

# 西江断裂磨刀门段地质近期 活动性研究

张虎男 郭钦华 陈伟光 黄坤荣 张福来 赵红梅

(广东省地震局)

**提要** 西江断裂是控制三水断陷盆地以至西、北江三角洲的西缘断裂,基本相当于西江的北西向河段,断裂迹象两岸断续可见。对该断裂的认识随工作程度的增高而渐趋明朗。本文基于地质新年代学方法,结合显微构造、构造地貌等观察资料以及其它测试手段,对该断裂南东段的近期活动作较深入的探讨。基本结论是:(1)该断裂在中更新世中期有过相对较强的活动,其后活动性渐趋减弱;(2)近期的微量活动属于弱形变和微弱形变。

## 一、西江断裂概况

西江断裂基本沿西江下游的北西向河道发育,南东段由磨刀门入南海,北西段可能沿绥江断续延伸至广宁、怀集一带,全长近200公里。断裂以九江为界,北西段基本沿西江右岸(西岸)发育,南东段则沿左岸(东岸)发育,总体产状 $N30-50^{\circ}W/NE\angle 70^{\circ}$ <sup>(1)</sup>。

断裂的构造地貌反映为:北段在三水以下左岸普遍发育比高20米左右的阶地,其下为宽达数百米的河漫滩,而右岸河床常直逼基岩,形成陡崖。断层三角面也多见于右岸,主航道右偏。根据邻近北江同级阶地砂样的热释光测年结果<sup>1)</sup>,自下而上分别为距今 $(19.93 \pm 1.33) \times 10^4$ 年,  $(16.28 \pm 1.10) \times 10^4$ 年,  $(9.54 \pm 0.61) \times 10^4$ 年和  $(3.46 \pm 0.25) \times 10^4$ 年,为中更新世晚期至晚更新世晚期沉积。表明在晚更新世晚期,断裂的北东盘(上盘)有过一次抬升。南段情况相反,断裂迹象断续见于左岸,在丫哥山发育典型的断层崖。深水槽集注于河床左侧,第四系厚度亦明显增大。在两岸同时出露基岩时,通常是左岸比高相对较大,切割较深,地形较陡峻,次级断裂也较发育。西江断裂的三水—磨刀门段,地表断裂迹象主要见于均安以北。

在宏观上,西江断裂控制了珠江三角洲西、北江部分的第四纪沉积。沿断裂出现了若干轴向为北西的凹槽。第四系最大厚度在九江一带几达80米<sup>2)</sup>,在磨刀门也有60米。形变测量资料表明,1987—1953年,在磨刀门附近存在形变速率达7毫米/年的沉降中心,其外围等值线长轴方向同西江断裂平行(图1)。形变沉降中心与第四系沉积中心不完全相符,前者偏右。

---

1)由国家地震局地质研究所计凤桔测试

2)有资料认为部分为基岩风化壳或残积物

西江断裂延至磨刀门附近更向东偏。较明显的构造迹象见于洪湾石英闪长岩及神湾南永益围附近中侏罗统的火山岩内。地面地质所见为岩石经构造变动后强烈蚀变, 硅化, 铁、锰质淋滤富集, 局部呈蜂巢状, 局部黑色矿物定向排列。石英脉沿断裂侵入后经多次构造变动及硅化作用、多次破碎及胶结, 石英细脉多次穿插侵入, 发育透镜状构造。镜下鉴定为碎裂蚀变混合岩, 呈糜棱结构及角砾状构造(表1)。

此外, 在磨刀门两岸, 特别是东岸的基岩露头中, 多处见有北北西向的断裂构造迹象。例如, 在洪湾北的花岗斑岩中, 发育密集的北西向节理, 产状为  $N15^{\circ}-20^{\circ}W/NE\angle 60^{\circ}$ , 多条宽数厘米的石英细脉沿节理充填。在挂碇角西江沿岸, 细晶岩脉沿北 $15^{\circ}-20^{\circ}$ 西节理侵入, 原岩(石英闪长岩)似经硅化。在神湾附近的中侏罗统火山岩中, 亦见有  $N20^{\circ}W/SW\angle 60^{\circ}$  之节理。在磨刀门西岸的小霖山麓, 在泥盆统的碎屑岩中, 产状为  $NNW-SNE-E\angle 40^{\circ}$

的小断层, 错断了走向为  $N40^{\circ}E$  的一组节理和岩脉。从岩脉的错动方向看, 应为正断层, 错距小于0.5米(图2)。稍北, 在磨刀门水道西岸的竹洲附近, 于中侏罗统碎屑岩中发育一组密集的构造节理: 大面积的节理面形成基本平行于西江的陡崖。节理产状为  $N30-40.W$

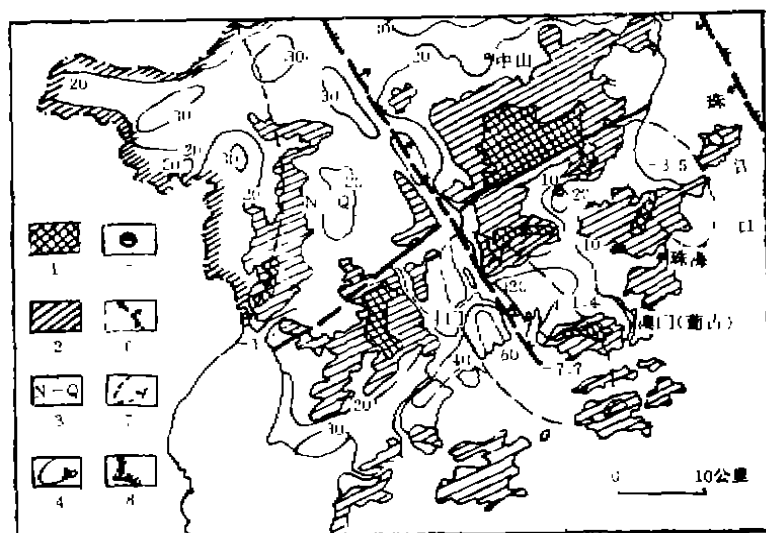


图1 珠江三角洲磨刀门附近新构造图  
Fig.1 Neotectonic map near Modaomen area of pearl river delta

1. 构造一剥蚀侵蚀低山丘陵; 2. 构造一剥蚀侵蚀台地; 3. 晚第三纪—第四纪盆地; 4. 第四系等厚线; 5. 温泉; 6. 断裂; 7. 形变等值线及其形变率(毫米/年); 8. 三角洲界线。(形变资料据朱运海编《深圳大外围垂直形变速率图》—1953—1987)

