(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 201467026 U
(45)授权公告日 2010.05.12

(21)申请号 200920115836.0

(22)申请日 2009.03.19

(73)专利权人 浙江海辰空间新能源有限公司
地址 317200 浙江省天台县天台山东路 388 号

(72)发明人 孙建儒

(74)专利代理机构 浙江翔隆专利事务所 33206
代理人 胡龙祥

(51)Int.Cl.
H02N 6/00(2006.01)
G05D 3/00(2006.01)

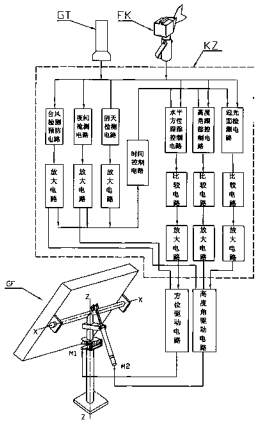
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 10 页

(54)实用新型名称

定日自动跟踪光伏发电系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种定日自动跟踪光伏发电系统，属于太阳能利用领域，现有定日自动跟踪光伏发电系统结构复杂，成本过高，可靠性差，本实用新型的构思是：采用单轴或双轴跟踪驱动系统，由高度角驱动电路或/和方位驱动电路驱动，该两个驱动电路由定日跟踪探头和风压开关或单独由定日跟踪探头通过控制电路控制。本实用新型具有开机后初始位置连续跟踪、运行过程中间歇式跟踪、太阳落下后水平方位自动返回正东面、台风到来时高度角自动回平等功能；能够全天候任意位置启动，能自动搜索到太阳光线并进行持续跟踪。可采用直流或交流减速电机驱动，实际发电效率高，功耗小，跟踪精度高，性价比高，且系统简单、可靠性好。



CN 201467026 U

1. 定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是：至少由定日跟踪探头（GT）通过控制电路（KZ）控制高度角驱动电路或／和方位驱动电路使相应的电机驱动光伏方阵（GF）做高度角调节或／和方位调节，所述的光伏方阵（GF）经电缆输出给电处理装置。

2. 根据权利要求 1 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的定日跟踪探头（GT）包括基座（102）以及安装在基座（102）上端的光柱（103），在所述的基座（102）或／和光柱（103）上安装有光敏元件，所述的光敏元件通过所述的控制电路（KZ）控制所述的高度角驱动电路或／和方位驱动电路。

3. 根据权利要求 2 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的光敏元件包括两个分别位于所述基座（102）东向、西向的水平方位检测光敏元件（RG3、RG4）以及两个分别位于基座（102）南向、北向的高度角检测光敏元件（RG7、RG8）。

4. 根据权利要求 3 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的基座（102）具有外露的投影顶面（104），所述的光敏元件位于所述基座（102）的投影顶面上。

5. 根据权利要求 2 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的光敏元件包括：安装在所述基座（102）侧面上的阴天检测光敏元件（RG1）或／和夜间检测光敏元件（RG2）；以及分别安装在所述光柱（103）顶部和所述光柱（103）上部背光侧的迎光检测光敏元件（RG5、RG6）。

6. 根据权利要求 1 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的高度角驱动电路或／和方位驱动电路还由一风压开关（FK）通过所述控制电路（KZ）控制，所述风压开关（FK）具有可绕两个交叉的方向转动的风箱（204），所述风箱（204）的口部安装有可转动的风门（203），所述风箱（204）的内部安装由所述风门（203）触动的微动开关（210），所述风箱（204）的尾部安装导向尾翼（206），所述风箱（204）的下部安装平衡配重（201），所述微动开关的输出线（215）连接至所述的控制电路（KZ）。

7. 根据权利要求 6 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的平衡配重（201）与风箱（204）之间通过立轴（208）转动安装，所述的平衡配重（201）用一水平轴（209）转动安装在一支架（202）上。

8. 根据权利要求 7 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的输出线（215）先连接至安装在所述立轴（208）下端的两个导电环（216）上，再由所述导电环（216）传到一对静止的电刷（217）上，所述的输出线（215）再从所述的电刷（217）上引出。

9. 根据权利要求 6 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的风门（204）上作用有预紧弹簧（211）。

10. 根据权利要求 1、2 或 6 所述的定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是所述的控制电路（KZ）为台风检测预防电路、阴天检测电路、夜间检测电路、时间控制电路、水平方位跟踪控制电路、高度角跟踪控制电路、迎光面检测电路中的一种或者两种的结合或者数种的结合。

定日自动跟踪光伏发电系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及太阳能利用领域，特别是光伏发电领域的定日自动跟踪光伏发电系统。

背景技术

[0002] 太阳能是取之不尽用之不竭的绿色可再生能源，是人类未来可以依靠的主要能源。太阳能光伏方阵产业是二十一世纪发展最快的新兴产业之一，目前太阳能光伏方阵发电大量采用的是固定平板式结构，一般是将电池方阵朝南（本文述及的方向以北半球为例说明，南半球则朝北）倾斜一定角度固定放置。然而太阳光线的方向一天之内不仅自东向西要转动 180 度，高度角也由小到大再由大到小变换，一年四季也在变换。太阳能电池产生的电量与入射到电池的太阳光强度成正比，电池表面与太阳光线垂直时接收的光强最大。固定平板式结构无法最大限度地接收太阳辐射光线，由于光线的偏斜造成的余弦效应（余弦效应是指接收平面所接受的太阳辐射能量与平面法线跟太阳光线夹角余弦成正比），大大降低了发电系统的效率。使得昂贵的电池资源不能充分发挥其效能，发电成本居高不下，难以与传统能源相抗衡。发展平板跟踪式光伏发电技术和太阳能聚光发电技术是降低光伏方阵发电系统和发电成本的有效途径。

[0003] 给平板式发电系统安装上跟踪系统，可以多发电 25-30％，使发电成本降低 30％以上。为了进一步降低光伏发电系统的成本，采用光学系统，将太阳光聚焦后再投射到太阳能电池，使光照强度成倍增加，输出电能也成倍增加，这就是聚光光伏发电技术。太阳能聚光发电系统也必须配上定日跟踪系统才能进一步降低光伏方阵发电系统的成本。聚光技术加上定日跟踪技术，可以最大限度地发挥光伏方阵电池的效能和最大限度地吸收太阳能，可以使发电系统成本降低 50％以上，发电成本降低 60-70％。因此给光伏方阵发电系统安装定日跟踪系统是降低光伏方阵发电系统成本和发电成本的有效途径。

[0004] 目前的太阳能定日自动跟踪发电系统主要存在问题是：(1) 探头结构复杂；(2) 控制系统复杂，有的甚至采用了单片机数字控制技术，采用步进电机或司服电机驱动，(3) 系统可靠性差；(4) 系统造价高，难以实现大幅度降低光伏方阵发电系统成本的目的。

实用新型内容

[0005] 本实用新型要解决的技术问题和提出的技术任务是克服现有定日自动跟踪光伏发电系统存在的系统复杂，成本过高，可靠性差等缺陷，提供一种新的定日自动跟踪光伏发电系统。为此，本实用新型采用以下技术方案：

[0006] 定日自动跟踪光伏发电系统，其特征是：至少由定日跟踪探头通过控制电路控制高度角驱动电路或 / 和方位驱动电路使相应的电机驱动光伏方阵做高度角调节或 / 和方位调节，所述的光伏方阵经电缆输出给电处理装置。

[0007] 本实用新型具有开机后初始位置连续跟踪、运行过程中间歇式跟踪、太阳落下后水平方位自动返回正东面、台风到来时高度角自动回平等功能；能够全天候任意位置启动，

能自动搜索到太阳光线并进行持续跟踪。可采用直流或交流减速电机驱动，实际发电效率高，功耗小，跟踪精度高，性价比高，且系统简单、可靠性好。

[0008] 定日跟踪探头利用光柱的投影设计而成，光柱有一定的高度，其高度决定跟踪检测精度。本实用新型结构简单、功能齐备、性价比高。

[0009] 风压开关的风门在导向尾翼和平衡配重的共同作用下始终能够正对来风，风门的预紧力可根据预防的台风等级进行调整，当风力超过设定的压力后，风门向内打开并触动微动开关，微动开关的常开触头闭合，启动预防控制电路。其结构简单、风压调节方便、动作准确可靠，造价低等优点。

