

# 江西永平爆破的水化学效应\*

余兆康 蔡诗凰 林家涛 王屏路\*\*  
(福建省地震局)

## 摘要

为了探索研究各种地震前兆现象,我国地震工作者已开始对地下水化学成分在地震发生前的变化进行观测。利用爆破作实验,是企图发现地下水化学成份在冲击力的作用下的变化,为识别地震前兆提供一定的依据。

本文着重研究江西永平铜矿前后三次爆破所取得的大量水化学观测资料,探讨爆破时水化学效应的特征,并确认爆破膨胀冲击力是使氯及水化学组分发生变化的主导因素,而各观测井孔所处的地质、水文地质条件及地球化学环境的不同,又起了加强或削弱的控制作用。为合理地选择水化学观测井孔(泉),以及研究在力的作用下水化学组分的变化特征,提供了实验依据。

## 一、引言

我国地震工作在探索研究各种前兆现象时,已开始对地下水化学成分在地震发生前的变化进行了观测。当然,前兆现象是地震前一段时期内地下水化学的变化,与地震时一瞬间的变化是完全不同的<sup>[1]</sup>。同样,爆破时的地下水化学成分变化,不代表爆破前的变化。不过利用爆破作实验以期发现地下水化学成分确实有所变化,则对认识地震前地下水化学成分的可能变化有所帮助。就是说,震前地下应力的变化,有可能引起地下水化学成分的变化。

近年来,利用爆破进行水化学效应的观测试验,在地震部门已开展了一定的工作。我们利用江西省永平铜矿1975年10月15日、10月20日及1978年12月6日三次爆破的有关水化学组分观测资料,特别是1978年的千吨级爆破<sup>[2]</sup>,在七个观测点开展了水氯、γ能谱测量、 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{Cu}^{++}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{F}^{-}$ 、 $\text{SO}_4^{=}$ 等离子的分析,以及 $\text{H}_2$ 、电导率、pH值的观测,取得了一批资料。通过进一步研究表明:在爆破冲击力的作用下,水化学组分出现明显的变化,并与地质条件、水文地质条件及地球化学环境等有一定的关系。

## 二、爆破水化学效应的特征

由于永平铜矿三次爆破使用的观测仪器、测试方法和测量精度不同,必须对资料加以

\* 1980年1月22日收到初稿,1981年8月16日收到修改稿。

\*\* 福州地震台徐月花,何福坦同志参加部分资料整理工作。

1) 这次爆破是由国家地震局科研处组织的,参加水化学观测的有国家地震局地质所,中国科学院上海有机化学研究所,北京261工厂,天津、河北、广东、浙江、江西和福建省地震局(办)等十几个单位。

处理,尽量剔除干扰,使爆破水化学效应的“信息”能得到较充分地显示。我们利用爆破前数天各观测点水化学组分观测数据的平均值  $\bar{x}$  作为正常背景值,然后分别算出其均方差  $\sigma$ ,为了便于对比,我们采用比值的方法(即:  $\eta_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ )绘出各观测点水化学组分相对变化量曲线图,并用  $\frac{\bar{x} + 2\sigma}{\bar{x}}$  作为“噪声限”判定爆破后水化学各组分的变化,这样便可较客观地反映爆破后各井孔水化学组分效应。根据几次爆破资料分析,爆破水化学效应具有如下特征:

### 1. 爆破后水化学组分相对变化量明显

从爆破现场实验所取得的观测资料分析,发现地下水中某些化学组分在爆破后短时间内相对变化量是可观的。如:放射性气体氡,所有的观测点均有不同程度反应,相对变化量达到 5.84%—19.45%; $\gamma$  能谱测量(探头位于 5 米深土壤中)的 RaC 及 ThC'',相对变化量达 12.5%—32.2%; $\text{F}^-$ 、 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{=}$ 、 $\text{Cu}^{++}$ 等含量的相对变化量达 2.23%—53.93%;常量气体、pH 值和电导率的变化也很明显,如 4 号观测点的  $\text{H}_2$  相对变化量亦达 5.39% 和 13.69% (表 1)。

