

# 基于 GSM 的远程自动抄表系统设计与实现

车彦, 石江宏, 王洪, 王君  
(厦门大学 福建 厦门 361005)

**摘要:** 结合电力公司现代化发展要求, 提出了一种基于 GSM 的远程自动抄表设计方案, 并将研发产品投入使用。用单片机从数字电表等数据终端收集数据, 并通过 GSM 模块实现数据的远程无线传输, 最后通过数据交换平台将数据存入后台数据库中, 此系统还开发了 Web 服务器, 可供管理员和用户登陆网站管理和查询信息, 实现了信息的现代化管理。

**关键词:** GSM; 无线; 自动抄表系统; CMPP

中图分类号: TN92

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X(2006)19-079-03

## Design and Implementation of a Remote Automatic Meter Reading System Based on GSM

CHE Yan, SHI Jianghong, WANG Hong, WANG Jun  
(Xiamen University, Xiamen, 361005, China)

**Abstract:** For the modern development of electric company, a remote automatic meter reading system based on GSM is designed. And the products are realized and applied. In this system, automatic meter reading is completed by SCM and the remote wireless transmission is realized in GSM module. Finally, by using the Data Interchange Platform (DIP), data can be stored in the background database. Moreover, the system includes a Web server realizing the modern information management. On-line management and information query are supported for the administrators and customers respectively.

**Keywords:** GSM; wireless; automatic meter reading system; CMPP

无线数据通讯相比于传统有线通讯具有不受空间地域范围限制, 能实现实时双向通讯的巨大优点, 因此, 近年来被广泛应用于远程数据传输或工业控制。本文着眼于电力公司的发展要求, 为现代化的电力公司提供一个比较完善的基于 GSM 的远程自动抄表和信息管理系统, 节省了大量的人力物力, 并为电力公司工作人员和用户提供了极大的方便。

### 1 系统总体框架介绍

系统总体框架如图 1 所示, 主要分为 3 部分: 前台数据采集平台、数据交换平台和后台服务器。前台数据采集平台将数字电表的数据采集整理并以短信的形式发送给移动网, 数据交换平台连接 CMPP 网关取得数据并存入后台数据库中, 管理员和用户可通过访问 Web 服务器管理和查询数据库中的数据。

### 2 系统实现

#### 2.1 前台数据采集平台结构及工作原理

前台数据采集平台框图如图 2 所示。由于本系统以实际产品标准设计, 因此 MCU 采用 ATMEL AT89C52,

由于短信处理过程较为简单, 系统只外扩可掉电存储数据的 E<sup>2</sup>PROM, 而不扩展系统 RAM, E<sup>2</sup>PROM 采用 ATMEL 24C 系列, 使用标准 I<sup>2</sup>C 总线通讯, I<sup>2</sup>C 接口由单片机 I/O 口通过软件实现; 单片机采用与数字电表等数据终端匹配的通讯规约, 通过 RS 485 总线和数字电表等数据终端通讯, 并通过串行口用 AT 命令与 GSM 模块通讯; GSM 模块以短信形式将采集到的数据发送给移动网。

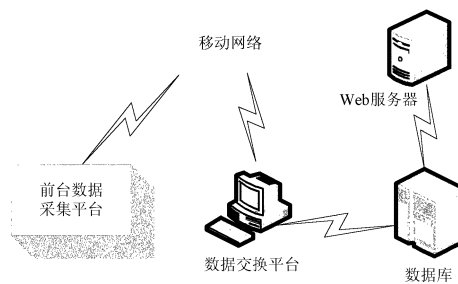


图 1 系统总体框图

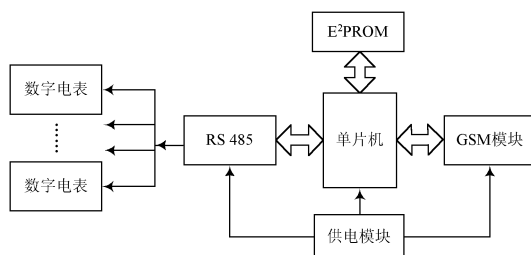


图 2 前台数据采集平台框图

收稿日期: 2006-04-16

基金项目: 福建省科技重点项目(2004H012)

2.1.1 无线 GSM 通信模块

无线 GSM 通信模块采用 GSM 系统的标准, 实现了语音、数据传真及短消息等功能。无线 GSM 通信模块外部接口包括天线接口、电源接口、串行总线接口及 SIM 卡插座。GSM 手机通过异步通信接口实现对 SMS 的控制, 共有 3 种接入协议: Block Mode; 基于 AT 命令的 Text Mode; 基于 AT 命令的 PDU Mode。本次设计由于只采集一些简单数据, 所以使用 Text Mode。

