

试 用 教 材

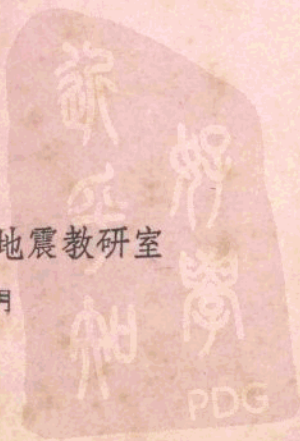
地震勘探仪器

(石油物探专业用)

王桂荣 编

武汉地质学院地震教研室

1985年8月



地震勘探仪器

编号85—48 (内部交流)

出版发行：武汉地质学院教材科

印刷：武汉地院印刷厂

责任编辑：赵蓓蓓

校 对：

印 数： 出厂日期：

前 言

本教材是根据地质矿产部1981年教材会议制定的《地震勘探仪器》教材编写大纲，在我校《地震勘探仪器》教材第一稿的基础上，经过两年教学实践并参考《DFS—V数字地震仪》和其他院校的有关教材修订编写而成。

全书共分三篇，第一篇概论，介绍了地震仪器的发展概况和线性系统的基本理论；第二篇地震检波器，介绍了地震检波器的种类、结构、工作原理、特性分析和参数测定；第三篇数字地震仪，以DFS—V数字地震仪为主，分记录系统、回放系统和控制与显示系统，介绍了数字地震仪的基本组成和工作原理。有些较深的部份作为附录给出。全书共有插图170幅，约20万字，可供石油物探专业和各種石油物探短训班、培训班60—80学时教学，也可供有关人员参考自学。

本书由王桂荣讲师主编，第一篇第四章由陈才军讲师编写。经苏子栋副教授主审，赵蓓蓓助教责任编辑。全部附插图由我校绘图室清绘。

本教材由于编写时间仓促，编者水平有限，会有错误和不妥之处，请读者批评指正。

目 录

第一篇 概论

第一章 地震勘探仪器的一般概念	(1)
第二章 地震记录仪的发展概况	(3)
§1 光点地震仪阶段.....	(3)
§2 模拟磁带地震仪阶段.....	(4)
§3 数字地震仪阶段.....	(6)
§4 数字地震仪发展概况.....	(6)
4.1 常规数字地震仪.....	(6)
4.2 多道遥测数字地震仪.....	(7)
4.2.1 有线传输多道遥测数字地震仪.....	(7)
4.2.2 无线电传输多道遥测数字地震仪.....	(9)
4.3 展望.....	(9)
第三章 数字地震仪的一般原理和组成	(10)
§1 地震信号的放大与滤波处理.....	(10)
§2 地震信号的数字化.....	(10)
§3 地震数据的编排.....	(10)
§4 地震数据的写入.....	(10)
第四章 对地震勘探仪器的基本技术要求	(13)
§1 近源效应.....	(13)
§2 地层效应.....	(14)
§3 对地震勘探仪器的基本技术要求.....	(15)
3.1 记录长度.....	(15)
3.2 计时准确度.....	(15)
3.3 地震道数.....	(16)
3.4 振幅频率特性.....	(16)
3.5 相位频率特性.....	(16)
3.6 一致性.....	(16)
3.7 仪器的动态范围.....	(17)
3.8 谐波畸变.....	(17)
3.9 系统的噪声.....	(17)
第五章 线性系统的基本理论	(18)
§1 信号、网络与系统.....	(18)

1.1	信号	(18)
1.2	网络与系统	(18)
1.3	系统的分类	(18)
§2	线性系统的基本性质	(19)
§3	线性系统的固有过程 (零输入响应)	(21)
§4	线性系统的强迫振动 (零状态响应)	(21)
4.1	频域分析法	(21)
4.1.1	线性系统的复变频率特性	(22)
4.1.2	线性系统的零状态响应	(22)
附录 1:		(25)
§1	卷积积分法	(25)
1.1	单位冲激函数和单位冲激响应	(25)
1.2	卷积积分	(26)
§2	杜阿密尔积分法	(26)
2.1	单位阶跃函数和单位阶跃响应	(26)
2.2	杜阿密尔积分	(28)
§5	线性系统的某些技术指标	(33)

