

赵 朋, 郑颖平, 翟洪涛, 等. 滁州地区构造活动特征分析[J]. 华南地震, 2014, 34 (3): 96-103. [ZHAO Peng, ZHENG Yingping, ZHAI Hongtao, et al. Study on Characteristics of Tectonic Activities in Chuzhou Region[J]. South china journal of seismology, 2014, 34(3): 96-103.]

滁州地区构造活动特征分析

赵 朋¹, 郑颖平¹, 翟洪涛¹, 潘纪顺², 曹均峰¹, 王立会¹

(1. 安徽省地震局, 合肥 230031; 2. 华北水利水电大学, 郑州 450045)

摘要: 通过对安徽滁州地区主要断层活动特征调查、拗陷与断拗发育演化的分析, 得出两类构造活动具有一致性, 且第四纪以来整体表现为弱活动特点。考虑研究区西侧的郑庐断裂带和东北侧的苏北盆地两个中强构造活动区影响, 认为滁州地区处于协调区域构造应力释放的活动状态, 地震活动水平较低。

关键词: 滁州地区; 构造活动; 自来桥-来安断裂; 六合-全椒拗陷

中图分类号: P542 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 03-0096-08

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.03.016

Study on Characteristics of Tectonic Activities in Chuzhou Region

ZHAO Peng¹, ZHENG Yingping¹, ZHAI Hongtao¹, PAN Jishun²,
CAO Junfeng¹, WANG Lihui¹

(1. *Earthquake Administration of Anhui Province, Hefei 230031, China;*

2. *North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450045, China*)

Abstract: Based on the investigation of the main fault activity in Chuzhou region, and analysis of basin developmental evolution, the paper gets that two types of tectonic activity are consistent with each other, and has low levels of tectonic activity since the Quaternary. Considering Tanlu fault in west side and Subei basin in northeast side which having levers higher of tectonic activity, Chuzhou region is in the stage of coordination of area tectonic stress, and have a lower levels of seismic activity.

Key words: Chu-zhou region; Tectonic activity; Zilaiqiao-Laian fault; Liuhe-Quanjiao depression

0 引言

滁州地区位于苏皖交界, 滁州市是“长三角城市群”成员城市, 国家级“皖江示范区”北翼城

市, 人口较为密集, 由于社会经济发展的需要, 滁州市开展地震小区化工作。研究区现有研究资料对前第四纪构造变形或局部应力场进行了分析^[1-2], 而构造新活动方面研究资料较少。结合本地区开展

投稿日期: 2013-12-25

基金项目: 安徽省科技厅 2012 年度科研项目(12070403082)

作者简介: 赵 朋 (1982-), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事地震预报研究。

E-mail: zp20031688@163.com.

的地震小区划工作,本文对滁州地区主要断层、拗陷及断拗等构造活动特征进行野外调查和分析研究,深化了对该地区构造活动情况的认识。

1 滁州地区地质构造背景

研究区位于安徽省东部,主要包括滁州市、来安、全椒等地,东侧与江苏高邮、六合等地相邻。大地构造单元属于下扬子陆块^①,其西北侧以郯庐断裂带为界与华北陆块相邻。

研究区西北部属于张八岭隆起区,东南部分为江北低山,中南、中东部地势起伏较小,分属全椒、天长、六合平原,其余地区为丘陵区。研究区内主要断层有北东向的滁河断层 F1、北西向的自来桥-来安断层 F2,以及发育于张八岭隆起带内的断层丛。除了西北部发育张八岭隆起带外,其余地区发育有不同时期的拗陷和断拗构造,区内构造运动主要表现为断层和拗陷盆地不同程度的活动。

2 研究区断层活动特征

研究区内的断层较发育,主要为北东向的滁河断层 F1、北西向的自来桥-来安断层 F2,这两条断层为区域性断层,呈隐伏状,分别穿过研究

区东南、东北部,现有研究资料较少。另外在研究区中西部发育有草庙王-仙店子断层、黄栗树断层等(图1)。

2.1 滁河断层(F1)

滁河断层自巢湖市大尖山西北,向北东经含山县仙踪、和县石杨、来安县汭河,穿苏皖边界,长度约 160 km,走向 NE40°~50°。

该断层为隐伏断层,重力异常反映为正、负异常交变带,磁场为北东向正异常宽缓梯变带。断层两侧地质构造及地层特征具有较大差异,主要表现为:① 滁河断层两侧岩性、厚度等差异较大。北西侧以灰岩为主,南东侧以白云岩为主。北西侧从志留系至早、中侏罗统仅有约 100 m 厚的早志留统地层,其余地层均缺失;而南东侧地层齐全,志留系至中、下侏罗统厚达 5 000 m;② 滁河断层两侧变形特征不一样,北西侧褶皱紧闭,南东侧开阔;③ 滁河断层北西侧为六合~全椒拗陷,沿断裂带拗陷变深,沉积了白垩系至新生界,厚度近 4 800 m;④ 沿断层分布许多温泉、冷泉,如汤泉温泉、琥珀泉^①等。