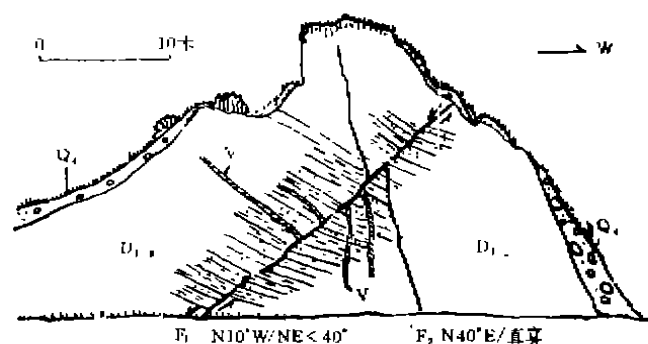


图2 小霖山北西向断层素描图  
Fig.2 Sketch of WN-trending fault in Xiaolinshan  
 $F_1$ —北西向小断层;  $F_2$ —北东向断层(或节理); V—北东向岩脉。

NE $\angle$ 50—60°, 可能属于西江断裂的影响带。在竹洲附近见多处小型滑塌, 是否与断裂有关的新构造运动导致的动力地质现象, 有待进一步查实。再北, 在江门皇边油库, 见一产状为N10°W/NE $\angle$ 65°之断面, 其上的阶步、擦痕等均显示上盘(北东盘)向北东方向下滑, 与西江断裂的总体活动方式相符。在江门的海外, 北北西向节理特别发育, 同走向的滑动面的产状为: N40°W/SW $\angle$ 70°, 沿节理和滑动面有多组石英细脉侵入。

表 1

西江断裂磨刀门段断裂构造岩显微构造特征\*

Table. 1 Microtectonic Characteristics of Fault Tectonic Rock of Modaomen Section in Xijiang Fault

| 采样位置     | 洪湾砖瓦厂   | 神湾永益围   |
|----------|---|---|
| 岩石命名     | 碎裂蚀变混合岩   | 硅化含角砾糜棱岩  |
| 结构特征     | 碎裂鳞片花岗变晶结构  | 糜棱结构, 角砾状结构   |
| 矿物成份 (%) | 石英: 40%; 绢云母、白云母、黑云母、绿泥石: 40—42%; 残余长石: 10%; 石榴石: 5%; 铁质: 2—3; 磷灰石, 金红石微量。  | 石英: 70%; 绢云母20%; 硅化糜棱岩屑: 5%; 硅化岩屑: 5%; 铁质: 微量; 红金石、锆石: 微量。  |
| 显微构造特征   | 岩石由混合岩化, 绢云母化, 碎裂岩化作用而成。石英呈不规则粒状, 普遍发育吕对尔线; 吕对尔线的充填物为液体包裹体或铁质, 少数颗粒可见变形纹。石英颗粒表面裂隙发育, 裂隙的充填物为铁质。原岩的长石几乎完全蚀变为绢云母鳞片, 仅可见少许呈港湾状、孤岛状的残余物; 原岩残余的石榴石呈粒状, 表面裂隙发育有碎裂现象。白云母、黑云母呈叶片状, 弯曲状; 黑云母多蚀变析出铁质。 | 岩石为多次构造运动作用及多次硅化作用的产物; 是多次断裂活动相互迭加的结果; 使石英呈大小不一的各种碎块状; 部分石英呈极细小的粉末状; 较大颗粒的破碎石英粒, 边缘呈撕裂状, 周围有细小粉末状石英围绕; 少数石英可见二氧化硅次生加大边; 硅化作用发生在每次构造变动的间歇期间; 硅化石英呈大小不等的自形粒状, 多边形粒状和长条状。在较大颗粒的后期硅化的石英中, 包裹前期细小颗粒的硅化石英。可见少量硅化糜棱岩屑、硅化岩屑、粒径2毫米左右, 形状不规则。 |

• 由广东省地矿局研究所鉴定。

一般地说, 北西向断裂的活动时间较新, 它们常错移其它方向的构造线。在磨刀门西侧, 除见于小霖山麓外, 在三灶岛白家角的泥盆系石英砂岩中, 一条走向北50°西的剪性断层, 错断了走向北60°东的石英脉, 左旋扭动, 断距虽小(仅2厘米)但迹象清晰。

## 二、西江断裂磨刀门段近期活动性的初步探讨

在磨刀门两侧仅见西江断裂的影响带, 推测主断面可能在西江河道中通过。根据西江左岸(东侧)断裂迹象更为清晰的事实, 推测主断面位置应偏向东岸的主航道。物探资料业已证实, 在距挂碗角高点西约1.5公里的西江中, 存在一走向北北西, 宽约百米的破碎带, 疑

为西江主断裂带。该带已经钻探进一步证实。在孔深42—56米处，发现断层破碎带，该带直接下伏于第四系，经强烈风化，呈绿灰色，由两部分组成。上部为石英、粘土质构造岩；下部为构造角砾岩。角砾成分以石英为主，长石大多风化为高岭土，角砾砾径以2—3毫米居多，个别达1厘米，大小混杂，泥质胶结，固结差，绿泥石化、绿帘石化较强烈。

在孔深46米处取断层泥作石英颗粒的扫描电镜分析<sup>1)</sup>。分析结果如下：

(1) 在分离中的碎屑物中，石英碎砾约占40% (包括不同粒级)；由粘土矿物、磁铁矿、云母矿物、方解石等胶结，呈灰白色。

(2) 90%以上的石英碎砾具明显的棱角，是受力破碎的结果。它有别于具一定磨圆度的河、湖、海相沉积型的石英砂砾。(图版I，照片1、2)

(3) 石英颗粒表面破裂现象明显，具贝壳状、次贝壳状断口，阶步结构，可见裂隙(纹)。擦痕，勺形、纺锤形等微型坑，表明曾经研磨。(图版I、II照片3、5、6、7、8、9、11、12)

(4) 有的石英颗粒表面具有一定的溶蚀现象，常具有桔皮、鳞片状结构。长石颗粒表面也见有类似现象。溶蚀现象说明岩层断裂后，由于水的渗入而使岩屑易于风化，形成伊利石等粘土矿物。(图版I、II照片4、10)

