

高频微震震源预测系统设计

陈彦昇, 俞 健, 林煌超, 张水兵, 孙 永, 孙 凯

(云南大学 建筑与规划学院, 昆明 650500)

摘要: 震源的不同会出现多级震源, 在对震源进行预测过程中, 常规震源预测方法主要对峰值加速度分布进行分析, 存在对微震震源信号预测准确性差、耗时长的问题, 提出新的高频微震震源预测系统设计方法; 该系统硬件部分主要由震源信号采集模块、供电模块、主控模块、震源信息安全架构、通信模块及开关量传输接口模块组成; 详尽分析了各个模块的电路结构, 实现系统软件的构建; 实验结果证明, 利用改进方法所设计的高频微震震源的预测系统能够准确地定位并预测震源位置, 系统实用性高, 也降低了地震灾害给生活带来的损失。

关键词: 高频; 微震; 震源; 预测; 系统; 信号

Design of High Frequency Microseismic Source Prediction System

Chen Yansheng, Yu Jian, Lin Huangchao, Zhang Shuibing, Sun Yong, Sun Kai

(Department of Architecture and Urban Planning, Yunnan University, Kunming 650500, China)

Abstract: The source will appear in different multi source, the source of the forecasting process, routine seismic prediction method mainly carries on the analysis to the peak acceleration distribution of microseismic source signal prediction accuracy and time-consuming problems, put forward a new design method of high frequency seismic source prediction system. The hardware part of the system is composed of focus signal acquisition module, power supply module, main control module, source information security architecture, communication module and switch volume transmission interface module. The circuit structure of each module is analyzed in detail, and the construction of system software is realized. The experimental results show that the accurate positioning and prediction of earthquake location using prediction system designed by the improved method of high frequency seismic source, the practicability of the system, but also reduces the loss caused by the earthquake disaster to life.

Keywords: high frequency; microseismic; hypocenter; prediction; system; signal

0 引言

地震一直以来威胁着人们的生活以及财产安全, 地震的防治一直以来备受关注, 不同领域学者对此研究项目也加倍重视^[1]。一般震源预测先对采集到的震动信号进行分析、滤波、预处理以及一系列的运算, 但存在预测精度差, 过程过于复杂, 实用性不好, 所以不适合广泛应用^[2]。通过振动信号的采集传播过程的时间长短来得到目标位置, 由于地震发生地地质都较为复杂, 此类方法震源预测精度差, 只适用于较远位置, 如果所定位的目标较近, 那么信号传输时间很短, 则定位信息误差就会较大^[3-4]。

针对上述问题, 提出并设计了高频微震震源预测系统。通过实验分析表明, 采用改进方法设计的震源预测系统, 其运行时间、系统可靠度都要优于传统震源预测系统, 具有一定的优势。

1 高频微震震源预测系统整体设计原理

设计的高频微震震源预测系统主要由震源信息采集模块、供电模块、主控模块、振动信息安全架构、通信模块及开关量传输接口模块组成。

从图 1 可以看出, 通过信息采集模块对震源信息进行转换输入的信息量, 在通过预处理模块进行预处理, 降低无用振动

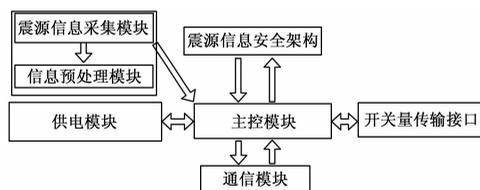


图 1 高频微震震源预测系统整体结构图

信息对高频微震震源预测系统的干扰, 通过主控模块完成系统各模块保护功能, 采用开关量输入接口与微机高频微震震源预测系统的并行接口联接的转换开关以及复位按钮, 或从外部引入的必须进行光电隔离的各种连片压板以及转换开关, 开关量的输出就是采用并行接口控制的跳闸出口、信号以及中央控制盘信号等^[5]。采用通信模块对震源预测系统间进行通讯联系, 资源共享及控制室远程操作等。采用震源振动信息安全架构, 提高系统保密性、完整性、可用性及可控性, 增加高频微震震源预测系统的有效性 & 安全性。

