

文章编号: 1006-6616 (2009) 04-0409-12

第四纪洞庭盆地沅江凹陷东缘鹿角地区构造—沉积演化研究

柏道远, 周柯军, 马铁球, 王先辉, 彭云益, 李纲, 陈渡平
(湖南省地质调查院, 湖南长沙 410011)

摘要: 沅江凹陷为第四纪洞庭盆地东部的一个次级凹陷。通过地表地质调查和钻孔资料, 在沅江凹陷东缘北部鹿角地区第四纪构造、沉积及地貌特征研究基础上, 探讨并提出其构造—沉积演化过程: 早更新世早期洪湖—湘阴断裂和荣家湾断裂相继活动, 断裂以西地区断陷沉降并沉积, 以东地区则构造抬升而遭受风化剥蚀。早更新世末期凹陷区东部构造反转抬升并遭受侵蚀。中更新世早期和中期凹陷区断陷沉降并接受沉积。中更新世晚期研究区整体抬升而遭受剥蚀。晚更新世西部主凹陷区在稳定或弱沉降并形成泥质沉积, 东部间歇性抬升。在上述中更新世晚期开始的构造抬升的同时, 研究区东部产生了自东向西、自南向北的构造掀斜。全新世构造总体稳定, 西部洞庭湖区形成湖冲积。区域上, 第四纪洞庭盆地构造性质经历了早期断陷到晚期拗陷的转变。

关键词: 第四纪; 沉降与抬升; 沉积与地貌特征; 沅江凹陷东缘

中图分类号: P534.63

文献标识码: A

江汉—洞庭盆地是中南地区规模最大的第四纪盆地, 以中部的华容隆起为界分为江汉盆地(北)和洞庭盆地(南)两部分。对洞庭盆地第四纪地质的调查由来已久^{①②③④}, 在第四纪沉积^[1]、环境特征与演化过程^[2-9]、构造活动特征^[10-17]等方面取得大量成果认识。不过上述工作一般是关于第四纪洞庭盆地的整体性与概略性研究, 很少涉及其内部不同构造单元的细节特征, 因而也未充分揭示出洞庭盆地构造活动与沉积作用的横向差异。此外, 受工作程度与认识角度的限制, 对有关洞庭盆地第四纪地质问题, 尤其是对构造性质与构造活动特征的认识尚存在一定分歧。如在第四纪洞庭盆地的构造属性方面, 景存义^[2]认为现今洞庭湖盆为断陷作用所致; 杨达源^[4]认为洞庭湖盆地第四纪为拗陷盆地; 梁杏等^[14]、皮建高等^[6]认为早、中更新世为盆地的断陷阶段, 晚更新世以来进入拗陷阶段。再如在近代洞庭湖演变

收稿日期: 2009-08-18

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“湖南 1:25 万常德市幅和岳阳市幅区域地质调查(编号: 1212010610706)”资助。

作者简介: 柏道远(1967-), 男, 研究员级高级工程师, 主要研究方向为第四纪地质学、构造学; E-mail: daoyuanbai@sina.com

①周国棋, 刘月朗. 洞庭湖及外围地区的第四纪地层与新构造运动, 1978.

②陈发祥. 洞庭湖第四纪地质, 1981.

③张国梁, 等. 湖南省洞庭盆地第四纪地质研究报告, 1990.

④湖南省地质研究所. 洞庭湖区地质构造及湖泊形成演化历史, 1998.

成因方面,有人认为构造沉降是控制近代洞庭湖演变的关键因素^[14~16],有人则认为泥沙淤积才是控制近代洞庭湖演变的主要因素^[12]。总之,洞庭盆地第四纪地质尚待进一步深入研究。

笔者近年来在该地区进行的1:25万区域地质调查表明,洞庭盆地及周缘地区第四纪构造活动与沉积作用存在较明显的横向差异和空间迁移^①。因此,对不同构造单元或不同地区的第四纪地质特征进行详细解剖,不仅是细化调查区域的现实需要,同时也有助于更全面、更客观地认识洞庭盆地第四纪地质特征及构造活动规律。本文即对盆地东部沅江凹陷东缘鹿角地区的第四纪构造活动与沉积作用进行探讨,为洞庭盆地第四纪地质研究补充新的资料。

1 区域地质背景

1.1 第四纪洞庭盆地构造格局

第四纪洞庭盆地西、南、东三面分别为武陵隆起、雪峰隆起和幕阜山隆起,北与江汉盆地相邻,其间为华容次级隆起。洞庭盆地内部由若干次级构造单元组成,自北西往南东有澧县凹陷、临澧凹陷、太阳山隆起、安乡凹陷、赤山隆起、沅江凹陷等(图1)。

1.2 区域第四纪地层划分

第四纪洞庭盆地及周缘不同地区或不同构造单元地壳沉降或抬升的历史与幅度不同,导致第四纪地层厚度、层序、出露情况等存在显著的横向变化。为此,首先就区域第四纪地层划分情况作简单说明,以便解读文中有关第四纪地层的环境与构造意义。

第四纪期间洞庭盆地各次级凹陷的构造活动总体为沉降,而周缘隆起区总体为抬升,这一构造活动差异使凹陷内部和周缘抬升区的第四纪沉积作用及地层发育状况具显著差异。据此,以前人资料^{②③④}为基础,结合本次调查成果,分别建立了凹陷区(或覆盖区)和抬升区(或露头区)第四纪地层系统^①。露头区第四纪地层主

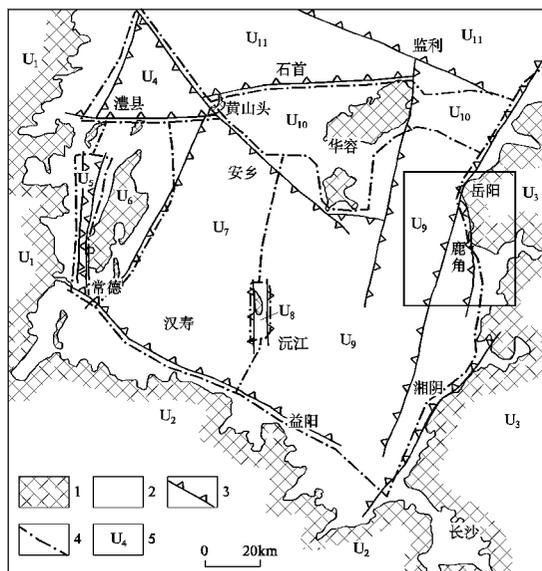


图1 第四纪洞庭盆地构造格局

Fig.1 Tectonic framework map of Quaternary Dongting Basin

1. 前第四纪地层出露区; 2. 第四纪地层出露区; 3. 第四纪正断裂, 齿向示下降盘; 4. 构造单元分界线; 5. 构造单元代号。构造单元名称: U₁-武陵隆起; U₂-雪峰隆起; U₃-幕阜山隆起; U₄-澧县凹陷; U₅-临澧凹陷; U₆-太阳山隆起; U₇-安乡凹陷; U₈-赤山隆起; U₉-沅江凹陷; U₁₀-华容隆起; U₁₁-江汉盆地。方框示图2范围

