



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107317547 A

(43)申请公布日 2017. 11. 03

(21)申请号 201710705586.5

(22)申请日 2017.08.17

(71)申请人 深圳市如器科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市龙岗区坂田街
道雪象下雪村牛古岭8号一栋5楼

(72)发明人 吴世清

(74)专利代理机构 深圳市徽正知识产权代理有
限公司 44405

代理人 李想

(51) Int. Cl.

H02S 20/32(2014.01)

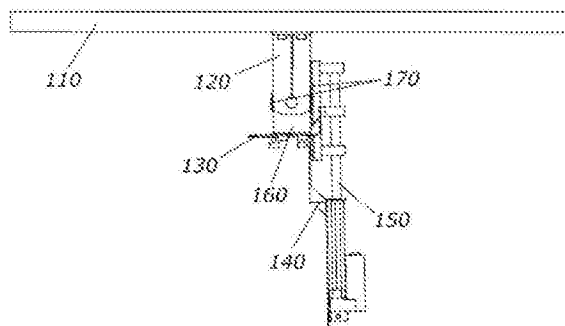
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其机械部分包括两套液压撑杆辅助支架、两套液压传动装置及液压撑杆、两套旋转支撑架、以及两套旋转齿轮组件;两套旋转齿轮组件之间的安装夹角与太阳高度角相关联;太阳能板支撑架安装在太阳能板的背面,旋转齿轮组件由相啮合的齿轮和齿条组成,旋转支撑架与太阳能板支撑架相连接,并通过齿轮转动;液压撑杆辅助支架经由安装底座固定在旋转支撑架上,液压传动装置及液压撑杆安装在液压撑杆辅助支架,并与齿条相连接;由于采用了双旋转齿轮和双液压撑杆构成动力和传动装置,且其安装夹角与太阳高度角相关联,结构精巧、体积小,精度高,运行平稳可靠,适合大规模推广。



1. 一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于,其机械部分包括:太阳能板、太阳能板支撑架、安装底座、两套液压撑杆辅助支架、两套液压传动装置及液压撑杆、两套旋转支撑架、以及两套旋转齿轮组件;两套旋转齿轮组件之间的安装关系为相交的关系,其夹角与太阳高度角相关联;太阳能板支撑架安装在太阳能板的背面,旋转齿轮组件由相啮合的齿轮和齿条组成,旋转支撑架与太阳能板支撑架相连接,并通过齿轮转动;安装底座固定在旋转支撑架上,液压撑杆辅助支架固定在安装底座上,液压传动装置及液压撑杆安装在液压撑杆辅助支架,并与齿条相连接。

2. 根据权利要求1所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于,其电气部分包括:太阳能MPPT控制器、储能电池组、微型锂电池组、单片机主控单元、电机驱动及继电器、以及两个直流电机;其中,所述太阳能MPPT控制器的电能输入端与太阳能板相连接,太阳能MPPT控制器的输出端分为两路,一路连接至储能电池组,另一路连接至微型锂电池组;所述微型锂电池组用于给单片机主控单元和两个直流电机提供电能;所述单片机主控单元通过电机驱动及继电器控制连接两个直流电机,两个直流电机通过两套液压传动装置及液压撑杆控制太阳能板的运动。

3. 根据权利要求2所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于:所述单片机主控单元中设置有视日运动轨迹跟踪程序软件。

4. 根据权利要求3所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于,所述视日运动轨迹跟踪程序软件的具体跟踪过程包括以下步骤:

步骤S310、设置当地时区、日期、经纬度、电机转速以及电机驱动输出脉冲时长;

步骤S320、系统计算出时角、赤纬角、方位角,以及推杆行程和太阳能板每隔30分钟的转动角度;

步骤S330、计算日出时刻、日落时刻;

步骤S340、计算真太阳时刻;

步骤S350、判断是否真太阳时刻 \geq 日出时刻,若是则进入步骤S360,否则返回步骤S340;

步骤S360、检测太阳光强度,判断当前太阳光的强度是否满足启动电机时的光强度,若是则进入步骤S370,否则继续检测太阳光强度;

步骤S370、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,使得太阳能板转动到初始位置,继电器断开,电机停止;

步骤S380、延时30分钟,太阳位置发生变化;

步骤S390、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,使得太阳能板转动到步骤S320中的预定位置,继电器断开,电机停止;

