

华容隆起及周缘第四纪构造—沉积特征与演化

柏道远^{1,2} 吴能杰¹ 李长安² 马铁球¹
王先辉¹ 彭云益¹ 李 纲¹ 陈渡平¹

(1. 湖南省地质调查院, 湖南 长沙 410011; 2. 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:第四纪华容隆起位于江汉—洞庭盆地中带。通过地表地质调查和钻孔资料对华容隆起及周缘第四纪构造—沉积特征与演化进行了研究。华容隆起总体呈 EW 向展布, 北接江汉盆地, 南与洞庭盆地安乡凹陷和沅江凹陷相邻, 总体轮廓大致受到北面的 EW 向石首断裂、南西面的 NW 向南县—黄山头断裂、东面的 NNE 向砖桥断裂等正断裂所控制。隆起周缘凹陷第四纪各时代地层(冲积和湖积)发育较齐全。隆起内部低洼区及山地区边缘不同程度发育更早全新世晚期—全新世沉积, 其他地区分布前第四纪基岩或残坡积物。根据地貌、边界断裂、第四纪沉积以及前第四纪基岩分布等, 重塑华容隆起和周缘第四纪构造升降活动、沉积和剥蚀特征及演化过程。第四纪初华容隆起内部因先期剥蚀切割而形成原始地貌分异。早更新世早期隆起周边断裂开始伸展活动, 江汉盆地、安乡凹陷与沅江凹陷构造沉降并接受沉积, 华容隆起遭受风化剥蚀。早更新世晚期—中更新世中期周边断裂继续伸展活动, 华容隆起与周缘凹陷均构造沉降, 前者沉降幅度较小而相对抬升。华容隆起内低洼地区及周缘凹陷接受沉积, 期间在早更新世末有过构造抬升而受到剥蚀。中更新世晚期华容隆起及周边凹陷整体抬升并遭受剥蚀与网纹化, 期间有过构造稳定时期并在华容—砖桥主隆起区的边缘形成河流与滨湖沉积。晚更新世区域构造较稳定, 于主隆起边缘和外围平原形成冲、湖积。晚更新世末区域海平面大幅下降, 导致华容隆起及周缘地区遭受剥蚀。全新世受海平面上升影响, 周缘凹陷及隆起内部低洼地带形成河湖相堆积。受先期高地势控制, 华容隆起主体、南部的南山次隆以及西部团山次隆局部地区等第四纪期间一直遭受风化剥蚀, 部分地区形成较大规模的残坡积。受江汉—洞庭盆地整体沉降控制, 华容隆起第四纪期间总体表现为明显的构造沉降。

关键词:华容隆起及周缘凹陷; 第四纪; 构造升降; 演化过程

中图分类号: P534.63 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)05-1243-14

江汉—洞庭盆地是中南地区规模最大的第四纪盆地, 中部的华容(次级)隆起将其分为江汉盆地(北)和洞庭盆地(南)两部分。江汉—洞庭盆地是中国重要的粮棉渔生产基地, 同时拥有丰富的湿地资源。然而, 近代由于泥沙淤积、围湖造田等造成湖域面积急剧减小, 河床迅速淤高, 导致洪涝灾害危险性显著增大^[1], 湿地生态环境也日渐恶化^[2,3]。为了给灾害治理和环境恢复的决策提供科学依据, 除了对盆地近

现代地理和生态环境特征与演化规律^[4-8], 以及与之相关的泥沙淤积^[9-15]和构造沉降^[16]等控制因素进行研究外, 还应对第四纪构造—沉积演化及其动力机制等进行深入探索, 以揭示盆地构造活动与环境演化的内在规律, 科学预测盆地及湖泊的发展趋势。

对江汉—洞庭盆地第四纪地质调查由来已久^[1,2,4,6], 已在第四纪沉积^[17-21]、环境特征与演化过程^[22-34]、构造活动特征^[35-39]、湖泊演变趋势^[12,40]等方面

收稿日期: 2009-08-21; 改回日期: 2010-07-05

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“1:25 万常德市幅和岳阳市幅区域地质调查(1212010610706)”和国家自然科学基金项目(40771213)资助。

作者简介: 柏道远, 男, 1967 年生, 研究员级高级工程师, 近年来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 陈发禅. 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.

⑤ 湖北省地质调查院. 长江中游荆江及江汉平原水患区环境地质调查评价成果报告, 2003.

取得大量成果认识。从已有资料来看,前人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,对盆地第四纪构造性质、近代洞庭湖演变成因等问题的认识尚存在一定分歧^[4]。因此,江汉—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 1:25 万区域地质调查时发现,南部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^[42-51]。因此,有必要对不同构造单元的第四纪地质特征进行详细解剖,以更全面、更客观地揭示江汉—洞庭盆地第四纪地质特征及构造活动规律。本文即对江汉—洞庭盆地内部华容隆起及其周缘的第四纪构造活动和沉积作用特征及演化过程进行研究,以期对江汉—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 区域第四纪构造格局

江汉—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,其中部为华容(次级)隆起(图 1)。其中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

第四纪江汉—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。

第四纪期间江汉盆地和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有显著差异。抬升区第四纪地层主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

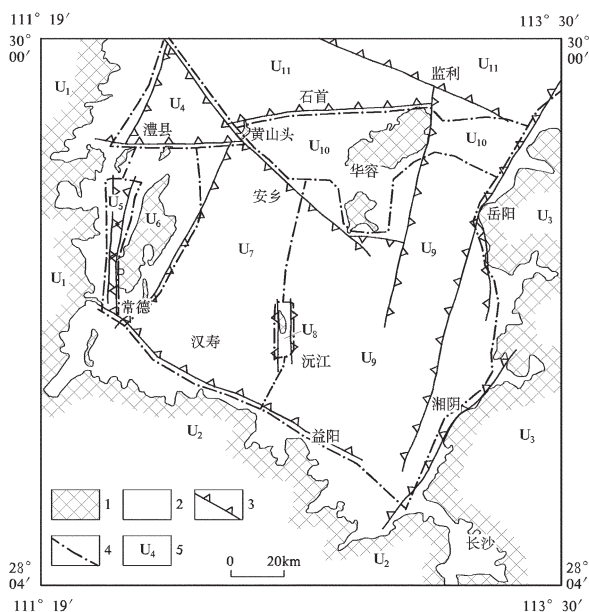


图 1 第四纪洞庭盆地构造格局

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

Fig.1 Tectonic framework of Quaternary Dongting Basin
1—Outcropped area of pre-Quaternary deposits; 2—Outcropped area of Quaternary deposits; 3—Quaternary normal fault, time indicating downthrown block; 4—Tectonic unit boundary; 5—Symbol of tectonic unit. Names of tectonic units: U₁—Wuling uplift; U₂—Xuefeng uplift; U₃—Mubushan uplift; U₄—Lixian depression; U₅—Linli depression; U₆—Taiyangshan uplift; U₇—Anxiang depression; U₈—Chishan uplift; U₉—Yuanjiang depression; U₁₀—Huarong uplift; U₁₁—Jianghan basin

积,局部山麓或沟谷发育洪积。凹陷区第四纪地层主要分布于全新世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。

据此,根据研究区地层发育情况,以前人资料^{①②③④}为基础,结合本次调查成果,分别建立了洞庭盆地覆盖区(或凹陷区)和露头区(或抬升区),以及江汉盆地覆盖区的地层系统,地层划分对比情况如表 1 所示。需要说明的是,前人在江汉盆地和洞庭盆地第四

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陈发禅.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湖北省地质调查院.长江中游荆江及江汉平原水患区环境地质调查评价成果报告,2003.

