



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114034128 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202111282100.4

F24S 23/77 (2018.01)

(22) 申请日 2021.11.01

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114034128 A

CN 109871996 A, 2019.06.11

CN 103676962 A, 2014.03.26

CN 103712355 A, 2014.04.09

(43) 申请公布日 2022.02.11

CN 104364588 A, 2015.02.18

CN 207335212 U, 2018.05.08

(73) 专利权人 浙江可胜技术股份有限公司

CN 214311392 U, 2021.09.28

地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区

区白杨街道2号大街501号1-2603

US 2011220091 A1, 2011.09.15

US 2013092156 A1, 2013.04.18

(72) 发明人 韩梦天 薛刚强 刘志娟 谈双双

US 2014083413 A1, 2014.03.27

WO 2014016727 A2, 2014.01.30

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

专利代理师 胡晶

审查员 钱李义

(51) Int. Cl.

F24S 50/80 (2018.01)

F24S 20/20 (2018.01)

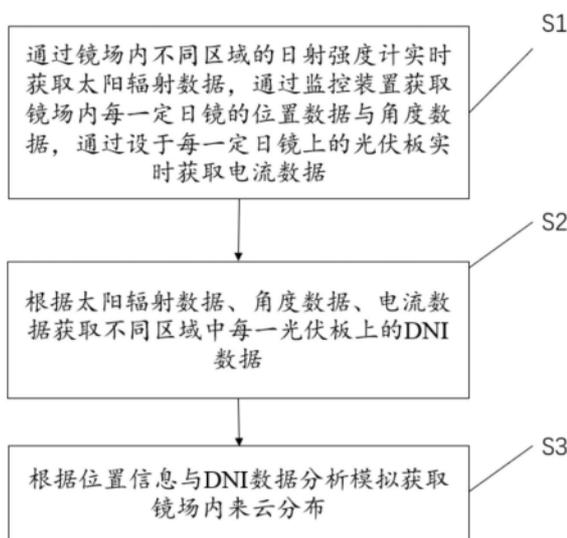
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种镜场内来云分布测量方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种镜场内来云分布测量方法及系统,该方法包括:S1:通过镜场内不同区域的日射强度计实时获取太阳辐射数据,通过监控装置获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据,通过设于每一定日镜上的光伏板实时获取电流数据;S2:根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;S3:根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。本发明通过少数日射强度计测量的太阳辐射值,结合定日镜上的光伏板电流数据,即可完成整个镜场内来云分布的测量,不仅降低镜场来云分布测量的成本,而且可实时测量,从而有效地优化镜场中定日镜的控制,保证了整个电站安全运行的同时大大提高了光资源的利用率。



1. 一种镜场内来云分布测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:通过镜场内不同区域的日射强度计实时获取太阳辐射数据,通过监控装置获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据,通过设于每一定日镜上的光伏板实时获取电流数据;

S2:根据所述太阳辐射数据、所述角度数据、所述电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

S3:根据所述位置信息与所述DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布;

所述步骤S2进一步包括:

通过公式:

$$I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$I_g = \rho \text{GHI}$$

获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为所述太阳辐射数据中的DHI值,GHI为所述太阳辐射数据中的GHI值,同一区域中的光伏板共用对应区域中所述太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的所述电流数据, I_{inclined} 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

2. 根据权利要求1所述的镜场内来云分布测量方法,其特征在于,所述步骤S2还包括:

在晴天工况下,对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 。

3. 根据权利要求2所述的镜场内来云分布测量方法,其特征在于,所述在晴天工况下,对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 进一步包括:

通过公式:

$$I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$I_g = \rho \text{GHI}$$

对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f ;

其中, I_{sc} 通过光伏板采集的所述电流数据获取, I_{inclined} 通过镜场内不同区域的日射强度计采集的所述太阳辐射数据结合定日镜的实时角度获取。

4. 根据权利要求1至3任意一项所述的镜场内来云分布测量方法,其特征在于,所述步骤S3进一步包括:

根据所述位置信息与所述DNI数据,分析模拟镜场内DNI分布,并通过图像显示镜场内来云分布。

5. 根据权利要求1至3任意一项所述的镜场内来云分布测量方法,其特征在于,定日镜与光伏板平行设置,其中,每一定日镜上设置的光伏板数量为一块或多块。

6. 一种镜场内来云分布测量系统,其特征在于,包括:设于每一定日镜上的光伏板、设于镜场内不同区域的日射强度计、设于镜场内的监控装置、数据采集端、以及来云测量端,所述来云测量端经所述数据采集端与所述光伏板、所述日射强度计、所述监控装置信号连接;

