

中、小地震前水化学异常的分析*

冯 绚 敏

(广东省地震局)

摘 要

文章分析了广东省及其邻近地区几次中、小地震前水化学异常变化的特征, 讨论了它与国内大震前水化学异常变化的差异及其原因, 并指出了水化学灵敏震兆组分的存在。

七十年代以来, 国内外的学者越来越注意研究地震的地球化学效应, 尤其是强震的地球化学前兆, 积累了丰富的资料, 初步得到一些带规律性的认识。这些经验性的“规律”, 是否在所有地区、不同强度的地震前兆中都普遍存在? 这是在地震预报时首先需要研究的问题。本文对华南(指广东、广西、湖南、福建、江西五省(区), 下同)地区几个中、小地震前水化学异常作了分析, 以此作为对强震前水文地球化学前兆研究之补充。

一、震例的选取及异常的识别

华南五省(区)属少震弱震区。自1971年以来, 仅发生过1977年10月19日广西平果5.3级和1982年2月25日江西龙南5.0级两次地震。平果地震发生在当时的地震监测台网之外。龙南地震发生在靠近江西与广东交界处。在距震中200公里范围内, 除广东河源新丰江水库区小震活动稍多、且偶有4级地震发生外, 其余地区在龙南地震发生之前的十多年间无4级以上地震。在距龙南地震震中250公里的范围内, 有八个地下水化学观测点, 其中最近的是广东龙川水点(仅75公里)。

广东海南岛地区, 1976年至1980年的五年间, 在本岛及其沿海100公里范围内, 没有发生过 $M_s \geq 3.0$ 的地震, 即使是 $M_s = 2.0 - 2.9$ 的地震也甚少。在这平静的背景上, 发生了1981年6月23日临高 $M_s = 3.7$ 级地震; 1982年1月25日崖县 $M_s = 4.0$ 级地震; 1982年5月4日文昌县 $M_s = 3.1$ 级地震。在此期间, 也观测到了地下水化学的异常变化。

本文在震例分析中, 对龙南地震共选取八个水点的资料, 海南地区选取了两个水点的资料¹⁾。地震震中及水点分布见图1。

*参加此项工作的有莫栋波、王秀雅、郭桂荣、李晓肃和叶震新等同志。

1) 潮安和潮州两点的资料分别由林勋荣、吴博仪和黄国铭等同志提供。

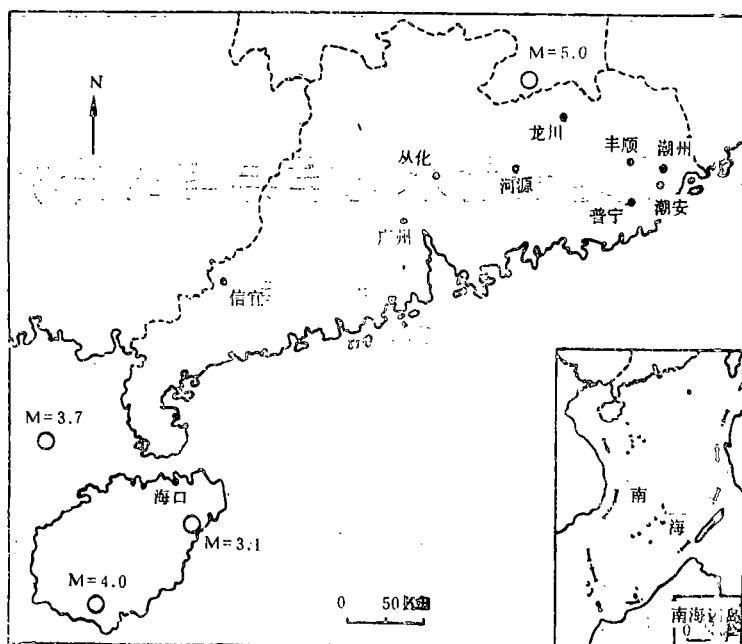


图1 震中及水点分布图

Fig.1 Distribution of epicenters and groundwater monitoring sites

所选的10个水点中, 除个别(龙川)为自流泉水外, 其余均为钻孔揭露的承压地下水, 能自流。四年连续观测的结果表明, 除上述地震活动期间外, 其余时段绝大部分观测资料变化极平稳。因而, 可以此平稳的平均正常背景值作为识别异常的基线值。至于个别组分测值有年周期变化(如龙川的 HCO_3^-)的情况, 则可用年动态对比法确定正常背景值(因本文所用资料无此情况, 故不详述)。由于各水化学组分正常变化幅度极小, 依统计原理, 将变化幅度大于正常变化幅度1.5倍或持续偏离基线值的情况视为异常。