附图说明

[0010] 图 1 是本实用新型定日自动跟踪光伏发电系统的一个较佳的方框图。

[0011] 图 2 是实施例 1 ：双轴定日自动跟踪光伏发电系统的电路图。

[0012] 图 3 是实施例 2 ：高度角单轴定日自动跟踪光伏发电系统的电路图。

[0013] 图 4 是实施例 3 ：东西方位单轴定日自动跟踪光伏发电系统的电路图。

[0014] 图 5 为本实用新型定日跟踪探头的一种结构示意图。

[0015] 图 6 为图 5 的俯视图。

[0016] 图 7 为本实用新型定日跟踪探头的跟踪精度计算示意图。

[0017] 图 8 本实用新型定日跟踪探头的光敏元件的接线示意图。

[0018] 图 9 本实用新型风压开关的一种外部结构示意图。

[0019] 图 10 是本实用新型风压开关的一种内部结构图。

[0020] 图 11 是图 10 中的 A 部放大图。

[0021] 图中 ：

[0022] 101- 支座，102- 基座，103- 光柱，104- 投影顶面，RG1- 阴天检测光敏元件，RG2- 夜间检测光敏元件，RG3、RG4- 水平方位检测光敏元件，RG5、RG6- 迎光检测光敏元件，RG7、RG8- 高度角检测光敏元件 ；

[0023] 201- 平衡配重，202- 支架，203- 风门，204- 风箱，205- 门轴，206- 导向尾翼，208- 立轴，209- 水平轴，210- 微动开关，211- 预紧弹簧，212- 活动滑座，213- 固定滑座，214- 调节螺栓，215- 输出线。

[0024] GF- 光伏方阵，z-z- 方位调节转动轴线，x-x- 高度角调节转动轴线。

具体实施方式

[0025] 本实用新型定日自动跟踪光伏发电系统的根本构思是 ：至少由定日跟踪探头 GT 通过控制电路 KZ 控制高度角驱动电路或 / 和方位驱动电路使相应的电机驱动光伏方阵 GF 做高度角调节或 / 和方位调节，即 ：至少由定日跟踪探头 GT 通过控制电路 KZ 控制高度角驱动电路使高度角驱动电机 M2 驱动光伏方阵 GF 做高度角调节，或者至少由定日跟踪探头 GT 通过控制电路 KZ 控制方位驱动电路使水平方位驱动电机 M1 驱动光伏方阵 GF 做方位调节，或者至少由定日跟踪探头 GT 通过控制电路 KZ 同时控制高度角驱动电路和方位驱动电路使高度角驱动电机 M2 驱动光伏方阵 GF 做高度角调节和水平方位驱动电机 M1 驱动光伏方阵 GF 做方位调节，而且，还可以通过其它方式通过控制电路 KZ 控制高度角驱动电路或 / 和方

位驱动电路，所述的光伏方阵 GF 经电缆输出给电处理装置，经过处理后供使用（如直接供给用电器，或者并入电网），电处理装置可以用现有常规技术，在图中省略。

[0026] 作为对上述技术方案的进一步完善和补充，本实用新型还包括以下各段附加的技术特征，以便在实施本实用新型的上述根本构思时根据需求选用：

[0027] 定日跟踪探头包括基座 102 以及安装在基座 102 上端的光柱 103，在基座 102 或 / 和光柱 103 上安装有光敏元件，光敏元件通过控制电路 KZ 控制高度角驱动电路或 / 和方位驱动电路。其利用光柱的投影设计而成，光柱有一定的高度，其高度决定跟踪检测精度，其结构简单、功能齐备、性价比高。

[0028] 光敏元件包括两个水平方位检测光敏元件 RG3、RG4，它们分别位于东向、西向。用于检测太阳水平方位。

[0029] 光敏元件包括两个高度角检测光敏元件 RG7、RG8，它们分别位于南向、北向。用于检测太阳高度角。

[0030] 基座 102 具有外露的投影顶面 104，光敏元件位于基座 102 的投影顶面 104 上，以便接受太阳光或者光柱的影子。投影顶面为斜面，则可以减小在其上安装光敏元件所占的宽度。

[0031] 光敏元件包括安装在基座 102 侧面上的阴天检测光敏元件 RG1 或 / 和夜间检测光敏元件 RG2。阴天检测光敏元件 RG1 用于检测阴天，夜间检测光敏元件 RG2 用于检测夜间。

[0032] 光敏元件包括分别安装在光柱 103 顶部和光柱 103 上部背光侧的迎光检测光敏元件 RG5、RG6。用于检测光伏方阵正面是否迎光。

[0033] 光敏元件至少为两个，它们的一端全部并接在一起，作为检测信号的公共端，它们的另一端分别接出。

[0034] 光敏元件为光敏电阻或者光敏三极管。

[0035] 基座 102 安装在一二维可调支座 101 上。以便进行调节。

[0036] 高度角驱动电路或 / 和方位驱动电路还由一风压开关通过所述控制电路控制，所述风压开关具有可绕两个交叉的方向转动的风箱，因此风箱具有两个转动自由度，风箱的口部安装有可转动的风门，风箱的内部安装由风门触动的微动开关，风箱的尾部安装导向尾翼，风箱的下部安装平衡配重，微动开关的输出线 215 连接至控制电路 KZ。

[0037] 平衡配重与风箱之间通过立轴转动安装，平衡配重 201 用水平轴 209 转动安装在一支架 202 上。

[0038] 输出线 215 先连接至安装在立轴 208 下端的两个导电环 216 上，再由导电环 216 传到一对静止的电刷 217 上，输出线 215 再从电刷 217 上引出。

[0039] 风门上作用有预紧弹簧。

[0040] 控制电路 KZ 为台风检测预防电路、阴天检测电路、夜间检测电路、时间控制电路、水平方位跟踪控制电路、高度角跟踪控制电路、迎光面检测电路中的一种或者两种的结合或者数种的结合。

[0041] 以下对本实用新型的构成部分以及整体做更具体的说明。

[0042] 如图 5、6 所示的定日跟踪探头，是由二维可调安装支座 101，安装在支座 101 上的基座 102，安装在基座 102 上的光柱 103 及安装在基座和光柱上的 8 只光敏元件 RG1 ～ RG8，其中水平方位检测光敏元件 RG 3 安装在基座 102 的斜面状投影顶面 104 的西侧，水平方位

检测光敏元件 RG4 安装在基座 102 的斜面状投影顶面 104 的东侧，高度角检测光敏元件 RG7 安装在基座 102 的斜面状投影顶面 104 的北侧，高度角检测光敏元件 RG8 安装在基座 102 的斜面状投影顶面 104 的南侧，阴天检测光敏元件 RG1 安装在基座 102 的西侧平面，夜间检测光敏元件 RG2 安装在基座 102 的东侧平面，迎光检测光敏元件 RG5 安装在光柱 103 的顶端，迎光检测光敏元件 RG6 安装在光柱 103 上部的北侧平面。

[0043] 水平方位检测和太阳高度检测是利用光柱投影：当光柱轴线与太阳光线不重合时，光柱便会在背光方向的光敏元件上产生投影，使背光面的光敏元件与迎光面的光敏元件的导电特性发生变化，经电路比较放大后，来驱动水平方位跟踪电机 / 和或高度角跟踪电机，使光伏方阵向着迎光的方向旋转，直到两相对的面都迎光为止；以光敏电阻作为光敏元件为例（下文中也以此为例，其它种类的光敏元件按照各自的特性可参照此例），背光面的光敏元件阻值就会增大，而大于迎光面的光敏元件的阻值，经电路比较放大后，来驱动水平方位跟踪电机 / 和或高度角跟踪电机，使光伏方阵向着迎光的方向旋转，直到两相对的面都迎光为止。

[0044] 水平方位检测光敏元件 RG3、RG4 用于检测太阳水平方位。如太阳偏向光柱 103 的西面，则水平方位检测光敏元件 RG3 迎光，水平方位检测光敏元件 RG4 背光，水平方位检测光敏元件 RG4 的阻值就会大于水平方位检测光敏元件 RG3 的阻值，这两个信号经电路比较放大后，驱动水平方位驱动电机带动光伏方阵向西跟踪，直至水平方位检测光敏元件 RG3 与 RG4 都迎光阻值相等。反则反则依然。

