

符号位法在震相读取中的应用

李忠生

(陕西省地震局)

前 言

在天然地震、人工地震的记录中,震相的到时是个关键的参数。而到时的读取是一项既费时又费力的工作,其难点是工作量大,精度低,易受人为因素干扰。尤其对于小尺度的人工浅层地震勘探,走时仅有几十毫秒,甚至十几毫秒,到时读取的精度就显得至关重要。本文引入符号位法,在计算机上进行初至到时的自动读取,取得了良好的成果。该方法的优点是省时、省力、排除了人为因素干扰而且精度高。

一、符号位法简介

1. 符号位记录表示法

所谓符号位记录就是只取信号的极性,而不管信号的幅值大小。在数字地震仪中,信号的极性是由采样值的符号所决定的。常用的符号位表示法有下列两种。若令 $A_{i,j}$ 为某炮第 i 道第 j 个采样值,该采样值的符号位记录值 $S_{i,j}$ 有两种表示法,即

$$S_{i,j} = \begin{cases} +1, & A_{i,j} \geq 0 \\ -1, & A_{i,j} < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$S_{i,j} = \begin{cases} +1, & A_{i,j} \geq 0 \\ 0, & A_{i,j} < 0 \end{cases} \quad (2)$$

第一种表示法是符号位的数字表示,非常直观地表示出信号的极性。在对信号进行迭加处理时,常用这种表示法。第二种表示法是计算机的记数表示法。

除了上面的两种方法外,还有其它的表示法,如

$$S_{i,j} = \begin{cases} -1, & A_{i,j} \geq 0 \\ +1, & A_{i,j} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$S_{i,j} = \begin{cases} 0, & A_{i,j} \geq 0 \\ -1, & A_{i,j} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

2. 压缩存贮法

在一道数字地震记录中,有许许多多的采样值,而对于一条测线,又需许多道地震记录。这样,处理一条测线,不仅微机的内存不够,就是外存也要占大量空间。为了解决这个矛盾,我们采用压缩存贮法。

一般的微机表示一个浮点数要占32位,表示一个整数需占16位。这样,整数的范围为 $-32767 \sim +32767$,即 $-\sum_{i=1}^{15} 2^{(i-1)} \sim +\sum_{i=1}^{15} 2^{(i-1)}$ 。若采用(2)式的表示法,则就可将信号的符号位记录个数压缩为原来个数的1/16,压缩公式为

$$D_i = F_i \sum_{i=1}^{15} (S_{i,16} \times 2^{(i-1)}) \quad (5)$$

其中

$$F_i = \begin{cases} +1, & S_{i,16} = +1, \\ -1, & S_{i,16} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

这样,原始采样值每16个符号位记录就压缩成一个整数 D_i 来表示。因此,存储空间就压缩为原来的1/32(原记录为浮点型)或1/16(原记录为整型)。

二、震相到时的自动读取

利用符号位在计算机上进行初至波到时的自动读取,现已在长庆油田开始试验,并将推广到全国各个油田。在油田的原始爆破资料中,初至折射波被认为是干扰波。而现在正是利用初至折射波来进行地表的高程校正及风化层校正等。这样就无需原来的小折射或微测井手段,从而节省了大量人力、物力和财力。

我们地震系统也要经常处理各种天然或人工的地震资料(采用磁带或磁盘的数字记录)。尤其对于多道的大量记录图,人工读取到是很费力的。对于那些能量不强的信号,人工读取的误差较大,中间的人为因素干扰很严重。作者将符号位法应用到日本产的McSEIS-1600型浅层地震仪,进行初至折射波的自动读取取得了成功。图1为处理程序框图。现按框图顺序将原理说明如下:

(1) 解编。将原始记录转到微机上储存。McSEIS-1600地震仪原始记录存在3吋软盘上,解编后形成5吋软盘的微机记录。

(2) 形成符号位记录。将解编形成的数据依据(2)式形成符号位记录。

(3) 压缩存贮。将每十六个符号位记录根据(5)、(6)两式压缩成一个十进制的整数,然后存盘。

(4) 显示符号位记录。将符号位记录在微机屏幕上显示出来。对于分辨率为 640×200



图1 程序框图

的显示终端，若一条直线代表一道，则不可能显示一道的全部记录，此时可分段显示，或每隔几个记录就在屏幕上显示一个采样值。对于M₀SEIS—1600型浅层地震仪，其每道的采样个数可设置为1024、2048或4096个。对于1024，屏幕显示可每隔一个采样值显示一次，这样共有512个采样值。

