

Studies on Characteristics and Activities of Baini-Shawan Fault

Chaogang Fu

Guangzhou Geologic Survey Institute, Guangzhou Guangdong
Email: ecit020112@163.com

Received: Jun. 4th, 2017; accepted: Jun. 25th, 2017; published: Jun. 28th, 2017

Abstract

Baini-shawan fault zone is an important NW trending fault across central area of Pearl River delta. It starts from Baini town of Huadu city in the north, extends southward across Guanyao, Songgang and Dali in Nanhai, and then across Pingzhou, Chencun in Shunde, Shanwan in Panyu area, ends in hongqili River channel within Lingdingyang bay. The fault and its activity become a negative factor of regional crust stability within central Pearl River delta area. Based on a large amount of available data, this paper uncovered outcrop features of Baini-shawan fault, studied the structural feature and the activities of the fault. Since late Quaternary, it faulted mainly as normal faults with steep fracture planes, the latest faulting event might happen probably during 10 - 20 ka B.P.

Keywords

Baini-Shawan Fault, Guangzhou-Foshan Area, Fault Characteristics, Activities of Fault

白坭 - 沙湾断裂特征及活动性研究

付潮罡

广州市地质调查院, 广东 广州
Email: ecit020112@163.com

收稿日期: 2017年6月4日; 录用日期: 2017年6月25日; 发布日期: 2017年6月28日

摘要

白坭 - 沙湾断裂是一条贯穿珠江三角洲中心部位的北西向大断裂。它北起花都白坭, 向南经南海区官窖、松岗、大沥、顺德平洲、陈村至番禺沙湾, 沿洪奇沥水道没入伶仃洋。该断裂带的展布及其活动性是影响珠江三角洲中部区域稳定性的重要不利因素。本文通过调查断裂带展布位置、露头特征等, 对其整体

活动性进行了初步分析评价。晚第四纪以来,此断裂主要以高角度正断方式活动,断裂最新一次较强烈活动的时间可能发生于距今10~20 ka之间。

关键词

白坭 - 沙湾断裂, 广佛地区, 断裂特征, 断裂活动性

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

白坭 - 沙湾断裂是一条贯穿珠江三角洲中心部位的北西向大断裂。其北起广州花都白坭,南至中山洪奇沥水道,总体走向 320° ,倾向SW,倾角大约 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。断裂呈束状,影响范围宽约25 km,总长约120 km。该断裂北段穿行于晚古生代 - 早中生代地层,地层中发育一系列同方向的断裂和褶皱,错断了新华夏系和纬向构造,控制了三水白垩 - 古近纪盆地的东侧边界[1] [2] [3] [4] [5]。断裂带中段在沙湾一带,南段在中山黄埔一带均发育宽达数十米的硅化破碎带,断裂带的展布及其活动性是影响珠江三角洲中部区域稳定性的重要不利因素,对该区域的城市规划建设带来了不利影响,甚至对城市安全构成了威胁。故本文的研究区大体以广州 - 佛山城区为中心,地理坐标范围是 $22^{\circ}30'N\sim 23^{\circ}35'N$, $112^{\circ}50'E\sim 113^{\circ}40'E$ 。区内地势上北高南低,北部地貌类型主要为中低山、丘陵、台地和山间盆地,南部主要为三角洲平原。

2. 白坭 - 沙湾断裂带基本特征

根据白坭 - 沙湾断裂带展布方位进行追索,发现9处出露情况较好的露头,基本可以确定该断裂带的准确展布位置。现对各露头基本情况逐一分析。

2.1. 南海官窖出露点

在南海官窖附近,见白坭 - 沙湾断裂破碎带宽约10 m,上盘为古近系粗砂岩,下盘为石炭纪粉砂岩(图1)。破碎带由两部分构造岩组成,上部为硅化岩,下部为挤压片岩,显示断裂该段至少经过了二期活动,先挤压后拉张。破碎带切穿古近纪地层,说明晚期活动可能是古近纪之后。

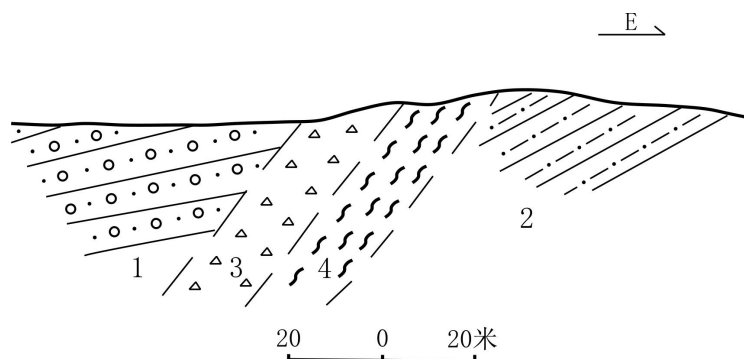
2.2. 松岗出露点

在松岗一带,断裂破碎带宽度超过20 m,构造岩主要为断层角砾岩与挤压片岩(图2)。断裂产状为 $NW320^{\circ}\sim 330^{\circ}/SW\angle 50^{\circ}\sim 80^{\circ}$,上盘为古近系,下盘为下石炭统砂岩、粉砂岩。该处断裂最新一次活动的时间应为古近纪之后和第四纪之前。

