

## 基于环境因素与模糊识别的太阳自动跟踪控制策略

王林军<sup>1,2</sup>, 门静<sup>1,2</sup>, 许立晓<sup>1,2</sup>, 张东<sup>2</sup>, 邓煜<sup>1,2</sup>, 吕耀平<sup>1,2</sup>, 陈艳娟<sup>1,2</sup>

(1. 兰州理工大学机电工程学院, 兰州 730050; 2. 兰州理工大学西部能源与环境研究中心, 兰州 730050)

**摘要:** 提高太阳自动跟踪控制系统的运行稳定性和跟踪精度, 需要考虑外界环境因素对系统的影响及选择适当的跟踪方式。目前, 太阳自动跟踪系统普遍采用光电跟踪和程序跟踪相结合的混合跟踪方式, 将光强值与光强阈值的差值作为切换跟踪方式的依据。当光强值趋近光强阈值时, 会造成跟踪方式频繁的切换, 该文针对该问题, 以外界光强大小、光强变化和风速大小为特征目标, 利用 MATLAB 中的模糊识别方法归类总结了天气情况和系统运行情况, 建立了一种基于环境因素判断的模糊识别系统, 通过仿真验证, 得到了天气类型和系统的运行情况, 仿真结果完全符合推理条件, 并与计算所得结果基本一致。该研究为太阳自动跟踪系统的启停和跟踪方式的切换提供了可靠的理论支持, 且具有较高的实用性和可行性。

**关键词:** 太阳能; 跟踪; 模糊系统; 环境因素; 模糊推理规则; MATLAB; 光电传感器

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.09.030

中图分类号: TM615

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2015)-09-195-06

王林军, 门静, 许立晓, 等. 基于环境因素与模糊识别的太阳自动跟踪控制策略[J]. 农业工程学报, 2015, 31(9): 195-200.

Wang Linjun, Men Jing, Xu Lixiao, et al. Solar auto-tracking control strategy based on environmental factors and fuzzy identification[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(9): 195-200. (in Chinese with English abstract)

### 0 引言

伴随着能源危机和日益严重的环境问题, 人们逐渐转向开发和利用太阳能等新型能源。其中, 太阳能发电被认为是一种最理想的太阳能利用方式, 为了最大程度的获取太阳能, 发电装置的跟踪系统普遍采用光电跟踪和程序跟踪相结合的混合跟踪方式对太阳的位置进行实时追踪, 但由于整个跟踪系统置于室外, 不可避免地会受到环境因素(如: 风沙、阴雨天气等)的影响。在大风天气时, 跟踪系统产生晃动, 其位置发生变化, 不仅增加了程序跟踪方式的跟踪误差, 还明显降低了跟踪系统的跟踪精度和运行稳定性; 风速过大时, 跟踪系统甚至会遭到破坏, 无法(正常)运行。在阴雨天气时, 光电传感器无法准确对准太阳, 外界光强的变化导致电机的频繁转动和跟踪方式的不断切换, 造成系统的运行稳定性变差和跟踪精度的降低。要尽可能的避免这些因素对系统造成的传感器元件作为跟踪控制系统的“眼睛”, 将采集到的外界环境信息传递给控制器, 从而控制自动跟踪系统的运转<sup>[1-3]</sup>。涉及到的传感器元件主要有: 风速传感器、光照传感器和光电传感器等。

太阳自动跟踪系统采用混合跟踪方式, 程序跟踪是

根据控制器中的太阳轨迹计算模块实时算出某地不同时刻所对应的太阳的高度角和方位角, 从而调整跟踪系统对其进行跟踪; 而光电跟踪的原理是文章研究的一个重点问题, 它们之间的自动切换是一个难点。通过分析外界环境对系统造成的影响, 文章提出了一种基于环境因素与模糊识别的太阳自动跟踪控制策略, 利用 MATLAB 中的模糊识别方法对环境因素进行分析总结<sup>[4-5]</sup>。一般情况下, 模糊识别方法用于对系统机械传动的优化或者调整跟踪器的位置, 从而达到提高系统跟踪精度的目的。目前, 在太阳自动跟踪控制系统的相关研究中, 均未考虑环境因素对系统造成的影响, 而这些影响是不可忽视的, 所以, 文章从实际情况出发, 考虑了风速和光照强度在系统跟踪过程中所造成的影响, 通过仿真验证和试验验证, 证明了该研究具有一定的参考价值 and 可行性。