(5) 参照国内外有关研究成果，初步认为该断层形成于早、晚更新世之间，是较新的活动断层。

在主断面被覆盖的情况下，难以直观地确定断裂的近期活动性。单纯的钻探资料对比，只有在钻孔极密时，才有可能用传统的地层法，定性地了解断裂的近期活动。由于河口地区的沉积环境和水动力条件非常复杂，沉积物在纵横方向的变化都很大，往往由于岩性在短距离内突变而导致判断的误差。因此，在河口沉积区使用地质法研究新构造运动时，需持审慎态度。

以新地质年代学方法为主，辅以地层对比法，可以较为理想地判断覆盖区隐伏断裂的近期活动，并可据以估算出断裂活动的幅度和速率。

钻探资料表明，西江磨刀门段的第四系最厚达60米，以河口三角洲相为主，由细粒碎屑物—淤泥、粉砂、细砂组成。其间夹有贝壳碎片(以牡蛎壳为主)和碳化植物残体。河床相的粗砂及砂砾，仅见于主航道的底部。下伏花岗岩风化壳，厚度变化较大，数米至数十米不等。第四系岩性变化的总趋势是由上向下变粗(图3)。位于主航道的沉积物的纵向变化比较复杂，部分钻孔在上细下粗的总趋势中，还可细分为1—2个沉积旋迴。

第四系的横向变化也很复杂。东西两侧的两个沉积中心分别代表主河道和主河叉。粗粒碎屑见于沉积中心的底部(图4)。由于珠江三角洲是一个特殊的湾内复合三角洲，林立的岛丘部分地限制了各大河下游河道的自由摆动，与一般的平原三角洲比较，河道相对稳定，深水槽既反映了水流较长时期的侵蚀，也可能反映了线性破碎带的存在。西江下游在三水以下通过基岩区直流南东的趋势，很可能与这类破碎带有关，亦即西江的三水—磨刀门段兼具构造谷(断裂谷)与侵蚀谷的特征。前述物、钻探资料均已证实，磨刀门段的深水槽部位存在断层破碎带。但河口区毕竟有它自身的特点，潮流的顶托就直接影响了水流的下切。因此，和上游比较，同为断裂构造地貌，其切割深度相对较小，河谷形态相对和缓。沉积物的

---

1) 由中国地质大学测试中心扫描电镜室毕先煜、宁新喜分析


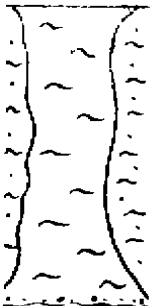

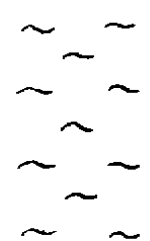
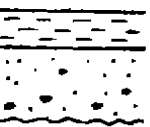
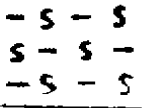

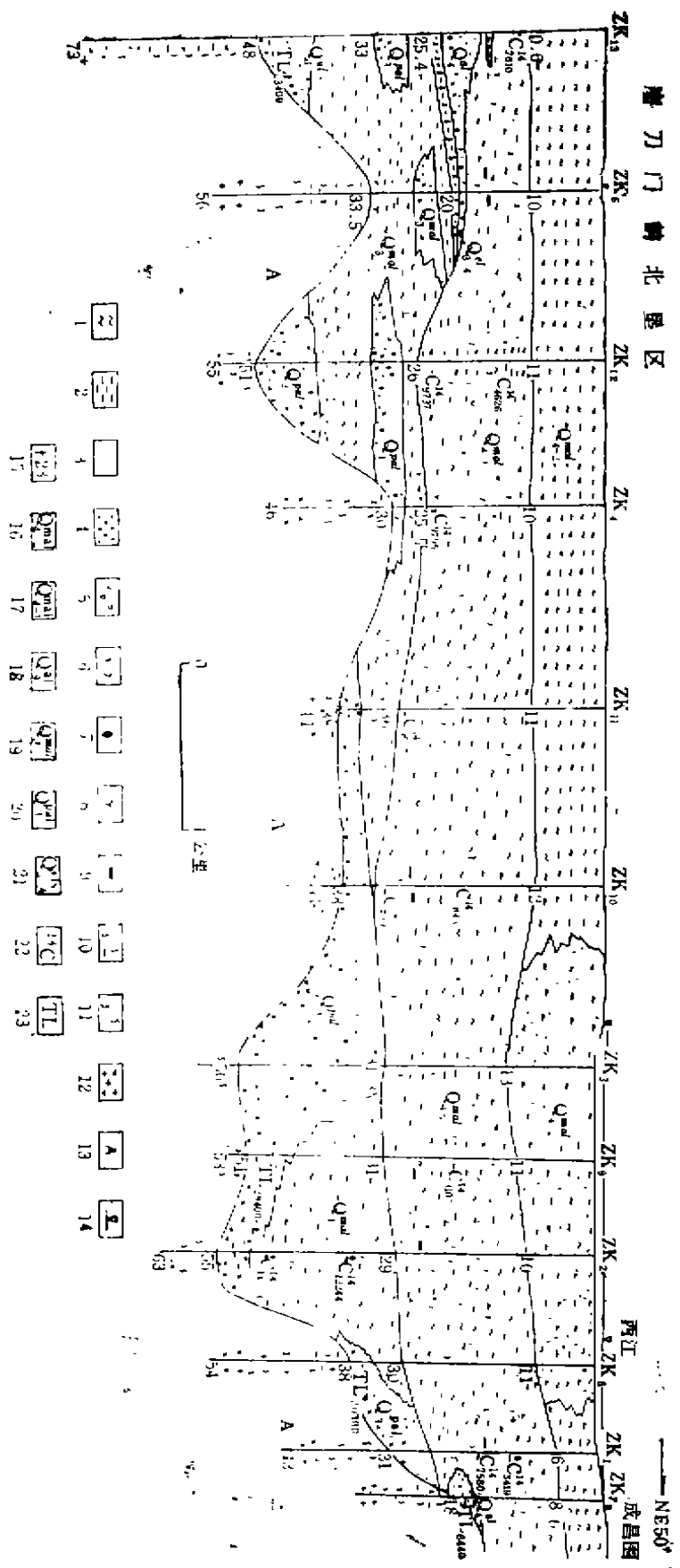
| 界           | 系           | 统    | 符号              | 柱状图   | 厚度<br>(米)  | 岩性描述  |
|-------------|-------------|------|-----------------|---|------------|---|
| 新<br>生<br>界 | 第<br>四<br>系 | 全新统  | $Q_{4-2}^{mal}$ |    | >13        | 东部为灰黄色粉砂质淤泥，粘性小，含粉细砂和贝壳；西部为灰黑色淤泥，粘性大，质纯细腻，流塑—软塑，含贝壳碎片。                        |
|             |             | 统    | $Q_{4-1}^{mal}$ |    | >20        | 东西部为淤泥质粉细砂，中部为灰黑色淤泥，质纯细腻，饱和，软塑，含少量有机腐殖质，具臭味，并间夹薄层中细砂层和贝壳碎片，底部有1—2米厚的黄褐色中粗砂砾层。 |
|             |             | 上更新统 | $Q_3^{mal}$     |    | >7         | 粉细砂层，深灰色，淤泥约占30%，粘性小，易散，含贝壳碎片；西部上部有1—2米厚的砂砾层，砾石次棱角状，成份以石英为主。                  |
|             |             | 更上新统 | $Q_3^{mal}$     |   | >15        | 灰黑色淤泥，间夹薄层中细砂层和贝壳，淤泥质纯细腻，饱和软塑。  |
|             |             |      | $Q_3^{Pal}$     |  | 1—2<br>2—4 | 亚粘土，灰白—灰黄色，密实细腻，饱和可塑。<br>砾砂卵石层，土黄色，含少量黄色粘土，砾径2—5mm，个别达4cm，成份以石英为主，次棱角状。       |
| 燕山期<br>花岗岩  |             |      | $r_s^{1-3}$     |  | 2—20       | 强风化燕山期黑云母花岗岩，风化壳薄，一般厚1—2米，只有西部Zk13孔达20米，土状易碎。                                 |
|             |             |      | +               |  | <2         | 中—微风化燕山期黑云母花岗岩，上部节理发育，有铁质侵染和叶腊石化等。  |

