



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110690854 A

(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201911128979.X

(22)申请日 2019.11.18

(71)申请人 合肥阳光新能源科技有限公司
地址 230088 安徽省合肥市高新区习友路
1699号研发中心楼六层

(72)发明人 陈朋朋 王忠 陈彬 方俊峰
张俊俊

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332
代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.
H02S 40/36(2014.01)
H02S 10/00(2014.01)

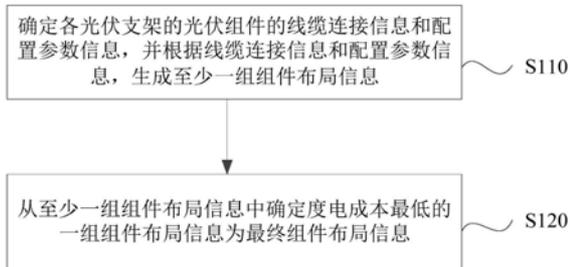
权利要求书2页 说明书15页 附图8页

(54)发明名称

光伏组件布局方法和装置

(57)摘要

本发明公开了一种光伏组件布局方法和装置。该光伏组件布局方法包括：确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息，并根据线缆连接信息和配置参数信息，生成至少一组组件布局信息，从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。本实施例的技术方案，解决了现有技术仅考虑电缆成本，未考虑其他发电量因素对光伏系统造成严重发电量损失的技术问题，综合考虑了线缆连接方式和组件布局方式对发电成本造成的影响，优化了光伏组件的布局方案，降低了光伏电站的度电成本。



1. 一种光伏组件布局方法,其特征在于,包括:

确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息,所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息,每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

2. 根据权利要求1所述的光伏组件布局方法,其特征在于,各光伏支架的光伏组件的总排数信息为 m ,所述光伏组件的容配比信息包括 n_1 、 n_2 、 \dots 、 n_x ,其中, n_1 为各光伏支架的光伏组件的最小容配比, n_x 为各光伏支架的光伏组件的最大容配比;

所述确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息包括:

步骤a) 将所述线缆连接信息设为 i ,所述配置参数信息设为 n_1 ,其中, $1 \leq i \leq m$;

步骤b) 根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息;

步骤c) 更新所述配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和更新后的配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,更新后的配置参数信息为 n_2 ;

重复执行步骤c),直至更新后的配置参数信息为 n_x 为止。

3. 根据权利要求1所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息包括:

从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低以及次低的组件布局信息及其容配比信息;

以设定步长将度电成本最低以及次低的组件布局信息对应的容配比信息构成的容配区间进行划分,其中,所述容配区间内包括至少三个容配比信息;

确定所述容配区间内的至少三个所述容配比信息对应的组件布局信息;

从至少三个所述容配比信息对应的组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

4. 根据权利要求1所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述确定度电成本包括:

根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组件的发电量;

根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资;

根据所述光伏组件的发电量、所述项目初始投资、固定资产残值、折现率、光伏电站寿命、运营成本、利息以及折旧确定光伏组件的度电成本。

5. 根据权利要求4所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述光伏组件的损失值包括阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失、温度损失和灰尘损失。

6. 根据权利要求5所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组件的发电量包括:

根据太阳光的角度信息、光伏组件的排数信息、角度信息、长度信息、光伏支架的间距信息和所述光伏组件的辐射值确定所述阴影辐射损失;

根据所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失,并确定所述直流线损和所述弱光损失;

根据所述光伏组件的辐射值、所述阴影辐射损失、所述阴影电学损失、所述直流线损、所述弱光损失、所述温度损失、所述灰尘损失和所述装机功率确定光伏组件的发电量。

7. 根据权利要求6所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述根据所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失包括:

根据光伏组件的短路电流、最大功率点电流、开路电压、最大功率点电压、工作电流、光伏组件温度、所述辐射值以及所述太阳光的角度信息确定光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率;

根据所述光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率确定光伏组件的总阴影损失;

根据所述光伏组件的总阴影损失和所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失。

8. 根据权利要求4所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述一级线缆成本包括:线缆单价成本、穿管单价成本和施工成本。

9. 根据权利要求4所述的光伏组件布局方法,其特征在于,所述度电成本计算为:

$$LCOE = \frac{I_0 - \frac{V_R}{(1+io)^n} + \sum_{n=1}^{25} \frac{A_n + P_n + D_n}{(1+io)^n}}{\sum_{n=1}^{25} Q_n}$$

其中,LCOE为所述度电成本, I_0 为所述项目初始投资, V_R 为固定资产残值, io 为折现率, n 为光伏电站寿命, A_n 为光伏电站第 n 年的运营成本, P_n 为光伏电站第 n 年的利息, D_n 为光伏电站第 n 年的折旧, Q_n 为光伏电站的所述发电量。

10. 一种光伏组件布局装置,其特征在于,包括:

布局信息生成模块,用于确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息,所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息,每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

布局信息确定模块,用于从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

光伏组件布局方法和装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及光伏发电技术领域,尤其涉及一种光伏组件布局方法和装置。

背景技术

[0002] 随着光伏发电的规模化发展和科学技术的快速进步,各家电力企业都在考虑如何降低光伏系统的发电成本,以此来提高在竞价上网与平价上网时代的核心竞争力。光伏电缆成本在整个光伏系统成本中占比约为5%,降低电缆成本也是光伏电站设计的主要目标之一。

[0003] 近年来,为了降低电缆成本,部分学者提出改变组件之间的接线方式以降低系统静态投资成本。然而,目前光伏组件布局方法的选择也仅是从降低线缆成本上进行考虑,忽略了其他发电量因素,例如,目前主流的C字型光伏组件接线方法可减少组件之间接线电缆长度的四分之一,但是其未能考虑该接线方法为光伏系统发电带来的其他不利影响,组件与组件之间容易出现被遮挡的情况,这就会对整个光伏系统造成严重的发电量损失。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种光伏组件布局方法和装置,以综合考虑线缆连接方式和组件布局方式对发电成本造成的影响,优化光伏组件的布局方案,降低光伏电站的度电成本。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种光伏组件布局方法,该光伏组件布局方法包括:

[0006] 确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息,所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息,每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

[0007] 从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0008] 可选地,各光伏支架的光伏组件的总排数信息为 m ,所述光伏组件的容配比信息包括 n_1 、 n_2 、 \dots 、 n_x ,其中, n_1 为各光伏支架的光伏组件的最小容配比, n_x 为各光伏支架的光伏组件的最大容配比;

[0009] 所述确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息包括:

[0010] 步骤a) 将所述线缆连接信息设为 i ,所述配置参数信息设为 n_1 ,其中, $1 \leq i \leq m$;

[0011] 步骤b) 根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息,生成至少一组组件布局信息;

[0012] 步骤c) 更新所述配置参数信息,并根据所述线缆连接信息和更新后的配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,更新后的配置参数信息为 n_2 ;

[0013] 重复执行步骤c),直至更新后的配置参数信息为 n_x 为止。

[0014] 可选地,所述从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息包括:

[0015] 从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低以及次低的组件布局信息及其容配比信息;

[0016] 以设定步长将度电成本最低以及次低的组件布局信息对应的容配比信息构成的容配区间进行划分,其中,所述容配区间内包括至少三个容配比信息;

[0017] 确定所述容配区间内的至少三个所述容配比信息对应的组件布局信息;

[0018] 从至少三个所述容配比信息对应的组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0019] 可选地,所述确定度电成本包括:

[0020] 根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组件的发电量;

[0021] 根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资;

[0022] 根据所述光伏组件的发电量、所述项目初始投资、固定资产残值、折现率、光伏电站寿命、运营成本、利息以及折旧确定光伏组件的度电成本。

[0023] 可选地,所述光伏组件的损失值包括阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失、温度损失和灰尘损失。

[0024] 可选地,所述根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组件的发电量包括:

[0025] 根据太阳光的角度信息、光伏组件的排数信息、角度信息、长度信息、光伏支架的间距信息和所述光伏组件的辐射值确定所述阴影辐射损失;

[0026] 根据所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失,并确定所述直流线损和所述弱光损失;

[0027] 根据所述光伏组件的辐射值、所述阴影辐射损失、所述阴影电学损失、所述直流线损、所述弱光损失、所述温度损失、所述灰尘损失和所述装机功率确定光伏组件的发电量。

[0028] 可选地,所述根据所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失包括:

[0029] 根据光伏组件的短路电流、最大功率点电流、开路电压、最大功率点电压、工作电流、光伏组件温度、所述辐射值以及所述太阳光的角度信息确定光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率;

[0030] 根据所述光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率确定光伏组件的总阴影损失;

[0031] 根据所述光伏组件的总阴影损失和所述阴影辐射损失确定所述阴影电学损失。

[0032] 可选地,所述一级线缆成本包括:线缆单价成本、穿管单价成本和施工成本。

[0033] 可选地,所述度电成本计算为:

$$[0034] \quad LCOE = \frac{I_0 - \frac{V_R}{(1+io)^n} + \sum_{n=1}^{25} \frac{A_n + P_n + D_n}{(1+io)^n}}{\sum_{n=1}^{25} Q_n}$$

[0035] 其中,LCOE为所述度电成本, I_0 为所述项目初始投资, V_R 为固定资产残值, io 为折现

率, n 为光伏电站寿命, A_n 为光伏电站第 n 年的运营成本, P_n 为光伏电站第 n 年的利息, D_n 为光伏电站第 n 年的折旧, Q_n 为光伏电站的所述发电量。

