

# 基于 GPS/GPRS 的嵌入式定位系统在地震行业的应用<sup>①</sup>

李 军, 张 兵, 邢丽莉

(防灾科技学院, 河北 三河 065201)

**摘 要:**设计并实现了一种嵌入式卫星定位系统,可应用于地震行业的野外科考和勘测工作。针对野外工作的特点结合数据的实时传输,提出以勘测地定位终端为主、地震决策专家和监控中心即时查询为补充的定位策略。采用手机短消息和监控中心的方式,实现了定位数据的可移动的实时传输和查询。

**关键词:** GPS; GPRS; 嵌入式; 地震

**中图分类号:** P228.4      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1000-0844(2009)03-0285-05

## Based on GPS/GPRS Embedded GPS Applications in Seismic Industry

LI Jun, ZHANG Bing, XING Li-li

(College of Disaster Prevention Science and Technology, Hebei Sanhe 065201, China)

**Abstract:** An embedded GPS, which can be applied to seismic prospecting and field research, is designed and realized. For field work characteristics and the real-time transmission of data, the system is composed by positioning terminals and supplemented by earthquake decision-making experts and monitoring center. With the style of mobile phone message and monitoring center, the real-time transmission and query of positioning data is mobile.

**Key words:** GPS; GPRS; Embedded; Earthquake

### 0 引言

利用 GPS(Global Positioning System)全球定位系统来获得精确的时间和定位信息已成为当今世界导航、勘测、测绘、工程抗震和地震记录等许多领域的先进技术,近几年来得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。在我国的地震行业中 GPS 也已经得到广泛应用:以 GPS 观测技术为主的中国地壳运动观测网络在 2000 年底建成<sup>[2]</sup>;中国自主研发的“北斗一号”卫星导航定位系统在汶川地震中起到了重要的作用。

GPRS(General Packet Radio Service)采用分组交换技术,具有实时传输、永远在线、自如切换、高速传送、运营费用低、网络覆盖范围广等优点,适合于可移动的实时数据传输。GPS 和 GPRS 相结合可以实时快速地获取地理空间数据。

本文设计了一种基于 GPS 和 GPRS 的嵌入式定位和传输系统,非常适用于地震行业中的野外科考和勘测工作,如地壳运动观测、断层、地表破裂线

及位错量的探测,并可将测量数据实时的传输到监控中心或处于任何位置的地震专家的手机,增强了获取信息的灵活性。以此为基础提出解决资源环境问题的科学方案和有力措施,可以增强对重大自然灾害的快速反应能力。

### 1 系统组成及功能

本卫星定位系统由勘测地定位终端、GPRS 无线网络和地震决策专家监控平台三部分组成。勘测地定位终端包括 ARM 嵌入式系统、GPS 卫星接收模块、GPRS 无线通信模块等功能模块;GPRS 无线网络基于移动公司的 GPRS 移动通信公众网,包括 MSC 基站控制器、SGSN 业务支撑节点和 GGSN 网关支撑节点。可以分别通过地震决策专家移动设备和监控中心实现对勘测地定位终端的定位和跟踪。卫星定位系统的结构图见图 1。

① 收稿日期:2008-12-25

作者简介:李 军(1970-),男(汉族),河北三河人,副教授,从事教学科研及管理工作。

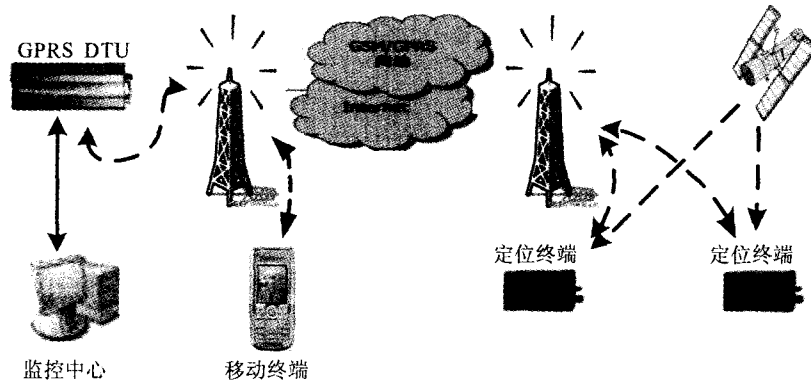


图 1 卫星定位系统的结构图

Fig.1 Structure chart of the satellite positioning system.