纪地质研究中并未采用统一的地层划分方案,两盆地各有其地层系统。本次分别建立了洞庭盆地和江汉盆地的覆盖区地层系统,一是考虑到前人资料利用以及历史沿袭,二是考虑到江汉盆地和洞庭盆地为两个不同的高级别第四纪构造单元。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,未包括残坡积等其他类型(分布于露头区)。

洞庭盆地露头区的白水江组、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),一般为具二元结构(下部砂砾层,上部粉砂质粘土、粘土层)的河流冲积物。其中白沙井组和新开铺组的上部粘土层常具网纹化。覆盖区各地层单位岩性组成呈明显的横向变化。总体而言,华田组以湖相杂色粘土为主,夹砂砾层、砂层、粉砂层等河流相沉积。粘土颜色有青灰、黄白、黄绿、灰绿、桔黄、棕黄、灰黄、浅黄、绛红等,不同颜色粘土常相间、交错而形成条带状、团块状、晕状等构造。汨罗组主要为一套灰、灰绿、灰黄、土黄色河流相细—粗砂层、含砾砂层,夹灰、灰绿、灰黄、褐黄色漫滩相、湖泊相(含)粉砂质粘土、粘土,局部含少量砂砾石层。该组胶结紧密,多呈半成岩状,而与下伏华田组 and 上覆洞庭湖组相区别。洞庭湖组以河流相砂砾层为主,砂和粘土层次之,且总体具下粗上细层序结构。坡头组主要为一套土黄、褐黄、灰黄、浅黄色漫滩、湖泊相粘土,其结构致密,含较多铁锰质结核。全新统多为河湖相粉砂、粘土沉积,少量

砂质沉积。

2 华容隆起的总体特征

华容隆起总体呈 EW 向展布,北接江汉盆地,西抵澧县凹陷,南与安乡凹陷和沅江凹陷相邻(图 1)。其总体轮廓大致受北面的石首断裂、南西面的南县—黄山头断裂、东面的砖桥断裂等正断裂所控制,呈北宽南窄,南西边界和南东边界内凹的倒三角形,东西长约 100 km,南北宽约 50 km(中部最宽处)。尽管隆起的外部轮廓大致受断裂控制,但隆起南侧的具体边界并未严格为断裂所限(图 2)。

石首断裂、南县—黄山头断裂和砖桥断裂均为自隆起倾向外侧凹陷的正断裂。根据大量钻孔资料所编绘的第四系等厚图显示,各断裂上盘的第四系厚度一般显著大于断裂下盘并呈突变关系(图 2~3),从而反映出断裂的存在与空间展布特征。南县—黄山头断裂北东侧的明山头、团山(图 2)以及黄山头等地有前第四纪基岩出露(图 1),沉积厚度也较小;而南西侧则为湖冲积平原,沉积厚度也显著增大。石首断裂南侧的石首、东升、塔市等地均出露前第四纪基岩并组成丘陵或孤山,而断裂北侧均为冲湖积平原并发育厚 60~100 m 的第四纪沉积。砖桥断裂以建新以北反映清晰,断裂西侧为桃花山岩体组成的基岩山地,而东侧则为冲湖积平原,并发育厚 100~180 m 的第四纪沉积。此外,根据沉积厚度变化,在明山头至注滋口一线还存在一东西向小规模注滋口断裂(图 2)。显然,上述断裂对第四纪华容隆起的相对抬升及周边凹陷区的沉降起到了控制作

表 1 江汉—洞庭盆地第四纪地层划分对比

Table 1 Subdivision and correlation of Quaternary strata in Jiangnan-Dongting basin

时 代	洞庭盆地				江汉盆地	
	露头区		覆盖区		覆盖区	
	地层单位	代号	地层单位	代号	地层单位	代号
全新世	全新世冲积	Qh ^{al}	未定,包括冲积、湖积、湖冲积等	Qh ^{al} 、Qh ^l 、Qh ^{lal}	未定,包括冲积、湖积、湖冲积等	Qh ^{al} 、Qh ^l 、Qh ^{lal}
晚更新世	白水江组	Qp _{3bs}	坡头组	Qp _{3p}	沙湖组	Qp _{3s}
	马王堆组	Qp _{2mw}				
中更新世	白沙井组	Qp _{2b}	洞庭湖组	Qp _{2d}	汉江组	Qp _{2h}
	新开铺组	Qp _{2x}				
早更新世	汨罗组	Qp _{1m}	汨罗组	Qp _{1m}	东荆河组	Qp _{1d}
	缺失?		华田组	Qp _{1ht}		

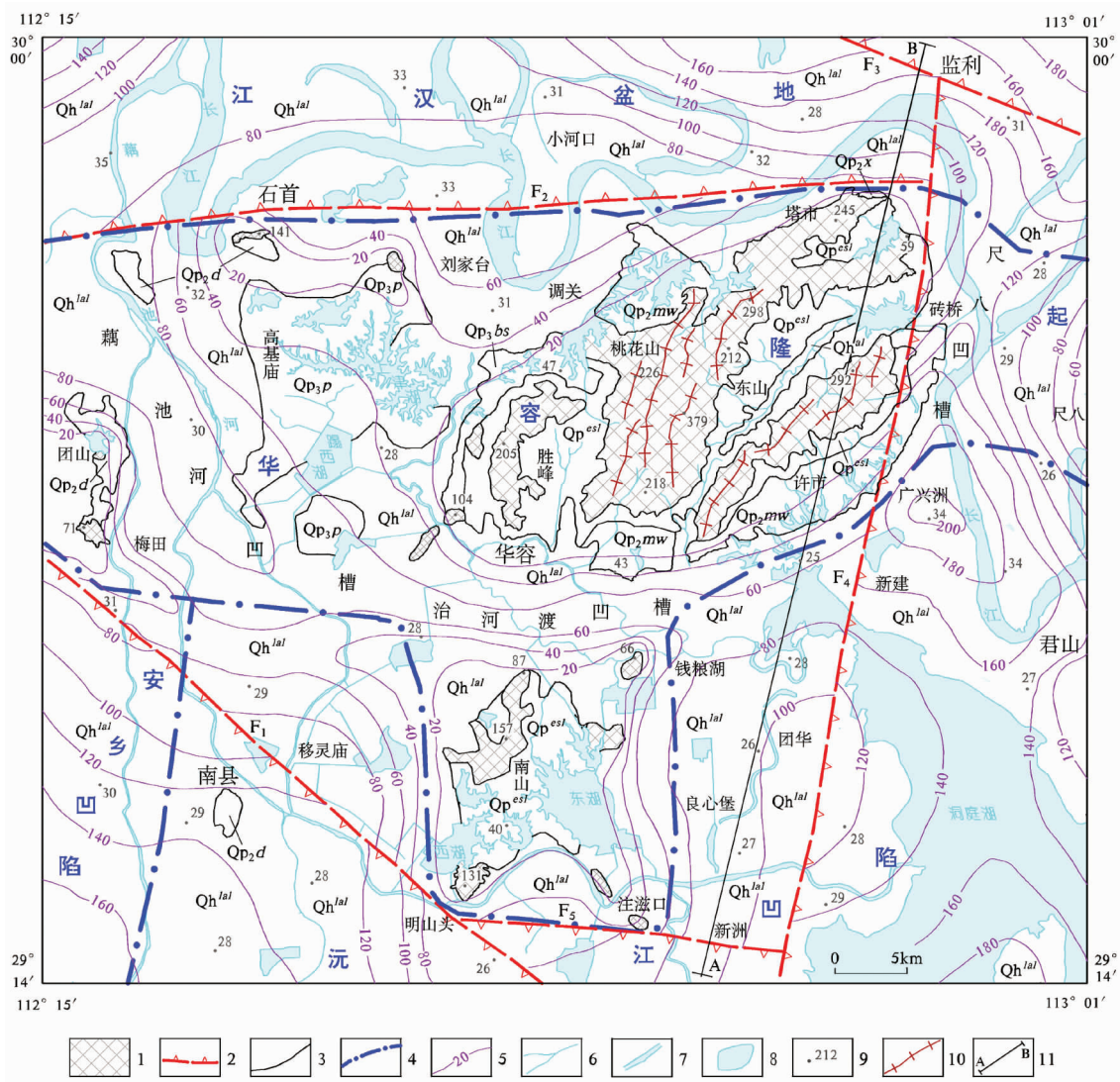


图2 华容隆起及周围综合地质地貌图

1—前第四纪基岩,具丘岗地貌;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—单线河;7—双线河;8—湖泊和水库水面;9—高点与高程值;10—山脊线;11—第四纪地质剖面位置, A—B 对应图3。Qh^{al}—全新世冲积;Qh^{lal}—全新世湖冲积;Qp_{3p}—晚更新世坡头组;Qp_{3bs}—晚更新世白水江组;Qp_{2mw}—中更新世马王堆组;Qp_{2x}—中更新世新开铺组;Qp_{2d}—中更新世洞庭湖组;Qp^{ed}—更新世残坡积;F₁—南县—黄山头断裂;F₂—石首断裂;F₃—公安—监利断裂;F₄—砖桥断裂;F₅—注滋口断裂

Fig.2 Geological-geomorphologic sketch map of Huarong uplift and its periphery

1—Outcropped area of pre-Quaternary deposits with hilly landforms; 2—Normal fault controlling basin and depression, tine indicating downthrown block; 3—Geological boundary; 4—Quaternary tectonic unit boundary; 5—Contour line and value of Quaternary thickness; 6—Single-line river; 7—Double line river; 8—Lake and reservoir; 9—Elevation; 10—Ridge; 11—Location of Quaternary geological section, A—B line as for Fig.3; Qh^{al}—Holocene alluvial deposits; Qh^{lal}—Holocene lacustrine-alluvial deposits; Qp_{3p}—Late Pleistocene Potou Formation; Qp_{3bs}—Late Pleistocene Baishuijiang Formation; Qp_{2mw}—Middle Pleistocene Mawangdui Formation; Qp_{2x}—Middle Pleistocene Xinkaipu Formation; Qp_{2d}—Middle Pleistocene Dongtinghu Formation; Qp^{ed}—Pleistocene residual material; F₁—Nanxian—Huangshantou fault; F₂—Shishou fault; F₃—Gongan—Jianli fault; F₄—Zhuanjiao fault; F₅—Zhuzikou fault