2.1.2 AT 命令使用说明

外部设备通过串行口与 GSM 模块通信, 利用 AT 命令对模块进行控制。每条 AT 命令都是以 AT 开头, 以 < CR> 结束。形如 AT+ ×××< CR> 或者 at+ ×××< CR>。每条 AT 命令必须同时大写或同时小写, 不能大小写混杂。GSM 模块接收到一条完整的 AT 命令后, 会做出回应, 回应以< CR> < LF> 起始和结束。如果发送的 AT 命令有语法或参数错误, 模块会返回字符串“ERROR”, 否则, 一般模块返回字符串“OK”。表 1 列出了几条常用的 AT 命令。

表 1 常用 AT 命令

AT 命令	功能
AT+ CSM S	选择短消息服务类型
AT+ CPMS	选择短消息存储器
AT+ CMGF	选择短消息格式
AT+ CSMP	设置短消息文本模式
AT+ CSCA	短消息中心地址
AT+ CSCB	选择小区广播信息类型
AT+ CNMI	新消息指示
AT+ CMGL	列出当前短消息存储器中的短消息
AT+ CMGS	发送短消息
AT+ CMSS	发送已保存消息
AT+ CMGW	写短消息
AT+ CMGD	删除短消息

2.1.3 数据帧格式定义

仿照 TCP/ IP 协议分层定义, 将每条短信当作一个应用层数据帧, 即相当于 TCP/ IP 协议中的 TCP 数据包, GSM 短信服务则相当于掩盖了包括 IP 层以下的协议层定义。

当单片机从数字电表等数据终端读取到一个完整的数据包时, 应用层程序会将数据包按照标准应用层数据帧进行拆分、打包, 并存储到 E<sup>2</sup>PROM 中等待发送, 本系统传送的应用层短信数据帧格式定义如表 2 所示。其原则为:

(1) 每个数据帧长度固定为 160 B, 报头 8 B, 报尾 2 B, 余下的 150 B 为数据区。

表 2 数据帧格式

帧头 (8 B)						数据区 (150 B)			帧尾 (2 B)	
数据帧标识字	时效标志字	数据源址	数据代码	数据长度	相对片偏移	数据段	数据结束字	填充段	数据校验和	帧结束字
3 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	U ndefined	1 B	U ndefined	1 B	1 B

(2) 数据包按照顺序 150 B 依次打包, 最后一个数据字段不满 150 B 则用零补齐。

(3) 在数据包结尾设定 1 B 的“数据结束字”, 用来区分数据段与补零段。

(4) 用“相对片偏移”来确定本帧数据在所属数据包的片内偏移地址, 即所处位置, 以方便接收时按顺序重组还原数据包。当帧头中相对片偏移为零时, 此数据帧为该数据包首数据帧。当帧头中相对片偏移为数据长度减一时, 此数据帧为该数据包尾数据帧。

(5) 所有数据采用 ASCII 编码格式。

2.1.4 前台数据采集平台的软件流程

前台数据采集平台的软件流程图如图 3 所示。

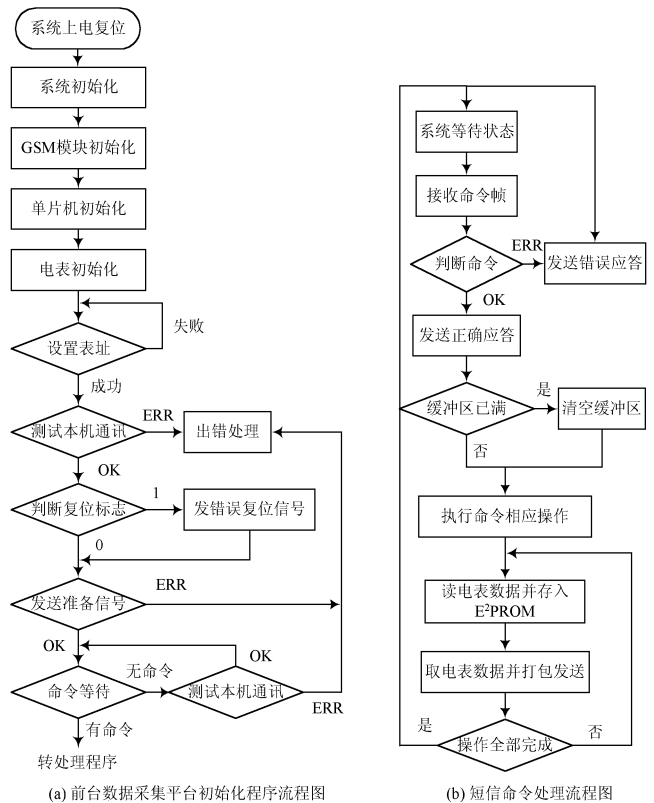


图 3 前台数据采集平台的软件流程图

系统上电复位后, 需要进行初始化操作, 包括单片机初始化、GSM 模块初始化以及 485 接口总线初始化; 完成初始化后, 若系统自检正常, 则发送一条准备好信号给主控制台, 而后处于命令等待状态; 若有收到短信, 则读取短信内容, 判断是否控制命令及控制命令是否正确, 命令正确接收系统响应 OK 信号, 错误响应 ERROR 信号; 系统确认命令后进入抄表工作状态, 工作于何种抄表模式可从控制命令中得到, 一般的模式分为 2 种, 即集中抄表模式与

