

# 单片机控制的智能型太阳能热水器研究

朱银锋

(安徽建筑工业学院 机械与电气工程学院, 安徽 合肥 230601)

**摘要:**为了提高太阳能的利用率,设计了智能型双轴太阳能热水器.该装置以手动调节实现集热管绕水平轴的转动,利用涡轮蜗杆机构的自锁功能实现集热管绕垂直轴的转动;以89S52单片机为核心,依据模块化设计思想,构建了自动控制跟踪系统;以电机定时转动和系统休眠的控制方法减小系统的电能消耗.基于多学科协同仿真技术,对该装置进行了强度分析,对以太阳能电池板代替太阳能集热管的实验装置的测试结果表明,该设计产生的电能提高了20%.

**关键词:**单片机;智能型太阳能热水器;协同仿真;模块化设计

**中图分类号:**TK515,TP23

**文献标志码:**A

## Study on the intelligent solar heater of single chip microcomputer control

ZHU Yin-feng

(School of Mech. and Electr. Eng., Anhui Univ. of Architecture, Hefei 230601, China)

**Abstract:**To improve the utilization rate of the solar energy, the intelligent two-axis solar heater was designed. The heat collecting tubes with rotating around the horizontal axis was realized by the manual adjustment, and the heat collecting tubes with rotating around the vertical axis was realized by the self-locking function of the worm gear. The automatic tracking system was built using 89S52 single-chip microcomputer as core. The power consumption of the control system was reduced by means of the step-motor time turning and the sleeping strategy of the control system. Based on the multidisciplinary collaborative simulation technology. An experimental trial-device with the solar panels to replace the heat collecting tubes was made. Compared with the fixed solar panels, the produced electric energy of this design could improve about 20%.

**Key words:** single chip microcomputer; intelligent solar heater; collaborative simulation; modular design

## 0 引言

目前,市场上的太阳能热水器结构相对简单,

制造成本比较低,但大多采用固定安装方式,集热管不能最大限度地接收太阳光<sup>[1-4]</sup>.如果太阳能热水器具有自动跟踪功能,则有望获得更高的太阳能

收稿日期:2011-11-01

基金项目:安徽省科技厅科技计划项目(10020203001);安徽省教育厅产学研基金项目(KJ2010B036);安徽省人力资源和社会保障厅人才开发专项资金项目(2009Z056);安徽建筑工业学院硕博科研启动项目(K02425, K02424);安徽建筑工业学院机械设计基础重点课程项目(KZ0026)

作者简介:朱银锋(1973—),男,河南省信阳市人,安徽建筑工业学院副教授,博士,主要研究方向为协同设计与协同仿真.

利用率. 为此, 研究人员对太阳能跟踪装置开展了大量研究工作. 其中, 用于太阳能发电的跟踪装置成果较多, 并且已经开发出单轴和双轴自动跟踪装置. 然而, 用于太阳能热水器的跟踪装置的研究相对较少, 尚无成熟技术可供参考<sup>[1-4]</sup>. 鉴于此, 本文拟设计一种智能型双轴太阳能热水器, 它具有自动跟踪功能, 可手动调节集热管的倾角, 以步进电机通过涡轮蜗杆带动集热管绕垂直轴转动, 并且通过带有休眠功能的程序算法实现步进电机和控制电路节能, 从而最大限度地减小控制系统的电能消耗.

### 1 协同仿真的环境

智能型双轴太阳能热水器的多学科协同仿真环境如图 1 所示. 其中, 支撑优化设计借助 ANSYS 有限元等软件, 而控制系统的设计基于步进电机的单片机控制技术. 在单片机的控制程序中, 以步进电机定时转动的工作方式实现电路长时间处于休眠状态的控制. 另外, 在每天下午 18:00 到次日早上 7:00 之间以手动方式关闭整个控制电路, 进一步节约电能, 最大限度地减小控制系统的电能消耗<sup>[5]</sup>.

