

# 户用光伏离网系统设计

## Design of Photovoltaic Off-grid System for Household Use

胡红胜

Hongsheng Hu

北京天启鸿源新能源科技有限公司 中国·北京 100070

Beijing Tianqi Hongyuan New Energy Technology Co., Ltd., Beijing, 100070, China

**摘要:** 由于经济发展水平的差异,全球还有不少的居民,没有解决基本用电问题,无法享受现代文明,这些地区远离城市,架设电网线路比较困难,但光照资源丰富,户用光伏离网系统可以有效解决该地区居民基本用电问题。基于此,论文就户用光伏离网系统的设计做了简单阐述。

**Abstract:** Due to the difference in the level of economic development, there are still a lot of residents around the world who have no electricity power and cannot enjoy modern civilization. These areas are far away from big cities and it is difficult to construct power grid lines for them, but they are rich in solar energy resource. The household photovoltaic off-grid system can provide electricity power supply in these areas. Based on this, the design of photovoltaic off-grid system for household use are briefly described in following.

**关键词:** 户用; 光伏离网系统; 设计

**Keywords:** household; photovoltaic off-grid system; design

**DOI:** 10.12346/etr.v4i3.5820

## 1 引言

在偏远山区、海岛等远离城市的地方,在解决非洲广大居民无电和缺电问题中,户用光伏离网系统都得到了普遍的应用,随着光伏技术的不断发展和光伏产品的广泛应用,人们更加关注户用光伏离网系统的稳定性和经济性,这就给户用光伏离网系统的设计提出更高的要求<sup>[1]</sup>。

## 2 户用光伏离网系统的设计

户用光伏离网系统容量一般都比较小,但却是一个完整的、独立运行的发电、储能和供用电系统。设计时要根据用户的实际情况统计其用电负荷的类型、功率、使用频率和使用时间,计算出用户白天和晚上的用电功率和用电量,确定逆变器的容量,要收集安装地点一年四季的光照资源、气温、连续阴雨天数等气象条件,计算太阳能电池组件和蓄电池的

容量。户用光伏离网系统的设计要能够满足用户的电力需求、运行稳定、技术先进和经济合理<sup>[2]</sup>。

## 3 户用光伏离网系统的组成

户用光伏离网系统由太阳能电池组件、光伏控制器、蓄电池和逆变器等组成。太阳能电池组件是该系统中的发电元件,光伏控制器对太阳能电池组件发出的直流电进行调节和控制,同时对蓄电池进行充电管理,由于光伏白天发电功率大于负载功率,多余的电能需要储存,这就需要蓄电池,到晚上或阴雨天再经逆变器逆变为交流电供给用户使用,逆变器就是将直流电变换为交流电的转换装置。

## 4 负荷统计和容量计算

### 4.1 根据用户的负荷类型及功率确定逆变器的功率

家用负载一般分为感性负载和阻性负载,洗衣机、空调、冰箱、水泵、抽油烟机带有电动机的负载是感性负载,电

【作者简介】胡红胜(1970-),男,中国山西洪洞人,本科,工程师,从事发电研究。

动机启动功率是额定功率的 3~5 倍。

根据表 1 计算, 选用额定输出功率为 5000 瓦的逆变器, 其最大启动功率为 10000 瓦, 可以满足该用户的需求, 并留有适当的裕量。

表 1 家用电器负荷统计和容量计算表

负荷名称	单台功率 (瓦)	台数	设备功率 (瓦)	启动功率倍数 (3-5)	启动功率 (瓦)
照明, 节能灯	11	8	88	1	88
电冰箱	100	1	100	5	500
空调 (变频)	1200	1	1200	1	1200
电视机	150	1	150	1	150
卫星天线	50	1	50	1	50
电脑	200	1	200	1	200
电饭锅	1200	1	1200	1	1200
抽油烟机	200	1	200	5	1000
微波炉	1000	1	1000	1	1000
洗衣机	300	1	300	4	1200
水泵	400	1	400	5	2000
总计			4888		8588
同时系数 (0.7~0.9)			0.8		1
计算功率(瓦)			3910		8588

#### 4.2 根据用户每天的用电量确定光伏组件的安装功率

一般家庭日用电量平均为 6~9 度, 根据表 2 中的负荷统计和计算, 该用户的用电量为 7.69 度/天。

光伏组件的安装容量按照如下公式计算:

$$P_{pv} = \frac{E_L}{h_p n_1 n_2}$$

式中:  $P_{pv}$ ——光伏组件的峰值容量 (kWp);

$E_L$ ——用户日用电量 (Wh);

$h_p$ ——当地日照峰值小时数 (h);