用。顺便指出,砖桥断裂东侧的广兴洲一带发育一第四系厚达 200 m 以上的小型凹陷(图 2),习称广兴洲凹陷或广兴洲地堑,本文将其划归沅江凹陷,而未

厘定为独立构造单元。

华容隆起内部第四纪地质格局较复杂(图 2)。隆起南面南山至注滋口一带有一向南突出的半岛状

次级隆起(以下简称南山次隆),其与北面华容隆起主体之间有一第四系厚度达 60 m 的东西向凹槽(本文称之为洽河渡凹槽)。隆起西部在团山至高基庙之间有一 NW 向的凹槽(以下简称藕池河凹槽),第四系厚度可达 80 m 以上。该凹槽以西为团山—黄山头次级隆起(以下简称团山次隆)。华容隆起的东端为尺八镇次级隆起,该地带尽管现为湖冲积平原且有长江流经,但第四系厚度(最小处仅 20 m)明显小于周边。尺八镇次级隆起与西面的华容隆起主体之间为一 NNE 向的尺八凹槽,其沟通江汉盆地与南面的广兴洲地堑(图 2)。

3 隆起带沉积与地貌特征

3.1 华容隆起主体沉积与地貌特征

华容—砖桥一带的山地为华容隆起的主体(图 2)。主隆起总体呈 NE 向,NE 长约 40 km,NW 宽约 20 km。总体上中部地势高,具丘陵地貌,海拔多为 100~350 m,最高峰海拔 379 m;四周地势渐低,海拔一般 40~60 m,具丘岗和岗状平原地貌。隆起内部发

育 NNE 向的东山谷地和近 SN 向的胜峰谷地。带内山脊线呈 NE—NNE 走向。隆起南东边缘和北西边缘发育大量枝叉状的雍塞湖。

区内主要出露前第四纪基岩,并以燕山期花岗岩为主,少量冷家溪群板岩、片岩。第四系广泛分布于隆起周边向湖冲积低平原过渡地带以及东山谷地和胜峰谷地中。沉积物类型以残坡积为主,另有较多中更新世马王堆组 and 晚更新世白水江组分布于隆起的南东边缘和北西边缘(图 2)。隆起北东端边缘还见有少量中更新世新开铺组和白沙井组发育。

顺便指出,由于华容隆起第四纪期间总体表现为沉降(见“5”节),有别于洞庭盆地周缘隆起的持续抬升,因而马王堆组与新开铺组(区域上分别对应于 II 级阶地和 IV 级阶地)的标高接近(图 3)。

(1)更新世残坡积(Qp^{esl})

残坡积层主要分布于胜峰谷地和东山谷地中,一般厚 3~10 m,多为褐色铁锰裂隙土,组成残坡积岗状平原,地表高程一般 40~45 m。表层常因后期改造而成为灰黄色、灰色耕作土。在胜峰谷地南部,于

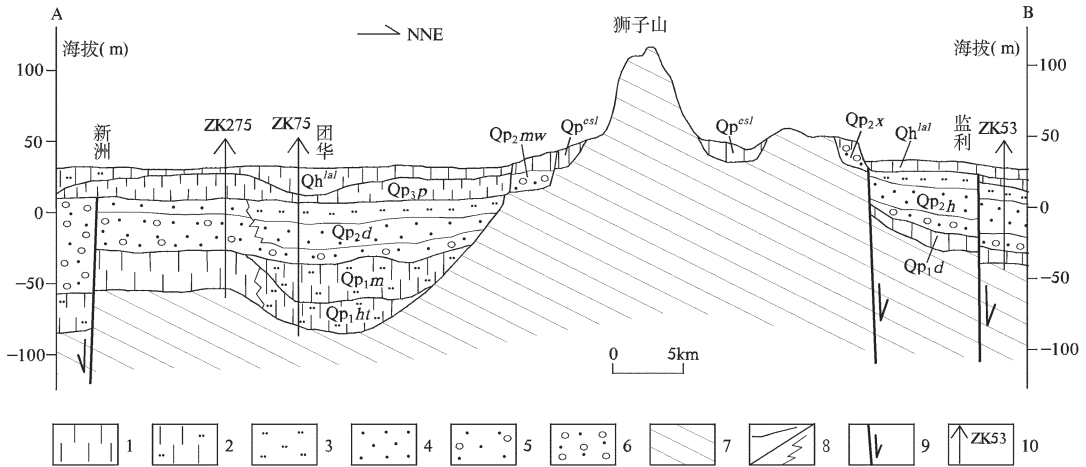


图 3 监利—新洲第四纪地质剖面(位置见图 2 中 A—B 剖面线)

1—粘土;2—含粉砂粘土;3—粉砂;4—砂层;5—含砾砂层;6—砾石层、砂砾层;7—基座;8—地层单位界线/相变界线;

9—正断裂;10—钻孔位置及编号。Qh^{al}—全新世湖冲积;Qp_{3p}—晚更新世坡头组;Qp_{2mw}—中更新世马王堆组;

Qp_{2x}—中更新世新开铺组;Qp_{2d}—中更新世洞庭湖组;Qp_{2h}—中更新世汉江组;Qp^{esl}—更新世残坡积;Qp_{1m}—早更新世汨罗组;

Qp_{1d}—早更新世东荆河组;Qp_{1ht}—早更新世华田组

Fig.3 Quaternary geological section along Jianli-Xinzhou zone (location shown by A—B line in Fig. 2)

1—Clay; 2—Silt-bearing clay; 3—Silt; 4—Sand layer; 5—Gravel-bearing sand layer; 6—Gravel or sand-gravel layer; 7—Pre-Quaternary base;

8—Stratigraphic unit boundary/depositional facies boundary; 9—Normal fault; 10—Location and serial number of drill hole.

Qh^{al}—Holocene lacustrine-alluvial deposits; Qp_{3p}—Late Pleistocene Potou Formation; Qp_{2mw}—Middle Pleistocene Mawangdui Formation;

Qp_{2x}—Middle Pleistocene Xinkaipu Formation; Qp_{2d}—Middle Pleistocene Dongtinghu Formation; Qp_{2h}—Middle Pleistocene Hanjiang Formation;

Qp^{esl}—Pleistocene residual deposits; Qp_{1m}—Early Pleistocene Miluo Formation; Qp_{1d}—Early Pleistocene Dongjinhe Formation;

Qp_{1ht}—Early Pleistocene Huatian Formation

朱家屋场南西面可见良好的第四纪残坡积层及下伏基岩(图4)露头。基岩为冷家溪群紫红色(风化色)石英云母片岩,具片状构造,发育石英脉。残坡积层厚2 m以上,上部为褐色铁锰质裂隙土;下部为厚30 cm左右的角砾石层,砾石成分为脉石英,棱角状,大小主要为3~30 cm,为风化残积产物。自该点往北,见残坡积层组成台地或阶地地貌。

在胜峰谷地北部的沈家院子,于一民房后见较好的残坡积层人工露头剖面(图5)。自下而上分为2层:1层为褐色铁锰质裂隙土,厚约3 m,未见底,土黄色网纹发育;下部含硅质(脉石英)角砾,显然系风化残积之产物,并暗示其下即为前第四纪基岩。2层为黄褐色耕作土层,厚约1 m。自该点往南追索约1000 m,于山丘上见基岩(片岩)露头,反映周围为残坡积或剥蚀地貌。

(2)中更新世新开铺组(Qp_{2x})和白沙井组(Qp_{2b})

中更新世新开铺组和白沙井组仅在隆起北东端边缘少量分布,并以新开铺组为主,白沙井组只于局部后期侵蚀低地中见及。岩性为砾石层、砂层与网纹红土等。

在洪山头镇江山村一带一采坑内见新开铺组冲积层的典型露头剖面。剖面地表海拔42 m左右,高

出北面冲湖积平原约14 m。沉积物自下而上可分为4层:1层为黄红色含砾粗砂—细砾石层,厚3 m左右,未见底。2层为棕红色粘土、砂质粘土,厚度2 m左右。3层为黄红色砂砾石层夹透镜状砂层与粘土层,厚3~4 m。砾石成分以脉石英为主,少量花岗岩,偶见板岩砾石;分选较差,砾径一般1~10 cm,大者可达15 cm;次棱角状—次圆状。4层为棕红色、灰黄色(粉砂质)粘土,厚4~6 m。