勘测地定位终端的主要功能如下：

- (1) 定位功能：接收 GPS 信号，对野外勘测人员和勘测地进行定位；
- (2) 处理数据：采集并解析 GPS 定位信号，提取所需信息进行打包封装，组成手机短信息或者 IP 数据包等可以在 GPRS 网络上传输的格式；
- (3) 定位信息输出：GPS 接收机实时定位，并将定位信息通过 GPRS 网络实时发向处于任何地理位置的指定的地震专家手机或者专家的监控中心，以提高地震专家决策的效率；
- (4) 接收指令：地震专家可过手机或者监控中心向勘测地定位终端发送命令，实现查询终端位置、设置定位终端的工作模式或者终端报位时间间隔及次数等功能。

## 2 定位终端设计方案

### 2.1 整体设计方案

定位数据通过 GPRS 无线链路把卫星定位信息传送到可以移动的地震决策专家的手机或者固定的监控中心。这个流程的实现首先要能够采集 GPS 卫星定位数据并对该数据进行一定的运算处理和封装处理，其次就是要能够将位置信息发送到地震决策专家的手机。此外，当地震决策专家需要对勘测地定位终端跟踪时，向定位终端发送控制指令，将定位终端位置信息通过 GPRS 无线数据链路连接到 IP 数据网，访问位于监控中心的服务器。

卫星定位数据采集可以通过 GPS 模块实现，但是需要有一个可以控制的接口和具有较强计算能力的处理器来处理采集的数据。无线数据链路的物理层可以由 GPRS 模块承载，但是需要有可以支持链路层和网络层协议栈的软硬件平台。图 2 是定位系统的总体设计方案。



图 2 定位系统的总体设计方案

Fig.2 GPS vehicle device solution.

如果系统的硬件设计方案采用 ARM 嵌入式系统，既可以解决运算能力和 I/O 控制能力的问题，又可以通过运行在嵌入式系统上的操作系统实现对软件层次协议栈的支持。因此定位系统的总体设计方案采用三星公司的 S3C2410A 处理器和嵌入式 Linux 操作系统的组合。

### 2.2 硬件系统的设计方案

考虑到系统设计的可扩展性和实现的复杂度，系统硬件按照模块化设计思想将系统划分为以下模块：主电路系统、GPS 模块和 GPRS 无线通信模块，处理器主电路系统预留相应的接口，方便系统的扩展和升级(图 3)。

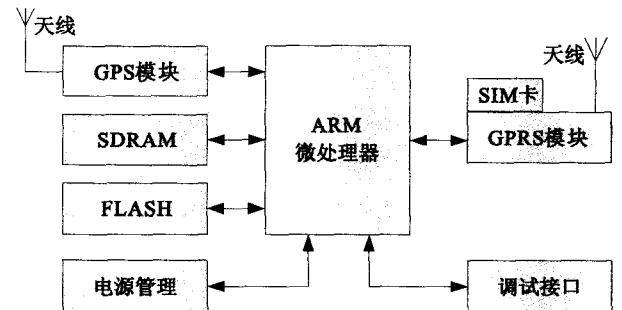


图 3 硬件总体设计框图

Fig.3 Hardware system solution.

