

问题讨论

华南沿海若干活动断裂带的
比较构造研究

张虎男

吴玺虹

(广东省地震局, 广州) (中国科学院长沙大地构造研究所)



本文在前人工作基础上, 进一步对华南沿海地区进行了地面地质调查和显微构造研究, 从而对华南沿海的深圳-五华断裂带, 吴川-四会断裂带, 合浦-北流断裂带和钦州-灵山断裂带的形态参数、性质、活动期次、活动方式及其变换等进行了比较构造研究, 并对某些断裂的近期活动的幅度和速率作了概略的估算。结果表明, 在一般情况下, 断裂的规模越大, 它们的活动性越强。但是, 对于同一条断裂带, 由于边界条件的差异, 沿带的活动强度是不一致的。这种差异还导致各断裂带的活动强度和活动方式、期次在时间上的不同步。至于破坏性地震的发生。除了它们在断裂带上所处的特定的构造部位外, 介质条件与其密切相关的变形特征, 都是决定性的因素。

深圳-五华断裂带、吴川-四会断裂带、合浦-北流断裂带和钦州-灵山断裂带是华南沿海规模仅次于长乐-诏安断裂带、政和-海丰断裂带和河源-邵武断裂带的活动断裂带。它们的形态参数、形成时期、力学性质和活动方式等虽有相似的特征、但不同断裂带在同一地质时期, 同一断裂带在不同地质时期以及同一断裂带的不同区段, 其活动强度和活动方式等都有不同的表现。一般断裂带的规模越大, 它们的活动性越强, 而且每条断裂带的活动强度都有自北东向西南变弱的趋势, 这是华南沿海同方向活动断裂带的一般特征, 主要是受控于相同的构造力源, 但是各断裂带又有各自的特点, 尤其是在新构造运动时期。本文参照前人的工作方法与成果[1-7], 拟从宏观构造地质、构造地貌以及显微构造研究等方面, 论述各断裂带的特征, 比较它们的异同并提出造成差异的可能原因。

一、本区各活动断裂带的主要特征

(一) 吴川-四会断裂带

自吴川北经阳春、云浮、高要至四会, 再向北东可能延至清远, 向南西可能延至雷州半岛, 全长350km以上, 由十余条主干断裂及若干动力变质带, 褶断带和复式褶皱组成, 宽十至数十公里。断裂在阳春复向斜处分作两枝, 向南西撒开, 总体走向为NE30—60°, 在与东西向构造交汇的部位, 走向偏东(图1)。西枝一般倾向北西, 东枝多倾向南东, 因而形成多处对冲构造, 加强了断裂带间的构造形变。总的看来, 断裂活动有自北东向南西变弱的趋势, 在地表构造和显微构

注: 参加本文野外调查的还有广东省地震局陈伟光, 李子权, 张福来等同志。
本文1988年5月收到, 1990年1月改回, 王毅编辑。

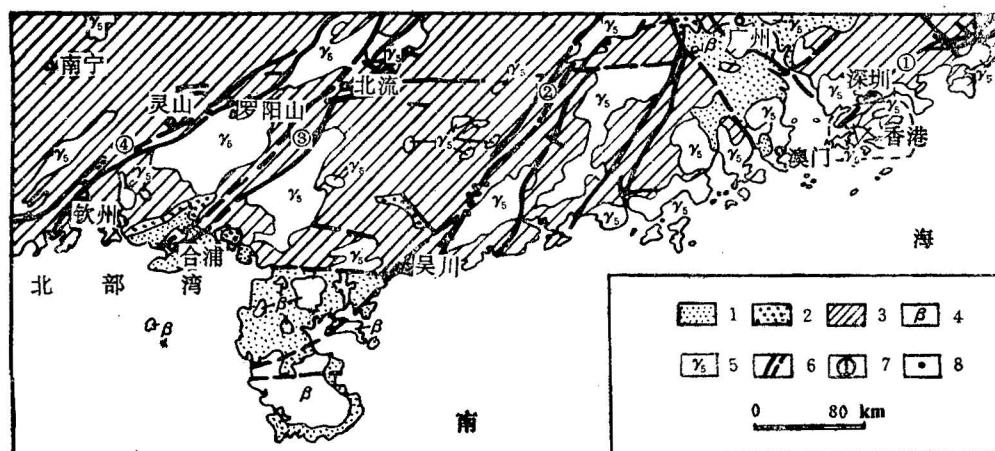


图 1 华南沿海断裂构造略图

Fig. 1 Simplified fault tectonic map of the coastal areas of South China.