表 1 各观测点氡、 $\gamma$  能谱及几种化学组分的相对变化

$\eta_{\max}(\%)$ 观测点编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Rn	—19.45	13.33	—10.57	7.17	5.84	9.32
$\text{F}^-$	40.29	—	—	—	—	—
$\text{Ca}^{++}$	—	34.07	11.52	95.77	19.11	33.43
$\text{K}^+$	3.87	53.93	—	—	—	—
$\text{Cu}^{++}$	16.98	—	—	—	—	—
$\text{SO}_4^{=}$	—	—	2.23	—	—	—
$\text{H}_2$	—	—	—	181.4	—	—
pH	5.39	—	—	—	—	—
电 导 率	13.09	—	—	—	—	—
$\eta_{\max}(\%)$ 能 级	0.61MeV	1.12MeV	1.46MeV	1.76MeV		
$\gamma$ 能谱 (7#)	32.2	19.8	12.5	30.9		

### 2. 爆破后水化学组分相对变化幅度随观测点距离爆破源的远近而有差异

我们选取同一构造带上,水文地质和水点出露条件基本一致的观测点的有关资料进行对比分析,发现爆破后水化学组分的相对最大变化量  $\eta_{\max}$  (对基值而言,即  $\eta_{\max} =$

表 2 爆破后水中某些组分的相对最大变化量与观测点离爆点远近的关系

实验次数	第一 次		第二 次		第三 次	
爆破点及吨位	天排山 55 吨		火烧岗 38 吨		火烧岗 1000 吨	
观 测 点 编 号	75-1 <sup>#</sup>	75-2 <sup>#</sup>	75-1 <sup>#</sup>	75-2 <sup>#</sup>	78-2 <sup>#</sup>	78-5 <sup>#</sup>
观 测 点 与 爆 点 距 离(米)	650	1630	382	1480	1750	3800
Rn 的 $\eta_{\max}(\%)$	21.0	8.8	23.5	11.6	13.33	5.84
Ca <sup>++</sup> 的 $\eta_{\max}(\%)$	—	—	—	—	34.07	19.11
备 注	75-1 <sup>#</sup> 、75-2 <sup>#</sup> 为 1975 年两次爆破实验观测点。 78-2 <sup>#</sup> 、78-5 <sup>#</sup> 为 1978 年千吨级爆破实验观测点。 这些观测点均在矿区侯家村—嵩山倒转背斜的正常翼上, 且为同一水文地质条件的灰岩、岩溶裂隙泉水。					

$\frac{x_{\max} - \bar{x}}{\bar{x}} \times 100\%$ ), 有随观测点离爆破区的水平距离增大而减弱的特征(表 2).

### 3. 爆破水化学效应随不同的地质条件和水文地质条件而异

处于一定地质环境中的观测点, 在瞬间爆破冲击力的影响下, 会引起地下水化学组分不同程度的变化. 同时, 这种变化与观测点所处的地质环境、围岩性质以及透水性不同而有明显的差异<sup>[2]</sup>. 例如, 爆破后大部分观测点的水氡含量均有较明显的变化; 然而 K<sup>+</sup> 的含量只有 6<sup>#</sup> 和 2<sup>#</sup> 观测点有较明显的变化.

## 三、爆破水化学效应机理的初步探讨

综观上述特征, 说明观测井孔在瞬间爆破冲击力的作用下, 能引起放射性元素及地下水化学组分的变化. 而各观测井孔所处的地质和地球化学环境的不同, 则起着加强或削弱的作用.

### 1. 爆破作用力的方式与水化学效应的关系

矿山松动爆破是以点源的形式出现的, 起爆后产生以爆破源为中心呈放射状向四周扩展的膨胀冲击力<sup>[3]</sup>. 1978 年永平铜矿千吨级大爆破, 其能量相当于  $M_s=3.4$  的地震, 可使爆区中心的 127 万立方米的岩石、土壤产生严重的破坏, 同时也使爆破区周围的岩层受压而造成位移与形变. 位移与形变随作用力的大小及其与爆破源距离的远近而不同<sup>[3]</sup>. 特别是当裂隙与孔隙充满着地下水时, 在爆破冲击力的作用下, 地下水流会从压力大的地方往压力小的地方流动, 或改变地下水原有的通道, 从而改变水动力条件, 引起地下水物理性质和化学组分的变化. 如 1 号泉, 在起爆以后流量减少, 水中的各种悬浮物质增多, 变成乳白色的混浊状水, 延续半小时之后, 水流量又逐渐增加. 在这种水动力条件改变的同时, 水中 Rn、F<sup>-</sup>、Cu<sup>++</sup>、pH 值及电导率等也相应发生明显的变化.

