

# 基于MSP430的地震监测报警系统

贺雨璇 陈润 朱特 黄治清

(西南交通大学 电气工程学院 成都 610031)

**摘要:** 本文重点论述基于MSP430的地震监测系统的设计原理,测量端与监控端的硬件、软件系统构成及设计。系统测量端以TI公司的超低功耗单片机MSP430F247为核心,外扩地震的三维震动测量模块,实时检测地震P波和S波的三维震动,并通过RS485方式与监控端通信,便于联网。监控端可在地震发生的第一时间由GSM模块远程报警,并采用大功率扬声器进行语音短距离报警,以最大限度地减少人员伤亡。并可实现长时间记录和查询地震发生的时刻和测量参数,完成数据的统计和分析,打印报表和连接Inter网。

**关键词:** 地震监测;MSP430;低功耗

**中图分类号:** TP206+.3 **文献标识码:** B

## Earthquake Monitoring System Based on MSP430

He Yuxuan Chen Run Zhu Te Huang Zhiqing

(School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031)

**Abstract:** The paper aims at the illustration of designing principle of the Earthquake monitoring system based on MSP430 and puts the emphasis on the software and hardware composing and designing of both measuring part and control part. Taking TI's Ultra-low power Microcontroller MSP430f247 as the core, the measurement part can precisely measure the three-dimension vibration of P-wave and S-wave with the three-dimension vibration measuring module. Through RS485 module, the measurement part can communicate with the control part. The control part can give remote alarm by GSM SMS in the first time when earthquake occur. The control part can record and replay the time and parameters of the earthquake for further study, print the report, connect internet.

**Keywords:** Earthquake monitoring;MSP430;low power consumption

### 0 引言

地震发生时,地震以地震波的形式从震源向各个方向释放能量。不同地震波震动地表的方向不同,穿越地层的速度也不同。地震波主要有P波和S波两种,P波的传播速度较快,根据距震中的远近,每秒传播6~10 km;而S波就相对比较慢了,每秒3~5 km。真正具有毁灭性、摧毁建筑物的是S波。因此,如果能准确探测到先到达的P波,那么地震预警系统就可以迅速向居民发布疏散警告等,最大限度地减少地震造成的损失<sup>[1]</sup>。

日本于2006年8月建立了全国地震预警系统,希望能及时向铁路、建筑、电力、医疗等部门发布地震预警,并利用手机短信向民众发布警报。

2008年5月12日,发生在四川省汶川县的八级大地震造成了重大的人员伤亡。根据专家分析,如果建立了地震预警系统,那么北川的人们就有20 s左右的时间进行疏散和采取一些应急处理,而青川就有50 s左右的缓冲时间<sup>[2]</sup>。

因此,建立精度高,灵敏度高,实时性好,运行稳定,通

信快捷,并且可广泛应用于社区和公共场所的地震监测系统是十分必要的。

### 1 地震监测报警系统组成

#### 1.1 系统组成

地震监测系统采用集散控制思想,分为监控端和测量端两部分,采用RS485协议通信,有效通信距离可达1000 m,并可支持最多255个节点,可以实现数据的多点采集。测量端由三维震动检测模块和RS485通信模块组成。监控端由RS485通信模块,GSM模块,以及大功率扬声器构成。系统组成如图1所示。

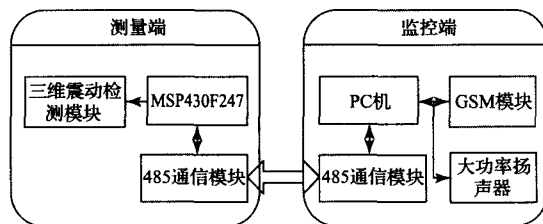


图1 监控系统组成框图

1.2 系统功能

系统测量端以 TI 公司的超低功耗单片机 MSP430F247 为核心,能精确检测地震 P 波和 S 波的三维震动,并通过 RS485 方式与监控端通信,以便于联网。监控端可实现长时间记录和查询突发灾害发生的时刻和测量参数,完成数据的统计和分析,打印报表和连接 Internet,并在地震发生的第一时间由 GSM 模块远程报警,并采用大功率扬声器进行语音短距离报警,紧急通知人们尽快躲避,最大限度地减少人员损失。

2 测量端组成及原理

2.1 地震信号测量

地震信号测量中测量是本课题的关键技术之一,P 波和 S 波信号的取得主要有以下几种:

1)P-S 悬挂式探头:P-S 悬挂式探头是一种低频声波的探测装置,用来测量土壤和软基层的压缩波和剪切波波速(慢度)。它能够在深度达 1000 米井孔中获得高分辨率的 P 波和 S 波数据。