单一抄表模式。两者区别在于:集中抄表将分别读取短信终端上所有连接的数字电表等数据终端的数据,并分别打包发送;单一抄表则只对控制命令中给定的某一数字电表等数据终端进行抄表,并打包发送;由于数字电表等数据终端的数据可大于单条短信容量,所以需将数据进行拆分、封装处理后以数据帧的格式发送短信,并采取发送完不管的机制,即无流量控制;主控端收到短信,将数据帧解包、重组后若发现数据有错误,则再次发送命令要求短信终端重新抄表。

## 2.2 数据交换平台程序设计

在整个智能抄表系统中,数据交换平台主要起到了中间枢纽的作用,与前台要和CMPP网关连接,与后台要和数据库连接,因此其通用性与安全性就特别重要,而JAVA语言相对于其他的编程语言恰好在这两方面有突出的优越性,所以此数据交换平台的实现采用JAVA语言进行程序的设计与编写。

首先简单介绍程序设计流程(如图4):程序开始后先进行各种变量与参数的初始化,而后在主线程中进行前台CMPP网关与后台数据库的连接,若没有连接上,将进行循环连接直至成功,但同时会有“TIME OUT”的提示,成功连接上后则会启动CMPP子线程与DATABASE子线程。此数据交换平台并没有设计成GUI图形界面的应用程序,而是设计成在系统后台中运行的控制台形式,但是在主线程中程序有开启一个小窗口,里面只带有一个EXIT按钮,目的在于停止运行此程序时会从CMPP网关退出,以防重复连接而未正常断开造成网关系统出现异常错误,导致下次无法连接网关。

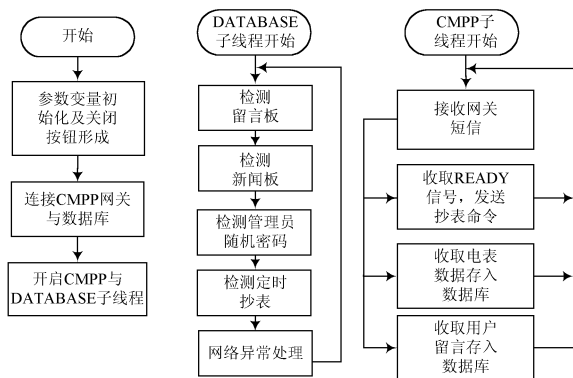


图4 数据交换平台程序流程图

DATABASE子线程中检测定时抄表时先计算当前系统时间是否比前次抄表时间间隔大于一天,如是,则向前台数据采集平台中的GSM模块发送命令短信,此命令的内容为启动全抄表,实现定时抄表(此设计中为日抄表,而且抄表时间拟定在零点,因为此时的短信量较少,错误率低)。

CMPP子线程定时(时间间隔很小)地调用READPA()方法来访问CMPP网关,以收取来自网关的DELIVER信

息,如果信息内容为发送短信的回条,则不设置新短消息标志为真,只在控制台打印出信息回条的相关内容;而如果信息内容为通过CMPP网关而至的短消息,则设置新短消息标志为真,而后进入对收到短信内容的判别,基于此判别进行相应功能代码的执行。

## 2.3 后台服务器实现

### 2.3.1 Web服务器程序设计

针对管理员和用户的不同身份,将Web服务器分为管理中心模块、用户系统模块和查询台模块,对这3个模块进行独立设计。此Web服务器程序使用的是JSP语言。

### 2.3.2 DATABASE服务器程序设计

本系统中的DATABASE使用MySQL,因为MySQL是多用户、多线程SQL数据库服务器。且他比大多数其他的SQL有更复杂的SELECT操作;可以检索较大的结果;具有变长字符串的表。

### 2.3.3 服务器性能测试

服务器性能测试包括:正常功能测试、异常情况测试和压力测试。正常功能测试和异常情况测试使用访问网页的形式,分别按正规的操作方式和错误的方式来进行操作。例如输入正确的用户名、密码登陆系统,或输入错误的用户名、密码登陆系统。正常功能测试主要检验系统运行是否正确。异常情况测试主要检验用户的错误操作情况是否被考虑周全。压力测试是使用压力测试专用软件来对服务器性能进行测试。本次压力测试使用的是jakarta-jmeter-1.9.1版本的JMETER,分2部分进行测试:一是模拟多用户向所需测试网页发送请求,测试系统在最大连接情况下的稳定性;二是模拟多用户对数据库进行存取操作,测试数据库的稳定性。