[0036] 第二方面, 本发明实施例还提供了一种光伏组件布局装置, 该光伏组件布局装置包括:

[0037] 布局信息生成模块, 用于确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息, 并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息, 生成至少一组组件布局信息, 其中, 所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息, 所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息, 每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

[0038] 布局信息确定模块, 用于从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0039] 本发明实施例提供了一种光伏组件布局方法和装置, 该光伏组件布局方法包括: 确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息, 并根据线缆连接信息和配置参数信息, 生成至少一组组件布局信息, 从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息, 能够基于光伏组件不同的线缆连接方式, 确定光伏组件不同容配比对应的光伏组件倾角、方位角、光伏支架高度及间距等参数, 并从中选取度电成本最低的一组组件布局方案, 解决了现有技术仅考虑电缆成本, 未考虑其他发电量因素对光伏系统造成严重发电量损失的技术问题, 综合考虑了线缆连接方式和组件布局方式对发电成本造成的影响, 优化了光伏组件的布局方案, 降低了光伏电站的度电成本。

附图说明

[0040] 图1是本发明实施例提供的一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0041] 图2是现有技术中的一种光伏组件的接线示意图;

[0042] 图3是现有技术中的另一种光伏组件的接线示意图;

[0043] 图4是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0044] 图5是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0045] 图6是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0046] 图7是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0047] 图8是本发明实施例提供的一种光伏组件的结构示意图;

[0048] 图9是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图;

[0049] 图10是本发明实施例提供的一种光伏组件布局装置的模块结构示意图;

[0050] 图11是本发明实施例提供的一种终端的结构示意图。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是, 此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明, 而非对本发明的限定。另外还需要说明的是, 为了便于描述, 附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0052] 图1是本发明实施例提供的一种光伏组件布局方法的流程示意图, 本实施例可适用于优化光伏系统中光伏组件的接线方式和配置参数的情况, 该光伏组件布局方法可以由

光伏组件布局装置执行,该光伏组件布局装置可以采用软件和/或硬件的方式实现,该光伏组件布局装置可配置于电子设备中,例如服务器或终端设备,典型的终端设备包括移动终端,具体包括手机、电脑或平板电脑等。如图1所示,该光伏组件布局方法具体可以包括:

[0053] S110、确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0054] 其中,线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息,配置参数信息包括光伏组件的容配比信息,每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息。

[0055] 具体地,线缆连接信息可以包括各光伏支架的光伏组件的连接方式,其中,每个光伏支架上均设置有多排光伏组件,实际进行光伏组件布局时,可以将至少一排光伏组件连为一串,线缆连接信息具体可以包括能够连接为同一串的光伏组件的排数。配置参数信息可以是光伏电站中各光伏支架的光伏组件和对应的逆变器等设备的配置参数信息,具体可以包括容配比信息,该容配比信息包括容配比,容配比可以是光伏组件的装机功率和光伏组件配备的逆变器的装机功率的比值。组件布局信息可以是各光伏支架上光伏组件的布局信息,以及各光伏支架之间的布局信息,具体可以包括各光伏支架的高度信息、各支架之间的间距信息和光伏组件所在平面的角度信息,例如光伏组件所在平面和水平面的夹角信息。示例性地,可以根据连接为同一组串的光伏组件的排数和光伏组件的容配比对光伏支架的高度、各支架之间的间距和光伏组件所在平面的角度进行排列组合式的设计,确定多组可实施的不同组件布局方案。

[0056] S120、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0057] 具体地,度电成本(Levelized Cost of Energy, LCOE)可以是光伏电站成本的评价指标,能够体现光伏电站的建设、运维和发电成本,度电成本越低,光伏电站的整体经济效益越好。示例性地,可以分别计算每组组件布局信息对应的度电成本,从中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息,根据最终组件布局信息对光伏电站中的光伏支架及其对应的光伏组件进行布设,确定连接为同一组串的光伏组件的排数信息、光伏组件的容配比信息、各光伏支架的高度信息、各支架之间的间距信息和光伏组件所在平面的角度信息。

[0058] 由于光伏组件的线缆连接信息决定了光伏组件的线缆连接方式及位置分布情况,配置参数信息中的容配比决定了光伏组件的发电情况,组件布局信息决定了光伏组件的倾角以及光伏支架的高度和间距,结合上述因素即可确定光伏组件之间是否存在遮挡,从而可知太阳光照对其发电量的影响情况,这样在考虑组件接线方式的基础上,还综合考虑了配置参数和组件布局对光照条件和发电量的影响,以选出最优的布局方案,降低度电成本。

[0059] 图2是现有技术中的一种光伏组件的接线示意图,图2所示意的接线方法具体为一种“一字型”的光伏组件的接线方法,将一排中的相邻组件首尾相连,最后一个组件的端子引出长导线到组串首段,形成两个组串,一排光伏组件对应一个组串。图3是现有技术中的另一种光伏组件的接线示意图。图3所示意的接线方法具体为一种“C字型”的光伏组件的接线方法,将上下两排光伏组件连接为同一组串,相邻组件首尾相连,末端的组串引出长导线到组串首段,形成两个组串,两排光伏组件对应一个组串。现有技术通常采用“C字型”的接

线方法,并在光伏电站布局时仅考虑光伏组件接线方法的因素,虽然“C字型”的接线方法相对于“一字型”的接线方法可以在一定程度上缩短线缆,并降低线缆成本,但是未能耦合相关的发电量因素,未考虑到光伏组件的倾角和光伏支架的高度和间距造成的光照情况不同,组件可能被遮挡的情况,如果部分光伏组件被遮挡,接收光照强度低,那么由于木桶效应,就会对整个组串造成一定的发电量损失。

[0060] 现有技术的具体实例例如,在格尔木地区建立的1.1MW光伏系统模型,容配比为1.1,每个组串有24个组件,组件为330W,则组串个数为138个,组件为上下两排布置,接线方式分别选用“一字型”与“C字型”两种接法。经统计,每两个组串,“一字型”比“C字型”接法多接入22m的4mm²线缆,以4mm²线缆材料及施工费为5元/m计算。 $138 \times 22 \times 5 \times 1.1 / 2 = 8349$ 元,折算到单瓦成本为:0.00759元/W。

[0061] 表1不同接线方式对应的度电成本计算表格1

类型	倾角°	间距 m	首年等效小时 (h)	系统单瓦成本 (元/W)	度电成本 (元/度)
一字型	38	7.8	1938	4.00759	0.2479
C字型	38	7.8	1918	4	0.2498

[0063] 由上表计算可得,虽然“C字型”接线其投资成本相对较低,但由于“木桶效应”会造成其发电量偏低,造成“C字型”接线其度电成本要高于“一字型”接线方式。因此,现有技术中仅考虑光伏组件接线成本高低的组件布局方式会造成发电量损失。

[0064] 本发明实施例提供了一种光伏组件布局方法,该光伏组件布局方法包括:确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息,能够基于光伏组件不同的线缆连接方式,确定光伏组件不同容配比对应的光伏组件倾角、方位角、光伏支架高度及间距等参数,并从中选取度电成本最低的一组组件布局方案,解决了现有技术仅考虑电缆成本,未考虑其他发电量因素对光伏系统造成严重发电量损失的技术问题,综合考虑了线缆连接方式和组件布局方式对发电成本造成的影响,优化了光伏组件的布局方案,降低了光伏电站的度电成本。

[0065] 图4是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图。本实施例在上述技术方案的基础上,进一步优化了上述组件布局信息的生成方法。相应地,如图4所示,该光伏组件布局方法具体包括:

[0066] S210、将线缆连接信息设为*i*,配置参数信息设为*n*₁。

[0067] 其中, $1 \leq i \leq m$ 。各光伏支架的光伏组件的总排数信息为*m*,光伏组件的容配比信息包括*n*₁、*n*₂、...、*n*_{*x*},其中,*n*₁为各光伏支架的光伏组件的最小容配比,*n*_{*x*}为各光伏支架的光伏组件的最大容配比。

[0068] 具体地,线缆连接信息*i*可以是连接为同一组串的光伏组件的排数信息。例如,参考图2,该接线方案下连接为同一组串的光伏组件的排数为1;参考图3,该接线方案下连接为同一组串的光伏组件的排数为2。*i*可以在1和光伏组件总排数*m*之间取整数值。*n*₁、*n*₂、...、*n*_{*x*}可以是光伏组件的容配比,*n*₁-*n*_{*x*}的取值可以结合光伏电站的发电量需求进行人为设定,选取多个容配比。

[0069] S220、根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0070] 示例性地,容配比可以先取为 n_1 ,根据 n_1 值确定线缆连接信息 i 对应的光伏支架的高度、光伏支架的间距和光伏组件的角度所有可能取值的多组排列组合,每组组合对应一组组件布局信息,例如, $i=1$ 时,可以确定 $i=1$ 的接线方式对应的至少一组组件布局信息, $i=m$ 时,可以确定 $i=m$ 的接线方式对应的至少一组组件布局信息,以此类推,可以根据 i 的取值确定其各自对应的至少一组组件布局信息。

[0071] S230、更新配置参数信息,并根据线缆连接信息和更新后的配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。其中,更新后的配置参数信息为 n_2 。

