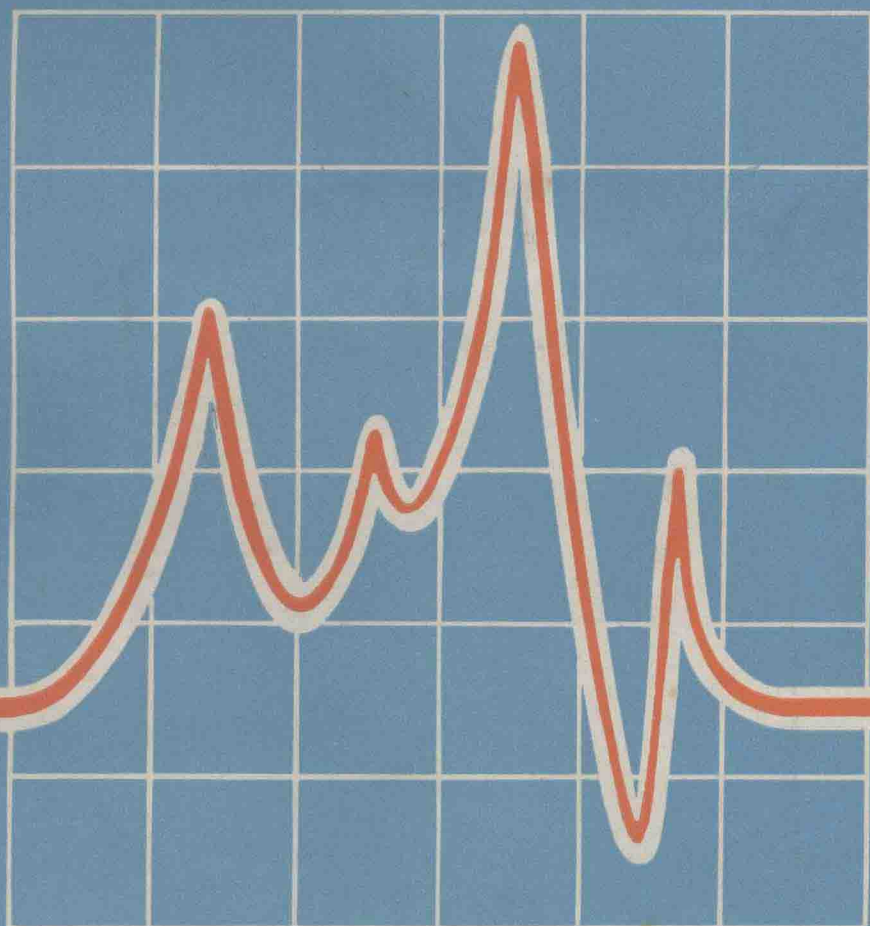

高等学校函授教材

地震勘探仪器

黄先律 编著



地质出版社

高等学校函授教材

地震勘探仪器

黄先律 编著

地质出版社

地震勘探仪器

高等学校函授教材

地震勘探仪器

黄先律 编著

责任编辑：闫德祥

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16 印张：12³/₄ 插页：1页 字数：292,000

1987年11月北京第一版·1987年11月北京第一次印刷

印数：1-2,000册 定价：2.10元

ISBN7-116-00076-3/P·067

统一书号：13038·教299

编 者 的 话

本书是为石油物探专业本(专)科函授教学编写的系列教材《地震勘探原理、地震勘探仪器、地震勘探数字处理、地震勘探资料解释》之一。这套系列教材由成都地质学院聂勋碧副教授主编。

《地震勘探仪器》一书共分九章,简介了地震勘探仪器的发展过程;地震勘探对数字地震仪器技术指标的要求。扼要地阐明了地震检波器的结构、频率特性和参数选择;DFS-V数字地震仪器整机系统功能;数字磁带记录原理;SEG-B, SEG-C型记录格式的内容;数字地震信息记录系统的功能。进而着重分析了DFS-V仪器的地震信息采集系统(LF板、FM板、A板、A/D板、AL板)和回放监视系统(PM板、GB板、RL板、SI板、NZ板、PE板、RP板、AG板、DA板、DM板)各种电路的工作原理。还定量地计算了各种放大器的闭环增益,滤波器的传输函数等。

考虑函授生以自学为主的特点,书中叙述力求通俗易懂、概念清楚、突出重点,每章后面附有思考题以检查自学效果。所以,本书即可作为函授教材,又能对从事石油地震勘探、工程地震勘探、煤田地震勘探的工程技术人员有所帮助,还可作为各类数字地震仪器短训班的参考用书。

全书由黄先律编写,重庆地质仪器厂总工程师杨文译主审。在本书编写过程中,一直得到地质矿产部石油海洋局和地质出版社的大力支持和帮助,在此表示深切的感谢。

由于时间仓促和作者水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

1987年3月

目 录

第一篇 地震仪器概论

第一章 地震仪器发展史.....	1
第一节 地震仪器发展史和数字地震仪器的优点.....	1
第二节 数字地震仪器发展概况.....	3
第三节 DFS-V 数字地震仪器的概述.....	9
第二章 地震勘探对地震仪器的要求.....	20
第一节 地震波的传播规律对地震仪器的要求.....	20
第二节 地震波运动学特征对地震仪器的要求.....	21
第三节 地震波动力学特征对地震仪器的要求.....	22