所述光伏板用于实时获取电流数据,所述日射强度计用于实时获取太阳辐射数据,所述监控装置用于获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据;

所述来云测量端用于根据所述太阳辐射数据、所述角度数据、所述电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据,以及根据所述位置信息与所述DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布;所述来云测量端具体用于通过公式:

$$I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$I_g = \rho \text{GHI}$$

获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为所述太阳辐射数据中的DHI值,GHI为所述太阳辐射数据中的GHI值,同一区域中的光伏板共用对应区域中所述太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的所述电流数据, I_{inclined} 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

7. 根据权利要求6所述的镜场内来云分布测量系统,其特征在于,定日镜与光伏板平行设置,其中,每一定日镜上设置的光伏板数量为一块或多块。

8. 根据权利要求6所述的镜场内来云分布测量系统,其特征在于,所述光伏板的输出端与定日镜的供电线路电连接,以直接为定日镜供电。

一种镜场内来云分布测量方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能热发电技术领域,尤其涉及一种镜场内来云分布测量方法及系统。

背景技术

[0002] 在经济不断发展的同时,能源日趋短缺,传统的不可再生能源日益枯竭,经济发展越来越受制于能源的开发利用,可再生能源的利用受到普遍关注,特别是太阳能利用更受世人的重视。

[0003] 太阳能热发电是当前太阳能利用的一种主要方式。当前太阳能热发电按照太阳能采集方式可划分为(1)塔式太阳能热发电;(2)槽式太阳能热发电;(3)碟式太阳能热发电。

[0004] 在太阳能热发电领域,塔式太阳能热发电因具有高光热转换效率,高聚焦温度,控制系统安装调试简单,散热损失少等优势,将成为下一个可商业化运营的新型能源技术。

[0005] 在塔式太阳能热发电领域,定日镜为塔式太阳能热发电系统的一个重要组成部分。如图1所示,定日镜将太阳光反射到吸热器上,对吸热工质进行加热,从而将光能转化为热能,进而驱动汽轮机发电。

[0006] 在整个发电过程中,聚光集热环节是重中之重,光资源的最大化利用,是提高发电量的必要条件之一。常规测量时从日射强度计中获取DNI数据(直接辐射数据),但是若来云,数量有限的日射强度计并不能准确表现全镜场内的来云分布,对于大型商业化电站,一般只布置一个或几个价格昂贵的日射强度计。通过布置大量的日射强度计来监控全场不同区域的高精度DNI分布,这在成本上是不开接受的。由于无法精度预测来云时全场的DNI分布情况,同时无法承受因为镜场能量波动导致吸热器面板温升温降超负荷的严重后果,一般商业电站会选择在来云时主动降低投运镜子数量到绝对安全范围,这种运行保守的运行策略,极大的降低了来云时镜场性能。

[0007] 综合这些因素,现需要一种低成本、精准的镜场来云分布测量技术,以对镜场内DNI分布的实时测量,将有效地优化来云时镜场的控制。

发明内容

[0008] 本发明为解决上述技术问题,提供了一种镜场内来云分布测量方法及系统。

[0009] 为解决上述问题,本发明的技术方案为:

[0010] 一种镜场内来云分布测量方法,包括以下步骤:

[0011] S1:通过镜场内不同区域的日射强度计实时获取太阳辐射数据,通过监控装置获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据,通过设于每一定日镜上的光伏板实时获取电流数据;

[0012] S2:根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

[0013] S3:根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。

[0014] 在其中一个实施例中,步骤S2进一步包括:

[0015] 通过公式:

$$[0016] \quad I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0017] \quad I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$[0018] \quad I_g = \rho \text{GHI}$$

[0019] 获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

[0020] 其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为太阳辐射数据中的DHI值,GHI为太阳辐射数据中的GHI值,同一区域中的光伏板共用对应区域中太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的电流数据, I_{inclined} 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

[0021] 在其中一个实施例中,步骤S2还包括:

[0022] 在晴天工况下,对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 。

[0023] 在其中一个实施例中,在晴天工况下,对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 进一步包括:

[0024] 通过公式:

$$[0025] \quad I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0026] \quad I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$[0027] \quad I_g = \rho \text{GHI}$$

[0028] 对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f ;

[0029] 其中, I_{sc} 通过光伏板采集的电流数据获取, I_{inclined} 通过镜场内不同区域的日射强度计采集的太阳辐射数据结合定日镜的实时角度获取。