### 1 太阳自动跟踪系统混合跟踪方式中光电跟踪的控制原理

从引言的介绍中可知, 该太阳自动跟踪系统采用混合跟踪方式, 利用光电传感器检测外界的光照强度, 与系统的光照阈值进行比较, 它们之间的差值作为系统自动切换跟踪方式的依据。其中, 程序跟踪利用控制器中的太阳轨迹计算模块可实时算出某地不同时刻所对应的太阳位置(高度角和方位角), 从而调整跟踪系统到达该位置。该过程属于开环控制, 不存在反馈信息。本小节重点考虑光电跟踪的控制原理, 其为一种闭环控制方式, 控制器通过对光电传感器反馈信息的处理从而驱动

收稿日期: 2014-11-14 修订日期: 2015-01-29

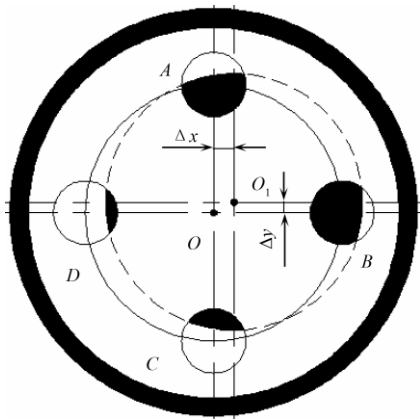
基金项目: 国家自然科学基金(51166008)

作者简介: 王林军, 男, 教授, 主要从事机械 CAD、工程图学、新能源利用技术等方面的研究工作。兰州 兰州理工大学机电工程学院, 730050。

Email: wanglinjun@lut.cn

跟踪系统自动追踪太阳。

一般光电跟踪中较常用一种四象限光筒式光电传感器，如图 1 所示，4 块相同的光敏元件 (A、B、C、D) 均匀分布在光筒底部，2 组相对的光敏元件分别检测太阳方位角 (x 轴方向) 和高度角 (y 轴方向) 的位置。当太阳入射光线垂直通过光筒顶部的透光孔照射到光敏元件表面时，光斑中心与光筒中心重合，2 组光敏元件的投影面积相同，此时不跟踪；反之，太阳入射光线不垂直聚光器表面，光斑中心与光筒中心存在偏差，x 轴、y 轴有偏移量  $\Delta x$  和  $\Delta y$ ，2 组相对的光敏元件输出的电流 ( $I_A$  与  $I_C$ 、 $I_B$  与  $I_D$ ) 大小不同，控制器根据偏移量的大小来控制电机的运转。



注：A、B、C、D 为光敏元件， $\Delta x$ 、 $\Delta y$  分布为光斑中心在 x、y 轴方向的偏移量，O 为光筒中心， $O_1$  为光斑中心。  
Note: A, B, C and D are light sensors;  $\Delta x(\Delta y)$  is x (y) offset of spot; O is center of tube;  $O_1$  is center of spot.

图 1 光筒式光电传感器的示意图

Fig.1 Diagram of tube type photoelectric sensor

控制器利用运算放大器将各光敏元件的输出电流 ( $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_D$ ) 转换为电压值 ( $U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$ 、 $U_D$ )。方位角和高度角所对应的电压  $U_x$ 、 $U_y$  如下所示：

