

江西工程学院
环境与能源工程学院

毕业设计
(2016 届)

屋顶家用光伏电站设计

摘要

在国家更重视环境问题、提倡使用新能源的背景下,鼓励“家庭光伏电站”进社区和家庭政策的出台,催生了“光伏屋顶”的发展,而农家屋顶因其产权明晰、使用面积大等优势,让很多农民看到新的“钱景”,促使他们变身为“光伏屋顶”的开拓者。以太阳光、风能等可再生能源为主的新能源大规模应用具有可持续性,逐步发展成为化石能源的主要替代能源。近年来,在环境保护和能源危机频发双重压力下,并网型光伏发电系统得到较快发展并成为当今光伏发电技术发展的主要方向。

关键词: 太阳能; 家庭光伏政策; 清洁能源; 屋顶分布式光伏发电; 回报率高; 发电技术方案

The design of roof household photovoltaic power plant

abstract

With large-scale application background in countries with more attention to environmental problems, to promote the use of new energy, to encourage the domestic photovoltaic power station "into the community and family policy introduced, the birth of the" photovoltaic roof "of development, and the farm roof because of its clear property right, the use of large area advantage, make a lot of farmers to the new" money king ", prompting them to transform into" photovoltaic roof "pioneer in solar, wind and other renewable energy based new energy sustainability, and gradually developed into a fossil energy the main alternative energy. In recent years, environmental protection and energy source crisis prone double pressure, grid connected photovoltaic power generation system has been rapid development and become The main direction of development of photovoltaic power generation technology.

Keywords: solar energy; family policy; clean energy; roof of distributed photovoltaic power generation; power generation technology for high rate of return;

目 录

屋顶家用光伏电站设计.....	1
摘要.....	1
绪论.....	3
第 1 章.....	4
1.1 太阳能光伏发电应用现状.....	4
1.2 家庭光伏电站及国家补贴.....	4
1.3 屋顶光伏电站结构设计原则.....	6
1.4 屋顶光伏电站结构设计要点.....	6
第 2 章.....	6
2.1 分布式光伏系统结构.....	6
2.2 典型屋顶太阳能并网光伏发电系统的组成.....	7
2.3 光伏发电原理.....	8
2.4 光生伏特效应.....	9
第 3 章 方案实施.....	10
3.1 光伏发电系统的种类.....	10
3.2 屋顶分析.....	11
第 4 章屋顶光伏系统的安装.....	12
4.1 安装屋顶光伏系统要遵循的基本步骤.....	12
4.2 安装地点选择.....	12
4.3 我国太阳能资源分布情况如下.....	13
4.4 光伏组件阵列安装朝向和角度.....	13
4.5 太阳电池方阵间距计算.....	14
4.6 防雷设计.....	14
4.7 维护检修设计.....	15
4.8 可行性分析:.....	16
第 5 章系统设计总结.....	16
5.1 总结.....	16
5.2 展望.....	17
参考文献.....	18
致 谢.....	18

绪论

太阳能是未来能源中一种非常理想的清洁能源,屋顶分布式光伏发电是把太阳能转换为电能的一种简单而又实用的途径,可以广泛应用于工业园区屋顶,大型厂房屋顶,办公大楼屋顶等场所。屋顶光伏发电是指采用光伏组件,将太阳能直接转换为电能的分布式发电系统。它倡导就近发电,就近并网,就近转换,就近使用的原则,具有大大降低企业的用电成本,投资回报率高的特点,因此各地政府纷纷鼓励屋顶光伏项目的发展。综合分析后得出:探讨屋顶分布式光伏发电技术方案很有必要。

太阳能是最普遍的自然资源,也是取之不尽的可再生能源。分布式光伏发电特指采用光伏组件,将太阳能直接转换为电能的分布式发电系统。它是一种新型的、具有广阔发展前景的发电和能源综合利用方式,不仅能够有效提高同等规模光伏电站的发电量,同时还有效解决了电力在升压及长途运输中的损耗问题。目前应用最为广泛的分布式光伏发电系统,是建在建筑物屋顶的光伏发电项目,方便接入就近接入公共电网,与公共电网一起为附近的用户供电。从发电并网角度出发,根据家庭用电情况可以给出系统施工要求、设计方法以及光伏组件、逆变器的选择等。太阳能是一种重要的,可再生的清洁能源,是取之不尽用之不竭、无污染、人类能够自由利用的能源。太阳每秒钟到达地面的能量高达 50 万千瓦,假如把地球表面 0.1%的太阳能转换为电能,转变率 5%,每年发电量可达 $5.6 \times 10^{12} \text{kW} \cdot \text{h}$,相当于目前世界上能耗的 40 倍。

