

文章编号: 1006-6616 (2016) 03-0667-18

鄱阳湖盆地的地质演化、新构造运动及其成因机制探讨

杨晓东^{1,2}, 吴中海^{2,3}, 张海军¹

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

3. 国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室, 北京 100081)

摘要: 综合鄱阳湖盆地的沉积特征和构造活动特点, 并结合钻孔及剖面资料, 分析了鄱阳湖盆地在东亚地区中生代大地构造背景下的地质演化过程, 总结了控制鄱阳湖盆地发展的主要断裂构造及其特征以及盆地的中生代沉积古地理演化, 最后进一步根据已有资料, 总结了区域主要断裂的第四纪活动性及与地震活动的关系, 并探讨了盆地的成因机制。综合研究认为, 在中生代, 中国东南部的燕山运动事件使一套大致平行的北东—南西向断裂带形成, 并在此时期导致了鄱阳湖断陷, 形成鄱阳湖沉积盆地的雏形; 之后, 随着赣江断裂系活动方式的变化, 鄱阳湖盆地经历了复杂的构造演化过程; 至第四纪, 盆地中部发生整体拗陷并持续接受沉积; 全新世中期后, 演化成现代鄱阳湖。

关键词: 鄱阳湖盆地; 地质演化; 新构造; 活动断裂; 地震

中图分类号: P546

文献标识码: A

鄱阳湖盆地是华南由于构造作用产生的断陷盆地, 经历了漫长而又复杂的地质演变过程。盆地位于扬子板块中部, 江南造山带东段南缘, 华南褶皱带北侧, 在李四光提出的新华夏构造体系中可归为第二个沉降带中^[1]。包括中下扬子地区在内的中国东南部大地构造条件十分复杂, 燕山运动以来, 华南属于亚洲东部滨太平洋大陆边缘活化带的一部分^[2]。关于鄱阳湖盆地的历史成因以及演化前人也做过大量工作, 但从新构造运动和大地构造背景下演化的角度研究鄱阳湖盆地的资料较少。鄱阳湖与长江也有着不可分割的关系, 长江水位的高低和鄱阳湖的水位互相支持和作用^[3]。鄱阳湖平原又是长江中下游五大平原之一, 且研究区位于环鄱阳湖城市群中央, 鄱阳湖盆地的发展演化影响着长江经济带及周边城市群的建设。讨论鄱阳湖盆地演化特别是第四纪以来的活动断裂和新构造可以使我们掌握地壳的运动特征和断层的活动规律, 在今后更好地为当地城市建设服务, 具有重要的科学价值和实践意义。本文在综合分析前人研究成果的基础上, 进一步通过该地区的沉积古地理及活动断裂资料等讨论了鄱阳湖的演化和新构造运动特征, 以期对鄱阳湖形成演化的研究有所帮助。

收稿日期: 2016-03-07

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (12120114002101, DD20160268); 国家自然科学基金项目 (41571013, 41171009)

作者简介: 杨晓东 (1991-), 男, 硕士研究生, 专业方向为沉积地质学与环境分析。E-mail: dong6015@qq.com

通讯作者: 吴中海 (1974-), 男, 研究员, 从事新构造和活动构造研究。E-mail: wzhh4488@sina.com

1 区域概况和背景

鄱阳湖位于江西省中北部, 北纬 $28^{\circ}20'$ — $29^{\circ}50'$ 、东经 $115^{\circ}50'$ — $116^{\circ}45'$ 之间^[4], 南北长 173 km, 东西宽 74 km, 是中国最大的淡水湖。湖泊形似葫芦, 最深水位超过 20 m, 水域面积 4125 km^2 ^[5]。流域内水系发达, 赣江、抚河、修河、信江、饶河 5 大河流成辐射状向鄱阳湖汇合, 并在湖口注入长江, 形成鄱阳湖水系。鄱阳湖以松门山为界分南北两部分, 南部宽且浅, 为湖泊主体, 北部为入江水道, 湖水窄而深, 且鄱阳湖水位呈现显著的季节性变化^[6~8]。

研究区地貌以鄱阳湖平原为主, 鄱阳湖平原地势低平, 高程一般小于 25 m, 湖泊周围分布着山地、丘陵^[9], 其中湖盆西北侧为断块隆起而形成的庐山。庐山是典型的地垒式断块山, 长约 25 km, 宽 10 km, 最高峰为汉阳峰, 海拔 1474 m^[10~11]。研究区属亚热带温暖湿润气候区, 土壤、植被类型多, 湖盆南北两侧还断续分布着沙山地貌^[12]。

盆地具有变质和褶皱双层基底, 下部为中元古界双桥山群变质岩基底, 上部为震旦—侏罗系沉积岩褶皱基底。盆地发育的陆相沉积盖层包括: 下白垩统冷水坞组, 上白垩统周家店组、南雄组, 古新统清江组。盆地内广泛发育白垩系, 古近系见于盆地西部小部分地区。盆地多被第四系沉积物覆盖, 沉积体系包括河流相、三角洲相和湖泊相^[5]。

鄱阳湖盆地是地壳拉张作用产生的规模较大的断陷盆地, 面积约 20000 km^2 ^[5], 位于扬子板块中部和江南复背斜的交界处, 北邻秦岭褶皱系, 南侧是华南褶皱带, 处于这 2 个构造单元南北距离最短的构造部位^[4] (见图 1)。本区自印支运动以来, 经历了多期构造活动, 地质构造大部分为北东和北北东走向, 仅部分为北西和近东西走向。赣江断裂是穿过研究区的主要断裂, 呈北东—南西向展布, 并且控制着盆地的发育演化^[13~14]。江南复背斜是多轮回褶皱区, 从上海起延伸到广西北部, 经过鄱阳湖盆地和洞庭湖盆地的褶皱断裂地带。很多学者研究过华南的大地构造问题, 黄汲清^[15]认为加里东运动后江南复背斜成型, 而后在燕山期遭受褶皱和断裂作用, 亦有花岗岩侵入。江南复背斜是扬子沉积区和华南沉积区的分界线。印支运动是影响华南地区的一次重要的构造运动, 华南的印支运动不仅使盖层褶皱, 还使加里东基底不同程度地卷入褶皱作用。印支运动后, 华南转为滨太平洋构造域, 属于亚洲东部大陆边缘活化带的一部分。同时在更大的大地构造背景上看, 由于贝尼奥夫带的出现, 中国东部由被动边缘转为太平洋式主动边缘。在燕山期, 西太平洋古陆与中国东部大陆碰撞, 西太平洋大陆边缘的性质从安第斯型转为西太平洋型, 由于张裂作用, 亚洲东部大陆开始解体^[16]。任纪舜^[2]认为此时中国南部遭受了剧烈的岩浆活动, 在下扬子地区主要表现为强烈的褶皱、逆掩和左旋走滑断裂作用。在李四光^[1]提出的新华夏体系中, 松辽盆地、华北平原、江汉平原等分段落式地构成第二个沉降带, 它们由于东西向构造的影响而单独成为沉积盆地, 鄱阳湖盆地位于此沉降带东侧, 属于典型的“多”字型构造体系。

2 鄱阳湖盆地的基本地质构造格局

在继承性和新生性构造作用下, 如今的鄱阳湖盆地具有“两凹夹一隆”的格局^[4,14], 分为北鄱阳凹陷、长山隆起、南鄱阳凹陷 3 个一级构造单元 (见图 2), 其中南鄱阳凹陷占整个盆地的二分之一以上, 北鄱阳凹陷和南鄱阳凹陷亦呈凹陷和凸起相间的格局, 南鄱阳凹陷中的南昌凹陷最深, 达 4000 m (见图 3), 且有良好的油气开发前景^[17~20]。

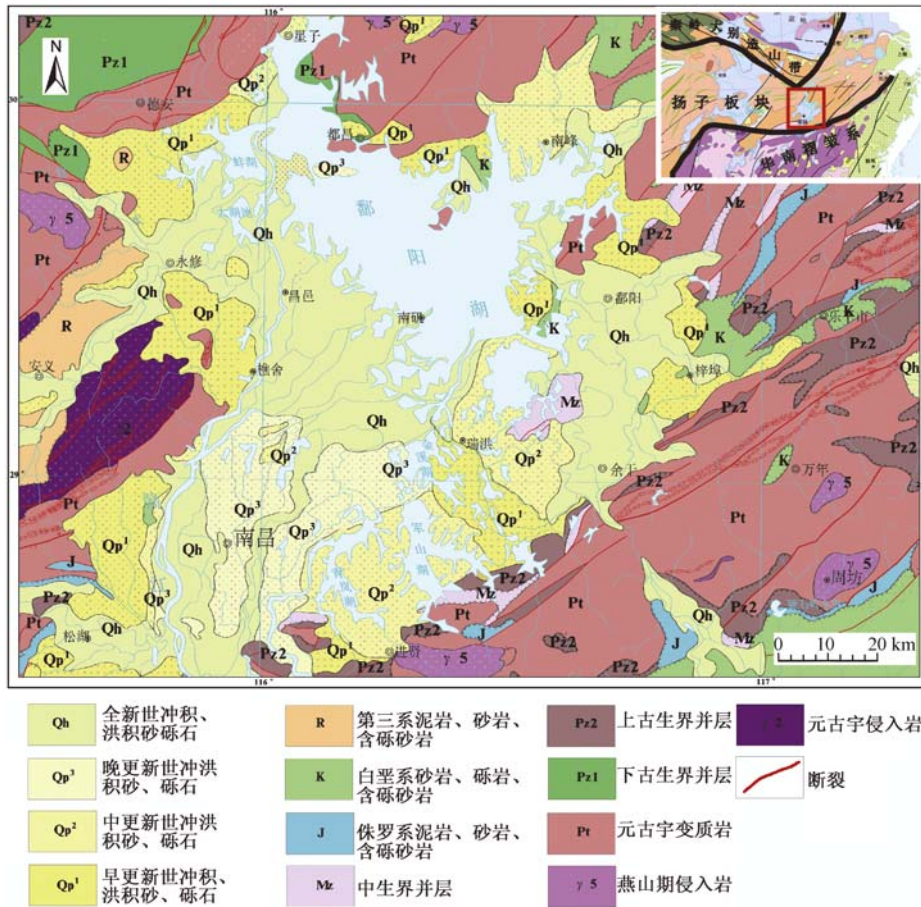


图1 江西中北部鄱阳湖盆地地质图

Fig.1 Geological map of the Poyang Lake Basin in centra-north Jiangxi

3 鄱阳湖盆地地质演化过程

关于鄱阳湖盆地开始演化的时代尚有争论, 有些学者认为是侏罗纪早期, 而有些学者认为白垩纪是盆地的起始演化时代, 但对于盆地演化大致过程的认识较为统一。根据大地构造的发展演化及盆地在沉积和区域应力特征上的变化, 可将鄱阳湖盆地自白垩纪以来的演化过程分为早白垩世、晚白垩世—古近纪和新近纪、第四纪以来3个阶段(见图4)。