[0030] 在其中一个实施例中,步骤S3进一步包括:

[0031] 根据位置信息与DNI数据,分析模拟镜场内DNI分布,并通过图像显示镜场内来云分布。

[0032] 在其中一个实施例中,定日镜与光伏板平行设置,其中,每一定日镜上设置的光伏板数量为一块或多块。

[0033] 一种镜场内来云分布测量系统,包括:设于每一定日镜上的光伏板、设于镜场内不同区域的日射强度计、设于镜场内的监控装置、数据采集端、以及来云测量端,来云测量端经数据采集端与光伏板、日射强度计、监控装置信号连接;

[0034] 光伏板用于实时获取电流数据,日射强度计用于实时获取太阳辐射数据,监控装置用于获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据;

[0035] 来云测量端用于根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据,以及根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。

[0036] 在其中一个实施例中,来云测量端具体用于通过公式:

$$[0037] \quad I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0038] \quad I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$[0039] \quad I_g = \rho \text{GHI}$$

[0040] 获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据；

[0041] 其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为太阳辐射数据中的DHI值, GHI为太阳辐射数据中的GHI值, 同一区域中的光伏板共用对应区域中太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的电流数据, I_{inclined} 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

[0042] 在其中一个实施例中, 定日镜与光伏板平行设置, 其中, 每一定日镜上设置的光伏板数量为一块或多块。

[0043] 在其中一个实施例中, 光伏板的输出端与定日镜的供电线路电连接, 以直接为定日镜供电。

[0044] 本发明与现有技术相比具有以下的优点和积极效果, 当然, 实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以下所述的所有优点:

[0045] 1) 本发明通过少数日射强度计测量的太阳辐射值, 结合定日镜上的光伏板电流数据, 即可完成整个镜场内来云分布的测量, 其中, 巧妙的利用了光热电站镜场这种数量级的区域范围内DHI、GHI总体波动不大且其误差在允许范围内的特征, 以一种较低的成本准确地测量了整个镜场内的太阳辐照度, 如此, 不仅降低镜场来云分布测量的成本, 而且实现了整个镜场来云分布的实时测量, 从而有效地优化镜场中定日镜的控制, 保证了整个电站安全运行的同时大大提高了光资源的利用率;

[0046] 2) 本发明的光伏板不仅用作镜场内来云分布的测量, 而且可以直接为定日镜供电, 如此, 节约了镜场厂用电, 也节省了供电线缆的物料和施工成本;

[0047] 3) 本发明对光伏板的数量布置没有强制需求, 不同电站可根据镜场情况自由设计, 有利于优化光热电站镜场综合设计, 从而提高光资源利用率。

附图说明

[0048] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述, 各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的, 而并不认为是对本发明的限制。

[0049] 图1为塔式太阳能热发电的原理结构简图;

[0050] 图2为本发明的一种镜场内来云分布测量方法的流程示意图;

[0051] 图3为本发明的一种镜场内来云分布测量系统的结构示意图;

[0052] 图4为本发明的一种镜场内来云分布测量系统的定日镜角度信息示意图。

[0053] 附图标记说明:

[0054] 1-定日镜; 2-日射强度计; 3-数据采集端; 4-来云测量端。

具体实施方式

[0055] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,并获得其他的实施方式。

[0056] 为使图面简洁,各图中只示意性地表示出了与本发明相关的部分,它们并不代表其作为产品的实际结构。另外,以使图面简洁便于理解,在有些图中具有相同结构或功能的部件,仅示意性地绘示了其中的一个,或仅标出了其中的一个。在本文中,“一个”不仅表示“仅此一个”,也可以表示“多于一个”的情形。

[0057] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的一种镜场内来云分布测量方法及系统作进一步详细说明。

[0058] 参看图2,本申请提供了一种镜场内来云分布测量方法,包括以下步骤:

[0059] S1:通过镜场内不同区域的日射强度计实时获取太阳辐射数据,通过监控装置获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据,通过设于每一定日镜上的光伏板实时获取电流数据;

[0060] S2:根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

[0061] S3:根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。

[0062] 现对本实施例进行详细说明,但不仅限于此。

[0063] 如图1所示,塔式太阳能热电站需要通过驱动大量定日镜跟踪太阳光,使太阳光在位于吸热塔顶端的吸热器表面聚集,对吸热工质进行加热,使光能转换为热能,进而将热能转化为电能,实现太阳能热发电,其中,吸热塔的吸热器聚集的热能过多会产生安全问题,聚集的热能不足则会影响发电效率,故塔式太阳能热电站需要在安全发电的情况尽可能地聚集更多的热能,以高效地进行热能发电,这就需要精准地控制整个镜场内的定日镜,然而需要做到定日镜数量的精准控制,其必须考虑外界环境中来云分布,因为云层是影响吸热塔的吸热器聚集的热能的重要因素之一。