[0072] 示例性地,可以将容配比值进行递增,取容配比值为 n_2 ,参照S220,生成 n_2 和不同 i 值分别对应的至少一组组件布局信息。

[0073] S240、判断当前容配比信息中的容配比是否小于最大容配比。

[0074] 若是,则重复执行S230,直至更新后的配置参数信息为 n_x 为止。若否,则执行S250。

[0075] 示例性地,可以判断当前容配比是否小于 n_x ,若当前容配比小于 n_x ,例如当前容配比为 n_2 , $n_2 < n_x$,则执行S230,将容配比值进行递增,取容配比值为 n_3 ,并参照S220,生成 n_3 和不同 i 值分别对应的至少一组组件布局信息。重复执行S230,直至当前容配比为 n_x ,在此过程中,根据不同的线缆连接信息 i 、容配比、光伏支架的高度、光伏支架的间距和光伏组件的角度生成了五维参数的排列组合,遍历了所有可能的光伏组件布局情况。

[0076] S250、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0077] 这样能够根据每种线缆连接信息和每种配置参数信息遍历所有可实施的组件布局情况,从而得到各影响光伏电站发电量因素的参数组合方案,在考虑线缆连接方式的基础上综合考虑发电量因素来确定多种组件布局方案。

[0078] 图5是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图。本实施例在上述技术方案的基础上,进一步优化了上述最终组件布局信息的确定方法。相应地,如图5所示,该光伏组件布局方法具体包括:

[0079] S310、确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0080] S320、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低以及次低的组件布局信息及其容配比信息。

[0081] 具体地,分别计算每组组件布局信息对应的度电成本,并确定度电成本最低一级此地的组件布局信息及其容配比信息。

[0082] S330、以设定步长将度电成本最低以及次低的组件布局信息对应的容配比信息构成的容配区间进行划分。其中,容配区间内包括至少三个容配比信息。

[0083] 示例性地,可以根据罗尔定理,将度电成本最低以及次低的组件布局信息对应的容配比信息组成容配区间,例如(1.1-1.2),并根据设定步长通过二分法将容配区划分成至少三份,例如,设定步长可以是0.01,即以1.1为起点,以0.01为步长,逐步增至1.2,从而得到多个容配比信息。

[0084] S340、确定容配区间内的至少三个容配比信息对应的组件布局信息。

[0085] 例如,可以分别求取(1.1-1.2)的容配区间内按照设定步长划分得到的每个容配值对应的组件布局信息,根据容配值确定其对应的光伏支架的高度、光伏支架的间距和光

伏组件的角度所有可能取值的多组排列组合,每组组合对应一组组件布局信息。

[0086] S350、从至少三个容配比信息对应的组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0087] 示例性地,可以计算S340中得到的每组组件布局信息的度电成本,并确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0088] 这样能够在度电成本最低的布局方案对应的容配比区间内重新进行光伏组件布局,确定重新布局后的方案中度电成本最低的方案为最终光伏组件布局方案,从最优容配比对应的发电量情况的角度进一步优化了光伏组件布局方案,降低了度电成本。

[0089] 图6是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图。本实施例在上述技术方案的基础上,进一步优化了上述度电成本的确定方法。相应地,如图6所示,该光伏组件布局方法具体包括:

[0090] S410、确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0091] S420、根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组件的发电量。

[0092] 具体地,光伏组件的辐射值可以是太阳光对光伏组件斜面的总辐射值。损失值可能是由于上下排光伏组件之间存在遮挡以及相邻光伏支架之间存在遮挡而产生阴影,造成的总体辐射损失和发电量损失。装机功率可以是光伏组件的装机功率,即额定功率。根据太阳光对光伏组件的辐射值、组件和支架存在遮挡产生阴影造成的损失值,以及光伏组件的装机功率,可以确定光伏组件的发电量。

[0093] S430、根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资。

[0094] 具体地,项目初始投资可计算为:

$$[0095] \quad I_0 = M_1 + M_2$$

[0096] 其中, I_0 为项目初始投资, M_1 为一级线缆成本, M_2 为额外投资成本。

[0097] 一级线缆成本可以是连接各光伏组件的线缆的成本,额外投资成本可以是除一级线缆成本之外,光伏电站的其他成本,例如,额外投资成本可以是逆变器成本、光伏组件成本等成本的总和。

[0098] S440、根据光伏组件的发电量、项目初始投资、固定资产残值、折现率、光伏电站寿命、运营成本、利息以及折旧确定光伏组件的度电成本。

[0099] 示例性地,可以根据光伏组件设定周期内的发电量、光伏电站项目的初始投资、光伏电站项目的实际固定资产残值、折现率、光伏电站运行寿命、光伏电站的运营成本、利息以及折旧确定设定周期内光伏组件的度电成本,即设定单位的发电量所花费的成本。

[0100] S450、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0101] 可选地,在上述技术方案的基础上,光伏组件的损失值包括阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失、温度损失、灰尘损失、相对透射率损失、组件质量损失、光致衰减损失、失配损失、逆变器损失、交流线损以及变压器损失。

[0102] 具体地,光伏组件的损失值可以是整个光伏系统的损失值,阴影辐射损失可以是光伏系统中由于上下排光伏组件之间存在遮挡以及相邻光伏支架之间存在遮挡而产生阴影,造成的太阳光对光伏组件的辐射值的损失,阴影电学损失可能是由于阴影造成的光伏

系统的发电损失,直流线损可以是存在直流线缆造成的光伏系统的线缆损耗,弱光损失可以是光伏系统中组件在弱光条件下电能转换效率降低带来发电量的损失,温度损失可以是由于气温引起的光伏系统中各组件的发电损失,灰尘损失可以是由于光伏系统中各组件表面堆积的灰尘引起的发电损失,相对透射率损失可以是太阳入射角在不同角度下,光伏组件的效率变化引起的发电损失,组件质量损失可以是组件生产厂商在生产组件时,其组件功率会在其预设的功率下有所偏差,从而引起发电损失,光致衰减损失可以是光伏组件在出厂后经过光照及环境导致老化所引起的发电损失,失配损失可以是串联失配及并联失配所引起的发电损失,逆变器损失可以是逆变器效率及逆变器过载所引起的发电损失,交流线损可以是存在交流线缆所引起的发电损失,变压器损失可以是空载损失以及负载损耗所引起的发电损失。

[0103] 这样能够综合考虑光照条件、电学阴影损失、线损以及线缆成本的影响,在光伏电站项目的系统成本与组件的发电量之间寻求平衡点,进而确定最低度电成本对应的组件布局方式。

[0104] 图7是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图。本实施例在上述技术方案的基础上,进一步优化了上述光伏组件发电量的确定方法。相应地,如图7所示,该光伏组件布局方法具体包括:

[0105] S510、确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0106] S520、根据太阳光的角度信息、光伏组件的排数信息、角度信息、长度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的辐射值确定阴影辐射损失。

[0107] 图8是本发明实施例提供的一种光伏组件的结构示意图。图8示意性的示出了三个相邻的光伏组件10接受太阳入射光线12照射的情况,如图8所示,具体地,太阳光的角度信息包括太阳高度角、太阳入射边界角 γ 、太阳入射角 θ ,其中,太阳高度角可以是太阳入射光线12和地平面之间的夹角,太阳入射边界角可以是连接太阳所在方位和光伏组件10边界的直线与地平面之间的夹角,太阳入射角 θ 可以是太阳入射光线12和光伏组件10的垂直法线之间的夹角。光伏组件的角度信息可以是光伏组件10与地平面之间的夹角 α ,光伏组件10的长度信息可以是光伏组件边界的长度L,光伏支架的间距信息可以是相邻两个光伏支架的间距D。

[0108] 太阳高度角可计算为:

$$[0109] \quad \sinh = \sin \varphi \sin \varepsilon + \cos \varphi \cos \varepsilon \cos \omega$$

$$[0110] \quad \varepsilon = 23.45^\circ \cdot \sin[360 \cdot (284+n)/365]$$

$$[0111] \quad \omega = 15^\circ \cdot (12-t)$$

$$[0112] \quad t \in [0, 24h]$$

[0113] 其中,h为太阳高度角, φ 为地理纬度角, ε 为赤纬角,n为从1月1日记起,该日为一年中的第n天, ω 为太阳时角,t为一天中的时刻。

[0114] 太阳入射角 θ 可计算为:

$$[0115] \quad \cos \theta = \cos \alpha \sinh + \sin \beta \cosh \cos (\psi - A)$$

[0116] 其中, ψ 为太阳方位角,A是光伏组件的方位角,具体可以是光伏组件10在地平面的投影与正南方向的夹角,方位角从正南算起,向西为正,向东为负。

[0117] 太阳入射边界角 γ 可计算为:

$$[0118] \quad \gamma = \arctan \frac{L \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\psi - A)}{D - L \cdot \cos \alpha}$$

[0119] 令,

$$[0120] \quad l_1 = \sqrt{\left(\frac{D - L \cos \alpha}{\cos(\psi - A)}\right)^2 + (L \sin \alpha)^2}$$

$$[0121] \quad l_2 = \sqrt{(D - L \cos \alpha)^2 + (L \sin \alpha)^2}$$

$$[0122] \quad l_3 = (D - L \cos \alpha) \tan(\psi - A)$$

$$[0123] \quad \eta = \arccos \left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_1 l_2} \right)$$

[0124] 其中, l_1 、 l_2 、 l_3 均为常数, η 为太阳光线在光伏组件上产生阴影的临界入射角,若太阳入射角 $\theta < \eta$,则太阳入射光不会在光伏组件产生阴影,若太阳入射角 $\theta > \eta$,则会产生阴影。

