

# 10KW 太阳能并网发电系统

**摘要:** 本文对 10KW 太阳能并网发电系统进行了研究和设计, 整个设计包括了电池组件及其支架、逆变器、配电室、系统的防雷保护等各个部分的设计, 并且对系统的安装、调试、验收做了具体的安排。这套系统具有转换效率高、供电稳定可靠、安装方便、无需维护等特点。对于常规电的一种补充和替代, 这种环保的新能源会得到越来越广泛的应用。太阳能并网发电是太阳能电源的发展方向, 代表了 21 世纪最具吸引力的能源利用技术。现在, 大规模利用太阳能并网发电在许多发达国家已经成为现实。

**关键词:** 太阳能、并网发电, 逆变器、转换效率

## 10KW Photovoltaic grid-connected system

**Abstract:** This article made design and research about 10KW Photovoltaic grid-connected system. The whole design not only involves module, support structure of solar module, inverter and cable, but also offered the installation, commissioning and test. This system takes advantage of reliable supplying, convenient installation, high efficiency and free maintenance, has been used widely and is compensation of normal power supply. Photovoltaic grid-connected system is the trend of solar energy development, representing the energy utilization technology in the 21 century. A lot of photovoltaic grid-connected systems have been used in developed countries.

**Key words:** solar; grid-connected; inverter; conversion efficiency.

# 10KW 太阳能并网发电系统

## 1. 太阳能并网发电系统简介

太阳能并网发电系统通过把太阳能转化为电能，不经过蓄电池储能，直接通过并网逆变器，把电能送上电网。太阳能并网发电代表了太阳能电源的发展方向，是 21 世纪最具吸引力的能源利用技术。与离网太阳能发电系统相比，并网发电系统具有以下优点：

(1) 利用清洁干净、可再生的自然能源太阳能发电，不耗用不可再生的、资源有限的含碳化石能源，使用中无温室气体和污染物排放，与生态环境和谐，符合经济社会可持续发展战略。

(2) 所发电能馈入电网，以电网为储能装置，省掉蓄电池，比独立太阳能光伏系统的建设投资可减少达 35%—45%，从而使发电成本大为降低。省掉蓄电池并可提高系统的平均无故障时间和蓄电池的二次污染。

(3) 光伏电池组件与建筑物完美结合，既可发电又能作为建筑材料和装饰材料，使物质资源充分利用发挥多种功能，不但有利于降低建设费用，并且还使建筑物科技含量提高、增加“卖点”。

(4) 分布式建设，就近就地分散发电，进入和退出电网灵活，既有利于增强电力系统抵御战争和灾害的能力，又有利于改善电力系统的负荷平衡，并可降低线路损耗。

(5) 可起调峰作用。联网太阳能光伏系统是世界各发达国家在光伏应用领域竞相发展的热点和重点，是世界太阳能光伏发电的主流发展趋势，市场巨大，前景广阔。

## 2. 并网发电系统的原理及组成

太阳能电池发电系统是利用光生伏打效应原理制成的，它是将太阳辐射能量直接转换成电能的发电系统。它主要由太阳能电池方阵和逆变器两部分组成。如下图所示：白天有日照时，太阳能电池方阵发出的电经过并网逆变器将电能直接输送到交流电网上，或将太阳能所发出的电经过并网逆变器直接为交流负载供电。