主电路系统采用 S3C2410A，是 Samsung 公司

推出的16/32位RISC处理器,为手持设备和一般应用提供了低价格、低功耗、高性能的小型微控制器的解决方案。该处理器采用了ARM920T内核,0.18 μm工艺的CMOS标准宏单元和存储器单元,它的低功耗、精简和出色的全静态设计特别适用于对成本和功耗敏感的应用。同样它还采用了Advanced Microcontroller Bus Architecture(AMBA)新型总线结构<sup>[3]</sup>。

GPS模块选用的是美国Trimble公司的Lassen IQ模块,采用First GPS技术,能够输出位置、速度、时间(PVT)信息给用户。Lassen IQ是目前世界上体积较小、功耗较低的嵌入式OEM板,特别适用于PDA、手持机、车载定位跟踪系统等体积较小的设备,在GPS应用中使用寿命长<sup>[4]</sup>。

GPRS模块采用的是西门子MC35i无线通信模块,在业内被广泛应用。MC35i可工作在EGSM900和GSM1800双频网络上,支持分时复用的Class 8的标准(上传2个时隙,下载4个时隙),并支持GPRS四种编码方式:CS-1,CS-2,CS-3,CS-4<sup>[5]</sup>。

本系统电源输入5V,总功耗3W,存储容量为64 Mb SDRAM和64MB FLASH。

### 2.3 软件系统的设计方案

软件系统的设计方案采用了分层处理的思想,以嵌入式Linux操作系统作为系统的资源平台,自底向上依次构建设备驱动层、中间层和应用层。嵌入式Linux操作系统向下负责管理硬件系统提供的各种资源,向上为各个层次软件提供数据通信接口,共享信息以及进程管理等。设备驱动管理各种硬件设备;中间层提供PPP协议、IP协议、TCP协议和UDP协议<sup>[6]</sup>,利用硬件系统提供的物理介质进行点对点连接,承载网络层的IP数据包,实现TCP和UDP两种通信方式的数据传输,针对不同的应用采用不同的连接;应用层软件完成针对工作需要的处理。

对于数据流,从GPS采集到的卫星数据通过操作系统上运行的应用软件处理后<sup>[7-8]</sup>,发送到地震决策专家的手机,然后根据地震决策专家的需求,决定是否将处理后的定位数据向下依次封装成IP数据包、PPP数据包,通过GPRS网络发送给监控中心。整个软件系统结构的立体感比较强,层与层之间透明传输,从而保证了系统的有序运行。

软件的设计采用了多线程技术<sup>[9-10]</sup>,其工作流程如图4所示。

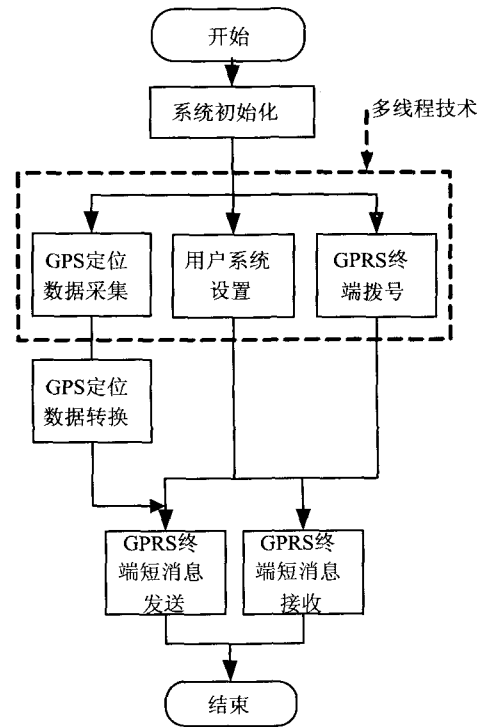


图4 软件流程图

Fig. 4 The software flow chart.

嵌入式定位系统的硬件部分完成后要进行上电调试,经检测各芯片无异常现象后进行系统的软件开发。软件开发主要分为两部分:一部分应用程序编写,包括GPS信号的采集处理和GPRS通信功能的实现;第二部分是软件系统的构建,包括Boot-Loader、嵌入式Linux的裁剪和移植,文件系统的制作和应用程序移植。

勘测地定位终端的方位信息需上传至地震决策专家手机或者监控中心,这就要求:首先确保定位信息是正确的而且是实时的;其次需尽可能精简地提取定位信息,丢弃冗余数据;再者,对精简后的GPS定位信息遵循某种协议进行打包,有利于数据通信。为了满足系统需求并降低数据处理的工作量,本系统采用美国国家海洋电子协会(National Marine Electronics Association)制定的NMEA-0183协议,并仅采集并处理NMEA-0183协议的GPRMC语句以实现GPS定位信息的提取、二次成帧,并对GPRMC语句进行丢星和实时性验证。