第二篇 地震信息采集系统

第三章 地震检波器.....	30
第一节 变磁通式数字地震检波器.....	30
第二节 地震检波器的特性.....	31
第四章 大线滤波器[LF]和前置放大、滤波、多路转换开关[FM].....	37
第一节 大线滤波器 [LF].....	37
第二节 前置放大、滤波、多路转换开关 [FM].....	38
第三节 前置放大器.....	39
第四节 滤波器.....	42
第五节 稳定放大器.....	54
第六节 [FM]板的板边开关和电位器.....	55
第七节 多路转换开关.....	55
第五章 瞬时浮点增益放大器[A].....	61
第一节 瞬时浮点增益放大器的功能.....	61
第二节 主放增益调整原理.....	62
第三节 主放电路.....	66
第六章 模数转换器[AD].....	84
第一节 模数转换器的功能和基本转换原理.....	84
第二节 模数转换器的框图.....	85
第三节 模数转换器简化电路.....	87
第四节 模数转换器电路.....	89
第七章 振荡器、控制电路和模拟箱体逻辑控制电路.....	108
第一节 振荡器和控制电路[OC].....	108

第二节 模拟箱体逻辑控制电路〔AL〕.....	113
-------------------------	-----

第三篇 数据地震信息的记录和回放监视

第八章 数字地震信息的记录.....	126
第一节 概述.....	126
第二节 记录格式和磁带记录原理.....	131
第九章 地震信息和回放监视系统.....	144
第一节 概述.....	144
第二节 地震信息读出电路.....	145
第三节 线接收器、NRZI 读数据寄存器和读译码电路.....	152
第四节 读数据方式选择器和反格式编排器.....	155
第五节 数字自动增益控制器.....	158
第六节 数模转换器和反多路转换开关.....	179
附录: 多次覆盖开关和震源同步系统简介	

第一篇 地震仪器概论

地震勘探主要是用来查明地下地质体结构（包括形态、岩性、岩相等）的一种有效的地球物理勘探方法。用这种方法可以直接和间接地寻找地下油气藏。地震仪器是地震勘探中一个重要组成部分，由人工振动产生的地震波，经过地下岩层传播到地面检波器，从而获得原始地震记录。对原始地震记录进行各种数字处理（如常规处理和特殊处理），就可以获得信噪比高的地震记录成果图，如时间剖面图、深度剖面图和构造图等，从而提高了地震勘探的有效性。

地震仪器的性能直接影响着地震勘探方法的发展。从早期的光点地震仪器发展到模拟磁带地震仪器，相应地，野外地震勘探方法也从单次复盖发展为多次复盖技术，成为地震勘探的第一次革命。数字地震仪器的出现，又把地震勘探推向另一个更高的新阶段，即三维构造、岩性、油气田三位一体地震勘探阶段。本教材简介地震仪器的发展历程，分析DFS-V数字地震仪器的主体电路工作原理等，为石油物探专业学生奠定最基本的地震仪器基础。

第一章 地震仪器发展史

第一节 地震仪器发展史和数字地震仪器的优点

随着地震勘探技术和无线电技术的迅猛发展，地震仪器不断创新、完善和提高。半个世纪以来，地震仪器经历三代。第一代是光点照相记录地震仪；第二代是模拟磁带地震仪；第三代是数字磁带地震仪。数字地震仪器的问世，为应用地震勘探方法研究地震波的动力学特征创造了有利条件。

一、光点照相记录地震仪

这类地震仪最早用于石油地震勘探，从本世纪30年代开始直到60年代初期，这一代地震仪绝大多数是电子管式的，采用多道并行光点照相记录方式。

光点照相记录地震仪器，通过地面检波器接收来自地下不同深度的地震波，并转换成大约120dB左右电信号，经放大、滤波、选频、增益控制后，送入检流计将电信号变成检流计线圈的机械偏转，并带动检流计上小镜片同步偏转，当偏转小镜片被光源照射时，反射光点投射到感光照相纸上，感光出一道一道地震波形，即光点照相记录。

这种光点地震仪器具有以下弱点。

1. 放一次炮只能获得一张“死”的光点照相记录

采用一次感光照相的记录方式，每炮只能获得一张照像记录，每改变仪器因素，都需要重新放炮。因而地震资料的每一步整理、解释或者简单处理，都完全靠人工进行，致使

资料解释工作效率低, 主观因素大。

2. 记录动态范围小

记录动态范围为20dB左右。因为照相记录纸宽度有限, 在24cm左右宽的照像纸上, 能清晰追踪强、弱地震波信号的动态范围大约为20dB左右。

所谓记录动态范围, 是指地震记录上所能识别的最强振幅值 $A_{\max}$ 和最弱振幅值 $A_{\min}$ 之比的分贝数。用 R_r 来表示:

$$R_r = 20 \lg \frac{A_{\max}}{A_{\min}} \text{ (dB)}$$

20dB的记录动态范围, 是指在照像纸上最强地震信息的振幅值 $A_{\max}$ 与最弱地震信息振幅值 $A_{\min}$ 之比为10比1。

3. 设备庞大, 操作烦琐

光点记录地震仪器, 由于有上述缺点而逐渐被淘汰。但用这种类型的仪器在30年代至50年代, 曾找到了不少大油田, 如我国的大庆油田, 沙特阿拉伯的加瓦尔油田等。

二、模拟磁带地震仪器

模拟磁带地震仪器从50年代应用于石油地震勘探中, 基本是分立元件晶体管式的。该类型仪器采用了多道、脉冲调频(调宽)式磁带记录。

模拟磁带地震仪器工作过程大致如下:

地震检波器接收的地震波信号, 经前置放大器进行固定增益放大, 滤波放大器进行选频和自动增益控制后, 由调制器进行脉冲调宽(或脉冲调频)调制, 其输出的调制方波, 反映了地震波信号强、弱变化, 最后通过磁记录器将调制信号变成磁带上磁分子的不同剩磁强度, 永久保留在磁带上。因此, 模拟磁带地震仪器一开始就显示了它的生命力, 具有光点地震仪器不可相比的优点。

1. 模拟磁带记录具有重复再生能力

野外地震勘探一次放炮所得的磁带记录, 可以任意改变仪器回放因素, 获得若干张不同因素的热敏纸地震记录, 以及时指导野外生产, 仪器检修和资料的解释。模拟磁带记录还可以配合基地回放仪器(模拟电子计算机)或模拟磁带记录经模数转录仪, 转换成数字记录后, 也可以配用大型数字计算机, 进行各种数字处理(如动、静校正, 组合, 相关, 迭加, 数字滤波, 偏移叠加等等), 以提高记录的信噪比, 还可以整理地震资料获得变面积时间剖面 and 构造图等。

2. 记录动态范围在30—50dB内

模拟磁带地震仪器的记录动态范围虽比光点地震仪器有所提高, 但仍不能保留地震波信号的动力学特征。因此, 模拟磁带地震仪器记录的地震资料, 还是只能利用地震波运动学特征来查明地下地质构造, 达到间接寻找地下油气藏的目的。

此外, 模拟磁带记录反复多次回放处理, 可能会降低记录的信噪比。大家知道, 模拟磁带记录每转录回放一次要降低记录的信噪比6dB左右, 所以模拟磁带记录的回放处理次数, 要受到限制。否则模拟磁带记录虽经大量反复处理, 却有可能无甚效果。

模拟磁带地震仪器的大量资料解释工作, 可以通过仪器自动实现, 从而提高了地震资料的解释精度。这种地震仪器在我国60—70年代地震地质条件较复杂地区的地震勘探工作中, 起了重要作用, 但还不能用于岩性地震勘探和直接寻找地下油气田, 因而很快地被数

字地震仪器所取代了。

三、数字地震仪器的主要优点

1. 记录动态范围大

一般可达168dB左右。数字地震仪采用了串行数字磁带记录方式,利用脉冲编码来记录地震信息的振幅值。即用二进制两个数码“0”和“1”的不同组合值来表示。

数字地震仪器的记录动态范围,完全由瞬时浮点放大器(主放)的增益控制范围和模数转换器的转换动态范围所决定。如DFS-V数字地震仪器的记录动态范围R是:

$$\begin{aligned} R &= 20\lg \frac{G_{\max}}{G_{\min}} + 20\lg \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \\ &= 84\text{dB} + 84\text{dB} \\ &= 168\text{dB} \end{aligned}$$

式中:

$G_{\max}$ ——为主放最大增益;

$G_{\min}$ ——为主放最小增益;

$V_{\max}$ ——为模数转换器转换的最大输入电压值;

$V_{\min}$ ——为模数转换器转换的最小输入电压值。

数字地震仪器记录动态范围大,能将120dB的深、浅层地震波,全部不失真地记录下来,以便进行真值恢复,这就为研究地震波的动力学特征创造了条件。

2. 数字磁带记录反复处理,不会降低记录的信噪比。

因为数字磁带记录采用脉冲编码方式,即有脉冲代表二进制数“1”,无脉冲代表二进制数“0”,所以对数字磁带记录进行反复处理,不会因仪器噪声的头和带接触松、紧而影响脉冲的存在。数字磁带记录可在数字计算机上进行反复的处理和运算,以突出有效波,压制干扰波,改善记录面貌,有利于提高地震成果解释的精度和有效性。

3. 野外工作方法灵活、多样

数字地震仪在野外生产时,可以使用炸药震源,或者可控非炸药震源,地震道数可以扩展,48道、60道、120道、240道、480道、1024道……9999道等。不但提高了工效,降低了成本,还为三维地震勘探、全息地震勘探创造了条件。

4. 整机采用固定程序控制或计算机控制

数字地震仪器自动化程度高,操作简便。使用计算机控制的数字地震仪器,在配备一些专用外围设备(时间剖面仪)后,可以实时、实时地记录野外地震,现场进行各种运算处理,及时获得时间剖面图,指导野外生产。如果再扩充运用程序一软件包,就能扩大仪器功能。

第二节 数字地震仪器发展概况

一、国内、外数字地震仪器

世界上第一台数字地震仪是二进制增益控制型数字地震仪器,由于记录地震信息保真度低,很快就被瞬时浮点增益控制型数字地震仪器所代替。随着现代信息传输,自动控制技术的发展,数字地震仪器的新型号不断涌现,不同类型仪器各具特色,各有不同功能。

按仪器整机系统控制方式不同可作如下归纳。

1. 固定程序控制型数字地震仪器

这种仪器又称轻便型数字地震仪器，地震道数有限，能自动完成野外地震数据的采集记录和简单回放监视等功能。例如，SN338B、SN338HR型(法国 SERCEL 公司)；DFS-V 轻便型(美国 TEXAS 公司)；SDZ-751 和 SDZ-120 型(中国西安仪器制造总厂)；DSC-481 型(中国重庆地质仪器制造厂)等。