步骤S400、单片机主控单元对位于太阳能板隔板两边垂直分布的光敏电阻的信号强弱进行采样和判断;

步骤S410、延时10秒;

步骤S420、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,对太阳能板的高度角和方位角进行微调,使得太阳

能板运行至其法线与照射到太阳能板上的太阳光线基本重合,继电器断开,电机停止,进入步骤S430的同时返回步骤S380;

步骤S430、通过系统自带的风速传感器实时监测环境风速,判断当实际风速是否达到预设强度;是则返回步骤S370,否则进入步骤S440;

步骤S440、判断是否真太阳时刻=日落时刻,是则结束跟踪,系统停止工作,否则返回步骤S370。

5. 根据权利要求4所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于:在步骤S320中计算时角、赤纬角和方位角时,根据以下公式进行计算:

$$\sin\alpha = \cos\gamma = \sin\Phi \sin\theta + \cos\Phi \cos\theta \cos\omega;$$

$$\sin\beta = \cos\theta \sin\omega / \cos\alpha;$$

$$\theta = 23.45 \sin 360^\circ (N+284) / 365;$$

其中, α 代表太阳高度角, γ 代表地平面法线与太阳照射到太阳能板上的直射光线之间的夹角, Φ 代表所在地区的纬度, θ 代表赤纬角, ω 代表时角, β 代表太阳方位角, N 是一年中的日期序号(1-365)的取值。

6. 根据权利要求4所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于:步骤S360中检测太阳光强度时,检测光电传感器的电阻值是否大于满足电机启动条件时的电阻值。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其特征在于:该系统为100-5000W范围内的太阳能发电系统。

一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能发电系统领域,尤其涉及的是一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统。

背景技术

[0002] 在太阳能组件效率和其他条件都相同的情况下,相比固定太阳能发电系统,向日跟踪的太阳能发电系统可将发电量提高30-40%。

[0003] 如今国内外的太阳能向日跟踪系统,若按照驱动装置的不同,可以分为单轴太阳能自动跟踪系统和双轴太阳能自动跟踪系统;单轴太阳能自动跟踪系统是仅可以在水平方向上跟踪太阳,在高度上根据地理纬度和季节的变化,采用人为的进行调节固定,单轴太阳能自动跟踪系统的优点是体积小造价低,缺点是跟踪精度比双轴太阳能自动跟踪系统要低;而双轴太阳能自动跟踪系统除了可以跟踪太阳的方位角,还可以跟踪太阳的高度角,优点是跟踪精度高,缺点是比单轴太阳能自动跟踪系统的体积大、造价高。

[0004] 若按照跟踪控制系统的不同,可以将太阳能向日跟踪系统分为光电传感器跟踪系统和视日运动轨迹跟踪(时间跟踪)系统;光电传感器跟踪系统是利用光电传感器检测太阳光线是否偏离太阳能板法线,当太阳光线偏离太阳能板法线时,光电传感器发出偏差信号,经运算放大后输出到控制执行装置,使跟踪装置重新对准太阳,这种跟踪装置灵敏度高,但是在遇到长时间阴天或乌云遮日时则会影响运行,因而受天气变化影响大,应用有局限性;而视日运动轨迹跟踪(时间跟踪)系统,是根据太阳的实际运行轨迹,按照预先设定的程序进行跟踪,这种跟踪方式能够全天候实时跟踪,缺点是精度不是很高,但是符合实际运行情况。

[0005] 目前,市面上的向日跟踪太阳能系统,通常采用价格昂贵的伺服电机或者步进电机,由市电驱动,普遍存在体积大、笨重、自身能耗过大、受天气变化影响大、精度不高、造价成本过高、运行不稳定等问题,大规模推广应用有局限性。

[0006] 因此,现有技术尚有待改进和发展。

发明内容

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,结构精巧、体积小,精度高,运行平稳可靠,适合大规模推广。

[0008] 本发明的技术方案如下:一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其机械部分包括:太阳能板、太阳能板支撑架、安装底座、两套液压撑杆辅助支架、两套液压传动装置及液压撑杆、两套旋转支撑架、以及两套旋转齿轮组件;两套旋转齿轮组件之间的安装关系为相交的关系,其夹角与太阳高度角相关联;太阳能板支撑架安装在太阳能板的背面,旋转齿轮组件由相啮合的齿轮和齿条组成,旋转支撑架与太阳能板支撑架相连接,并通过齿轮转动;安装底座固定在旋转支撑架上,液压撑杆辅助支架固定在安装底座上,液压传动装置及液压撑杆安装在液压撑杆辅助支架,并与齿条相连接。