2.3. 顺德西淋岗出露点

顺德西淋岗位处白坭 - 沙湾断裂带西侧,其内发育一条与之平行的北西向断裂,佛山地质局将其命名为石洲断裂。断裂整体走向 320° ,可见长度约1.1 km,倾向北东,倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$,断面舒缓波状(图3,镜头向南东)。

石洲断裂破碎带宽2~4 m,由硅化岩、绿帘石化碎裂岩、断层角砾岩、断层泥等构成,上盘为下白

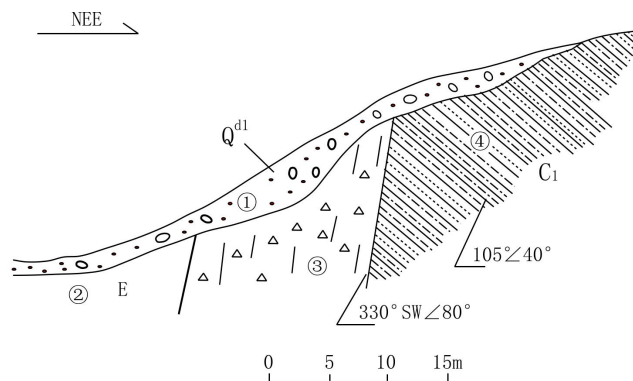


白泥——沙湾断裂素描图（南海官窖）

1. 下第三系 2. 石碳系. 3. 硅化岩 4. 挤压片岩

Figure 1. Fracture of the fault in Nanhai Guanjiao. 1. E; 2. C; 3. silicified rock; 4. schist

图 1. 南海官窖附近断裂素描图。1. 古近系；2. 石炭系；3. 硅化岩；4. 挤压片岩



松岗西侧山脚处地质构造剖面

1. 第四系坡积层 2. 古近系紫红色残积层 3. 构造角砾岩 4. 下石炭统砂岩、粉砂岩

Figure 2. Profile of geological structure on the west side of Songgang. ① Q^{d1} ; ② E; ③ fault breccia; ④ C^1

图 2. 松岗西侧地质构造剖面图。①第四系坡积层；②早第三系紫红色残积层；③构造角砾岩；④早石炭世砂岩、粉砂岩



Figure 3. Shizhou fault in Xilingang (the red line is fault)

图 3. 西淋岗石洲断裂露头(红线为断裂)

泥统白鹤洞组上部的硅化砾岩，下盘为晚白垩世花岗岩或白鹤洞组下部的紫红色泥岩。断裂下盘红层上的拖曳可判断断裂早期的活动方式为逆冲断层(图 4)，因本期活动产生的构造岩及其上的白鹤洞组砾岩同被硅化，推测活动时间为白鹤洞组沉积之后和其下的晚白垩世花岗岩形成之前。



Figure 4. Drag in the NW fault
图 4. 北西向断裂及其下盘的牵引构造

断裂的逆冲作用之后，又发生过近于水平的右旋扭动或低角度斜冲活动，活动断面平直，破碎带宽度约 1.5 m，构造岩有强烈的绿帘石化现象，断裂面上可以见到十分清晰的右旋水平擦痕和擦阶。断裂的最新一次活动表现为重力断层，上盘斜落擦痕明显，断面上有厚达 2~10 cm 的灰黑色断层泥，断层泥的热释光年龄为 88.65 ± 3.21 ka。

在西淋岗上发育有其它规模较小的北西向断裂，这些断裂同样显示出曾经历过多期活动的特征，如图 5 中的北西向断裂，断裂下盘发育石英斑岩脉明显沿着断面呈 Z 字型的追踪张断裂充填，其后岩脉上界面的锯齿状菱角被压扁或圆化，上方尚形成挤压透镜体；第三次活动是沿着断裂上界面发生上盘下落，花岗岩中的张性分枝构造与主断面呈锐角相交。

2.4. 番禺沙湾镇出露点

白坭 - 沙湾断裂在番禺沙湾镇凤山水泥厂附近出露。断层破碎带宽 20 m，破碎带中部有宽 0.3 m 的褐铁矿化碎斑岩，少量残斑呈次棱角 - 次磨圆状，胶结松散；碎斑岩两侧为蚀变碎裂岩带，岩石强烈破碎，硅化、绿帘石化蚀变，破碎带中还见残留宽 3.5 m 的厚层砾岩。受断裂影响，两侧岩石碎裂岩化，具绿帘石化蚀变(图 6)。该处获得的断层构造岩热释光年龄为 484000 ± 33000 年，属中更新世。

2.5. 番禺理工学院出露点

番禺理工学院宿舍楼后出露 K1b 红层(图 7)，下部为灰色中厚层细砂岩夹紫红色薄层粉砂岩，上部为紫红色厚层粉砂质泥岩。断裂发育于下部岩层中，断裂作用使上下两盘岩层产状不协调，上盘层理： $120^\circ \angle 40^\circ$ ，下盘层理： $75^\circ \angle 45^\circ$ 。断层破碎带宽 15.2 m，自南西往北东可分为：