3.1 早白垩世鄱阳湖盆地的演化特征

这一时期为燕山运动强烈而频繁活动时期, 也是洋壳板块与欧亚板块强烈作用时期, 同时也是滨太平洋构造域发展演化和岩浆活动的主要阶段^[21]。

早白垩世为盆地演化开始的时间, 沉积盆地最早出现于江西中部的花草尖—周家源—打鼓顶一线, 而后以此为轴线分别向北西、南东2个方向逐渐扩大与迁移; 早白垩世晚期盆地仅限于南昌以东, 此时的拉分盆地的沉积中心在麻丘—涇口, 最大沉积厚度可达1000 m, 向两侧迅速减薄^[11]。冷水坞组属于赣江断裂控制的拉分盆地河流谷地相沉积, 其岩系展布局限于断裂围限的盆地范围内(见图5)。

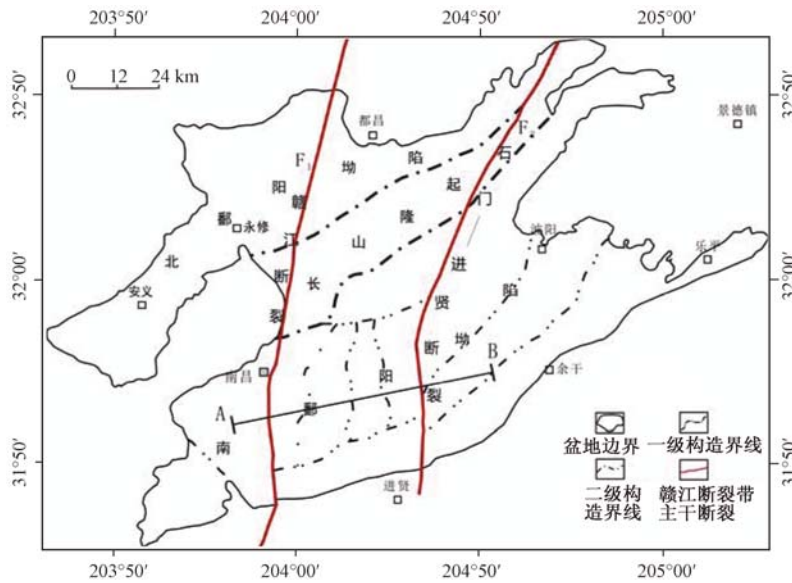
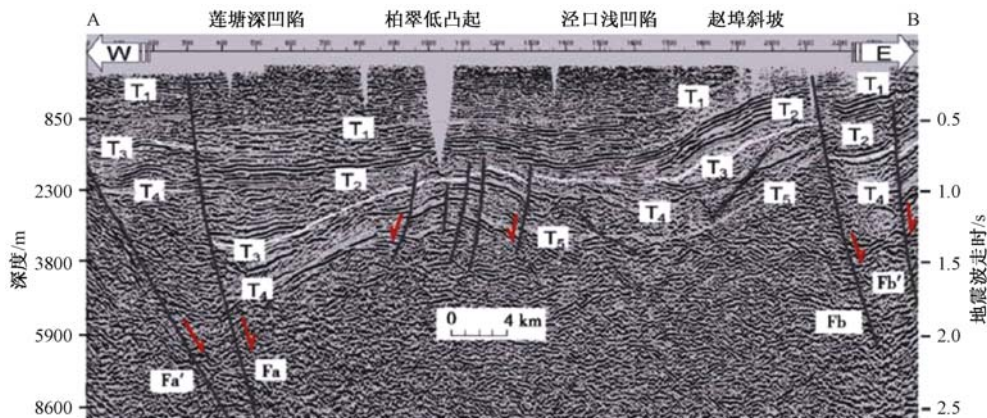


图2 鄱阳湖盆地构造分区简图 (据周松源等^[22])

Fig. 2 Tectonic divisions of the Poyang Lake Basin



T₁—南雄组三段 (K₂n³) 底面; T₂—南雄组二段 (K₂n²) 底面; T₃—南雄组一段 (K₂n¹) 底面;

T₄—周家店组 (K₂z) 底面; T₅—冷水坞组 (K₁l) 底面 (即前白垩系顶面); 走滑断裂:

Fa—赣江断裂主枝 (南昌—丁坊); Fa'—赣江断裂副枝 (新建—坪湖); Fb—进贤—石门街断裂主枝 (进贤—长山);

Fb'—进贤—石门街断裂副枝 (钟陵—石门街)

图3 盆地内部地震构造解释图^[11] (剖面位置见图2)

Fig. 3 Seismic structural interpretation in the Poyang Lake Basin

在周松源等^[22-23]划分的演化阶段中, 早白垩世晚期 (冷水坞期) 赣江断裂左旋走滑, 拉分盆地形成; 鄱阳盆地周边的南丰、吉水等新的凹陷盆地还继承了之前的火山活动, 有大量火山凝灰物质或少量火山灰流喷出。

在中生代, 由于燕山运动, 盆地周边地区强烈褶皱成山, 盆地本身断裂下陷成为地堑式洼陷, 东西向构造、华夏系和新华夏系是构成本区的骨架^[24]。其结构基底为晚印支和中燕山期拆离造山带变质岩系和古生界海相沉积岩系双层结构, 受控于北北东向展布的赣江走滑

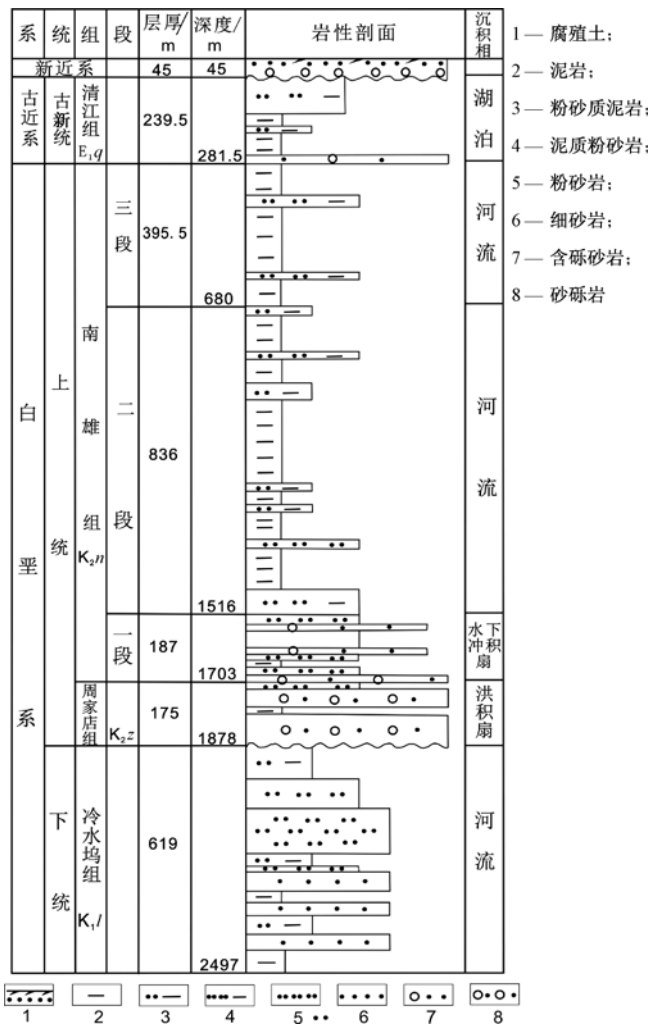


图4 白垩—古近系地层序列特征^[11]

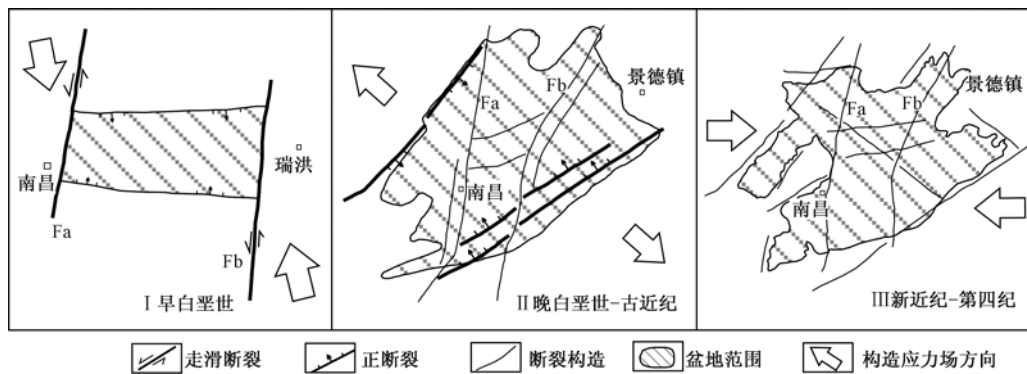
Fig. 4 Stratigraphic sequence and sedimentary features of the Cretaceous and Paleogene