自上一露头点往东追索约300 m,于徐家门北面水渠边见新开铺组与白沙井组接触之露头剖面,剖面上中更新世沉积从早至晚可分为5层(图6):1层在剖面北段为紫褐色夹灰白色斑块泥质粉砂—粉砂质粘土,厚>40 cm,未见底;往南沉积物粒度变粗,为紫褐色—暗紫红色含砾粗砂—细砾石层。1层顶部有见上覆2层之砾石呈楔状“嵌入”,可能为冲刷后充填所致。2层主要为黄红色砾石层,厚1.4 m左右,其水平上覆于1层之上。砾石成分主要为脉石英,砾径大部分为2~10 cm,个别达20 cm;磨圆差,次棱角为主。砾石略具定向,优势产状约为230°∠30°。在该层南端近4层处变为含砾粘土,可能与后期侵蚀改造有关。3层为紫红色砂、泥、砾石混杂堆积,含铁锰质高,半固结,点处残留厚1 m以上。

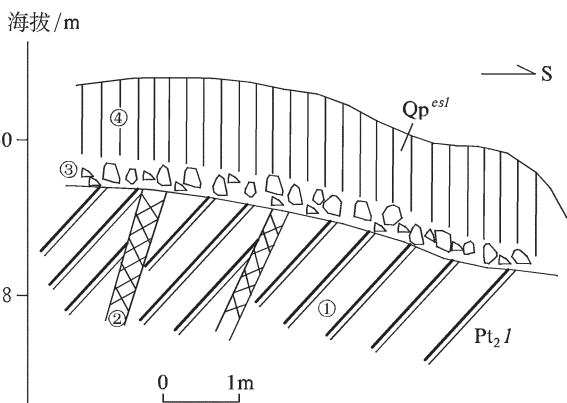


图4 朱家屋场南西面残坡积露头剖面

- ①—石英云母片岩;②—石英脉;③—脉石英质角砾层;
- ④—铁锰质裂隙土;

Pt₂l—中元古代雷神庙组;Qp^{esl}—更新世残坡积

Fig.4 Outcrop section of residual deposits to the southwest of Zhujiawuchang

- ①— Quartz-mica schists; ②—Quartz vein; ③—Quartz breccias;
- ④—Iron and manganese-bearing clay;
- Pt₂l—Mesoproterozoic Leishenmiao Formation;
- Qp^{esl}—Pleistocene residual deposits

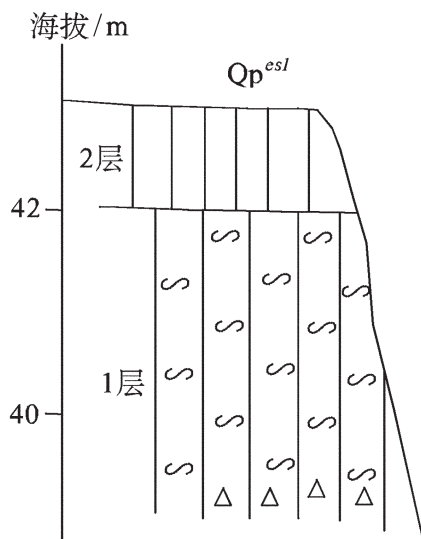


图5 沈家院子残坡积剖面

Qp^{esl}—更新世残坡积

Fig.5 Outcrop section of residual deposits at Shenjiayuanzi (Lithology is shown in the text)

Qp^{esl}—Pleistocene residual deposits

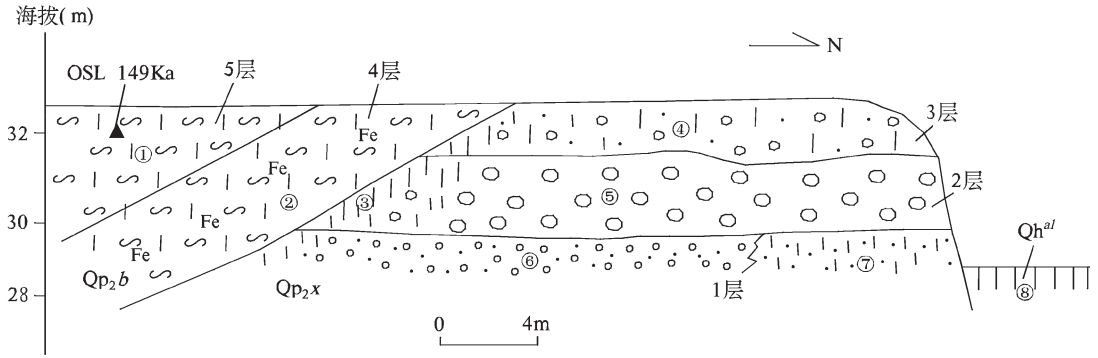


图 6 徐家门北面第四系露头剖面

- ①—红色网纹土;②—暗紫红色铁锰质网纹土;③—含砾粘土;④—紫红色砂、泥、砾石混杂堆积;⑤—砾石层;
- ⑥—含砾粗砂—细砾石层;⑦—泥质粉砂—粉砂质粘土;⑧—(含粉砂质)粘土;Qh^d—全新世冲积层;
- Qp_{2b}—中更新世白沙井组;Qp_{2x}—中更新世新开铺组

Fig. 6 Outcrop section of Quaternary deposits to the north of Xujiamen

- ①—Red vermicular earth; ②—Dark violet-red iron and manganese-bearing vermicular earth; ③—Gravel-bearing clay;
- ④—Violet-red sand-clay-gravel deposit; ⑤—Gravel; ⑥—Gravel-bearing coarse sand-fine gravel; ⑦—Muddy silt-silty clay; ⑧—Silt-bearing clay or clay; Qh^d—Holocene alluvial deposits; Qp_{2b}—Middle Pleistocene Baishajin Formation;
- Qp_{2x}—Middle Pleistocene Xinkaipu Formation

砾径较小,多为 1~4 cm。该层与 2 层间呈近水平上覆关系。4 层为暗紫红色铁锰质网纹土,厚约 1.5 m,其切割 1~3 层并披覆其上,显然为后期切割后堆积。2 层与 3 层往南近 4 层处砾石含量显著减少,粘土增多,亦反映 3 层沉积后、4 层沉积前经历过切割剥蚀改造作用。5 层为红色网纹土,其切割披覆于 4 层之上,未见底。

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^[52-55],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^[56]。而本次于徐家门北面水渠剖面 5 层获得光释光(OSL)年龄值 149 Ka (图 6)(国土资源部青岛海洋地质实验检测中心测试),对应于中更新世晚期。考虑到受取样等因素影响光释光年龄值很可能较实际偏小,大致确定 4 层和 5 层的沉积时代为中更新世中期,归属白沙井组。从地质产状暨接触关系来看,1~3 层沉积时代更早,初步推断为中更新世早期,归属新开铺组。从岩性和产状特征来看,新开铺组(1~3 层)应为冲积—冲洪积,白沙井组(4~5 层)应为坡积或坡冲积。

徐家门北面水渠剖面特征表明,中更新世早期新开铺组沉积之后应有过抬升并受到剥蚀切割,尔后于切割谷地或洼地中沉积充填了白沙井组。

(3)中更新世马王堆组(Qp_{2mv})和晚更新世白水江组(Qp_{3bs})

隆起南东边缘分布有马王堆组,北西边缘分布有马王堆组和白水江组,其构成岗状平原,地表高程一般 40~50 m。北西边缘马王堆组地面高程高出白水江组 2~3 m,据此进行区分和地表填绘。二者地表均为后期改造土或耕作土覆盖,加之地势低缓难见露头剖面,野外实际常难以区分。从当地村民掘井所见,马王堆组和白水江组一般下部以砂、砂砾层为主,上部以粘土、含粉砂质粘土为主。据岩性组成及所处隆起边缘地理部位,推测为河道、漫滩以及滨湖沉积。

3.2 南山次隆沉积与地貌特征

南山次隆主要分布前第四纪基岩和第四纪残坡积,分别构成丘陵和岗状平原地貌。基岩丘陵海拔高程 80~157 m,主要分布岩石为冷家溪群,局部有侏罗纪花岗岩出露。残坡积岗状平原海拔高程一般 45 m 左右,堆积物主要为铁锰裂隙土,厚 3~8 m。

3.3 团山次隆沉积与地貌特征

团山次隆分布有前第四纪基岩、中更新世洞庭湖组以及全新世湖冲积物。基岩主要分布于黄山头一带,由新元古代五强溪组组成孤山地貌,海拔最高达 233 m;其次在梅田—团山一带有少量出露,岩石组成有燕山期花岗岩和五强溪组,地势低平,海拔高程一般 50~60 m。洞庭湖组地表为网纹红土,构成波状平原地貌,地表高程一般 40 m 左右。全新世湖冲积物构成低平原。