图3 西江磨刀门段第四系综合柱状图（据钻孔资料拟编）

Fig. 3 Synthetical columnar section of Quaternary system in Modaomen area of Xijiang (compiled from boring data)

横向延续性相对较差，相同的层位厚度变化大，岩性不稳定，仍有尖灭、分叉，岩性不连续等现象。

# 磨刀门南北垦区



硅藻分析<sup>1)</sup>结果表明,在已鉴定的4个岩样中,除ZK<sub>3</sub>孔底部硅藻极少外,其它两个孔(ZK<sub>1</sub>、ZK<sub>2</sub>)和ZK<sub>3</sub>孔的37米深处,皆有丰富的硅藻种、数,大多为半咸水种和咸水种,优势种是:

条纹小环藻(*Cyclotella Striata*)

柱状小环藻(*Cycl. Stylorum*)

圆筛藻属(*Coscinodiscus*)

在ZK<sub>3</sub>孔底部(-57米)见细弱圆筛藻(*Coscinodiscus Subtilis* Ehr).淡水种数量极少,数量较多的也是常见于河口、沿海的种属。根据硅藻组合特征推测的沉积环境分别是:河口—滨海相;河口相和强潮河口相。由于岩样分布于不同的深度,因此可以认为,自晚更新世晚期(经热释光及<sup>14</sup>C测定的第四系底部的距今年代,详后)以来,磨刀门段西江的沉积环境相对稳定。

区域钻探和形变测量资料均在磨刀门圈划出等值线长轴呈北北西向的沉陷。在基本垂直断裂走向排列的11口钻孔的不同深度,取样作<sup>14</sup>C和热释光测年(表2、图5),由表列数据看,用两种不同方法测得的年龄,在类似的深度和不同的深度,对应均较理想。前者如ZK<sub>1</sub>孔,孔深13—14.5米的样品;后者如ZK<sub>3</sub>孔;ZK<sub>4</sub>孔。

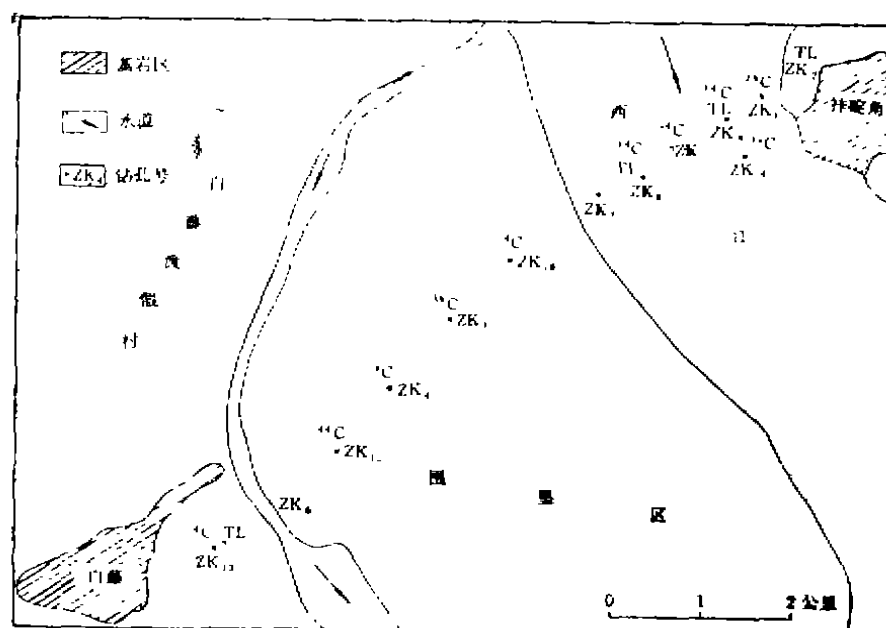


图5 钻孔位置图(<sup>14</sup>C, TL, 分别表示碳十四和热释光采样)  
Fig. 5 Situation of bore holes (<sup>14</sup>C and TL shows their sample locations)

已测定的最深的第四系<sup>14</sup>C年龄为距今 $14353 \pm 312$ 年(ZK<sub>3</sub>孔第四系底部, -57米),据此估算晚更新世晚期以来的沉积速率为3.97毫米/年。若以15个已测年龄的样品及其深度

1) 由广州地理研究所鉴定。

作平均估算, 则沉积速率为3.23毫米/年 ( $^{14}\text{C}$ ; 据热释光年龄平均估算为2.03毫米/年)。假设第四系的沉积过程是珠江三角洲断陷的补偿过程, 则第四系的厚度基本上可代表近期断陷的沉降幅度, 沉积速率大体可代表沉降速率, 且与形变速率 ( $-7.7$ 毫米/年) 属于同一数量级。