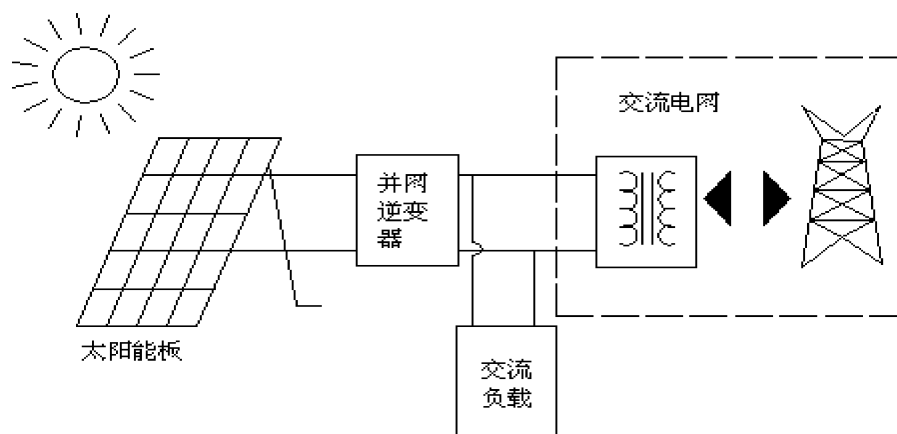


图 2—1. 并网发电原理图

### (1) 太阳能电池组件

一个太阳能电池只能产生大约 0.5 伏的电压，远低于实际使用所需电压。为了满足实际应用的需要，需要把太阳能电池连接成组件。太阳能电池组件包含一定数量的太阳能电池，这些太阳能电池通过导线连接。如一个组件上，太阳能电池的数量是 36 片，这意味着一个太阳能组件大约能产生 17 伏的电压。

通过导线连接的太阳能电池被密封成的物理单元被称为太阳能电池组件，具有一定的防腐、防风、防雹、防雨的能力，广泛应用于各个领域和系统。当应用领域需要较高的电压和电流而单个组件不能满足要求时，可把多个组件组成太阳能电池方阵，以获得所需要的电压和电流。

### (2) 直流/交流逆变器

将直流电转换成交流电的设备。由于太阳能电池发出的是直流电，而一般的负载是交流负载，所以逆变器是不可缺少的。逆变器按运行方式，可分为独立运行逆变器和并网逆变器。独立运行逆变器用于独立运行的太阳能电池发电系统，为独立负载供电。并网逆变器用于并网运行的太阳能电池发电系统将发出的电能馈入电网。逆变器按输出波形又可分为方波逆变器和正弦波逆变器。

## 3. 10KW 太阳能并网发电系统设计

### 3.1 设计总则

(1) 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并网点的低压配电柜上。

(2) 考虑到并网系统在安装及使用过程中的安全及可靠性，在并网逆变器直流输入加装直流配电接线箱。

(3) 并网逆变器采用三相四线制的输出方式。

### 3.2 电池组件及方阵支架的设计

#### 3.2.1 电池组件

选用型号为 120 (34) P1447x663，主要参数为：输出峰值功率 120Wp、峰值电压 17V、峰值电流 7.05、开路电压 22V、短路电流 7.5A。

太阳能电池由 18 块串联成 1 路，共 5 路，需要 120Wp 规格组件 90 块方阵总功率为： $120 \times 18 \times 5 = 10800 \text{Wp}$ 。

太阳能电池方阵的主要技术参数为：

- (1) 工作电压 306V，开路电压 396V；
- (2) 工作电流 35A，短路电流 37.5A；
- (3) 转换效率大于 14%；
- (4) 工作温度  $-40^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。

太阳能电池方阵的主要特点：

- (1) 采用高效率晶体硅太阳能电池片，转换效率高： $\geq 14\%$ ；
- (2) 使用寿命长： $\geq 25$  年，衰减小；
- (3) 采用无螺钉紧固铝合金边框，便于安装，抗机械强度高；
- (4) 采用高透光率钢化玻璃封装，透光率和机械强度高；
- (5) 采用密封防水的多功能接线盒。

### 3.2.2 方阵支架及光电场设计

太阳能电池支架采用混凝土标桩、槽钢底框、角钢支架（见支架基础图、支架加工图），支架倾角 30 度。

### 3.3 并网逆变器

并网逆变器采用最大功率跟踪技术，最大限度地把太阳能电池板转换的电能送入电网。逆变器自带的显示单元可显示太阳能电池方阵电压、电流，逆变器输出电压、电流、功率，累计发电量、运行状态、异常报警等各项电气参数。同时具有标准电气通讯接口，可实现远程监控。具有可靠性高、具有多种并网保护功能（比如孤岛效应等）、多种运行模式、对电网无谐波污染等特点。