$$U_x = U_A - U_C \quad (1)$$

$$U_y = U_B - U_D \quad (2)$$

由于光斑自身的功率变化会对电压  $U_x$ 、 $U_y$  产生一定影响，通过以下方法可以消除此类影响。

$$E_x = \frac{U_A - U_C}{U_A + U_C} \quad (3)$$

$$E_y = \frac{U_B - U_D}{U_B + U_D} \quad (4)$$

式中： $E_x$  和  $E_y$  分别代表消除光斑中心偏差后的当量信号。

当光斑中心和光筒中心不重合时，其在 x (y) 轴方向移动，存在偏移量为  $\Delta x$ ，令光敏元件的半径  $r=1$ ，光敏元件中心与光筒中心的距离为  $\alpha$ 。而光敏元件输出电流值  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_D$  的大小与太阳光线在光敏元件上投影的面积有关，投影面积为  $S_A$ 、 $S_B$ 、 $S_C$ 、 $S_D$ 。通过分析，可知，投影面积值可以代替光敏元件的输出电流值。那么：

$$S_B = \int_{-\alpha-\Delta x}^{-\alpha-1} \sqrt{x^2 - (\alpha-1)^2} dx \quad (5)$$

$$S_D = \int_{-\alpha+\Delta x}^{-\alpha-1} \sqrt{x^2 - (\alpha-1)^2} dx \quad (6)$$

$$S_x = S_B - S_D \quad (7)$$

当外界光强大于光照阈值时，启用光电跟踪方式，在自动追踪太阳光线的过程中，控制器通过计算光敏元件的投影面积 ( $S_A$ 、 $S_B$ 、 $S_C$ 、 $S_D$ )，求得相对的光敏元件投影面积间的差值 (即，求  $S_x$ 、 $S_y$ )，通过一定的转化，将该差值转化为系统所需的电流值/电压值，控制器根据运算结果来驱动电机进行转动，电流值/电压值的正控制电机的转动方向。

## 2 基于环境因素判断的模糊识别方法

太阳自动跟踪系统跟踪方式的切换与天气情况密切相关，系统是否能正常运行是通过对外界风速大小进行判断的。所以，跟踪系统要实现稳定运行，并具有一定的跟踪精度，需要判断外界环境因素。该太阳自动跟踪控制系统利用光电传感器的光照强度检测值来判断天气情况，并利用风速传感器检测风速的大小，从而判断系统是否要正常运行。该方法利用风速和光强进行对象分类，识别能力有限，且反馈值在阈值这个分界点时会导致系统运行稳定性变差。在选择特征目标时一般选则光强大小和光强变化，运用模糊识别的方法对外界天气情况进行划分和归类。除考虑以上特征目标外，还新增加了风速大小作为目标特征，运用模糊识别方法对系统的运行情况进行划分和归类，从而保证外界环境在满足一定的风速条件下，跟踪系统可以进行有效的阴晴识别和跟踪方式的自动切换<sup>[6-9]</sup>。

### 2.1 模糊识别的概念及原理

模糊识别在满足最小错误概率条件下，利用计算机分析、判断、分类某事物，使识别的结果尽可能与模仿样本相符。隶属度识别该事物的能力直接决定其取值，识别能力越高，对应的权值越大。当该事物有  $n$  个不同作用的特征时，对应有  $n$  个隶属度 ( $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ) 和不同的隶属度权值 ( $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ )。若有一个限度  $M$  使该事物满足  $\sum_{i=1}^n \alpha_i \mu_i \geq M$  条件，仅需根据不同的  $M$  值归类即可<sup>[10-12]</sup>。

### 2.2 模糊识别的方法

一般情况下，被识别对象的归类依据最大隶属原则。设一个标准模型库  $F(U)$  有  $n$  个模糊子集 ( $A_1, A_2, \dots, A_n$ )，它们的隶属函数为  $\mu_1(x), \mu_2(x), \dots, \mu_n(x)$ ，若对任意的一个被识别对象  $x_0 \in U$ ，有  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  使得  $A_i(x_0) = \max\{\mu_1(x_0), \mu_2(x_0), \dots, \mu_n(x_0)\}$ ，则  $x_0$  就属于第  $i$  类模糊子集。

## 3 建立基于环境因素判断的模糊识别系统

本文运用 MATLAB 中的 FUZZY LOGIC TOOLBOX (模糊逻辑工具箱) 来建立太阳自动跟踪控制系统的模糊识别系统，主要完成以下几个工作：①编辑模糊推理系统；②编辑隶属度函数；③编辑模糊推理规则<sup>[12-14]</sup>。