网页测试:首先要对测试软件进行设置,比如说要设置最大线程数,模拟用户发送请求的频率及其请求的数量和要测试的网页路径等。

本系统进行压力测试得到的测试结果如图5(a)所示,图5(b)为标准测试图。在图中黑线代表现在的抽样,蓝线代表现在的平均抽样,紫色代表抽样中位数,红线代表现在标准背离抽样点,绿线代表现在吞吐率,所有的抽样都用抽样点上每个请求所耗时间来表示,时间是毫秒数量级。对比图5(a),(b)可以看到,在用户线程为10,延时为2ms的情况下,网页可以保持稳定,与标准测试结果图一样,比较稳定。所以该系统经受了压力测试。

## 3 结语

本文提出的自动抄表和信息管理系统的设计方案使用GSM模块实现了数据的远程无线发送与接收,他相比于人工抄表、RS 485远程有线抄表、近距无线红外抄表等

(下转第90页)

## (2) 中断处理程序

```

interrupt
movwf W_TEMP ; 中断服务程序开始保护现场
swapf STATUS, W
movwf STA_TEMP
movf FSR, W
movwf FSR_TEMP
btfss PIR1, RCIF
goto err_exit
movf RCREG, W
movwf REG ; 提取接收到的数据
btfsc MY_STATUS, 2 ; 判断是否是第三次接收命令数据
goto loop3
btfsc MY_STATUS, 1 ; 判断是否是第二次接收命令数据
goto loop2
movlw 0x02
subwf COUNT, W ; 判断是否通过二次校验数据
btfsc STATUS, Z
goto loop1
movlw á Á
subwf REG, W
btfss STATUS, Z
goto err_exit
incf COUNT
goto err_exit1
... ..

```

## 3 结 语

本文描述了一种基于两轮结构的 F180 型足球机器人本体, 并对其软硬件实现方法进行了详细介绍。实践证明, 该控制系统满足 RoboCup 小型组足球机器人功能设计要求, 满足了实战需要, 提供了一种能够为大多数足球机器人入门者所接受的快速进行机器人设计的方法。由此所设计出的 F180 足球机器人示教系统已经推广到多所大学, 取得了良好的经济效益和社会效益。

## 参 考 文 献

- [1] 孙增圻. 系统分析与控制[M]. 北京: 清华大学出版社, 1994.
- [2] 徐旭, 李实, 叶榛, 等. A Survey: RoboCup and the Research [A]. Proceedings of the 3th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2000(1): 207- 211.
- [3] Alexander Glove, Mark Simon, Anna Egoroxra, *et al.* Hardware and Software of the FU Fighters 2003. Technical Report B 10 03, FU Berlin, 2003.
- [4] 黄维芳, 白振兴. RoboCup 中 Agent 理论与结构研究[J]. 现代电子技术, 2006, 29(2): 6- 8.
- [5] PIC 16F87X 数据手册[M]. Microchip Technology Inc.

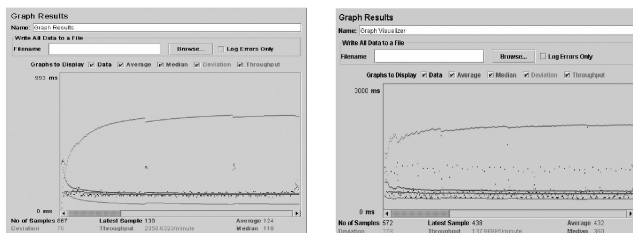
作者简介 周 全 男, 1982 年出生, 湖南衡阳人, 硕士研究生。主要从事机器人视觉与机器人控制技术方向的研究。  
刘任平 男, 1964 年出生, 吉林人, 高级工程师。主要从事智能机器人方向的研究。

(上接第 81 页)

方法具有控制管理自动化、无线传输距离远的优点。该设计方案已经应用在电力管理系统中, 得到满意的效果。这种方案完全可以应用于其他远程数据传输系统中, 因此具有广泛的应用意义。

## 参 考 文 献

- [1] 马家辰, 孙玉德, 张颖. MCS- 51 单片机原理及接口技术 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.
- [2] BILL MCCARTY. 使用 Java 进行 SQL 数据库程序设计 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
- [3] 刘丽珏, 张龙祥. JDBC 与 Java 数据库程序设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [4] 王晓年, 潘永湘, 张迎春, 等. 基于 CMPP 协议短消息收发的实现[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(9): 148- 150.
- [5] HANS BERGSTEN. JSP 设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.



(a) 本系统压力测试图

(b) 标准测试结果图

图 5 测试结果图

作者简介 车 彦 女, 1982 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为无线通信。