1—第四系；2—上第三系；3—早第三纪以前地层；4—第四纪火山岩；5—燕山期花岗岩；6—断裂及推测断裂；7—断裂编号；8—断裂构造岩采样位置；①深圳-五华断裂带；②吴川-四会断裂带；③合浦-北流断裂带；④钦州-灵山断裂带

1—Quaternary; 2—Neogene; 3—pre-Neogene strata; 4—Quaternary volcanic rock; 5—Yanshanian granite rioid; 6—fault and inferred fault; 7—No of fault; 8—sample of tectonite. ① Shenzhen-Wuhua fault zones; ② Wuchuan-Sihui fault zone; ③ Hepu-Beiliu fault zone; ④ Qinzhou-Lingshan fault zone

造特征（表1）等方面都有表现。动力变质带、褶皱带和构造岩带等，主要见于四会至阳春段（断裂带北段）；阳春至吴川仅见断续延伸。

新构造运动期间，断裂活动北强南弱。断裂北段地貌反差强烈，发育断层崖、断层三角面，多级冲洪积扇（锥）和坡积裾，表明山体大幅度抬升。在云浮县珠洞所见的吴川-四会西枝主干断裂，在早古生代地层中通过，倾向北西，南东盘强烈抬升，山前可见清晰的断层三角面和至少二级冲洪积扇，扇体规模虽小，但扇面坡度较陡（图2），山前流向北东的河流向北西岸侧蚀，形成不对称河谷，也是断裂下盘抬升的佐证。断裂上盘（北西盘）虽然也由低山丘陵组成，但山前并不发育下盘所见的断层地貌迹象，仅在残、坡积物中见硅化构造角砾岩。

吴川-四会断裂的南段由沙琅-后载岭断裂，甘村-晏镜岭断裂和袂花江断裂组成。前二者在地表可见断续延伸的挤压破碎带、硅化糜棱岩带、碎裂岩带、糜棱岩带等；单一断裂的规模远小于北段。后者基本沿袂花江河谷发育，近期活动均不明显。以袂花江断裂为例。袂花江河谷宽浅平直，水流沿被侵蚀的断裂破碎带流向南西，冲积物充填于先成河谷中，两岸阶地平缓对称，阶地前、后缘的陡坎皆为斜坡状，向两侧呈波状起伏的侵蚀-剥蚀台地（海拔25—35m）缓慢过渡（图3）。一级阶地（海拔8—10m，比高5m）为侵蚀阶地；二级阶地（海拔20—25m）为基座阶地，堆积物为北海组，在其底部普通可见玻璃陨石。

断裂近期活动的幅度和速率可据以下资料估算：

（1）北海组的沉积和变形。北海组底部的玻璃陨石，经裂变径迹法测定年龄为距今约0.7Ma。粤西和雷琼沿海地区北海组多为海漫成因，若不考虑第四纪冰川消长对海平面变化的影响，以北海组顶面（二级阶地顶面）的海拔高度估算，自0.7Ma以来断裂因受挤压而相对抬升的速率约为0.036mm/a，这显然是断裂活动的极小速率。

（2）根据闸口-高州水准测线（断裂上盘最近断层点）的变化，可辅助了解断裂近期的活动概况^①。该点自1956至1966年间，以沉降为主，其后沉降幅度变小，速率减缓，从1974年开

① 广东省地震局地震地质队一组，1978，吴川-四会构造带地震危险区段的探讨。表2是据该资料略有修改。

表 1 吴川-四会断裂带沙珊-水东段断裂构造岩的显微构造特征比较^①
Table 1 Comparison of microstructural characteristics of tectonites
in the Shalang-Shuidong section of the Wuchuan-Sihui fault zone

构造岩产出部位		北 段	中 段	南 段
岩石名称		碎斑岩, 碎粒岩	碎粒岩, 糜棱岩, 超糜棱岩	碎裂脉石英
岩石显微构造	微裂隙	早期为矿物裂纹, 晚期为剪性特征, 动态重结晶颗粒沿裂纹分布	舒缓波状, 具显微韧性剪切, 晚期为压剪性, 沿带出现动态重结晶颗粒	平行、密集排列的毕姆纹吕对尔线, 稀疏的剪性微裂隙
	岩石组构	碎裂、碎斑结构, 矿物局部定向	糜棱、碎斑、核幔结构, 定向, 眼球状构造	碎裂, 花岗变晶结构
	碎基含量	20—50%	50—90%	<10%
主要矿物变形特征	主要矿物	石英, 长石, 云母	石英, 云母	石 英
	消光类型	波 状	强波状, 环状, 带状	弱 波 状
	变形纹带	局部发育	少 量	大量, 排列规则
	亚 颗 粒	部分石英中出现粗大亚颗粒, 消光位相差很小	少 量	粒径较大, 消光位相差很小
	动态重结晶石英	取代部分原始石英或沿微裂隙分布, 边界缝合以线状为主	普遍发育, 边界为缝合线状粒径显著减小	少量, 沿微裂隙分布
新 相 矿 物		绢云母, 动态重结晶石英	绢云母, 动态重结晶石英	
岩 石 形 变		中 等	强	弱
形 变 类 型		塑性形变为主	塑 性	塑性形变为主

