

文章编号:1005-6157(2009)02-091-5

合肥市滨湖新区全新世沉积物粒度特征及其古环境意义

管后春¹,李运怀¹,刘正茹²

(1 安徽省地质调查院,安徽合肥 230001; 2 合肥市国土资源局,安徽合肥 230001)

摘要:对合肥市滨湖新区大量第四纪钻孔作了地层描述、粒度分析,对代表性钻孔ZK1303采集的样品平均粒径、分选系数、偏度及峰度进行了统计分析,并绘制出样品的频率曲线和概率累积曲线,以及据地层描述绘制出岩性基本层序图,据此探讨了该沉积区全新世以来的沉积环境。结果表明,此钻孔全新世地层自下而上至少存在3个大的沉积旋回,各沉积旋回底层基本以含砾砂土为主,向上变为细砂、粉砂、砂质粉土、粉质粘土、粘土;3个大的沉积旋回中又至少发育了11个次级正向粒序沉积旋回。综合各统计参数在垂向上的分布特征、频率曲线、概率累积曲线特征和研究区地理位置特征,初步判定5、10及21号样品对应的地层为河床滞留沉积;初步判定该区全新世以来至少经历11次湖泊进退更替,其中有3次巨大的湖退;对应于每个沉积旋回,沉积环境有各沉积旋回底层河流相向上过渡到河湖相沉积。

关键词:全新世;粒度分析;沉积环境;滨湖新区;合肥

中图分类号:P534.63;P532

文献标志码:A

0 引言

地质学中引入粒度分析方法开始于20世纪初,Udden(1914)提出了以2为底指数的粒度分级方法^[1];Passegga(1957)提出了C-M图解法,来研究不同沉积环境在粒度分布上的差别^[2],Sahu(1964)对粒度样本矩进行判别分析,推导出一系列沉积环境的判别公式^[3];Visher(1969)将概率坐标下的累积频率点连成线段,并解释为不同搬运作用的产物,这就是我们至今仍采用的粒度概率图^[4]。尽管古气候、古环境演变代用指标随着科学技术的发展在不断的拓展,沉积物粒度分布特征仍是判别沉积环境的一个重要物理标志,粒度分析常常是探究沉积物特征、古环境及古气候意义的第一步。尤其是20世纪80年代以来随着计算机技术的不断发展,各种粒度分析软件的开发,沉积岩粒度分析专家系统的建立^[5],使得粒度分析方法不断完善,激光粒度分析的优点更为突出,使沉积物粒度表征方法更趋于科学。一些学者已经在进行有关研究,且借助人工神经网络、混合模型的子体分离技术给出了更加科学的单样品粒度分布表征方法—粒度母体分解图,并开发出一个基于粒度母体沉积环境识别系统^[6]。沉积

物的粒度分布服从对数正态分布规律,利用粒度分析特征值,即平均粒径、标准偏差、偏度系数、峰度系数等,可推测当时的沉积环境(Finney et al.,1991; Sondag et al.,1993; 丁仲礼等,1997; Lamoureux et al.,2000; Royall, 2000)^[7-11]。

合肥市滨湖新区第四纪研究程度总体比较低,尤其是对于第四纪以来整个研究区的古环境、古气候演化历史还没有一个整体的、系统的认识。为了适应合肥市城市建设和发展的需要,在中国地质调查局、安徽省国土资源厅及合肥市政府的共同资助下,我们对合肥市滨湖新区第四纪全新世沉积环境进行了系统研究。

1 研究区概况

滨湖新区是合肥“141战略”(一主城、四组团、一个滨湖新区)拓展城市发展空间的重点建设地区。滨湖新区位于合肥主城区东南部(如图1),南依巢湖、北靠二环南路、西接派河和合安高速公路、东临南淝河,总面积约190km²。该区属于长江流域,区内天然河流较多,主要河流有南淝河、十五里河、派河等,支流众多,均通过巢湖流入长江。受晚近地质时期新构造运动和地表外营力共同作用影响,研究区第四纪全新世