第二篇 地震检波器

第一章	地震检波器的基本理论	(34)
§1	概述	(34)
§2	动圈式检波器的结构原理	(35)
§3	动圈式检波器的运动微分方程	(35)
§4	动圈式检波器的复变频率特性	(37)
4.1	动圈式检波器的振幅频率特性和相位频率特性	(37)
4.2	动圈式检波器的特性分析	(39)
§5	动圈式检波器的固有振动	(39)
§6	地震检波器参数的选择	(41)
第二章	地震检波器参数的测定	(43)
§1	频率特性的测定	(43)
§2	固有频率的测定	(44)
§3	机电耦合系数的测定	(44)
§4	补充讨论	(44)

第三篇 数字地震仪

第一章	概述	(47)
第二章	记录系统	(49)
§1	大线滤波器	(49)
§2	前放滤波电路	(50)
2.1	前置放大器	(50)

2.2	滤波器	(51)
2.2.1	低截止滤波器	(52)
2.2.2	高截止滤波器	(54)
2.2.3	陷波器	(56)
2.3	前放滤波电路的技术指标	(57)
§3	地震信号的离散化和多路编排器	(58)
3.1	地震信号的离散化——采样	(58)
3.1.1	采样原理简介	(58)
3.1.2	假频现象	(59)
3.1.3	去假频滤波	(61)
3.2	多路编排器	(61)
§4	瞬时浮点放大器(主放)	(63)
4.1	浮点制记录与瞬时浮点放大器的功能	(63)
4.2	SN338B瞬时浮点放大器的组成、工作原理及其特性	(64)
4.3	DFS—V瞬时浮点放大器	(66)
4.3.1	电路组成及其工作原理	(66)
4.3.2	单元电路	(68)
4.3.2.1	增益放大级	(68)
4.3.2.2	增益比较器	(70)
4.3.3	增益调节方法	(72)
4.3.4	DFS—V瞬时浮点放大器的工作方式及其控制	(72)
4.3.4.1	“IFP”浮点增益方式	(73)
4.3.4.2	固定增益方式	(73)
4.3.4.3	静态调零工作方式	(74)
4.3.5	DFS—V瞬时浮点放大器的主要技术指标	(74)
§5	模拟—数字转换器(A/D)	(74)
5.1	A/D转换器的转换原理和基本组成	(74)
5.1.1	转换原理	(74)
5.1.2	基本组成	(75)
5.2	单极性比较的A/D转换器电路	(76)
5.2.1	二采保持电路	(76)
5.2.2	单极性电平变换器	(78)
5.2.3	数—模网络	(78)
5.2.4	数码寄存器和电压比较器	(80)
5.2.5	变码器	(80)
5.2.6	控制逻辑	(80)
5.2.7	举例	(80)
5.3	DFS—V数字地震仪A/D转换器	(82)
5.3.1	A/D转换器	(82)
5.3.2	A/D转换器的工作过程	(83)

5.3.3	单元电路数—模网络	(84)
5.3.5	A/D 转换器技术指标器	(86)
附录2: DFS—V 模拟箱体的逻辑控制		(86)
§1	电路部份	(87)
1.1	由控制箱体—模拟箱体的控制	(87)
1.2	由模拟箱体—控制箱体的控制	(87)
§2	模拟箱体的系统计时	(88)
附录3: 漂移滤波器		(88)
§1	漂移滤波器的功能	(88)
§2	漂移滤波器的工作原理	(88)
§6	数据的写入编排逻辑	(92)
6.1	数据的写入方式与记录文件	(92)
6.2	记录格式	(93)
6.2.1	SEG—B格式	(94)
6.2.2	SEG—C格式	(97)
6.3	头段编排逻辑	(98)
6.3.1	面板扫描控制	(99)
6.3.2	头段格式编排电路	(99)
6.4	格式编排逻辑 (SEG—B)	(102)
6.4.1	同步组信号的产生	(102)
6.4.2	计时字	(103)
6.4.3	地震道数据编排	(103)
6.4.4	辅助道数据编排	(105)
6.4.5	先进先出存贮器	(105)
6.4.6	格式编排计时	(105)
§7	磁带记录与写入方式编码电路	(106)
7.1	磁带记录原理	(106)
7.2	磁带的写入方式及其类型	(106)
7.3	反向不归零制编码电路	(110)
7.3.1	数据寄存器	(110)
7.3.2	DTA或CRC码输入选择器	(111)
7.3.3	3、6、7轨强制写“1”电路	(111)
7.3.4	反向不归零编码器	(111)
7.3.5	写数据选择器	(112)
7.3.6	接口电路	(112)
§8	磁带记录器	(112)
8.1	磁带机的信号系统	(113)
8.1.1	控制箱体—磁带机箱体的信号	(113)
8.1.2	磁带机—控制箱体的信号	(113)
8.1.3	磁带机内部产生的信号	(114)

