

基于 GPRS 的基站智能管理平台终端

Terminals of Smart Management Platform for Base Station Based on GPRS

于长江 黎福海 荣 宏 (湖南大学 电气与信息工程学院 湖南 长沙 410082)

摘 要: 提出并设计了一种基于 GPRS 的基站智能管理平台终端。该终端以 NXP 公司高性能 ARM9 处理器 LPC3180 和嵌入式实时操作系统 Linux 为核心,采用专用的电能计量芯片监测基站用电量和供电状况;采用 CMOS 摄像头和人体红外检测模块,在检测到有人进入基站的情况下,连续拍照并将图片压缩后上传主站,主站保存后将图片以彩信方式下发至指定的手机;通过 RS485 接口控制空调温度设置。该系统实现了电量监测、基站监控、空调智能管理和基于彩信的防盗功能。终端通过 GPRS/SMS 方式与主站进行通讯,主动上传各种数据或响应主站的各种命令。同时,通过本地人机交互接口可方便地对终端进行操作。文章论述了终端软、硬件的结构及其设计思路。

关键词: GPRS 基站智能管理平台终端 ARM9 LPC3180 人体红外检测 电量监测 基站监控 防盗

1 引言

基站智能管理平台是在基站精细化管理、节能减排和基站防盗等需求基础上提出来的,具有电费精细化管理、基站实时监控、巡检管理、固定资产管理、空调智能管理等功能的综合系统。基站智能管理平台终端是安装于基站内部的设备,担负着基站用电量监控,环境数据采集,电源质量监测、基于彩信的防盗、空调远程控制的重要任务,是基站智能管理平台的基础。相对目前的技术条件和市场需求,传统的动力及环境监控系统存在着明显的不足:功能单一,以状态量及环境数据的采集为主要任务,不能为其它数据应用提供有效的支持^[1]。本文设计了一种基于 GPRS 的基站智能管理平台终端。该终端采用高性能的 LPC3180 处理器,结合嵌入式实时操作系统 Linux 的使用,有效地提高了终端运行的实时性和稳定性,终端采用 GPRS/SMS 方式与主站通讯。

2 终端的主要功能

基站智能管理平台终端是安装在基站内部的设备。终端要求能够响应主站发来的各种命令,进行空调远程控制^[2,3]、向主站发送基站电源状况和主动拍照上传主站;终端与主站之间通过 GPRS/SMS 进行通讯^[4]。基

站智能管理平台终端的主要功能有:独立计量基站用电量、三相电压、电流、功率、功率因数等数据,向主站上报各种告警信息(断相、过压、过流、市电启停、发电机启停、蓄电池欠压、高温告警);采集现场的蓄电池电压数据;采集现场环境温度数据;当有人进入基站时,启动 CMOS 摄像头拍照并将图片压缩后上传主站;能够根据采集到的室内外温度,对空调进行自适应控制。终端正常运行的同时主站可以对终端软件进行远程升级;终端具有液晶显示模块、按键、RS485 等人机交互接口,方便现场操作。

3 终端的硬件设计

终端硬件结构框图如图 1 所示。

为保证基站智能管理平台终端能够实现 GPRS 通讯、电量计量、图像采集、数据存储、数据采集和处理等复杂功能,终端采用高性能、低功耗的 32 位 ARM9 处理器,特别适用于运行多任务的实时系统^[5]。32 位 ARM9 处理器运行时其系统堆栈和用户堆栈是分开的,在系统设计时可以从硬件和软件两方面对内核进行保护,从而提高系统的可靠性^[6]。

终端采用 NXP 的高性能、低功耗的 ARM9 处理器 LPC3180。该处理器是基于 ARM926EJ-S 的高性

能 32 位微控制器，支持 Linux/ μ C/ OS /Windows CE 和其他许多嵌入式操作系统。LPC3180 内置了 7 个串行通信接口、64K SRAM、支持在系统中编程(ISP)。终端扩展了 16MB 的 Flash 存储器，用于电量数据、告警数据、校表数据、系统信息和告警图片的存储。