断裂系和印支—中燕山期北东向展布的逆冲断裂系晚期反转的共同作用^[11]。赣江断裂是始于早侏罗世的主体呈左旋走滑的剪切带, 断裂北起湖口, 贯穿江西, 南端延入到广东, 走向NE20°, 大致与赣江的走势吻合, 自白垩纪以来一直控制着鄱阳湖盆地的发育^[22]。

已有研究表明, 此时的西太平洋洋壳板块发生高速、斜向俯冲, 它不仅先后形成了西太平洋岛弧和各边缘海盆, 而且形成了中国东部大陆边缘活动带和滨太平洋构造域。郟庐断裂带也发生了大规模的左行平移^[25], 而且赣江断裂在早白垩世也发生左旋走滑活动, 这导致了鄱阳湖拉分盆地的形成。

3.2 晚白垩世—古近纪盆地的演化特征

晚白垩世, 盆地广泛发育于赣中—赣北地区, 并且盆地发育向南变差之势明显。鄱阳湖地区在晚白垩世以周家店组和南雄组为代表, 沉积范围扩大, 整个盆地基本接受周家店组沉积, 但长山隆起地区和部分南鄱阳拗陷地区遭受了不同程度剥蚀, 且沉积中心有自东向西迁移之势。鄱阳湖盆地的周家店组沉积与附近的清江、弋阳和抚州等盆地一样, 以洪泛-河谷沉积为主体, 大体经历了3种沉积环境的交替: 早期为干热气候条件下的洪积型沉积环境,



I—早白垩世拉分盆地雏形出现；II—晚白垩—古近纪盆地稳定扩张阶段；III—新近纪—第四纪盆地萎缩，呈整体拗陷阶段，受多条断裂影响；Fa—赣江断裂；Fb—进贤—石门街断裂

图5 鄱阳湖盆地地质演变简图（据文献[14]，[22]修改）

Fig. 5 Geological evolution sketch of the Poyang Lake Basin

以辫状河床滞留沉积为特征；中期为滨湖相水下河道-水下冲积扇沉积环境；晚期为相对稳定的湖泊沉积环境。但气候总体较干旱，岩系均以棕红色为基调。晚期鄱阳湖盆地区表现为峡谷环境，盆地的性质转变为张扭断陷盆地。上白垩统南雄组可分为3段，反映了从低水位到高水位的演变^[11]。

江西省北部残存的古近系有清江组、新余组和临江组，鄱阳湖盆地区仅残存清江组，主要局限于进贤—石门街断裂以西，其中安义凹陷、鄱阳湖区和南昌凹陷分布较厚，最厚超过400 m。清江组分为2个沉积体系域，下部为低水位沉积体系，沉积相由河流相转为内陆盐湖沼泽相；中上部为湖泛期体系域^[26-27]。到古新世时，沉积盆地明显受控于赣江断裂，并且该阶段以盐湖沉积为主。虽然有些学者认为从晚第三纪起，包括华南的中国大陆东部断裂作用和差异性构造已经大大减弱^[16]，但是有人通过在盆地内部第三纪岩层中发育着2组共轭断裂，认为第三纪以来断裂活动还较为活跃^[28]，赣江断裂在距今100 Ma左右转为向东陡倾的正断层系，使东盘下降。所以断裂从盆地形成开始一直在活动并影响着盆地的地质演化。

黄第藩等^[29]曾对长江中下游的湖泊进行了地质考察，认为鄱阳湖盆处在构造转折地带和显著的差异运动区，通过地貌景观的差异判断出鄱阳湖盆地是断陷成因，断裂活动和南北向的构造线与湖盆的产生密切相关，这一系列断陷盆地是在第三纪时由于喜马拉雅运动使鄱阳湖及其邻近地区的断块差异运动所导致。林承坤^[28]指出鄱阳湖盆地在第三纪为断陷盆地，长江和鄱阳湖盆地位于不同的大地构造单元上，前者位于下扬子准地槽，而包括庐山和鄱阳湖在内的鄱阳湖盆地位于江南复背斜，开始于白垩纪末第三纪初的断块升降运动是主要的运动形式。盆地西侧的庐山地区和东面的湖口—都昌以东地区均呈断块抬升状态，夹在中间的鄱阳湖呈地堑式断块下降。湖东侧老爷庙砂山上的四级阶地和西侧星子砂山上的三级阶地可以反映出间歇性的断块升降运动。

晚白垩世—古近纪早期，太平洋板块的高角度正向俯冲使中国东部出现软流圈上涌、岩石圈拆沉，从而导致郟庐断裂带与整个中国东部卷入强烈的伸展活动。此时郟庐断裂带转变成巨型的伸展构造，普遍控制了断陷盆地发育^[25]，江西中北部也普遍发育了一系列北东—北东东向断陷盆地，在一些近北东向老断层的联合控制下，鄱阳湖盆地区普遍发生伸展断陷，到古近纪，盆地以拗陷为主。

3.3 新近纪、第四纪以来盆地的演化特征

新近纪以来,由于西太平洋弧后扩张,赣江断裂遭受了东西向的挤压作用使盆地消亡或变形^[30~31],差异性升降作用导致了庐山的隆起,并且控制了鄱阳湖盆地的演化;第四纪以来赣江断裂继承并加强了前期活动^[32]。

更新世地层在鄱阳北湖表现为一套磨圆度较好的灰白色卵石,自下而上粒度变细,呈正旋回,为河流相沉积,其上为厚15~20 m的全新世黑褐色有机质淤泥;南湖三角洲地区更新世地层为灰白色、浅黄色砾石和砂夹青灰色、黄褐色薄层黏土,其上为全新世卵石、砂和淤泥,总厚21 m,呈现河流相-湖泊相-三角洲相的转变^[33]。虽然早期许多学者对鄱阳湖地区的更新世地层和沉积做过划分和探讨^[3,29,34~38],但是研究的地点较分散,沉积物都曾受不同程度的湿热风化、淋滤或成土作用;并且更新世期间鄱阳湖地区曾多次发生侵蚀切割和湖侵沉积的交替,在剖面上表现为鄱阳湖滨更新世沉积与较早的沉积呈镶嵌内迭关系,所以鄱阳湖区的更新世沉积保存不连续,也不完整^[3](见图6)。

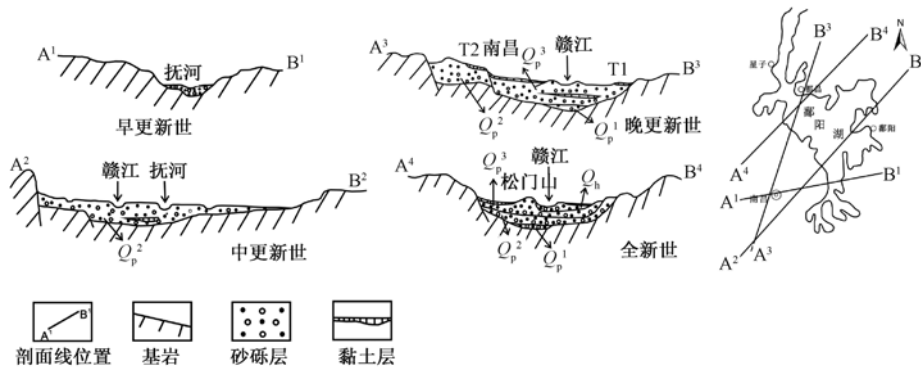


图6 第四纪各时期鄱阳湖盆地剖面图^[33]

Fig. 6 Section maps of Poyang Lake Basin during the Quaternary period

第四纪盛冰期时,长江中下游的水面比现今低20~40 m,表现为河流深切,湖泊疏干,盆地地区为河网洼地,被切割的更新世沉积成为阶地^[39~40]。距今5~7 ka期间,冰后期海侵使海平面上升,长江口退至如今的镇江—扬州一带^[41],江水的顶托作用导致长江中下游低洼平原积水成湖,形成了位于长江北岸的彭蠡泽,之后逐渐向南推进扩张。马振兴等^[42]利用高分辨率有机质碳同位素资料,认为距今8 ka以来鄱阳湖地区经历了4次大的气候冷暖交替旋回。同时,粒度变化及沉积环境的演变显示鄱阳湖自距今4.5 ka以来是呈现河湖相交替发展的^[43],于距今2360 a左右长江南摆至今湖口附近,江水首次倒灌鄱阳湖盆地^[44],最终在距今1500 a左右时形成了鄱阳南湖的大水面^[33]。有的学者还把青藏高原不断隆起以及对气候的影响作为当时中国东部湖面扩张的原因^[39,45]。

全新世以来,鄱阳湖接受了江西省五大河流的来水来沙,逐渐积水成湖,形成了其特有的沉积模式^[45~46]。张春生等^[47]根据露头、取心研究以及最大树模糊聚类分析结果认为,鄱阳湖全新世共发育3类沉积体系,分别为冲积扇-扇三角洲沉积体系、河流沉积体系和三角洲沉积体系,并对每种沉积体系测定了年代(见表1),提出了沉积体系时间域的概念。

鄱阳湖盆地边缘沉积在垂向上可分为东西2个部分,且东厚西薄,其沉积序列也稍有不同(见图7),造成这种差异的原因是新构造运动和河床坡降的影响以及气候的暖湿更替^[45,47]。

表1 各类沉积体系的时间域^[47]

Table 1 Time domain of sedimentary systems

沉积体系	时间域/a
冲积扇—扇三角洲	12000 ~ 4100
辫状河	4100 ~ 2000
曲流河	2000 ~ 1700
破坏型三角洲	1700 ~ 250
建设型三角洲	250 ~ 今