2)压力传感器:压力传感器可以将压力转换为电压输出<sup>[3]</sup>。系统利用杠杆原理,以压力测量点为支点,在杠杆末端悬挂一重物。当地震发生时,重物会晃动,支点所受压力随之变化。通过单片机的 ADC 采集电压大小,即可得到对应的压力大小,判断是否有地震发生。

3)角度传感器:采用角度传感器可检查地震时发生的摇晃,可以将摇晃物体转过的倾斜角转化为电压输出。通过测量电压即可得到当前的角度,进而求得当前倾斜角,判断是否发生地震。角度传感器具有可靠,灵敏度高的特点。

4)三维加速度传感器:三维加速度传感器可以将三维坐标轴上的加速度转化为三路模拟量输出<sup>[4-5]</sup>。通过测量由于重力引起的加速度,可以计算出相对于三维坐标轴上的倾斜角度,判断是否发生地震。

经反复验证,1)有获得高分辨率的 P 波和 S 波数据优点,但价格昂贵,安装试验工程量大;2)可以测量纵轴上的震动,但对于水平方向的震动则无法测量;3)对于水平方向的震动较为敏感,但是在测量纵轴时有安装不便的缺点;对于 4),通过多次实验发现其感应的电压是非线性的,灵敏度低,对于微弱的变化其电压变化量极小,故放弃使用。综上所述,在项目初期,为便于研究开展,采用 2)进行垂直方向震动的检测,采用 3)进行水平方向震动的检测。

2.2 信号放大部分

由于地震引起的角度及压力变化十分微弱,电压变化在毫伏级,因此不能直接送入单片机内的 ADC 中,需要进行放大处理。

因为地震监测中所关心的是角度的变化量,系统选用了 TI 公司的仪用放大器 INA2332 对信号进行了两级差动

放大,INA2332 具有低功耗,低噪声的优点。

2.3 测量信号处理部分

软件采用一次滑动的方法对信号进行了滤波处理,为了更好的反映垂直震动的强度,系统将压力的变化转换为电压的变化率来刻画其剧烈程度。

3 监控端组成及原理

监控端由 485 通信模块,GSM 模块组成,其主要功能皆通过虚拟仪器开发软件 CVI 搭建的监控平台实现<sup>[6]</sup>。对于 GSM 模块,可以采用 AT 命令进行模块初始化、发送、读取信息、查询新信息等方面的控制<sup>[7]</sup>,监控端流程如图 2 所示。监控平台界面如图 3 所示。

