

一种遥测地震数据采集系统

王美英

(东南大学无线电系 南京·210018)

研制了一种遥测地震数据采集系统,它区别于常规的用长缆向中心站传送信号的系统。研制的采集系统具有6个电声传感器,采用模块化设计,具有抗干扰性强,使用方便的优点。采用多个这样的系统可实现三维地震数据测量。实验结果表明,系统远离中心站14km内均能正常工作。

A data collective system used in telemetry seism

Wang Meiyang

(Department of Radio, South-east University)

A data collective system used in telemetry seism has been developed. It is different from conventional system that is transmitted to center recording station by long cables. It has six electro-acoustic sensors (geophones). Being modular designed it has many advantages such as anti-interference and convenience. Several of such system can be used to carry out three dimensional measurement of seismic data. The test results show that radio collective system works well within a distance of 14km from the center station.

1 引言

随着地震勘探技术的发展,对勘探仪器的要求日益提高,需要使用具有更高空间密度和更高时间密度的高灵敏度、高抗干扰能力、高信噪比的地震数据采集系统,亦即要求系统有更多的道数和更高的采样率,特别是在三维地震勘探方法的应用日益增多的趋势下,对采集道数要求也越来越多。

本文介绍的六道地震数据采集系统就是为应用三维地震勘探方法寻找石油地质构造而研制的。它既适用于炸药震源又可以应用可控震源。如每条测线用10个这样的采集系

统,则可实现四条测线的240道的数据采集,可进行大面积的三维勘探。

2 采集系统方案

常规的地震勘探仪器是把地震模拟信号的调整线路和采集系统都集中在仪器车上^[1]。多道电声传感器的传送电缆是暴露在野外环境下,其上传送的模拟信号受到各种干扰引起畸变。在电缆上会造成一定的道间串扰;在长缆上的模拟信号还会受到工频电网、天电和各种电磁干扰。特别是声传感器离开仪器车远近不同,因而阻抗和输入电容不同,造成电缆不平衡致信号畸变。

收稿日期: 93-3-2; 修回日期: 93-3-25

本文介绍的遥测数据采集系统是将数据采集单元分散到各测量点上,通过无线电收发信号将数字信号传送到仪器车上的中心记录系统上^[3,4]。这种分布式遥测系统的优点是省去了粗大笨重的电缆,实现了彻底的数字化,克服了上述缺点。

整个采集系统采用模块化设计方案,系统分三大部分,八大模块。三大部分即:基带部分、信道部分和电源部分。其中,基带部分由输入滤波及测试模块(input filter and test—IFT),信号调理放大模块(signal condition amplifier—SCA),浮点放大模块(floating point amplifier—FPA),控制模块(controller),存储器及数据发送模块(memory and data output—MDO),共五大模块组成,信道部分由发射机模块(TRA),接收机模块(REC),接口板模块(interface),三大模块组成,电源部分由电源模块(power supply)组成,采集系统功能框图示于图1。

