

# 太阳能+热泵集中供热水远程监控系统的组成及功能实现

## The Constitution and Functional Achievement of Long Range Monitoring and Control System Integrated by Solar Energy and Heat Pump for Concentrated Hot Water Supply

温 荃, 李玉嘉

WEN Quan, LI Yu-jia

(柳州市自动化科学研究所, 广西柳州 545001)

(Guangxi Liuzhou Automation Science Research Institution, Liuzhou, Guangxi, 545001, China)

**摘要:**以广州番禺区中心医院太阳能+热泵集中供热水远程监控系统为例, 阐述太阳能+热泵集中供热水远程监控系统的组成及功能实现。该系统采用台达 DVP-SX 系统可编程逻辑控制器(PLC)对热水系统进行控制, 通过 RS-232 和 RS-485 总线分别与触摸屏和上位 PC 机通讯, 实现用户命令的下达和系统信息的显示, 达到了节能运行的目标。

**关键词:**监控系统 集中控制 可编程逻辑控制器 节能 热水

**中图分类号:** TP277 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2009)04-0305-03

**Abstract:** Take the Guangzhou PanYu central hospital's long range monitoring and control system integrated by solar energy and heat pump for concentrated hot water supply as example, the constitution and functional achievement of long range monitoring and control system integrated by solar energy and heat pump for concentrated hot water supply are expatiated. The system adopts PLC from Delta DVP-SX system to control hot water supply. The system can identify user's commands and display system messages by communicating respectively with touch screen and upside PC through RS-232 and RS-485 bus, which achieves energy-saving operation.

**Key words:** monitor system, centralized control, PLC, energy saving, hot water

在能源问题日益严峻的今天, 各国都将眼光投向了可再生能源, 一则可再生能源, 取之不尽、用之不竭; 再则, 可再生能源对环境友好, 对生态环境的危害几乎可以忽略不计<sup>[1]</sup>。在可再生能源中, 太阳能的开发利用最广泛, 技术也最成熟, 其中, 又以太阳能热水器的商业化程度最高, 应用最普遍<sup>[2]</sup>。近年来, 随着太阳能热利用系统越来越复杂, 对控制系统的要求越来越高。继电器控制由于存在控制精度低、可靠性差等一系列的问题<sup>[3]</sup>, 逐渐淡出了设计人员的视野。单片机控制因为开发成本较高<sup>[4]</sup>, 应用程度

也不高。而以 PLC 控制为基础的信息化集中控制则随着日臻成熟的技术以及其相对较低的开发成本, 得到了越来越广泛地应用<sup>[5]</sup>。本文以广州番禺区中心医院太阳能+热泵集中供热水远程监控系统为例, 阐述太阳能+热泵集中供热水远程监控系统的组成及功能实现。

### 1 系统的硬件组成

广州番禺区中心医院太阳能+热泵集中供热水远程监控系统是由太阳能和空气源热泵共同组成的供热水系统, 分别安装在 1 号楼楼顶和 3 号楼楼顶(图 1), 1 号楼顶部装有太阳能集热器、1 号集热水箱、1 号控制柜以及蓄热水箱、恒温水箱和 1 个循环泵组; 3 号楼顶部有太阳能集热器、2 号集热水箱、2

收稿日期: 2009-10-15

作者简介: 温 荃(1983-), 男, 助理工程师, 主要从事工业自动化控制工作。

号控制柜以及各泵组和电动阀门。

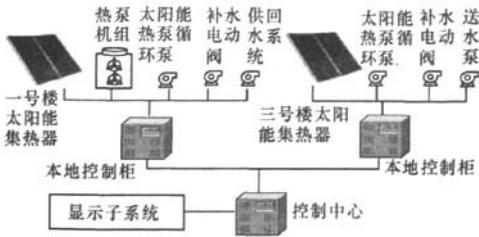


图 1 系统架构

监测系统的硬件核心包括：研华工控机、亚控组态王界面、DELTA 公司的主控模块、测温模块、模拟输出、IO 模块、B 系列触摸屏。由于被控系统分别安装在 2 个位置，所以控制系统包含 2 块 PLC 并分别通过 RS-232 总线和 RS-485 总线与上位 PC 机和触摸屏进行通讯。具体结构如图 2 所示。

