

# 新化水泥厂爆破地震观测资料处理结果

万正民

(湖南省地震办公室)

## 一、爆破观测概况及起爆时间测定

新化水泥厂因采矿需要,于1987年6月10日进行了一次药量为75吨的洞室大爆破。炮位座标:北纬 $27^{\circ}50'34.1''$ ,东经 $110^{\circ}10'23.6''$ 。高程为255米。各观测台的分布如图1所示。

为研究我省深部地壳构造和地震波的传播速度,我办曾先后组织人员和仪器对1981年6月8日的桃林铅锌矿和1982年6月14日的棋梓桥水泥厂两次爆破,分别布线选点架台开展了观测工作,并获得了一定的结果。但此项工作仅局限于湖南东部地区,其他大部分地区因资

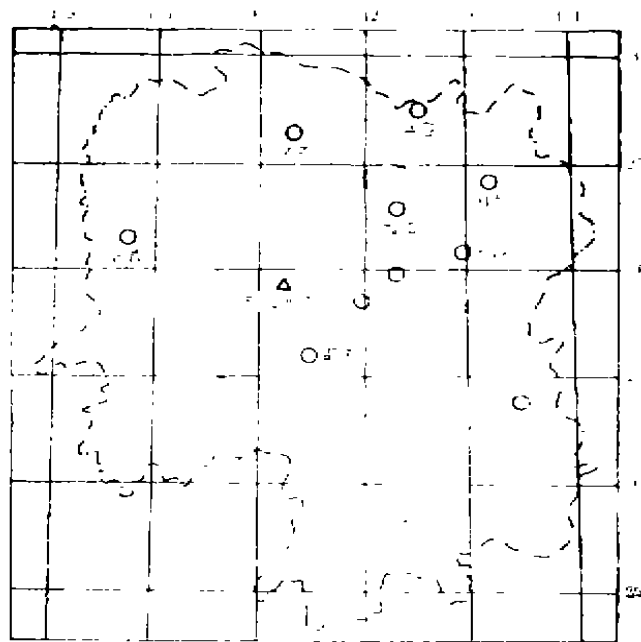


图1 新化爆破地震观测点分布图      Δ: 炮点; ○: 观测台

Fig. 1 The distribution of seismological observatory of explosion in Xinhua

料欠缺，尚感认识不足。打算在今后有机会的时候，再逐步补做这方面的工作。此次新化爆破就是为了上述目的。因条件所限，我们没有投入流动台进行专门观测，即是期望通过省内固定地震台网现有的DD—1、65型仪器在监测地震的同时，尽力做好新化爆破记录。为此我们事先通知各台站投入必要的观测准备工作。

为获得准确可靠的起爆时间，我办由专人携带SC—16示波器、DSL—1型流动地震仪各一台赶赴现场进行了起爆时间的测定。实测起爆时间为19<sup>h</sup>38<sup>m</sup>43.7<sup>s</sup>（北京夏令时）。七段讯号（20吨）由于爆炸被炸断，实际测得的为一段（4吨）的讯号，滞后约0.1秒。

## 二、资料分析处理结果

该次爆破原定当日中午12点起爆，但因故延迟到傍晚时才进行。各台站在未记录到爆破之后，又恢复原来工作状态（仪器转速及放大倍数降低）记录。总的来看，此次观测资料不够理想，直达波尚能可辨，反射波不明显，主要是各台分布于爆破点距离不等的周围，不利于对其追踪。绕射波初至较弱，不够清晰。

各台与炮位之间的距离由下式求得：

$$\Delta = 111.199 \left\{ (\varphi_1 - \varphi_2)^2 + (\lambda_1 - \lambda_2)^2 \cos^2 \left( \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

现将部分观测记录分析所得的各震相走时列入表1中。

表1 新化爆破各震相走时  
Table 1 Travel-time of each seismic phase in the explosion of Xinhua area

观测台	地理座标		$\Delta$ (Km)	$t_p^-$ (秒)	$t_s^-$ (秒)	$t_{p11}$ (秒)	$t_{s11}$ (秒)	$t_{pn}$ (秒)
	北 纬	东 经						
(新化炮位)	27°50'34.1"	111°10'23.6"						
邵 阳	27°12'48"	111°27'00"	70.7	12.2	21.7	14.8	24.8	
委 底	27°43'49.9"	111°58'59.7"	80.7	13.3	25.4			
灰 汤	27°59'24"	112°20'36"	116.2	18.8	32.1	21.0	35.5	
益 阳	28°34'36"	112°19'18"	139.0	23.6	38.8			
吉 首	28°19'19"	109°45'07"	149.2	25.3	41.3			
常 德	29°19'58"	111°20'00"	166.4	30.0	47.9			
长 沙	28°10'55"	112°55'52"	176.7	30.3	51.6			
汨 罗	28°50'30"	113°11'20"	226.5	37.0	58.5			34.3
华 容	29°33'00"	112°33'17"	232.8	39.0	64.5			
茶 陵	28°47'42"	113°30'06"	256.9	41.9	70.7			38.0

