

# 基于 GSM/GPRS 的家用太阳能热水器 远程监控系统设计

陈瑞祥<sup>1</sup>, 姜平<sup>1\*</sup>, 王亚芳<sup>1</sup>, 宋燕平<sup>2</sup>

(1. 南通大学 电气工程学院, 江苏 南通 226019; 2. 桑夏太阳能股份有限公司, 江苏 南通 226301)

**摘要:** 基于 GSM/GPRS 技术, 设计了一种家用太阳能热水器远程监控系统, 给出系统总体方案及硬、软件设计, 阐述了控制仪表和通信模块之间的自定义通信协议. 该系统由现场控制器、移动用户终端和企业数据中心三部分组成. 其中, 现场控制器采用控制仪表和通信模块双处理器结构, 提高了系统的可靠性; 移动用户终端和企业数据中心为系统提供多种远程监控方式, 实现了家用太阳能热水器的网络化管理. 调试、测试和试运行结果表明, 系统稳定可靠, 性能良好. 用户可以通过手机短信查询和控制热水器的工作状态; 热水器发生故障时, 主动向用户发送手机报警短信; 用户可通过 GPRS 网络向企业数据中心发送热水器实时状态数据, 获得远程技术支持.

**关键词:** GSM/GPRS 技术; 太阳能热水器; 远程监控; 用户终端; 数据中心

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1673-2340(2013)03-0034-05

## Remote Monitoring System of Household Solar Water Heater Based on the GSM/GPRS

CHEN Rui-xiang<sup>1</sup>, JIANG Ping<sup>1\*</sup>, WANG Ya-fang<sup>1</sup>, SONG Yan-ping<sup>2</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Nantong University, Nantong 226019, China;

2. Sunshore Solar Energy Co., Ltd, Nantong 226301, China)

**Abstract:** A kind of remote monitoring system based on GSM/GPRS for household solar water heater is proposed. The general design scheme, hardware and software design of the remote monitoring system are introduced, and the communication protocol is further discussed. The remote monitoring system consists of field controller, mobile user terminals and enterprise data center. In order to improve the reliability of system, the mode of dual MCU is adopted in field controller. Multiple remote monitoring methods are provided by the user terminal and enterprise data center, which can realize the network management of household solar water heater. Test and trial operation results show that the system is excellent in both stability and performance. When failures happen, the system will be promptly sent alarming message to your cell phone, users can also send text message at any time commanding queries the current state of the water heater. Furthermore, this system can gain access to enterprise data center through GPRS client to obtain real-time data and receive remote technical supports.

**Key words:** GSM/GPRS; solar water heater; remote monitor; user terminal; data center

收稿日期: 2013-08-10

基金项目: 江苏省高校科研成果产业化推进工程项目(JHB2012-44)

作者简介: 陈瑞祥(1979—), 男, 讲师, 硕士.

\* 通信联系人: 姜平(1962—), 男, 教授, 主要研究方向为检测技术与智能研究. E-mail: jiang.p@ntu.edu.cn

太阳能热水器集环保、节能、经济于一体,是绝大多数家庭所必需的一种绿色高效的能源设备<sup>[1-4]</sup>。但目前的家用热水器已渐渐不能满足人们对家用电器高智能化的要求,且由于炸管、溢流等发生率较高的异常故障不能及时报警而给用户带来一定的财产损失,甚至造成人员伤亡<sup>[5-6]</sup>。

目前全球移动通信系统/通用分组无线业务(Global System for Mobile Communications/General Packet Radio Service, GSM/GPRS)网络覆盖范围越来越广,传输速度不断提高,费用不断下降,同时传输距离几乎不受约束,授权用户在任何有信号的地点均可随时接收和发送短信息及 GPRS 数据<sup>[7-8]</sup>。基于该网络构建远程监控系统,建设成本低、维护简单,特别适合距离远,采集点分散的领域<sup>[9-13]</sup>。

