

基于 PLC 的太阳能光伏聚光发电随动系统分析

韩晨

(新疆铁道职业技术学院 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 社会经济的快速发展使得人们对电力资源的要求越来越高,开发一种效率高、质量高的发电技术已经成为当下供电企业的主要目标。基于此,本文将简单介绍光伏聚光发电技术,分析太阳能光伏聚光发电自动追踪原理,设计并实现一种基于太阳能的光伏聚光发电随动系统,希望能够对供电企业有帮助,推动发电行业的快速发展,满足社会居民的大量电力使用需求。

关键词: PLC; 太阳能; 光伏聚光发电; 随动系统

0 引言

人类的频繁活动使得各项自然资源日渐枯竭,为保证人类社会的可持续发展,如今我国已经将可持续发展战略放在了至关重要的位置。太阳能属于一种可再生资源,合理使用太阳能能够为社会带来巨大的财富。由于太阳能在发电方面的作用巨大,为推动国家的可持续发展,各大供电企业需要合理应用太阳能,通过设计一种基于太阳能的光伏聚光发电系统,即可为社会生产源源不断的电力。

1 光伏聚光发电技术概述

太阳能光伏聚光发电技术作为一种新型高科技技术,其大范围推广运用给社会带来了巨大的经济效益,如今该发电技术正被全世界所关注和研究。太阳能光伏聚光发电技术具有诸多优势,例如太阳能能源丰富、发电过程更加节能环保、太阳能能源回收期短、发电系统安装步骤简单、光伏聚光倍数高以及光电转换效率高等。由于太阳能光伏聚光发电技术原理简单且发电效率高,因此受到各大供电企业的喜欢,同时该技术也具有广阔的发展前景。就目前而言,太阳能光伏聚光发电技术还有几个待解决的问题,分别为光伏电池转换效率低、系统容易受到环境等因素的影响以及光伏发电成本较高。因此迫切需要对太阳能光伏聚光发电技术展开研究,找到解决这些问题的方法,有效提升发电效率降低发电成本,推动我国经济发展水平的快速提升。

2 太阳能光伏聚光发电自动追踪原理

太阳能光伏聚光发电追踪系统有两种,分别为传感器光伏发电控制系统和程序光伏发电控制系统。传感器追踪为一种被动式追踪,主要利用光传感器对太阳光的偏离情况进行检测,当太阳光偏离电池板法线的时候,传感器会发出光偏离信号,接收到光偏离信号后,技术人员可将偏离信号进行放大和运算,从而能够控制执行机构,调整控制器位置让太阳光对准电池板法线,确保发电系统的正常运行。传感器光源追踪方式的灵敏度较高,但是容易受到天气等自然因素的影响。尤其是在多云、大风以及阴天,电池板法线很难对准太阳光。与此同时,天气等因素会造成太阳光在电池板法线部位来回振荡运行,从而引起机构误动作,造成大量的能量损失。为解决传感器控制法存在的缺点,程序控制法由此诞生。程序控制法的原理是根据太阳的实际运行轨迹,计算

出太阳每一时刻的位置,并通过电机驱动装置的运动达到目标位置。该方法具有较高的灵敏度,但是存在精度累积误差。

根据太阳光线入射角度会随着季节和日照时间的推移而发生改变,因此本文设计的太阳能光伏聚光发电系统的机械结构采用二维极轴追踪,使用该机械结构能够实现对高度角、方位角的全程式追踪。该发电系统采用传感器与程序共同控制的追踪策略,能够实现对太阳光的粗略追踪和精确追踪。通过使用传感器和程序计算太阳的具体位置,并驱动高度角轴电机与方位角轴电机运动,对太阳光线进行实时追踪,判断太阳光光线强度是否达到传感器追踪阈值,如果达到阈值将进行传感器精确追踪,如果达不到阈值将继续处于粗略追踪状态。在晴天出现短暂云遮的情况下,系统会根据粗略追踪程序计算结果正常运行,云遮过后且太阳光强度达到阈值后,可利用传感器精确追踪装置对太阳光进行精确追踪。在阴雨以及大风天气,传感器会发出停止追踪指令,此时太阳能电池板会恢复到最初的状态。这种控制方法结合了传感器控制方法和程序控制方法的所有优点,具有不存在追踪死区、追踪范围广、无累积误差、系统比较稳定且光电转换效率高等优点。

3 太阳能光伏聚光发电随动系统设计方案

3.1 系统结构

本文设计的太阳能光伏聚光发电随动系统由三菱 FX2N-24MT 系列 PLC 主机模块、光强智能传感器模块、风力检测传感器模块、电机拖动模块、FX2N-4AD 模块以及触摸屏人机界面显示模块等组成,由于本系统的重点在于光自动追踪,因此主要对自动追踪模式进行研究。

3.2 硬件设计

粗略追踪和精确追踪为本文所设计系统的两种追踪模式,一般情况下(即晴天、无雨且风速小于 13 米每秒的情况下)首先会对太阳光进行粗略追踪,使用程序控制算法对追踪过程进行调节和控制。粗略追踪完毕后,系统才会进行精确追踪阶段。太阳能光伏聚光发电系统光强智能传感器模块主要由四块形状和大小完全相同的小尺寸单晶硅太阳能电池板与矩形柱按照一定的角度连接而成,连接形状为入字形。系统矩形柱顶端安装有太阳光线雨量传感器,该装置的主要作用是判断太阳光是否对准电池板法线。当太阳光正射

