2012 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则.

我们完全明白,在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式(包括电话、电子邮件、网上咨询等)与队外的任何人(包括指导教师)研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道,抄袭别人的成果是违反竞赛规则的,如果引用别人的成果或其他公开的资料(包括网上查到的资料),必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺,严格遵守竞赛规则,以保证竞赛的公正、公平性。如有违反 竞赛规则的行为,我们将受到严肃处理。

我们授权全国大学生数学建模竞赛组委会,可将我们的论文以任何形式进行公开展示(包括进行网上公示,在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等)。

我们参赛选择的题号是(从 A/B/	/C/D 中选择一项填写):B									
我们的参赛报名号为(如果赛区设置报名号的话):										
所属学校(请填写完整的全名):山西大学										
参赛队员 (打印并签名): 1	梁杰									
2	王宽									
3	惠月月									
指导教师或指导教师组负责人	(打印并签名):李雷									
	日期: 2012年 9月9日									

赛区评阅编号(由赛区组委会评阅前进行编号):

2012 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编号专用页

赛区评阅编号(由赛区组委会评阅前进行编号):

赛区评阅记录(可供赛区评阅时使用):

	 	•	. ,, . , ,	<u> </u>			
评阅人							
评分							
备注							

全国统一编号(由赛区组委会送交全国前编号):

全国评阅编号(由全国组委会评阅前进行编号)

B 题 太阳能小屋的设计

摘要

本文针对此题的三个问题,从使小屋的全年太阳能光伏发电总量尽可能的多,单位发电量的费用尽可能的少两个方面出发,制定出光伏电池在小屋外表面的优化铺设方案,最后再综合这两个主要因素,进一步计算出小屋光伏电池在35年寿命期内的总发电量以及经济效益。

在问题一中,我们将焦点锁定在如何最优选择光伏电池组件及小屋各外表面的铺设方案,分析附件3和附件4中的数据,我们定义了性价比这一概念,并做出了大同市各方向辐射强度的图像,综合转化效率,功率等因素,选取了合适的光伏电池型号。利用cad软件,对小屋的外表面进行了最优铺设。根据所选择的光伏电池组件,在满足功率和电压的条件下,选配了相应的逆变器,最终求得小屋光伏电池35年寿命期内的总发电量为670950 kwh,盈利为56495.3元,投资的回收年限为29年。

在问题二中,考虑到电池板的朝向和倾角均会影响到光伏电池的工作效率,为此我们尽量使光伏电池接受最大强度的垂直辐射,根据附件 4,我们统计得到各小时及各月光照强度的总和,找到了最大强度垂直辐射出现的具体时间和总体辐射强度较大的月份,结合附件 6 中太阳高度角,太阳方向角的求法,最后求出了电池板朝向和倾角的最佳方案,在问题一的基础上得到了最终的结果:

	总计	北面	南面	东面	西面	顶面
总成本(元)	278979.5		37099		74989. 1	166891.4
总发电量 (kwh)	858239. 4		143536		95886	618817.4
总收益 (元)	429119.7		71768		47943	309408.7
盈利 (元)	150140. 2		34669		-27046. 1	142517.3

架空条件下最终太阳能小屋投资的回收年限为 21.7 年,即 22 年可以收回成本。 在问题三中,我们使光辐射强的地方尽量增加辐射面积,避免窗户和门的存 在。设计角度时,使顶面尽可能地接受光的垂直辐射。且由第一、二问结果,设 计了小屋的最佳朝向。最终用 Google. SketchUp. Pro 软件做出了小屋的最优模型。

关键词: 太阳能小屋 最优化 性价比 数据统计

1. 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, 光伏电池组件所产生的直流电需要经过逆变器转换成 220V 交流电才能供家 庭使用,并将剩余电量输入电网。不同种类的光伏电池每峰瓦的价格差别很 大,且每峰瓦的实际发电效率或发电量还受诸多因素的影响,如太阳辐射强 度、光线入射角、环境、建筑物所处的地理纬度、地区的气候与气象条件、 安装部位及方式(贴附或架空)等。因此,在太阳能小屋的设计中,研究光 伏电池在小屋外表面的优化铺设是很重要的问题。

请对下列三个问题,分别给出小屋外表面光伏电池的铺设方案,使小屋的全年太阳能光伏发电总量尽可能大,而单位发电量的费用尽可能小,并计算出小屋光伏电池 35 年寿命期内的发电总量、经济效益(当前民用电价按0.5元/kWh 计算)及投资的回收年限。

在求解每个问题时,都要求配有图示,给出小屋各外表面电池组件铺设 分组阵列图形及组件连接方式(串、并联)示意图,也要给出电池组件分组 阵列容量及选配逆变器规格列表。

在同一表面采用两种或两种以上类型的光伏电池组件时,同一型号的电池板可串联,而不同型号的电池板不可串联。在不同表面上,即使是相同型号的电池也不能进行串、并联连接。应注意分组连接方式及逆变器的选配。

问题 1: 请根据山西省大同市的气象数据,仅考虑贴附安装方式,选定光伏电池组件,对小屋的部分外表面进行铺设,并根据电池组件分组数量和容量,选配相应的逆变器的容量和数量。