[0045] 高度角检测光敏元件 RG7、RG8 用于检测太阳高度角。如果太阳高度偏高，则高度角检测光敏元件 RG7 迎光，高度角检测光敏元件 RG8 背光，高度角检测光敏元件 RG8 的阻值大于高度角检测光敏元件 RG7 的阻值，这两个信号经电路比较放大后，驱动高度角电机带动光伏方阵向上跟踪，直至高度角检测光敏元件 RG7 与高度角检测光敏元件 RG8 都迎光阻值相等。反则依然。

[0046] 阴天检测光敏元件 RG1 用来检测阴天，当天阴无太阳时，RG1 阻值增大，这个信号经电路放大后来关闭跟踪电路。

[0047] 夜间检测光敏元件 RG2 用于检测夜间，当天黑后，夜间检测光敏元件 RG2 阻值增大，经电路放大后接通水平方位驱动电机使光伏方阵正面返回正东方向，以便第二天快速进入工作状态。

[0048] 迎光检测光敏元件 RG5、RG6 用于检测光伏方阵正面迎光或背光。当光伏方阵正面迎光时，迎光检测光敏元件 RG5 的阻值小于迎光检测光敏元件 RG6 的阻值，这两个信号经电路比较放大后，来控制高度角跟踪电路，使高度角与水平方位跟踪同时跟踪调整；如果光伏方阵正面背光，这个信号将暂停高度角跟踪，等水平方位跟踪调整到位之后，再启动高度角跟踪。

[0049] 跟踪精度主要由光柱的高度 H 决定。跟踪最小分辨角 $\Phi = \mathrm{arctg}(D/H)$，D 为光敏元件最小可分辨的光照宽度，见图 7，光敏元件的直径约为 5mm，为了减小水平方位检测光敏元件 RG3 和 RG4、高度角检测光敏元件 RG7 和 RG8 所占宽度，采用斜面安装。

[0050] 8 只光敏元件一端全部接在一起，作为公共 0 线，另一端分别独立接出，共有 9 根输出接线（见图 8），从基座底部中间的孔引出（见图 5）。

[0051] 上述结构的定日跟踪探头，是以与光伏方阵固定在一起而可以随光伏方阵一起变

换方位为例说明的。

[0052] 上述结构是一种双轴定日跟踪探头，主要用于点聚光挂光伏发电系统的定日跟踪检测。

[0053] 该探头既可以做成如上面讲的双轴定日跟踪结构（水平方位和高度角，对应图 2 的双轴定日自动跟踪光伏发电系统的控制电路图），也可以做成单轴定日跟踪探头：

[0054] 第一是太阳水平方位单轴定日跟踪探头（对应图 4 所示的东西方位单轴定日自动跟踪光伏发电系统的控制电路），此时只需要安装水平方位检测光敏元件 RG3、RG4，阴天检测光敏元件 RG1 和夜间检测光敏元件 RG2，其余的光敏元件就不需要了。这种探头可用于平板跟踪式发电系统、槽形和抛物面形线聚光光伏发电系统跟踪监测。

[0055] 第二是太阳高度角单轴定日跟踪探头（对应图 3 所示的高度角单轴定日自动跟踪光伏发电系统的控制电路），此时只需要装高度角检测光敏元件 RG7、RG8 和阴天检测光敏元件 RG1。可用于各类抛物面形和槽形反射式线聚光发电系统的跟踪监测。

[0056] 安装探头时，光柱轴线应垂直于光伏电池平面，从太阳光线入射的方向看，按照上北下南左西右东将二维可调支座固定在光伏方阵的最顶端，并调整支座，使光柱的轴线与光伏方阵平面完全垂直。探头的输出线接至跟踪控制器。

[0057] 如图 9、10、11 所示的风压开关，是由平衡配重 201、安装支架 202、风门 203、风箱 204、门轴 205、导向尾翼 206、立轴 208、水平轴 209、微动开关 210、预紧弹簧 211、活动滑座 212、固定滑座 213、调节螺栓 214、输出线 215 组成：风门 203 用门轴 205 安装在风箱 204 的前端，风箱 204 内的固定板上安装微动开关 210，微动开关 210 的拨杆紧靠风门内侧，预紧弹簧的一端连接在风门 203 比门轴 205 更高的位置。当作用在风门 203 上的风压超过设定的风压后，风门 203 绕着门轴 205 向内打开，同时风门 203 压下微动开关的拨杆，使微动开关 210 的常开触头闭合，向控制系统提供信号，启动高度角驱动电机，使光伏方阵回平，将受风面积减少到最小；当风压减小后，风门 203 在预紧弹簧 211 的作用下，向外转动，松开微动开关 210 的拨杆，微动开关 210 的常开触头打开。平衡配重 201 可以绕水平轴 209 转动，不论光伏方阵平面的高度角处于何种位置，都能始终保持使立轴 208 处于铅垂方向；风箱 204 能够绕立轴 208 旋转，在导向尾翼 205 的作用下，不论风来自什么方向，都能使风门正对来风；风压调节机构，是由调节螺栓 214、固定滑座 213、活动滑座 212、预紧弹簧 211 组成，预紧弹簧的另一端固定在风门 203 的上端，且高于门轴 205。向外拧调节螺栓 214，活动滑座 212 沿着固定滑座 213 的导轨向外滑动，将预紧弹簧 211 拉的更紧，打开风门 203 的风压值就更大，反之亦然。安装风压开关之前，通过实验设定好风压值，并锁紧调节螺栓。为防止因风箱 204 的旋转将微动开关 210 的电线拧断，开关线通过一对导电环、电刷输出。

[0058] 台风检测预防电路：由高度角回平到位行程开关 XK1、风压开关 FK、继电器 J1 和 J8 组成（参见图 2，图 3），当风力达到设定的等级后，风压开关 FK 闭合，继电器 J1 吸合，迅速切断定时电路电源，同时使继电器 J8 吸合，带动高度角驱动电机 M2 使光伏方阵平面向上回到水平位置，到位后高度角回平到位行程开关 XK1 动作使高度角驱动电机 M2 停止。也可以在预知台风来临之前，手动按下应急按钮 AN1，提前使光伏方阵平面回平。

[0059] 阴天检测电路：在台风到来后，都伴随着天气转阴甚至有暴雨，这时阴天检测电路进入工作状态。因为台风风压是一个脉动量，这样风压开关会一会儿闭合一会儿断开，会造成系统反复误动作。为了防止因此造成跟踪系统误动作，增加了阴天检测电路，台风到来后

天不转晴系统不会进入工作状态，就是在没有台风情况下，阴天时，该电路也会动作，切断跟踪控制电路，不再跟踪。天晴后自动进入跟踪状态。该电路由电阻 R1 ～ R8 及光敏电阻 RG1、运算放大器 IC1、三极管 T1 及继电器 J2 等组成，其中 R1、R2、R4、RG1 组成桥式比较电路，天阴后，RG1 阻值增大，大于原设定的电阻 R2 后，运算放大器输出正信号，经 T1 放大后，带动继电器 J2 动作，切断定时回路电源。天晴后，光敏电阻 RG1 阻值减小到小于电阻 R2 后，继电器 J2 断开，恢复定时回路，进入跟踪状态。

[0060] 夜间检测电路：光伏方阵到夜间需要由方位驱动系统使其返回到正东面，以便第二天快速进入跟踪状态。该电路由电阻 R9、R10、R27、光敏电阻 RG2、三极管 T2、继电器 J3、J5 及行程开关 XK2 组成。太阳落下后，天色变暗，光敏电阻 RG2 阻值不断增大，三极管 T2 基极电压上升，超过继电器 J3 的动作电压后，继电器 J3 吸合，断开定时电路电源，同时通过行程开关 XK2、电阻 R27 给继电器 J5 供电，继电器 J5 吸合后带动方位驱动电机使电池方阵向东返回，到位后行程开关 XK2 动作，断开继电器 J5。第二天天亮后，光敏电阻 RG2 阻值很小，继电器 J2 断开，接通时间控制电路。

