

# 从胶南地区断裂与地震活动关系研究胶南块体稳定性

许洪泰, 沈得秀, 杨传成, 葛孚刚

(山东省地震工程研究院, 济南 250021)

摘要: 通过搜集资料和野外地质调查, 对胶南块体周边及内部主要断裂的最新活动进行了判定, 结合研究区的地震活动情况进行分析, 得出了该区构造活动较弱、与地震活动情况较为一致的结论, 据前人研究, 胶南块体隶属于苏鲁造山带, 其周边断裂都具有一定的新活动迹象, 而内部断裂活动性弱, 证明胶南块体内部相对稳定。

关键词: 胶南块体; 断裂构造; 地震活动

中图分类号: P315.2 文献标志码: A 文章编号: 1003-1375(2014)04-0006-07

## 0 引言

本文所言胶南块体是指五莲—荣成断裂带以南、沂沭断裂带以东、千里岩断裂以北的区域, 为苏鲁造山带内新生隆起的部分。在大地构造上研究区属于胶南造山带的中西段, 处于华北板块与下扬子板块的交界部位(图 1), 属新生代隆起的部分。两个板块之间的分界断裂是郯庐断裂带的中南段和五莲—荣成古板块碰撞带, 后者就是所谓的胶南造山带, 也称为苏鲁造山带或苏北—胶南造山带, 它属于秦岭—大别造山带的东延, 是华北板块与扬子板块碰撞、缝合的结果<sup>[1-3]</sup>, 该造山带北部为胶莱凹陷, 南部为南黄海凹陷。

胶南块体为苏鲁造山带的东段, 其基底主要由新元古代变质花岗岩组成。胶南块体曾下插至下地壳乃至上地幔, 并经历了高压—超高压变质作用。该造山带是一条以韧性剪切带为格架, 穹窿构造、褶皱构造相伴随的造山带<sup>[4-5]</sup>。在华南华北碰撞造山时期, 郯庐断裂带山东段作为大型碰撞造山走滑边界带发生了显著的左旋走滑剪切变形, 在晚侏罗至早始新世(50 Ma 前)的左旋走滑直接受控于古太平洋板块向东亚大陆的俯冲, 板块俯冲边界的应力直接传递到郯庐断裂带导致其发生走滑运动<sup>[6-7]</sup>; 在这一时期胶南块体被郯庐断裂带错断并向北平移。其特殊的构造格局和演化历史也奠定了胶南块体独特的地震稳定性特征。

## 1 研究区主要断裂活动性分析

胶南块体东西南北分别被潮连岛断裂(F9)、沂沭断裂带(F1~F4)、千里岩断裂(F8)、山相家—郝戈庄断裂(F5)所围限。块体内部规模较大的断裂有日照—胶南断裂(F7)、相邸—高阁庄断裂(F6)(图 1)。

### 1.1 F9: 潮连岛南断裂

在陆域, 潮连岛南断裂(F9)为一条 NWW 向隐伏断裂, 位置在胶州湾南岸红石崖一线。由陆域向海域延伸, 在潮连岛南附近通过。在重力异常图上表现为一梯度带, 梯度值较高, 同时又是胶南隆起与胶州湾凹陷的分界。

在红石崖以东的小殷家附近还曾布置一条地质雷达测线, 在深 10 m 以下, 显示一条断裂, 向北倾, 两侧震相截然不同, 反映两盘岩层的差异, 深 10 m 以上没有断错迹象(图 2)。这证明了该断裂的存在。

断裂两侧的地形地貌平缓连续, 无断错地貌显示, 而且两侧基岩上覆第四系厚度无变化, 皆为 3~7 m。在第四系覆盖层底取热释光样品, 其结果为(144.14±12.25) ka。综合分析认为潮连岛南断裂为早更新世到中更新世早期活动。

### 1.2 F1~F4: 沂沭断裂带

研究区内的沂沭断裂带的中段, 据晁洪太等人研究, 沂沭断裂带全新世活动断层位于莒县土岭与

收稿日期: 2014-04-23

基金项目: 山东省自然科学基金(项目编号: ZR2012DM005); 山东省地震局青年合同制项目(项目编号: 10Q23)