2 高频微震震源预测系统硬件设计

2.1 主控模块设计

在进行高频微震震源预测系统设计时, 要保证震源振动信息传输的可靠性及稳定性。本文选用 SAM-SUNG 公司生产的 16/32 位的 S3C2410 芯片^[6]作为主控芯片。内核采用 TOA920T^[7], 内部具有 2 个单独的 UART 控制器和分开的 16 KB 指令 Cache 及数据 Cache, 每个控制器支持的最高波特率为 230.4 kh/s, 结构如图 2 所示。

收稿日期: 2017-08-31; 修回日期: 2017-09-17。

作者简介: 陈彦昇(1992-), 男, 河北邯郸人, 硕士研究生, 主要从事工业工程方向的研究。

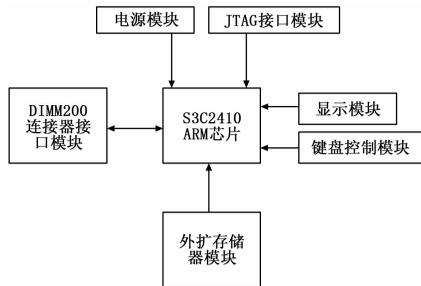


图 2 主控模块结构图

2.2 震源振动信息采集模块设计

高频微震震源预测系统中震源振动信息采集模块为最基础模块，外部 PT（二次侧电压）和 CT（二次侧电流）模拟量，通过小型交流电压及电流互感器转变为 3.53 V 的弱电信号，对耦合和噪声等采用输出端并联电容的形式，进行消除滤波，并将当前值显示在显示模块中^[8]。震源振动信息采集模块结构如图 3 所示。

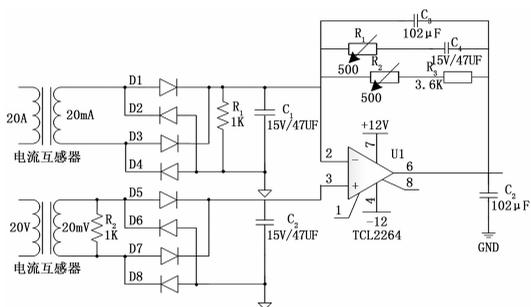


图 3 震源振动信息采集模块结构图

2.3 智能震源振动信息安全架构设计

智能震源振动信息安全架构的主要用途是为了增加震源预测系统震源振动信息安全性能，提高继电保护的准确性。此模块采用 MD5^[8] 信息关键词方法产生的震源振动信息关键词保证传输信息的完整性。在加密卡驱动程序驱动下，调取 SEC-API 的接口函数来实现与主控模块间的通信，通过 Socket 模块对 HOST 与加密模块间的通信，再利用 ODBC 驱动程序选取 SQL 函数^[9]，实现与震源振动信息模块间的通信。Socket 模块完成主机间的通信任务后，通过 IP 地址与端口完成对 HOST 身份识别，采用 SEC-AP 提供与信息安全加密及应用程序间接口，达到优化高频微震震源预测系统的目的，智能震源振动信息安全架构结构如图 4 所示。

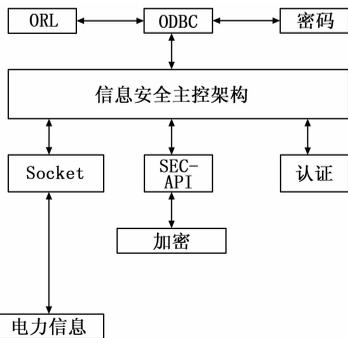


图 4 智能震源振动信息安全架构结构图

2.4 通信模块设计

为了达到实时通信的要求，采用双 CPU 结构进行通信。该通信模块采用的双 CPU 结构分别为通信 CPU 和保护 CPU，通信 CPU 主要根据采集的震源振动信息进行发送这种命令，以及对部分继电保护模块进行控制，保护 CPU 主要对接收到的震源振动信息进行计算和判断，并将结果传输给通信 CPU。双 CPU 结构模式可以提高继电保护各模块间的通信和处理能力，由于通信数据量较大，选择使用双口 RAM 器件进行 CPU 间的通信，通信模块结构如图 5 所示。