硅化碎斑岩：宽 0.15~0.2 m，岩石强烈磨碎，少量残斑次棱角状，为碎粒 - 碎粉状物质包围；

硅化碎裂岩：宽 2 m，岩石强烈破碎、硅化、褐铁矿化，强烈的构造作用及硅化、矿化蚀变使原岩结构很少保留；

碎裂岩化砂岩：宽 13 m。岩石破碎，但原岩结构还能保留，微裂隙发育，沿裂隙充填褐铁矿。

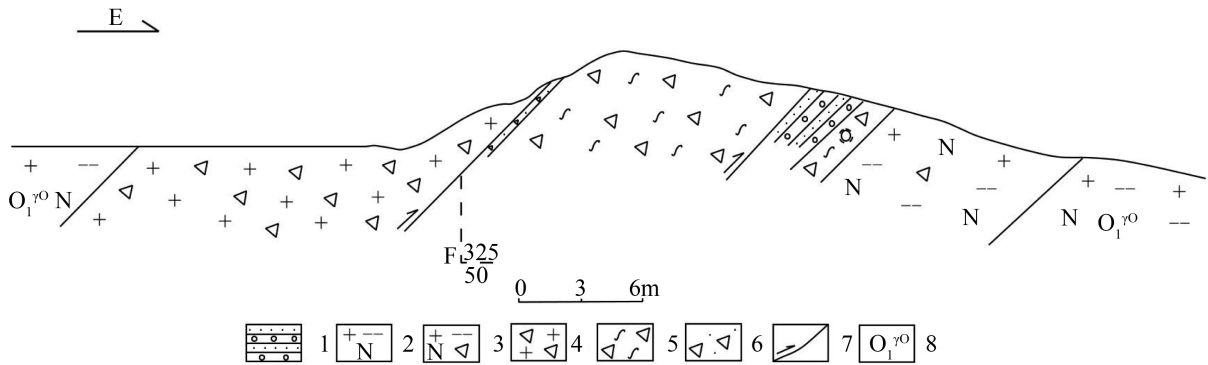
此处后期形成的断面上覆铁质薄膜，切割了碎斑岩，旁侧发育与断面斜交的派生羽状节理，指示上盘下降，为正断层。综合判断此断裂的活动性质早期为逆断层，晚期正断层。

2.6. 番禺横江出露点

在番禺横江村的大乌岗断裂为白坭 - 沙湾断裂带的组成部分(图 8)，断裂走向 320° ，倾向北东，倾角 80° 。断裂破碎带宽 11.6 m，中间为硅化褐铁矿化碎斑岩，岩石强烈磨碎，少量残留碎斑、碎粉物质包围，



Figure 5. Fault zone and fault surface of the NW fault
图 5. 西淋岗北西向三次活动产生的破碎带和断裂面



番禺市沙湾镇凤山水泥厂陈村断裂

Figure 6. Profile of the NW fault in Panyu Shawan
图 6. 番禺沙湾镇北西向断裂剖面图

番禺理工学院陈村断裂

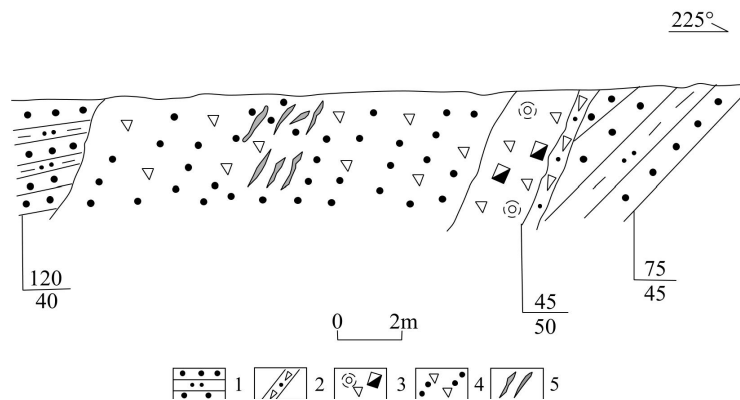


Figure 7. Profile of the Chencun fault (Shawan fault) at Panyu Polytechnic Institute

图 7. 番禺理工学院陈村断裂(沙湾断裂带)剖面素描图

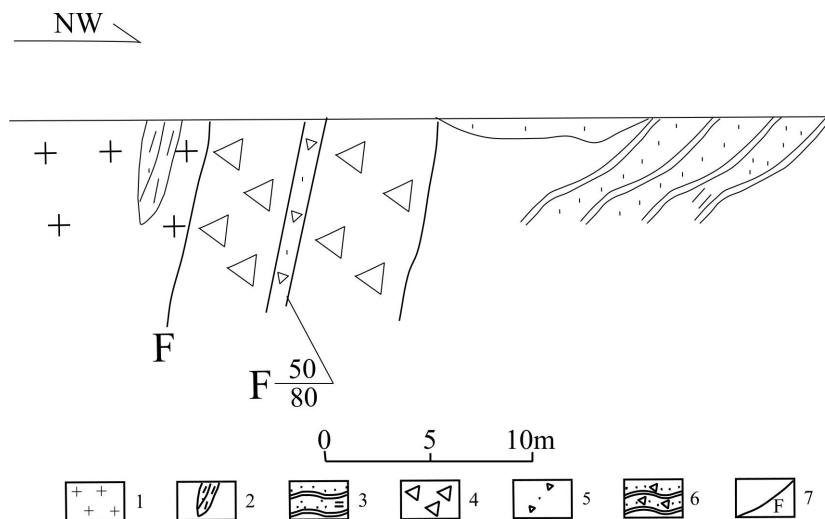


Figure 8. Profile of the Dawugang fault (Shawan fault) in Panyu Hengjiang
 图 8. 番禺横江大乌岗断裂(沙湾断裂带)实测构造剖面图