### 3.1 模糊推理系统编辑器

模糊推理系统编辑器主要建立模糊逻辑系统的整体框架，设计和显示系统的一些基本信息和参数，如：输入变量和输出变量的数目和名称、推理系统的名称和类型等。

#### 3.1.1 输入变量的隶属度函数

影响太阳自动跟踪系统的环境因素有很多，本文选取风速大小、光强大小和光强变化作为类型识别的特征目标。其中，在对特征目标进行设置时，光强变化分为大和小，光强大小分为强、中和弱，风速分为大和小，它们作为输入变量隶属度函数，其曲线类型选为高斯曲线，变化范围均为 0~10，如图 2 所示。另外，系统设定的光强阈值为 2 000 lx，风速阈值为 7 级，它们具体对应的电流值/电压值与所选的传感器类型有关，需通过计算进一步确定。

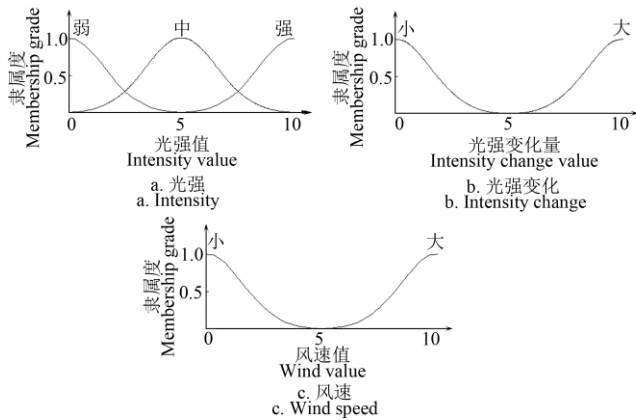


图 2 输入变量隶属度函数

Fig.2 Input variable of membership function

#### 3.1.2 输出变量的隶属度函数

输出变量为天气情况和系统运行情况，天气情况划分为晴天、多云天和阴天，变化范围为 0~15；系统运动类型分为正常和停止，变化范围为 0~10。隶属度函数类型均选为三角形，如图 3 所示。

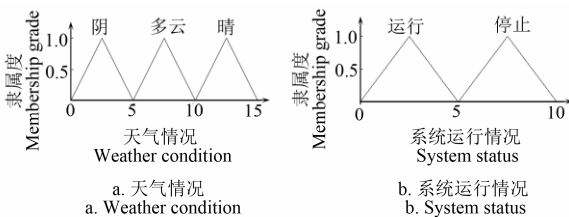


图 3 输出变量隶属度函数

Fig.3 Output variable of membership function

### 3.2 模糊推理和模糊推理规则

模糊推理是建立在模糊集合论（模糊是属于第  $i$  类模糊子集）、if-then 规则基础之上的计算框架，该方法判断环境因素的关键是模糊推理规则的确定。若模糊推理规则表述不准确时，就直接导致模糊控制系统的仿真结果相较于经典的控制系统难以实现。

本文根据专家的经验，得到了基于环境因素判断的模糊规则。根据推理结果，可以确定在不同光强大

小和光强变化量下的天气情况，及不同风速情况下系统的运行情况。在对跟踪控制系统进行设计时，可以参考该结果做出相应决策。

模糊推理规则包括：①光照强度强、光强变化小、风速小，则晴天，系统正常运行；②光照强度弱、光强变化小、风速小，则阴天，系统正常运行；③光照强度中等、风速小，则多云天，系统正常运行；④光强变化大、风速小，则多云天，系统正常运行；⑤光照强度强、光强变化大、风速小，则多云天，系统正常运行；⑥光照强度强、光强变化小、风速大，则晴天，系统停止；⑦光照强度弱、光强变化小、风速大，则阴天，系统停止；⑧光照强度中等、风速大，则多云天，系统停止；⑨光强变化大、风速大，则多云天，系统停止；⑩光照强度强、光强变化大、风速大，则多云天，系统停止。