问题 2: 电池板的朝向与倾角均会影响到光伏电池的工作效率,请选择架空方式安装光伏电池,重新考虑问题 1。

问题 3: 根据给出的小屋建筑要求,请为大同市重新设计一个小屋,要求画出小屋的外形图,并对所设计小屋的外表面优化铺设光伏电池,给出铺设及分组连接方式,选配逆变器,计算相应结果。

2. 问题分析

小屋外表面的铺设方案要求全年太阳能光伏发电总量尽可能的大,而单位发电量的费用尽可能的少,因此我们必须最优选择各类型号电池的组合,从而提高

转化效率,同时保证输出功率尽可能的大。只有这样才能使光伏电池在寿命期内总的发电量最高,经济效益最大。

2.1 仅考虑贴附安装方式的电池组件铺设及逆变器的选择问题(问题 1)

2.1.1 没有逆变器的情况

由题意确定如下性能指标:

其中:发电量=辐射强度*面积*转化效率*时间 成本=功率*价格

我们需要做到的是在发电量尽可能高的情况下,使成本花费最少,要做到这些必须设较多的变量,但是变量太多不利于模型的建立,所以此方案我们需要进一步简化。那么我们必须减少变量,在辐射强度恒定为 1000w/m²的条件下,为了使电池转化率尽可能的高,单位价格尽可能的低,我们现定义一个指标,即性价比,使得:

其中:

组件功率=辐射强度*面积*转化效率

由此推出:

性价比=
$$\frac{1}{\text{辐射强度*价格}}$$
 (辐射强度为 $1000\text{w/}m^2$)

最后我们使:

f=性价比*转换效率

达到最大。

针对以上内容,使用 matlab 对山西省大同市典型气象年逐时参数及各方向辐射强度(附件 4)进行分析,我们可以得出,北向总辐射强度比较小。说明小屋北面应尽量用薄膜电池进行铺设;其他方向的总辐射强度比较接近,应尽量用单晶硅和多晶硅电池进行铺设。

对附件 3 中 三种类型的光伏电池型号进行选择:

- (1)对于 A 单晶硅电池: A2 与 A6 比较,因组件面积相同,其他条件(功率、转化效率),A6 优于 A2,所以排除 A2。A6 与 A5 比较,因面积相差不大,其他条件(功率、转化效率),A6 优于 A5 ,所以排除 A5,综上应该选择 A1, A2, A3, A4 型号的产品。
- (2) 对于 B 多晶硅电池: 同理, 应选择 B1, B2, B3。
- (3)对于 C 薄膜电池:同理排除 C4。C1, C2, C3, C5 可供北面使用,其余型号, 作为各墙面的空隙补填产品。

利用 CAD 软件将所选择的型号进行小屋外表面的优化铺设。

2.1.2 有逆变器的情况

根据设计的电池组件分组阵列的输出电压和总功率选配出相应工作电压和功率的逆变器。

2.2 架空方式下电池组件铺设及逆变器的选择(问题 2)

由于电池板的朝向和倾角都会影响到光伏电池的工作效率,因此在架空的方式下,我们可以选择电池板最优的朝向和倾角。因为大同市的纬度为北纬 40.1 度,可见太阳光对于南墙和顶面在光强最强时(12时左右),基本处于垂直辐射状态,且对西墙和东墙进行架空铺设时,光伏电池组件之间的遮挡问题较为严重。所以我们只对南墙和顶面进行架空铺设。

考虑到架空方式下的电池板也是固定的,在确定电池板的最优朝向和倾角时, 我们可以求得太阳高度角 α 和太阳方位角A

2.3 小屋的重新设计(问题3)

在前面两问的基础上,我们知道南墙和顶面对光照角度变化的反应较为敏感,而且通过第二问,我们还可以得到南墙和顶面在架空条件下,为得到最优的光照强度,电池组件所应该旋转和翻转的角度,再结合第一问中电池组件和逆变器的选择方法,我们就可以做出符合要求的小屋模型。

3. 模型假设

- 1. 假设收集到的数据均真实有效。
- 2. 假设大同市未来 35 年气象与附件 4 所给典型数据相比变化较小。
- 3. 假设架空铺设时,各电池板之间不会阻挡接收光辐射。
- 4. 假设小屋周围的环境对小屋接受光辐射没有影响。
- 5. 假设电池板和逆变器在使用过程中不会意外损坏。

4. 符号说明

Q	三种类型的光伏发电总量
С	无逆变器时的总成本
f	目标函数的总指标
G_{ij}	各型号的组件功率(i=1, 2, 3; j=1, 2…10, 11)
P_i	各类型的电池单价(i=1, 2, 3)
W _{ij}	各电池所接收的的辐射强度(i=1, 2, 3 j=1, 2…10, 11)
S_{ij}	各型号组件面积(i=1, 2, 3; j=1, 2…10, 11)
η_{ij}	各光伏电池的转化效率(i=1, 2, 3; j=1, 2…10, 11)
Н	性价比
B_{ij}	单位价格(i=1, 2, 3; j=1, 2···10, 11)
K	综合指标
t_s	太阳时
ω	时角
δ	赤纬角
α	太阳高度角
A	太阳方位角
n	赤纬角中的日期序号
Ф	大同市的纬度