8.2 读、写电路	(114)
8.2.1 写电路	(114)
8.2.1.1 写延迟电路	(117)
8.2.1.2 写放大器	(119)
8.2.2 读电路	(121)
8.2.2.1 前置放大器	(121)
8.2.2.2 增益带宽放大器	(122)
8.2.2.3 读逻辑电路	(122)
8.2.2.4 读时钟发生器	(124)
8.3 走带机构及磁带传动特性	(124)
8.3.1 走带机构	(124)
8.3.2 磁带传动特性	(125)
8.4 磁带机的运动控制及磁带运动顺序	(126)
附录4: 磁带机的运动控制与磁带运动顺序简介	(127)
§1 磁带机的寻找功能与磁带运动顺序	(127)
1.1 正向寻找顺序	(127)
1.2 反向寻找顺序	(128)
1.3 寻找数据终了顺序	(128)
§2 磁带机的回放功能与磁带运动顺序	(128)
§3 磁带机的记录功能与磁带运动顺序	(129)
3.1 第一文件记录的磁带运动顺序	(129)
3.2 数据保护记录的磁带运动顺序	(130)
第三章 回放系统	(131)
§1 概述	(131)
§2 读逻辑电路 NZ/PE数据选择器 回放方式选择器 反格式编排器	(132)
2.1 读逻辑电路	(132)
2.2 NZ/PE数据选择器 回放方式选择器	(132)
2.3 反格式编排器	(132)
§3 自动增益控制(AGC)	(133)
3.1 数字AGC的功能	(133)
3.2 数字AGC的作用原理	(133)
3.3 自动增益控制方式	(134)
3.3.1 单道AGC	(134)
3.3.2 公共增益控制GAGC	(134)
3.3.3 程序增益控制PGC	(135)
3.4 电路组成框图及其工作原理	(135)
3.4.1 第一乘法器	(135)
3.4.2 第二乘法器	(135)
3.4.3 输出数据选择器	(136)
3.4.4 数据电平检测器	(136)

3.4.5	被乘数发生器	(137)
3.4.6	移位字修改电路	(138)
3.4.7	移位数发生器	(139)
3.4.8	存贮器	(140)
3.4.9	存贮数据缓冲寄存器	(140)
3.4.10	增益字缓冲寄存器	(140)
3.4.11	释放检测器	(141)
3.4.12	最终增益检测器	(141)
3.5	数字AGC计时	(141)
§4	数/模转换器及反多路开关	(141)
4.1	数/模转换器(D/A)	(141)
4.2	反多路开关	(142)
第四章	控制与显示系统	(144)
§1	控制系统及其功能	(144)
§2	全机性控制电路	(144)
2.1	电源接通与安全连锁	(444)
2.2	电源接通清零	(144)
2.3	系统的启停控制逻辑	(144)
2.4	爆炸计时逻辑	(145)
2.5	面板扫描控制	(145)
§3	时钟系统	(146)
3.1	基本字速率时钟	(146)
3.2	字节速率时钟	(146)
3.3	读时钟	(148)
§4	地址序列	(148)
4.1	地址代码	(149)
4.2	地址序列	(150)
4.3	地址序列的产生	(151)
4.3.1	箱地址的产生	(151)
4.3.2	板地址和道地址的产生	(151)
4.3.3	不工作指令地址及不工作指令的产生	(153)
§5	磁带机的运动控制	(154)
§6	显示逻辑	(155)
6.1	显示内容	(155)
6.1.1	文件号显示	(155)
6.1.2	过驱动显示	(155)
6.1.3	奇偶错误显示	(155)
6.1.4	磁带速度及数据 mV 显示	(155)
6.1.5	增益字显示	(155)
6.1.6	ET 显示	(155)