[0125] 产生阴影时,可以根据上述光伏组件边界的长度 L 、光伏组件 l_0 与地平面之间的夹角 α 、太阳入射边界角 γ 和太阳入射角 θ 等确定阴影长度 S ,或直接通过光伏方阵软件进行计算。

[0126] 示例性地,阴影辐射损失可计算为:

$$[0127] \quad J_1 = \sum 1 - [((R - i) \cdot L \cdot G_t + (i \cdot L - i \cdot L' - S)) \cdot G_{t1} + k_i \cdot R \cdot L \cdot G_{t2}] / (R \cdot L \cdot G_t)$$

[0128] 其中, J_1 为阴影辐射损失, R 为光伏组件的总排数, i 为连接为同一组串的光伏组件的排数, G_t 为光伏组件的辐射值, L 为光伏组件边界的长度, L' 为相邻排的光伏组件之间的间距, S 为相邻光伏支架上的光伏组件由于遮挡产生的阴影长度(参见图8), G_{t1} 为太阳光对光伏组件的直射辐射, G_{t2} 为太阳光对光伏组件的散射辐射, k_i 为阴影影响的散射辐射程度。其中, $G_t = G_{t1} + G_{t2}$, G_{t1} 和 G_{t2} 可根据太阳光在各个时刻的光照强度进行确定,或直接通过光伏方阵软件进行计算, k_i 可以根据阴影长度 S 和阴影的深浅程度进行确定,或直接通过光伏方阵软件进行计算。

[0129] S530、根据阴影辐射损失确定阴影电学损失,并确定直流线损和弱光损失。

[0130] 具体地,阴影电学损失可计算为:

$$[0131] \quad J_2 = J_{\text{总}} - J_1$$

[0132] 其中, J_2 为阴影电学损失, $J_{\text{总}}$ 为光伏组件的总阴影损失, J_1 为阴影辐射损失。

[0133] 直流线损可计算为:

$$[0134] \quad J_3 = \frac{P_{\Omega}}{P_{\text{额}}}$$

$$[0135] \quad P_{\Omega} = I_i^2 \cdot R_i$$

$$[0136] \quad R_i = \rho \frac{L_i}{S_i}$$

[0137] 其中, J_3 为直流线损, P_{Ω} 为欧姆功率损失, $P_{\text{额}}$ 为光伏组件的额定功率, R_i 为连接光伏组件的线缆的电阻, ρ 为电阻率, L_i 为线缆的长度, S_i 为线缆的横截面积。

[0138] S540、根据光伏组件的辐射值、阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失、温度损失、灰尘损失和装机功率确定光伏组件的发电量。

[0139] 具体地,光伏组件系统的发电效率可计算为:

$$[0140] \quad P_R = (1-J_1) * (1-J_2) * \dots * (1-J_n)$$

[0141] 其中, P_R 为光伏组件系统的发电效率, J_1 为阴影辐射损失, J_2 为阴影电学损失, J_3 为直流线损, $J_4 \sim J_n$ 为弱光损失、温度损失、灰尘损失、相对透射率损失、组件质量损失、光致衰减损失、失配损失、逆变器损失、交流线损以及变压器损失, $J_4 \sim J_n$ 对应的各光伏系统损失可通过光伏仿真软件进行计算。

[0142] 光伏电站发电量可计算为:

$$[0143] \quad Q = G_t * [(1-J_1) * (1-J_2) * \dots * (1-J_n)] * P_z$$

[0144] 其中, G_t 为光伏组件的辐射值, P_z 为光伏组件的装机功率, P_z 的大小可以根据容配比进行确定,由于容配比是光伏组件的装机功率和逆变器的装机功率的比值,确定容配比和逆变器的装机功率,即可确定光伏组件的装机功率。

[0145] S550、根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资。

[0146] S560、根据光伏组件的发电量和项目初始投资确定光伏组件的度电成本。

[0147] S570、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0148] 这样能够根据实际的光照条件、光伏组件的接线方式、容配比值和布局信息确定不同组件布局信息对应的实际发电量情况,从而确定度电成本最低的组件布局方案。

[0149] 图9是本发明实施例提供的另一种光伏组件布局方法的流程示意图。本实施例在上述技术方案的基础上,进一步优化了上述阴影电学损失的确定方法。相应地,如图9所示,该光伏组件布局方法具体包括:

[0150] S610、确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息。

[0151] S620、根据太阳光的角度信息、光伏组件的排数信息、长度信息、间距信息和光伏组件的辐射值确定阴影辐射损失。

[0152] S630、根据光伏组件的短路电流、最大功率点电流、开路电压、最大功率点电压、工作电流、光伏组件温度、辐射值以及太阳光的角度信息确定光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率。

[0153] 示例性地,光伏组件的短路电流可计算为:

$$[0154] \quad I_{sc} = I_{sc1} * G_t * (1 + \delta * (T - 25)) / G_{ref}$$

[0155] 其中, I_{sc} 为短路电流, I_{sc1} 为短路电流的标准值, δ 为短路电流温度系数, T 为组件工作温度, $G_{ref} = 1000W/m^2$ 。其中,组件工作温度 T 可以结合实际的温度情况进行确定,对于单面的光伏组件,光伏支架的高度会影响工作温度 T ,根据太阳光的角度信息确定光伏组件的辐射值 G_t 。

[0156] 最大功率点电流可计算为:

$$[0157] \quad I_m = I_{m1} * G_t * (1 + \delta * (T - 25)) / G_{ref}$$

[0158] 其中, I_m 为最大功率点电流, I_{m1} 为最大功率点电流的标准值。

[0159] 开路电压可计算为：

$$[0160] \quad V_{oc} = V_{oc1} * \ln(\exp(1) + b * (G_t - G_{ref}) * (1 - b) * (T - T_{ref}))$$

[0161] 其中, V_{oc} 为开路电压, V_{oc1} 为开路电压的标准值, b 为开路电压温度系数。

[0162] 最大功率点电压可计算为：

$$[0163] \quad V_m = V_{m1} * \ln(\exp(1) + b * (G_t - G_{ref})) * (1 - b * (T - T_{ref}))$$

[0164] 其中, V_m 为最大功率点电压。

[0165] 工作电流可计算为：

$$[0166] \quad I = I_{sc} * M * (1 - C_1 * (\exp(V / (N * C_2 * V_{oc})) - 1))$$

$$[0167] \quad C_2 = (V_m / V_{oc} - 1) / \ln(1 - I_m / I_{sc})$$

$$[0168] \quad C_1 = (1 - I_m / I_{sc}) * \exp(-V_m / (C_2 * V_{oc}))$$

[0169] 其中, M 为光伏组件并联数, N 为光伏组件串联数, C_1 和 C_2 为常数。

[0170] 当光伏组件被遮挡时, 某组件的辐射值由 G_1 变为 G_2 , 期间光伏组件的输出电压和输出电流均有变化, 根据上述算式, 可以得出输出电流 I 和输出电压 V 的函数表达式及曲线, 可通过保持 I 相同, V_1, V_2 随电流变化, 计算光伏组件被遮挡时的输出功率：

$$[0171] \quad P_1 = I * (V_1 + V_2)$$

[0172] 并根据 P_1 的最大值确定光伏组件被遮挡时的最大功率 $P_{1max} = P_1(\max)$ 。

[0173] 当光伏组件未被遮挡时, 多组件串联, 串联数为 N , 光伏组件的输出电流可计算为：

$$[0174] \quad I = I_{sc} * (1 - C_1 * (\exp(V / (N * C_2 * V_{oc})) - 1))$$

[0175] 其中, 电压 V 在0到 V_L 的数值之间变动(其中 V_L 为光伏直流系统最大电压值, 如1000V系统, V_L 为1000V, 1500V系统, V_L 为1500V), 计算光伏组件未被遮挡时的输出功率：

$$[0176] \quad P_2 = I * V$$

[0177] 并根据 P_2 的最大值确定光伏组件未被遮挡时的最大功率 $P_{2max} = P_2(\max)$ 。

[0178] S640、根据光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率确定光伏组件的总阴影损失。

[0179] 光伏组件的总阴影损失 $J_{总}$ 可计算为：

$$[0180] \quad J_{总} = \sum \frac{P_2(\max) - P_1(\max)}{P_2(\max)}$$

[0181] S650、根据光伏组件的总阴影损失和阴影辐射损失确定阴影电学损失, 并确定直流线损和弱光损失。

[0182] S660、根据光伏组件的辐射值、阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失和装机功率确定光伏组件的发电量。

[0183] S670、根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资。

[0184] S680、根据光伏组件的发电量和项目初始投资确定光伏组件的度电成本。

[0185] S690、从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0186] 这样即可综合考虑实际光照条件、光伏组件的接线方式、容配比和布局信息为光伏组件带来的损失, 进而确定不同组件布局信息对应的实际发电量情况, 以得到度电成本最低的组件布局方案。

[0187] 可选地, 在上述技术方案的基础上, 一级线缆成本包括: 线缆单价成本、穿管单价

成本和施工成本。

[0188] 可选地,在上述技术方案的基础上,度电成本可计算为:

$$[0189] \quad LCOE = \frac{I_0 - \frac{V_R}{(1+io)^n} + \sum_{n=1}^{25} \frac{A_n + P_n + D_n}{(1+io)^n}}{\sum_{n=1}^{25} Q_n}$$

[0190] 其中,LCOE为度电成本, I_0 为项目初始投资, V_R 为固定资产残值, io 为折现率, n 为光伏电站寿命, A_n 为光伏电站第 n 年的运营成本, P_n 为光伏电站第 n 年的利息, D_n 为光伏电站第 n 年的折旧, Q_n 为光伏电站的发电量。