根据现有地质资料、遥感影像特征及地球物理初探结果,断裂经石杨镇滁河北侧通过。针对该断裂在石杨镇滁河北侧布设了浅层地震测线 C1(图

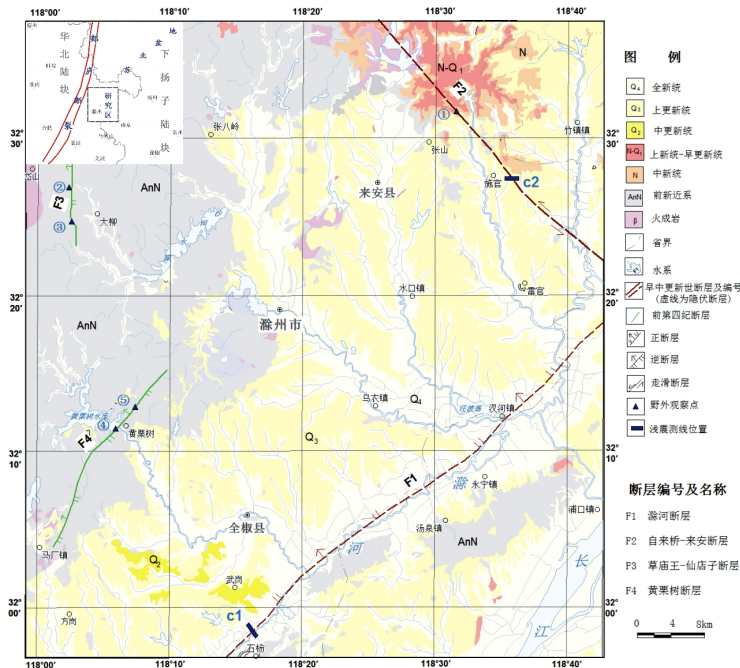


图 1 研究区主要断层分布图
Fig.1 The distribution map of main fault

① 安徽省地质局. 1:20 万南京幅区域地质调查报告(地质部分),1978.

2), 对该测线地震剖面分析并进行了地质解释。

C1 测线位于滁河北岸, 长约 0.6 km, 4 m 道间距, 其时间剖面如图 3, 时间剖面上可以识别出 T0、T1、T2 三组震相, 其中 T0 为第四系底界面, T1 为强风化壳的底界面, T2 为基岩内反射界面, 三组反射界面均平坦, 在桩号 280 m 处, T1 和 T2 反射同相轴为断层 Fp4 错断, 为一正断层, 倾向 S。在桩号 450~550 m 范围内, T2 反射同相轴呈下降趋势, 继而 T1、T2 同相轴缺失, 判断存在一正断层 Fp5, 倾向 N, 该断层未错断 T1, 该组断层推断为滁河断层组成部分, 根据浅震探测结果, 断层发育于基岩及其风化壳内, 其顶部未见错断

第四系。

岩相古地理资料证实, 早寒武世早中期, 断层北西侧是以页岩-硅质岩为主的盆地相沉积, 南东侧为以页岩-白云岩为主的局限台地相沉积; 早寒武世晚期至晚寒武世早期, 西侧转为页岩-灰岩及灰岩-泥质灰岩为主的陆棚-陆棚内缘相沉积, 东侧为以白云岩为主的局限台地-蒸发台地相沉积; 至早奥陶世红花园组沉积时, 两侧岩相已差异不大, 说明断层起始于早寒武世, 早奥陶世已趋消亡, 至燕山期及喜马拉雅期, 断层再次活动。在石杨-汤泉一带, 小震沿断层呈线状分布, 震级均小于 M_L 2.5 级(最大为 1999 年 6 月 M_L 2.4 级)。