表2 磨刀门钻孔第四系的 $^{14}\text{C}$ 与热释光测年\*

Table 2  $^{14}\text{C}$  Age and TL Age of Quaternary System in Bore Holes of Modaomen

| 孔号               | 实验室编号   | 样品名称    | 取样深度(米)   | $^{14}\text{C}$ 年代(距今, 年) | 备注     |
|------------------|---------|---------|-----------|---------------------------|--------|
| ZK <sub>1</sub>  | GZ89-01 | 砂质淤泥    | 13        | 3419±216                  |        |
|                  | GZ89-02 | 淤泥      | 23        | 7580±520                  |        |
| ZK <sub>2</sub>  | GZ89-03 | 含腐殖质淤泥  | 49—50     | 14363±312                 |        |
|                  | GZ89-04 | 炭质粉砂淤泥  | 37.2—37.4 | 12244±359                 |        |
|                  | GZ89-19 | 淤泥      | 15        | 502±91(?)                 | 岩心已被污染 |
| ZK <sub>4</sub>  | GZ89-05 | 炭化木     | 24.9—25.1 | 9796±280                  |        |
| ZK <sub>7</sub>  | GZ89-18 | 中粗砂含贝壳  | 14.9—15.1 | 11807±169(?)              | ••     |
|                  | TLG 382 | 中细砂     | 18—18.03  | 6440±410                  | 热释光测年  |
| ZK <sub>8</sub>  | GZ89-21 | 含贝壳碎屑淤泥 | 21—22.4   | 9569±226                  |        |
|                  | TLG 386 | 中细砂     | 34.5—35   | 20300±1300                | 热释光测年  |
| ZK <sub>9</sub>  | GZ89-20 | 含贝壳淤泥   | 20—20.5   | 3107±138                  |        |
|                  | TLG 385 | 砂       | 48—50     | 29400±1800                | 热释光测年  |
| ZK <sub>10</sub> | GZ89-13 | 中粗砂含贝壳  | 20.5—20.7 | 5843±224                  |        |
|                  | GZ89-12 | 贝壳      | 35.8—36   | 8985±424                  |        |
| ZK <sub>11</sub> | GZ89-09 | 淤泥质砂含贝壳 | 36.6—37   | 9507±202                  |        |
| ZK <sub>12</sub> | GZ89-07 | 淤泥含贝壳   | 14.2—14.4 | 4628±116                  |        |
|                  | GZ89-08 | 淤泥含碳屑   | 26.0—26.2 | 9737±196                  |        |
| ZK <sub>13</sub> | GZ89-10 | 淤泥含贝壳   | 12.9—13.1 | 7610±257                  |        |
|                  | TLG 383 | 砂       | 13—14.5   | 7580±480                  | 热释光测年  |
|                  | GZ89-11 | 淤泥      | 25.8—26.0 | 34379±2114                |        |
|                  | TLG 384 | 断层泥     | 48.7—48.8 | 23400±1500                | 热释光测年  |
| ZK <sub>14</sub> | GZ89-23 | 贝壳碎屑淤泥  | 26.3—27   | 3844±200(?)               | ••     |
|                  | GZ89-24 | 淤泥含炭屑   | 12.6—13   | 3784±112                  |        |

\*  $^{14}\text{C}$ 年龄由广东省地震局 $^{14}\text{C}$ 实验室测定; 热释光年龄由国家地震局地质研究所测定

•• 为存疑数据



量级。考虑到沉积物的压缩率（约30%）和沉降过程中的相对稳定阶段（甚至反向抬升）等因素，根据沉积物深度和年龄估算所得的沉降速率，应是最小值，其实际值应接近实测的形变速率。属于较大幅度和较高速率的沉降。

表3图6为已测定年龄的各钻孔的平均沉降速率。由图6可见，根据 $^{14}\text{C}$ 测年数据估算的沉降速率曲线（曲线1）起伏变化较大。沉降速率变化的总趋势是由西向东增大，在西江主航道（左汊流）的ZK<sub>6</sub>孔（ZK<sub>3</sub>孔南东百余米）达到

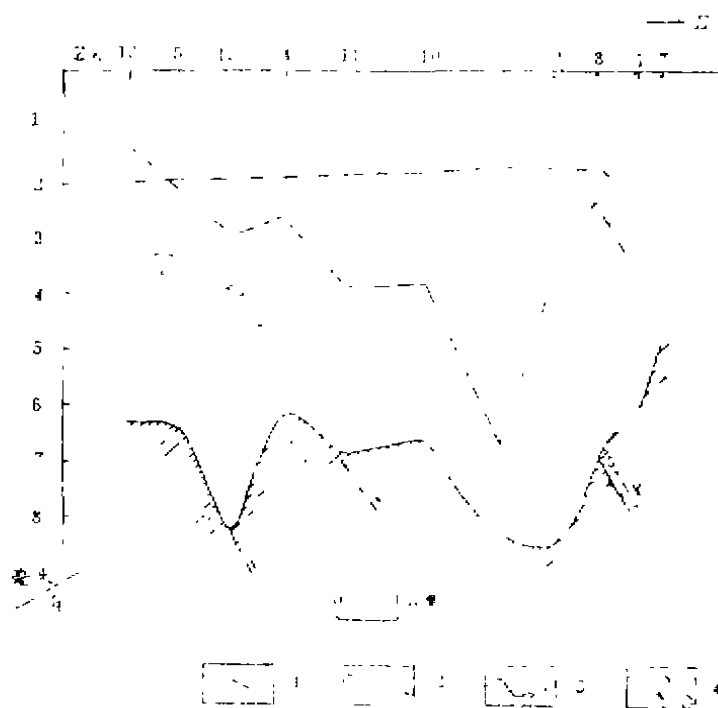


图6 各钻孔沉积速率曲线

Fig. 6 Sedimentation velocity curve of various bore hole

1. 据 $^{14}\text{C}$ 测年估算的沉积（沉降）速率；2. 据热释光测年估算的沉积速率；3. 基底（第四系底板）起伏；4. 推测断层及拗块、勘探证实断层（宽政 $^{14}\text{C}$ 市）