① 湖南省地质调查院, 1:25万常德市幅区域地质调查报告, 1:25万岳阳市幅区域地质调查报告, 2009。

② 周国棋, 刘月朗. 洞庭湖及外围地区的第四纪地层与新构造运动, 1978。

③ 陈发祥. 洞庭湖第四纪地质, 1981。

④ 张国梁, 等. 湖南省洞庭盆地第四纪地质研究报告, 1990。

要分布于洞庭盆地周缘丘岗、山地，多有天然或人工第四系露头剖面，并常见前第四纪基岩或基座出露；地层厚度一般不大，各时代沉积常组成基座或镶嵌阶地；成因类型以冲积为主，次为残坡积，局部山麓或沟谷发育洪积。覆盖区第四纪地层主要分布于现代湖冲积平原及部分盆缘低缓丘岗区，一般无露头剖面和基岩出露；

不同时代地层自下而上叠置，地层厚度较大。露头区与覆盖区第四纪地层的划分对比情况如表1所示，其中露头区的白水江组、马王堆组、白沙井组、新开铺组和汨罗组区域上分别对应于一、二、三、四和五级阶地（实际上常发育不全）。顺便指出，表1中地层单位仅涉及分布广泛，沉积厚度相对较大，时代意义明确且能较好反映构造、环境和气候演化的冲、湖积物，未包括残坡积等其它类型（分布于露头区）。

2 地质地貌概况

研究区地处沅江凹陷东缘北部，构造上自西向东跨沅江凹陷和幕阜山隆起（图1，图2）。

西部为东洞庭湖水域及全新世冲湖积平原。东部中带为新墙河冲积平原。新墙河冲积平原以北为前第四纪基岩（冷家溪群和南华系—寒武系）出露的丘陵区，海拔高程一般80~350m，总体自东向西倾斜。山岭主要呈NNW~NW走向，与构造线基本一致。区内发育放射状水系，向西直接入洞庭湖，向南入新墙河（图2）。新墙河冲积平原以南主要分布早更新世汨罗组以及中更新世洞庭湖组和白沙井组，具丘岗地貌，海拔高程一般50~90m，总体自东向西缓倾。主要水系呈NW向，次级水系呈羽状发育。

自西向东发育2条第四纪断裂，即NNE向洪湖—湘阴断裂和近SN向的荣家湾断裂（图2），其控制了沅江凹陷东缘的断陷活动。

3 鹿角地区第四纪构造—沉积特征

3.1 控凹正断裂与构造—沉积分带

第四纪洪湖—湘阴断裂和荣家湾断裂的发育与展布主要表现在第四纪沉积物厚度和底板高程的横向变化。根据钻孔资料编绘的第四系等厚线显示，断裂两侧沉积厚度存在突变，且西侧大于东侧（图2），第四系底板在断裂两侧相应出现显著落差。其中NNE向洪湖—湘阴断裂为一条延长规模很大的区域性第四纪断裂，控制了江汉—洞庭盆地的南东边界^[10~11, 13~14]。前人工作未注意到SN向荣家湾断裂的发育，但研究区内该断裂两侧沉积厚度

表1 洞庭盆地及周缘第四纪地层划分对比表

Table 1 Subdivision and correlation of the Quaternary strata in Dongting basin and its adjacent areas

时代	露头区（抬升区）		覆盖区（凹陷区）	
	名称	代号	名称	代号
全新世	全新世冲积	Qh ^{al}	冲积、湖积、湖冲积等	Qh ^{al} 、Q ^t 、Qh ^{lal}
晚更新世	白水江组	Qp ₃ bs	坡头组	Qp ₃ p
中更新世	马王堆组	Qp ₂ mw	洞庭湖组	Qp ₂ d
	白沙井组	Qp ₂ b		
	新开铺组	Qp ₂ x		
早更新世	汨罗组	Qp ₁ m	汨罗组	Qp ₁ m
	缺失？		华田组	Qp ₁ ht

