

浅覆盖区第四系三维立体透视方法研究 ——以太湖西北地区为例

张祥云^{1,2}, 张庆龙¹, 邵家骥²

(1. 南京大学 地球科学系 南京 210093; 2. 江苏省地质调查研究院 南京 210018)

摘 要: 采用剖析图法从三维透视角度研究了太湖西北地区浅覆盖区第四系。该剖析图较直观、清晰地展示了新近纪、第四纪各地层的岩性、厚度、沉积结构特征及其在三维空间的变化,并可反映当时的沉积环境及阶地上的岩性分布,同时显示了基底(前新近系)的起伏变化特征,为该区新构造运动的研究、区域地层的对比以及建立该区沉积结构模型等提供了新的视角和较全面的基础地质资料。在简要介绍了剖析图方法的同时,着重强调要通过柱状地层对比,进行第四纪地层的多重划分,确定第四纪地层划分原则。

关 键 词: 三维立体透视; 第四系; 方法研究; 剖析图法; 浅覆盖区; 太湖西北地区

中图分类号: P534.63

文献标识码: A

文章编号: 1006-7493(2004)01-134-10

1 前 言

江苏太湖西北地区(太湖平原区的西部)为长江三角洲平原的一部分,其西部和南部为低山丘陵区,即茅山山脉和宜(兴)—溧(阳)山区;北东一带即为太湖平原区。区内第四系分布广泛,占全区面积的80%以上。近10多年来,前人对该区第四系的研究取得了丰硕的成果(陈中原等,1997;瞿文川等,1997;王强等,1999;薛滨等,1998;杨怀仁,1996;张家强等,1998),但从技术上看,所采用的仍是传统的地质方法和手段。由于三维立体透视可表现第四系各层的岩性、厚度、沉积结构特征及其在三维空间的变化,因此,系统而直观地从三维立体透视角度研究浅覆盖区第四系,具有重要的地质意义和现实意义。该方法曾成功地运用于研究地层、地理、地貌等方面(陈伟海等,2000;段士云,1997;李相然等,2000;陶浩等,1998;王文军等,1999;杨晓勇等,1997;Pierret et al.,2002;Groshong et al.,2000),本文采用剖析图法以期从三维立体角度综合应用于第四纪的研究是一次尝试。

