Suninfo Logger | 1 台 | |
| 8 | 监控 装置 | 工控机 | ARK-3360L | 1 台 | |
| | | 液晶显示器 | 三星 22 寸 | 1 台 | |
| | | 监控软件 | Suninfo insight | 1 套 | |

3.2 方案二

此方案适用于光电建筑发电系统，系统采用分布式并网的设计方案，将 1MW 系统分成 4 个 250kW 的并网发电单元，通过 4 台 SG250K3 (250kW) 并网逆变器接入 0.4kV 交流电网，实现并网发电。此类电站一般容量较小，采用低压侧并网方式，自发自用，光伏电站总容量原则上不宜超过上一级变压器供电区域的最大负荷的 25%。系统接线原理图如下：

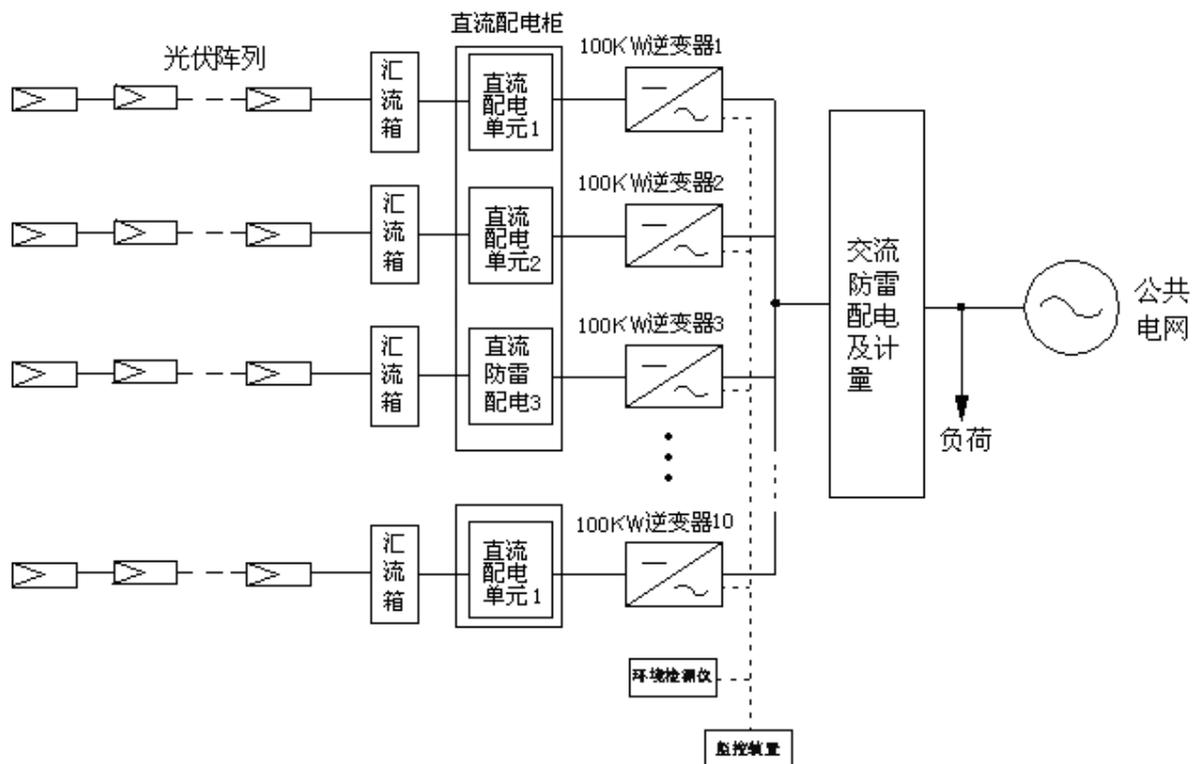


设备配置清单

| 序号 | 设备名称 | | 型号规格 | 数量 | 备注 |
|----|---------|-------|--------------------|------|------|
| 1 | 光伏阵列汇流箱 | | PVS-16M | 16 台 | |
| 2 | 直流配电柜 | | PMD-D500K | 2 台 | 两段母线 |
| 3 | 光伏并网逆变器 | | SG250K3 | 4 台 | |
| 4 | 交流配电柜 | | PMD-A1000K | 1 台 | |
| 7 | 环境检测仪 | | Suninfo EM | 1 台 | |
| 8 | 数据采集器 | | Suninfo Logger | 1 台 | |
| 9 | 监控装置 | 工控机 | ARK-3360L | 1 台 | |
| | | 液晶显示器 | 三星 22 寸 | 1 台 | |
| | | 监控软件 | Suninfo insight | 1 套 | |

3.3 方案三

此方案适用于光电建筑发电系统，系统采用分布式并网的设计方案，适用于建筑屋顶面积较小，如学校、住宅小区等。1MW 系统分成 10 个 100kW 的并网发电单元，通过 10 台 SG100K（100kW）并网逆变器接入 0.4kV 交流电网，实现并网发电。同方案二一样，此类电站一般容量较小，采用低压侧并网方式，自发自用，光伏电站总容量原则上不宜超过上一级变压器供电区域的最大负荷的 25%。系统接线原理图如下：



