

# 海洋仪器的太阳能供电系统设计

惠力, 赵杰, 鲁成杰

(山东省海洋环境监测技术重点实验室, 山东省科学院海洋仪器仪表研究所, 山东 青岛 266001)

**摘要:**为保证海洋仪器太阳能供电系统的连续稳定运行,采用了一种基于能量守恒的简易计算方法,计算太阳能电池板功率和蓄电池容量等参数,设计的太阳能供电系统在实际应用过程中可以很好地满足仪器供电要求。

**关键词:**海洋仪器;太阳能电池板;蓄电池

**中图分类号:**TM914.4      **文献标识码:**A

## Design of a solar power supply system for oceanographic instrumentation

HUI Li, ZHAO Jie, LU Cheng-jie

(Shandong Provincial Key Laboratory of Ocean Environment Monitoring Technology,  
Institute of Oceanographic Instrumentation, Shandong Academy of Sciences, Qingdao 266001, China)

**Abstract:** We used a simple energy conservation based calculation method to compute the power of a solar cell and the capacity of a battery to guarantee continuous and stable operation of a solar power supply system of oceanographic instrumentation. The designed power supply system can well satisfy the requirement of an instrument for power supply in engineering applications.

**Key words:** oceanographic instrumentation; solar cell; battery

无人值守海洋自动化台站、便携式自动气象站、海洋监测浮标等设备通常采用太阳能进行供电,为了保证系统连续可靠地运行,需要根据布放位置进行合理的太阳能供电系统设计,不满足使用要求的供电系统会使设备经常断电,造成观测数据缺失现象,而留有过多裕量的供电系统又会造成不必要的资源浪费。根据多年的使用经验,本文应用一种基于能量守恒的简易计算方法,可以方便、准确地计算出在以太阳能为供电系统的海洋仪器设计中太阳能电池板和蓄电池的需要量。

## 1 系统构成及注意事项

### 1.1 系统构成

海洋仪器上使用的太阳能供电系统通常由太阳能电池板、蓄电池、太阳能充电控制器三部分构成<sup>[1-2]</sup>,如图1所示。

### 1.2 注意事项

太阳能电池板是太阳能供电系统中的核心部件,其作用是将太阳能转化为电能,送往蓄电池存储起来或推动负载工作。太阳能电池板的质量直接决定整个系统的好坏,所以应选择知名厂家性能优良的产品。海洋仪器通常工作在湿度大、盐度高的强腐蚀环境下,浮标上安装的太阳能电池板还会有海水溅上,故要求对太阳能电池板引线的处理要格外注意,引线端子焊接牢靠后最好灌注防水胶,浮标上的太阳能电池板引出线可选择使用水密电缆以防止海水通过电缆表皮渗入。选择太阳能电池板需要确定电池板的输出电压和功率,我国的海洋仪器目前以使用直流 12 V 供电为主,所以通常选择 12 V 的太阳能供电系统。

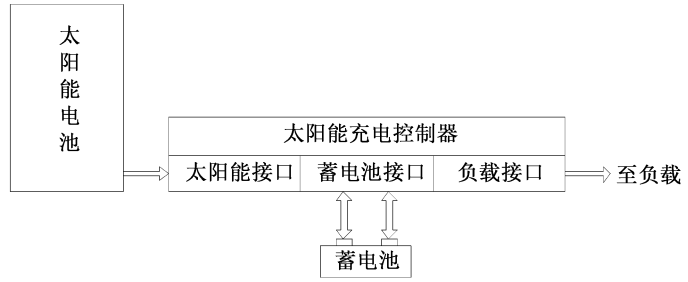


图1 太阳能供电系统

Fig.1 Solar power supply system

太阳能充电控制器主要用来保护蓄电池,避免能量源自太阳能电池板的过度充电,及负载运行造成的过度放电。实际使用中,应根据太阳能电池板的最大输出电流选择合适的太阳能充电控制器。