此外, 爆破冲击力的大小实际上与爆破释放出能量大小有直接关系. 使用的炸药量大, 释放出能量就大, 引起的作用力也大, 导致水化学组分变化的相对增长率亦大(表 3).

表 3 水平铜矿三次爆破不同能量、不同距离的水氡相对增长率比较

爆破序次	相当震级 (Ms)	观测井孔	离爆破点距离 (米)	相对增长率 $\eta_{\max}$ (%)
第一次	2.3	75-1*	650	21.1
		75-2*	1630	8.8
第二次	1.8	75-1*	382	23.5
		75-2*	1480	11.6
第三次	3.4	78-2*	1750	13.33
		78-5*	3800	5.84

对于整个爆破区来说,随着离爆破源由近至远,破裂现象有较大的差异,岩石受破坏的程度逐渐减弱<sup>[4]</sup>。从爆破源向外大致可分为破裂区、微破裂区和裂纹区(图 1)。

总之,在爆破冲击力的作用下,岩石裂纹、孔隙和水动力条件的改变,氡与其它水化学组分被携带出来或改变原有的储存形式,形成水化学“异常晕”。因此可从各井孔观测到氡、离子、气体含量的变化。当作用力消失后,岩石处于恢复调整阶段,水饱和状态和水动力条件亦趋于稳定,大部分水化学组分的变化即从异常态转为正常态。

## 2. 爆破水化学效应与地质和地球化学环境的关系

爆破观测区位于纵贯南北的侯家村—嵩山倒转背斜东部的正常翼上,构造较为简单,主要为走向南北、倾向东的应天寺—火烧岗逆掩断层( $F_1$ ),纵贯整个测区并穿过爆破中心,断层面倾角  $30^\circ$ — $50^\circ$ ,断层长度达 7000 米,断距大于 2000 米,为下部混合岩逆于 C—P 之上。其次为走向南北,倾向东的天排山逆断层( $F_2$ ),断层面倾角  $60^\circ$ ,断层长度 5000 米,断距大于 700 米,为下伏混合岩逆于  $C_{2-3}$  石灰岩之上。

1975 年及 1978 年前后三次爆破的水化学观测点,均沿上述两断层呈南北向分布。

爆破水化学效应对观测点所处的特定构造部位有关。如 1 号泉和 6 号孔同处于火烧岗南部,但在构造部位上它们却分别位于  $F_1$  断层两侧。虽然 1 号泉比 6 号孔离爆破中心较近,爆破后氡效应的相对最大变化量  $\eta_{\max}$ ,6 号孔却大于 1 号泉,说明 1 号泉氡的补给

表 4 1 号泉与 6 号孔爆破后的水氡相对变化量与  $F_1$  断层的关系

观 测 点	地 质 条 件	爆破前 Rn 平均值	爆破后 Rn 最大观测值	相 对 变 化 $\eta_{\max}$ (%)
1 号 泉	于 $F_1$ 断层下盘,为风化裂隙含水带的水	1790.2 脉冲/分	2054.0 脉冲/分	+14.74
6 号 孔	钻孔揭露 $F_1$ 断层的上、下盘,为石炭系裂隙含水层的承压水	2809.4 脉冲/分	3478.0 脉冲/分	+23.82

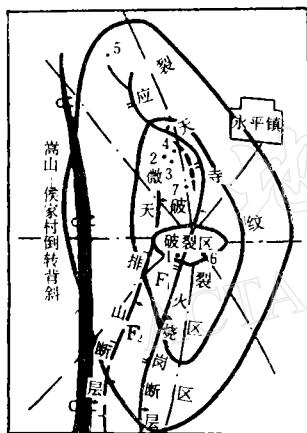


图 1 爆破产生破裂示意图  
(1—7 为水化学观测孔的位置)

与  $F_1$  断层关系不甚密切; 6 号孔则不然, 因钻孔已揭穿  $F_1$  断层, 所以爆破后的氡来源与断层关系甚大(表 4)。

由于各观测点所处的地质条件与地球化学环境不同, 其地下水所含的物质成分也必有差异。而作为输送这些物质成分的地下水, 对爆破后水化学组分发生的变化, 起着极其重要的作用。