3.4 华容隆起内部平原区沉积

除华容—砖桥主隆起、南山次隆和团山次隆外,华容隆起内部其他地区主要为全新世湖冲积低平原,以及晚更新世坡头组构成的波状平原(图2)。全新世冲湖积多为灰色、灰绿色泥质粉砂、(含)粉砂质粘土、粘土。坡头组主要出露于高基庙及以东地区,以灰黄、黄褐色粘土为主,常含铁锰结核和铁锰裂隙。全新统和坡头组之下发育厚度不等、齐全程度不一的早—中更新世地层。其中以藕池河凹槽、治渡河凹槽以及尺八凹槽中较为典型。

藕池河凹槽内第四纪地层发育较全。以其南东端(与治河渡凹槽过渡部位)的万圣村 ZK65 孔为例,下伏基底为冷家溪群板岩,自下而上依次发育早更新世汨罗组、中更新世洞庭湖组、晚更新世坡头组和全新统,第四系总厚 69.38 m。汨罗组厚 9.89 m,下部为浅灰色含砾细砂,上部为灰绿色细砂,顶部为灰绿色粘土;洞庭湖组厚 54.41 m,下部为浅黄色砂砾层,中部为浅灰、灰黑色中细砂,上部为黄色粘土;坡头组厚 0.98 m,为黄色与灰褐、灰色粘土互层;全新统厚 4.1 m,为灰、深灰、灰黄色粘土。

治河渡凹槽第四纪地层相对简单,以东部的钱粮湖农场农科所 ZK67 孔为例,仅发育早更新世汨罗组和全新统,下伏基岩为侏罗纪花岗岩。汨罗组总厚 31.34 m,自下而上可分为 5 层:1 层为浅灰白色、浅绿色中粗砂,厚 13.02 m;2 层为深灰色粉砂,厚 4.32 m;3 层为深灰色含砾粗砂,厚 3.63 m;4 层为灰绿色粉砂质粘土,厚 1.28 m;5 层为灰绿、深灰色粘土,厚 9.09 m。全新统厚 10.30 m,为棕褐色、深灰色含粉砂质淤泥。

东部砖桥与尺八之间的 NNE 向尺八凹槽中形成了厚度更大的沉积(图 2),自下而上由华田组、汨罗组和全新统组成。从构造背景与沉积特征来看,尺八凹槽的形成主要与砖桥断裂的伸展有关。

此外,华容隆起北部中段刘家台一带第四系厚度达 60 m 左右。沉积层序以刘家台 ZK57 孔为例,下伏基岩为冷家溪群千板状板岩,第四纪沉积厚达 75.78 m,自下而上包括早更新世汨罗组、中更新世洞庭湖组和晚更新世坡头组。汨罗组厚 3.1 m,为灰绿色夹杂黄褐色致密块状含砾粘土;洞庭湖组厚 63.44 m,主要为一套中细砂层、粉砂层、(粉砂质)粘土层,下部夹砂砾层,总体下粗上细;坡头组厚 9.24 m,为灰黄、灰黑色含粉砂质粘土,铁锰结核含量较高。

4 隆起带周边沉积特征

总体而言,华容隆起北面的江汉盆地、南面的安乡凹陷和沅江凹陷在第四纪以沉降为主,形成了厚度较大的沉积,沉积厚度总体上自华容隆起向盆地方向增大(图 2)。沉积地层自下而上由早更新世早期华田组与晚期汨罗组(东荆河组)、中更新世洞庭湖组(汉江组)、晚更新世坡头组(沙湖组)、全新世湖冲积等组成,局部地区层序不全。

华田组(或东荆河组下段)分布于良心堡—团华—广兴洲一带(厚 10~80 m)、南县地区及江汉盆地(厚 10~30 m)。汨罗组(或东荆河组上段)分布于钱粮湖—广兴洲一带(厚 20~80 m)、南县—黄山头断裂南东面(厚 10~30 m)、石首断裂以北(厚 10 m 左右)等地区,良心堡—团华一带缺失。洞庭湖组(或汉江组)广泛分布于石首断裂以北(厚 50 m 左右)、南县—黄山头断裂南东面及断裂北东面的移灵庙一带(厚 30~70 m)、新洲—团华一带(厚 30~40 m)等地,但在广兴洲—新建—君山一带缺失。坡头组(或沙湖组)分布相对局限,主要发育于新洲—团华一带、南县一带以及石首—小河口一带,一般厚 5~10 m;明山头—注滋口以南、砖桥断裂以东地区以及监利等地缺失。除南县小面积缺失外,全新统普遍发育,厚一般 2~10 m,广兴洲地堑厚达 50 m。

值得指出的是,尽管广兴洲至君山区一带第四系沉积厚度较大,总体反映出第四纪期间较大的沉降幅度。但在君山公园却有元古宙冷家溪群基岩出露而形成孤山,而公园周边则发育厚达 130 m 以上的第四系,说明君山公园为一第四纪前的残留古山丘。

5 华容隆起及周缘构造—沉积演化

前述地貌、边界断裂、第四纪沉积以及前第四纪基岩分布等特征,为揭示华容隆起和周缘第四纪构造升降、沉积与剥蚀特征及演化提供了大量信息,初步认识如下。

第四纪初华容隆起因先期遭受剥蚀切割,内部形成原始地貌分异:华容—砖桥主隆起地势最高,南山次隆和团山次隆起地势较高,其间的治河渡凹槽和藕池河凹槽则为侵蚀谷地。与此同时,华容隆起南东面沅江凹陷内的君山公园一带也因剥蚀差异而形成残留古山丘。

早更新世早期华容隆起北侧的石首断裂、南东

侧的南县—黄山头断裂以及东面的砖桥断裂等开始伸展活动。隆起周边位于伸展断裂上盘的江汉盆地、安乡凹陷与沅江凹陷构造沉降,接受华田组(或东荆河组下段)湖相(主)和河流相(次)沉积。此外,断裂下盘局部地段如砖桥断裂西侧的团华一带也构造沉降而沉积华田组(图 3)。与此同时,华容隆起除东部的尺八凹槽受砖桥断裂控制而沉降沉积外,其他地区均遭受风化剥蚀而缺失沉积。

早更新世晚期华容隆起与周缘凹陷均产生构造沉降。周缘凹陷及隆起内部的治河渡凹槽、藕池河凹槽和尺八凹槽内充填汨罗组(江汉盆地为东荆河组上段)河流相(少量湖相)沉积。隆起北部刘家台一带也有厚度不大的沉积。与此同时,华容隆起周边断裂继续伸展活动,使周缘凹陷具有比华容隆起更大的沉降幅度。沅江凹陷南大 ZK611 孔汨罗组厚 71.63 m,而隆起内部治河渡凹槽 ZK67 孔汨罗组厚仅 31.34 m,这一厚度差异即很可能与沅江凹陷沉降幅度更大有关。

早更新世末发生构造抬升,华容隆起内部凹槽及东面广兴洲地堑中的早更新世沉积被抬升出水面而遭受剥蚀。其中华容南西面的万圣村一带及藕池河凹槽为洞庭盆地水系汇入长江的通道,切割作用强烈并再次形成较深的槽谷;治河渡凹槽东部农科所一带受到的切割作用弱,剥蚀程度低;尺八凹槽与广兴洲地堑可能受到轻微剥蚀。值得指出的是,藕池河凹槽万圣村 ZK65 孔汨罗组厚仅 9.89 m,其底面标高为-41 m;而治河渡河凹槽 ZK67 汨罗组总厚达 31.34 m,底面标高为-13 m。这一差异即反映出早更新世末构造抬升时期藕池河凹槽下蚀深度远大于治河渡凹槽。此外,沅江凹陷良心堡—新洲一带缺失汨罗组(图 3),可能也与本次抬升侵蚀事件有关。

中更新世华容隆起与周缘凹陷再次整体构造沉降。受先期侵蚀槽谷的控制,藕池河凹槽中形成厚度很大的洞庭湖组(ZK65 孔中厚 54.41 m),而治河渡凹槽(东部)由于先期切割弱没有形成新的谷地而缺乏洞庭湖组沉积(如 ZK67 孔)。隆起北部刘家台一带强烈沉降,形成厚达 63.44 m(ZK57 孔)的沉积。尺八凹槽与广兴洲地堑可能形成了厚度不大的沉积。隆起北东边缘江山村一带形成新开铺组冲积层。安乡凹陷和沅江凹陷主体以及江汉盆地形成了厚 50~70 m 的洞庭湖组(或汉江组)沉积。在此期间隆起周缘正断裂局部地段有活动,致使凹陷一侧中更