6.1.7 过驱动道显示.....	(156)
6.1.8 数据显示.....	(156)
6.1.9 系统状态显示.....	(156)
6.2 数字显示逻辑.....	(158)
6.2.1 文件号、过驱动、奇偶错误显示逻辑.....	(158)
6.2.2 数据字显示逻辑.....	(159)
6.3 状态与故障显示逻辑.....	(159)
6.3.1 故障与状态寄存器.....	(159)
6.3.2 组故障寄存器与多路传输器.....	(159)
6.3.3 显示部份电路.....	(160)
6.3.4 故障显示扫描控制与显示周期.....	(161)
附录5: 开关、指令符号索引	(161)
附录6: 参考文献	(161)

第一篇 概论

第一章 地震勘探仪器的一般概念

自本世纪以来，作为地球物理勘探方法之一的地震勘探工作，不断地为油田勘探提供了大量有效的地质成果。证明了地震勘探方法具有勘探精度高、分辨力好和勘探深度大的优点，在油田勘探工作中占有十分重要的地位。近几十年来，由于电子工业的发展和计算技术的兴起，特别是大规模集成电路工艺的出现，计算机微型化以及近代信息传输技术的发展，大大促进了地质勘探理论的发展和勘探设备的不断更新。仅仅三十年的时间内，地震记录仪已从第一代光点记录的地震仪发展为目前最新型的记录仪，即有线或无线传输的多道遥控遥测数字地震仪。

根据地震勘探方法的基本原理可知，地震勘探工作是分作三个步骤来进行。首先是在地表或地壳的表层内，应用人工的方法激发地震波。即由人工炸药爆炸和人工的或机械的敲击地面的方法，将会在地壳中引起介质的各种振动形式的弹性波并在地壳中传播。当弹性波到达地下地质界面的时候，就会引起波的折射或反射。所产生的折射波或反射波到达地面时，引起地面的位移振动，这一振动通常叫做地震有效波。即为由人为得到的地震波信号；第二步就是测量（接收）和记录地震波。测量地震波的到达时间和振动波形并记录下来成为野外的地震记录。在近代，使用数字地震仪的情况下，这个过程称为地震数据采集；第三步就是解释地震记录。它是将野外得到的原始资料进行各种数据处理，从而得到各种表示形式（波形或变面积）的地震波时间剖面和地震界面的深度剖面，并显示出来。

因此，地震勘探仪器就是人们为了完成上述三个阶段任务而专门设计的一套电子仪器，它包括许多仪器部件。自二十世纪初到五十年代，地震仪器还处在最初的阶段，以苏联55—1型仪器为代表。它是由爆炸机、大线电缆、检波器和光点式地震记录仪组成。得到以光点跳动来模拟地震波形的照像记录，作为最初的原始资料。地震解释工作即是对照像记录进行对比连接、勾出各个地质界面的地震波的到达时间，即时—距曲线，画出界面深度剖面。这些工作全部都是由人工进行的。

到了六十年代初，电子技术、计算技术和通信技术的普遍应用，地震勘探工作从信息的测量、记录到资料解释以及成果显示都全部数字化和自动化了。目前地震勘探工作大致分为野外数据采集、数据处理和成果显示三部份，与其相适应的仪器系统如图 I—1—1 所示。