[0191] 项目初始投资 I_0 和光伏电站的发电量 Q_n 可以通过本实施例提供的光伏组件布局方法进行确定,固定资产残值 V_R ,折现率 io ,光伏电站寿命 n ,光伏电站第 n 年的运营成本 A_n ,光伏电站第 n 年的利息 P_n ,以及光伏电站第 n 年的折旧 D_n 可以结合实际应用情况进行确定。

[0192] 图10是本发明实施例提供的一种光伏组件布局装置的模块结构示意图。本实施例可适用于优化光伏系统中光伏组件的接线方式和配置参数的情况。如图10所示,该光伏组件布局装置具体可以包括:

[0193] 布局信息生成模块710,用于确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息,并根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息,配置参数信息包括光伏组件的容配比信息,每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

[0194] 布局信息确定模块720,用于从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0195] 本发明实施例所提供的光伏电站布局装置可执行本发明任意实施例提供的光伏电站布局方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0196] 可选地,在上述技术方案的基础上,布局信息生成模块710还用于执行步骤a)将线缆连接信息设为 i ,配置参数信息设为 n_1 ,其中, $1 \leq i \leq m$;步骤b)根据线缆连接信息和配置参数信息,生成至少一组组件布局信息;步骤c)更新配置参数信息,并根据线缆连接信息和更新后的配置参数信息,生成至少一组组件布局信息,其中,更新后的配置参数信息为 n_2 ;重复执行步骤c),直至更新后的配置参数信息为 n_x 为止;其中,各光伏支架的光伏组件的总排数信息为 m ,光伏组件的容配比信息包括 n_1 、 n_2 、 \dots 、 n_x ,其中, n_1 为各光伏支架的光伏组件的最小容配比, n_x 为各光伏支架的光伏组件的最大容配比。

[0197] 可选地,在上述技术方案的基础上,布局信息确定模块720还用于从至少一组组件布局信息中确定度电成本最低以及次低的组件布局信息及其容配比信息;以设定步长将最低以及次低的组件布局信息对应的容配比信息构成的容配区间进行划分,其中,容配区间内包括至少三个容配比信息;确定容配区间内的至少三个容配比信息对应的组件布局信息;从至少三个容配比信息对应的组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0198] 可选地,在上述技术方案的基础上,光伏电站布局装置还包括:

[0199] 度电成本确定模块,用于根据光伏组件的辐射值、损失值和装机功率确定光伏组

件的发电量；根据光伏组件的一级线缆成本和额外投资成本确定项目初始投资；根据光伏组件的发电量和项目初始投资确定光伏组件的度电成本。

[0200] 可选地，在上述技术方案的基础上，光伏组件的损失值包括阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损和弱光损失中的至少一项。

[0201] 可选地，在上述技术方案的基础上，度电成本确定模块还用于根据太阳光的角度信息、光伏组件的排数信息、角度信息、长度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的辐射值确定阴影辐射损失；根据阴影辐射损失确定阴影电学损失，并确定直流线损和弱光损失；根据光伏组件的辐射值、阴影辐射损失、阴影电学损失、直流线损、弱光损失和装机功率确定光伏组件的发电量。

[0202] 可选地，在上述技术方案的基础上，度电成本确定模块还用于根据光伏组件的短路电流、最大功率点电流、开路电压、最大功率点电压和工作电流确定光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率；根据光伏组件被遮挡时的最大功率和未被遮挡时的最大功率确定光伏组件的总阴影损失；根据光伏组件的总阴影损失和阴影辐射损失确定阴影电学损失。

[0203] 可选地，在上述技术方案的基础上，一级线缆成本包括：线缆单价成本、穿管单价成本和施工成本。

[0204] 可选地，在上述技术方案的基础上，度电成本可计算为：

$$[0205] \quad LCOE = \frac{I_0 - \frac{V_R}{(1+io)^n} + \sum_{n=1}^{25} \frac{A_n + P_n + D_n}{(1+io)^n}}{\sum_{n=1}^{25} Q_n}$$

[0206] 其中，LCOE为度电成本， I_0 为项目初始投资， V_R 为固定资产残值， io 为折现率， n 为光伏电站寿命， A_n 为光伏电站第 n 年的运营成本， P_n 为光伏电站第 n 年的利息， D_n 为光伏电站第 n 年的折旧， Q_n 为光伏电站的发电量。

[0207] 图11是本发明实施例提供的一种终端的结构示意图。图11示出了适于用来实现本发明实施方式的示例性设备412的框图。图11显示的设备412仅仅是一个示例，不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0208] 如图11所示，设备412以通用设备的形式表现。设备412的组件可以包括但不限于：一个或者多个处理器416，存储装置428，连接不同系统组件（包括存储装置428和处理器416）的总线418。

[0209] 总线418表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储装置总线或者存储装置控制器，外围总线，图形加速端口，处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。举例来说，这些体系结构包括但不限于工业标准体系结构（Industry Subversive Alliance, ISA）总线，微通道体系结构（Micro Channel Architecture, MAC）总线，增强型ISA总线、视频电子标准协会（Video Electronics Standards Association, VESA）局域总线以及外围组件互连（Peripheral Component Interconnect, PCI）总线。

[0210] 设备412典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被设备412访问的可用介质，包括易失性和非易失性介质，可移动的和不可移动的介质。

[0211] 存储装置428可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质，例如随机存取

存储器 (Random Access Memory, RAM) 430 和/或高速缓存存储器 432。设备 412 可以进一步包括其它可移动/不可移动的、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例,存储系统 434 可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质 (图 11 未显示,通常称为“硬盘驱动器”)。尽管图 11 中未示出,可以提供用于对可移动非易失性磁盘 (例如“软盘”) 读写的磁盘驱动器,以及对可移动非易失性光盘,例如只读光盘 (Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM), 数字视盘 (Digital Video Disc-Read Only Memory, DVD-ROM) 或者其它光介质) 读写的光盘驱动器。在这些情况下,每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与总线 418 相连。存储装置 428 可以包括至少一个程序产品,该程序产品具有一组 (例如至少一个) 程序模块,这些程序模块被配置以执行本发明各实施例的功能。

[0212] 具有一组 (至少一个) 程序模块 442 的程序/实用工具 440, 可以存储在例如存储装置 428 中, 这样的程序模块 442 包括但不限于操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据, 这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块 442 通常执行本发明所描述的实施例中的功能和/或方法。

[0213] 设备 412 也可以与一个或多个外部设备 414 (例如键盘、指向终端、显示器 424 等) 通信, 还可与一个或者多个使得用户能与该设备 412 交互的终端通信, 和/或与使得该设备 412 能与一个或多个其它计算终端进行通信的任何终端 (例如网卡, 调制解调器等等) 通信。这种通信可以通过输入/输出 (I/O) 接口 422 进行。并且, 设备 412 还可以通过网络适配器 420 与一个或者多个网络 (例如局域网 (Local Area Network, LAN), 广域网 (Wide Area Network, WAN) 和/或公共网络, 例如因特网) 通信。如图 11 所示, 网络适配器 420 通过总线 418 与设备 412 的其它模块通信。应当明白, 尽管图中未示出, 可以结合设备 412 使用其它硬件和/或软件模块, 包括但不限于: 微代码、终端驱动器、冗余处理器、外部磁盘驱动阵列、磁盘阵列 (Redundant Arrays of Independent Disks, RAID) 系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0214] 处理器 416 通过运行存储在存储装置 428 中的程序, 从而执行各种功能应用以及数据处理, 例如实现本发明实施例所提供的光伏组件布局方法, 该方法包括:

[0215] 确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息, 并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息, 生成至少一组组件布局信息, 其中, 所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息, 所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息, 每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

[0216] 从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0217] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现如本发明实施例所提供的光伏组件布局方法, 该方法包括:

[0218] 确定各光伏支架的光伏组件的线缆连接信息和配置参数信息, 并根据所述线缆连接信息和所述配置参数信息, 生成至少一组组件布局信息, 其中, 所述线缆连接信息包括连接为同一组串的光伏组件的排数信息, 所述配置参数信息包括光伏组件的容配比信息, 每组组件布局信息均包括光伏支架的高度信息、光伏支架的间距信息和光伏组件的角度信息;

[0219] 从所述至少一组组件布局信息中确定度电成本最低的一组组件布局信息为最终组件布局信息。

[0220] 本发明实施例的计算机存储介质,可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPR0M或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0221] 计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0222] 计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括——但不限于无线、电线、光缆、RF等等,或者上述的任意合适的组合。

[0223] 可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言——诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言——诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或终端上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0224] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