根据以上要求选用德国进口 Line Back  $\Sigma$ 10KW 并网逆变器。本逆变器的特征如下：

- (1) 无变压器，实现了小型轻量化。
- (2) 功能模块化，可根据需要制定出合理的安装模块。
- (3) 有自立运行功能。停电时自动进行自立运行，向负荷供电。
- (4) 自立运行或者并网运行时有相同容量的功率。
- (5) 由显示单元，可显示输出功率、累计电量、运行状态及异常等内容。
- (6) 带有通信功能，使用 GS 标准计量软件，可由 PC 机计量其电流、电压等值。
- (7) 可全自动运行。
- (8) 主要技术参数为：
  - 额定容量：10KVA；
  - 直流额定电压：300V，直流额定电流：37A；
  - 直流电压输入范围：160V—480V；
  - 交流输出功率因数 0.99，频率 50Hz，三相 AC220V；
  - 输出电流失真度：THD $< 5\%$ ，各次 THD $< 3\%$ ；
  - 逆变器效率 $> 90\%$ 。

## 4. 配电室设计

由于并网发电系统没有蓄电池及太阳能充放电控制器及交直流配电系统，因此，如果条件允许的话可以将并网发电系统逆变器放在并网点的低压配电室内，否则只要单独建一座 4~6 平米的低压配电室就可以了。

## 5. 并网发电系统的防雷

为了保证系统在雷雨等恶劣天气下能够安全运行，要对这套系统采取防雷措施。主要有以下几个方面：

(1) 地线是避雷、防雷的关键，在进行配电室基础建设和太阳能电池方阵基础建设的同时，选择光电厂附近土层较厚、潮湿的地点，挖一 2 米深地线坑，采用 40 扁钢，添加降阻剂并引出地线，引出线采用 35mm<sup>2</sup> 铜芯电缆，接地电阻应小于 4 欧姆。

(2) 在配电室附近建一避雷针，高 15 米，并单独做一地线，方法同上。

(3) 太阳能电池方阵电缆进入配电室的电压为 DC220V，采用 PVC 管地理，加防雷器保护。此外电池板方阵的支架应保证良好的接地。

(4) 并网逆变器交流输出线采用防雷箱一级保护（并网逆变器内有交流输出防雷器）。

## 6. 系统建设及施工

项目的施工包括：配电室及太阳能电池支架的基础制作、配电室，太阳能电池支架制作安装、太阳能电池方阵的安装、电气设备的安装调试、系统的并网运行调试。

### 6.1 施工顺序

基础及配电室土建施工—太阳能电池支架制作安装—太阳能电池方阵安装调试—电气仪表设备安装调试—并网运行调试—试运行—竣工验收。

### 6.2 施工准备

#### 6.2.1 技术准备

技术准备是决定施工质量的关键因素，它主要进行以下几方面的工作：

(1) 先对实地进行勘测和调查，获得当地有关数据并对资料进行分析汇总，做出切合实际的工程设计。

(2) 准备好施工中所需规范，作业指导书，施工图册有关资料及施工所需各种记录表格。

(3) 组织施工队熟悉图纸和规范，做好图纸初审记录。

(4) 技术人员对图纸进行会审，并将会审中问题做好记录。

(5) 会同建设单位和设计部门对图纸进行技术交底，将发现的问题提交设计部门和建设方，并由设计部门和建设方做出解决方案（书面）并做好记录。

(6) 确定和编制切实可行的施工方案和技术措施，编制施工进度表。

#### 6.2.2 现场准备

(1) 物资的存放

准备一座临时仓库：主要贮存并网发电系统的逆变器、太阳能电池、太阳能电池支架、线缆及其它辅助性的材料。

## (2) 物资准备

施工前对太阳能电池组件、方阵支架、并网逆变器等设备进行检查验收，准备好安装设施及使用的各种施工所需主要原材料和其他辅助性的材料。

# 7. 设备安装部分

## 7.1 太阳能电池组件安装和检验

预埋太阳能电池阵列架基柱，检查其横列水平度，符合标准再进行铁架组装。检测单块电池板电流、电压，合格后进行太阳能电池组件的安装。最后检查接地线、铁架紧固件是否紧固，太阳能电池组件的接插头是否接触可靠，接线盒、接插头须进行防水处理。检测太阳能电池组件阵列的空载电压是否正常，此项工作应由组件提供商技术人员完成。

