



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108564221 A

(43)申请公布日 2018.09.21

(21)申请号 201810355598.4

(22)申请日 2018.04.19

(71)申请人 深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司

地址 518000 广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室(入驻深圳市前海商务秘书有限公司)

(72)发明人 陈宽达 林浩 胡立伟 邓赞高 黄兴发

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

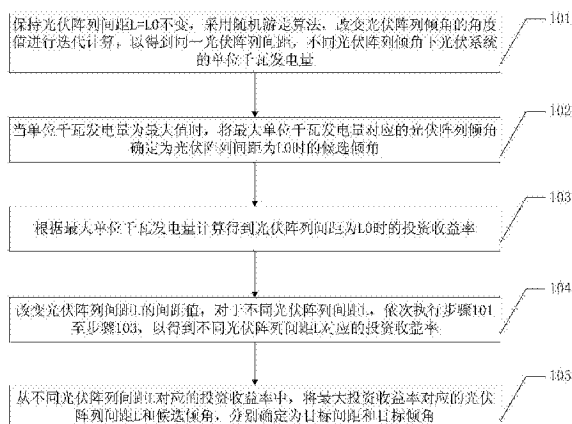
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种光伏阵列间距及倾角的计算方法和计算装置

(57)摘要

本申请公开了一种光伏阵列间距及倾角的计算方法和计算装置,用于通过随机游走算法进行迭代计算光伏阵列间距及倾角的最佳组合参数,以获得最大投资收益率。本申请方法包括:步骤1:保持光伏阵列间距L等于L0不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角M的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量;步骤2:当所述单位千瓦发电量为最大值时,将所述最大值对应的光伏阵列倾角M确定为光伏阵列间距为L0时的候选倾角;步骤3:根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为L0时的投资收益率;重复执行步骤1至步骤3,将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距L和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。



1. 一种光伏阵列间距及倾角的计算方法,其特征在于,包括:

步骤1:保持光伏阵列间距 $L$ 等于 $L_0$ 不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角 $M$ 的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量;

步骤2:当所述单位千瓦发电量为最大值时,将所述最大值对应的光伏阵列倾角 $M$ 确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角;

步骤3:根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率;

改变所述光伏阵列间距 $L$ 的间距值,对于不同光伏阵列间距 $L$ ,执行上述步骤1至步骤3,以得到不同光伏阵列间距 $L$ 对应的投资收益率;

从所述不同阵列间距 $L$ 对应的投资收益率中,将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距 $L$ 和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{\min}, L_{\max}]$ ,其中,所述 $L_{\min}$ 和所述 $L_{\max}$ 为预先设定的间距值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{\min}, M_{\max}]$ ,其中,所述 $M_{\min}$ 和所述 $M_{\max}$ 为预先设定的角度值。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,

所述根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率,包括:

根据所述光伏系统的装机容量,和所述最大值确定所述光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述光伏系统的布置形式确定所述光伏系统的装机容量。

6. 一种计算装置,其特征在于,包括:

第一计算模块,用于保持光伏阵列间距 $L$ 等于 $L_0$ 不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角 $M$ 的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量;

第一确定模块,用于当所述单位千瓦发电量为最大值时,将所述最大值对应的光伏阵列倾角 $M$ 确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角;

第二计算模块,用于根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的全投资收益率投资收益率;

调用模块,用于改变所述光伏阵列间距 $L$ 的间距值,对于不同光伏阵列间距 $L$ ,依次调用所述第一计算模块、所述第一确定模块和所述第二计算模块,以得到不同光伏阵列间距 $L$ 时的投资收益率;

第二确定模块,用于从所述不同阵列间距 $L$ 对应的投资收益率中,将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距 $L$ 和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{\min}, L_{\max}]$ ,其中,所述 $L_{\min}$ 和所述 $L_{\max}$ 为预先设定的间距值。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{\min}, M_{\max}]$ ,其中,所述 $M_{\min}$ 和所述 $M_{\max}$ 为预先设定的角度值。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的装置,其特征在于,所述第二计算模块具体用于:

根据所述光伏系统的装机容量,和所述最大值确定所述光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述计算装置还包括:

第三确定模块,用于根据所述光伏系统的布置形式确定所述光伏系统的装机容量。

11. 一种计算装置,其特征在于,包括:

处理器和存储器;

所述存储器,用于存储计算机操作指令;

所述处理器,用于调用所述计算机操作指令,执行上述权利要求1至权利要求5中任一项所述的光伏阵列间距及倾角的计算方法。

12. 一种计算机存储介质,包括计算机操作指令,当所述计算机操作指令在计算机上运行时,使得计算机执行如权利要求1至权利要求5中任一项所述的光伏阵列间距及倾角的计算方法。

## 一种光伏阵列间距及倾角的计算方法和计算装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及光伏发电系统技术领域,尤其涉及一种光伏阵列间距及倾角的计算方法和计算装置。

### 背景技术

[0002] 在光伏系统中,光伏阵列倾角与光伏阵列间距是两个最为重要的两个光伏参数。光伏阵列倾角的角度值,与光伏阵列间距的间距值不同将会影响光伏系统的投资收益。在光伏系统设计过程中,需要对上述两个参数进行优化设计,以得到优化的光伏阵列间距以及光伏阵列倾角。

[0003] 光伏系统中光伏阵列倾角的传统计算方法是基于无前后阵列阴影遮挡与地平线遮挡的情况进行参数进行计算得到,进而根据此光伏阵列倾角计算光伏阵列间距。在实际光伏系统设计过程中,传统计算方法得到的光伏阵列间距以及光伏阵列倾角往往与最佳参数组合存在较大偏差。