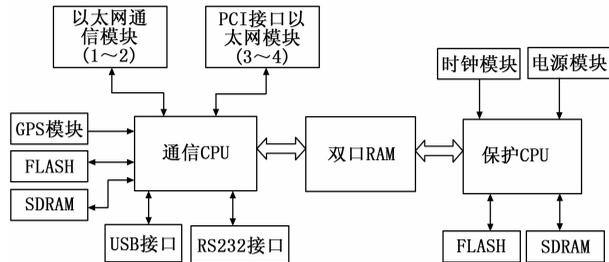


图 5 通信模块结构图

图 5 给出了设计的通信模块结构，此模块使用 RS232 和 USB 接口与外围模块进行通信连接，使用 FLASH 芯片和 SDRAM 芯片^[10]对通信所需信息进行存储及程序存储；采用 GPS 模块接收 GPS 脉冲对时信号，用于通信模块数据的同步；通信 CPU 与保护 CPU 之间采用双口 RAM 进行连接。

2.5 供电模块设计

供电模块采用 +24 V，±12 V，+5 V 数字电源，DC/DC 的开关模式进行组建，结构如图 6 所示。

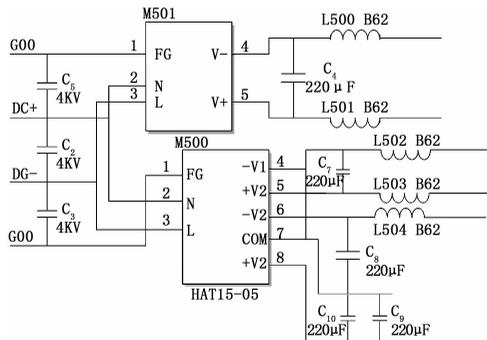


图 6 供电模块电路图

图 6 是供电模块电路原理图，采用第一级滤波，加入电源电路中，在其它模块接入 +24 V，±12 V，+5 V 时，再加入与第一级滤波相同的第二级滤波，构成供电系统，避免因电源线长短，所处环境而受到干扰。

3 高频微震震源预测系统软件设计

高频微震震源预测系统源代码，如下所示：

```

RXAENB;
TXAFLAG = False;
{
function CProgTypeObj(vSelfId, vParentId, vDirName, vPriLevel,
vNumOfChild, vGroupId)//震源振动信息采集
this. SelfId = vSelfId;
}
this. ParentId = vParentId;

```

```

this.DirName=vDirName;//震源振动信息预处理
{
COLORREF m_clrBack; //记录前次的震源振动信息
if(lpDIS->itemState & ODS_GRAYED&&! original_select_disabled){
if(TEMP1<30)TEMP1=0;//震源振动信息预处理
for(j=m_SubVtr.begin();j!=m_SubVtr.end();++j)
{
make distclean; //分析震源振动信息特征
make menuconfig; //限时速断
make TARGET_ARCH=TOA;//限时限时速断
Inverse();//过负荷
.....
}
TOATargetInit() //通信任务
{
TEMP2 = (TEMP1>>15) * (INT32U)COEF[j];
<cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer
<cim:Naming.name>CN-Bbh110Z1</cim:Naming.name> //
每 4 次执行一次
{
<cim:ConnectivityNode.MemberOf_EquipmentContainer
rdf:resource=" VL-bh110KV"/>;
}
<ValueType>Hex</ValueType>
<Range>0000-FFFF</Range>
TaskCode = TaskCode | 0x1000; //task01 检测信息,优先级介于
0 和 1 之间
break;
case 25:
TaskCode = TaskCode | 0x0200; //速断
break;
default:
break;
}
}
}
}