## 7.2 总体控制部分安装

参照产品说明书的要求，对并网逆变器、太阳能电池组件、交流电网的低压配电室按相应顺序连接，观察并网逆变器的各项运行参数，并做好相应记录，将实际运行参数和标称参数做比较，分析其差距，为以后的调试做准备。

# 8. 检查和调试

(1) 根据现场考察的要求，检查施工方案是否合理，能否全面满足要求。

(2) 根据设计要求、供货清单，检查配套元件、器材、仪表和设备是否按照要求配齐，供货质量是否符合要求。对一些工程所需的关键设备和材料，可视具体情况按照相关技术规范和标准在设备和材料制造厂或交货地点进行抽样检查。

(3) 现场检查验收：检查太阳能电池组件方阵水泥基础、配电室施工质量是否符合要求，并做记录。此项工作应由组件提供商技术人员完成。

(4) 调试是按设备规格对已完成安装的设备在各种工作模式下进行试验和参数调节。系统调试按设备技术手册中的规定和相关安全规范进行，完成后须达到或超过设备规格所包含的性能指标。如在调试中发现实际性能和手册中的参数不符，设备供应商须采取措施进行纠正，达标后才具备验收条件。

## 9. 并网电站建设流程图

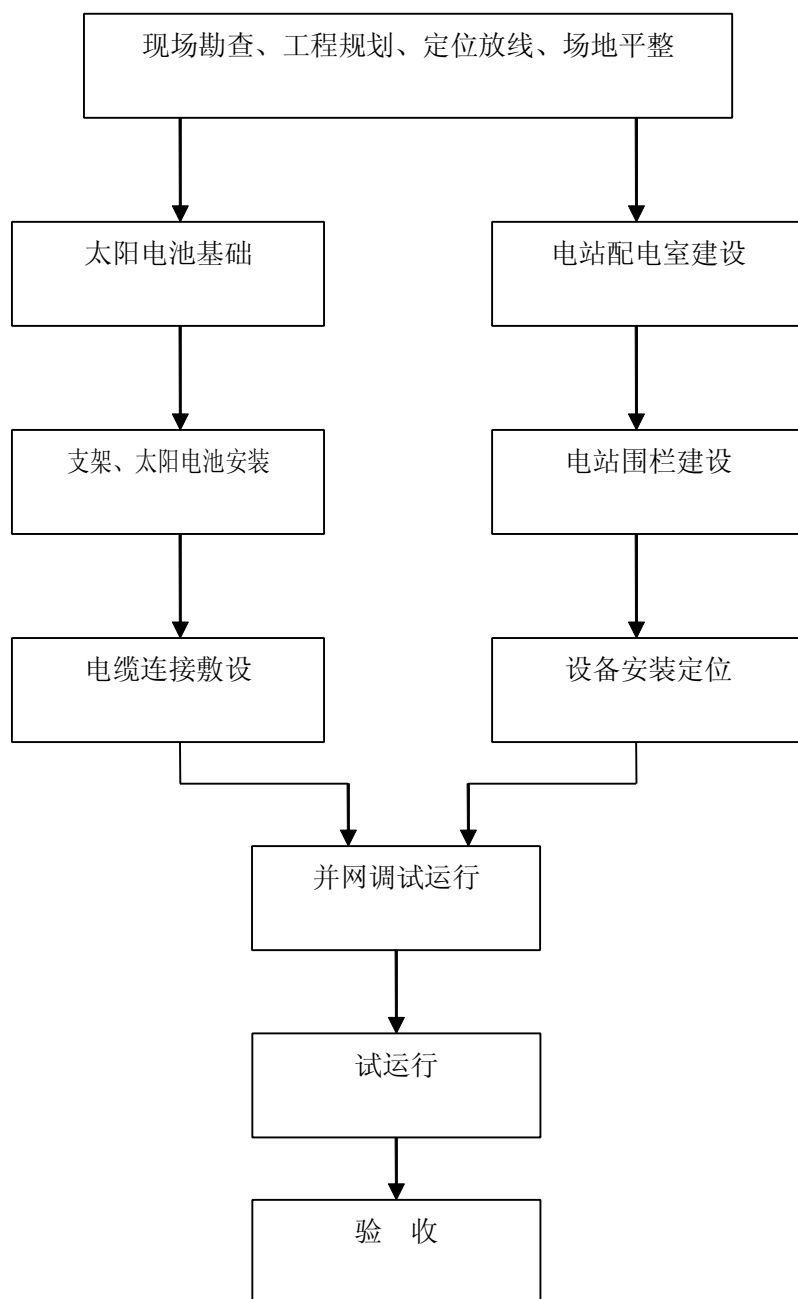


图 2. 并网电站建设流程图

## 10. 并网发电系统配置表

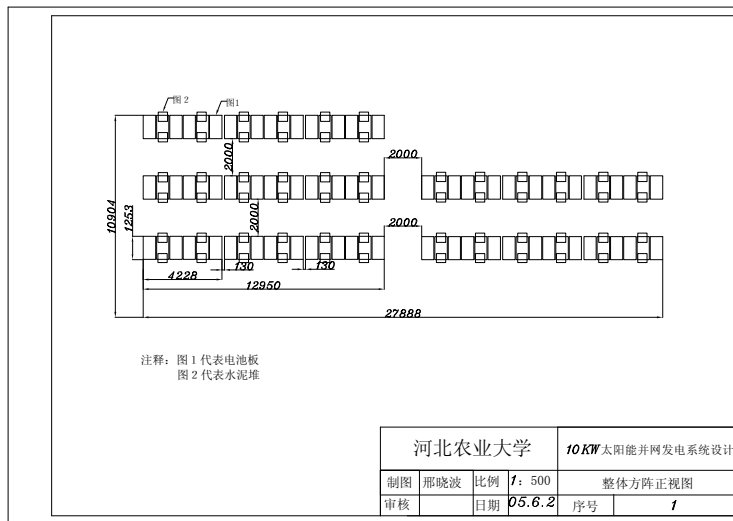
表 10—1. 10KW 并网发电系统配置表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	太阳电池组件	120W	块	90	