野外数据采集系统：它的功能是将人工激发的地震波信号接收下来，并经过数字化和数据编排后送磁带记录器记录。

磁带记录器：将数据采集系统送来的数据写入磁带贮存。

阵列处理机和矢量浮点处理机是设有处理地震资料专用程序的设备。它可以将采集后编排好的地震数据进行一些预处理和常规处理。该处理器，可以与野外数据采集系统配备在野

外勘探阶段，也可以与中央处理单元配备在室内阶段，担负预处理或常规处理的任务。

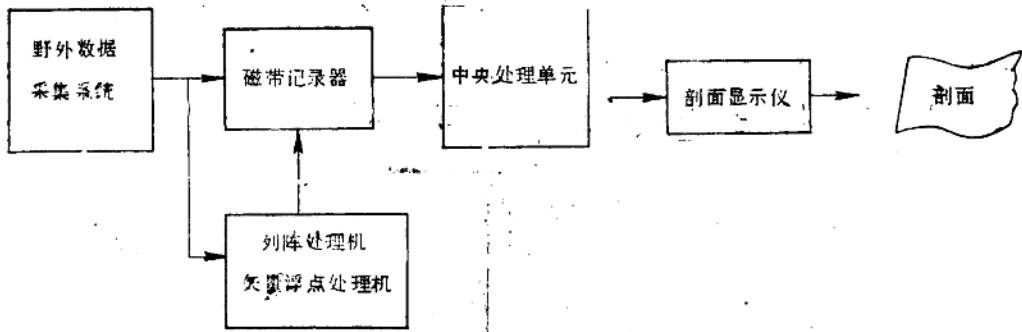


图 I—1—1 地震勘探仪器系统框图

中央处理单元：即数据处理中心。一般使用大型计算机，对地震数据进行更复杂的数据处理，从而得到地震勘探工作成果的数字资料。

剖面显示器：将经过处理的地震数据转换成连续的模拟信号，并以波形或变面积的形式表示成为时间剖面或深度剖面。

由上述可知，地震勘探仪器是一个非常庞大的涉及较广的仪器系统，它大量的引用了其他科学领域的最新技术成果，如大量的数据处理就是由配有专用处理程序的通用计算机来完成的，它的工作原理可在有关计算机的书藉中找到。而数据处理的理论则是地震勘探方法所研究的主要内容。

同时，我们还可以看出，野外数据采集过程是地震勘探工作的重要组成部份，而且地震勘探野外工作方法的选择及地震接收仪器性能的好坏，直接影响着原始地震资料的质量。为此，对于一个地震勘探工作者，必须了解和掌握野外数据采集系统的性能和工作原理。野外数据采集系统包括地震检波器、数字地震仪、振源、钻井及通信设备等。本教材只介绍其中的主要部分—地震检波器和数字地震仪的组成和工作原理。

第二章 地震记录仪的发展概况

随着地震勘探技术的发展和近代电子技术、计算技术以及信息传输技术的不断引进，地震记录仪的发展大致可分为三个阶段，下面分述如下。

§1 光点地震仪阶段

这个阶段最长，大约延续到五十年代末。以我国早期仿制的51型地震仪为代表，它的组成如图 I—II—1 所示。

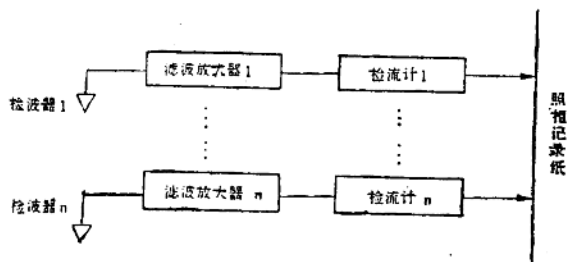


图 I—II—1 光点地震仪原理图

地震勘探的野外观测是在以一定间距、一定方向、一定数量的检波点组成的地震排列上进行。首先将具有机电转换功能的地震检波器或检波器组安置在各个检波点上，然后在选定的炮点处放炮激发地震波，各点的检波器同时接收地面的位移振动并转换成电信号，经过多路并行传输的检波器电缆送到地震仪的入口。如图 I—II—2 所示