蓄电池的作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来,在需要的时候再释放出来。蓄电池可选择免维护的铅酸蓄电池,该蓄电池无泄漏、无需维护、功效高、寿命长、价格相对便宜。

各部分的连接导线应根据系统电流的要求选择合适通流量的电缆,暴露在室外的导线应做好防水、防晒处理。

各部分的连接导线应根据系统电流的要求选择合适通流量的电缆,暴露在室外的导线应做好防水、防晒处理。

## 2 配置参数计算

海洋仪器用太阳能供电系统设计中的主要工作是要合理配置太阳能电池板的功率和蓄电池的容量,通常可通过下面的步骤进行计算。

(a) 确定负载设备的平均用电功率。

(b) 确定安装位置的峰值日照时数。

根据系统安装的位置,由图2可以确定安装位置的年总辐射量,由公式(1)可将年总辐射量

(MJ/m<sup>2</sup>) 换算为峰值日照时数。

表1为图2中各分界线位置的年总辐射量与峰值日照时数的对应表。

表1 年总辐射量与日平均峰值日照时数对应关系表

Table 1 Correspondence table of the total radiation and daily average peak sunshine hours

年总辐射量/(MJ/m <sup>2</sup> )	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
日平均峰值日照时数/h	2.66	3.04	3.42	3.8	4.18	4.56	4.94	5.32	5.7	6.08

表1为图2中各分界线位置的年总辐射量与峰值日照时数的对应表。

$$\text{峰值日照时数} \approx \text{年总辐射量} \times 0.00076 \quad (1)$$

(c) 计算太阳能电池的功率。

根据公式(2)<sup>[5]</sup>计算需要配置的太阳能电池板的功率,式中的“用电功率”为在步骤(a)中确定的负载平均功率;用电时间为负载在一天中运行的小时数,如全天运行则为24h;当地峰值日照时数为在步骤(b)中确定的数值;损耗系数是由组合、衰减、灰尘、充电效率等引起的损耗<sup>[4]</sup>在1.6~2.0之间。在系统资源配置允许的情况下,可以将损耗系数取为2。

$$\text{太阳能电池功率} A = \frac{\text{用电功率} \times \text{用电时间}}{\text{当地峰值日照时数}} \times \text{损耗系数} \quad (2)$$

(d) 计算蓄电池容量。

蓄电池的容量与安装位置的最长阴雨天数有关,可根据表2来选择安装位置的最长阴雨天数,最好能咨询当地的用户来确定最长阴雨天数。根据公式(3)<sup>[5]</sup>计算蓄电池的容量。式(3)中的用电功率和用电时间同上文所述;系统电压为负载工作电压,海洋仪器中常使用12V;安全系数在1.4~1.8之间,在系统资源配