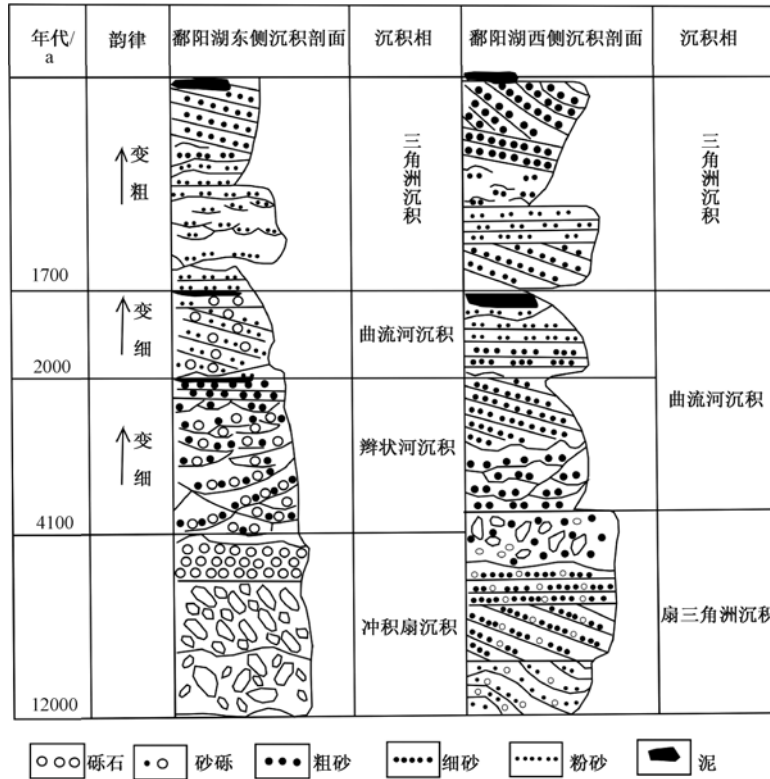


图7 鄱阳湖东西两侧沉积垂向特征^[45,47]

Fig. 7 Vertical characteristics of the deposition in the east and west of Poyang Lake

闵騫^[48]首次应用放射性同位素¹³⁷Cs、²¹⁰Pb测定了鄱阳湖沉积物年龄及沉积速率，近期鄱阳湖沉积速率约3.2 mm/a。根据沉积特征的不同，鄱阳湖盆地在平面上可以分为4个沉积区域：入江水道区、五河入湖扩散区、主湖区和东部湖湾区，其中入江水道区沉积速率最大，最高达7 mm/a，主湖区沉积速率最小，平均2.1 mm/a^[48-49]。分析造成这种平面上沉积差异的原因为：首先鄱阳湖湖底地貌类型复杂，分布着天然堤、水下河道、边滩和漫滩、堤外洼地、开阔湖湾等各种水下地貌地形，不同地貌有不同的沉积特征和规律^[50]。除此之外，还有沙源、重力型湖流的流场特性、地理位置、风浪作用、五河入湖的沉积差异等因素（见图8），尤其赣江三角洲面积占鄱阳湖沉积区面积的七成以上，其所携带的大量泥沙自古以来向前的推进成为影响鄱阳湖盆地沉积的重要因素。正是由于赣江三角洲向前推进速度较快而湖东侧的河湾地区推进速度慢，造成了当今鄱阳湖的形态。据此有人推测湖泊处于消亡阶段^[5]，而有些人则认为未来湖区有向东扩展之势^[48-54]。

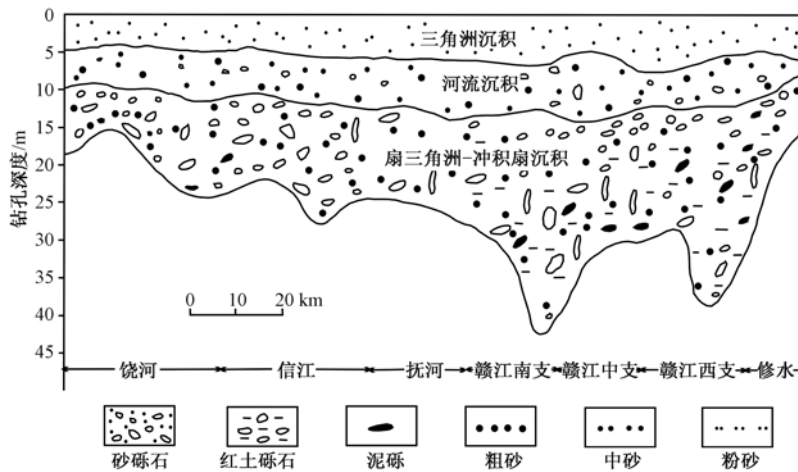


图8 鄱阳湖周缘全新世沉积剖面图^[47]

Fig. 8 Holocene sedimentary profile of Poyang Lake periphery

综上所述, 鄱阳湖原是一个由南向北倾斜的古赣江下游河谷盆地, 全新世早期, 水面仅限于北部, 南部仍然为河流沉积区, 后来的水侵是由于长江的改道、江水的顶托作用、梅家洲的形成以及气候变化等因素而自北向南逐渐推进的^[33,46,55~56]。

4 鄱阳湖盆地新构造运动特征

新构造运动期间, 在印度与欧亚大陆持续碰撞汇聚作用和太平洋板块向西俯冲的影响下, 中国大陆构造活动有继承性, 也有新生性, 并且产生了复杂的活动断裂系统^[57~58]。长江中下游地区的新构造运动大多是由于垂直断块运动而引起的, 这也是与第四纪前的构造运动不同的地方^[59]。鄱阳湖盆地在继承了晚印支—燕山期构造模式的基础上, 第四纪以来继续发展演化。

鄱阳湖盆地受赣江断裂、萍乡—乐平断裂、进贤—石门街断裂等断裂活动的影响, 尤其是赣江断裂的控盆作用明显^[21,60]。梁兴等^[11]通过对地震、MT (大地电磁探测) 和钻井资料的研究认为, 控制鄱阳湖盆地的区域性断裂有 20 余条, 可分为 3 大断裂体系和 5 条主要断裂; 陈炳贵等^[61]利用遥感 (RS) 技术, 建立了湖区活动断裂遥感解译标志, 共解译出线性标志 266 条, 即使有些还需要验证, 但与已知的构造线吻合度良好, 且大部分为北东—北北东向和北西向。据此, 可把鄱阳湖盆地断裂分为 4 组 (见表 2)。

表 2 赣北地区主要活动断裂基本特征^[21]

Table 2 Characteristics of main active faults in northern Jiangxi

断裂名称	长度/km	走向	活动性质	活动强度	最新活动
九江—靖安断裂	150	NNE	右旋走滑	一般	晚更新世
宜丰—新建断裂	97	NE	右旋走滑	一般	全新世
武宁—铜鼓断裂	100	NE	右旋逆冲走滑	一般	全新世
湖口—吉安断裂	227	NE	右旋走滑	一般	全新世
余干—婺源断裂	110	NE	右行走滑	一般	
抚河断裂	220	NW	左旋走滑	不明显	
余干—鹰潭断裂	260	NW	左旋走滑	一般	全新世
宜春—东乡断裂	400	EW	右行走滑	一般	

①北北东向断裂系：如九江—靖安断裂为赣江走滑断裂系的西枝，此外还有南昌—丁坊、新建—坪湖等断裂，他们总体属于赣江平移断裂体系，且往往切割其他几组断裂。断裂性质以压剪性为主，自中生代以来具长期多阶段活动特点，控制着第四纪沉积物的岩相及厚度的变化。

②北东向断裂系：如宜丰—新建断裂、武宁—铜鼓断裂，它们在前期逆冲断裂背景上发生负反转而重新活动，对北东向构造线的继承起关键作用；控制了区内中生代以来沉积盆地的展布及沉积相变化，多为压剪性断层，主要形成于古生代，到新生代继续活动。此外还有湖口—吉安断裂、余干—婺源断裂等。

③北西向断裂系：如抚河断裂和余干—鹰潭断裂，它们是赣江走滑断裂系配套的派生断裂。断裂的性质为张性或张剪性，形成于中生代，新构造时期控制第四系的分布及厚度变化，明显控制水系格局。

④近东西向活动断裂系：如宜春—东乡断裂，此断裂系是前震旦纪以来长期多次活动的断裂带，多为纵向逆冲或斜冲断层，大体控制了第四纪以来沉积物及修河水系格局和温泉的分布。

赣江断裂系在燕山运动时开始出现，经历了5个活动阶段：①早、中侏罗世，以左行压扭为主，断裂走向 $NE25^{\circ}-35^{\circ}$ ；②晚侏罗到早白垩为左行平移阶段；③白垩纪中期的伸展阶段，为左行发展到右行的过渡阶段；④晚白垩纪以来右行平移；⑤古近纪以来的差异性升降。晚近时期的差异升降使庐山升起，全新世开始盆地区有较为明显的断块差异运动^[14,43,62-64]。

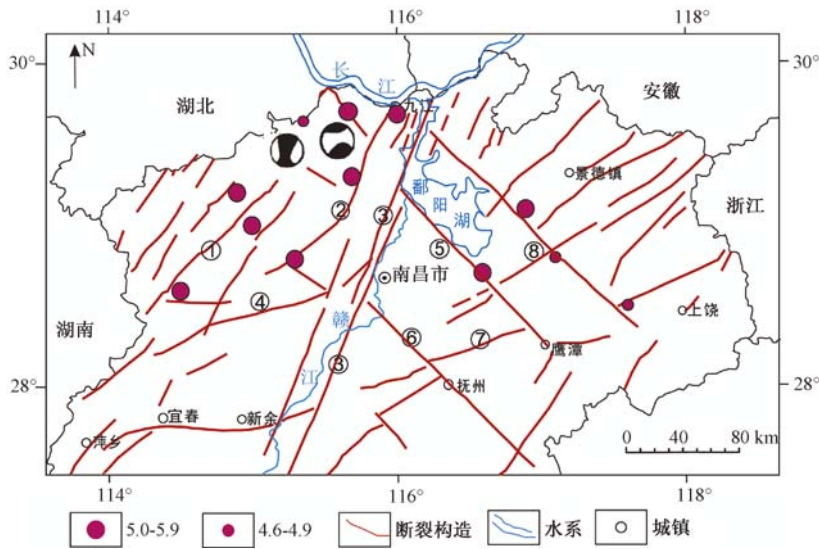
地震资料^[65-66]显示，在上地壳三维速度结构成像上，鄱阳湖盆地为高速区，虽然盆地及周边地区总体地震活动水平较低，属于相对少震、弱震活动区，但是历史上赣江断裂带上曾发生至少6次破坏性地震，赣北的赣江断裂带区域也被认为是地震安全性评价中的危险区^[67-68]。2005年江西九江5.7级地震是江西有地震记录以来发生的最大地震，此次地震发生在九江—靖安地震断裂带西侧的铜鼓—武宁断裂（丁家山—郎君山断裂带^[69]）区；2011年江西瑞昌又发生4.6级地震，可能与九江5.7级地震属于同一发震构造，也有研究指出此次地震发生在鄱阳湖断裂带的南延隐伏段中^[70-72]。这预示着江西北部断裂可能将继续活动，因此江西省北部及邻近地区未来的地震活动（见图9）仍值得关注。