[0009] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其电气部分包括:太阳能MPPT控制器、储能电池组、微型锂电池组、单片机主控单元、电机驱动及继电器、以及两个直流电机;其中,所述太阳能MPPT控制器的电能输入端与太阳能板相连接,太阳能MPPT控制器的输出端分为两路,一路连接至储能电池组,另一路连接至微型锂电池组;所述微型锂电池组用于给单片机主控单元和两个直流电机提供电能;所述单片机主控单元通过电机驱动及继电器控制连接两个直流电机,两个直流电机通过两套液压传动装置及液压撑杆控制太阳能板的运动。

[0010] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其中:所述单片机主控单元中设置有视日运动轨迹跟踪程序软体。

[0011] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其中,所述视日运动轨迹跟踪程序软体的具体跟踪过程包括以下步骤:

[0012] 步骤S310、设置当地时区、日期、经纬度、电机转速以及电机驱动输出脉冲时长;

[0013] 步骤S320、系统计算出时角、赤纬角、方位角,以及推杆行程和太阳能板每隔30分钟的转动角度;

[0014] 步骤S330、计算日出时刻、日落时刻;

[0015] 步骤S340、计算真太阳时刻;

[0016] 步骤S350、判断是否真太阳时刻 \geq 日出时刻,若是则进入步骤S360,否则返回步骤S340;

[0017] 步骤S360、检测太阳光强度,判断当前太阳光的强度是否满足启动电机时的光强度,若是则进入步骤S370,否则继续检测太阳光强度;

[0018] 步骤S370、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,使得太阳能板转动到初始位置,继电器断开,电机停止;

[0019] 步骤S380、延时30分钟,太阳位置发生变化;

[0020] 步骤S390、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,使得太阳能板转动到步骤S320中的预定位置,继电器断开,电机停止;

[0021] 步骤S400、单片机主控单元对位于太阳能板隔板两边垂直分布的四个光敏电阻的信号强弱进行采样和判断;

[0022] 步骤S410、延时10秒;

[0023] 步骤S420、单片机主控单元发出指令给电机驱动及继电器,继电器闭合,电机启动,带动两套液压传动装置及液压撑杆运动,对太阳能板的高度角和方位角进行微调,使得太阳能板运行至其法线与照射到太阳能板上的太阳光线基本重合,继电器断开,电机停止,进入步骤S430的同时返回步骤S380;

[0024] 步骤S430、通过系统自带的风速传感器实时监测环境风速,判断当实际风速是否达到预设强度;是则返回步骤S370,否则进入步骤S440;

[0025] 步骤S440、判断是否真太阳时刻=日落时刻,是则结束跟踪,系统停止工作,否则返回步骤S370。

[0026] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其中:在步骤S320中计算时角、

赤纬角和方位角时,根据以下公式进行计算:

$$[0027] \quad \sin \alpha = \cos \gamma = \sin \Phi \sin \theta + \cos \Phi \cos \theta \cos \omega ;$$

$$[0028] \quad \sin \beta = \cos \theta \sin \omega / \cos \alpha ;$$

$$[0029] \quad \theta = 23.45 \sin 360^\circ (N+284) / 365 ;$$

[0030] 其中, α 代表太阳高度角, γ 代表地平面法线与太阳照射到太阳能板上的直射光线之间的夹角, Φ 代表所在地区的纬度, θ 代表赤纬角, ω 代表时角, β 代表太阳方位角, N 是一年中的日期序号(1-365)的取值。

[0031] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其中:步骤S360中检测太阳光强度时,检测光电传感器的电阻值是否大于满足电机启动条件时的电阻值。

[0032] 所述的基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,其中:该系统为100-5000W范围内的太阳能发电系统。

[0033] 本发明所提供的一种基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统,由于采用了双旋转齿轮组件和双液压撑杆构成动力和传动装置,且其安装夹角与太阳高度角相关联,结构精巧、体积小,精度高,运行平稳可靠,适合大规模推广。

附图说明

[0034] 图1是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构俯视图;