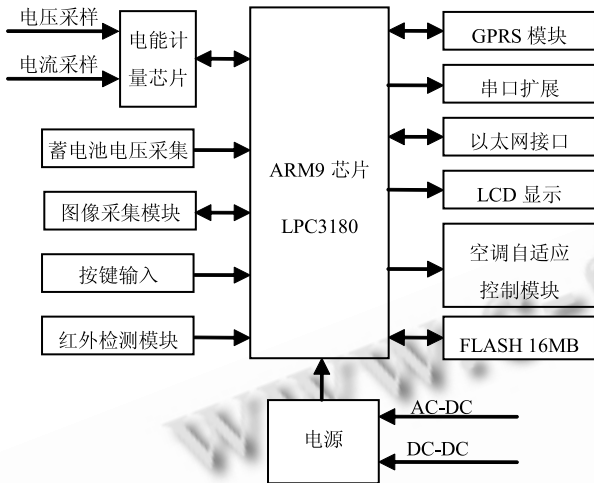


图 1 终端硬件结构框图

终端采用 ADI 公司的专用三相电能计量芯片 ADE7754 采集和处理电量数据，如有功功率、无功功率、视在功率、有功能量、无功能量、各相电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等。该芯片与 LPC3180 的 SPI 通信经 6N137 进行光电隔离后进行计量参数以及校表参数的传递，这种设计将交流电源地与系统源地隔离，提高了系统的抗干扰性和可靠性^[7]。该计量芯片的计量精度满足基站智能管理平台对电能计量和电源质量监测的技术要求，电能计量电路框图见图 2 所示。终端将电量数据和交流采样的数据通过 GPRS 发送到主站，通过主站的管理软件可以有效的管理电量数据和进行各种统计。

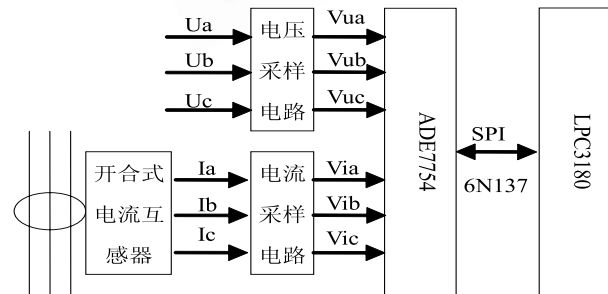


图 2 电量计量电路框图

48V 直流电压采样利用 LPC3180 自带的 10-bit ADC 中的两路，采用电阻分压的方式，分别采集来自光电隔离器 PC817 的分压输出 AD-1 和来自继电器的分压输出 AD-2，分压值 1.1V，采用 0.5% 高精度电阻，采样电路见图 3 所示。令光电隔离器输出分压值 AD-1 为 x_1 ，继电器输出分压值 AD-2 为 x_2 ，经光电隔离器分压计算后的 48V 电压为 y_1 ，经继电器分压计算后的 48V 电压为 y_2 ，则

$$y_1 = a_1 x_1 \tag{1}$$

$$y_2 = a_2 x_2 \tag{2}$$

经稳压电压电源校正即可计算出 a_1 和 a_2 。继电器的响应时间为 3 毫秒，由 RC 电路的充放电时间计算得到，继电器动作后经过 3 毫秒，RC 电路电压为 47.99987V。实际电路采样精度可达 0.1V 以内。程序在执行的每个周期计算光电隔离器的直流采样值，当此采样值与继电器采样值差值大于 1V 时，启动继电器进行采样，并以此继电器采样值作为光电隔离器采样对比的依据，用两种采样方式相结合的方法有效避免了光电隔离器由于温度变化而带来的温漂，保证了采样精度，同时又保证了继电器的寿命，用较低成本实现了高精度采样，满足基站管理对蓄电池的采样精度要求。

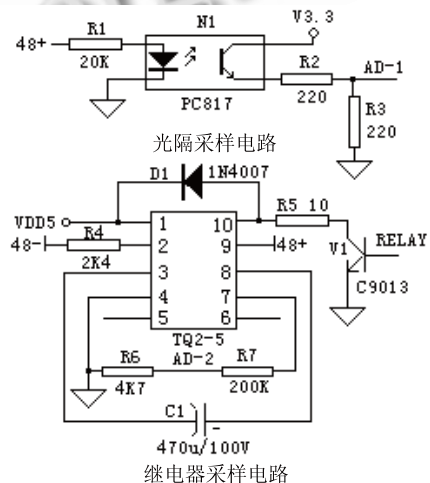


图 3 基站直流 48V 采样电路

图像数据的采集选用基于 OV5116N 芯片的 CMOS 摄像头，使用中星微电子的 VC0706 图像压缩

芯片,图像以 JPEG 格式输出,该款芯片的突出优点是 将一块 DSP 芯片与一块 MCU 封装在一起,因此具有 很高的性价比。

本系统采用 GPRS/SMS 进行通讯,正常情况下终 端与主站通过 GPRS 进行通信;当 GPRS 网络连接不 上时,可通过短消息与主站进行数据交换,待 GPRS 网络恢复后,使用 GPRS 方式进行通信。在主站关机、 GPRS 出现连接故障、短信发送无响应三种情况发生 时,终端对未发送出的数据进行保存,待上述情况解 除时及时将数据发送回主站。GPRS 模块采用西门子 的 MC55,该模块自带 TCP/IP 协议栈的模块,模块 通过 UART 与 LPC3180 连接。