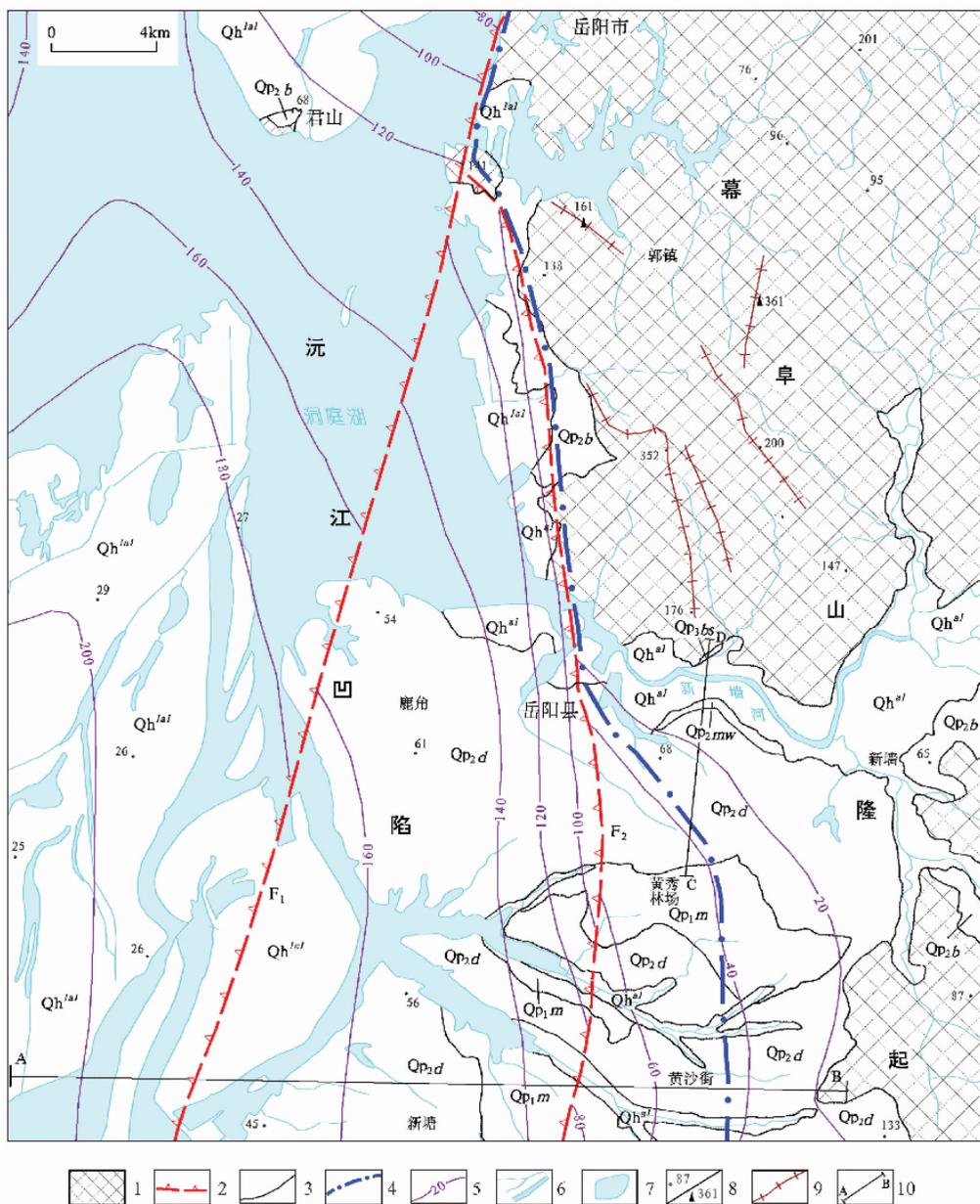


图2 鹿角地区综合地质地貌图

Fig.2 Geological-geomorphologic sketch map of Lujiao area

1. 前第四纪基岩; 2. 控盆控凹正断裂, 齿向示下降盘; 3. 地质体界线; 4. 第四纪构造单元分界; 5. 第四纪沉积等厚线及厚度值; 6. 河流; 7. 湖泊水面; 8. 高程点与高程值/山峰与高程; 9. 山脊线; 10. 第四纪地质剖面位置, A-B对应图3, C-D对应图5。 Qh^{al} -全新世冲积; Qh^{ial} -全新世湖冲积; Qp_3bs -晚更新世白水江组; Qp_2mw -中更新世马王堆组; Qp_2b -中更新世白沙井组; Qp_2d -中更新世洞庭湖组; Qp_1m -早更新世汨罗组; F_1 -洪湖—湘阴断裂; F_2 -荣家湾断裂

的突变甚至比洪湖—湘阴断裂更为明显, 尤其以断裂北段突出。在岳阳市以北, 断裂西侧沉积厚 100m 以上, 但东侧即为前第四纪基岩组成的丘陵山地 (图 2)。

以洪湖—湘阴断裂和荣家湾断裂为界，研究区可分为 3 个第四纪沉积厚度与地层层序存在差异的构造—沉积分带（图 3），以下分别称之为西带（洪湖—湘阴断裂以西）、中带（洪湖—湘阴断裂与荣家湾断裂之间）和东带（荣家湾断裂以东）。具体沉积特征见后述。

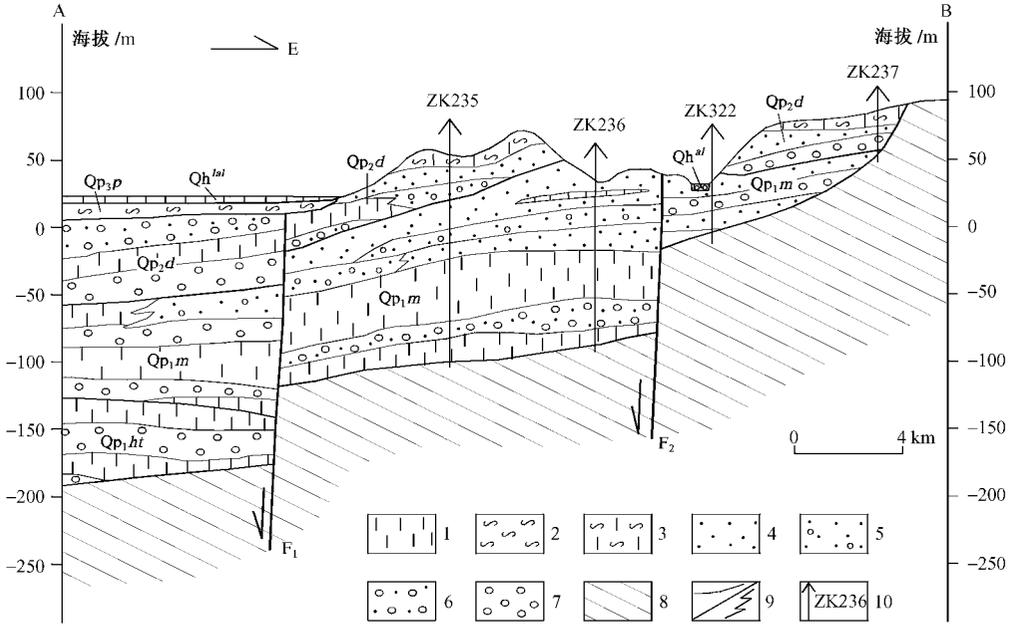


图 3 阳罗—黄沙街第四纪地质剖面（剖面位置见图 2 中 A—B 剖面线）

Fig.3 Yangluo-Huangshajie Quaternary geological section (location is shown with A—B line in fig.2)

1. 粘土；2. 淤泥；3. 网纹红土；4. 砂层；5. 含砾砂层；6. 砂砾层；7. 砾石层；8. 基座；9. 地层单位界线/相变界线；10. 钻孔位置及编号。Qh^{al}-全新世冲积；Qh^{al}-全新世冲积；Qp_{3p}-晚更新世坡头组；Qp_{2d}-中更新世洞庭湖组；Qp_{1m}-早更新世汨罗组；Qp_{1ht}-早更新世华田组；F₁-洪湖—湘阴断裂；F₂-荣家湾断裂