收稿日期:2008-12-29

基金项目:安徽省地质勘查专项(2005-56),中国地质调查局国土资源大调查项目(1212010610608)资助

作者简介:管后春(1979-),男,安徽六安人,硕士,主要从事第四纪地质调查与研究工用。E-mail:guanhouchun@163.com

流水侵蚀—堆积作用形成的河湖地貌发育。

合肥市滨湖新区全部为第四系所覆盖,全新统出露分布在南淝河、派河、十五里河及巢湖沿岸。

2 钻孔沉积物粒度分布特征与沉积环境解释

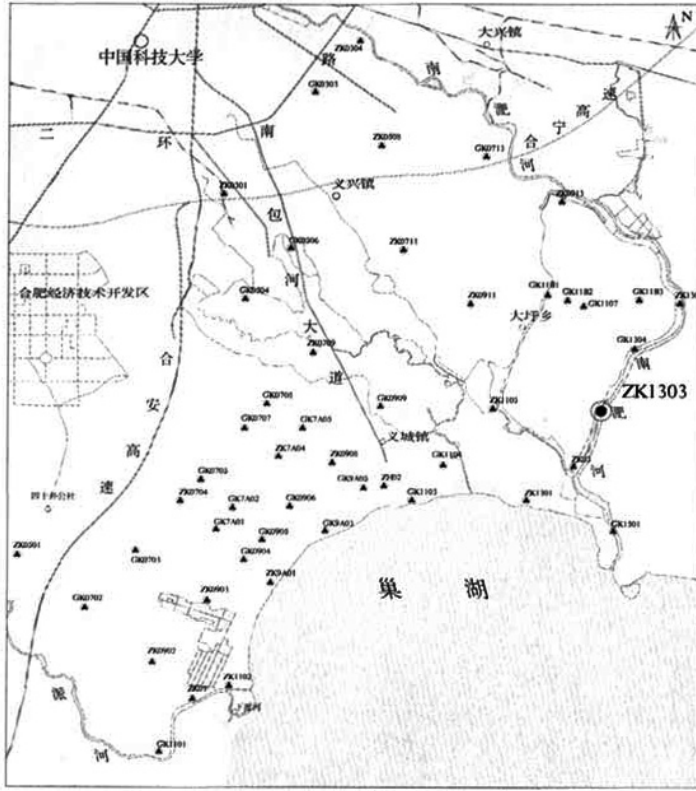


图1 合肥市滨湖新区地理位置与ZK1303钻孔位置图
Fig.1 Geographic location of the Binhu new district of Hefei City and borehole ZK1303 site

合肥市滨湖新区共布置钻孔49个,这些钻孔都钻穿了第四系地层直至始新—古新统。对钻孔沉积物进行了分层和岩性描述,并在此基础上对各层段地层沉积物进行了采样分析。本文以ZK1303孔(图1所示)为代表孔计算了沉积物样品的平均粒径(Mz)、标准偏差(σ_1)、偏度(Sk)及峰度(K_G)等粒度参数,绘制出频率曲线、概率累积曲线及相关粒度参数的垂直变化曲线,并对相应的沉积环境进行了解释。

2.1 岩性组合特征

全新世滨湖新区沉积有芜湖组,岩性分为上、中、下三段。下段主要为粉砂、中细砂和含砾中粗砂等,中段主要为淤泥、淤泥质粘土、粉质粘土、粉土,偶夹粉细砂等。上段为三角洲及现代漫滩沉积。各段均具有沉积韵律旋回,每个沉积旋回中粒度总体下粗上细。

位处南淝河岸边的ZK1303孔沉积有芜湖组中、下段。

2.2 沉积物平均粒度分布特征

由图2可以看出ZK1303孔沉积物平均粒度分布在 $1 \sim 6 \phi$ 之间。平均粒度在样品21、20、10、5呈现粒度峰谷值,表明粒径为极大值,间接表明该样品所在的地层时期沉积环境水能量很高。16号样出现次一级粒度极小值,表明该样品所在的地层时期处于次一级高水能量沉积环境。

沉积物粒度的分布受到物质来源和沉积环境诸方面的影响,沉积环境主要包括搬运动力强度、海岸类型和植被状况等因素,其中搬运动力条件对沉积物的粒度分布有直接的影响。一般情况下,沉积物的平均粒度大小是与搬运动力强度相适应的,而粒度分布也可以反映动力强度和物质来源的变化(张璞等,

2005)^[12], 因此合肥市滨湖新区ZK1303孔的平均粒度变化趋势指示了该地区至少经历过三次巨大的沉积环境变化, 5、10、20及21号样品指示对应的地层时期

