

可移动的雨量监测预警一体机的设计与实现

刘步林, 蔡启仲

(广西工学院, 广西 柳州 545006)

摘要:应用嵌入式 ARM7 微处理器 LPC2478 作为控制核心, 以 GPS 电路模块作为安装位置的精确定位, GPRS 为通讯方式, 研制可移动的雨量监测预警一体机。文中介绍了应用轻质材料设计的雨量采集部件的组成结构, 可移动的雨量监测预警一体机电路原理以及预警系统的组成。阐述了雨量数据格式和雨量监测预警一体机与雨量监测预警数据中心双向通信的 GPRS 数据报文协议, 给出了雨量监测预警一体机系统运行流程图。针对高山峡谷在特殊天气情况下, 需要建立比平时更多的雨量信息观测点, 由于该装置易于移动, 便于建立临时雨量观测点, 为有效减少或避免山洪灾害导致的人员伤亡和更大的财产损失提供了有力的保证。

关键词:移动; 雨量监测预警一体机; ARM; GPS; GPRS

中图分类号: TP23

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)04-0194-04

Design and Implementation of Moving Rainfall Monitoring and Warning One Machine

LIU Bu-lin, CAI Qi-zhong

(Guangxi Univ. of Technology, Liuzhou 545006, China)

Abstract: Take embedded ARM7 LPC2478 microprocessor as control core, GPS circuit module as the exact position of installation location and GPRS as the communication, creating moving rainfall monitoring and warning one machine. Describes in detail the composition of components rainfall collection of application of lightweight materials designed and circuit and the composition of warning systems of moving rainfall monitoring and warning one machine. Describing rainfall data format and two-way communication GPRS data packets protocols of rainfall monitoring and warning one machine and rainfall monitoring and warning data center. Drawing the flow chart of the system operation of rainfall monitoring and warning one machine. For gorge in exceptional weather conditions, needing to build more rainfall observation points than usual, for the device being easy to move, it may set up comfortably provisional rainfall observation point, so that the system provides a strong guarantee of reducing or avoiding flood disasters result in casualties and greater loss of property.

Key words: move; rainfall monitoring and warning one machine; ARM; GPS; GPRS

0 引言

我国是山多, 水库多, 南方夏天降雨频繁的国家, 由于这些原因很容易造成泥石流以及水库溃堤等自然灾害, 这些自然灾害具有突发性、多发、破坏性大、防治困难等鲜明特点, 给老百姓产生重大生命财产损失^[1]。对于某些交通通讯不便的偏僻地区、高山峡谷地区, 雨量分布不均匀, 局部地区的大到暴雨也会导致泥石流或山洪, 针对这些地区, 气象部门往往需要根据当地的特殊情况, 希望对某些高山峡谷建立比平时较为更多位置的雨量信息, 对于建立只有固定雨量监测装备的

雨量预警系统难以达到这种要求。文中提出可移动的雨量监测预警一体机, 其装备可以达到一般雨量监测的功能要求, 还可以便于移动, 通过 GPS 定位和 GPRS 无线通讯技术, 使得在雨量监测中心站获得其雨量数据, 结合当地的电子地图获得其具体的地理位置, 这样可以应用固定和可移动雨量监测装备相结合, 为有效减少或避免山洪灾害导致的人员伤亡和财产损失提供有力的保证^[2-4]。

1 雨量的采集

1.1 雨量采集部件

由于需要方便移动, 其装备的重量和体积主要为雨量采集部件, 选用较为简单的雨量采集部件如图 1 所示, 它是由承水口、过滤网、上筒、联接螺钉、磁钢、干式舌簧管、下筒、翻斗、限位螺钉、锁紧螺母、底座、调平螺钉等主要部分所组成。承水口收集的雨水经过上筒

收稿日期: 2010-08-09; 修回日期: 2010-11-18

基金项目: 广西自然科学基金(2009AM7041)

作者简介: 刘步林(1977-), 男, 湖南邵东人, 硕士研究生, 研究方向为过程控制与自动化装置; 蔡启仲, 硕士生导师, 教授, 研究方向为嵌入式系统与自动化装置。

(漏斗)过滤网,进入一个中间球形盛水装置,这个球形装置有上阀门和下阀门,当上阀门开的时候,下阀门闭合,接收来自于承水口的水,当接收到的水达到 31.4ml 时,上阀门关闭,下阀门打开,把球形盛水装置中的水注入翻斗里。