(5) 选择控制点进行读取。在符号位记录图上选一些控制点。如图2中A、B、C三点。控制点的作用就是通过控制点的连线来大致勾画出震相的走时曲线。图2显示的是初至折射波情况。若是反射波，则两控制点的连线应为双曲线而不是直线。

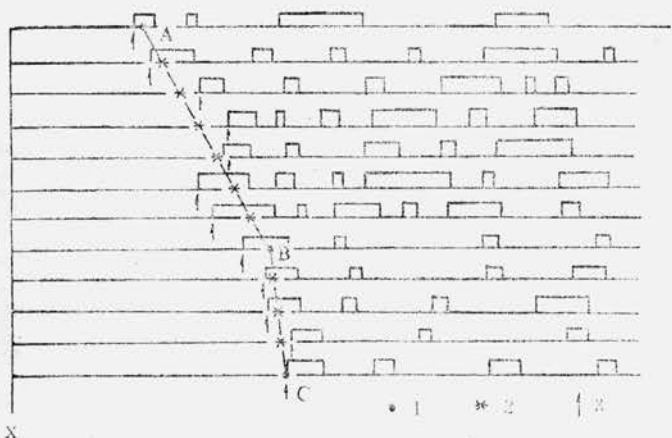


图2 读取初至到时示意图
1. 控制点 2. 参考点 3. 读取点

震相到时打印出来并存储于盘上，以备以后进行各种处理时直接调用。

(8) 停机。

在图2中，两控制点间联线与各道的交点为参考点。它的作用是让计算机从这一点开始在该道记录中搜索极性转换点。搜索范围在给定的窗口内进行。找到转换点后用箭头在屏幕上显示。这一点就是初至震相的到时。

(6) 找到极性转换点后，计算机将在屏幕上的符号位记录图中加以显示。若看结果正确可进行⑦，否则回到⑤，再重新选择控制点。

(7) 打印结果并存储。将找到的初至

三、应用

图3是在西安市东南郊进行的爆破的记录。图3a是原始记录图，图3b是符号位记录（依据(4)式。因为爆破资料的初动是向下的）。其最后结果与人工读取的结果相当吻合。该记录因震相清晰，所以人工读取还比较容易。

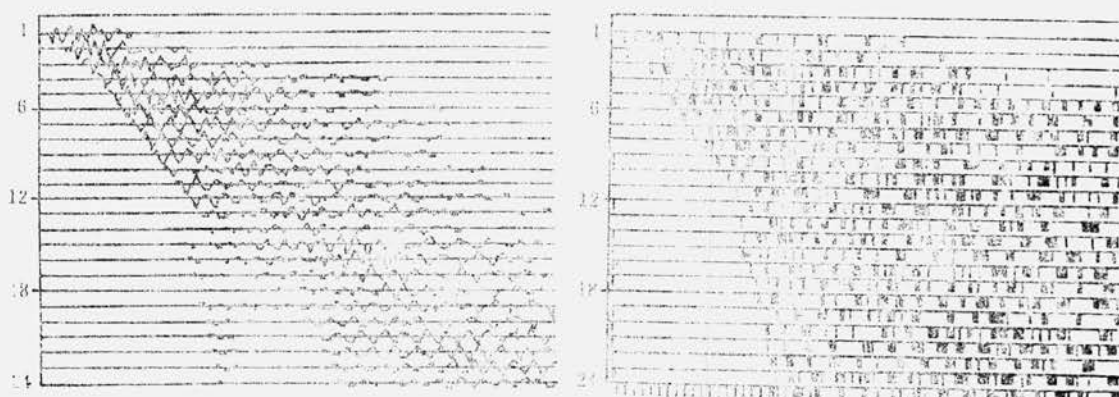


图 3

APPLICATION OF THE SIGNAL METHOD IN READING TRAVELTIME
OF SEISMIC WAVES FROM SEISMIC RECORD

Li Zhongsheng

(Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an, China)