

光伏电站太阳自动跟踪系统

李德盛

(沧州供电公司, 河北 沧州 061001)

摘要: 太阳跟踪装置控制系统一般由跟踪机构和控制系统两部分组成, 首先从跟踪机构出发, 阐述了光伏阵列的安装方式; 讲述了不同跟踪模式下的太阳跟踪算法性能; 最后介绍了太阳跟踪装置控制系统的关键技术。

关键词: 光伏; 太阳跟踪; 安装方式; 控制系统

中图分类号: TM615

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2012)04-0056-02

光伏发电由于不受能源资源、原材料和应用环境的限制, 具有最广阔的发展前景, 是各国最着力发展的可再生能源技术之一, 是未来世界能源和电力的主要来源。

但目前光伏发电系统效率偏低, 而且成本较高是利用光伏发电大规模推广应用的瓶颈。为提高光伏发电系统的发电效率, 可通过提高光板有效接受面积来提高太阳的利用率, 充分发挥电池板的作用。理论分析表明, 应用准确的太阳跟踪装置可以使太阳接受率提高 35% 以上, 开发和利用太阳自动跟踪系统是亟需解决的问题。太阳跟踪装置一般由跟踪机构和控制系统两部分组成, 本文首先从跟踪机构出发, 阐述了光伏阵列的安装方式; 讲述了不同跟踪模式下的太阳跟踪算法性能; 最后介绍了光伏跟踪系统的关键技术。

1 光伏阵列装置安装方式

固定式安装方式为非跟踪模式; 跟踪式光伏发电系统的跟踪装置可以采用单轴跟踪和双轴跟踪两种方式^[1-5]。

1.1 固定式安装方式

固定式安装方式下, 光伏阵列按照一定的朝向固定安装。朝向的设置以某一时间内获取最多电能为原则, 因此需要事先综合考虑当地的地理位置、海拔高度、运行时间等因素精心选择。固定式光伏发电系统的根本缺点是不能保证阳光的垂直入射, 甚至在有的日子里根本不存在阳光的垂直入射。因此, 不能充分利用昂贵的光伏电池受光面积是现有固定式光伏发电系统最大的缺点。

1.2 单轴跟踪方式

单轴跟踪按照转轴的布置不同可分为南北水平轴跟踪、东西水平轴跟踪和南北地轴跟踪等方式。

南北水平轴方式的转轴南北方向水平布置, 受光面朝由东向西转动跟踪阳光。这种方式在夏天可捕捉较多的太阳能, 但是冬天就较差。

东西水平轴方式的转轴东西方向水平布置, 靠受光面朝向南北俯仰运动跟随太阳。这种方式在正午时可实现受

光面与阳光垂直, 但早晚却不能。与南北水平轴方式相比较, 这种方式捕捉阳光在夏季不如前者, 但是在冬季则优于前者。

南北地轴跟踪式系统的转轴南北方向倾斜布置, 自东向西转动跟踪太阳。一般令转轴的倾斜度即转轴与地轴的夹角等于 φ , 电池板的高度角为 $90^\circ - \varphi$, 受光面时间上就是与所在的维度平面垂直。

1.3 双轴跟踪方式

一种典型的双轴跟踪系统是高度—方位跟踪系统。有方位轴和俯仰轴两条转轴, 方位轴垂直于地面, 仰轴与方位轴垂直, 光板同时绕两轴转动使光板平面的法线和太阳光线方向一致。这时太阳在接收面入射角为 $\pi/2$ 。

另一种典型的双轴跟踪系统是极轴式跟踪系统。其中一根轴与地球自转轴平行, 与地平面的夹角等于当地纬度。如果只有这根轴就相当于上述单轴南北地轴式系统, 在该系统中增加一根与极轴垂直的旋转轴, 称为赤纬轴。这两根轴的协调旋转同样可以维持受光面与阳光垂直。

2 太阳跟踪控制方式

控制方式可以分为三种, 单模式控制、双模式控制和图像识别跟踪定位法。

2.1 单模式控制方式

单模式控制方式主要有传感器跟踪和太阳运行轨迹跟踪两种模式。

传感器跟踪的原理: 太阳位置改变时, 太阳光照强度的变化引起光电转换器输出电信号的改变, 将电信号的变化进行分析、判断、处理, 用以驱动电机运转以改变跟踪装置位置, 使光电转换器达到平衡。

传感器跟踪模式的特点: 靠光电传感器与太阳运行方位间的信息相互作用实现太阳跟踪。光电传感器实时采集太阳的方位信息, 计算机分析比较太阳的光强变化, 从而趋动太阳跟踪装置实现追踪太阳。该方式不受太阳跟踪装置安装的地理位置及其冬夏时差的影响与限制,

装置使用方便、灵活,跟踪精度较高,但是在阴天时,太阳辐照度较弱,光电转换器很难响应光线的变化。太阳运行轨迹跟踪的原理:根据天文学公式利用计算机计算出每天日出至日落每一时刻太阳的方位角与高度角参数,控制电机转动,带动跟踪装置跟踪太阳。太阳运行轨迹跟踪模式的特点:根据地理位置和时间来确定太阳的位置信息,按太阳跟踪装置所在地当前时日的固有运行轨迹进行约定性的跟踪。该方式不受天气状况的影响,但是,太阳运行轨迹随跟踪装置安放的地理位置,赤纬度和季节变化而变化。