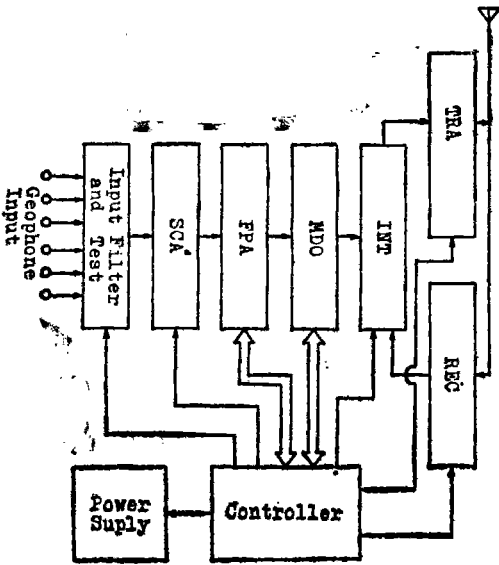


图1 采集系统功能框图

下面仅就涉及整体方案的基带部分采集时间分配问题加以讨论。

根据系统性能指标要求,采集系统的采样周期为1ms,2ms,4ms。以1ms采样周期为

例,每道数据的采样时间为125 μ s。在125 μ s时间内,除了要完成A/D转换,CPU还要根据信号的大小对浮点放大器进行增量调整,对采集数据进行主放漂移运算、排序等工作,其中,16位A/D转换器(ADC/2015)的最快转换周期为95 μ s,在时钟为6MHz时,CPU(80C31)的机器周期为2 μ s,指令周期一般为4 μ s,要在125 μ s期间完成上述工作,时间很紧:因我们只采用一对信道,基带部分须开辟一大容量(128kbyte)数据缓存区,从表面看解决这个问题并不困难,但经仔细分析我们意识到这是十分关键的问题。

80C31CPU最大可直接扩展64kbyte的外部数据区,如果要将128kbyte的存储区直接挂在CPU的地址线上,必须采用地址复用的方法,这样,在采集数据时,CPU势必花费时间来进行地址判别,以便适当时候完成地址切换工作。只要粗略的计算就可知,采用这种方法,125 μ s是不够的。

在此我们采用了一种简单而又实用的方法:地址计数法。因为数据的存取都是顺序进行的,因此,存储器的地址由硬件地址计数,CPU给存储器两固定的口地址,只需对存储器口地址进行两次读写工作就可完成数据的存取。

在采集数据的时间利用方面,我们还可从软件设计方面采取措施,合理利用A/D转换周期期间跟踪/保持时间内的时间间隙,在采集当前数据的同时,对前几周期采集的数据进行处理,提高了时间的利用率。采取该措施后,经过计算,每道125 μ s的采样时间略有盈余。

3 基带部分的功能

由震源激发的人工地震波,经过地下深部各地层反射回来,被分布在地面上的六道电声传感器接收,变为模拟电信号,基带部分的功能就是将模拟信号进行放大滤波,增益调整并数字化为16位浮点字加以存储。

表 1 增益台阶计算精度

主放增益台阶	增益台阶精度 %
4 ⁰	0.047
4 ¹	0.075
4 ²	0.0805
4 ³	0.108
4 ⁴	0.114
4 ⁶	0.1415
4 ⁶	0.1475
4 ⁷	0.175

4 性能试验结果

在采集站性能测试中,我们选择了两项具有代表性的测试项目: A/D转换器的测试和整机性能的测试。

A/D转换器的测试,用以检查采集站ADC性能、漂移和噪声,利用得到的校正值检查ADC的线性度,测试信号在程序控制下,从-8.192V变到+8.192V共有29阶,实测如表2所示

从ADC测得258次采样值,则漂移计算为:

$$\text{off} = \frac{1}{258} \sum_{i=1}^{258} F_i (\text{mV})$$

噪声平均值也由258次采样值来计算,
avg noise(平均噪声)

$$= \frac{1}{258} \sum_{i=1}^{258} |F_i - \text{off}| (\text{mV})$$

A/D转换的线性度测量可从-8191mV到+8191.75mV,每一台阶取258次采样(F_i)值,并取各个值的平均值,

$$\text{avg} = \left(\frac{1}{258} \right) \sum_{i=1}^{258} F_i,$$

$$\text{corv} = \text{avg} - \text{off}$$

$$\text{error}(\%) (\text{误差百分率}) = \frac{\text{corv} - \text{tu}}{F_s \times 100}$$

其中: corv——校正后的平均值

输出数据速率为128kbit/s,输入命令速率为1.2kbit/s,码型为单极性不归零码(NRZ)。地震信号的有用频带为3~250Hz,来自声传感器的信号从几 μ V到几百mV,并混有噪声。为了去除无用信号,模拟信号处理部分必须有高通、低通及陷波滤波器。为了扩大采集系统的动态范围,采用了浮点放大器。

输入滤波及测试模块的功能是对声传感器输入的信号进行共模滤波,把300Hz以上无用频谱成分滤掉。每个声传感器的输入分别由二极管和滤波网络给予保护,以防静电放电和过压干扰。该模块还用以对传感器的泄漏响应和冲击响应进行测试。