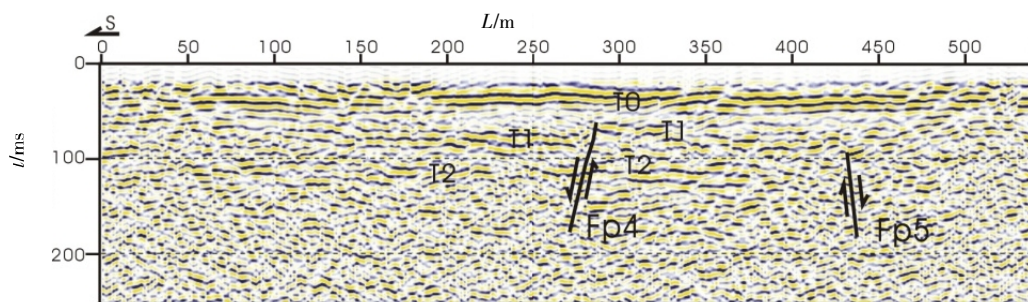


图 2 C1 浅震测线时间剖面(横向比例尺 1:2 000, 纵向比例尺 1:4 000)

Fig.2 Time profile of C1 shallow seismic line(transverse scale 1:2 000, longitudinal scale 1:4 000)

根据以上资料综合分析, 滁河断层自寒武纪以来, 经历了多期活动, 白垩纪-第三纪有过较强的活动并参与了其北侧的拗陷活动, 晚第三纪以来活动逐渐减弱, 断层两侧的第四纪地层晚期形成的层状地貌面分布平稳, 断层活动微弱。

2.2 自来桥-来安断裂(F2)

该断裂又称施官集断裂。断裂自明光市自来桥北, 向东南经来安杨郢、长山、施官, 延伸至六合南的龙池附近, 呈 310° 展布, 长度约 100 km。该断层为一条物探解释的隐伏断层, 在布格重力异常图上, 断层东北侧为负异常区, 西南侧为正异常条带; 在航磁异常图上, 该断层大致沿北西向航磁零等值线附近通过。

断层主要发育在新生代地层中, 且具有一定宽度。其西南侧张八岭群内次级北西向断层、褶皱和片理发育。燕山中期的辉长闪长玢岩沿断层两侧分布; 燕山晚期的石英二长斑岩、石英闪长岩岩体及石英二长岩、闪长玢岩、煌斑岩脉均与断裂同向展布, 密集成带。断层横穿六合-全椒拗

陷, 自来桥-八百里桥断拗受其控制, 上新世至早更新世大规模的玄武岩即沿此深断层带喷溢^①。

在来安县长山北采石坑, 调查组在该处发现一组北西向断面(图 3)。该组断层发育于新近纪浅灰色玄武岩内, 走向均为北西向, 近直立。断面较平滑, 可见擦痕, 显示断层具有斜滑性质。断面两侧岩石相对破碎, 顶部盖有第四纪砾石层。断层面内未见有软弱断层物质发育。

根据北西向断层的产状特征, 重力异常所显示的位置以及现有地质资料, 在施官镇东侧布置一条约 2 km 的浅层地震测线 C2, 测线走向近东西向, 受地形影响走向稍有变化。

C2 测线时间剖面见图 4, 纵波时间剖面上可以识别出 T0、T1、T2、T3、T4、T5 等多组震相, 其中 T0 为玄武岩顶界面, T2-T5 为基岩内不同期次岩浆岩层的反射界面。剖面的显著特征是在桩号 1 300~1 600 m 范围内多组反射震相缺失, 桩号 1 300~1 600 m 两侧反射层位略有向下弯曲, 呈现一种挤压状态, 判断存在 Fp6 断层, 基岩界面 T1 错断, 覆盖层内未见明显错断。

① 安徽省地质局. 1:20 万南京幅区域地质调查报告(地质部分), 1978.

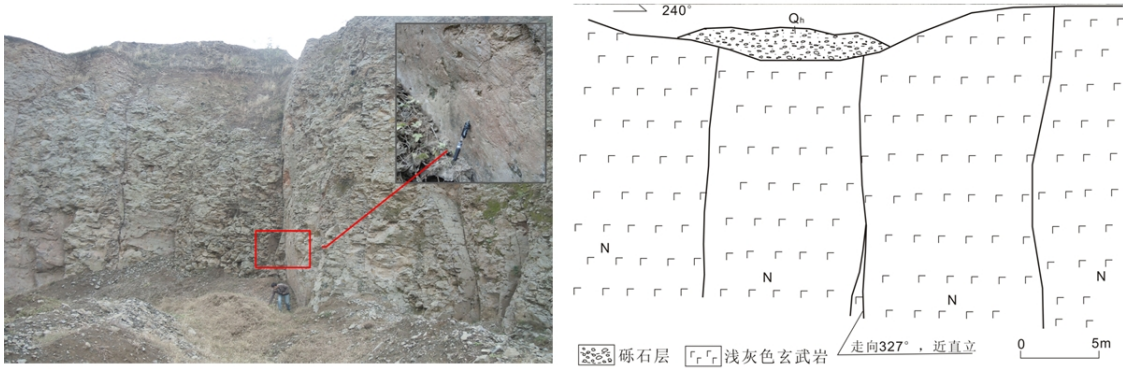


图3 长山北采石坑出露断面及剖面图(镜向 150°)
Fig.3 Fault section of Changshan quarry (direction 150°)