2. 计算机控制型的数字地震仪器

这种仪器手段灵活，整机实行可编程序操作，系统功能扩展方便，只要增加运用软件(软件包)就能扩展仪器的用途。例如 GS-2000 (美国 GEOSPACE 公司)、SN348 (法国 SERCEL 公司)、SK-83 型数控地震仪 (中国石油地球物理勘探服务总公司) 等。

目前，为了满足三维地震勘探和复杂地区地震勘探的需要，又出现了全息地震仪器、符号位地震仪器(GEOCOR IV)，遥测地震仪(OPSEIS5500、SGR II、TELEIS200、MDS-14……)和卫星遥测地震仪(AMOCO)等等。

二、遥测数字地震仪器简介

遥测数字地震仪是指数据采集系统(或称野外遥测单元)和整机总体逻辑控制系统(或称中央控制单元)分割在两地工作，两者之间通过有线和无线电台联系，完成野外地震勘探工作。这样在地形复杂的地区(如河流、峡谷、湖泊、铁路等)工作也较方便。而且地震道数的扩展比较容易。例如组块遥测地震仪(SGR-II)可扩展地震道数达9999道。

在遥测数字地震仪器中，根据数据传输方式不同可分为如下几种。

1. 有线遥测数字地震仪

仪器的野外遥测单元和中央控制单元分居两地，通过电缆进行数据传输。例如法制 SN348，美制 GUSBUS，GEOCOR IV 符号位地震仪，MDS-14 光导纤维数字传输式地震仪等。

图(1-1)为有线遥测数字地震仪器示意图。这种类型仪器总体结构相似，主要由以下两部分组成：

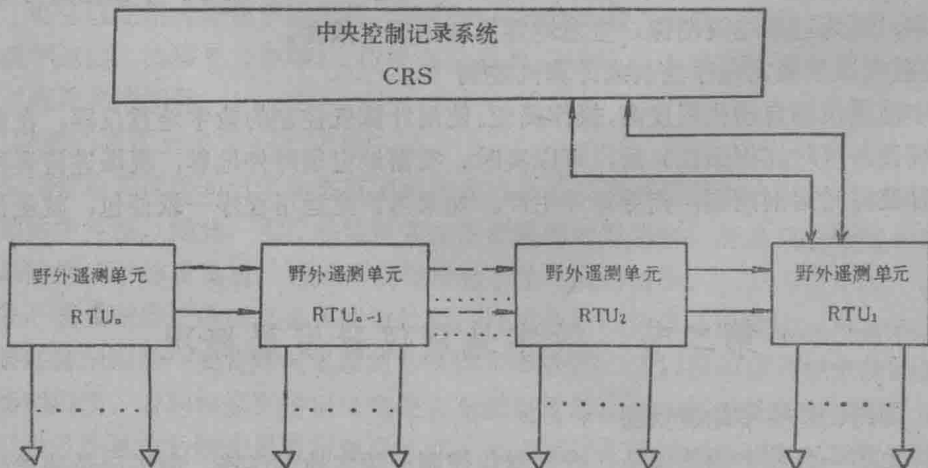


图 1-1 有线遥测数字地震仪器示意图

(1) 野外遥测单元 RTU：包括前放滤波、主放、模数转换器等数据采集系统。通常

每个遥测单元有1—8个地震道,全部遥测单元串联在一起,公用一根电缆(实为四芯电缆)传输数据和控制指令。野外各遥测单元将检波器接收的信号进行放大,分时采样,数字脉冲编码后,由公共传输电缆送到中央控制记录单元(CRS),把地震数据记录在磁带上,永久保存。或者适时、适需进行各种数学处理。与此同时野外各遥测单元通过公共传输电缆,接收中央控制记录单元的一系列控制指令,完成正常数据的采集过程。

(2) 中央控制记录单元(CRS):包括总体逻辑控制电路,磁带机,地震信息回放监视系统,检查测试系统等。它产生各种指令和微指令,按一定时序去控制野外各遥测单元,震源同步系统等单元电路协调动作,准时、精确地完成正常操作和检测等功能。

有线遥测数字地震仪器的地震道数较容易扩展。对2ms采样而言,SN348数字地震仪器地震道数可扩展为240道,GEORCOR IV符号位数字地震仪器,地震道数可扩展为8192道,MDS-14光导纤维传输数据的数字地震仪器,地震道数可扩展为120道。

MDS-14是世界上第一台用光导纤维传送数据和指令的遥测地震记录系统。每个遥测单元有8个地震道,相互串联,通过光导纤维电缆来传送数据和各种指令。电缆中有两根光导纤维,一根传送中央控制记录单元(CRS)的指令脉冲信号;另一根将遥测单元(RTU)的数据编码信号变成光信号,通过光导纤维电缆传送到中央控制记录单元(CRS),再由光信号变为电信号,经过数据编排,将数据记录在磁带上。

GEORCOR IV数字地震仪器,引进了符号位数据采集新概念,即只记录地震波信息的极性,正极性用“1”表示,负极性用“0”表示,每次采样数据只有一位符号位。实践证明,采用相关、合成和高次共深度点迭加方法,能恢复地震波的相对振幅。因此,数字地震仪器采用符号位数据采集方法,不但减化了数据的模数转化过程,而且减少了电缆传输数据量,因此很容易进行地震道的扩展,符号位数字地震仪(GEORCOR IV)。又称为地震数据采集和处理系统,为了实时取得野外地震剖面,可在野外进行一般方法的数据处理,从而可获得多次复盖共深度点迭加剖面 and 三维偏移剖面。但是,该仪器目前已被全精度千道数字地震仪所取代。