$n_1$ ——逆变器效率, 取 0.93;

$n_2$ ——储能电池充放电效率, 取 0.92。

户用光伏离网系统安装地点的日照峰值小时数, 根据气象资料, 取最差月份的数值。

以青海西宁为例, 根据表 3 该地区 12 月的参数:

$$8.09\text{MJ}/\text{m}^2 = 2.25\text{kWh}/\text{m}^2$$

$$h_p = 2.25\text{h}$$

用户的用电量按 5.69 度/天考虑 (在冬季, 减去空调的用电量), 计算光伏组件的安装容量:

$$P_{pv} = 5.69 / (2.25 \times 0.93 \times 0.92) = 2.956\text{kWp}$$

选择 8 块 375W<sub>p</sub> 的光伏组件, 总容量 3000 瓦。

#### 4.3 根据用户期望的待机时间确定蓄电池的容量

蓄电池的容量按照如下公式计算:

$$E_c = \frac{E_L D F}{U K_n}$$

式中:  $E_c$ ——储能电池容量 (kWh);

$E_L$ ——用户平均日用电量 (kWh/天);

$D$ ——最长无日照天数 (天);

$F$ ——储能电池放电效率的修正系数 (通常为 1.05);

$U$ ——储能电池的放电深度 (0.5~0.8);

$K_n$ ——包括逆变器等交流回路的损耗率 (通常为 0.7~0.8)。

计算蓄电池容量:

$$E_c = 7.69 \times 2 \times 1.05 / (0.8 \times 0.75) = 27\text{kWh}$$

采用 6 块, 48V, 4.8 kWh/Pack 的锂电池组, 总容量 28.8kWh。

表 2 负荷统计表

负荷名称	单台功率 (瓦)	台数	使用小时数 (小时/天)	用电量 (度/天)
照明, 节能灯	11	8	6	0.53
电冰箱	100	1	24	1.20
空调 (夏季)	1200	1	8	2.00
电视机	150	1	6	0.90
卫星天线	50	1	6	0.30
电脑	200	1	4	0.80
电饭锅	1200	1	0.8	0.96
抽油烟机	200	1	0.5	0.10
微波炉	1000	1	0.3	0.30
洗衣机	300	1	1	0.20
水泵	400	1	1	0.40
总计				7.69

表3 中国青海西宁12月的日照参数表

序号	省份	编号	观测站区站号	地点	纬度		观测场海拔高度(m)	日均总辐射量 (MJ·m <sup>-2</sup> )												年总辐射量 (MJ/m <sup>2</sup> )
					北纬	东经		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	
29	青海	8152754	刚察	37°20′	100°08′	3301.5	12.37	15.73	20.37	22.30	23.23	23.25	24.67	20.98	16.42	17.24	12.41	10.52	6682.48	
		8252818	格尔木	36°25′	94°54′	2807.6	10.48	14.41	19.56	20.93	25.60	25.43	26.85	21.16	19.68	17.35	12.75	9.61	6815.91	
		8352866	西宁	36°43′	101°45′	2295.2	9.36	12.70	17.44	17.67	20.37	21.08	20.46	19.29	13.69	13.65	10.28	8.09	5605.73	
		8456029	玉树	33°01′	97°01′	3681.2	11.80	14.37	16.50	18.20	20.17	18.69	22.60	19.36	17.50	14.70	12.69	10.09	5986.22	
		8556043	果洛	34°28′	100°15′	3719.0	11.99	17.21	21.57	23.91	23.55	22.21	26.00	21.35	19.80	18.64	15.40	13.23	7147.49	

#### 4.4 计算光伏控制器的充电电流

$$I_c = \frac{P_{pv} K}{U_B}$$

式中： $I_c$ ——光伏控制器充电电流（A）；  
 $P_{pv}$ ——光伏组件的峰值容量（kWp）；  
 $K$ ——配合系数（1~1.25）；  
 $U_B$ ——储能电池的标称电压（V）。

光伏控制器充电电流：

$$I_c = 3000 \times 1/48 = 62.5A$$

采用80A的太阳能光伏充电器，可以满足要求，并留有一定的裕量。

#### 5 结语

户用光伏离网系统设计中，应根据用户家用电器实际情况做好负荷统计，并结合当地光照资源等气象条件做好系统的容量计算，合理选择设备和优化系统配置<sup>[3]</sup>。

#### 参考文献

- [1] GB 50797—2012 光伏发电站设计规范[S].
- [2] GB/T 51437—2021 风光储联合发电站设计标准[S].
- [3] 康伦. 浅谈光伏发电在中国农村及偏远地区的推广[J]. 国网湖北省电力公司恩施供电公司, 2016.