### 发明内容

[0004] 本申请第一方面提供了一种光伏阵列间距及倾角的计算方法,包括:

[0005] 步骤1:保持光伏阵列间距 $L$ 等于 $L_0$ 不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角 $M$ 的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量;

[0006] 步骤2:当所述单位千瓦发电量为最大值时,将所述最大值对应的光伏阵列倾角 $M$ 确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角;

[0007] 步骤3:根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率;

[0008] 改变所述光伏阵列间距 $L$ 的间距值,对于不同光伏阵列间距 $L$ ,执行上述步骤1至步骤3,以得到不同光伏阵列间距 $L$ 对应的投资收益率;

[0009] 从所述不同阵列间距 $L$ 对应的投资收益率中,将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距 $L$ 和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。

[0010] 在一种可能的实现方式中,所述光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{\min}, L_{\max}]$ ,其中,所述 $L_{\min}$ 和所述 $L_{\max}$ 为预先设定的间距值。

[0011] 在一种可能的实现方式中,所述光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{\min}, M_{\max}]$ ,其中,所述 $M_{\min}$ 和所述 $M_{\max}$ 为预先设定的角度值。

[0012] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率,包括:根据所述光伏系统的装机容量,和所述最大值确定所述光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率。

[0013] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:根据所述光伏系统的布置形式确定所述光伏系统的装机容量。

[0014] 本申请第二方面提供了一种计算装置,包括:

[0015] 第一计算模块,用于保持光伏阵列间距 $L$ 等于 $L_0$ 不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角 $M$ 的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量;

[0016] 第一确定模块,用于当所述单位千瓦发电量为最大值时,将所述最大值对应的光伏阵列倾角 $M$ 确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角;

[0017] 第二计算模块,用于根据所述最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的全投资收益率投资收益率;

[0018] 调用模块,用于改变所述光伏阵列间距 $L$ 的间距值,对于不同光伏阵列间距 $L$ ,依次调用所述第一计算模块、所述第一确定模块和所述第二计算模块,以得到不同光伏阵列间距 $L$ 时的投资收益率;

[0019] 第二确定模块,用于从所述不同阵列间距 $L$ 对应的投资收益率中,将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距 $L$ 和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。

[0020] 在一种可能的实现方式中,所述光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{min}, L_{max}]$ ,其中,所述 $L_{min}$ 和所述 $L_{max}$ 为预先设定的间距值。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{min}, M_{max}]$ ,其中,所述 $M_{min}$ 和所述 $M_{max}$ 为预先设定的角度值。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述第二计算模块具体用于:根据所述光伏系统的装机容量,和所述最大值确定所述光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率。

[0023] 在一种可能的实现方式中,所述计算装置还包括:第二第三确定模块,用于根据所述光伏系统的布置形式确定所述光伏系统的装机容量。

[0024] 本申请第三方面还提供了一种计算装置,包括:

[0025] 处理器和存储器;

[0026] 所述存储器,用于存储计算机操作指令;

[0027] 所述处理器,用于调用所述计算机操作指令,执行上述第一方面中任一项所述的光伏阵列间距及倾角的计算方法。

[0028] 本申请第四方面还提供了一种计算机存储介质,包括计算机操作指令,当所述计算机操作指令在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面中任一项所述的光伏阵列间距及倾角的计算方法。

[0029] 从以上技术方案可以看出,本申请具有以下优点:

[0030] 利用随机游走算法,对光伏阵列间距和光伏阵列倾角进行迭代计算,使得投资收益率最大化。由于光伏阵列间距和光伏阵列倾角的初始值设置没有限制,可以使得优化空间不会受到限制,因此得到的目标倾角和目标间距更为接近最佳参数值,可以使得投资收益率最大化。

[0031] 本申请技术方案基于光伏系统概算与装机容量间数学关系的推导,因此,目标倾角和目标间距的选择不受到光伏组件、逆变器、支架类型选型等参数的限制,可对不同的光伏组件、逆变器、支架类型选型采用同样的计算逻辑进行最佳参数的确定。

[0032] 此外,本申请技术方案基于计算机逻辑判断,以PVsyst软件的迭代计算为核心,其自动化程度较高,可以大幅度降低人为工作量。

## 附图说明

- [0033] 图1为本申请实施例中计算方法的一个实施例示意图；
- [0034] 图2为本申请实施例中基于随机游走算法的一个光伏系统优化流程图；
- [0035] 图3为本申请实施例中不同光伏阵列间距对应的收益率和单位静态投资变化趋势图；
- [0036] 图4为本申请实施例中计算装置的一个实施例示意图；
- [0037] 图5为本申请实施例中计算装置的另一个实施例示意图；
- [0038] 图6为本申请实施例中计算装置的另一个实施例示意图。

## 具体实施方式

[0039] 本申请提供了一种光伏阵列间距及倾角的计算方法和计算装置,用于通过随机游走算法进行迭代计算光伏阵列间距及倾角的最佳组合参数,以获得最大投资收益率。

[0040] 下面将结合本申请中的附图,对本申请中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0041] 本申请技术方案基于光伏系统概算、项目装机容量之间的数学关系,采用随机游走算法对光伏阵列间距和光伏阵列倾角进行优化计算,以得到优化后的间距值和倾角值,最终采用本申请技术方案优化后的间距值和倾角值进行光伏系统设计将投资收益率最大化,获得最大的投资回报。