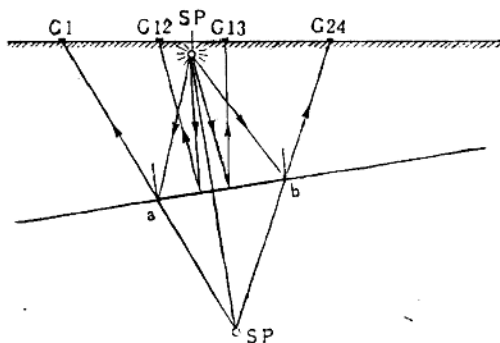


图 I—II—2 地震勘探原理简图

51型地震仪包括记录放大器和照像示波仪。记录放大器设有档滤波和自动增益控制电

路。滤波电路是为了增强有效波和抑制干扰而设置的。观测时，滤波档可根据所追踪的有效波频带进行选择。自动增益控制电路的作用是根据地震信号的幅度变化自动调节放大器增益，以便能较均匀地记录到浅、深层地震波。经过滤波和增益控制放大后的地震信号送到照像示波仪内的镜式检流计。检流计将电振动信号转变为检流计线圈的机械振动，并用光镜反射的方法将检流计线圈的机械振动变成为光点的跳动在照像纸上感光，就得到地面各观测点的振动记录，也就是通常所说的地震记录。如图 I—II—3 所示。



图 I—II—3 反射地震记录

从图 I—II—1 和图 I—II—3 可知，光点地震仪从地震信号的接收到记录的整个过程是多路并行的通道，每个通道称作地震道，它由地震检波器、记录放大器和检流计组成。地震道的道数与检波点数相同（一般 24 道）。

这种仪器在地震勘探工作早期，取得了很大成就。但随着勘探技术的发展，这种仪器的性能愈来愈不能满足地震任务的要求，主要表现在以下几个方面。（1）仪器记录的动态范围太小，只有 20dB。（2）通频带 $\Delta \omega$ 只有 10Hz，滤波器滤波特性的中心频率只有 20Hz、30Hz、40Hz 和 50Hz。（3）放大器的增益控制是自动和半自动控制的，且不能进行振幅恢复。上述几点都会给地震信号带来严重的失真，大量的有用频率成份没有保存下来，地震信号的动力学特点也遭到了破坏。此外，仪器非常笨重，仪器因素选择繁琐，操作不便，记录也不易保存。

§2 模拟磁带地震仪阶段

这种仪器五十年代已经出现，我国于六十年代普遍使用，并且制造出了两种调制方式的模拟磁带地震仪。模拟磁带记录地震仪与光点地震仪相比有了很大的改进，它的特点是采用脉冲调频或脉冲调宽的记录方式，并且直接记录在磁带上保存。其原理组成如图 I—II—4 所

示。主要有记录放大器、公共增益控制器、调制器和磁带记录器组成。从记录放大器、调制器到磁带记录器的记录磁头也是多路并行的通道，一般为24个地震道。

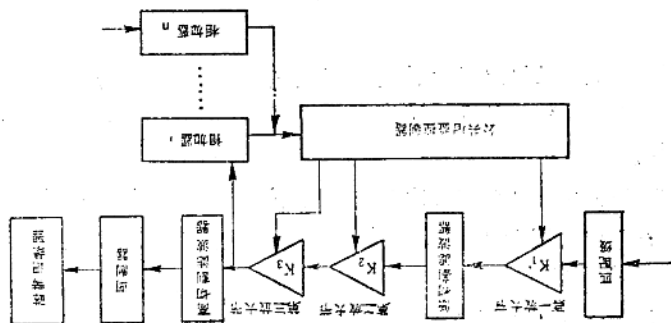


图 I—II—4 模拟磁带地震仪原理简图

放大器增益由第一、二、三放大节共同提供，其最高增益可达100dB以至140dB。放大器的增益调节由起始增益控制器、终了增益控制器和公共增益控制器共同管理。在记录的初始部份，强信号到达时以低增益放大（即起始增益）。在记录尾部出现的弱信号，则以高增益放大（即最终增益）。在记录的中间部份，增益变化则由公共增益控制管理。所谓公控，实际上是放大器增益不但受电容放电控制而随时间指数规律增加（基本上符合地震信号强度随时间衰减的规律），而且还受地震信号的控制，当地震波信号到来时，各道放大器输出相加加强后，制止了电容放电而使放大器增益暂时不变，在地震信号持续过程中线性放大，保持了地震波的动力学特点，信号过去后，增益仍按指数规律变化而逐渐趋向于最终增益。这样不但使放大器输出满足调制器动态范围的要求，同时也达到深、浅层都能记录的目的。

