

太阳能LED照明原理与技术

前言：随着世界能源危机的加剧，各国都在寻求解决能源危机的办法，一条道路是寻求新能源和可再生能源的利用；另一条是寻求新的节能技术，降低能源的消耗，提高能源的利用效率。

太阳能是地球上最直接最普遍也是最清洁的能源，太阳能作为一种巨量可再生能源，每天达到地球表面的辐射能大约等于2.5亿万桶石油，可以说是取之不尽、用之不竭。LED的光谱几乎全部集中于可见光频段，所以发光效率高，一般人都认为，节能灯可节能4/5是伟大的创举，但LED比节能灯还要节能1/4，这是固体光源更伟大的改革。太阳能LED照明集成了太阳能与LED的优点。

本文对一款太阳能LED大功率路灯做了深入探讨与详细介绍

1、系统介绍

1.1 系统基本组成简介

系统由太阳能电池组件部分（包括支架）、LED灯头、控制箱（内有控制器、蓄电池）和灯杆几部分构成；太阳能电池板光效达到127Wp/m²，效率较高，对系统的抗风设计非常有利；灯头部分以1W白光LED和1W黄光LED集成于印刷电路板上排列为一定间距的点阵作为平面发光源。

控制箱箱体以不锈钢为材质，美观耐用；控制箱内放置免维护铅酸蓄电池和充放电控制器。本系统选用阀控密封式铅酸蓄电池，由于其维护很少，故又被称为“免维护电池”，有利于系统维护费用的降低；充放电控制器在设计上兼顾了功能齐备（具备光控、时控、过充保护、过放保护和反接保护等）与成本控制，实现很高的性价比。

1.2 工作原理介绍

系统工作原理简单，利用光生伏特效应原理制成的太阳能电池白天太阳能电池板接收太阳辐射能并转化为电能输出，经过充放电控制器储存在蓄电池中，夜晚当照度逐渐降低至10lux左右、太阳能电池板开路电压4.5V左右，充放电控制器侦测到这一电压值后动作，蓄电池对灯头放电。蓄电池放电8.5小时后，充放电控制器动作，蓄电池放电结束。充放电控制器的主要作用是保护蓄电池。

2、系统设计思想

太阳能路灯的设计与一般的太阳能照明相比，基本原理相同，但是需要考虑的环节更多。下面将以香港真明丽集团有限公司的这款太阳能LED大功率路灯为例，分几个方面做分析。

2.1 太阳能电池组件选型

设计要求：广州地区，负载输入电压24V功耗34.5W，每天工作时数8.5h，保证连续阴雨天数7天。

广州地区近二十年年均辐射量107.7Kcal/cm²，经简单计算广州地区峰值日照时数约为3.424h；

负载日耗电量 = 12.2AH

所需太阳能组件的总充电电流 = $1.05 \times 12.2 \div (3.424 \times 0.85) = 5.9A$

在这里，两个连续阴雨天数之间的设计最短天数为20天，1.05为太阳能电池组件系统综合损失系数，0.85为蓄电池充电效率。

太阳能组件的最少总功率数 = $17.2 \times 5.9 = 102W$

选用峰值输出功率110Wp、单块55Wp的标准电池组件，应该可以保证路灯系统在一年大多数情况下的正常运行。

2.2 蓄电池选型

蓄电池设计容量计算相比于太阳能组件的峰瓦数要简单。

根据上面的计算知道, 负载日耗电量12.2AH。在蓄电池充满情况下, 可以连续工作7个阴雨天, 再加上第一个晚上的工作, 蓄电池容量:

$12.2 \times (7+1) = 97.6$ (AH), 选用2台12V100AH的蓄电池就可以满足要求了。

2.3 太阳能电池组件支架

2.3.1 倾角设计

为了让太阳能电池组件在一年中接收到的太阳辐射能尽可能的多, 我们要为太阳能电池组件选择一个最佳倾角。

关于太阳能电池组件最佳倾角问题的探讨, 近年来在一些学术刊物上出现得不少。本次路灯使用地区为广州地区, 依据本次设计参考相关文献中的资料, 选定太阳能电池组件支架倾角为16°。

2.3.2 抗风设计

在太阳能路灯系统中, 结构上一个需要非常重视的问题就是抗风设计。抗风设计主要分为两大块, 一为电池组件支架的抗风设计, 二为灯杆的抗风设计。下面按以上两块分别做分析。