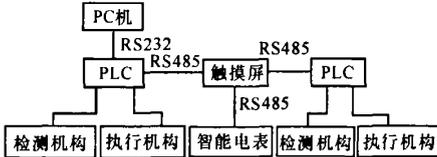


图 2 系统的电气构架

## 2 系统的功能实现

监控系统采用台达 DVP-SX 系列可编程控制器(PLC)通过数据输入模块采集分布在设备各处的温度传感器和压力传感器的数据，按照设定的程序完成数据计算和数据分析，然后再通过数据输出模块向各子系统发出指令，控制水泵和电磁阀工作。各测量参数和各水泵的工作状态均可以在由组态王 6.53 绘制的控制界面上显示出来，并能够实现实时数据存储和系统能耗计算。

### 2.1 PLC 控制系统的功能实现

PLC 控制系统的功能有自动补水功能、集热功能、蓄热功能、恒温功能、恒压供水功能和循环回水功能。自动补水功能是由时间和液位来控制的，当在某一时段，水箱液位没有到达设定值，通过控制冷水电动阀来保证集热水箱液位达到设定值；通过控制冷水电动阀来保证集热水箱满水状态。集热功能是在当 1 号集热水箱满水或者水箱温度低于集热板内水温时，温差循环系统启动；当温差大于设定上限时，强制循环泵组启动，采集热水，反之，关闭循环泵组；当 2 号集热水箱满水或者水箱温度低于集热板内水温时，温差循环系统启动；当温差大于设定上限时，2 号太阳能强制循环泵组和 2# 太阳能换热器强制循环泵组启动，开始采集热水，反之，温差循环系统关

闭 2# 太阳能强制工质循环泵组，延时关闭 2 号太阳能换热器强制循环泵组。蓄热功能是通过蓄热水箱收集太阳能集热器产生的热水，PLC 控制蓄热水箱的水位，并且在蓄热水箱内水温低于设定时，自动打开空气源热泵，对蓄热水箱内部的水进行加热，以满足用户对热水的需求。恒温功能是在恒温水箱内，由可控硅控制加热电阻实现水温的恒定，当恒温水箱温度低于设定温度时，可控硅增加通过加热电阻的电流，来增加电阻的温度，进而使得水温升高；当恒温水箱温度到达设定温度时，可控硅减少通过加热电阻的电流，保持水温恒定；该段控制采用反应迅速的、灵敏度高的 PID 算法，更好得实现了水温的恒定。恒压供水功能通过变频器控制供水泵实现的；当管道压力低于设定压力时，变频器频率升高，使得水泵转速增加，管道压力上升；当管道压力达到设定压力时，变频器频率降低，水泵转速减小以维持管道压力恒定；对供水泵的控制同样采用了 PID 的控制算法。循环回水功能是供水管道内由于用水量小，水温低于设定温度下限时，回水循环泵启动，将供水管内的冷水回抽到蓄热水箱内，当水温到达设定温度上限时，回水循环泵关闭；该功能主要是使整个热水供应管网内的水温基本恒定，进一步实现节约用水的初衷。

### 2.2 系统显示功能实现

无论是上位 PC 机还是位于工作现场的触摸屏，均有良好的人际沟通界面(图 3)，保证工作人员可以更加直观、清晰地了解和控制系统各工段处的工作状态。

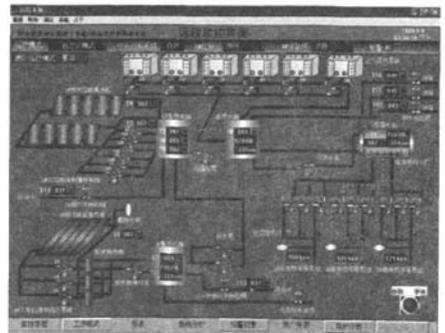


图 3 监控主界面

监控系统的显示功能有温度显示、参数设定、工作方式切换、检修功能和数据处理功能。温度显示是系统 13 个温测点分别通过 PT100 和测温模块检测温度，然后由 485 总线将数据汇总，PLC 实时处理后，上位 PC 机和触摸屏再分别通过总线读取数据显示在各自的主操作界面上；上位 PC 机通过组态