有线遥测数字地震仪器种类较多,各具特色。表1—1列出了SN-348, MDS-14, GUS-BUS II三种仪器的性能指标,见表1—1。

2. 无线遥测数字地震仪器

它丢掉了电缆,通过无线电通讯线路传送指令和数据。该类型遥测数字地震仪器按遥测位置不同,可分为卫星遥测数字地震发射仪器和地面无线遥测数字地震仪器。

(1) 卫星遥测数字地震发射仪:我们通过例子来说明。如AMOCO地震数据发射卫星系统,于1982年试制成功。该系统设有 $4\frac{1}{2}$ 米的卫星天线,野外射频(RF)电子系统和由PERKIN-ELMER微型计算机控制的地震数据记录系统。它可以从美国遥远的边区通过通讯卫星复盖的中央处理中心,以56000位/秒速度发射地震数据。

(2) 地面遥测数字地震仪器:主要由带拉杆天线野外遥测单元(RTU)和中央控制记录单元(CRS)两大部分组成,遥测距离几十公里。该类型仪器按地震数据遥测方式不同,又可分为串行无线遥测数字地震仪器和并行无线遥测数字地震仪器。

串行无线遥测数字地震仪器 每个野外遥测单元(RTU)以相同载波频率分时串行向中央控制记录单元(CRS)发送地震数据。例如OPSEIS5500和TELSEIS II型遥测数字地震

表 1—1 有线遥测数字地震仪器技术指标

项 目	SN-348	MDS-14	GUS- BUS
采样率及 道 数	单线: 1, 2, 4 毫秒, 96, 192, 384道 多线: 1, 2, 4 毫秒 120, 240, 480道	24 道 0.5, 1, 2, 4毫秒 48 道 1, 2, 4毫秒 96 道 2, 4毫秒 120 道 2, 4毫秒 240 道 4毫秒	1, 2, 4毫秒, 336或672道
前 置 放 大 器	固定增益: 2 ⁴ 或2 ⁷ 开关选择24 或42分贝	12, 24, 36或48分贝, 可选择	24, 30, 36, 42 分贝, 可选择
瞬时浮点 放 大 器	84分贝, 每阶12分贝	90分贝, 每阶6分贝	84分贝, 每阶6分贝
输入噪声	-40到+70℃, 小0.4微伏		前 置 放 大 器30分贝, 有效值 小于0.35微伏
谐波畸变	输入8赫35毫伏小 于0.075 %		大信号, 小于0.01%, 小信号, 小于0.02 %
高 通 滤 波 器	8, 10, 12.5, 16, 20, 25 赫或不 用, 陡度12分贝/倍频程	16个开关选择, 6—96 赫, 陡度 12, 24或36分贝/倍频程	遥控选择, 4种频率或不用。陡 度 24 分贝/倍 频程。有 16个 滤波器插件供顾客选用
高 阻 滤 波 器	62.5—125或250赫, 可选陡度, 72分贝/倍频程	16个开关选择, 39到500赫90 分贝/倍频程	1毫秒, 320赫, -62分贝, 上限 624赫; 2毫秒, 160赫—312赫, -62分贝; 4毫秒, 80—156赫, -62分贝
磁 带 机	1/2英寸9轨, SEG-B格式, 1600 位 / 英 寸 调 相制或 6250位 /英寸	1/2 英寸 9轨, SEG—B格式, 1600位/英寸	1/2英寸14轨, 8000位/英寸, HDDR格式
模 数 转 换 器	15位	14位加符号, 4符增益码	14位加符号
遥测单元	每道一个	8道一个	4 道一个
重 量	4公斤	14.6公斤	12.3公斤
电 缆	特制6芯电缆	光纤电缆, 直径约0.76 厘米, 由两条光纤、4对绞合线与加 强线组成, 重 18.6 公斤/千英 尺	非同轴双绞线电缆, 重约 18 公斤/千英尺
中 央 控 制 站	100% 计算机控制功能如下: (1) 作 准 备 工 作; (2) 确定排列, 自动前移排列; (3) 检查仪器与检波器; (4) 记 录或检查数据; (5) 检索 回放	特 点 有: (1) 起 覆盖开关 作用; (2) 检查输入噪声、通 断、漏电、模 数 转换线性度 一脉冲响应等; (3) 系统诊 断; (4) 状态监视 (发光二 极管显示); (5) 叠加能力 (选件)	特 点 是: (1) 固 体 覆 盖 开 关; (2) 监 视 滤 波 档、站 地址、检波器阻抗与动态相似 性 (3) 测量与显示 畸 变、噪 声、直流漂移、串音、头段信 息和信号输出; (4) 找出 遥 测单元各插件的故障

注: 本表摘自《石油地球物理勘探》2期

仪器。图(1—2)为OPSEIS5500遥测数字地震仪示意图。它由野外遥测单元(RTU)和中央控制记录单元(CSR)两大部分组成。每个RTU安装有一种伸缩式定向天线, 用来传送和

接收数据及指令，并设置一台微处理机(MOTOROLA 6800)控制系统完成各种方式操作。四个地震道为一个RTU，重约17.3kg。RTU将地震检波器输出的地震波信号进行放大、滤波、数量化后，按记录格式进行编排存储，然后传送到CRS。RTU和CRS之间通过无线电电台系统传送数据，指令及其通讯联络。电台载波频率216—220MHz，功率4W，可靠遥测距离约13—20km。