[0064] 为此,本实施例提供的镜场内来云分布测量方法,其适用于塔式太阳能热电站中实时测量镜场内来云分布,以有效地优化来云时镜场的控制,将DNI较低区域的定日镜按实际DNI和能量需求投射到吸热器,当云撤离这部分区域DNI升高时,根据实际DNI测量的结果,撤去多余能量对应的定日镜,进一步的优化了整个电站的运行策略,保证设备的安全运行并提高光资源的利用率。

[0065] 1) 具体介绍步骤S1:

[0066] S1:通过镜场内不同区域的日射强度计实时获取太阳辐射数据,通过监控装置获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据,通过设于每一定日镜上的光伏板实时获取电流数据。

[0067] 本实施例根据镜场规模的大小,镜场中需要布置1个或多个日射强度计,分别布置在镜场中的不同区域,以便对镜场不同区域的DHI值都有测量数据,提升镜场来云分布的计算精度。其中,日射强度计用于测量设备位置的GHI(总水平辐射)、DNI(直接辐射)、DHI(散射辐射)值,在光热电站镜场这种数量级的区域范围内,由于DHI总体波动不大的特征,故全

镜场共用几个日射强度计的DHI和GHI测量结果,便可以廉价的方式实现对镜场不同区域的DNI相对高精度的实时预测。

[0068] 本实施例的监控装置用于获取每面定日镜的位置及角度信息,如图4所示,角度信息包括太阳直射光线与镜面法向的夹角 θ 和镜面与地面的夹角 β ,定日镜的位置为定日镜再镜场中的坐标。

[0069] 本实施例的光伏板布置在每面定日镜上,光伏板平面与定日镜镜面平行,其中,由于光伏板的短路电流与光伏板面积之比与光伏板数量无关,那么不同定日镜上配置不同数量的光伏板不对结果造成影响,故可以尽可能多地在可利用区域布置光伏板,提高镜场内的光资源利用率。具体而言,为了保证镜场尽可能地多利用太阳能资源,每面定日镜上光伏板数量为1个或多个,如镜场外环的各定日镜间隔较大,可多增加光伏板的布置,以弥补太阳能的损失,具体根据定日镜及镜场的设计而定。另外,光伏板可以直接为定日镜供电,节约了镜场厂用电,以及供电线缆的物料和施工成本。

[0070] 2) 具体介绍步骤S2:

[0071] S2:根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据。

[0072] 本实施例通过光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 $I_{inclined}$ 的关系公式:

$$[0073] \quad I_{inclined} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0074] \quad I_{sc} = f(I_{inclined})$$

$$[0075] \quad I_g = \rho GHI$$

[0076] 获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

[0077] 其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为太阳辐射数据中的DHI值,GHI为太阳辐射数据中的GHI值,同一区域中的光伏板共用对应区域中太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的电流数据, $I_{inclined}$ 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 $I_{inclined}$ 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

[0078] 具体而言,本实施例在多云天工况下,巧妙地利用了光热电站镜场这种数量级的区域范围内,DHI总体波动不大的特征,全镜场共用几个日射强度计的DHI和GHI测量结果,从而从上述公式中求解出唯一的未知量。而本方案的主要误差在于,在全镜场范围内,就近共用了几个日射强度计的DHI和GHI测量结果,如上文所述,在光热电站镜场这种数量级的区域范围内,DHI总体波动可以忽略,另外在 $I_{inclined}$ 中, I_g 所占权重极小。例:即使共用的GHI的误差为50%, $\beta=30^\circ$, $\rho=0.2$,则 I_g 的最终误差为2.5%。由于实际共用GHI的误差很少能达到50%,所以实际应用时,共用GHI导致的误差比上述值还要小,接近可以忽略。

[0079] 进一步地,本实施例在晴天工况下,需要对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 $I_{inclined}$ 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 。具体而言,本实施例通过光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 $I_{inclined}$ 的关系公式:

$$[0080] \quad I_{inclined} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0081] \quad I_{sc} = f(I_{inclined})$$