### 3.3 仿真结果分析

仿真结果见图 4 与图 5，都是根据模糊推理规则中每条规则进行判断所得。图 4 为光强值和光强变化量到天气情况的映射三维图，各变量的变化范围与隶属度函数的一致。

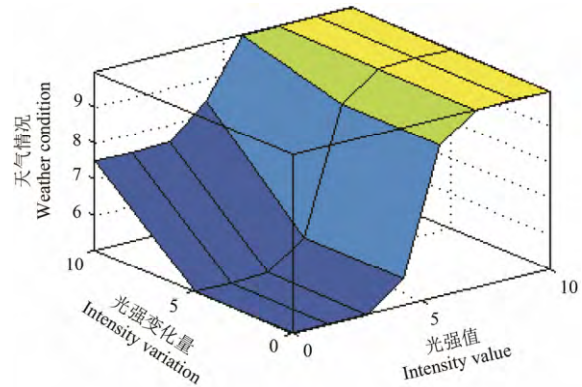


图 4 光强值和光强变化量到天气情况的映射三维图

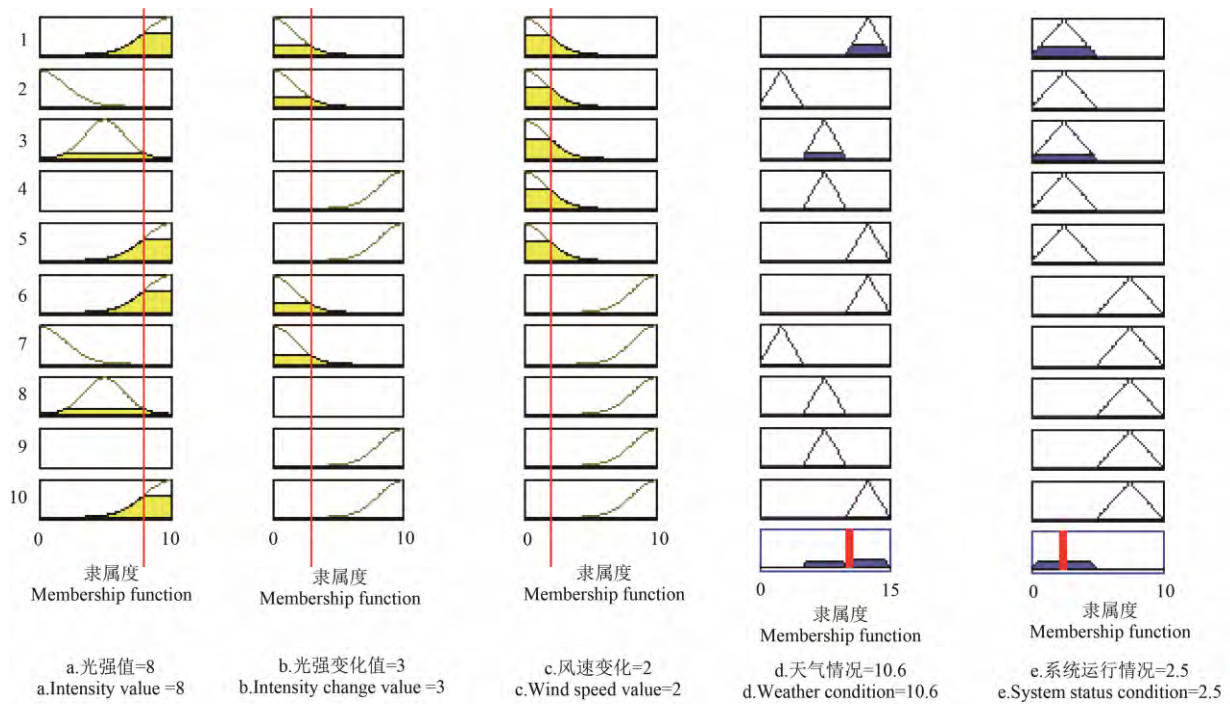
Fig.4 Intensity value and variation map onto weather conditions