[0035] 图2是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构后视图;

[0036] 图3是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构右视图;

[0037] 图4是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的电气结构原理图;

[0038] 图5是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的算法流程图。

具体实施方式

[0039] 以下将结合附图,对本发明的具体实施方式和实施例加以详细说明,所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并非用于限定本发明的具体实施方式。

[0040] 如图1至3所示,图1是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构俯视图,图2是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构后视图,图3是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的机械结构右视图,本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统的机械部分主要由太阳能板110、太阳能板支撑架120、安装底座130、两套液压撑杆辅助支架140、两套液压传动装置及液压撑杆150、两套旋转支撑架160、以及两套旋转齿轮组件170组成;图1至图3仅示出一套液压撑杆辅助支架140、一套液压传动装置及液压撑杆150、一套旋转支撑架160、以及一套旋转齿轮组件170;两套旋转齿轮组件170之间的安装关系为相交的关系,其夹角与太阳高度角相关联;以其中一套为例,所述太阳能板支撑架120安装在太阳能板110的背面,所述旋转齿轮组件170由相啮合的齿轮和齿条组成,所述旋转支撑架160与太阳能板支撑架120相连接,并通

过齿轮转动,所述安装底座130固定在旋转支撑架160上,所述液压撑杆辅助支架140固定在安装底座130上,液压传动装置及液压撑杆150安装在液压撑杆辅助支架140上,并与齿条相连接,用于推动齿轮转动,带动太阳能板110运动,以进行向日跟踪。

[0041] 结合图4所示,图4是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的电气结构原理图,本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统的电气部分主要由太阳能MPPT控制器210、储能电池组220、微型锂电池组230、单片机主控单元240、电机驱动及继电器250、两个直流电机260组成;其中,所述太阳能MPPT控制器210的电输入端与太阳能板110相连接,太阳能MPPT控制器210的输出端分为两路,一路连接至储能电池组220,另一路连接至微型锂电池组230;所述微型锂电池组230用于给单片机主控单元240和两个直流电机260提供电能;所述单片机主控单元240中设置有视日运动轨迹跟踪程序软体,并可通过互联网与智能手机中安装的向日跟踪APP相连接,进行远程控制;所述单片机主控单元240通过电机驱动及继电器250控制连接两个直流电机260,两个直流电机260通过两套液压传动装置及液压撑杆150控制太阳能板110的运动;这种采用直流电机替代步进电机和伺服电机,降低了整个装置的成本,而且采用双直流电机和双液压撑杆构成动力和传动装置,结构精巧、体积小。

[0042] 本文中的太阳能MPPT控制器210指的是“最大功率点跟踪”(Maximum Power Point Tracking)太阳能控制器,是一种通过调节电气模块的工作状态,使光伏板能够输出更多电能的电气元件,能够将太阳能电池板发出的直流电有效地贮存在蓄电池中,太阳能MPPT控制器210能够实时侦测太阳能板的发电电压,并追踪最高电压电流值(VI),使系统以最大功率输出对蓄电池充电;

[0043] 结合图5所示,图5是本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例的算法流程图,根据太阳视运动轨迹参数,分析太阳方位角的变化规律,对太阳能方位角的变化规律进行数学建模,推导出太阳视运动方位角的轨迹公式并确定算法,然后根据视日运动轨迹跟踪过程,总结出一套跟踪程序,其具体跟踪过程包括以下步骤:

[0044] 步骤S310、设置当地时区、日期、经纬度、电机转速以及电机驱动输出脉冲时长等参数;

[0045] 步骤S320、系统根据以下公式计算出时角、赤纬角、方位角,以及推杆行程和太阳能板110每隔30分钟的转动角度;

[0046] 假设地平面法线与太阳照射到太阳能板110上的直射光线之间的夹角为 γ ,太阳高度角为 α ,太阳方位角为 β ,则太阳高度角,赤纬角和时角的关系为 $\sin\alpha = \cos\gamma = \sin\Phi \sin\theta + \cos\Phi \cos\theta \cos\omega$;其中, Φ 代表系统所在地区的纬度, θ 代表赤纬角, ω 代表时角;