新世沉积厚度更大,如移灵庙一带断裂南东盘洞庭湖组厚 50~70 m,而北西盘厚 20~40 m。

中更新世晚期区域构造抬升,华容隆起及周边凹陷整体露出水面而具陆地环境,先期沉积物遭受不同程度的剥蚀;同时在区域湿热气候条件下发生网纹化,形成了华容隆起北东边缘徐家门一带的网纹红土,西部团山等地洞庭湖组上部粘土也转变为网纹红土。在此期间,广兴洲—君山区一带作为洞庭湖连接长江的出水通道而受到较强烈切割形成洼地或槽谷,中更新世洞庭湖组(厚度可能本来就不大)完全被剥蚀而缺失。在中更新世抬升期间有过构造稳定阶段,于华容—砖桥主隆起的边缘形成马王堆组山前河流与滨湖沉积。

晚更新世区域构造较稳定,于华容主隆起边缘和外围平原分别沉积了白水江组冲积和坡头组湖冲积。

晚更新世末区域海平面大幅下降(杨怀仁等,1984),导致华容隆起及周缘地区总体具陆地环境并遭受不同程度切割与剥蚀,如团华一带坡头组因侵蚀而变薄(图 3)。其中主隆起南东和北西边缘形成大量侵蚀槽谷,在全新世区域湖平面上升时形成雍塞湖(图 2)。

全新世期间构造总体稳定或弱沉降,同时受海平面上升的影响,江汉—洞庭盆地湖平面上升,于华容隆起周缘凹陷及隆起内部低洼地带形成厚度一般为 10 m 左右的全新世河湖相堆积,地貌上组成低平原。受先期河流侵蚀谷地和构造沉降不均一性控制,局部地区全新世沉积厚度很大,如广兴洲至君山区一带全新统厚达 52 m 左右。

以上主要介绍了隆起内部及周缘凹陷第四纪河、湖相沉积区的构造升降与沉积、剥蚀环境演化。与之同时,受先期高地势控制,华容隆起主体、南部的南山次隆以及西部团山次隆局部等地区第四纪期间一直遭受风化与剥蚀。其中华容隆起主体的南东边缘、内部的胜峰谷地和东山谷地,以及南山次隆的中部等地区形成较大面积分布的残坡积。

最后需要明确的是华容隆起第四纪总体升降特征与幅度。从前文资料可知,第四纪期间华容隆起更多的是表现为沉降并于侵蚀低地接受沉积,早更新世末和中更新世晚期的抬升也是与周缘凹陷一起展开。隆起内部早更新世汨罗组底板高程最低达到-41 m(ZK65 孔),表明早更新世以来华容隆起总体上非但没有抬升,反而具有明显的构造沉降。与此相

一致,大量的地表地质调查表明,华容隆起内第四纪冲积层海拔最高处也仅为 40~50 m,不像洞庭盆地西、南、东三面的周缘隆起有高达 100~200 m 的冲积层发育。

6 结 论

(1)第四纪华容隆起总体轮廓大致受到北面的 EW 向石首断裂、南西面的 NW 向南县—黄山头断裂、东面的 NNE 向砖桥断裂等正断裂所控制。隆起周缘凹陷第四纪各时代地层(冲积和湖积)发育较齐全。隆起内部低洼区及山地区边缘不同程度发育早更新世晚期—全新世沉积,其他地区分布前第四纪基岩或残坡积物。

(2)华容隆起及周缘第四纪构造—沉积演化过程为:第四纪初华容隆起内部因先期剥蚀切割而形成原始地貌分异。早更新世早期隆起周边断裂活动,周缘凹陷构造沉降并接受沉积,华容隆起遭受风化剥蚀。早更新世早期—中更新世中期周边断裂继续伸展活动,华容隆起与周缘凹陷均构造沉降,前者沉降幅度较小而相对抬升。华容隆起内低洼地区及周缘凹陷接受沉积,期间在早更新世末曾经构造抬升而受到剥蚀。中更新世晚期华容隆起及周边凹陷整体抬升并遭受剥蚀与网纹化,期间在华容—砖桥主隆起的边缘形成河流与滨湖沉积。晚更新世区域构造较稳定,于主隆起边缘和外围平原形成冲、湖积。晚更新世末区域海平面下降导致华容隆起及周缘地区遭受剥蚀。全新世受海平面上升影响,周缘凹陷及隆起内部低洼地带形成河湖相沉积。华容隆起主体、南部的南山次隆以及西部团山次隆局部地区等第四纪期间一直遭受风化剥蚀,部分地区形成较大规模的残坡积。

(3)受江汉—洞庭盆地整体沉降控制,华容隆起第四纪期间总体表现为明显的构造沉降。

参考文献(References):

- [1] 向万胜,李卫红.洞庭湖区洪涝灾害的时空分布与防灾减灾对策[J].生态学杂志,2001,20(2):48-51.
Xiang Wansheng, Li Weihong. Spatial-temporal distribution of flood and water-logging disasters in Dongting Lake area and control strategies[J]. Chinese Journal of Ecology, 2001, 20(2):48-51(in Chinese with English abstract).
- [2] 毛德华,夏军.洞庭湖湿地生态环境问题及形成机制分析[J].冰川冻土,2002,24(4):444-451.

- Mao Dehua, Xia Jun. Ecological and environmental problems and their causing mechanisms in Dongting Lake wetland[J]. Journal of Glaciology and Geogryology, 2002, 24(4):444-451(in Chinese with English abstract).
- [3] 吴秀芹,龙花楼,高吉喜,等.江汉平原湿地功能下降与洪涝灾害关系分析[J].生态环境,2005,14(6):884-889.
Wu Xiuqin, Long Hualou, Gao Jixi, et al. Analysis of the relationship between declining functions of wetland and increasing frequency of flood and waterlog in Jiangnan plain[J]. Ecology and Environment, 2005, 14(6):884-889(in Chinese with English abstract).
- [4] 林承坤,许定庆,吴小根.洞庭湖的调节作用对荆江径流的影响[J].湖泊科学,2000,12(2):105-110.
Lin Chengkun, Xu Dingqing, Wu Xiaogen. Regulating effect of Dongting Lake and impacts on runoff in the Jingjiang reaches of the Yangtze River[J]. Journal of Lake Sciences, 2000, 12(2):105-110(in Chinese with English abstract).
- [5] 邓宏兵,蔡述明,杜耘,等.近 50 年来江湖群水域演化定量研究[J].长江流域资源与环境,2006,15(2):244-248.
Deng Hongbing, Cai Shuming, Du Yun, et al. Quantitative analysis on the evolution of Jiangnan Lakes region over the Last 50 Years[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(2):244-248(in Chinese with English abstract).
- [6] 龚胜生.江汉—洞庭湖平原湿地的历史变迁与可持续利用[J].长江流域资源与环境,2002,11(6):569-574.
Gong Shengsheng. Historical variation and sustainable utilization of the Jiangnan-Dongting plain's wetlands[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2002, 11(6):569-574(in Chinese with English abstract).
- [7] 余德清,皮建高.洞庭湖区洲土变化特征与地壳沉降遥感研究[J].湖南地质,2002,21(1):46-50,76.
Yu Deqing, Pi Jianguo. The characteristic of continent soil change in Dongting Lake district and remote sensing research on crust subsidence[J]. Hunan Geology, 2002, 21(1):46-50,76(in Chinese with English abstract).
- [8] 黄群,姜加虎.近 50 年来洞庭湖区的内湖变化[J].湖泊科学,2005,17(3):202-206.
Huang Qun, Jiang Jiahu. Changes of inner lakes in Lake Dongting district in the past 50 years[J]. Journal of Lake Science, 2005, 17(3):202-206(in Chinese with English abstract).
- [9] 李义天,邓金运,孙昭华,等.泥沙淤积与洞庭湖调蓄量变化[J].水利学报,2000,(12):48-52.
Li Yitian, Deng Jinyun, Sun Zhaohua, et al. Sediment deposition and variation of flood storage capacity in Dongting Lake[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2000,(12):48-52(in Chinese with English abstract).
- [10] 姜加虎,黄群.洞庭湖近几十年来湖盆变化及冲淤特征[J].湖泊科学,2004,16(6):209-214.
Jiang Jiahu, Huang Qun. Analysis of the lake basin change and the rushing-silting features in the past decades of Dongting Lake[J].