作者简介: 许洪泰(1980—), 男(汉族), 山东茌平人, 工程师, 主要从事地震安评和古地震研究工作. E-mail: xuhongtai@126.com

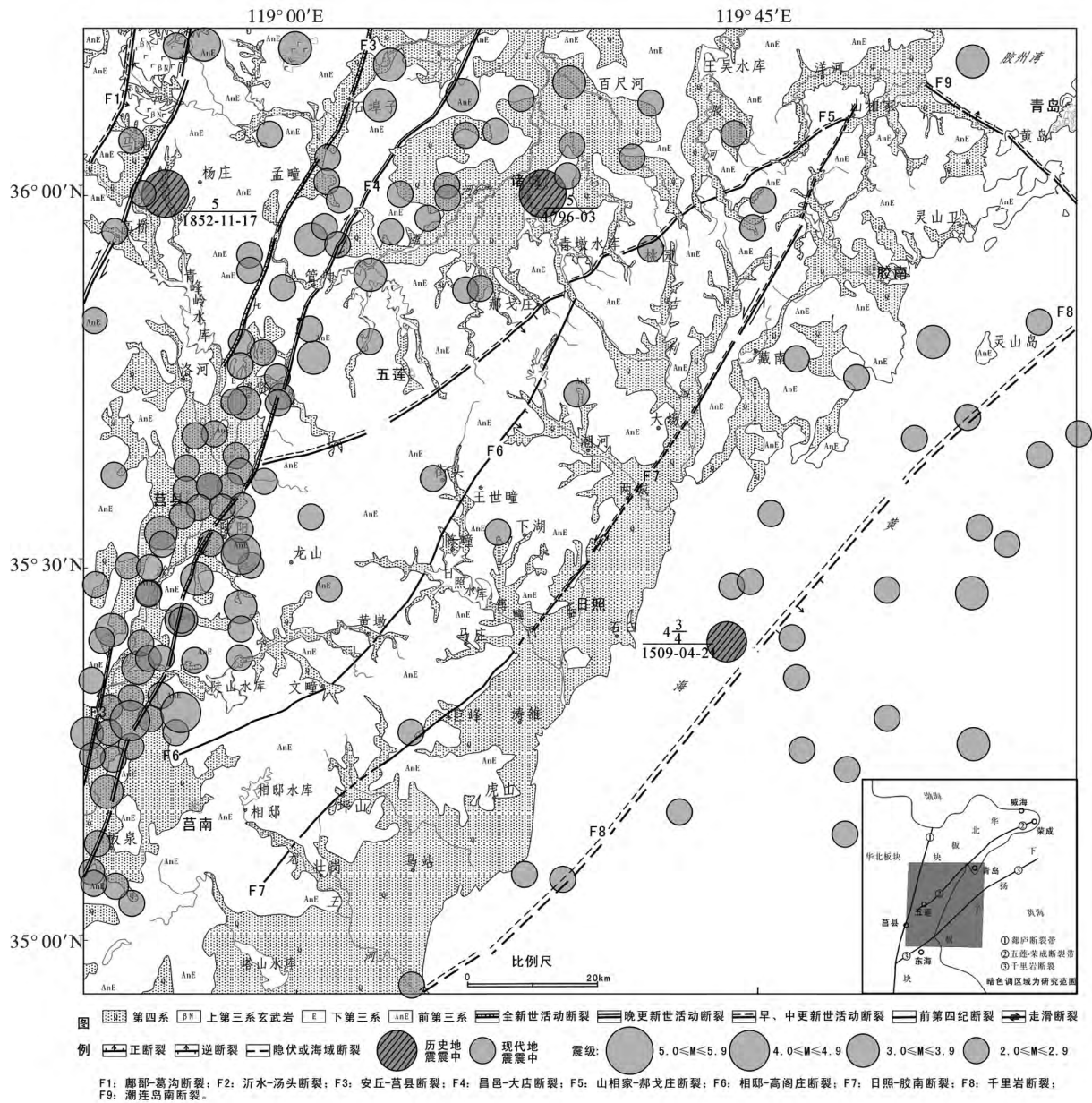


图 1 研究区地震构造简图

泗洪县孙牌坊之间，沿安丘—莒县断裂发育，全程约 260 km，这条断裂并非是一条完整的断层，而是由 11 条主要呈右行右阶排列的次级断裂组成<sup>[8-9]</sup>。图 3 给出了土岭至纪庄断裂新活动的主要证据<sup>[10]</sup>。研究区内安丘—莒县断裂为全新世活动，地震地表破裂延伸数十千米，昌邑—大店断裂为晚更新世活动。西地堑的郯鄏—葛沟断裂和沂水—汤头断裂都为早、中更新世活动断裂。

