

# 广西灵山地区 断裂活动性与土壤中汞气含量变化

黄河生 任镇寰 杨廉法

(广东省地震局)

**提要** 本文介绍了广西灵山地区土壤中汞气含量测定的结果,通过对比分析含汞量的变化,指出罗阳山西北麓北东东向断裂是测区最活动的断裂,其次是北西向的蕉根坪断裂。在历史强震区,土壤中汞气含量高,变化幅度大,断裂活动性强。

广西灵山地区曾发生过6级和5级地震,是东南沿海历史强震区之一。为进一步研究广西灵山地区断裂活动性和发震构造特征,我们在该区进行了土壤中汞气含量的测定。测定的结果,与宏观地质调查的结论相对照,两者基本吻合,即新构造运动速率高的地区,尤其是历史强震区,断裂活动性强,壤中汞气含量高,变化幅度大,出现显著的峰值异常。

## 一、测区地震地质简介

测区位于罗阳山西北麓,平山—石塘一带。区内大片出露花岗岩,仅在山间坳地和苏村平原零星分布石炭系和泥盆系的砂页岩、灰岩,且大部分被洪积物和残积物覆盖。

区内主要发育三组断裂构造<sup>1)</sup>,北东向、北东东向及北西(包括北西西)向。其中北东向构造最醒目,规模宏大,延伸远,切割深。灵山断裂走向北45°东,北达大容山,南抵钦州,防城以南入海,全长300余公里。在地磁和重力测量上都有清楚的显示。晚近时期以来仍有较强的活动性,地貌反差明显,钦州河谷基本上沿断裂流动。沿断裂带有小震活动,切割了第三系地层。

北东东向构造,虽然规模上不如北东向构造那样宏大,但它是本区强烈活动的断裂。罗阳山西北麓断裂走向北70°东,在卫星照片上有清楚的显示,断裂带制约了山形水系的发育。罗阳山西北麓洪积扇、洪积裙十分发育,延绵十多公里。它的主要活动时期是燕山晚期,但新生代以来仍有强烈活动,主要表现为继承性差异升降运动。同时又是区内主要的控震和发震构造,1936年4月1日6级地震就是发生在罗阳山北麓的平山乡,大震等震线长轴方向为北东东,与该断裂的走向平行,现今小震活动也多数沿此断裂带分布。

区内北西向断裂也很发育,以蕉根坪断裂为代表,一般延伸10—20公里,规模较小,但密集成带,断续出现。常常切割了北东向构造,是一组较新的近期仍有强烈活动的断裂。它

---

1) 任镇寰等,琼北邻区大震的地震构造标志总结,广东省地震局。

们控制了沟谷水系的流向及山间盆地的形成，沿断裂差异升降明显。这组断裂也是测区内主要的发震构造，1958年9月25日5.3级地震就是发生在蕉根坪断裂北段的苏村附近。此次地震的等震线方向为北西向，与蕉根坪断裂走向一致（图1）