本文基于 GSM/GPRS 技术,设计了一种家用太阳能热水器远程监控系统。用户可以通过手机短信查询和控制热水器的工作状态,当热水器发生故障时,主动向用户发送手机报警短信,提醒用户注意。此外,用户可通过 GPRS 网络向企业数据中心发送实时状态数据,从而获得远程技术支持。

## 1 系统设计方案及功能介绍

远程监控系统由 $N$ 个站点,企业数据中心和用户手机组成,如图 1 所示。各站点包括太阳能热水器、控制仪表和通信模块,分散在各用户家中并给每个用户分配唯一的站点号。传统的太阳能热水器仅使用控制仪表进行现场监控,不能实现远距离监控。本系统在原有的基础上增加一通信模块,以实现远程监控。具体功能如下:1)用户可以随时随地通过发送短信查询和控制热水器运行状态;2)热水器出现运行故障时,主动向用户手机发送报警短信,提醒用户及时处理;3)热水器状态信息经 GPRS 网络上传到企业数据中心,中心对数据进行分析存储及显示,以便当设备出现故障时,企业技术人员可以通过远程控制、测试等手段实施远程故障诊断,对用户进行远程技术支持,及时排除故障,确保系统可靠运行。

远程控制信号来自两个方面:用户手机控制短信和企业数据中心远程控制。其控制命令主要有上

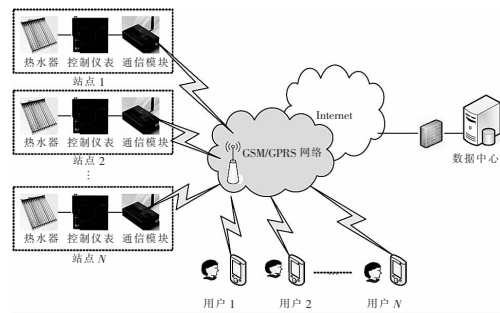


图 1 远程监控系统结构框图

水、辅助加热和管道解冻等的开/关命令。

## 2 系统硬件设计

现场控制器采用双处理器模式,由控制仪表和通信模块组成。两者之间采用串口通信,当通信模块出现故障时,控制仪表仍然能实现基本的控制功能,保障热水器正常使用。

### 2.1 控制仪表

图 2 给出了控制仪表的硬件框图,其中,串行接口与通信模块相连。控制器采集热水器的运行状态参数(水位、水温、阀泵状态等),并用 LED 显示,经运算处理后,实施对热水器的控制。当水位低于设定水位时,驱动上水电磁阀给热水器上水;用水时,若水温不够,则驱动辅助电加热,保证用户正常使用。用户还可以通过手动按键实现现场手动控制。

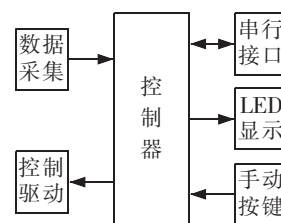


图 2 控制仪表硬件框图

### 2.2 通信模块

通信模块硬件框图如图 3 所示。考虑到需同时与控制仪表、GPRS 模块通信,微处理器选择具有双串口的单片机;同时兼顾 EPROM 数据储存功能要求,最终选用 STM8S207 单片机。GSM/GPRS 模块选用华为公司的无线通信模块 GTM900C。由于 STM8S207 的 I/O 逻辑电平为 5 V,而 GTM900C 的 I/O 逻辑电平为 2.85 V,两者不匹配,因此必须设计一个电平转换电路,实现两个方向的电平转换。