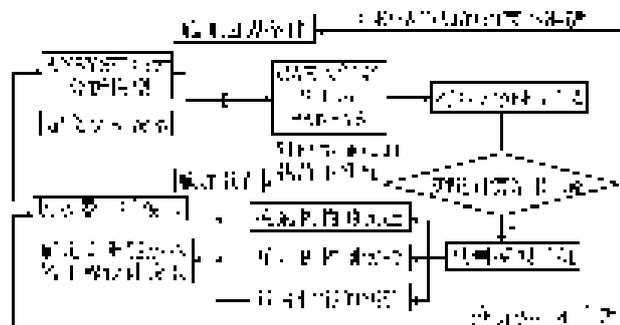


图 1 智能型双轴太阳能热水器的多学科协同仿真环境

### 2 自动跟踪装置的结构

与用于雷达和气象研究的自动跟踪装置不同, 对具有自动跟踪功能的太阳能热水器, 从提高太阳能利用率及降低控制成本的角度考虑, 跟踪装置被设计成手动调节与自动控制相结合的形式, 以步进电机驱动涡轮蜗杆实现集热管绕垂直轴的转动<sup>[6-8]</sup> (如图 2 所示). 集热管的倾角根据纬度和季节变化采用手动调节, 示意图见图 3. 该结构不仅能实现较大的变速比, 还具有自锁的功能, 可防止集热管等部件在外力作用下随意转动.

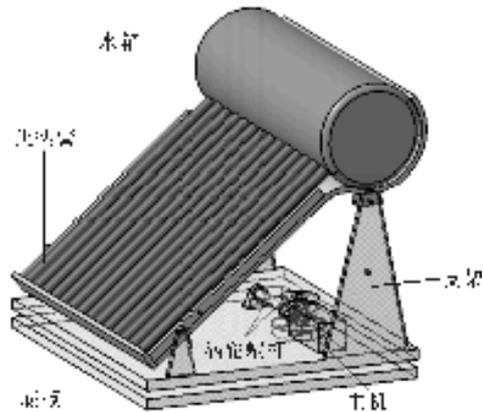


图 2 智能型太阳能热水器三维模型

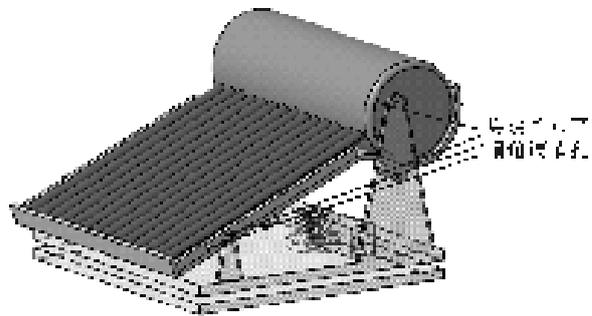


图 3 智能型太阳能热水器集热管倾角调节示意图

### 3 自动跟踪装置的分析

为得到足够的支撑强度, 笔者对太阳能热水器在水箱装满水情况下的强度进行了分析. 与三维模型相比, 有限元模型作了适当的简化. 为了保证有限单元的质量和减少单元畸变, 对集热管与水箱和支撑的结合处使用了约束方程, 采用 solid185 单元对板结构划分单元, 采用 solid187 单元划分水箱等表面曲率较大的零件. 分析结果显示跟踪装置的最大应力为 61.2 MPa (如图 4 所示), 位置在可转动底座和底板的结合部位. 而在集热管与水箱连接部位, 由于没有考虑柔性连接件的缓冲, 产生了一定的应力集中. 因此, 支撑结构的最大应力远低于 Q235 钢的许用应力 125 MPa. 初步的分析结果表明, 该智能太阳能热水器支撑结构可满足静强度要求.

### 4 控制系统的设计与实验

为降低控制成本, 并且最大限度地降低控制系统的电能消耗, 以 AT89S52 单片机、DS12C887 时钟

芯片、晶振、L298N 驱动器、步进电机、行程开关等构建智能太阳能热水器的控制系统. 其中, 步进电机驱动电路占用单片机的 P1 口, 时钟电路占用单片机的 P0 口, 系统外电源来自 AC 220 V 50 Hz 市电, 它被变压、整流和滤波后再通过 7805 和 7812 三端稳压器输出 5 V 和 12 V 直流电, 分别作为单片机、L298N 驱动器以及步进电机的电源. 图 5 为基于 89S52 单片机的步进电机控制电路<sup>[9]</sup>.