调制器的功能是将记录放大器的输出作为调制信号对一种脉冲载波进行频率的或宽度调制。其输出为已调波信号，送磁带记录器的记录磁头进行记录。

在资料解释的时候，在回放仪上，由回放读磁头从磁带记录上读出信息，经过解调，回放滤波、放大后得到地震信号，用笔记录在记录纸上。模拟磁带记录的优点是将模拟地震信号以调制脉冲载波的形式记录在磁带上，因此记录的地震信号幅度不是由录放信号的幅度决定，而是由录放信号的脉冲宽度和频率来决定的，因此记录的动态范围和抗干扰能力比光点地震仪都有增加。除此之外，由于采用了磁带记录，因此记录可进行多次回放、迭加处理等解释工作带来很大的方便。

其缺点是：（1）正是由于采用地震信号调制载波的记录方法，仪器记录的动态范围也因此受到载波频率及调制度的限制。一般只有40—50dB。地震信号的带宽为15—120Hz。

（2）为了接收到各层地震有效波信号并在调制时无超调现象，在记录放大器部份增设了公共增益控制器，并用公共增益测量装置，测出增益变化曲线附在地震记录上，以便在解释时恢复信号的真实幅度。但是由于精度差，所记录的振幅精度也只有10%。（3）由于多次复盖技术的需要，磁带记录要进行多次转录，因此，不但工作效率低，而且在转录过程中会使信噪比降低，影响覆盖处理的效果。

§3 数字地震仪阶段

数字地震记录仪简称数字地震仪，它是在模拟磁带地震仪的基础上发展起来的，于六十年代问世。在信号处理、记录方法以及记录系统方面都有重大的改进，进一步改善了地震记录系统的性能。

这种仪器与前面两种仪器相比较具有如下的优点：（1）记录信号的动态范围可达120dB。（2）记录的信号频带宽一般为3—250Hz。（3）记录振幅精度高，可达0.1%以至0.01%。（4）便于使用数字电子计算机，能快速、高精度地进行各种数字处理。（5）便于扩展地震道数。（6）在野外数据采集时，便于采用遥控遥测技术。

有关数字地震仪的一般原理，将在第三章中介绍。

§4 数字地震仪发展概况

随着勘探技术的不断发展和电子器件集成工艺的出现以及数字传输技术的应用，七十年代是数字地震仪迅速发展和广泛应用的时期，其技术不断更新，型号种类很多。根据目前使用的情况，大致可以分为两类，即常规数字地震仪和多道遥测数字地震仪。

4.1 常规数字地震仪

常规数字地震仪是指目前国内外广泛使用的数字地震仪，它们具有如下几个特点：（1）这种数字地震仪延用了模拟磁带地震仪的结构形式，地震信号的处理和记录部份仍是集中在中心站，同时接收各个检波点通过电缆传输来的地震信号其组成框图如图 I—II—5 所示。

（2）地震信息的采集过程分为地震信号的处理（输入补偿，前放滤波，去假频滤波）、数字化（离散、瞬时浮点放大、模/数转换）、数据格式编排和磁带记录四个步骤。模拟信号的处理电路部份仍是多路并行通道，而其后的数字化、编排和磁带记录部份则是一路串行通道。（3）由数字地震仪的系统结构可以看出，地震道数和采样密度均受到串行通道各部件工作速度的限制，因此地震道数比较少，野外使用一般少于100道。（4）仪器的数据采集和记录的操作控制有的是由硬件控制电路实现的，有的则是由小型计算机软件程序控制实现的。（5）它们的外形有的是轻便型的，由几个箱体组成，既可手提又可车装。有的则是架装式的，固定在汽车上。（6）由于数字地震仪造价较低、轻便、灵活，工作原理、制造工艺、性能等方面已经成熟，使用效果良好，所以得以推广使用。

