

DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	PCT/CN2021/115916
International filing date:	01 September 2021 (01.09.2021)
Document type:	Certified copy of priority document
Document details:	Country/Office: CN
	Number: 202110793503.9
	Filing date: 14 July 2021 (14.07.2021)
Date of receipt at the International Bureau:	15 October 2021 (15.10.2021)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请文件副本。

申 请 号： 202110793503.9

申 请 类 型： 发明专利

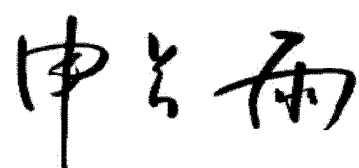
发 明 创 造 名 称： 一种跟踪方法、装置、电子设备以及存储介质

申 请 日： 2021.07.14

申 请 人： 天合光能股份有限公司

发明人或设计人： 孙凯、黄国昆、全鹏、赵明

局长
申长雨



2021 年 10 月 08 日

权 利 要 求 书

1. 一种跟踪方法，其特征在于，包括：

在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型；

根据所述当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据所述第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据当前气象数据和组件的当前发电量，确定当前天气类型，包括：

根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型；其中，所述第一种类型包括雪天和多云天；

若否，则根据当前气象数据，从第二种类型中确定当前天气类型；其中，所述第二种类型包括晴天和阴天。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型，包括：

根据组件的当前发电量，确定发电量离散率；

若所述发电量离散率等于或大于第一离散阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的雪天；

若所述发电量离散率等于或大于第二离散阈值，且在设定时间段内组件的累积发电量和基准发电量之间的差值等于或大于波动阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的多云天。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据当前气象数据，从

第二种类型中确定当前天气类型，包括：

根据当前气象数据，确定直射辐照占比；

若所述直射辐照占比等于或大于第一阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的晴天；

若所述直射辐照占比小于或等于第二阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的阴天；其中，所述第一阈值大于所述第二阈值。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据组件的当前发电量，确定当前天气类型，包括：

根据当前发电量、当前太阳高度角、以及各类型天气的分界线，确定当前天气类型；所述各类型天气的分界线根据历史发电量、太阳高度角和历史气象数据之间的关系确定。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

在逆跟踪阶段，确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息，其中，每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差；

确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差；

根据所述至少两个光伏跟踪支架的基础信息、所述第二高度差、以及光伏跟踪场景的历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据所述第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差，包括：

在垂直相邻光伏跟踪支架上的组件处于无遮挡状态时，根据太阳入射角、

垂直相邻的每个光伏跟踪支架的当前跟踪角度和组件宽度、以及垂直相邻光伏跟踪支架之间的距离，确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，还包括：

若识别到组件的电流从第一数值跳变到第二数值，则确定组件处于无遮挡状态，其中所述第一数值小于所述第二数值；和/或，

若识别到垂直相邻的两个光伏跟踪支架上组件的发电量之差在第二设定范围内，则确定组件处于无遮挡状态。

9. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述根据所述至少两个光伏跟踪支架的基础信息、所述第二高度差、以及光伏跟踪场景的历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的第二目标跟踪角度，包括：

根据所述至少两个光伏跟踪支架的基础信息和所述第二高度差，构建三维阵列地形模型；

根据所述三维阵列地形模型和所述历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标坡角；

基于角度转换模型，将所述目标角度转换为第二目标跟踪角度。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，根据所述三维阵列地形模型和所述历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标坡角，包括：

针对每一光伏跟踪支架，将至少两个光伏跟踪支架中在该光伏跟踪支架垂直方向上的光伏跟踪支架作为辅助光伏跟踪支架；

确定至少两个候选坡角；

根据所述三维阵列地形模型和所述历史气象数据，确定该光伏跟踪支架在每一候选坡角下的第一理论发电量、以及所述辅助跟踪支架在对应候选坡角下

的第二理论发电量；

根据所述第一理论发电量和所述第二理论发电量，确定目标坡角。

11. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，还包括：

对在垂直方向上的光伏跟踪支架进行分组，得到至少两组垂直相邻光伏跟踪支架，其中，所述相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架中包括相同光伏跟踪支架；

根据太阳入射角、所述至少两个光伏跟踪支架的基础信息、以及所述第二高度差，确定至少两组垂直相邻光伏跟踪支架上组件处于无遮挡状态时的理论跟踪角度；

针对每一组垂直相邻光伏跟踪支架，根据该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论跟踪角度和实际跟踪角度，确定该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度；

若相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的调整角度不同，则比较相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度，根据比较结果，确定各组中相邻垂直跟踪支架的实际调整角度，以使跟踪控制器依据所述实际调整角度调整对应的光伏跟踪支架。

12. 一种跟踪装置，其特征在于，包括：

天气类型确定模块，用于在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型；

第一跟踪角度确定模块，用于根据所述当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据所述第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

13. 一种电子设备，其特征在于，包括：

一个或多个处理器；

存储器，用于存储一个或多个程序；

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如权利要求 1-11 中任一项所述的跟踪方法。

14. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求 1-11 中任一项所述的跟踪方法。

说明书

一种跟踪方法、装置、电子设备以及存储介质

技术领域

本发明实施例涉及光伏跟踪技术领域，尤其涉及一种跟踪方法、装置、电子设备以及存储介质。

背景技术

目前，光伏跟踪支架的跟踪算法以天文算法为主，通过调节支架角度使组件垂直于太阳直射辐照，虽然天文算法相对成熟简单，但也存在一些明显不足：只适用于晴天，只能保证组件接收到最大的直射辐照，没有考虑散射辐照影响，不适用于大风、雪天和雨天等天气。因此，亟需可以适用于各种天气的一种智能光伏跟踪方法。

发明内容

本发明提供一种跟踪方法、装置、电子设备以及存储介质，以实现光伏跟踪的智能化。

第一方面，本发明实施例提供了一种跟踪方法，包括：

在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型；

根据所述当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据所述第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现

伏跟踪支架上组件的调整。

第二方面，本发明实施例还提供了一种跟踪装置，包括：

天气类型确定模块，用于在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型；

第一跟踪角度确定模块，用于根据所述当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据所述第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

第三方面，本发明实施例还提供了一种电子设备，包括：

一个或多个处理器；

存储器，用于存储一个或多个程序；

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如本发明任一实施例所提供的跟踪方法。

第四方面，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，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如本发明任一实施例所提供的跟踪方法。

本发明实施例的技术方案，通过在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型，之后根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，提高了不同天气类型的识别准确率，实现了不同天气类型下光伏跟踪支架的跟踪角度的灵活调整，进而提高了光伏跟踪支架上组件的发电量，为智能光伏跟踪提供了一种新思路。

附图说明

图 1A 是本发明实施例一提供的一种跟踪方法的流程图；

图 1B 是本发明实施例一提供的一种不同天气类型下发电量随太阳高度角度变化的散点图；

图 1C 是本发明实施例一提供的一种不同天气类型下水平总辐照随太阳高度角度变化的散点图；

图 2 是本发明实施例二提供的一种跟踪方法的流程图；

图 3A 是本发明实施例三提供的一种跟踪方法的流程图；

图 3B 是本发明实施例三提供的垂直相邻光伏跟踪支架处于无遮挡状态时的示意图；

图 4A 是本发明实施例四提供的一种跟踪方法的流程图；

图 4B 是本发明实施例四提供的一种光伏跟踪支架阵列中某一列的截面示意图；

图 5 是本发明实施例五提供的一种跟踪装置的结构示意图；

图 6 是本发明实施例六提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

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。

实施例一

图 1A 是本发明实施例一提供的一种跟踪方法的流程图，本实施例可适用于在光伏跟踪支架进行跟踪角度调整的情况。该方法可以由跟踪装置来执行，该装置可由软件和/或硬件的方式实现，并可集成于承载跟踪功能的电子设备中，例如服务器中。