[0061] 时间控制电路：本定日跟踪控制系统采用了光控间歇式跟踪方式，即系统启动后自动连续搜索太阳位置，当光控跟踪探头 TG 检测到光柱轴线与太阳光线完全对准后，便停止跟踪，然后系统停止一段时间 t2（这个时间可调），到时后再跟踪太阳，当跟踪探头的光柱轴线与太阳光线对准后，便停止跟踪，又进入 t2 等待时段，如此反复进行间歇式跟踪。根据不同精度的发电系统可以设定不同的跟踪周期。太阳转动的速度很慢，白天一天才转过 180 度，对于平板式光伏发电系统，每个跟踪周期可以允许偏转角度大一些，也就是跟踪周期长一些，20 分钟跟踪一次完全可以满足要求，甚至只采用东西向单轴跟踪和高度角手动调节，既节电又可使系统成本降低。对于反射式线聚焦的聚光发电系统采用高度角单轴跟踪，对于透镜折射式点聚焦就必须采用双轴跟踪，而且聚光倍数越高，跟踪精度要求越高，跟踪周期越短。如对于 15 倍的聚光系统，可允许聚光斑偏移量 2mm，跟踪周期为 2 分钟，跟踪精度精度可以达到 0.3 度。高倍聚光系统可达到 0.1 度。时间控制电路由电阻 R12 ～ R16、电容 C1、C2、C3、定时芯片 IC5、三极管 T3、T4、继电器 J4、微动按钮 AN2、继电器 J1、J2、J3、J5、J6、J8 及 J9 的常闭触头组成。IC5 是一个双稳态定时芯片，用来设定跟踪时间 t1 及等待时间 t2。跟踪时间由电阻 R13 和电容 C2 决定，RC 值增大时间延长，减小时间缩短。等待时间 t2 由电阻 R12 和电容 C1 决定。其工作过程是：定时电路上电后，先进入 t1 工作时段，IC5 输出低电平，T3、T4 导通，J4 吸合，接通跟踪控制回路电源。跟踪控制电路根据探头检测的各个方位的信号，进行跟踪，跟踪到位后，将信号返回定时回来，使 C1 充电，进入 t2 等待时段，并将跟踪控制回路电源切断。

[0062] 水平方位跟踪控制电路：水平方位跟踪检测电路由电阻 R20 ～ R28，光敏电阻 RG3、RG4、直流运算放大器 IC2、二极管 D1、三极管 T5、T6、继电器 J5、J6 组成（参见图 2、图 4）。如果跟踪探头的光柱轴线没有与太阳光线在同一个面内，就会在东西侧的光敏电阻 RG3 或 RG4 上产生投影，有阴影的阻值增加，经桥式比较电路和差动放大器放大后，推动三极管 T3 或 T4 工作，驱动水平方位驱动电机 M1 使跟踪系统向西或向东旋转，转动到跟踪探头的轴线与太阳光线在同一平面，RG3 的阻值与 RG4 的阻值相等，驱动停止。跟踪范围 0 ～ 180。

[0063] 太阳高度角跟踪电路：该电路由电阻 R40 ～ R48、光敏电阻 RG7、RG8、直流运算放大器 IC4、三极管 T8、T9、二极管 D2、继电器 J8、J9 组成（参见图 2、图 3）。其工作原理与水平

方位跟踪的相同。跟踪范围为 0 ～ 90。

[0064] 迎光面测电路：因为太阳高度角跟踪范围是 0 ～ 90，为了使跟踪系统能够任意位置启动，全天候自动运行，增加了这部分电路，它是由：电阻 R30 ～ R36、光敏电阻 RG5、RG6、直流运算放大器 IC3、三极管 T7、继电器 J7 组成（参见图 2）。光敏电阻 RG5 安装在探头的最顶端，RG6 安装在探头光柱的北侧上部，这样当光伏方阵平面正面迎光时，RG6 的阻值大于 RG5 的阻值，继电器 J7 吸合，当时间控制电路在 t1 跟踪时段，水平方位跟踪与高度跟踪电路同时跟踪调整，调整到位后，继电器 J5、J6、J8、J9 的常闭触头接通时间控制电路的电容 C1，使时间电路输出翻转，进入 t2 等待时段。如果开机后，光伏方阵的正面背光（如早晨天阴或下雨，系统处于休息状态，不进行跟踪，下午天晴后，太阳照射到了光伏方阵的背面，或者下午由于系统故障，方阵正面处于朝向西南方向，第二天早晨太阳从东面升起，光线照射到光伏方阵的背面），此时 RG5 的阻值大于 RG6 的阻值，继电器 J7 不能吸合，开机后，时间控制电路先进入 t1 跟踪时段，继电器 J4 吸合，只有水平方位跟踪控制电路有电，进行跟踪调整，水平方位调整到位后，光伏方阵正面迎光，RG5 的阻值减小，RG6 的阻值增大，继电器 J7 吸合，高度跟踪电路才进行跟踪调整，到位后，时间控制电路跳转，进入等待时段 t2。

[0065] 实施例一：如图 2 所示，其是双轴（水平方位和高度角）定日自动跟踪光伏发电控制系统，其包括高度角驱动电路和方位驱动电路，该两个驱动电路同时由定日跟踪探头和风压开关通过控制电路 KZ 控制，控制电路 KZ 包括：台风检测预防电路、阴天检测电路、夜间检测电路、时间控制电路、水平方位跟踪控制电路、高度角跟踪控制电路、迎光面检测电路，这些电路根据定日跟踪探头和风压开关的检测信号控制高度角驱动电路和方位驱动电路使水平方位驱动电机 M1 驱动光伏方阵 GF 做方位调节（如图 1 所示光伏方阵 GF 被电机 M1 驱动绕方位调节转动轴线 z-z 转动而在东西方向之间跟踪太阳）、高度角驱动电机 M2 驱动光伏方阵 GF 做高度角调节（如图 1 所示光伏方阵 GF 被电机 M2 驱动绕高度角调节转动轴线 x-x 转动而在高度角上来跟踪太阳）。

[0066] 实施例二：如图 3 所示，其是高度角单轴定日自动跟踪光伏发电控制系统，其是由定日跟踪探头和风压开关通过控制电路 KZ 对高度角驱动电路进行控制的，其中定日跟踪探头只需要安装高度角检测光敏元件 RG7、RG8 和阴天检测光敏元件 RG1 即可；控制电路 KZ 包括：台风检测预防电路、阴天检测电路、时间控制电路、高度角跟踪控制电路，这些电路根据定日跟踪探头和风压开关的检测信号控制高度角驱动电路使高度角驱动电机 M2 驱动光伏方阵 GF 做高度角调节（如图 1 所示光伏方阵 GF 被电机 M2 驱动绕高度角调节转动轴线 x-x 转动而在高度角上来跟踪太阳）。

[0067] 实施例三：如图 4 所示，其是东西方位单轴定日自动跟踪光伏发电控制系统，其是由定日跟踪探头通过控制电路 KZ 对方位驱动电路进行控制的，其中定日跟踪探头只需要安装水平方位检测光敏元件 RG3、RG4、阴天检测光敏元件 RG1 和夜间检测光敏元件 RG2；控制电路 KZ 包括：台风检测预防电路、阴天检测电路、夜间检测电路、时间控制电路、水平方位跟踪控制电路，这些电路根据定日跟踪探头检测的信号控制方位驱动电路使水平方位驱动电机 M1 驱动光伏方阵 GF 做东西方位调节（如图 1 所示光伏方阵 GF 被电机 M1 驱动绕方位调节转动轴线 z-z 转动而在东西方向之间跟踪太阳）。

[0068] 此外，在实施时也可以将风压开关以及涉及风压开关的电路省略，仅用定日跟踪探头通过控制电路来控制高度角驱动电路或 / 和方位驱动电路，使高度角驱动电机 M2 或 /

