(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102904289 A
(43)申请公布日 2013.01.30

(21)申请号 201210394886.3

(22)申请日 2012.10.18

(71)申请人 长沙学院
地址 410003 湖南省长沙市开福区洪山路98号

(72)发明人 包艳 王辉 陈向华 袁小芳 王北宁

(51)Int.Cl.
H02J 3/46(2006.01)
G06N 3/00(2006.01)

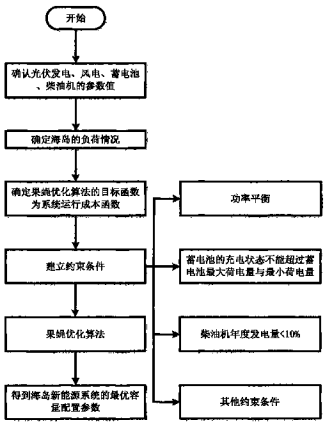
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54)发明名称

基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法

(57)摘要

一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，新能源系统主要包括：光伏发电、风电、蓄电池、柴油机，其特征在于，所述新能源系统容量配置采用果蝇优化算法进行优化，具体步骤如下：1）根据海岛的自然条件、气候条件选择光伏发电、风电的类型，确认光伏发电、风电、蓄电池、柴油机的参数值；2）确定海岛的负荷情况，主要包括负载用电时间分布情况、各个时段负荷的性质、功率值、最大峰值负载的值；3）确定果蝇优化算法的目标函数；4）采用果蝇优化算法，得到海岛新能源系统的最优容量配置参数 $x=\{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$。本发明的有益效果为大大降低海岛新能源系统发电生产成本，发挥电容量的最大经济效益；减少化石资源的消耗量和环境污染物排放，促进海岛电能更加绿色、经济、环保；为海岛提供充足电能保障。



CN 102904289 A

1. 一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，新能源系统主要包括：光伏发电、风电、蓄电池、柴油机，其特征在于，所述新能源系统容量配置采用果蝇优化算法进行优化，具体步骤如下：

1）根据海岛的自然条件、气候条件选择光伏发电、风电的类型，确认光伏发电、风电、蓄电池、柴油机的参数值；

2）确定海岛的负荷情况，主要包括负载用电时间分布情况、各个时段负荷的性质、功率值、最大峰值负载的值；

3）确定果蝇优化算法的目标函数为式（1）和式（2）描述的系统运行成本函数，

$$\min_x STC(x) = \min_x \{C_T(x) + C_M(x) + C_I(x) + C_{T,D}\} \quad (1)$$

其中 x 为系统优化变量组成的一维向量：$x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$，$N_{PV,p}$ 是并联光伏电池串数，N_{WT} 为风力发电机组数，$N_{BAT,p}$ 为并联蓄电池串数；

$$STC(N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}) = \sum_{i=1}^{n_{PV}} N_{PV}^i (C_{PV}^i + n \cdot M_{PV}^i) + \sum_{j=1}^{n_{PV}} N_{WT}^j (C_{WT}^j + n \cdot M_{WT}^j + C_h^j + n \cdot C_{hm}^j)$$

$$+ \sum_{k=1}^{n_{BAT}} N_{BAT}^k \cdot (C_{BAT}^k + y_{BAT}^k \cdot C_{BAT}^k + (n - y_{BAT}^k - 1) \cdot M_{BAT}^k) + C_I + C_{T,D}$$

$$+ C_{INV}(y_{INV} + 1) + M_{INV}(n - y_{INV} - 1) \quad (2)$$

其中，n 为系统使用寿命年限、n_{PV}、n_{WT}、n_{BAT} 分别为光伏电池、风力发电机组和蓄电池的类型总数；C_{PV}^i、C_{WT}^j、C_{BAT}^k、C_{INV} 分别为第 i 种类型光伏电池、第 j 种类型风力发电机组、第 k 种类型蓄电池以及逆变器的购买成本，单位为：元；M_{PV}^i、M_{WT}^j、M_{BAT}^k、M_{INV} 对应于光伏电池、风力发电机组、蓄电池、逆变器一年的维修成本，单位为：元 / 年；C_h^j 为风力发电机组安装塔的购买成本；C_{hm}^j 为对应的安装塔每年的维修成本；y_{BAT}^k、y_{INV} 为蓄电池、逆变器在系统使用寿命内期望更换次数；C_I 为系统的安装成本，包括系统各组成部分的安装成本，以及充电控制器的购买成本；$N_{PV}^i = N_{PV,p}^i \times N_{PV,s}^i$ 为第 i 中类型光伏电池的总数，其中 $N_{PV,s}^i$ 为第 i 种光伏电池的串联数量；而 $N_{PV,p}^i$ 为第 i 种光伏电池的并联串数，为优化设计的变量；

$N_{BAT}^k = N_{BAT,p}^k \times N_{BAT,s}^k$ 为第 k 中类型蓄电池组的蓄电池总数；$N_{BAT,s}^k$ 为蓄电池的串联数量，$N_{BAT,p}^k$ 为蓄电池并联数，是优化设计变量；CT，D 为柴油机在使用寿命内的总成本，可用下列公式进行计算：

$$C_{T,D} = C_{I,D} + M_D + \frac{C_D}{Life_D} + C_{fuel} \quad (3)$$

其中 $C_{I,D}$ 为柴油发电机的安装成本（元）；M_D 为柴油发电机每小时的维护费用，单位为：元 / 小时；C_D 为柴油机的购买成本，单位为：元；$Life_D$ 为柴油机的使用寿命，单位为：小时；C_{fuel} 为柴油机运行一小时所消耗的燃料成本；

建立系统容量配置优化设计的约束条件，所述系统的约束条件主要包括以下内容：

一）功率平衡：系统所提供的功率与负载所需功率相等

$$P_p(t) = P_L(t) \quad (4)$$

其中 $P_p(t)$ 为系统所提供的功率，可用下列公式计算：

$$P_p(t) = P_{RE}(t) + P_D(t) - P_B(t) \quad (5)$$

其中$P_{RE}(t)=\sum_{i=1}^{n_{PV}}N_{PV}^{i}\cdot P_{PV}^{i}(t)+\sum_{j=1}^{n_{WT}}N_{WT}^{j}\cdot P_{WT}^{j}(t)$为可再生能源提供的功率，$P_B(t)$ 为蓄电池组的输入 / 输出功率：$P_B(t) > 0$ 时蓄电池处于充电状态，当 $P_B(t) < 0$ 时蓄电池处于放电状态；