根据值达波的时距方程：
$$V = \frac{\sqrt{\Delta^2 + h^2}}{t} \quad (2)$$

求得新化爆破点与各台之间的视速度列于表2（因炮点在地表附近，h可忽略不计，下同）。

表2 新化爆破点与各台之间的视速度值

Table 2 The relations of apparent velocity value between each explosion

台 站	$\Delta$ (公里)	$t_p$ (秒)	$v_p$ (公里/秒)	$t_s$ (秒)	$v_s$ (公里/秒)
邵 阳	70.7	12.2	5.80	21.7	3.26
娄底	80.7	13.3	6.07	25.4	3.18
灰 汤	116.2	18.8	6.18	32.1	3.62
益 阳	139.0	22.6	6.15	38.8	3.58
吉 首	149.2	25.3	5.90	41.3	3.61
常 德	166.4	30.0	5.55	47.9	3.47
长 沙	176.7	30.3	5.83	51.6	3.42
汨 罗	226.5	37.0	6.12	58.5	3.87
华 容	232.7	39.0	5.97	64.5	3.61
茶 陵	258.9	41.9	6.13	70.7	3.63
平均视速度			5.97		3.53

注:  $\Delta > 150$  公里,  $p$  震相不很可靠

同时还可求得该区平均波速比  $\frac{V_p}{V_s} = 1.69$

桃矿爆破求得平均视速度  $V_p = 5.96 \text{ km/s}$ ,  $V_s = 3.50 \text{ km/s}$ ,  $\frac{V_p}{V_s} = 1.70$ , 二者吻合较

以本次矿山爆破观测所得结果所作的和达曲线如图2所示。

计算反射波的速度同样亦须有一定数量的观测记录, 可利用最小二乘法求得  $V_{p11}$  及  $H$ 。但从此次观测资料来看, 反射波在相应距离上的记录不明显, 又难以追踪, 资料不足。这里只采用邵阳、灰汤两台的观测资料并利用棋梓桥爆破所求得的反射波等效速度  $V_{p11} = 6.14$  公里/秒,  $V_{sN} = 3.65$  公里/秒。按反射波的时距方程

$$t_{11} = \frac{\Delta^2 + (2H - h)^2}{V_{11}} \quad (3)$$

计算求得炮点与该两台之间的反射点深度。请见表3

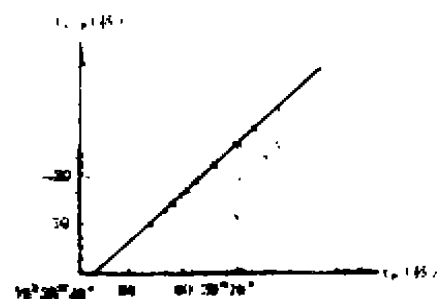


图2 1987年10月6日新化爆破地震直达波和达曲线图

Fig. 2 Direct path wave and curve of explosion earthquake on 6, Oct. 1987 in Xinhua

表 3

新化炮点与邵阳、灰汤之间反射点深度

Table 3 Depth of reflection point in Shaoyang and Huitang area

炮台	台站	$\Delta$ (公里)	反 射 点 深 度 (公里)		反射波等效速度 (公里/秒)
			$P_{11}$	$S_{11}$	
新化	邵阳	70.7	28.54	28.25	$V_{P_{11}} = 6.14$
新化	灰汤	116.2	27.90	27.82	$V_{S_{11}} = 3.65$

假设地面为M—面是水平面，地壳厚度相等，如采用汨罗、茶陵两台记录资料，按壳射波P与直达波P之差公式：

$$t_p - t_{Pa} = \frac{\Delta}{V_p} - \frac{2H-h}{V'} \quad (4)$$

式中：  $V' = \frac{V_p - V_{Pa}}{\sqrt{V_{Pa}^2 - V_p^2}}$ ,  $V'' = \frac{V_p - V_{Pa}}{V_{Pa} - V_p}$

取  $V_p = 6.97 \text{ km/s}$ ,  $V_{Pa} = 7.86 \text{ km/s}$  (棋梓桥爆破资料)，则可求得如下的地壳厚度：

汨罗  $H = 29.48 \text{ km}$

茶陵  $H = 29.60 \text{ km}$

### 三、几点认识

(1) 此次新化爆破观测资料由固定台站提供，在此基础上对资料分析处理获得了上述初步结果。这对研究本省深部地壳结构具有一定意义。今后如有可能在必要地点投入适当的流动台配合固定台进行观测。将能获得更多的有效的观测资料，取得更佳的结果。

(2) 此次记录资料虽然比较少，但处理结果如直达波视速度，与桃矿、棋梓桥两次爆破结果比较吻合。并利用反射波和绕射波的资料求取了地壳厚度。加深了我们对本区的了解。

(3) 从这三次爆破资料所获得的地壳厚度有所出入 (桃矿  $H = 31.20$  公里，棋梓桥  $H = 8.6$  公里)。使用方法不同，得出结果有差别，这是常有的。对这个问题，只有在求出地壳的详细结构及地震波的真实速度和传播路径时才能逐步得到解决。

## THE ANALYSING RESULT OF OBSERVATION DATA OF EXPLOSION EARTHQUAKE IN THE CEMENT PLANT OF XINHUA

Wan Zhengmin

(Seismological Office of Hunan Province)