



太阳能光伏发电技术在金信大厦的应用

邢华伟 舒杰

0、引言

太阳能是清洁、可再生能源，是传统化石能源最为重要的替代能源之一。随着全球能源短缺与环境污染的日益加剧，人类开始更加自觉、主动和高效的利用太阳能。太阳能利用技术包括光热利用技术、光电利用技术（又称为“光伏利用技术”）、光化学利用技术，其中光热、光电利用技术已经产业化并开始大规模应用。中国目前是全球最大的光热利用市场，未来中国也将是全球最具发展潜力的光电利用市场。

太阳能光热利用技术正逐步从单一的太阳能热水器走向与建筑一体化的太阳能热水供应、空调、采暖工程等更高级的应用模式发展；同样，太阳能光电利用技术也逐步从解决边远山区、农村等特殊用电应用形式向光伏并网建筑一体化方向发展，光伏建筑一体化(BIPV)提出了“建筑物产生能源”的新概念，即建筑物与光伏发电的集成化，在建筑物的外围护结构表面上布设光伏阵列产生电力。特别是光伏建筑一体化的并网屋顶太阳能光伏发电是众多国家竞相发展的热点，发展迅速，市场广阔。光伏建筑一体化也是“绿色”节能建筑的重要发展方向，是太阳能发电步入商业化应用，成为电力工

业重要组成部分的必然方向。

据统计，我国建筑耗能量占社会总耗能的27.6%，建筑能耗量巨大，随着我国城市化进程的不断推进，城镇建设将保持高速发展，人民生活水平不断提高，根据发达国家经验，建筑能耗在未来商品总能耗中所占比例将上升到35%左右，也就是说建筑消耗了1/3的能源。因此，科学合理的将太阳能利用技术与建筑集成，开发太阳能绿色节能建筑，可实现热、电联供，构建可再生能源分布式能源系统。这不仅降低了建筑能耗、节约了资源，还推动了绿色生态建筑的发展，是未来节能建筑的必然发展趋势。

2006年是国家“十一五”规划发展的第一年，“十一五”规划中，国家把节能与开发利用可再生能源作为国家能源发展战略的重要思想。2006年1月《可再生能源法》正式实施，光伏发电将会有越来越广阔的应用前景。由于光伏发电的推广目前还受到太阳能电池成本较高的经济因素制约，考虑到经济预算上的可行性，从示范应用向商业应用过度，一般建议使用光伏发电系统为建筑提供20%-30%的电力以供照明和办公能耗。

广州市墙材革新与建筑节能办公室担



负着广州地区建筑节能工作的宣传与监督管理，也是建筑节能应用推广方面的引导者。广州市墙材革新与建筑节能办公室率先在本办公大楼—金信大厦顶楼建立了一个1500W_p的太阳能发电示范系统，该系统主要供给办公楼道的照明用电（光源平均功率600W）。系统方案设计与建设与中国科学院广州能源研究所共同完成。下面对示范系统作具体介绍：

1、示范系统方案设计

与建筑结合的家用并网型光伏电站是今后太阳能光伏发电的重要发展方向，预计到2030年太阳能发电将占到世界总发电量的

15-20%，2050年可能达到30-50%（国外的机构预测）。太阳能光伏电站主要有并网与离网（或称“独立”）两种运行方式。由于可再生能源法的具体实施细则（并网技术规范与上网电价）还没有出来，金信大厦光伏发电先采用独立运行方式，等条件许可再改用并网运行方式。并网方式的特点是光伏电站发的电通过并网逆变器直接输入市电网，用电时再直接从电网取出。而独立运行方式则需要提供蓄电系统（蓄电池组），独立系统与电网无关，独立运行。

(1) 用电负荷统计；

项目 负载	灯泡数量 (个)	总负载 (W)	平均使用时间 (h)	用电量 (WH)	备注
楼道灯 (楼道长95米)	42	600	6	3600	节能灯 (2.5米间隔1个)
用电量总计				3600Wh	