设备配置清单

| 序号 | 设备名称 | 型号规格 | 数量 | 备注 |
|----|---------|-------------------|-----------|------|
| 1 | 光伏阵列汇流箱 | PVS-16M | 16 台 | |
| 2 | 直流配电柜 | PMD-D300K | 4 台 | 三段母线 |
| 3 | 光伏并网逆变器 | SG100K3 | 10 台 | |
| 4 | 交流配电柜 | PMD-A1000K | 1 台 | |
| 7 | 环境检测仪 | Suninfo EM | 1 台 | |
| 8 | 数据采集器 | Suninfo Logger | 1 台 | |
| 9 | 监控 | 工控机 | ARK-3360L | 1 台 |

| | | | | | |
|--|----|-------|-----------------|-----|--|
| | 装置 | 液晶显示器 | 三星 22 寸 | 1 台 | |
| | | 监控软件 | Suninfo insight | 1 套 | |

注:

- ✧ 以上方案中汇流箱的数量是按照单块光伏组件的功率为 210Wp 左右计算的,仅供参考,在实际应用中,汇流箱的配置按实际组件参数确定。
- ✧ 对于光电建筑发电系统,需要考虑建筑美观因素,导致光伏组件规格和朝向不一致,从而需要配置不同规格的逆变器,针对这种情况,需要综合考虑实际情况,进行系统的优化设计。
- ✧ 低压侧并网接入方式分为可逆流和不可逆流,方案二和方案三按可逆流接入方式设计。
- ✧ 并网发电系统的实际接入由当地供电部门进行设计。

四 设备介绍

4.1 并网逆变器

4.1.1 性能特点简介

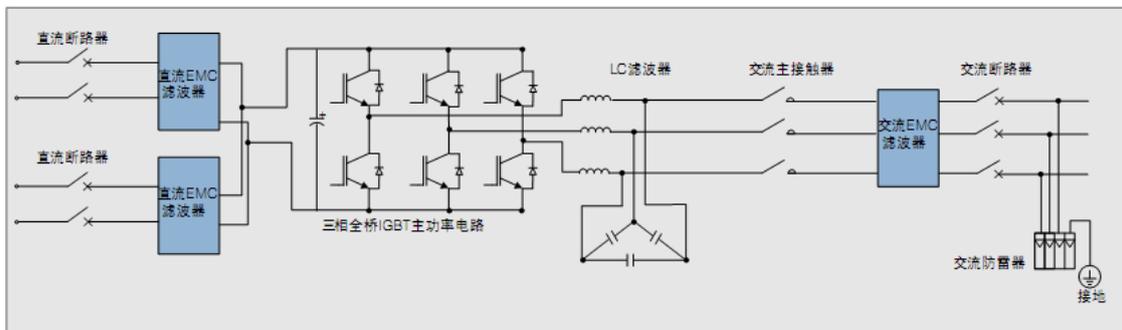
光伏并网逆变器采用美国 TI 公司专用 DSP 控制芯片，主电路采用国际知名品牌 IGBT/IPM 功率模块组装，可靠性高，保护功能齐全。