[0082] $I_g = \rho GHI$

[0083] 对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 $I_{inclined}$ 和 I_{sc} 之间的转换关系 f ,其中,基于光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 $I_{inclined}$ 的关系,在全晴天工况下,等式左边 I_{sc} 可由每面定日镜上的光伏面板采集得到,等式右边的 $I_{inclined}$ 可由日射强度计采集的数据结合定日镜的实时角度得到。结合上述数据,可以针对每面定日镜求解出 $I_{inclined}$ 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 。

[0084] 3) 具体介绍步骤S3:

[0085] S3:根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。

[0086] 本实施例根据位置信息与DNI数据,分析模拟镜场内DNI分布,并通过图像显示镜场内来云分布,如此,通过镜场DNI分布图就可以直观地了解到来云分布情况,同时,对于镜场定日镜控制而言,可以根据镜场DNI分布图中每一定日镜上的DNI值进行定日镜控制,从而有效地优化来云时镜场的控制,将DNI较低区域的定日镜按实际DNI和能量需求投射到吸热器,当云撤离这部分区域DNI升高时,根据实际DNI测量的结果,撤去多余能量对应的定日镜,进一步的优化了整个电站的运行策略,保证设备的安全运行并提高光资源的利用率。

[0087] 参看图3,本申请提供了一种基于上述实施例的镜场内来云分布测量系统,包括:设于每一定日镜1上的光伏板、设于镜场内不同区域的日射强度计2、设于镜场内的监控装置、数据采集端3、以及来云测量端4,来云测量端4经数据采集端3与光伏板、日射强度计2、监控装置信号连接;

[0088] 光伏板用于实时获取电流数据,日射强度计2用于实时获取太阳辐射数据,监控装置用于获取镜场内每一定日镜的位置数据与角度数据;

[0089] 来云测量端4用于根据太阳辐射数据、角度数据、电流数据获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据,以及根据位置信息与DNI数据分析模拟获取镜场内来云分布。

[0090] 现结合测量原理对本实施例进行详细介绍,但不仅限于此:

[0091] 镜场开始运行,日射强度计将实时测量得到的太阳辐射数据发送给数据采集端,数据采集端可以是数据采集服务器,其中,根据镜场规模的大小,镜场中需要布置1个或多个日射强度计,分别布置在镜场中的不同区域,以便对镜场不同区域的DHI值都有测量数据,提升镜场来云分布的计算精度;

[0092] 监控装置将每面定日镜的位置及角度信息实时发送给数据采集服务器;

[0093] 光伏板接收太阳辐射产生电流并实时将电流数据发送给数据采集服务器,光伏板布置在每面定日镜上,光伏板平面与定日镜镜面平行,其中,由于光伏板的短路电流与光伏板面积之比与光伏板数量无关,那么不同定日镜上配置不同数量的光伏板不对结果造成影响,故可以尽可能多地在可利用区域布置光伏板,提高镜场内的光资源利用率。具体而言,为了保证镜场尽可能地多利用太阳能资源,每面定日镜上光伏板数量为1个或多个,如镜场外环的各定日镜间隔较大,可多增加光伏板的布置,以弥补太阳能的损失,具体根据定日镜及镜场的设计而定。另外,光伏板可以直接为定日镜供电,节约了镜场厂用电,以及供电线缆的物料和施工成本。

[0094] 在晴天工况下需要对每面定日镜上的光伏板进行标定,来云测量端可以为计算机控制端,具体而言,本实施例的计算机控制端通过光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 $I_{inclined}$ 的关系公式:

$$[0095] \quad I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0096] \quad I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$[0097] \quad I_g = \rho \text{GHI}$$

[0098] 对每一定日镜上的光伏板进行标定,获取 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f ,其中,基于光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 I_{inclined} 的关系,在全晴天工况下,等式左边 I_{sc} 可由每面定日镜上的光伏面板采集得到,等式右边的 I_{inclined} 可由日射强度计采集的数据结合定日镜的实时角度得到。结合上述数据,可以针对每面定日镜求解出 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系 f 。

[0099] 在标定之后,计算机控制端根据数据采集服务器传输来的实时太阳辐射数据、每面定日镜角度数据、每面光伏板电流数据计算每面光伏板上的DNI数据。具体而言,本实施例通过光伏板的短路电流 I_{sc} 和倾斜面上的总辐射 I_{inclined} 的关系公式:

$$[0100] \quad I_{\text{inclined}} = I_b \cos(\theta) + I_d \frac{1 + \sin(\beta)}{2} + I_g \frac{1 - \sin(\beta)}{2}$$

$$[0101] \quad I_{\text{sc}} = f(I_{\text{inclined}})$$

$$[0102] \quad I_g = \rho \text{GHI}$$

[0103] 获取不同区域中每一光伏板上的DNI数据;