二）蓄电池的充电状态不能超过蓄电池最大荷电量与最小荷电量的限制；

$$SOC_{min} \leqslant SOC(t) \leqslant SOC_{max} \quad (6)$$

三）P_D：柴油机年度发电量占系统所提供电量的 10％以内，即 $P_D/(P_{RE}+P_D) \leqslant 0.1$

四）其他约束条件：

$$\begin{cases} 1 \leq N_{PV,p}^{i} \leq N_{PV,p\max}^{i} \\ 1 \leq N_{WT}^{j} \leq N_{WT\max}^{j} \\ 1 \leq N_{BAT,p}^{k} \leq N_{BAT,p\max}^{k} \end{cases} \quad (7)$$

其中$N_{PV,p\max}^{i}$、$N_{WT\max}^{j}$、$N_{BAT,p\max}^{k}$是分别根据光伏电池、风力发电机组、蓄电池以及峰值负载计算的；

五）采用果蝇优化算法，不断搜索，计算系统的成本，如此往复，直到算法运行结束，输出最优解，得到海岛新能源系统的最优容量配置参数 $x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，其特征在于：所述的果蝇优化算法步骤为：

1) 先随机初始化果蝇群体的位置；

2) 然后赋给每个果蝇嗅觉，即寻找食物的随机方向和随机距离；

3) 由于无法得知食物的具体位置，因此当单个果蝇单次飞行到达一个位置 (xi, yi) 时，计算与原点的距离 Di，将距离的倒数作为味道浓度判定值 Si，如式 (8) 所示：

$$\begin{cases} Di = \sqrt{xi^2 + yi^2} \\ Si = \frac{1}{Di} \end{cases} \quad (8)$$

4) 将味道浓度判定值 Si 代入味道浓度判定函数，求出单个果蝇所在位置的味道浓度，其中味道浓度判定函数根据实际的问题而设定；

5) 找出整个果蝇群体中味道浓度最大的果蝇，将此果蝇所在的坐标位置设定为最佳味道浓度值，并且果蝇群里往该方向飞行；

利用迭代寻优的方法，重复执行步骤 2) 到步骤 5) 直到找到食物位置。

3. 根据权利要求 2 所述的一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，其特征在于：所述为系统使用寿命年限 n 取值范围为 5-20 年。

基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海岛新能源系统容量配置方法，具体为一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法。

背景技术

[0002] 新能源指的是非炭的能源，如风能、水能、太阳能、生物质能等。最主要的优点是开发新能源有利于社会的可持续发展，有利于人类健康，有效地保护地球环境，海岛新能源可提高供电质量与清洁能源的利用效率，减少岛内化石资源的消耗量和环境污染物排放；增强发电接纳能力，满足岛内居民长期稳定的用电需求，避免因海底电缆故障引起的岛内大面积停电事故；提升电网整体抗灾能力，为电网应急提供支撑；制定海岛微电网的规程规范，为今后此类工程的设计、建设、运行和维护积累经验；并能够有效解决海岛地区的用电难问题，减少化石资源的消耗量和环境污染物排放，促进海岛电能更加绿色、经济、环保。

[0003] 由于大陆没有电网连接的独立海岛，海岛的供电主要包括光伏发电、风电和柴油机发电，但光伏发电、风电受天气因素影响较大。因而，海岛新能源还设有蓄电池保存多余的电量，如何降低发电生产成本，提高新能源的利用率，发挥电容量的最大经济效益是当前面临的最大问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，确保系统在使用寿命内，系统的运行成本最低，经济效益最佳。

[0005] 为了达到上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0006] 一种基于果蝇优化算法的海岛新能源系统最优容量配置方法，新能源系统主要包括：光伏发电、风电、蓄电池、柴油机以及充电控制器、逆变器，其特征在于，所述新能源系统容量配置采用果蝇优化算法进行优化，具体步骤如下：

[0007] 1）根据海岛的自然条件、气候条件选择光伏发电、风电的类型，确认光伏发电、风电、蓄电池、柴油机的参数值；

[0008] 2）确定海岛的负荷情况，主要包括负载用电时间分布情况、各个时段负荷的性质、功率值、最大峰值负载的值；

[0009] 3）确定果蝇优化算法的目标函数为式（1）和式（2）描述的系统运行成本函数，

[0010] $$\min_x STC(x) = \min_x \{C_T(x) + C_M(x) + C_I(x) + C_{T,D}\} \quad (1)$$

[0011] 其中 x 为系统优化变量组成的一维向量：$x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$，$N_{PV,p}$ 是并联光伏电池串数，N_{WT} 为风力发电机组数，$N_{BAT,p}$ 为并联蓄电池串数；

[0012] $$STC(N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}) = \sum_{i=1}^{n_{PV}} N_{PV}^i (C_{PV}^i + n \cdot M_{PV}^i) + \sum_{j=1}^{n_{PV}} N_{WT}^j (C_{WT}^j + n \cdot M_{WT}^j + C_h^j + n \cdot C_{hm}^j)$$

[0013] $$+ \sum_{k=1}^{n_{BAT}} N_{BAT}^k \cdot (C_{BAT}^k + y_{BAT}^k \cdot C_{BAT}^k + (n - y_{BAT}^k - 1) \cdot M_{BAT}^k) + C_I + C_{T,D}$$

[0014] $+C_{INV}(y_{INV}+1)+M_{INV}(n-y_{INV}-1)$ (2)

[0015] 其中，n 为系统使用寿命年限、n_{PV}、n_{WT}、n_{BAT} 分别为光伏电池、风力发电机组和蓄电池的类型总数；C_{PV}^{i}、C_{WT}^{j}、C_{BAT}^{k}、C_{INV} 分别为第 i 种类型光伏电池、第 j 种类型风力发电机组、第 k 种类型蓄电池以及逆变器的购买成本，单位为：元；M_{PV}^{i}、M_{WT}^{j}、M_{BAT}^{k}、M_{INV} 对应于光伏电池、风力发电机组、蓄电池、逆变器一年的维修成本，单位为：元 / 年；C_{h}^{j} 为风力发电机组安装塔的购买成本；C_{hm}^{j} 为对应的安装塔每年的维修成本；y_{BAT}^{k}、y_{INV} 为蓄电池、逆变器在系统使用寿命内期望更换次数；C_I 为系统的安装成本，包括系统各组成部分的安装成本，以及充电控制器的购买成本；$N_{PV}^{i}=N_{PV,p}^{i}\times N_{PV,s}^{i}$ 为第 i 中类型光伏电池的总数，其中 $N_{PV,s}^{i}$ 为第 i 种光伏电池的串联数量；而 $N_{PV,p}^{i}$ 为第 i 种光伏电池的并联串数，为优化设计的变量；

