

狮子洋断裂精确定位及活动性初步研究

高玉辉, 刘 林, 李 凤

(深圳市勘察研究院有限公司, 广东 深圳 518026)

摘要:狮子洋断裂位于珠江入海口的东侧,为北西向的隐伏断裂。为了更深入研究狮子洋断裂,通过地面追索(野外地震地质调查)、浅层人工地震横波/纵波反射勘探、排钻对比、第四纪地层年代学方法,对狮子洋断裂进行精确定位,并研究其活动性。得到如下结论:断裂由F1~F4四条正断裂组成,形成狮子洋断裂束,断层总体走向约330°,倾向SW,F4断裂倾向NE,倾角为60°~80°;狮子洋断裂(东支F1、F2、F3)在中更新世晚期以来没有活动,为早-中更新世断层。

关键词:狮子洋断裂;精确定位;活动性;正断层

中图分类号:P316 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)02-0258-05

狮子洋断裂分布于狮子洋、黄埔、永和、镇龙和太和一带^[1]。断裂主要发育于古生代和中生代花岗岩中,少部分切割元古代变质岩、石炭系及白垩系地层。地貌上呈北西向线状沟谷或山脊,文冲—珠江口断裂(又称狮子洋断裂)和化龙-海鹞岛断裂控制了狮子洋断陷盆地及狮子洋水道的形成^[2]。

珠江三角洲地区的主要活动断裂是NEE向和NNW向2组断裂^[3],自第四纪以来,断裂活动性经历了减弱-增强-减弱的过程^[4]。断裂的活动影响了珠江三角洲地形地貌的形成,第四纪以来珠江三角洲的构造运动弱于粤东、桂东等地区^[5]。

前人对珠江口海域内的北西向断裂研究较少。张馨予等^[6]认为珠江口的北西向断裂有陆地延伸到珠江口海域,断裂对地形地貌的影响由陆地向海域逐渐减弱;赵红伟^[7]将狮子洋断裂由陆地向东南方向延伸至海域,经狮子洋达到虎门海域,断裂隐伏于第四系地层下方,破碎带宽度在5 m左右。曹文新等^[8]认为深圳地区的北西向断裂蛇口断裂组是珠江口海域内NW向断裂向南的延伸,在深圳市南山区的调查显示断裂组活动于晚-中更新世,全新世后活动性明显减弱。

前人对狮子洋断裂的研究缺乏一个系统、全面的认识,没有利用有效的勘探措施查明珠江海域隐伏断裂的精确位置,缺乏海域隐伏断层的活动性研究。本文通过多种活断层探测技术手段研究狮子

洋断裂,对断裂进行精确定位,并研究断层性质及其活动性,研究区的位置如图1所示。

1 野外地震地质调查

狮子洋断裂的主要部分被水域所覆盖^[9],在大铲岛、小南山和大南山见有基岩断点被揭露。在大铲岛东南侧一带(E113.853711,N22.508454)见断层泥带,断层带走向北西,倾角为70°~80°。在大南山改革开放纪念公园南门一带(E113.904555,N22.487975)见两次级断层垭口地貌(图2)。

小南山西侧(E113.877990,N22.488272)沿山体断层发育,工程开挖见断层出露,断层发育在蓊县系-青白口系银湖群中粒斑状黑云母片麻状混合花岗岩之中,可见宽约1 m的揉皱带,揉皱带内断层滑动面发育数十厘米厚的断层泥带,揉皱带硅质胶结或被磨碎的岩屑胶结,部分角砾可见被压裂现象,走向330°,倾向60°,倾角52°。断层控制山前台地的发育,该台地海拔60 m。

对剖面(图3)进行清理后剖面描述如下:①片麻状混合花岗岩;②断层揉皱带;③断层破碎带,节理发育。

野外调查断层多个点位发育构造岩,断层物质及胶结程度相似,对断层的碎裂岩使用电子自旋共振测年方法获得狮子洋断层活动年龄在21~52万年,通过与构造岩测年的方法类比,推测断层最新活动时代是第四纪中更新世的中晚期。