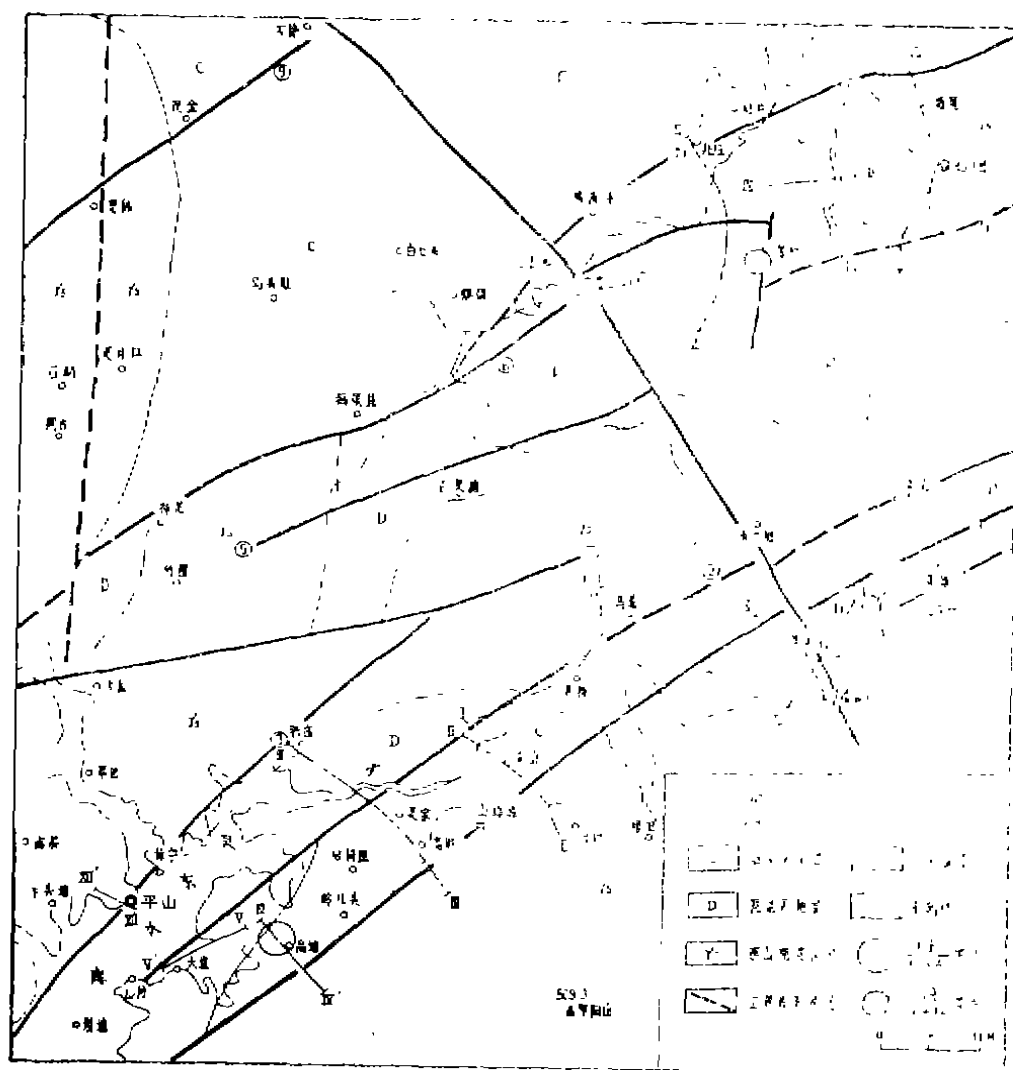


图1 广西灵山—平山—石塘地区构造及汞测线分布图

Fig. 1 The Distribution of the Structure and the Lines of Hg Determined in Lingshan-pingshan-Shitang Area in Guangxi

## 二、土壤中气汞含量测量结果

如上所述，测区断裂构造发育，组合关系复杂，且是历史强震区。因而测定土壤中气汞含量的意义，重点是探查活动断裂，确定断裂最活动的地段，了解历史强震区汞气含量的变化特征。为此，在区内主要断裂带上，布设横垮断裂的测线，对比各条断裂的活动强度；同

时在一些活动性较强的断裂带上，布设多条测线，探明断裂不同区段活动性的差异。依据地震活动特点，我们将测区分成三个小区域，平山乡的夏塘——高塘一带，苏村——石塘平原，蕉根坪——大龙山地区，测线也集中分布在这三个小区（图1）。三个小区中，前二处是历史强震区，蕉根坪——大龙山为新构造运动较强烈的地区，比较三者汞含量的变化，探讨历史强震区地球化学场的分布特征。

实测时，测点间距一般为100—200米，靠断裂附近小于50米。我们共布设了11条剖面，采集分析195个样品。为了尽量减少地层岩性差异对测量结果的影响，我们首先统计确定了本区含汞量的背景值和异常下限值，它们分别为0.15纳克/升和0.30纳克/升，运用于资料的分析对比，测量结果见表1。

表 1

Table 1

测线编号	地 区	位 置	横垮断裂及走向	气汞含量 最高测值	异常特点
I—I'	夏塘	夏塘~马麓	NEE向②断层 NW向夏塘断层	0.243ng/l	汞值未超出异常下限值
II—II'	?	石排岭~官田	NEE向①、②号断层	0.917ng/l	在②号断层附近超出异常 下限值
III—III'		鸦山岭~灵家 ~罗阳山	NEE向①、②号断层 NE向③号断层	>2.0ng/l	靠近①号断层出现高峰值 异常，即灵家附近。
IV—IV'		鸦山岭~高塘 ~罗阳山	罗阳山北麓NEE向 ①号断层	>2.0ng/l	在高塘一带出现高峰值异 常
V—V'		高塘 鸦山岭~大埕	大埕附近的NW向断层	0.639ng/l	单点超出异常下限值
VI—VI'	石塘	大岭吉~六吉	蕉根坪NW向断裂北段	1.449ng/l	在六吉附近出现高峰值异 常
VII—VII'	?	苏村~北庄	NE向⑦、⑧断层	0.322ng/l	于⑦断层附近汞值略高于 异常下限值
VIII—VIII'		破屋~曾家	NE向⑥、⑦断层	1.434ng/l	最高值靠近⑦号断层，⑧ 号断层异常不明显。
IX—IX'	苏村	石塘（桥）~ 灵山公路	横垮一条NW向断层	0.149ng/l	无异常反应
X—X'	蕉根坪	平南塘~大埕	NEE向①号断层	0.949ng/l	在①号断层处出现峰值异常
XI—XI'	大龙山	蕉根坪~大龙山	蕉根平NW向断层	0.171ng/l	无异常反应