[0016] $N_{BAT}^{k}=N_{BAT,p}^{k}\times N_{BAT,s}^{k}$ 为第 k 中类型蓄电池组的蓄电池总数；$N_{BAT,s}^{k}$ 为蓄电池的串联数量，$N_{BAT,p}^{k}$ 为蓄电池并联数，是优化设计变量；$C_{T,D}$ 为柴油机在使用寿命内的总成本，可用下列公式进行计算：

[0017] $$C_{T,D}=C_{I,D}+M_D+\frac{C_D}{Life_D}+C_{fuel} \quad (3)$$

[0018] 其中 $C_{I,D}$ 为柴油发电机的安装成本，单位为：元；M_D 为柴油发电机每小时的维护费用，单位为：元 / 小时；C_D 为柴油机的购买成本，单位为：元；$Life_D$ 为柴油机的使用寿命，单位为：小时；C_{fuel} 为柴油机运行一小时所消耗的燃料成本；

[0019] 建立系统容量配置优化设计的约束条件，所述系统的约束条件主要包括以下内容：

[0020] 1) 功率平衡：系统所提供的功率与负载所需功率相等

[0021] $P_p(t)=P_L(t)$ (4)

[0022] 其中 $P_p(t)$ 为系统所提供的功率，可用下列公式计算：

[0023] $P_p(t)=P_{RE}(t)+P_D(t)-P_B(t)$ (5)

[0024] 其中 $P_{RE}(t)=\sum_{i=1}^{n_{PV}}N_{PV}^{i}\cdot P_{PV}^{i}(t)+\sum_{j=1}^{n_{WT}}N_{WT}^{j}\cdot P_{WT}^{j}(t)$ 为可再生能源提供的功率。$P_B(t)$ 为蓄电池组的输 入 / 输出功率：$P_B(t)>0$ 时蓄电池处于充电状态，当 $P_B(t)<0$ 时蓄电池处于放电状态。

[0025] 2) 蓄电池的充电状态不能超过蓄电池最大荷电量与最小荷电量的限制。

[0026] $SOC_{min}\leqslant SOC(t)\leqslant SOC_{max}$ (6)

[0027] 3) P_D：柴油机年度发电量占系统所提供电量的 10％以内，即 $P_D/(P_{RE}+P_D)\leqslant 0.1$

[0028] 4) 其他约束条件：

[0029] $$\begin{cases}1\leq N_{PV,p}^{i}\leq N_{PV,p\max}^{i}\\ 1\leq N_{WT}^{j}\leq N_{WT\max}^{j}\\ 1\leq N_{BAT,p}^{k}\leq N_{BAT,p\max}^{k}\end{cases} \quad (7)$$

[0030] 其中 $N_{PV,p\max}^{i}$、$N_{WT\max}^{j}$、$N_{BAT,p\max}^{k}$ 是分别根据光伏电池、风力发电机组、蓄电池以及峰值负载计算的。

[0031] (4) 采用果蝇优化算法，不断搜索，计算系统的成本，如此往复，直到算法运行结束，输出最优解，得到海岛新能源系统的最优容量配置参数 $x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$。

[0032] 进一步，所述的果蝇优化算法步骤为：

[0033] 1) 先随机初始化果蝇群体的位置；

[0034] 2) 然后赋给每个果蝇嗅觉，即寻找食物的随机方向和随机距离；

[0035] 3) 由于无法得知食物的具体位置，因此当单个果蝇单次飞行到达一个位置 (xi，yi) 时，计算与原点的距离 Di，将距离的倒数作为味道浓度判定值 Si，如式 (8) 所示：

[0036] $$\begin{cases} Di = \sqrt{xi^2 + yi^2} \\ Si = \frac{1}{Di} \end{cases} \quad (8)$$

[0037] 4) 将味道浓度判定值 Si 代入味道浓度判定函数，求出单个果蝇所在位置的味道浓度，其中味道浓度判定函数根据实际的问题而设定；

[0038] 5) 找出整个果蝇群体中味道浓度最大的果蝇，将此果蝇所在的坐标位置设 定为最佳味道浓度值，并且果蝇群里往该方向飞行；

[0039] 利用迭代寻优的方法，重复执行步骤 2) 到步骤 5) 直到找到食物位置。

[0040] 进一步，所述为系统使用寿命年限 n 取值范围为 5-20 年。

[0041] 本发明的有益效果是：

[0042] 1、大大降低海岛新能源系统发电生产成本，发挥电容量的最大经济效益；

[0043] 2、减少化石资源的消耗量和环境污染物排放，促进海岛电能更加绿色、经济、环保；

[0044] 3、为海岛提供充足电能保障。

附图说明

[0045] 图 1 果蝇优化算法流程图

[0046] 图 2 海岛新能源系统最优容量配置方法流程图

[0047] 图 3 每月负载特性图

[0048] 图 4 年负载所需功率情况

[0049] 图 5A 岛一年内每小时环境温度值

[0050] 图 6 基于果蝇优化算法风光柴蓄混合发电系统总成本

[0051] 图 7HOMER 软件光辐射数据输入界面

[0052] 图 8HOMER 软件中风速输入界面

具体实施方式

[0053] 本发明主要针对的与大陆没有电网连接的独立海岛，海岛的供电主要由光伏发电、风电组成，但是考虑到光伏发电、风电受天气因素影响比较大，因而 采用了蓄电池。当光伏发电、风电的功率超出用电负荷时，蓄电池充电；当光伏发电、风电的功率低于用电负荷时，蓄电池放电。柴油机的作用主要是作为备用电源，当光伏发电、风电以及蓄电池供电不足时，或者系统设备检修或者故障时，采用柴油机供电。因而，海岛新能源系统包括：光伏发电、风电、蓄电池、柴油机 4 个主要部分组成。

[0054] 海岛新能源系统的最优容量配置是要保证系统在使用寿命内，系统的运行成本最

低。因此，将系统的成本函数看作优化设计的目标函数。

[0055] 海岛新能源系统的成本函数包括以下几个部分：

[0056] A. 光伏电池、风力发电机组、风力发电机组安装塔、蓄电池、充电控制器、逆变器以及柴油发电机的购买成本和安装成本。

[0057] B. 在系统使用寿命内蓄电池、风力发电机组、充电控制器、逆变器、柴油机的更换成本。

[0058] C. 光伏电池、风力发电机组、安装塔、蓄电池在其使用寿命内的维修成本。

[0059] D. 柴油发电机在系统受用寿命内的操作和维护费用。

[0060] E. 柴油发电机在系统使用寿命内所消耗的燃料费。

[0061] 采用如下的数学方程来描述：

[0062] $$\min_x STC(x) = \min_x \{C_T(x) + C_M(x) + C_I(x) + C_{T,D}\} \quad (1)$$