翻斗是用工程塑料注射成型的,用中间隔板分成两个等容积的三角斗室。它是一个机械双稳态结构,当一个斗室接水时,另一个斗室处于等待状态。当所接雨水容积达到预定值(31.4ml)时,由于重力作用使自己翻倒,处于等待状态,另一个斗室处于接水工作状态。当其接水量达到预定值时,又自己翻倒,处于等待状态。在翻斗侧壁上装有磁钢,它随翻斗翻动时从干式舌簧管旁扫描,使干式舌簧管通断。即翻斗每翻倒一次,干式舌簧管便接通一次送出一个开关信号(脉冲信号)。这样翻斗翻动次数用磁钢扫描干式舌簧管通断送出脉冲信号计数,每记录一个脉冲信号,便代表 1 毫米降水,实现降水遥测的目的^[5,6]。

1.2 雨量数据采集

在图 1 中,翻斗每翻倒一次,干式舌簧管便接通一次送出一个降雨一毫升的脉冲信号,其脉冲信号输入到 ARM 处理器,脉冲信号的个数是 5 的倍数,则和每个时间段的报警开关值进行比较判断。判断依据如下:

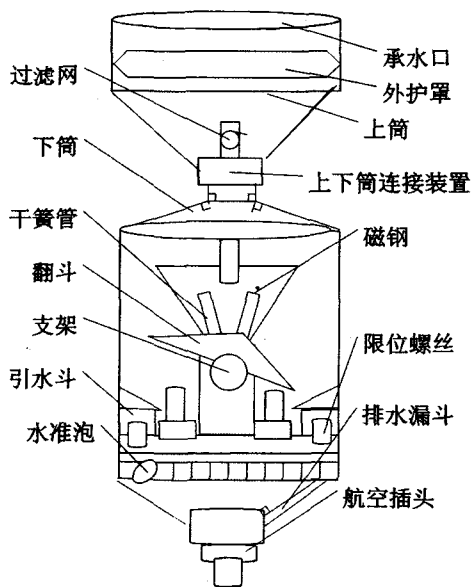


图 1 雨量采集部件

(1) 1 小时降雨量 $\geq Y_1$ (Y_1 默认值为 30 毫米,可按 5 毫米整数倍调整设置);

(2) 3 小时降雨量 $\geq Y_3$ (Y_3 默认值为 40 毫米,可按 5 毫米整数倍调整设置);

(3) 6 小时降雨量 $\geq Y_6$ (Y_6 默认值为 60 毫米,可按 5 毫米整数倍调整设置);

(4) 12 小时降雨量 $\geq Y_{12}$ (Y_{12} 默认值为 80 毫米,可

按 5 毫米整数倍调整设置);

(5) 24 小时降雨量 $\geq Y_{24}$ (Y_{24} 默认值为 100 毫米,可按 5 毫米整数倍调整设置)。

判断时间是从当天 8 点开始,到第二天 8 点为止一共 24 小时,根据时间间隔一小时内降雨是否超过 30 毫米,3 小时内是否超过 40 毫米等等,如果超过这个数值则发出报警。 Y_1 、 Y_3 、 Y_6 、 Y_{12} 、 Y_{24} 的值可以应用可移动的雨量监测预警一体机的按键进行设置,也可以在雨量监测预警数据中心进行设置。

2 可移动雨量监测预警一体机的电路设计

可移动的雨量监测预警一体机电路框图及预警系统框图如图 2 所示,这是一个完整的嵌入式系统的硬件平台,电路以 ARM7 微处理器 LPC2478 作为控制核心,其电路包括实时时钟电路、电源电路、JTAG 接口电路和报警模块,存储模块作为可移动的雨量监测预警一体机的存储装置,用于存储雨量采集过程中的各种动态参数,从 GPRS 无线通讯电路模块接收的控制命令,以及系统程序。雨量数据采集信息来自雨量采集部件的干式舌簧管输出的脉冲信号,ARM 采用 I/O 口与之连接;GPS 定位电路模块接收定位信息,经过 ARM7 微处理器 LPC2478 处理之后通过 GPRS 无线通讯电路模块发送给预警数据处理中心,预警数据处理中心根据该可移动的雨量监测预警一体机的具体定位,在该地区的电子地图上显示出其放置的具体位置;GPRS 无线通讯电路模块将实时雨量信息和定位信息通过 GPRS 无线通讯网络发送,预警数据处理中心经过 Internet 或其他网络予以接收,同样预警数据处理中心可以通过 Internet 或其他网络,经 GPRS 无线通讯网络向可移动的雨量监测预警一体机发送相关操作命令;可移动的雨量监测预警一体机还配置键盘和 LCD 显示器,用于现场的控制与监视^[7-9]。

