

文章编号:1009-0258(2000)03-0048-05

可控震源参数选择及 在煤田勘探中的应用*

卫学忠, 孙卫东

(山东煤田地质局物探测量队, 山东 泰安 271021)

摘要:介绍了如何选择可控震源的扫描长度和震源台数、振动次数以及扫描频宽等参数,指出采用数台可控震源组合,增加扫描的总时间和利用相关技术是提高可控震源地震资料信噪比的有效方法,也是可控震源取得成功的关键。

关键词:可控震源;煤田勘探;参数选择;地震勘探

中图分类号: P631.4⁺37;P631.4⁺22

文献标识码: A

近年来,地震勘探技术在煤矿生产中得到了广泛应用,因此怎样提高地震资料分辨能力已倍受煤田地质工作者的关注,其中地震信号的激发和采集被认为是首先需要解决的问题。在一些地震地质条件非常复杂的地区,当人工甚至机械方法也难以成孔时,可控震源替代炸药震源应是首选的方法。可控震源在山东宁汶、莱芜找煤等项目中的应用表明:震源参数选择的合理与否对于获取高质量的地震资料至关重要。

1 可控震源工作原理及应用范围

可控震源系统由数字信号发生器(DPG)和数字伺服驱动器(DSD)组成^[1],它们分别安装在仪器车和震源车上。DPG的作用是产生用于相关的参数扫描信号,寄存操作员输入的扫描参数,对DSD发出统一的振动命令,从DSD得到实时监测结果并将结果存档。DSD的作用是从DPG得到并存储扫描选择、扫描参数和工作命令,控制重锤和平板运动,使地面力信号的相位和畸变误差最小,计算实时质量控制结果并发送到DPG。

可控震源系统的野外工作方法在许多方面与炸药震源基本一致^[2],二者的差别在于采用可控震源时需要进行大量的组合、叠加,即同时使用几台震源,以一定的组合形式,在一个振点(即炮点)上振动几次至几十次;每次振动后各台震源保持其组合形式不变,向同一方向移动一定距离后,再振动第二次,依次类推。野外记录就是上述许多次振动叠加,经相关后得到的结果。

可控震源在地震勘探中适用于潜水位较深,浅部砾石层较厚,人工甚至机械方法难以成孔的地区。这一方法具有施工效率高,成本低,激发频率和振幅可以控制等特点。

*收稿日期:2000-04-21; 修订日期:2000-08-30; 编辑:游文澄

作者简介:卫学忠(1966-),男,山东曹县人,助理工程师,主要从事地震勘探工作。

2 可控震源参数的选择

可控震源参数有扫描频宽、扫描时间、扫描方式、震源台次和组合方式^[3]。

2.1 扫描频宽(f_L, f_H)及镶边方式

扫描频宽和镶边方式是影响地震资料信噪比和分辨率的重要参数。可控震源激发所获得的资料是相关后的原始记录,其质量与相关子波密切相关。考查相关子波优劣的因素有清晰度、分辨率、延续时间和旁瓣大小(图 1)。

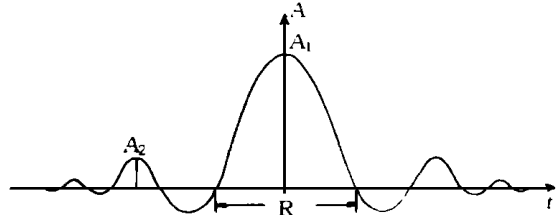


图 1 可控震源相关子波

Fig. 1 Related sub - waves of controlled seismic source

(1) 清晰度是相关子波最大波峰值与相邻波峰值之比,即 A_1/A_2 。保证两个倍频程(oct)的扫描频宽,亦即 $f_H/f_L \geq 2 \text{ oct}$ (f_H, f_L 分别为扫描频率的高截值和低截值),就可以获得较好清晰度的相关子波,其中低截扫描频率值一般应大于本区主要干扰波和最高频率。

(2) 分辨率是相关子波中主波峰两次跨越零点之间的时间,即 R 。它取决于扫描的中心频率(f_P),而 $f_P = (f_L + f_H)/2$,扫描中心频率越高,相关子波的分辨率能力越强。

(3) 延续时间是相关子波主要能量部分的延续度,它取决于扫描的频带宽度(f),而 $f = f_H - f_L$,即频带越宽,延续时间越短,记录的信噪比和分辨率越高。

(4) 旁瓣大小是相关子波中心部分以外的幅值大小,它取决于扫描镶边方式。通常采用余弦过渡镶边方式,这样有利于降低相关子波旁瓣幅度,镶边时间一般取 0.5s。

2.2 扫描时间(长度)(t_L)