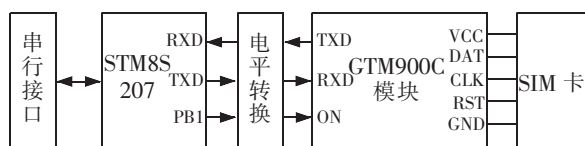


图3 通信模块硬件框图

### 3 系统软件设计

#### 3.1 控制仪表软件设计

控制仪表软件功能包括数据采集、自动控制、手动控制、故障报警和串口通信,如图4所示。

控制方式分为手动和自动,仪表一般都工作在自动控制模式下,可以实现定时上水、自动解冻、自动辅助电加热等功能。在有特殊需要时,用户也可通过手动按键来实现上述控制。

当热水器发生故障时,仪表能够实现报警。热水器工作状态的上传和远程命令的接收,均采用自编协议通过串口通信来实现。

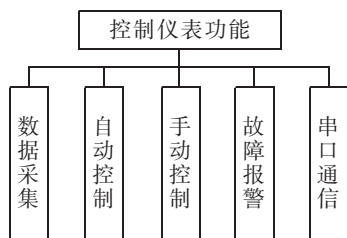


图4 控制仪表软件功能图

#### 3.2 通信模块与控制仪表通信协议设计

通信模块和控制仪表双方都可以主动发起通信。主动发起帧以0x05开始,0x04结束,加CRC校验。应答帧以0x06开始,0x03结束,加CRC校验。通信正确时Err Code取0,否则取1。查询指令、控制指令、控制完成或报警指令的具体通信格式如下。

##### 1) 查询指令

格式1 通信模块读数据请求格式

ENQ	R	EOT	CRC
05H	52H	04H	检验

格式2 控制仪表应答读数据格式

ACK	Err Code	D1	D2	D3	D4	ETX	CRC
06H	0~4	水温	水位	状态	故障	03H	检验

##### 2) 控制指令

格式3 通信模块写数据格式

ENQ	W	D5	EOT	CRC
05H	57H	命令	04H	检验

格式4 控制仪表应答数据格式

ACK	Err Code	ETX	CRC
06H	0~4	03H	检验

##### 3) 控制完成或报警指令

格式5 控制仪表数据格式(故障报警)

ENQ	W	D1	D2	D3	D4	EOT	CRC
05H	57H	水温	水位	状态	故障	04H	检验

格式6 通信模块应答数据格式

ACK	Err Code	ETX	CRC
06H	0~4	03H	检验

#### 3.3 通信模块软件设计

通信模块主要完成与控制仪表、企业数据中心和用户手机之间的通信。软件设计主要包括:1)GTM900C模块的初始化,手机短消息的编码、发送,接收和解析,GPRS通信的编码发送、接收和解析;2)根据解码的短信或GPRS的内容,向控制仪表发送相应的控制命令;3)将控制仪表上传的数据编码成短信发送到用户手机,或编码为GPRS数据格式传输到数据中心。

##### 3.3.1 短信的编码与解析

短信模式主要有Text模式和协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)模式<sup>[14-15]</sup>。Text模式收发短信代码简单,实现起来比较容易,但该模式不能收发中文短信;PDU模式既可以支持英文短信,也可以支持中文短信。为此,本系统采用PDU模式。

##### 1) 接收短信息解码

以收到用户手机控制短信“加热”为例,具体处理流程如下:

(1)收到短信通知:+CMTI:“SM”,##(##表示短信息在SIM卡中的存储位置);

(2)给出读短信命令:AT+CMGR=##;

(3)收到代码:0891683108503105F011000D91683169925946F60008314072801143230452A070ED。

代码的具体含义如表1所示。程序解析出该加热命令,置位相应标志,以备后续程序处理。

表 1 接收短信编码内容

代码内容	解释
0891683108503105F0	短信中心号码 13800513500
1100	11-文件头字节,00-短信数据类型
0D91683169925946F6	用户手机号 13962995646
0008	08-编码方式为 UCS2
31407280114323	时间戳:2013/04/27,08:11:34
04	短信内容长度,(16 进制)
52A070ED	内容“加热”的 Unicode 码

## 2) 发送短信编码

以发送热水器状态短信“水温 58 度”为例,具体处理流程如下:

(1) 发送:AT+CMGS=25(15+短信内容字符数×2);

(2) 收到:>;

(3) 发送:0011000D91685100260828F10008000A6C346E29003500585EA6;

(4) 给结束符 1A(16 进制数).

其中,步骤(3)的代码具体含义如表 2 所示.