碎斑次磨圆-次棱角状，为压扭性质。碎斑岩两侧为褐铁矿化硅化碎裂岩，原岩为变质砂岩，岩石硅化强烈，沿裂隙常有褐铁矿充填，裂面呈舒缓波状。旁侧次级裂隙指示断裂最新一次活动为上盘下滑，断层泥的热释光年龄为 535400 ± 37000 年。

2.7. 灵山出露点

在番禺灵山大岗花岗岩采石场，发育规模巨大的北北西向断裂，如果不是白坭-沙湾主断裂，也是与其平行的规模较大的断裂。断裂走向 $NW320^{\circ}\sim 340^{\circ}$ ，倾向 SW ，倾角 80° 。破碎带宽约 10 m，上界面较平直，下界面呈舒缓波状(图 9)，上、下盘均为花岗岩；带内的岩石被强烈压碎和片理化，局部为角砾和岩粉，胶结甚差。

2.8. 沙湾紫坭大桥出露点

在紫坭大桥东侧开挖，见白坭-沙湾断裂破碎带。由于开挖剖面走向与断裂走向小角度斜交，使破碎带出露宽近 200 m (图 10)；破碎带由碎裂岩、硅化岩和断层角砾岩、断层泥等构成，上、下两盘岩石均一定程度硅化。剖面南侧的硅化碎裂岩中发育两组节理，产状分别为 $190^{\circ}\angle 50^{\circ}$ 和 $120^{\circ}\angle 30^{\circ}$ ；断层角砾岩带中发育北西向的晚期破裂面，产状 $220^{\circ}\angle 70^{\circ}$ ，其内发育厚约 2~3 cm 的青灰色断层泥。该断裂点北西方向近 200 m 处，可以见到带硅化破碎带清晰的上界面，断面呈舒缓波状，上盘岩石破碎强烈。

2.9. 中山黄圃出露点

中山黄圃镇后的山包，可见北西向断裂破碎带宽约 40 m，断裂面总体产状呈 $333^{\circ}/SW\angle 67^{\circ}$ ，上盘为花岗岩，下盘为红层，破碎带硅化强烈，但其内尚可见硅化之前的挤压片理和构造透镜体。在硅化破碎带下方与下盘红色砂页岩的接触界面处，发育 10~30 cm 的灰黑色断层泥(图 11)。

段面上的断层泥以及硅化岩置于红层之上的现象，说明红层之后断裂发生的逆冲作用。然而，在硅化岩中，又可见到晚期的张性断裂和硅化岩破碎成岩块和角砾现象，说明断裂晚期还有张性或张扭性的活动。

中山黄圃以南，断裂潜行于第四系之下，据古河道的分布推测，断裂可能沿洪奇沥水道向南东进入珠江口。



Figure 9. The fault zone of NNW fault in Linshan quarry
图 9. 灵山采石场中的北北西向断裂破碎带

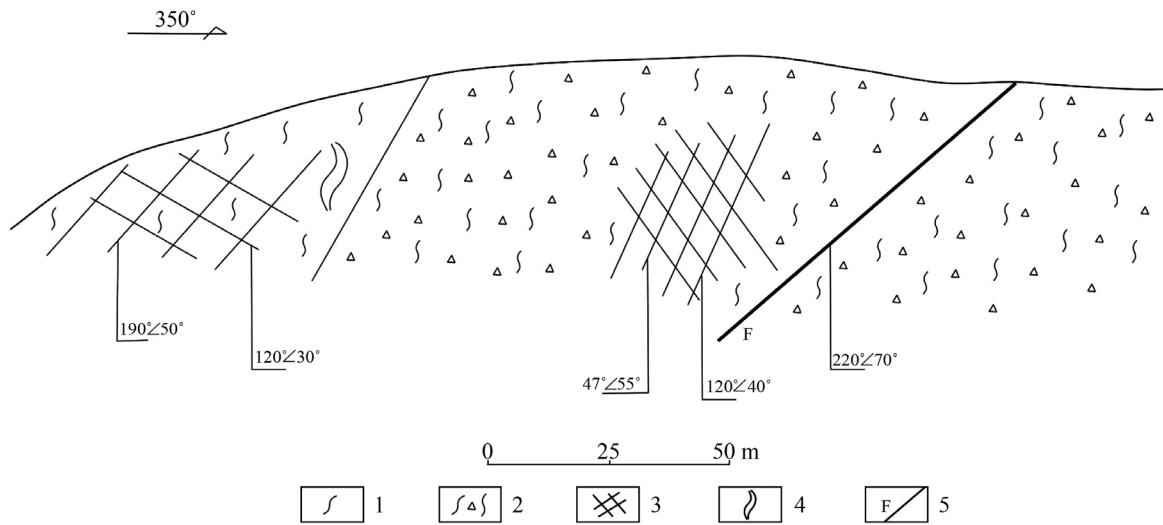


Figure 10. Profile of the Bani-Shawan fault at the Zini Bridge
图 10. 紫坭大桥桥东白坭 - 沙湾断裂破碎带剖面示意图