① 以与主干断裂延续的袂花江断裂代表断裂带南段。



图 2 云浮珠洞吴川-四会断裂通过处之断层三角面及冲洪积扇
Fig. 2 Fault facet and alluvial-diluvial fan along the Wuchuan-Sihui fault zone in Zhudong village, Yunfu County, Guangdong Province

始又以3.6mm的平均年速反向抬升, 若取多年的平均升降速率值, 仅有-0.2mm/a, 说明断裂活动在中更新世以来是不明显的。

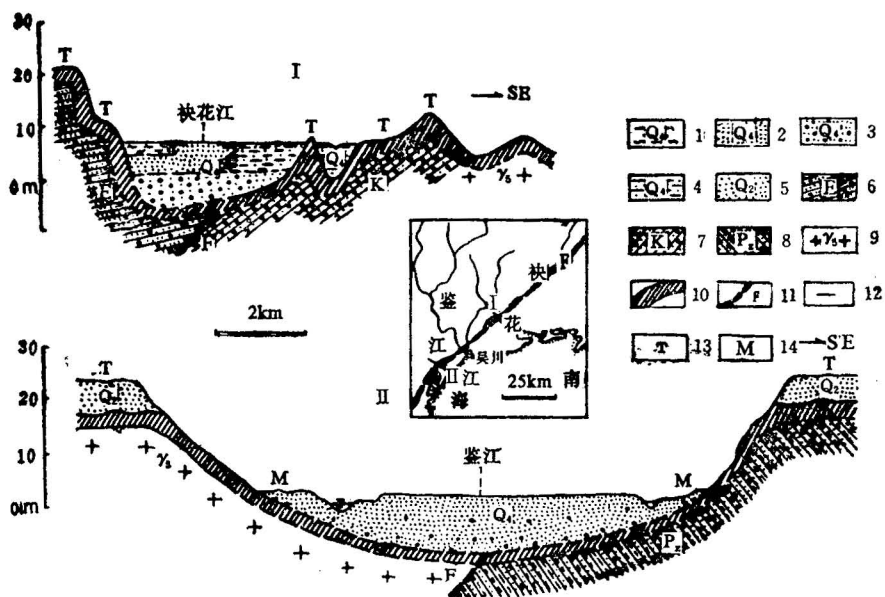


图 3 吴川-四会断裂带南端袂花江-鉴江河谷剖面
Fig. 3 River valley section of Maihua Jiang and Jianjiang in the Southern Wuchuan-Sihui fault zone

1—全新世粘土；2—全新世中—细砂；3—全新世砂砾；4—全新世砂质粘土；5—中更新世含砾中—粗砂（北海组）；6—下第三系丹霞群；7—上白垩统砂砾岩；8—寒武系变质岩；9—燕山期花岗岩；10—红壤型风化壳；11—断裂；12—剖面线；13—阶地（或台地）；14—砂堤
1—Holocene clay; 2—Holocene mid-fine sand; 3—Holocene sand and gravel; 4—Holocene sand clay; 5—middle Pleistocene mid-coarse sand with fine gravel (Beihai Group); 6—Danxia Group (Paleogene); 7—upper Cretaceous malmstone and psephyte; 8—Cambrian metamorphic rock; 9—Yanshan granite; 10—weathering crust of red soil; 11—fault; 12—profile line; 13—terrace (or platform); 14—sand barrier

（二）钦州-灵山断裂带

其规模略大于吴川-四会断裂带，长近400km，自广西藤县向南西经灵山、钦州延至东兴，总体走向是NE50°—60°。在主干断裂两侧，岩石普遍被挤压破碎，砾岩中的砾石被压扁拉长，形成透镜状构造。糜棱岩化，片理化明显，常变质为千枚岩和千糜岩，片理化带宽数十至千余米。常见断裂两侧岩层因挤压逆冲而倒转，普遍硅化，在断面上可见水平擦痕。

晚第三纪以来，沿断裂带分布的新生代盆地，产生褶皱和断裂。在稔子坪盆地的东侧，第三系与志留系呈断层接触，破碎带宽十余米，影响带可见宽度数十米，在断裂带中见千糜岩（图4），其片理产状与断裂一致。镜下见石英碎粒粒径小，有定向、波状消光，绢云母含量高，定向排列非常明显，沿片理有铁质条带分布并产生竹节状断开。在小断面上见光滑的铁质磨挤镜面。显示压剪性特征。