采集系统共有三个信号调理放大器,每个容纳两个地震通道,每道各有一个可遥控选择增益(18db, 36db, 48db)的前置放大器、抗混滤波器、高通滤波器和陷波滤波器。

抗混滤波器为一低通滤波器,它把较高的频谱分量滤除,以免在取样时发生频谱混迭。为适应四种不同的采样间隔的要求,抗混滤波器截止频率可遥控为62.5Hz、125Hz和500Hz。

高通滤波器的截止频率和斜率分别为8Hz, 12Hz, 24Hz, 32Hz和18dB/OCT,以滤除直流和无用的低频成分。

浮点放大器以四倍为台阶,自动地对增益调整,扩大信号的动态范围,减少A/D的量化噪声,因而减少了信噪比的损失,浮点放大器各增益台阶计算精度如表1所示。

控制模块是中心站管理部件与采集系统的接口,也是采集系统的控制中心,其控制功能是由80C31单片微机完成的,它负责接收来自中心站的各种命令,然后根据命令的要求,产生一系列控制信号,去控制采集站各部分电路工作,它还对浮点放大器加一个校正电压来消除其直流漂移,然后把每一个采样数据和增益阶码格式化成16位字,进行存储和传输。

表 2 A/D测试结果

A/D	TEST	1-01	SN:0000	PASS...
-8191.00	-8192.00	-8191.21	-0.00	
-4096.00	-4099.46	-4098.67	-0.03	
-2048.00	-2048.43	-2047.64	0.00	
-1024.00	-1023.68	-1022.88	0.01	
-512.00	-512.70	-511.91	0.00	
-256.00	-256.99	-256.20	-0.00	
-128.00	-128.86	-128.07	-0.00	
-64.00	-64.81	-64.02	-0.00	
-32.00	-32.86	-32.07	-0.00	
-16.00	-16.83	-16.03	-0.00	
-8.00	-8.83	-0.03	-0.00	
-4.00	-4.00	-4.00	0.00	
-2.00	-2.82	-2.03	-0.00	
-1.00	-1.79	-1.00	0.00	
0.00	-0.79	0.00	0.00	
1.00	-0.17	0.62	0.00	
2.00	1.09	1.00	-0.00	
4.00	3.14	3.93	-0.00	
8.00	7.09	7.88	-0.00	
16.00	15.10	15.90	-0.00	
32.00	31.10	31.98	-0.00	
64.00	63.15	63.95	-0.00	
128.00	127.11	127.90	-0.00	
256.00	255.17	255.96	-0.00	
512.00	511.47	512.26	0.00	
1024.00	1023.64	1024.43	0.00	
2048.00	2047.84	2048.63	0.01	
4096.00	4095.17	4095.97	-0.00	
8191.00	8191.73	8192.52	0.01	
true	avg	coravg	%error	
max err:	-0.03%Fs	limit:	0.05%	
offset:	-0.79mV	limit:	2.5mV	
avg noise:	0.21mV	limit:	2.5mV	
cmd-O.K,status-O.K,prrrity err-0000				
serial :0000				
array terminal :1-01				

tu——所测增益的实际值

Fs——满标8192mV

表(2)为实测的打印结果,表中提供了实测值(true),平均值(avg),校正平均值(cor avg)和误差百分率(error%),还打印出平均噪声(avg noise),漂移(offset),最大误差(max err)和极限值(limit),最后将命令(cmd)、本站地址串号(serial),采集站的自检状态(status)返回中心站,中心站判断正确即打OK和PASS。

整机测试是在下列情况下进行的:主机

天线增益为7.6dB,发射功率为10W,接收灵敏度为4μV;采集站天线增益为5.8dB,发射功率为8W,接收灵敏度为1.5μV。试验结果:采集系统离主机14km之内均能正常工作,误码率为10⁻⁵。