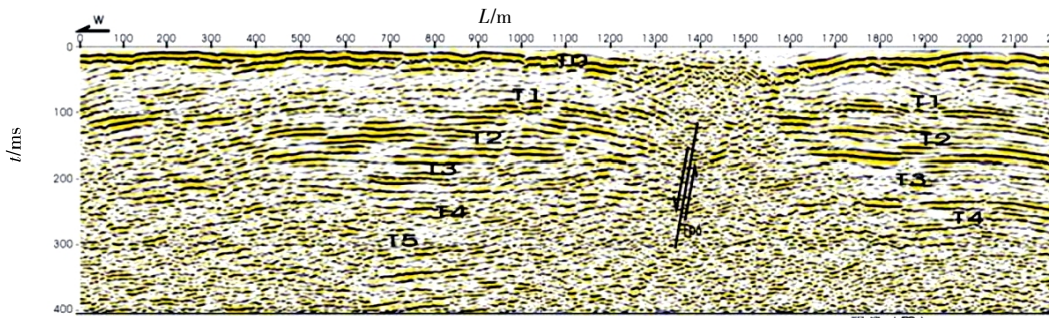


图4 C2 浅震测线时间剖面(横向比例尺 1:4 000,纵向比例尺 1:4 000)
Fig.4 Time profile of C2 shallow seismic line(transverse scale 1:2 000, longitudinal scale 1:4 000)

沿该断层有一系列的小地震活动,如1980年3月在六合县瓜埠乡发生了一次小震群,计18次小震,最大震级为 M_L 2.1级。施官-竹镇之间亦有小震群的存在,其中最大的地震为2002年5月施官东南 M_L 3.8级地震。

综上所述,该断层是一条形成于中生代而晚第三纪又强烈活动的断裂,在上新世至第四纪早期仍有活动,主要表现为断层沿线的玄武岩的喷溢,以中-上新世为主要活动期,进入第四纪以来局部有少量喷溢,但趋于结束^①。玄武岩火山口分布与玄武岩地层的分布不相称,以及 N_2-Q_1 地层具有向北东微倾的特点,说明在岩浆喷溢活动趋于平静以后,该断层参与了该地北西向断拗活动。综合分析认为,该断层第四纪以来仍有一定的活动性,并参与了区域断拗活动。

2.3 其它断层

研究区西北部大面积基岩出露多为前侏罗纪地层,东侧出露侏罗纪地层及零星出露白垩纪地层,第四系仅分布于河湖沿岸。该地区发育有规

模不大但数量较多的断层,断裂多发育于新生代之前的构造运动中,其中规模较大的有近南北向的草庙王-仙店子断层F3和北北东向的黄栗树断层F4(图1)。

(1) 草庙王-仙店子断层(F3)

该断层位于磨盘山-将军山东侧,长约18 km,断层总体走向6°,某些地段为南北向,将岱山背斜和北将军背斜东部断失,使之出露不全,航片上这条断层较明显。北部及南部段北将军组逆冲于张八岭组之上,倾向西,倾角80°以上,中间段断层发生在张八岭组之中。

沿断层普遍有硅化带,宽达30~50 m以上,断层旁侧岩层小褶曲相当发育,片理化强烈,岩石破碎硅化。南段见角砾岩、擦痕,断面比较光滑。沿断层常有中性岩脉和石英脉、长英质脉体贯入,这些岩脉方向有的与断层一致,有的斜交。上述特征说明挤压现象相当明显。

在仙店子南图1观察点②见断面出露(图5左侧剖面),该断层发育于前震旦纪张八岭岩群内,西侧为灰棕色浅粒岩,东侧为灰黄色白云石英片

① 安徽省地质局. 1:20万南京幅区域地质调查报告(地质部分),1978.