5. 模型的建立与求解

5.1 模型建立

5.1.1 性能指标 f

为了使小屋的全年太阳能光伏发电总量尽可能大,而单位发电量的费用尽可能的小,我们确定一个性能指标 f,使 f 达到最大,即:

$$\max f = \frac{Q}{C}$$

根据问题分析得约束条件:

$$\begin{cases} \min C = \sum G_{ij} * P_i \\ \max Q = \sum W_{ij} * S_{ij} * \eta_{ij} * t \\ \sum S_{\overrightarrow{BF}} \ge \sum S_{ij} \end{cases}$$

由附件1光伏电池组件的分组及逆变器选择的要求可得:

单晶硅和多晶硅电池启动发电的表面总辐射量≥80W/m²、薄膜电池表面总辐射量≥30W/m²

由于此模型变量较多,不易进行求解,我们定义新的指标: 性价比(H)因为在额定功率下辐射强度恒定为 $1000w/m^2$,所以要使 \mathfrak{n} 尽可能的高,单位发电量的费用 B 必须尽可能的小,则有:

$$Max H = \frac{\eta_{ij}}{B_{ij}}$$

其中

$$\begin{cases} B_{ij} = \frac{P_i * G_{ij}}{S_{ij}} \\ G_{ij} = W_{ij} * S_{ij} * \eta_{ij} \end{cases}$$

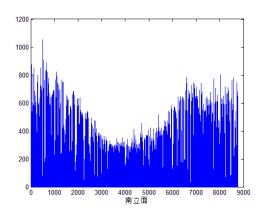
由此可以推出:

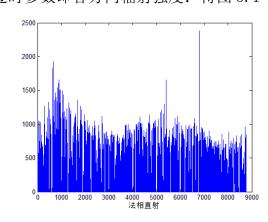
$$H = \frac{1}{w_{ij} * B_{ij}}$$

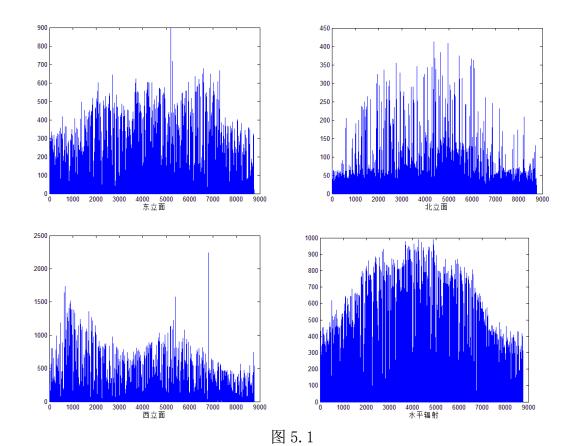
重新定义综合指标: ma.

max $K=H*\eta_{ii}$

又根据附件 4 山西大同典型气象年逐时参数即各方向辐射强度:得图 5.1







由北立面辐射强度图可知,光照强度大于 80w/m²的小时数比例很小,所以不能选用单晶硅和多晶硅电池进行铺设,又由于光照强度大于 30w/m²的比例很大,因此我们考虑使用薄膜电池进行铺设。其它几面由于光照强度基本都大于 80w/m²,且单晶硅和多晶硅电池的转化效率较高,所以我们考虑使用单晶硅和多晶硅电池铺设。

最终结果使得在成本比较低的基础上,转化效率尽可能的大。 根据问题分析可以选择三种类型的光伏电池型号进行优化铺设。如表格 1:

表 1

型号	规格(长*宽)(mm*mm)	
A1	1580×808	
A2	1956×991	A1 A2 A3 B1 用于填充除北面之外的其他墙面
A3	1651×992	AI AZ AO DI 用 J 英儿桥北面之外的共他缅甸
B1	1482×992	
C1	1300×1100	
C2	1321×711	C1 C2 C3 C5 用于填充北面
С3	1414×1114	C1 C2 C3 C5 用 1 展光北面
C5	1400×1100	
C6	310×355	
C7	615×180	
C8	615×355	C6 C7 C8 C9 C10 用于填补各墙面的空隙
С9	920×355	
C10	818×355	

接下来我们用 CAD 软件对各个面进行优化铺设。如表格 2:

表格 2

墙面\电池型号	A1	A2	А3	B1	C1	C2	С3	C5	C6	C7	C8	С9	C10
东立面	7	0	6	0	0	0	0	0	3	19	0	3	0
西立面	17	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	0	0
南立面	8	0	0	0	0	3	0	8	6	17	0	4	2
北立面	0	0	0	0	5	3	0	8	6	17	0	4	2
-顶面	18	0	19	0	0	0	0	7	7	25	4	4	0

北立面铺设如图 5.2 所示:

