

短文

中强震前地下水中汞(Hg)含量的 异常变化特征

1 引言

1990年1月—1992年12月,作者在滇西地震预报实验场和甘肃河西地震重点监视区分别选择了一些观测井孔、泉点,观测水中汞含量的变化,探索其与地震活动的相关性。对于在观测期间发生的几次中强地震,大多数井孔、泉点水中的汞含量都发生较大幅度的突跳异常变化,显示了较明显的前兆异常。本文对观测资料进行了总结和分析,试图研究中强地震前地下水中汞的异常特征。

2 中强地震前地下水中汞(Hg)的异常特征

2.1 观测点概况

在滇西地震预报实验场选择江干热水井、九台温泉和CK84-6井,用XG-4型数字式测汞仪观测泉水中汞含量变化。从1990年1月开始观测,每日观测一次。在甘肃河西地区选择西武当泉和红砂窝井,进行泉水中汞含量的动态观测研究。使用JM-3型金膜测汞仪观测,从1990年4月开始,每日观测一次。观测点的水化学特征和基本情况见表1和表2,其位置及区域构造分布见图1、图2。

表1 观测点某些深循环水与浅循环水的化学特征

特 征 指 标	深 层 循 环 水			浅 层 循 环 水	
	滇 西 地 震 实 验 场			河 西 地 震 监 视 区	
	江干热水井	九台温泉	CK84-6井	西武当泉	红砂窝井
As(mg/L)	0.056	0.046	0.007		
Sr(mg/L)	4.0	6.76	6.76	0.96	
Li(mg/L)	0.25	0.27	0.28	0	0
Hg(ng/L)	150	120	30	50	35
SiO ₂ (mg/L)	45.5	47.9	55.8	10.4	13.7
F ⁻ (mg/L)	7.6	4.2	3.2	0.29	1.95
矿化度(mg/L)	1051	1090	822	1052	965
Eh(mv)	-246	-132	-216	450	560
水温(℃)	76	70	25	7	12

表 2 观测点的基本情况表

观测点名称	类型	构造部位	含水层岩性	水温(℃)	稳定同位素		水化环境 Eh(mv)	水质类型
					δD‰	δ18O‰		
洱源江干热水井	温泉	红河断裂带上裂隙水	苍山变质岩	76	-116.5	-11.89	还原环境 -246	HCO ₃ -SO ₃ -Ca-Na
洱源九台温泉	温泉	红河断裂带上上升泉	泥盆纪灰岩	70	-99.5	-11.30	还原环境 -132	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na
洱源 CK 84-6 井	冷泉	红河断裂带上自流井 266.6 米	前寒武纪变质岩	25	-114.8	-12.60	还原环境 -216	HCO ₃ -Na
张掖西武当泉	冷泉	断裂带上上升泉	灰岩	7	-110.0	-12.30	氧化环境 450	SO ₄ -Mg-Ca
张掖红砂窝井	冷泉	第四系冲积层孔隙水自流井	砂砾石	12	-108.0	-13.0	氧化环境 550	SO ₄ -Cl-HCO ₃ -Ca-Na

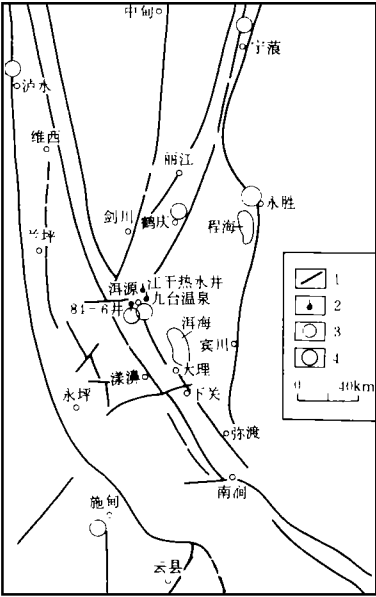


图 1 滇西地区泉点、区域构造及震中分布图

1. 断裂; 2. 水化观测点; 3. $M_s=4.0-4.9$; 4. $M_s=5.0-6.0$

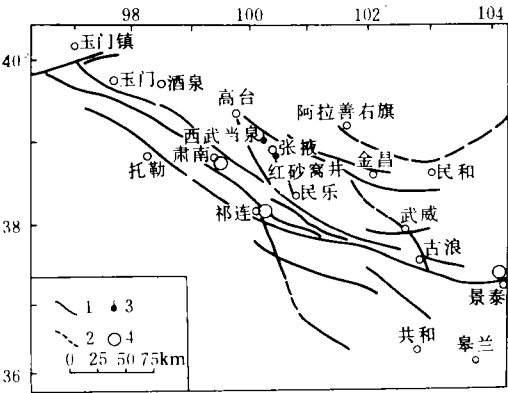


图 2 河西地区泉点、区域构造及震中分布图

1. 主要断裂; 2. 隐伏断裂; 3. 水化观测点; 4. 震中

2.2 中强地震前地下水中汞含量变化特征

在观测研究期间,在滇西地震实验场区及附近发生了 9 次中强地震。在河西地区监测期间 1990 年 4 月—1991 年 10 月,发生了 3 次中强地震。各次中强地震参数及编号见表 3。