[0042] 为了便于理解本申请技术方案,下面结合具体的实施例对本申请中的计算方法进行详细说明,包括:

[0043] 如图1所示,本申请中计算方法的一个实施例,包括:

[0044] 步骤101、保持光伏阵列间距 $L=L_0$ 不变,采用随机游走算法,改变光伏阵列倾角的角度值进行迭代计算,以得到同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量。

[0045] 光伏阵列间距的初始值可以设定为任意值,例如 $L=L_0$ ,以及,光伏阵列倾角的初始值可以设定为任意值,例如 $M=M_0$ ,在设定上述两个初始值之后,将初始值输入PVsyst软件中采用随机游走算法,计算得到 $L=L_0, M=M_0$ 时的单位千瓦发电量。

[0046] 进一步,改变光伏阵列倾角的角度值 $M=M_1$ ,采用类似计算方法,得到 $L=L_0, M=M_1$ 时的单位千瓦发电量,依次类推得到: $L=L_0, M=M_2$ 时, $L=L_0, M=M_3$ 时, $L=L_0, M=M_n$ 时的单位千瓦发电量, $n$ 为光伏阵列倾角的角度值的数量。

[0047] 可选的,光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{min}, L_{max}]$ ,其中, $L_{min}$ 和 $L_{max}$ 为预先设定的间距值。 $L_{min}$ 可以为检修光伏系统时所需最小间距,例如底面光伏系统一般要求1m的检修通道, $L_{max}$ 可以为光伏系统最小装机容量对应的阵列间距。

[0048] 可选的,光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{min}, M_{max}]$ ,其中, $M_{min}$ 和 $M_{max}$ 为预先设定的角度值。 $M_{min}$ 一般根据光伏系统的检修、排水以及防止粉尘堆积等因素设置,例如为 $5^\circ$ 。

[0049] 步骤102、当单位千瓦发电量为最大值时,将最大单位千瓦发电量对应的光伏倾角确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角。

[0050] 计算出同一光伏阵列间距,不同光伏阵列倾角下的单位千瓦发电量时,将最大单

位千瓦发电量对应的光伏倾角确定为光伏阵列间距为L0时的候选倾角。具体来说,通过与前一个单位千瓦发电量的值与当前单位千瓦发电量的值进行比较,进行如下迭代:如果当前单位千瓦发电量的值大于前一个单位千瓦发电量的值,则增大光伏阵列倾角的角度值M,继续进行迭代计算;如果当前单位千瓦发电量的值小于前一个单位千瓦发电量的值,则降低光伏阵列倾角的角度值M,继续进行迭代计算;如果当前单位千瓦发电量的值等于前一个单位千瓦发电量的值,则将前一个单位千瓦发电量对应的光伏阵列倾角的角度值M确定为候选倾角,结束本次迭代计算。

[0051] 需要说明的是,步骤102是根据长期太阳辐照数据分析经验(即同一光伏阵列间距下发电量与阵列倾角的关系为凸函数,仅有单一峰值,且单一峰值附近变化率很低)得到的。

[0052] 举例来说,例如 $L=L_0$ , $M=M_1$ 时的单位千瓦发电量记为 $Y_1$ ,当计算得到 $L=L_0$ , $M=M_2$ 时的单位千瓦发电量记为 $Y_2$ 时,若 $Y_2$ 大于 $Y_1$ ,则令 $M=M_3 > M_2$ ,继续进行迭代计算得到 $L=L_0$ , $M=M_3$ 时的单位千瓦发电量记为 $Y_3$ ,若 $Y_3$ 小于 $Y_2$ ,则令 $M_3 > M_4 > M_2$ ,继续进行迭代计算得到 $L=L_0$ , $M=M_4$ 时的单位千瓦发电量记为 $Y_4$ ,若 $Y_4$ 等于 $Y_3$ ,则结束迭代运算,将 $M_3$ 作为当 $L=L_0$ 时的候选倾角。

[0053] 步骤103、根据最大单位千瓦发电量计算得到光伏阵列间距为L0时的投资收益率。

[0054] 可选的,根据最大单位千瓦发电量,和光伏系统的装机容量进行经济评价分析计算得到光伏阵列间距为L0时的投资收益率。

[0055] 可选的,根据光伏系统的布置形式确定光伏系统的装机容量。

[0056] 可选的,本实施例中投资收益率为全投资内部收益率(Internal Rate of Return, IRR)。

[0057] 步骤104、改变光伏阵列间距L的间距值,对与不同光伏阵列间距L,依次执行步骤101至步骤103,以得到不同光伏阵列间距L对应的投资收益率。

[0058] 步骤105、从不同光伏阵列间距L对应的投资收益率中,将最大投资收益率对应的光伏阵列间距L和候选倾角,分别确定为目标间距和目标倾角。

[0059] 本实施例中,利用随机游走算法,对光伏阵列间距和光伏阵列倾角进行迭代计算,使得投资收益率最大化。由于光伏阵列间距和光伏阵列倾角的初始值设置没有限制,可以使得优化空间不会受到限制,因此得到的目标倾角和目标间距更为接近最佳参数值,可以使得投资收益率最大化。

[0060] 本申请技术方案基于光伏系统概算与装机容量间数学关系的推导,因此,目标倾角和目标间距的选择与光伏组件、逆变器、支架类型选型等参数的限制,可对不同的光伏组件、逆变器、支架类型选型采用同样的计算逻辑进行最佳参数的确定。