由表1可以看到，其中的一些测线，汞值低，变化小，多数都低于背景值，仅有个别点高于背景值，或稍微超出异常下限值，这可能反映了它们所跨越的断裂规模较小，现今活动性不明显，或许只有微弱的活动。

但是其它几条剖面出现了显著的异常，靠近断裂附近汞气含量大幅度升高，超出背景值和异常下限值，显示这些断裂有明显的甚至强烈的活动性，现将典型测线介绍如下：

测线Ⅱ：横垮罗阳山北麓①号和②号北东东向断层，共22个测点，在1号和19号点产生峰值，1——5号测点均超出异常下限值，说明②号断层在邻近通过，并具有一定活动性。但19号测点高于背景值小于异常下限值，表明①号断层在官田附近活动性不明显（图2）

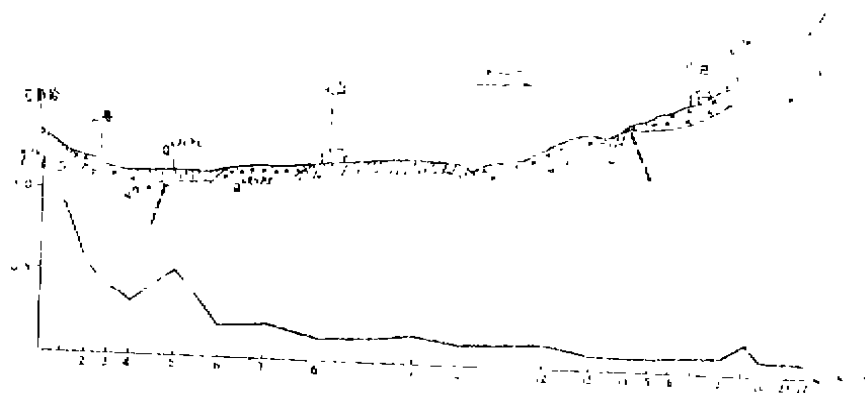
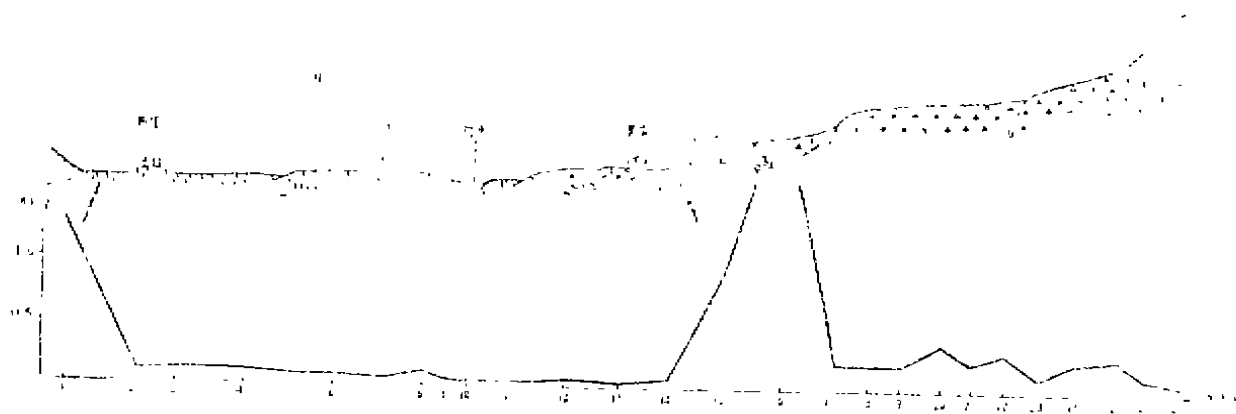