- Journal of Lake Sciences, 2004, 16 (6):209-214 (in Chinese with English abstract).
- [11] 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 Hongzhou, Mo Duowen. 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(in Chinese with English abstract).
- [12] 来红州, 莫多闻, 苏成. 洞庭湖演变趋势探讨[J]. 地理研究, 2004, 23(1):78-86.
Lai Hongzhou, Mo Duowen, Su Cheng. Discussion on the evolutionary trend of Lake Dongting [J]. Geographical Research, 2004, 23(1):78-86(in Chinese with English abstract).
- [13] 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 Renquan, Pi Jianguo, et al. Contributions of tectonic subsidence to the modern Dongting lake area evolution[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2001, 32 (6):690-696 (in Chinese with English abstract).
- [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 Renquan, Pi Jianguo, et al. Characteristics of tectonic movement of Dongting basin in the Quaternary period[J]. Geological Science and Technology Information, 2001, 20(2):11-14(in Chinese with English abstract).
- [15] 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 Duowen, Wang Hui. Evolution of Lake Dongting and its flood disasters[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2001, 8(2): 52-55, 87(in Chinese with English abstract).
- [16] 皮建高, 潘晟. 洞庭湖区构造沉降特征及监测方案[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(1):9-12.
Pi Jianguo, Pan Sheng. Characteristics of tectonic subsidence and monitoring project in Dongting Lake area [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2005, 16 (1):9-12 (in Chinese with English abstract).
- [17] 陈华慧, 马祖陆. 江汉平原下更新统[J]. 地球科学—武汉地质学院学报, 1987, 12(2):129-135.
Chen Huahui, Ma Zulu. Lower Pleistocene series in Jiangnan plain [J]. Earth Science—Journal of Wuhan College of Geology, 1987, 12(2): 129-135(in Chinese with English abstract).
- [18] 关康年, 鄢志武. 江汉平原北缘的下更新统[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1990, 15(5):481-486.
Guan Kangnian, Yan Zhiwu. The lower Pleistocene series on the northern edge of Jiangnan plain[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1990, 15(5):481-486(in Chinese with English abstract).
- [19] 关康年, 鄢志武. 江汉平原北缘云梦组的时代及成因探讨[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1990, 15(5):501-504,514.
Guan Kangnian, Yan Zhiwu. Discussion of age and genesis of Yunmeng Formation on the northern edge of Jiangnan plain [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1990, 15(5):501-504,514(in Chinese with English abstract).
- [20] 李长安, 张玉芬, 皮建高, 等. 洞庭湖古湖滨砾石层的发现及意义[J]. 第四纪研究, 2006, 26(3):491-492.
Li Chang'an, Zhang Yufen, Pi Jianguo, et al. Discovery of the ancient lakefront gravels in Dongting Lake and its significance [J]. Quaternary Sciences, 2006, 26(3):491-492 (in Chinese).
- [21] 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 Chengkun. 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(in Chinese).
- [22] 施之新. 江汉平原 47 号钻孔中化石硅藻及其在古环境分析上的意义[J]. 植物学报, 1997, 39(1):68-76.
Shi Zhixin. Fossil diatoms in NO.47 borehole of Jiangnan plain and their significance to paleoenvironmental analysis [J]. Acta Botanica Sinica, 1997, 39 (1):68-76 (in Chinese with English abstract).
- [23] 朱育新, 王苏民, 羊向东, 等. 中晚全新世江汉平原沔城地区古人类活动的湖泊沉积记录[J]. 湖泊科学, 1999, 11(1):33-39.
Zhu Yuxin, Wang Sumin, Yang Xiangdong, et al. Lake sediment records of human activity in Mid-late Holocene at Miancheng area, Jiangnan plain [J]. Journal of Lake Sciences, 1999, 11(1):33-39(in Chinese with English abstract).
- [24] 刘昌茂, 刘武. 第四纪江汉平原湖群的演变[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 1993, 27(4):533-536.
Liu Changmao, Liu Wu. The evolution of lakes on Jiangnan plain in Quaternary [J]. Journal of Central China Normal University (Natural Science), 1993, 27 (4):533-536 (in Chinese with English abstract).
- [25] 张玉芬, 李长安, 陈国金, 等. 江汉平原湖区周老镇钻孔磁化率和有机碳稳定同位素特征及其古气候意义 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2005, 30(1):114-120.
Zhang Yufen, Li Chang'an, Chen Guojin, et al. Characteristics and paleoclimatic significance of magnetic susceptibility and stable organic carbon isotopes from a bore in Zhoulao Town, Jiangnan plain [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2005, 30 (1): 114-120 (in Chinese with English abstract).
- [26] 杨桂芳, 彭红霞, 陈中原, 等. 兰州与江汉平原有机碳同位素的古气候指示意义对比研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14 (4): 486-490.
Yang Guifang, Peng Hongxia, Chen Zhongyuan, et al. Paleoclimatic implications of Lanzhou and Jiangnan plain: a climate proxy study of organic carbon isotope [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14 (4):486-490 (in Chinese with English abstract).
- [27] 谢远云, 李长安, 王秋良, 等. 江汉平原江陵地区近 9ka B.P. 以来的气候演化: 有机碳同位素记录[J]. 中国地质, 2006, 33(1):98-

103.
Xie Yuanyun, Li Chang'an, Wang Qiuliang, et al. Climatic change over the past 9 ka in the Jiangling area, Jiangnan plain: records of organic carbon isotopes[J]. *Geology in China*, 2006, 33(1):98-103 (in Chinese with English abstract).
- [28] 谢远云, 李长安, 王秋良, 等. 江汉平原 9.0 ka B.P. 以来的气候演化: 来自江陵剖面沉积物记录 [J]. *地理科学*, 2006, 26(2): 199-204.
Xie Yuanyun, Li Chang'an, Wang Qiuliang, et al. Climatic change since 9.0 ka B.P.: evidence from Jiangling area, Jiangnan plain, China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2006, 26 (2):199-204(in Chinese with English abstract).
- [29] 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 Cunyi. Formation and evolution of the Dongting basin [J]. *Journal of Nanjing Normal University (Natural Science Edition)*, 1982, (2):52-60(in Chinese).
- [30] 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 Shuming, Guan Zihe, Kong Zhaochen, et al. Natural environment as reflected in sedimentary Dongting basin in Quaternary [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1984, 15 (6): 527-539(in Chinese with English abstract).
- [31] 杨达源. 洞庭湖的演变及其整治[J]. *地理研究*, 1986, 5(3):39-46.
Yang Dayuan. On the evolution of the Dongting Lake during holocene and the way of management [J]. *Geographical Research*, 1986, 5(3): 39-46(in Chinese with English abstract).
- [32] 皮建高, 张国梁, 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 Jianguo, Zhang Guoliang, Liang Xing, et al. Preliminary research on sedimentary environment evolution of Dongting Basin in the Quaternary period [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2001, 20(2):6-10(in Chinese with English abstract).
- [33] 张人权, 梁杏, 张国梁, 等. 洞庭湖区第四纪气候变化的初步探讨[J]. *地质科技情报*, 2001, 20(2):1-5.
Zhang Renquan, Liang Xing, Zhang Guoling, et al. A preliminary study of climatic change in Dongting Lake area in the Quaternary period [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2001, 20(2):1-5(in Chinese with English abstract).
- [34] 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 Hongfu. Study on historical environment in Dongting Lake area[J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2003, 28 (2):214-218 (in Chinese with English abstract).
- [35] 任镇寰, 李安然. 初论拱拗构造及其与地震的关系——以鄂西江汉地区为例[J]. *西北地震学报*, 1984, 6(3):68-76.
Ren Zhenhuan, Li Anran. The dome-col structure and its relation to earthquakes —An example from west Hupei and Wuhan [J]. *Northwestern Seismological Journal*, 1984, 6(3):68-76(in Chinese with English abstract).
- [36] 张德厚. 江汉盆地新构造与第四纪环境变迁 [J]. *地壳形变与地震*, 1994, 14(1):74-80.
Zhang Dehou. Neotectonics and Quaternary environmental changes in Jiangnan basin [J]. *Crustal Deformation and Earthquake*, 1994, 14(1): 74-80(in Chinese with English abstract).
- [37] 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 Suowang, Gan Jiasi, Li Rongchuan, et al. Asymmetric extension and hidden earthquake risk in Jiangnan-Dongting basin (JDB) [J]. *Crustal Deformation and Earthquake*, 1994, 14(2):56-66 (in Chinese with English abstract).
- [38] 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 Hongjiao, Gen Ailin, Gong Ping. Extension characteristics of river system and neotectonic movement in the Jiangnan-Dongting basin [J]. *Crustal Deformation and Earthquake*, 1996, 16(4):58-65 (in Chinese with English abstract).
- [39] 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 Daojing, Huang Huaiyong. Dongtinghu modern tectonics and its basin evolution [J]. *Hunan Geology*, 2000, 19(1):30-36(in Chinese with English abstract).
- [40] 张晓阳, 杜耘, 蔡述明. 洞庭湖演变趋势分析 [J]. *长江流域资源与环境*, 1995, 4(1):64-69.
Zhang Xiaoyang, Du Yun, Cai Shuming. An analysis on evolutionary tendency of Dongting Lake [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Valley*, 1995, 4(1):64-69(in Chinese with English abstract).
- [41] 柏道远, 李长安. 洞庭盆地第四纪地质研究现状[J]. *地质科技情报*, 2010, 29(5):1-8, 14.
Bai Daoyuan, Li Chang'an. Status of Quaternary geology research of Dongting basin [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2010, 29 (5):1-8, 14 (in Chinese with English abstract).
- [42] 柏道远, 李送文, 周柯军, 等. 1:25 万常德市幅构造—沉积地貌类型划分及其对江汉—洞庭盆地第四纪地质与环境研究的启示[J]. *中国地质*, 2010, 37(2):280-297.
Bai Daoyuan, Li Songwen, Zhou Kejun, et al. Tectonic - sedimentary landform classification of 1:250000 Changde Sheet and its implication for researchs on Quaternary geology and environment of Jiangnan-Dongting basin [J]. *Geology in China*, 2010, 37(2):280-297(in Chinese with English abstract).
- [43] 柏道远, 李建清, 马铁球, 等. 第四纪江汉—洞庭盆地东部中段构造—沉积地貌类型划分及特征 [J]. *地理科学*, 2010, 30 (2):236-241.
Bai Daoyuan, Li Jianqing, Ma Tieqiu, et al. Tectonic-sedimentary landforms classification of the middle segment of east Quaternary Jiangnan-Dongting basin [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30

