

# 模拟磁带记录仪MCD—3和解调器CBY—2 的改装及其在工程地震上的应用

杨成林 廖其林 邱陶兴 郑德刚

(福建省地震局地震研究所, 福州)

**摘要:** 本文主要介绍模拟磁带记录仪MCD—3 及其解调器CBY—2 系列的一种行之有效的改进法。该方案配以IBM—PC/XT计算机硬软件, 能实现宽频多道数字采集与处理。改装结果在工程地震方面获得广泛的应用, 取得明显的经济效益。

**关键词** 工程地震 MCD—3 CBY—2 仪器改装及应用

## 一、引言

随着地震工程与其它工程测试技术的发展, 其测试仪器也在飞速发展。传统的可见记录方式已经过时, 而模拟方式的记录也正逐渐被淘汰, 取而代之的是各种各样的数字仪器。为了工程测试的需要, 配合IBM—PC/XT计算机, 我们改装和改进了现有仪器设备—模拟磁带记录仪MCD—3 及其解调器CBY—2, 解决了实际测试的需要。下面就 MCD—3 型模拟磁带记录仪和CBY—2 型解调器的改装和改进作一介绍。

## 二、基本原理

MCD—3 型记录仪和CBY—2 型解调器原只适用于人工地震测深, 其频带很窄,

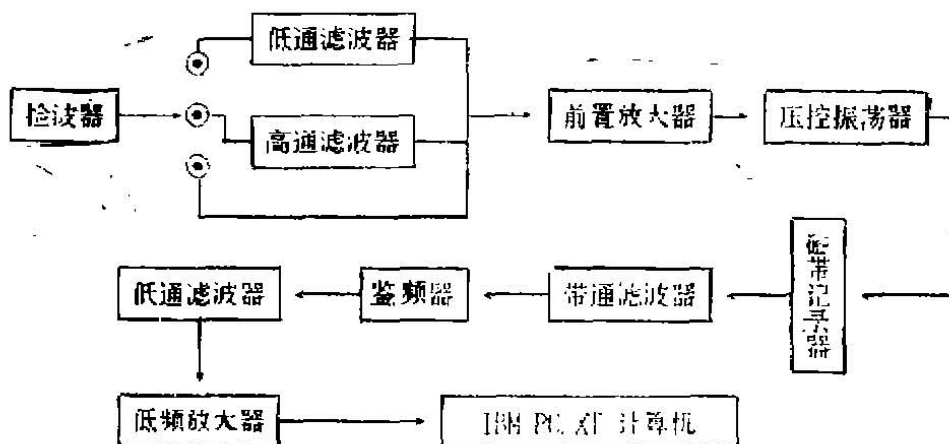


图1 系统原理方框图

Fig. 1 Principle of the system

仅为 1——30Hz。但该仪器具有高集成度、多道和体积小重量轻等便携式的特点。利用这些特点进行改进，主要是通过频带的拓宽、增益的调整并增加有源滤波等，以适应工程地震及其它测试中所要求的宽频响、大动态。该系统改装后的具体流程框图见图 1。

### 三、方案实施

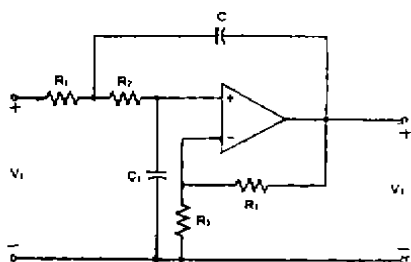
#### 1. 系统的改装

##### (1) MCD—3 模拟磁带记录仪

MCD—3 型模拟磁带记录仪主要是由前置放大器、压控振荡器、石英晶体振荡器和录音机芯等组成。主要是改装其调制部分和放大部分，并增添了多道有源滤波。

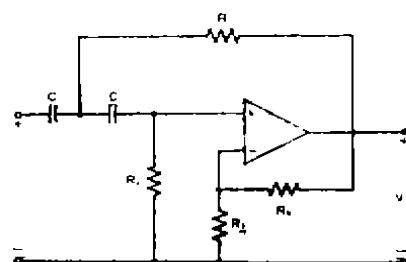
##### 1) 多道有源滤波

根据多次野外实测表明，在检波器之后增加一个多道有源滤波是必要的，这有利于系统进行不同频段的选择，进一步减少干扰。为此我们设计了低通、高通滤波器，致使系统具有三个频段选择，即低频段、高频段和全频段。具体电路图如见图 2、3 所示。



主要参数：  
 $f_c = 70\text{Hz}$      $G = 1$      $C = 0.1\mu\text{F}$

图 2 二阶压控源巴特沃斯低通滤波器  
 Fig. 2 Bartwas low pass filter of second-order press control source