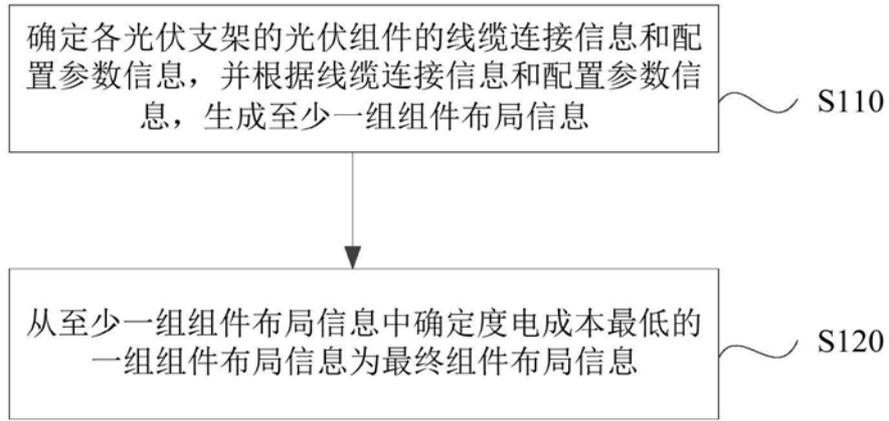


图1

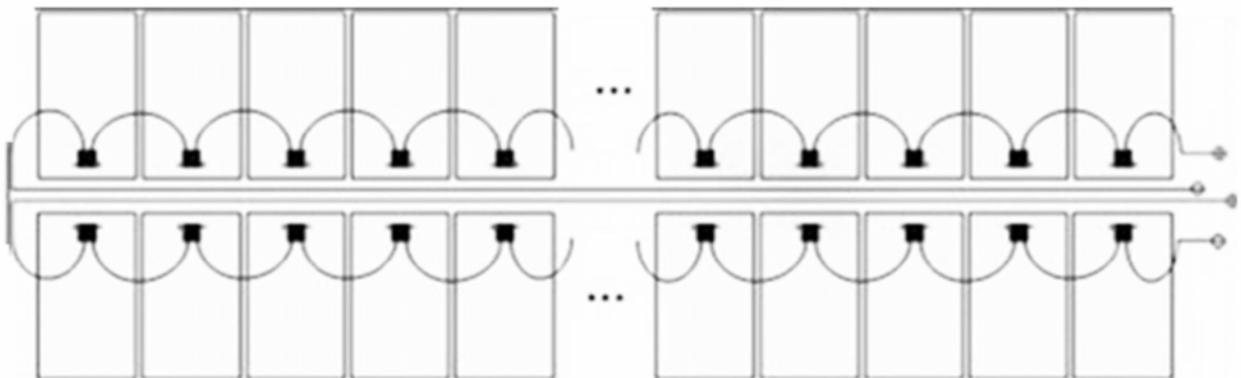


图2

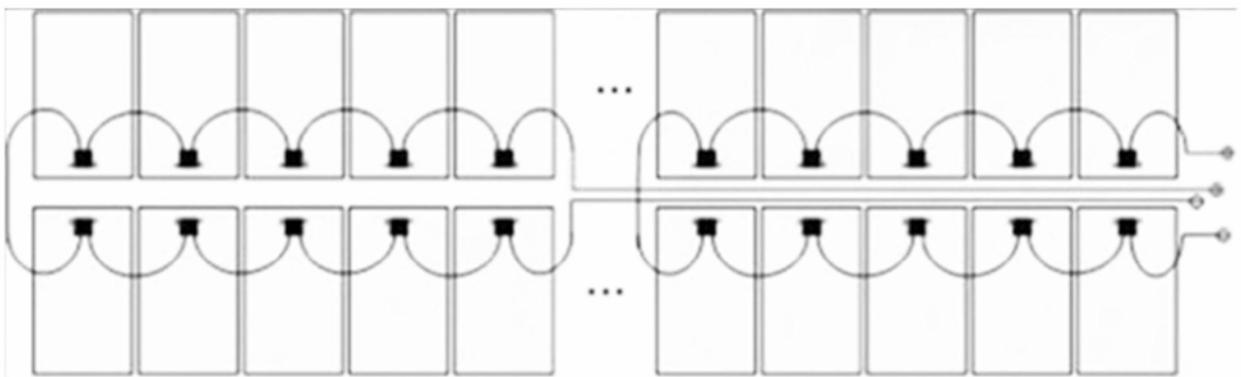


图3