如图 1A 所示，该方法具体可以包括：

S110、在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型。

其中，所谓视日跟踪阶段是指一天当中光伏跟踪支架跟随着太阳转动，光伏跟踪支架上的组件正对着太阳的时间段，其中，组件可以是光伏组件。所谓光伏跟踪支架是指配置有跟踪控制器的支架，用于支撑组件以随着太阳的移动而转动的支架，其中，跟踪控制器用于调整组件转动；光伏跟踪支架由若干个垂直柱子和一个横向杆组成，横向杆上配置有若干组件，光伏跟踪支架可以是一个“T”字形；可选的，以光伏跟踪支架上两个端点所在的方向为水平方向。

其中，当前气象数据是指光伏跟踪支架所处场景下的气象数据，包括但不限于水平总辐照、水平直射辐照、水平散射辐照、空气质量数据、空气湿度、风向风力等。天气类型可以包括大风、雪天、多云天、晴天、阴天和雨天。

可选的，可以将当前气象数据输入至预先训练的第一神经网络模型中，第一神经网络模型输出当前天气类型。其中，第一神经网络模型是通过历史气象数据和历史天气类型训练得到的。

可选的，还可以将当前气象数据和至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，输入至预先训练的第二神经网络模型中，第二神经网络模型输出当前天

气类型。其中，第二神经网络模型是通过历史气象数据、至少两个光伏跟踪支架上组件的历史发电量、以及历史天气类型训练得到的。

可选的，根据组件的当前发电量，确定当前天气类型还可以是，根据当前发电量、当前太阳高度角、以及各类型天气的分界线，确定当前天气类型；其中，各类型天气的分界线根据历史发电量、太阳高度角和历史气象数据之间的关系确定。

具体的，可以将一个光伏跟踪支架上组件的一年中每小时级的历史发电量、太阳高度角、以及历史天气类型绘制散点图，通过散点图可以明显看出不同天气类型对应的历史发电量和太阳高度角的分布区域不同。通过散点图，拟合出不同天气类型的分界线函数，分界线函数可以是分段函数。进而将当前发电量和当前太阳高度角，输入至分段函数中，得到对应的当前天气类型。例如，图 1B 给出了某一地区在不同天气类型下发电量随太阳高度角度变化的散点图。

可选的，根据组件的当前气象数据，确定当前天气类型还可以是，根据当前水平总辐照、当前太阳高度角、以及各类型天气的分界线，确定当前天气类型；其中，各类型天气的分界线根据历史水平总辐照、太阳高度角和历史气象数据之间的关系确定。

具体的，可以将一个光伏跟踪支架上组件的一年中每小时级的历史发电量、水平总辐照，以及历史天气类型绘制散点图，通过散点图可以明显看出不同天气类型对应的历史发电量和水平总辐照的分布区域不同。通过散点图，拟合出不同天气类型的分界线函数，分界线函数可以是分段函数。进而将当前水平总辐照和当前太阳高度角，输入至分界函数中，得到当前天气类型。例如，图 1C 给出了某一地区在不同天气类型下水平总辐照随太阳高度角度变化的散点图。

S120、根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

其中，第一目标跟踪角度是指在视日跟踪阶段，光伏跟踪支架所处区域的当前天气类型下，光伏跟踪支架上组件的整体发电量最优时对应所应的跟踪角度。

本实施例中，示例性的，若当前天气类型为大风，则将组件的第一目标跟踪角度设置为第一固定角度，还可以设置为第一预设角度范围，其中，第一固定角度和第一预设角度范围均可由本领域技术人员根据实际情况灵活确定。进而，组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

示例性的，若当前天气类型为雪天，则将组件的第一目标跟踪角度设置为第二固定角度，还可以设置为第二预设角度范围，其中，第二固定角度和第二预设角度范围均可由本领域技术人员根据实际情况灵活确定，第二预设角度范围可以与第一预设角度范围有重合部分。进而，组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

示例性的，若当前天气类型为多云天，则将组件的第一目标跟踪角度设置为比天文角度小设定值的角度，其中，天文角度是根据天文算法确定的，设定值可以由本领域技术人员根据实际情况设定。进一步的，若当前天气类型为多云天，且多云天中云量波动剧烈，则将组件的第一目标跟踪角度设置为天文角度。进而组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支

架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

示例性的，若当前天气类型为晴天，则将组件的第一目标跟踪角度设置为天文角度，其中，天文角度是根据天文算法确定的。进而组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

示例性的，若当前天气类型为阴天，则将组件的第一目标跟踪角度设置为第三固定角度，其中，第三固定角度可由本领域技术人员根据实际情况灵活确定。进而组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

示例性的，若当前天气类型为雨天，则将组件的第一目标跟踪角度设置为第四固定角度。进一步的，考虑到支架组件上的积灰，可对雨天设置一个计时机制，根据项目的空气质量和积灰程度等客观因素，则将组件的第一目标跟踪角度设置为第三预设角度范围，其中，第三预设角度范围可由本领域技术人员根据实际情况灵活确定。进而组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

需要说明的是，第一固定角度、第二固定角度、第三固定角度和第四固定角度，可以相同也可以不同，可以根据光伏跟踪支架所处场景和光伏跟踪支架类型灵活确定。同理，第一预设角度范围、第二预设角度范围和第三预设角度范围，可以由重合部分，也可以没有重合部分，也可以根据光伏跟踪支架所处场景和光伏跟踪支架类型灵活确定。

本发明实施例的技术方案，通过在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型，之后根据当

前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，提高了不同天气类型的识别准确率，实现了不同天气类型下光伏跟踪支架的跟踪角度的灵活调整，进而提高了光伏跟踪支架上组件的发电量，为智能光伏跟踪提供了一种新思路。

实施例二

图 2 是本发明实施例二提供的一种跟踪方法的流程图；在上述实施例的基础上，对“在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型”进一步优化，提供一种可选实时方案。

如图 2 所示，该方法具体可以包括：

S210、根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型；其中，第一种类型包括雪天和多云天。

本实施例中，可选的，在根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型之前，可以根据当前气象数据中的风速数据，确定当前天气是否属于大风；其中，风速数据可以通过风速计测得。具体的，若风速值大于设定风速阈值，则确定当前天气类型为大风。其中，设定风速阈值可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

可选的，若当前天气类型不属于大风，则根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型可以是，根据组件的当前发电量，确定发电量离散率；若发电量离散率等于或大于第一离散阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的雪天；若发电量离散率等于或大于第二离散阈值，且在设定时

间段内组件的累积发电量和基准发电量之间的差值等于或大于波动阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的多云天。

其中，第一离散阈值和第二离散阈值可以由本领域技术人员根据实际情况灵活设定，进一步的，还可以根据组件的历史发电量和历史气象数据确定的；第一离散阈值和第二离散阈值可以相同也可以不同；波动阈值可以由本领域技术人员根据实际情况设定。所谓累积发电量是指在设定时间段内组件的累积的发电量。基准发电量是指假设天气类型为晴天，在设定时间段内组件的累积的发电量。其中，设定时间段可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

具体的，可以根据各光伏跟踪支架上组件的当前发电量的标准差和平均值作商，将作商后的结果作为发电量离散率。若发电量离散率等于或大于第一离散阈值，则当前天气类型属于第一种类型中的雪天。若发电量离散率等于或大于第二离散阈值，且在设定时间段内组件的累积发电量和基准发电量之间的差值等于或大于波动阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的多云天。