图 2 Ⅱ—Ⅱ' 石排岭—尖山—官田剖面

Fig. 2 Ⅱ—Ⅱ' The profile of Shoailing-jianshan-kuantan

测线Ⅲ：于新庄后面小山坡起，经灵家、高垌，到罗阳山西北麓洪积扇顶部。在1号、15号测点汞值上升，高出异常下限值。1号测点靠近北东向③号断层，15—22号测点汞值都超出异常下限值，且15号点测值大于2.0纳克/升，超出仪器量程，显示①号断层在灵家、高垌间有强烈的活动性，此处正是1936年6.3级地震破坏最重的地区之一（图3）。



3 Ⅲ—Ⅲ' 新庄—灵家—罗阳山剖面

Fig. 3 Ⅲ—Ⅲ' The profile of Xingzhuang-lingjia-luoyangshan

测线Ⅳ：位于Ⅲ测线南西1.5公里，从鸦山岭下的高塘小学起，经高塘村南，止于罗阳山北麓洪积扇顶，走向北西。全测线的汞值都很高，且连续三个测点，汞含量高于2.0纳克

／升，证实①号和②号断层在高塘附近有强烈的活动，高塘村也是6级地震震中区，宏观破坏最严重（图4）

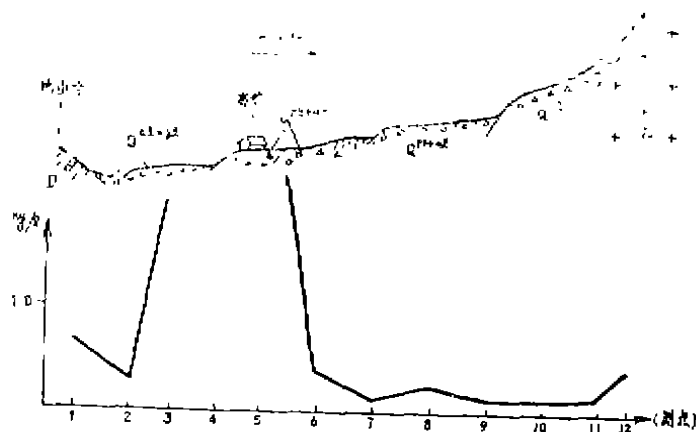


图4 N—N' 鸦山岭—高塘—罗阳山剖面

Fig. 4 N—N' The profile of Yashanling-gaotang-luoyangshan

测线Ⅵ：位于苏村西侧，垂直北西向的蕉根坪断裂。于六吉附近出现峰值异常，测值为1.449纳克／升。这是测区对北西向断裂反应最显著的测线，是蕉根坪断裂延伸到六吉附近并有较强活动的结果。1958年9月25日5级地震的宏观震中就在苏村一带，等震线长轴为北西向，与蕉根坪断裂走向一致。证实此次地震与蕉根坪断裂的活动有密切关系（图5）。

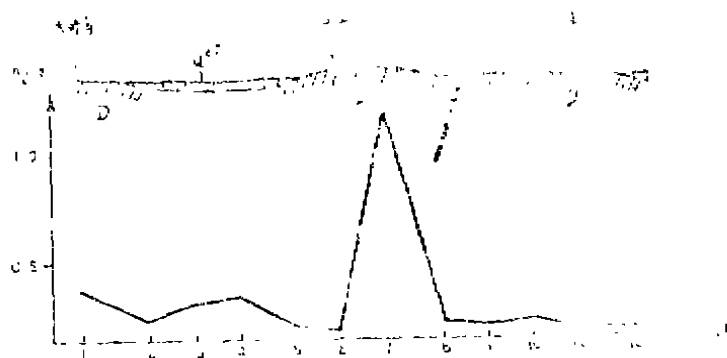


图5 Ⅵ—Ⅵ' 大岭吉—六吉—砖厂剖面

Fig. 5 Ⅵ—Ⅵ' The profile of Dalingji-liuji-zuanchang

测线Ⅹ：由平南塘经蕉根坪，至大坵口。测线两端汞气含量高并超出异常下限值。在平南塘山前为北东东向①号断层的大致位置，汞含量高达0.949纳克／升，为该断层活动的迹象。大坵口的14号测点，汞值为0.420纳克／升，略高过异常下限值，可能因受北西向断层的影响（图6）。