岩。断层走向 3° ，近直立，断面平直，切岩层面，断层内发育棕红色松散物质，取ESR样cze-1，测试结果 $>200\text{ Ma}$ 。根据岩层牵引形态表明该断面为逆冲性质，断面顶部未见覆盖层。

在大柳镇和尚庄南一水库泄洪口图1观察点③见断层出露(图5右侧剖面)，该断层发育于前震旦系石英片岩内，表现为一组北北西向断面，走向 $335^{\circ}\sim 355^{\circ}$ ，倾向西南，倾角 $\geq 60^{\circ}$ 。该组断面较平直，发育光滑镜面，其中东侧两组断面见擦痕，与水平面呈 50° 夹角，显示一种压扭作用，总体来看为西侧岩体向东逆冲。主断面发育角砾岩，固结坚硬，未见软弱物质发育，顶部覆盖现代堆积物。

在该点北侧见近南北向角砾岩带，宽约 0.5 m ，角砾岩固结坚硬。该断层发育于早期构造运动，后期受其西侧的郯庐断裂带的影响有一定程度的活动，但进入新生代以来活动较弱，附近亦

未有小震分布，综合分析认为该断层为前第四纪活动断层。

(2) 黄栗树-喉咙洼断层(F4)

该断层位于黄栗树至喉咙洼一带，长约 25 km ，总体走向 20° ，以多条近平行断层延续，断面不平坦且弯曲状，产状倾向北西或南东，倾角较陡。切穿地层为震旦系、寒武系等，野外调查发现，沿断层线岩层普遍破碎，见角砾岩及铁矿化，以及灰岩重结晶现象等。挤压小褶曲发育，局部见糜棱岩，推测压应力和扭应力同时存在。

断层从黄栗树水库泄洪口图1观察点④穿过，在泄洪道北侧见角砾岩带发育，该角砾岩宽约 3 m ，经后期侵蚀风化，出露部分不完整，但角砾岩清晰可辨，角砾多为硅质岩，固结坚硬。角砾岩东侧发育四条近平行断面(图6左侧剖面)，走向北东，倾向北西，倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。部分断面依稀可见擦痕和阶步发育，显示西侧岩层向东斜冲。断面不新鲜，

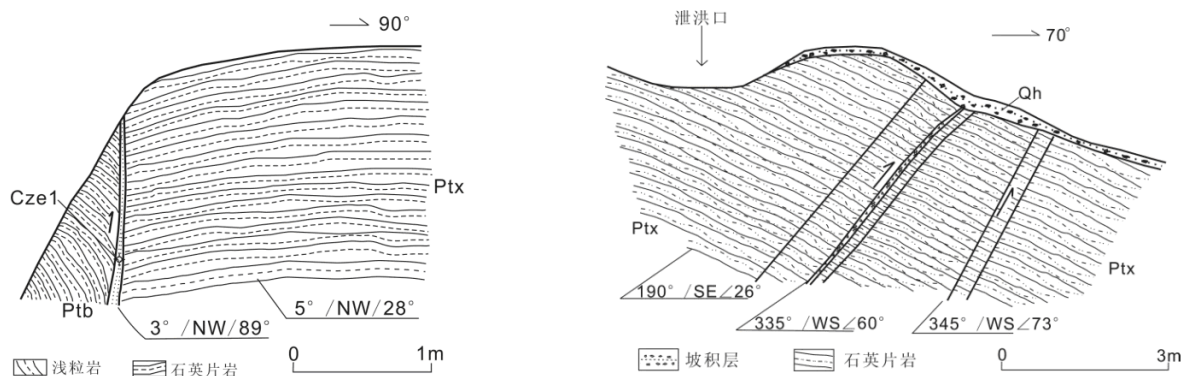


图5 草庙王-仙店子断层剖面(左侧为观察点②,右侧为观察点③)

Fig.5 Caowangmiao-Xiandianzi fault sections(Left is survey point②,right is survey point ③)

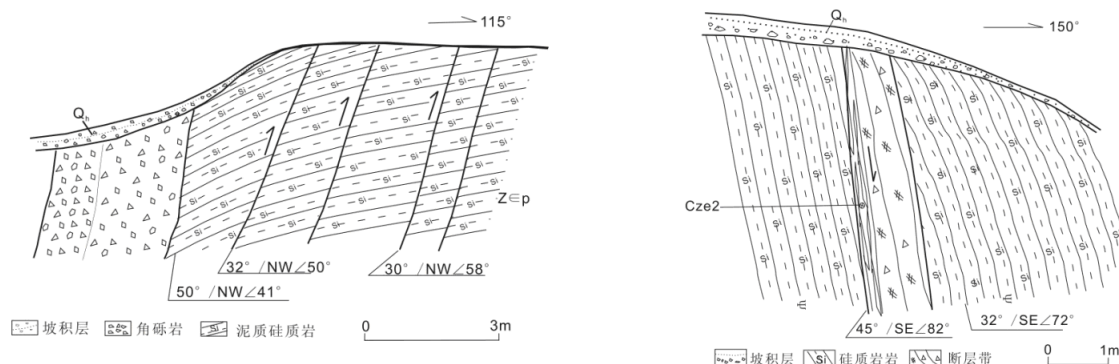


图6 黄栗树-喉咙洼断层剖面(左侧为观察点④,右侧为观察点⑤)

Fig.6 Hanglishu-houlongwa fault sections(Left is survey point④,right is survey point ⑤)

① 安徽省地质局. 1:20万南京幅区域地质调查报告(地质部分),1978.