S220、若否，则根据当前气象数据，从第二种类型中确定当前天气类型；其中，第二种类型包括晴天和阴天。

本实施例中，若当前天气类型不属于第一种天气类型，则根据当前气象数据，从第二种类型中确定当前天气类型可以是，根据当前气象数据，确定直射辐照占比；若直射辐照占比等于或大于第一阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的晴天；若直射辐照占比小于或等于第二阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的阴天；其中，第一阈值大于第二阈值。若直射辐照比大于第二阈值，且小于第一阈值，则确定当前天气类型可能为第一种类型中的多云天，并返回 S210，即结合组件的当前发电量进一步确定当前天气类型。

其中，第一阈值和第二阈值可以由本领域技术人员根据实际情况设定，进一步的，还可以根据历史气象数据和历史天气类型确定。

具体的，可以将当前气象数据中的水平直射辐照和水平总辐照作商，将作商后的结果作为直射辐照占比。若直射辐照占比等于或大于第一阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的晴天；若直射辐照占比等于或大于第二阈值，且小于第一阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的阴天。

需要说明的是，若当前天气类型不是阴天，则根据气象数据，确定当前天气类型是否是雨天。具体的，若当前雨量数据达到设定雨量阈值，则确定当前天气类型为雨天。其中，当前雨量数据可以通过雨量计测量得到，设定雨量阈值可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

S230、根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

本发明实施例的技术方案，通过根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型；若否，则根据当前气象数据，从第二种类型中确定当前天气类型；进而根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，可以更加灵活准确的确定当前天气类型，进而提高了组件的跟踪角度的准确性，从而提高了组件的发电量。

实施例三

图 3A 是本发明实施例三提供的一种跟踪方法的流程图；在上述实施例的

基础上,进一步优化,提供一种可选实施方案。

如图 3A 所示,该方法具体可以包括:

S310、在视日跟踪阶段,根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量,确定当前天气类型。

S320、根据当前天气类型,确定组件的第一目标跟踪角度,以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架,以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

S330、在逆跟踪阶段,确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息,其中,每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差。

其中,尺寸信息是指光伏跟踪支架上组件的宽度和长度。第一高度差是指由于地势不平坦导致光伏跟踪支架本身两个端点之间存在的水平高度差。

所谓逆跟踪阶段,是指清晨或傍晚,太阳的高度角比较低;此时光伏跟踪支架上的跟踪控制器若按照太阳最佳辐射角,驱使光伏跟踪支架跟踪阳光,会使光伏跟踪支架上的组件由于遮挡原因而被阴影遮盖;由于组件的串联效应,只要遮挡光伏跟踪支架中的一组组件,那么无论阳光多强,光伏跟踪支架上其他的组件的发电电流都会降到极低。因此在出现上述情况时,不能以最佳辐照角度进行跟踪,而应采用既不产生遮挡且兼顾采光的跟踪方法,使光伏跟踪支架对阳光进行跟踪。由于这种跟踪算法的支架运动方向与太阳运行方向逆向,所以称之为逆跟踪。

本实施例中,可以通过测量工具确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息,其中,测量工具可以是全站仪、经纬仪、水准仪等。

S340、确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

其中，垂直相邻光伏跟踪支架之间的第二高度差是指在与光伏跟踪支架垂直方向（也即与水平方向垂直的方向）上，由于地势不平坦导致前后相邻两排光伏跟踪支架存在的水平高度差。

可选的，可以通过测量工具测量垂直相邻光伏跟踪支架之间的第二高度差，其中，测量工具可以是全站仪、经纬仪、水准仪等。

由于通过测量工具进行测量垂直相邻光伏跟踪支架之间的第二高度差需要大量的人力成本，因此，为了节省人力成本，作为本实施例的一种可选方式，确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差可以是，在垂直相邻光伏跟踪支架上的组件处于无遮挡状态时，根据太阳入射角、垂直相邻的每个光伏跟踪支架的当前跟踪角度和组件宽度、以及垂直相邻光伏跟踪支架之间的距离，确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

其中，当前跟踪角度是指垂直相邻光伏跟踪支架上的组件处于无遮挡状态时光伏跟踪支架的跟踪角度。

示例性的，如图 3B 给出了垂直相邻光伏跟踪支架处于无遮挡状态时的示意图，其中， d 表示组件的宽度、 A 表示太阳入射角、 D 表示垂直相邻光伏跟踪支架之间的距离、 $B2$ 表示垂直相邻的每个光伏跟踪支架的当前跟踪角度。因此可以通过如下公式确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差：

$$d \times \sin B2 + H = (D - d \times \cos B2) \tan A$$

进一步的，还可以获取至少两天，在垂直相邻光伏跟踪支架上的组件处于无遮挡状态时，根据太阳入射角、垂直相邻的每个光伏跟踪支架的当前跟踪角度和组件宽度、以及垂直相邻光伏跟踪支架之间的距离，确定至少两个第二候

选高度差，对至少两个第二候选高度差求均值，将得到的均值作为垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

示例性的，确定组件处于无遮挡状态可以通过如下方式确定，若识别到组件的电流从第一数值跳变到第二数值，则确定组件处于无遮挡状态，其中第一数值小于第二数值；和/或，若识别到垂直相邻的两个光伏跟踪支架上组件的发电量之差在第二设定范围内，则确定组件处于无遮挡状态。其中第二设定范围可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

具体的，若辐照比较稳定的情况下，识别到组件的电流从第一数值跳变到第二数值，即组件电流突变点，则确定组件处于无遮挡状态，其中，第一数值小于第二数值。进一步的，还可以是若识别到垂直相邻的两个光伏跟踪支架上组件的发电量之差在第二设定范围内，则确定组件处于无遮挡状态。例如，以无遮挡的第一排光伏跟踪支架上的组件的发电量为基准值，若在第一排光伏跟踪支架的垂直方向上的第二排光伏跟踪支架上组件的发电量与基准值之间的差值在第二设定范围内，则确定组件处于无遮挡状态，其中第二设定范围可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

S350、根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息、第二高度差、以及光伏跟踪场景的历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

其中，光伏跟踪场景的历史气象数指光伏跟踪支架所处场景中典型的年气象数据，可以包括小时级的水平总辐照（GHI）和水平散射辐照（DHI）。具体的，可以根据光伏跟踪支架所处场景的经纬度，从气象服务软件中导出典型的

年气象数据。

所谓第二目标跟踪角度是指使得光伏跟踪支架上组件的整体发电量最优时对应的跟踪角度。

可选的，通常情况下，光伏跟踪支架以阵列式（水平方向和垂直方向的组成的阵列，以垂直方向为列，水平方向为行）安装，其中一列（光伏跟踪支架的垂直方向）包含至少两个光伏跟踪支架，针对每一列光伏跟踪支架，可以将该列中的所有光伏跟踪支架的基础信息、第二高度差、以及光伏跟踪支架所处场景的历史气象数据，输入至神经网络模型中，神经网络模型自动计算出该列中所有光伏跟踪支架的目标跟踪角度，进而确定出阵列中所有光伏跟踪支架的目标跟踪角度。进一步的，还可以直接将阵列中所有光伏跟踪支架的基础信息、第二高度差、以及光伏跟踪支架所处场景的历史气象数据，输入至神经网络模型中，神经网络模型自动计算出阵列中所有光伏跟踪支架的目标跟踪角度。

进而，跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

需要说明的是，S310-S320 与 S330-S350 之间没有先后顺序之分。

本发明实施例的技术方案，通过在逆跟踪阶段，确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息，其中，每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差，之后确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差，进而根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息、第二高度差、以及光伏跟踪场景的历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，解决了在逆跟踪阶段且由于地势不平坦导致