[0063] 其中 x 为系统优化变量组成的一维向量：$x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$，$N_{PV,p}$ 是并联光伏电池串数，N_{WT} 为风力发电机组数，$N_{BAT,p}$ 为并联蓄电池串数。

[0064] 假定系统的使用寿命年限为 20 年，那么：

[0065]

$$STC(N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}) = \sum_{i=1}^{n_{PV}} N_{PV}^i (C_{PV}^i + 20 \cdot M_{PV}^i) + \sum_{j=1}^{n_{PV}} N_{WT}^j (C_{WT}^j + 20 \cdot M_{WT}^j + C_h^j + 20 \cdot C_{hm}^j)$$

[0066] $$+ \sum_{k=1}^{n_{BAT}} N_{BAT}^k \cdot (C_{BAT}^k + y_{BAT}^k \cdot C_{BAT}^k + (20 - y_{BAT}^k - 1) \cdot M_{BAT}^k) + C_I + C_{T,D}$$

[0067] $+C_{INV}(y_{INV}+1)+M_{INV}(20-y_{INV}-1)$ (2)

[0068] 其中，n_{PV}、n_{WT}、n_{BAT} 分别为光伏电池、风力发电机组和蓄电池的类型总数；C_{PV}^i、C_{WT}^j、C_{BAT}^k、C_{INV} 分别为第 i 种类型光伏电池、第 j 种类型风力发电机组、第 k 种类型蓄电池以及逆变器的购买成本（元）；M_{PV}^i、M_{WT}^j、M_{BAT}^k、MINV 对应于光伏电池、风力发电机组、蓄电池、逆变器一年的维修成本（元／年）；C_h^j 为风力发电机组安装塔的购买成本；C_{hm}^j 为对应的安装塔每年的维修成本；y_{BAT}^k、yINV 为蓄电池、逆变器在系统使用寿命内期望更换次数；C_I 为系统的安装成本，包括系统各组成部分的安装成本，以及充电控制器的购买成本。$N_{PV}^i = N_{PV,p}^i \times N_{PV,s}^i$ 为第 i 中类型光伏电池的总数，其中 $N_{PV,s}^i$ 为第 i 种光伏电池的串联数量；而 $N_{PV,p}^i$ 为第 i 种光伏电池的并联串数，为优化设计的变量。

[0069] $N_{BAT}^k = N_{BAT,p}^k \times N_{BAT,s}^k$ 为第 k 中类型蓄电池组的蓄电池总数。$N_{BAT,s}^k$ 为蓄电池的串联数量，$N_{BAT,p}^k$ 为蓄电池并联数，是优化设计变量。$C_{T,D}$ 为柴油机在使用寿命内的总成本，可用下列公式进行计算：

[0070] $$C_{T,D} = C_{I,D} + M_D + \frac{C_D}{Life_D} + C_{fuel} \quad (3)$$

[0071] 其中 $C_{I,D}$ 为柴油发电机的安装成本（元）；M_D 为柴油发电机每小时的维护费用（元／小时）；C_D 为柴油机的购买成本（元）；$Life_D$ 为柴油机的使用寿命（小时）；C_{fuel} 为柴油机运行一小时所消耗的燃料成本。

[0072] 系统容量配置优化设计的约束条件：

[0073] 海岛新能源系统系统目标函数的约束条件是根据用户的负载要求和元件特性建立的，用来保证系统所提供的功率满足负载需求，同时由柴油机所提供的功率在给定范围内，以减少系统对环境的污染。本系统的约束条件主要包括以下内容：

[0074] (1) 功率平衡：系统所提供的功率与负载所需功率相等

[0075] $P_p(t) = P_L(t)$ (4)

[0076] 其中 $P_p(t)$ 为系统所提供的功率，可用下列公式计算：

[0077] $P_p(t) = P_{RE}(t)+P_D(t)-P_B(t)$ (5)

[0078] 其中 $P_{RE}(t)=\sum_{i=1}^{n_{PV}} N_{PV}^{i}\cdot P_{PV}^{i}(t)+\sum_{j=1}^{n_{WT}} N_{WT}^{j}\cdot P_{WT}^{j}(t)$ 为可再生能源提供的功率。$P_B(t)$ 为蓄电池组的输入 / 输出功率：$P_B(t) > 0$ 时蓄电池处于充电状态，当 $P_B(t) < 0$ 时蓄电池处于放电状态。

[0079] (2) 蓄电池的充电状态不能超过蓄电池最大荷电量与最小荷电量的限制。

[0080] $SOC_{min} \leqslant SOC(t) \leqslant SOC_{max}$ (6)

[0081] (3) P_D：柴油机年度发电量占系统所提供电量的 10％以内，即 $P_D/(P_{RE}+P_D) \leqslant 0.1$

[0082] (4) 其他约束条件：

[0083] $$\begin{cases} 1 \le N_{PV,p}^{i} \le N_{PV,p\max}^{i} \\ 1 \le N_{WT}^{j} \le N_{WT\max}^{j} \\ 1 \le N_{BAT,p}^{k} \le N_{BAT,p\max}^{k} \end{cases} \quad (7)$$

[0084] 其中 $N_{PV,p\max}^{i}$、$N_{WT\max}^{j}$、$N_{BAT,p\max}^{k}$ 是分别根据光伏电池、风力发电机组、蓄电池以及峰值负载计算的。

[0085] 果蝇优化算法：

[0086] 果蝇优化算法是一种基于果蝇觅食行为推演出寻找全局优化的新方法，具体算法通过如下步骤实现：

[0087] 1) 先随机初始化果蝇群体的位置；

[0088] 2) 然后赋给每个果蝇嗅觉，即寻找食物的随机方向和随机距离；

[0089] 3) 由于无法得知食物的具体位置，因此当单个果蝇单次飞行到达一个位置 (xi，yi) 时，计算与原点的距离 Di，将距离的倒数作为味道浓度判定值 Si，如式 (8)；

[0090] 4) 将味道浓度判定值 Si 代入味道浓度判定函数，求出单个果蝇所在位置的味道浓度，其中味道浓度判定函数根据实际的问题而设定；

[0091] 5) 找出整个果蝇群体中味道浓度最大的果蝇，将此果蝇所在的坐标位置设定为最佳味道浓度值，并且果蝇群里往该方向飞行。

[0092] 利用迭代寻优的方法，重复执行步骤 2) 到步骤 5) 直到找到食物位置。

[0093] $$\begin{cases} Di = \sqrt{xi^2 + yi^2} \\ Si = \frac{1}{Di} \end{cases} \quad (8)$$