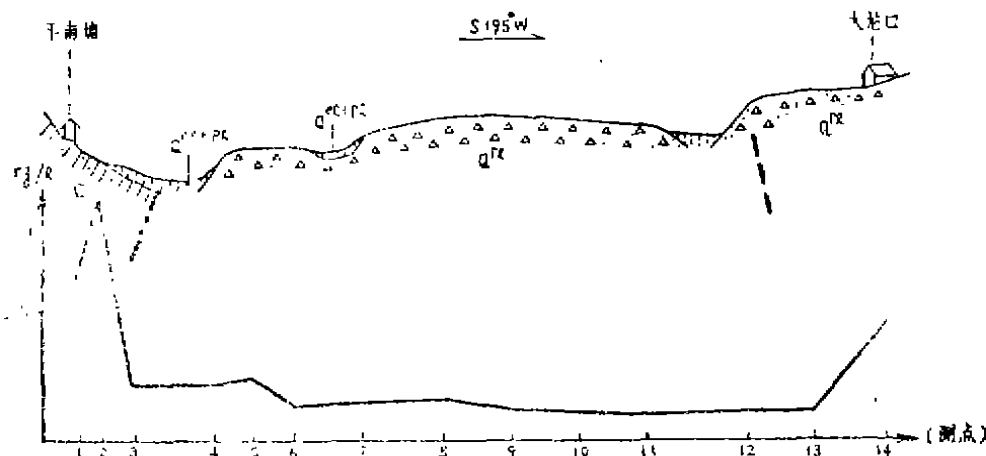


图6 X—X' 平南坑—蕉根平—大坵口剖面

Fig. 6 X-X' The Profile of Pingnantang—jiaogenping—daliukou

### 三、活动断裂与汞气含量的关系

探测断层气(汞气), 研究活动断层的方法, 多年来, 我们在广东河源、广州、茂名等地进行了试验和工作<sup>[1]</sup>, 实践证明, 此方法还是有一定效果的。对于活动断裂发育的地区, 土壤中汞气含量有较高的背景值; 同一条剖面靠近活动断裂附近汞值显著升高甚至超出背景值和异常下限值; 在同一条断裂带上, 活动强烈地段的汞含量往往高于其它地段。同时, 测汞方法还可以判定隐伏断裂的延伸方向。这些认识我们在灵山的工作成果得到进一步证实。

(1) 测区含汞量的高背景值, 表明本区活动断裂发育, 新构造运动强烈。根据我们取得的195个数据, 计算得到灵山地区的汞气含量背景值为0.15纳克/升, 高于我们已经工作过的, 背景值最高的广东河源地区(见表2)。这个结果与新构造运动的研究结论也是相符的。灵山地区和河源地区所处的地质构造条件相近, 同处于北东向的区域性深大断裂带附近, 其岩性一盘以燕山期花岗岩为主, 另一盘以中生代红色岩层或上古生界沉积岩层为主, 但是断块的差异升降运动却是灵山更鲜明。在罗阳山北麓连绵几十公里发育第四纪洪积扇, 洪积阶地多达6级, 高差大, 沟谷深切, 地貌反差十分强烈。虽然河源地区也是新构造运动强烈的地区, 亦有类似的地质地貌现象, 而和灵山地区比较就稍逊色, 河流冲积阶地在河源仅能见到Ⅱ级, 且高差也小些, 可见灵山地区断块差异升降的速率大于广东河源。由于灵山地区活动断裂发育, 开启程度高, 汞气由深部大量上升至地表, 使土壤中汞含量显著升高。

(2) 平山地区壤中含汞量高, 异常点多, 断裂活动性强。如将上面划分的三个小区域含汞量的平均值作一比较, 又可发现平山地区为最高, 蕉根坪——大龙山次之, 苏村——石塘又略为低些。我们测的11条剖面中, 以Ⅲ、Ⅳ测线汞值最高, 于断裂附近出现高值异常, 甚至连续多点高于2.0纳克/升, 这在其它两个地段是没有的(表3)。

表 2 Table 2

汞 值 地 区	广西灵山	广东河西	广州地区	广东虎门 地区
背景值	0.15ng/L	0.10ng/L	0.075ng/L	0.035ng/L
异常下限值	0.30ng/L	0.20ng/L	0.15ng/L	0.070ng/L

表 3 Table 3

地区	平山地区	苏村—石塘	蕉根坪—大龙山
含汞量平均值	0.26ng/L	0.15ng/L	0.16ng/L

(3) 本区活动性最强的是北东东向断裂, 其次是北东向及北西向断裂。11条剖面中汞值变化速率最大的测点都出现在北东东断裂附近。北西向断裂仅在测线Ⅵ有个别点超出了异常下限值。