在断裂带中段的灵山附近，于1936年4月1日和1958年9月25日分别发生6级和5级地震，震中位于罗阳山麓的高塘一带。在震中区，见有断裂沿线最强烈的构造地貌迹象。罗阳山海拔870m，以平均15°的坡度，递降至钦江河谷，山前发育清晰的断层三角面，深切沟谷和并列于台地前缘的冲洪积锥，锥体坡度均较陡，部分“嵌入”台地。高塘北西之低丘，疑为离堆山（图5）。上述迹象都表明，断裂下盘（南东盘）近期相对抬升。令人感兴趣的是所有源于罗阳山，汇入钦江的支流，出山后都同步左拐，表明断裂下盘在抬升的同时还作逆时针方向扭动。

断裂带的不同区段在不同的地质时期有不同的活动强度，以灵山地区和钦州地区比较，早期

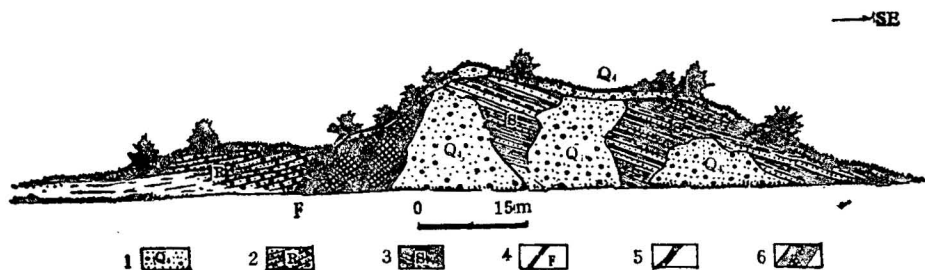


图 4 广西钦州北稔子坪盆地断裂素描

Fig. 4 Sketch of faults in the Nianziping basin North of Qinzhou County, Guangxi Province

- 1—全新世残坡积; 2—第三系砂砾岩; 3—志留系碎屑岩; 4—断裂; 5—千糜岩带; 6—断裂破碎带
 1—Holocene cluvial-slope wash; 2—Tertiary malmstone and psephyte; 3—Silurian detrital rocks; 4—fault;
 5—phyllonite zone; 6—fault slacking zone

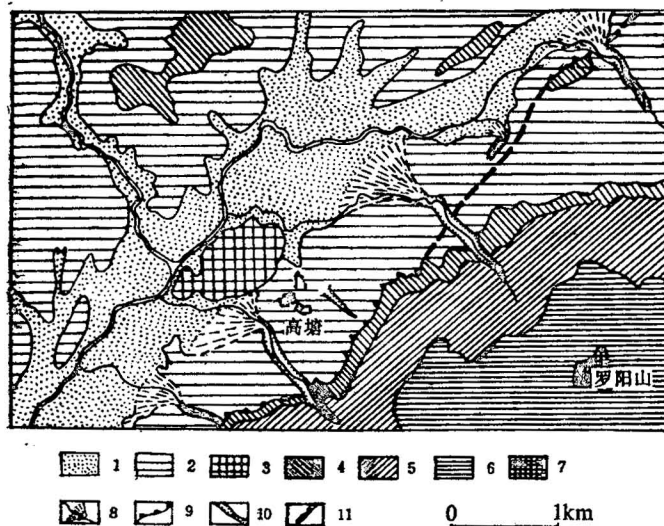


图 5 罗阳山前构造地貌图

Fig. 5 Morphological map of the piedmont structure of the luoyang mountains

- 1—河谷平原 (<100m); 2—台地 (<200m), 部分表面盖有薄层的坡积物或冲洪积物; 3—离堆山(?); 4—丘陵 (<250m), 部分构成断层三角面; 5—山丘 (250—500m); 6—低山 (500—800m); 7—中山 (>800m); 8—冲积—洪积扇; 9—断层崖或断层三角面; 10—深切沟谷; 11—断裂
 1—River valley plain (elevation less than 100m); 2—platform (elevation less than 200m); 3—cut-off meander spur(?); 4—hill (elevation less than 250m); 5—massif (250—500m); 6—low mountain (500—800m); 7—median mountain (800—1500m); 8—alluvial-diluvial fan; 9—fault cliff or fault facet; 10—incised cleuch; 11—fault

北弱南强, 晚期反之。断裂构造岩的显微构造特征(表 2)和地震活动, 都说明了这一点, 表 3 所列断裂晚期的性质(张性为主), 与实际观察相符。

形变测量资料表明, 断裂近期活动的幅度和速率都是比较小的。

(三) 合浦—北流断裂带

该带特征与钦州—灵山断裂带类似, 因此也可将其合称桂东南断裂带。不同的是前者规模略小, 活动性相对较弱。除 1857 年 1 月 29 日在北流附近发生过 1 次 4.7 级地震外, 沿带相对平静。此外, 在断裂带南段, 两盘的相对活动较明显。北西盘抬升并向北翘起, 致使北海组组成的台地面由滨海一带的 10—15m (海拔), 向北急剧升高至常乐附近的 60m (两地相距约 55km), 1972—