[0047] 由此,太阳方位角 β 、赤纬角 θ 、时角 ω 与太阳高度角 α 的关系为 $\sin\beta = \cos\theta \sin\omega / \cos\alpha$,以计算太阳方位角 β ;进而,太阳赤纬角 θ 的近似计算公式为 $\theta = 23.45 \sin 360^\circ (N + 284) / 365$;其中,N是一年中日期的序号取值(1-365);

[0048] 步骤S330、计算日出时刻、日落时刻,为本领域所熟知,在此不再赘述;

[0049] 步骤S340、计算真太阳时刻,为本领域所熟知,在此不再赘述;

[0050] 步骤S350、判断真太阳时刻是否超过步骤S330中的日出时间,即是否真太阳时刻 \geq 日出时刻;若是则进入步骤S360,否则返回步骤S340;

[0051] 步骤S360、检测太阳光强度,判断当前太阳光强度是否满足启动电机时的光强度,

即检测光电传感器的电阻值是否大于满足电机启动条件时的电阻值；若是则进入步骤S370，否则继续检测太阳光强度；

[0052] 步骤S370、所述单片机主控单元240发出指令给电机驱动及继电器250，继电器闭合，电机启动，带动两套液压传动装置及液压撑杆150运动，使得太阳能板110转动到初始位置，继电器断开，电机停止；

[0053] 步骤S380、延时30分钟，太阳位置发生变化；

[0054] 步骤S390、所述单片机主控单元240再次发出指令给电机驱动及继电器250，继电器闭合，电机启动，带动两套液压传动装置及液压撑杆150运动，使得太阳能板110转动到步骤S320中的预定位置，继电器断开，电机停止；

[0055] 步骤S400、所述单片机主控单元240对位于太阳能板110隔板两边垂直分布的四个光敏电阻的信号强弱进行采样和判断；

[0056] 步骤S410、延时10秒；

[0057] 步骤S420、所述单片机主控单元240第三次发出指令给电机驱动及继电器250，继电器闭合，电机启动，带动两套液压传动装置及液压撑杆150运动，对太阳能板110的高度角和方位角进行微调，使得太阳能板110运行至其法线与照射到太阳能板110上的太阳光线基本重合，继电器断开，电机停止；由此完成一个跟踪周期，进入步骤S430的同时返回步骤S380，开始下一个跟踪周期；

[0058] 步骤S430、通过系统自带的风速传感器实时监测环境风速，判断当实际风速是否达到预设强度；是则返回步骤S370，否则进入步骤S440；

[0059] 步骤S440、判断真太阳时刻是否等于或超过步骤S330中的日落时间，即是否真太阳时刻 \geq 日落时刻；是则结束跟踪，系统停止工作，否则返回步骤S370。

[0060] 本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例采用间歇式跟踪算法，视日运动轨迹跟踪周期每间隔30分钟动作一次，这是由于连续式跟踪法电机的频繁启动能耗很大，电机启动瞬间的功率大约为电机正常运行功率的四倍以上，频繁的启动会造成较大的耗电量，因此减少电机的启动次数，达到了降低系统能耗的目的；改进后的间歇式跟踪控制算法，也是一种开环的控制方法，属于一种简化的智能的控制算法。

[0061] 而且，步骤S350通过对光线强度的判定，是否达到设定的电机动作阈值，当光线强度低于设定值时的阴雨天，系统可以不进行跟踪。

[0062] 此外，本发明基于向日跟踪的高转化率太阳能发电系统实施例属于双轴跟踪系统，同时跟踪太阳方位角和高度角，既具有双轴跟踪系统的优点，又改进了双轴跟踪系统体积大造价高能耗大的缺点；并以视日运动轨迹跟踪（即时间跟踪）作为一级跟踪方式，以光电跟踪作为二级跟踪方式，实现了二级精确跟踪，即在视日运动轨迹跟踪的基础上采用光电跟踪对太阳能板进行角度微调，使太阳入射光线与太阳能板法线相重合，可以精确跟踪太阳的高度角和方位角；当遇到乌云遮挡或阴天等天气状况时，由于光强太小，光敏管上产生的电信号就会低于设定的阈值，系统就自动跳到视日运动轨迹跟踪方式，待天气好转后自动跳出，继续进行光电跟踪方式，保证了在阴雨天或乌云遮蔽等复杂天气条件下也能正常工作。

[0063] 经多次试验后的数据表明，系统功耗 $\leq 50W$ ，成本 < 0.5 元/瓦，发电量提高 $\geq 37\%$ ，带负载能力 $\geq 2000N$ ，无误启动和误复位，且强风自动复位。确实具有低能耗、低成本、发电