[0094] 海岛新能源系统容量配置优化设计的实现：

[0095] 利用果蝇优化算法对海岛新能源系统进行优化设计的主要步骤如下：

[0096] (1) 根据海岛的自然条件、气候条件选择光伏发电、风电的类型，获取有关光伏发电、风电等的参数值，以及蓄电池、柴油机的相关参数值。

[0097] (2) 了解海岛的负荷情况，主要包括负载用电时间分布、各个时段负荷的性质、功率大小、最大峰值负载的大小等。

[0098] (3) 确定果蝇优化算法的目标函数为式 (1) 和 (2) 描述的系统运行成本函数，建立系统容量配置优化设计的约束条件；

[0099] (4) 采用果蝇优化算法，不断搜索，计算系统的成本，如此往复，直到算法运行结束，输出最优解，得到海岛新能源系统的最优容量配置参数 $x = \{N_{PV,p}, N_{WT}, N_{BAT,p}\}$。

[0100] 海岛新能源系统最优容量配置方法进行如下实施：

[0101] A 岛，将系统总仿真时间（一年）划分为若干个相等时间段（假定为 1 小时），即对风能资源、太阳能资源的评估以及负荷预测都以小时为单位。

[0102] 发电系统是为满足用户的用电要求设计的，要为用户提供可靠的电力，就必须认真分析用户的用电负荷特征。主要是了解用户的最大用电负荷和平均日 用电量。对 A 岛的具体用电情况进行统计可得用电的高峰期分布在每年的 5 ～ 10 月之间，海岛 2008、2009 年的最大日用电量是 7800 度，均分布在夏季。

[0103] 其具体负荷用电情况如表 1 所示：A 岛的负荷情况可分为居民用电负荷、商业用电负荷以及大功率用电负荷。其中居民用电是由岛上常住居民的家用电器情况决定的，其用电量相对来说比较小，一般只占用电总量的 8%～ 9%；由于 A 岛是一个旅游型岛屿，如图 3 和图 4 所示，在每年的 5 ～ 10 月是其旅游旺季，在此期间岛上的商业用电负荷会大幅增加，据统计，岛上商业用电量占其总用电量的 80%；大功率用电负荷主要为岛上渔业生产用电，相对来说，大功率用电比较稳定，一般会在固定时间开启。其耗电量也较小。

[0104] 表 1 项目实施地的负荷用电情况表

[0105]

负载功率	空调	电视	照明	电扇	其他电器	冰蓄调峰	水泵电机	合计
渔民		10kW	20kW	10kW			40kW	80kW
酒店	200kW	30kW	50kW	10kW	200kW	200kW	60kW	570kW
工作特点	旅游季节	旅游季节	常用	旅游季节	旅游季节	电力过剩调峰	旅游季节	650kW

[0106] A 岛一年内光辐射量和风速的数据见图 7 和图 8 所示。

[0107] 统计 A 岛多年的气温变化，采用 Sinusoidal 函数计算出其一年内每小时的温度数据。

[0108] $$T(t) = 0.5[(T_{\max} + T_{\min}) + (T_{\max} - T_{\min})\sin(\frac{2\pi(t - t_p)}{24})] \quad (9)$$

[0109] 其中，T_{max} 和 T_{min} 分别为该日温度的最大值和最小值；T(t) 为该日任意时刻的温度值；t_p 为平均温度时刻。

[0110] 根据 A 岛气象站多年收集的数据，由上述公式离散得到一年的逐时的温度数据图 5 所示，在本设计中采用风力发电机组、光伏电池以及蓄电池的相关参数如 表 2 ～ 4 所示。柴油机的额定功率为 350KW，其购买价格为 298000 元，使用寿命为 7000h，目前柴油的价格

为 7 元 /L ;假定柴油机每小时的维护费用为 1.5 元,双向逆变器的额定功率为 350Kw,其维护费用为 4000 元 / 年,逆变器的转换效率为 95%。光伏电池和风力发电机组的使用寿命一般都为 20 年,蓄电池的使用寿命为 3 年,假定系统使用寿命为 20 年,则在系统使用寿命内蓄电池的更换次数 $y_{BAT}=6$。由于光伏阵列串联电池的个数以及系统中蓄电池组的串联个数是由系统直流总线电压决定,风光柴蓄混合发电系统的直流总线电压为标准值 480V,可得光伏电池和蓄电池的串联数风别为 $N_{PV,S}^{1}=20$,$N_{PV,S}^{2}=30$,$N_{BAT,S}^{1}=40$ 。

[0111] 表 2 风力发电机组参数

[0112]

类型	1	2
额定功率（Kw）	10	5
额定风速（m/s）	13.8	12
切入风速（m/s）	3.1	3.1
切出风速（m/s）	25	20
购买成本（元）	60000	28000
安装成本（元）	6000	2800
维护费用（元/年）	600	280
安装支架购买成本（元）	6743	6743
安装支架安装成本（元）	674.4	674.4
安装支架维护费用（元/年）	67.4	67.4

[0113] 表 3 光伏电池参数

[0114]

类型	额定容	NCOT(℃)	α_P	f_{PV}	购买成	维护成	安装成

[0115]

	量（W）		（%/°C）		本（元）	本（元/年）	本（元）
1	180	45.9	-0.0052	0.8	2484	25	248
2	110	43	-0.0052	0.8	1518	15	152

[0116] 表 4 蓄电池参数

[0117]

类型	额定容量（Ah）	额定电压（V）	DOD（%）	效率（%）	购买成本（元）	维护成本（元/年）	安装成本（元）
1	800	2	80	80	3620	36	362

[0118] 确定新能源混合发电系统各元件参数后，采用 MATLAB 编程实现用果蝇优化算法对混合系统进行优化设计，根据图 2 所示，在 MATLAB 环境下运行程序，可得混合系统成本的仿真图如图 6 所示。图中纵坐标为混合系统发电成本，横坐标为味道浓度判定值，由图 6 可见，能满足算法收敛的要求。独立新能源混合发电系统最小运行成本为 2605 万元。对应系统最小运行成本的最优配置个体解如表 5 所示。即风光柴蓄混合发电系统最优配置是由 37 台功率为 10KW 和 58 台功率为 5KW 的风力发电机组；82×20 个容量为 180W 和 135×30 个容量为 110W 的光伏电池以及 2×240 个额定容量为 800Ah 的蓄电池组成。

[0119] 表 5 优化设计结果

[0120]

N_{WT}^{1}	N_{WT}^{2}	$N_{PV,p}^{1}$	$N_{PV,p}^{2}$	$N_{BAT,p}$	系统总成本 STC（元）
37	58	82	135	2	26050000