表 3 观测期间研究区内的中强地震参数表

研究区	滇西地震实验场									河西地震监视区		
发震时间	1990 年 2 月 14 日	1990 年 4 月 22 日	1990 年 8 月 7 日	1991 年 1 月 5 日	1991 年 4 月 12 日	1991 年 7 月 22 日	1991 年 12 月 31 日	1992 年 4 月 23 日	1992 年 12 月 18 日	1990 年 10 月 20 日	1991 年 1 月 2 日	1991 年 10 月 1 日
地震编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
地震位置	泸水	洱源	鹤庆	缅甸	宁蒗	施甸	洱源	西盟	永胜	景泰	祁连	肃南
震级(Ms)	5.3	4.3	4.3	7.2	5.4	5.2	5.0	6.9	5.2	6.2	5.0	5.2
震中距 (km)	100	20	100	450	164	280	57	430	80	300	210	180

对观测资料分别进行日值五点剩余及一阶差分处理和五日均值一阶差分处理,控制线取为正常均方差的二倍。资料处理结果见表 4 和图 3、图 4。

表 4 各测点汞异常特征

地区	地震 编 号	观测点 名 称	汞 的 异 常 特 征		
			形 态	持续时间 (天)	幅 度 (倍)
滇 西 地 震 实 验 场	1	江干热水井	多点高	13	7
		九台温泉	值突跳		
		CK84-6 井			
	2	江干热水井	多点高	28	13
		九台温泉	值突跳	28	13
		CK84-6 井		6	15
	3	江干热水井	多点高	10	9
		九台温泉	值突跳		
		CK84-6 井		38	13
	4	江干热水井	多点高	71	10
		九台温泉	值突跳		
		CK84-6 井		2	12
	5	江干热水井	多点高	42	8
		九台温泉	值突跳	35	25
		CK84-6 井		36	2
	6	江干热水井	多点高	25	7
		九台温泉	值突跳	16	12
		CK84-6 井		38	10
	7	江干热水井	多点高	50	14
		九台温泉	值突跳	53	17
		CK84-6 井		75	15
	8	江干热水井	多点高	28	13
		九台温泉	值突跳	24	16
		CK84-6 井		40	10
	9	江干热水井	多点高	70	13
		九台温泉	值突跳	55	10
		CK84-6 井		45	12

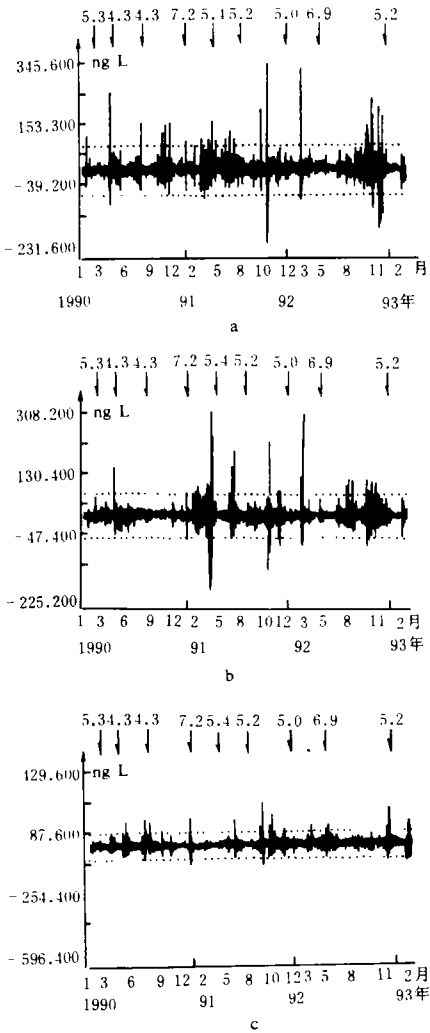


图 3 滇西实验场水化观测点 Hg 含量
日值五点剩余曲线
a. 江干热水井; b. 九台温泉; c. 84-6 井

续表 4

地区	地震编号	观测点名称	汞的异常特征		
			形态	持续时间(天)	幅度(倍)
河西重点监视区	10	西武当泉	多点高	40	9
		红砂窝井	值突跳	30	18
	11	西武当泉	多点高		
		红砂窝井	值突跳	30	6
	12	西武当泉	多点高	10	10
		红砂窝井	值突跳	5	20