从长远来看,太阳能的利用前景最好,潜力最大。近 30 年来,太阳能利用技术在研究开发、商业化生产和市场开拓方面都获得了长足发展,成为快速、稳定发展的新兴产业之一。本文简单地阐述了家用分布式光伏发电系统设计方法和施工要求。

第 1 章

1.1 太阳能光伏发电应用现状

太阳能转换为电能的技术称为太阳能光伏发电技术（简称 PV 技术）。太阳能光伏发电不仅可以部分代替化石燃料发电，而且可以减少 CO₂ 和有害气体的排放，防止地球环境恶化，因此发展太阳能光伏产业已经成为全球各国解决能源与经济发展、环境保护之间矛盾的最佳途径之一。目前发达国家如美国、德国、日本的光伏发电应用领域从航天、国防、转向了民用，如德国的“百万屋顶计划”使许多家庭不仅利用太阳能光伏发电解决了自家供电而且这些家庭还办成了一座所私人的“小型电站”，能够源源不断地为公用电网提供电能。

近几年，我国光伏行业发展也非常迅速。国家对光伏发电较为重视，国家和地方政府相继出台了一些列的补贴政策以促进光伏产业的发展，国家发改委实施“送电到乡”、“光明工程”等惠农项目，地方政府也陆续启动了光伏照明项目工程。与此同时，偏远地区消费者逐渐认可光伏产品，越来越多的居民开始使用家用太阳能电源产品。光伏应用市场发展较为迅速。但目前我国的太阳能光伏发电技术和国外相比还有很大差距，主要表现为技术水平较低、电池效率低、成本高。因此我国还必须不断改进技术，使我国的太阳能光伏发电产业更上新台阶。

1.2 家庭光伏电站及国家补贴

1. 何为家庭光伏电站

家庭式光伏电站，利用屋顶平台架设光伏阵列，将太阳能转化为电能自发自用，余量可就近向低压公网供电，能有效利用资源和保护环境，经济、社会、环境效益显著；简单来说就是除了发电给自己用，还能把多余的电卖给国家。

2 . 国家政策补贴形式自发自用电部分

国家财政补贴 0.42 元/度 + 省级补贴 0.1 元（各省略有不同）多余电上网部分：当地燃煤脱硫机组标杆电价 0.56 元/度（各地略有不同）综上可知，虽然各省政策不同，但至少能保证，若建设一个 5kW 家庭式光伏电站，每天发 20 度电全部自用的话，则国家补贴 $20 \times 0.42 \text{ 元} = 8.4 \text{ 元}$ ，一年则补贴 3066 元。如果

每天只用 10 度电，剩余 10 度电卖给国家，则补贴为 10×0.42 元 + 10×0.56 元 = 9.8 元，一年除不用交电费外，还能挣 3577 元。三、投资收益分析目前，每千瓦的电池组件占地面积在 10m² 左右，每千瓦的电站投资在 8-9 元 kW，假设一个 5kW 规模的家庭式光伏电站，投资收益分析如下

占地面积：约 40--50 m² 总投资：4 万元左右 发电量：日均 20 度左右，一年 7300 度 补贴：0.42 元/度(国家补贴) × 7300 度 = 3066 元因为是自家用电，不用交电费，故省去：7300 度 × 0.56 元/度 = 4088 元 年收益：3066 元 + 4088 元 = 7154 元 回本：4 万元 ÷ 0.7154 万元/年 = 5.59 年 预计 6 年收回成本 算账：电站设计使用年限为 25 年，剩下的 20 年可以免费用电因此如果没有政府给予设备补贴或者电价补贴，很少有人愿意做的，因为按照目前一个家庭每年电费开销 3000 元计算，一个 5kW 的电站投资要在 4 万元，电力自发自用收回成本也要 10 年以上，10 年之后才能见到效益。设备包括：光伏组件及支架、交直流断路器、逆变器等。实例 5kW 光伏屋顶系统项目解决方案如下系统特点：

- 能量转换过程简单，系统转化效率高
- 操作、维护简单，运行稳定可靠
- 工作性能稳定，使用寿命长
- 无噪声，无污染
- 结构简单，体积小，重量轻，便于运输和安装设备清单：

1、光伏电站组件：20 片 250kWp 多晶硅，市场较好材质为 4 元/瓦，5 千瓦 ≈ 2 万元

2、安装材料费(城市)：铝合金材质支架 ≈ 5000 元，普通钢材支架 ≈ 3000 元 (如在农村屋顶多为尖顶的，不需要支架，会省些钱)

3、(逆变器质量好的) ≈ 1 万元(把电池板产生的直流电变成适合家用电器的交流电，还有防短路、通信等功能) 目前，1~10kW 逆变器，价格大概在 2.0~2.2 元/W