图2为实测地层剖面图,从记录中可看出爆炸信号初始及终了时,工作道均较正常,所得地层剖面图信噪比较高,波组特征清晰,层次齐全,地质现象清楚。

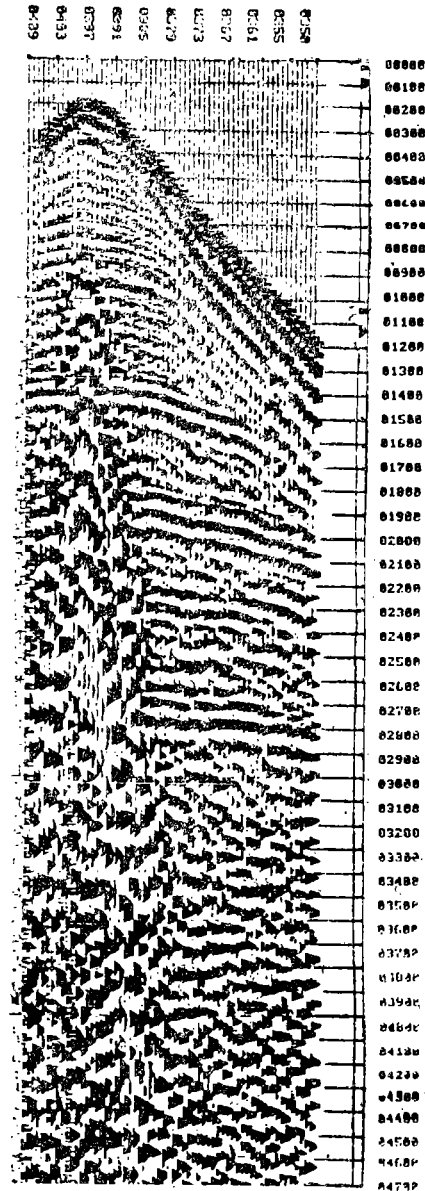


图2 地层剖面图

中国环保产业协会噪声与振动控制专业委员会成立

中国环保产业协会噪声与振动控制专业委员会成立大会于1993年6月20~21日在浙江省肖山市召开,来自全国各地的从事噪声与振动控制专业的设计、科研、生产、安装及经营工作的43个单位近60名代表参加了会议。肖山市副市长、杭州市环保局等有关领导到会祝贺。

许多单位热烈踊跃地交流了信息和经验,还邀请了国家劳动部劳保所吴卫彬研究员作了噪声与振动控制国内外发展动态专题介绍。

大会产生了中国环保产业协会噪声与振动控制第一届专业委员会组织机构,包括19名常委,其中5名正副主任、5名正副秘书长和2名专家组正副组长。

由章奎生同志担任专业委员会主任委员,由战家恺同志任秘书长,吴卫彬同志任专家组组长。确定了“服务、开拓、协作”六个字作为专业委员会的工作宗旨,初步提出了召开专题研讨会、信息发布会、组织编制行业技术标准、专家下厂技术服务、编印简讯、参与筹备将于今年10月在合肥召开的第六届全国噪声与振动控制工程学术会议、进一步发展会员、颁发委员单位证书等共八个方面十二项工作,代表们经过热烈讨论,对今后工作提出了许多宝贵意见。相信噪声与振动控制委员会在今后的工作中一定会作出更大的成绩,为我国环保产业作出更多的贡献。

(本刊讯)

参考文献

- 1 法国SERCEL公司. SN348. SN368有线遥测仪说明书, 1978年
- 2 WAV—III Telemetry seismic recording system AMF Geo Space Corporation, 1985
- 3 Array terminal unit AMF Geo Space Corporation 1985
- 4 Opseis 5510 CRS maintenance manual, Applied Automation Inc 1982
- 5 Opseis 5520 RTU maintenance manual, Applied Automation Inc, 1982
- 6 [美]麦格林. D.R薛锋译, 分布处理和数据通信. 国防工业出版社, 1983
- 7 [美]威廉C.Y李. 移动通信原理, 科学技术文献出版社, 1990