传感器时, 电池板东西方向部位得到的太阳光能量密度完全一致, 因此会产生大小一样的电流。此时控制太阳光和电池板两者方位角的电动机处于不工作的状态, 当太阳光入射角垂直于传感器模块的时候, 系统中的两块电池板会产生电流强度差, 此时系统会利用这一信号驱动电动机进行转动, 直到两块电池板产生的电流强度差小于或等于系统允许阈值为止。两块电池板电流强度差达到阈值范围内时, 传感器模块和太阳光之间的角度垂直, 即系统传感器模块指向太阳。

3.3 模块设计

系统控制机构通过控制和调整高度角和方位角, 当电池板转到最大限度时, 系统跟踪装置中的限位传感器到达限位点时会自动切断输出, 此时系统电动机立马停止工作。系统电机拖动模块使用的电机为 1.8 度步距角二相 / 四相混合步进电机, 同时还配备有适合的涡轮蜗杆减速机, 蜗杆轴向力比较大且机构具有自锁性, 可自行进行反向自锁。因此系统只能由杆带动涡轮, 涡轮无法带动蜗杆。在大风天气, 系统太阳能电池板不会反向拖动步进电机。

4 太阳能光伏聚光发电随动系统的实现

本文所设计的太阳能光伏聚光发电随动系统的控制器为可编程逻辑控制器, 控制器型号为 FX2N-24MT, 属于三菱系列控制器。使用梯形图、应用指令以及步进指令能够进行软件编程设计, 跟踪系统软件主要包括跟踪系统主程序、精确跟踪系统子程序以及粗略跟踪系统子程序等。

4.1 系统主程序

跟踪系统主程序的功能为对系统各相关功能模块进行初始化, 实时检测和巡查每个传感器的信号情况, 由此判断太阳能电池板的工作状态和工作情况。在步进电机的作用下, 将电池板拖动到最佳的位置, 使电池正对太阳。自动跟踪控制器系统主要通过 PLC 内部时钟对时间进行判断, 在夜间太阳能电池板处于垂直的状态, 这样有利于电池板上的凝结水能够顺利流下。根据光强智能传感器模块顶部的太阳光线以及雨量, 能够准确判断天气情况。当判断结果为雨天时, 系统太阳能电池板会指向正南方向, 此时太阳和电池板之间的角度为 150 度。此状态下的能量损耗最小, 因此将光强智能传感器使用进来能够有效降低驱动和能量损耗。

使用光线雨量传感器以及风力传感器等能够有效判断天气情况, 避免恶劣的天气对系统造成影响, 降低能量损耗。当传感器判断出的天气为雨天或者风速较大的天气时, 系统自动跟踪控制器会立即停止工作, 此时太阳能电池板保持原始的方位角与高度角不变, 并通过程序控制自动判断是否达到运行条件。当天气转晴, 符合运行条件时, 系统才会继续

工作。

4.2 粗略追踪功能的实现

本文主要以太阳模型为参考, 根据天体运动规律, 使用以下公式得出太阳的理论位置, 公式为高度角计算公式为 $\alpha = \sin A \sin B + \cos A \cos B \cos C$, 方位角计算公式为 $\gamma = \cos B \cos C / \cos \alpha$ 。式中, A 为地方纬度角, B 为地方赤纬角, C 为时角。任何时刻地球上的任意一点的运动位置都可以由当地纬度角、赤纬角以及时角三个变量计算得到。其中纬度角由物体地理位置确定, 赤纬角计算公式为 $B = 23.45 \sin[360(284+n)/365]$, 时角可由时间计算而来, 计算误差忽略不计, 即 $C = 15(12-t)$ 。根据以上公式能够计算出太阳的具体位置, 根据太阳的位置情况, 系统太阳能电池板会作出相应的改变, 由此实现系统的粗略追踪功能。

4.3 精确追踪功能的实现

本文使用导纳增量法设计 MPPT 追踪算法, 此算法中存在 dP/dU , 当 dP/dU 负数时, 则说明太阳位于系统最大功率右侧, dP/dU 等于 0 时, 说明太阳位于系统最大功率点, 当 dP/dU 大于零时, 说明太阳位于系统最大功率左侧。此时根据 dP/dU 的具体数值, 能够判断太阳相对于太阳能电池板的具体位置。当 $I/U + \delta I / \delta U$ 大于 0 时, 需要增大光伏发电系统电压, 调整电池板与太阳光线之间的角度。当 $I/U + \delta I / \delta U$ 小于 0 时, 需要减小系统电压, 当 $I/U + \delta I / \delta U = 0$ 时, 可维持系统电压不变。通过以上这种方式, 即可实现发电系统的精确追踪功能。

5 结语

总而言之, 太阳能是一种重要的可再生资源, 将太阳能光伏聚光发电随动系统应用到供电企业的日常发电工作中, 能够有效提升电力生产效率和质量, 同时还能降低生产电力对环境造成的污染。因此, 为提升发电效率和发电质量, 满足广大居民的用电需求, 相关供电企业有必要设计一个基于太阳能的光伏聚光发电随动系统, 同时将该系统应用到实际的电力生产过程中。

参考文献:

- [1] 许英朝, 魏秀东, 卢欣霖, 等. 太阳能光伏聚光器的研究进展 [J]. 光学与光电技术, 2020, 18(05): 86-92.
- [2] 徐熙平, 姜胜楠. 聚光光伏发电系统的研究现状及聚光模块的设计要求 [J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2019, 42(06): 1-6.
- [3] 程荣. 一种聚光太阳能光伏发电装置及其控制系统的设计 [J]. 机械管理开发, 2019, 34(11): 184-186.

作者简介: 韩晨 (1973-), 男, 锡伯族, 新疆伊犁人, 硕士, 工程师 / 讲师, 研究方向: 新能源技术及大学生机器人竞赛。