根据上表系统每日平均用电量为3600Wh，约3.6度电。系统设计原理图如下：

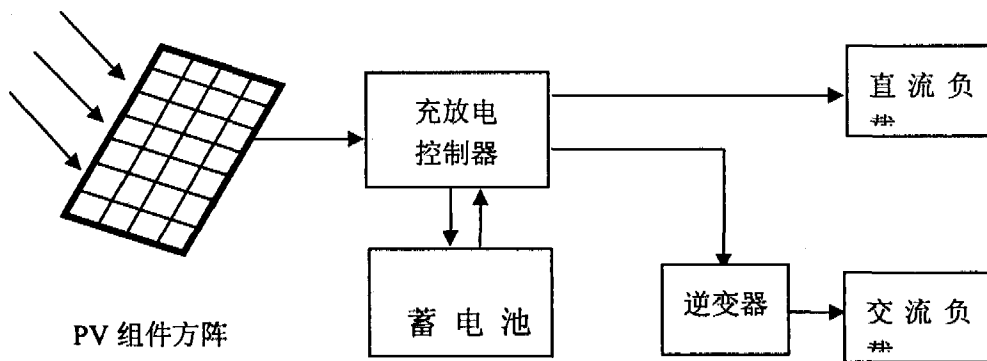


图1 可提供交流输出的离网型光伏系统



(2) 系统产电量分析计算

广州地区的太阳能资源相对丰富,全年平均日照时间在 2000 小时左右,一年中有 2-3 个月的阴雨天,因此要保证全年 95% 以上的供电可靠性,在进行发电系统设计时,尤其是独立系统要考虑多种因素的影响。如:供电可靠性要求极高的通讯设备,则系统产电量一般按设备日平均用电量的 150%-180% 来配置,蓄电系统要保证提供用电设备一个月以上的蓄电量。而对一般的照明系统,通常按日平均用电量的 110%-120% 来配置,蓄电系统提供用电设备 5-7 天的蓄电量。

根据负载使用情况,按照广州的气象条件:

太阳电池峰瓦时利用系数年平均为 2.8, 则: $3600\text{Wh} \times 1.2 = 4320 \text{Wh}$;

则太阳电池的设计容量为 $4320\text{Wh}/2.8 = 1542 \text{Wp}$;

根据系统负荷的用电特性与功率,系统采用 48V 的直流逆变系统,提高交流 220V/50HZ 的输出。太阳能电池板为 75Wp 的多晶硅太阳能电池 20 块,系统组成四串五并的方阵。

系统在全年有 2-3 个月左右的低产电季节(每年的 2-4 月份),其发电量明显低于负载用电量,解决的方法是采用市电作补充,或者将系统增加到 2KW。

(3) 蓄能系统设计

根据负载使用情况,由于提供市电作后备,同时也为了减少蓄电池的投资,对蓄能装置的容量按 2-3 天的蓄电量设计。

其中逆变器效率大于 90%,为延长蓄电

池使用寿命,使用放电深度为 30% 的浅循环放电,按 2.5 天蓄电量计算,则蓄电池组的容量计算为:

$$\frac{3600\text{Wh} \times 2.5}{48\text{V} \times 0.9 \times 0.7} = 297.6\text{A} \cdot \text{h}$$

(48V 直流蓄电池组)

选用 2V, 300 A·h 的单体蓄电池,那么需要串联的电池数为 $48\text{V}/2\text{V}=24$ 个,需要并联的蓄电池数为 $297.6\text{A} \cdot \text{h}/300\text{A} \cdot \text{h} = 0.98$,取整数为 1。所以该系统需要使用 2V, 300 A·h 的单体蓄电池个数为 24 串联*1 并联=24 个。