断面较平直,局部风化侵蚀,填充风化土。

在黄栗树北侧路北图 1 观察点⑤见断面出露(图 6 右侧剖面),断层发育于寒武系硅质页岩内,走向 45°,近直立,断层带宽约 1 m,靠近西侧主断面处发育紫红色片理化断层物质,固结较硬,面上发育擦痕和阶步,显示正走滑性质。东侧为岩层破碎带,均固结状。在主断面附近取挤压片理化断层物质做 ESR 样品 cze-2,测试结果>200 Ma。断层顶部覆盖近代坡积薄层。

在喉咙洼东侧见角砾岩带,该角砾岩带规模较大,宽约 3~5 m,长约数百米,北北东走向,角砾成分主要为硅质岩、灰岩等,固结坚硬。该断层是黄栗树-破凉亭断层的北段,断层表现近平行的丛集形式,主要活动时代为燕山中期,后期活动逐渐减弱,断层沿线小震活动微弱^①。综合分析认为该断层为前第四纪活动断层。

3 研究区坳陷及断拗活动特征

研究区内西北部为张八岭隆起区,东部和南部则坳陷与断拗较发育,坳陷与断拗形成于燕山晚期及喜山期。其中燕山晚期主要有六合-全椒坳陷,喜山期主要有来安-水口坳陷、自来桥-八百里桥断拗等(图 7)。

(1) 六合-全椒坳陷

展布于全椒-来安-六合及其附近的广大地区,总体走向北东向(图 7a)。由于第四系广布,基岩露头零星出露。地表见上白垩统赤山组上段构成坳陷主体,赤山组下段分布于坳陷边缘地区。坳陷北西浅,南东深,明显受滁河断层的影响,而且表现出坳陷有向北东逐渐加深的趋势。