```

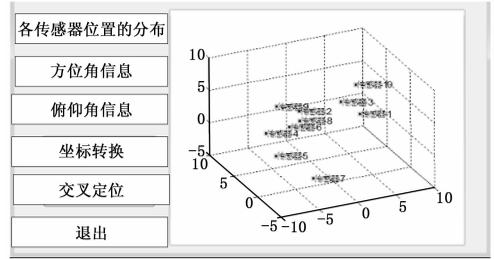


图 7 传感器位置分布显示

间及可靠性方面的对比实验,结果如图 8、图 9 所示。

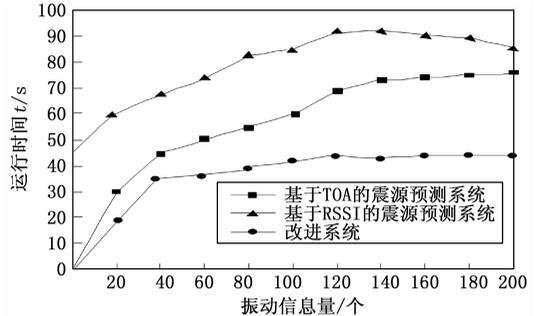


图 8 不同震源预测系统运行时间对比结果

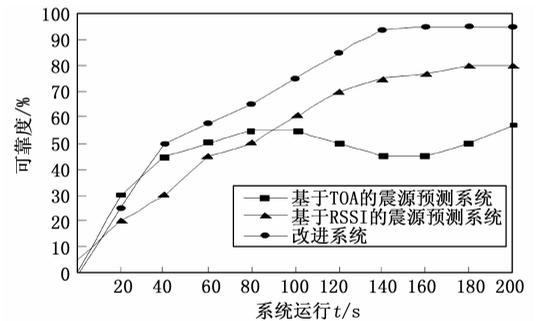


图 9 不同系统可靠性对比结果

4 实验结果分析

为了验证改进设计的高频微震震源预测系统有效性及可行性,需要进行实验对比分析,实验参数如表 1 所示。

表 1 实验参数

设备名称	型号	编号	功能
标准测试源	DK-51B	NY1606006	动态模拟
输入输出模拟器	KT-3	O3190635052	动态模拟
钳形表	YF800	O3020227009	测量电流
多功能数字万用表	8840A	O3190212028	测量电压

对于震源振动信息的采集无疑需要很多传感器,经过多次测试,所设计的系统共需要 10 个传感器来采集不同位置不同频率的振动信号,本次实验简单明了的将传感器位置显示在三维空间中,具体传感器分布位置如图 7 所示。

通过三维传感器显示过程,可以调传感器位置,来采集不同区域震源信号,使得震源预测精度更为准确。

实验以基于 TOA 下高频微震震源预测系统、基于 RSSI 的高频微震震源预测系统与改进系统为对比,进行系统运行时

从图 8 可以看出,在震源振动信息量不定的情况下,采用基于 TOA 的高频微震震源预测系统时,其运行所需时间随着信息的增加而不断提高,尤其在震源振动信息量从 0 涨到 60 时,运行时间迅速增加,导致其平均运行时间约为 47.64 s;采用基于 RSSI 的高频微震震源预测系统时,其平均运行时间约为 77.9 s,且随着震源振动信息的增加急剧增加,虽然有出现运行时间降低的情况,但对整体系统而言未造成多大影响;采用改进系统时,其平均运行时间约为 37.27 s,相比基于 TOA 的高频微震震源预测系统、基于 RSSI 的高频微震震源预测系统分别降低了 10.37 s, 40.63 s,具有一定的优势。

从图 9 可以看出,在运行时间不定的情况下,采用基于 TOA 的高频微震震源预测系统时,其系统平均可靠度约为 43.64,且随着运行时间的增加而不断提高,但在运行时间为 100~140 时,出现急剧下降,在维持短暂稳定后,又在 160~200 时出现上升状态,导致高频微震震源预测系统稳定性较差;采用基于 RSSI 的高频微震震源预测系统时,系统平均可靠度约为 53,且随着运行时间的增加急剧增加,虽然系统可靠度一直在上升状态,但其整体系统可靠度相比改进系统可靠 (下转第 147 页)