在规则观察器（图 5）中输入光强值等于 8、光强变化值等于 3、风速值等于 2 时，则得到天气情况为 10.6，系统运行情况为 2.5，为晴天，系统正常运行。通过仿真验证，得到了天气类型和系统的运行情况，仿真结论完全符合推理条件。在规则观察器中输入不同的光强值、光强变化值和风速值，可以得到相对应的天气类型和系统运行情况，仿真结果完全符合推理条件(见表 1)。

在太阳自动跟踪控制系统工作过程中，经过试验检测，风速变化时，风速传感器所对应电压值的范围为[0~5] V，而光强变化时，光电传感器所对应的电压变化范围为[2.7~3.5] V。使它们分别与模糊识别系统中的范围[0~10]对应，对实际的光强值及风速值做如下的线性处理：

$$T = T_{\min} + \frac{T_1 \times (T_{\max} - T_{\min})}{10} \quad (8)$$

式中： $T$  为实际的光强值， $T_{\max}$  为光强最大值， $T_{\min}$  为光强最小值， $T_1$  为规则观察器输入的光强值。



注：1-10 分别为模糊推理规则中的 10 种情况。  
Note: 1-10 were ten cases of fuzzy inference rule.

图 5 规则观察器  
Fig.5 Rule viewer

将线性处理的结果与太阳自动跟踪控制系统运行过程中的实际情况进行比较（见表 1），其数值基本相同，且对应的天气情况和系统真实运行情况与理论分析相同。可知，运用模糊识别理论对系统运行情况和天气（阴

晴）情况的判断，为太阳自动跟踪系统的启停以及跟踪方式的切换提供了理论支持。该理论具有一定的可行性和有效性，且它的运用可以提高系统的运行稳定性和跟踪精度。

表 1 仿真结果和计算结果的对比  
Table 1 Comparison of simulation results and calculation results

仿真系统 Simulation system		线性处理 Linear treatment		实际天气情况 Weather condition	系统真实运行情况 Real system status	仿真结果与 实际情况是否 一致 Accordance
光强值 Intensity value	风速值 Wind speed value	光强的传感器 响应值 Responsive value of intensity/ V	风速的传感器 响应值 Responsive value of wind speed/ V			
3.2	2.0	2.7	1.0	阴天	运行	一致
8.4	5.5	3.4	2.8	晴天	停止	一致
6.8	7.0	3.2	3.5	多云	停止	一致

#### 4 结论

文章考虑到太阳自动跟踪系统在工作过程中无法避免外界环境因素的影响，通过分析其在大风天气和阴雨天气中的跟踪运行情况，可知，这 2 种因素不仅决定了系统是否可以正常运行及跟踪方式的自动切换，还对系统的运行稳定性和跟踪精度会造成很大的影响。故，文章结合传感器技术，选用风速传感器和光电传感器采集外界信息，从而使控制器对跟踪系统进行及时的调整。但当传感器的检测值趋近系统设定的阈值时，会引起电机的频繁转动。为解决该问题，文章选取外界光强大小、光强变化和风速大小为特征目标，提出了一种基于环境因素与模糊识别的太阳自动跟踪控制策略，依据模糊识

别的数学原理，分别对输入隶属度函数和输出（天气情况和系统运行情况）隶属度函数的相关参数进行了设置，在确定模糊推理规则的基础上，建立了基于环境因素判断的模糊识别系统。在规则观察器中输入不同的光强值、光强变化值和风速值，得到的仿真结果与推理条件完全一致，将这些输入变量进行线性变化，其值与计算所测得的光强传感器和风速传感器的电压值基本相同。可以看出，该研究利用模糊识别理论可以对环境因素进行更加合理地评判，为太阳能自动跟踪系统的启停或跟踪方式的切换提供一定的理论支持，仿真验证的一致性体现了它的实用价值。