在图 2 中,如果可移动的雨量监测预警一体机电路不配置 GPS 电路模块,可以作为固定安装的雨量监测预警一体机,可移动的雨量监测预警一体机电路也可以作为固定安装的雨量监测预警一体机应用。

作为雨量监测预警网络系统,在图 2 中,可以配置多台可移动的和多台固定安装的雨量监测预警一体机,其台数可以根据需要予以灵活配置,尤其可移动的雨量监测预警一体机在较为可能出现山洪的情况下予以灵活配置。

3 通讯与定位

3.1 GPS 定位

GPS 具有全球覆盖以及精度高、定位速度快、实时性好、抗干扰能力强、性能好、应用广的特点,是迄今最

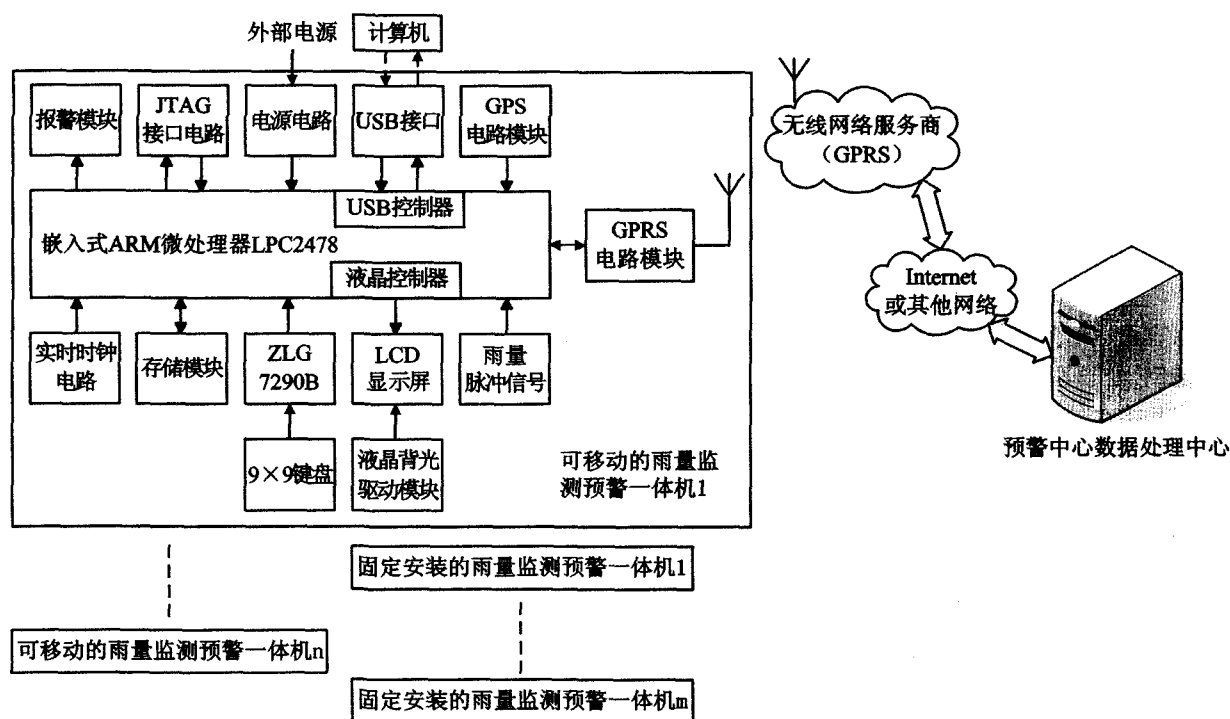


图2 可移动的雨量监测预警一体机电路框图及预警系统框图

好的定位系统。在雨量监测预警网络系统中,雨量监测预警一体机的定位位置与电子地图结合起来,在雨量监测预警数据中心可以精确的查看其分布是否合理,可以根据具体天气情况指导其布点,在某些特殊情况下可以在某些地方密集布点,在某些特殊情况下可以关机或集中于雨量监测预警数据中心,便于调配。

可移动的雨量监测预警一体机并不需要经常向雨量监测预警数据中心发送定位信息,可以在放置好之后用键盘命令发送,或由雨量监测预警数据中心控制其定位信息的发送,也可以控制其断开GPS电路模块的电源供应,以减少其耗电量。