3.2 西带第四纪沉积特征

在洪湖—湘阴断裂以西，第四纪沉积层序较全，厚度较大。一般自下而上发育早更新世华田组、汨罗组，中更新世洞庭湖组，晚更新世坡头组和全新世冲湖积层。第四系厚度一般 120~230m，且总体自北而南厚度变大。值得指出的是，在北部君山公园有元古宙基岩出露地表，而公园周边则发育厚达 130m 以上的第四系（图 2），显示君山为一新近纪的风化剥蚀残留古山丘。

该带第四纪沉积岩性特征存在较大横向变化，其中地层层序与岩性组成以沅江县小波镇 ZK166 孔（图 2 中 A 点西侧）较具代表性。该孔第四系总厚达 233.5m，从早至晚地层与岩性组成如下：华田组厚 84.0m，自下而上依次为灰白色砂砾石层夹薄层粘土（厚 20.1m）、浅黄色粘土层（厚 19.4m）、灰白色砂砾层（厚 31.0m）、浅黄色粘土层（厚 13.0m）。汨罗组厚 63.6m，自下而上依次为灰白色砂砾层（厚 4.9m）、黄绿—浅灰绿色粘土层（厚 7.4m）、灰白色含砾砂层（厚 11.1m）、黄绿—浅灰绿色粘土层（厚 11.6m）、灰白色砂砾层（厚 13.1m）、黄绿—浅灰色粘土层（厚 15.5m）。汨罗组总体结构致密，多呈半成岩状，以此特征区别于下伏华田组和上覆洞庭湖组。洞庭湖组厚 62.5m，自下而上依次为灰白色砂砾层（厚 13.3mm）、黄绿色—浅灰色粘土层（厚 19.5m）、灰白色砂砾层（厚 29.7m）。坡头组为蓝灰色淤泥层，厚 20.5m。全新统为褐黄色粘土，厚 3.0m。

从上述岩性特征来看,早更新世华田组和汨罗组由主要为河流相与湖泊相沉积组成,总体反映出过流性湖泊环境,河流相以砾石层、砂层为主,湖相以杂色粘土为主。中更新世洞庭湖组主体为河流相砂、砾沉积,中部发育湖相粘土。晚更新世坡头组及全新统为湖相或漫滩相细粒沉积。

3.3 中带第四纪沉积特征

洪湖—湘阴断裂与荣家湾断裂之间的中带自下而上主要发育汨罗组和洞庭湖组,相对西带第四系厚度较小,缺失早更新世早期华田组(图3),晚更新世—全新世沉积也少有发育。其岩性组成横向上存在一定变化,以岳阳县大明乡 ZK235 孔层序较全并具代表性。该孔第四系总厚 132.84m,由汨罗组和洞庭湖组组成。汨罗组厚 102.84m,自下而上依次为灰绿色夹褐黄色粘土(厚 25.83m)、灰黄色砂砾层(厚 2.0m)、灰绿夹黄褐色粘土(厚 37.91m)、浅蓝色夹黄绿色粗砂(厚 9.64m)、浅蓝色含砾粘土(厚 1.8m)、灰白色夹褐黄色含砾粗砂层(厚 25.66m)。洞庭湖组厚 30.0m,自下而上依次为灰黄色砂砾层(厚 2.68m)、砂层(厚 18.92m)、网纹红土(厚 8.4m)。

该带洞庭湖组顶部普遍上覆一套粘土层,近地表均因湿热化而成网纹红土。如荣家湾一带见人工开挖剖面(Q42 观察点),网纹红土厚 14m 以上(图4),自下而上可分为 3 层:第 1 层为暗紫红色网纹红土,厚 > 2m,未见底;网纹为白色,部分浅黄色,蠕虫状,以水平为主。第 2 层为紫红色网纹红土,厚约 8m;网纹呈蠕虫状,白—浅黄色,大多呈竖直状或近竖直状。第 3 层为暗紫红色网纹红土,厚约 4m;网纹形态紊乱。上述 1 层、2 层、3 层之间呈过渡关系,无截然界线。1、2、3 层的水平网纹、竖直网纹及紊乱网纹可能分别与地下水的水平运动、垂直下渗及地表水的运动有关^[18]。近年来的年代地层学研究在网纹红土的形成时代上认识已渐趋统一^[19~22],可以确定中国南方最新一期的网纹红土形成于中更新世中期^[23]。因此,大致确定洞庭湖组顶部的粘土层沉积时代为中更新世中期。本次在荣家湾网纹红土剖面中获 156~148Ka 的光释光(OSL)年龄(国土资源部青岛海洋地质实验检测中心测试)(图4),对应于中更新世晚期,可能受取样等因素影响而年龄值偏小。

值得指出的是,中带汨罗组厚度较西带厚(图3),可能与近荣家湾断裂地带的强断陷有关。

3.4 东带第四纪沉积及分布特征

在荣家湾断裂以东至前第四纪基岩出露区之间地带(东带)地表主要出露汨罗组和洞庭湖组,北部新墙河两侧发育马王堆组、白沙井组及全新世冲积层(图2)。汨罗组和洞庭湖组为该带第四纪主体堆积,其厚度显著小于中带沉积(图3);主要由砂层、砂砾石层组成,洞庭湖组顶部发育粘土(网纹红土)。