表 2 钦州-灵山断裂带构造岩的显微构造特征
Table 2 Microstructural characteristics of tectonites of the
Qinzhou-Lingshan fault zone

构造岩产出部位		断裂带北段（灵山地区）		断裂带南段（钦州地区）
构造岩名称		角砾岩，碎粒岩		碎粒岩
岩石显微构造	早期	岩石组构	碎粒结构	碎粒结构，矿物定向加强，出现脉石英
		碎基含量	50%	50—70%
	晚期	微裂隙	树枝状、环结状不规则分布，铁质充填，张性	基本平行，铁质充填，张扭性
		岩石组构	角砾构造、角砾棱角状，大小悬殊，铁质胶结	局部发育角砾
主要矿物变形特征	主要矿物		石英，绢云母，铁质物	石英，绢云母，铁质物
	消光类型		波状	波状，部分带状
	石英碎粒		碎粒部分发育裂纹	全部为小粒径碎粒或为似透镜状
	脉石英		无	出现变形纹带，少量不均匀分布的动态重结晶颗粒，强波状，带状消光
新相矿物		绢云母		绢云母，定向
变形类型		脆性		脆性为主
变形机制		显微破裂，张性破裂		显微破裂，位错蠕变，张性破裂
变形	早期	弱		强
	晚期	强		弱

1956 两期水准测量结果计算所得的断层活动量为东盘相对西盘下降了 4.35mm，平均年变率 0.27mm^①，断裂的活动方式基本是延续的。

（四）深圳-五华断裂带

属于莲花山构造带的西枝，由五华沿莲花山西麓自南西经惠东至深圳，还可能南延至伶仃洋和澳门海域。总体走向 NE50°—60°，倾向北西，倾角 40°—70° 不等。断裂形成于前晚古生代，中、新生代以来多次活动，致使早第三纪以前的地层经受强烈挤压、片理化、糜棱岩化和角砾岩化，破碎带宽 2km。燕山期后，断裂活动方式变换，由逆断层转为正断层，沿带发育一系列张断型盆地。断裂活动长期具有北强南弱的特点。例如，在惠东白盆珠附近的早第三纪地层中，发现一

① 广州地震大队地震综合队地质队，1975，桂东南地区地震地质概况与未来地震危险性的探讨。

表 3 深圳-五华断裂带构造岩的显微构造特征比较
Table 3 Comparison of microstructural characteristics tectonites
along the Shenzhen-Wuhua fault zone

构造岩产出部位		断裂中段 (惠东一带)	断裂南西段 (深圳附近)
岩石名称		花岗质粗糜岩, 千糜状流纹岩	碎裂花岗岩
岩石显微构造	微裂隙 (晚期)	沿微裂隙出现新生矿物, 矿物碎裂并有显微断裂	沉微裂隙无新生矿物, 矿物无碎裂
	岩石组构	糜棱、碎斑结构, 定向眼球构造	碎裂结构
	碎基含量	50%	5%
主要矿物的变形	主要矿物	石英, 长石, 云母	石英, 长石, 云母
	消光类型	强波状, 带状	波状, 带状
	变形纹带	无	石英中发育
	石英动态重结晶	广泛发育为集合体, 粒径较小, 边界缝合线状	沿早期微裂隙分布, 量少, 边界缝合线状
	长石双晶	弯曲或阶梯状断裂	弯曲
新相矿物		黑云母, 绢云母, 绿泥石, 碳酸盐矿物	绢云母, 绿泥石, 方解石
岩石变形		强	弱
变形类型		塑性变形为主	塑性变形为主

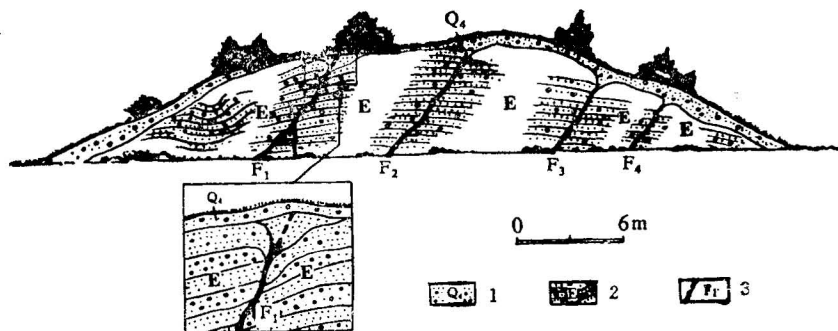


图 6 广东省惠东白盆珠早第三纪中的断层组

Fig. 6 A fault set in the Eocene at Baipenzhu Village, Huidong County, Guangdong province

1—全新世残坡积物; 2—下第三系砂砾岩; 3—断裂

1—Holocene cluvial-slope wash; 2—malmstone and psephyte of the Eocene; 3—fault.