2 研究方法

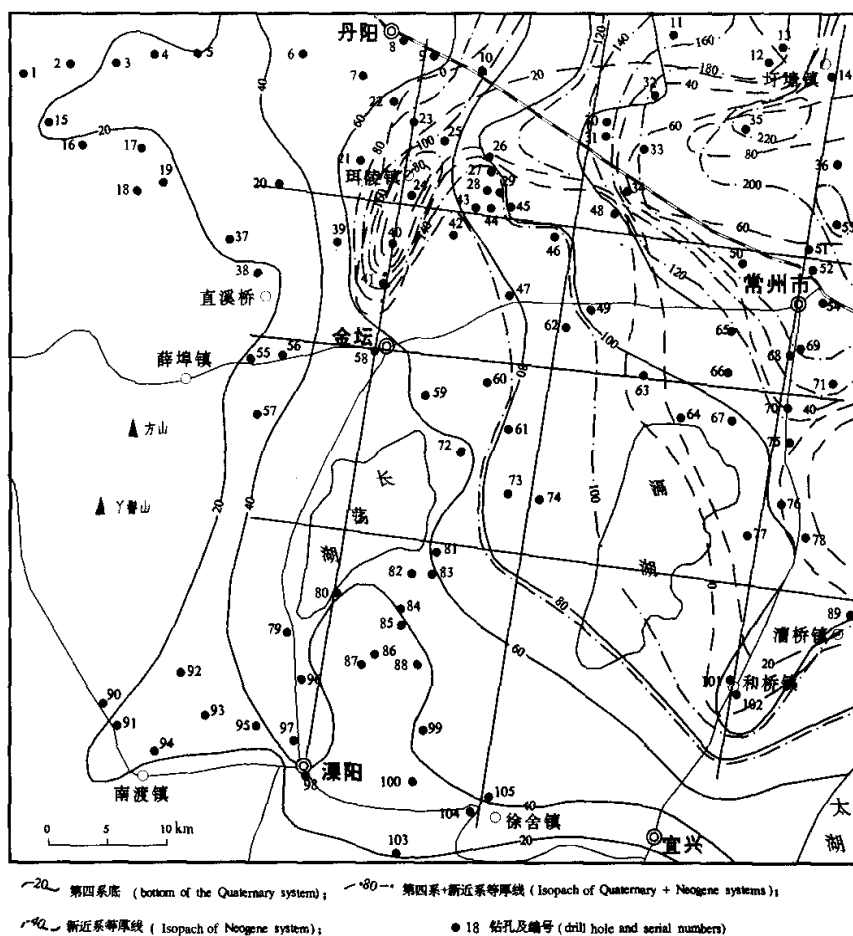
2.1 选择代表性钻孔,进行地层划分及对比

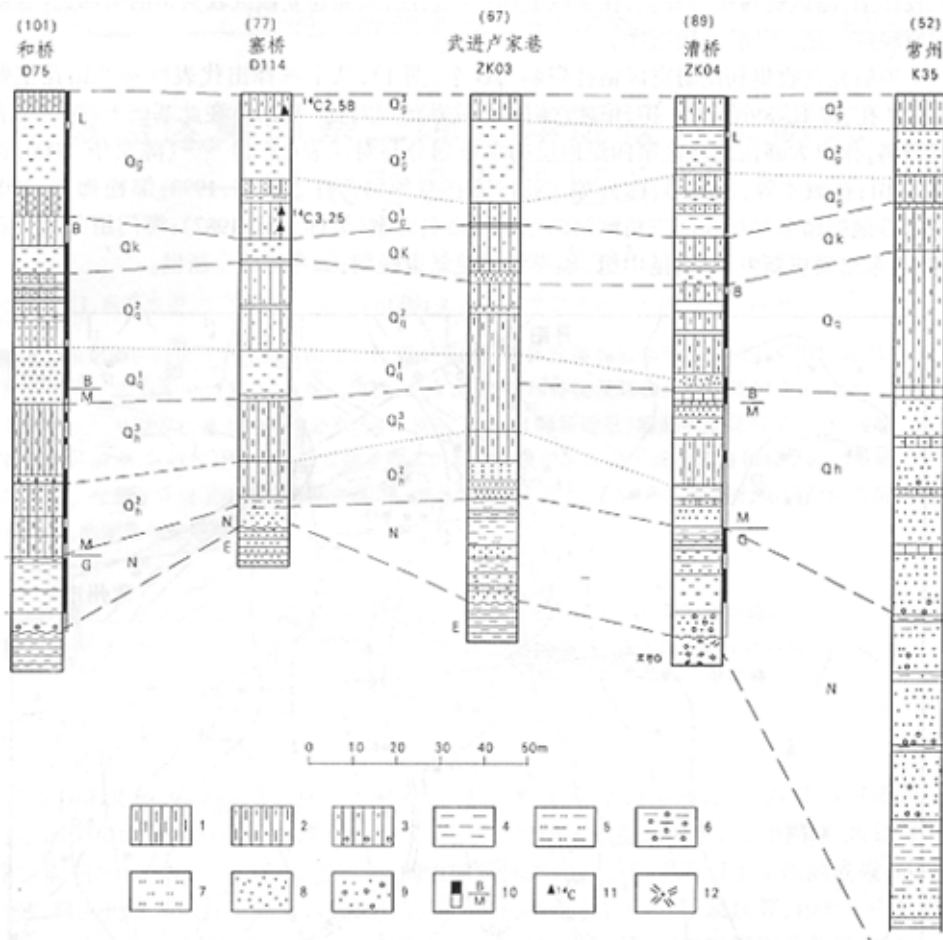
在全面搜集区内历来各类钻探及物探资料基础上,对其第四系作综合分析、对比与研究,并选择3~5个有代表性的基准钻孔进行柱状地层对比。选择的标准为基准钻孔中第四系

第一作者简介:张祥云,男,1969年生,南京大学地球科学系硕士研究生,从事构造地质及第四纪地质研究工作。通讯地址:江苏省南京市珠江路700号江苏省地质调查研究院(210018)。E-mail:Zhangyun12345@etang.com。

分层较详细,测试资料相对齐全,在区域上具有代表性,从而建立该区较典型的第四纪(含新近纪即原晚第三纪,下同)地层层序。

本项研究共收集利用研究区钻孔资料 105 个(图 1),从中选择出代表性基准钻孔主要有 52 孔、67 孔、77 孔、89 孔、101 孔,并对它们进行柱状地层对比(图 2)。在此基础上,综合已有的地层资料,作出太湖西北地区第四纪地层的多重划分与对比表(表 1)①、②(陈义华,2000;蒋梦林等,2001;孙顺才等,1993;吴标云等,1987;钟石兰等,1999;邹松梅,1998;邹松梅等,2000)。其中岩石地层命名采用长江三角洲第四纪地层命名方案(吴标云等,1987);海门组归属更新世早期;启东组属更新世中期;昆山组、滬湖组属更新世晚期;如东组属全新世。