据此, 分析了以上震例, 得到下述结果和认识。

二、水化学前兆异常的特征

1. 龙南地震前

(1) 六个水点的 F^- 都有异常显示, 表现为负异常(潮安和潮州未观测 F^-)。异常持续时间为2~3个月, 且基本上是异常结束后发震(图2、表1)。

(2) 六个水点的可溶 SiO_2 均有不同程度的异常显示(潮安和潮州未测 SiO_2)。普宁、丰顺和龙川为正异常; 河源、从化、广州为负异常。震前异常持续时间多为2个月, 异常结束时间不一致(表1、图3)。

(3) 丰顺和河源的 Cl^- 、龙川和广州的 Ca^{++} 、丰顺、从化和广州的水电导都有异常显示(图4), 它们均为负异常, 震前异常持续时间多为2个月左右

(4) 八个水点的 HOC_3 和PH均无异常显示。

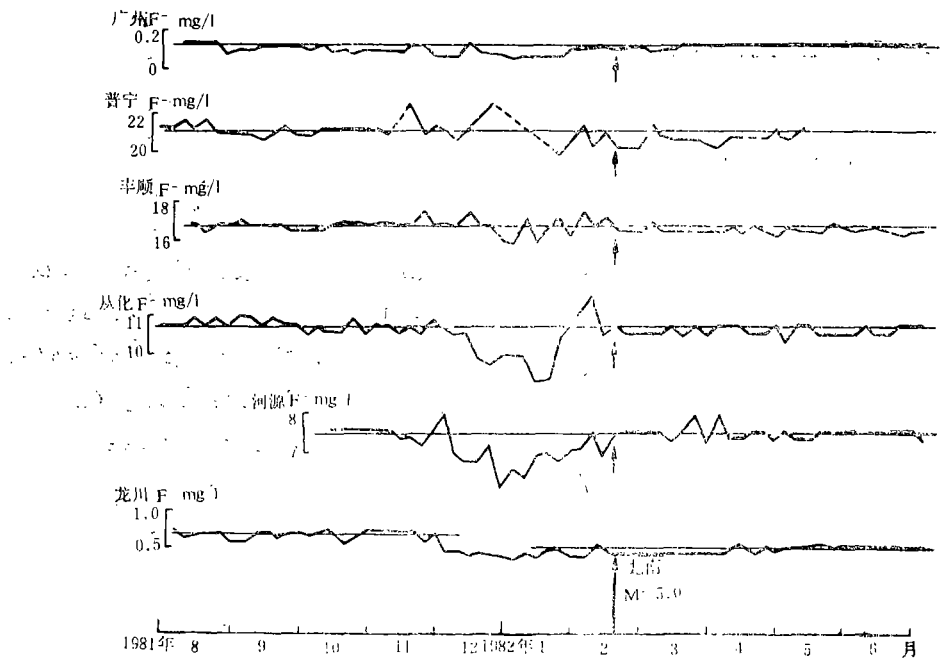


图2 龙南地震前F⁻异常曲线

Fig. 2 Anomalous variations of F⁻ in groundwater before Longnan earthquake

表1 龙南地震前地下水中F⁻、SiO₂异常情况

水 点 (距震中公里数)		龙 川 (75)	河 源 (110)	丰 顺 (110)	从 化 (175)	普 宁 (210)	广 州 (235)	
F ⁻	异常开始时间	1981年11月 30日前后	1981年11月 30日前后	1981年12月 20日前后	1981年12月 20日前后	1981年12月 20日前后	1981年12月 20日前后	
	异常持续时间	8 个月	3 个月	2 个月	2 个月	2 个月	1 个半月	
	正常变化 (mg/l)	0.7±0.1	7.5±0.4	16.8±0.4	10.7±0.3	21.2±0.6	0.14	
	最大异常 变化量	(mg/ l)	0.3	1.2	0.9	1.4	1.1	0.06
		(%)	43	16	5	13	5	43
SiO ₂	异常开始时间	1981年12月 10日前后	1981年12月 30日前后	1981年12月 25日前后	1982年1月 10日前后	1981年12月 20日前后	1981年12月 30日前后	
	异常持续时间	震前持续 2个半月	2 个月	震前持续 2个月	1 个半月	震前持续 2 个月	2 个月	
	正常变化 (mg/l)	34.0±2.0	80.0±2.0	94.0±4.0	95.0±3.0	67.5±2.0	14.3±0.3	
	最大异常 变化量	(mg/ l)	5.5	3.5	12.0	5.0	3.5	0.5
		(%)	16	4	13	5	5	4