从表 4 和图 3、图 4 中可以看出,井泉水中汞含量的前兆异常具有如下特征:

- (1)地震前地下水中汞(Hg)含量的异常变化表现为突升和大幅度突跳的特点,其变化幅度高出正常含量的几倍、几十倍,甚至几百倍。
- (2)地震多发生在测点泉水中 Hg 含量在高值上波动数天后的下降或转平过程中。
- (3)不同测点的异常变化,对同一地震的前兆异常反映有明显的相似性和同步性。即呈现出多点高值突跳的特征。

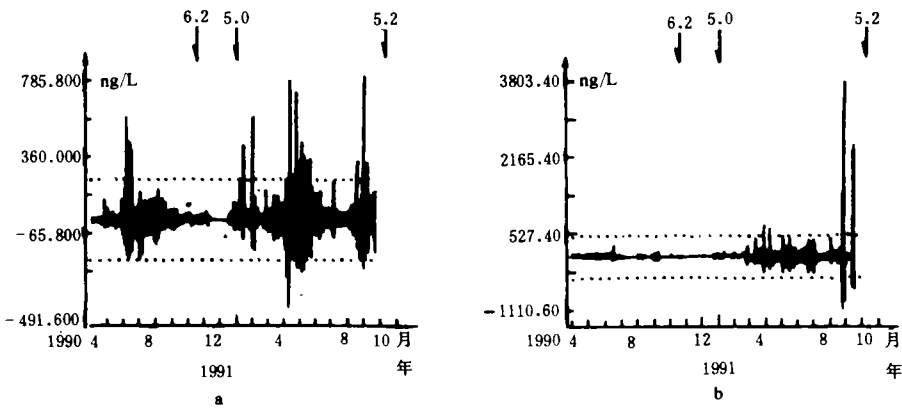


图 4 甘肃河西监视区水化观测点 Hg 含量日值五点剩余曲线
a. 西武当泉; b. 红砂窝井

3 结束语

在本文的资料中存在有异常无地震及有地震无异常的情况,经调查核实,前者可能是地质因素、构造活动、小震活动(3 级以下震群)造成的;后者主要是涉及到异常的判别标准问题。有关这两种情况作者将另作专题讨论。

综上所述,实际观测资料表明,水 Hg 的背景值比较稳定,异常变化幅度大、直观、易于识别,而且 Hg 异常变化均在地震前几天或数十天出现,因此是继 Rn 之后又一个探索地震短临预报的很有发展前途的观测项目。

(本文 1993 年 4 月 16 日收到)
(国家地震局兰州地震研究所 李彤起)

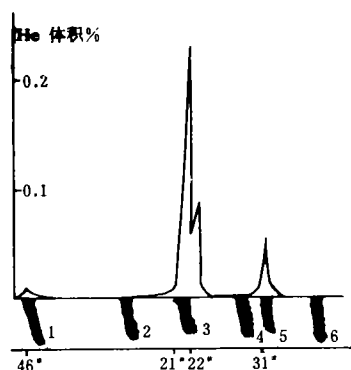


图2 断层剖面上泉水中的氦含量

(2)从图2中可以看出,泉水中氦含量的多少与断层的大小无关。21°泉所处位置的断层比31°和50°泉所处的断层要小,但21°泉氦的含量(0.22体积%)远比31°泉和50°(0.05体积%和0.06体积%)要高。

(3)从测试结果看出,氦含量高的泉,其水中氩和氟的含量都较其它泉为高。

(4)本项工作的结果说明,在断层上有深循环地下水出露的部位,地下水溶解气中氦的含量将高于非断层部位地下水中氦的含量。如果大面积进行地下水及土壤气中氦的测定,使我们完全有可能判断断层的存在和寻找隐伏构造,还可以确定构造的活动性,从而为圈定地震危险区提供依据。

(本文1987年5月23日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 倪明康)

参考文献

- 1 林思诚,等.武山矿泉的水氧变化和松潘、礼县地震.西北地震学报,1979,1(4).

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE HELIUM IN GROUNDWATER AND FAULT IN WUSHAN HOT SPRING AREA

Ni Mingkang

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)

(上接86页)

参考文献

- 1 李彤起,等.滇西地震实验场水化学前兆灵敏组分及灵敏穴位的初步探讨.西北地震学报,1990,12(2).
- 2 张炜,等.水文地球化学预报地震的原理与方法.北京:教育出版社,1988.

THE ANOMALOUS VARIATION FEATURES OF Hg PRECURSOR IN GROUNDWATER BEFORE MODERATELY STRONG EARTHQUAKES

Li Tongqi

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)