处于水能量较大的沉积环境。

2.3 沉积物分选性、偏度及峰度分布特征

沉积物在沉积过程中, 外来组分的加入使得分选

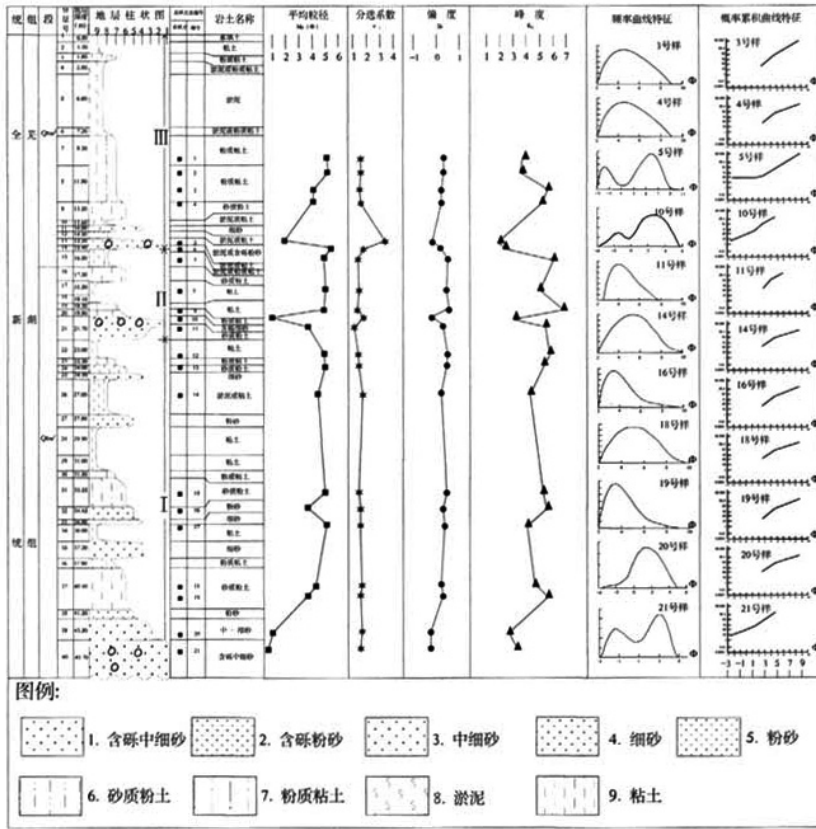


图2 合肥市滨湖新区ZK1303孔全新世地层柱状图及粒度参数分布特征图
Fig. 2 Holocene column and grain size parameter distribution features of borehole ZK1303 in the Binhu new district of Hefei City

性变差, 如果加入的是粗组分则构成正偏, 加入的是细组分则构成负偏。在采集分析得样品中, 其中以5、10、20及21号样品为代表的呈微负偏, 以3、4、11、14、16、18、19号样为代表的呈正偏。正偏态($SK > 0$) 指示沉积物以粗组分为主; 负偏态($SK < 0$) 指示沉积物以细组分为主。

图2很直观反映出5、10号样品分选性较其他样品差, 表明5、10号样品对应的地层时期沉积环境较不稳定。图2也明显显示该钻孔沉积物粒度偏度与峰度很好的吻合, 且偏度、峰度的变化规律与平均粒径也很好的吻合, 表明这三者在此钻孔中对沉积环境具相同的指示意义。还可看出偏度、峰度及平均粒度在5、10号样品出现极小值, 而对应的分选系数出现极大值, 即沉积物分选性好, 那么其对应的峰态越尖锐。5、10

号样品对应钻孔岩性分别为淤泥质含砾粉砂、含砾细砂, 所呈现的负偏极小值现象表明5号样品对应地层沉积物以粉砂为主, 在沉积过程中有砾砂加入; 而10号样所对应的地层是以细砂为主要沉积物, 在沉积过程中有砾砂加入。

2.4 频率曲线特征

统计表明不同沉积物类型具有不同的粒度频率分布曲线和粒度概率累积曲线, 所以在沉积相判别中常以粒度频率分布曲线和粒度概率累积曲线作为判别依据(于学峰等, 2006)^[13]。将样品按钻孔取样深度进行排列后发现, 其具有一定规律性(图2)。

5、10、21号样曲线为双峰态。表明沉积物有两种主要成分组成, 在沉积过程中受较高水能量影响有其他作用参加进来。5号样峰值粒径分别为 -1.4ϕ 和 6ϕ ,

说明砾砂与粉砂含量占绝对优势,而钻孔岩性对应于淤泥质含砾粉砂,二者吻合性较好;10号样峰值粒径分别为 -1.8ϕ 和 3.5ϕ ,说明在沉积过程中以砾砂和细砂为主,钻孔岩性对应于含砾细砂,二者吻合性较好;21号样峰值粒径分别为 -1ϕ 和 3ϕ ,沉积物则以砾砂和中细砂为主,钻孔岩性对应于含砾中细砂,二者吻合性较好。从频率曲线上可以看出5号样所对应的地层是以粉砂为主要沉积物,在沉积过程中有砾砂加入;10号样所对应的地层是以细砂为主要沉积物,在沉积过程中有砾砂加入;21号样所对应的地层是以中细砂为主要沉积物,在沉积过程中有砾砂加入。