受构造活动影响,该带第四纪沉积分布及相关地貌特征较复杂,以下结合晏家山—黄秀

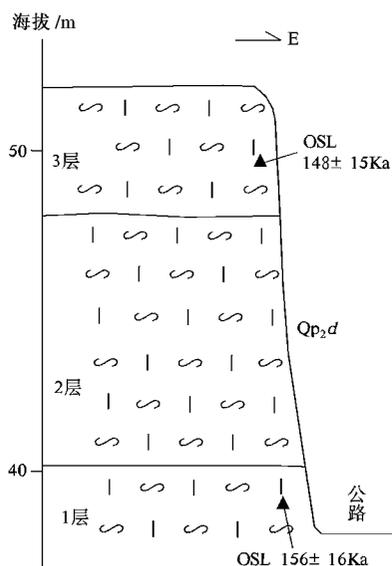


图4 荣家湾露头剖面

Fig.4 Rongjiawan outcrop section
分层岩性详见正文说明,OSL-光释光测年

林场第四纪地质综合剖面 (图 5) 给予阐述。

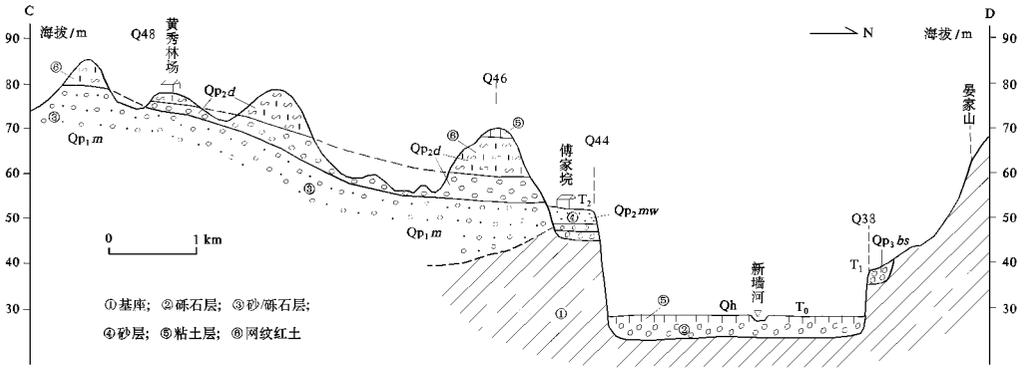


图 5 晏家山—黄秀林场第四纪地质综合剖面图 (剖面位置见图 2 中 C—D 剖面线)

Fig.5 Quaternary geological section at Yangjiashan-Huangxiu forestry station (location is shown with C—D line in fig.2)

Qh-全新世冲积层; Qp3 bs-晚更新世白水江组; Qp2 muw-中更新世马王堆组;

Qp2 d-中更新世洞庭湖组; Qp1 m-早更新世汨罗组

新墙河两邻侧为全新世河流冲积层,地貌上组成 0 级阶地 (T₀),地表高程约 28m 左右。

表层为洪泛沉积的粉砂质粘土,往下为砂砾石层。新墙河全新世河流冲积层北面主要为前第四纪基岩组成的山丘(上发育厚度不大的残坡积浮土),局部见冲积砾石层发育。周家冲 Q38 观察点见一级基座阶地 (T₁) 发育,阶地顶面高程约 38m (可能受到后期剥蚀),基座面高程约 34m,分别高出 0 级阶地 10m、6m。一级阶地北面山丘均为前第四纪基岩,未见更高级阶地堆积。一级阶地堆积物厚约 4m,为灰黄—红黄色砾石层;砾石含量 90% 以上;砾石成分主要为石英砂岩、岩屑石英砂岩等,可能来源于北面山地的南华纪富禄组;磨圆差,棱角一次棱角状;砾石略具定向,优势产状约为 10°∠20°左右,反映自北而南的水流方向。据其特征,应为新墙河北面一级支流的河口冲洪积物。据阶地高程及堆积物特征,可大致确定其为晚更新世白水江组。

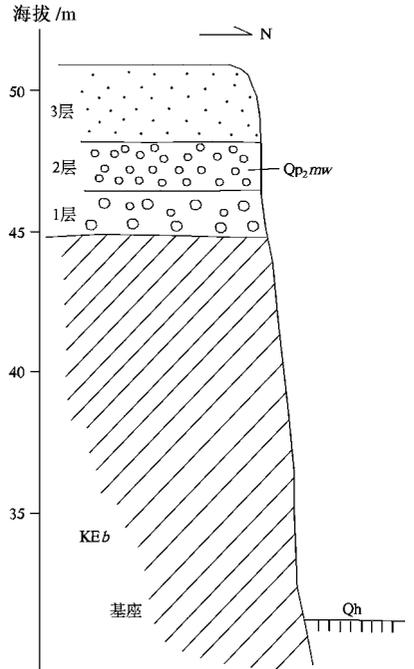


图 6 傅家垸第四纪地质露头剖面

Fig.6 Fujiaowan Quaternary geological outcrop section

岩性详见正文说明。Qh-全新世冲积层;

Qp2 mw-马王堆组

新墙河全新世河流冲积层南面与二级阶地 (T₂) 相接,于傅家垸、蔡家岭、邓家加油站等地均见堆积物露头剖面。其中以傅家垸 Q44 点露头最为清晰完整,人工开挖良好露头剖面清楚揭示出基座阶地之特征 (图 6)。基座顶面高程约 51m,基座面高程约 45m。基座出露高约 14m,由白垩纪—古近纪紫红色砾岩所组成。基座上覆第四纪砾石层和砂层,总厚约 6.2m,自下而上可分为 3 层:1 层为紫红色砾石层,厚约 1.7m。砾石含量约 90%,余为砂质基质。砾石成分主要为脉石英和硅质

岩,约占70%;次为砂岩,少量板岩。砾径1~10cm为主,个别达20cm;磨圆较差,次棱角状为主。砾石略具定向,优势产状为 $70^{\circ}\sim 90^{\circ}/25^{\circ}$ 左右,反映出自东向西的水流方向。2层为紫红色含砾粗砂层—砂质细砾石层,厚约1.7m。砂粒碎屑成分复杂,主要有石英和长石。所含较大砾石之砾径多为0.5~5cm。3层为黄红色砂层,厚约2.8m。总体自下而上变细,即由粗砂→中砂→细砂和粉砂。从沉积物特征来看,显然为新墙河之冲积。据阶地高程及沉积物特征,确定为中更新世马王堆组。

自二级阶地堆积往南,基本为中更新世洞庭湖组覆盖(图2),地表多为网纹红土和残坡积浮土所掩。地貌上组成低缓丘岗区,小山丘及其间的沟谷极为发育,丘顶高程一般60~70m,部分达90m;总体西面低,东面高。再往南至黄沙林场一带始见早更新世汨罗组发育。从地质路线调查情况来看,地表汨罗组主要为河流相砾石层、砂层,局部见漫滩或湖相(粉砂质)粘土沉积。