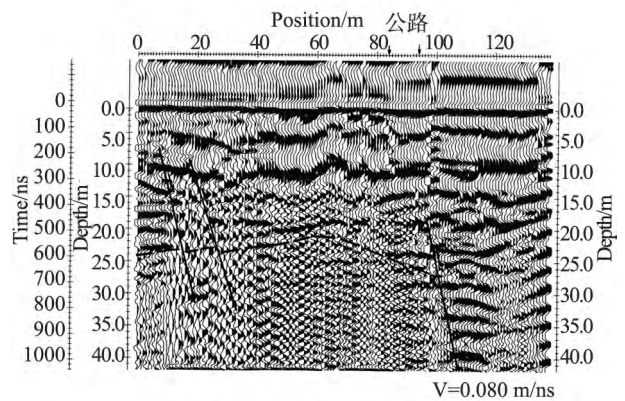


图 2 小殷家跨朝连岛南断裂地质雷达剖面

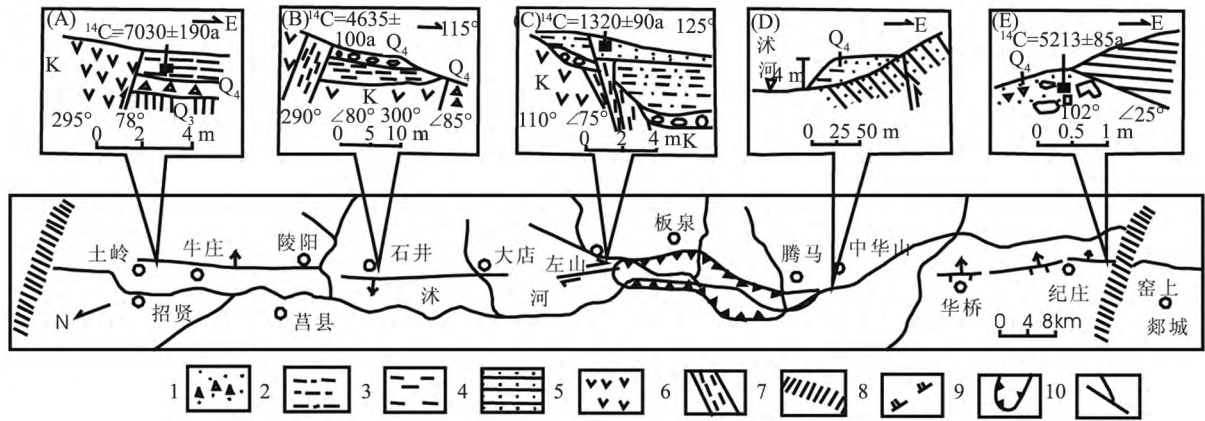


图 3 安丘—莒县断裂 1668 年地震断层平面图

1.3 F8:千里岩断裂

千里岩断裂是胶辽—千里岩—海州湾隆起内的一条重要断裂,它展布于连云港东西连岛、日照前三岛、青岛潮连岛、海阳千里岩岛和荣成苏山岛构成的岛链西侧,总体走向 NE,构成胶南低隆起、半岛东部隆起与千里岩隆起之间的分界。从地质资料分析,千里岩断裂第三纪时期有过强烈活动,根据山东

