

# 人工地震的电磁效应

徐为民 吴培稚\*

(安徽省地震局)

人们把电磁现象作为一种可能的地震短临前兆进行观测研究。为探讨这种电磁现象的辐射机理,我们以随县 500 吨 TNT 人工爆破模拟天然地震,观测岩石破裂时可能产生的电磁现象。现将观测系统与观测结果简述如下。

## 测点布设和观测系统

爆破现场布局如图 1。图中代号 107 为爆破中心,其周围 3 公里内为花岗岩。观测仪器放在距 107 约 450 米的 207 洞内。在 207 北东

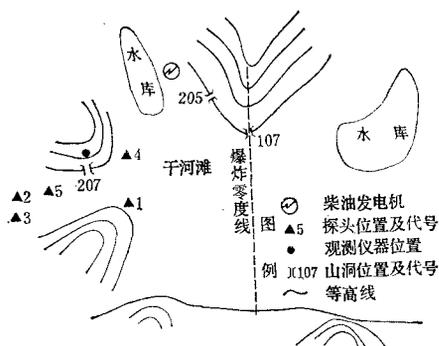


图 1 观测现场示意图

260 米处有一功率 120 千瓦的柴油发电机。代号 1 为 6 号数据放大器长线输入端,离 107 约 300 米,与零度线(爆破岩洞中心轴线)成  $60^\circ$  角,中间无障碍物。代号 2、3 为两个地电电极(长 50 厘米的铁棒,埋深 1 米),以便直接接收地下电磁信号。代号 4、5 分别设置两根悬空线,各离爆破中心 360 米、460 米,用来直接感应空气中的电磁信号。

图 2 是观测方式方框图,6 号数据放大器输入端由 100 米长线接出洞外(端点接到图 1

中 1 处),以接收地面信号。为适应不同记录幅度,并接了三个不同灵敏度的振子,以三道光线显示。7 号数据放大器同输入天线置于 207 洞内,以接收地下信号。这种接收方式的安排是为了对比地下与地面信号的差别。两套悬空线和地电线直接接光线示波器振子,进行比测。

## 观测结果

1. 6 号、7 号接收系统的电磁脉冲信号主要出现在零时后 560 毫秒的时段内,并在时间上同步。由于记录仪器的走纸速较快,无法将全部原始记录画出,只能给出电磁脉冲出现的时间和幅度(图 3)(其中 7 号系统零时后 90 毫秒至 150 毫秒的资料由于显影处理不当而有一些缺损)。爆破过程的宏观录相表明:零时后 100 多毫秒起,地面微微拱起,500 多毫秒时全部拱起,岩块飞起并落下,完成破裂全过程。

2. 电磁辐射信号具有以下四个特征:

1) 6 号 7 号接收系统记到的第一个电磁脉冲均比  $\bar{P}$  波到时提前 2.1 毫秒(图 4)。

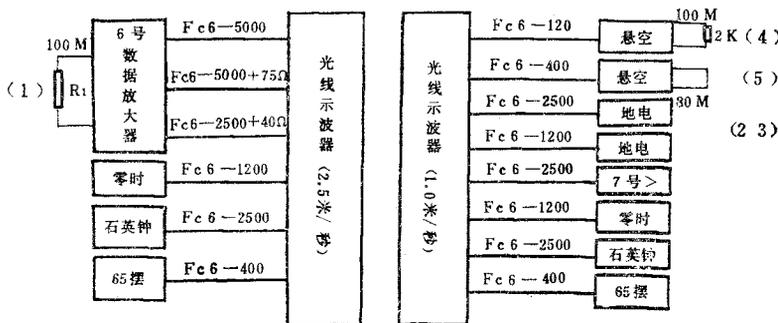


图 2 观测方式方框图

(图中  $Fc6-\times\times\times\times$  为 光线示波器振子,后面的数字为振子的固有频率)