3.2 GPRS 无线通讯

本项目选择GPRS通讯作为雨量监测预警一体机的主要通讯方式,GPRS(General Packet Radio Service)是通用分组无线业务的简称,它是GSMPhase2.1规范实现的内容之一,能提供比现有GSM网9.6kbit/s更高的数据率,GPRS采用与GSM相同的频段、频带宽度、突发结构、无线调制标准、跳频规则以及相同的TDMA帧结构,因此具有很好的信号覆盖。随着中国移动GPRS网络建设的日臻成熟,地区的覆盖率超过90%,GPRS信号达到了无盲区覆盖,GPRS进行分散、实时的数据传输具有明显的优势。结合雨量数据传输突发性、实时性的特点,自动雨量监测网络选用先进成熟的GPRS作为远程数据传输模块,依托稳定、可靠的中国移动GPRS网络,在保证数据传输的及时、准确的前提下,将系统运行费用也降低到了最低;通信链路由

专业的运营商来维护,避免了用户在使用监测系统的同时,还需要耗费很大精力去维护通信线路等问题;节约了用户的初期建设投资和运行维护费用^[10,11]。

3.2.1 实时降雨量数据传输

在通常情况下,雨量监测预警一体机每小时的整点时刻向数据服务中心发送一次每小时的数据;有降雨的时期,自动转为每分钟向数据中心发送一次一分钟实时降雨量,或由雨量监测预警数据中心控制雨量监测预警一体机发送实时降雨量的时间间隔。

雨量监测预警一体机每分钟或整点自动发送的数据格式:

8E 08 MM DD HH mm B1 B2 P1 P2 0D

其中,8E、08为数据标识符;MM、DD、HH、mm为雨量资料的时间,依次为月、日、时、分;B1、B2为两个字节的雨量值。高位在前,P1、P2为校验码,0D为停止位。

除了每分钟或整点发送的雨量数据之外,在每小时的第一分钟,自动雨量站向数据服务中心发送上一小时每分钟内的雨量值。分钟雨量数据传送格式:

8E 09 MM DD HH B1 — B60 P1 P2 0D

其中,8E、09为数据标识符;MM、DD、HH为雨量资料的时间,依次为月、日、时;B1 — B60为一个小时内每分钟的雨量值,每分钟占一个字节;P1、P2为校验码;0D为停止位。

3.2.2 其他通讯功能

雨量站不但要向数据服务中心自动发送数据,而

且要能响应数据服务中心的功能请求。从数据服务中心向自动站发送命令,可实现以下双向通讯功能:索要当前总雨量、设定自动雨量站时间、索要当前时间、清零、索要 20 点数据、索要小时数据等^[12]。

3.3 通信协议

雨量监测预警一体机与雨量监测预警数据中心双向通信的数据报文协议如表 1 所示。

表 1 双向数据报文协议

GPRS 终端号	序号	帧数	数据帧 1	数据帧 2
----------	----	----	-------	-------

表 1 中:

GPRS 终端号:各个可移动和固定安装雨量监测预警一体机的 GPRS 终端的编号;

序号:发送数据包的编号,每次发送新数据包,该值加 1;

帧数:表示该数据报文的数据帧的个数;

数据帧:十六进制数表示,且每个字节上的数全为无符号整形数。

数据传输帧的格式如表 2 所示。

表 2 数据传输帧的格式

帧头 1	帧头 2	帧长	标识符 1	标识符 2	数据、命令标识	数据	帧尾 1	帧尾 2
------	------	----	-------	-------	---------	----	------	------

表 2 中:

帧头 1、帧头 2:表示数据传输帧的开始,2 个字节;

帧长:表示该数据传输帧的字节个数,1 个字节;

标识符 1:表示雨量监测预警一体机安装区域的编号,1 个字节;

标识符 2:表示雨量监测预警一体机的编号,可以与雨量监测预警一体机的 GPRS 终端的编号相同,1 个字节;

数据、命令标识:数据的性质标识。比如:GPS 定位数据、命令、通讯信息的应答、紧急事件报警、每分钟雨量数据等,1 个字节;

数据:可以多个字节;

帧尾 1、帧尾 2:本数据传输帧结束的标志,2 个字节。

雨量监测预警数据中心 GPRS 终端发给可移动和固定安装雨量监测预警一体机 GPRS 终端的数据报文格式都采用相同的上述协议。

4 雨量监测预警一体机系统运行流程图

在雨量监测预警一体机的 ARM7 微处理器 LPC2478 中应用嵌入式实时操作系统 uC/OS-II,在 ADS 编译环境下实现 uC/OS-II 的移植,通过 uC/OS-II 来完成任务调度,任务管理,系统流程如图 3 所示。