省地震工程院 2004 年在千里岩海域布置的声波探测结果,潮连岛南断裂以北段有晚更新世活动证据(图 4)<sup>[11]</sup>,图 4 标出了水平比例尺、相对海底面深度和声波反射双向走时(ms),显示由 2 条断裂组成,错断晚更新世至全新世早期沉积地层。本研究区内千里岩断裂没有发现错断晚更新世沉积地层,故推测为研究区内该断裂为中更新世断裂<sup>[12]</sup>。

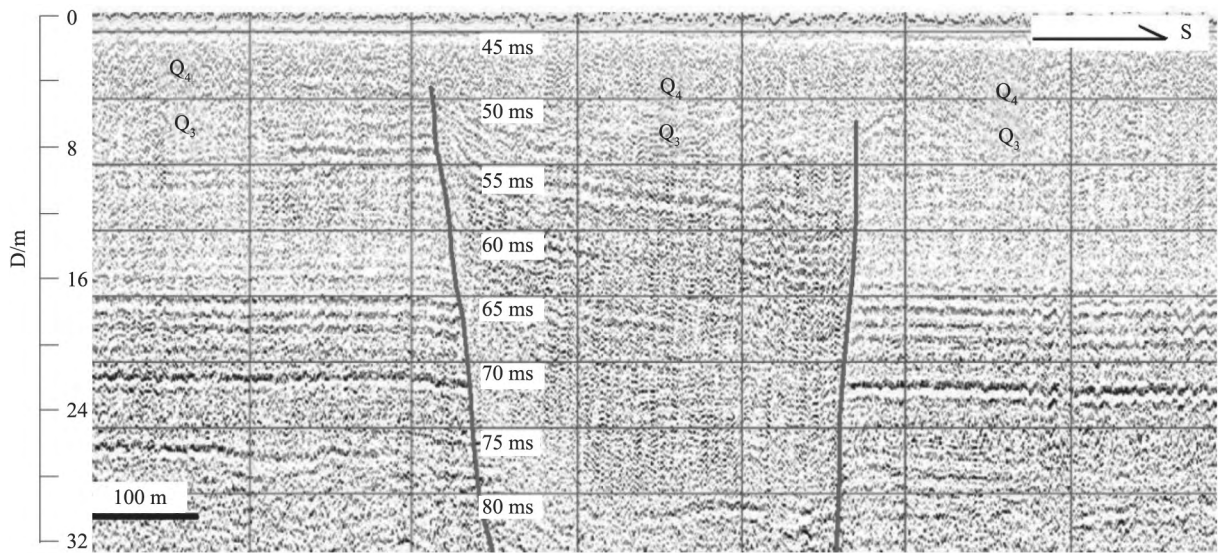


图 4 千里岩岛西侧跨千里岩断裂浅地层探测时间剖面

1.4 F5:山相家—郝戈庄断裂

山相家—郝戈庄断裂是胶莱坳陷与胶南隆起的分界断裂,五莲—荣成断裂带的南西段。总体走向 NEE65°左右,倾向 NW,倾角多在 65°以上。该断裂北东起自胶州市山相家附近,向南经化石沟至诸城市郝戈庄,继续延伸与郯庐断裂在莒县—招贤一带斜接,在斜接处附近为上侏罗统莱阳组掩盖。

该断裂切割了莱阳组和青山组的地层,中酸性岩脉沿断裂带发育,在后期的构造运动中又发生了挤压破碎。断裂上盘为莱阳组砂砾岩,下盘为胶南群于家岭组黑云母片岩夹大理岩、斑状混合岩。断

裂带的构造现象主要表现在下盘的变质岩中,为碎裂岩、糜棱岩、构造角砾岩、碎裂状变质岩,而上盘莱阳组主要表现为产状扰动及小断裂加密。在地貌上基本构成了诸城构造盆地的波状剥蚀准平原与胶南隆起的丘陵—低山区的分界线,但沿断裂带没有明显的线性地貌显示。

诸城市石门以北的东北庄水库大坝附近,见该断裂的露头,破碎带宽约 70 m,东侧为老的破碎带,由硅化的糜棱岩、构造角砾岩组成,在该硅化破碎带形成之后,其西侧的基性岩脉侵入,说明断裂带曾有过张扭性活动,而后断裂的活动又使该基性岩脉挤

