

河北白洋淀全新统沉积特征与地层划分

王 永, 闵隆瑞, 董 进, 姚培毅, 迟振卿

中国地质科学院地质研究所, 北京 100037

摘 要: 通过对河北白洋淀老河头剖面全新世沉积物岩性特征、地层层序、粒度组成及微体古生物组合等进行综合研究, 重建了白洋淀全新世以来的环境演变过程。全新世以来白洋淀沉积特征所反映的气候环境特征表现为早期开始出现湖沼相沉积, 气候寒冷偏湿; 中期湖泊沉积发育, 气候温暖湿润; 晚期湖泊退缩, 以河流-沼泽相沉积为主, 气候向凉干转变。综合沉积特征、环境演变阶段与加速器质谱(AMS)¹⁴C 测年资料对白洋淀全新统沉积序列进行系统分析, 并将全新统划分为三段: 下全新统(11000—8500 a)以灰黄色粉砂质粘土、粉砂为主, 夹黑色粘土, 冲积-湖沼相沉积发育; 中全新统(8500—3200 a)为灰黑色粘土夹粘土质粉砂, 湖沼相沉积发育; 上全新统(3200 a~)以黄色、褐黄色粉细砂、粘土质粉砂为主, 冲积-沼泽相沉积发育。白洋淀全新统中段含有黑色粘土沉积和大量微体与腹足、双壳类等古生物化石, 为华北地区全新世地层的划分及区域对比提供了依据。

关键词: 白洋淀; 全新统; 沉积特征; 地层划分; 粒度; 双壳类

中图分类号: P534.63; P532 **文献标志码:** A **doi:** 10.3975/cagsb.2015.05.07

Sedimentary Characteristics and Stratigraphic Division of Holocene Series in Baiyang Dian, Hebei Province

WANG Yong, MIN Long-rui, DONG Jin, YAO Pei-yi, CHI Zhen-qing

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037

Abstract: Through a comprehensive study of the lithology, stratigraphic sequence, grain sizes, and microfossil assemblages of sediments from Laohetou section in Baiyang Dian, Hebei Province, the authors reconstructed the Holocene environmental evolution in Baiyang Dian. During the early Holocene, the climate conditions became cold and wet. Limnological conditions changed significantly after middle Holocene, and then lake retreated at the late stage of the Holocene. Based on the analysis of sedimentary features, environmental evolution and AMS¹⁴C dating data of Laohetou section in Baiyang Dian, the authors detected significant variation in sediments of Laohetou section related to sedimentary facies and climate change. Holocene Series in Baiyang Dian can be divided into three stages. Early Holocene (11000–8500 a) was alluvial and limnological facies of yellow silty clay, silty sand; Middle Holocene (8500–3200 a) was a climate optimum for the development of limnological facies of black clay and clayey silt; Late Holocene (3200 a~) was characterized by the development of alluvial, swamp facies. Middle Holocene contains black clay deposits in Baiyang Dian and provides a basis for the Holocene division and regional correlation in North China.

Key words: Baiyang Dian; Holocene; sedimentary characteristics; stratigraphic division; grain size; bivalve

河北白洋淀位于华北平原东南部, 属于永定河冲积扇与滹沱河冲积扇的前缘低洼区(图 1; Wu et al., 1996a, b), 是华北平原最大的淡水湖泊, 主体位

于安新县境内, 总面积约 366 km²(王会昌, 1983)。年均气温 6.8~12.7°C, 属于温带大陆性季风气候(Guo et al., 2012)。白洋淀地区广泛发育着全新世以

本文由中国地质调查局地质调查项目(编号: 1212011120142; 12120113005600)资助。

收稿日期: 2015-05-04; 改回日期: 2015-06-18。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 王永, 男, 1968 年生。研究员。主要从事第四纪地质和新构造研究。通信地址: 100037, 北京西城区百万庄大街 26 号。

电话: 010-68999683。E-mail: wangyong@cags.ac.cn。

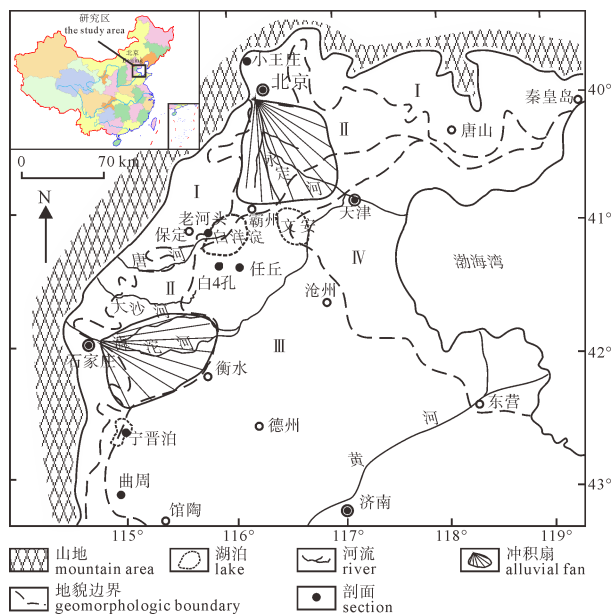


图1 研究区地理位置图(据 Wu et al., 1996a, b 简化)
Fig. 1 Geographic map showing the study area
(modified after Wu et al., 1996a, b)