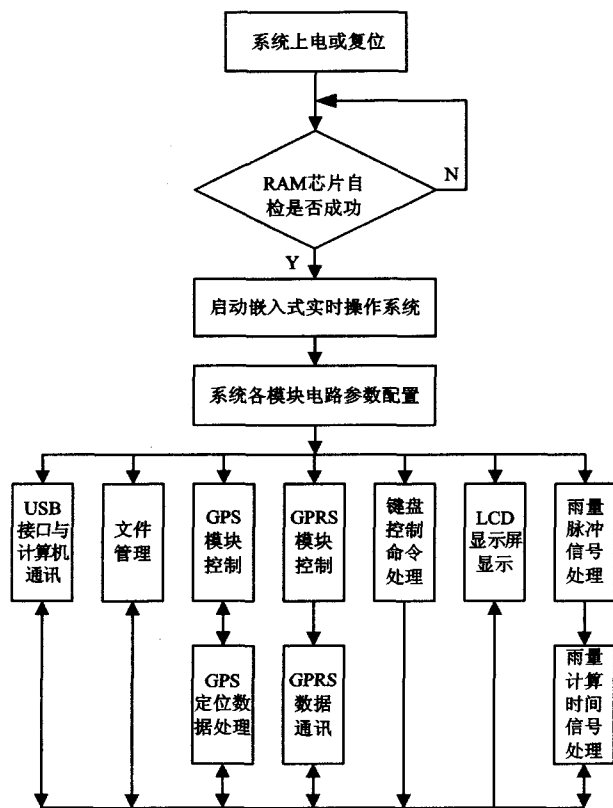


图 3 可移动的雨量监测预警一体机的系统运行流程图

5 结束语

雨量监测和预警系统相结合,具有高效、科学、灵活等特点,可对山区流域山洪、泥石流的灾害风险进行分析,并结合当地实际地形地貌,进行降雨实时监测和预报,再通过成熟的 GPRS 技术进行信息无线传递,这样将更好地为人民服务,它让我们及时掌握降雨情况、发布预警和启动预案,为提前转移群众赢得了宝贵的时间,发挥了重要作用。在实践应用中深受基层干部群众欢迎。

参考文献:

- [1] 高煜中,邢俊江,王春丽,等.暴雨山洪灾害成因及预报方法[J].自然灾害学报,2006,15(4):65-70.
- [2] Kraaij T, Milton S J. Vegetation Changes (1995 - 2004) in Semi-arid Karoo Shrubland, South Africa: Effects of Rainfall, Wild Herbivores and Changes in Land Use[J]. Journal of Arid Environments,2006,64: 174 - 192.
- [3] 崔劲松,张涛,杨雨春. GPRS/GIS 技术在自动雨量监测网中的应用[M]. 气象科技,2006,34(2):205-209.
- [4] Cannon S H. 1988. Regional rainfall-threshold conditions for abundant debris-flow activity[C]//In: Ellen S D, Wicczorek G F. 1988. Landslides, Floods and Marine Effects of the Sto-

(下转第 201 页)

的状态下可以通过用户按键来进行状态内所需要的不同服务操作。

3.3 辅助线程2——更新系统时间数组线程

该线程负责对系统时间数组不断进行更新,以便其他线程能够较好的访问,同时负责定时保存电表的电量信息。系统服务中在需要时间信息时都从系统时间数组中读取,这样既提高了系统效率,又解决了对外部实时钟的并发控制。

3.4 辅助线程3——定时控制线程

该线程服务函数负责系统定时操作以及系统按月发放基础电量。该线程依次查看每个电表结构体中的定时信息,判断是否定时时间已经到了,以便进行相应的操作。然后再依次判断是否是月初,以便下发月基础用电量,最后休眠1秒,至于为什么休眠1秒,同更新时间线程一样,系统时间精度要求不是很高,所以就让出不必要的处理器时间以供其他线程使用。