压破碎,在基性岩脉破碎带和老的硅化破碎带之间形成的错动面产状为倾向 $355^{\circ}$ ,倾角 $65^{\circ}$ ,错动面上擦痕向东侧伏,侧伏角 $60^{\circ}$ ,可见该错动面已固结硅化,没有新活动迹象。在断裂上覆盖 $20\sim 40\text{ cm}$ 厚的残积层,未见被错断。地貌上该处位于海拔 $170\text{ m}$ 左右的夷平台地上,台地面平坦,没有错断显示。据此分析该断裂具多期活动特点,局部地段最新活动时代为中更新世早期。

### 1.5 F7:日照—胶南断裂

该断裂自北而南,经过乔集东、尚庄、丁家大村、月季山、梁家官庄北、日照市区西部,向南经过大屯、小屯北、汪家庄子、白云村南、石墩、孙家土山,向南经孟家村、沙土旺,至坪上镇七里沟村东。总长约 $160\text{ km}$ 多。

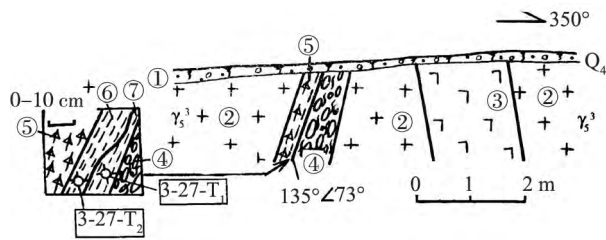


图5 山周西南日照—胶南断裂剖面图

在月季山—山相家段,断裂出露地表,切割胶南群变质岩系,沿断裂带充填燕山晚期酸性岩体及岩脉。断裂带宽 $10\sim 100\text{ m}$ 不等,由碎裂岩、糜棱岩、断层泥以及劈理化和片理化带组成。在山周村西南公路边断裂露头上,二长花岗岩中发育宽达 $1\text{ m}$ 的破碎带,断面产状为倾向 $135^{\circ}$ ,倾角 $73^{\circ}$ (图5)。破碎带西侧为固结的挤压扁豆体带,东侧发育了细碎裂岩和两种颜色的断层泥。靠近错动面者为浅灰绿色断层泥,它挤入了其东侧的土黄色断层泥中。两侧断层泥分别取热释光样品,测年值分别为 $16.57\pm 1.39$ 万年和 $21.66\pm 1.86$ 万年,显示断裂在中更新世时有过活动。

在坪上镇西七里沟村东的铁路桥西侧,工程开挖揭露出了日照—胶南断裂规模宏大的断裂带结构。此处断裂总体发育于肉红色粗粒花岗岩与浅粉红色细粒花岗岩之间(图6),自东向西可见3个断裂面,分别标注为 $f_1$ 、 $f_2$ 和 $f_3$ ,此外还可见强烈碎裂带。每一个断裂面均发育着厚度不等的断裂泥、碎裂岩和碎粉岩,整个强烈破碎、变形的断裂带宽度可达 $40\text{ m}$ 多。根据断裂面的结构特征、断层泥的胶结程度、次级断面的交截关系等特点分析,断裂带内自东向西的 $f_1$ 、 $f_2$ 和 $f_3$ 三条断面的形成时期可能是

由新到老, $f_3$ 最老, $f_1$ 最新。整个断裂带包括的所有次级断裂面均通过于基岩夷平台地之上,台地面较平整,上覆 $1\sim 2\text{ m}$ 的褐红色—褐黄色砂砾石层及砂砾土,无任何的错动迹象。