和水平方位驱动电机 M1 做相应的动作实现跟踪。这样的实施方案适合于在台风较少发生的地方使用。

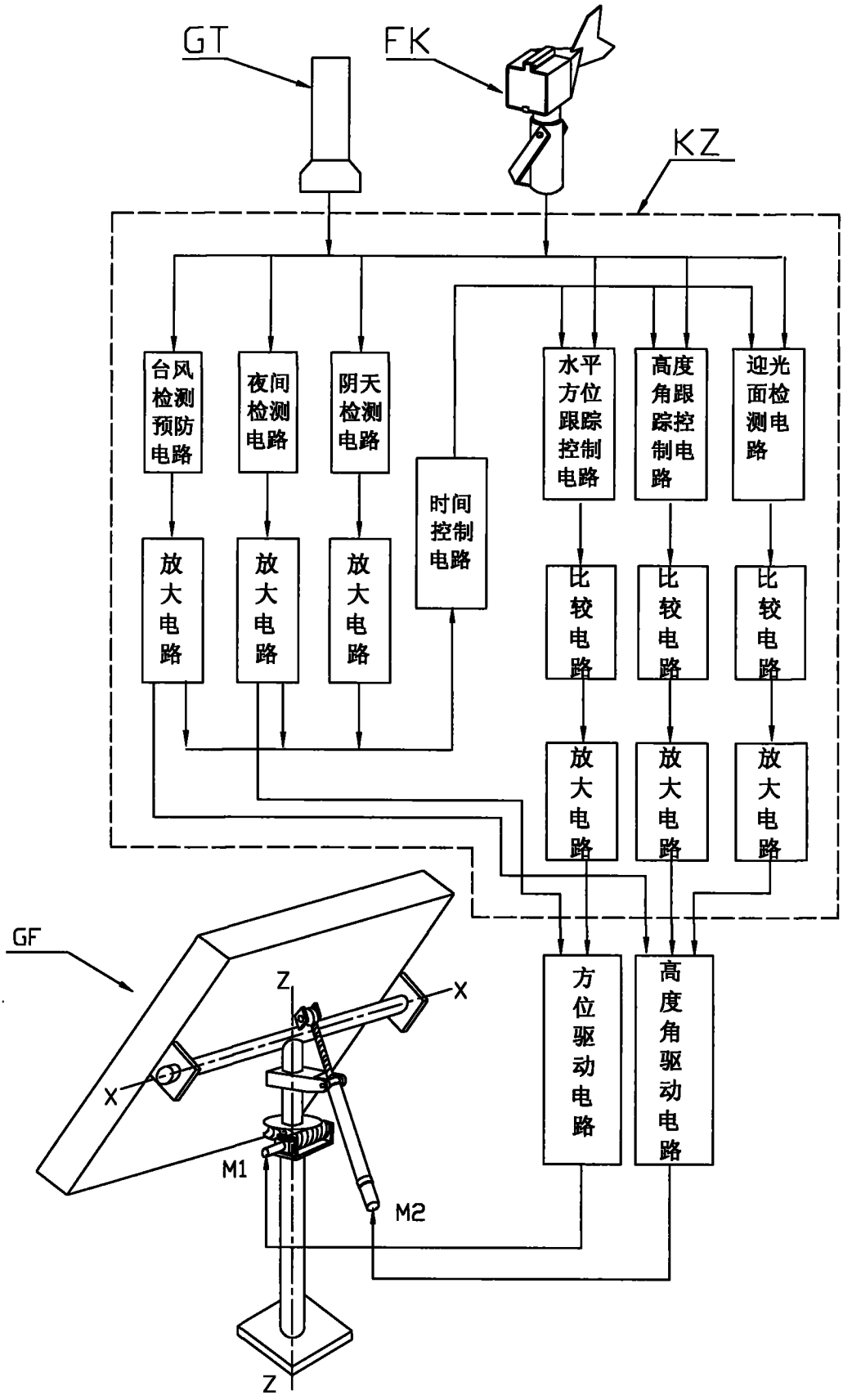

GT
FK
KZ
台风检测预防电路
夜间检测电路
阴天检测电路
时间控制电路
水平方位跟踪控制电路
高度角跟踪控制电路
迎光面检测电路
放大电路
放大电路
放大电路
比较电路
比较电路
比较电路
放大电路
放大电路
放大电路
方位驱动电路
高度角驱动电路
GF
Z
X
X
M1
M2
Z

图 1

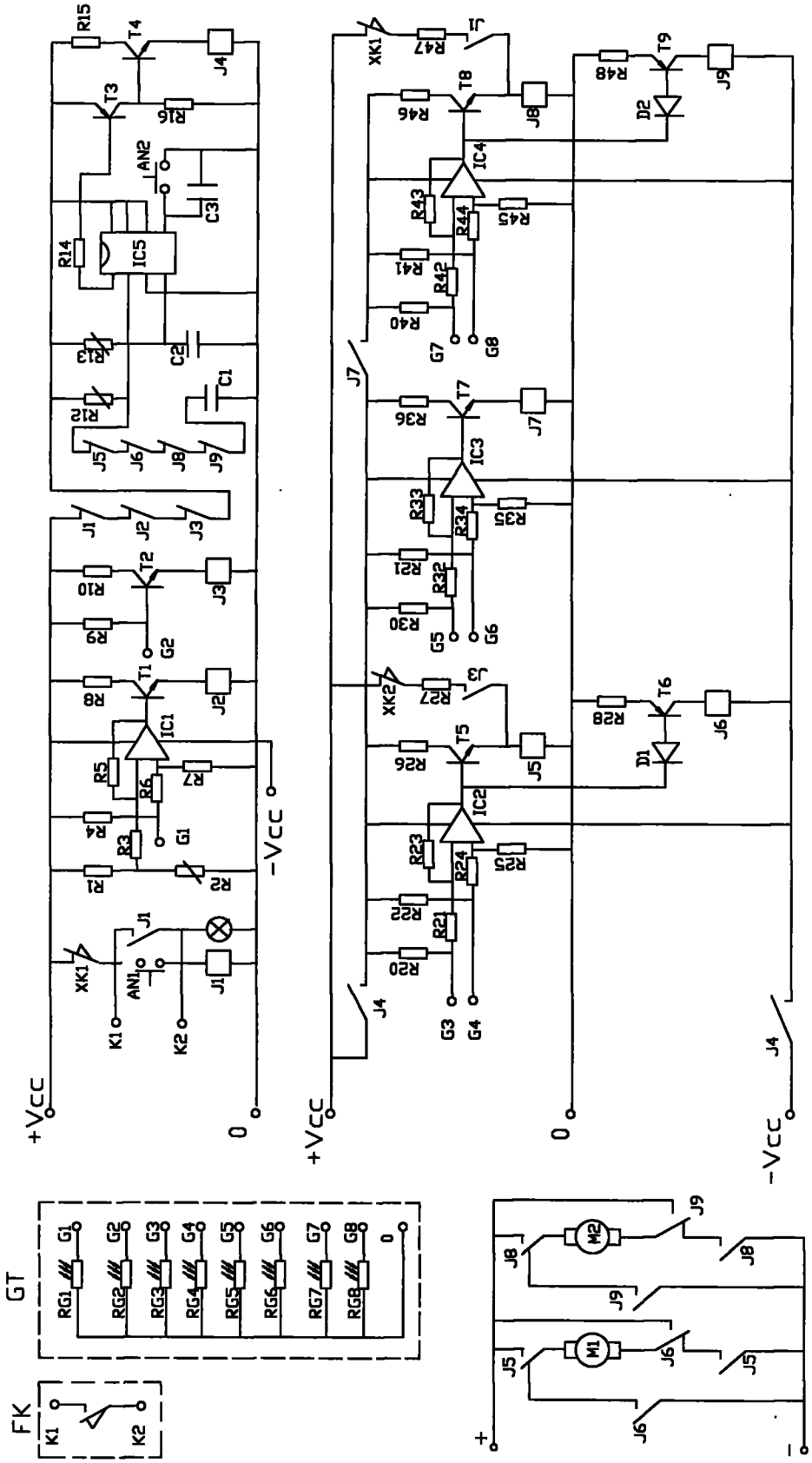

+Vcc
0
-Vcc
XK1
XK2
K1
K2
AN1
AN2
IC1
IC2
IC3
IC4
IC5
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
D1
D2
J1
J2
J3
J4
J5
J6
J7
J8
J9
G1
G2
G3
G4
G5
G6
G7
G8
GT
RG1
RG2
RG3
RG4
RG5
RG6
RG7
RG8
FK
M1
M2