[0061] 此外,本申请技术方案基于计算机逻辑判断,以PVsyst软件的迭代计算为核心,其自动化程度较高,可以大幅度降低人为工作量。

[0062] 示例性的,下面以一个具体的光伏系统优化为例,对本申请中的计算方案进行详细描述。

[0063] 假设:项目静态总投资为S,项目容量为P,假设对某一项目存在函数关系 $S=S(P)$ ,可将项目的概算分解为:

[0064] 公式一: $S=S(P) | P=P_0+(P-P_0) * dS(P) / dP | P=P_0+o(P)$ ;其中, $P_0$ 为项目的初始项

目容量,  $S(P) | P=P_0$  为在初始项目容量下的静态投资,  $dS(P) / dP | P=P_0$  是容量增加时投资的变化率,  $o(P)$  是投资相应于容量变化的高阶项。

[0065] 当项目的接入系统形式不变时, 假设光伏电站中由容量变化带来的项目静态总投资  $S$  的变化主要为线性部分, 在上述公式一中忽略  $o(P)$  项, 即将项目静态总投资分解为初始项目容量下的静态投资  $S(P) | P=P_0$ , 和, 与容量线性相关部分投资  $(P-P_0) * dS(P) / dP | P=P_0$ 。

[0066] 容量线性相关部分投资主要包括以下部分: 单瓦光伏组件、逆变器、汇流箱、变压器、电缆、支架、桩基础、静止无功发生器 (Static Var Generator, SVG) 等设备价格, 可根据可行性研究的国家相应编制规范与容量相关的工程计价费用或服务器中存储的实时计价费用表。

[0067] 初始项目容量下的静态投资主要包括: 站区电气设备 (除主变设备和 SVG 外)、土地征地租地总价、项目前期开发费用及接入系统线路的价格等。

[0068] 根据以上假设, 在完成光伏系统初始项目容量下的静态投资  $S(P) | P=P_0$  的计算之后, 可根据各项费用对容量的敏感度进行分类, 求出容量增加时投资的变化率  $dS(P) / dP | P=P_0$ , 具体实现方式如下:

[0069] 如图2所示为本申请中基于随机游走算法的光伏系统优化方法流程图, 包括:

[0070] S1、确定光伏阵列的布置形式、光伏组件、逆变器、支架类型和地平线阴影。

[0071] S2、设定光伏阵列间距的初始间距为  $L_0$ , 求出  $P_0$ 、 $S(P_0)$ 、 $dS(P) / dP | P=P_0$  与  $S(P) | P=P_0$ 。

[0072] 光伏阵列间起始间距可设定为任意值  $L_0$ , 将其随机游走的下边界设定为项目可允许的最小间距, 即检修所需最小距离间距 (如地面项目一般要求预留 1m 的检修通道), 上边界可人为设定 (如人为设定为项目最小装机容量对应的阵列间距)。根据布置形式确定此时的装机容量, 将此时的容量设为  $P_0$ , 汇总工程量及概算表, 求出  $S(P_0)$ 、 $dS(P) / dP | P=P_0$  与  $S(P) | P=P_0$ 。

[0073] S3、估算自用比例以及交直流电缆电压降。

[0074] 根据站用电情况及电缆的估算长度估计自用电比例及交直流电缆电压降。

[0075] S4、设定光伏阵列倾角的初始值为  $M_0$ , 根据  $P_0$ 、自用比例、交直流电压降、地平线阴影求出项目总发电量, 并计算投资收益率。

[0076] 光伏阵列倾角的初始值可设定为任意值  $M_0$ , 将其随机游走的下边界设为考虑检修、排水及防止粉尘堆积的项目可允许的最小倾角 (一般为  $5^\circ$ ), 上边界可人为设定。将项目现场的地平线阴影、粉尘影响、站用电、电缆损失等输入 PVsystem, 再通过脚本将步骤 S2 中确定的初始阵列间距, 与初始倾角自动导入 PVsystem 进行建模, 算出此时模型的单位千瓦发电量, 通过脚本存入计算机存储器 T1 中。

[0077] S5、固定当前光伏阵列间距, 改变其倾角  $M$ , 采用随机游走算法直到光伏系统的发电量最大。

[0078] 通过脚本对光伏阵列倾角进行随机游走, 将初始角度  $+1^\circ$  后再带入 PVsystem 中进行计算, 算出发电量后自动与存储器 T1 数值进行对比进行对比, 进入迭代过程: 如发电量增加, 则进一步增大角度; 如发电量减少, 则减少角度, 直至项目可允许的最小倾角; 如发电量不变, 则前一参数中的阵列倾角为此阵列间距所对应的最佳倾角, 迭代完成。将此时的相关

参数通过脚本存入计算机存储器T2中。

[0079] S6、计算当前光伏阵列间距下的投资收益率,并与上一个光伏阵列间距所对应的投资收益率进行对比。

[0080] 将存储器T2中的单位千瓦发电量乘以初始项目容量P0,计算项目年总发电量,结合步骤S2中算得的静态投资S0,通过脚本自动进行经济评价分析,算得项目投资收益率。将此时的IRR通过脚本自动存入计算机存储器T3中。