2.2 双模式控制方式

混合式控制方式就是希望能利用两种控制方式的优点,即采用在一般天气晴朗的情况下使用闭环的光线传感器跟踪,但当遇到阴雨天气控制系统立即改变为太阳运行轨迹跟踪模式,继续跟踪,等到天气转好后,再重新使用光线传感器跟踪。交替开环和闭环的混合控制系统,结合了开环和闭环控制的优点,所以能够得到较佳的控制效果。

2.3 图像识别跟踪定位法

在北回归线以北地区,从地面上观测到的太阳运动轨迹的方位角变化不超过 180° ,采用全景摄像获取 180° 范围天空图像,对该图像进行变换处理、特征提取并智能识别出图像中的太阳光斑区域,找出该区域的中心点,从而确定太阳的方位角和高度角,实现对太阳位置的准确定位,这是一种有效的太阳位置跟踪方法。全景图像定位跟踪法是一种通过图像处理确定太阳的高度角与方位角的跟踪定位方法。

分析步骤如下:首先对获得的全景图像利用模仿人眼对亮度敏感程度高的特点进行RGB图像到HIS图像的变换区域处理,凸显全景图像中高亮度区域;其次对得到的高亮度区域进行全景图像按一定的变换模型进行透视图像的变换,以便于在平面图像中精确复现空中的图像信息进行图像特征提取与判断;然后根据各高亮度区域的外形轮廓、随时间变换的偏移量变化、面积大小等特征信息动态识别太阳光斑区域;最后通过全景图像中太阳斑区中心点计算出太阳与视点之间的高度角与方位角,实现对太阳光源全方位准确的动态定位。

3 自动跟踪系统关键技术

3.1 光强检测原理

光强检查装置为太阳自动跟踪系统中的关键技术。将两对特性完全相同的光敏电阻对称地固定在检测装置内,光敏电阻的特性是随着光照强度增强而其电阻值相应减小,同时对应的输出电压降低。当光伏阵列对准太阳时四路输出相等,控制器就可以判定受光面已对准太阳。当光

伏阵列没有对准太阳时,四个传感器的输出就会产生差异,控制器将根据差异的性质来驱动受光面朝正确的方向旋转,最终对准太阳。

3.2 基于太阳运行轨迹跟踪模式的实现

太阳高度角和方位角的计算程序是严格按照相关天文计算公式编写而成,输入当地纬度、经度即可以通过单片机计算出太阳的位置。单片机发出脉冲控制电机旋转,电机通过传动机构带动电池板,旋转到一定角度再停止。通过门槛的设定可以实现对太阳位置高精度、自动跟踪。

3.3 保护功能原理

跟踪系统除了需要使光伏阵列在白天任何时刻都对准太阳外,还需要具有一些其它的如夜间自动返回原始位置,遇到大风时自动放平等控制和保护功能。

4 结束语

双轴跟踪模式性能最优,其次是南北地轴,水平单轴最差。但是由于双轴跟踪安装复杂、算法复杂,同时为了准确跟踪太阳,光线传感器方面的成本上升,这些均使得双轴跟踪的经济性大幅下降。因而双轴双模跟踪系统适用于大型光伏电站,采用主从跟踪模式,发电量水平的提高能够弥补跟踪系统复杂度上升带来的成本上升,使得整个系统投入发电后,成本能够很快收回,并取得盈利。

参考文献

- [1] 任松林. 主动式太阳跟踪及驱动系统研究与设计[D]. 重庆大学, 2008.
- [2] Omar A M, Shaari S, Omar A R, et al. An Automated Solar Photovoltaic Biaxial Tracking System: SolT2A[C]. First International Power and Energy Conference PECon, 2006: 44-47.
- [3] 戚淑纯, 薛冰洋, 蒋国勇. 太阳光导入器综述[J]. 太阳能, 2007, (2): 32-36.
- [4] Sebastijan Sem, Gorazd Stumberger, Joze Vorsic. Maximum Efficiency Trajectories of a Two-Axis Sun Tracking System Determined Considering Tracking System Consumption[J]. IEEE Transactions on power electronics, 2011, 26(4): 1280-1290.
- [5] 陆利生, 张勇超. 单轴太阳自动跟踪器液压传动系统的设计[J]. 太阳能, 1994, (2): 10-11.
- [6] 于贺军, 吕文华. 全自动太阳跟踪器软件的设计和研制[J]. 气象水文海洋仪器. 2001, (2): 7-11.
- [7] 刘四洋, 伍春生, 彭燕昌, 等. 主动式双轴太阳跟踪控制器[J]. 可再生能源, 2007, 25(6): 69-72.
- [8] 刘京诚, 任松林, 李敏, 等. 智能型双轴太阳跟踪控制系统的设计[J]. 传感器与微系统, 2008, 27(9): 69-71.
- [9] 杜伟巍, 邹丽新, 尤金正, 等. 基于CMOS图像传感器的太阳跟踪控制器的研究与设计[J]. 现代电子技术. 2010, (6): 125-128.

(责任编辑:刘艳玲)