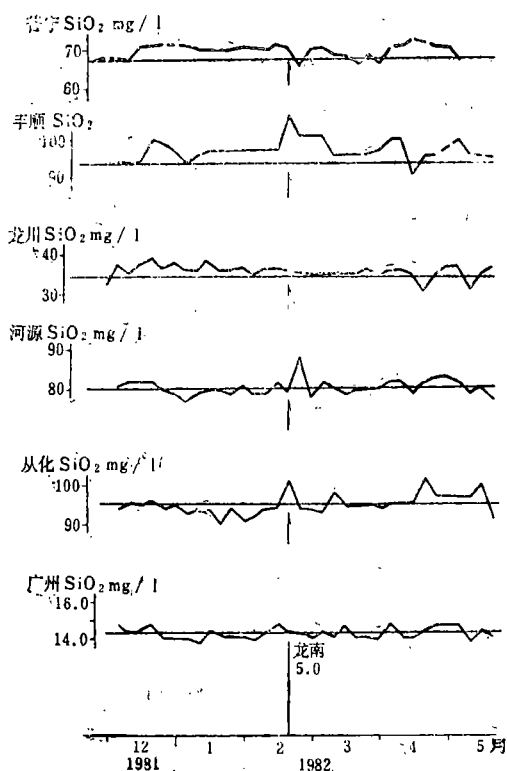


图3 龙南地震前 SiO_2 异常曲线
Fig. 3 Anomalous variations of SiO_2 in groundwater before Longnan earthquake

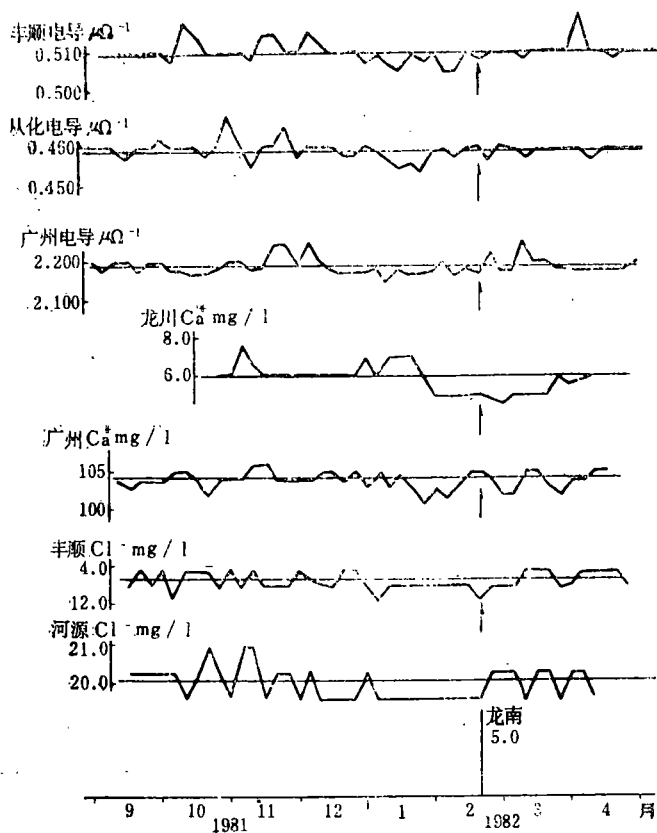


图4 龙南地震前其他水化学组分异常曲线
Fig. 4 Anomalous variations of other hydrochemical components in groundwater before Longnan earthquake

2. 临高地震前

(1) 海口和信宜的 F^- 先后出现正异常；(2) 海口的 SiO_2 出现负异常；(3) 海口的PH有与 SiO_2 同步的负异常；(4) 其他各项无异常。震前，上述异常的持续时间分别为 1 个月和 2 个半月左右(表 2、图 5)。