[0081] S7、采用随机游走算法改变光伏阵列间距,求出其对应的P和S(P)。

[0082] 通过脚本对光伏阵列间距进行随机游走,将间距L变为 $L=L_0+0.1m$ 后再带入PV<sub>system</sub>中进行计算(对于规模较大的项目,项目容量可近似于 $P_0*(L_0)/(L_0+0.1m)$ ,总投资近似于 $S=S(P) | P=P_0+dS(P)/dP | P=P_0*(1-(L_0)/(L_0+0.1m))*P_0$ ),根据步骤S5重新优化角度,计算此时的项目年总发电量。再根据步骤S6计算此参数下的投资收益率,并与存储器T3中的数据进行对比,进入迭代过程:如投资收益率增加,则进一步增大光伏阵列间距;如投资收益率减少,则减少光伏阵列间距(直至项目可允许的最小间距);如投资收益率不变,则前一间距及其最佳阵列倾角为此项目所对应的最优阵列间距及最佳倾角,迭代完成。

[0083] S8、当投资收益率为最大值时,停止迭代计算,输出此时的光伏阵列间距和光伏阵列倾角。

[0084] S9、根据步骤S8中得到的光伏阵列间距和光伏阵列倾角进行光伏系统优化设计,得到最红概算结果及经济评价数据。

[0085] 基于以上步骤S8,将得到的光伏阵列间距及倾角的优化结果进行细化设计,详细计算电缆及道路工程量,得到项目精确的概算及经济评价数据。

[0086] 举例来说,某项目在初始参数组合( $L_0=5.0m, M_0=5^\circ$ )条件下装机容量为18830.1kW,初始参数下静态总投资为14157.28万元,根据容量相关性分成可变部分和恒定部分,其中可变部分为10276.36万元(包含光伏场土建、设备及安装费用,部分开关站设备费用),计算得 $dS(P)/dP | P=P_0=10276.36\text{万元}/18830.1\text{kW}=5.48\text{元/W}$ 。采用0.5m的随机游走步长,根据以下公式计算不同阵列间距L下的总投资: $S=S(P) | P=P_0+(P-P_0)*dS(P)/dP | P=P_0+o(P)$ 。

[0087] 1、计算得到的总投资如下表1:表1

[0088]

名称	方案一	方案二	方案三	方案四
光伏阵列间距(单位:m)	5.0	5.5	6.0	6.5
倾角优化结果(单位:°)	12°	14°	14°	15°
容量(kW)	18830.1	17112.0	15690.6	14490.0
单位静态千瓦投资(元/kW)	7665.79	7814.63	7958.03	8101.06

[0089] 2、在根据不同光伏组件不同间距下的发电量及不同方案的投资,结合经济评价模型,不同间距布置方案下的收益率如下表2:

[0090] 表2

[0091]

名称	方案一	方案二	方案三	方案四
光伏阵列间距 (单位: m)	5.0	5.5	6.0	6.5
项目生命周期 (25 年) 年平均利用小时数 (单位千瓦发电量)	1348.85	1365.81	1375.51	1380.85
容量 (kW)	18830.1	17112.0	15690.6	14490.0
全部投资内部收益率 (IRR)	13.64%	13.25%	12.74%	12.19%

[0092] 3、光伏组件不同间距布置下收益率及单位静态投资变化趋势如图3所示。

[0093] 4、根据上述方法找出项目的最优参数方案为： $(L_0=5.0m, M_0=12^\circ)$ 。

[0094] 上面对本申请中光伏阵列间距及倾角的计算方法进行了详细说明，下面对本申请中计算装置进行详细说明。

[0095] 如图4所示，本申请实施例中计算装置40包括：

[0096] 第一计算模块401、第一确定模块402、第二计算模块403、调用模块404和第二确定模块405；

[0097] 第一计算模块401，用于保持光伏阵列间距 $L$ 等于 $L_0$ 不变，采用随机游走算法，改变光伏阵列倾角 $M$ 的角度值进行迭代计算，以得到同一光伏阵列间距，不同光伏阵列倾角下光伏系统的单位千瓦发电量；

[0098] 第一确定模块402，用于当单位千瓦发电量为最大值时，将最大值对应的光伏阵列倾角 $M$ 确定为光伏阵列间距为 $L_0$ 时的候选倾角；

[0099] 第二计算模块403，用于根据最大值计算得到光伏阵列间距为 $L_0$ 时的全投资收益率投资收益率；

[0100] 调用模块404，用于改变光伏阵列间距 $L$ 的间距值，对于不同光伏阵列间距 $L$ ，依次调用第一计算模块、第一确定模块和第二计算模块，以得到不同光伏阵列间距 $L$ 时的投资收益率；

[0101] 第二确定模块405，用于从不同阵列间距 $L$ 对应的投资收益率中，将最大投资收益率值对应的光伏阵列间距 $L$ 和候选倾角，分别确定为目标间距和目标倾角。

[0102] 在一种示例中，光伏阵列间距 $L$ 的取值范围为 $[L_{min}, L_{max}]$ ，其中， $L_{min}$ 和 $L_{max}$ 为预先设定的间距值。

[0103] 在一种示例中，光伏阵列倾角 $M$ 的取值范围为 $[M_{min}, M_{max}]$ ，其中， $M_{min}$ 和 $M_{max}$ 为预先设定的角度值。

[0104] 在一种示例中，第二计算模块403具体用于：

[0105] 根据光伏系统的装机容量，和最大值确定光伏阵列间距为 $L_0$ 时的投资收益率。

[0106] 如图5所示，在一种示例中，除第一计算模块501、第一确定模块502、第二计算模块503、调用模块504和第二确定模块505之外，计算装置50还包括：第三确定模块506；