5 讨论

鄱阳湖盆地是华南地区规模较大的陆内断陷盆地，基底构造性质和区域构造应力是控制盆地发展的重要因素。基底构造方向在一定程度上控制着盆地内构造的方向，断裂控制了盆地的发展，区域构造应力控制着盆地的沉积特征和构造变形等^[73]。鄱阳湖盆地的形成以及地质演化过程是华南地块经历了印支运动之后不断发展的缩影，盆地的发展和整个亚洲东部大地构造问题紧密相关。

5.1 鄱阳湖盆地演化的动力学机制

华南地区的发展演化和构造活动与西太平洋的构造演化有着密不可分的关系。归纳起来，自白垩纪始，西太平洋板块构造演化和其在中国大陆东部的地质响应可大致分为：早白垩世，西太平洋板块推动伊泽纳崎板块高速斜向俯冲于东亚大陆之下，这与中国大陆东部一系列断裂的左旋平移和强烈的岩浆活动在时间上是一致的；晚白垩世，伊泽纳崎板块已运动到东亚东北部，西太平洋板块向亚洲板块东南部斜向俯冲，运动方向为北北西向，这一俯冲持续到古近纪，并且西太平洋俯冲角度从之前的小角度变为高角度，也许正是由于这种高角



①武宁—铜鼓断裂；②九江—靖安断裂；③湖口—吉安断裂（赣江断裂）；④宜丰—新建断裂；
⑤余干—鹰潭断裂；⑥抚河断裂；⑦宜春—东乡断裂；⑧余干—婺源断裂

图9 江西省北部断裂与地震分布简图

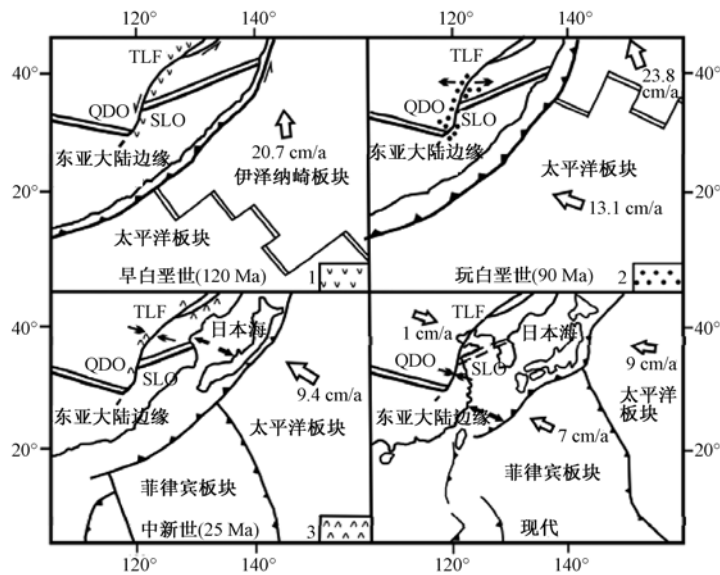
Fig. 9 The distribution of earthquakes and faults in the north Jiangxi

度俯冲，导致了我国东部大陆的软流圈上涌、岩石圈拆沉，从而造成大规模的伸展活动和断陷；晚第三纪以来，西太平洋板块运动方向发生变化，由北北西向变为北西西向，同时西太平洋弧后扩张活动使我国东部产生挤压应力，这与郯庐断裂带等一系列断裂在此时期表现为挤压逆冲也是一致的（见图10）。同时印度板块与亚洲板块发生强烈碰撞，因此我国东部东西向的应力场也可能来自于印度板块与亚欧板块的碰撞，但其主要动力来源于西太平洋的活动^[25,74]。

太平洋板块的俯冲作用和运动方向的转变，对我国东部盆地的发展必然起到重要的作用。把盆地的地质演化和太平洋板块的演化过程进行对比，便可以认识到盆地的形成机制：从早白垩世起，包括鄱阳湖盆地在内的我国东部发育断陷型盆地，太平洋板块的斜向俯冲使我国大陆东部处在左旋的应力场下，并产生一系列北东向断裂，这些断裂带也成为地壳减薄带，俯冲作用使地幔上涌，地壳上部拉张；后来由于板块运动方向的变化，太平洋板块向亚洲板块垂向俯冲，亚洲东部的盆地褶皱回返；新生代期间以印度板块和亚欧板块的碰撞最为激烈，喜马拉雅运动使我国中西部的地壳发生挤压性改变，从而使应力方向发生改变，这一改变必然影响到鄱阳湖盆地区，这种作用对我国东部应力状态起着一定的辅助作用^[75]。

5.2 鄱阳湖盆地的新构造格局

第四纪以来，盆地区由于地壳水平挤压松弛引起的均衡调整作用，地壳以垂直升降运动为主，差异性断块活动明显。区内的新构造运动主要表现为断裂活动的继承性和新生性。很多证据指出赣江断裂与郯庐断裂有着密不可分的关系：郯庐断裂带不仅止步于长江以北，而且继续向南延伸，赣江断裂便是郯庐断裂南延的“痕迹”^[76-77]。这样，分析郯庐断裂的活动特征，对赣江断裂以及在其控制下的盆地的发展演化也有指明作用。郯庐断裂带经历了从晚白垩到古近纪的伸展以及新近纪以来的逆冲活动，其多期演化是受西太平洋板块的影响，这与赣江断裂以及鄱阳湖盆地的形成演化是相似的^[25]。



1—早白垩世岩浆岩；2—断陷盆地沉积；3—新生代玄武岩；TLF—郯庐断裂带；QDO—秦岭大别造山带；SLO—苏鲁造山带

图 10 西太平洋白垩纪以来的活动演变示意图^[25]

Fig. 10 A sketch map showing plate motion evolution in West Pacific area since Cretaceous

包括鄱阳湖盆地在内，江西北部还分布着若干其他小型盆地，如清江盆地、修水盆地、武宁盆地等。它们有着相似的特征：大部分都是单斜构造，以断块作用为主，呈北东—近东西向展布，盆地内部都堆积着陆相红色、杂色碎屑建造，沉积中心呈东西向单侧迁移，而且都是在断裂的基础上演化而来的，都受断裂的控制，因此，老的基底断裂的重新活化是影响本地区新生代以来构造活动的重要因素^[22]。另外，位于中国东部的东海陆架盆地的构造模式和演化与鄱阳盆地也具有相似性，东海陆架盆地内部构造单元包括长江拗陷、温东拗陷、台北拗陷和彭佳屿拗陷，它们都是在晚白垩世—古新世期间发育起来的裂谷型断陷盆地，并且呈北东向展布，盆地东断西超，其结构类似于中国东部陆上白垩纪—第三系断陷盆地，因此鄱阳湖盆地与中国东部的断陷盆地具有一定的可比性^[78]。

6 结论

在中生代，中国东南部的燕山运动事件使一套大致平行的北东—南西向断裂带形成，并在此时期导致了鄱阳湖断陷，形成鄱阳湖沉积盆地的雏形。之后，随着赣江断裂系活动方式的变化，鄱阳湖盆地经历了复杂的构造演化过程，至第四纪，盆地中部发生整体拗陷并持续接受沉积。其既继承燕山运动构造格局的基础，又具新生性，并且鄱阳湖盆地的发展历程与太平洋板块的向西俯冲有着密不可分的关系。鄱阳湖盆地的演化发展在不同的时代具有不同的构造演化特征，可大致分为 3 个阶段，即早白垩世阶段、晚白垩世—古近纪阶段以及新近纪、第四纪以来演化阶段。

第四纪以来鄱阳湖区沉积序列总体呈冲积扇-河流-三角洲相。由于盆地本身不是单一的构造模式，由多个构造单元构成，构造单元复杂。五河入湖的水动力条件和泥沙沉积的差异较大，其中赣江三角洲向前推进速度最快，泥沙沉积量最多，导致整个湖区的沉积特征在不

同区域上差异很大。另外长江河水与湖水的交换和顶托作用也使湖区具有独特的沉积特征。结合上述因素和历史湖面演化特征,鄱阳湖将会在盆地中稳定发育,并有向东南方向发展的趋势,同时要注意水土流失、雨期防洪。

第四纪活动断裂继承了燕山期的构造格局,但又具有新的特征。第四纪期间区域内活动断裂以北北东向为主,其次是北东向、北西向和近东西向,其中北东—北北东向断裂以右旋走滑运动为主,北西向断裂主要为左旋走滑。北东—北北东向的赣江断裂系是鄱阳湖盆地的主要活动断裂,其在新生代期间经历了从左行走滑、伸展到右行走滑的转变过程,大致可与鄱阳湖盆地的演化对比。虽然从历史上看,鄱阳湖盆地属少震地区,但由于断裂交汇处往往是区域构造应力集中区,该区未来的地震活动仍值得关注。