表 2 海南岛地区三次地震前水化学异常情况

水 点 (震中距)	异常情况	临高西北海中地震		崖 县 地 震			文 昌 地 震		
		F^-	SiO_2	F^-	SiO_2	HCO_3^-	F^-	SiO_2	HCO_3^-
信 宜 (距临高 西北约 310km)	异常开始 时 间	1981年 5月下旬		1981年11月 下 旬	1981年12月 30日前后			1982年 2 月 20日前后	
	异常持续 时 间	1 个半月 (震后结束)		8 个月	1 个半月 (震后结束)			2 个月	
	正常变化 (mg/l)	12.1 ± 0.2		12.1 ± 0.2	100.0 ± 3.0			100.0 ± 3.0	
	最大异常量	mg/l	0.8	0.9	5.0			5.0	
(距崖县 470km)		%	7	7	5			5	
海 口 (距临高 西北约 170km)	异常开始 时 间	1981年 5月中旬	1981年 4月上旬	1982年 1月上旬		1981年 12月中旬	1982年 2月下旬		1982年 2月初
	异常持续 时 间	2 个月 (震后结束)	8 个月 (震后结束)	半个月		1 个半月	2 个月		4 个月 (震后结束)
	正常变化 (mg/l)	0.05 ± 0.01	28.0 ± 2.0	0.05 ± 0.01		255.0 ± 5.0	0.05 ± 0.01		255.0 ± 5.0
	最大异常量	mg/l	0.02	5.0	0.02		41.5	0.02	14.0
(距文昌 33km)		%	40	18	40		16	40	6

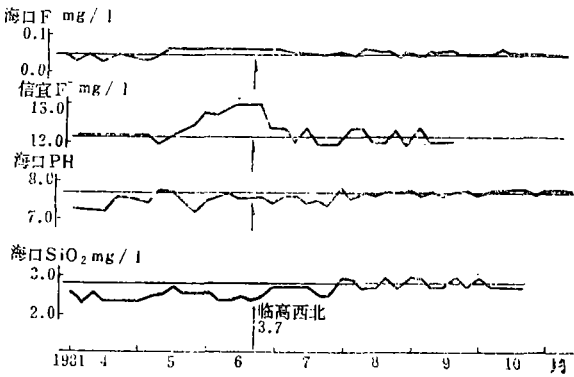


图 5 临高地震前水化学异常曲线

Fig. 5 Hydrochemical anomalous variations before Lingao earthquake

3. 崖县地震前

(1) 信宜和海口的 F^- 出现负异常；(2) 信宜的 SiO_2 出现明显负异常；(3) 海口的 HCO_3^- 出现明显负异常；(4) 其他各项观测无异常显示。震前，上述异常的持续时间分

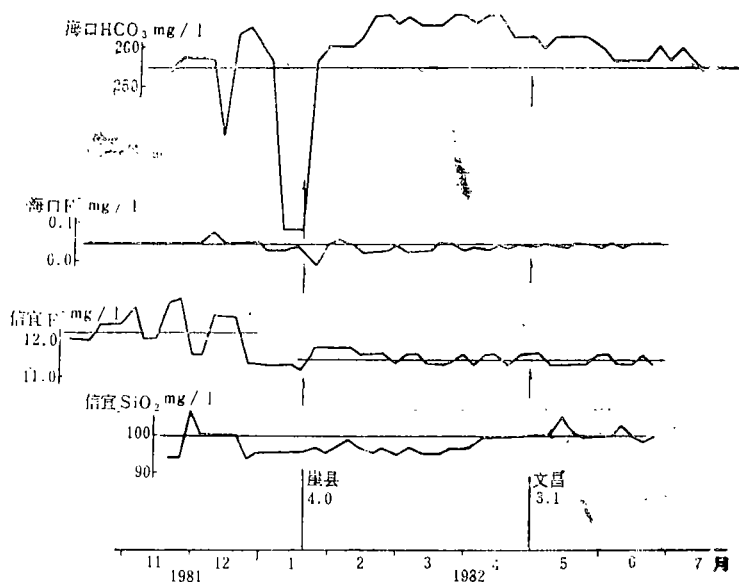


图6 崖县、文昌地震前水化学异常曲线

Fig. 6 Hydrochemical anomalous variations before Yaxian earthquake and Wenchang earthquake