[0104] 其中, I_b 为需要获取的DNI数据, I_d 为太阳辐射数据中的DHI值,GHI为太阳辐射数据中的GHI值,同一区域中的光伏板共用对应区域中太阳辐射数据中的DHI值与GHI值, I_{sc} 为光伏板的电流数据, I_{inclined} 为光伏板倾斜面上的总辐射, f 为 I_{inclined} 和 I_{sc} 之间的转换关系, θ 为太阳直射光线与镜面法向的夹角, β 为镜面与地面的夹角, I_g 为地面反射辐射, ρ 为地面反射率。

[0105] 具体而言,本实施例在多云天工况下,巧妙地利用了光热电站镜场这种数量级的区域范围内,DHI总体波动不大的特征,全镜场共用几个日射强度计的DHI和GHI测量结果,从而从上述公式中求解出唯一的未知量。而本方案的主要误差在于,在全镜场范围内,就近共用了几个日射强度计的DHI和GHI测量结果,如上文所述,在光热电站镜场这种数量级的区域范围内,DHI总体波动可以忽略,另外在 I_{inclined} 中, I_g 所占权重极小。例:即使共用的GHI的误差为50%, $\beta=30^\circ$, $\rho=0.2$,则 I_g 的最终误差为2.5%。由于实际共用GHI的误差很少能达到50%,所以实际应用时,共用GHI导致的误差比上述值还要小,接近可以忽略。

[0106] 最后,计算机控制端根据数据采集服务器传输来的镜场内每面镜子的位置信息和之前计算得出的每面定日镜对应的DNI数据,分析和模拟镜场内的DNI分布,并将结果以图像的方式直观地显示出来。

[0107] 本实施例通过少数日射强度计测量的太阳辐射值,结合定日镜上的光伏板电流数据,即可完成整个镜场内来云分布的测量,其中,巧妙的利用了光热电站镜场这种数量级的区域范围内DHI、GHI总体波动不大且其误差在允许范围内的特征,以一种较低的成本准确地测量了整个镜场内的太阳辐照度,如此,不仅降低镜场来云分布测量的成本,而且实现了整个镜场来云分布的实时测量,从而有效地优化镜场中定日镜的控制,保证了整个电站安全运行的同时大大提高了光资源的利用率。

[0108] 上面结合附图对本发明的实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施

方式。即使对本发明作出各种变化,倘若这些变化属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则仍落入在本发明的保护范围之内。