终端设计了按键、LCD 显示、RS485 接口、以 以太网等接口。按键与 LCD 用于现场操作;RS485 接 口用于校表、本地数据的下载,同时也用于控制输出, 即空调的自适应控制。为了提高系统的抗干扰能力, RS485 收发器采用了隔离电源,并使用光耦器件对 RS485 和 LPC3180 进行了隔离。

GPRS 模块、RS485 接口都通过 UART 接口与 LPC3180 连接,摄像头经图像压缩芯片后通过 UART 与 ARM 连接。终端使用三相交流与直流自动切换的 供电方式,在三相三线制供电时一相电压断路、三相 四线制供电时两相电压断路的情况下终端能正常工 作。在失去交流电源的情况下,终端自动切换到直流 供电。

4 终端的软件设计

4.1 系统的软件结构

基站智能管理平台终端对可靠性要求很高,系统 设计时须从硬件和软件两方面提高系统的抗干扰能 力。配合 32 位的 ARM 处理器,采用嵌入式实时操 作系统可以有效的提高系统的可靠性。嵌入式 Linux 功能强大且内核代码开放,故该终端选用嵌入式 Linux 操作系统,采用交叉编译调试的方式建立交叉 编译环境。该系统的整体软件结构包括底层嵌入式硬 件、Linux 实时操作系统、应用程序模块 3 个部分, 如图 4 所示。

软件设计的主要任务是把 Linux 移植到 ARM 上, 然后在 Linux 的构架上进行应用程序设计。基于嵌入



图 4 软件结构体系

式实时操作系统编程的特点,终端软件采用多任务的 设计方法,将整个系统划分为按键与 LCD 显示、图像 采集、RS485 通讯、数据采集处理、告警数据处理、 空调自适应控制、软件升级、GPRS 通讯等用户任务 模块。操作系统对各个任务进行数据传递和优先级管 理,使最高优先级的任务得到及时响应。当系统受到 干扰,某个用户任务被破坏时,可以通过系统运行的 监控任务对其进行修复或清除,从而避免了整个系统 的崩溃。嵌入式实时操作系统的使用,提高了终端运 行的实时性和可靠性。软件升级是通过 GPRS 从主站 下载新的软件版本到终端 Flash 之后,使用 LPC3180 芯片的 ISP 功能实现。

4.2 软件主流程

软件主流程图如图 5 所示。系统上电将会进行初 始化,初始化的内容包括:时钟初始化、I/O 口初始 化、全局变量初始化、定时器初始化、计量芯片初始 化、液晶初始化、串口初始化、温度传感器初始化、 GPRS 初始化、摄像头初始化、红外检测模块初始化 等等。如果是首次上电,将会进行系统自检和出厂设 置。任务处理包括:直流电压采集、温度采集、时钟 读取、计量芯片读取、红外检测、图片拍摄、数据处 理、数据发送等任务。数据的发送包括定时发送和立