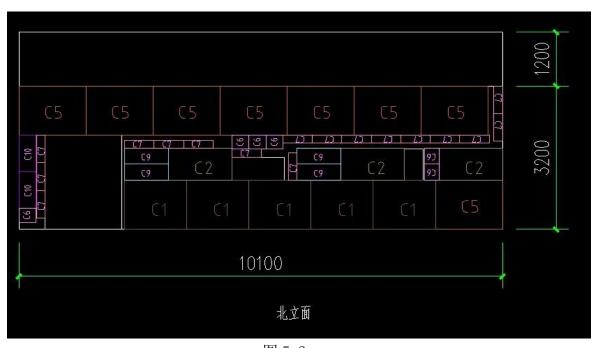
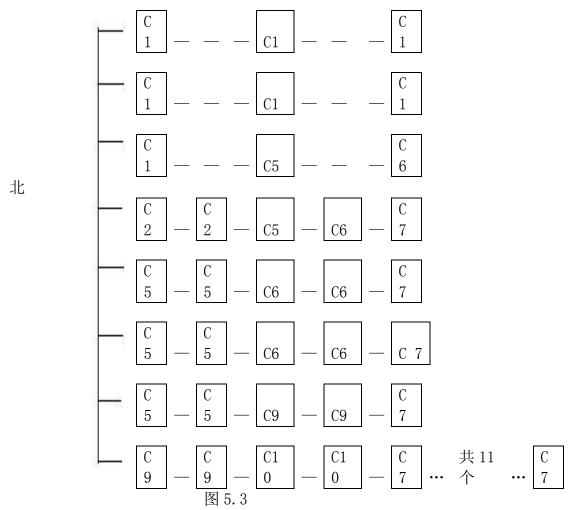


图 5.2

根据北立面的铺设图示和附件 5 逆变器参数价格,考虑到(1)光伏分组阵列的端电压应满足逆变器直流输入电压范围;(2)光伏阵列的最大功率不能超过逆变器的额定功率;(3)选取的逆变器的价格尽可能的低。我们得到了北立面墙的电池串并联方式:



北立面电池组件连接分组阵列:

输出功率=2155w 输出电压=276v

所以应该选择13号逆变器。

经过计算,北面的总成本为20644元,每年的发电量为:400.86kw.h,由于当前民用电价为0.5元/kwh,可求得35年所产生的效益为6312.6元,在光伏电池35年寿命期内,不能收回成本,因此选择北面不铺设光伏电池组件。

南立面铺设如图 5.4 所示:

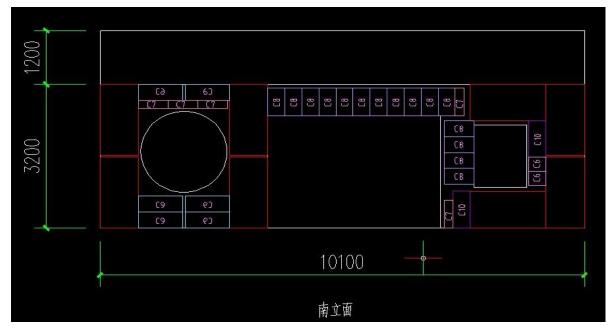
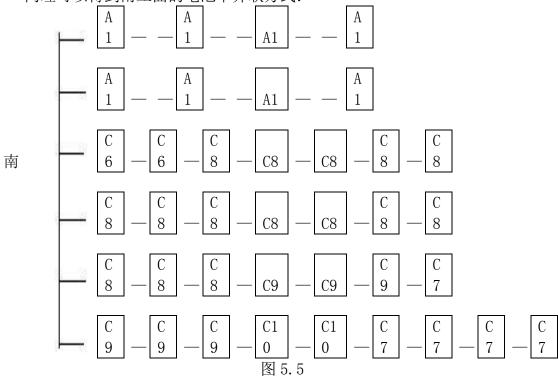


图 5.4

同理可以得到南立面的电池串并联方式:



南立面电池组件连接分组阵列:

输出功率=1952w 输出电压=184.4v

所以应该选择13号逆变器。

经计算得:南面的总成本为 37099.2 元,每年的发电量为 1989.4kwh。同理可得南立面的 35 年的经济收益为 31342 元。东立面铺设如图 5.6 所示:

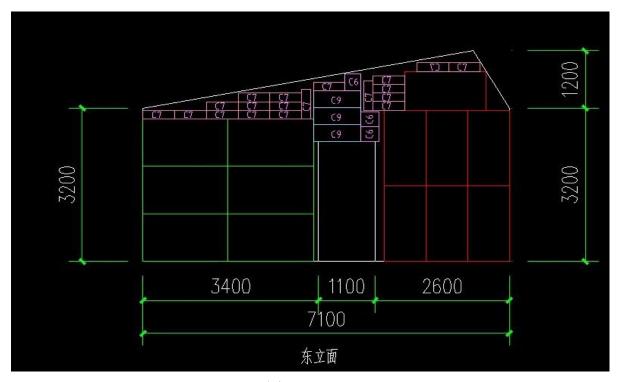
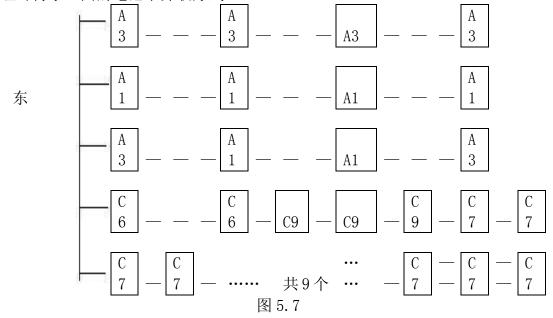


图 5.6

同理可得东立面的电池串并联方式:



东立面电池组件连接分组阵列:

输出功率=2602w 输出电压=184.4v

所以应该选择14号逆变器。

经计算得: 东立面的总成本为 50735.1 元,每年的发电量为 805.7kwh。同理可得东立面的 35 年的经济收益为 25389 元。

西立面铺设如图 5.8 所示:

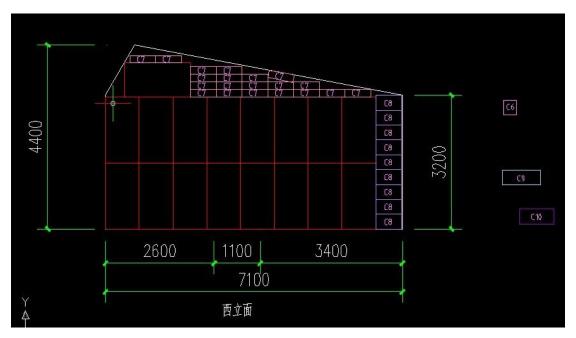
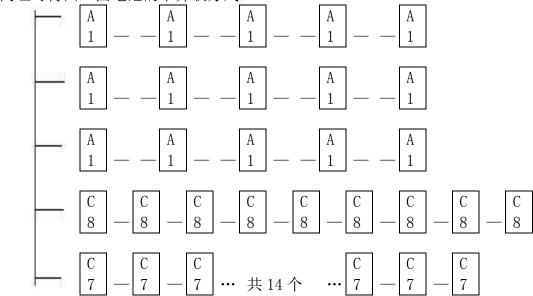


图 5.8

同理可得西立面电池的串并联方式:



西

图 5.9

西立面电池组件连接分组阵列:

第一个电池组件连接分组阵列

输出功率=3377w 输出电压=230.5v

所以应该选择 14 号逆变器。 第二个电池组件连接分组阵列:

> 输出功率=430w 输出电压=46.1v

所以应该选择3号逆变器

经计算得: 西立面的总成本为 74989.1 元,每年的发电量为 1522kwh。同理可得西立面的 35 年的经济收益为 47943 元。

顶面铺设如图 5.10 所示:

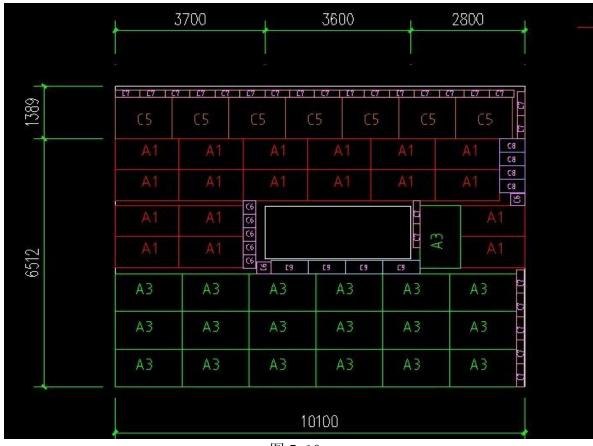
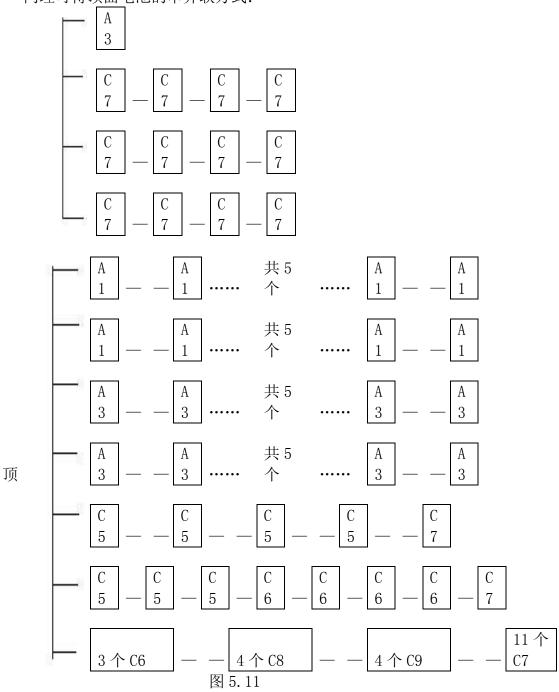


图 5.10

同理可得顶面电池的串并联方式:



第一个电池组件连接分组阵列

输出功率=248w 输出电压=46.1v

所以应该选择 3 号逆变器。 第二个电池组件连接分组阵列:

输出功率=8342w

所以应该选择17号逆变器。

经计算得: 顶面的总成本为 166891.4 元,每年的发电量为 8133kwh。同理可得顶面的 35 年的经济收益为 256190 元。

经分析得如下表格:

表格3

	北面	南面	东面	西面	顶面
总成本(元)	20644	37099. 2	50735. 1	74989. 1	166891.4
总发电量(kwh)	12625. 2	62684	50778	95886	512380
总收益(元)	6312.6	31342	25389	47943	256190
盈利(元)	-14331.4	-5757. 2	-25346. 1	-27046. 1	89298.6

由表格可知,除顶面之外,其它各面都亏损。

北面由于光照强度少,总发电量很少,所以从发电量和盈利方面考虑,北面不铺设电池组件;同样的原因,东面也不应该铺设电池组件,南面和西面的发电量较之东面多,且南面亏损较少,因此南面和北面铺设电池组件。

经分析得如下表格:

表格4

	北面	南面	东面	西面	顶面
总成本 (元)		37099. 2		74989. 1	166891.4
总发电量 (kwh)		62684		95886	512380
总收益(元)		31342		47943	256190
盈利 (元)		-5757. 2		-27046. 1	89298.6