(4) 罗阳山北麓断裂是全测区活动强度最高的断裂。灵山断裂为测区主干断裂, 有明显的活动性。然而罗阳山北麓断裂无论是活动强度还是速率都高过灵山断裂, 新构造运动的研究有这样的认识, 我们测汞也得到同样的结论。横跨罗阳山北麓断裂的汞测线, 靠近断裂的测点多处出现高值异常, 几个汞值大于2.0纳克/升的点都靠近罗阳山西北麓的①号断层, 也说明①号断层又是罗阳山北麓断裂中最活动的断层。

(5) 灵家——高塘一带是罗阳山北麓断裂活动性最强的地段。以往的工作成果表明, 同一条断裂不同区段活动性不同其含汞量也有差异, 活动性强的地段汞含量高, 活动性弱的地段汞含量较低。罗阳山北麓断裂也是这样, 剖面Ⅱ和剖面Ⅲ、Ⅳ相距仅1—2公里, 汞含量前者平均值(0.23纳克/升)比后二者(0.32纳克/升0.69纳克/升)低得多。剖面Ⅱ对①号断层反应不明显, 尖山至官田汞值都很低。但剖面Ⅲ、Ⅳ对①号断层反应强烈, 在灵家——高塘一带汞值大幅度上升(图3、4), 连续多点汞值大于2.0纳克/升。此外, 夏塘至马麓的剖面Ⅰ, 汞含量的平均值(0.079纳克/升)很低, 两次跨过北东向的②号断层汞值均未超出异常下限值。可见, 罗阳山北麓断裂各区段的活动差异很大, 在灵家——高塘附近具有强烈的活动性, 而夏塘、尖山、官田一带出现减弱的趋势, 往北至蕉根坪又有所加强。

北西向的蕉根坪断裂也有这一特征。在蕉根坪横跨它的Ⅵ测线, 平均含汞量(0.08ng/1)很低, 而于断裂北段在六吉附近的Ⅵ测线, 汞含量平均值(0.25ng/1)又较高, 且一些测值超出异常下限值, 证实了北西向的蕉根坪断裂在六吉——苏村一带活动性较强。

#### 四, 强震区与汞气含量变化

由上述可见, 灵山地区土壤中含汞量的变化还是有一定的规律性, 含汞量的高值异常主要沿罗阳山北麓断裂和灵山断裂及蕉根坪断裂分布。在灵家——高塘一带汞值高、异常点多, 而这里正是1936年4月1日6级强震震中区, 烈度达Ⅷ度, 宏观破坏严重。横跨河源

断裂的测汞剖面,以距1962年3月19日广东河源6.1级强震震中区较近的火辣山剖面汞值最高(大于2.0mg/升),变化速率远大于其它地区。1958年9月25日广西灵山苏村5.4级地震,是本区又一次中强震。在离苏村较近横跨北西向蕉根坪断裂的Ⅵ测线,也出现汞含量的高值异常。这可能说明,在强震震中附近,断裂发育,活动性强,开启程度高,大量汞气从深部运移到地表,并被土壤吸附,因而出现高汞值异常。

同时还注意到,广西灵山地区的背景值比河源地区高,而河源地区又比广州、虎门地区高(表2)。这是否表明,汞含量与地震活动性有一定的对应关系,震级高,地震活动频繁的地区汞气含量高,变化速率大。其规律性如何,需要在其它强震区进一步工作,并进行对比研究。

### 参 考 文 献

- [1] 魏柏林等,从测定壤中的气汞量来研究活断层,地震地质,第10卷,第2期,1988。

## THE ACTIVITY OF THE FAULTS AND THE CONCENTRATION OF GAS Hg VARIATION AMONG SOIL IN LINGSHAN AREA

Huang Hesheng, Ren Zhanghuan, Yang Lianfa

(Seismological Bureau of Guangdong Province)

[Abstract] This paper intruduces the results of the concentration of gas Hg variation among soil in Lingshan area, Guangxi Province. Through comparing and analysing the variation of the micro-gas Hg, it thinks that the ENE faults in the northwest of Luoyang mountain are the most active faults, while the Jaogenping fault of NW direction are the more active one in the area. In the paleoseismic area, it shows that the micro-gas Hg has higher concentration and variation. And the faults have more active there.