太阳能电池组件支架的抗风设计

依据电池组件厂家的技术参数资料, 太阳能电池组件可以承受的迎风压强为2700Pa。若抗风系数选定为27m/s (相当于十级台风), 根据非粘性流体力学, 电池组件承受的风压只有365Pa。所以, 组件本身是完全可以承受27m/s的风速而不至于损坏的。所以, 设计中关键要考虑的是电池组件支架与灯杆的连接。

在本套路灯系统的设计中电池组件支架与灯杆的连接设计使用螺栓杆固定连接。

路灯灯杆的抗风设计

路灯的参数如下:

电池板倾角A = 16° 灯杆高度 = 5m

设计选取灯杆底部焊缝宽度 $\delta = 4\text{mm}$ 灯杆底部外径 = 168mm

焊缝所在面即灯杆破坏面。灯杆破坏面抵抗矩W的计算点P到灯杆受到的电池板作用荷载F作用线的距离为PQ = $[5000 + (168+6) / \tan 16^\circ] \times \sin 16^\circ = 1545\text{mm} = 1.545\text{m}$ 。所以, 风荷载在灯杆破坏面上的作用矩 $M = F \times 1.545$ 。

根据27m/s的设计最大允许风速, $2 \times 30\text{W}$ 的双灯头太阳能路灯电池板的基本荷载为730N。考虑1.3的安全系数, $F = 1.3 \times 730 = 949\text{N}$ 。

所以, $M = F \times 1.545 = 949 \times 1.545 = 1466\text{N.m}$ 。

根据数学推导, 圆环形破坏面的抵抗矩 $W = \pi \times (3r^2 \delta + 3r \delta^2 + \delta^3)$ 。

上式中, r是圆环内径, δ 是圆环宽度。

破坏面抵抗矩 $W = \pi \times (3r^2 \delta + 3r \delta^2 + \delta^3)$

$= \pi \times (3 \times 84^2 \times 4 + 3 \times 84 \times 4^2 + 4^3) = 88768\text{mm}^3$

$= 88.768 \times 10^{-6} \text{m}^3$

风荷载在破坏面上作用矩引起的应力 = M/W

$= 1466 / (88.768 \times 10^{-6}) = 16.5 \times 10^6 \text{pa} = 16.5 \text{ Mpa} < 215 \text{ Mpa}$

其中，215 Mpa是Q235钢的抗弯强度。

所以，设计选取的焊缝宽度满足要求，只要焊接质量能保证，灯杆的抗风是没有问题的。

2.4 控制器

太阳能充放电控制器的主要作用是保护蓄电池。基本功能必须具备过充保护、过放保护、光控、时控与防反接等。

蓄电池防过充、过放保护电压一般参数如表1，当蓄电池电压达到设定值后就改变电路的状态。

在选用器件上，目前有采用单片机的，也有采用比较器的，方案较多，各有特点和优点，应该根据客户群的需求特点选定相应的方案，在此不一一详述。

2.5 表面处理

该系列产品采用静电涂装新技术，以FP专业建材涂料为主，可以满足客户对产品表面色彩及环境协调一致的要求，同时产品自洁性高、抗蚀性强，耐老化，适用于任何气候环境。加工工艺设计为热浸锌的基础上涂装，使产品性能大大提高，达到了最严格的AAMA2605.2005的要求，其它指标均已达到或超过GB的相关要求。

3、结束语

设计基本上考虑到了各个环节；光伏组件的峰瓦数选型设计与蓄电池容量选型设计采用了目前最通用的设计方法，设计思想比较科学；抗风设计从电池组件支架与灯杆两块做了分析，分析比较全面；表面处理采用了目前最先进的技术工艺；路灯整体结构简约而美观；经过实际运行证明各环节之间匹配性较好。

太阳能LED照明的初投资问题仍然是困扰我们的一个主要问题。但是，太阳能电池光效在逐渐提高，而价格会逐渐降低，同样地市场上LED光效在快速地提高，而价格却在降低。与太阳能的可再生、清洁无污染以及LED的环保节能相比，常规化石能源日趋紧张，并且使用后对环境会造成了日益严重的污染。所以，太阳能LED照明作为一种方兴未艾的户外照明，展现给我们的将是无穷的生命力和广阔的前景。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/16844.html>