GPRS模块在Linux下拨号采用pppd程序,编写相关的执行脚本ppp-on、ppp-on-dialer、ppp-off以完成PPP拨号。其中,ppp-on的功能是启动本机的拨号程序pppd,与服务器端的pppd进行对话,实现端对端的连接;ppp-on-dialer的功能是完成拨号上网,与服务器进行三次协商,输入登

录信息后完成登陆;ppp-off 的功能是断开本次连接。

勘测地定位终端在正常接入网络后,需要与地震决策专家监控中心进行数据通信。Linux 支持 TCP 及 UDP 两种传输层协议,其中 UDP 是无连接

协议,不保证信息传到目的地;而 TCP 提供了一种可靠的面向连接的字节流传输层服务。考虑到系统传输数据的可靠与稳定均需要保证,所以采用 TCP/IP 协议及套接字进行编程。TCP 定位终端的数据通信流程图如图 5 所示。

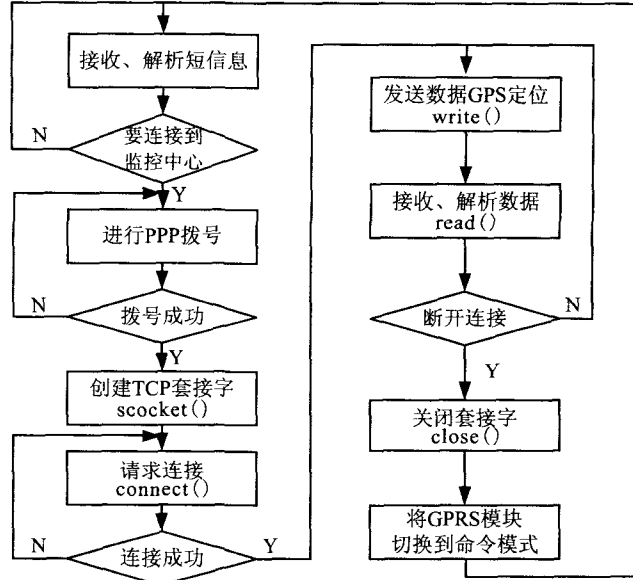


图 5 定位终端数据通信流程图

Fig. 5 Flow chart of vehicle terminate data communication.

### 3 GPS 定位精度测试

将 GPS 模块放置于某一个固定位置,接收卫星信号,并将定位资料存入与其连接的 PC 机上,最后经过统计方式计算 GPS 定位漂移量。测试记录了 60 条定位资料,过程中 GPS 模块分别接收到 4~8 颗卫星信号,图 6、7 为测量结果分布图。

由于地球为椭球体,因此随纬度不同,经、纬度每差一度,代表的距离也不同,以下为转换公式:

$$\text{纬度 } 1^\circ, \text{长度为 } d = 111.133 - 0.559\cos 2\varphi \text{ km}$$

( $\varphi$  代表纬度)

$$\text{经度 } 1^\circ, \text{长度为 } d = 111.413\cos \varphi - 0.094\cos \varphi \text{ km}$$

( $\varphi$  代表经度)

由表 1 可知,本试验的 GPS 水平定位漂移约为 7 m,高度定位漂移约为 12 m,此结果在 GPS 模块(Lassen IQ)公布的误差范围之内,表明 GPS 定位技术能够满足本系统的要求。