最大值（-6.71毫米/年）。再向东沉降速率变小，基本恢复至西侧的水平（<-4毫米/年）。而根据热释光测年数据估算的沉降速率曲线（曲线2）比较平直，在ZK<sub>1,7</sub>孔处与曲线1同步下降。由于热释光只有四口钻孔，5个样品的数据，所以曲线2可视为曲线1的补充参考。图6还表明，曲线1的形态，大体上顺应了基底地形的起伏，但起伏的高差没有相似的比例。例如，基底地形存在东西两个凹槽（古河床？），深度分别为55米和52米，东槽比西槽深仅3米，但两处的沉降幅度分别为-6.71毫米/年（ZK<sub>6</sub>孔）和-2.89毫米/年，前者为后者的2.3倍。

这种差别似乎难以用沉积速率的差异来解释，而只能归因于构造因素：不均衡沉陷或断裂活动的结果。

（1）不均衡沉陷导致沉降速率的差异。表3图6表明，沉降幅度最大的部位是现今的西江主航道，该处的沉降速率达-6.71毫米/年。这种不均衡的沉陷在形变速率图（见图1）上似有反映。该图由-1毫米/年等值线圈划的北西向异常，长轴偏西江东岸，几何中心与本文估算的沉降中心基本吻合，最大形变速率（-7.7毫米/年）与本文的估算值（-6.71毫米/年）非常接近。另从较大范围的对比看，磨刀门是珠江三角洲第四纪沉积中心之一，第四系厚达60米，等厚线长轴同形变速率等值线长轴走向，亦同西江断裂走向。珠海地区的形变速率（-1.4毫米/年）大于斗门地区（-1毫米/年，或小于此值），也顺应了较大幅度沉陷偏东的总趋势。第四系的横向变化表明，西侧的ZK<sub>1,3</sub>，ZK<sub>6</sub>孔，在20米深处有一厚约2米的风化粘土层，该层在ZK<sub>1,2</sub>孔以西即尖灭。该层为土黄色，局部含砂，表面为一氧

化面,说明该区段在沉降过程中曾有过相对稳定、出露地表经受风化的阶段(或相对抬升阶段),也是西侧沉降幅度和速率小于东侧的证据之一。

表3 磨刀门各钻孔第四系平均沉降速率\*  
Table 3 Average Sedimentation Velocity of Quaternary System  
in Bore Holes of Modaomen

| 孔号               | 孔深(米)     | 年代(距今年)    | 沉降速率<br>(毫米/年) | 平均沉降速率<br>(毫米/年) | 备 注 |
|------------------|-----------|------------|----------------|------------------|-----|
| ZK <sub>13</sub> | 12.9-13.1 | 7610±257   | 1.71           | 1.24             | 14C |
|                  | 25.8-26.0 | 34379±2114 | 0.76           |                  |     |
|                  | 13-14.5   | 7580±480   | 1.85           | 1.85             | TL  |
| ZK <sub>12</sub> | 14.2-14.4 | 4626±116   | 3.09           | 2.89             | 14C |
|                  | 26.0-26.2 | 9737±196   | 2.68           |                  |     |
| ZK <sub>4</sub>  | 24.9-25.1 | 9795±290   | 2.55           | 2.55             | 14C |
| ZK <sub>11</sub> | 36.6-37.0 | 9507±202   | 3.87           | 3.87             | 14C |
| ZK <sub>10</sub> | 20.5-20.7 | 5843±224   | 3.53           | 3.76             | 14C |
|                  | 35.8-36.0 | 8095±424   | 3.99           |                  |     |
| ZK <sub>9</sub>  | 20-20.5   | 3107±138   | 6.71           | 6.71             | 14C |
|                  | 48-50     | 29400±1800 | 1.67           | 1.67             | TL  |
| ZK <sub>2</sub>  | 37.2-37.4 | 12244±350  | 3.05           | 3.25             | 14C |
|                  | 49-50     | 14353±312  | 3.45           |                  |     |
| ZK <sub>14</sub> | 12.6-13   | 3784±112   | 3.38           | 3.38             | 14C |
| ZK <sub>8</sub>  | 21-22.4   | 9569±226   | 2.27           | 2.27             | 14C |
|                  | 34.5-35   | 20300±1200 | 1.71           | 1.71             | TL  |
| ZK <sub>1</sub>  | 13        | 3419±216   | 3.80           | 3.42             | 14C |
|                  | 23        | 7580±520   | 3.03           |                  |     |
| ZK <sub>7</sub>  | 18-18.03  | 6440±410   | 2.80           | 2.80             | TL  |

\* 存疑数据未参加计算。14C—碳十四数据; TL—热释光数据。

(2) 断层活动导致沉降速率的差异。在ZK<sub>13</sub>孔和ZK<sub>12</sub>孔之间, ZK<sub>9</sub>孔和ZK<sub>11</sub>孔之间, ZK<sub>10</sub>孔和ZK<sub>2</sub>孔之间确实存在着沉降速率的突变。前两孔之间只隔一ZK<sub>8</sub>孔, 后两孔均相邻, 这种在短距离内的速率突变, 一般也可以用断层活动来解释。由图6可见, 在速率突变的相应部位, 基底地形都有类似的显示, 而且符合速率曲线变化的趋势, 即如果确实存在断层和断层的活动, 则东盘(上盘)应为下降盘。这种活动方式与西江断裂的近期活动方

式是一致的。但是,若以断层活动解释沉降速率的突变,还要解释以下疑点:

1) 第四系的横向延续。钻孔对比图(图4)表明,在大的层位上,各孔在大致的深度上是可以相连的。某些层位岩性的横向变化,考虑是水动力条件在沉积过程中变化的结果。这种在小范围内的同时异相的沉积,常见于冲积成因的地层中,决不能作为断层错动的可靠的或唯一的依据。

2) 物探发现的并经钻探证实的断裂破碎带,主要位于东侧主航道,在ZK<sub>1</sub>孔和ZK<sub>2</sub>孔之间,二者的沉降速率并无明显的差异。在<sup>14</sup>C曲线或热释光曲线上,断裂所在的ZK<sub>3</sub>孔,都显示相对较低的沉降速率。尽管其东的ZK<sub>4</sub>孔和ZK<sub>7</sub>孔沉降速率相对增大,但与断层西侧各孔的(ZK<sub>6</sub>孔例外)沉降速率属于同一水平,看不出两盘有明显的差异活动。ZK<sub>6</sub>,<sub>12</sub>,<sub>4</sub>,<sub>11</sub>四孔均钻至基岩,均未发现明显的断裂构造迹象;在ZK<sub>4</sub>孔和ZK<sub>11</sub>孔之间以及ZK<sub>13</sub>孔和ZK<sub>12</sub>孔之间亦未发现物探异常。大区域地质考察业已表明,西江断裂磨刀门段的主断面应偏东岸(左岸)的主航道,与物、钻探结果吻合;而不支持根据地质新年代学方法得出的西侧可能存在活动断层的认识。