逆变器的主要性能特点如下：

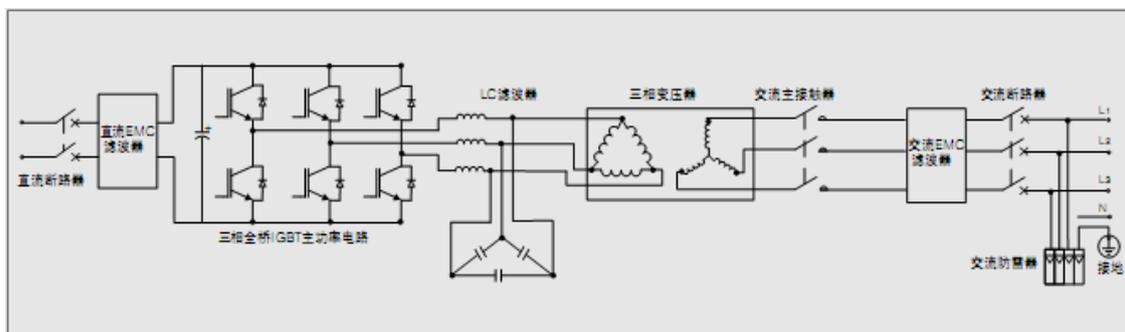
- (1) 采用 32 为数字信号处理器作为控制 CPU，运用带模糊控制的 SVPWM 调制策略，经过优化的最大功率点跟踪技术可以保证设备的高效输出；
- (2) 自主研发的无差拍电流控制技术，最大程度保证输送到电网的电能质量；
- (3) 采用新型矢量控制技术，可以抑制三相不平衡对系统的影响，并同时提高直流电压利用率，拓展了系统的直流电压输入范围；
- (4) 采用国际先进的优质的 IGBT/ IPM 功率模块，有效地降低了开关损耗与导通损耗，提高系统的效率；
- (5) SG500KTL 和 SG250K3 使用全光纤驱动技术，可靠避免了系统的误触发并大大降低了电磁干扰对系统的影响，从而增强了整机的稳定性与可靠性；
- (6) 具有直流输入手动分断开关、交流电网手动分断开关和紧急停机操作按钮，便于维护和操作；
- (7) 按照 IEEE1547、UL1741 等国际标准要求进行产品设计，具有先进的孤岛效应检测方案、完善的保护功能和监控功能，提供 RS485 通讯接口，并遵循 Modbus 通讯协议；
- (8) 具有有功功率调节功能和功率因数调节功能；
- (9) 具有低电压穿越功能，在电网电压跌落一段时间内可以持续并网发电，支撑电网电压恢复正常；
- (10) 优化的工艺结构和电路设计，减少了系统的构成元件，降低了系统的成本，提高了系统的散热效率，增强了系统的稳定性；
- (11) 友好的人机操作界面，中文显示菜单，包含全面而又丰富的参数显示与控制功能，采用国际流行的触摸屏技术，大大增加了监控的系统参数，图形化的界面特地经过人机工程学设计，方便了用户及时掌握系统的整体信息；

- (12) 系统的电路与控制算法使用国际权威仿真软件 (SABER, PSPICE, MATLAB) 进行过严格的仿真和计算, 所有的参数均为多次优化设计的结果, 整机经过实验室和现场多种环境 (不同湿度, 温度) 的严酷测试, 并根据测试结果对系统进行二次优化, 以达到最优的性能表现;
- (13) 满足 CNCA/CTS0004: 2009 认证技术规范, 完全符合国网公司《光伏电站接入技术规定》的要求, 具有金太阳认证、TüV、Ene1-GUIDA 认证、符合德国中压电网 BDEW 指令。