1、黄土状粘土(loess loam) 2、粉砂、亚砂土(silt and sub-silt) 3、含砂砾亚粘土(loam containing sandy gravel) 4、亚粘土、粘土(loam and clay) 5、粉砂质亚粘土、泥质粉砂(silty loam and muddy silt) 6、泥砾层(layer of clay and gravel) 7、粉砂(silt) 8、中细砂(medium-fine grained sand) 9、砂砾层(layer of sand and gravel) 10、古地磁极性柱(极性世)(pole of paleo geomagnetism) 11、碳同位素采样点(年龄值)(万年)(sampling localities for carbon isotope dating) 12、石英二长斑岩(quartz two-feldspar porphyry)

图2 太湖西北地区第四系柱状对比图

Fig. 2 Stratigraphic correlation of Quaternary system in the northwest of the Taihu Lake


2.2 确定第四纪地层划分原则

根据前人第四纪地层多重划分意见以及最新的国家区域地质年代表^①,并结合本区的具体情况,本次研究将新近纪与第四纪(N/Q)界限即第四纪下限确定为260万年(表1),即古地磁的松山反向极性世与高斯正向极性世(M/G)的界限,岩石地层则以新近系顶部灰绿色硬质粘土(一般厚约2m)的出现作为标志。更新世与全新世(Qp/Qh)界限确定为1~1.2万年,古

^①中国地质调查局 DD2001-02. 中国区域年代地层(地质年代)表. 1:250000 区域地质调查技术要求(暂行),2001。

表1 太湖西北地区第四纪地层多重划分一览表

Table 1 Multiple stratigraphic subdivision of the Quaternary in the northwest of the Taihu Lake

时代	层位	岩石地层		同位素 年龄 (万年)	古地磁 (万年)	古气候		古生物			海侵期
		岩性柱	厚度 (m)			气温曲线	气候期	孢粉组合	有孔虫	介形虫	
第四纪	全新世 Qh	如东组	0—20	0.47-0.89	布		冰后期	Quercus-Cyclobalanopsis-Castanea-Gramineae-Typha	Ammonia beccarii	Hyocypris radiata-Loxoconcha sp.	镇江海侵
		中段	20	0.87-1.01	普						
		下段			正						
	晚更新世 Qg	如东组	20—35	2.1-3.85	正		晚大冰期	Pinus-Gramineae-Artemisia	Ammonia beccarii var.-Florilus decorus-Ephedella hiang suensis	Sinocytherides impressa-Loxoconcha ovalis	清浦海侵
		中段			向		亚冰期	Quercus-Cyclobalanopsis-Castanea-Liquidambar			
		下段			性		早大冰期	Pinus-Fern spore			
	中更新世 Qp ³	昆山组	4—20		世		庐山-大冰期	Quercus-cyclobalanopsis-Castanea-Liquidambar-Pinus-Gramineae	Ammonia beccarii var.-Astrononion isemanensis	Sinocytherides impressa-Hyocypris bradyi-Bicorocythere bisanensis	大港海侵
		启东组	20—50		B		庐山冰期	Quercus-Liquidambar-Pinus-Compositae			
		下段			D		大姑-庐山冰期	Quercus-Fagus-Pinus-Gramineae-Artemisia	Ammonia beccarii var.		
	早更新世 Qp ¹	海门组	20—50		松山反向极性世		大姑冰期	Pinus-Quercus-Cruciferae			
		中段			M		都阳-大姑冰期	Quercus-Ulmus-Liquidambar-Alnus-Gramineae-Artemisia			
		下段					都阳冰期				
新近纪	盐城组				高磁斯性正世						

▲ 同位素年龄采集点

地磁以哥德堡(g)事件的出现作为 Q_p 顶界,岩石地层以灰黄、黄绿色硬粘土层(俗称老黄土)的出现作为标志,古气候则反映由冰期转为冰消期,气候开始转暖。早、中更新世之间界限(Q_p^1/Q_p^2)采用 73 万年,古地磁为布容正向极性世与松山反向极性世(B/M)界限。中、晚更新世之间界限(Q_p^2/Q_p^3)确定为 10~15 万年,古地磁出现布莱克(b)事件。

2.3 全面绘制岩性柱状图

根据地层的多重对比与划分原则,对区内第四系岩性描述较详细的钻孔全面绘制岩性柱状图。本次研究工作中对 32 个钻孔作了岩性柱状图,比例尺均为 1:1 000。

2.4 按一定间距布置纵横剖面

按约 15 km 间距布置近东西及南北向剖面各 3 条,分别作出水平比例尺 1:250 000,垂直比例尺 1:2 000 的剖面图。

2.5 编绘第四系剖析图

按水平比例尺 1:250 000,垂直比例尺 1:4 000,并结合茅山东麓、宜溧山区北麓的野外调研资料^{①,②},编绘三维立体透视图件,也即太湖西北地区第四系剖析图(图 3)。

3 太湖西北地区第四系剖析图特点

从得出的三维立体透视图(图 3)可以较直观、清晰地看出,太湖西北部新近系、第四系各层的岩性、厚度、沉积结构特征及其在三维空间的变化呈由南向北、由西向东厚度增大,砂砾层增多的趋势。