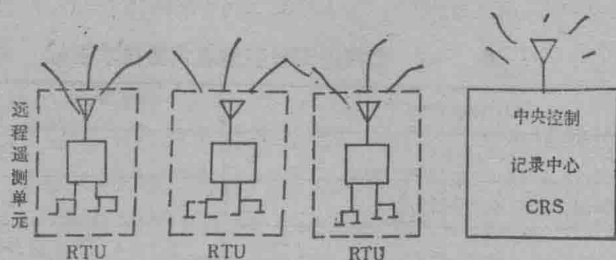


图 1—2 OPSEIS5500遥测数字地震仪示意图

CRS装有10米高天线，包括一个程序单元，一个监视器和一台磁带机。程序单元主要由一台微处理机和一个控制台组成。其中有一台萤光屏监视器以监控无线电传送线路，噪音和地震数据等。还有一台32个字符4线数字发光二极管显示仪，以显示整机工作情况。

OPSEIS 5500 遥测数字地震仪器采用半英寸九轨标准磁带机记录数据，记录密度1600位/英寸和SEG—Y格式。

并行无线遥测数字地震仪器 每个野外遥测单元(RTU)就是一个地震道，每一个地震道都有一个独立无线电台，其载波频率各不相同，在同一时刻各地震道均向中央控制记录单元(CRS)并行发射地震数据。例如TELSEIS-200。

上述无线遥测系统由于其电路结构较复杂，加上传输地震数据的速率又受现有无线电频率的限制，为此又研制出一种新型号的遥测数字地震仪器 SGR II 系统。

无线遥测轻便式数字地震仪器例如 SGR II 地震组块式记录系统，它包括地震组块记录器(SGR)、控制单元、转录系统(SGX—200)和微处理机控制的测试设备。

SGR地震组块记录器，装在一个轻便盒内，各自为一个独立的地震信息记录系统。它包括前放、滤波、离散采样、主放、模数转换器和一个盒式磁带机。盒式磁带机为四轨 DC-300，记录密度是800位/英寸，容量可记录1000秒地震数据。每盘磁带长度为3500英尺，可记录160炮(每炮记录6秒长度)。可见，每一个地震组块记录器(SGR)，就是一个独立的野外地震道，简单的增加铺设在测线上的SGR个数，就可以扩大地震道数。SGR—II遥测轻便式数字地震仪器的地震道数受控制单元地址限制，最多为9999个地震道。由于每个SGR仅重9公斤，携带方便。因此有利于在地形较复杂的山区、河流等地工作。

遥测轻便式数字地震仪器的转录系统(SGX—200)放置在野外施工分队的驻地。是一种小型计算机系统，它可以把野外每个SGR录制的单道盒式数字磁带记录，按照野外排列的地震道序，转录到一个IBM通用九轨磁带上。对200个SGR地震组块记录器一天录制的野外数字磁带记录，SGX—200转录系统在室内只需四小时左右的转录时间。此外，SGX—200转录系统还设置有一套回放监视系统，可以在转录野外数字磁带时，在绘图仪上显示地震剖面，监视野外各SGR地震道工作状态和记录质量。以便在次日野外施工中补救。

遥测轻便式数字地震仪器的测试设备有微处理计算机控制的检验器和测试单元。检验器主要用来检查野外 SGR 的工作状态,故障检测等,并由 CRT 阴极射线示波管显示;测试单元用来检查整机模拟电路和数字电路的主要技术指标。如放大器的增益精度、线性度、输入噪音、直流漂移以及失真度等。

无线遥测数字地震仪器的种类也较多,表 1—2 列出了 OPSEIS5500 和 SGR—II 两种仪器性能指标。

表 1—2 无线遥测数字地震仪器技术指标

项 目	OPSEIS5500	SGR—II
采 样 率	2—4 毫秒	2 毫秒
道 数	标准: 200 道, 可扩展至 1016 道	0—9999
前 置 放 大 器	24 或 36 分贝可选	$\times 1$ 、 $\times 4$ 可选 (输入衰减器 $\times 0.5$ 或 $\times 1$)
瞬时浮点 放 大 器	90 分贝, 每阶 6 分贝	90 分贝, 每阶 6 分贝
输入噪声	前放增益 36 分贝时, 最大有效值 0.33 微伏	标准的 0.3 微伏有效值, 最大 0.35 微伏有效值
畸 变	0.05% (1—124 赫)	小于 0.1%
高 通 滤 波 器	选用	可选用, 可用插片改变 3 分贝点 (8、12、18、27 赫)。陡度: 24 分贝/倍频程
去 假 频 (低 通) 滤 波 器	2 毫秒为 124 赫, 4 毫秒为 62 赫, 72 分贝/倍频程	
陷 波 器	50 或 60 赫	60 赫, 可选用
字 长	19 位 (4 位增益, 1 位符号, 1 位校验, 13 位尾数)	20 位 (4 位增益, 1 位符号, 11 位尾数)
磁 带 机	1/2 英寸, 9 轨, 1600 位/英寸, SEG—y 格式	4 轨 DC—300 盒式磁带, 800 位/英寸
无 线 电 频 率 发 射 线 路		频率 153—159 兆赫; 发射功率 45—100 瓦; 接收机灵敏度 0.8 微伏; 平均耗用电流 12 伏时 3 毫安; 调谐频率: 500 赫时钟, 2000 赫指令, 2500 赫二进制零, 3000 赫二进制 1
无 线 电 频 率 发 射 误 差	14 分贝信噪比时, 10 位中错误少于 1 位	
遥测单元	4 道一个	每道一个
重 量	17.3 公斤	9.1 公斤
中 央 控 制 站	测试内容包括: 1、电池电压; 2、检波器电路通断、漏电和脉冲响应; 3、无线电频率发送线路; 4、噪声; 5、中央控制站自检	1、控制部分控制整系统; 2、检验与测试单元: 检查全系统, 排除遥测单元故障; 3、遥测单元转录系统; 取得常规野外带并进行质量控制