测区内的地表水——桐木江, 其标高低于各观测点。所以本区的地下水来源纯系大气降水。从地貌上看, 全区属于侵蚀切割低山丘陵地形, 形成天排山(474.70 米)——火烧岗(394.89 米)地下水补给区。若以火烧岗为界, 1 号泉、6 号孔处于地下水南部排泄区内, 2、3、4 号观测点则处于北部排泄区内, 而 5 号泉的地下水补给主要为应天寺(202.3 米)。

全区含水层(带)大致可分为: 风化裂隙含水带,  $C_3$ — $P_1$  采空岩溶含水带,  $C_3$ — $P_1$  灰岩溶裂隙含水带以及  $C_{1-2}$  裂隙含水层等。各含水层(带)之间多呈过渡接触, 因此它们之间存在着统一的水力联系(图 2)。

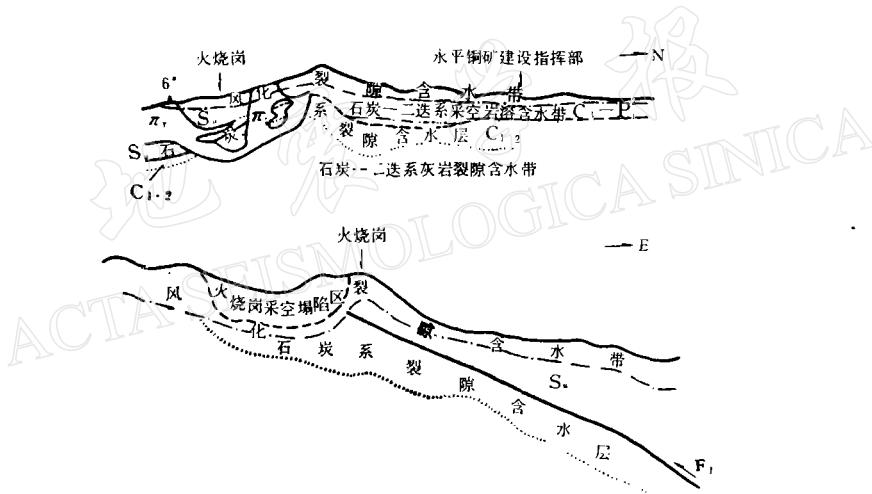


图 2 通过爆破点的水文地质纵、横剖面图

由于地处铜矿产地, 地下水受强酸性矿水的影响甚剧。所以本区的地下水类型基本上可以归纳为强酸性矿水—— $SO_4^{2-}$ —( $Fe^{++}$ 、 $Cu^{++}$ ) 型水和受矿水影响的过渡带的  $SO_4^{2-}$  或  $HCO_3^-$ — $Na^+$ — $Ca^{++}$  型水。前者以 1 号泉为代表, 其余均属后者。

爆破后各泉、孔所观测到的水化学效应与环境条件存在着密切的关系。现分述如下:

(1) **爆破水化学效应强烈区** 该区距爆破源近, 并有  $F_1$  断层通过, 水化学效应明显。如 1 号泉与 6 号孔, 1 号泉位于爆破源(火烧岗)西南约 550 米处 179 米标高的采掘面上, 泉水出露于  $C_{1-2}$  藕塘底群变质砂岩的炮眼中, 每昼夜出水量约为 45 吨。虽是无雨季节, 但流量尚大。观测孔所在岩层的裂隙相当发育, 属石炭系裂隙含水层, 它与上部的风化裂隙含水带又有直接的水力联系, 而且岩石本身不甚坚硬(最大抗压强度  $\geq 600 kg/cm^2$ )。爆破后, 由于受到强烈的爆破冲击力的作用, 从而改善了地下水的通道条件, 加速了化学反应, 出现如下各种比较明显的水化学效应(表 5、图 3)。