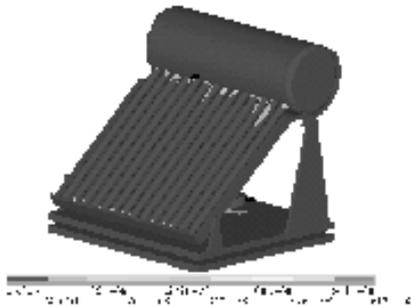


图4 太阳能热水器跟踪装置应力云图

因太阳能热水器的有效工作时间在白天, 所以每天下午的 18:00 到第二天早上 7:00 通过手动方式使控制系统处于断电状态, 而在 7:00—18:00 期

间根据太阳的方位角每隔 30 min 电机通电转动 1 次, 其余时间电路中的驱动电路处于休眠状态, 控制电能消耗减少约 40%. 电机的定时由单片机的定时功能实现, 时间的校准由时钟芯片实现. 电机转动的起始和返回位置均由行程开关进行判断, 在每天下午 18:00 跟踪装置返回起始位置, 控制系统软件流程见图 6.

根据仿真结果, 试制了太阳能热水器跟踪模拟装置, 以太阳能电池板模拟集热管, 在开发的控制程序作用下, 步进电机可驱动涡轮蜗杆平稳地实现定时转动, 并且在控制系统断电和待机休眠的情况下能可靠地实现自锁. 与电池板方位固定的情况相比, 模拟装置的太阳能电池产生的电能提高约 20%. 初步的实验结果表明, 以单片机和步进电机构建的自动跟踪装置能显著提高太阳能的利用率.

### 5 结语

本文设计了单片机控制的智能型双轴太阳能热水器, 并基于多学科协同仿真技术, 通过采用参数化 3-D 建模与 ANSYS 参数化设计语言相结合的方法, 对该装置进行了强度分析, 得出以下结论:

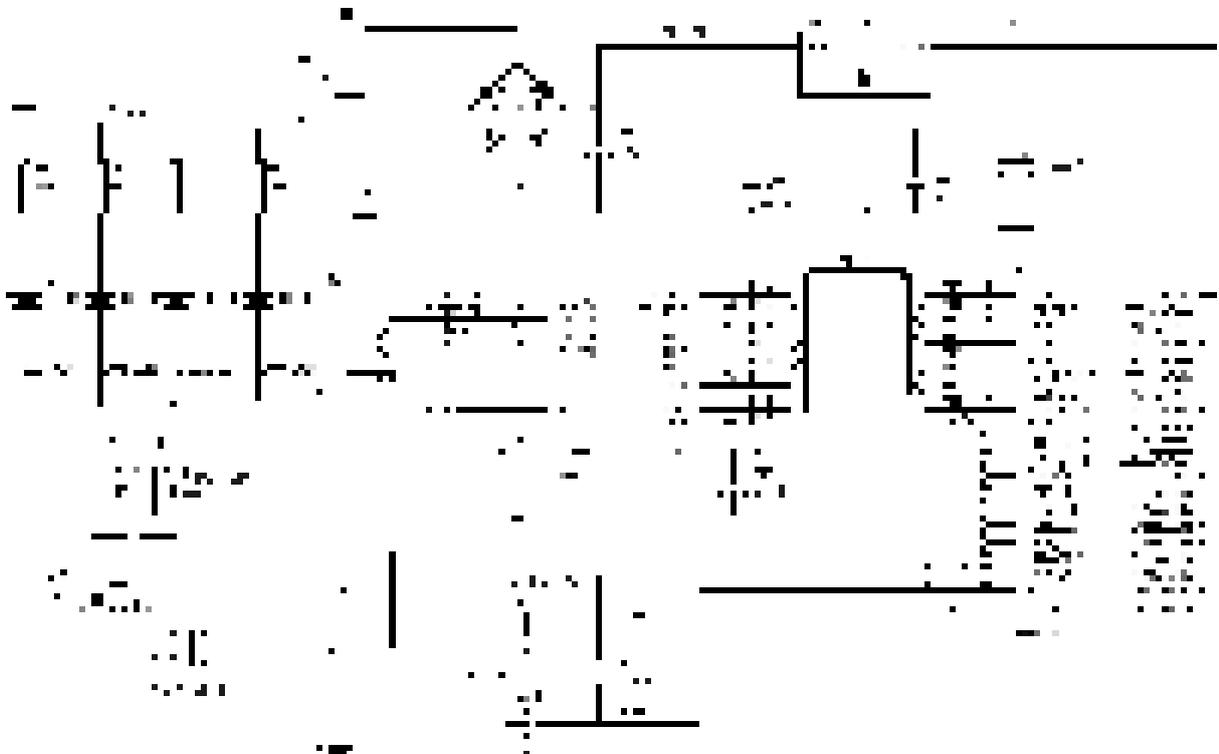


图5 控制系统电路原理图

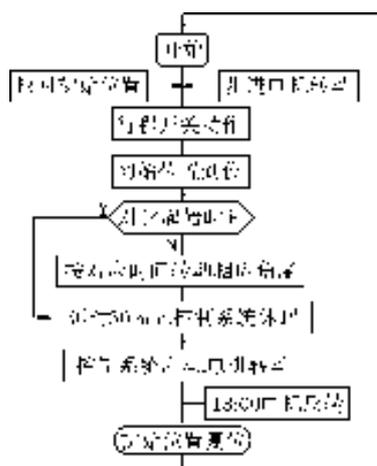


图 6 控制系统软件流程图

1) 提出的手动和自动控制相结合的控制方法, 简化了智能型太阳能热水器的机械结构, 从而降低了制造成本.

2) 采用约束方程提高了有限单元划分的质量, 降低了有限元模型处理的难度.

3) 定时启动和休眠控制方案减少了控制系统对电能的消耗, 达到了提高太阳能利用率的目的.

(上接第 79 页)

### 4 结语

本文研究了 JXTA 网络的资源搜索策略, 通过引入 CRP 改进了 JXTA 的网络模型, 较好地改善了 JXTA 网络与物理网络拓扑不匹配的问题; 通过改进集合点 RPV 表的排序方式, 缩短了搜索算法的平均路径长度. 仿真实验证明, 随着网络中节点数急剧增加, 基于分区的 JXTA 网络搜索策略可以有效地提高 JXTA 网络资源搜索效率.

#### 参考文献:

[1] 许斌. JXTA——Java P2P 网络编程技术[M]. 北京: 清

#### 参考文献:

[1] 耿其东, 李春燕. 双轴式太阳跟踪装置控制系统的研究[J]. 机械与电子, 2011(3): 53.

[2] 张四全, 任德志, 徐莉萍, 等. 用于太阳能集热装置的太阳跟踪传感器[J]. 电测与仪表, 2010(1): 26.

[3] 毕玉庆, 向平. 基于 ARM 的太阳跟踪控制系统设计[J]. 微型电脑应用, 2008, 24(10): 27.

[4] 王坤, 左然, 陈景升. 壁挂式太阳能集热 - 供暖 - 储热系统设计[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2009, 24(4): 68.

[5] 薛建国. 基于 HYM 8563 和单片机的低功耗太阳能电池自动跟踪系统的设计[J]. 沈阳工程学院学报: 自然科学版, 2005(2/3): 113.

[6] 万里瑞. 太阳能电池自动跟踪系统的设计[J]. 机械工程与自动化, 2008(3): 156.

[7] 徐东亮, 任超. 太阳自动跟踪装置控制系统的研究[J]. 机械工程与自动化, 2008(2): 140.

[8] 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.

[9] 刘京诚, 任松林, 李敏. 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.

华大学出版社, 2003.

[2] 江楠, 赵志明. 基于 JXTA 的资源搜索系统的设计与实现[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2008, 23(6): 15.

[3] 张智, 李瑞轩. 基于 JXTA 架构的对等网络关键技术研究[J]. 计算机应用研究, 2007(3): 253.

[4] 庄雷, 黄鑫. JXTA 技术中 RPV 的改进策略[J]. 郑州大学学报: 理学版, 2004(9): 1.

[5] 张昱, 曹元大. 一个层次式物理位置相关的网络拓扑结构[J]. 北京理工大学学报, 2009(8): 694.

[6] 于汉玲, 李端端, 曾子维, 等. 基于 JXTA 平台的 P2P 网络资源定位算法的改进[J]. 辽宁科技大学学报, 2009(8): 383.