软件记录数据并形成历史曲线,方便工作人员实时掌握系统各工段处的工作情况。参数设定可以通过触摸屏或者上位 PC 机完成,通过这些参数的设定,不但可实现全自动控制,还可以优化系统,提升整个系统的性能,使系统更有效地运行,同时还在上位 PC 机中新引入一种控制理念——季节控制模式(图 4),这种模式可以根据季节,即分为夏季工作模式、冬季工作模式、过度季节工作模式、自定义工作模式,调整系统工作状况,减少设备工作时间,实现系统节能节电运行以及延长设备寿命。数据处理功能是由上位 PC 机完成,将 PLC 采集的数据储存在数据库中,计算后形成各类数据曲线,报表等内容,为控制人员更好地了解系统运行状况,保证系统最优运行提供了有利参考。检修功能是在系统运行过程中,若有原件坏掉,可以通过触摸屏进入检修模式,即可以保证在不干扰系统自动运行的情况下,单独停止损坏工段处的工作,更换损坏原件后,退出检修状态,系统自动恢复损坏工段处的工作。工作方式切换共有 3 种工作方式:自动工作方式、手动工作方式以及本地工作方式,用户可以在控制界面选择切换;手动工作方式主要是针对该系统放置在室外,并且人员不能长期在现场监控,如果遇到突发意外,可在

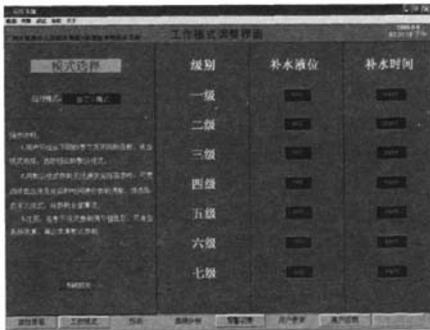


图 4 季节控制模式调整界面

(上接第 304 页)

块降温。散热模块型号可以对应选择为 F-100。

### 3 结束语

在采用自适应 PID 控制后,能够综合利用各种性能指标测量,如参考输入、控制输入、干扰信号输入和控制输出等,与给定的性能指标进行比较。由自适应机构整定 PID 控制的  $K_p, K_I, K_d$  参数,使系统的性能指标接近给定指标,达到较优的控制效果。

全隔离三相交流调压模块作为执行机构的主要控制部分,具有良好的调压效果,能够对 PLC 送达

中控室里切换到手动控制,停止系统运行,或由于硬件设备损坏过多的情况下,人为控制系统运行;本地工作方式是指本地控制室跳过 PLC 的控制方式,完全由箱上的控制按钮来控制整个系统的各个电气设备,是应急的另一种控制手段。

### 2.3 系统报警功能实现

监控系统设有报警功能。当系统检测到工作状态错误时,上位 PC 机主界面的报警指示灯闪烁,并提示用户查看报警记录。现场的触摸屏会在主画面内有走马灯式的报警提示。

## 3 结束语

太阳能+热泵供热系统的应用信息化集中控制技术,使得系统在功能性、稳定性以及可靠性上都有了显著的提高,同时,监控系统的操作更加简单快捷,调试和维修更方便。目前,广州番禺区中心医院太阳能+热泵集中供热水远程监控系统正式投运,运行效果良好,实现了节能运行的目标。

### 参考文献:

- [1] 喜文华. 太阳能实用工程技术[M]. 兰州:兰州大学出版社,2001.
- [2] 郑瑞澄. 太阳能供热采暖工程应用及经济性分析[C]. 建筑节能年度论坛,2007.
- [3] 董钱钧. 太阳能供热系统在宾馆饭店的应用[J]. 浙江节能,2003(4):19-21.
- [4] 耿立明,刘漫洲,刘雨刚. 基于 PLC 的太阳能热水器的自动控制系统[J]. 电气传动,2006,36(11):54-56.
- [5] 耿刚,庄光开,逯广场. PLC 和触摸屏在大面积太阳能供热水控制系统中的应用[C]. 科技论坛,2005.

(责任编辑:邓大玉)

的 4~20mA 信号及时作出处理,给出对应的导通角,实现连续无级调压,使杀青机的温度得到有效控制,完全可以稳定在指定范围内,达到较好的效果。

### 参考文献:

- [1] 陶永华. 新型 PID 控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 白方元. 茶叶加工[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 吴士昌,吴忠强. 自适应控制[M]. 北京:机械工业出版社,2005.

(责任编辑:邓大玉)