

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101521478 B

(45) 授权公告日 2010.09.22

(21) 申请号 200910094294.8

CN200980052Y, 2007.11.21, 全文.

(22) 申请日 2009.04.03

KR10-2007-0092695A, 2007.09.13, 全文.

US2004/0238025A1, 2004.12.02, 全文.

(73) 专利权人 昆明绿电科技有限公司

地址 650033 云南省昆明市五华区学府路
690 号金鼎科技园 B1 幢 7 楼

审查员 周亚娜

(72) 发明人 曹锐 傅其中 汪福才

(74) 专利代理机构 昆明祥和知识产权代理有限
公司 53114

代理人 孟蓉英

(51) Int. Cl.

H02N 6/00 (2006.01)

G05D 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US2007/0070531A1, 2007.03.29, 全文.

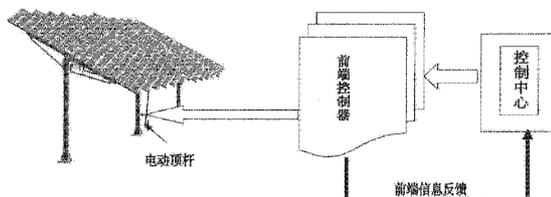
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种太阳能自动跟踪系统

(57) 摘要

本发明公开一种太阳能自动跟踪系统, 硬件通过巧妙的单轴“鱼鳞状”太阳能电池板 (1) 以及万向节轴承座 (5) 结构设计, 适用于多支柱轴支架, 在复杂山坡地形安装, 支架重心下移、转动灵活。使系统能在高低崎岖不平的山区坡地也能采用单轴跟踪系统来建设太阳能发电站, 从而达到对于复杂安装地形总能使太阳能电池板获得尽可能多的太阳辐射能量, 提高了跟踪效率。并有效提高了硬件抗风能力, 降低风阻所带来的材料损耗, 增强安全性和适应性。再配以独特的“阴影规避”系统处理功能, 避免机架上电池板相互间阴影遮挡造成的能量损失, 使太阳能电池板获得最大的电能输出, 不但大幅度提高太阳能发电效率, 而且显著提高了太阳能跟踪系统的适应能力, 比现有太阳能跟踪系统节省土地占用约 50% 左右, 节约了有限的资源。



1. 一种太阳能自动跟踪系统,是由太阳能电池板、机架、横梁、电机传动轴、控制电路、自动跟踪控制模块构成,其特征在于:

硬件还包括:电池板托架(3)、万向节轴承座(5),其中,多块太阳能电池板(1)通过电池板托架(3)呈“鱼鳞状”分别固定在机架的横梁(6)上;万向节轴承座(5)固定于机架的各支柱(2)顶端,万向节轴承座(5)上的 π 字形支承帽与横梁(6)固定,横梁(6)通过电动顶杆(4)的伸缩,使电池板托架(3)沿水平方向跟踪旋转;

自动跟踪控制模块还包括“阴影规避”系统处理模块,其工作原理:

在各机架阵列间允许的最大间距情况下,采取一定的跟踪控制算法,使太阳能板最大限度获得太阳能量,下面以机架之间可予留的最大距离D为太阳能电池面板宽度L的 $\sqrt{2}$ 倍,即允许太阳能电池面板与太阳光线垂直时,太阳光线与水平线的夹角为45度为例,来计算每天的跟踪控制程序;

为描述跟踪程序方便,把每天分为7个时间点:

T_0 :中天时,即太阳光线与东西方向水平线垂直的时间;

T_1 :日出时间;

T_2 :开始阴影规避跟踪控制时间;

T_3 :东面太阳光线与水平线的夹角为45度时间;

T_4 :西面太阳光线与水平线的夹角为45度时间;

T_5 :结束阴影规避跟踪控制时间;

T_6 :日落,开始收帆时间;

各时段的控制动作描述

$T_1 \sim T_2$:控制系统无动作,太阳能电池面板仍处于收帆角度,此阶段各跟踪支架的电池面板会有一些阴影,但由于每天清晨约一小时这一段时间里太阳光线很弱,本身就不足以使太阳能电池板达到逆变器的输出电量的阈值,所以,此时的阴影的影响可忽略不计;