剖面线上Q48点于水渠边见汨罗组和洞庭湖组良好剖面露头(图7)。汨罗组下部(第1层)为黄红色—红色细砂砾层,厚2m以上,未见底。上部(第2层)为红褐色含砾粗砂,厚2m左右,具网纹化。洞庭湖组位于汨罗组含砾粗砂层之上,自下而上分为2层:下部(第3层)为灰黄—黄红色砾石层,厚0.5~1.2m。露头剖面上该层与汨罗组(第2层)界线自东往西变低,反映前者与后者之间的侵蚀切割关系(图7)。上部(第4层)为红色网纹红土,厚4m以上。其与第3层间分界总体截然,局部由于近界面红土中含砾石而呈渐变关系。网纹红土层内部夹有砾石透镜体。下部网纹总体近水平状,往上变为近垂直状或杂乱状。

上述洞庭湖组与汨罗组之间的接触关系(图7)反映出汨罗组沉积之后发生过一次构造抬升与侵蚀。

值得指出的是,晏家山—黄沙林场剖面上洞庭湖组与汨罗组之间的界面自南向北倾斜(图4),反映出中更新世晚期构造反转抬升的同时存在掀斜或拱拗变形。

4 构造—沉积演化

以上对沅江凹陷东缘鹿角地区第四纪断裂、地层展布及地貌特征等进行了较详细解剖,据此分析总结该地区第四纪构造—沉积演化过程如下:

早更新世早期,西侧的NNE向洪湖—湘阴正断裂活动,断裂西盘断陷沉降,在过流性湖泊环境下沉积了华田组砂砾层(河流相)及粘土(湖相)等。断裂东盘抬升并遭受剥蚀。

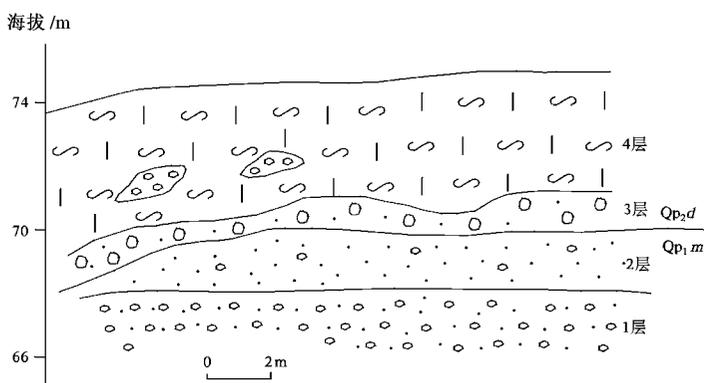


图7 黄秀林场第四系露头剖面

Fig.7 Huangxiu forestry station outcrop section

Qp₂d-中更新世洞庭湖组;

Qp₁m-早更新世汨罗组。岩性特征等详见正文

早更新世晚期，东侧的荣家湾断裂活动，该断裂以西地区强烈断陷沉降，形成汨罗组河流相砂砾层、砂层及湖相粘土层。在荣家湾断裂以东、新墙河以北地区构造抬升，继续遭受风化剥蚀。在新墙河以南的黄秀林场—黄沙街地区亦存在构造沉降，只是沉降幅度相对荣家湾断裂以西而言较小，形成厚度较薄的以河流相为主的汨罗组沉积。黄秀林场—黄沙街沉降沉积区以东则相对抬升而遭受风化剥蚀。

早更新世末期，荣家湾断裂以东的黄秀林场—黄沙街地区（先期沉积区）产生构造反转抬升，露出水面并遭受侵蚀。同期荣家湾断裂以西地区可能未明显抬升。

中更新世早期和中期，黄秀林场—黄沙街地区与西侧的沅江凹陷主体一起构造沉降，形成洞庭湖组下部砂砾层与上部粘土。洪湖—湘阴断裂在此期间有过明显的活动，断裂西盘洞庭湖组因相对断陷沉降而具有更大的厚度。值得指出的是，中更新世中期晚阶段存在区域性盆地扩张和湖平面上升，得以形成区域性的洞庭湖组顶部粘土层。

中更新世晚期研究区构造反转抬升，先期沉积接受风化剥蚀，洞庭湖组顶部的表层粘土因湿热化而形成网纹红土。大约以洪湖—湘阴断裂为界，西部地区因大型河流（可能为古湘江）的侧向侵蚀而缺失洞庭湖组顶部粘土层。与此同时，中东部新墙河初步成型。在此抬升期间曾有过相对稳定的间歇期，于新墙河古河道形成具二元结构的中更新世晚期马王堆组冲积层。马王堆组因构造抬升遭受切割而形成基座阶地（二级阶地）。

晚更新世开始地壳重趋稳定。西部主凹陷区可能略有沉降，并形成坡头组泥质沉积。东部新墙河及其支流形成白水江组冲积层，之后地壳再次抬升，河流切割形成由白水江组构成的一级基座阶地。

值得指出的是，在上述中更新世晚期开始的构造抬升的同时，黄秀林场—黄沙街地区产生了自东向西、自南向北的构造掀斜，致使洞庭湖组与汨罗组之间的界面产生倾斜（图3，图5）。

全新世构造总体稳定，西部洞庭湖区形成湖冲积；东部主要经受剥蚀，新墙河及其它规模更小的河流形成冲积层。

5 问题讨论

5.1 关于第四纪构造升降

笔者近年来对洞庭盆地及周缘地区第四纪构造活动与沉积作用的研究表明，洞庭盆地断陷沉降区在早更新世—中更新世中期一般为连续沉降，中更新世晚期盆地及周缘地区有过整体抬升，如澧县凹陷、安乡凹陷及沅江凹陷大部地区均是如此^①。在这一构造活动的整体框架下，局部地区在早更新世末期尚产生过构造反转抬升。如本文研究表明沅江凹陷东缘的黄秀林场—黄沙街地区在早更新世末期有过明显的构造抬升，造成中更新世洞庭湖组与早更新世汨罗组之间的侵蚀接触。此外，华容隆起南部及南东边缘的广兴洲地区在早更新世末期也有过构造抬升，造成全新世冲湖积层直接与汨罗组接触^①。以上反映出洞庭盆地第四纪构造升降活动存在较复杂的横向差异。