[0107] 第三确定模块506，用于根据光伏系统的布置形式确定光伏系统的装机容量。

[0108] 本申请中计算装置的有益效果及其他相关描述与上述计算方法中的描述类似，具体可参阅上述计算方法的实施例中的相关描述，对此此处不再赘述。

[0109] 如图6所示，本申请实施例还提供了一种计算装置60，包括：

[0110] 存储器601和处理器602；

[0111] 存储器601可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器602提供指令和数据。存储器601的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器(non-volatile random access memory,NVRAM)。

[0112] 存储器601存储了如下的元素,可执行模块或者数据结构,或者它们的子集,或者它们的扩展集:

[0113] 操作指令:包括各种操作指令,用于实现各种操作;

[0114] 操作系统:包括各种系统程序,用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

[0115] 处理器602,通过调用存储器601中存储的操作指令,执行上述图1至图2中对应的计算方法。

[0116] 上述本申请实施例揭示的方法可以应用于处理器602中,或者由处理器602实现。处理器602可能是一种集成电路芯片。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器602中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器602可以是通用处理器、数字信号处理器(digital signal processing,DSP)、专用集成电路(application specific integrated circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(field-programmable gate array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。

[0117] 本申请还提供了一种计算机存储介质,该计算机存储介质中存储有计算机操作指令,以使得当计算机运行时,执行上述图1至图2中对应的计算方法。具体的,上述计算机存储介质可以是上述存储器601。

[0118] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0119] 以上所述,以上实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案范围。