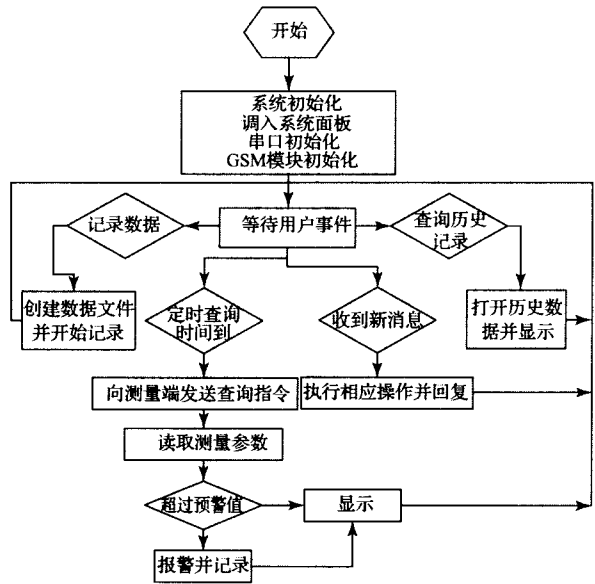


图 2 监控端流程图

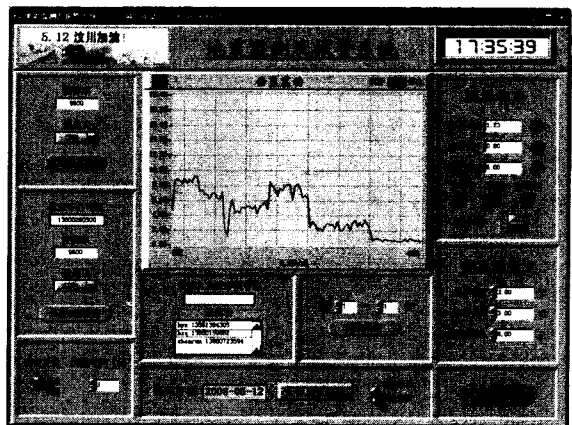


图 3 监控平台界面

3.1 系统初始化

程序开始运行时,将自动导入上一次关闭系统时的面板,包括通讯录以及震动预警值等系统参数,并在程序所

在的文件目录下创建或打开当日的数据存储文件。上述过程结束后,用户需完成系统与485模块和GSM模块的连接,以及GSM模块的初始化设置,包括设置波特率,信息中心地址,信息格式,打开新信息提示<sup>[8]</sup>。这里,信息格式有文本方式及PDU方式,文本方式是最直接迅速的模式,但不能发送中文短信,而PDU方式可以解决这个问题,但需编码,速度较慢。综合考虑系统要求与需要,本系统选用文本方式发送数据。当GSM模块及485模块正确连接后,打开各个计时器,系统初始化完成。

### 3.2 接收信息

监控端可接收用户发送的查询短信及设置短信,在接收到信息后,系统可进行短信回复,更改设置等相应操作。

### 3.3 接收数据与自动报警

监控端可定时向测量端发送查询信息,在收到测量端回复的数据后,将其进行显示及存储,并将读取的水位信息与用户设置的震动预警值进行对比,当超出预警值时,将自动报警。

### 3.4 查询新消息

系统初始化时,当打开新消息提示成功后,系统将开启秒表,定时查询串口数据信息的状态,如果检测到+CMTI:"SM",N的信息,系统将在用户面板上显示提示信息以及短信编号,以便用户查询。

### 3.5 查询历史纪录

为了方便用户管理,系统添加了历史纪录查询选项,每天,系统都会在程序所在的文件目录下建立数据文件,每当收到新信息时,系统会在数据文件中追加时间及现场状态信息。用户查询时,只需要输入要查询的日期,就可以调出当天的所有信息。另外由于SIM卡存储量有限,当旧的数据文件关闭时,当天的信息将全部删除,以释放SIM卡空间。

## 4 试验分析与结论

从调试阶段的测量数据可以看出,系统的测量误差均小于1.00%,精度高。地震的三维震动的XY方向水平角度测量数据见表1。垂直震动测量数据见表2。

表1 水平角度X和Y测量数据表

量角器所测数据 (角度)	监测仪所测数据 (角度)	误差
0	0.14	—
5	5.04	0.80%
10	9.96	0.40%
15	15.07	0.47%
20	20.06	0.30%
25	25.21	0.84%

表2 垂直震动(压力)测量数据表

震动等级	相对变化(%)	系统状态
0	0	不报警
Level 1	5~10	报警
Level 2	10~15	报警
Level 3	>15	报警

本系统的硬件、软件均已通过实验室动模实验。经测试,该装置具有低功耗、精度高、实时性好、运行稳定、通信快捷等优点。本研究项目在2008年四川省“TY”杯大学生电子设计竞赛中获省一等奖。

### 参考文献

- [1] 耿乃立. 地震预报应实现现代化监测预警[J]. 中国减灾, 2008, 10: 30-31.
- [2] 张晓峰, 王文太. 基于GPRS数字技术的地震监测系统[J]. 太原科技, 2009, 1: 69-70.
- [3] 郭明威, 朱家海. 压阻式压力传感器温度误差的数字补偿技术[J]. 仪表技术与传感器, 2008, 5: 76-77.
- [4] 朱翔明, 刘书朋, 陈林. 便携低功耗三维加速度采集卡的设计[J]. 电子测量技术, 2008, 10: 97-100.
- [5] 岳永哲, 赵战民, 李然. 一种数字式单片加速度传感器的原理与应用[J]. 国外电子测量技术, 2007, 7: 51-54.
- [6] 王景景. GSM Modem与单片机通信的开发与实现[J]. 电子测量技术, 2008, 4: 163-165.
- [7] 刘松, 赵忠, 孙学磊. 基于GSM的远程家庭智能监控系统设计[J]. 电子测量技术, 2009, 1: 88-91.
- [8] 王乐福, 孟立凡, 谭德坤, 权晓鹏. 基于LabWindows/CVI的低频振动测试系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2008, 2: 30-33.

### 作者简介

贺雨璇(1988-),在校本科生,专业方向为电气工程及其自动化。



陈润(1986-),男,在校本科生,专业方向为电力电子与电力传动。

朱特(1986-),男,在校本科生,专业方向为电力电子与电力传动。

黄治清(1958-),女,副教授,学士,研究方向为电力系统自动化、电网电能质量测控系统研制及虚拟仪器设计。