5.2 对第四纪洞庭盆地构造性质的约束

区域上，第四纪洞庭盆地构造性质经历了早期断陷到晚期拗陷的演变^①。第四纪早期即

① 湖南省地质调查院，1:25万常德市幅区域地质调查报告，1:25万岳阳市幅区域地质调查报告，2009。

早更新世—中更新世中期洞庭盆地具有断陷性质，主要表现在以下两方面：一是盆地及内部次级凹陷明显受边界断裂控制，早更新世—中更新世中期的地层厚度受控于断裂；二是控盆控凹断裂有 EW 向、SN 向、NNE 向、NW 向等多组方向，暗示存在深部地幔上隆等导致的多向伸展构造背景。第四纪晚期即中更新世晚期—全新世洞庭盆地具拗陷性质，主要体现在以下几方面：一是先期控盆控凹正断裂不再控制晚更新世—全新世沉积厚度；二是中更新世晚期洞庭盆地整体构造反转抬升；三是在常德黄土山、澧县凹陷北部等地发育褶皱和构造掀斜等很可能与挤压作用有关的构造变形。

显然，本文所述沅江凹陷东缘的构造—沉积演化过程，与区域洞庭盆地构造性质的演变相吻合，即对洞庭盆地第四纪构造性质演化提供了约束，具体如：①总体上，洪湖—湘阴断裂和荣家湾断裂在早更新世—中更新世中期具正向活动，导致断裂西盘相对断陷沉降。②中更新世晚期产生整体抬升，晚更新世—全新世期间西部主凹陷地带构造稳定或略有沉降，而东部盆缘地区（黄秀林场—黄沙街地区）则抬升；黄秀林场—黄沙街地区第四纪晚期构造抬升的同时具自西向东即自盆缘向盆内的构造掀斜。

6 结论

第四纪沅江凹陷东缘鹿角地区具有较为复杂的构造活动和沉积作用。早更新世早期洪湖—湘阴断裂和荣家湾断裂相继活动，断裂以西地区断陷沉降并沉积，以东地区则构造抬升而遭受风化剥蚀。早更新世末期凹陷区东部构造反转抬升并遭受侵蚀。中更新世早期和中期凹陷区断陷沉降并接受沉积。中更新世晚期研究区整体抬升而遭受剥蚀。晚更新世西部主凹陷区在稳定或弱沉降并形成泥质沉积，东部间歇性抬升。在上述中更新世晚期开始的构造抬升的同时，研究区东部产生了自东向西、自南向北的构造掀斜。全新世构造总体稳定，西部洞庭湖区形成湖冲积。区域上，第四纪洞庭盆地构造性质经历了早期断陷到晚期拗陷的转变。

参 考 文 献

- [1] 林承坤. 洞庭湖的演变与治理(上) I 洞庭湖的沉积 [J]. 地理学与国土研究, 1985, 1 (4): 28 ~ 35.
LIN Cheng-kun. Evolution of the Dongting lake and the way of management : I Sediments of the Dongting lake [J]. Geography and Territorial Research, 1985, 1 (4): 28 ~ 35.
- [2] 景存义. 洞庭湖的形成与演变 [J]. 南京师院学报自然科学版, 1982, (2): 52 ~ 60.
JIN Cun-yi. Formation and evolution of the Dongting basin [J]. Journal of Nanjing Normal University (Natural Science Edition), 1982, (2): 52 ~ 60.
- [3] 蔡述明, 官子和, 孔昭宸, 等. 从岩相特征和孢粉组合探讨洞庭盆地第四纪自然环境的变迁 [J]. 海洋与湖沼, 1984, 15 (6): 527 ~ 539.
CAI Shu-ming, GUAN Zi-he, KONG Zhao-chen, et al. Natural environment as reflected in sedimentary Dongting basin in Quaternary [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1984, 15 (6): 527 ~ 539.
- [4] 杨达源. 洞庭湖的演变及其整治 [J]. 地理研究, 1986, 5 (3): 39 ~ 46.
YANG Da-yuan. On the evolution of the Dongting Lake during holocene and the way of management [J]. Geographical Research, 1986, 5 (3): 39 ~ 46.
- [5] 张晓阳, 蔡明述, 孙顺才. 全新世以来洞庭湖的演变 [J]. 湖泊科学, 1994, 6 (1): 13 ~ 21.
ZHANG Xiao-yang, CAI Shu-ming, SUN Shun-cai. Evolution of Dongting Lake since Holocene [J]. Journal of Lake Sciences, 1994, 6 (1): 13 ~ 21.

