

滇西实验场水化学前兆灵敏组分及灵敏穴位的初步探讨*

1. 实验场区地质构造及水文地质条件概述

滇西实验场位于北纬24°.5—28°, 东经98°.5—101°.5, 其面积约80000km²。

在我们进行水化学前兆灵敏组分及灵敏穴位研究的地区主要分布有以下几组构造(图1):

- (1) 北西向构造: 这组构造是区内主要活动构造, 以红河断裂带为代表。
- (2) 南北向构造: 主要分布在红河断裂带北东一侧的丽江、剑川、鹤庆一带。
- (3) 北东向构造: 分布在丽江至剑川之间。
- (4) 东西向构造: 分布在红河断裂带以东的剑川、鹤庆一带, 由一组近东西向压性断裂组成。

(5) 北北西向构造: 以研究区西部的维西—乔后—漾濞断裂为代表。

(6) 北北东和近东西向构造: 为与红河断裂带伴生的一组北北东和近东西向的活动断裂, 主要有西洱河断裂和南涧断裂¹⁾。

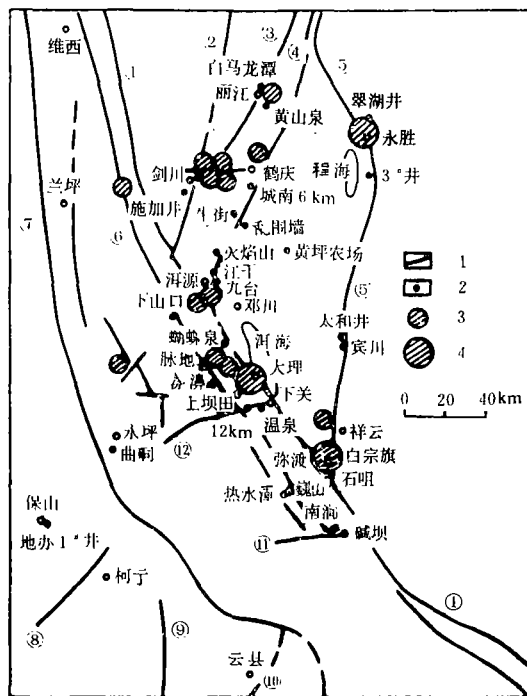


图1 滇西实验场水化观测点地质构造及震中分布图

1. 断裂 2. 水化观测点 3. Ms = 6 - 6.9 4. Ms = 7 - 7.9

*地震科学联合基金资助课题。

1) 中华人民共和国区域水文地质普查报告, 大理幅。

区内水文地质条件受构造、岩性和地貌等各种因素控制,北西向和南北向构造体系的主要构造直接控制含水层(组)的分布。区内地下水主要受大气降水补给,多以泉水的形式排泄出地表,其动态变化受季节影响较明显。

2. 水化学前兆灵敏组分观测结果

(1) 观测方法及资料

选定下关温泉、弥渡石咀温泉、洱源江干温泉、南涧碱坝温泉和丽江黄山泉为水化学前兆灵敏组分观测点。

用金膜测汞仪测定水样中汞含量,用原子荧光氢化法测定砷(As),用原子吸收光谱法测定锶(Sr)和锂(Li)。上述分析方法具有灵敏度高、选择性好等优点,所获得的资料是比较准确可靠的。

(2) 水化测点的汞、砷、锶和锂含量的异常变化特征

在观测期间,研究区周围发生了4次中强地震,即1987年5月18日鹤庆5.0级地震、1987年9月26日施甸5.0级地震、1988年1月10日宁蒗5.5级地震和1988年4月15日会理5.0级地震。在这几次地震前均观测到泉水中微量元素组分汞、砷和锶的含量有较明显的异常变化(图2),而锂含量则变化不大。

从图2中可以看出:地震前汞、砷和锶三种元素的异常变化具有同步性;它们的异常变化幅度大,均超过正常值的几倍(表1)。汞和砷的异常持续时间为2个月左右,锶的异常表现为临震前一个月之内出现大幅度突跳。