(2) 来安-水口坳陷

来安-水口坳陷属于金湖-来安坳陷的西南部

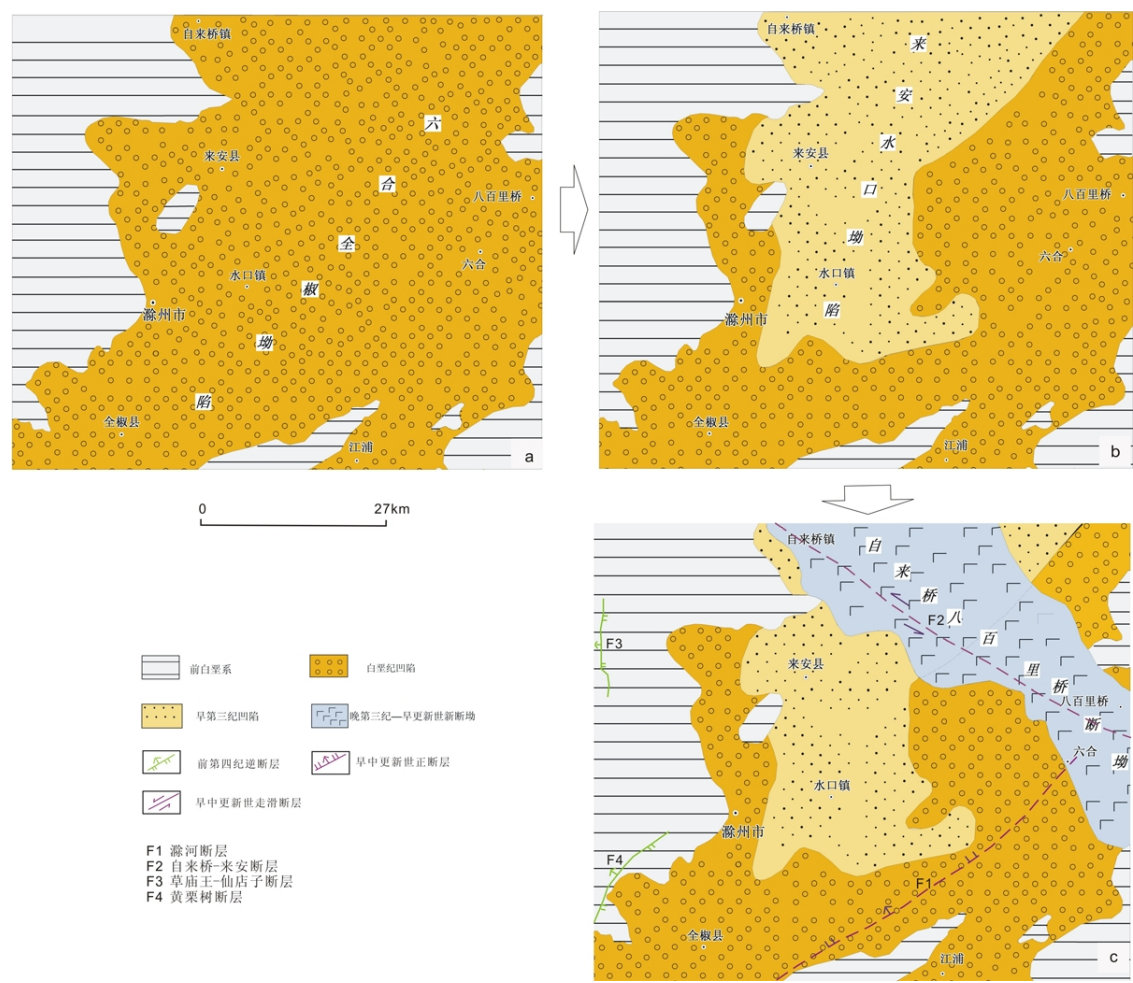


图 7 研究区及邻区燕山晚期以来坳陷及断拗演化示意图(据 1:20 万南京幅区调报告,修改)

Fig.7 Schematic diagram of basin evolution in the study and adjacent areas since the late Yanshannian

① 安徽省地质局. 1:20 万南京幅区域地质调查报告(地质部分),1978.

分, 坳陷边界基本上按布格重力场 0 毫伽圈定。下第三系舜山集组和张山集组为坳陷主体 (图 7b)。其特点为:

① 继承在白垩纪六合-全椒坳陷之上, 下第三系构成坳陷主体。

② 北东-南西向展布, 北东宽而深, 南西窄而浅, 呈向北东开口的簸箕状。

③ 坳陷往北东与苏北盆地相连, 沉降中心自南西向北东逐渐迁移。

④ 坳陷边缘地层倾角一般小于 10° , 甚至仅 $5^{\circ}\sim 6^{\circ}$, 局部由于错动达 36° 。

(3) 自来桥-八百里桥断坳

位于明光市自来桥至六合八百里桥一带, 呈北西-南东向分布 (图 7c)。该断坳由上第三系至下更新统组成, 分布大片的玄武岩及少量的河湖相砂砾岩。地层倾向总趋势是北东, 倾角相当平缓, 断坳南侧见白垩纪红层, 北侧被第四系掩盖, 据钻孔资料显示, 覆盖层之下不深处即有玄武岩, 说明断坳南高北低。

它基本上垂直迭复于来安-水口早第三纪坳陷和六合-全椒白垩纪坳陷之上。该断坳有大片的玄武岩沿北西向分布, 且玄武岩中含大量橄榄石团块和晶体, 故而该坳陷深受其南东边缘的来安-自来桥断层影响。该断坳的形成以及伴随的岩浆喷溢运动是研究区内最新最剧烈的运动形式, 断坳的形成与自来桥-来安断层密切相关^①。

总体上来看, 研究区内西北部主要发育燕山期及之前的褶皱构造, 构成了张八岭台隆的一部分, 进入新生代以后活动较微弱; 东南大部则发育不同时代的坳陷与断坳, 广泛沉积了第四纪地层, 是研究区内的构造活动相对活跃的地区。该地区坳陷与断坳的演化过程 (图 7) 可以概述为: 在白垩纪形成的六合-全椒坳陷的基础上, 早第三纪形成了来安-水口坳陷。晚第三纪至早更新世, 形成了北西向的自来桥-八百里桥断坳, 伴随断坳活动喷溢大量玄武岩。该断坳与自来桥-来安断层关系密切, 并改变了前期形成的坳陷, 为研究区内新生代主要构造活动形式之一。

4 讨论

通过上述分析可以得出, 区内断层、坳陷及断坳构造活动具有一致性, 即白垩纪开始形成全椒-六合坳陷, 该坳陷活动与其南侧边界的滁河断层有

关; 在全椒-六合坳基础上, 早第三纪时形成了来安-水口坳陷, 并发育一些列次级坳陷, 这些坳陷在上级坳陷西北缘发育, 也说明滁河断层活动减弱; 而晚第三纪-早更新世形成的北西向自来桥-八百里桥断坳, 又改造了前期形成的早第三纪坳陷。总体看研究区构造活动有自西南向北东方向变新的特点。自来桥-八百里桥断坳受自来桥-来安断层的影响, 喷溢了大片玄武岩岩浆, 早第四纪早期逐渐停止喷溢, 区域上表现为缓和的升降运动。