在模糊识别系统建立的过程中，模糊规则的确定是一个难点，如何准确的对其进行确定还需要进一步的研

究。另外, 环境因素不仅会影响系统的跟踪精度和运行稳定性, 还对系统运行经济性有一定的影响, 这也是太阳能自动跟踪系统研究时需要解决的问题之一。

#### [参 考 文 献]

- [1] Abdallah A, Nijmeh S. Two axes sun tracking system with PLC control[J]. *Energy Convers Manage*, 2004, 45: 1931 – 1939.
- [2] Rotha P, Georgiev A, Boudinov H. Design and construction of a system for sun-tracking[J]. *Renewable Energy*, 2004, 29 (3): 393–402.
- [3] 王海军. 基于阴晴判断的混合双轴太阳跟踪控制系统[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.  
Wang Haijun. The Research of Hybrid Dual-axis Sun Tracking Control System Based on Weather Condition Judgment[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2012. (in Chinese with English abstract)
- [4] 郑飞, 丁明昌. 基于模糊控制的光伏最大功率跟踪器[J]. *新能源发电控制术*, 2014, 36(2): 48–50.  
Zheng Fei, Ding Mingchang. Photovoltaic maximum power point tracker based on fuzzy control[J]. *The New Energy Power Control Technology*, 2014, 36(2): 48–50. (in Chinese with English abstract)
- [5] Rajesh R, Carolin M. Efficiency analysis of a multi-fuzzy logic controller for the determination of operating points in a PV system[J]. *Solar Energy*, 2014, 99: 77–87.
- [6] 丁伟, 孙永荣, 项文炳, 等. 基于模糊算法的太阳能发电自动跟踪控制系统研究与实现[J]. *工业控制计算机*, 2010, 23(5): 67–69.  
Ding Wei, Sun Yongrong, Xiang Wenbing, et al. Solar power generation and tracking control system based on fuzzy method[J]. *Industrial Control Computer*, 2010, 23(5): 67–69. (in Chinese with English abstract)
- [7] 杜微, 王平凯, 自羽. 模糊控制太阳能自动跟踪随动系统. 研究探讨, 2006(5): 80–81.  
Dui Wei, Wang Kaiping, Zi Yu. Fuzzy control solar auto-tracking servo system[J]. *Research & Discussion*, 2006 (5): 80–81. (in Chinese with English abstract)
- [8] 胡寅. 模糊控制在光伏太阳能工程中的应用[J]. *建筑施工*, 2009, 31(9): 790–791.  
Hu Yin. Application of fuzzy control to PV solar energy engineering[J]. *Building Construction*, 2009, 31(9): 790–791. (in Chinese with English abstract)
- [9] 邵桂荣. 基于 MATLAB 的模糊控制系统的设计与仿真[J]. *重庆工学院学报*, 2007, 21(5): 51–54.  
Shao Guirong. Matlab-based design and simulation of fuzzy control system[J]. *Journal of Chongqing Institute of Technology*, 2007, 21(5): 51–54. (in Chinese with English abstract)
- [10] 袁兵, 江丽. 基于粗糙集理论的模糊控制规则的获取方法[J]. *武汉理工大学学报*, 2005, 29(3): 453–454.  
Yuan Bing, Jiang Li. A gaining method for fuzzy control rules based on rough set theory[J]. *Journal of Wuhan University of Technology*, 2005, 29(3): 453–454. (in Chinese with English abstract)
- [11] Usta M, Altas I. Design and performance of solar tracking system with fuzzy logic controller used different membership functions[C]//Bursa: IEEE 2011: II381–II385.
- [12] 李成利, 李全华, 林杰勇. 智能温室温度的模糊控制[J]. *青岛科技大学学报*, 2009, 30(4): 361–364.  
Li Chengli, Li Quanhua, Lin Jieyong. Fuzzy Temperature control of intelligent greenhouse[J]. *Journal of Qingdao University of Science and Technology*, 2009, 30(4): 361–364. (in Chinese with English abstract)
- [13] 乔兴宏, 务必军, 王坤林. 基于模糊控制的光伏发电系统 MPPT[J]. *可再生能源*, 2008, 26(5): 13–16.  
Qiao Xinghong, Wu Bijun, Wang Kunlin. Maximum power point tracking by using fuzzy control combined with PID for photovoltaic energy generation system[J]. *Renewable Energy Resource*, 2008, 26(5): 13–16. (in Chinese with English abstract)
- [14] Rubio F, Gortega M, Goullillo F. Application of new control strategy for sun tracking[J]. *Energy Conversion and Management*, 2007, 48(7): 2174–2187.

