

太阳能小屋的设计

针对光伏电池在小屋外表面贴附铺设的优化问题，本文首先计算了在不同面 A、B、C 三类电池的单位发电量费用，与电价进行比较，只有单位发电量费用小于电价该类电池才能在该面使用。其次以经济效益最大为目标构建层次分析图。在一个平面上要使发电总量尽可能大同时让单位发电量的费用尽可能小，通过分析可采取三种方案：一是采用单位面积发电量最大的电池；二是采用单位发电量费用最低的电池；三是综合考虑前两种方案。又由利润为总售价和发电成本的差价，其中发电总量既能影响总售价又能影响发电成本，而单位发电量的费用只能影响发电成本，可见发电总量对总效益影响更大，由此构造判断矩阵。我们基于 MATLAB 用层次分析法得到三种方案的权值，三种方案的权值之比为三种方案所对应的电池所占面积之比。最后运用枚举法，考虑各种电池数目比得到较优铺设方案。通过方案中电池的电压，功率条件来匹配其所需要的逆变器。进而算得该小屋光伏电池 35 年内的发电总量 $434293.58\text{kw} \cdot \text{h}$ ，经济效益为 29863.39 元，投资的回收年限为 31 年。

针对光伏电池在小屋外表面可架空铺设的优化问题，首先基于太阳基本辐射定律，将法向直射强度分解到水平面方向与垂直水平面方向，推导得倾斜光阵面总辐射强度与光伏电池方阵倾斜角的函数关系。其次，为了使倾斜光阵面总辐射强度最大，运用高等数学知识及 MATLAB 求出其极值对应倾角，进而得到光伏电池的最佳倾角为 29.321 度。在此基础上按照与第一问相同的思路确定较优的铺设方案，可求得该小屋光伏电池 35 年内的发电总量 $589092.47\text{kw} \cdot \text{h}$ ，经济效益为 66831.04 元，投资的回收年限为 25 年。

对第三个问题，我们改进小屋的窗户形状和门窗位置，以铺设更多光伏电池从而使经济效益更大。且对屋顶的倾角进行一定的优化调整，最后经计算（计算方法与前面相同）得该小屋光伏电池 35 年内的发电总量 $662828.02\text{kw} \cdot \text{h}$ ，经济效益为 85514.01 元，投资的回收年限为 22 年。

关键词：层次分析法 综合评价法 判断矩阵 太阳基本辐射定律 二维下料 枚举法

一、问题重述

在设计太阳能小屋时，需在建筑物外表面（屋顶及外墙）铺设光伏电池，其实际发电量受诸多因素的影响，我们考虑光伏电池在某太阳能小屋外表面的优化铺设问题。根据小屋的外观尺寸，该地的天气数据，分别考虑贴附与架空两种方式，给出表面的优化铺设方案，计算出小屋光伏电池 35 年寿命期内的发电总量、经济效益及投资的回收年限。并重新设计一个小屋对表面进行优化铺设光伏电池。

二、问题分析

问题 1 的分析

本问仅考虑贴附式安装方式，研究小屋外表面光伏电池的优化铺设问题，我们要使其经济效益最大，就要让光伏电池发电总量尽可能大同时单位发电量的费用尽可能小。其中光伏电池发电总量与光阵面的倾角、太阳的辐射强度、光伏电池的型号、逆变器的逆变效率等因素有关；光伏电池单位发电量费用与光伏电池的型号和逆变器的型号有关。为满足收益最大的要求，我们先对数据进行分析，即求出在各个面上各种型号光伏电池单位发电量的费用，如果费用大于其经济效益（0.5 元/kw·h）则排除这种光伏电池。然后建立层次分析模型运用枚举法得到较优的铺设方案。

问题 2 的分析

本问考虑架空方式安装光伏电池，研究小屋外表面光伏电池的优化铺设问题。考虑到电池板的倾角会影响到光伏电池的工作效率，首先我们求得倾斜光阵面太阳辐射强度与其倾角的函数关系，由高等数学知识可求得最佳倾角。在此基础上按照与第一问相同的思路确定较优的铺设方案。

问题 3 的分析

本问要求为大同市重新设计一个小屋研究小屋外表面光伏电池的优化铺设问题。由于气候因素我们人为无法改变，所以为了增加收益，我们只能优化小屋的结构，即改变屋顶倾角、门窗位置及形状使得房屋表面利用率最大从而得到较优铺设方案。剩余计算与一、二问同。

三、模型假设与符号说明

3.1 模型假设

- (1) 光伏电池实际发电量计算时不考虑 AM 值的影响。
- (2) 在使用的 35 年中，光伏电池不遭受雷击等破坏。
- (3) 光伏电池组件表面所接受到的辐射值低于最低辐射量限值时，光伏电池不发电，则可认为其所接受的辐射量为 0。
- (4) 光伏电池的功率在给定范围与辐射度成线性关系，且不受温度影响。
- (5) 计算单位发电量费用时不考虑逆变器的价格。
- (6) 考虑辐射强度时不单独计算地面反射强度。