注: 本表摘自《石油地球物理勘探》2 期

第三节 DFS-V 数字地震仪器的概述

DFS-V 数字地震仪器是目前在海上、陆地地震勘探中广泛使用的一种仪器。这种仪器操作灵活,有野外轻便型60道数字地震仪和120—240道可扩展的数字地震仪两种。还可与高精度相关迭加器(FPCS)或野外计算机(CFP)连接使用。

一、整机系统功能

1. 野外轻便型60道数字地震仪

它由模拟箱体、磁带机箱体和控制箱体组成,相互之间用电缆线连接起来。仪器重80公斤,且能散装入抬,因此野外施工方便,适于交通不便的地区工作。如果轻便型DFS-V型仪器配用60个地震道,采样周期2毫秒(记录通频带3.5—125Hz)或4毫秒(记录通频带3.5—62.5Hz),磁带记录密度1600位/英寸,相位编码(PE),或者记录密度800位/英寸,反向不归零编码(NRZI),就适合于做中层石油地震勘探工作。如果轻便型DFS-V型仪器配用12个地震道和两个辅助道,采样周期1/2毫秒(记录通频带3.5—500Hz)或者1毫秒(记录通频带3.5—250Hz),磁带记录密度1600位/英寸,又可用于浅层工程地震勘探和中层石油地震勘探等工作。

2. 可扩展地震道的DFS-V 数字地震仪

在石油地震勘探中,如果数字地震仪器的地震道数可方便扩展,这样,不但能降低成本,提高工效,还为三维地震勘探创造了条件。

DFS-V 数字地震仪器可增加模拟箱体和磁带机箱体的个数,进行地震道数的扩展。图(1—3)为240个地震道DFS-V 数字地震仪连接图。它由四个模拟箱体、四个磁带机箱体和一个控制箱体构成。该仪器的地震道数可根据勘探任务和野外施工条件等扩展为120道、180道或240道。其中120道为2毫秒或4毫秒采样,但240道只有4毫秒采样,它们的磁带记录密度只有1600位/英寸,相位编码记录方式。

3. 外接高精度相关迭加器(FPCS)和计算机野外系统(CFS)

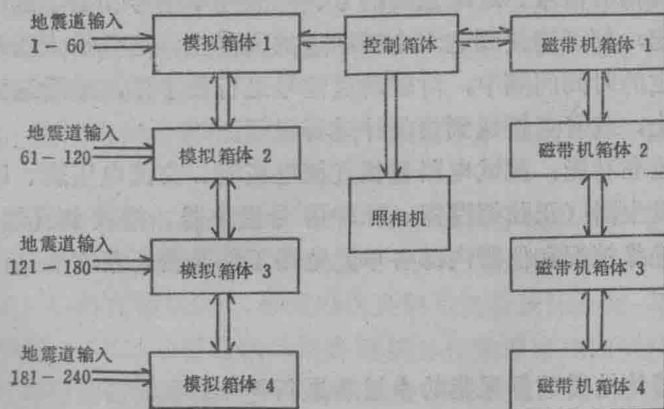


图 1—3 240道地震仪器电缆连接图

DFS-V 数字地震仪器的控制箱体设置有与计算机野外系统或高精度相关迭加器相连接的装置。当高精度相关迭加器和DFS-V型仪器与可控震源配套进行地震勘探时,FPCS

可以适时从DFS-V 数字地震仪器磁带记录上读出数据,进行垂直迭加处理,再将处理的数据送回DFS-V 型仪器记录下来。FPCS 在回放监视记录时,可将磁带上的数据读出来,进行相关运算,把连续振动的记录变成一般的地震记录,清晰地回放显示出来。在计算机野外系统、DFS-V 型仪器和可控震源配套进行地震勘探时,不仅可以利用计算机野外系统CFS 的运算器、储存器等完成垂直迭加和相关运算处理,还可以对DFS-V 型仪器进行控制,及时处理地震资料,提高地震记录的质量。

二、DFS-V 数字地震仪器各箱体功能

DFS-V 数字地震仪器是用来接收地震检波器输出的信号、将地震波信号进行等量的二进制数字量转换的仪器。它可按照规定的记录格式,将数据记录在磁带上,获得原始数字磁带记录;又可将数字磁带记录回放成可监视的地震波形记录,以供操作员及时检查野外工作质量。