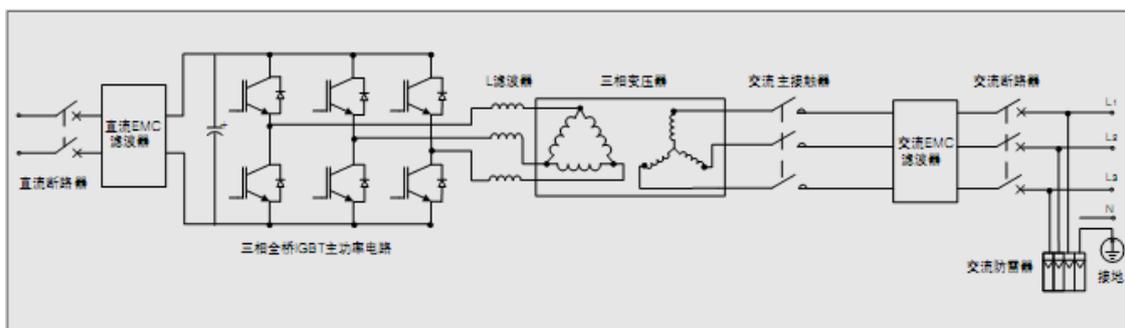
4.1.2 电路结构



SG500KTL 并网逆变器主电路拓扑结构



SG250K3 并网逆变器主电路拓扑结构



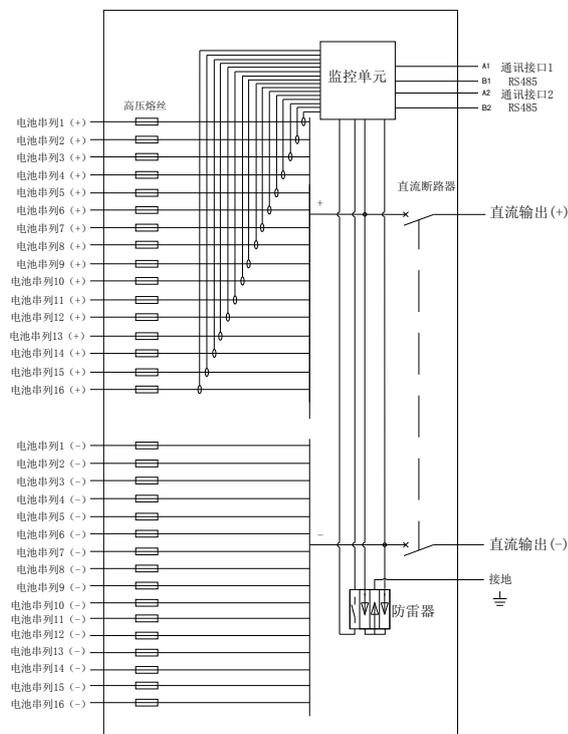
SG100K3 并网逆变器主电路拓扑结构

4.2 光伏阵列汇流箱

为了减少电池组件到逆变器之间的连接线，以及方便维护操作，本系统在户外配置光伏阵列汇流箱，该汇流箱可直接安装在电池支架上。

光伏阵列汇流箱(型号:PVS-16M)的性能特点如下:

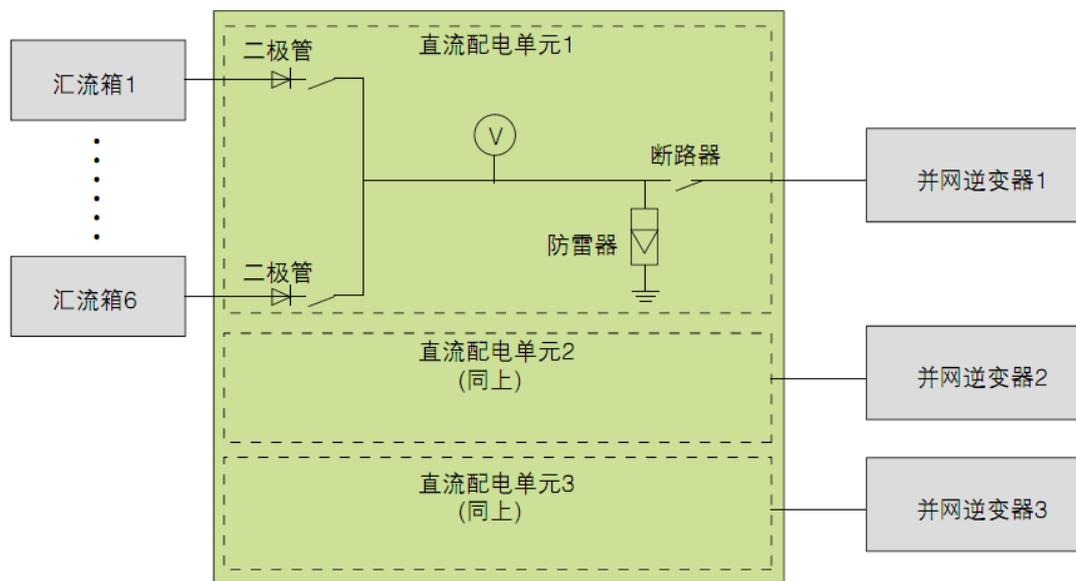
- 1) 户外壁挂式安装，防水、防锈、防晒，满足室外安装使用要求;
- 2) 可同时接入 16 路电池串列，每路电池串列的最大开路电压为 DC900V; 电池串列输入的最大电流为 15A;
- 3) 每路电池串列配有光伏专用高压直流熔丝进行保护，其耐压值为 DC1000V;
- 4) 直流输出母线的正极对地、负极对地、正负极之间配有光伏专用高压防雷器，直流输出母线端配有可分断的直流断路器;
- 5) 汇流箱内部配有光伏组串监控单元，通过霍尔电流传感器，实时监测光伏组串的电流进行监视，对外提供 RS485 通讯接口，支持标准 Modbus RTU 协议，通信协议对用户开放，方便系统集成;
- 6) 光伏阵列汇流箱的电气原理框图如下图所示:



4.3 直流配电柜

直流配电柜的性能特点如下：

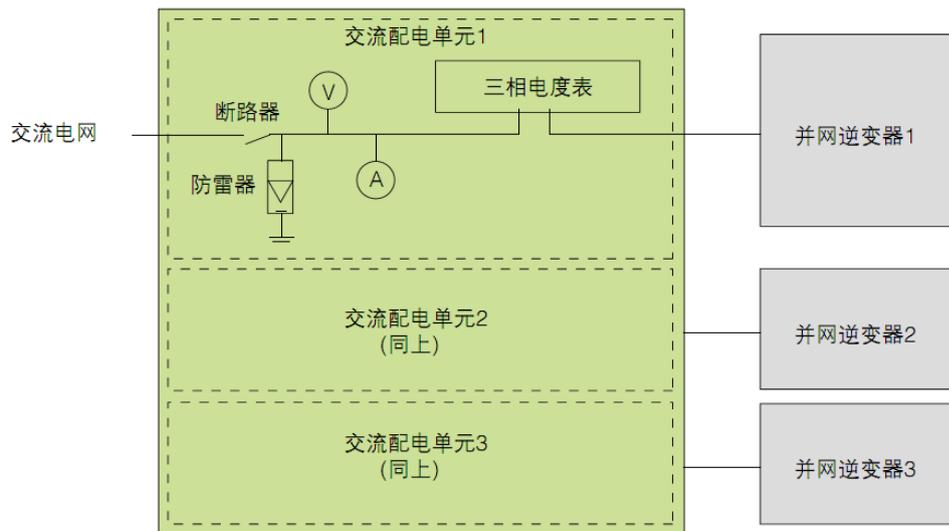
- 1) 每台直流配电柜最大可接入 16 台 16 路汇流箱；
- 2) 直流输入回路都配有可分断的直流断路器和防反二极管；
- 3) 直流输出回路配置光伏专用防雷器；
- 4) 直流输出回路配置 1000V 直流电压显示表；
- 5) 直流配电柜可根据系统实际要求定制，直流输出母线可根据接入的逆变器数量进行分段，原理框图如下：