合理的扫描时间,能够增强下传地震波能量,提高信噪比。扫描时间的选择,应综合考虑以下两个方面:

(1) 满足最大扫描速率,即 $t_L = (|f_H - f_L|)/K$ (K 为可控震源所限定的最大扫描速率值,它被震源液压伺服系统所限定)。

(2) 避免相关虚象对记录质量的影响。可控震源在振动过程中,除了产生所需要的扫描振动信号外,还伴随有二次和更高次的谐波信号,若谐波频率与基本扫描频率有重叠,将在记录中产生虚象。就可控震源扫描振动信号而言,通常要求相关虚象出现的时间不在有效记录范围之内,使它对勘探目的层的反射影响最小。

在考虑到优势信噪比的同时,为了避免相关虚象对记录质量的影响,一般应优先选择长扫描,以降低垂直叠加次数。采用长扫描有如下优点:

(1) 长扫描的效率高,至少可以节约两次振动之间的等待时间;

(2) 由于低频激振信号的畸变不容易解决,且具有不确定特点,故垂直叠加次数愈多,相关子波的叠加效果愈差,而采用长扫描,降低垂直叠加次数可改进叠加质量;

(3) 采用长扫描可以避免干扰波对主要目的层的影响;

(4) 采用长扫描可以改善信噪比。

2.3 扫描方式(升、降频)

扫描方式有升频和降频两种,由于二次谐波往往出现在降频采集记录中,影响记录质量,所以在施工中通常使用升频扫描。

2.4 震源台次及组合方式的选择

使用多台震源是加强向地下发射扫描信号能量的重要手段,它既是单台震源受出力大小限制的一种补救措施,也是避免单台震源出力太大,能量过多地消耗在地表破碎带,增强对地表干扰波压制效果的手段。值得指出的是,增加台数不能与增加检波器个数相混淆,震源组合压制干扰波的效果可与检波器组合联合考虑。

增加振动次数也是累积地下反射信号能量的一种有效措施,但是增加振动次数对提高信噪比和反射波能量不如增加震源台数的效果明显。

总之,这些震源参数是相互联系的,因此应当根据不同地区和不同的地震地质条件,通过试验对比,在综合考虑设备条件和施工效率的基础上进行选择,以取得最佳的地质效果。

3 实例及效果分析

3.1 地表地质条件

肥城矿务局白庄某测区表层为松散洪积物,地表 13m 以下有多层砾石粘土层,层厚及层间距不等,且自南而北,砾石层厚度和砾径有增大趋势。该区潜水位约 15 ~ 20m,南浅北深。

3.2 资料采集及解释

(1) 资料采集

本次资料采集是用可控震源进行激发的,其参数如下:

表 1 可控震源观测系统及有关参数

Table 1 Observation system of controlled seismic source and some parameters related

仪器观测系统	仪器型号	接收道数	激发方式	偏移距	道距	采样间隔	记录长度
	DFS - V	48	中间	20m	10m	Is	Is
可控震源参数	震源型号	振动次数	扫描长度	扫描速率	起始频率	振动台次	—
	MZ - 18	8	12s	6Hz/ s	25Hz	1	—

(2) 资料解释

资料处理采用常规处理为主,尽量少用或不用修饰手段,尽可能消除因非地质原因给地震资料带来的影响。由于煤层与上、下围岩在速度、密度方面都存在较大的差异,因而可以产生较强的反射波。由于 $3_{上}$ 煤层厚度稳定,约 3.6m,因此产生的反射波可在全区连续追踪,是本区的标准反射波。而 $3_{下}$ 煤层不稳定,厚度在 0.25 ~ 1.4m 之间,且与 $3_{上}$ 煤层的间距小于 10m,因而来自 $3_{上}$ 、 $3_{下}$ 煤层的反射波不能区分,接受到的反射波为两煤层的复合反射波,定为 T_3 波(图 2)。 T_3 波的波形特征明显,能量强,信噪比高。

3.3 取得地质成果

(1) 褶曲的控制

测区内部褶曲较简单,测区北部地层有一走向近 NE 的向斜构造,两翼倾角 $4 \sim 6^\circ$,起伏幅度较缓;测区南部地层为一宽缓的背斜构造,轴向 NEE,两翼倾角 $4^\circ \pm$,起伏幅度平缓,区内还伴有次一级的褶曲。