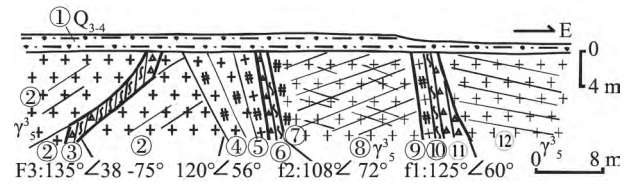


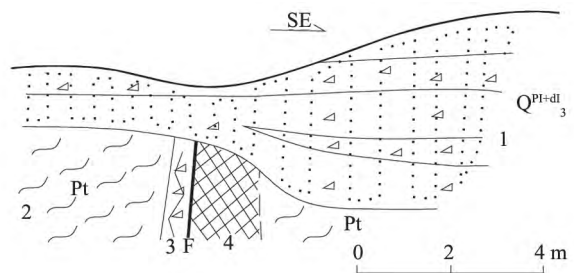
图6 坪上镇西七里沟村东的铁路西侧日照—胶南断裂剖面

日照—胶南断裂以倾向南东为主要特点,倾角较大,以右旋走滑兼正断活动为主。它具有多期活动特点,形成于中生代,第四纪以来活动时代具有分段性,自北东向南西活动逐渐减弱,北段早、中更新世,南段前第四纪。

### 1.6 F6:相邸—高阁庄断裂

该断裂总体走向 $N35^{\circ}\sim 40^{\circ}E$ ,自南而北,由相邸经文疃、黄墩、王世疃、户部岭至皇华店南,全长约 $110\text{ km}$ 。断裂主要发育在元古代变质岩与元古代和中生代岩体内,局部构成了不同岩性地层的分界线,在其北段局部错断了作为莱阳拗陷南边界的山相家—郝戈庄断裂,它与山东半岛地区的 $NNE$ 向断裂组在形成时代和机制上具有一定的相似性,中生代时期是其形成和强烈活动的时期。

该断裂的北段王世疃至柳家庄之间,断裂走向北 $30^{\circ}$ 东左右,主断裂与方向、性质相同的小断裂构成宽 $4\sim 8\text{ m}$ 的断裂带,断裂切割了燕山后期中一酸性脉岩。主断裂普遍发育碎裂岩、角砾岩、断层泥、破劈理、韧性剪切带以及重晶石脉,呈压性左旋平移。在柳家庄北见断裂出露,剖面中断裂发育于元古代胶南群变质岩之中,沿断裂带发育断层泥和断层角砾带,覆盖在断裂带之上的晚更新世沉积物未被错断(图7)。



1 洪坡积;2 胶南群;3 断层泥砾带;4 硅化石

图7 柳家庄北相邸—高阁庄断裂剖面

在相邱镇 342 省道 49 号路碑附近,也见该断裂出露(图 8)。断裂主要发育在花岗岩与花岗闪长岩、变质岩中,主断裂产状为  $47^{\circ}/NW \angle 77^{\circ}$ ,断裂带宽约 4~6 m,由碎裂岩和断层泥带构成,最内的主断裂由棕黄(15 cm)、灰绿色断层泥(40 cm)组成,已处于固结状态,因出露于地表风化后较破碎。主断面东侧发育有一小断裂面,向上延伸 4 m 左右与主断面汇合。此外断裂通过于丘陵地区,地形上位于 NE 走向高地的 SE 侧,基岩顶面无明显的错动。

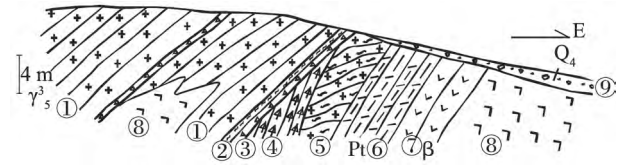


图 8 相邱镇西相邱—高阁庄断裂剖面

综合上述对断裂活动性分析资料,将研究区内主要断裂的主要参数列于表 1。

表 1 研究区主要断裂活动特征一览表

断裂编号	断裂名称	长度/km	产状			错动地层	活动性质	最新活动时代
			走向/( $^{\circ}$ )	倾向	倾角/( $^{\circ}$ )			
F1-F4	昌邑—大店断裂	>300	10~25	W	80	Q <sub>3</sub>	右旋逆断	南部 Q <sub>3</sub> 其它 Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub>
	安丘—莒县断裂	360	10~20	E	70~80	Q/N	右旋逆断	Q <sub>3</sub>
沂沭断裂带	沂水—汤头断裂	>300	5~30	W	60~80	Q <sub>3</sub>	右旋正断逆断	Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub>
	鄌鄆—葛沟断裂	>300	5~20	E	60~80	Q <sub>2</sub> -Q <sub>3</sub>	右旋正断	Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub>
F5	山相家—郝戈庄断裂	80	65	NW	65	Q <sub>2</sub>	正断	Q <sub>2</sub>
F6	相邱—高阁庄断裂	110	35~40					前 Q
F7	日照—胶南断裂	146	35	SE	70			Q <sub>2</sub>
F8	千里岩断裂	>400	35~50	SE	75			南段 Q <sub>2</sub> , 北段 Q <sub>3</sub>
F9	潮连岛南断裂	90	30~40	SE	60~80			Q <sub>1</sub>