3) 硅藻分析结果表明,偏于西侧的ZK<sub>12</sub>孔的硅藻组合特征是:条纹小环藻—柱状小环藻—圆筛藻,属半咸水型。沉积环境属强潮河口相。偏东侧的ZK<sub>1</sub>孔和ZK<sub>2</sub>孔,硅藻组合特征分别为:条纹小环藻—柱状小环藻—咸水类硅藻(半咸水—咸水型)和条纹小环藻—圆筛藻—淡水类硅藻(半咸水型);分属河口—滨海相和河口相。反映了东侧的沉积环境较为稳定,水深较大而西侧较为动荡复杂。如果认为环境部分受到构造因素的影响,那么西侧存在断层活动的可能性较大,但这种推测与物、钻结果以及宏观考察的结果都不相符。所以环境的对比也不支持断层活动导致沉降速率差异的推断。

### 三、结论和讨论

宏观地质考察,显微构造研究,物探和钻探结果都表明,磨刀门段西江断裂的主断面应在东侧的主航道通过,新地质年代学测定得出的沉降速率自东、西两侧向主航道增大的变化,笔者倾向于是非均衡沉降的结果。但在此背景上不排除存在断层微量活动的可能性,特别是ZK<sub>3</sub>孔和ZK<sub>17</sub>孔之间,<sup>14</sup>C曲线和热释光曲线的沉降速率同步增大,反映断裂上盘相对下滑,相对活动速率分别为1.15毫米/年和1.09毫米/年,同属弱变形和微弱变形。

根据ZK<sub>6</sub>孔断层泥中石英形貌结构分类和相对年代综合表(日本, ToKoo)以及杨主恩等人有关判断活断层的研究成果,毕先梅等认为该断层应形成于早、晚更新世之间。笔者则认为,西江断裂形成时代至少早于第四纪。毕先梅等人的“形成”如理解为“最近一次活动时期”似乎更为恰当。在西江左岸挂陡角有一产状为N25°W/NE∠80°的小断层,断层泥中的石英颗粒经热释光测年为距今 $(35.43 \pm 2.36) \times 10^4$ 年<sup>1)</sup>,相当于中更新世中期。这一结果从另一方面说明西江断裂带在中更新世中期有过一次相对较强的活动,此即近期西江断裂磨刀门段的主要活动期。其后,断裂活动渐趋微弱,该地区的构造形变代之以非均衡的沉降为主。前述ZK<sub>13</sub>孔和ZK<sub>12</sub>孔之间以及ZK<sub>4</sub>孔和ZK<sub>11</sub>孔之间若存在断层并有近期活动,其相对运动速率也只有0.92毫米/年和1.32毫米/年,属于同一数量级的弱变形。另一方面,

---

1) 样品由广东省地震局潘建雄等采集,由计凤柱测试。

即使ZK<sub>70</sub>孔和ZK<sub>60</sub>孔之间的沉降速率差是由断裂活动引起的,其形变值也只有2.95毫米/年,而远小于临震时的突变速率(约10倍于该值)。

### 参 考 文 献

- (1) 张虎男, 断块型三角洲, 地理学报, 35卷1期, 1980。
- (2) 陈伟光, 应用卫片初步研究珠江三角洲第四纪盆地的新构造运动, 遥感地震地质文集, 地震出版社, 1985。

## A STUDY OF RECENT ACTIVITY OF MODAOMEN SECTION IN XIJIANG FAULT

Zhang Huanan Guo Qinhuo Chen Weiguang Huang Kunrong

Zhang Fulai Zhao Hongmei

(Seismological Bureau of Guangdong province)

[Abstract] Xijiang fault is a western boundary fault which controlled the Sanshui fault basin as well as the Xijiang-Beijiang delta. This fault stretches along the NW-trending of Xijiang river and its traces can be seen in both river bank intermittently. Recognition of this fault is becoming clear with the depth of the research. In this paper, the authors further discuss the recent activity of SE-section in this fault based on the geological chronology, microtectonics, morphotectonics and other determinations. The basic conclusions are: 1) in Mid-Pleistocene, this fault has a relatively stronger active stage, afterwards its activity became weaken gradually; 2) in recent geological times, its micro activity belongs to the type of weak or feeble deformation.