(2) 断层的控制

全区经过对比解释,根据各断点性质、落差,结合区域构造规律,共组合断层 11 条。其中落差大于 10m 的断层 9 条,落差等于或小于 10m 的断层 2 条,否定断层 2 条,修正断层 6 条,新发现断层 3 条(图 3)。

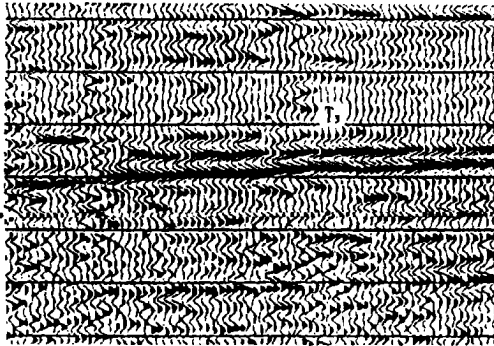


图 2 可控震源激发产生的 T_3 波标准波

Fig. 2 Diagrammatic sketch of T_3 standard wave produced by stimulation of controlled seismic source

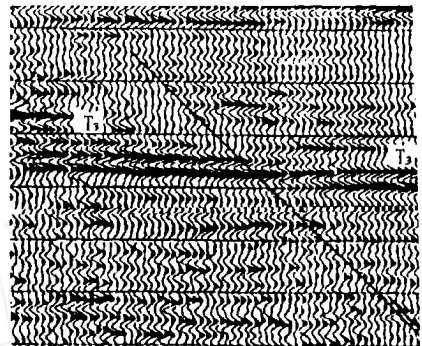


图 3 可控震源激发产生的 T_3 波所显示的小断层

Fig. 3 Diagrammatic sketch of medium to small faults

分析以上实例可以看出,在煤田勘探中利用可控震源不仅可以查明地质构造问题,为煤矿生产提供服务,而且还可以合理发挥经济技术效益。

4 结语

在煤田地震勘探中,通常选择炸药震源作为激发震源。结合测区实际地震地质条件,选用可控震源替代炸药震源也是可行的。这样不仅可获得较佳的地震地质效果,而且还能创造可观的经济效益。在具体应用中,我们不仅要了解可控震源系统及工作原理,而且还要掌握它在应用中的约束条件,因为只有合理地选择震源参数,才能有效地解决煤田地震勘探中的激发能量问题,这是可控震源取得成功的关键。

参考文献:

- [1] 高章伟. 地震采集的新设备和新方法[A]. 见裘慰庭编,地震勘探采集技术论文集[C]. 北京:石油工业出版社,1993,79 - 81.
- [2] 陆基孟,等. 地震勘探原理[M]. 北京:石油工业出版社,1987.
- [3] 阎万朝. 复杂地区地震采集中的激发和接收[A]. 见裘慰庭编,地震勘探采集技术论文集[C]. 北京:石油工业出版社,1993,125 - 127.

Parameter Selection of Controlled Seismic Source And The Application in Coal Field Exploration

WEI Xue - zhong ,SUN Wei - dong

(*Geophysical Survey Brigade of Shandong Coal Field Exploration Bureau, Shandong, Taian 271021, China*)

Abstract : It has been introduced how to select the parameters of scanning length and numbers of controlled seismic source , vibration period and scanning bandwidth in this paper. The effective method to enhance the datum reliability (the ratio of information to noise) of the controlled seismic sources has been stated as adopting the combination of several sets of controlled seismic source , extending scanning period , and applying to some technologies related and this is also a key for the controlled seismic source to make success.

Key words : Controlled seismic source ; Coal field exploration ; Parameter selection ; Seismic exploration

(上接第 35 页)

Appraisalment of No.2 Red - Mud - Heap Field Effect on Underground Water Environment

LIU Guo - ai ,HAO Jian - jun

(1. *Shandong Geologic - Engineering Institute, Shandong , Jinan 250014, China* ; 2. *No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong , Jinan 250014, China*)

Abstract : Shandong Aluminum Corporation is going to construct a red - mud - heap field which just located at a limestone mining - up pit in muzhushan mountain. If there were not seepage prevention measures to be taken , the field 's operation would contaminate the downstream underground water bodies , which can result in the water PH - value rising to 11.3. Therefore the padding layer for seepage - prevention has been suggested to be used , which is composed of red - mud and quick lime with a ratio of 1 to 9. According to the characteristic of water flow motion and seepage - prevention materials used , the best thickness of the layer to meet twenty - year - operation is one meter.

Key words : Red - mud - heap ; Underground water contamination ; Seepage - prevention measures ; zibo in Shandong