2) 原始记录图上这类间断性电磁脉冲能

\* 汤德庆帮助做了波谱分析工作。李顺福、刘正芳参加了爆破现场工作。

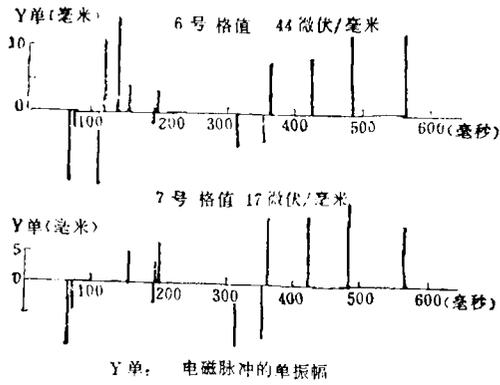
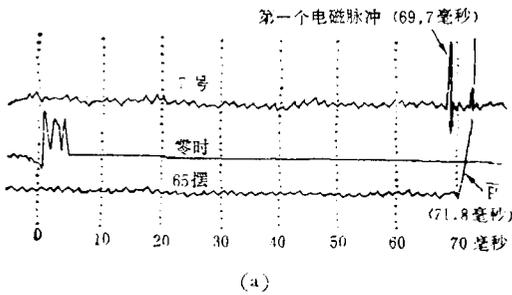
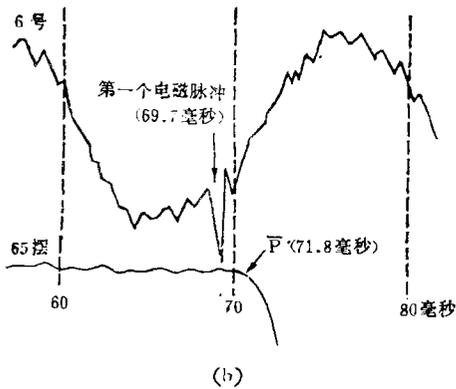


图3 记录脉冲示意图



(a)



(b)

图4 6号7号放大器记录到的第一个脉冲

量大,频带宽,脉冲宽度0.4—1毫秒。

3) 原始记录图上零时后166.4毫秒、176.4毫秒、183.5毫秒、207.4毫秒、215.1毫秒、220.3毫秒、240.4毫秒、296.8毫秒、527.2毫秒等时刻附近,高频分量明显增强,增强持续约3毫秒。

4) 对记录的电磁脉冲分段取样,并进行快速傅里叶变换,结果表明:以50周为基

波,11—15次谐波普遍增强,6、17、21、24、25次谐波也有不同程度的加强(图5)。

3. 爆破使记录的50周干扰信号发生畸变

图6是6号观测系统零时后218毫秒以后的一段记录取样。从左图(原始记录图形)上可明显地看到50周干扰信号幅度减小甚至消失,形态畸变(a段为50周基波形态,周期为20毫秒)。以20毫秒为取样时间段,移动时间窗取得a、b、c、d、e五个取样段,分别作出50周基波及2—5次谐波的傅里叶振幅谱,也明显看到50周基波及其低次谐波分量的振幅逐渐下降(如图6右图所示)。然而,7号接收系统及地电线观测系统却记录到50周干扰信号幅度的增强(图7)。各道记录到的50周干扰信号系由离测站260米处的柴油发电机产生。由图7中50周干扰信号变化的不同步可知,上述记录取样中50周干扰信号幅度的强弱变化并非由柴油机本身工作不稳定所引起。产生这种现象的原因,可能是爆破使空气介质和地下介质的电导率发生不同变化的结果。