光伏跟踪支架上的组件遮挡而影响组件发电量的问题，优化了逆跟踪阶段的跟踪角度，从而提升了组件的发电量。

实施例四

图 4A 是本发明实施例四提供的一种跟踪方法的流程图；在上述实施例的基础上，进一步优化，提供一种可选实施方案。

如图 4A 所示，该方法具体可以包括：

S410、在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型。

S420、根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

S430、在逆跟踪阶段，确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息，其中，每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差。

S440、确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

S450、根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息和第二高度差，构建三维阵列地形模型。

可选的，还可以从至少两个光伏跟踪支架中选择一个光伏跟踪支架作为目标跟踪支架；以目标跟踪支架的一个端点为中心，根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息和第二高度差，通过空间直角坐标系构建三维阵列地形模型。其中，单位阵列地形模型中还可以包括垂直相邻光伏跟踪支架之间的间距，光伏跟踪

支架上组件的宽度。例如，图 4B 给出了一种光伏跟踪支架阵列中某一列的截面示意图，图 4B 中 H1-H10 表示垂直相邻光伏跟踪支架之间的第二高度差，即在一列上的向量光伏跟踪支架之间的高度差，D 表示为垂直相邻光伏跟踪支架之间的间距，d 表示为光伏跟踪支架上组件的宽度。

进一步的，还可以以目标跟踪支架的中间点为中心，根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息和第二高度差，通过空间直角坐标系构建三维阵列地形模型。可选的，还可以对三维阵列地形模型中的每个光伏跟踪支架设置标识，用于唯一表征光伏跟踪支架，可以是数字、字母、数字和字母组合的形式。

S460、根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标坡角。

可选的，针对光伏跟踪支架阵列中的每一列光伏跟踪支架，根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标跟踪角度，可以通过几下四步实现：

第一，针对每一光伏跟踪支架，将至少两个光伏跟踪支架中在该光伏跟踪支架垂直方向上的光伏跟踪支架作为辅助光伏跟踪支架。例如，每一列中的光伏跟踪支架的编号从 0 开始，若要确定编号为 0 的光伏跟踪支架的目标坡角，则将该列中除编号为 0 的其他光伏跟踪支架作为辅助光伏跟踪支架；若要确定编号为 1 的光伏跟踪支架的目标坡角，则将该列中除编号为 1 的其他光伏跟踪支架作为辅助光伏跟踪支架；…以此类推。

第二，确定至少两个候选坡角。具体的，可以在设定坡角范围内，以设定步长，确定至少两个候选坡角，其中，设定坡角范围可以由本领域技术人员根据实际情况设定。

第三，根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定该光伏跟踪支架在每一候选坡角下的第一理论发电量、以及辅助跟踪支架在对应候选坡角下的第二理论发电量。

可选的，根据该光伏跟踪支架的前序垂直相邻支架对该光伏跟踪支架的几何关系，即可计算出该光伏跟踪支架的前序垂直相邻支架对该光伏跟踪支架上组件的阴影遮挡比例。

进而，基于阴影遮挡比例、三维阵列地形模型和太阳入射角，确定该光伏跟踪支架的第一理论发电量。进一步地，辅助跟踪支架在对应候选坡角下的第二理论发电量可以根据第一理论发电量的确定方法来确定。

第四，根据第一理论发电量和第二理论发电量，确定目标坡角。可选的，根据第一理论发电量和第二理论发电量，确定每一候选坡角下对应的总理论发电量，进而根据每一候选坡角下对应的总理论发电量，确定该光伏跟踪支架的目标坡角。

S470、基于角度转换模型，将目标角度转换为第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

可选的，角度转换模型可以通过以下方式确定，根据太阳入射角、理论跟踪角度、目标跟踪角度、垂直相邻光伏跟踪支架之间的间距、光伏跟踪支架上组件的宽度，确定角度转换模型。其中，理论跟踪角度是指不考虑遮挡情况下的光伏跟踪支架上组件的发电量最优的跟踪角度。例如，可以通过如下公式确定角度转换模型：

$$\cos B \cdot d/2 + (\sin B \cdot d/2 + \sin B' \cdot d/2 + D \cdot \tan \mu) / \tan A + \cos B' \cdot d/2 = D$$

其中，B 表示理论跟踪角度，B'表示为第二目标跟踪角度，d 表示为光伏跟踪支架上组件的宽度，D 表示为垂直相邻光伏跟踪支架之间的间距， μ 表示为目标坡角，A 表示为太阳入射角。其中，太阳入射角可以通过太阳高度角和太阳方位角确定，例如可以通过如下公式确定： $\tan A = \tan \alpha / \sin \gamma$ ， α 表示太阳高度角， γ 表示太阳方位角。

本实施例中，将目标坡角输入至角度转换模型中，得到第二目标跟踪角度，进而跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。

需要说明的是，S410-S420 与 S430-S470 之间没有先后顺序之分。

本发明实施例的技术方案，通过在逆跟踪阶段，确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息，其中，每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差，并确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差，之后，根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息和第二高度差，构建三维阵列地形模型，进而根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标坡角，并基于角度转换模型，将目标角度转换为第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对应的光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，解决了在逆跟踪阶段且由于地势不平坦导致光伏跟踪支架上的组件遮挡而影响组件发电量的问题，优化了逆跟踪阶段的跟踪角度，从而提升了组件的发电量。

在上述实施例的基础上，垂直相邻跟踪支架之间出现较大高度差时，会导致一些跟踪支架出现反转，有些跟踪支架调整角度过大，造成更大的辐照损失。因此，为了避免上述现象，作为本实施例的一种可选方案，可以通过同时调

整垂直相邻跟踪支架的跟踪角度，以避免跟踪支架出现反转的现象，并减少辅助损失。示例性的，可以通过如下四步实现：

第一，对在垂直方向上的光伏跟踪支架进行分组，得到至少两组垂直相邻光伏跟踪支架，其中，相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架中包括相同光伏跟踪支架。例如，垂直方向上有 10 个光伏跟踪支架（即一列中有 10 个光伏跟踪支架），分别编号为 1-10，以两两分组，则可以得到 9 组垂直相邻光伏跟踪支架，例如（1,2），（2，3），...，（9，10）。

第二，根据太阳入射角、至少两个光伏跟踪支架的基础信息、以及第二高度差，确定至少两组垂直相邻光伏跟踪支架上组件处于无遮挡状态时的理论跟踪角度。具体的，可以根据太阳入射角、至少两个光伏跟踪支架的基础信息、以及第二高度差之间的几何关系，确定至少两组垂直相邻光伏跟踪支架上组件处于无遮挡状态时的理论跟踪角度。

第三，针对每一组垂直相邻光伏跟踪支架，根据该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论跟踪角度和实际跟踪角度，确定该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度。其中，实际跟踪角度是指在当前场景下依据上述方法得到的跟踪角度。

第四，若相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的调整角度不同，则比较相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度，根据比较结果，确定各组中相邻垂直跟踪支架的实际调整角度，以使跟踪控制器依据实际调整角度调整对应的光伏跟踪支架。

例如，确定（1，2）组的光伏跟踪时间调整角度为 5 度，即编号为 1 和 2 的光伏跟踪支架均调整 5 度；（2，3）组的光伏跟踪支架的调整角度为 3 度，则确定编号为 2 的光伏跟踪支架的实际调整角度为 5 度，进而适应性调整编号为 3

的光伏跟踪支架的实际调整角度，以保证编号为 3 的光伏跟踪支架上的组件不被编号为 2 的光伏跟踪支架上的组件遮挡。

可以理解的是，通过同时调整垂直相邻光伏跟踪支架的跟踪角度，可以避免某些光伏跟踪时间的调整角度过大，保证了所有光伏跟踪支架的整体调整角度比较均匀，避免了大量的辐照损失。