效率高、带负载能力强、无误启动和误复位以及强风自动复位的优点,且结构精巧、体积小,双轴跟踪太阳方位角和高度角,运行平稳可靠,适用于100-5000W范围内的太阳能发电系统,符合向日跟踪太阳能发电系统的未来的发展趋势,适合于大规模推广应用。

[0064] 应当理解的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不足以限制本发明的技术方案,对本领域普通技术人员来说,在本发明的精神和原则之内,可以根据上述说明加以增减、替换、变换或改进,而所有这些增减、替换、变换或改进后的技术方案,都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

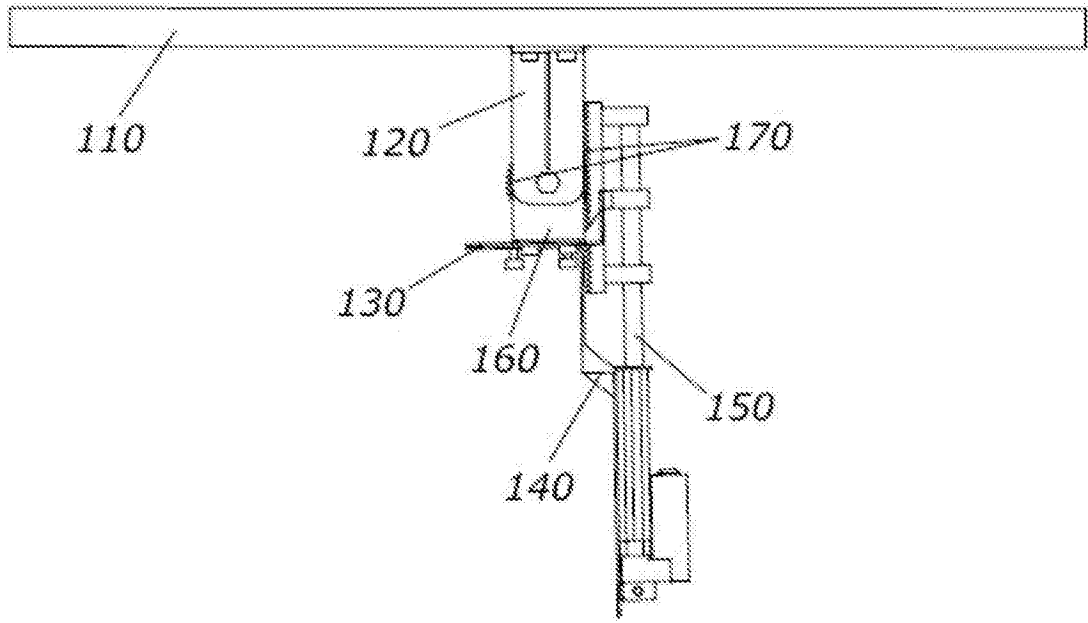


图1