表1 地震前泉水中微量元素汞、砷和锶含量的变化幅度

泉 名	元素 数据	汞				砷				锶			
		正常值 ($\mu\text{g/L}$)	最大异常量 ($\mu\text{g/L}$)	差值	异常幅度 (倍)	正常值 ($\mu\text{g/L}$)	最大异常量 ($\mu\text{g/L}$)	差值	异常幅度 (倍)	正常值 (mg/L)	最大异常量 (mg/L)	差值	异常幅度 (倍)
洱源江干温泉		0.015	0.060	0.045	3	30	68	38	1.3	5.0	21.4	16.4	3.3
下关温泉		0.05	0.38	0.33	6.6	3	22	19	6.3	0.20	15.0	14.8	74
弥渡石咀温泉		/	/	/	/	8	45	37	4.5	0.50	4.9	4.4	8.8
南涧碱坝温泉		0.06	0.25	0.19	3.3	240	950	710	3.0	0.54	1.37	0.83	1.6
丽江黄山泉		0.04	0.18	0.14	3.5	5	18	13	2.6	0.12	0.40	0.28	2.3

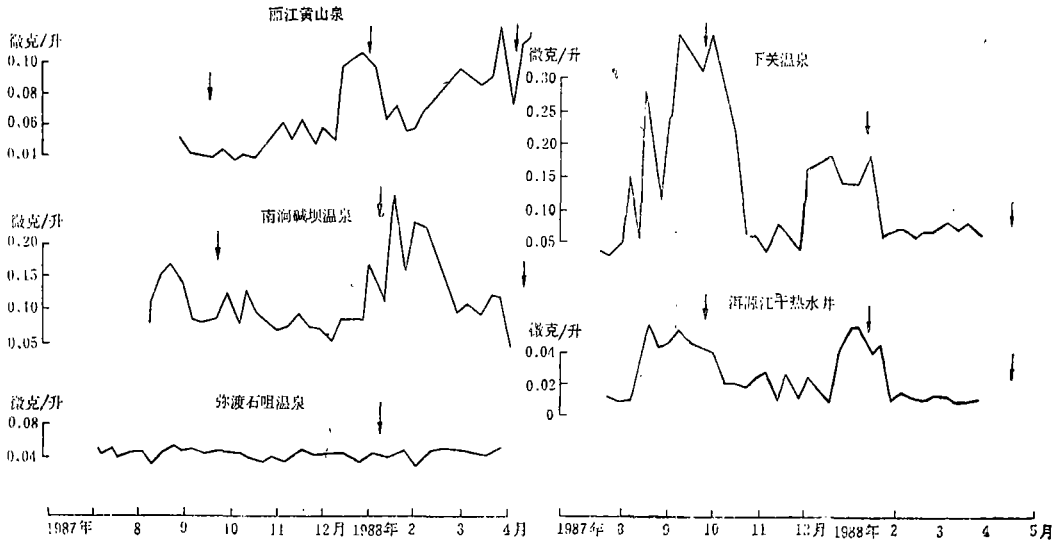
(3) 土氡(R_n)的异常变化特征

我们在鹤庆—洱源断裂带通过洱源地震台的附近选定一个土氡测点^[1],埋设1.5m深的硬质粗塑料管,在其中安装 α -400型测氡仪,进行24小时 α 粒子累计测量,所得结果如图3所示。由图可见,地震前土氡异常变化幅度很大,其与地震的关系还有待深入研究。