参 考 文 献

- [1] 李四光. 地壳构造与地壳运动 [J]. 中国科学: 数学, 1973, 3 (4): 400~429.
LI Si-Guang. Scientia sinica mathematica [J]. Scientia Sinica: Mathematica, 1973, 3 (4): 400~429.
- [2] 任纪舜. 论中国南部的大地构造 [J]. 地质学报, 1990, 64 (4): 275~288.
REN Ji-shun. On the geotectonics of southern China [J]. ACTA Geologica Sinica, 1990, 64 (4): 275~288.
- [3] 杨达源. 鄱阳湖在第四纪的演变 [J]. 海洋与湖沼, 1986, 17 (5): 429~435.
YANG Da-yuan. The evolution of the Poyang lake in Quaternary [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1986, 17 (5): 429~435.
- [4] 殷卓. 基于Tikhonov正则化微分形式的重力2D密度反演方法及其在鄱阳盆地的应用 [J]. 科学技术与工程, 2013, 13 (8): 2036~2040.
YIN Zhuo. The 2D density distribution inversion of gravity data based on the differential form of tikhonov regularization and its application in Poyang basin [J]. Science Technology and Engineering, 2013, 13 (8): 2036~2040.
- [5] 张美华. 三角洲在拗陷盆地沉积中所占比例研究 [J]. 沉积与特提斯地质, 2014, 34 (3): 44~51.
ZHANG Mei-hua. Proportions of deltas in downwarped basin deposits [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2014, 34 (3): 44~51.
- [6] 金杰锋, 詹慧英, 纪伟涛, 等. 鄱阳湖: 万里长江第一湖 [J]. 森林与人类, 2010, 30 (2): 68~75.
JIN Jie-feng, ZHAN Hui-ying, JI Wei-tao, et al. Poyang lake in the million miles of the Yangtze River [J]. Forest & Humankind, 2010, 30 (2): 68~75.
- [7] 朱海虹, 张本. 鄱阳湖 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1997.
ZHU Hai-hong, ZHENG Ben. Poyang lake [M]. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 1997.
- [8] 吴桂平, 刘元波, 范兴旺. 近30年来鄱阳湖湖盆地地形演变特征与原因探析 [J]. 湖泊科学, 2015, 27 (6): 1168~1176.
WU Gui-ping, LIU Yuan-bo, FAN Xing-wang. Bottom topography change patterns of the Lake Poyang and their influence mechanisms in recent 30 years [J]. Journal of Lake Sciences, 2015, 27 (6): 1168~1176.
- [9] 张小谷, 高平. 鄱阳湖地区古城镇的历史变迁 [M]. 南昌: 江西人民出版社, 2011.
ZHANG Xiao-gu, GAO Ping. Historical changes of ancient towns in Poyang Lake [M]. Nanchang: Jiangxi People's Publishing House, 2011.
- [10] 刘昌茂. 庐山新构造运动初步研究 [J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 1987, 21 (4): 603~610.
LIU Mao-chang. Elementary research of the new tectonic movement of Lushan [J]. Journal of Central China Normal University: Natural Sciences, 1987, 21 (4): 603~610.
- [11] 梁兴, 叶舟, 吴根耀, 等. 鄱阳盆地构造—沉积特征及其演化史 [J]. 地质科学, 2006, 41 (3): 404~429.
LIANG Xing, YE Zhou, WU Gen-yao, et al. Sedimento-tectonic features and geological evolution of the Poyang basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2006, 41 (3): 404~429.
- [12] 李徐生, 韩志勇, 杨达源, 等. 末次冰期鄱阳湖西南缘地区的风尘堆积 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26 (1): 101~108.
LI Xu-sheng, HAN Zhi-yong, YANG Da-yuan, et al. Aeolian-dust deposit to the southwest of the Poyang lake during the last glacial age [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2006, 26 (1): 101~108.

- [13] 毕华, 谭克仁, 吴玺虹, 等. 赣北庐山—鄱阳湖的造山—造盆作用 [J]. 江西地质, 1996, 10 (1): 3~12.
BI Hua, TAN Ke-ren, WU Qian-hong, et al. Orogenesis-basinogenesis in mount Lu-Poyang lake in north Jiangxi [J]. Jiangxi Geology, 1996, 10 (1): 3~12.
- [14] 梁兴, 吴根耀. 赣江断裂带中生代的演化及其地球动力学背景 [J]. 地质科学, 2006, 41 (1): 64~80.
LIANG Xing, WU Gen-yao. Mesozoic evolution of the Ganjiang fault zone and related geodynamic settings [J]. Chinese Journal of Geology, 2006, 41 (1): 64~80.
- [15] 黄汲清. 中国东部大地构造分区及其特点的新认识 [J]. 地质学报, 1959, 39 (2): 115~134.
HUANG Ji-qing. New researches on geotectonic subdivisions of eastern China and their characteristics [J]. Acta Geologica Sinica, 1959, 39 (2): 115~134.
- [16] 王鸿祯, 杨森楠, 李思田. 中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区的构造发展 [J]. 地质学报, 1983, 62 (3): 213~223.
WANG Hong-zhen, YANG Sen-nan, LI Si-tian. Mesozoic and cenozoic basin formation in east China and adjacent regions and development of the continental margin [J]. Acta Geologica Sinica, 1983, 62 (3): 213~223.
- [17] 梁兴, 叶舟, 郑华平, 等. 南鄱阳坳陷海相烃源岩晚期生烃论证 [J]. 海相油气地质, 2005, 10 (3): 7~18.
LIANG Xing, YE Zhou, ZHENG Hua-ping, et al. Demonstration of late hydrocarbon generation from marine source rocks in Nanpoyang depression, Poyang Basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2005, 10 (3): 7~18.
- [18] 梁兴, 巫向阳, 叶舟, 等. 南鄱阳盆地含油气保存单元及评价 [J]. 天然气工业, 2004, 24 (10): 10~13.
LIANG Xing, WU Xiang-yang, YE Zhou, et al. Hydrocarbon-bearing preservation unit in marine facies source rocks in south Poyang superposition basin and its evaluation [J]. Natural Gas Industry, 2004, 24 (10): 10~13.
- [19] 周松源, 郑华平, 彭军, 等. 南鄱阳坳陷油气地质特征 [J]. 新疆石油地质, 2005, 26 (6): 16~20.
ZHOU Song-yuan, ZHENG Hua-ping, PENG Jun, et al. Characteristics of petroleum geology in South Poyang Depression [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2005, 26 (6): 16~20.
- [20] 胡秋祥. 南鄱阳盆地油气显示与资源前景分析 [J]. 江西能源, 2001, 18 (3): 7~10.
HU Qiu-xiang. Oil and gas shows and resource prospects in south Poyang basin [J]. Jiangxi Energy, 2001, 18 (3): 7~10.
- [21] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province. Regional geology of Jiangxi province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1984.
- [22] 周松源, 张介辉, 徐克定, 等. 从南昌凹陷构造演化分析赣江断裂带运动学特征 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (3): 266~272.
ZHOU Song-yuan, ZHANG Jie-hui, XU Ke-ding, et al. Analysis of kinematic features of the Ganjiang fault zone based on the tectonic evolution of the Nanchang subbasin [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (3): 266~272.
- [23] 李先福, 傅昭仁, 李建威, 等. 湘东—赣西 NNE 向走滑构造 [J]. 大地构造与成矿学, 2001, 25 (2): 136~140.
LI Xian-fu, FU Zhao-ren, LI Jian-wei, et al. Strike-slip tectonics trending NNE in the area of eastern Hunan and western Jiangxi, China [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2001, 25 (2): 136~140.
- [24] 苏守德. 鄱阳湖成因与演变的历史论证 [J]. 湖泊科学, 1992, 4 (1): 40~47.
SU Shou-de. Historical documents on the origin and evolution of Poyang lake [J]. Journal of Lake Sciences, 1992, 4 (1): 40~47.
- [25] 朱光, 王道轩, 刘国生, 等. 郟庐断裂带的演化及其对西太平洋板块运动的响应 [J]. 地质科学, 2004, 39 (1): 36~49.
ZHU Guang, WANG Dao-xuan, LIU Guo-sheng, et al. Evolution of the Tan-lu fault zone and its responses to plate movements in west pacific basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 39 (1): 36~49.
- [26] 吴根耀, 梁兴, 叶舟. 继承性构造与新生构造并存的时空发育特征及其油气勘探意义 [J]. 现代地质, 2008, 22 (5): 766~778.
WU Gen-yao, LIANG Xing, YE Zhou. Time-spatial developing features of co-existed inherited and neogenic structures and their implications for oil-gas exploration [J]. Geoscience, 2008, 22 (5): 766~778.
- [27] 梁兴, 吴根耀, 叶舟, 等. 白垩—古近纪鄱阳盆地的基底构造特征 [J]. 地质科学, 2005, 40 (3): 415~420.
LIANG Xing, WU Gen-yao, YE Zhou, et al. Features of basement structures in the Cretaceous-Eogene Poyang basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2005, 40 (3): 415~420.
- [28] 林承坤. 第四纪古长江与沙山地形 [J]. 南京大学学报: 自然科学版, 1959 (2): 93~106.
LIN Cheng-kun. Paleo-Yangtze River and dunes in Quaternary [J]. Acta Nanjing University, 1959 (2): 93~106.