4.4 交流配电柜

交流配电柜的性能特点如下：

- 1) 交流配电柜主要满足交流配电，方便逆变器交流接入的汇流；
- 2) 交流配电柜输入输出配置交流断路器，方便维护和操作；
- 3) 交流输出母线配置电度表，实现对并网发电系统的计量；
- 4) 交流输出母线安装交流防雷器，防止感应雷对设备造成损坏；
- 5) 交流配电柜可根据系统实际要求定制，交流输出母线可根据系统需要进行分段，原理框图如下：



4.5 系统监控装置

采用高性能工业控制 PC 机作为系统的监控主机,配置光伏并网系统多机版监控软件,采用 RS485 通讯方式,连续对所有并网逆变器的运行参数和工作状态进行监测。

4.4.1 数据采集器:

数据采集器用于并网系统中对各种阳光电源公司生产的逆变器、汇流箱和环境检测仪的通讯。本设备采用标准的数据通讯接口,包括 RS485/232 标准串口,USB,网络通讯等多种方式,最大限度的与用户现有系统相兼容,降低成本。

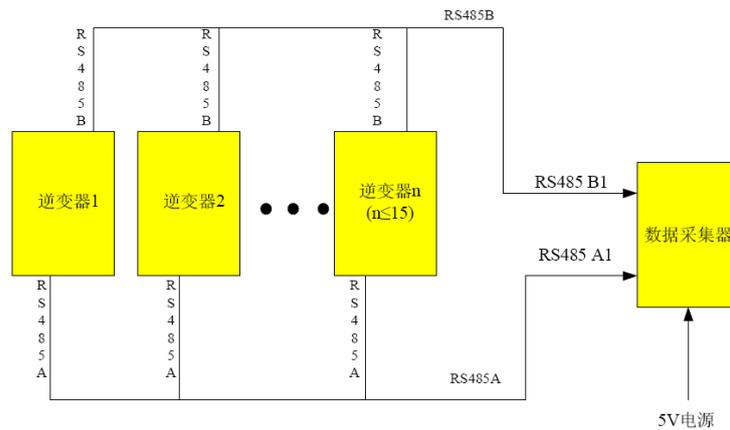
数据采集器具有以下特性:

连续的电站运行监测

1. 远程控制和监测
2. 通过 RS232, RS485 或以太网与上位机进行通讯
3. 内置数据存储器
4. 数据采集和存储方便
5. 具有多路模拟量采集端口



设备图片



接线示意图

4.4.2 工业 PC 机及监控软件

1) 监控主机的照片和系统特点如下:



- ◇ ARK-3360L 最大安装厚度仅为 69mm，完全适合空间有限的安装条件低功耗下的高扩展性能，采用 Pentium M 处理器，支持宽范围电源 DC 12V-24V。
- ◇ 系统芯片组 Intel 852GM GMCH 或 Intel 855GME 芯片组 Intel ICH4 芯片组 400 MHz FSB BIOS 4M 位 Flash BIOS，支持即插即用和 APM 1.2 系统内存 1 x 200 线 SODIMM 插槽 1 x DDR 200 线 SODIMM 内存，最大支持 1G。
- ◇ 动态视频内存，最高 32M。显示接口：CRT 接口，支持 36 位 LVDS 接口。
- ◇ 以太网 以太网控制器 Intel 82551ER 10/100BaseT，键盘/鼠标 支持 PS/2 鼠标和 PS/2 键盘。

- ◇ 工作温度 当系统安装工业级 CF 卡时：-20-60℃ 当系统安装 2.5 寸硬盘时：0-45℃ 相对湿度 95% 40℃，无凝结。
- 2) 并网系统的网络版监控软件（suninfo insight）功能如下：
 - ◇ 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（但不限于）：
 - A、直流电压
 - B、直流电流
 - C、直流功率
 - D、交流电压
 - E、交流电流
 - F、逆变器机内温度
 - G、时钟
 - H、频率
 - I、功率因数
 - J、当前发电功率
 - K、日发电量
 - L、累计发电量
 - M、累计 CO2 减排量
 - N、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因包括以下内容：
 - A、电网电压过高；
 - B、电网电压过低；
 - C、电网频率过高；
 - D、电网频率过低；
 - E、直流电压过高；
 - F、逆变器过载；
 - G、逆变器过热；
 - H、逆变器短路；
 - I、散热器过热；