3.1 第四系各层的沉积特征及其三维变化

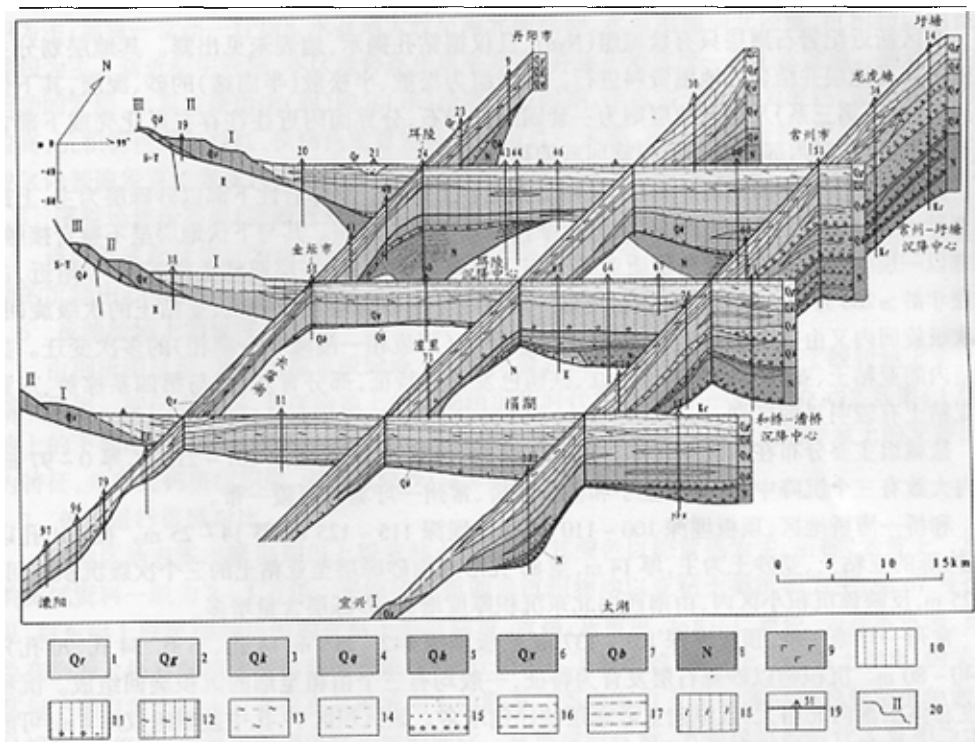
海门组(Q_h)主要分布在丹阳—长荡湖一线以东及宜兴以北地区的钻孔中,各地岩性、厚度、埋深受古地貌影响存有一定差异。其岩性:上段亚粘土、轻粘土,下段以砂层为主,含少量砾,底部为含砾中粗砂。在太湖西溧湖地区,该组底板埋深 90~120 m,顶板埋深 55~80 m,厚 20~50 m,向西至延陵—长荡湖一带,逐步尖灭、缺失,向北在常州、百丈、圩塘一带,底板埋深增大。纵向上均具由下而上沉积物粒度由粗趋细的变化,构成一个大的沉积旋回,其中又由 2~4 个韵律层组成。与下伏新近系盐城组(N_{yc})呈假整合接触。

启东组(Q_q)在区内多数钻孔中见及,其底板埋深一般 55~80 m,常州以北百丈、圩塘一带可达 90~106 m,顶板埋深一般 30~45 m;百丈、圩塘一带可达 50~60 m,厚 20~50 m。岩性:上段以亚粘土为主,下段以亚砂土为主,底部常含砾。在 67 孔上段亚粘土多呈棕黄、黄褐、灰黄等以“黄色”为基本色调,下段为亚粘土夹亚砂土,该亚粘土多呈棕黄、棕红色,上、下段亚粘土的色调有明显差异,此外亚粘土的颜色还具深浅交替的现象,颇类似丘陵山区的“埋藏土”与“黄土状土”的关系。溧湖以西至延陵—长荡湖一带,启东组厚度趋薄。纵向上由下而上由粗至细构成一个沉积旋回,其间常由 2 个亚旋回组成。底部多为含砾砂或含砾泥,与下伏海门组呈整合接触。

昆山组(Q_k)在区内钻孔中广泛分布,其底板埋深一般 25~45 m,常州以北达 50~66 m,顶板埋深 23~35 m,厚 4~20 m。岩性为灰色粉砂、亚砂土夹淤泥质亚粘土,岩层底部多见含砾中粗砂或粉细层,与下伏启东组呈整合接触。