太阳能电池组件制作如图 2 所示。

2、光伏示范系统组成及原理分析

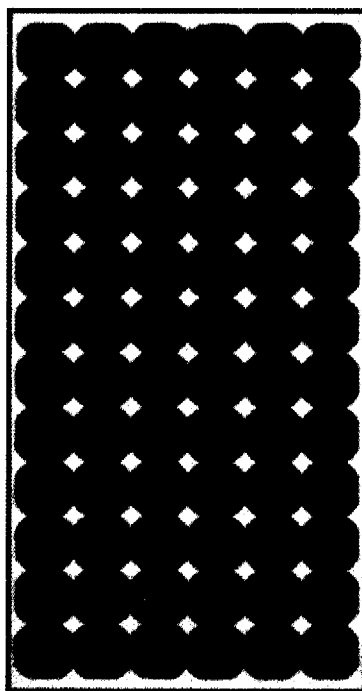


图 2 太阳能电池组件

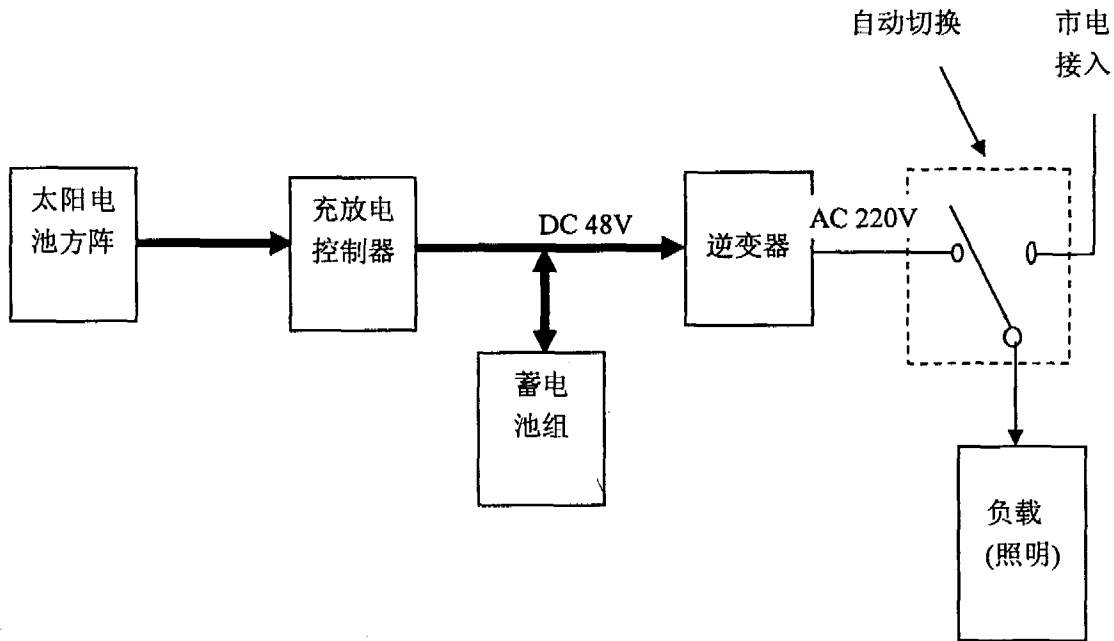
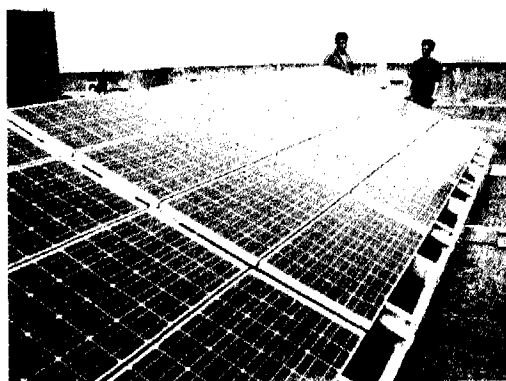


图3 系统工作原理图

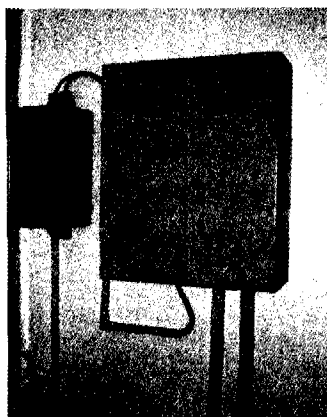
从原理图中知道,太阳能电池方阵输出的电能通过控制器直接供给蓄电池和逆变器。当太阳能电池方阵输出功率大于负载功率时,逆变器的输入完全由控制器的输出提供,同时也给蓄电池组充电,蓄电池成为负载;当太阳能电池方阵输出功率小于负载功率时,逆变器的输入由蓄电池组与控制器的输出提供,蓄电池成为能量提供者。逆变器的额定功率为2千瓦,逆变器的输入为直流

48V,输出为标准的220V/50HZ的交流电。

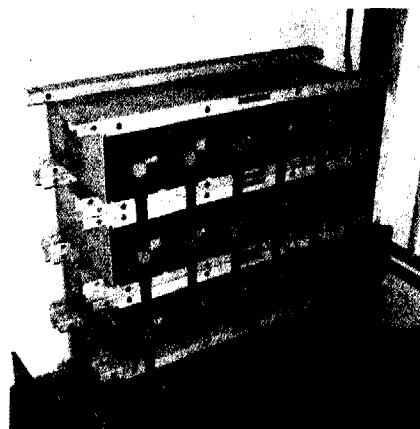
当太阳能电池方阵和蓄电池组不能满足负载能耗时,就由自动切换箱自动转接到市电上,逆变器输出被断开,由市电直接给负载供电。当太阳能电池方阵给蓄电池组充电到一定程度(如电池容量到85%,该数值可设定)时,自动切换箱就会自动断开市电而转向太阳能供电。



(a)



(b)



(c)

图4 金信大厦太阳能示范系统组成设备示意图

(a) 太阳能电池方阵 (b) 逆变控制器 (c) 蓄电池

太阳能电池方阵的输出与太阳辐射能有直接关系。晴天时日照强，太阳辐射能量大，太阳能电池方阵输出的能量就大；多云或阴天时，太阳辐射能量较小，太阳能电池方阵输出的能量也小；下雨天几乎没有辐射能，太阳能电池输出也接近零。因此对于全年太阳日照时间越长的地区，其全年的光伏发电量也越大；反之，就越少。

3、小结

经过一段时间的试运行，该发电系统性能稳定，能自动实现太阳能电路和市电之间的转换。通过本示范工程的建设为广州地区开展太阳能在建筑中的应用提供了参考，促进建筑节能新技术在建筑中的应用。

(作者单位：邢华伟系广州市墙材革新与建筑节能办公室；舒杰系中国科学院广州能源研究所太阳能实验室)