最终得到 35 年的总发电量: 670950kwh

盈利为: 56495.3元

计算可得最终太阳能小屋投资的回收年限为28.37年,即29年可以收回成本。

5.2 考虑电池板的朝向和倾角的情形(问题2)

由于电池板的朝向和倾角都会影响到光伏电池的工作效率,因此在架空的方式下,我们可以选择电池板最优的朝向和倾角。

因为大同市的纬度为北纬 40.1° ,可见太阳光对于南墙和顶面在光强最强时(12 时左右),基本处于垂直辐射状态,且对西墙和东墙进行架空铺设时,光伏电池组件之间的遮挡问题较为严重。所以我们只对南墙和顶面进行架空铺设。考虑到架空方式下的电池板也是固定的,在确定电池板的最优朝向和倾角时,我们需要先求得太阳高度角 α 和太阳方位角A,计算公式为:

太阳高度角: $\sin \alpha = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega$,

太阳方位角: $s i \mathbf{m} = \frac{-s i \mathbf{m} \cdot c \circ \delta}{c \circ \epsilon}$.

时角: $\omega = 15(t_s - 12)$ (度),

赤纬角:
$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{2\pi(284+n)}{365}\right)$$
 (度),

由以上式子,我们能找到个角度之间的关系,首先求时角,需要找出一年的哪个小时接受光照强度之和最强。分析南向各小时总辐射强度得

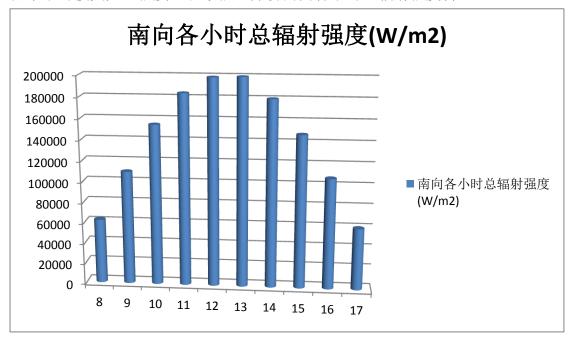


图 5.12

得到全年 13 点的南墙光辐射总强度最大,达到 199610W/m2。 为确定赤纬角中的日期序号 n,我们求得南向各月辐射强度总和

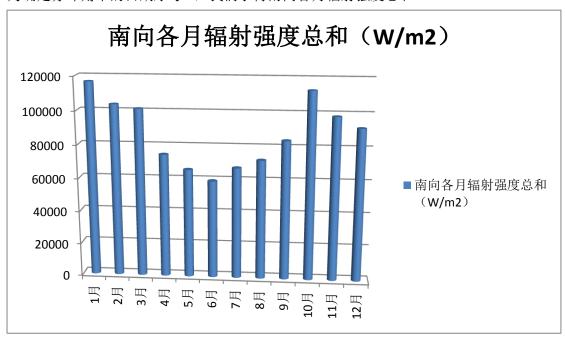


图 5.13

由图得,一月份的辐射强度总和较大,在一月份中找到 22 日光辐射强度最大,因此我们选取 1 月 22 日,对应的 n 值为: n=22

至此,我们可以计算出所有的角度,利用太阳高度角和太阳方位角,能够确定架空电池板的最优方向和倾角。

 α =59.3°

A=28.4°

因此南立面电池板组件架空的方式为: 电池板面先向上翻转 59.3 度, 再向 西旋转 28.4 度。

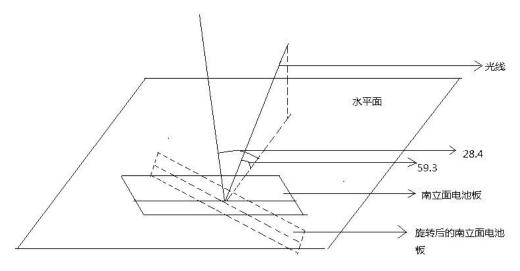


图 5.14

经计算得:南面的总成本为 37099.2元,每年的发电量为 4556.7kwh。 南立面的 35年经济收益为 71768元。 接下来分析水平面各小时总辐射强度得

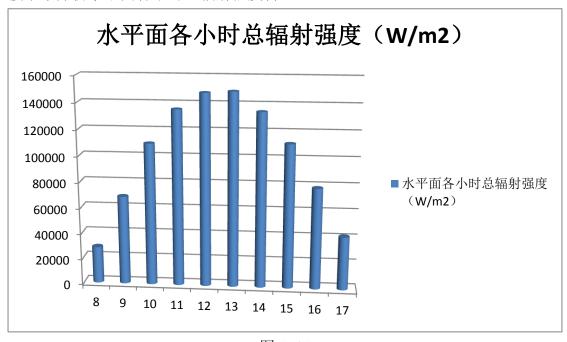


图 5.15

得到全年 13 点的水平面光辐射总强度最大,达到 149250 W/m2。 为确定赤纬角中的日期序号 n,我们求得水平面各月辐射强度总和

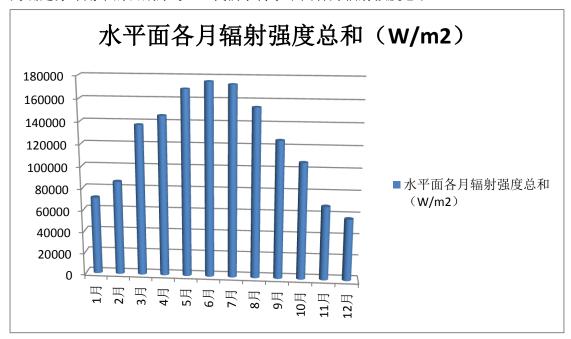


图 5.16

因此我们选取 6 月 27 日,对应的 n 值为: n=210.