①江苏省地矿厅区域地质调查大队.1992.薛埠镇幅、竹簏桥幅 1:50 000 区域地质调查报告。

②江苏省地矿厅区域地质调查大队.1986.宜溧地区 1:50 000 区域地质调查报告。



1、如东组(Rudong Fm.), 2、溇湖组(Gehu Fm.), 3、昆山组(Kunshan Fm.), 4、启东组(Qidong Fm.), 5、海门组(Haimen Fm.), 6、下蜀组(Xiaoshu Fm.), 7、柏山组(Boshan Fm.), 8、新近系(Neogene system), 9、玄武岩(basalt), 10、亚粘土(loam), 11、含砂砾亚粘土(loam containing sandy gravel), 12、淤泥质亚粘土(sludgy loam), 13、粉砂、淤泥质亚粘土互层(interbedded silty sand and sludgy loam), 14、粉砂(silty sand), 15、砂砾(sandy gravel), 16、硬质粘土、粘土层(firm clay and clay), 17、粉砂、亚粘土互层(interbedded silty sand and loam), 18、网纹红土(patterned laterite), 19、钻孔及编号(drill hole and serial numbers), 20、阶地及级别(terrace and rank)

图3 太湖西北地区第四系剖析图

(据常州市幅 1:250000 区域地质调查报告修编)

Fig.3 Stratigraphic columns of the Quaternary system in the northwest of the Taihu Lake

溇湖组(Qg)在区内各地均有分布,其上部地层在太湖、溇湖周边以及常州、金坛一带广泛出露地表,且以黄色为基本色调,俗称“老黄土”。溇湖组底板在区内埋深 20~35 m,顶板埋深 0~20 m,厚 20~35 m。岩性具三分特征:下段以灰黄色亚粘土为主,偶夹薄层粉砂,中段为粉砂层夹淤泥质亚粘土,上段灰黄、黄褐色亚粘土。区内各地厚度变化较大,其分层界线在剖面上多呈波状起伏。与下伏昆山组呈整合接触。

如东组(Qr)在区内分布较局限,主要沿湖滨、湖洼及河谷地带发育,一般厚数米,长江南岸百丈、圩塘一带最厚可达 20 m。岩性可分三段,下段亚砂土、亚粘土,中段为淤泥质亚粘土及粉砂,上段粉质亚粘土夹亚砂土,部分地区夹 0.3~0.5 m 厚的泥炭层,底部可以结构松散的亚砂土、淤泥质亚粘土与下伏溇湖组“老黄土”较密实的土质相区分,两者为整合接触。

3.2 新近系沉积特征及三维变化

本区新近纪岩石地层只有盐城组(Nyc),且仅据钻孔揭示,地表未见出露。其地层划分主要依据岩石地层并结合古地磁资料进行。盐城组为松散、半松散(半固结)的砂、泥层,其下伏古近系(原下第三系)及更老地层则为一套固结的岩石,分界面附近往往存在风化壳或下部含砾石的底砾层,其内部则根据沉积旋回或韵律分段。

盐城组由一套半固结的砂砾层、亚粘土及亚砂土组成。总体岩性下部以砂砾层为主,上部以亚砂土、亚粘土为主,自下而上,由粗至细构成一个沉积旋回。其与下伏地层呈不整合接触;顶部以一层厚约2 m的灰绿色硬质亚粘土与上覆第四系分界,该层亚粘土位于M/G附近,古地磁年龄 ≥ 260 万年。盐城组沉积物内部一般有三个由砂砾层至亚砂土、亚粘土的次级旋回,各次级旋回内又由数个韵律组成,反映了沉积环境(河流相—漫滩相—湖相)的多次变迁。盐城组内的亚粘土、亚砂土的色调以棕红、铁锈色发育为特征,部分青灰色,与第四系棕黄、灰黄色亚粘土有较明显的区别。

盐城组主要分布在本区东北部。顶板埋深69~137 m,底板埋深101~215 m,厚0~97 m。区内大致有三个沉降中心,分别位于和桥—漕桥、常州—圩塘及珥陵一带。

和桥—漕桥地区,顶板埋深100~110 m,底板埋深115~125 m,厚14~25 m。在101孔以含砂、砾的亚粘土、亚砂土为主,厚14 m,至89孔形成由砂砾层至亚粘土的三个次级沉积旋回,厚25 m,反映该沉积小区内,由南西北东沉积厚度增大,砂砾层含量增多。

常州—圩塘一带,顶板埋深101~137 m,底板埋深142~215 m(14孔、36孔、54孔、70孔),厚40~80 m。沉积物以砂砾石层发育为特征,一般均有三个由粗至细的沉积旋回组成。沉积厚度总体由南向北增大,且纵向上砂砾层的比例增多。该沉积区77孔中盐城组仅厚4 m,可能为该区与和桥—漕桥沉积区的分水岭。