- (2):236-241 (in Chinese with English abstract).
- [44] 柏道远, 高峰, 马铁球, 等. 洞庭盆地澧县凹陷第四纪沉积特征与古地理演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2009, 29(4):10-21.
Bai Daoyuan, Gao Feng, Ma Tieqiu, et al. Quaternary deposits and paleogeographic evolution in the Lixian depression, Dongting basin, Hunan[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2009, 29(4):10-21 (in Chinese with English abstract).
- [45] 柏道远, 李长安, 王先辉, 等. 第四纪洞庭盆地澧县凹陷构造活动特征及动力学机制探讨[J]. 地球学报, 2010, 31(1):43-55.
Bai Daoyuan, Li Chang'an, Wang Xianhui, et al. Tectonic activities and dynamic mechanisms of the Quaternary Lixian sag of Dongting basin[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(1):43-55 (in Chinese with English abstract).
- [46] 柏道远, 刘波, 李长安, 等. 第四纪洞庭盆地临澧凹陷构造-沉积特征与古地理环境演化[J]. 山地学报, 2010, 待刊.
Bai Daoyuan, Liu Bo, Li Chang'an, et al. Quaternary tectonic-sedimentary characteristics and paleogeography evolution of the Linli sag of Dongting basin [J]. Journal of Mountain Science, 2010, in press(in Chinese with English abstract).
- [47] 柏道远, 李长安, 马铁球, 等. 第四纪洞庭盆地安乡凹陷及西缘构造-沉积特征与环境演化 [J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(2):120-129.
Bai Daoyuan, Li Chang'an, Ma Tieqiu, et al. Quaternary tectonic-sedimentary characteristics and environmental evolution of Anxiang sag of Dongting basin and its west periphery [J]. Journal Earth Sciences and Environment, 2010, 32(2):120-129(in Chinese with English abstract).
- [48] 柏道远, 李长安, 陈渡平, 等. 洞庭盆地两护村孔重矿物特征及其对第四纪构造活动与环境演变的响应[J]. 地质论评, 2010, 56(2): 246-260.
Bai Daoyuan, Li Chang'an, Chen Duping, et al. Heavy minerals characteristics of sediments in Lianghucun borehole and their responses to the Quaternary tectonic movement and environmental evolutions of the Dongting basin [J]. Geological Review, 2010,56(2):246-260 (in Chinese with English abstract).
- [49] 柏道远, 李长安, 周柯军, 等. 第四纪洞庭盆地赤山隆起与安乡凹陷升降运动的沉积记录[J]. 沉积学报, 2010, 28(4):645-658.
Bai Daoyuan, Li Chang'an, Zhou Kejun, et al. Geological characteristics and tectonic-sedimentary coupling relation of the Chishan uplift and Anxiang sag of Quaternary Dongting Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2010, 28 (4):645-658 (in Chinese with English abstract).
- [50] 柏道远, 周柯军, 马铁球, 等. 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[J]. 地质力学学报, 2009, 15(4):409-420.
Bai Daoyuan, Zhou Kejun, Ma Tieqiu, et al. Study on the Quaternary tectonic-sedimentary evolution of Lujiao area, east wedge of the Yuanjiang sag of Dongting Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (4):409-420 (in Chinese with English abstract).
- [51] 柏道远, 李长安, 王先辉, 等. 第四纪洞庭盆地构造性质及动力机制探讨[J]. 大地构造与成矿学, 2010, 34(3):317-330.
Bai Daoyuan, Li Chang'an, Wang Xianhui, et al. Quaternary tectonic characteristics and dynamic mechanisms of the Dongting basin [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2010, 34 (3):317-330(in Chinese with English abstract).
- [52] 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 Fuchu, Wu Xihao, Xiao Huaguo, et al. Age of the vermiculated red soil in Jiujiang area, central China [J]. Journal of Geomechanics, 1997, 3 (4):27-32 (in Chinese with English abstract).
- [53] 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 Yansong, Guo Zhentang, Hao Qingzhen, 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 (in Chinese).
- [54] 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 Qiguo, Li Xiaoping, 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 (in Chinese with English abstract).
- [55] 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), 2007, 37(3):370-377.
Zhao Zhizhong, Qiao Yansong, 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(in Chinese).
- [56] 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 Qiuzhen, Guo Zhentang. Vermicular red earth in south China and abnormal puissant period of East Asia monsoon [J]. Chinese Scienc Bulletin, 2006, 51(2):186-193(in Chinese).

Quaternary tectonic and sedimentary characteristics and geological evolution of the Huarong uplift and its adjacent areas

BAI Dao-yuan^{1,2}, WU Neng-jie¹, LI Chang'an², MA Tie-qiu¹,
WANG Xian-hui¹, PENG Yun-yi¹, LI Gang¹, CHEN Du-ping¹

(1. Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410011, Hunan, China; 2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract: Quaternary Huarong uplift is located at the center of Jiangnan-Dongting basin. Detailed geological mapping and bore data analysis were conducted to investigate Quaternary tectonic and sedimentary characteristics and geological evolution. EW-trending Huarong uplift is adjacent to north Jiangnan basin, south Anxiang sag and Yuanjiang sag of Dongting basin. The framework of the uplift is controlled by several surrounding Quaternary normal faults such as EW-trending Shishou fault, NW-trending Nanxian-Huangshantou fault and NNE-trending Zhuanqiao fault. There generally occurred alluvial or lacustrine deposits in every period of Quaternary in the peripheral sags. Late Early Pleistocene-Holocene deposits are located in the inner lower areas of the uplift and on the edge of the mountainous area, and pre-Quaternary rocks or residual deposits are distributed in the other areas of the uplift. On the basis of studying landforms, boundary faults, distribution of Quaternary deposits and pre-Quaternary rocks, the authors recovered the Quaternary evolution of Huarong uplift and adjacent areas in such aspects as rising and subsidence, sedimentation and denudation. There had occurred original hypsographic differentiation inside Huarong uplift in springtime of Quaternary before denudation. During early Early Pleistocene the normal faults around the uplift moved. At the same time, Jiangnan basin, Anxiang sag and Yuanjiang sag subsided and received deposits and Huarong uplift was denuded. During the late Early Pleistocene—middle Middle Pleistocene period the normal faults continued to move, Huarong uplift and peripheral sags subsided, and the uplift rose relative to the sags. At the same time there occurred deposits in low areas of Huarong uplift and its peripheral sags, and there existed tectonic rising and denudation at the end of Early pleistocene. During late Middle Pleistocene Huarong uplift and peripheral sags rose and were denuded, forming vermicular red earth. There was a stable period in late Middle pleistocene when fluvial and lake-frontal deposits were formed on the edge of main Huarong-Zhuanqiao body of the uplift. Alluvial and lacustrine deposits were formed on the edge of the uplift and in the peripheral plain during Late Pleistocene under the relatively stable condition. At the end of Late Pleistocene regional sea-level was lowered, causing the denudation of Huarong uplift and its peripheral areas. There occurred lacustrine-alluvial deposits in low areas of Huarong uplift and peripheral sags in Holocene due to the rising of regional river and lake level. Controlled by early high topography, the main body of Huarong uplift and parts of south Nanshan sub-uplift and Tanshan sub-uplift were weathered and denuded throughout Quaternary, resulting in the formation of large-sizes residual soil in some areas. Controlled by overall subsidence of Jiangnan-Dongting basin, Huarong uplift subsided markedly in Quaternary as a whole.

Key words: Huarong uplift and peripheral sags; Quaternary; tectonic uplift; geological evolution

About the first author: BAI Dao-yuan, male, born in 1976, senior engineer, engages in the study of Quaternary geology and structure; E-mail: daoyuanbai@sina.com.