Figure 11. The grey black gouge on fracture surface of the northwest-striking fault
图 11. 北西向断裂下界面处的灰黑色断层泥

综上所述,通过对白坭-沙湾断裂的野外构造特征推测分析,白坭-沙湾断裂的形成发育大致可以分为三期:第一期活动为张性或张扭性,形成角砾岩、碎裂岩等,其后遭受强烈硅化;第二期活动为扭性或压扭性,大约发生于古近纪后期;第三期活动为张性或张扭性,表现为高角度正断层。

3. 白坭-沙湾断裂的近代活动特征及活动性

从断裂面和构造岩的特征来看,白坭-沙湾断裂最新一次的活动表现为正断层。问题是,最新一次活动在何时发生?最简单的回答是根据断层的年龄数据。然而,断层的“活动”年龄数据往往与地层的年龄数据相差甚远,亦即已知珠江三角洲第四系的年龄,远比部分控制甚至切割第四系的断层年龄新。因此,讨论断裂的活动时间,目前的测年手段所获得的年龄数据仅仅只能作为参考。

3.1. 浅层地震探测反映的断裂活动

针对白坭-沙湾断裂的出露情况,广东省地震局在灵山镇上横栏村附近布置浅层地震测线(编号DZ03-2,为纵波测线)(图12)。从中可见,其中的断层F_{p3-1}特征明显,倾向北东,倾角较陡,为正断层,推断为白坭-沙湾断裂主断裂。断裂清楚地切割了第四系,而且断距较大。广东省地震局和广东省地质调查院在该断裂上所作的其它浅层地震剖面,也或得了类似的结果,表明该断裂确实有切割第四系沉积层的活动。

根据现已有资料,除了古东江和古珠江狭窄的古河道(地震剖面并未显示古河道特征)内部,本区其它地区的第四纪沉积的年龄一般不超过40 ka,图12中的断层上盘中T₀界面之上有相当厚(相当于剖面上第四系总厚度的1/2)的第四纪沉积层被断裂截然错断,说明断裂是在这部分沉积层形成之后活动的,而根据邻近钻孔资料的对比,该区这一深度(红线所示)沉积物的年龄一般不超过两万年。换言之,白坭-沙湾断裂最新一次活动的时间,极有可能与广从断裂西淋岗段一样,为距今20 ka之后。

3.2. 土壤氦气探测反映的断裂活动

佛山地质局在西淋岗的石洲断裂上进行了土壤氦测量,其结果见图13和图14,断裂在不同的侧线上均有比较显著的氦异常。

在大岗(图15)和三角镇(图16)一带,针对白坭-沙湾断裂南段进行R_n测量可以看出,R_n最大值与背景值之比高达3~6倍,显示断裂南段可能有较北段更强的近代活动性。事实上,该断裂南段三角、万顷沙、洪奇沥一带,也是珠江三角洲第四纪沉积厚度最大的地方。

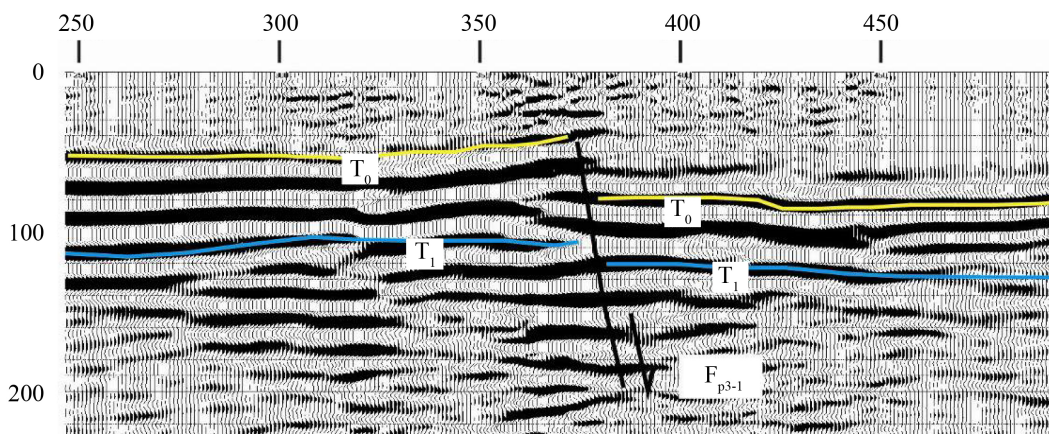


Figure 12. Seismic reflection time of the DZ03-2 longitudinal wave line
图12. DZ03-2 纵波测线断层附近地震反射时间剖面