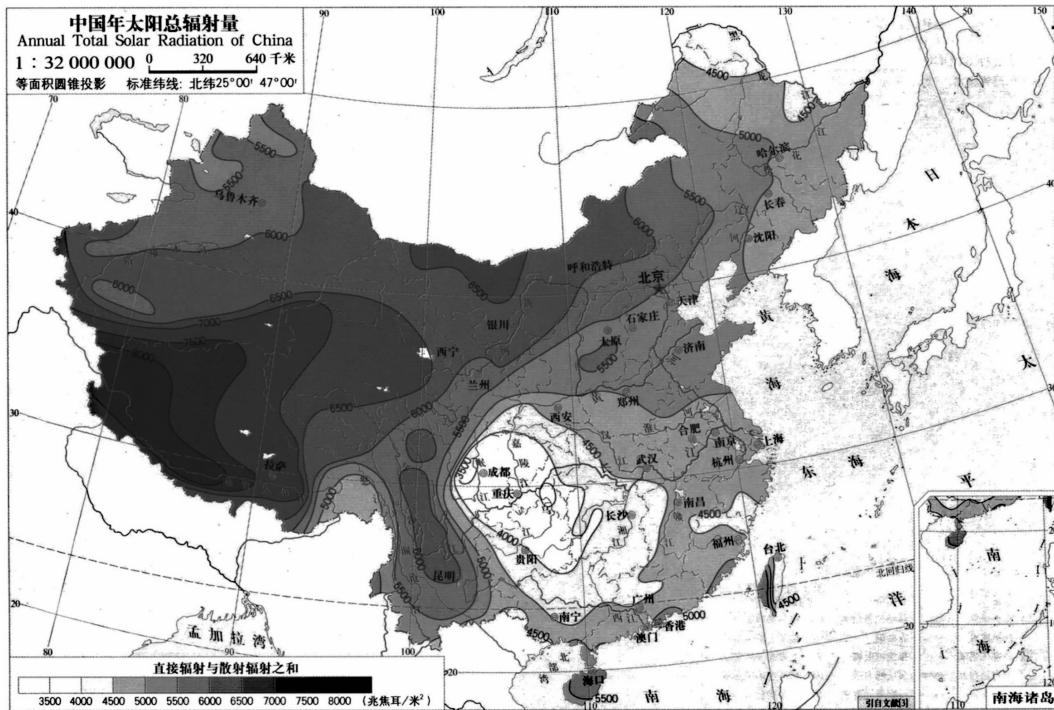


图2 中国全年太阳总辐射图<sup>[3]</sup>

Fig.2 Annual total solar radiation map of China

置允许的情况下,可以取为1.8。

$$\text{蓄电池容量} = \frac{\text{用电功率} \times \text{用电时间}}{\text{系统电压}} \times \text{阴雨天数} \times \text{系统安全系数} \quad (3)$$

表2 我国太阳能资源区域划分

Table 2 Region of solar energy resources in China

区域划分	年总辐射量/(MJ/m <sup>2</sup> )	地域	连续阴雨/d
丰富区	≥5800	内蒙西部、新疆南部、甘肃西部、青藏高原	2
较丰富区	5000 ~ 5800	新疆北部、东北、内蒙东部、华北、陕北、宁夏、甘肃部分、青藏高原东侧、海南、台湾	3
可利用区	4200 ~ 5000	东北北端、内蒙呼盟、长江下游、两广、福建、贵州部分、云南、河南、陕西	7
贫乏区	≤4200	重庆、川、贵、桂、赣部分地区	5

(e) 计算蓄电池耗尽后再次充满需要增加的太阳能电池功率。

在两次连续阴雨天之间的间隔天数内,太阳能电池板不仅供负载使用,还需补足蓄电池在最长连续阴雨天内所亏损电量。

$$\text{需补足的蓄电池瓦时数} \approx \text{系统电压} \times \text{电池容量} - \text{用电功率} \times (\text{用电时间} - \text{峰值日照时数}) \quad (4)$$

$$\text{太阳能电池功率} B = \frac{\text{需补足的蓄电池瓦时数}}{\text{当地峰值日照时数} \times \text{充电天数}} \times \text{损耗系数} \quad (5)$$

需要的总的太阳能电池板的功率为步骤(c)中确定的太阳能电池功率 A 与步骤(e)中确定的太阳能电池功率 B 之和,见式(6)。

$$\text{太阳能电池功率} = \text{太阳能电池功率} A + \text{太阳能电池功率} B \quad (6)$$

(f) 确定太阳能电池板的安装角度。

对于陆地上安装的仪器设备,太阳能电池朝向正南,可根据表3 确定太阳能电池板与水平面的安装角度;对于海上浮标,由于浮标处于晃动与旋转状态,太阳能电池板通常环绕浮标安装一圈,电池板与水平面的夹角可采用与陆地上相同的安装角度,也可水平安装。