- [6] 皮建高,张国强,梁杏,等.洞庭盆地第四纪沉积环境演变的初步分析[J].地质科技情报,2001,20(2):6~10.
PI Jian-gao, ZHANG Guo-liang, LIANG Xing, et al. Preliminary research on sedimentary environment evolution Dongting Basin in the Quaternary period [J]. Geological Science and Technology Information, 2001, 20(2): 6~10.
- [7] 杜耘,殷鸿福.洞庭湖历史时期环境研究[J].地球科学——中国地质大学学报,2003,28(2):214~218.
DU Yun, YIN Hong-fu. Study on historical environment in Dongting Lake area [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2003, 28(2): 214~218.
- [8] 来红州,莫多闻,李新坡.洞庭盆地第四纪红土层及古气候研究[J].沉积学报,2005,23(1):130~137.
LAI Hong-zhou, MO Duo-wen, LI Xin-po. Research on the Quaternary laterite and paleoclimate in the Dongting Basin [J]. Acta sedimentologica Sinica, 2005, 23(1): 130~137.
- [9] 林承坤.洞庭湖的演变与治理(下):II洞庭湖的演变及治理理想[J].地理学与国土研究,1986,2(1):40~46.
LIN Cheng-kun. Evolution of the Dongting lake and the way of management: II Evolution of the Dongting lake and proposal about the way of management [J]. Geography and Territorial Research, 1986, 2(1): 40~46.
- [10] 刘锁旺,甘家思,李蓉川,等.江汉洞庭盆地的非对称扩张与潜在地震危险性[J].地壳形变与地震,1994,14(2):56~66.
LIU Suo-wang, GAN Jia-si, LI Rong-chuan, et al. Asymmetric extension and hidden earthquake risk in Jianghan-Dongting basin (JDB) [J]. Crustal Deformation and Earthquake, 1994, 14(2): 56~66.
- [11] 薛宏交,耿爱玲,龚平.江汉洞庭盆地水系展布特征与新构造运动[J].地壳形变与地震,1996,16(4):58~65.
XUE Hong-jiao, GEN Ai-lin, GONG Ping. Extension characteristics of river system and neotectonic movement in the Jianghan-Dongting basin [J]. Crustal Deformation and Earthquake, 1996, 16(4): 58~65.
- [12] 李春初.构造沉降是控制近代洞庭湖演变的关键因素吗?——评《洞庭湖地质环境系统分析》[J].海洋与湖沼,2000,31(4):460~464.
LI Chun-chu. Tectonic subsidence in relation to modern Dongting Lake evolution: review on "Dongting Lake geology environmental system analysis" [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2000, 31(4): 460~464.
- [13] 王道经,黄怀勇.洞庭湖现代构造与湖盆演变[J].湖南地质,2000,19(1):30~36.
WANG Dao-jing, HUANG Huai-yong. Dongtinghu modern tectonics and its basin evolution [J]. Hunan Geology, 2000, 19(1): 30~36.
- [14] 梁杏,张人权,皮建高,等.洞庭盆地第四纪构造活动特征[J].地质科技情报,2001,20(2):11~14.
LIANG Xing, ZHANG Ren-quan, PI Jian-gao, et al. Characteristics of tectonic movement of Dongting basin in the Quaternary period [J]. Geological Science and Technology Information, 2001, 20(2): 11~14.
- [15] 梁杏,张人权,皮建高,等.构造沉降对近代洞庭湖区演变的贡献[J].海洋与湖沼,2001,32(6):690~696.
LIANG Xing, ZHANG Ren-quan, PI Jian-gao, et al. Contributions of tectonic subsidence to the modern Dongting lake area evolution [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2001, 32(6): 690~696.
- [16] 苏成,莫多闻,王辉.洞庭湖的形成、演变与洪涝灾害[J].水土保持研究,2001,8(2):52~55,87.
SU Cheng, MO Duo-wen, WANG Hui. Evolution of Lake Dongting and its flood disasters [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2001, 8(2): 52~55, 87.
- [17] 来红州,莫多闻.构造沉降和泥沙淤积对洞庭湖区防洪的影响[J].地理学报,2004,59(4):574~580.
LAI Hong-zhou, MO Duo-wen. Influences of the tectonic subsidence and the siltation on flood disaster prevention situation in the region of Dongting Lake [J]. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(4): 574~580.
- [18] 来红州,莫多闻,李新坡.洞庭盆地红土地层中网纹的成因探讨[J].北京大学学报(自然科学版),2005,41(2):240~248.
LAI Hong-zhou, MO Duo-wen, LI Xin-po. Genesis of reticulate clay in the laterite of the Dongting basin [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2005, 41(2): 240~248.
- [19] 蒋复初,吴锡浩,肖华国,等.九江地区网纹红土的时代[J].地质力学学报,1997,3(4):27~32.
JIANG Fu-chu, WU Xi-hao, XIAO Hua-guo, et al. Age of the vermiculated red soil in Jiujiang area, central China [J]. Journal

of Geomechanics, 1997, 3 (4): 27 ~ 32.

- [20] 乔彦松 郭正堂, 郝青振, 等. 皖南风尘堆积—土壤序列的磁性地层学研究及其古环境意义 [J]. 科学通报, 2003, 48 (13): 1465 ~ 1469.

QIAO Yan-song, GUO Zhen-tang, HAO Qing-zhen, et al. Magnetostratigraphy studies on the eolian deposits-soil chronosequence in south Anhui and its paleoenvironmental significance [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48 (13): 1465 ~ 1469.

- [21] 杨浩 赵其国, 李小平, 等. 安徽宣城风成沉积—红土系列剖面 ESR 年代学研究 [J]. 土壤学报, 1996, 33 (3): 293 ~ 300.

YANG Hao, ZHAO Qi-guo, LI Xiao-ping, et al. ESR dating of eolian sediment and red earth series from Xuancheng profile in Anhui Province [J]. Acta Pedologica Sinica, 1996, 33 (3): 293 ~ 300.

- [22] 赵志中 乔彦松, 王燕, 等. 成都平原红土堆积的磁性地层学及古环境记录 [J]. 中国科学 (D 辑: 地球科学), 2007, 37 (3): 370 ~ 377.

ZHAO Zhi-zhong, QIAO yan-song, WANG Yan, et al. Magnetostratigraphy and records of paleoenvironment of the Red Earth Formation in the Chendu Plain [J]. Science in China (Series D), 2007, 37 (3): 370 ~ 377.

- [23] 尹秋珍 郭正堂. 中国南方的网纹红土与东亚季风的异常强盛期 [J]. 科学通报, 2006, 51 (2): 186 ~ 193.

YIN Qiu-zhen, GUO Zhen-tang. Vermicular red earth in South China and abnormal puissant period of East Asia monsoon [J]. Chinese Scienc Bulletin, 2006, 51 (2): 186 ~ 193.

STUDY ON QUATERNARY TECTONIC-SEDIMENTARY EVOLUTION OF LUJIAO AREA , EAST EDGE OF YUANJIANG SAG , DONGTING BASIN

BAI Dao-yuan , ZHOU Ke-jun , MA Tie-qiu , WANG Xian-hui ,

PENG Yun-yi , LI Gang , CHEN Du-ping

(Hunan Institute of Geology Survey , Changsha 410011 , Hunan , China)

Abstract : Quaternary Yuanjiang sag is an eastern one of the secondary tectonic units of the Dongting basin. Detailed geologic mapping and bore data were taken to reveal the Quaternary tectonic , sedimentary and geomorphic characteristics and tectonic-sedimentary evolution of Lujiao area , northeast Yuanjiang sag. The Honghu-Xiangyin fault and Rongjiawan fault formed in succession during Early Pleistocene , which caused that the west walls of the faults subsided and received alluvial and lacustrine deposits , while the east walls rose and were denuded. Eastern area of the sag uplifted and was denuded in the end of Early Pleistocene. The sag subsided and received alluvial and lacustrine deposits during early-middle Middle Pleistocene. The study area rose as a whole and was denuded during late Middle Pleistocene. The western main depressional area was stable or subsided weakly and formed clay deposits in Late Pleistocene , when east area rose by fits. In the same time of above tectonic uplift since late Middle Pleistocene , east of the area tilted westward and northward. The area was under tectonic stable state in Holocene , forming alluvial-lacustrine deposits in western Dongting lake area.

Key words : Quaternary ; subsidence and uplift ; sedimentary and geomorphic characteristics ; east edge of Yuanjiang sag