表 5 1号泉和6号孔部分观测项目的观测值

泉、孔号		1号泉				6号孔			
观测值	单位	Rn	Cu <sup>++</sup>	F <sup>-</sup>	电导率	K <sup>+</sup>	Fe <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>
		脉冲/分	mg/l	mg/l	×10 <sup>-3</sup> μΩ <sup>-1</sup> /cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12月4日	9:00	1899	15.7	—	2.08	1.94	0.70	583.06	304.4
	15:00	1724	16.0	—	2.08	1.89			318.2
12月5日	9:00	1751	16.6	7.9	2.08	—	0.80	583.06	304.4
	15:00	1736	15.7	7.9	2.07	1.98			339.1
12月6日	9:00	1841	15.7	7.3	2.08	—	—	—	344.9
	11:10	1834	17.7	7.6	2.01	1.94	0.96	577.04	335.9
	11:30	1960	18.5	8.2	2.06	1.94	0.89	572.91	400.0
	11:50	1593	18.5	8.2	2.08	1.89	0.69	574.94	404.0
	12:24	1669	17.9	8.4	2.11	1.98	0.69	552.61	429.9
	13:03	1801	16.8	8.5	2.14	1.98	0.69	542.36	337.5
	14:04	1941	17.8	8.8	2.16	1.73	0.50	549.23	339.9
	15:03	1998	17.8	8.9	2.20	0.65	0.50	562.76	327.8
	16:03	2054	17.2	9.0	2.24	1.17	0.54	566.14	369.5
	17:00	1829	16.4	9.6	2.23	1.36	0.69	566.14	349.5
12月7日	18:32	1801	17.1	9.7	2.25	1.08	0.54	569.52	378.4
	20:03	1728	17.9	9.7	2.28	1.39	0.54	576.29	399.2
	22:13	1694	18.6	10.0	2.30	0.34	0.50	576.29	383.2
	24:05	1531	18.4	10.5	2.30	0.52	0.50	583.05	316.6
	2:16	1442	18.4	10.5	2.32	0.56	0.33	570.88	314.2
	4:05	1524	18.6	10.5	2.34	1.13	0.28	572.91	312.6
	6:01	1754	18.1	10.5	2.35	1.43	0.50	579.67	304.6
	9:03	1822	17.7	10.6	2.35	1.98	0.50	583.05	308.4
	12:04	1894	17.2	10.7	2.34	1.98	0.80	576.29	310.2
	15:05	1897	17.1	10.8	2.35	1.94	0.80	576.29	310.2
12月8日	9:00	1773	17.1	10.5	2.34	1.94	0.69	576.29	299.0
	15:00	—	17.1	10.8	2.35	—	0.83	—	297.4
12月9日	9:00	—	16.5	10.6	2.32	—	—	—	—
	15:00	—	17.1	10.8	2.31	—	—	—	—
12月10日	9:00	—	17.2	8.8	2.31	—	—	—	—
	15:00	—	14.5	9.3	—	—	—	—	—
12月11日	9:00	—	15.7	8.9	—	—	—	—	—

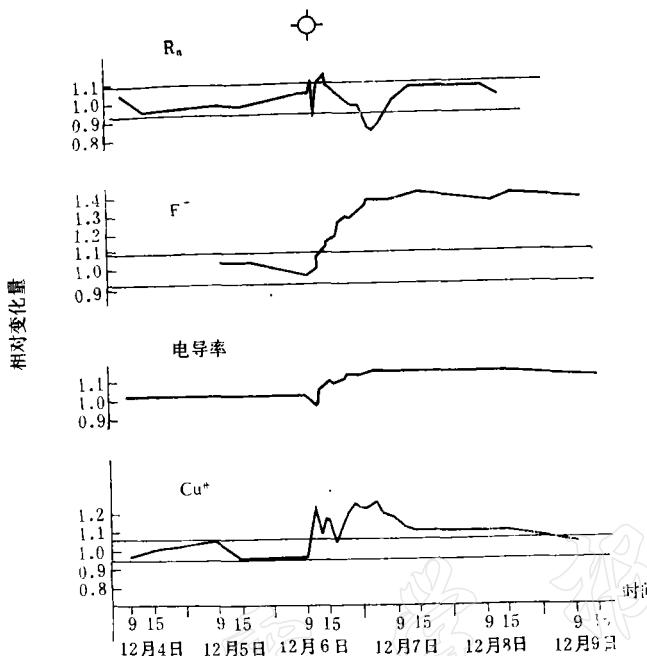
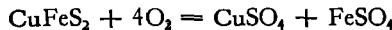


图 3 爆破前后 1 号泉  $Rn$ 、 $Cu^{++}$ 、 $F^-$  及电导率相对变化曲线图

i) 氡出现“突跳”变化: 爆破前基值为 1790 脉冲/分, 爆破后 20 分钟上升到 1960 脉冲/分, 增长幅度为 9.5%; 爆破后四小时的最高值达 2054 脉冲/分, 增长幅度为 14.7%.

ii) 爆破后水中  $Cu^{++}$  含量急剧增高: 由于该泉正处于铜矿采掘面上, 地下水中的  $Cu^{++}$  背景值比较高, 爆破前平均含量为  $15.9\text{mg/l}$ , 爆破后由于接近地表的  $III_3$  矿层, 氧化黄铜矿所生成的  $CuSO_4$  大量溶于水中<sup>[3]</sup>. 即:



致使爆破后第一个水样中的  $Cu^{++}$  含量即达到  $17.7\text{mg/l}$ , 经十七小时后达  $18.6\text{mg/l}$  的最高值, 上升幅度达 11.32%. 这种高含量值一直延续三天方渐降至正常值.