收稿日期:2022-08-15

作者简介:高玉辉(1993—),男,湖南蓝山人,深圳市勘察研究院有限公司,中级工程师,硕士,研究方向为防灾减灾工程及防护工程。



图 1 研究区位置



图 2 断层垭口地貌

2 珠江口水域浅层地震勘探

在深圳辖区的珠江口水域,垂直狮子洋断裂(带)布置浅层地震勘探测线 6 条(编号 SZYS1~5),累计长 65.7 km,测线南至深圳与香港交界处的深

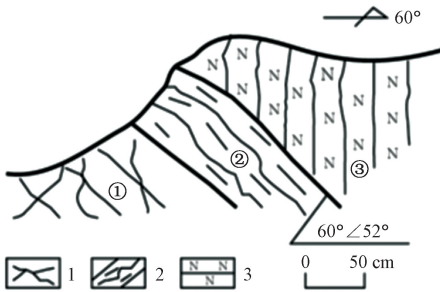
圳湾,北至深圳与东莞交界处的深圳河附近,这一范围有效地控制了狮子洋断裂的展布^[10]。

本次水域资料共解释 4 条分支断裂(F1~F4),断裂的精准定位及断裂性质见表 1。根据水域各测线综合地质解释剖面图(图 4)知,风化壳底界标高集中在-15.2~-86.8 m,淤泥层底与风化壳底界间的黏土、砂及粉质黏土层、全强风化层厚度 1.4~23.4 m。断裂在剖面上的主要表现为凹陷特征,局部表现为风化壳底界的错位,深度解释剖面显示,上覆淤泥层未见有错断迹象。

狮子洋断裂过威远,经深圳湾后到达珠江口,断层走向在 310°~330°。根据浅震结果^[11],该断裂由 F1~F4 四条正向断裂组成,形成了狮子洋断裂



(a) 断层地貌



(b) 破碎带剖面

图 3 断层地貌及破碎带剖面

表 1 狮子洋断裂 4 条分支断裂性质统计

断裂编号	走向	倾向	倾角	属于断裂带	断层性质
F1	NW310°~330°	SW	65°~80°	南岗-东博寮海峡断裂	正断为主
F2	NW310°~330°	SW	65°~80°		正断为主
F3	NW320°~330°	SW	60°~80°	黄埔-矾石水道东断裂	正断为主
F4	NW315°~330°	NE	70°~80°	化龙-海隅岛断裂(又称沙角断裂)	正断为主