3、4、11、14、16、18、19、20号样曲线为单峰态。表明沉积物主成分较单一,为相对稳定的中低或低水能量条件下形成。

2.5 概率累积曲线特征

Visher(1969)概率累积曲线特征表明河流冲击具典型的两段式,即悬浮总体与跳跃总体,且两者之间的交截点均在 4.5ϕ 处。

从图2可以看出,3~4、14、16、18~19号样粒度概率累积曲线呈两段式,即跳跃总体与悬浮总体,跳跃总体占优势,且两者之间的交截点均在 4.5ϕ 处。斜率不大,说明分选性较差,与分选系数特征相互吻合。整体粒径在 $2.5\sim 10\Phi$ 之间,表明沉积物粒度分布范围窄,极细粒成分含量远大于细粒成分,总体很细,以粘土、粉质粘土、砂质粉土为主,该组曲线及对应的该段地层为相对低水能环境。11号样粒度概率累积曲线也呈两段式,但跳跃总体占的比例高达95%,且从曲线斜率及对应的分选系数可看出跳跃总体的分选性较好,对应的钻孔岩性为细砂,表明该样品对应的地层所处的时期为中低水能环境,沉积环境介于河流环境与湖泊环境之间。而20号样概率累积曲线虽也呈两段式,即跳跃总体与悬浮总体,但两者之间的交截点在 4.0ϕ 处,较之上述样表明该样品对应的地层所处的时期为中等水能环境。

21号样粒度概率累积曲线呈两段式,为滚动总体与跳跃总体,跳跃总体累积含量略占优势,节点在 1.5ϕ 处,未发育悬浮总体,表明当时沉积环境处于相对较高的水能条件。整体粒径在 $-1.5\sim 4\phi$ 之间,表明沉积物粒度分布范围窄,总体很粗,以砾砂、中砂、细砂为主,该组曲线及对应的该段地层为相对高水能环境。概率累积曲线虽然呈两段式,但与现代河流两段式有很大差异,结合Visher(1969)提出的各沉积环境概率累积曲线特征,初步判定此地层为河床滞留沉积。

5、10号样粒度概率累积曲线呈三段式,节点均分

别在 1.5Φ 和 2.5ϕ 处,其中5号样所在的地层沉积以悬浮总体即粉砂占绝对优势,约占60%,悬浮总体较滚动总体和跳跃总体分选性差,其对应的钻孔岩性为淤泥质含砾粉砂。10号样对应的钻孔地层为含砾细砂,细砂含量占优势,其中跳跃总体分选性较悬浮总体和滚动总体稍好。结合Visher(1969)提出的各沉积环境的概率累积曲线特征及研究区位置特征,初步判定5、10号样对应的地层为河床滞留沉积。

2.6 沉积旋回特征

粒度特征被广泛用于现代洪水沉积记录研究^[10-11],从ZK1303孔(图2)全新世芜湖组基本层序图可看出大的旋回有3个,各旋回的底层位置分别在第5、10、21层,各旋回粒径大小表现为下粗上细,旋回的底层为含砾砂土,表明此层序所处的时期水能量很高,在概率累积曲线特征图上5、10号样表现为三段式,21号样表现为两段式,都有滚动总体发育,而21号样悬浮总体未发育,研究区地理位置位于南淝河西岸、巢湖之滨,南淝河为巢湖一支流,而巢湖又连接于长江,进一步表明5、10及21号样所在地层沉积为河床滞留沉积,为大规模湖退期。

从基本层序图还可看出第一个大的沉积旋回中至少还发育了5个次级旋回,第二个大的沉积旋回中至少还发育了2个次级旋回,第三个大的沉积旋回中至少还发育了4个次一级旋回。每个旋回粒径总体特征是下粗上细,即每个旋回从下到上所处的时期水能渐弱,从概率累积曲线特征图上也可看出。结合前面粒度参数反映每个沉积旋回中沉积环境由河流相向河湖相递变,间接指示该区全新世曾至少经历了11次湖进、湖退更替,包括上述3次大规模湖退期。

3 结论

(1) 该区全新世以来沉积物粒度垂直分布变化指示三次巨大的沉积环境演变,5、10及21号样品指示对应地层时期处于水动力能较大的沉积环境,而且沉积物粒度分选性、偏度、峰度对此也有很好的响应。