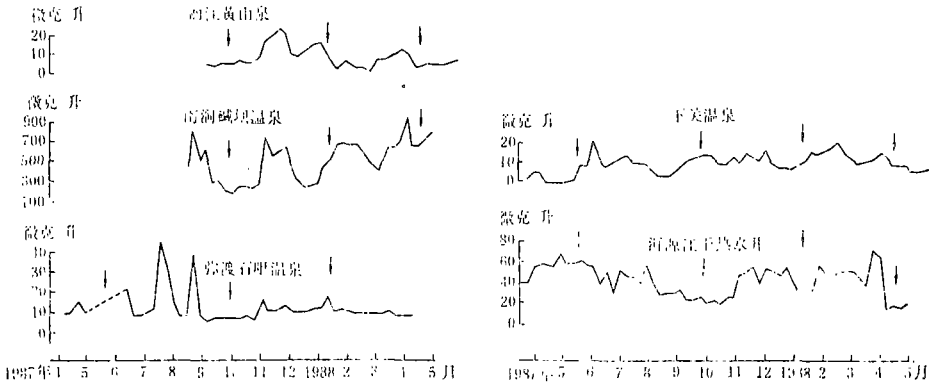
3. 水化学前兆灵敏穴位分布特征

滇西实验场区地质构造复杂,断层交错,晚近时期构造活动十分活跃。尤其是红河断裂带北段,沿该断裂带历史上曾发生过多次6级以上地震,近年来多次发生中强地震,小震活动频繁。我们按照地震前兆穴位理论²⁾提出的构交穴(大断裂交汇区、块体交汇部位)、优址

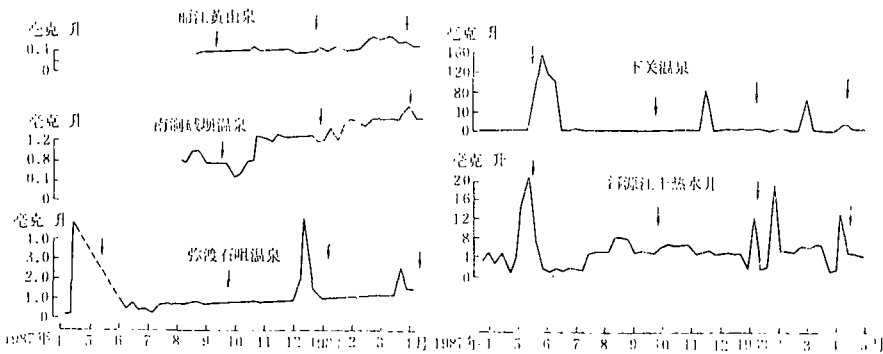
2) 郭增建、秦保燕,前兆穴位存在证据及其机理,1987.



a



b



c

图2 几次中强地震前泉水中微量元素组分含量变化曲线

a. 汞含量 b. 砷含量 c. 镉含量

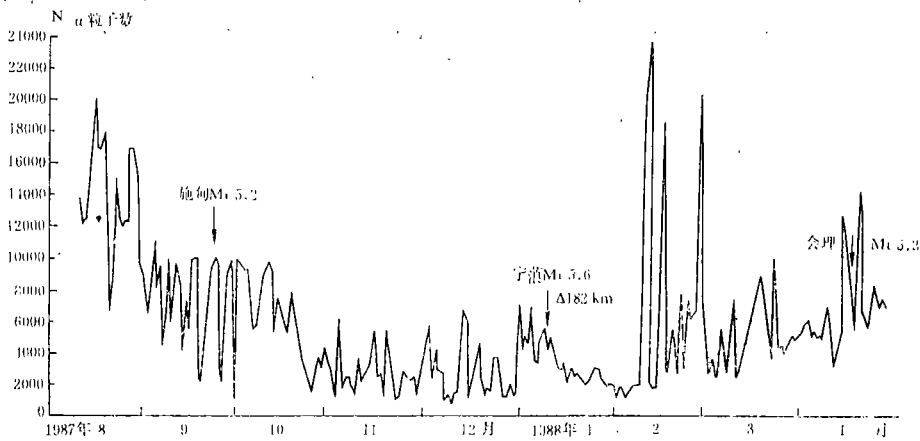


图3 滇西洱源土壤测点 α 粒子24小时累计测值曲线

穴(地址良好,有物质来源,放大不失真)和垂烈穴(垂直运动强烈的水平运动区),同时结合该区地质构造、水文地质条件和地球化学环境等来探索水化学前兆灵敏穴位的分布,并认为下关温泉、弥渡石咀温泉和洱源江干温泉等是前兆灵敏穴位。