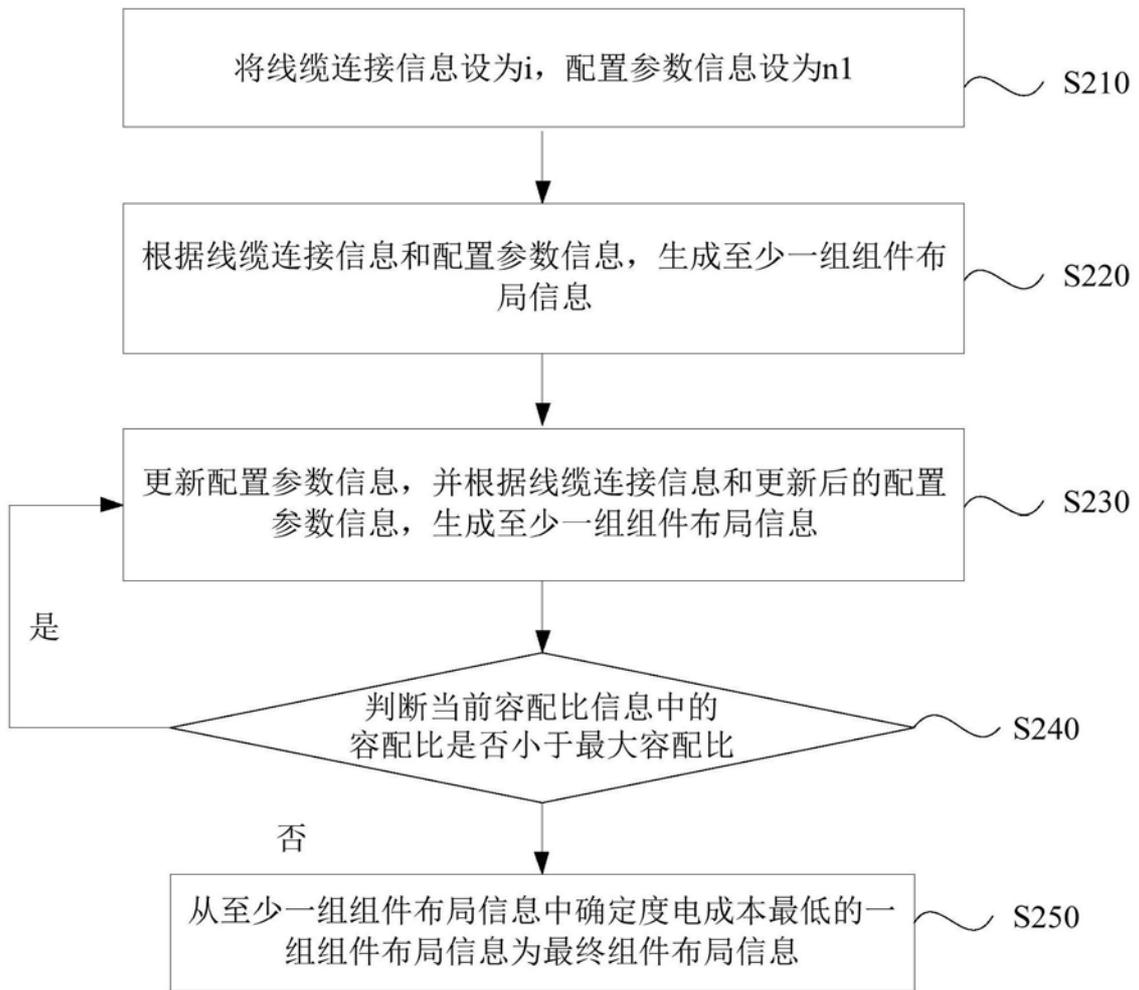


图4

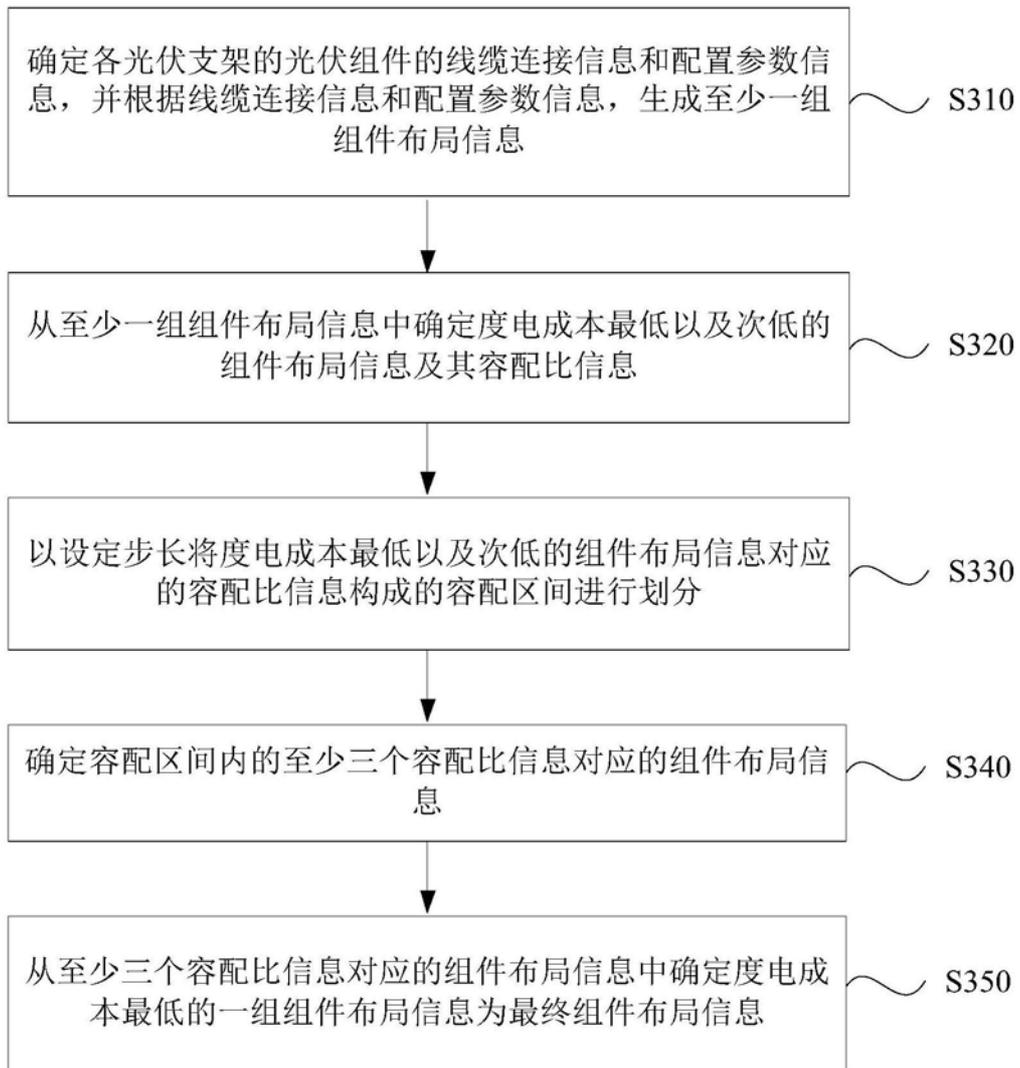


图5

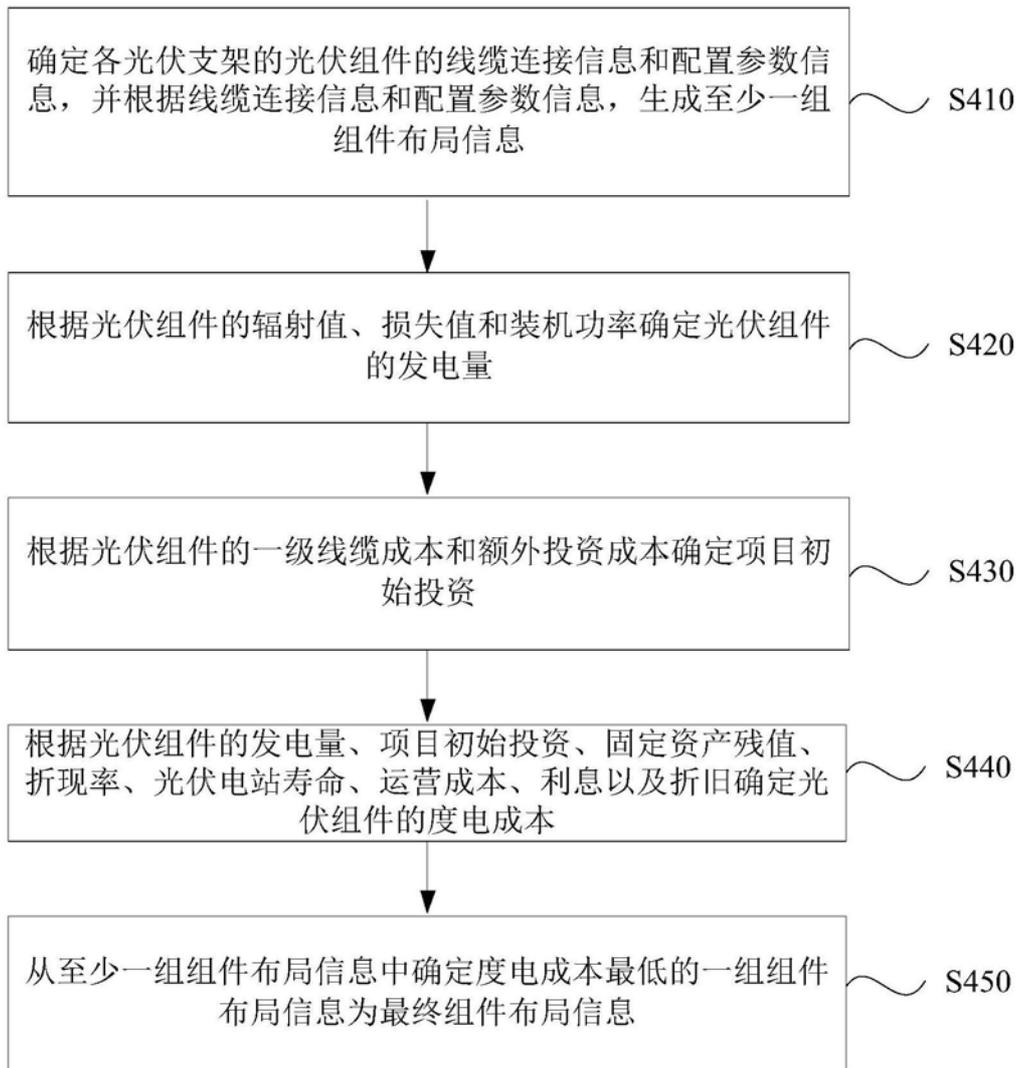


图6

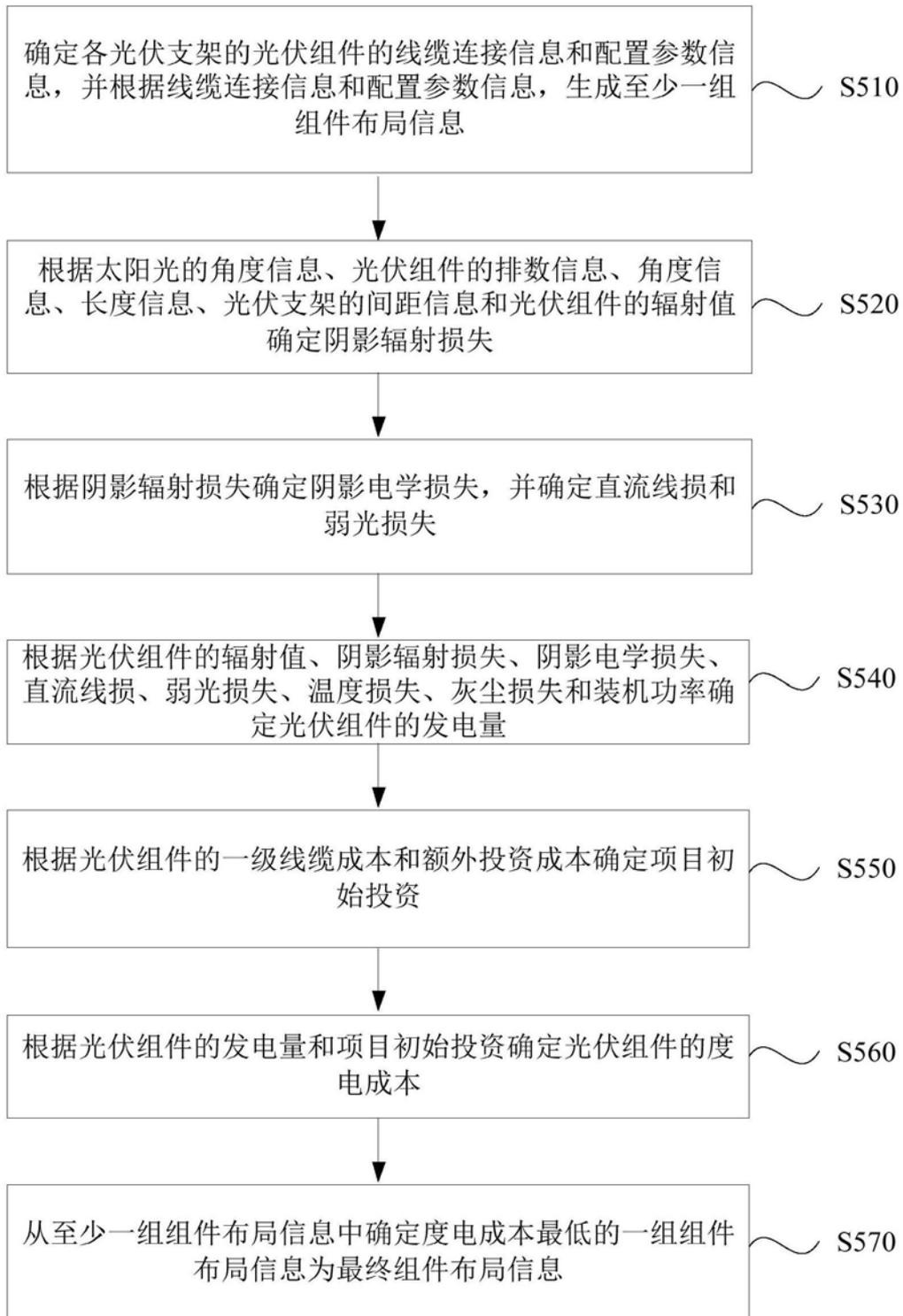