实施例五

图 5 是本发明实施例五提供的一种跟踪装置的结构示意图；本实施例可适用于在视日跟踪阶段，光伏跟踪支架进行跟踪角调整的情况，所谓视日跟踪阶段是指一天当中光伏跟踪支架跟随着太阳转动，光伏跟踪支架上的组件正对着太阳的时间段。该装置可由软件和/或硬件的方式实现，并可集成于承载跟踪功能的电子设备中，例如服务器中。

如图 5 所示，该装置具体可以包括天气类型确定模块 510 和跟踪角度确定模块 520，其中，

天气类型确定模块 510，用于在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型；

第一跟踪角度确定模块 520，用于根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

本发明实施例的技术方案，通过在视日跟踪阶段，根据当前气象数据和/或至少两个光伏跟踪支架上组件的当前发电量，确定当前天气类型，之后根据当前天气类型，确定组件的第一目标跟踪角度，以使组件对应的跟踪控制器依据

第一目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现对光伏跟踪支架上组件的调整。上述技术方案，提高了不同天气类型的识别准确率，实现了不同天气类型下光伏跟踪支架的跟踪角度的灵活调整，进而提高了光伏跟踪支架上组件的发电量，为智能光伏跟踪提供了一种新思路。

进一步地，天气类型确定模块 510 包括第一种类型确定单元和第二种类型确定单元，其中，

第一种类型确定单元，用于根据组件的当前发电量，确定当前天气类型是否属于第一种类型；其中，第一种类型包括雪天和多云天；

第二种类型确定单元，用于若否，则根据当前气象数据，从第二种类型中确定当前天气类型；其中，第二种类型包括晴天和阴天。

进一步地，第一种类型确定单元包括，发电量离散率确定子单元和第一种类型确定子单元，其中，

发电量离散率确定子单元，用于根据组件的当前发电量，确定发电量离散率；

第一种类型确定子单元，用于若发电量离散率等于或大于第一离散阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的雪天；

第一种类型确定子单元，还用于若发电量离散率等于或大于第二离散阈值，且在设定时间段内组件的累积发电量和基准发电量之间的差值等于或大于波动阈值，则确定当前天气类型属于第一种类型中的多云天。

进一步地，第二种类型确定单元包括占比确定子单元和第二种类型确定子单元，其中，

占比确定子单元，用于根据当前气象数据，确定直射辐照占比；

第二种类型确定子单元，用于若直射辐照占比等于或大于第一阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的晴天；

第二种类型确定子单元，还用于若直射辐照占比小于或等于第二阈值，则确定当前天气类型为第二种类型中的阴天；其中，第一阈值大于第二阈值。

进一步地，天气类型确定模块 510 还用于：

根据当前发电量、当前太阳高度角、以及各类型天气的分界线，确定当前天气类型；各类型天气的分界线根据历史发电量、太阳高度角和历史气象数据之间的关系确定。

进一步地，该装置还包括基础信息确定模块、第二高度差确定模块和第二跟踪角度确定模块，其中，

基础信息确定模块，用于在逆跟踪阶段，确定至少两个光伏跟踪支架的基础信息，其中，每个光伏跟踪支架的基础信息包括尺寸信息和光伏跟踪支架两端点之间的第一高度差；

第二高度差确定模块，用于确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差；

第二跟踪角度确定模块，用于根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息、第二高度差、以及光伏跟踪场景的历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的第二目标跟踪角度，以使跟踪控制器依据第二目标跟踪角度调整对应的光伏跟踪支架，以实现光伏跟踪支架上组件的调整。

进一步地，第二高度差确定模块具体用于：

在垂直相邻光伏跟踪支架上的组件处于无遮挡状态时，根据太阳入射角、垂直相邻的每个光伏跟踪支架的当前跟踪角度和组件宽度、以及垂直相邻光伏跟踪支架之间的距离，确定垂直相邻光伏跟踪支架的第二高度差。

进一步地，第二高度差确定模块还包括无遮挡状态确定单元，该无遮挡状态确定单元具体用于：

若识别到组件的电流从第一数值跳变到第二数值，则确定组件处于无遮挡状态，其中第一数值小于第二数值；和/或，

若识别到垂直相邻的两个光伏跟踪支架上组件的发电量之差在第二设定范围内，则确定组件处于无遮挡状态。

进一步地，第二跟踪角度确定模块包括模型确定单元、目标坡角确定单元和第二跟踪角度确定单元，其中，

模型确定单元，用于根据至少两个光伏跟踪支架的基础信息和第二高度差，构建三维阵列地形模型；

目标坡角确定单元，用于根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定至少两个光伏跟踪支架的目标坡角；

第二跟踪角度确定单元，用于基于角度转换模型，将目标角度转换为第二目标跟踪角度。

进一步地，目标坡角确定单元包括辅助跟踪支架确定子单元、候选坡角确定子单元、理论发电量确定子单元和目标坡角确定子单元，其中，

辅助跟踪支架确定子单元，用于针对每一光伏跟踪支架，将至少两个光伏跟踪支架中在该光伏跟踪支架垂直方向上的光伏跟踪支架作为辅助光伏跟踪支架；

候选坡角确定子单元，用于确定至少两个候选坡角；

理论发电量确定子单元，用于根据三维阵列地形模型和历史气象数据，确定该光伏跟踪支架在每一候选坡角下的第一理论发电量、以及辅助跟踪支架在

对应候选坡角下的第二理论发电量；

目标坡角确定子单元，用于根据第一理论发电量和第二理论发电量，确定目标坡角。

进一步地，该装置还包括分组确定模块、理论跟踪角度确定模块、理论调整角度确定模块和实际调整角度确定模块，其中，

分组确定模块，用于对在垂直方向上的光伏跟踪支架进行分组，得到至少两组垂直相邻光伏跟踪支架，其中，相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架中包括相同光伏跟踪支架；

理论跟踪角度确定模块，用于根据太阳入射角、至少两个光伏跟踪支架的基础信息、以及第二高度差，确定至少两组垂直相邻光伏跟踪支架上组件处于无遮挡状态时的理论跟踪角度；

理论调整角度确定模块，用于针对每一组垂直相邻光伏跟踪支架，根据该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论跟踪角度和实际跟踪角度，确定该组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度；

实际调整角度确定模块，用于若相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的调整角度不同，则比较相邻两组垂直相邻光伏跟踪支架的理论调整角度，根据比较结果，确定各组中相邻垂直跟踪支架的实际调整角度，以使跟踪控制器依据实际调整角度调整对应的光伏跟踪支架。

上述跟踪装置可执行本发明任意实施例所提供的跟踪方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

实施例六

图 6 是本发明实施例六提供的一种电子设备的结构示意图，图 6 示出了适于用来实现本发明实施例实施方式的示例性设备的框图。图 6 显示的设备仅仅是一个示例，不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

如图 6 所示，电子设备 12 以通用计算设备的形式表现。电子设备 12 的组件可以包括但不限于：一个或者多个处理器或者处理单元 16，系统存储器 28，连接不同系统组件（包括系统存储器 28 和处理单元 16）的总线 18。

总线 18 表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储器总线或者存储器控制器，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 (ISA) 总线，微通道体系结构 (MAC) 总线，增强型 ISA 总线、视频电子标准协会 (VESA) 局域总线以及外围组件互连 (PCI) 总线。

电子设备 12 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电子设备 12 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。

系统存储器 28 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 (RAM) 30 和/或高速缓存存储器 (高速缓存 32)。电子设备 12 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 34 可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质 (图 6 未显示，通常称为“硬盘驱动器”)。尽管图 6 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 CD-ROM, 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 18 相连。系统存

存储器 28 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实施例各实施例的功能。

具有一组（至少一个）程序模块 42 的程序/实用工具 40，可以存储在例如系统存储器 28 中，这样的程序模块 42 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 42 通常执行本发明实施例所描述的实施例中的功能和/或方法。