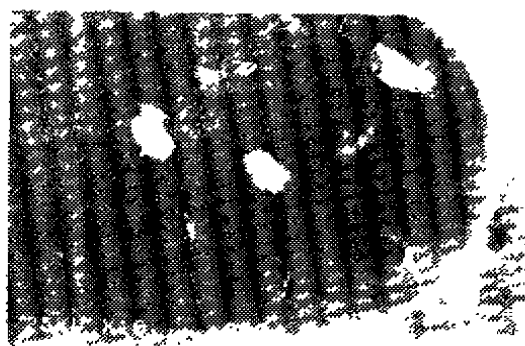


图 1 石龙子化石的腹面观

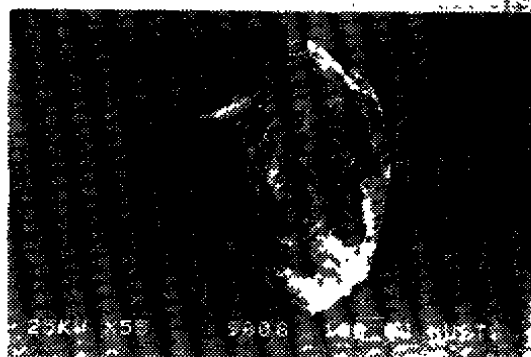


图 2 其壳面纹石龙子腹面观

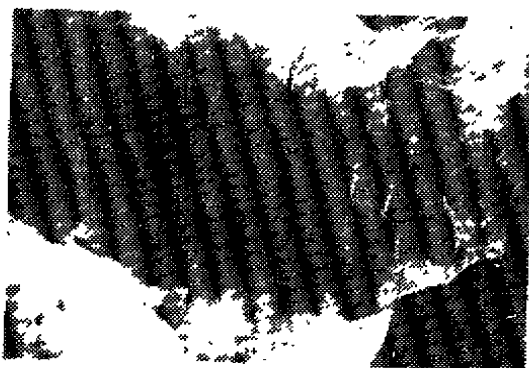


图 3 石龙子化石的腹面观

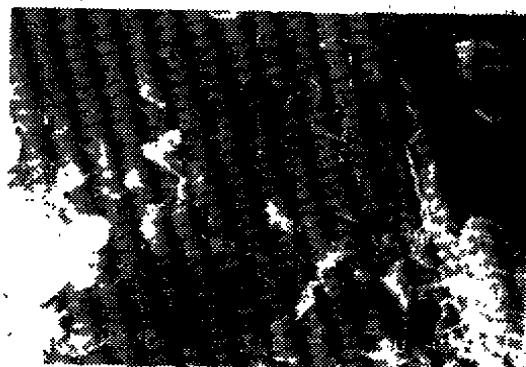


图 4 石龙子化石腹面观的局部放大

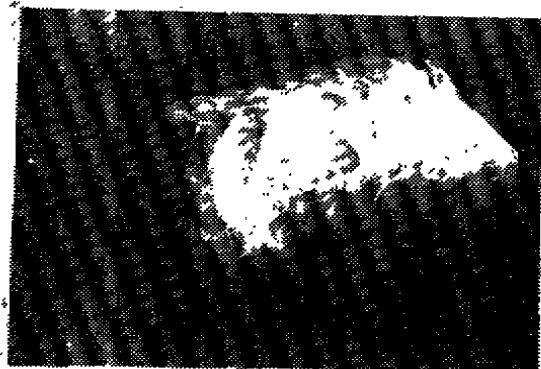


图 5 石龙子化石的腹面观，其壳面纹石龙子腹面观

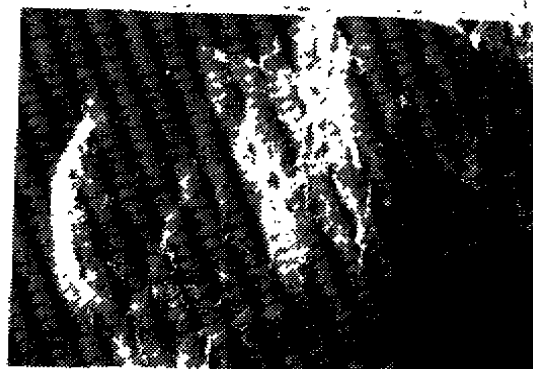


图 6 图 5 中间部位放大，勾划擦痕及微裂纹

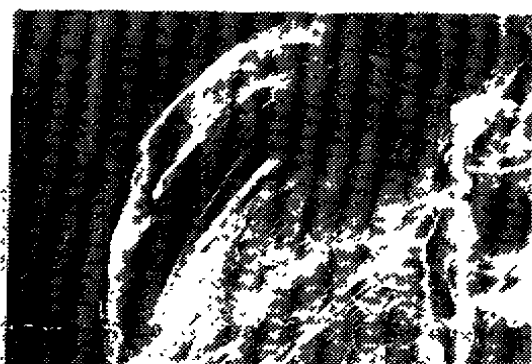


图 17 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构

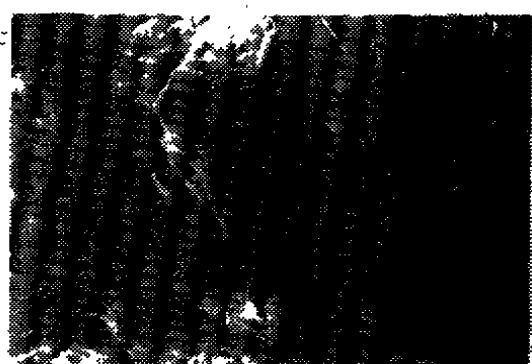


图 18 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构

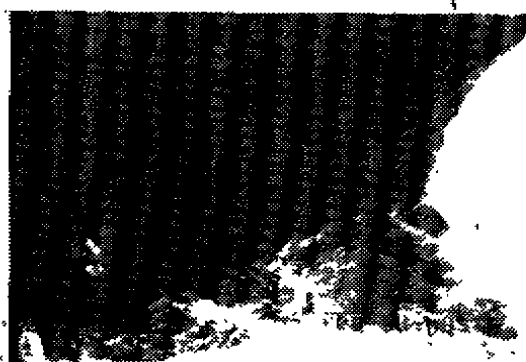


图 19 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构

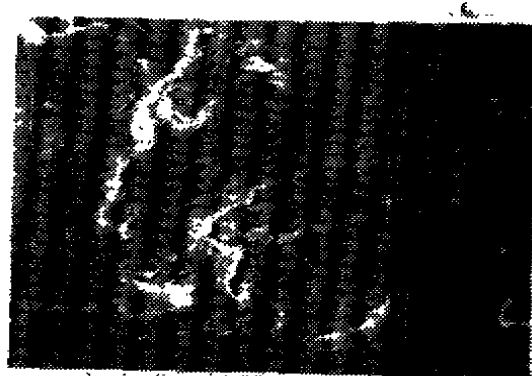


图 20 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构

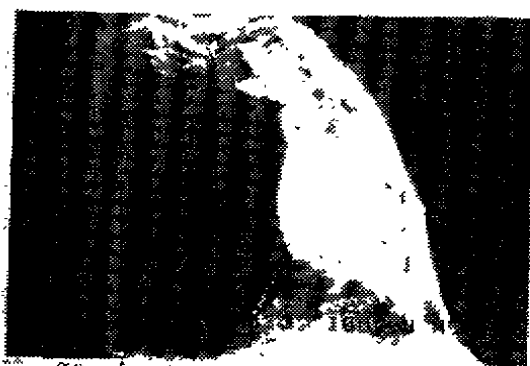


图 21 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构

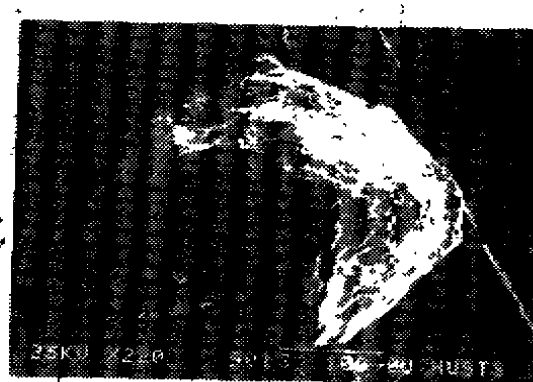


图 22 石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构，石英角闪石片状结构