图 2

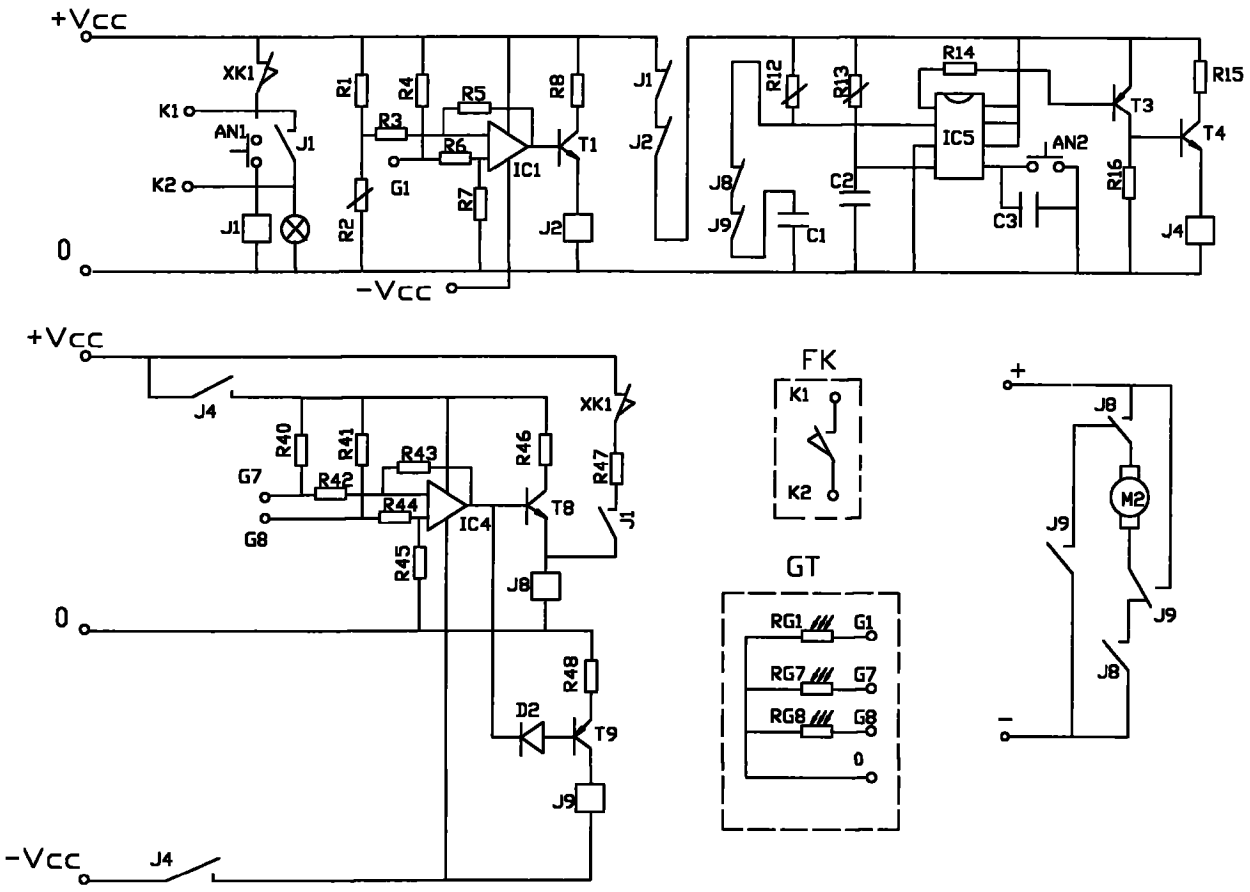

+Vcc
XK1
K1
AN1
J1
K2
J1
0
R1
R4
R5
R3
R6
G1
R2
R7
R8
IC1
T1
J2
-Vcc
J1
J2
R12
R13
R14
IC5
AN2
T3
T4
R15
R16
J8
J9
C2
C1
C3
J4
+Vcc
J4
XK1
R40
R41
R43
R46
R47
G7
R42
R44
IC4
T8
J1
G8
R45
J8
0
R48
D2
T9
J9
-Vcc
J4
FK
K1
K2
GT
RG1
G1
RG7
G7
RG8
G8
0
+
J8
M2
J9
J9
J8
-

图 3

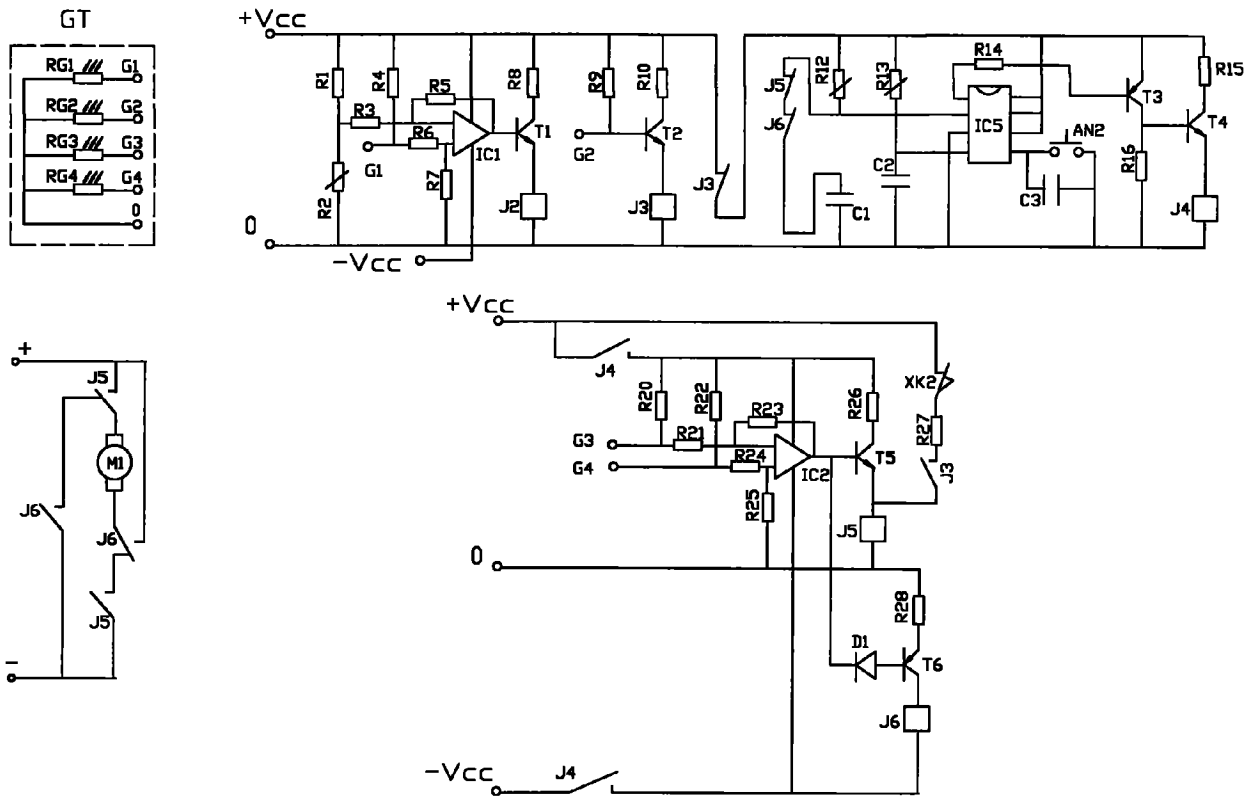

GT
RG1
G1
RG2
G2
RG3
G3
RG4
G4
0
+Vcc
-Vcc
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R12
R13
R14
R15
R16
G1
G2
IC1
IC5
T1
T2
T3
T4
J2
J3
J4
J5
J6
C1
C2
C3
AN2
+
-
M1
R20
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
R28
G3
G4
IC2
T5
T6
D1
XK2