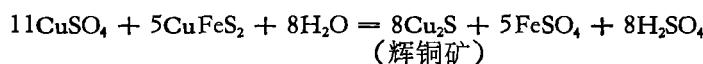
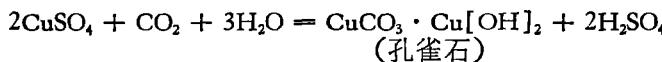
iii) 爆破后水中  $F^-$  含量逐渐增高, 其高值延续五天不降: 测区内除 1 号泉外, 其它各泉(孔)的围岩由于含氟矿物不多, 所以水中含  $F^-$  均在  $0.04\text{--}1.40\text{mg/l}$  之间. 而该泉上方由于矿层中存在着成矿后期碳酸盐阶段形成的方解石岩脉的共生萤石<sup>[6]</sup>, 造成 1 号泉水中高含氟量的特定地球化学环境, 故爆破前水中  $F^-$  的背景值较高, 平均为  $7.7\text{mg/l}$ . 爆破后由于地层压力骤增, 增强了萤石的溶解, 致使上部萤石 ( $CaF_2$ ) 溶于水中的大量  $F^-$  进入观测孔. 所以从爆破后的半小时开始, 泉水中的  $F^-$  含量从  $8.2\text{mg/l}$  逐渐上升, 第五小时为  $9.0\text{mg/l}$ , 第十五小时为  $10.5\text{mg/l}$ , 直到第二十八小时竟升至  $10.8\text{mg/l}$  的最高值.

iv) 爆破后电导率稳步增高: 1 号泉爆破前的电导率背景值为  $2.08 \times 10^3 \mu\Omega^{-1}/\text{cm}$  的最高值, 持续四天未恢复“正常”.

6 号孔位于爆破源东南约 800 米, 孔口标高 127.62 米, 孔深 400.26 米, 地层自上而下为花岗斑岩、斑状黑云母花岗岩、混合岩以及硅卡岩等, 在 274.66 米处已揭穿  $F_1$  断层, 涌

水量大增,最大涌水量达3.4升/秒,一般为2.3升/秒。在揭开含水层时的水头高度可达12.12米。由于该孔上部覆盖着透水性较差的花岗斑岩及斑状黑云母花岗岩,故其主要含水层位为石炭系裂隙含水层,该层为一走向南北、倾向东的单斜层,且有F<sub>1</sub>断层通过。为此,地下水的主要补给区乃为西北方向的天排山—火烧岗一带,原起着隔水作用的F<sub>1</sub>断层,由于被揭穿,便成了地下水向6号孔涌流的良好通道。同时,该孔附近均属半坚硬岩石,其抗压强度 $\geq 600\text{kg/cm}^2$ ,故在爆破冲击力作用下极易产生裂隙。

由于上述地下水的补给来自邻近的硫化物矿区,强酸性水便成为该孔的主要补给水。这种强酸性矿水主要产生于黄铜矿被氧化后生成的CuSO<sub>4</sub>,并与黄铜矿作用也生成H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。



在爆破冲击力作用下,补给区与受水区的岩石都受到影响,使强酸性水更扩大了与围岩的接触面,加之在爆破震动下,促使其化学反应的加剧,所以出现较明显的爆破水化学效应。

爆破后强酸性矿水中的组分在流经石炭系石灰岩含水层后,加速了下列反应:

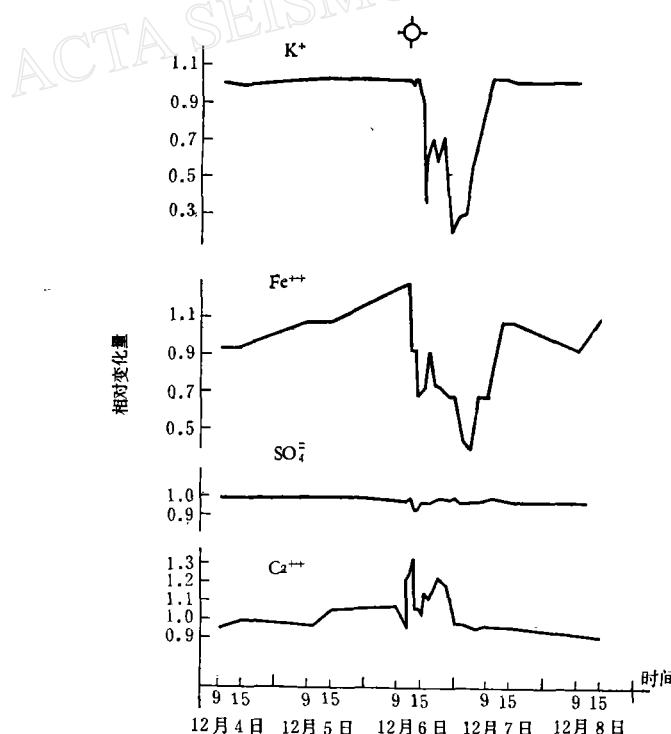


图4 6号孔 K<sup>+</sup>、Fe<sup>++</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Ca<sup>++</sup>的相对变化曲线图

使得难溶的  $\text{CaCO}_3$  生成微溶的  $\text{CaSO}_4$ 。而且难溶的  $\text{CaCO}_3$  又与含有大量  $\text{CO}_2$  的地下水接触, 则生成易溶于水的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 这就使水中的  $\text{Ca}^{++}$  含量相应地增高, 而  $\text{SO}_4^{=}$  含量比起强酸性矿水来说是降低了。此外, 爆破后该孔还出现地下水中的  $\text{Fe}^{++}$  和  $\text{K}^+$  减少的事实。这与爆破后生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  减少和  $\text{K}^+$  被吸附有关(图 4)。

(2) 爆破水化学效应中等区 该区距爆破源稍远, 又因具有岩溶地区的特点, 所以水化学效应不如上区明显, 如 2、3、4 号泉, 它们均位于爆破源以北水平距离约为 1800 米的北部排泄区内, 其中 3、4 号泉以上升泉的形式出现, 而 2 号观测点则为采石场的石灰岩裂隙水。3、4 两泉均出露于第四系, 且 4 号井又是由数个上升泉汇集于一口机井中。该区为大面积石灰岩出露, 观测井、泉的地下水均属  $\text{C}_3-\text{P}_1$  岩溶裂隙水。同时补给区又来自天排山及应天寺两方面, 因此造成了具有大于 5 升/秒的涌水量。

爆破后该区出现了  $\text{Ca}^{++}$  增多和  $\text{SO}_4^{=}$  减少, 以及 2 号泉在爆破后五小时, 延续 2.5 小时的  $\text{K}^+$  高值(图 5)。

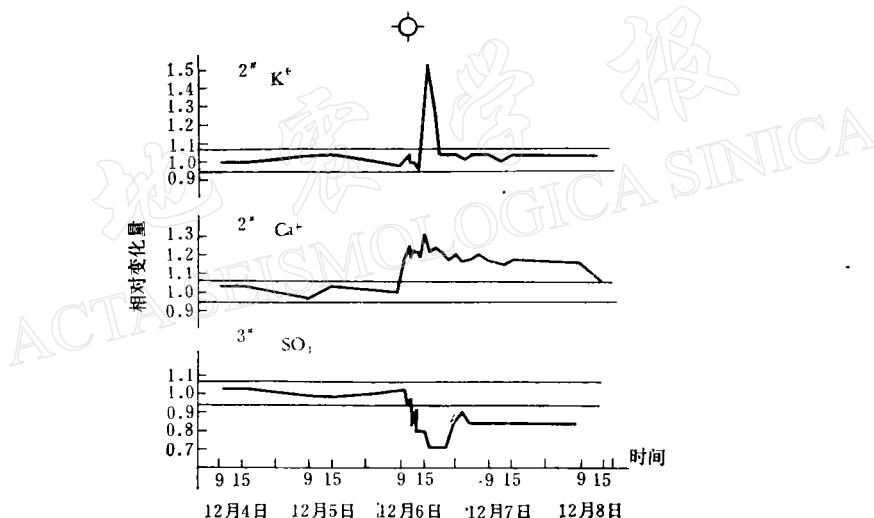


图 5 2 号泉  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{++}$ ; 3 号泉  $\text{SO}_4^{=}$  的相对变化曲线图