从更大的范围看, 研究区西侧为郟庐断裂带, 东北侧属于苏北盆地 (图 1)。根据现有研究成果^[4-11], 郟庐断裂带在淮河以南至巢湖段多穿过基岩隆起区, 在五河紫阳、明光石门山、定远白山凌、肥东山王集等地均可见该断层出露, 尚未发现晚第四纪以来活动证据。沿断裂小震呈线状, 亦有如定远 2006 年 7 月 26 日 $M_s 4.2$ 级地震等中强震的发生, 其水平构造应力场为近东西向。苏北盆地是苏北-南黄海盆地的大陆部分, 亦是构造活动较强烈的地区, 高邮-宝应-响水一带地震密集, 如 2012 年 7 月 20 日高邮 $M_s 4.9$ 级地震等, 为中强震发生地区。研究地区内历史上未记载大于 $M_s 5$ 级的地震发生, 最大地震为 1500 年滁县 $M_s 4\frac{3}{4}$ 级。区内新构造运动, 如张八岭台隆的弱隆升, 全椒、来安一带的坳陷与断坳作用, 进入第四纪晚期以来均已减弱, 现代地震沿滁河断裂和自来桥-来安断裂呈线状分布。但其受上述两个中强震构造区带的影响, 未来时期研究区内构造运动将处于协调区域构造应力释放的活动状态, 且存在中小震发生的可能。

5 结论

(1) 通过对滁州地区野外地质调查、样品测试、浅层地震探测等手段, 分析区域内断裂的活动特征, 得出西侧的草庙王-仙店子断层和黄栗树断层为前第四纪断层, 滁河断层和自来桥-来安断层在第四纪早期具有一定程度的活动性。

(2) 研究区东部和南部发育了不同时代的坳陷及断坳, 其演化历史与断层活动具有一致性, 活动时代由老至新依次为六合-全椒坳陷、来安-水口坳陷、自来桥-八百里桥断坳。

(3) 滁州地区断层、坳陷及断坳的构造活动

① 安徽省地质局. 1:20 万南京幅区域地质调查报告 (地质部分), 1978.

在第四纪均已减弱,而其西侧的郯庐断裂带和东北侧为苏北盆地构造活动相对强烈,未来时期研究区内构造运动将处于协调区域构造应力释放的活动状态,且存在中小震发生的可能

文中两个 ESR 年代样品由中国地震局地质研究所地震动力学国家重点实验室测试

致谢:对在本文野外调查中给予指导和帮助
的刘加灿高工表示感谢!

参考文献:

- [1] 刘文灿,李博文,潘宝友,等.安徽巢湖-滁州地区中生代构造变形特征[J].现代地质,2001,15(1):13-20.
- [2] 高伟,张戈.安徽巢湖北部中生代以来构造应力场探讨[J].中山大学研究生学刊,2012,33(1):72-85.
- [3] 张文佑.中国及邻区海陆大地构造图[M].北京:科学出版社,1983.
- [4] 汤有标,姚大全.郯庐断裂带赤山段晚更新世以来的活动性[J].中国地震,1990,6(2):63-69.
- [5] 谢瑞征,丁政,朱书俊,等.郯庐断裂带江苏及邻区第四纪活动特征[J].地震学刊,1991(4):1-7.
- [6] 徐嘉炜,朱光.中国东部郯庐断裂带构造模式讨论[J].华北地质矿产杂志,1995,10(2):121-134.
- [7] 晁洪太,李家灵,崔昭文,等.郯庐断裂带潍坊-嘉山段全新世活断层的活动方式与发震模式[J].地震研究,1997,20(2):218-226.
- [8] 侯明金,王永敏.郯庐断裂带(安徽部分)的研究进展[J].安徽地质,2003,13(4):248-256.
- [9] 汤加富,李怀坤,娄清.郯庐断裂带南段研究进展与断裂性质讨论[J].地质通报,2003,22(6):426-436.
- [10] 姚大全,刘东旺,翟洪涛,等.安徽肥东桥头集南西第四纪断层活动习性[J].震灾防御技术,2009,4(3):308-311.
- [11] 陈安定.苏北盆地构造特征及箕状断陷形成机理[J].石油与天然气地质,2010,31(2):140-150.