表 2 发送短信编码内容

代码内容	解释
001100	0011-文件头字节,00-数据类型
0D91683169925946F6	用户手机号 13962995646
000800	08-编码方式为 UCS2
0A	内容长度(16 进制)
6C346E29003500585EA6	短信内容“水温 58 度”Unicode 码

## 3.3.2 GPRS 编码解析

在使用 GPRS 网络前,首先对 GTM900C 模块进行联网.联网可以分成以下 3 个步骤:①注册移动的 CMNET 网关.②注册 GPRS 网络,并等待分配 IP 地址;注册成功将收到“OK”.③连接服务器.具体命令如表 3 所示.

表 3 联网命令

步骤	命令	成功后返回结果
①	AT+CGDCONT=1,“IP”,“CMNET”	OK
②	AT%ETCPIP=“user”,“gprs”	OK
③	AT%IPOPEN=“TCP”,“222.192.57.188”,8080 CONNECT	

其中步骤③命令中,“222.192.57.188”是服务器的静态 IP 地址,“8080”是服务器端口号.

联网成功后,就可以和服务器进行数据通信.比如向服务器发送数据“123”,具体命令如下:AT%IPSEND=“313233”.所有数据必须放在引号内部,并以 ASCII 码形式表示.发送成功后将收到返回结果“IPSEND:1,15,OK”.

如果物联网通信模块接收到服务器端发送来的数据,如“123”,具体格式如下:%IPDATA:3,“313233”,其中“3”表示接受数据的长度,具体的数据内容在引号内部,同样以 ASCII 码形式表示.

## 3.3.3 通信模块软件流程图

根据以上分析,通信模块软件流程图如图 5 所示.系统通电后,首先对单片机定时器、串口和 I/O 口进行初始化,然后对 GTM900C 通过 AT 命令进行初始化.初始化完成后程序正常运行.

为了保护用户的正常使用,防止热水器被恶意控制,系统可以通过按键进入设置模式来设置白名单,只有被列入白名单的手机号码才能控制热水器,否则控制命令直接忽略.当系统收到短信时,首先判断是不是白名单号码所发,若是,解析短信息,置相应的控制标志,如上水、加热解冻等,以待稍后处理.

当系统收到服务器发送的 GPRS 数据时,程序解析,置相应的控制标志,以待稍后处理.系统如收到控制仪表上传的数据,包括控制命令接受的返回,控制命令执行结束的返回和报警信息等,根据不同的信息,或发送短消息到相应手机,或通过 GPRS 发送到服务器.最后,程序根据控制标志,按通信协议程序通信帧,与控制仪表通信.

## 3.4 数据中心功能设计

数据中心选用一台工作站型计算机,并配置相应的静态 IP 地址,主要用来存储和显示各用户太阳能热水器的工作状态.数据库采用 SQL Server 2008,界面采用 C# 编写.企业可以方便地查看每个用户热水器的运行状态,根据运行参数估算出用户使用太阳能热水器节约的电能.为了方便远程指导和维护,监控中心同样具有控制功能,实现手机短信控制同样的功能.其主界面如图 6 所示.