- [29] 黄第藩, 杨世倬, 刘中庆, 等. 长江下游三大淡水湖的湖泊地质及其形成与发展 [J]. 海洋与湖沼, 1965, 7 (4): 396~426.
HUANG Di-pan, YANG Shi-zhuo, LIU Zhong-qing, et al. Geological studies of the formation and development of the three large fresh-water lakes in the lower Yangtze valley [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1965, 7 (4): 396~426.
- [30] 邓平, 舒良树, 杨明桂, 等. 赣江断裂带地质特征及其动力学演化 [J]. 地质论评, 2003, 49 (2): 113~122.
DENG Ping, SHU Liang-shu, YANG Ming-gui, et al. Geological features and dynamic evolution of the Ganjiang fault in Jiangxi province [J]. Geological Review, 2003, 49 (2): 113~122.
- [31] 舒良树, 周新民, 邓平, 等. 南岭构造带的基本地质特征 [J]. 地质论评, 2006, 52 (2): 251~265.
SHU Liang-shu, ZHOU Xin-min, DENG Ping, et al. Principal geological features of Nanling tectonic belt, south China [J]. Geological Review, 2006, 52 (2): 251~265.
- [32] 马逸麟, 梅丽辉, 何伟相. 赣江断裂带的活动特征 [J]. 安徽地质, 2002, 12 (2): 104~109.
MA Yi-lin, MEI Li-hui, HE Wei-xiang. Activity features of the Ganjiang fault belt [J]. Geology of Anhui, 2002, 12 (2): 104~109.
- [33] 朱海虹, 苏守德, 王云飞, 等. 鄱阳湖的成因演变及三角洲沉积 [C] //中国科学院南京地理研究所集刊. 1983, (1): 28~39.
ZHU Hai-hong, SU Shou-de, WANG Yun-fei, et al. The origin evolution and delta deposit of Poyang Lake [C]. Mem. of Nanjing Institute of Geography, Academia Sinica, 1983, (1): 28~39.
- [34] 吴光辉, 叶俊林, 徐元才. 南昌地区更新世地层研究 [J]. 地球科学, 1991, 16 (5): 497~504.
WU Guang-hui, YE Jun-lin, XU Yuan-cai. A study of pleistocene stratigraphy in Nanchang district [J]. Earth Science, 1991, 16 (5): 497~504.
- [35] 景存义, 邱淑彰. 湖口、彭泽沿江地区第四纪地层与砂山 [J]. 南京师大学报: 自然科学版, 1980 (2): 37~42, 36.
JING Cun-yi, QIU Shu-zhang. Quaternary strata and sand hills along the Yangtze River in Hukou and Pengze [J]. Journal of Nanjing Normal University: Natural Science Edition, 1980 (2): 37~42, 36.
- [36] 文子才. 江西省第四系清理综述 [J]. 江西地质科技, 1996, 23 (3): 127~132.
WEN Zi-cai. A clear overview of Quaternary in Jiangxi Province [J]. Geological Science and Technology of Jiangxi, 1996, 23 (3): 127~132.
- [37] 廖洪鑫, 奚叙, 钱祥麟. 江西省湖口—彭泽地区第四系研究新进展 [J]. 江西地质, 1997, 11 (4): 56~61.
LIAO Hong-xin, XI Yi, QIAN Xiang-lin. New progress in quaternary study in Hukou-Pengze area, Jiangxi province [J]. Jiangxi Geology, 1997, 11 (4): 56~61.
- [38] 魏秀喆, 孙存礼, 周琴宜. 江西省区域地层研究新进展 [J]. 中国区域地质, 1983, 2 (6): 31~42.
WEI Xiu-zhe, SUN Cun-li, ZHOU Qin-yi. New advances in the study of the regional stratigraphy of Jiangxi province [J]. Regional Geology of China, 1983, 2 (6): 31~42.
- [39] 王苏民, 李建仁. 中国晚新生代湖泊沉积及其反映的环境概貌 [J]. 湖泊科学, 1993, 5 (1): 1~8.
WANG Su-min, LI Jian-ren. Late Cenozoic lake deposits of China and environmental outline [J]. Journal of Lake Sciences, 1993, 5 (1): 1~8.
- [40] 杨达源. 晚更新世冰期最盛时长江中下游地区的古环境 [J]. 地理学报, 1986, 40 (4): 302~310.
YANG Da-yuan. The paleoenvironment of the mid-lower regions of Yangtze River in the full-glacial period of late pleistocene [J]. Acta Geographica Sinica, 1986, 40 (4): 302~310.
- [41] 王靖泰, 郭蓄民, 许世远, 等. 全新世长江三角洲的发育 [J]. 地质学报, 1981, 59 (1): 67~81.
WANG Jing-tai, GUO Xu-min, XU Shi-yuan, et al. Development of the Holocene Changjiang delta [J]. Geological Sinica, 1981, 59 (1): 67~81.
- [42] 马振兴, 黄俊华, 魏源, 等. 鄱阳湖沉积物近8ka来有机质碳同位素记录及其古气候变化特征 [J]. 地球化学, 2004, 33 (3): 279~285.
MA Zhen-xing, HUANG Jun-hua, WEI Yuan, et al. Organic carbon isotope records of the Poyang Lake sediments and their implications for the paleoclimate during the last 8 ka [J]. Geochimica, 2004, 33 (3): 279~285.
- [43] 董延钰, 金芳, 黄俊华. 鄱阳湖沉积物粒度特征及其对形成演变过程的示踪意义 [J]. 地质科技情报, 2011, 30 (2): 57~62.
DONG Yan-yu, JIN Fang, HUANG Jun-hua. Poyang lake sediments grain size characteristics and its tracing implication for formation and evolution processes [J]. Geological Science and Technology Information, 2011, 30 (2): 57~62.

- [44] 胡春华. 历史时期鄱阳湖湖口长江倒灌分析 [J]. 地理学报, 1999, 54 (1): 79~84.
HU Chun-hua. A historical study on the back flows of water from the Changjiang river to the Poyang lake at Hukou, Jiangxi [J]. Acta Geographica Sinica, 1999, 54 (1): 79~84.
- [45] 张建新, 胡胜华, 崔涛. 全新世以来区域构造及气候因素对鄱阳湖盆地沉积特征的影响 [J]. 重庆科技学院学报, 2005, 7 (4): 4~8.
ZHANG Jian-xin, HU Sheng-hua, Cui Tao. The Influence of territorial information and climate factors on Poyang lake basin sedimentary characteristics in holocene [J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology, 2005, 7 (4): 4~8.
- [46] 刘星, 朱武. 浅谈鄱阳湖湖泊演变 [J]. 九江学院学报, 2009, 28 (5): 28~30.
LIU Xing, ZHU Wu. Study on the evolution of Poyang lake [J]. Journal of Jiujiang University, 2009, 28 (5): 28~30.
- [47] 张春生, 陈庆松. 全新世鄱阳湖沉积环境及沉积特征 [J]. 江汉石油学院学报, 1996, 18 (1): 24~29.
ZHANG Chun-sheng, CHEN Qing-song. Holocene sedimentary environment and characteristics in the Poyang lake [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 1996, 18 (1): 24~29.
- [48] 闵骞. 鄱阳湖近期沉积趋势及防治 [J]. 江西水利科技, 1988, 14 (1): 61~63.
MIN Qian. Recent deposit and its prevention and cure in Poyang Lake [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology, 1988, 14 (1): 61~63.
- [49] 叶崇开, 张怀真, 王秀玉, 等. 鄱阳湖近期沉积速率的研究 [J]. 海洋与湖沼, 1991, 22 (3): 272~278.
YE Chong-kai, ZHANG Huai-zhen, WANG Xiu-yu, et al. Survey of recent sedimentation rate in Poyang lake [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1991, 22 (3): 272~278.
- [50] 韩晓钟, 朱海虹. 鄱阳湖现代沉积 ~ (210) Pb 测年模式的选择和沉积速率的变化 [J]. 湖泊科学, 1992, 4 (3): 61~68.
HAN Xiao-zhong, ZHU Hai-hong. Recent sedimentation rates of Poyang lake [J]. Journal of Lake Sciences, 1992, 4 (3): 61~68.
- [51] 尹太举, 李宣玥, 张昌民, 等. 现代浅水湖盆三角洲沉积砂体形态特征——以洞庭湖和鄱阳湖为例 [J]. 石油天然气学报, 2012, 34 (10): 1~7+166.
YIN Tai-ju, LI Xuan-yue, ZHANG Chang-min, et al. Sandbody shape of modern shallow lake basin delta sediments-by taking Dongting lake and Poyang lake for example [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2012, 34 (10): 1~7+166.
- [52] 马逸麟, 危泉香. 赣江三角洲的沉积机制及生长模式 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2002, 13 (4): 35~40.
MA Yi-lin, WEI Quan-xiang. The sedimentation mechanism and development model of the Ganjiang Delta [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2002, 13 (4): 35~40.
- [53] 胡春华, 朱海虹. 鄱阳湖典型湿地沉积物粒度分布及其动力解释 [J]. 湖泊科学, 1995, 7 (1): 21~32.
HU Chun-hua, ZHU Hai-hong. Granulometric characteristics and their dynamic interpretation on present deposits of typical wetland in Poyang lake [J]. Journal of Lake Sciences, 1995, 7 (1): 21~32.
- [54] 熊道光. 鄱阳湖泥沙来源及湖盆近期沉积规律探讨 [J]. 海洋与湖沼, 1990, 21 (4): 374~385.
XIONG Dao-guang. Investigation on silt source of Poyang lake and recent sediment regularity of the Lake basin [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1990, 21 (4): 374~385.
- [55] 王苏民, 张振克. 中国湖泊沉积与环境演变研究的新进展 [J]. 科学通报, 1999, 44 (6): 579~587.
WANG Su-min, ZHANG Zhen-ke. New progress of lake sediments and environmental changes research in China [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44 (6): 579~587.
- [56] 唐昌新, 熊雄, 邬年华, 等. 长江倒灌对鄱阳湖水动力特征影响的数值模拟 [J]. 湖泊科学, 2015, 27 (4): 700~710.
TANG Chang-xin, XIONG Xiong, WU Nian-hua, et al. Simulation of the impact of the reverse flow from Yangtze river on the hydrodynamic process of Lake Poyang [J]. Journal of Lake Sciences, 2015, 27 (4): 700~710.
- [57] 吴中海, 张岳桥, 胡道功. 新构造、活动构造与地震地质 [J]. 地质通报, 2014, 33 (4): 391~402.
WU Zhong-hai, ZHANG Yue-qiao, HU Dao-gong. Neotectonics, active tectonics and earthquake geology [J]. Geological Bulletin of China, 2014, 33 (4): 391~402.
- [58] 邓起东, 闻学泽. 活动构造研究——历史、进展与建议 [J]. 地震地质, 2008, 30 (1): 1~30.
DENG Qi-dong, WEN Xue-ze. A review on the research of active tectonics: History, progress and suggestions [J]. Seismology and Geology, 2008, 30 (1): 1~30.
- [59] 方鸿琪. 长江中下游地区的新构造运动 [J]. 地质学报, 1959, 39 (3): 328~343.
FANG Hong-qi. Neotectonic movement in the middle and lower reaches of the Yangtze River [J]. Acta Geologica Sinica,