轻便型60道数字地震仪器包括三个箱体和以下几方面的功能。

1. 模拟箱体

用来完成地震数据的采集,辅助道放大和测试三大功能。

(1) 地震数据采集:每个模拟箱体最多连接60对输入线,这些输入线可以直接与野外测线上的地震检波器相连接,或通过复盖开关与测线上的地震检波器连接。

每个检波点输出的信号,先经大线滤波器,以消除大线上感应的射频静电脉冲;然后由滤波器进行频率滤波,让有效地震波信号通过,滤除掉干扰波信号,以提高传输信号的信噪比。

多路转换开关将滤波器输出的信号进行采样、变成离散子样信号后,由瞬时浮点放大器进行自动增益控制放大,使主放输出的每个离散子样信号幅度都足够大,从而保证模数转换器输出的16位二进制数都是规格化的浮点数。最后,模数转换器输出的三位增益码和16位二进制尾数以串行方式传送给控制箱体,经漂移补偿、格式编排后,送磁带机箱体记录在磁带上。

(2) 辅助道功能:模拟箱体有六个辅助道放大器,与多路转换开关相连接。任何辅助道功能,包括井口检波信号、时断延长信号、标准频率信号和数字滤波信号或者操作员要求的其它辅助功能,都可连接到这六个辅助道放大器上。这些放大器和多路转换开关所提供的通道,在给定的时间间隔中,对辅助道信号进行数字化,然后送到控制箱体、磁带机箱体记录在磁带上,或者直接送到检流计进行显示。

(3) 测试、校准功能:测试电路包括直流电压表、交流电压表、欧姆表、漏电表、道开关和测试信号发生器(正弦振荡器、脉冲信号发生器、指数振荡器)。用来测试仪器外部各地震道通断绝缘情况和仪器内部各单元电路工作是否正常和准确,并及时校准和指导野外生产。

2. 控制箱体

(1) 对模拟箱体地震数据采集的全过程进行控制。

(2) 接收模拟箱体送来的地震数据(三位增益码和16位尾数),并在数字漂移滤波器进行漂移补偿后记录在磁带上;同时接收模拟箱体送来的工作状态、故障指令,通过显示逻辑在显示屏上直观显示出来。

(3) 对磁带机进行控制:磁带机对漂移滤波器送来的数据,按照规定的记录格式

(SEG-B或SEG-C)进行重排,以便将地震数据记录在半英寸9轨磁带上。同时对磁带上读出的数据进行解编,按各地震道道序反重排,经模数转换、平滑滤波等,变成模拟地震波形,并回放显示出来。

控制箱体对磁带机的运动,如启动、调速、停止等,是通过运动控制指令来控制的,这些指令通过串行接口送到磁带机来执行。而且磁带机的工作状态,如停带,带尾等也通过串行接口传送到控制箱体。

(4)提供各种辅助信号:磁带上头段记录内容如炮号、记录长度、采样间隔、日期、测线号、队号,前放增益,滤波档位等数据都要通过头段逻辑编排,按记录格式,依次记录在磁带的头段部分。

(5)对一次地震记录的全过程进行控制。对整机其它功能如查号、安全联锁等也要进行控制。

(6)对计算机野外系统接口的控制:DFS-V数字地震仪器控制箱体设置有与计算机野外系统相连接的装置,利用计算机进行各种数据的运算处理。

3. 磁带机箱体功能

磁带机使用9轨双缝磁头,将数据记录在半英寸磁带上,可以是反向不归零制记录方式,记录密度为800位/英寸;也可以采用调相制记录方式,记录密度为1600位/英寸。

在DFS-V系统中,使用两种磁带机,即8英寸磁带机和10英寸磁带机。8英寸磁带机是轻便式的,使用直径为8.5英寸的磁带盘;10英寸磁带机使用直径为10.5英寸的磁带盘。这两种磁带机在功能上是可以互换的。

三、DFS-V数字地震仪器的组成

一台轻便型DFS-V数字地震仪器包括三个主体箱体,即模拟箱体、控制箱体和磁带机箱体。还设有辅助设备,如遥控震源同前系统、静电示波器、多路复盖开关等。

DFS-V型仪器与SN338型仪器相比,在设计上的主要区别,第一是采用了大线滤波器和高输入阻抗的差分放大器代替了笨重的输入变压器,不但减轻重量,还大大地衰减了由地震道电缆感应的差模和共模射频脉冲干扰等;第二是模拟箱体,控制箱体和磁带机箱体之间采用了串行数据(或指令)传输方式,减小了传输线与传输线之间的串扰;第三是对模拟箱体内部产生的漂移信号采用多种方式进行抑制、补值,特别是数字漂移滤波器的设置,提高了微弱信号幅度的保真度。

下面对模拟箱体,控制箱体和磁带机箱体各自包括的电路板及其主要作用进行分述。

1. 模拟箱体

模拟箱体一共包括16块电路板,见图(1—4)。该图反映了模拟箱体各块电路板之间的连接关系,系粗实线箭头表示各地震道信号的传输通道,粗虚线箭头表示六个辅助道信号经[OC]板,分两路传输,一路直接从[OC]板输出送到照相机检流计;另一路从[OC]板输出的辅助道信号,与[FM₁]—[FM₁₀]板输出的地震道信号传输通道相同,经[A]板和[AD]板数量化后,由[AL]板向控制箱体发送一个一个的离散子样数据。同时,模拟箱体内各块电路板工作状态或故障代码,由[FM]板至[OC]板,经[AL]板,在SOS期间向控制箱体发送,用细虚线箭头表示。该图的细实线箭头表示控制箱体送来的指令,指令经[AL]板译码后,形成模拟箱体内部各种指令,以控制[FM]板、[A]板、[AD]板、[OC]板的正常数据采集工作。