(1) 下关温泉位于红河断裂带内洱海深(大)断裂的次级张扭性西洱河断裂的几组断层交汇处。西洱河断裂位于苍山南端,与西洱河河谷平行发育,走向北西,在该断裂的两盘均发育有北东向的次级张扭性断裂,岩石破碎,张性裂隙发育,往往形成地下水富集带。该温泉泉水的矿化度为1220mg/L, Eh值为8.7mV,可溶性二氧化硅含量为49.4mg/L, F⁻含量为5.5mg/L,泉水中微量元素Hg、Sr、Li及As含量高。一般来自地壳深部的地下水温度高,且矿化度大,因此下关温泉泉水属于深层地下水,其中的微量元素Hg、Sr、Li及As均为来源于地壳深部的物质。

(2) 洱源江干、九台和牛街温泉位于滇西红河断裂带内南北向、北北西向和东西向等各种构造体系的复合部位。在洱源—九台、牛街—三营两个地热中心的泉点的水温都很高且自流,说明该区深部有均匀而稳定的地热流体存在。洱源江干温泉水温很高,矿化度大,为1051mg/L,说明深层地下水处于还原环境。泉水的Eh值低,为-246mV, SiO₂含量为45.5mg/L, F⁻含量为7.6mg/L,来源于深部的微量元素Hg、As、Sr、Li含量也较高。

(3) 洱源下山口温泉位于北西向与南北向构造复合部位。据文献[2],在洱源下山口和永新村等处,均见红河断裂带水平运动迹象。泉水中含有较高的氮和氢氧同位素,表明温泉水来自地壳深处,可能与岩浆活动有关。下山口老断裂的继承性活动及新断裂产生,为加速地下水的深循环创造了条件。

(4) 弥渡石咀温泉位于滇西红河断裂带内弥渡盆地东部边缘,宾川大断裂与洱海深(大)断裂的斜交复合部位。盆地内低级低次序的断裂发育,二迭系玄武岩广布,并有喜山期火成岩侵入体分布。石咀温泉泉水中氦含量较高,不含氡,且氡含量较低,弥渡盆地内地下水矿化度为922mg/L,表明热水来自地壳深部。

(5) 南涧碱坝温泉位于北西向的与红河断裂斜接复合的南涧断裂带上。热水中SiO₂含量为28.2mg/L, F⁻含量为4.4mg/L,其矿化度为3033mg/L, Eh值为-55mV,泉水中微量元素含量较高,表明热水来自地壳深部。

(6) 黄山温泉位于丽江盆地边缘, 泉水为出露于丽江—剑川断裂带上的灰岩裂隙水。盆地内地下水补给来源为大气降水, 地下水矿化度低, 为328mg/L, 浅层地下水处于氧化环境, 其Eh值为504mV, SiO_2 含量为13.0mg/L, F^- 含量为0.33mg/L。泉水中微量元素含量较低, 表现了浅层地下水的特征。

4. 结论

综上所述, 温泉中微量元素砷(As)、汞(Hg)、锶(Sr)和土壤气氡(Rn)是水化学前兆灵敏组分。下关温泉、弥渡温泉、洱源江干、九台及下山口温泉、南涧碱坝温泉及丽江黄山泉等为水化学前兆灵敏穴位。在这些泉点处开展多项目水文地球化学前兆综合观测研究, 对于捕捉地震前兆、进行地震预报是极为有利的。

(本文1988年12月23日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 李彤起 杨崇义 杨静修 雷兰生 陈兰庆)

参 考 文 献

[1] 李彤起, 水压致裂过程中氡气的反应, 西北地震学报, Vol.10, No.1, 1988.

[2] 魏顺民等, 云南红河断裂北段断裂位错与地震重复发生的时间间隔, 地震地质, Vol.1, No.1, 1984.

PRELIMINARY STUDY ON THE PRECURSORY SENSITIVE COMPONENTS OF HYDROCHEMISTRY AND THE SENSITIVE ACUPOINTS IN EXPERIMENTAL AREA OF WEST YUNNAN PROVINCE

Li Tongqi, Yang Chongyi, Yang Jingxiu,

Lei Lansheng, Chen Lanqing

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Gansu, China*)