$T_2 \sim T_3$:启动阴影规避控制,始启动时间 T_2 ,此时太阳能电池板与水平线夹角为11度,即前一天的收帆角度;从 T_2 时间开始,每次将太阳能电池面板向逆时针方向调节2度;从11度的收帆状态开始调节到太阳能电池板与水平线夹角45度,时间至 T_3 ;此时太阳光线与水平线夹角为45度;

此时段调节次数 $K_1 = (45-11) \text{度} / 2 \text{度} = 17 \text{次}$;

每次调节时间间隔 $P = 2 \text{度} / S = 8 \text{分}$;S:太阳运行速度,以下同;

也就是每隔8分向逆时针方向调节2度;

$T_3 \sim T_4$:从 T_3 时间开始,太阳能电池面板将向顺时针方向进行跟踪;每次将太阳能电池板向顺时针方向调节2度,从东45度的开始一直调节到西45度为止,中间经过中天时,直至时间 T_4 ;此时太阳光线与水平线夹角为45度;

此时段调节次数 $K_2 = 90 \text{度} / 2 \text{度} = 45 \text{次}$

每次调节时间间隔 $P = 2 \text{度} / S = 8 \text{分}$

也就是每隔8分向顺时针方向调节2度;

$T_4 \sim T_5$:从 T_4 开始,从西45度开始逆时针调节到11度;每次将太阳能电池面板向逆时针方向调节2度,一直调节到与水平线夹角为11度,直至时间 T_5 ;

此时段调节次数 $K_3 = (45-11) / 2 = 17 \text{次}$

每次调节时间间隔 $P = 2 \text{ 度} / S = 8 \text{ 分}$

也就是每隔 8 分向逆时针方向调节 2 度；

$T_5 \sim T_6$: T_5 时间到太阳落山时间 T_6 中间约一小时的这一小段时间里太阳光线很弱, 本身就不足以使太阳能电池板达到逆变器的输出电量的阈值, 所以, 此时的阴影的影响可忽略不计；

T_6 : T_6 时间以后开始收帆, 从西 11 度调节到到东 11 度, 从 T_6 以后, 将太阳能电池面板从与水平线夹角西 11 度逆时针方向连续调节到东 11 度收帆状态为止, 总共调节角度为 22 度；

时间计算

为了实现以上定义的控制动作, 下面介绍具体计算步骤：

A. 计算太阳运行速度：

太阳运行速度 $S = 180 \text{ 度} / 720 \text{ 分钟} = 0.25 \text{ 度} / \text{分钟}$

B. 计算启动阴影规避控制时间 T_2

$T_2 = T_0 - (45 \text{ 度} / 0.25) - (45 - 11) \text{ 度} / 0.25$

$= T_0 - 3 \text{ 小时} - 136 \text{ 分钟}$

$= T_0 - 5 \text{ 小时} 16 \text{ 分}$

C. 计算时间 T_3

$T_3 = (45 \text{ 度} / 0.25) = T_0 - 3 \text{ 小时}$

D. 计算时间 T_4

$T_4 = T_0 + (45 \text{ 度} / 0.25) = T_0 + 3 \text{ 小时}$

E. 计算时间 T_5

$T_5 = T_0 + (45 \text{ 度} / 0.25) + (45 - 11) \text{ 度} / 0.25$

$= T_0 + 3 \text{ 小时} + 136 \text{ 分钟}$

$= T_0 + 5 \text{ 小时} 16 \text{ 分}$

F. 时间 T_0 : 每一天的中天时；即每天太阳光线与东西方向水平线垂直的时间；

每一天的时间 T_0 、 T_1 、 T_6 , 可从控制系统数据库中天文资料库里查找并由控制中心自动更新；

通过以上计算而形成的一套综合控制技术, 并由此而编制成阴影规避系统程序处理模块。

一种太阳能自动跟踪系统

一、技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能发电技术,特别是一种占地面积较广的大型太阳能电站的太阳能自动跟踪系统。

二、背景技术

[0002] 我们知道,只有太阳光线直射太阳能电池板时,电池板才能获得最大的电能输出。为了提高太阳能电池板发电的效率,使用太阳能跟踪支架系统是一个很有效的选择。它的功能是使太阳能电池阵列表面随着太阳在天空运动而自动跟踪转动,尽量使其保持垂直面对太阳。目前,太阳能跟踪系统的太阳能电池板支架通常采用的单轴结构,系统的太阳能电池板安装方式为平板式,即所有电池板全部固定在一个大的水平框架上。传统的单轴系统存在以下三个方面的问题:

[0003] 问题一、由于单轴系统只能在东西(经度)方向转动跟踪太阳,通常的单轴平板系统太阳能电池板是水平固定的,只有在夏至前后效果最佳,其它季节会由于太阳光南北向的偏移角逐渐变大,而造成阳光的损失。同时,其宽大的迎风面积将形成很大的风荷载,为抗拒大风的破坏,必须增加结构件的强度要求,从而使耗材上升,成本增加。

[0004] 问题二、单轴系统在大面积连排安装时,由于考虑到土地占用因素,机架之间允许的间隔不可能太大,因此在跟踪过程中会有阴影遮挡(见下图),造成部分太阳能组串开路而影响电量的产出。

[0005] 问题三、由于单轴系统为多立柱支撑结构,目前传统的单轴系统通常采用的固定式轴承座只能在平地上安装整体机架,不能适应高低不平 and 不同坡度的山区复杂地形上大量安装使用。

三、发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种太阳能自动跟踪系统,不但能适应高低不平 and 不同坡度的山区复杂地形,而且能有效提高太阳能发电效率,有效抗拒大风破坏,提高安全性,节约有限的资源。

[0007] 具体为:

[0008] 一种太阳能自动跟踪系统,是由太阳能电池板、电池板托架、万向节轴承座、机架、横梁、电机传动轴、电动顶杆、控制电路、自动跟踪控制模块等构成。

[0009] 其中,多块太阳能电池板通过可调整角度的电池板托架呈“鱼鳞状”分别固定在机架上。使太阳能电池板与水平的夹角等于太阳光线在春分或秋分时节照射到地球表面的垂直偏角(如云南石林地区为24度),因为该角度照顾到了春、冬、秋三季,它的年平均吸收的能量最多。同时,由于电池板托架角度可调整,使机架可以安装在带坡度的复杂地面(通过调节托架角度可使太阳能板角度达到最佳的要求)。

[0010] “鱼鳞”状电池板托架结构可以较大的分散风带来的阻力,从而可以大幅度降低支撑结构的强度要求,有效提高安全性。

[0011] 万向节轴承座固定于机架的各立柱顶端,万向节轴承座上的 π 字形支承帽与横梁固定,横梁通过电动顶杆的伸缩,使电池板托架沿水平方向跟踪旋转。由于通过万向节轴承座结构,其连接角度和方向在一定范围内均为任意。因此整个机架安装在高低不平的坡地时,横梁与机架的立柱之间的“软”连接可以自动适应而不用任何结构的“硬”修改。

[0012] 自动跟踪控制模块包括“阴影规避”系统处理模块,其工作原理:

[0013] 在各机架阵列间允许的最大间距情况下,采取一定的跟踪控制算法,使太阳能板最大限度获得太阳能量,下面以机架之间可予留的最大距离 D 为太阳能电池面板宽度 L 的 $\sqrt{2}$ 倍,即允许太阳能电池面板与太阳光线垂直时,太阳光线与水平线的夹角为 45 度为例,来计算每天跟踪控制程序;

[0014] 为描述跟踪程序方便,把每天分为 7 个时间点:

[0015] T_0 :中天时;即太阳光线与东西方向水平线垂直的时间;

[0016] T_1 :日出时间;

[0017] T_2 :开始阴影规避跟踪控制时间;

[0018] T_3 :东面太阳光线与水平线的夹角为 45 度时间;

[0019] T_4 :西面太阳光线与水平线的夹角为 45 度时间;

[0020] T_5 :结束阴影规避跟踪控制时间;

[0021] T_6 :日落,开始收帆时间;

[0022] 各时段的控制动作描述

[0023] $T_1 \sim T_2$:控制系统无动作,太阳能电池面板仍处于收帆角度。此阶段各跟踪支架的电池面板会有一些阴影,但由于每天清晨约一小时的这一小段时间里太阳光线很弱。本身就不足以使太阳能电池板达到逆变器的输出(产出)电量的阈值。所以,此时的阴影的影响可忽略不计。