- J、逆变器孤岛;
 - K、DSP 故障;
 - L、通讯失败;
- 3) 监控软件具有集成环境监测功能, 能实现环境监测功能, 主要包括日照强度、风速、风向、环境温度和电池板温度(选配)等参量。
 - 4) 可每隔 5 分钟存储一次电站所有运行数据, 包括环境数据。故障数据需要实时存储。
 - 5) 能够分别以日、月、年为单位记录和存储数据、运行事件、警告、故障信息等。
 - 6) 可以连续存储 20 年以上的电站所有的运行数据和所有的故障纪录。
 - 7) 可以以电子表格的形式存储运行数据, 并可以图表的形式显示电站的运行情况。
 - 8) 可提供多种远端故障报警方式, 至少包括: SMS(短信)方式, E-MAIL 方式。
 - 9) 监控主机同时提供对外的以太网接口, 即用户可以通过网络方式, 异地实时查看并网逆变系统的实时运行数据以及历史数据和故障数据。
 - 10) 下图是本公司的并网逆变器的监控界面:



4.5 环境监测仪

本系统可配置 1 套环境监测仪(如下图所示)，用来监测现场的环境情况：



该装置由风速传感器、风向传感器、日照辐射表、测温探头、控制盒及支架组成，适用于气象、军事、船空、海港、环保、工业、农业、交通等部门测量水平风参量及太阳辐射能量的测量。可测量环境温度、风速、风向和辐射强度等参量，其 RS485 通讯接口可接入并网监控装置的监测系统，实时记录环境数据。

附 1MW户外房方案 (SG1000KS)

1. 产品简介

SG1000KS 大功率光伏并网逆变房主要应用于大中型的光伏电站，采用户外移动房的方式将并网逆变器、交直流配电柜和监控单元进行了集成设计，满足大中型光伏电站模块化设计、快速安装的需要，保证光伏电站长期、可靠、安全的发电。