## 4 结论

本文基于 GSM/GPRS 技术,设计了家用太阳能

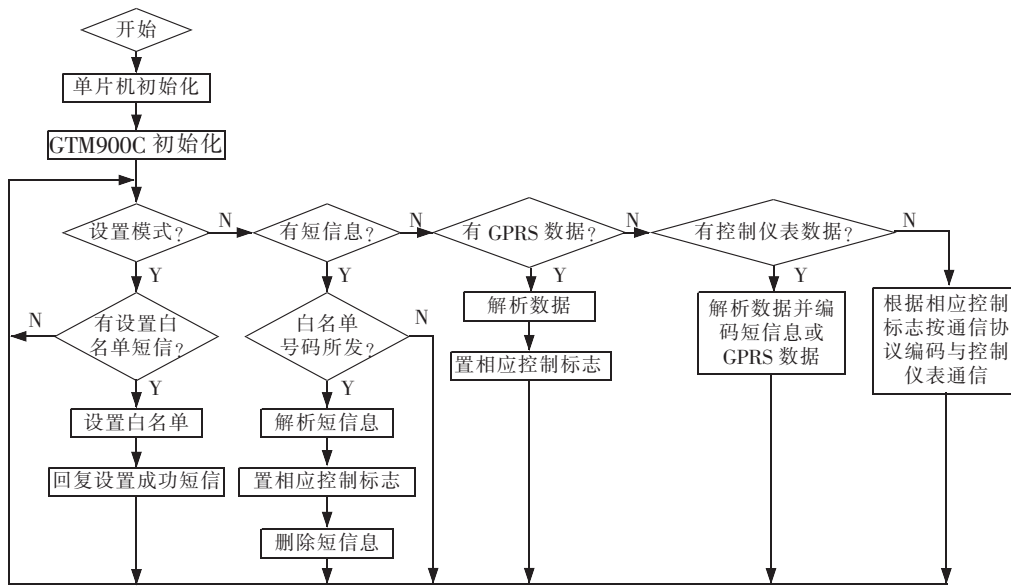


图 5 通信模块软件流程图

热水器远程监控系统, 实现了手机“掌控”太阳能热水器, 极大地方便了用户. 经实验和试运行, 系统运行稳定可靠, 目前已经投放市场. 该远程监控系统的使用为企业技术人员实现远程故障诊断和维护提供参考数据, 同时也为太阳能热水器加入合同能源提供了必要条件.



图 6 数据中心主界面图

参考文献:

[1] 张磊, 蒋景肖, 高伟, 等. 低碳能源技术在我国农村地区扩散中的口碑效应研究: 以太阳能热水器为例[J]. 软科学, 2012, 26(4):39-43.

[2] 陈晓明, 罗清海, 张锦, 等. 太阳能热水器与居住建筑热水节能[J]. 煤气与热力, 2010, 30(2):A17-A21.

[3] 魏琰琰, 门艳红. 太阳能热水器与住宅建筑一体化案例分析[J]. 山东建筑大学学报, 2011, 26(3):261-265.

[4] Rahman S, Sarker S H, Huque S. Performance study of an indigenously built flat plate solar water heater[C]//Proceedings of 2009 1st International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET), De-

cember 17-19, 2009, Dhaka. New York:IEEE Xplore, 2009:1-4.

[5] 刘艳萍, 仲会娟. 基于 SOPC 的太阳能热水器智能控制系统设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(4):95-97.

[6] 梁丽勤, 齐世清, 张宝健, 等. 基于 PIC 单片机的太阳能热水器控制系统设计[J]. 微计算机信息, 2011, 27(7):119-121.

[7] 朱恒军, 张志华, 于泓博, 等. GSM 短信预警的智能家居服务系统设计[J]. 东北石油大学学报, 2012, 36(4):79-84.

[8] 刘克恒, 吴言荪. 结合 GPRS/GSM 技术的 WSN 组网策略[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(17):3785-3789.

[9] 张璘, 陶琳, 袁江南, 等. 基于 GSM 网络的远程温湿度监测系统研究及实现[J]. 电子技术应用, 2012, 38(6):93-96.

[10] 沈宏, 徐君鹏. 基于 GSM 的家用供暖炉远程控制系统设计[J]. 制造业自动化, 2012, 34(5):131-133.

[11] 郑争兵, 赵峰. 基于 GSM 的远程心率监控系统设计[J]. 计算机应用, 2012, 32(7):2082-2084.

[12] 徐大年. 应用 GSM/GPRS 技术实现远程测量的探讨[J]. 电子技术应用, 2009, 35(5):90-92.

[13] Al-Ali A R, Zualkerman I, Aloul F. A mobile GPRS-sensors array for air pollution monitoring[J]. IEEE Sensors Journal, 2010, 10(10):1666-1671.

[14] 左小峰, 姜平, 周根荣, 等. 基于 GSM 技术的 LED 显示屏无线数据传输接口设计[J]. 南通大学学报:自然科学版, 2011, 10(1):21-23, 43.

[15] 钟永彦, 姜平, 陈瑞祥, 等. 基于 GSM 技术的太阳能集热监控系统设计[J]. 自动化与仪表, 2011(4):42-45.

(责任编辑:仇慧)