系列正断层, 产状与主干断裂类似 ($NE40^{\circ}/NW\angle 60^{\circ}$), 断裂上端皆呈楔状裂口, 充填了近代的残坡积物 (图6), 显示了张性断裂的特征。但从断裂两盘的地层错动看, 曾经历过逆断层阶段。剖面左侧的小型褶曲, 支持了这一判断。F₁断层上端的充填物, 明显地不同于其它三条断裂, 物质细, 胶结好, 断裂穿插其间。凡此种种都说明, 早第三纪沉积后, 该组断裂还作多期次、正反向的交替活动。而在断裂南西段的深圳附近, 仅见断裂早期活动的表现。例如, 在深圳水库北东端的花岗岩中, 见产状为 $NE50^{\circ}/SE\angle 60-70^{\circ}$ 的破碎压裂带, 带内充填多期的石英细脉。另在侏罗纪火山岩和泥盆-石炭纪浅变质岩间, 见宽数百米之破碎带, 岩层紊乱、破碎、强烈蚀变;

绢云母化、硅化、绿泥石化等普遍可见，脉岩多方向、多期次穿插其间。均不见清晰之断面。而断裂两盘发育巨厚的、剖面完整的红壤型风化壳，则是相对稳定的构造环境下的产物，说明断裂近期活动不明显。断裂构造岩的显微构造，也有类似的反映。

有关研究表明^①，深圳断裂带内共发育三级河流阶地和四级夷平面（表3），根据夷平面在断裂两盘的高差推测，只有断裂带南西段的莲塘断裂可能在距今约1.8Ma至1Ma间有过活动，两盘垂直差异运动的平均速率仅0.01mm/a。另据断层位移测量结果，与莲塘断裂平行的横岗断层的分支断层，两盘相对上升量为0.2mm，扭动量为0.3mm^②。

二、各断裂带的比较构造研究

列表从形态参数、显微构造特征、新构造运动和地震活动等方面，对上述四条活动断裂带进行比较构造研究，并作简要说明。

（1）各断裂带形态参数及形成、发育简况，即宏观特征的比较（表4）。由表4可见，用作

表4 本区各活动断裂带宏观特征比较

Table 4 Comparison of macrostructural characteristics between various active fault zones along the coast of South China

名称	形态参数				形成时期	断裂性质 (活动方式)	活动期次	其它
	长(km)	宽(km)	深度	产状				
吴川-四会 断裂带	>350	>10	超壳	N30—40°E/NW∠60°	晚古生代	以压性左旋为主，水平错距达10km，第三纪开始转换为张性	多期次，正反向交替活动；燕山期活动最强	断裂活动强度有自北东而南西减弱的趋势
钦州-灵山 断裂带	400	10—30	超壳	N50—60°E/NW∠70°	晚古生代	以压性左旋为主，第三纪开始转为张性，其后又具压剪性特征	多期次，正反向交替活动，燕山期强烈活动，近期活动明显	不同时期断裂，不同区段的活动性不同
合浦-北流 断裂带	300	8—20	超壳	N50—60°E/NW∠60°	晚古生代	压性为主，兼具剪性，中生代末期转为张性，第三纪沉积后又转为压性	多期次正反向交替活动，燕山期强烈活动，近期活动不明显	不同时期、不同断裂区段的活动强度不同
深圳-五华 断裂带	250	<15	超壳	N50—60°E/NW∠40—70°	晚古生代前	压性为主，燕山期后转为张性，第三纪沉积后又有正逆断层的相互转换，近期以张性为主	多期次正反向交替活动，燕山期及喜山早期强烈活动，近期活动不明显	断裂活动有自北东而南西减弱的趋势

① 卢演铸，孙建中，1988，深圳断裂带第四纪地质、地貌及其与断裂活动的关系。

② 深圳工程地质综合研究队，1988，深圳断裂带第四纪活动性评价。

比较的四条断裂带,在形态参数、形成时期、活动方式等方面,都有共同之处,说明它们受控于同一构造应力场。但这类规模较大的活动断裂带,在一定程度上也受边界条件(主要是地壳结构在纵向和横向的不均一)的制约和影响,因此,不同断裂和同一断裂的不同区段,在不同的地质时期其活动程度是有差异的,这种差异也明显地见于断裂构造岩的形变特征。