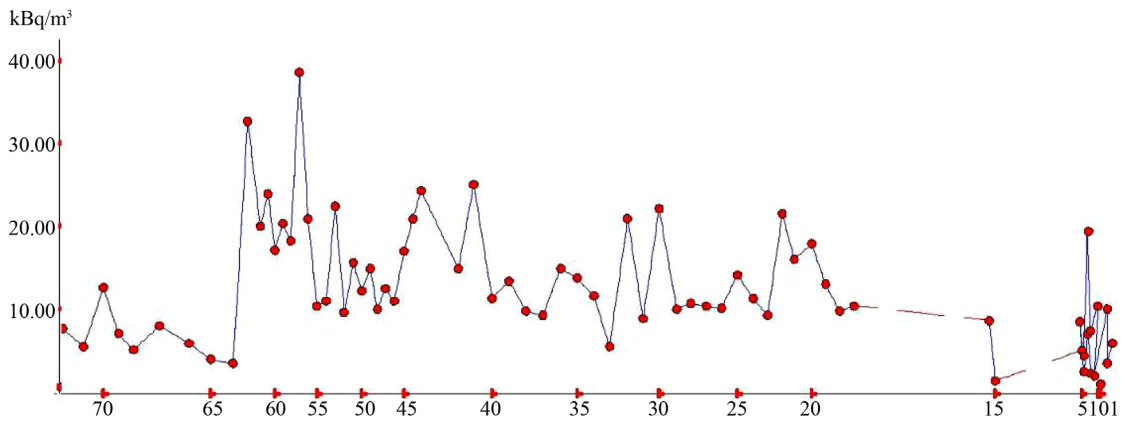


Figure 13. Soil radon anomalies at the east of Guijiang Bridge
图 13. 桂江大桥桥东土壤氡异常

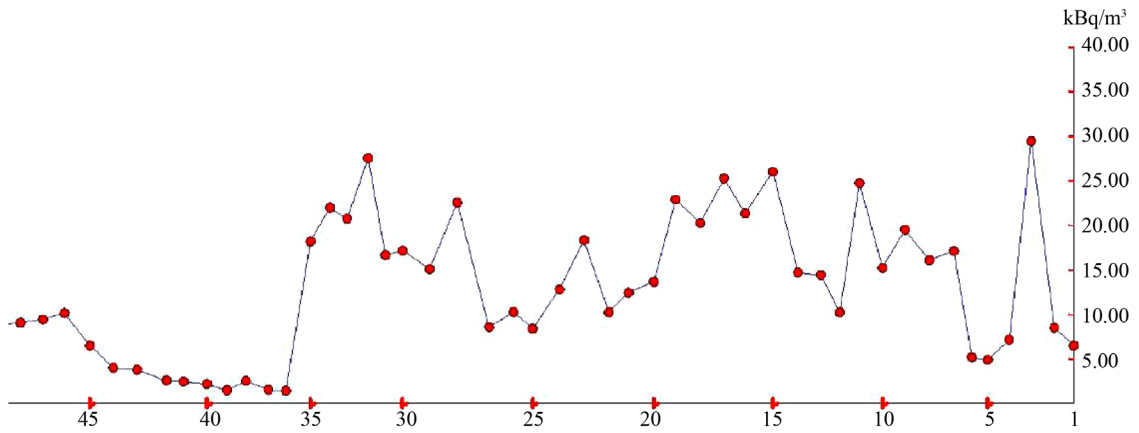


Figure 14. Soil radon anomalies at the south of Shizhou
图 14. 石洲村南土壤氡异常

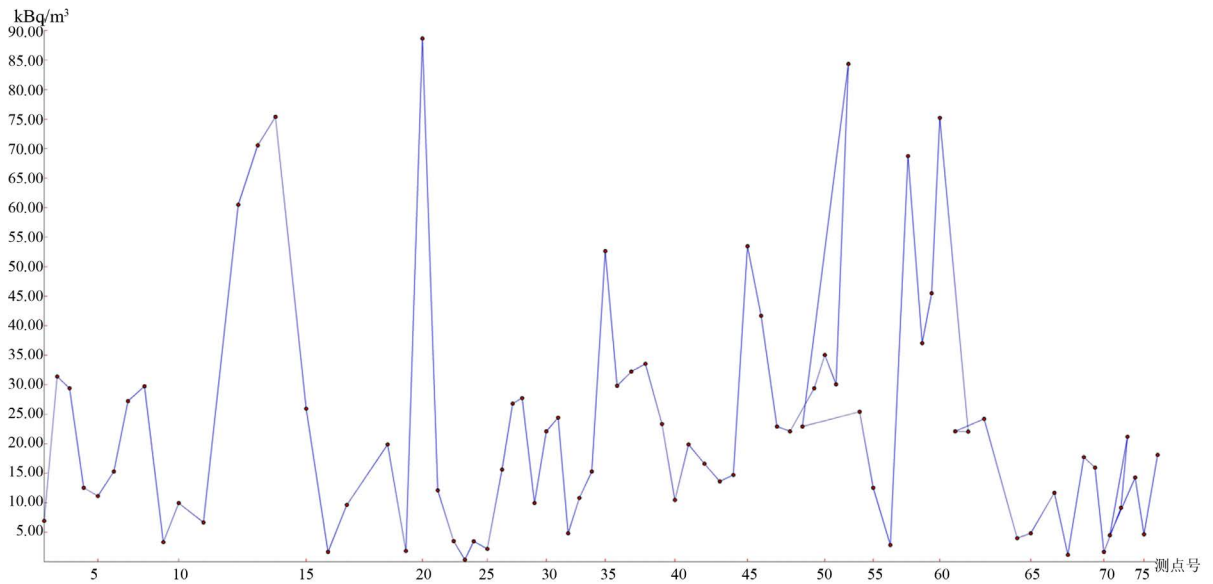


Figure 15. Soil radon anomalies in Dagang
图 15. 大岗土壤氡浓度异常

3.3. 地震活动反映的断裂活动

1997年9月23和26日,在广东省三水区南边镇发生ML3.7和4.4级两次地震,后者的震中烈度达VI度强,造成了很大的破坏,为罕见的低震级高烈度震例。这是珠江三角洲地区近80年来发生的最大一次地震。这次地震发生在珠江三角洲西北部的三水盆地北部,极震区处于东西向高要-惠来断裂、北东向恩平-新丰断裂和北西向白坭-沙湾断裂的交汇地带附近。