## Solar auto-tracking control strategy based on environmental factors and fuzzy identification

Wang Linjun<sup>1,2</sup>, Men Jing<sup>1,2</sup>, Xu Lixiao<sup>1,2</sup>, Zhang Dong<sup>2</sup>, Deng Yu<sup>1,2</sup>, Lü Yaoping<sup>1,2</sup>, Chen Yanjuan<sup>1,2</sup>

(1. College of Methano-Electronic Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; 2. China Western Energy and Environment Research Center, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** Exploring and making full use of new energy resources can solve the problem of the energy shortage and environmental pollution, so many people focus on the use of solar energy which has the advantages of cleanliness, reuse, and economy, etc. Solar power, as the ideal use of solar energy, is the generation of electricity from sunlight. Either PV generation system or solar thermal power generation system have great extensive use, the formal usually use solar cells as the device to convert solar energy directly into electricity by the photovoltaic effect, and photovoltaic technology can

meet the demand of different uses which need power supply by solar cells in different sizes, The latter has large scale, it focuses the solar energy to boil water and the heat energy is used to provide power. The solar thermal power generation system can be divided into three types: dish solar thermal power generation, groove type thermal power generation, and tower solar thermal power generation. Dish solar thermal power generation has higher efficiency. Considering that the disadvantages of solar energy are ever-changing solar radiation direction and unstable solar energy, dish solar thermal power generation uses an auto-tracking system to improve the utilization ratio of solar energy for an solar automatic tracking system can keep the incident sunlight parallel to the collector. A dish solar thermal power generation system works out of doors, environmental factors have a great influence on the system's running stability and tracking accuracy, and affects the choice of tracking mode. The auto-tracking modes can be classified into: program tracking mode, photoelectric tracking mode, and hybrid tracking mode. Program tracking mode uses a computer to calculate the sun's azimuth and latitude, can work under all-weather condition, and has high adaptability, but it has a cumulative error in the tracking process. The photoelectric mode has higher tracking accuracy for it has feedback information. It works well in the sunny day, but bad weather (especially the rainy and cloudy day) has a serious effect on it. A solar auto-tracking system usually adopts a hybrid tracking mode which is a combination of the program tracking mode and the photoelectric mode. A photoelectric sensor, as the information feedback component of a control system, can modify the cumulative error of the procedure, the tracking system would track reliably in the complicated and changeable weather. These two tracking modes make up for each other, as a result, the tracking system's precision and stability would be further improved and guaranteed. As an auto-tracking system works, the tracking mode changes as the intensity value reaches the intensity threshold, then the controller will choose a tracking mode automatically. Considering that the environmental factors affect the tracking system, this paper mainly analyses intensity, intensity change, and wind speed which have a serious effect on the system's operational stability and tracking accuracy. It uses fuzzy identification method in MATLAB to classify and summarize the weather condition and system's operation, then it builds a fuzzy recognition system based on environmental factors by respectively setting the parameters of input (wind speed, intensity and intensity change) membership function and output (the system's operation condition and weather condition) membership function. In this process, determining the fuzzy reasoning rules is the most important step. Fuzzy reasoning rules based on judgments of environmental factors are obtained from the expert experience and relevant information, and the wrong rules would even lead to wrong simulation. Through the simulation, weather condition and system operation condition are confirmed, and the conclusion suits the qualified condition. This research provides a theoretical support for a system's start-stop and a tracking mode's switch, and it has preferable practicability and good feasibility. And the conclusion not only can apply to the PV system, but also to the solar thermal power generation system.

**Key words:** solar energy; tracking; fuzzy systems; environmental factor; fuzzy speculative rule; MATLAB; photoelectric sensor