4、施工人工费等 ≈ 5000 元，包含提供直流电缆、交流电缆、电表、断路器。线缆数量根据实际屋顶来算，人工费各城市也不同。

5、各地供电公司并网服务为免费的。(服务：如果想安装家庭光伏电站，有专门的公司可以到现场考察、设计，提供合理的解决方案。)

1.3 屋顶光伏电站结构设计原则

(1) 结构设计使用年限不应小于 25 年。预埋件属于难以更换的部件，其结构设计使用年限宜按 50 年考虑。

(2) 屋顶光伏电站结构可按弹性方法分别计算施工阶段和正常使用阶段的作用效应，并进行作用效应组合。

(3) 屋顶光伏电站结构系统的构件和连接应按各效应组合中最不利组合进行设计。

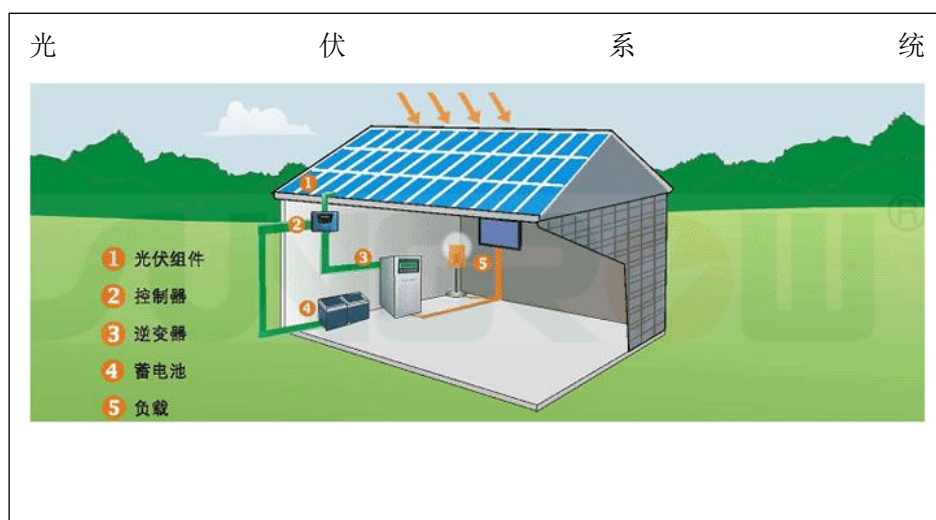
1.4 屋顶光伏电站结构设计要点

屋顶光伏电站固定支架光伏阵列承受的荷载包括自重、风荷载、活荷载和雪荷载。荷载通过太阳能电池板传至固定光伏支架上，最终通过支架作用至屋面板上。在既有建筑屋顶增设或改造光伏系统，除了新增结构系统须具有规定的承载能力、刚度、稳定性和变形能力外，还应保证原有建筑结构承载力满足要求，避免屋顶倒塌、被掀翻和破裂。因此，还需对原有建筑物进行安全性复核。

第 2 章

2.1 分布式光伏系统结构

太阳能光伏发电系统是利用光伏组件半导体材料的“光伏”效应，将太阳光的辐射直接转换为电能的一种新型发电系统。它的规模可大可小，在发电过程中不会排放污染物质，具有安装方便，没有噪音，整个寿命期间几乎无需维护等优点。太阳能光伏发电系统分为两大类，一类是太阳能光伏发电独立系统，另一类是太阳能光伏发电并网系统。太阳能光伏发电并网系统主要包括太阳能光伏组件、光伏汇流箱、直流配电柜、并网型逆变器和交流配电柜等，家用并网型分布式光伏系统由于规模不大，汇流箱和交直流配电柜都用不到，因此在设计过程中应充分考虑实际情况，一般应遵循经济适用原则，可靠性高、牢固耐用、容易维护、充分考虑地理和气候环境的影响。



2.2 典型屋顶太阳能并网光伏发电系统的组成

2.2.1 太阳能电池方阵

太阳能电池方阵是并网型光伏发电系统的主要部件，由其将接受到的太阳光能直接转换为电能。住宅并网型光伏系统光伏器件的突出特点和优点是与建筑相结合，目前主要有两种形式：建筑与光伏系统相结合（BAPV）和建筑与光伏元件相结合（BIPV）。

2.2.2 并网逆变器

将太阳能电池方阵发出的直流电转换为交流电，并且对转换的交流电的频率、电压、电流、相位、有功与无功、同步、电能品质等进行控制的装置叫逆变器。逆变器按功率分类，并网逆变器可分为小型、中型、大型逆变器三种。小型逆变器一为 10KW 以下，中型逆变器为：10KW~100KW；大型逆变器为：100KW 及以上。按是否带隔离变压器分类，按逆变器是否带隔离变压器，分为有隔离型和无隔离型。按输出相数分类，按并网逆变器的额定输出功率、输入光伏支路数量、输出为三相或单相，无蓄电池的并网光伏发电系统的逆变方案可分为集中型逆变方案和支路型逆变方案两种。