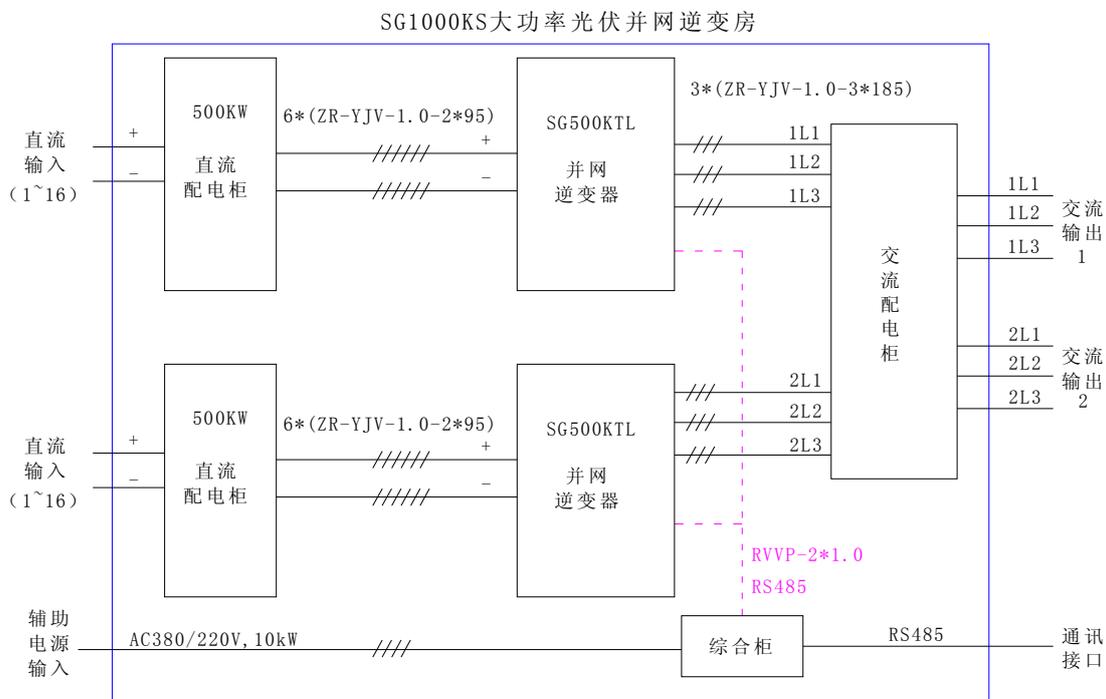
SG1000KS 大功率光伏并网逆变房

2. 基本参数

- ◇ 外形尺寸 (长 x 宽 x 高): 8760x2460x2900mm
- ◇ 重量: 10 吨 (含设备)
- ◇ 内含设备:
 - 直流配电柜: PMD-D500K, 2 台
 - 光伏并网逆变器: SG500KTL, 2 台
 - 交流配电柜: PMD-A1000K (选配)
 - 综合柜: 1 台
 - 连接电缆: 1 套 (选配)
- ◇ 最大直流输入功率: 1100KW_p
- ◇ 直流输入路数: 2*16 路
- ◇ 最大直流输入电压: DC900V
- ◇ 最大功率电压跟踪范围: DC450V-DC820V
- ◇ 交流输出额定功率: 1000KW

- ◇ 最大效率：98.5%
- ◇ 欧洲效率：98%
- ◇ 额定电网电压及频率：三相 AC270V，50Hz（2路）
- ◇ 允许电网电压及频率范围：AC210V-310V，47Hz-51.5Hz
- ◇ 辅助电源：AC380/220V、50Hz（10kW）
- ◇ 通讯接口：RS485（标配），以太网（选配）
- ◇ 使用温度范围：-25℃~+55℃
- ◇ 防护等级：IP54

3. SG1000KS 大功率光伏并网逆变房原理框图



4. SG1000KS 大功率光伏并网逆变房的主要性能及特点

- 移动房适合野外使用，使用寿命长达 30 年，移动房的整体分为底座、房体和房顶三个部分，底座采用 180 号镀锌槽钢拼装焊接而成，承担整个机房的重量；房体的立柱外板采用 2.5 厚的镀锌钢板，立柱内板为 2.0 的镀锌钢板焊接而成，立柱与底座整体焊接成框架结构，墙壁采用钢板下面整体铺装 50 厚阻燃型聚丙烯复合板，门板采用铝型材加复合板结构，墙壁和门上装百叶窗；房顶的外板采用 2.0 厚的钢板，内侧加装 50 厚阻燃型聚丙烯复合板，起到隔热保温的作用；

- 移动房的进气排风级防沙设计：房体墙壁的下方开孔后加装百叶窗，百叶窗内侧加过滤网和过滤棉，起到防沙和防尘的作用，进气孔的大小根据设备的实际排风量计算；设备的热量通过集风道直接排送到房外，开孔处加装百叶窗和过滤网，房子内部的热量通过房顶的风扇排出；
- 防水、防雨处理，房顶、房体墙壁和底座均有防雨水功能，开门的百叶窗处均加有防雨水的密封条；
- 移动房的输入输出连接电缆从移动房下部的地沟走线，接线方便可靠。
- 移动房放置在平整和高出周围地面的地方，地基应有一定的承重能力，地沟从机房的下面穿过，并将机房固定在地基上，能抗雪、抗震、防暴雨等恶劣的自然环境；
- 移动房造型美观、环保，可实现整体起吊、运输，安装方便快捷。

5. SG1000KS 大功率光伏并网逆变房内部布置图



SG1000KS 大功率光伏并网逆变房（内部）



SG1000KS 大功率光伏并网逆变房（内部侧面）

6. 1MW 光伏并网发电系统原理框图