同理,我们可以计算出针对水平面的各个角度,利用太阳高度角和太阳方位角,能够确定架空电池板的最优方向和倾角。

 α =48.35°

$A=22.88^{\circ}$

因此顶面电池板组件架空的方式为: 电池板面先向上翻转 41.65 度, 再向西旋转 22.88 度。

经计算得:水平面的总成本为 37099.2 元,每年的发电量为 19645kwh。水平面的 35 年经济收益为 309408.7 元。

最后得到电池架空时的最优方案:

表格 5

	北面	南面	东面	西面	顶面
总成本(元)		37099		74989. 1	166891.4
总发电量 (kwh)		143536		95886	618817.4
总收益(元)		71768		47943	309408.7
盈利 (元)		34669		-27046. 1	142517.3

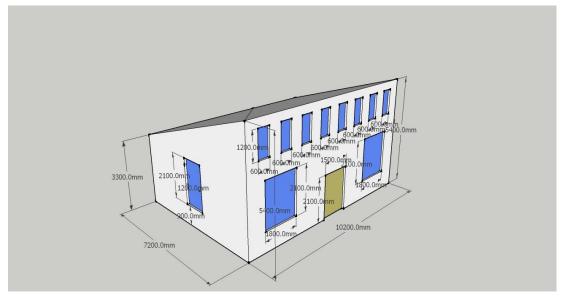
因此在架空条件下 35 年的总发电量: 858239.4 kwh

盈利为: 150140.2元

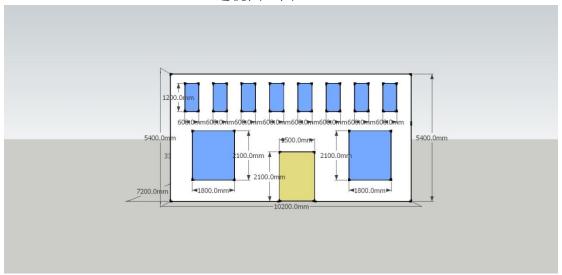
计算可得在架空条件下最终太阳能小屋投资的回收年限为 21.7 年,即 22 年可以收回成本。

5.3 太阳能小屋的重新设计

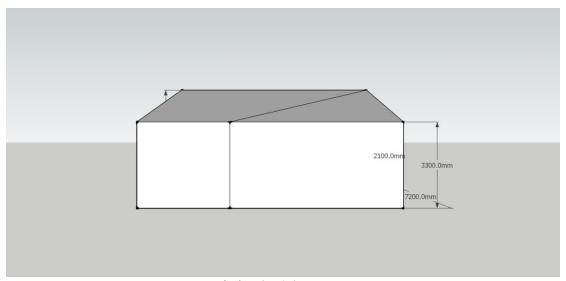
在前面两问的基础上,我们知道南墙和顶面对光照角度的反应较为敏感,而且通过第二问,求得南墙和顶面在架空条件下,为得到最优的光照强度,电池组件 所应 该旋转和反转的角度。综合附件 7 小屋的建筑要求,我们用 Google. SketchUp 软件做出了符合要求的小屋。小屋的特点是:(1),光辐射强的地方尽量增加辐射面积,避免窗户和门的存在。(2),设计角度,是顶面尽可能地接受光的垂直辐射。(3),根据第二问结果,设计了小屋的最佳朝向。



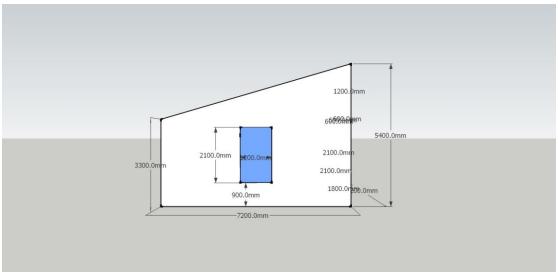
透视图 (图 5.17)



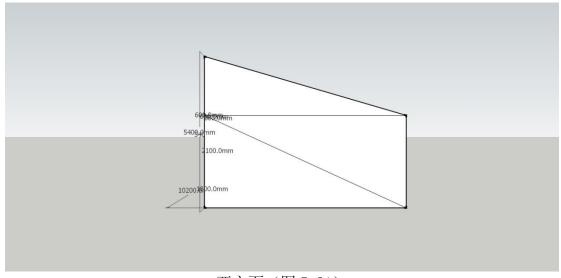
北立面(图 5.18)



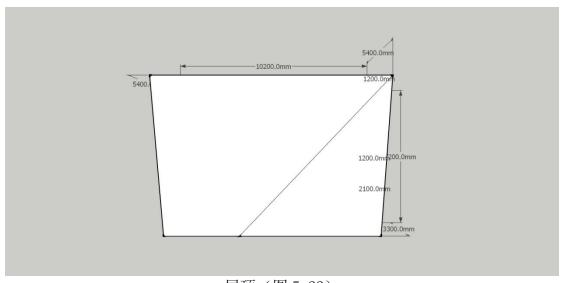
南立面 (图 5.19)