图 4

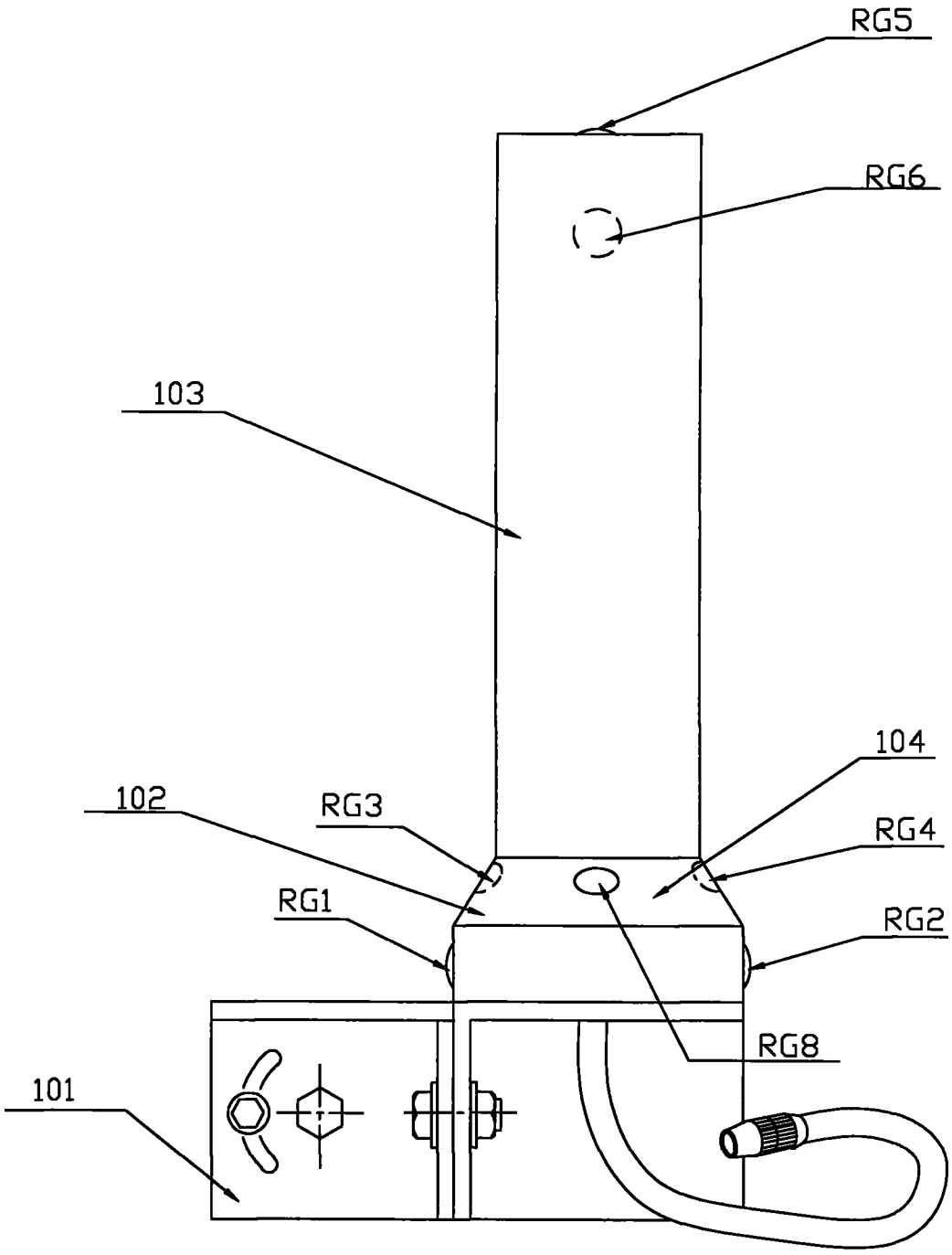


图 5

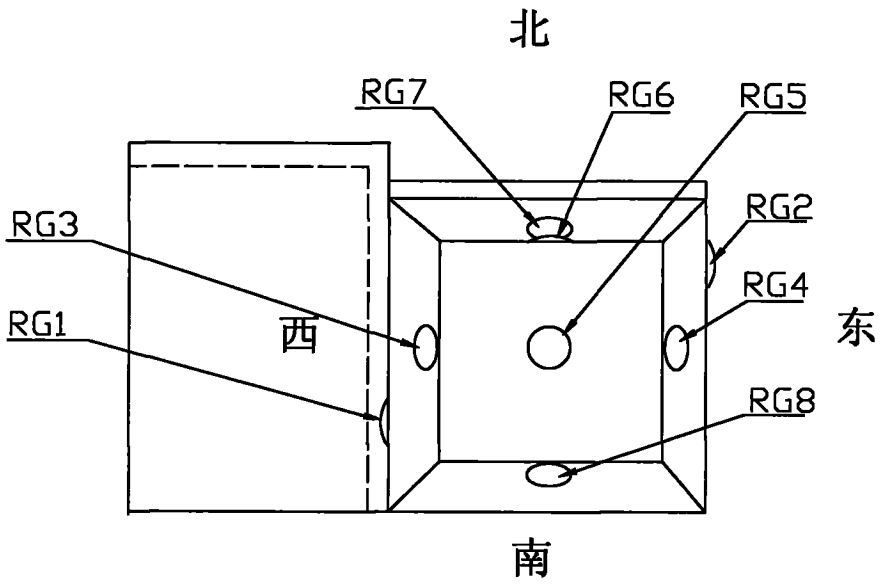


图 6

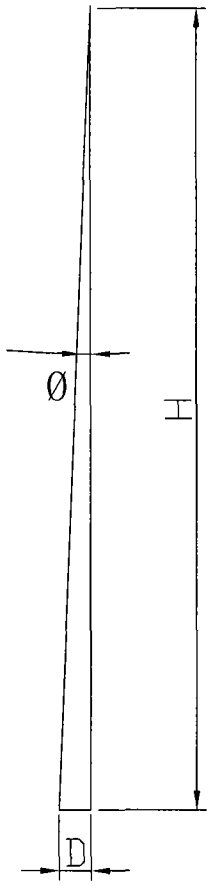


图 7