[0024] $T_2 \sim T_3$:启动阴影规避控制,始启动时间 T_2 ,此时太阳能电池板与水平线夹角为 11 度(前一天的收帆角度);从 T_2 时间开始,每次将太阳能电池面板向逆时针方向调节 2 度,从 11 度的收帆状态开始调节到太阳能电池板与水平线夹角 45 度,时间至 T_3 ;此时太阳光线与水平线夹角为 45 度。

[0025] 此时段调节次数 $K_1 = (45-11) \text{ 度} / 2 \text{ 度} = 17 \text{ 次}$;

[0026] 每次调节时间间隔 $P = 2 \text{ 度} / S = 8 \text{ 分}$; S :太阳运行速度,以下同;

[0027] 也就是每隔 8 分向逆时针方向调节 2 度。

[0028] $T_3 \sim T_4$:从 T_3 时间开始,太阳能电池面板将向顺时针方向进行跟踪。每次将太阳能电池板向顺时针方向调节 2 度,从东 45 度的开始一直调节到西 45 度为止,中间经过中天时,直至时间 T_4 ;此时太阳光线与水平线夹角为 45 度。

[0029] 此时段调节次数 $K_2 = 90 \text{ 度} / 2 \text{ 度} = 45 \text{ 次}$

[0030] 每次调节时间间隔 $P = 2 \text{ 度} / S = 8 \text{ 分}$

[0031] 也就是每隔 8 分向顺时针方向调节 2 度。

[0032] $T_4 \sim T_5$:从 T_4 开始,从西 45 度开始逆时针调节到 11 度;每次将太阳能电池面板向逆时针方向调节 2 度,一直调节到 11 度(与水平线夹角),直至时间 T_5 。

[0033] 此时段调节次数 $K_3 = (45-11)/2 = 17 \text{ 次}$

[0034] 每次调节时间间隔 $P = 2 \text{ 度} / S = 8 \text{ 分}$

[0035] 也就是每隔 8 分向逆时针方向调节 2 度。

[0036] $T_5 \sim T_6$: T_5 时间到太阳落山时间 T_6 中间这一小段时间 (约一小时) 里太阳光线很弱, 本身就不足以使太阳能电池板达到逆变器的输出 (产出) 电量的阈值。所以, 此时的阴影的影响可忽略不计。

[0037] T_6 : T_6 时间以后开始收帆, 从西 11 度调节到到东 11 度。从 T_6 以后, 将太阳能电池面板从西 11 度 (与水平线夹角) 逆时针方向连续调节到东 11 度收帆状态为止。总共调节角度为 22 度。

[0038] 时间计算

[0039] 为了实现以上定义的控制动作, 下面介绍具体计算步骤:

[0040] A. 计算太阳运行速度:

[0041] 太阳运行速度 $S = 180 \text{ 度} / 720 \text{ 分钟} = 0.25 \text{ 度} / \text{分钟}$

[0042] B. 计算启动阴影规避控制时间 T_2

[0043] $T_2 = T_0 - (45 \text{ 度} / 0.25) - (45 - 11) \text{ 度} / 0.25$

[0044] $= T_0 - 3 \text{ 小时} - 136 \text{ 分钟}$

[0045] $= T_0 - 5 \text{ 小时} 16 \text{ 分}$

[0046] C. 计算时间 T_3

[0047] $T_3 = (45 \text{ 度} / 0.25) = T_0 - 3 \text{ 小时}$

[0048] D. 计算时间 T_4

[0049] $T_4 = T_0 + (45 \text{ 度} / 0.25) = T_0 + 3 \text{ 小时}$

[0050] E. 计算时间 T_5

[0051] $T_5 = T_0 + (45 \text{ 度} / 0.25) + (45 - 11) \text{ 度} / 0.25$

[0052] $= T_0 + 3 \text{ 小时} + 136 \text{ 分钟}$

[0053] $= T_0 + 5 \text{ 小时} 16 \text{ 分}$

[0054] F. 时间 T_0 : 中天时; 即每天太阳光线与东西方向水平线垂直的时间。

[0055] 每一天的时间 T_0 、 T_1 、 T_6 , 可从控制系统数据库中天文资料库里查找并由控制中心自动更新。

[0056] 通过以上计算而形成的一套综合控制技术, 并由此而编制成阴影规避系统程序处理模块。

[0057] 本发明通过巧妙的单轴“鱼鳞状”太阳能电池板以及“ π 字形”支承帽、万向节轴承座结构设计, 适用于多支柱轴支架, 在复杂山坡地形安装, 支架重心下移、转动灵活。使系统能在高低崎岖不平的山区坡地也能采用单轴跟踪系统来建设太阳能发电站, 从而达到对于复杂安装地形总能使太阳能电池板获得尽可能多的太阳辐射能量, 提高了跟踪效率。并对于单轴“鱼鳞状”太阳能电池板相应结构要求, 有效提高了硬件抗风能力, 降低风阻所带来的材料损耗, 增强安全性和适应性。再配以独特的“阴影规避”系统处理功能, 有效避免机架上电池板相互间阴影遮挡造成的能量损失, 使太阳能电池板获得最大的电能输出, 不但大幅度提高太阳能发电效率, 而且显著提高了太阳能跟踪系统的适应能力, 比现有太阳能跟踪系统节省土地占用约 50% 左右, 节约了有限的资源。

四、附图说明

- [0058] 图 1 为本发明的流程框图
- [0059] 图 2 为本发明的单轴“鱼鳞状”光伏电池板 (1) 安装结构示意图
- [0060] 图 3 为本发明的万向节轴承座 (5) 结构示意图
- [0061] 图 4 为本发明的“阴影规避”技术原理示意图
- [0062] 图 5 为本发明的“阴影规避”技术的时段动作示意图
- [0063] 图 6 为本发明的系统原理示意图

五、具体实施方式

[0064] 一种太阳能自动跟踪系统是由太阳能电池板 (1)、电池板托架 (3)、支柱 (2)、电动顶杆 (4)、万向节轴承座 (5)、横梁 (6)、控制电路和自动跟踪控制模块组成。

[0065] 其中,多块太阳能电池板 (1) 通过可调整角度的电池板托架 (3) 呈“鱼鳞状”分别固定在机架的各支柱 (2) 上,构成“鱼鳞状”太阳能自动跟踪系统机架。

[0066] 万向节轴承座 (5) 固定于机架的各支柱 (2) 顶端,万向节轴承座 (5) 上的 π 字形支承帽与横梁 (6) 固定,横梁 (6) 是通过电动顶杆 (4) 的伸缩,使电池板托架 (3) 沿水平方向跟踪旋转。从而使系统支架能在高低不平的山区坡地形下实施安装。

[0067] 跟踪控制的实施方式:

[0068] 控制系统由控制电路、跟踪控制模块等构成。

[0069] 其中,控制电路又由控制中心、分区控制器、前端控制器、电动顶杆组成。其中控制中心是整个太阳能自动跟踪系统的大脑,能够实时显示整个控制区域内全部太阳矩阵各机架的实时状态。包括:运行姿态,当前电池面板实时角度,太阳的时时状态(照度),当天日出日落时间,控制系统各硬件设备的工作状态等。能将根据从数据库中获取的天文信息,制定出春夏秋冬不同时节太阳能电池板的姿态控制数据,下达各控制前端实施自动跟踪控制。其分区控制器在控制系统中是一个承上启下作用。总控平台通过它定时定期发布新的控制程序和状态轮询命令。前端控制器通过它上传状态和告警信息;在分区控制器与控制中心通信中断时,能独立控制前端控制器的工作。其前端控制器主要作为跟踪系统的前端驱动单元和状态信息采集单元。具体完成控制和调节电动顶杆的电机;收集跟踪系统状态信息,如发现故障及时向控制中心告警。其电动顶杆在前端控制器驱动下,完成对太阳能跟踪机架的跟踪控制。

[0070] 自动跟踪控制模块包括“阴影规避”系统处理模块,其工作原理已在前详述,通过阴影规避控制程式计算而形成的一套综合控制技术,并由此而编制成阴影规避系统处理模块,作为整个控制系统的基本控制程序,来完成系统的跟踪控制。