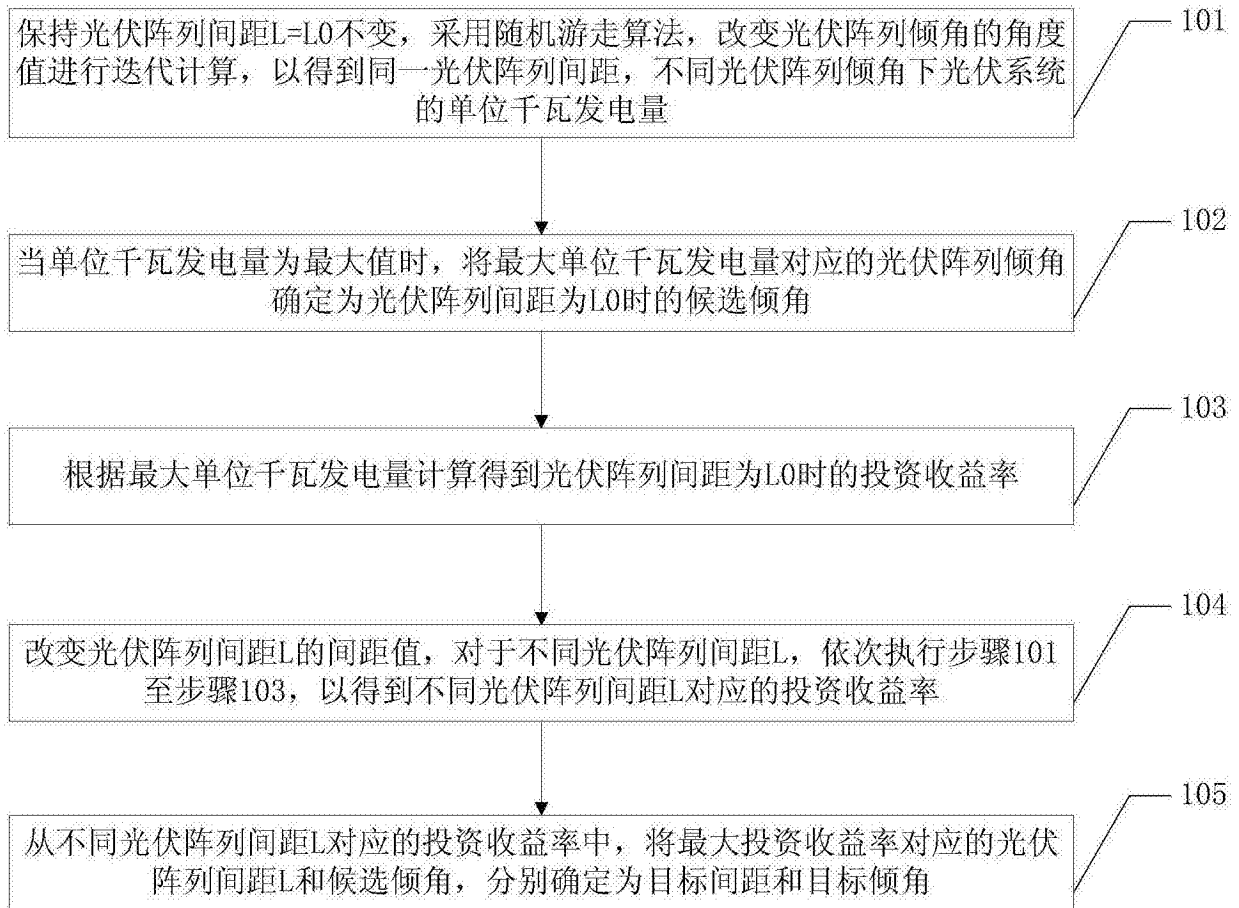


图1

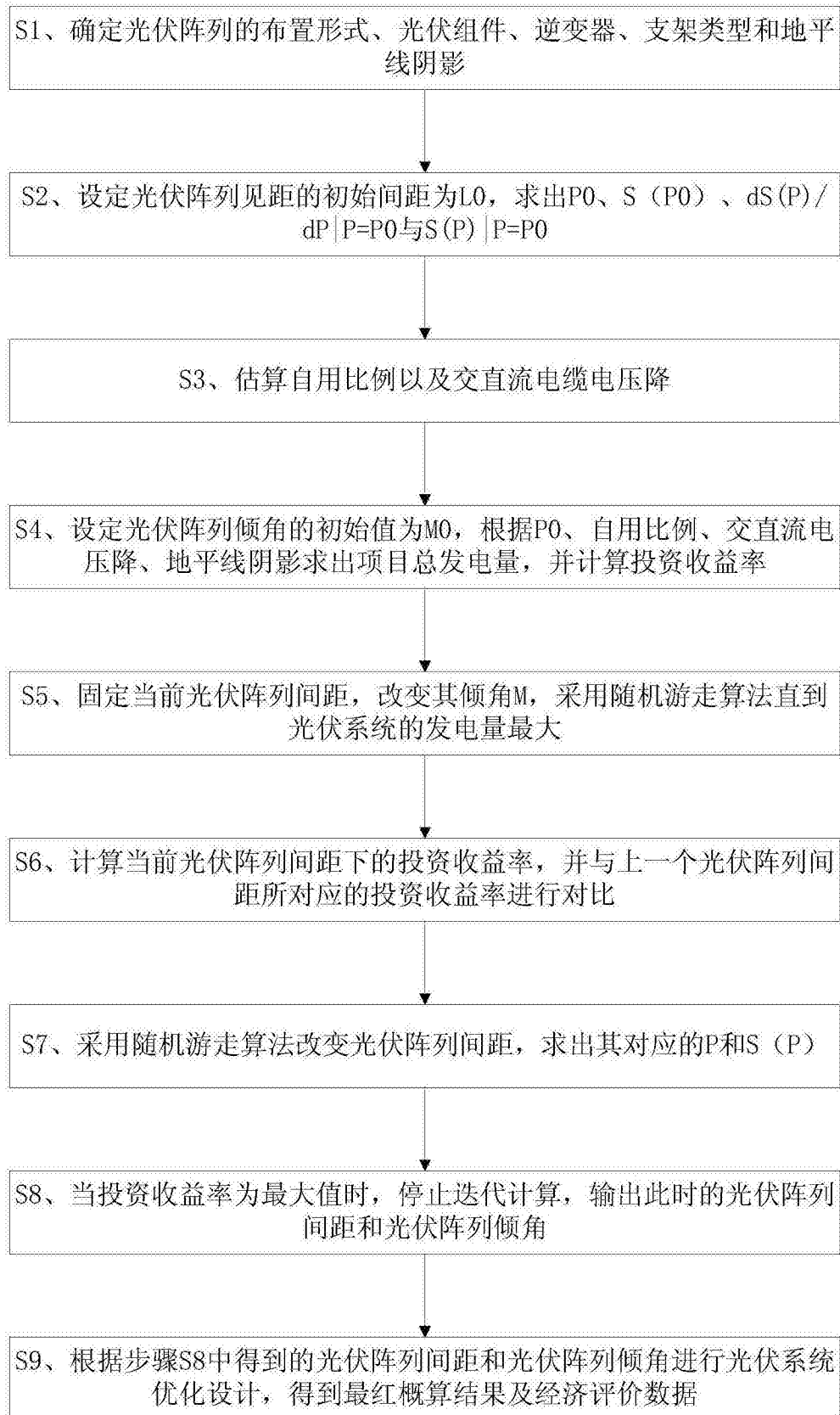


图2

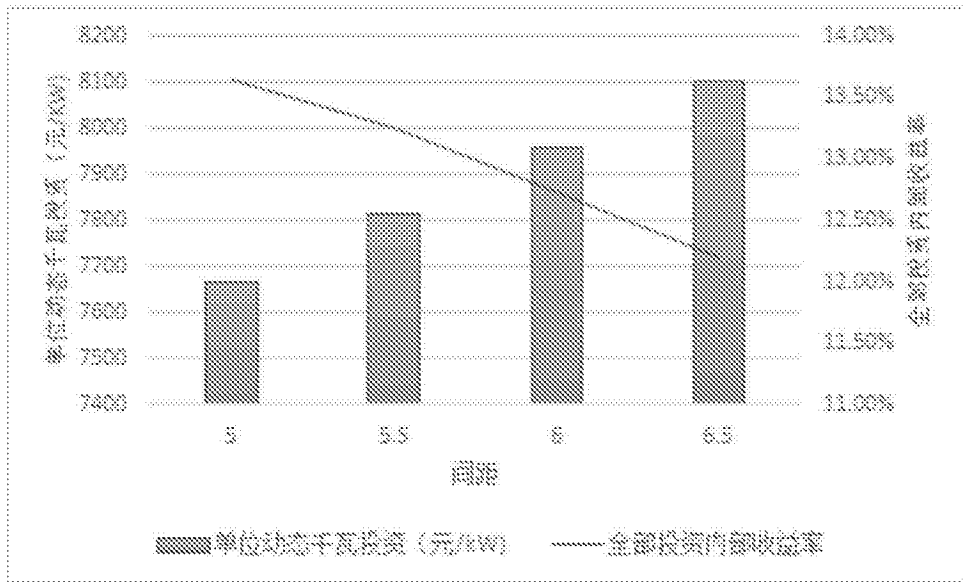


图3