2	支架线缆		套	5	
3	并网逆变器	10KW	台	1	并网型 3 相 4 线
4	接线箱		台	1	
9	避雷器及接地设备		套	1	避雷针高要求 15 米
10	配电室		平方米	4~6	如有配电室则不考虑

## 11. 10KW 并网发电系统光电场配套图纸

说明：光电场详细设计方案将在实地考察后具体设计。

配套图纸：整体方阵正视图、单体侧视图、方阵正视图、方阵侧视图。





## 参考文献:

- [1] 黄俊, 王兆安. 电力电子技术. 西安交通大学出版社, 2002
- [2] 黄丽华, 纪建伟等. 电力系统分析. 中国水利水电出版社, 2002
- [3] 刘恒赤. 高电压技术. 中国水利水电出版社, 2003
- [4] 张秀然等编. 电工技术. 机械工业出版社, 1986
- [5] 李刚. 太阳能发电原理. 北京电力出版社, 2003
- [6] 王永东. 固定式光伏方阵日照性能. 太阳能学报, 2003 年第 3 期
- [7] 王春学. 太阳能在并网发电中的应用. 机械工业出版社, 2004
- [8] 朴在林等编. 变电所电器部分. 中国水利水电出版社, 2002
- [9] 蒋路平. 风电、光电发电中逆变器的选择. 太阳能, 2003 年第 5 期
- [10] 汤叶华. 光伏技术发展现状. 可再生能源, 2005 年第 3 期
- [11] 焦在强. 单级式并网逆变器. 可再生能源, 2004 年第 5 期
- [12] 彭丽新. 太阳能利用技术. 化学工业出版社, 2005 年 1 月