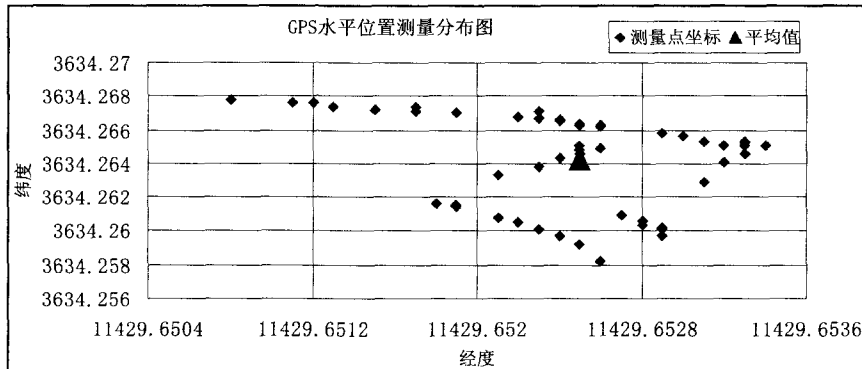


图 6 GPS 水平位置测量分布图

Fig. 6 Scatter diagram of the GPS horizon positioning measure.

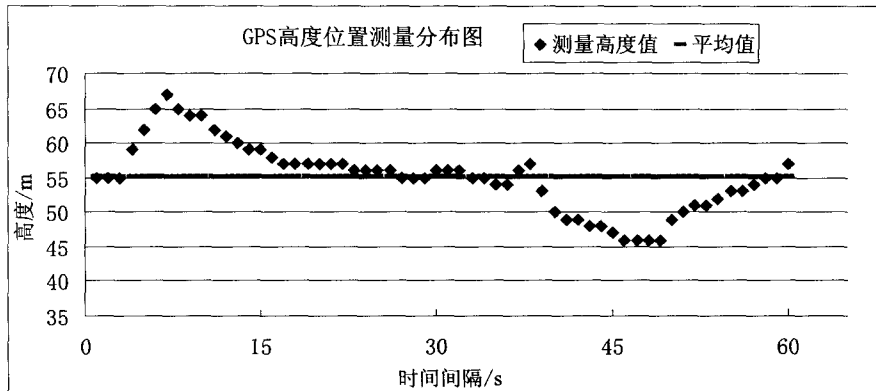


图7 GPS垂直位置测量分布图

Fig.7 Scatter diagram of the GPS vertical positioning measure.

表1 GPS测量结果统计表

	经度	纬度	高度
平均值	114.494 208 3°	36.571 070 0°	55.133 3 m
最大漂移值	0.000 151°(6.94 m)	0.000 064°(7.14 m)	11.866 7 m

#### 4 结论

本文将GPS和GPRS相结合设计并实现了一种用于地震行业的嵌入式卫星定位系统,使地震决策专家处于移动状态时也可以实时快速地获取地理空间数据,以提高决策效率。经过测试证明,本系统能够满足地震行业中的野外科考和勘测工作的要求。

#### [参考文献]

[1] 殷海涛,李杰,张玲,等.基于GPS观测网的山东地区地壳运动特征分析[J].西北地震学报,2008,30(3):276-281.  
 [2] 张祖胜.中国地壳运动观测网络[J].中国基础科学,2001.  
 [3] Samsung Electronics Co. Ltd.. S3C2410A-32bit RISC Microprocessor User's Manual, Revision 1.0. [DB/OL]. www.samsung.com, 2004.

[4] Trimble Co. Ltd.. Lassen? iQ GPS Receiver System Designer Reference Manual[DB/OL]. www.trimble.com, 2005  
 [5] Siemens Co. Ltd. MC35i Hardware Interface Description[DB/OL]. http://www.siemens.com, 2003.  
 [6] Andrei Gurtov, Mati Passoja, Olli Aafto, et al.. Multi-Layer Protocol Tracing in a GPRS Network[J]. IEEE Fall VTC, 2002.  
 [7] 王双绪,丁平,张希,等.利用GPS资料研究印尼8.7级地震对我国西部地震趋势的影响[J].西北地震学报,2005,27(4):322-327.  
 [8] 刘兴旺,袁道阳,葛伟鹏.兰州黄河阶地高精度GPS测量与构造变形研究[J].西北地震学报,2007,29(4):341-351.  
 [9] Bil Lewis, Daniel J Berg, Threads Primer. A Guide to Multithreaded Programming[M]. 1995.  
 [10] Michael Barr. Programming Embedded Systems in C and C++[M]. O'Reilly & Associates Inc., 1999.