表3 我国部分主要城市太阳能电池板安装角度<sup>[6]</sup>

Table 3 Solar panel installation angle of the major cities in China

城市	纬度	最佳倾角	城市	纬度	最佳倾角	城市	纬度	最佳倾角
北京	39.80°	纬度+4°	西安	34.30°	纬度+14°	武汉	30.63°	纬度+7°
天津	39.10°	纬度+5°	上海	31.17°	纬度+3°	广州	23.13°	纬度-7°
哈尔滨	45.68°	纬度+3°	南京	32.00°	纬度+5°	长沙	28.20°	纬度+6°
沈阳	41.77°	纬度+1°	合肥	31.85°	纬度+9°	香港	22.00°	纬度-7°
长春	43.90°	纬度+1°	拉萨	29.70°	纬度-8°	海口	20.03°	纬度+12°
呼和浩特	40.78°	纬度+3°	杭州	30.23°	纬度+3°	南宁	22.82°	纬度+5°
太原	37.78°	纬度+5°	南昌	28.67°	纬度+2°	成都	30.67°	纬度+2°
乌鲁木齐	43.78°	纬度+12°	福州	26.08°	纬度+4°	贵阳	26.58°	纬度+8°
西宁	36.75°	纬度+1°	济南	36.68°	纬度+6°	昆明	25.02°	纬度-8°
兰州	36.05°	纬度+8°	郑州	34.72°	纬度+7°	银川	38.48°	纬度+2°

### 3 应用实例

某波流观测浮标的系统平均功耗为5 W,采用12 V供电系统,布放在胶州湾海域,24 h不间断工作。通过图1可知布放位置的年总辐射量在5000~5500 MJ/m<sup>2</sup>,取下限5000 MJ/m<sup>2</sup>;根据表1可知布放位置的日平均峰值日照时数为3.8 h;根据公式(2)计算太阳能电池功率A,损耗系数取为2.0。

$$\text{太阳能电池功率 } A = \frac{5 \times 24}{3.8} \times 2.0 = 63.16 \text{ W}$$

由表2可知布放位置的最长阴雨天数为3 d,留有裕量取为7 d;根据公式(3)计算蓄电池容量,系统安全系数取为1.8。

$$\text{蓄电池容量} = \frac{5 \times 24}{12} \times 7 \times 1.8 = 126 \text{ Ah}$$

考虑浮标内体积影响,选用12V 40 Ah的蓄电池3块,共120 Ah;设出现两次最长阴雨天的间隔为20 d,因蓄电池的放电深度达不到100%,所以需要补足的安时数达不到120 Ah,但为简化计算,在此取为120 Ah,根据公式(4)、(5)计算蓄电池耗尽后再次充满需要增加的太阳能电池功率,损耗系数取为2.0。

$$\text{太阳能电池功率 } B = \frac{12 \times 120 - 5 \times (24 - 3.8)}{3.8 \times 20} \times 2.0 = 35.24 \text{ W}$$

系统需要的总的太阳能电池功率为98.4 W,可选用20 W的太阳能电池板5块。

### 4 结论

通过简易公式计算得到的太阳能电池板功率和蓄电池的容量与通过其他复杂公式计算得到的数值可能有少许偏差,但在海洋仪器的工程实际应用过程中通过这种方式进行的太阳能供电系统设计可很好地满足仪器供电要求,经过多年的运行,未出现过因供电问题导致数据缺失的状况。

### 参考文献:

- [1] [日]太阳能发电协会. 太阳能光伏发电系统的设计与施工[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [2] 沈辉,曾祖勤. 太阳能光伏发电技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
- [3] 王静爱,左伟. 中国地理图集[M]. 北京:中国地图出版社, 2010.
- [4] 杨树明,史胜达. 独立光伏电源系统设计方法[J]. 太阳能, 2001, 4(11): 30-31.
- [5] 李钟实. 太阳能光伏发电系统设计施工与维护[M]. 北京:人民邮电出版社, 2010.
- [6] 王志娟. 太阳能光伏技术[M]. 杭州:浙江科技出版社, 2009.