金坛北珥陵一带,顶板埋深69~90 m,底板埋深108~195 m,厚29~105 m,沉积物以细颗粒的粉细砂、亚砂土、亚粘土发育为特征,一般也组成三个由粗至细的次级沉积旋回。沉降中心在珥陵附近,并大致形成一个北北东向的长条形沉积区。10孔、25孔、26孔一带为该区与常州—圩塘沉积区的分水岭。

3.3 反映新构造运动的继承性与掀斜作用

上述新近系盐城组的三个沉降中心,在空间位置上均位于古近纪时本区三个拗陷盆地(直溪桥拗陷、常州拗陷、徐舍拗陷)的东北缘,且古近纪沉降幅度最大的直溪桥拗陷,其上覆盐城组的沉积厚度也最大,显示了新构造活动的继承性。从盐城组顶底板埋深来看,位于本区中北部的珥陵地区,尽管沉积厚度最大,但在三个沉降中心中其顶板埋深却最小;而位于本区东北角的常州—圩塘地区顶板埋深为最大,反映在新近纪时新构造活动时期的填平补齐的夷平作用。纵向上沉积物组成特征还表明本区在该时期至少经历了三次地壳振荡运动,形成了由粗(砂砾层)至细(亚粘土、亚砂土)的三个旋回。第四纪以来,新构造运动显示了由南(西)向北(东)的掀斜活动及沉降作用,沉降中心不断向北东迁移,这从第四纪沉积物由南(西)向北(东)厚度趋大所反映。此外,常州地区发现的三级埋藏阶地也说明该区至少发生过三次明显的沉降过程。

3.4 反映当时的古沉积环境

由剖析图中沉积物的空间分布特征可以看出,新近纪早期,本区地势高低不平,大致形成三个汇水盆地。金坛北—珥陵一带为一北北东向的湖盆,沉积物以粉细砂、亚砂土、亚粘土等

细颗粒为主;和桥—漕桥汇水盆地呈北东向,水系主要由南西向北东径流,沉积物以河湖相堆积为主;前黄—常州—圩塘汇水盆地大致呈南北向延伸,水系由南向北径流,沉积物以河流相堆积为主。新近纪中晚期,本区地势逐步填平补齐,并逐步形成统一的汇水盆地。随着新构造运动的发展,水系主要由南(西)向北(东)径流。该时期,本区古气候较为湿热,遭受氧化程度较高,沉积物色调以棕红、铁锈色发育为特征。新近纪末期,本区整体抬升,遭受风化剥蚀,形成区内普遍发育的青灰色硬质粘土层。

3.5 清晰地显示基底(前新近系)起伏变化特征

该区基底起伏特征为南西高,北东低。其中新近纪时有三个沉降中心以及第四纪各个时期的沉降中心也都一目了然,隆起与凹陷也就相当直观地显露出来。

3.6 反映阶地上的岩性分布

由剖析图显示,茅山山麓Ⅲ级阶地上主要出露柏山组网纹红土;Ⅱ级、Ⅰ级阶地上主要出露下蜀组。据已有资料,Ⅱ级阶地上的下蜀组沉积时代相对较老,一般在30~12万年;Ⅰ级阶地上的下蜀组时代相对较新,一般在2~7万年。下蜀组岩性以黄土状土与埋藏土的交替出现为特征,并常夹钙质淀积层,多铁锰结核(邵家骥,1988)。

3.7 便于进行区域对比

该地区地表多出露太湖组上段亚粘土层,由于其颜色以棕黄色为主,俗称“老黄土”,其年龄测试资料一般为2~3万年。平原区中第四系沉积物均以亚粘土类沉积为主,据67号孔所见,启东组上段至太湖组中的亚粘土多呈棕黄、黄褐、灰黄色,它们以“黄色”为基本色调,且颜色在剖面上还具深浅交替出现的现象,颇似丘陵山区下蜀组的“埋藏土”与“黄土状土”的关系,其与下蜀组黄土状土可能存在某种成因上的联系。而启东组下段至海门组的亚粘土色调,多呈棕黄、棕红色,偶见类似网纹红土的假网纹。从形成时代看,下蜀组沉积时代大致相当于启东组上段—太湖组;柏山组沉积时代大致相当于海门组中上段—启东组下段。有意思的是该钻孔剖面在启东组上、下段之间有一层含砾砂土、含砾亚砂土,是地壳构造活动(振荡运动)的产物,其与柏山组、下蜀组出露在不同阶地之上所反映的地壳升降活动不谋而合(邵家骥,1999)。

4 结 论

采用剖析图法对太湖西北地区浅覆盖区第四纪地层进行的深入对比与研究,较直观、清晰地反映了新近纪、第四纪各层的岩性、厚度、沉积结构特征及其在三维空间的变化,并能反映当时的沉积环境及阶地上的岩性分布,同时揭示了基底(前新近系)的起伏变化特征,也为该区新构造运动的研究、区域地层的对比以及建立该区沉积结构模型等从新的视角提供了较扎实的基础地质资料。

致 谢:本文在成文过程中得到了邹松梅高工的热情指导,夏嘉生教授审阅了全文,并提出了许多宝贵意见;陈宝、李金玉等同志参加了前期部分钻孔的搜集与整理工作,在此一并致以衷心的感谢。

参考文献:

陈伟海,马祖陆,何观德,等.2000.桂林市三维地形立体显示与分析系统.国土资源遥感,(3):57-61.