主要参数：  
 $f_c = 70\text{Hz}$      $G = 1$      $C = 0.1\mu\text{F}$

图 3 二阶压控源巴特沃斯高通滤波器  
 Fig. 3 Bartwas high pass filter of second-order press control source

##### 2) 前置放大器

主要进行必要的增益调整，并拓宽各放大部分的频响宽度。改进后的放大增益具有以下几个档次：不放大、十倍放大、五十倍放大和一百倍放大，而且各放大挡的频带拓宽至 350 Hz 左右。具体电路见图 4。

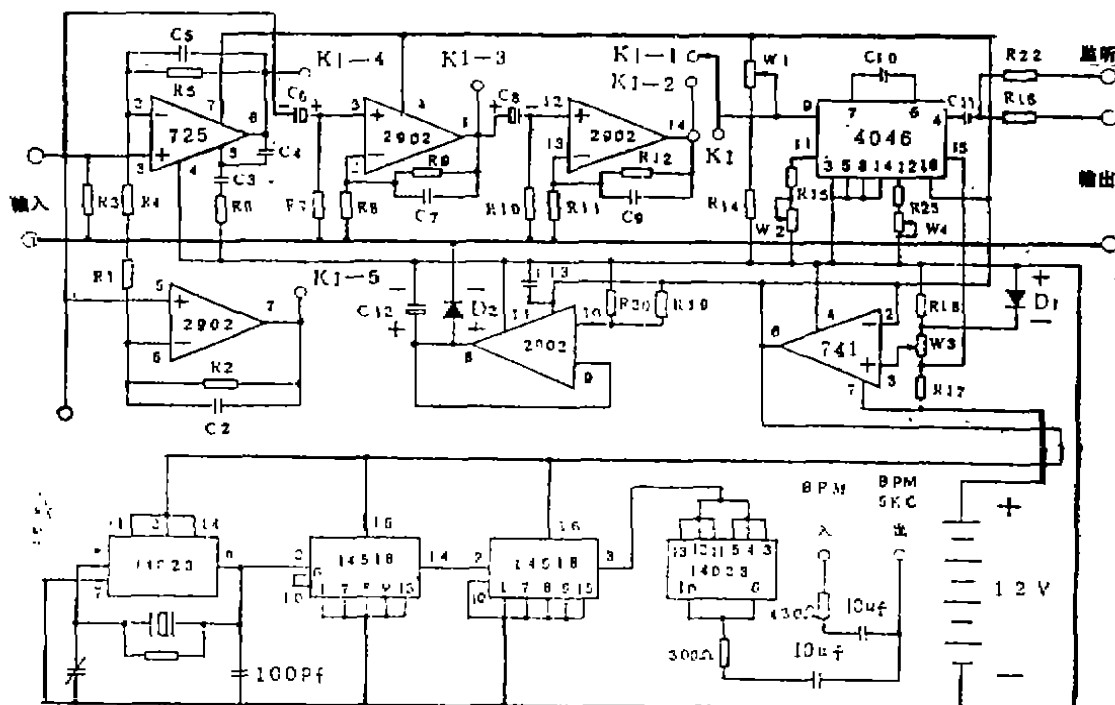
##### 3) 压控振荡器

由于原系统带宽仅 30 Hz，远不能满足工程地震的需要。经多方尝试发现：通过提高相应中心调制频率及其频偏，并稍作调试即可达到令人满意的效果。具体电路也如图 4 所示。

##### (2) CBY—2 型解调器

CBY—2 型解调器主要是由无源分路滤波、鉴频、低通和低频放大等组成。主要改进的有分路滤波、鉴频低通滤波和低频放大等部分。

##### 1) 分路滤波器



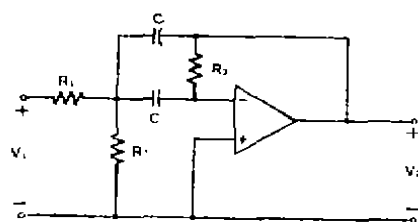
电路主要元件值:

$R1-R7-R8-R10-R11-R15-R19-R23=30K$ ;  $R2-R9=270K$ ;  $R3=1M$ ;  $R4=100$   
 $R5=10K$ ;  $R6=51$ ;  $R12=120K$ ;  $R14=20K$ ;  $R17=10K$ ;  $R18=100K$ ;  $R20=24K$   
 $R16-R22=5.1K$ ;  $C3=0.1\mu$ ;  $C4=22\mu$ ;  $C5=6\mu$ ;  $C6=C8=C11=4.7\mu$   
 $C10=5000P$ ;  $C7=1\mu$ ;  $C9=470$ ;  $C12=C13=100\mu$ ;  $W1=W3=22K$ ;  $W2=W4=100K$

图4 前置放大及压控振荡器的单道电原理图

Fig. 4 Principle of single channel electricity at the pre-amplifier and the press control oscillator