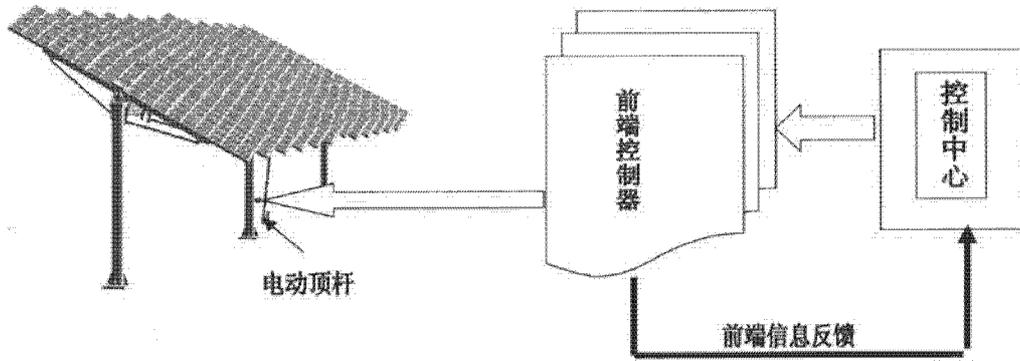


图 1

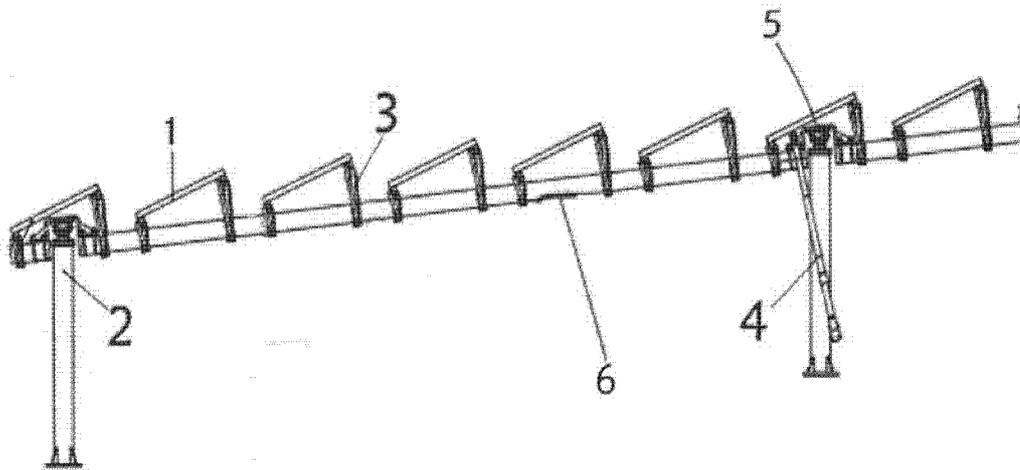


图 2

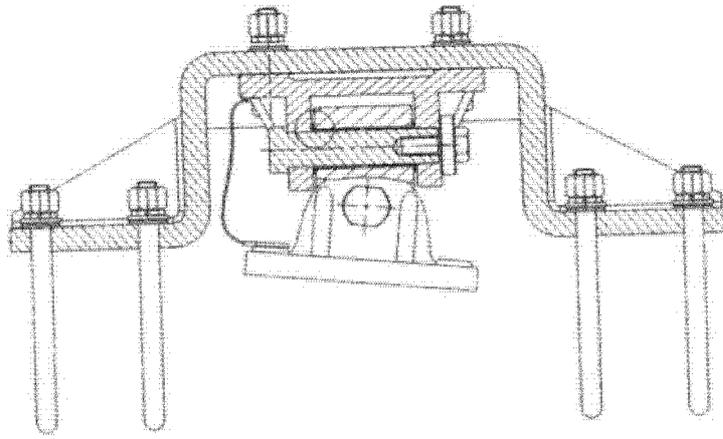


图 3