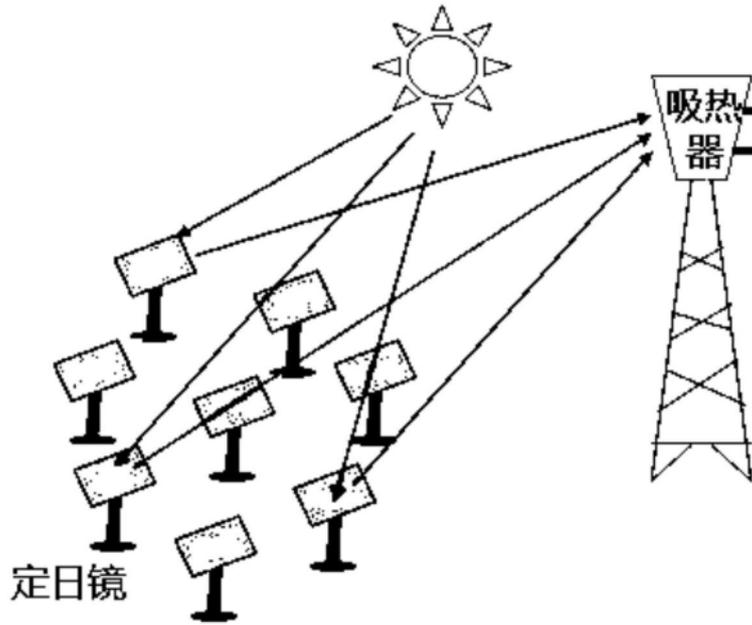


图1

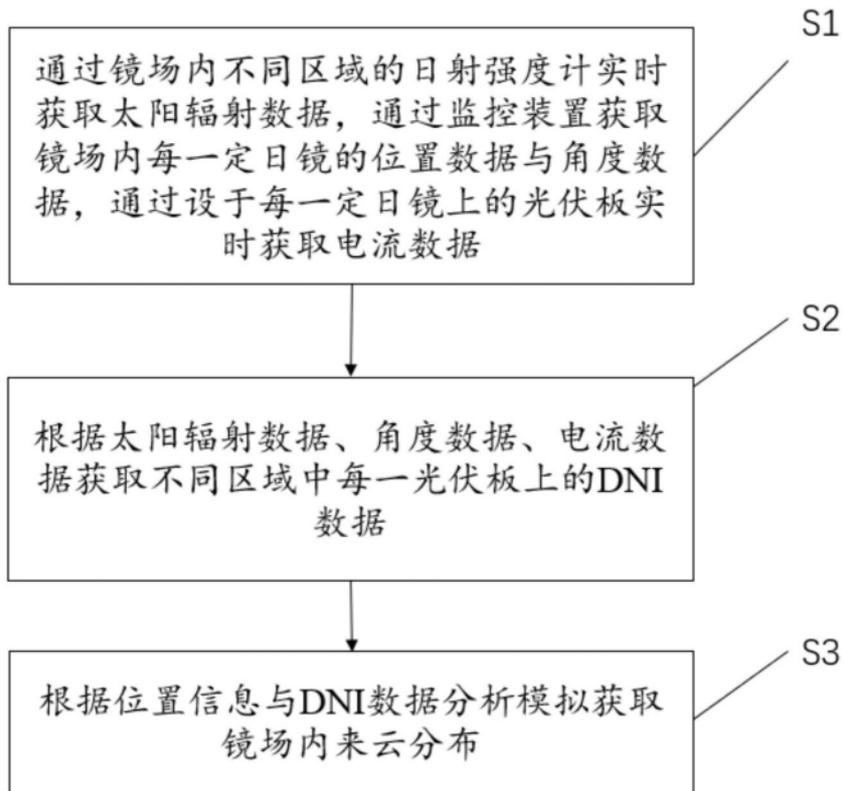


图2