(2) 沉积物粒度频率分布曲线、概率累积曲线及沉积旋回特征共同指示5、10及21号样对应的钻孔地层为河床滞留沉积。

(3) 综合各因素特征及研究区地理位置初步判定该区全新世以来至少经历11次湖泊进退更替,其中包括3次巨大的湖退;对应于每个沉积旋回,沉积环境有各沉积旋回底层河流相向上过渡到河湖相。

参考文献:

[1] Udden J A. Mechanical composition of clastic sediment. Geo

- Soc Am Bull, 1914, 25: 655 ~ 744
- [2] Passega R. Textures as characteristics of clastic deposition. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1957,41:1952 ~ 1984
- [3] Sahu B K. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. Journal of Sedimentary Petrology, 1964,34:73 ~ 83
- [4] Visher. Grain size distribution and depositional processes. Journal of Sedimentary Petrology, 1969,39(3):1074 ~ 1106
- [5] 张晓帆, 冯英进, 胡亚平. 沉积岩粒度分析专家系统. 沉积学报, 1995,13(1):126 ~ 132 [Zhang Xiaofan, Feng Yingjin, Hu Yaping. Grain-size analysis expert system for sedimentary rock. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13(1): 126 ~ 132
- [6] 曲政. 沉积物粒度数据表征方法的研究. 中国粉体技术, 2001,7(4):24 ~ 31
- [7] Finney B P, Johnson T C. Sedimentation in Lake Malawi (East Africa) during the past 10,000 years: A continuous paleoclimatic record from the southern tropics. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1991,85: 351 ~ 366
- [8] Sondag F, Soubies F, Ledru M P. Geochemical markers of Palaeoenvironments: Relations between climatic changes, vegetation and geochemistry of lake sediments, southern Brazil. Applied Geochemistry, 1993,2:165 ~ 170
- [9] 丁仲礼, 余志伟. 第四纪时期东亚季风变化的动力机制. 第四纪研究, 1997,42(1):66 ~ 69
- [10] Lamoureux X S. Five centuries of interannual sediment yield and rainfall-induced erosion in the Canadian High Arctic recorded in lacustrine varves. Water Resources Research, 2000,36(1):309 ~ 318
- [11] Royall D. Lake-sediment-based evaluation of recent sediment yield from a small Appalachian watershed, Thompson Lake, Virginia. Physical Geography, 2000,21(1):68 ~ 88
- [12] 张璞, 陈建强, 田明中, 等. 福建省漳州市第四纪沉积物粒度特征及其沉积环境. 沉积学报, 2005,23(2): 275 ~ 283
- [13] 于学峰, 周卫健, 刘晓清, 等. 青藏高原东部全新世泥炭灰分的粒度特征及其古气候意义. 沉积学报, 2006, 24(6):864 ~ 869

GRAIN SIZE FEATURES OF THE HOLOCENE SEDIMENTS IN THE BINHU NEW DISTRICT OF HEFEI CITY AND THEIR PALEO-ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

GUAN Hou-chun¹, LI Yun-huai¹, LIU Zheng-ru²

(1 *Institute of Geological Survey of Anhui Province, Hefei 230001, China; 2 Department of Land and Resources of Hefei, Hefei 230001, China*)

Abstract: This paper made stratigraphic description and grain size analysis of a great number of Quaternary boreholes in the lakeside new district of Hefei City, made statistic analysis of average grain size, sorting coefficient, skewness and kurtosis of the representative borehole ZK1 303, drew samples frequency curve and probability cumulative curve, lithologic basic sequence map based on stratigraphic description, and then discussed sedimentary environment of the area since the Holocene. The results show that there are at least 3 major sedimentary cycles from lower to up for the Holocene strata from this borehole, each cycle is basically gravel- and sand-bearing at the bottom, and fine sand, silty sand, sandy silt, silty clay and clay upward, and there exist at least 11 secondary normal grain-order sedimentary cycles in the three major ones. After summarizing features of vertical distribution, frequency curve, probability cumulative curve of each statistic parameter and geographic location of the area studied, the preliminary conclusion is that samples 5, 10 and 21 correspond to riverbed retaining deposit stratum; there have been at least 11 times of lake invasion and recession since the Holocene, of which 3 are major lake recessions; and for each sedimentary cycle, sedimentary environment changes from river facies to river-lake facies upward.

Keywords: Holocene; grain size analysis; sedimentary environment; Binhu new district; Hefei