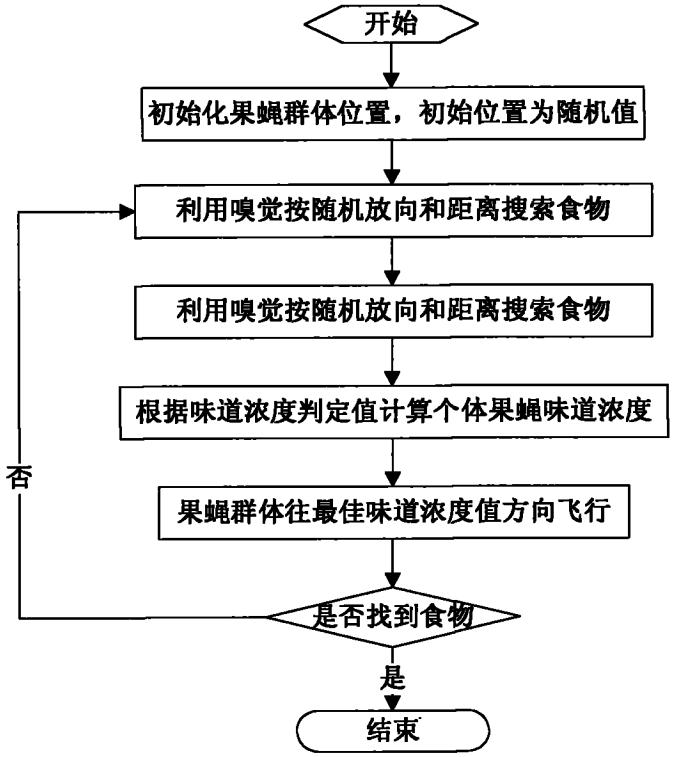

开始
初始化果蝇群体位置，初始位置为随机值
利用嗅觉按随机放向和距离搜索食物
利用嗅觉按随机放向和距离搜索食物
根据味道浓度判定值计算个体果蝇味道浓度
果蝇群体往最佳味道浓度值方向飞行
是否找到食物
否
是
结束

图 1

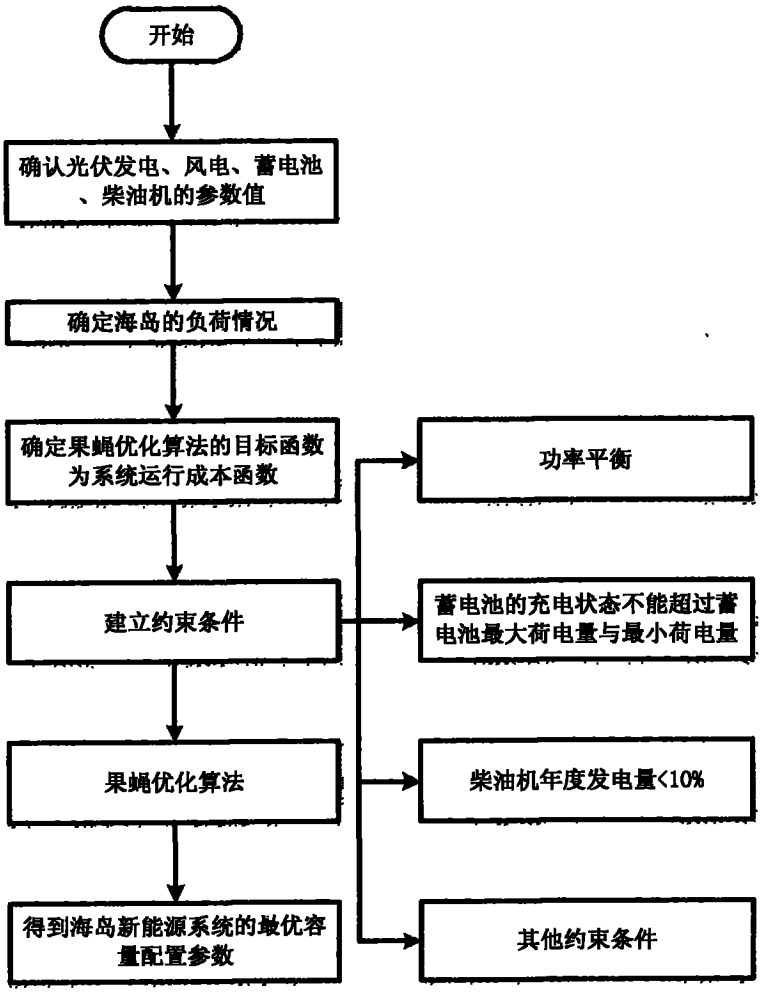

开始
确认光伏发电、风电、蓄电池、柴油机的参数值
确定海岛的负荷情况
确定果蝇优化算法的目标函数为系统运行成本函数
建立约束条件
果蝇优化算法
得到海岛新能源系统的最优容量配置参数
功率平衡
蓄电池的充电状态不能超过蓄电池最大荷电量与最小荷电量
柴油机年度发电量<10%
其他约束条件