- 2 陈义华. 2000. 江苏太湖第四纪沉积环境. 江苏地质, 24(2): 87-90.
- 陈中原, 洪雪晴, 李山, 等. 1997. 太湖地区环境考古. 地理学报, 52(2): 131-137.
- 段士云. 1997. 论立体发展. 江西师范大学学报(哲学社会科学版), 30(1): 10-14.
- 蒋梦林, 刘志平. 2001. 太湖平原西北部第四纪海侵. 江苏地质, 25(2): 78-81.
- 李相然, 邢纪波, 孙淑贤, 等. 2000. 烟台市区岩土体立体结构特征研究. 烟台大学学报(自然科学与工程版), 13(1): 74-78.
- 瞿文川, 薛滨, 吴艳宏, 等. 1997. 太湖 14000 年以来古环境演变的湖泊记录. 地质力学学报, 3(4): 53-61.
- 邵家骥. 1988. 长江下游第四纪下蜀黄土的成因探讨. 中国区域地质, 7(4): 312-319.
- 邵家骥. 1999. 苏南及沿江地区柏山组、下蜀组的时代及成因. 江苏地质, 23(1): 10-16.
- 10 孙顺才, 黄漪才, 主编. 1993. 太湖. 北京: 海洋出版社. 60-65.
- 陶冶, 段红杰, 张宗. 1998. 立体图消隐算法综述. 郑州轻工业学院学报, 13(3): 61-65.
- 王强, 田国强. 1999. 中国东部晚第四纪海侵的新构造背景. 地质力学学报, 5(4): 41-48.
- 王文军, 张学林. 1999. 松嫩平原西部地区水环境中氟的研究. 环境科学学报, 19(6): 662-666.
- 吴标云, 李从先. 1987. 长江三角洲第四纪地质. 北京: 海洋出版社. 97-101.
- 薛滨, 瞿文川, 吴艳宏, 等. 1998. 太湖晚冰期—全新世气候、环境变化的沉积记录. 湖泊科学, 10(2): 30-36.
- 杨怀仁. 1996. 中国东部第四纪自然环境的演变. 环境变迁研究. 南京: 河海大学出版社. 122-148.
- 杨晓勇, 杨海洋, 杨学明, 等. 1997. 安徽淮南中等比例尺城市地貌图的编图方法探讨. 中国科学技术大学学报, 27(2): 189-194.
- 张家强, 张桂甲, 李从先. 1998. 长江三角洲晚第四纪地层序特征. 同济大学学报, 26(4): 438-442.
- 钟石兰, 刘金陵, 李星学, 等. 1999. 江苏太湖地区晚更新世以来古生物群及环境. 微体古生物学报, 16(2): 167-180.
- 30 邹松梅. 1998. 江苏武进漕桥地区第四纪更新世海侵初步研究. 江苏地质, 22(4): 207-212.
- 邹松梅, 刘志平, 邵家骥. 2000. 江苏武进 ZK04 孔第四纪地层多重划分. 江苏地质, 24(2): 65-74.

References:

- Chen Weihua, Ma Zulu, He Guande, et al. 2000. The 3D-stereo terrain displaying and analysis system of Guilin. *Remote Sensing for Land & Resources*, (3): 57-61 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yihua. 2000. Quaternary sedimentary environment of Taihu Lake. *Jiangsu Geology*, 24(2): 87-90 (in Chinese with English abstract).
- Chen Zhongyuan, Hong Xueqing, Li Shan, et al. 1997. Study of archaeology-related environment evolution of Taihu Lake in southern Changjiang delta plain. *Acta Geographica Sinica*, 52(2): 131-137 (in Chinese with English abstract).
- Duan Shiyun. 1997. Talk about the 3D development. *Journal of Jiangxi Normal University (Social Science)*, 30(1): 10-14.
- Groshong Jr R H, et al. 2000. 3D structural geology: A practical guide to surface and subsurface map interpretation. *Tectonophysics*, (322): 311-314.
- Jiang Menglin, Lin Zhiping. 2001. The Quaternary marine transgression in the northwest of Taihu Lake Plain. *Jiangsu Geology*, 25(2): 78-81 (in Chinese with English abstract).
- Li Xiangran, Xing Jibo, Sun Shuxian, et al. 2000. Study on stereo-structure characteristics of rock-soil mass in the district of Yantai City. *Journal of Yantai University (Natural Science and Engineering Edition)*, 13(1): 74-78.
- Qu Wenchuan, Xue Bin, Wu Yanghong, et al. 1997. Record of paleoenvironmental evolution of Taihu Lake in the past 14000 Years. *Journal of Geomechanics*, Springer-Verlag, Berlin 3(4): 53-61 (in Chinese with English abstract).
- 30 Pierret A, Capowicz Y, Belzunces L, et al. 2002. 3D reconstruction and quantification of macropores using X-ray computed tomography and image analysis. *Geoderma*, (106): 247-271.
- Shao Jiayi. 1988. The origin of the Xiashu loess in the lower reaches of the Yangtze River. *Regional Geology of China*, 7(4): 312-319 (in Chinese with English abstract).
- Shao Jiayi. 1999. Time and genesis of Baishan and Xiashu Formations along the Yangtze river and south Jiangsu. *Jiangsu Geology*, 23(1): 10-16 (in Chinese with English abstract).
- Sun Shuncai, Huang Yicai, eds. 1993. Taihu Lake. Beijing: Oceanographic Publishing House, 60-65.
- Tao Hao, Duan Hong jie, Zhang Zong. 1998. A Summarize of elimination algorithms of the cubic graph. *Journal of Zhengzhou Institute of Light Industry*, 13(3): 61-65.
- Wang Qiang, Tian Guoqiang. 1999. The neotectonic setting of Late Quaternary transgression in the eastern coastal plain of China. *Journal of Geomechanics*, 5(4): 41-48 (in Chinese with English abstract).
- Wang Wenjun, Zhang Xuelin. 1999. Fluorine in aquatic environment in the western region of Songnen Plain. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 19(6): 662-666 (in Chinese with English abstract).

- Wu Biaoyun, Li Congxian. 1987. Quaternary Geology of Yangtze Delta. Beijing: Oceanographic Publishing House, 97-101.
- Xue Bin, Qu Wenchuan, Wu Yanghong, et al. 1998. Deposit record of paleoclimate and paleoenvironmental changes in Late Glacial Period - Holocene of Taihu Lake. *Journal of Lake Sciences*, 10(2): 30-36 (in Chinese with English abstract).
- Yang Huai ren. 1996. Quaternary environmental changes in Eastern China. In: Contribution to the Environmental Changes in China. Nanjing: Hehai University Publishing House, 122-148.
- Yang Xiaoyong, Wang Haiyang, Yang Xuening, et al. 1997. The principle and designing ideas about the preparation of medium scale urban geomorphological maps of Huainan. *Journal of China University of Science and Technology*, 27(2): 189-194 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Jiaqiang, Zhang Guijia, Li Congxian. 1998. Characteristics of the Late Quaternary stratigraphic sequence in the Changjiang River delta area. *Journal of Tongji University*, 26(4): 438-442 (in Chinese with English abstract).
- Zhong Shilan, Liu Jinling, Li Xingxue, et al. 1999. Preliminary study of biota and environments since Late Pleistocene in the Tai - Ge area, southern Jiangsu Province, China. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 16(2): 167-180 (in Chinese with English abstract).
- Zou Songmei. 1998. Preliminary study of Pleistocene progression during Quaternary period in Caoqiao region of Wujin city, Jiangsu Province. *Jiangsu Geology*, 22(4): 207-212 (in Chinese with English abstract).
- Zou Songmei, Liu Zhiping, Shao Jiaji. 2000. Multiple stratigraphic division of Quaternary period in drilling hole ZK04, Wujin. Jiangsu Province. *Jiangsu Geology*, 24(2): 65-74 (in Chinese with English abstract).

Study on the 3D Perspective Method for the Areas with Shallow Quaternary Cover: Taking the Northwest of the Taihu Lake as an Example

ZHANG Xiang-yun^{1,2}, ZHANG Qing-long¹, SHAO Jia-ji²

1. Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

2. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China)

Abstract: Using the method of the anatomic drawing, the authors studied the shallow Quaternary cover in the northwest of the Taihu Lake from an angle of 3D stratigraphic perspective. The anatomic drawing expresses the lithological characteristics, thickness and sedimentary structural features, especially the 3D changes of the Neogene and Quaternary systems intuitively. In this way, we could recognize the environment at the time of deposition and the lithological distribution on the terraces. In the meanwhile, it can show the features of uplift and subsidence of the basement during the early Neogene. Even more, the drawing provides a new method and steady basic geological data to research the neotectonic movements, correlate the strata and establish the depositional structural model of the area. It should be emphasized that the stratigraphic correlation and the multiple subdivision of the Quaternary system are essential for this method.

Key words: 3D perspective; Quaternary system; method of the anatomic drawing; shallow-covered area; the northwest of the Taihu Lake

(收修改稿日期:2003-12-02)