结合图 1 及上述对各断裂(带)的论述,沂沭断裂带、山相家—郝戈庄断裂、千里岩断裂均为构成块体的边界断裂,规模相对较大,第四纪有过活动的断裂段主要集中在这些边界断裂上;而日照—胶南断裂和相邱—高阁庄断裂为块体内部的断裂,日照—胶南断裂中北段中更新世有过活动,南段为前第四纪断裂,相邱—高阁庄断裂为前第四纪断裂。

## 2 研究区地震情况

### 2.1 破坏性地震

自有历史资料记载以来,研究区内共记录到破

坏性地震 3 次,如表 2 所示,空间分布见图 1。3 次地震的定位精度都为 3 级,误差在 50 km 范围内。但根据历史资料记载的地震情况,山东诸城 5 级地震记载为“坏庐舍”,山东诸城西 5 级地震为“临沂、昌乐、诸城、益都(记十月)皆地震”。地震对山相家—郝戈庄断裂以南地区的破坏无记录,所以这 2 次地震震中在山相家—郝戈庄断裂以南的可能性不大,而山东日照东海域的  $4\frac{3}{4}$  地震为“诸城、日照、安东卫、赣榆各县地震”,根据地质构造图分析,该地震应该与千里岩断裂的活动有一定联系。

表 2 研究区破坏性地震目录(公元前 70 年—2011 年 12 月)<sup>[13]</sup>

编号	年-月-日	北纬/( $^{\circ}$ )	东经/( $^{\circ}$ )	震级	地点	地震情况
1	1509-04-21	35.4	119.7	$4\frac{3}{4}$	山东日照东海域	诸城、日照、安东卫、赣榆各县地震
2	1796-03-00	36.0	119.4	5	山东诸城	坏庐舍
3	1852-11-17	36.0	118.8	5	山东诸城西	临沂、昌乐、诸城、益都(记十月)皆地震。

### 2.2 现代小震

如图 1 所示,研究区的现代地震主要沿西侧的沂沭断裂带、东南侧千里岩断裂成条带状分布,北部胶莱凹陷内部也有较多的小震分布。研究区内现代

地震以  $M_L 2.0 \sim 2.9$  级地震为主,发生过  $M_L 4.0 \sim 4.9$  级 3 次、 $M_L 3.0 \sim 3.9$  级地震 21 次,其中 3 次  $M_L 4.0 \sim 4.9$  级、15 次  $M_L 3.0 \sim 3.9$  级地震发生在沂沭断裂带内部或边缘;胶南块体内部(边界断裂

5 km以外)仅记录到  $M_L 3.0 \sim 3.9$  级地震 2 次,  $M_L 2.0 \sim 2.9$  级地震 15 次,且分布情况与地质构造的几何展布情况的相关性较差。而山相家—郝戈庄断裂一线及其北部的胶莱凹陷和千里岩断裂东南侧的南黄海凹陷内的现代地震数量和地震的密集程度都较胶南块体内部要高。

从地震分布情况来看,胶南块体内部地震活动弱,边界较内部要强。

### 3 结论

(1)根据地震构造的研究结果,沂沭断裂带、山相家—郝戈庄断裂、千里岩断裂均为构成块体的边界断裂,规模相对较大,第四纪有过活动的断裂段主要集中在这些边界断裂上;而日照—胶南断裂和相邸—高阁庄断裂为块体内部的断裂,日照—胶南断裂中北段中更新世有过活动,南段为前第四纪断裂,相邸—高阁庄断裂也为前第四纪断裂。