根据震源机制解(李纯清等[6],1998)及等烈度线图资料分析,白坭-沙湾断裂与震源机制解的节面非常吻合(图17)。

在白坭-沙湾断裂中段,历史上发生过多次破坏性地震。其中1683年10月10日的南海5级地震(图18)和1824年8月14日的番禺5级地震(图19),震中均在白坭-沙湾断裂与北东向断裂的交会部位附近,且烈度线的长轴方向均为北西向[7],与白坭-沙湾断裂的走向一致,进一步表明白坭-沙湾近期的活动性较为强烈。

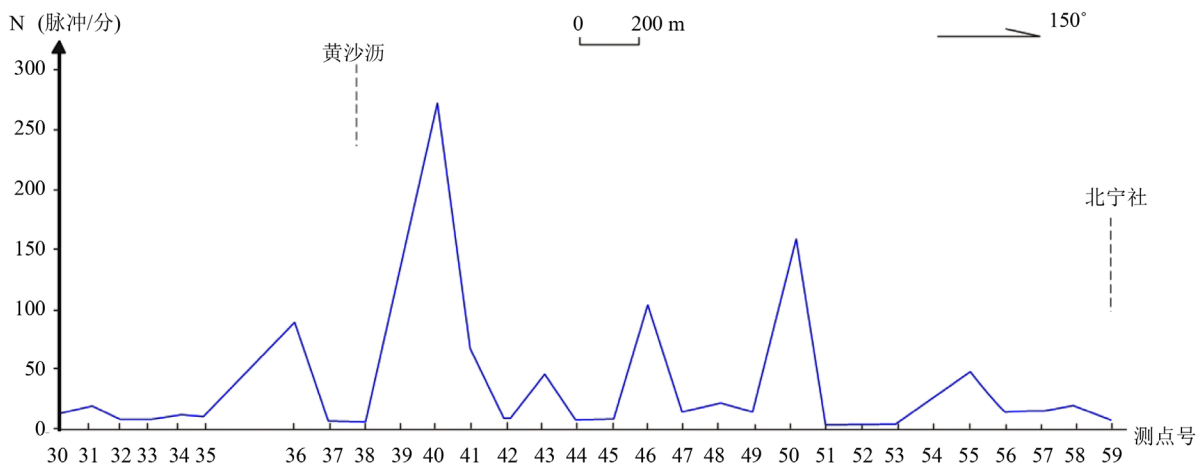


Figure 16. Soil radon anomalies in Sanjiao
图 16. 三角镇土壤氡浓度异常

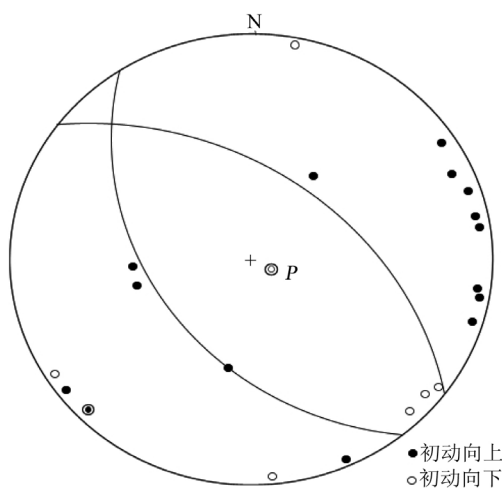


Figure 17. Focal mechanism solutions of the ML4.4 earthquake in Sanshui Nanbian on June 26, 1997
图 17. 1997年6.26三水区南边镇ML4.4级地震的震源机制解