- 1959, 39 (3): 328~343.
- [60] 吴根耀. 湘鄂赣皖交界区的湖盆演化及其控制因素 [J]. 大地构造与成矿学, 1997, 21 (3): 251~254, 256~261.
WU Gen-yao. Lakes bordering Hunan, Hubei, Jiangxi and Anhui provinces: Basin development and control factors [J]. Geotectonica et Metallogenia, 1997, 21 (3): 251~254, 256~261.
- [61] 陈炳贵, 欧阳平, 黄梅. 3S技术支持下鄱阳湖区地质构造调查分析 [J]. 地球物理学进展, 2007, 22 (5): 1666~1672.
CHEN Bing-gui, OUYANG Ping, HUANG Mei. Analysis and survey for geological structure in Poyang lake area based on-3S. technology [J]. Progress in Geophysics, 2007, 22 (5): 1666~1672.
- [62] 崔学军, 陈祥云, 楼法生, 等. 赣江断裂带的特征及其与庐庐断裂带的关系 [J]. 地学前缘, 2002, 9 (4): 339~340.
CUI Xue-jun, CHEN Xiang-yun, LOU Fa-sheng, et al. Characteristics of Ganjiang fault belt and its relationship with Tan-Lu fault [J]. Earth Science Frontiers, 2002, 9 (4): 339~340.
- [63] 崔学军, 夏斌, 曾佐勋, 等. 赣江断裂与庐庐断裂接合作用及其成矿意义 [J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28 (1): 1~7.
CUI Xue-jun, XIA Bin, ZENG Zuo-xun, et al. Junction between Ganjiang fault and tanlu fault and its significance to mineralization [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2004, 28 (1): 1~7.
- [64] 李中兰, 崔学军, 王冉, 等. 庐山星子地区中生代构造-岩浆事件与赣江断裂多期活动的关系 [J]. 岩石学报, 2007, 23 (4): 839~848.
LI Zhong-lan, CUI Xue-jun, WANG Ran, et al. Relationship between the Cenozoic tectono-magmatic events in Xingzi area, Lushan and the multiphase activities of Ganjiang fault zone [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (4): 839~848.
- [65] 李红星, 赵烽帆, 毛勇. 江西上地壳三维速度结构地震层析成像 [J]. 地球物理学进展, 2015, 30 (3): 1049~1055.
LI Hong-xing, ZHAO Feng-fan, MAO Yong. Three dimensional velocity structure seismic tomography of up-crust in Jiangxi province [J]. Progress in Geophysics, 2015, 30 (3): 1049~1055.
- [66] 王洪涛, 曾建民. 江西九江(瑞昌)5.7级地震的地震地质构造环境与发震构造之研究 [J]. 福建地震, 2007, 23 (Z1): 2~29.
WANG Hong-tao, ZENG Jian-min. The research on seismogeological structure environment and seismogenic structure of Ms5.7 earthquake in Jiujiang-Ruichang region, Jiangxi province [J]. Fujian Seismology, 2007, 23 (Z1): 2~29.
- [67] 林建平, 林联盛, 蔡海生, 等. GIS支持下的江西省地震潜在危险度评价 [J]. 江西农业大学学报, 2008, 30 (1): 160~164.
LIN Jian-ping, LIN Lian-sheng, CAI Hai-sheng, et al. Appraisal on potential danger of earthquake in Jiangxi province based on GIS [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2008, 30 (1): 160~164.
- [68] 彭自正, 赵爱平, 胡翠娥, 等. 基于GIS的江西活动断裂分布与地震活动关系研究 [J]. 华南地震, 2002, 22 (4): 9~18.
PENG Zi-zheng, ZHAO Ai-ping, HU Cui-e, et al. Research on the relationship based on GIS between the distribution of the active faults and the seismicity in Jiangxi [J]. South China Journal of Seismology, 2002, 22 (4): 9~18.
- [69] 李传友, 曾新福, 张剑玺. 2005年江西九江5.7级地震构造背景与发震构造 [J]. 中国科学D辑: 地球科学, 2008, 38 (3): 343~354.
LI Chuan-you, ZENG Xin-fu, ZHANG Jian-xi. The tectonic set-tings and seismogenic tectonics of the M5.7 Jiujiang earthquake in 2005 [J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2008, 38 (3): 343~354.
- [70] 赵凌云, 张辉, 陈俊华, 等. 江西瑞昌4.6级地震震源机制与发震构造研究 [J]. 大地测量与地球动力学, 2013, 33 (S1): 32~35.
ZHAO Ling-yun, ZHANG Hui, CHEN Jun-hua, et al. Focal mechanism solutions and seismogenic structure of Ms 4.6 Jiangxi-Ruichang earthquake [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2013, 33 (S1): 32~35.
- [71] 张丽芬, 姚运生, 廖武林. 2011年MS4.6瑞昌-阳新地震的震源机制及发震构造探讨 [J]. 地震地质, 2013, 35 (2): 290~299.
ZHANG Li-fen, YAO Yun-sheng, LIAO Wu-lin. Focal mechanisms and seismogenic structures of the Ms4.6 Ruichang-Yangxin earthquake of 2011 [J]. Seismology and Geology, 2013, 35 (2): 290~299.
- [72] 吕坚, 倪四道, 沈小七, 等. 九江-瑞昌地震的精确定位及其发震构造初探 [J]. 中国地震, 2007, 23 (2): 166~174.
LÜ Jian, NI Si-dao, SHEN Xiao-qi, et al. Discussion on precise relocation and seismo-tectonics of the Jiujiang-Ruichang earthquake [J]. Earthquake Research in China, 2007, 23 (2): 166~174.
- [73] 刘训. 对中国东部中、新生代盆地沉积-构造发展的几点认识 [J]. 地质学报, 1988, 62 (2): 111~122.

- LIU Xun. Some recognitions on the sedimentary-tectonic development of the meso-cenozoic basins in eastern China [J]. *Acta Geologica Sinica*, 1988, 62 (2): 111 ~ 122.
- [74] 陈景达. 中国大陆东、南缘构造带沉积盆地类型及其成因机制探讨 [J]. *石油学报*, 1990, 11 (2): 13 ~ 21.
CHEN Jing-da. South eastern china continental margin petroleum basins and continental margin tectonic-structural zones [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 1990, 11 (2): 13 ~ 21.
- [75] 包汉勇, 郭战峰, 张罗磊, 等. 太平洋板块形成以来的中国东部构造动力学背景 [J]. *地球科学进展*, 2013, 28 (3): 337 ~ 338, 340 ~ 346.
BAO Han-yong, GUO Zhan-feng, ZHANG Luo-lei, et al. Tectonic dynamics of eastern China since the formation of the Pacific plate [J]. *Advances in Earth Science*, 2013, 28 (3): 337 ~ 338, 340 ~ 346.
- [76] 滕吉文, 闫雅芬. 中国东南大陆和陆缘地带板内构造界带的地磁异常场响应 [J]. *大地构造与成矿学*, 2004, 28 (2): 105 ~ 117.
TENG Ji-wen, YAN Ya-fen. Abnormal geomagnetic field response at intraplate tectonic boundary in continent and continental margin in southeastern China [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2004, 28 (2): 105 ~ 117.
- [77] 周松源, 张介辉, 徐克定, 等. 赣江断裂带对南鄱阳拗陷成盆的控制作用 [J]. *天然气工业*, 2005, 25 (2): 24 ~ 27, 201.
ZHOU Song-yuan, ZHANG Jie-hui, XU Ke-ding, et al. Control effect of Ganjiang fault belts on the basining of south Poyang depression [J]. *Natural Gas Industry*, 2005, 25 (2): 24 ~ 27, 201.
- [78] 陶瑞明. 从西太平洋板块构造探讨东海陆架盆地形成机制和类型划分 [J]. *中国海上油气 (地质)*, 1994, 8 (1): 16 ~ 22.
TAO Rui-ming. Discussion on basin formation mechanism and basin types in east China sea continental shelf basin based on west pacific plate tectonics [J]. *China Offshore Oil and Gas (Geology)*, 1994, 8 (1): 16 ~ 22.

GEOLOGICAL EVOLUTION, NEOTECTONICS AND GENETIC MECHANISM OF THE POYANG LAKE BASIN

YANG Xiao-dong^{1,2}, WU Zhong-hai^{2,3}, ZHANG Hai-jun¹

(1. *College of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

2. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;*

3. *Key Lab of Neotectonic Movement and Geohazards, Ministry of Land and Mineral Resources, Beijing 100081, China)*

Abstract: Combining with drilling and profile data, this paper synthesizes the sedimentary characteristics and tectonic activity characteristics of the Poyang Lake Basin and discusses the development and evolution of the basin in the tectonic background of East Asia, and also summarizes the main control faults structures and their characteristics in the basin as well as its paleogeographic evolution in the Mesozoic and Cenozoic. Finally summarizes the main fracture of Quaternary activity and its relationship with seismic activity, and the genetic mechanism of the basin is discussed according to the existing data. Comprehensive study showed that, in the Mesozoic, the movement of Yanshan brought about a set of roughly parallel NE-SW trending fault zones in southeast of China, and resulted in the Poyang lake depression and the embryonic form of Poyang lake sedimentary basin. Then, with the change of the Ganjiang fault mode, Poyang lake basin has experienced a complex evolution process. Until the Quaternary, overall depression occurred in the middle of the basin and it continued to be deposited. After the mid Holocene, it evolved into the modern Poyang Lake.

Key words: the Poyang Lake Basin; geological evolution; neotectonics; active fault; earthquake