3.5 辅助线程4——系统监控线程

该线程服务函数负责监控其他三个辅助线程是否工作正常。其实现过程是首先进入该线程后对系统“喂狗”,防止系统由于看门狗时间耗尽重新启动,然后获取对线程监控数组操作的线程锁,依次判断线程监控数组中各辅助线程对应的各个元素是否已经置为1,如果已经都置为1,则将线程监控数组中各辅助线程对应的各个元素置为0,等待下次各个辅助线程的报告,然后释放线程锁,重新对系统进行“喂狗”;如果存在线程监控数组中辅助线程对应的元素没有置为1,则调用条件变量^[12]等待函数等待没有报告的线程进行报告,如果过了许久仍没有报告,而这时由于看门狗一直没有喂,系统就会自动重新启动。

4 结束语

基于网络的楼宇用电管理系统主要是针对学校,社区等区域用电管理,而该系统核心部分是楼宇集中控制器。

该控制器起着上传下达的作用,它是真正对各个用电单元实施管理的控件,同时也是PC控制终端进行管理的执行者,PC控制终端所有命令都是下发到楼宇集中控制器中,楼宇集中控制器再对下发的命令进行解释,然后执行相应的操作,最后返回PC控制终端以结果,可见一切操作都是围绕着楼宇集中控制器进行,楼宇集中控制器设计与实现的好坏直接影响着整个楼宇用电管理系统的高效实现。

参考文献:

- [1] Atmel Corporation. AT91RM9200 数据手册[M]. [s. l.]: Atmel Corporation, 2005: 1-60.
- [2] 江俊辉. 基于 ARM 的嵌入式硬件设计[J]. 微计算机信息, 2007(2): 120-122.
- [3] 白复东. 嵌入式 Linux 驱动程序的开发[J]. 信息技术, 2009(9): 185-187.
- [4] 周立功. 单片机发展有限公司. DS1302 涓流充电时钟保持芯片的原理与应用[M/OL]. 2005. <http://www.zlgmcu.com>.
- [5] 孟宪栋. 嵌入式 Linux 集成开发环境研究与实现[J]. 计算机系统应用, 2004, 4(5): 19-21.
- [6] 刘琳霞, 沈安文, 李自成. 基于 ARM 芯片的网络化电能表设计[J]. 嵌入式系统, 2004(8): 87-88.
- [7] 李世勇, 肖竟华. 基于 Linux 驱动程序的编写技术[J]. 电脑与信息技术, 2006(3): 43-45.
- [8] 强新建. 基于 S3C2410x 的 Linux 下 UART 驱动程序实现[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(10): 58-60.
- [9] 姚莉, 熊皓. 基于 ARM9 的嵌入式 Linux 应用系统设计[J]. 黄冈职业技术学院学报, 2008(3): 23-24.
- [10] 胡友水, 李汉强. 基于 ARM 的嵌入式 TCP/IP 协议的实现[J]. 电子技术应用, 2003(12): 25-27.
- [11] Guan Mo, Gu Minghai. Design and implementation of an embedded web server based on ARM[J]. Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2008(3): 24-27.
- [12] Robbins K A, Robbins S. UNIX 系统编程[M]. 陈涓 赵振平译. 北京: 机械工业出版社, 2005.

(上接第 197 页)

- rm of 3 - 5 January, 1982 in the San Francisco Bay Region, California. [s. l.]: [s. n.], 1988.
- [5] 马永安, 叶子祥, 马奇蔚. 实时雨量自动监测警报网建设方案的探讨及新一代遥测雨量计介绍[J]. 浙江气象, 2003, 24(2): 27-30.
- [6] 辛凯, 徐国元. 西北地区自动雨量监测站及监测原理与维护[J]. 青海气象, 2005, 49: 4-6.
- [7] 王立端, 杨雷, 战兴群, 等. 基于 GPRS 远程自动雨量监测系统[J]. 计算机工程, 2007, 33(16): 199-201.
- [8] 田泽. 嵌入式系统开发与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [9] 郭海杰, 吴飞, 雷必成. 嵌入式智能家居控制系统的研究[J]. 福建电脑, 2009(3): 111-112.
- [10] 胡胜利, 胡彪. 基于 GPRS 无线技术的水资源计量监测系统的设计[J]. 水利水电技术, 2010, 41(4): 87-90.
- [11] Stuckmann P, Muller F. GPRS radio network capacity and quality of service using fixed and on-demand channel allocation techniques[C] // in: Vehicular Technology Conference Proceedings, 2000. VTC 2000 - Spring Tokyo. 2000 IEEE 51st. Tokyo: [s. n.], 2000.
- [12] 宋克章, 王月茹, 冯胜章. 基于 ARM 的有线无线混合网管网实现[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(8): 190-193.