图 2

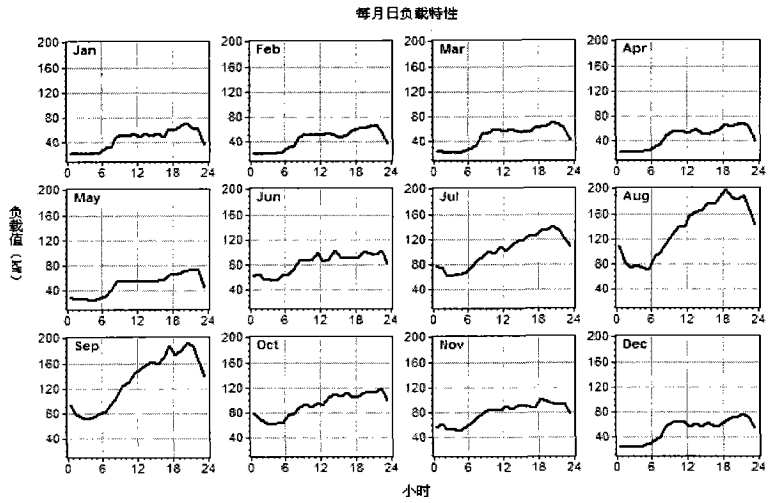

每月日负载特性
Jan
Feb
Mar
Apr
May
Jun
Jul
Aug
Sep
Oct
Nov
Dec
小时

图 3

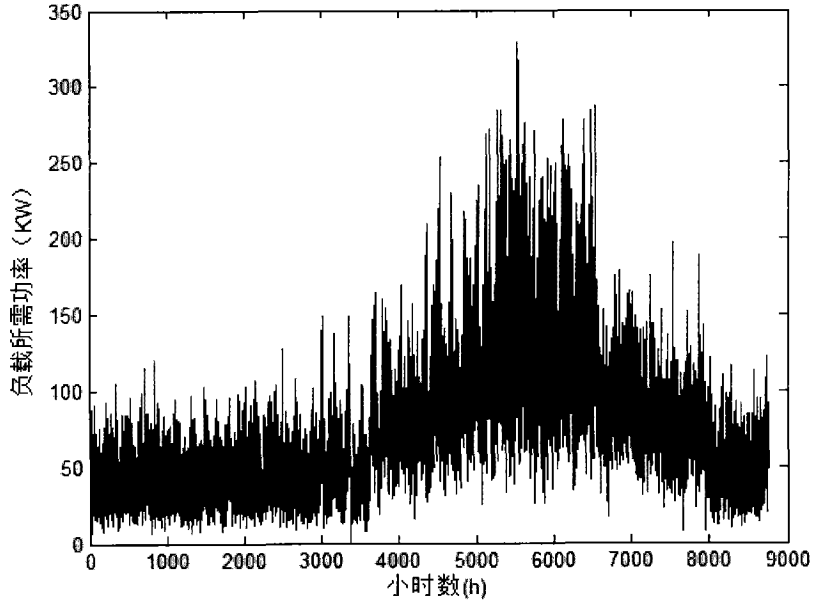

负载所需功率（KW）
小时数(h)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000

图 4

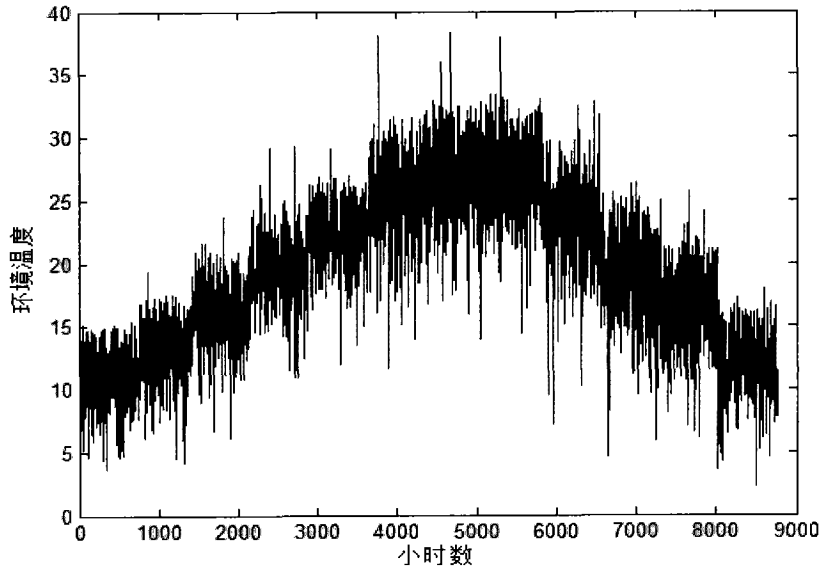

环境温度
小时数
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000

图 5

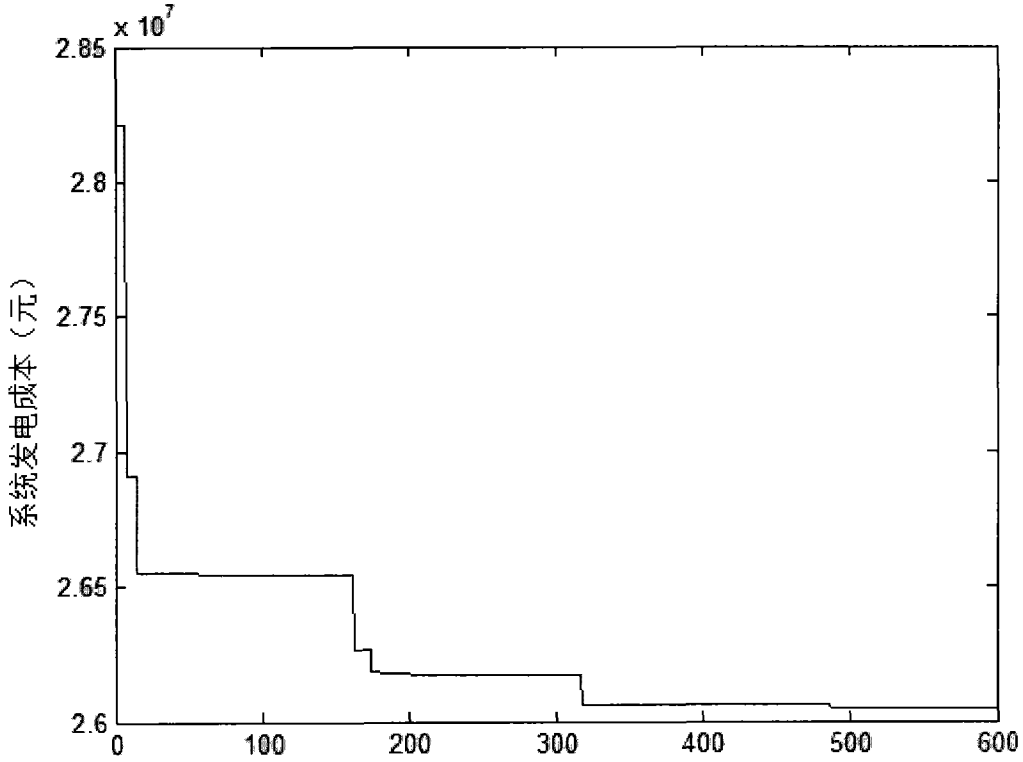


图 6

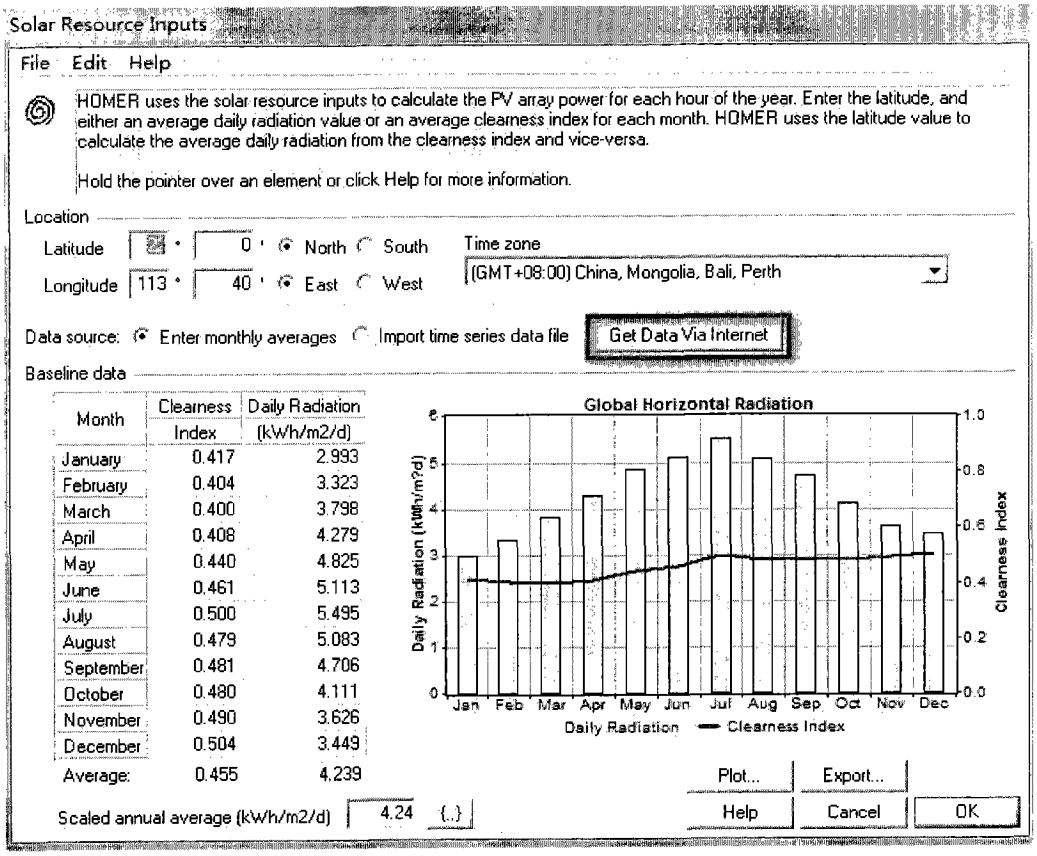

Solar Resource Inputs
File Edit Help
HOMER uses the solar resource inputs to calculate the PV array power for each hour of the year. Enter the latitude, and either an average daily radiation value or an average clearness index for each month. HOMER uses the latitude value to calculate the average daily radiation from the clearness index and vice-versa.
Hold the pointer over an element or click Help for more information.
Location
Latitude 0 ' North South
Longitude 113 ° 40 ' East West
Time zone
(GMT+08:00) China, Mongolia, Bali, Perth
Data source: Enter monthly averages Import time series data file
Get Data Via Internet
Baseline data
Month | Clearness Index | Daily Radiation (kWh/m2/d)
January 0.417 2.993
February 0.404 3.323
March 0.400 3.798
April 0.408 4.279
May 0.440 4.825
June 0.461 5.113
July 0.500 5.495
August 0.479 5.083
September 0.481 4.706
October 0.480 4.111
November 0.490 3.626
December 0.504 3.449
Average: 0.455 4.239
Global Horizontal Radiation