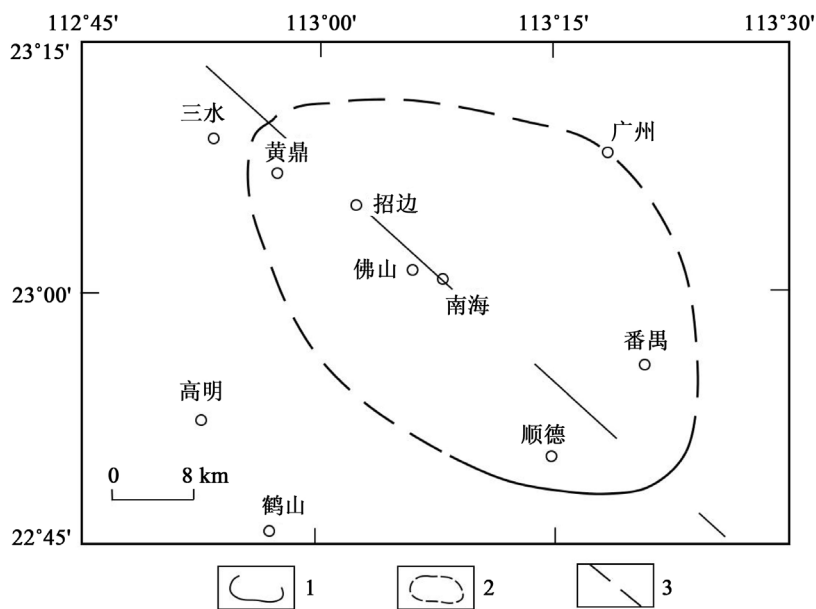
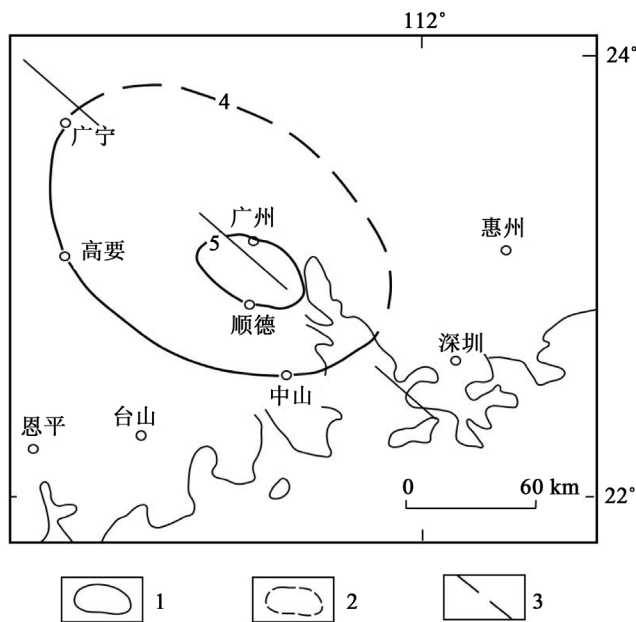


Figure 18. The range of earthquakes in Nanhai, 1683

图 18. 1683 年南海 5 级地震有感范围



1824年番禺地震等震线图

Figure 19. The isoseismal map of earthquakes In Panyu, 1824. 1. Isoseismic line; 2. Speculation about Isoseismic line; 3. Macroaxis of Isoseismic line

图 19. 1824 年番禺地震等震线图。1. 等烈度线；2. 推测烈度线；3. 等烈度线长轴

4. 结论

根据白坭 - 沙湾断裂带出露情况，确定断裂带展布位置为北起花都白坭，向南经南海县官窖、松岗、大沥、顺德平洲、陈村至番禺沙湾，沿洪奇沥水道没入伶仃洋。分析断裂破碎带的特征，推测白坭 - 沙

湾断裂带晚中生代以来至少经历过三次较强烈的活动：第一期的活动表现为张性或张扭性，此期活动产生的构造岩大都受到强烈的硅化或其它类型的热液蚀变；第二期活动发生于古近纪红层沉积之后，为扭性或压扭性；第三期活动表现为高角度正断层，以断块重力调整为主。断裂最新一次较强烈活动的时间有可能发生于距今 10~20 ka 之间。至今，该断裂仍有一定程度的活动性，本区历史上的多次破坏性地震，包括 1683 年 10 月 10 日的南海 5 级地震、1824 年 8 月 14 日的番禺 5 级地震，以及 1997 年 6 月 26 日三水市南边镇 ML = 4.4 级地震的发生，均有可能是白坭 - 沙湾断裂的活动所引起，推测该断裂活动性较强。因此，为做好防范，应加大对该断裂的进一步研究，同时在城市建设规划中，应尽量做好断裂带沿线建筑物的防护措施，并做好活动断裂监测。

参考文献 (References)

- [1] 陈国能, 张珂, 陈华富, 等. 珠江三角洲断裂构造最新活动性研究[J]. 华南地震, 1995, 15(3): 16-21.
- [2] 陈国能, 张珂, 贺细坤, 等. 珠江三角洲晚更新世以来的沉积 - 古地理[J]. 第四纪研究, 1994(1): 67-74.
- [3] 张虎男. 闽粤一带沿海地区北西向断裂的活动性[J]. 地震地质, 1982, 4(3): 17-25.
- [4] 黄镇国. 珠江三角洲形成发育演变[M]. 广州: 科学普及出版社广州分社, 1982.
- [5] 张虎男, 陈伟光. 华南沿海活动断块的构造地貌特征[J]. 地震地质, 1989(3): 37-45.
- [6] 魏柏林. 珠江三角洲地震活动及预测研究[M]. 北京: 地震出版社, 2002.
- [7] 李纯清, 梁芳, 缪维城, 等. 1997 年 9 月三水地震震相特征与发震构造[J]. 华南地震, 1998, 18(1): 130-134.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org