即发送，定时发送即为实时数据，发送间隔可在服务器端设置；立即发送即为告警数据，只要有告警条件发生就立即发送告警数据。

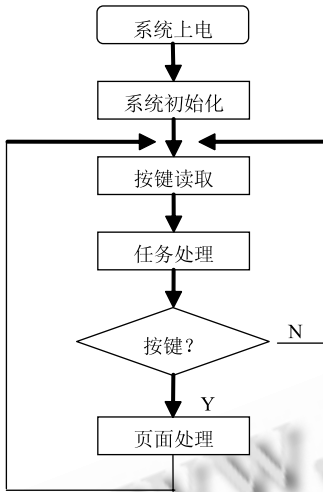


图 5 软件主流程

4.3 图像采集模块的设计

图像数据采集选用基于 OV5116N 芯片的 CMOS 摄像头。程序启动后首先加载关于视频设备的内核驱动 Video4Linux，为视频采集设备提供编程接口；然后使用 insmod 命令动态加载摄像头驱动程序模块，摄像头即可正常工作。程序在执行的每个周期将会进行一次人体红外检测，当检测到有人时，摄像头将会进行连续图像帧的图像采集，系统采用 JPEG2000 作为压缩标准，图片压缩后发送至服务器并在本地进行循环保存。拍摄帧率和采集帧数可在服务器端进行设置。当有告警发生时图片以告警的形式立即发送至服务器，同时也可以使用手机或在服务器端主动索取现场实时照片。GPRS 无线网络的瓶颈在于通信速度，本方案中图片发送可达到 4 张/每分钟(50K 每张)，当有触发条件后迅速拍摄照片并将照片保存在本地 FLASH 中，同时向服务器发送。拍摄的图片可作为对基站代维人员定期巡检的考核用；在基站被盗发生的情况下，可以作为取证的依据。图像采集流程见图 6 所示，现场安装的照片见图 7 所示，通过服务器主动索取的照片见图 8 所示。

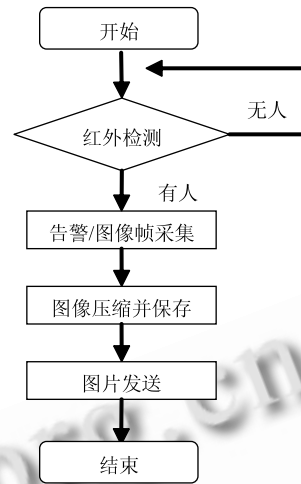


图 6 图像采集流程



图 7 现场安装实物(左摄像头 右人体红外传感器)



图 8 服务器端索取的基站实时照片

4.4 通信处理

本系统中 GPRS 通讯和 SMS 通讯同时使用，在 GPRS 网络正常情况下，由终端发起的通讯都采用 GPRS 方式，由服务器发起的通讯都采用 SMS 方式；在 GPRS 网络故障情况下，终端由 GPRS 方式转为 SMS 方式，每次有发送数据需求时，采用 SMS 发送，并将

数据进行缓冲,启动 GPRS 重连机制,每隔 30 秒进行一次 GPRS 发送尝试,直到 GPRS 通讯恢复,再将所有缓冲区的数据依次发送给服务器。通讯流程如图 9 所示, GPRS 重连机制见图 10 所示。

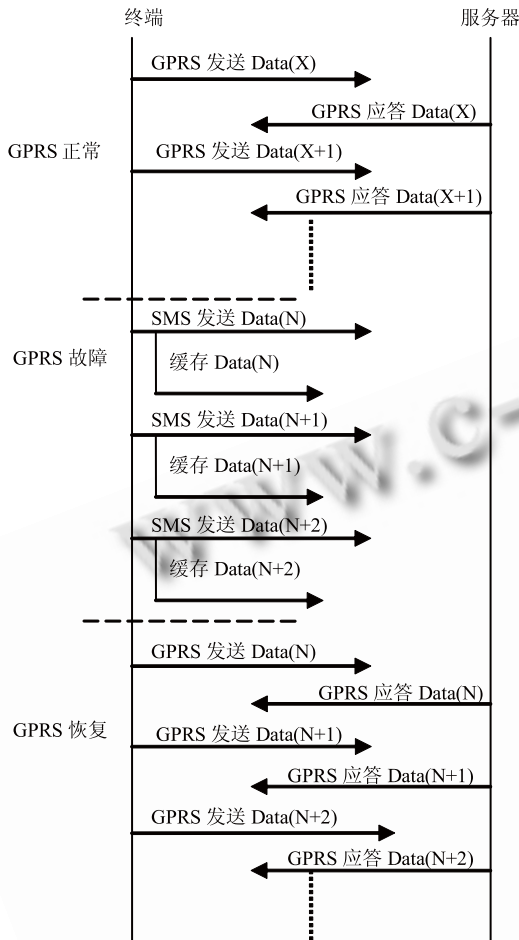


图 9 GPRS 通信流程

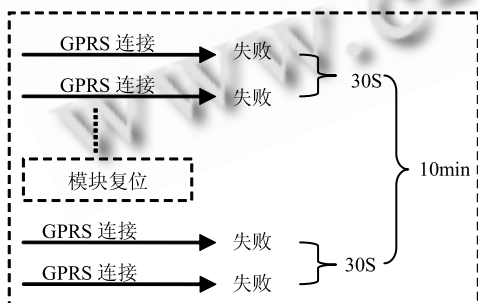


图 10 GPRS 重连机制

数据缓冲分为实时数据发送缓冲、告警数据(包括异常告警数据和图片告警数据)发送缓冲,告警数据发送优先级高于实时数据发送。实时数据缓冲可缓存 3 天的数据,终端通过 GPRS 将数据发送给服务器,服