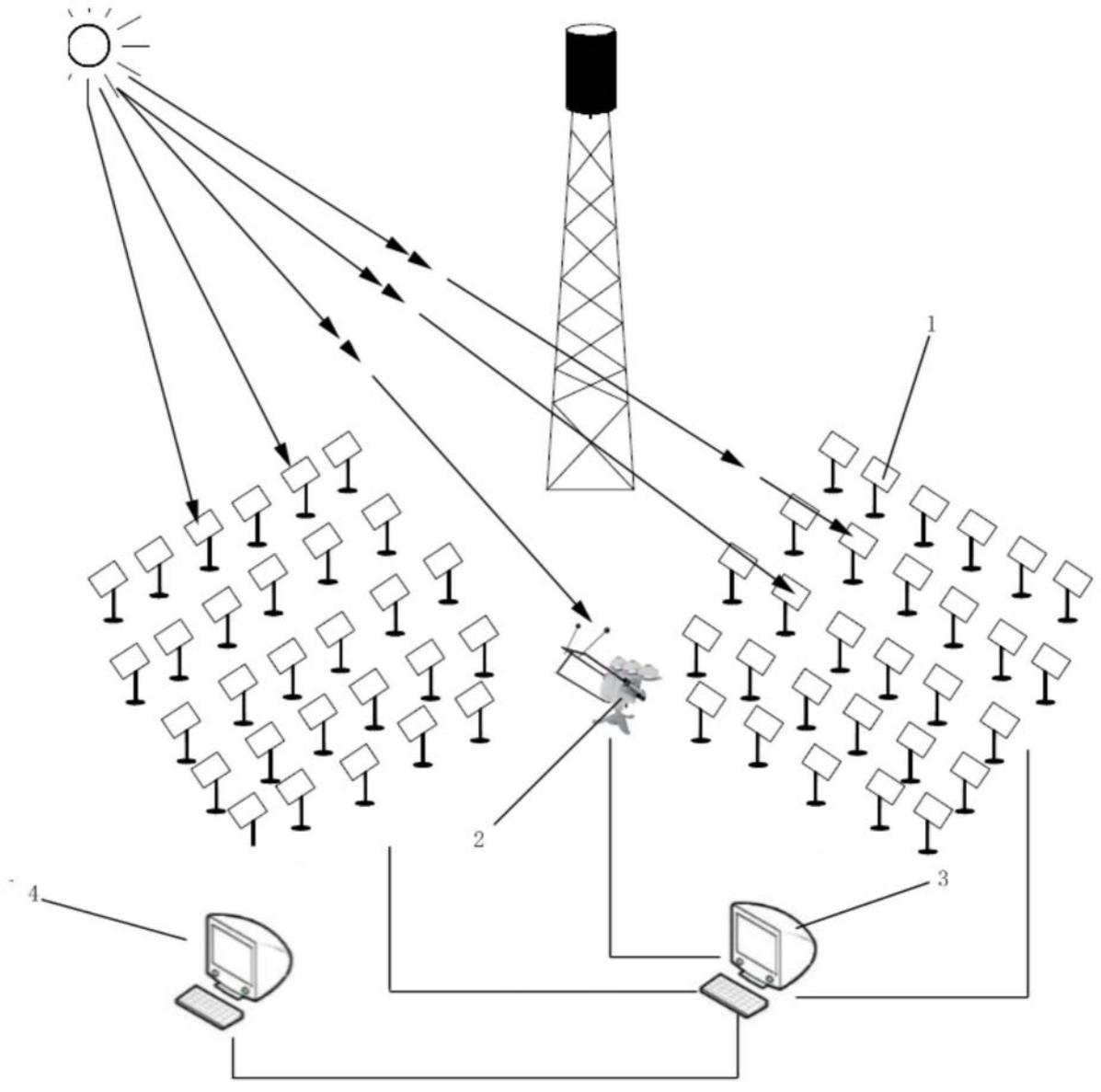


图3

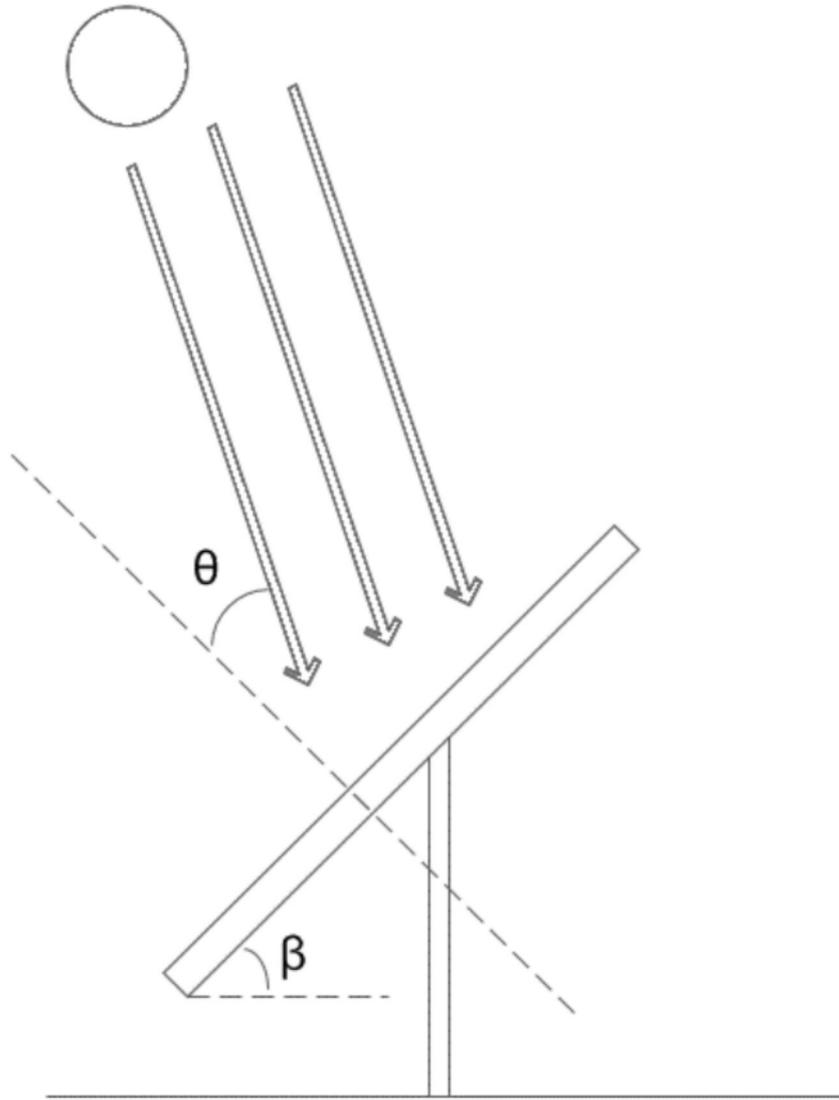


图4