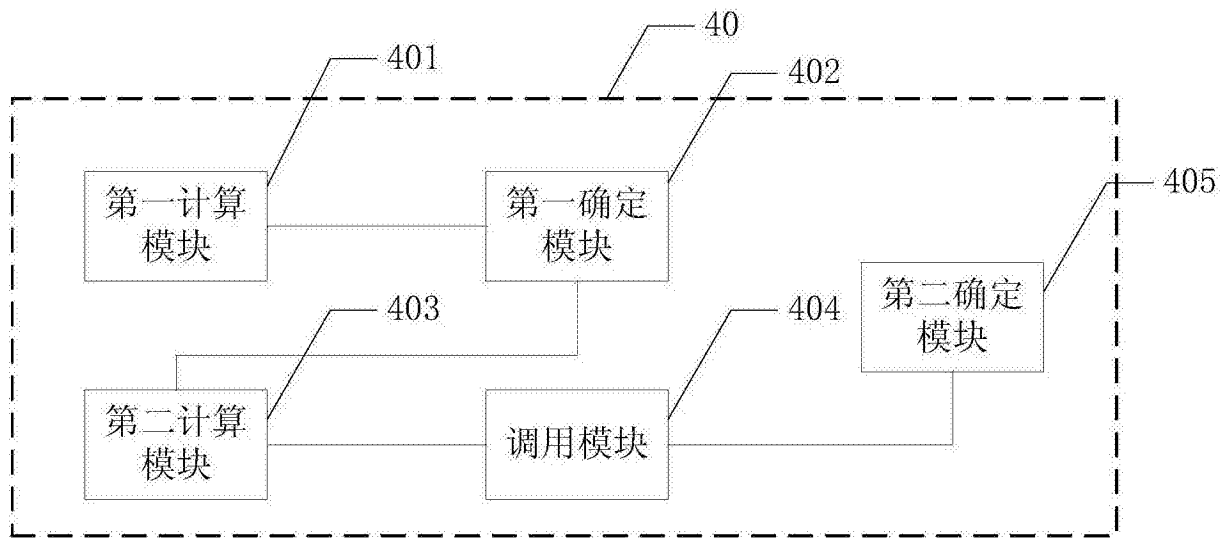


图4

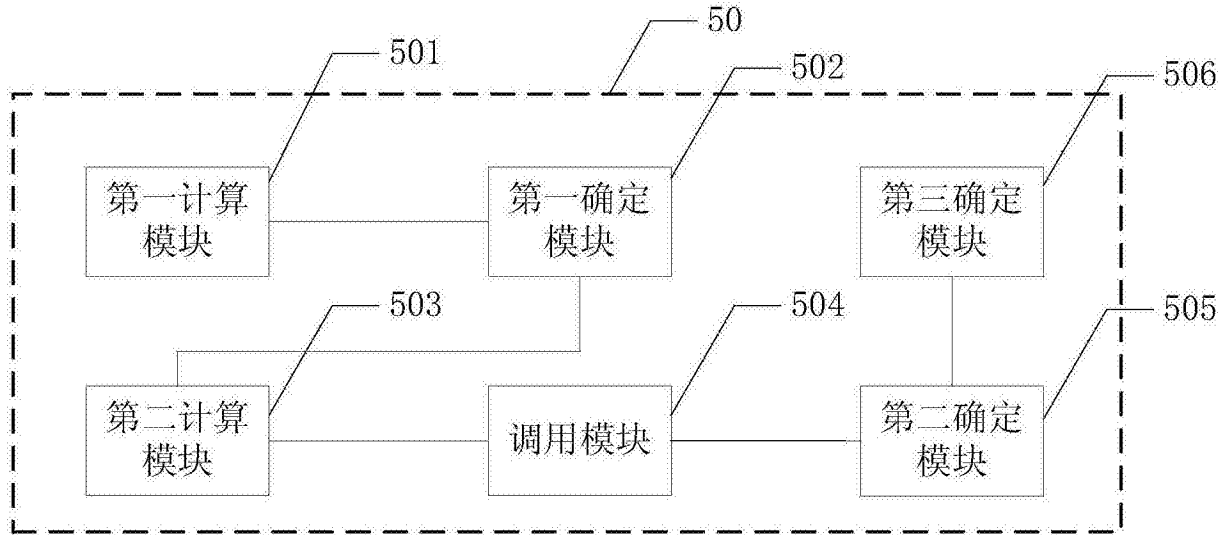


图5

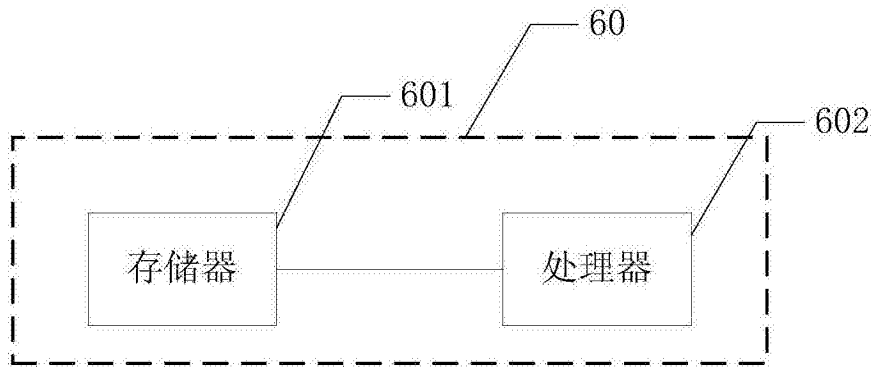


图6