务器给出正确的应答时,缓冲区中该条数据才被清除。缓冲区采用循环存储方式,占用 FLASH 中一定的存储空间写入缓冲区的数据均带有校验和验证。告警数据缓冲可缓存 300 条异常告警数据和 200 张图片告警数据。

4.5 任务处理

终端的各个模块彼此独立工作,主程序在程序执行的每个周期检测各个模块的状态并读取相关参数,并按照优先级对任务进行处理,任务优先级由高至低依次为:启动拍照、温度告警、蓄电池欠压告警、用电状态告警。任务处理流程如图 11 所示。

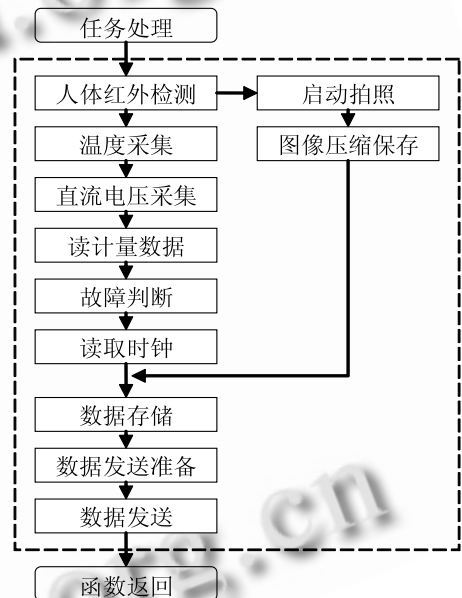


图 11 任务处理流程

5 创新点

本系统采用了用电量独立计量的方式,并将用电量实时发送至服务器,改变了移动公司长期以来电费报销层层上报的方式,堵住了用电漏洞;采用了继电器加光电隔离器的采样方式,既保证了采样精度又保证了继电器的使用寿命,用低成本实现了较高精度的采集;通过人体红外检测与图片连拍相结合的方式用低成本实现了防盗功能。

6 应用案例

该系统在湖南益阳移动公司 2008 年 10 月底完成了 200 台终端的安装,设备运行情况良好,空调自

适应控制功能在春秋季节实现了单基站平均日节电 10Kwh；基站监控功能基本涵盖目前的动力及环境集中监控系统基本功能；图像采集功能实现了移动公司对代维公司的科学管理和基站防盗功能；电量独立计量功能使公司决策层真正掌握了基站用电情况，堵住了用电漏洞，并且作为该功能的扩展，目前正与当地电业部门沟通，拟采用该计量作为收费依据，到时还将节省电业部门人工抄表产生的费用。

7 结束语

结合当前基站精细化管理、节能减排和基站防盗的需求，本文设计了一种基于 ARM9 的基站智能管理平台终端。该终端采用高性能的 32 位 ARM9 处理器和嵌入式实时操作系统 Linux，通过 GPRS 方式与主行费用低廉、经济效益和社会效益明显，符合当前技站通讯。运行表明，该终端运行稳定、性能良好、运技术条件下基站智能管理的需求。

参考文献

- 1 黄怡然.基于基站监控系统综合防盗的实现.电信技术, 2008,(5):64 - 67.
- 2 魏鹏飞.关于基站空调运行节能的研究.电信工程技术与标准化, 2006,(6):50 - 54.
- 3 秦大志.移动通信基站节能技术.邮电设计技术, 2008,(6):58 - 60.
- 4 桑彩霞,张宁,侯亚欣.基于 Web 的远程基站巡检与监控系统的设计.软件导刊, 2007, (21):102 - 104.
- 5 孙天泽,袁文菊.嵌入式设计及 Linux 驱动开发指南——基 ARM9 处理器.北京:电子工业出版社, 2007.
- 6 周立功,王祖麟,陈明计,严寒亮,张斌.ARM 嵌入式系统基础教程.北京:北京航空航天大学出版社, 2008.
- 7 顾海洲,马双武.PC 电磁兼容技术—设计实践.北京:清华大学出版社, 2004.
- 8 黄书益.数字图像监控系统的延时问题.中国仪器仪表, 2008, (7):63 - 74.