该部分原系统是采用无源滤波形式，电路较为繁琐。改进时选用有源滤波，并相应设计了一个无限增益多路反馈式带通滤波器。中心频率5 KHz，以匹配经改装后的MCD-3型记录仪。如图5电路。



主要参数:

$f = 2 \text{ KHz}$

$f_0 = 5 \text{ KHz}$

$G_0 = 2$

图5 无限增益多路反馈式带通滤波器

Fig. 5 Bandpass filter of multi feedback in indefinite gain

## 2) 鉴频低通滤波器

只稍作调整,并以有源滤波方式替代了原系统的无源滤波,拓宽频带到500Hz。电路也如图1。此略。

## 3) 低频放大器

也只稍作调整,使信号回放后的增益适宜。此略。

### 1. 系统改装前后的参数对照

经详细标定检测,改装前后主要技术指标对照表如下:

系统参数类别	改装前系统参数	改装后系统参数
输入噪音	1 $\mu$ v	1 $\mu$ v
输入阻抗	200K $\Omega$	200K $\Omega$
最大不失真输出	2.5v	2.5v
频率响应	1—33Hz	1—350Hz
中心频率	100 $\pm$ 30Hz	5000 $\pm$ 30Hz
载波调制频偏	f <sub>c</sub> $\pm$ 600Hz	f <sub>c</sub> $\pm$ 800Hz
晶体振荡频率	5 KHz	5 KHz
线性失真度	5 %	5 %

## 四、讨论总结

(1) MCD—3型记录仪和CBY—2型解调器本不属于同一系统,不能混用。为了解决它们的匹配问题,我们除了作上述的改动外,还在CBY—2解调器的输入前增设了通道选择,使MCD—3记录仪的多道输出转换成单道,以便逐一解调。

(2) 该系统近二年来已在福建省炼油厂场地的稳定性评价工程以及福州、厦门、漳州等地的桩基检测和抗震测试中得以广泛应用。该系统具有宽频、多道、动态范围大、时间精度高等特点,完全能满足桩基检测与其它工程测试的需要。

(3) 由于采用了IBM—PC/XT计算机作数据采集与处理,所以可实现实时的采集、处理,并提供实时测试结果。该系统比DZQ—3轻便浅层仪和RSM检测仪有更为广泛的用途。

(4) 该系统采用的ADC 6型模数转换板具有16道A/D转换功能,而目前仅利用了其中的三道,所以我们准备在三道的基础上进一步的拓宽系统频带,以实现更多道数的数据采集和处理。

## 参 考 文 献

1. [美] D·E约翰逊、J·K·希尔伯恩著,有源滤波器的快速实用设计
2. [美] P·R·格雷, R·G迈耶著,模拟集成电路的分析与设计
3. 广东省地震局测震研究室, MCD—3模拟磁带记录地震仪说明书

# REFITMENT OF ANALOGUE MAGNETIC TAPE RECORDER MCD-3, DEMODULATOR CBY-2 AND THEIR APPLICATION IN ENGINEERING SEISMICS

Yang Chenglin, Liao Qilin, Qiu Taoxing and Zheng Degang

(Seismological Bureau of Fujian Province)

{Abstract} This Paper introduces a effective method of improving the analogue magnetic tape recorder MCD—3 and the demodulator CBY—2. As this instrument includes a hardware and software of IBM—PC/XT computer, so it can carry out full—frequency range and multi—channel digital and data processing. As a result, this instrument is very useful in engineering seismics, therefore, distinct economic result are got.

{Key words} Engineering seismics, MCD-3 and CBY-2, Refitment of the instrument and its application

## 欢迎订阅《华南地震》杂志

《华南地震》是广东省地震局主办、《华南地震》编辑委员会编辑，广东科技出版社出版的地震学及有关学科的学术性刊物（季刊），向国内外公开发行人。

一、本刊宗旨：发展学术、交流经验、传播信息；促进地震学与相关科学的结合；促进大华南地区及全国地震科研、测报、防抗事业的发展；为我国四化建设服务。

二、刊登内容：地震学、地震地质、地震前兆、地震观测技术、工程地震、结构抗震、诱发地震（含水库地震）、和地震科技管理与决策等方面的科技论文、研究报告，适量刊登科技简讯及港、澳、台地区和东南地区的优秀文章。

三、读者对象：（1）从事地震科研、测报、防震工作的科技人员和管理人员；（2）地质、环保、国土、水电、基建等政府事业部门的防震减灾专业的技术人员和管理人员；（3）大专院校有关专业的教师和学生。

四、订阅办法：国内订购处：广州市先烈中路81号大院《华南地震》编辑部（邮政编码510070），全年4期，每期定价3.5元（含邮费），全年14元。国外订购处：中国出版对外贸易总公司（北京782信箱）。

《华南地震》编辑部