(2) 断裂构造岩的基本类型和显微构造特征比较。断裂构造岩大体分为碎裂岩和糜棱岩两类^[1],另有含角砾或角砾状的碎裂岩和糜棱岩。碎裂岩类主要分布在钦州-灵山断裂带和合浦-北流断裂带,还可细分为碎斑岩、碎粒岩、碎粉岩等。矿物粒度随应力作用的加强而减小,碎基相应增多。参照碎裂岩类的分类粒级标准,糜棱岩可分为粗糜棱岩(粒化岩),糜棱岩和超糜棱岩,这类岩石主要见于吴川-四会断裂带。

表 5 断裂带间构造岩显微构造特征比较

Table 5 Comparison of microstructural characteristics of tectonites between various fault zones

断裂带名称		深圳-五华断裂带	吴川-四会断裂带	合浦-北流断裂带	钦州-灵山断裂带
主要构造岩		粗糜岩,千糜岩	糜棱岩为主;碎粒岩,碎粉岩	角砾状碎粒岩,糜棱岩	角砾状碎粒岩,碎粉岩
岩石显微构造	早 期	岩石组构 碎裂、糜棱结构,眼球构造,矿物大多定向	碎粒、糜棱结构,定向、核幔、眼球构造	碎粒结构为主,矿物弱定向	碎粒,碎粉结构,定向构造
	微 裂 隙	片 理	稀疏、舒缓波状,多为石英充填	裂纹,有挠曲	微 劈 理
	晚 期	岩石组构 岩石轻微碎裂	硅化,形成自形晶,石英变晶结构	岩石碎裂显著,出现角砾	角砾多为棱角状构造角砾构造
	微 裂 隙	平行的剪切裂隙或断裂	少量缓波状裂隙,吕对尔线	不规则张裂隙普遍发育,充填铁质	张裂隙不规则分布,网脉状铁质充填
主要矿物变形特征	早 期	石英碎斑,部分全部动态、重结晶,边界缝合线状,长石双晶纹弯曲,错断,云母解理弯曲,都有波状消光	石英为延长状,碎粒状,有少量变形带,动态重结晶,颗粒非常发育,粒径较小,边界缝合线,云母解理弯曲,波状带状消光	石英为碎粒状,碎粒为次棱角状,发育裂纹,波状消光,绢云母弱定向	石英为碎粒碎粉状,云母定向,碎粒次棱角一次圆状,波状消光均有光轴密集
	晚 期	出现动态重结晶石英	出现变形纹带,静态重结晶石英	石英发育裂纹	石英中发育大量不规则裂纹
变形类型	早 期	塑性为主	塑 性	脆性为主	脆 性
	晚 期	塑性,脆性	塑 性	脆性为主	脆 性
变形机制	早 期	粒间运动,重结晶位错蠕变,显微破裂	粒间运动,重结晶位错蠕变,扩散蠕变	破裂,粒间运动,位错蠕变	破裂,粒间运动,位错蠕变
	晚 期	位错蠕变,显微破裂,剪切破裂	位错蠕变,显微破裂	张性破裂	张性破裂

断裂构造岩的原岩主要是花岗岩，石英砂岩、脉石英等。矿物成分主要是石英、长石和云母，新生的应力矿物则有动态重结晶石英、绢云母和少量的绿泥石。由于主要矿物成分近似，所以可以进行断裂带各区段（表1, 2, 4）和断裂带间的对比研究（表5）。

表5表明，吴川-四会断裂带构造岩变形最强，晚期相对变弱，基本保留原始的显微构造特征，钦州-灵山和合浦-北流二断裂带构造岩的显微构造特征非常相似，但前者的变形明显地强于后者，它们晚期的变形都比吴川-四会断裂带强，尤其是钦州-灵山断裂带。

（3）新构造运动与地震活动性比较。前文提及，进行比较的四条活动断裂带在中生代末或

表 6 各断裂带的新构造运动比较^①

Table 6 Comparison of neotectonism between various fault zones

断裂带名称	钦州-灵山断裂带	合浦-北流断裂带	吴川-四会断裂带	深圳-五华断裂带	
构造地貌特征	北段断裂两盘地貌反差强烈，显示正断层特征	构造地貌表现不明显，地貌反差不强	中段可见断层三角面，断层崖及冲洪积地貌	可见断层崖，断裂谷、断层三角面等，断裂构成地貌单元分界	
火山活动	不明显	不明显	南段被第四纪玄武岩覆盖	不明显	
水热活动	沿带有温泉涌出	温泉较发育	吴川-新兴（中南段）出露温泉数十处	热泉，温泉，冷泉沿断裂排列出露	
形变特征	幅度(mm) (1971—1956年)	4.45 (1973—1954)	3—6 (1976—1973)	57.7 (1977—1956)	无测量资料，据第四系厚度估算，年变率约0.67mm
	速率(mm/a)	0.21	2	2.7	
	形变方式	断裂两盘相对运动	断裂两侧出现的隆起和凹陷的相对差值	断裂带附近测点的相对高程变化	
断裂活动方式	张性为主 (正断层)	张性、压性交替出现	张性为主	张性、压性交替出现	