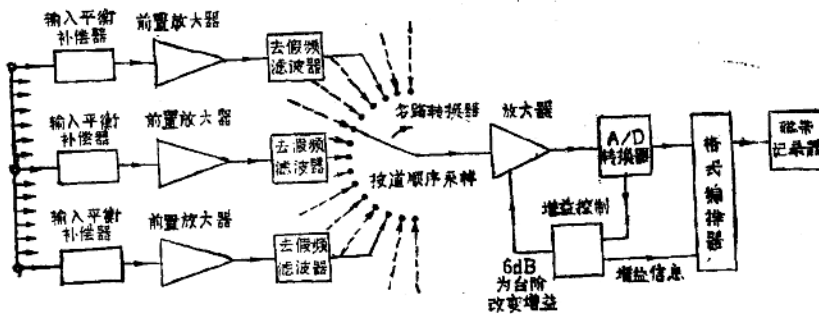


图 I—II—5 常规数字地震仪组成框图

目前广泛使用的有如下几种仪器：

一、美国TEXAS仪器公司1974年产品DFS—V数字地震仪（是1970年DFS—IV的改进型）。它是一种轻便型仪器，由几个箱体组成。其地震道数由12道可扩展到240道。

二、法国SERCEL公司1971年产品SN338B数字仪，地震道数为12—48道。1975年的SN338HR是SN338B配有两个模拟箱体组成。其地震道数为24—96道。

三、美国GEOSOURCE公司的MDS—10数字地震仪，地震道数有24、48、60、96和120道几种组态。

以上三种为轻便型的，即手提式的，便于携带，也可车装。

四、美国DDS公司的COBAI（Ⅰ、Ⅱ）数字仪，为1974年以前产品，地震道数由48道可扩展为120道。COBA—Ⅰ备有小型计算机和相关器，野外数据采集和记录均由计算机程序控制器管理。

五、美国GEOSPACE公司的GS—2000数字地震仪，为1972年以前产维，即架装式的，数据采集记录由PDP11/15小型机程序控制。地震道数由48道可扩展到120道。

4.2 多道遥测数字地震仪

这种地震仪较前者技术先进，它们具有如下特点：（1）在结构上较常规数字地震仪不同，丢掉了又重又长且易受干扰的检波器电缆，并且将常规数字地震仪解体为中央控制器、中央记录器和许多个数据采集单元。这些采集单元分放在几个野外采集站处，并各自负责几个地震道的数据采集（实现模拟信号的数字化）。中央控制器、记录器与各采集站之间，通过有线传输—遥测电缆传输或无线电收发实现控制信息和数据信息的传递。（2）由于各道地震信息的数字化几乎是同时进行的，再加上高速的信息传输，因此可大大地增加地震道数。一般都有几百道，最高达1024道。

多道遥测数字地震仪，根据其信息传输的方法分为有线传输和无线遥控数字传输两种。

4.2.1 有线传输的多道遥测数字地震仪

如前所述，这种仪器是由中央控制器、记录器和数据采集单元组成。中央控制器与数据采集单元之间，采用遥测电缆（双绞线、并行双线、同轴电缆和光导纤维束等）传送数字信息。这一类仪器大都是1976~1980年间的产品。

美国GUS公司1977和1980年生产的GUS—BUS（Ⅰ、Ⅱ）数字地震仪即由轻便控制单元（PCU）、遥测数据采集单元（RDAU）和双芯、双向偏平电缆组成。每个RDAU管理四个地震道的信号数字化，因而，可在二维方向上开展数百道的应用。记录道数有192道/1ms采样，384道/2ms采样和768道/4ms采样，传输距离可达6公里。

法国SERCEL公司1976年生产的SN348数字地震仪受到广泛欢迎。其系统组成如图Ⅰ—Ⅱ—8所示。每个数据采集站只负责一个地震道的信号处理。采集站之间以及与中央控制器和记录器之间，使用一条六芯绞合电缆（两对数字传输线和一对电源线）串接起来。中央控制器和记录器操作均由小型计算机LSI/2—10以及读处理器和写处理器管理。采样道数为120道/1ms采样，最多道数为480道/4ms采样。

美国GEOSOUNCE仪器公司1982年推出MDS—14和1983年推出的DS—16也是一种分布式系统。其组成框图如图Ⅰ—Ⅱ—7所示。它具有如下特点：

MDS—14系统采用了光导纤维遥测、数字开关滤波和中央微处理器控制的先进技术，并具有扩展了的检验能力。该系统由许多个串联连接的遥控单元RU和一个记录器提取单元RTU用光导纤维电缆连接而成。