图7

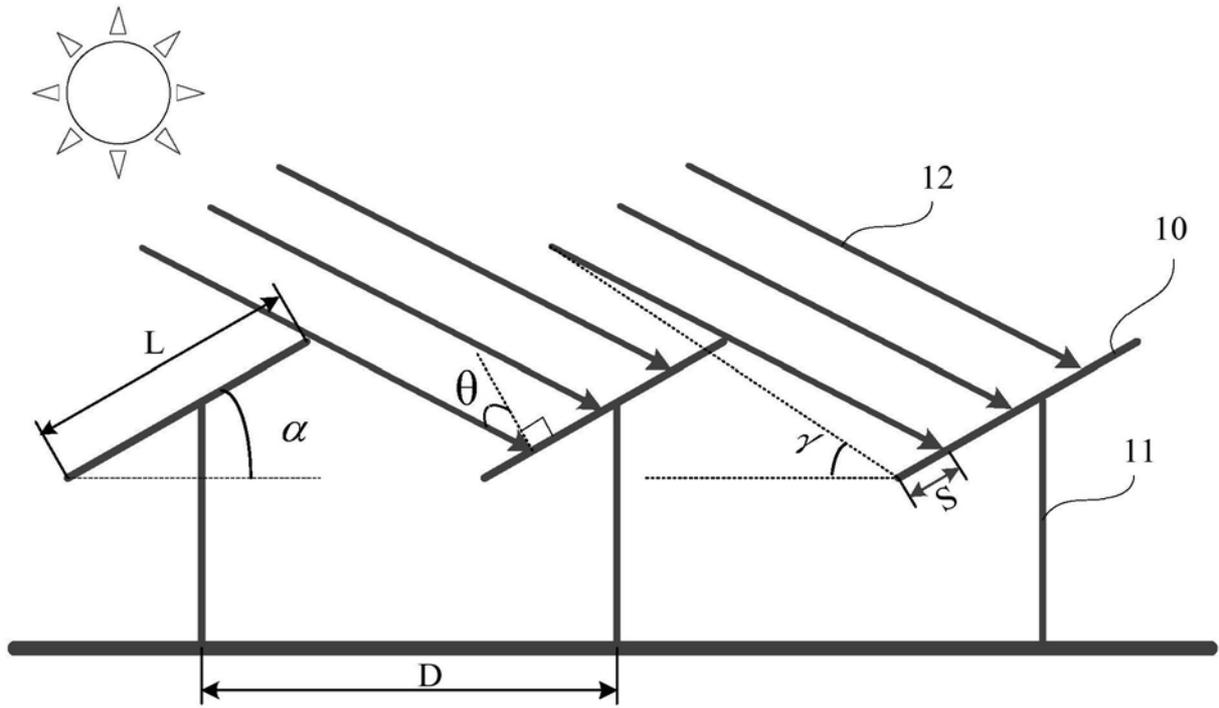


图8

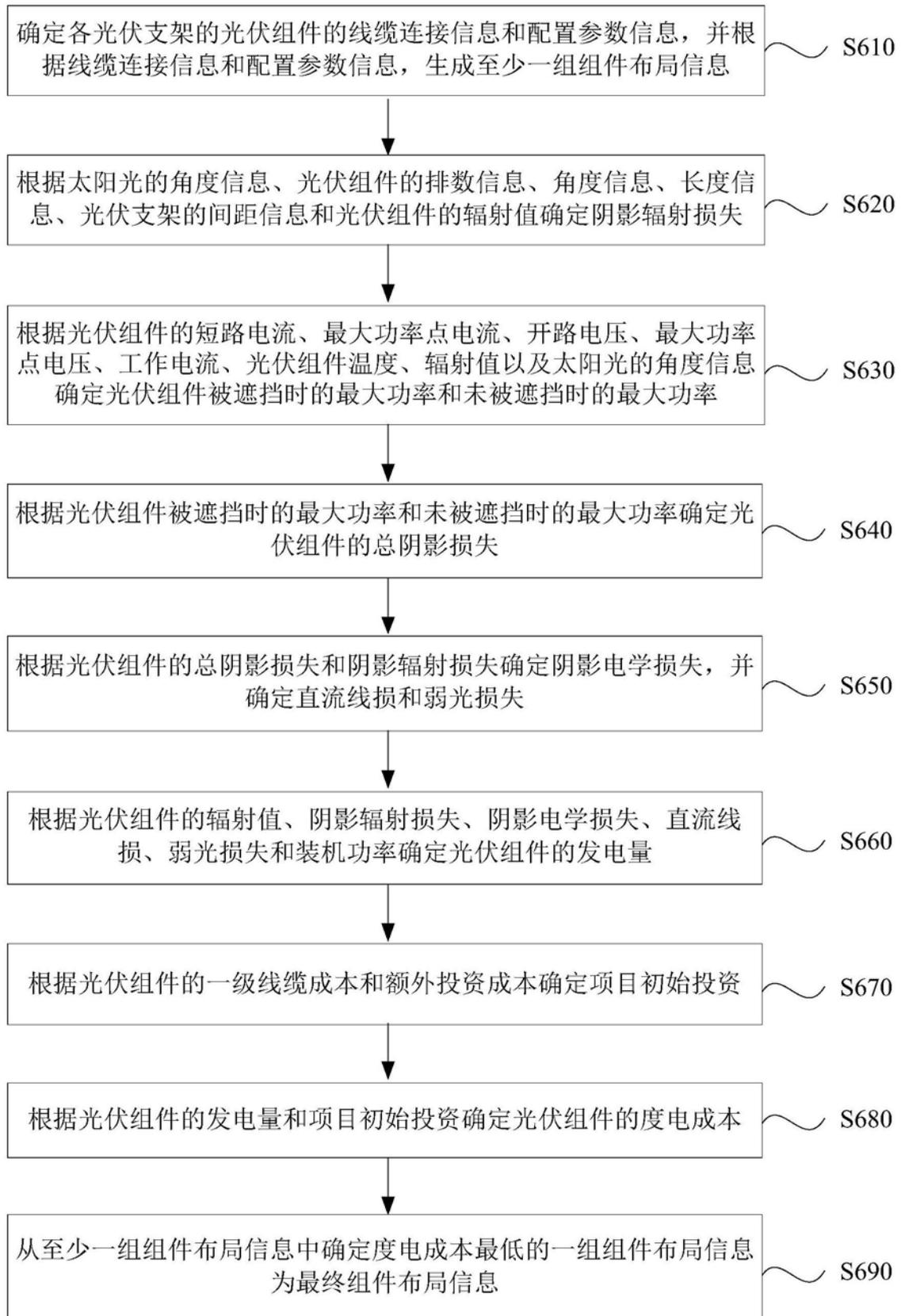


图9



图10

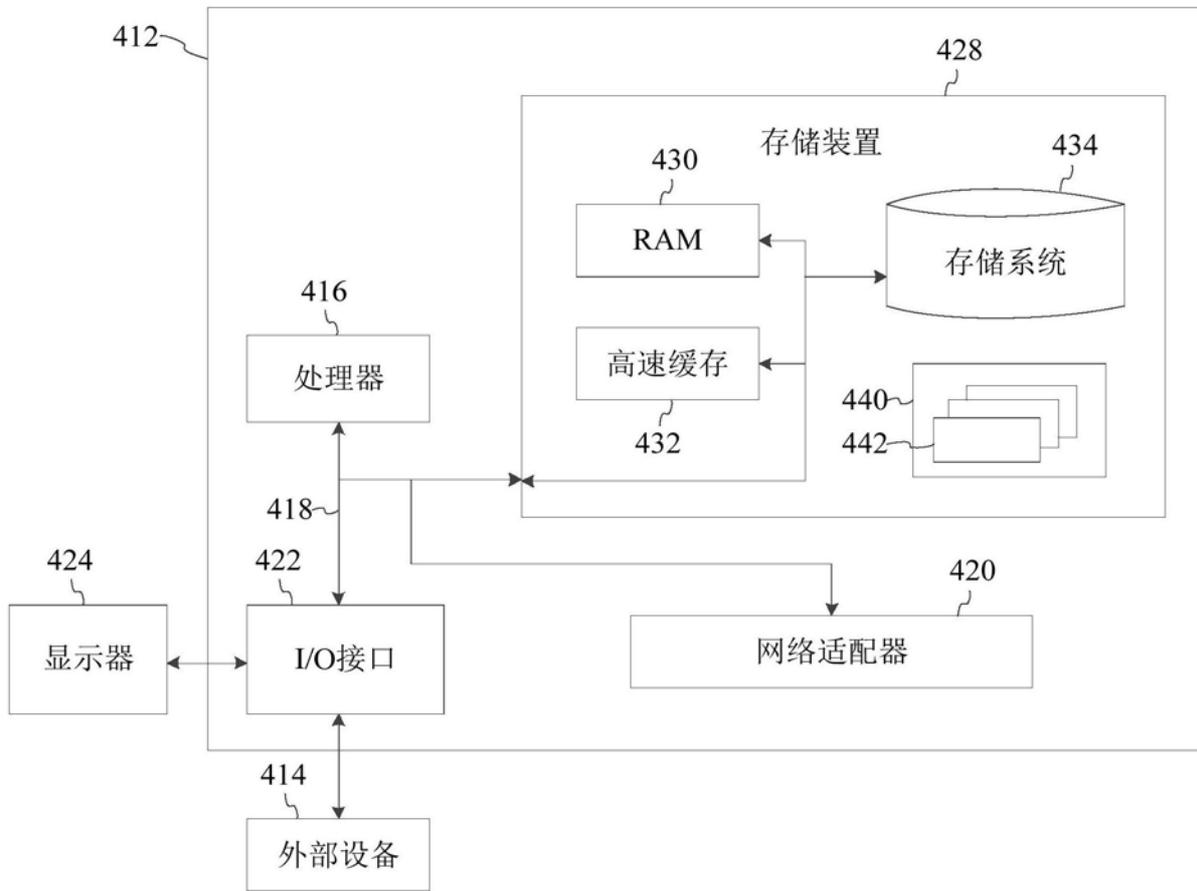


图11