Daily Radiation (kWh/m²/d)
Clearness Index
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Daily Radiation Clearness Index
Scaled annual average (kWh/m2/d) 4.24 {..}
Plot... Export...
Help Cancel OK

图 7

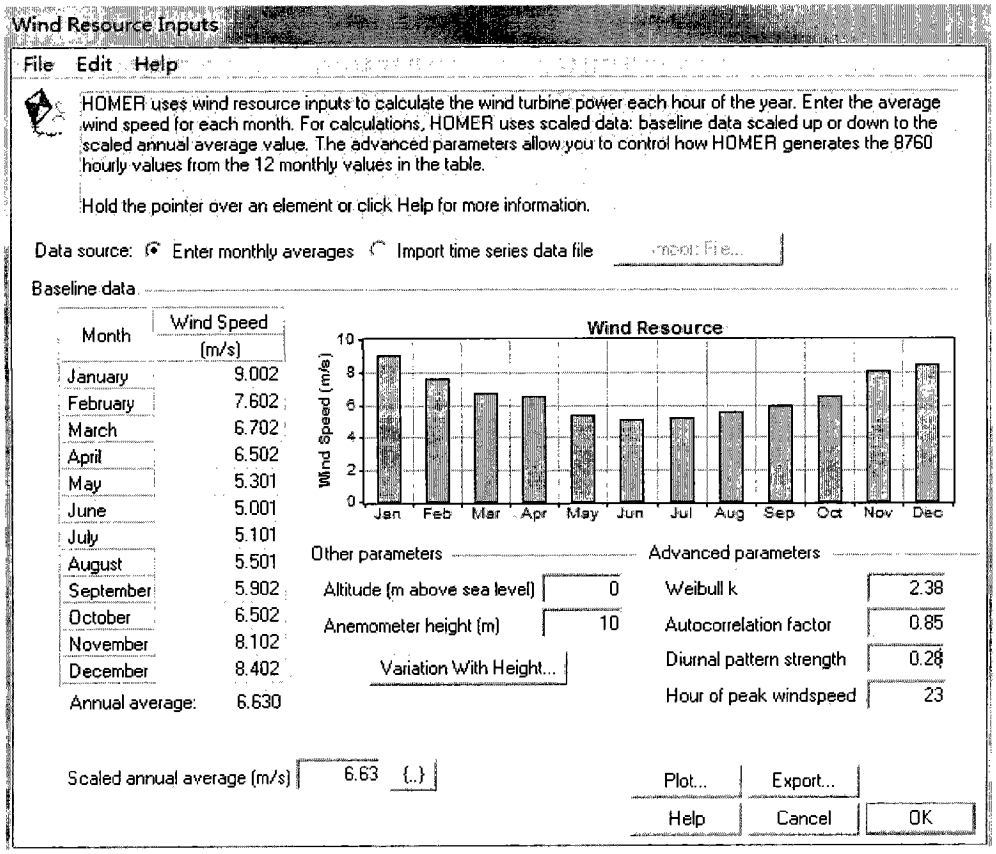

Wind Resource Inputs
File Edit Help
HOMER uses wind resource inputs to calculate the wind turbine power each hour of the year. Enter the average wind speed for each month. For calculations, HOMER uses scaled data: baseline data scaled up or down to the scaled annual average value. The advanced parameters allow you to control how HOMER generates the 8760 hourly values from the 12 monthly values in the table.
Hold the pointer over an element or click Help for more information.
Data source: Enter monthly averages Import time series data file
Baseline data
Month
Wind Speed (m/s)
January 9.002
February 7.602
March 6.702
April 6.502
May 5.301
June 5.001
July 5.101
August 5.501
September 5.902
October 6.502
November 8.102
December 8.402
Annual average: 6.630
Wind Resource
Wind Speed (m/s)
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Other parameters
Altitude (m above sea level) 0
Anemometer height (m) 10
Variation With Height...
Advanced parameters
Weibull k 2.38
Autocorrelation factor 0.85
Diurnal pattern strength 0.28
Hour of peak windspeed 23
Scaled annual average (m/s) 6.63
Plot... Export...
Help Cancel OK

图 8