(2)从历史地震和现代地震的情况分析,历史上

破坏性地震主要集中在边界断裂附近,胶南块体内部没有破坏性地震的记录;现代地震的分布情况也主要沿沂沭断裂带、千里岩断裂、山相家—郝戈庄断裂等边界断裂分布。

(3)综合研究区构造和地震的情况分析,整个胶南块体早期经历了一系列的地质时期构造演化,相对于其西部及北部的地质区域,其为一特殊的整体“外来体”,即由于早期华南、华北板块碰撞形成的造山带被后期郯庐断裂带左旋大平移而形成的独立地体,其内部岩性及构造相对独立统一,这也从地质角度找到了其内部地震活动相对较弱的原因。而活动断裂多位于不同构造块体周缘,这也与地震多发生在构造块体边界断裂事实一致。

(4)通过本文的研究,也可从活动构造和地震活动情况证明,胶南块体的北边界可能为山相家—郝戈庄断裂,而南边界可能为千里岩断裂带,边界部位地震活动较强,而胶南块体内部具有较好的稳定性。

#### 参考文献:

- [1] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [2] 曹国柱,王致本,张成基. 山东胶南块体及其边界断裂五莲—荣城断裂的构造意义[J]. 山东地质,1990,6(1):1-15.
- [3] 晁洪太,于慎涛,李家灵,等. 山东半岛地区活断层研究[J]. 东北地震研究,2001,17(4):1-8.
- [4] 王来明,宋明春,王沛成. 胶南威海造山带研究进展及重要地质问题讨论[J]. 山东地质,2002,18(3-4):78-83.
- [5] 鞠述晔,孟祥刚,毕可战,等. 威海七里汤—横山断裂最新活动时代及地震危险性分析[J]. 华北地震科学,2013,31(4):27-30.
- [6] 张鹏,王良书,石火生,等. 郯庐断裂带山东段的中新生代构造演化特征[J]. 地质学报,2010,84(9):1316-1323.
- [7] 郑颖平,翟洪涛,李光,等. 郯庐断裂带江苏新沂—安徽宿松段地震危险性分析[J]. 华北地震科学,2012,30(2):48-51.
- [8] 晁洪太,李家灵,崔昭文,等. 郯庐断裂带中段全新世活断层的几何结构与分段[C]//中国地震局地质研究所. 活动断裂研究(3). 北京:地震出版社,1994:180-190.
- [9] 晁洪太,李家灵,崔昭文,等. 郯庐断裂带中段全新世活断层的特征滑动行为与特征地震[J]. 内陆地震,1994,8(4):297-304.
- [10] 李家灵,晁洪太,崔昭文,等. 1668年郯城 8.1/2 级地震断层及其破裂机制[J]. 地震地质,1994,16(3):229-237.
- [11] 杜宪宋,邓起东,王志才,等. 声波探测技术在山东近海活断层探测中的应用[J]. 国际地震动态,2007,11:1-10.
- [12] 王志才,晁洪太,杜宪宋,等. 南黄海北部千里岩断裂活动性初探[J]. 地震地质,2008,30(1):176-186.
- [13] 国家地震局震害防御司. 中国历史强震目录(公元前 23 世纪—公元 1911 年)[Z]. 北京:地震出版社,1995.

## Research on Stability of Jiaonan Terrane Based on Relationship between Faults and Seismicity

XU Hong-tai, SHEN De-xiu, YANG Chuan-cheng, GE Fu-gang

(Shandong Institute of Earthquake Engineering, Jinan 250021, China)

**Abstract:** Through data collection and field geological survey on major faults of the Jiaonan terrane, the latest activity of the faults is determined; combined with seismic activity in the study area it can be proved that the Jiaonan terrane is a weak tectonic activity area, and the result is consistent with the seismic activity conclusions. According to previous studies, Jiaonan terrane is part of the Sulu orogenic belt and its surrounding faults have some new signs of activity, while the internal faults activity is less than the surrounding faults. These evidences prove that the Jiaonan terrane is relatively stable.

**Key words:** Jiaonan terrane, faults, seismicity