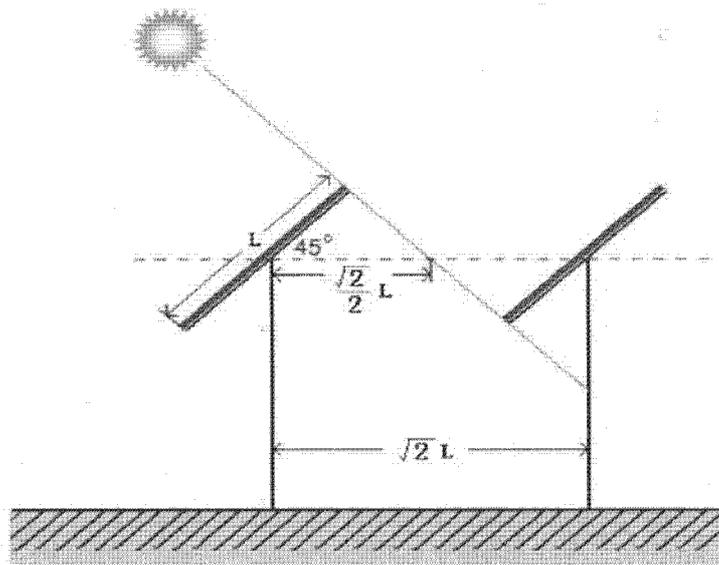


图 4

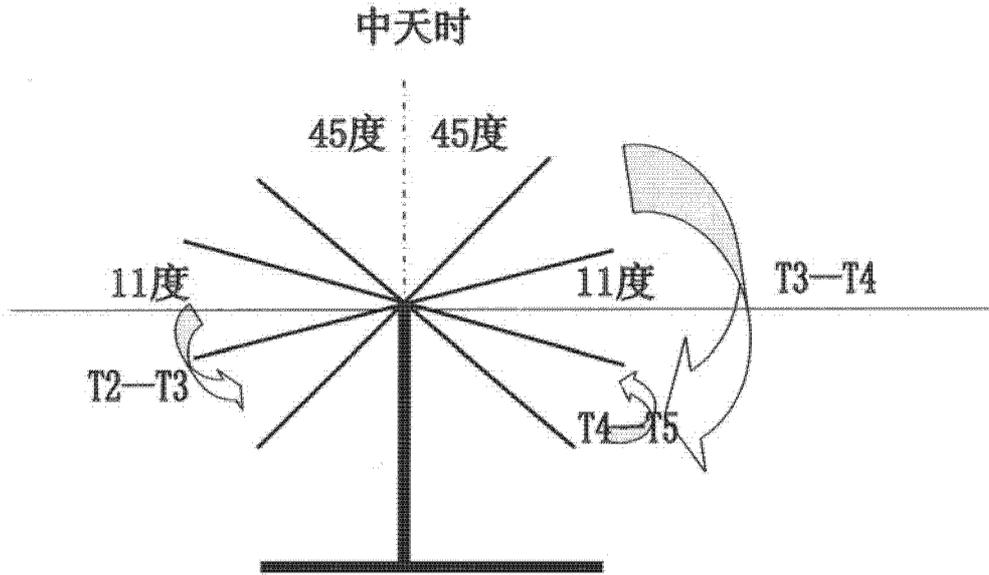


图 5

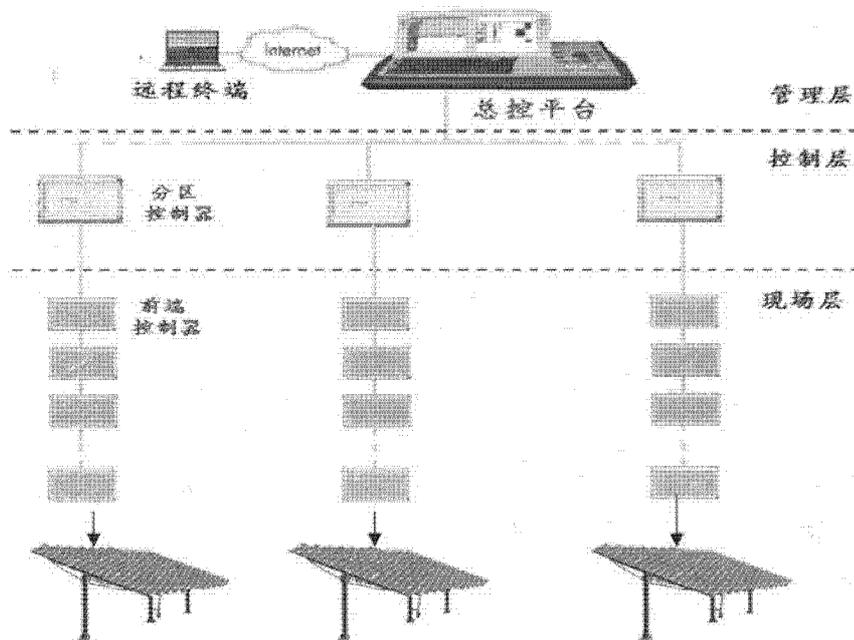


图 6