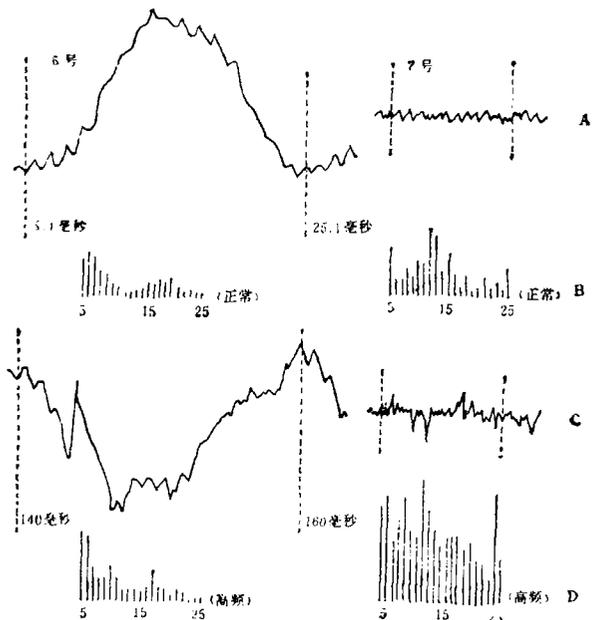


图5 6号7号系统爆破前后的记录形态及波谱的比较

A. 6号7号系统爆破前记录形态 B. 6号7号系统爆破前记录取样的傅里叶振幅谱(其中数字为谐波次数)  
C. 6号7号系统爆破后记录到的高频脉冲 D. 6号7号系统爆破后记录取样的傅里叶振幅谱

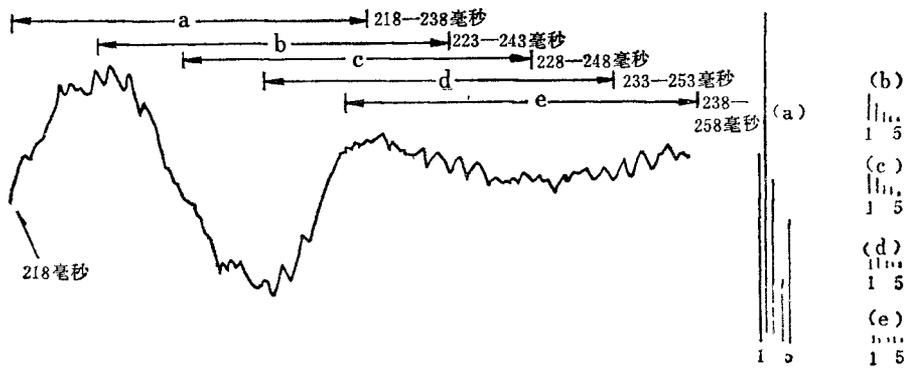


图6 原始记录中50周基波形态畸变及它的波谱变化

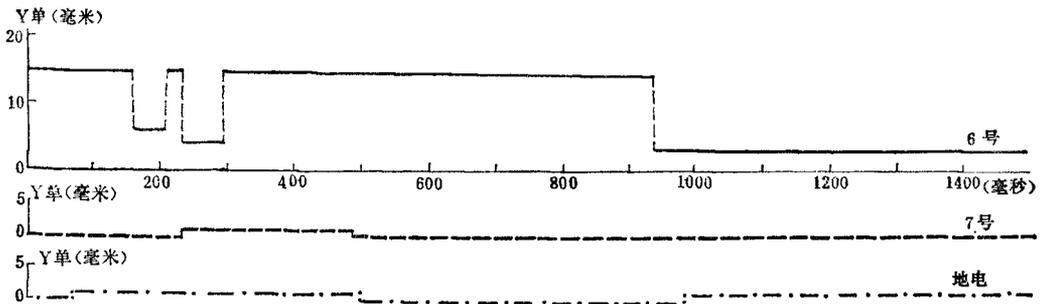


图7 50周记录情况示意图

(Y单: 电磁脉冲单振幅, 记录格值同图3)

#### 4. 空气中的电磁辐射信号强度比地下强。

从图3看出, 位于洞外的6号接收系统探头比位于洞内的7号探头接收的信号强些。

值得注意的是, 原始记录图上6号系统在1.04秒以后记录到了连续的电磁扰动, 形态多变, 幅度不一, 持续时间不同, 而7号系统基本上无反应。我们认为, 这是由于化学爆破产生的高离子浓度的气浪影响了6号放大器洞外的输入长线所致, 与爆破过程中的电磁辐射无关。

### 讨 论

1. 第一个电磁脉冲信号在零时后69.7毫秒出现, 地震波 $\bar{P}$ 到时为71.8毫秒。两个信号是否都来源于 $\bar{P}$ 波到达时的地面振动, 只是因两种接收系统脉冲响应不同而引起记录的时差?

分别计算仪器暂态特性, 结果: 地震仪响应时间为1.5毫秒, 电磁波记录系统响应时间为0.024毫秒, 证明它们并非同一时刻的事件。

2. 电磁脉冲信号是否由雷管点燃时的起爆

电流引起?

这次爆破从雷管点燃到500吨炸药全部爆炸的时间为5毫秒, 而第一个电磁脉冲出现在69.7毫秒, 时间上相差较远, 可以否定这一问题。

#### 3. 信号是不是由仪器故障所引起?

由于仪器连续正常工作, 因此否定了这种可能。另外, 共十几道光点同时记录, 也说明了这种信号决非电源浮动而产生。

4. 为了证实接收系统接收的是电磁波, 我们曾对该接收系统做过一些实验。实验证明, 该系统对场强5毫伏/米以上的电磁场有一定的响应<sup>[1]</sup>。根据记录幅度推算这次人工爆破产生的电磁辐射场可达每米几十毫伏。因此, 该系统用于地震电磁前兆观测是可行的。

应该指出, 上述资料仅为一次观测所得, 还有许多问题尚需研究。

### 参 考 文 献

徐为民等, 震前电磁异常探讨, 地震, 1. 1982。