电子设备 12 也可以与一个或多个外部设备 14（例如键盘、指向设备、显示器 24 等）通信，还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备 12 交互的设备通信，和/或与使得该电子设备 12 能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备（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 22 进行。并且，电子设备 12 还可以通过网络适配器 20 与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。如图所示，网络适配器 20 通过总线 18 与电子设备 12 的其它模块通信。应当明白，尽管图中未示出，可以结合电子设备 12 使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID 系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

电子设备还可以包括通讯接口 17，通讯接口 17 与处理单元 16 互相通信，通讯接口 17 还可以连接传感器控制器单元（Sensor Controller Unit，SCU）25，其中，SCU25 与逆变器 300 和数据采集器 700 通过无线或者其他设备通信，数据采集器 700 包括辐照计 710，风速仪 720 和雨量计 730 等。

处理单元 16 通过运行存储在系统存储器 28 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跟踪方法。

实施例七

本发明实施例七还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序（或称为计算机可执行指令），该程序被处理器执行时用于执行本发明实施例所提供的跟踪方法。

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(EPROM 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。

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。

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。

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实施例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”语言或类似的程序设计语言。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服务器上执行。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）。

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实施例进行了较为详细的说明，但是本发明实施例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。

说明书附图

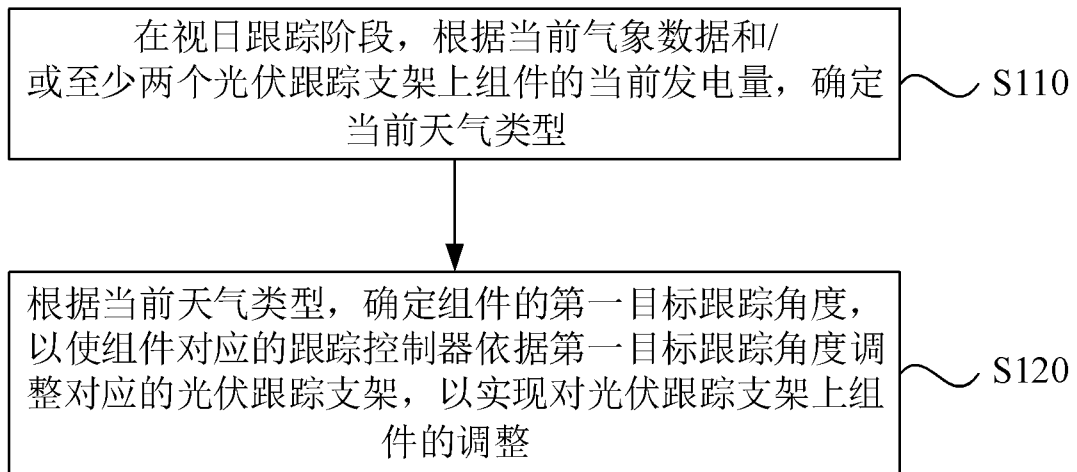


图 1A

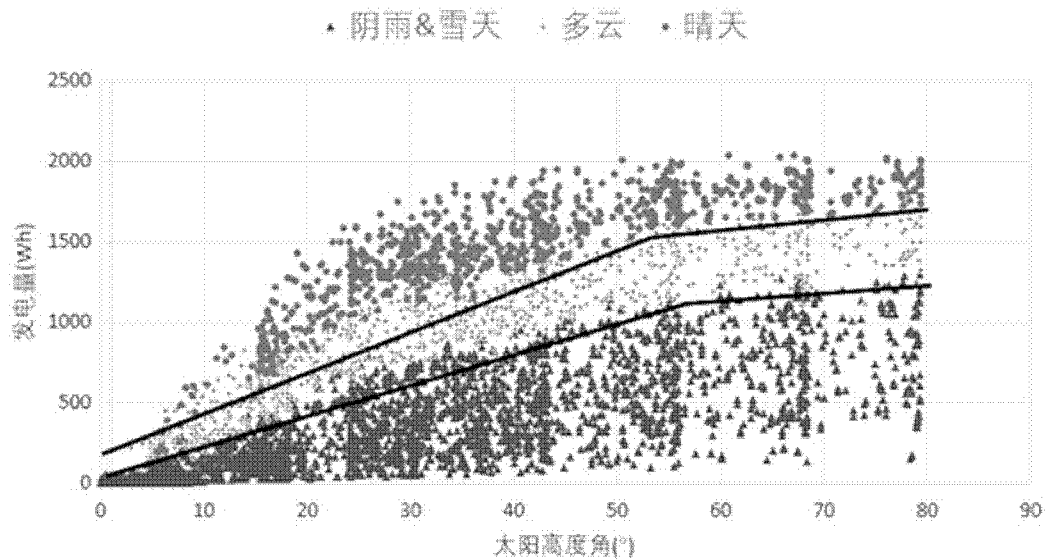


图 1B

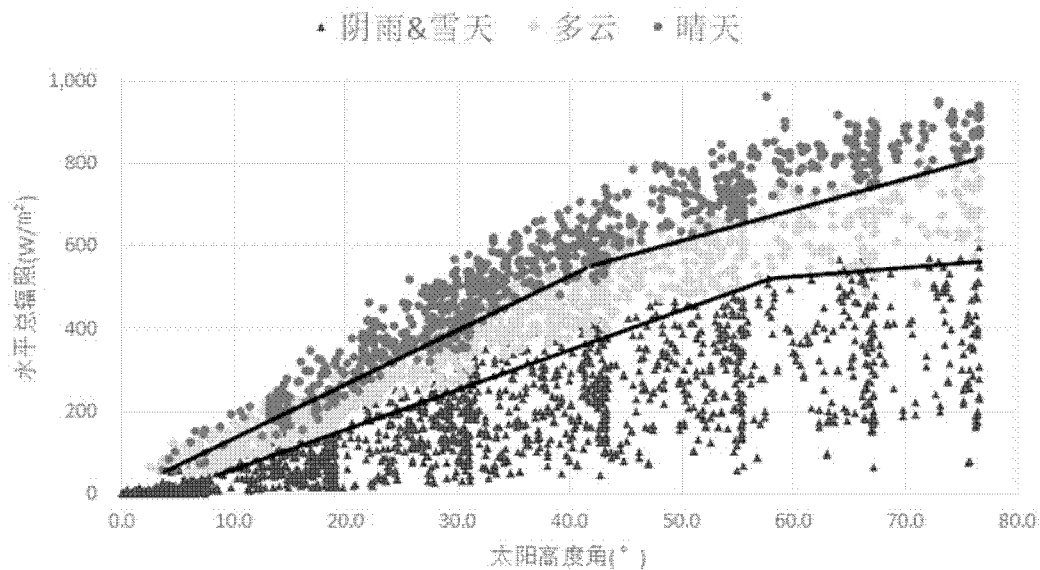


图 1C

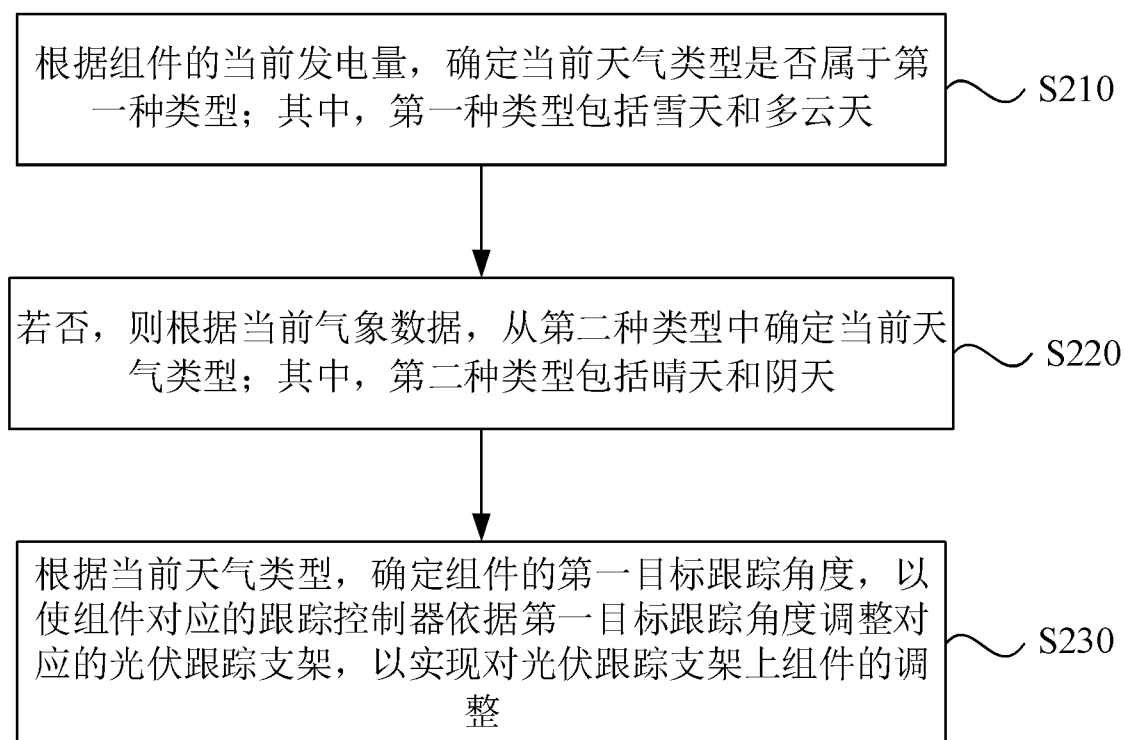


图 2

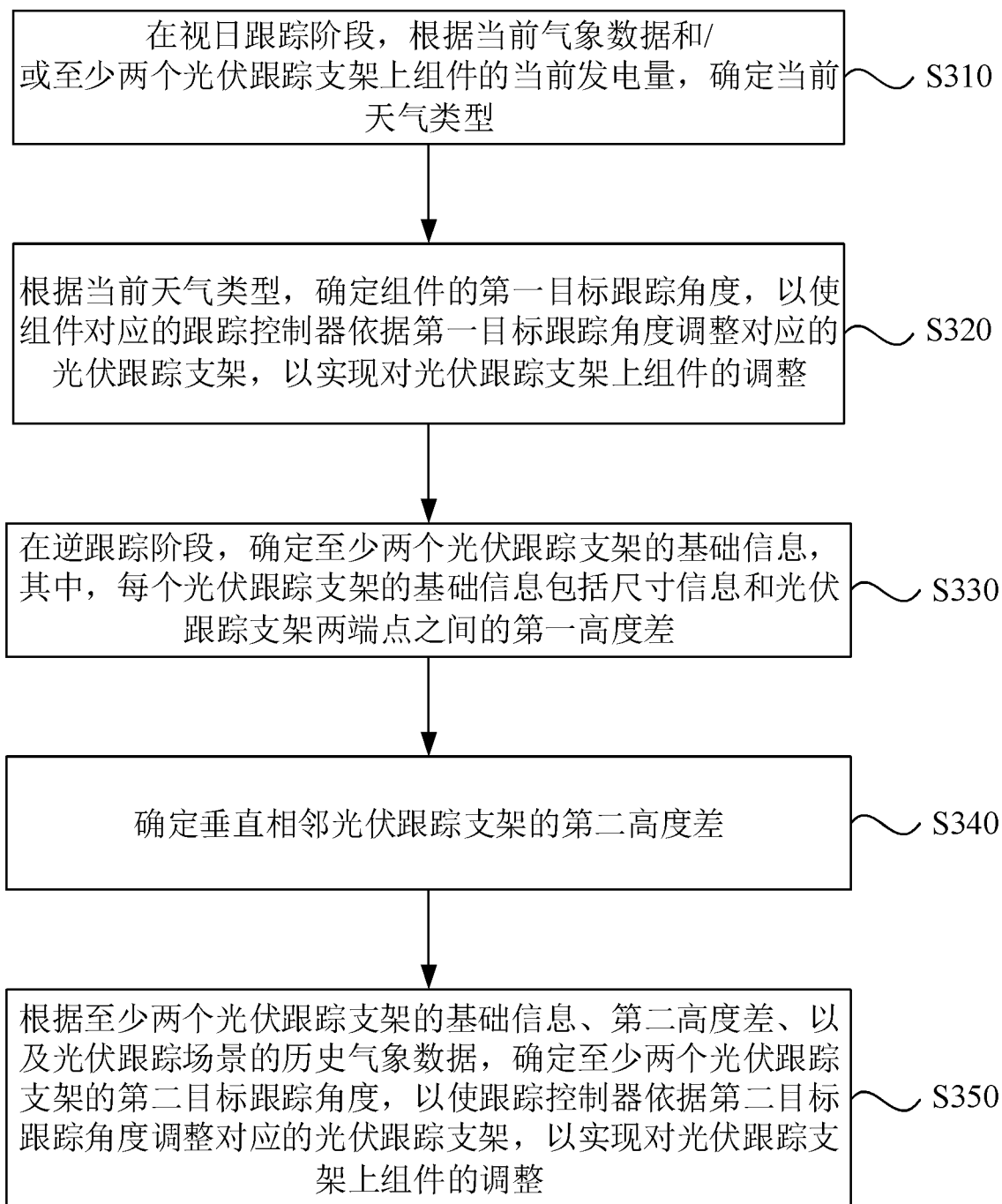


图 3A

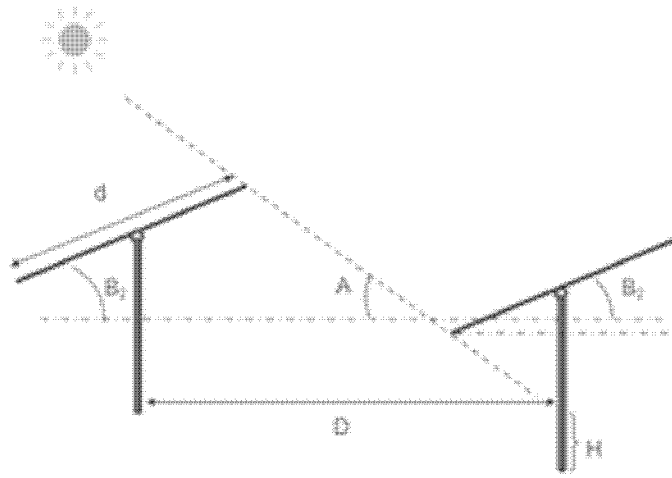


图 3B

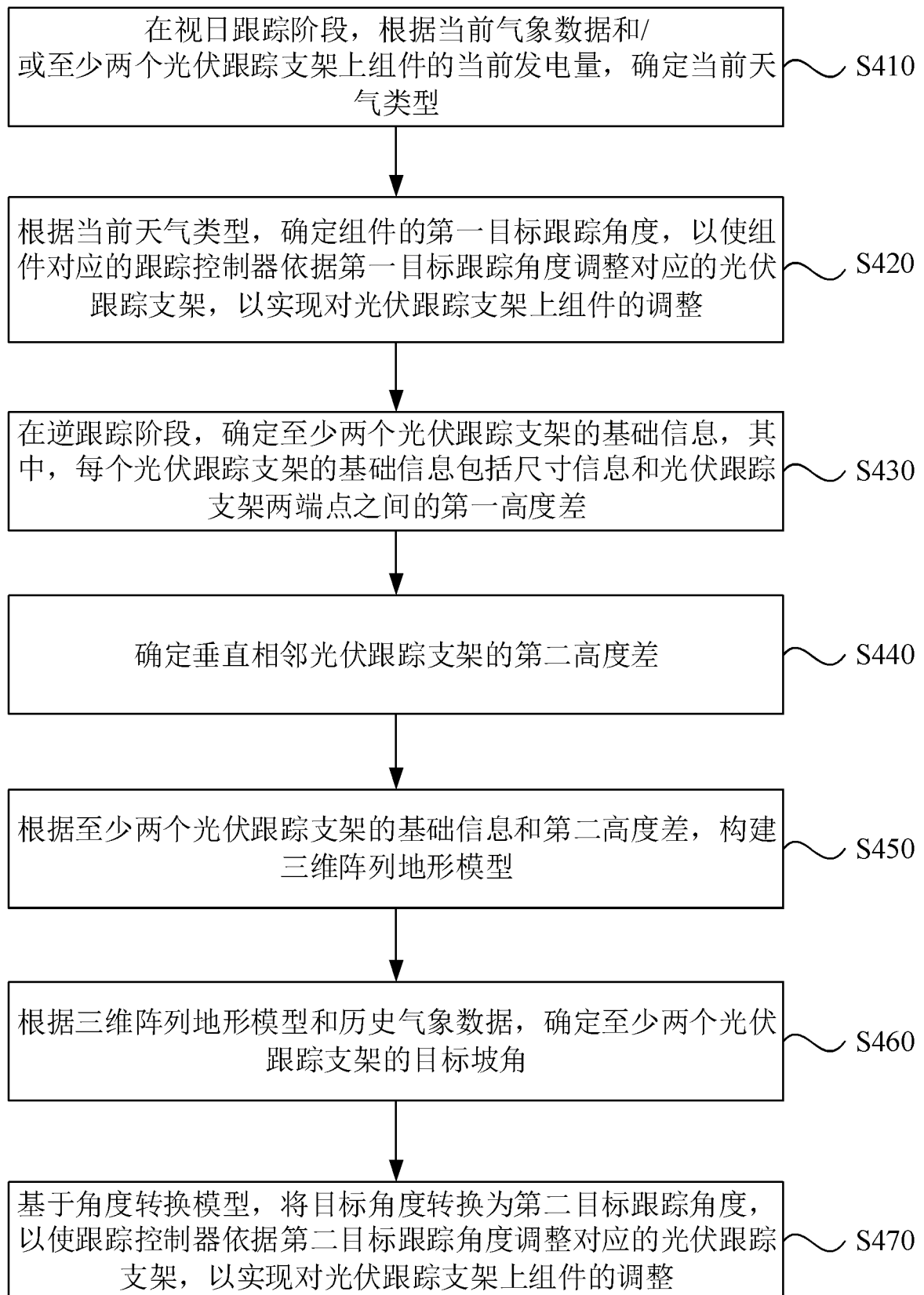


图 4A

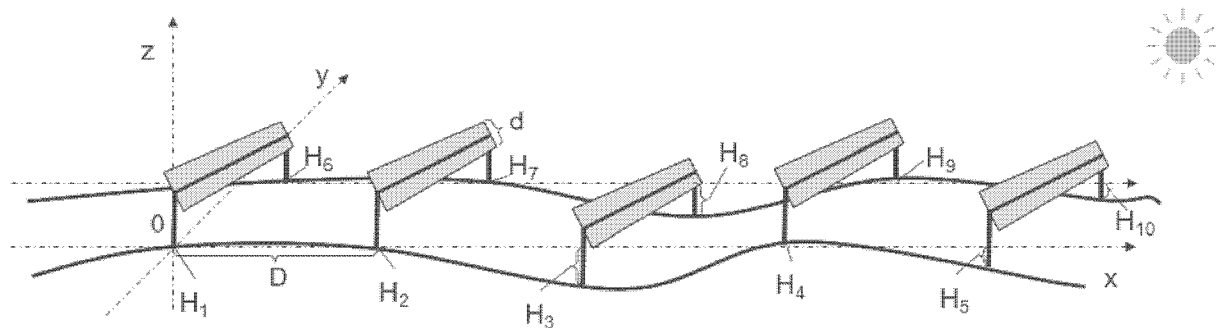


图 4B

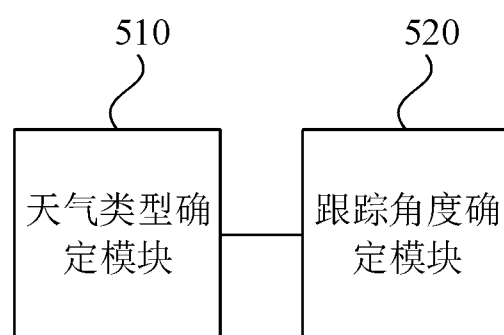


图 5

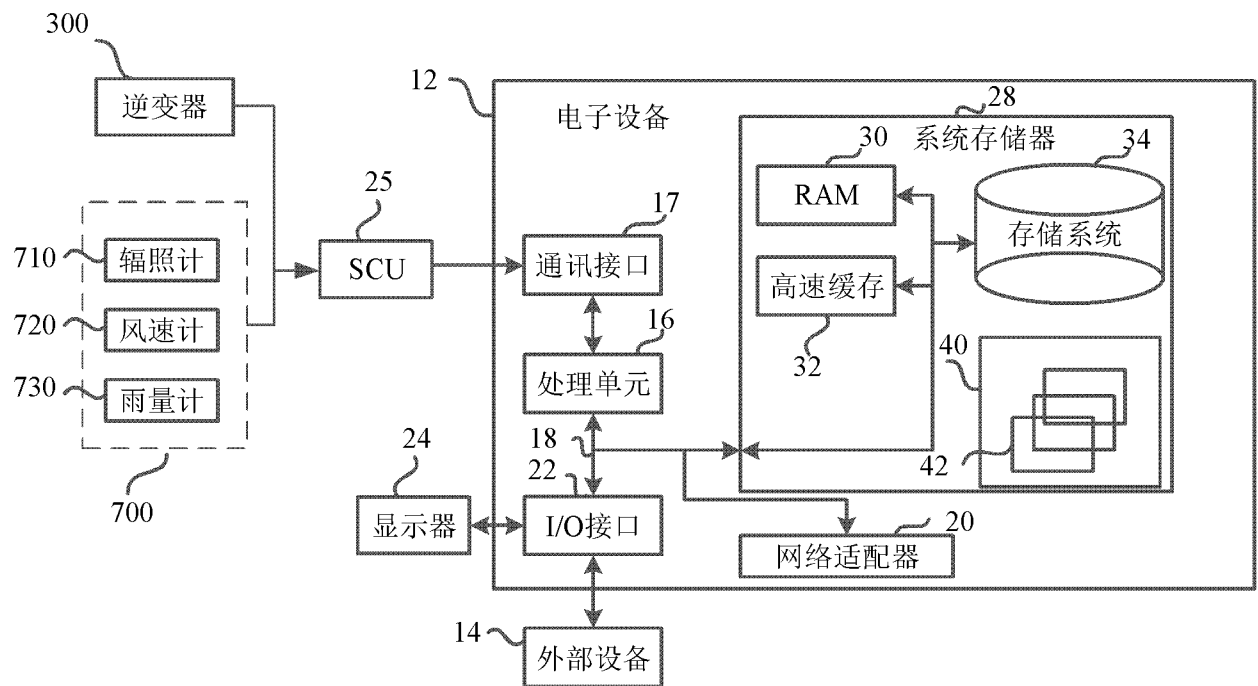


图 6