别为1~2个月(表2、图6)。

4. 文昌地震前

(1) 海口的 HCO_3^- 在崖县地震后迅速上升,形成明显的正异常;(2)海口的 F^- 在崖县地震后又出现负异常;(3)信宜的 SiO_2 在崖县地震后再次出现负异常;(4)其他观测项目异常不明显。震前,上述异常持续的时间在2~2个半月左右(表2、图6)。

由上述资料分析可得出几点认识:

(1) 在华南地区,地下水中的 F^- 和 SiO_2 是值得研究的震兆灵敏组分。其特点是:第一,对多次地震、在多个水点都有前兆异常显示;第二,能显示前兆异常的震级下限较低(即较小的地震前也能有异常显示);第三,显示前兆异常的震中距较大(即对较远的地震也能有异常显示)。

(2) 与强震相比,中、小地震的水化学前兆异常与强震有相似之处,也有不同点。

与强震相似之处主要是,中、小地震前水化学异常在时间上具有同步性,异常的幅度与震级无明显的线性相关关系。

在异常发展过程上,中、小地震与强震存在差异。多次强震资料总结表明,强震水化学前兆异常过程大体有三个阶段,即中长期趋势异常、短期异常和临震异常(以突发性变化为特征)。而中、小地震的水化学前兆异常过程大致相当于强震前的短期异常和临震异常。因此,异常持续时间也不同。强震前水化学异常总的持续时间一般为一年左右或一年以上,中、小地震前水化学异常持续时间多不超过3~4个月。5级左右地震异常持续时间约以3个月为限;4级左右地震约为一个月左右。也就是说,震级较大的地震,其水化学前兆异常持续的时间较长。由此可以设想,进一步积累和研究这一方面的震例资料,震前水化学异常持续时间将可能成为预测未来地震震级的有用指标。

三、结 论

(1) 我国西南、西北和华北地区地震活动的频度和强度都较高,中、小地震经常发生,由于异常的迭加或大震前异常在大范围出现,使中、小地震前水化学异常的显示受到“干扰”或影响。华南地区地震活动水平较低,3级以上地震很少,选择良好的地下水观测点和适当的观测项目,能够观测到单个3~5级中、小地震前水化学指标的异常变化。因此,华南地区既可作为研究地震的水文地球化学前兆异常的正常场研究区,又可作为中、小地震的前兆异常研究区。

(2) 华南地区现已观测的地下水化学组分中(不包括气体), F^- 、可溶 SiO_2 是震兆灵敏组分。这种灵敏组分形成的原因可能是华南地区尤其广东、福建,断裂构造发育,燕山期岩浆活动强烈,火成岩大面积分布,从而造成深部成因的 F^- 和 SiO_2 成为本区水文地球化学指示性组分的物质基础。

(3) 如前所述,中、小地震缺少强震前的中长期前兆异常过程,这反映了在中小地震的孕震过程中没有明显的与强震的中长期前兆异常相应的介质膨胀阶段,而可能只有断层蠕动阶段(短期前兆)和加速蠕动(预滑)阶段(临震前兆)。

(4) 上述中、小地震的水化学前兆中,有些临震异常不十分明显,这一方面与孕震过程本身有关,另一方面受观测条件的限制。我们目前多数水点是每五天取一次样进行化验,因此对持续时间小于5天的临震变化就可能观测不到。为了研究临震异常特征及临震指标,必须尽量缩短取样、化验的周期,以便积累更多的实测资料,从而得出规律性的认识。

(本文1985年6月26日收到)

参 考 文 献

- [1] 张炜等,利用地下水化学预报地震的探讨,地震学报, Vol. 3, № 1, 1981.
- [2] 丁鉴海等,中强地震的前兆特征,地震科学研究, № 2, 1982.
- [3] 冯绉敏等,江西龙南5.0级地震前兆分析,地震科学研究, № 4, 1984.
- [4] 冯绉敏,地下水中氟离子地震前兆效应分析,地震地质, Vol. 7, № 1, 1985.

AN ANALYSIS OF HYDROCHEMISTRY ANOMALY PRIOR TO MODERATE AND SMALL EARTHQUAKES

Feng Xuanmin

(*Seismological Bureau of Guangdong Province*)

Abstract

In the paper, the characters of hydrochemical anomalous variations prior to some moderate and small earthquakes in and around Guangdong province are analysed, and the difference of these characters from those before major earthquakes of other regions of China and the cause of these differences are discussed, too, and then, it has been indicated to exist hydrochemical sensitive components in groundwater as premonitory symptoms.