东立面(图 5.20)



西立面 (图 5.21)



屋顶 (图 5.22)

6. 参考文献

- [1] 方荣生,《太阳能应用技术》北京:中国农业机械出版社,1985。
- [2] 叶其孝,《大学生数学建模竞赛辅导教材(三)》 长沙: 湖南教育出版社, 1998。
- [3] 韩中庚,《数学建模方法及其应用》北京: 高等教育出版社,2005。
- [4] 吴银柱,吴丽萍,《土建工程 CAD》北京: 高等教育出版社,2006。
- [5] 求是科技,《MATLAB 7.0 从入门到精通》北京:人民邮电出版社,2006.3
- [6] 李涛, 贺勇军,《Matlab 工具箱应用指南一应用数学篇》北京: 电子工业出版社,2000。
- [7] 赵静.《数学模型(第三版)》北京: 高等教育出版社,2003
- [8] 李申生,《太阳能物理学》,北京:首都师范大学出版社,1996
- [9] 赵争鸣,《太阳能光伏发电及其应用》,北京:科学出版社,2005

8. 附录

Cad 铺设光伏电池组件:



```
总辐射强度的计算
```

tdata=(data>=80).*data;

adata=(data>=30).*data;

sum(data)

ans =

1.0e+007 *

3.8364

0.0261

0. 1466

0.0523

0.1752

0.0594

0. 1050 0. 0881

各面发电量的计算

0.0101

load data;

t=data(:, i);

a=(t>80).*t;

b=(t>30).*t;

M=sum(a.*Si)+sum(b.*Sj)

Si=A 和 B 类电池板的 转换效率*电池板的面积*板的个数 之和 可用 excel 求出

Sj=C 类电池板的 转换效率*电池板的面积*板的个数 之和

	顶面		北立面	南立面 北		西立面 南立面		.面	东立
3.869751	18	0		1.719889	8	3. 654765	17	1.504903	7
0		0		0		0		0	
4. 535902	19	0		0		0		1. 43239	6
0		0		0		0		0	
0		0		0		0		0	

```
0
                              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
                                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
                              0
                                                                               0
              0
                                               0
                                                               0
                              0
              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
                                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
                              0
                                               0
                                                                               0
              0
                                                       0.499785
              0
                              0
                                               0
                                                       0.173852
                                                                               0
                              0
                                               0
                                                                               0
              0
                                                               0
              0
                              0
                                               0
                                                               0
                                                                               0
             0
                              0
                                               0
                                                       0.799568
                                                                       0.699622
  3
      0.011984
                              0
                                   2
                                        0.00799
                                                       0.023969
                                                   6
                                                                        0.027964
 19
       0.07635
                 20
                       0.080368
                                       0.020092
                                                       0.068313
                                                                         0.10046
                                   5
                                                  17
                                                                  25
                       0.071916
                                        0.11986
                                                                       0.031963
                                  15
  3
      0.035861
                              0
                                   6
                                       0.071721
                                                   4
                                                       0.047814
                                                                        0.047814
             0
                              0
                                       0.023986
                                                       0.023986
                                                                               0
             0
                              0
                                                                               0
                                               0
                                                               0
 AB
      2.937293
                       3.654765
                                        1.719889
                                                               0
                                                                        8.405653
C
      0.124195
                       0.152284
                                                                       0.907823
                                        0.24365
                                                       1.613301
东立面的求解
dong=data(:, 6);
\rightarrow dong1=(dong>79).*data;
>> donga=(dong>79).*data;
>> donga=(dong>79).*dong;
\rightarrow dongb=(dong>29).*dong;
>> Mdong=sum(donga.*2.937293)+sum(dongb.*0.124195)
Mdong =
  1.6114e+006
西立面的求解
xi=data(:, 8);
>> xia=(xi>79).*xi;
>> xib=(xi>29).*xi;
>> Mxi=sum(xia. *3.654765)+sum(xib. *0.152284)
Mxi =
  3.0446e+006
南立面的求解
\rightarrow nan=data(:, 7);
\rightarrow nana=(nan>79).*nan;
```

```
\rightarrow nanb=(nan>29).*nan;
>> Mnan=sum(nana. *1.719889)+sum(nanb. *0.24365)
Mnan =
  1.9894e+006
北立面求解
>> bei=data(:, 9);
>> beia=(bei>79).*bei;
>> beib=(bei>29).*bei;
>> Mbei=sum(beia.*0)+sum(beib.*1.613301)
Mbei =
  3.9498e+005
顶立面求解
>> bei=data(:,9);
>> ding=data(:, 5);
>> dinga=(ding>79).*ding;
>> dingb=(ding>29).*ding;
>> Mding=sum(dinga.*8.405653)+sum(dingb.*0.907823)
Mding =
  1.6266e+007
调整电池板后顶面的计算
t=data(:, 3);
a=(tt)80).*tt;
tt=t.*1.4526;
a=(tt)80).*tt;
b = (tt > 30) . *tt;
M=sum(a. *8. 405653)+sum(b. *0. 907823)
M =
  1.9645e+007
各月辐射强度分析 m 文件:
aa=load('data.txt');
sum=0;
for i=1:length(aa)
  if aa(i,1) == 17
       sum=sum+aa(i,3)
  end
```

end