3.2 符号说明

b_i :第 i 小时平均辐射强度 (东, 南, 西, 北四向)

P:辐射度为 $100\text{W}/\text{m}^2$ 时电池的组件功率

q :任意辐射度下的电池组件功率

Q:一年内一块电池组件的发电量

Q_p : 35 年内一块电池组件的总发电量

S:组件的面积

A:组件单位面积 35 年的总发电量

M:光伏电池每峰瓦的价格

B:单位发电量的费用

e_i :第 i 小时水平面总辐射强度

f_i :第 i 小时水平面散射辐射强度

g_i :第 i 小时法向直射辐射强度

h_i :第 i 小时水平面直射强度

Z' :光伏电池方阵倾角

j_i :第 i 小时法向直射辐射强度在平行水平面方向上的分量

β : 太阳方位角

f'_i :第 i 小时水平面散射辐射强度

b'_i :第 i 小时倾斜光阵面各种辐射强度

t_s :太阳时

ω :时角

δ :赤纬角

α :太阳高度角

C:35 年内电池发电总量

T:35 年内电池的经济效益

四、贴附安装方式优化铺设的模型

4.1 单位发电量的费用最小

在这里我们先不考虑逆变器的价格以及逆变器的转换效率 (注: 本文里以北立面为后, 南立面为前)。

4.1.1 东南西北的发电总量

由附件 3 已知的组件功率对应辐射强度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$, 假设光伏电池的发电功率 (在附件给定的范围里) 与辐射度成线性关系, 且不受温度影响。则任意辐

射度作用下的电池组件功率为： $q = \frac{b \cdot p}{1000}$ ，则一年内电池组件的发电功率为：

$$Q = \sum_{i=0}^{8759} q_i = \sum_{i=0}^{8759} (b_i / 1000 \times P) \quad (\text{附件4可得到} b_i)$$

光伏电池组件表面所接受到的辐射值低于最低辐射量限值时，光伏电池不发电，则可认为其所接受的辐射量为 0。对于薄膜电池，去除 $b < 30\text{W/m}^2$ 范围内的 b (b 为任意时刻的辐射强度) 值，对于 C1、C2 当 $b < 200\text{W/m}^2$ 时由于其弱光性能较额定状况下提高 1%。对于单晶硅和多晶硅电池，去除 $b < 80\text{W/m}^2$ 范围内的 b 值，使之变为 0，且对于单晶硅电池当 $b < 200\text{W/m}^2$ 时其发电效率变为额定状况下的 5%，运用 MATLAB 软件编写程序可以改写数据（具体程序见附录）。

所有光伏组件在 0~10 年效率按 100% 即为 $10Q$ (Q 为一年内一块电池组件的发电量)，10~25 年按照 90% 折算即为 $15 \cdot Q \cdot 0.9$ ，25 年后按 80% 折算即为 $10 \cdot Q \cdot 0.8$ 。

则东南西北四向各型号电池的 35 年总发电量为：

$$Q_p = 10 \cdot Q + 15 \cdot Q \cdot 0.9 + 10 \cdot Q \cdot 0.8$$

	东向 35 年一块电池的发电总量 (w · h)	南向 35 年一块电池的发电总量 (w · h)	西向 35 年一块电池的发电总量 (w · h)	北向 35 年一块电池的发电总量 (w · h)
A1	2772577.54	5940130.18	4736575.32	339942.45
A2	4191105.59	8979266.55	7159939.44	513866.49
A3	2579141.90	5525702.49	4406116.58	316225.53
A4	3481841.57	7459698.36	5948257.38	426904.47
A5	3159448.83	6768985.55	5397492.81	387376.27
A6	3804234.31	8150411.17	6499021.96	466432.66
B1	4360729.66	8411788.35	6637393.34	1101875.93
B2	5265786.76	10157631.22	8014965.55	1330567.16
B3	3455672.56	6665945.49	5259821.14	873184.70
B4	3949340.07	7618223.42	6011224.16	997925.37
B5	4607563.41	8887927.32	7013094.85	1164246.26
B6	4854397.17	9364066.28	7388796.36	1226616.60
B7	4113895.91	7935649.39	6261691.83	1039505.59
C1	1828339.52	3292172.79	2754946.43	772235.01
C2	1060436.92	1909460.22	1597868.93	447896.31
C3	1822819.67	3286717.59	2749325.01	766020.31
C4	1640537.70	2958045.83	2474392.51	689418.28
C5	1822819.67	3286717.59	2749325.01	766020.31
C6	72912.79	131468.70	109973.00	30640.81
C7	72912.79	131468.70	109973.00	30640.81
C8	145825.57	262937.41	219946.00	61281.62
C9	218738.36	394406.11	329919.00	91922.44
C10	218738.36	394406.11	329919.00	91922.44

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/637045046034006136>