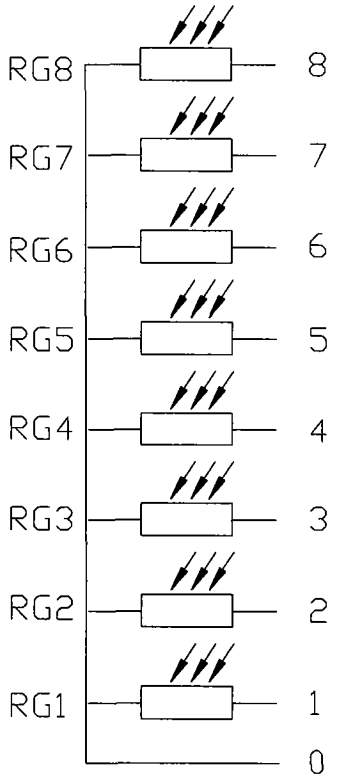


图 8

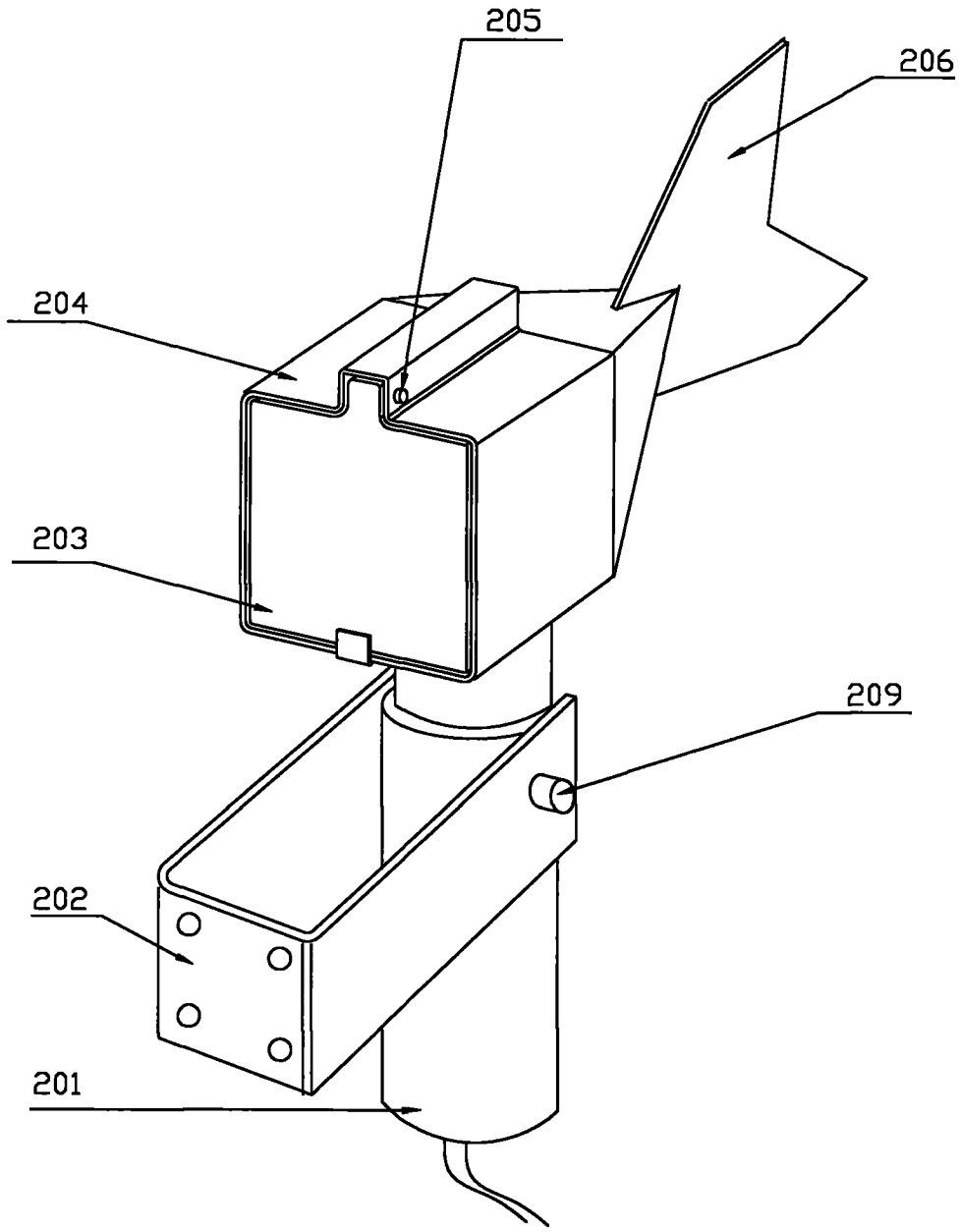


图 9

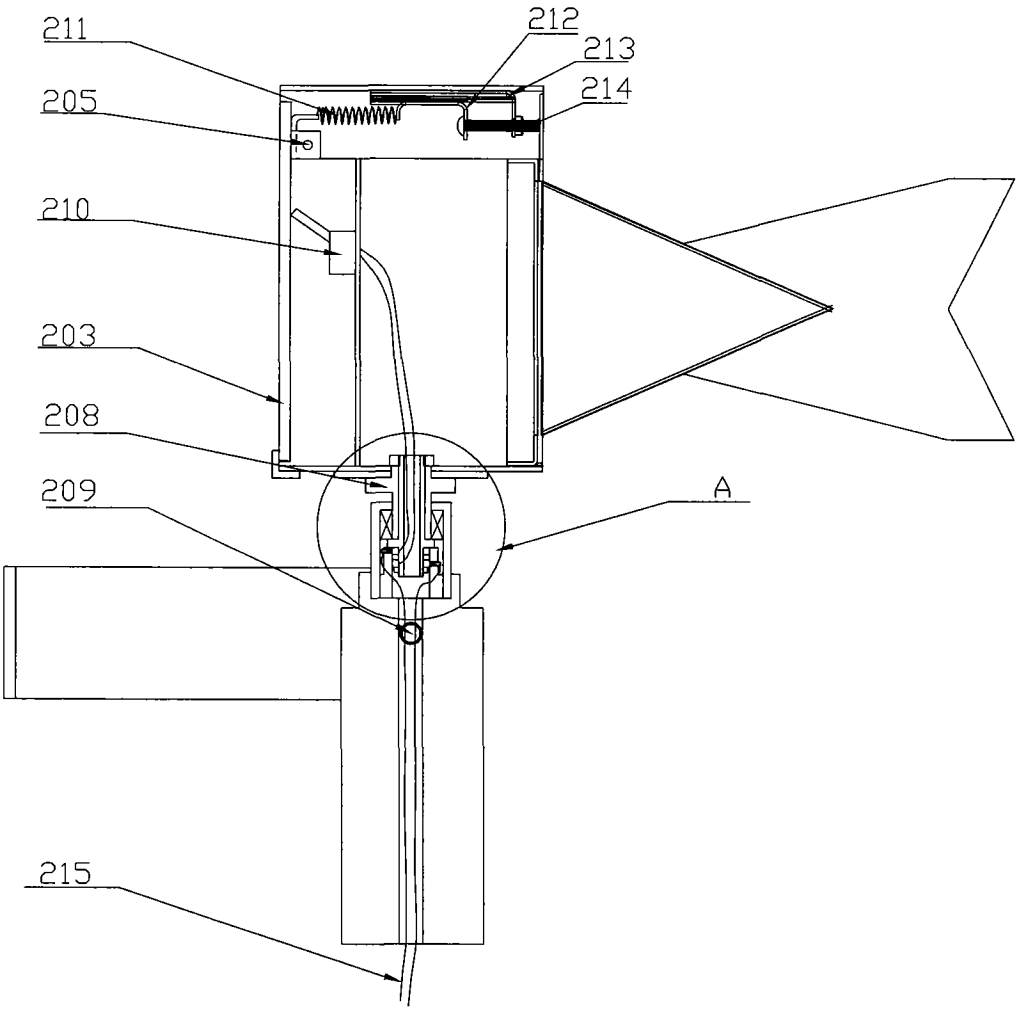


图 10

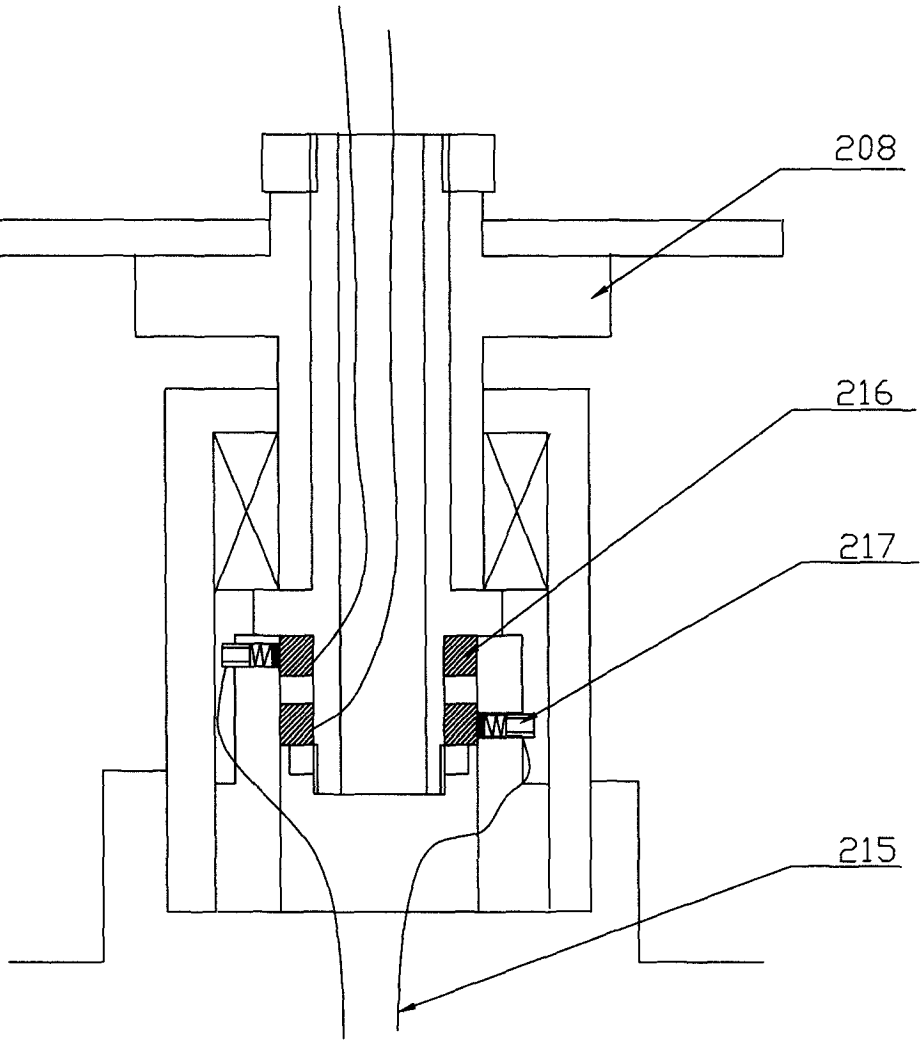


图 11