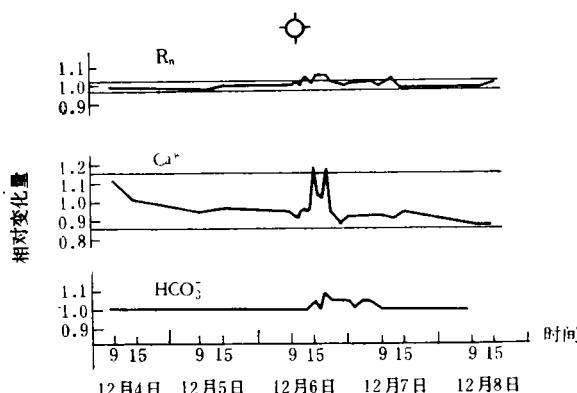


图 6 5 号泉  $\text{Rn}$ 、 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  的相对变化曲线图

(3) 爆破水化学效应微弱区 该区距爆破源较远, 处于爆破区的外围, 爆破水化学效应不显著。如5号泉, 位于测区最北部, 距爆破源为3800米, 泉水出露于C<sub>3</sub>—P<sub>1</sub>的石灰岩中, 属岩溶裂隙含水带。该处地下水来源于应天寺, 由于离爆破源远, 补给水流途长, 且经过溶洞方抵该泉, 故爆破后的水化学组分虽有反应, 但其反应时间晚, 变化幅度亦小(图6)。

#### 四、结语

通过永平地区三次不同炸药量的爆破, 给我们提供了在自然条件下岩石破裂水化学效应的实验资料。特别是1978年12月6日该区的千吨级爆破, 根据研究工作的需要, 布设了比较多的观测井、泉, 安排了十几个氡及水化学观测项目, 取得了第一性资料。实验数据表明: 各观测项目的爆破水化学效应完全不同; 在同一观测项目中, 各观测井孔产生水化学效应的时间与大小也不一样。通过研究确认爆破膨胀冲击力是使氡及水化学组分发生变化的主要因素, 而各井孔所处的地质、水文地质条件及地球化学环境的不同, 又起了加强或削弱的控制作用。

#### 参考文献

- [1] 郑治真、朱传镇、胡祚春, 爆破与地震的差异, 地球物理学报, 18, 3, 1975.
- [2] Д. Т. Осика, Опыт разработки и перспективы практического использования геохимических и гидро-геологических методов прогноза места, силы и времени мелкофокусных землетрясений, «Геохимия», АН СССР, № 3, 354—364, 1979.
- [3] C. H. 约翰逊、P. A. 珀森, 猛炸药爆轰学, 国防出版社, 1976.
- [4] 中国科学院地质研究所实验地震组, 破裂前兆的空间分布与地震预报问题, 地质科学, 3, 1976.
- [5] 南京地质学校, 普通地质学, 地质出版社, 1978.
- [6] V. M. 戈尔德斯密特, 地球化学, 科学出版社, 1959.

## OBSERVATION OF THE HYDROCHEMICAL EFFECT OF MINE BLAST AT YONGPING, JIANGXI PROVINCE

YU ZHAOKANG CAI SHIHUANG LIN JIATAO WANG PINGLU

(Seismological Bureau of Fujian Province)

### Abstract

In an attempt to study various phenomena supposedly to be precursory to an impending earthquake in China, variation of the hydrochemical effect of ground water are now observed. Experiment by utilizing mine blasts is merely aimed at finding some indications to show that impulsive force acting on the crustal medium can give rise to any changes of chemical contents of underground water in order to provide certain evidences for this phenomenon to be a possible earthquake precursor.

This article deals mainly with a study of a large amount of hydrochemical observational data obtained in a series of three blasts at the Yongping copper mine of Jiangxi province as regards to the characteristics of the hydrochemical effects. It has been shown that the dilatational impulsive forces from a blast is the principal cause of variation of the radon and other hydrochemical components of ground water, and the differences of the geological, hydro-geological and geochemical conditions of each observational well site can modify the effect by strengthening or weakening it. The results of this study provide also experimental basis for reasonable selection of the wells (or springs) in the studies of variation of hydrochemical components in ground water by changes of stress.