4、逆变器配置选择

对于低压并网项目，50KW 及以上逆变器设隔离变压器。

本工程逆变器为户内配置，具有以下功能：

- ◆ 允许环境温度- 25℃~+ 55℃；
- ◆ 采用 MPPT 技术，跟踪电压范围要宽、最大直流电压要高；
- ◆ 提供人机界面及监控系统；
- ◆ 具有极性反接保护、防反放电保护、孤岛效应保护、交流过流及直流过载保护、直流母线过电压保护、电网断电、电网过欠压、电网过欠频、光伏阵列及逆变器本身的接地检测及保护（对地电阻监测和报警功能）等，并相应给出各保护功能动作的条件和工况（即时保护动作、保护时间、自成恢复时间等）。
- ◆ 交直流均具有防浪涌保护功能；

2.2.3 控制器对系统进行控制和监测。

对于并网光伏发电系统来说，主要用于城市与建筑结合的并网光伏发电系统（BIPV）和大型荒漠地光伏电站。这类应用已成为光伏发电市场的主流，目前约占到世界光伏发电市场份额的 80%。

2.2.4 光伏组件

目前使用较多的两种太阳能电池板是单晶硅和多晶硅太阳能电池组件。

（1）单晶硅太阳能电池

目前单晶硅太阳能电池板的单体光电转换效率为 16%~18%，是转换效率最高的但是制作成本高，还没有实现大规模的应用。

（2）多晶硅太阳能电池

多晶硅太阳能电池板的单体光电转换效率约 15%~17%。制作成本比单晶硅太阳能电池要便宜一些，材料制造简便，节约电耗，总生产成本较低，因此得到大量发展。目前主流的组件是 250Wp 多晶硅太阳能电池组件。

2.3 光伏发电原理

2.3.1 基本工作原理

常规电力系统中的所有在运行机组，无论容量大小，全部并网发电，待并发电机组必须同时满足以下三个条件才允许并网运行，缺一不可：

- 1、 频率相等
- 2、 相位与相序相同

3、 电压相等

太阳能光伏电站同样必须同时满足上述三个并网条件才允许并网发电。光伏发电系统是直流发电机，需经逆变器将直流电换成频率、相位和电压与电网完全相同的交流电，通过并网控制器与电网并联，成为电力系统中一台特定的小机组。白天，阳光充足，并网光伏电站全容量发电，向负载供电，多余的电能或储存、或向电网输电；夜间，电站停止运行，由储能装置或电网向负载供电。并网型光伏发电系统可分为双向互补型和单向供给型。

2.3.2 实验原理

太阳能电池发电原理：当光线照射太阳能电池表面时，一部分光子被硅材料吸收；光子的能量传递给了硅原子，使电子发生了越迁，成为自由电子在 P-N 结两侧集聚形成了电位差，当外部接通电路时，在该电压的作用下，将会有电流流过外部电路产生一定的输出功率。这个过程的实质是：光子能量转换成电能的过程。并网型光伏发电系统工作原理：白天，阳光充足，并网光伏电站全容量发电，向负载供电，多余的电能或储存、或向电网输电；夜间，电站停止运行，由储能装置或电网向负载供电。

2.4 光生伏特效应

半导体材料是一类特殊的材料，从宏观电学性质上说它们导电能力在导体和绝缘体之间，导电能力随外界环境（如温度、光照等）发生剧烈的变化。半导体材料具有负的带电阻温度系数。从材料结构特点说，这类材料具有半满导带、价带和半满带隙，温度、光照等因素可以使价带电子跃迁到导带，改变材料的电学性质。通常情况下，都需要对半导体材料进行必要的掺杂处理，调整它们的电学特性，以便制作出性能更稳定、灵敏度更高、功耗更低的电子器件。基于半导体材料电子器件的核心结构通常是 pn 结，pn 结简单说就是 p 型半导体和 n 型半导体的基础区域，太阳能电池本质上就是 pn 结。常见的太阳能电池从结构上说是一种浅结深、大面积的 pn 结，它的工作原理的核心是光生伏特效应。光生伏特效应是半导体材料的一种通性。当光照射到一块非均匀半导体上时，由于内建电场的作用，在半导体材料内部会产生电动势。如果构成适当的回路就会产生电流。这种电流叫做光生电流，这种内建电场引起的光电效应就是光生伏特效应。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/388126105024007026>