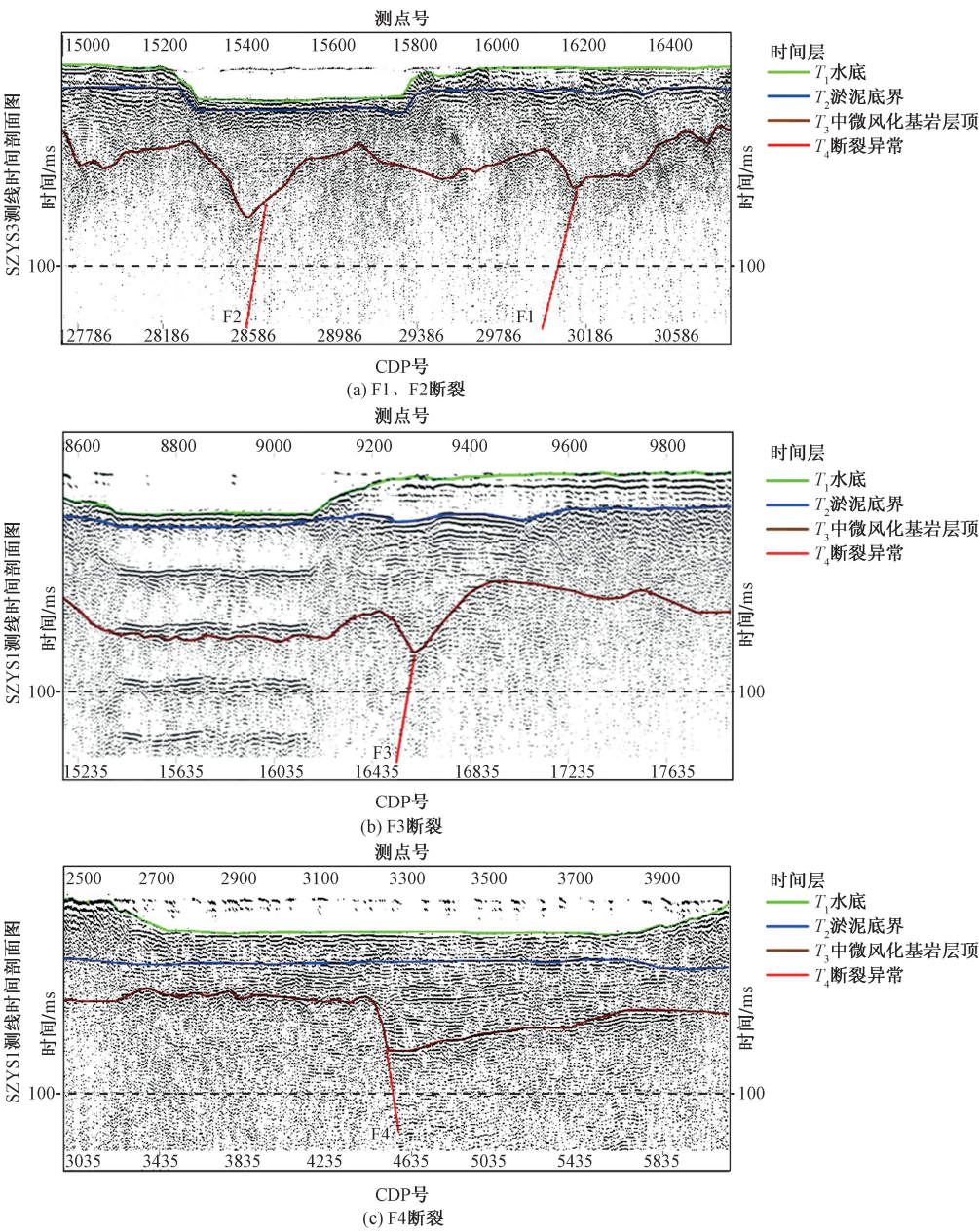


图 4 F1~F4 断裂在浅震时间剖面上的显示

束,沿珠江口水域呈北西向分布。断面多表现为岩面凹槽,深中通道勘察钻孔揭露断层带内构造角砾岩发育^[12],局部中风化岩裂隙极发育,岩体破碎,部分裂隙面见擦痕。

3 珠江口水域排钻

狮子洋断裂由 F1~F4(浅勘编号)4 条正断裂

组成。其中,F4 断面出现岩面凹槽、岩面陡坎、反射波同相轴数目明显增减等异常特性,但由于断层位于珠江口水域的主航道,本次钻探未对其进行活动性验证。为获取其余 3 条断层活动性定量参数,在目标区拟定了 5 条钻孔探测剖面(图 5),对土层中泥炭、木屑等采样进行¹⁴C 测年^[13],对粉砂、细砂层

采样,之后在室内进行光释光(OSL)测年^[14]。

珠江出海口水域段具有两深槽加三浅水滩的滩槽分布地形,本次钻探范围大多位于右侧深槽的

靠岸浅水滩部位。根据上述排钻结果和第四纪年代地质学结果^[15],狮子洋断裂水域区的地层分布自新至老划分如下:

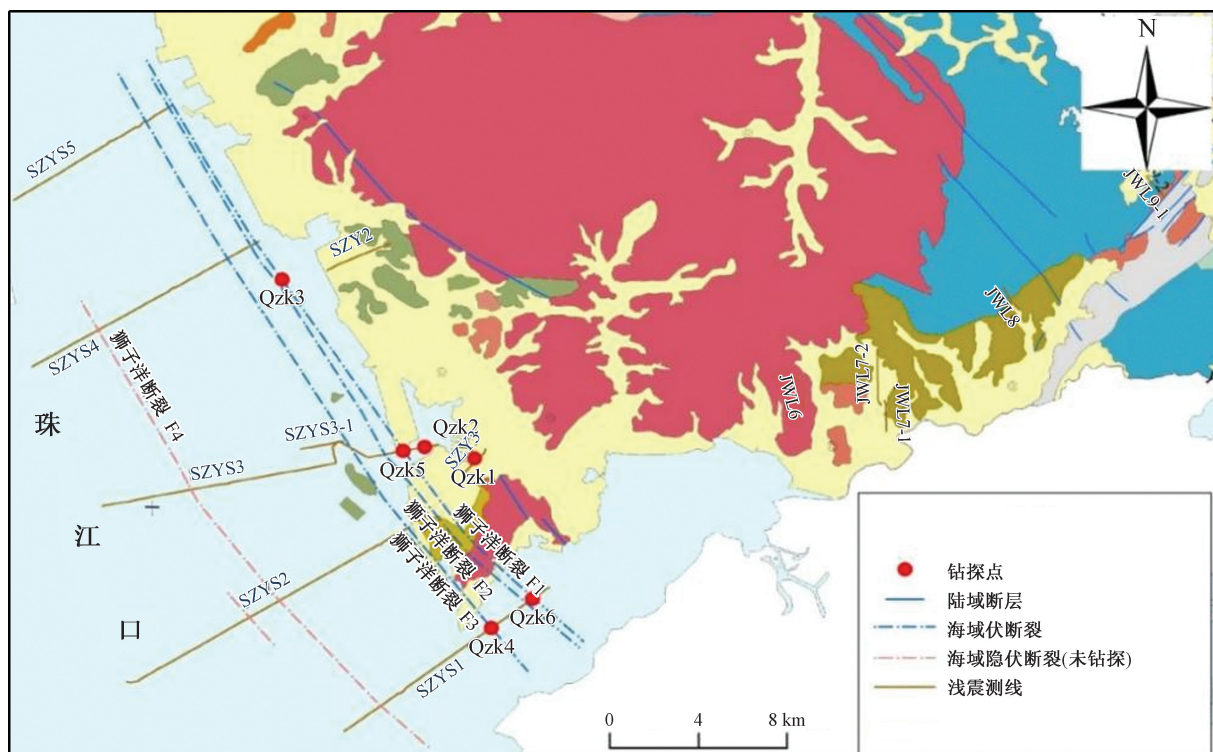


图5 狮子洋断裂水域排钻的地理位置

1)第四系全新统海相沉积层(Q_h^m):岩性为淤泥、淤泥质土和淤泥质黏土夹砂等,局地夹泥炭层;¹⁴C法测得地层年代166~9 487 cal BP。

2)第四系晚更新统晚期陆相沉积层(Q_p^{3apl}),岩性主要为软~可塑状黏土,通常称为“花斑黏土”,其下部多分布有薄层稍密-密实状的粉砂-砾砂,局部夹有透镜体状的圆砾土,为海退期冲洪积物的风化层。

3)第四系晚更新统早期海相沉积层(Q_p^{3m}),岩性为淤泥、淤泥质土和淤泥质黏土夹砂等;¹⁴C法测得地层年代>43 650 cal BP,OSL法测得地层年代(73±9)~(93±8) Ka。

4)第四系中更新统晚期陆相沉积层(Q_p^{2al}),岩性主要为砂-砾砂,为古河道沉积;OSL法测得地层年代(174±16)~(185±18) Ka。

5)第四系中更新统残积层(Q_p^{2d}),为岩石风化残积物,呈硬-半坚硬状砂质黏性土状。花岗岩残积土呈棕黄色-灰黄色粉质黏土,花岗闪长岩残积土呈灰色、灰绿色粉质黏土,质较均,主要分布于岩面表层。

6)基岩:早白垩世侵入岩(γK_1),为燕山期细-

粗粒花岗岩、花岗闪长岩。按风化程度进一步划分为全风化、强风化、中化及微风化带。

钻探剖面范围内覆盖层厚度分布不均,变化在18~40 m。Qzk3、Qzk5和Qzk6仅揭露出上旋回沉积,Qzk2和Qzk4剖面离岸较远,揭露出上旋回和下旋回的2套海侵-海退旋回沉积。而基岩面埋深变化较大,中微风化面起伏较大。

从联合剖面跨断层的情况来看,Qzk2跨F1右侧的分支断层,Qzk3和Qzk5跨F1断层,Qzk6跨F2断层,Qzk4跨F3断层。这些断层联合钻探剖面结果显示,在第四系地层中均无明显断错现象,约中更新世晚期以来断层没有明显活动。

4 结论

本次对狮子洋断裂的研究工作揭露了狮子洋断裂的精确位置、断层产状等信息,开展了海域隐伏段的的活动性研究。根据前人资料,结合本次工作,对狮子洋断裂的研究形成如下结论:

1)浅层人工地震反射探测的解释剖面显示,狮子洋断裂束由F1~F4四条正向断裂组成,F1~F3断层总体倾向南西,F4断层倾向北东,倾角为60°~80°。

2)从野外地震地质调查、浅层人工地震反射探测的结果来看,断层上方覆盖层底部的残积风化土层物质未受到扰动或被切穿,推测狮子洋断裂为第四纪中更新世中晚期的活动断层。从排钻揭示的第四系层位的对应来看,跨断层的第四纪覆盖层同层位地层间无明显断错,相邻钻孔之间的地层层序、分层厚度、埋藏深度、沉积结构、岩性特征与颜色等均无差异,也没有下降盘细粒沉积层增厚、增多与上升盘同层位地层减薄或缺失的现象。综合认为,狮子洋断裂(东支 F1、F2、F3)在中更新世晚期以来没有活动,为早-中更新世断层。

3)F4 断层位于珠江口深海航道中,本次工作没有对其开展联合排钻和第四纪测年,其活动性待进一步研究。

4)在深中通道勘察期间发现有两条断层破碎带,破碎带与浅层人工地震反射探测解释的狮子洋断裂之间的联系尚不清晰,需进一步研究。

参考文献

- [1] 李团结. 伶仃洋地形地貌阶段性演变过程及趋势分析[D]. 北京:中国地质大学,2017.
- [2] 余成华. 深圳市断层活动性和地震危险性研究[D]. 杭州:浙江大学,2010.
- [3] 余章馨,张珂,梁浩,等. 对珠江三角洲第四纪断裂运动的再认识[J]. 热带地理,2016,36(3):334-342.
- [4] 万佳威. 沙湾断裂带探测及其活动性研究[D]. 南昌:江西理工大学,2015.
- [5] 陈伟光,魏柏林,赵红梅,等. 珠江三角洲地区新构造运动[J]. 华南地震,2002(1):8-18.
- [6] 张馨予,曹敬贺,赵芳,等. 珠江口海域 NW 向断裂的地震学特征及意义[J]. 华南地震,2019,39(4):1-9.
- [7] 赵红伟. 广东省东莞地区断裂构造基本特征[J]. 新疆有色金属,2019,42(3):56-58.
- [8] 曹新文,马秀敏,龚淑云,等. 深圳北西向断裂分布特征及其活动性研究[J]. 地质力学学报,2018,24(6):759-767.
- [9] 康镇江,邓文龙,龚淑云,等. 深圳地质[M]. 北京:地质出版社,2009.
- [10] 王万合,李林元. 华南地区活动断层地震探测方法:以深圳活动断层探测为例[J]. 煤田地质与勘探,2019,47(S1):98-103.
- [11] 谢平,杨歧焱,尤惠川,等. 拉萨盆地隐伏断裂浅层反射地震探测及断层活动性分析[J]. 科学技术与工程,2017,17(36):8-15.
- [12] 曹影峰. 深中通道沉管隧道基槽回淤及边坡稳定性研究[D]. 北京:北京交通大学,2019.
- [13] 苗兰庆,冯炎基,黄卫平. 海洋沉积样品¹⁴C 测年差异来源及其结果解释[J]. 热带海洋,1991(2):71-76.
- [14] 饶峥,刘晓东,刘帅,等. 塔木素预选区第四纪构造活动性的光释光测年分析[J]. 科学技术与工程,2020,20(25):10170-10176.
- [15] 余成华,李凤,肖兵,等. 狮子洋断裂带第四系沉积规律研究[J]. 科技和产业,2021,21(12):307-314.

Precise Location and Activity of Shiziyang Fault

GAO Yuhui, LIU Lin, LI Feng

(Shenzhen Investigation & Research Institute CO., LTD., Shenzhen Guangdong 518026, China)

Abstract: Shiziyang Fault is located in the east of the Pearl River Estuary, and it is a North-west buried fault. In order to further study the Shiziyang fault, the ground recourse (field seismic geological survey), shallow artificial seismic shear wave/p-wave reflection exploration, drilling contrast, quaternary strata chronology method are used to investigate the precise location and activity of Shiziyang fault. The conclusions are as follows: the fracture from F1 to F4 Normal faults, four forms as Shiziyang Fault fracture, fault general trend of SW, F4 tended to NE, angle 60°~80°. The Shiziyang Fault (east branch F1, F2, F3) has not been active since the Late Middle Pleistocene, and is a Early-middle Pleistocene fault.

Keywords: Shiziyang Fault; precise location; activity; normal fault