①参考：1) 广东省地震局地震地质队二组，1978，桂东南地区地质构造的基本特征与地震危险区的划分；2) 广东省地震局地震地质队一组，1978，吴川-四会构造带地震危险区段的探讨。

表 7 各断裂带地震活动性比较^①

Table 7 Comparison of seismicity between various fault zones

断裂带名称	频 度 (次)	年平均 次 数	释放能量 (10 ¹⁴ J尔格)	年均释放 能量(10 ¹⁴ J)	每次平均释放能 量(10 ¹⁴ J)及相当 的震级(Hs)	地震活动的主要特点
钦州-灵山断裂带	2	0.09	4.55	0.21	2.275—6.4	震级较高，重复周期短
吴川-四会断裂带	2	0.012	1.53	0.0092	0.765—6.0	震级较高，重复周期长
合浦-北流断裂带	1		0.0085		0.0085—4.75	地震活动相对平静
深圳-五华断裂带	1 ^②		0.11		0.11—5.5	地震活动相对平静

① 据4.7级以上地震统计，资料来源：《中国地震目录》，1983；（1611年电自地震和1905年澳门地震据姚梅尹等修正震级）；② 1905年8月12日澳门5.5级地震。

新生代初都曾经历活动方式的转换,沿带发育新生代盆地,盆地接受沉积后,又被同方向的次级断裂切割破坏或形成轴向相同的平缓褶曲。在每条断裂带新构造运动较强的部位,一般都保留清晰的断裂构造地貌或出露温泉,亦即从宏观现象看,它们都属于活动断裂带。但是,断裂活动幅度和速率的粗略估算(表6)和地震活动性的统计(表7)都表明,至少在人类历史时期,这些断裂的活动强度是有明显差异的,其差值可达一个甚至若干个数量级。

三、结 论

(1) 和东部沿海大陆边缘构造带以及台湾褶断带比较,本文讨论的四条断裂带的近期活动性相对较弱,而且每条断裂带的活动强度都有自北东而南西减弱的趋势。这一特点可作为沿海地区进行开发建设规划阶段的背景来参考。

(2) 由于边界条件的差异,不同断裂带和同一断裂带的不同区段,或同一断裂带的不同地质时期,在活动强度上仍有较大的差异。因此,在城市发展规划或拟建大型或重要工程(如核电站,化工厂,大水库等)时,应充分考虑这种差异,做过细的工作以防止自然灾害的发生。

文中有关断裂活动幅度和速率的估算,至多是半定量的,仅供比较和参考。

参 考 文 献

- [1] 黄镇国,李平日,张仲英,李孔宏,乔彭年,宗永强,1983,深圳地貌。广东科技出版社。
- [2] 黄玉昆,1984,广东莲花山断裂带在香港地区的表现。华南地震,第4卷,第2期。
- [3] 张虎男,1984,华南强震区的比较构造研究。地震学报,第6卷增刊。
- [4] 张虎男,1987,台湾及闽粤沿海一带板块碰撞及地震屏护区的形成。中国科学(B辑),第5期。
- [5] 孙岩,韩克从,1985,断裂构造岩带的划分。科学出版社。
- [6] 杨主恩,1986,断层岩及其与地震的关系。地震地质论文集,天津科学技术出版社。
- [7] 张虎男,1979,以河源断裂为例试论断裂活动的模式。地震科学研究,第1期(试刊)。

A COMPARATIVE STRUCTURAL STUDY OF SEVERAL ACTIVE FAULT ZONES ALONG THE COAST OF SOUTH CHINA

Zhang Hunan

(Seismological Bureau of Guangdong Province, Guangzhou)

Wu Qianhong

(Changsha Institute of Tectonics, Academia Sinica, Changsha)

Abstract

A comparative structural study has been conducted on the morphological parameters, nature, phases of activity, modes of activity and their transformation of the Shenzhen-Wuhua fault zone, the Wuchuan-Sihui fault zone, the Hepu-Beiliu fault zone and the Qinzhou-Lingshan fault zone along the coast of South China by means of ground geological investigations and microstructural study. The results show that in general cases the larger the scale of the faults, the stronger their activity would be. But for the same fault zone, the activity strengths along the zone were not consistent owing to the difference in boundary conditions. This difference also

led to nonsynchronism of the strength and modes of activity and phases of various fault zones. The decisive factors responsible for the generation of destructive earthquakes include the conditions of media and the deformation features closely related to them in addition to the specific structural sites of the earthquakes in the fault zones.

作者简介

张虎男，1938年10月出生，1961年毕业于北京大学地质地理系地貌专业，现任广东省地震局副研究员。通讯地址：广东省广州市黄花岗广东省地震局地质室，邮政编码：510070。