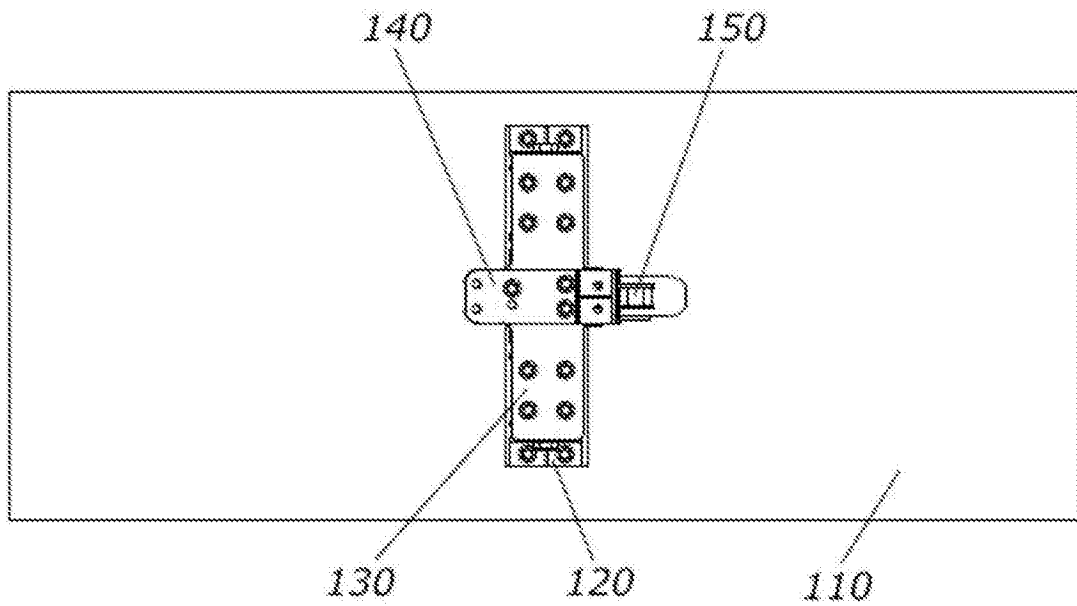


图2

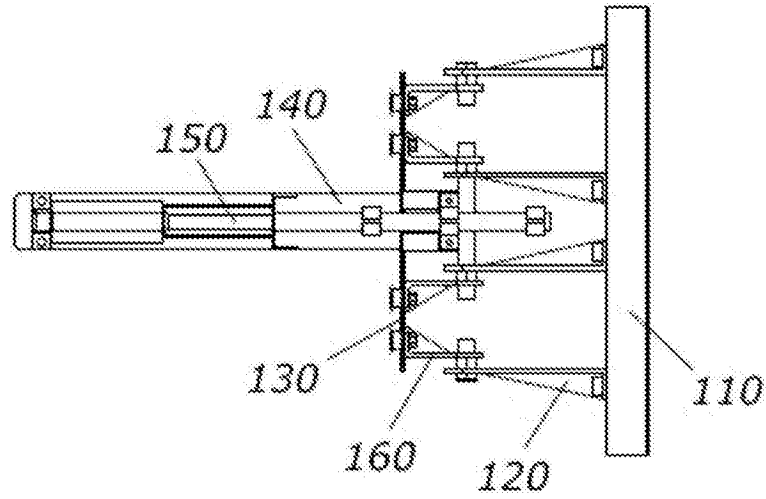


图3

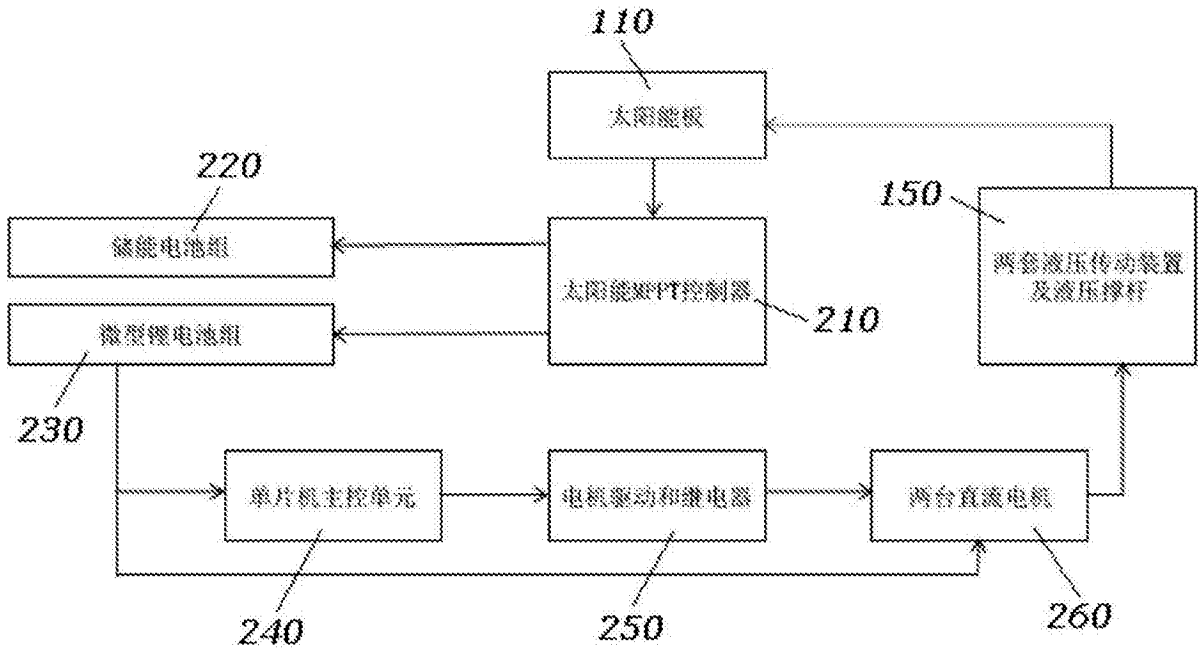


图4

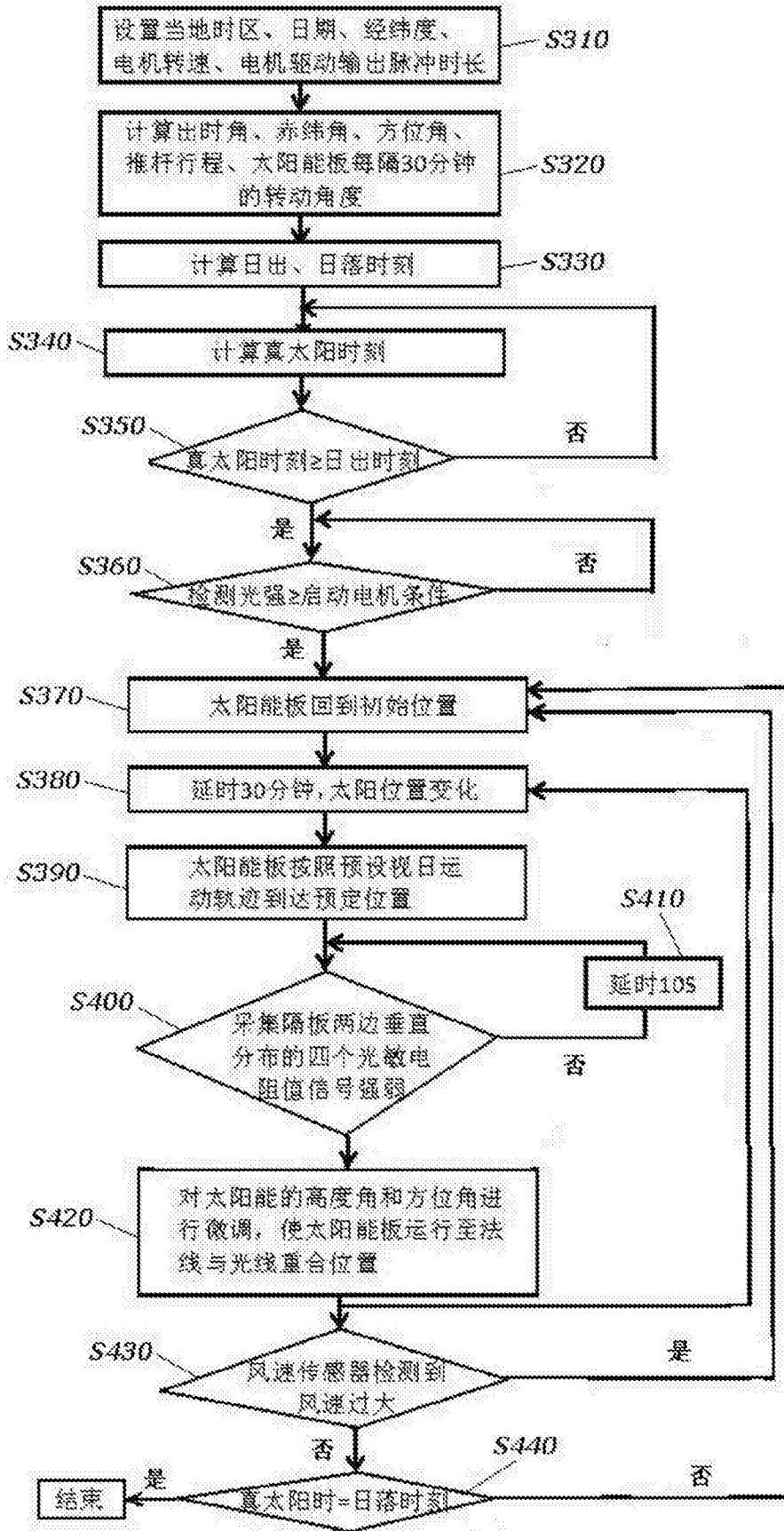


图5