来的冲积-河湖相沉积,其地层出露完整、厚度较大,是研究华北平原全新世地层及古气候变迁的理想地区。对白洋淀的地貌发育、沉积环境、地层划分、古人类等均进行了较详细的研究(王会昌, 1983; 许清海等, 1988; 何乃华和朱宣清, 1992; Wu et al., 1996a, b; Xu et al., 1996; 吴忱和许清海, 1998; 李月丛等, 2000; 郭书元等, 2014)。全新世地层划分的主要依据是岩性组合特征,而详细的年代地层划分比较薄弱,沉积特征(岩性)的描述偏于定性,缺乏定量性的数据资料(如粒度等)。前人以布列特-色尔南德气候分期为依据,将河北省全新世地层自上而下划分为岐口组(2500 aB.P.至今)、高湾组(7500—2500 aB.P.)和杨家寺组(10000—7500 aB.P.)(陈望和和倪明云, 1987; 《中国地层典》编委会, 2000)。也有人认为白洋淀地区的全新世地层可以划分为四期(许清海等, 1988)。河北平原全新世地层划分,主要依据近海平原地区的钻孔资料,全新统建组剖面以海陆过渡相沉积为主,缺乏对陆相沉积的系统研究,不利于区域地层对比。由于地层与古生物发育的区域差异,建立中国不同时代地层划分格架和大区域地层对比关系,可以为地学研究和地质调查与资源勘查提供地层划分对比的标准(王泽九等, 2014)。因此有必要对河北平原西部及东南部大面积分布的陆相全新统进行系统划分,特别是岩石地层单位的沉积相分析,可以为区域地层划分和对比提供依据。

目前对白洋淀全新世地层的时代划分、沉积环境和地貌发育尚有不同意见(陈望和和倪明云, 1987; 《中国地层典》编委会, 2000; 刘立军等, 2010)。本

文对河北保定市安新县老河头剖面进行了详细测量,并系统采集了粒度、微体古生物、地球化学等样品,根据部分测试结果对白洋淀老河头剖面全新统的沉积特征进行了较系统的分析,进行了地层初步划分与对比。

1 沉积特征

全新世地层露头主要为取土或制砖开挖形成的人工剖面,在白洋淀的不同部位均有出露,如安新县和任丘市等地。

1.1 岩性特征

老河头剖面位于保定市老河头镇东约 2 km, 白洋淀西侧(N 38°50'1.00", E 115°45'4.10"; 图 1)。根据老河头剖面的岩性特征,自上而下分层描述如下:

- 1)黄色、浅黄褐色粉砂、粘土质粉砂,分选较好,无层理,顶部有草根,底部呈黄色 50 cm
- 2)褐黄色、浅褐色含粘土粉细砂,粘土质粉砂,零星见细小砾石 44 cm
- 3)土黄色粉砂,粘土质粉砂,发育水平层理 30 cm
- 4)褐色粉砂质粘土夹黄色粉砂 76 cm
- 5)黑色、灰褐色粘土,中部夹黄褐色粘土,含有丰富的腹足类及双壳类 72 cm
- 6)灰黄色粉砂质粘土 17 cm
- 7)浅褐黄色粘土质粉砂,中部含丰富的腹足类及双壳类 40 cm
- 8)灰褐色粘土质粉砂,粉砂质粘土夹黑色粘土 59 cm
- 9)褐黄色、灰黄色粉砂,粘土质粉砂。近底部含草根 52 cm

1.2 粒度组成与沉积环境

粒度分析结果表明,老河头剖面沉积物粒度主要分布在 0~250 μm ,其中粘土组分(<3.9 μm)占 6.32%~96.21%,细粉砂组分(3.9~31 μm)占 2.96%~74.85%,粗粉砂组分(16~62.5 μm)占 0~41.23%,细砂组分(62.5~250 μm)占 0~47.25%。中值粒径(MZ)介于 0.26~51.31 μm 之间,平均为 17.28 μm (另文详述)。

沉积物中值粒径自下而上可以分为三个层段: 290—440 cm、200—290 cm、0—200 cm。各个层段的中值粒径变化明显。下段中值粒径 5.82~48.82 μm ,波动较大;中段中值粒径变化较小,介于 3.83~10.62 μm ;上段中值粒径变化最大 0.26~51.31 μm 。

老河头剖面沉积物的粒度频率曲线特征显示,剖面下段表现为双峰或多峰,负偏态,峰值粒径分别为 0.7~10 μm 与 50~80 μm ,底部为多峰负偏态,主要峰值为 50~80 μm ;中部主要峰值位于 10 μm 左右,上部为多峰负偏态,主峰值为 50~80 μm ,反映出该沉积物为两种或两种以上不同营力共同作用下的产物。白洋淀周围有永定河、唐河、滹沱河等水系,位于冲积扇的尾端(Wu et al., 1996a, b),湖水主要来源

于各水系的注入, 因此湖区沉积物同时受湖泊水体及河流等多种动力条件控制, 为河湖相沉积环境。

剖面中段频率曲线特征表现为单峰近对称分布, 峰值粒径为 7~10 μm , 较稳定, 反映出该沉积物为单一营力作用下的产物, 为相对稳定的低能环境, 属于典型的湖相沉积。

上段沉积物频率曲线特征表现为单峰负偏态或多峰态, 单峰态峰值粒径为 30~60 μm , 136 cm 处沉积物表现为多峰态, 峰值粒径分别为 0.7 μm , 8~12 μm 和 260~420 μm 。峰值粒径明显偏粗, 表明晚期白洋淀地区沉积物受较强动力条件影响, 来源于多种营力作用, 为河湖相沉积环境。

1.3 古生物特征

老河头剖面采集的介形类鉴定结果表明, 剖面中见有介形虫化石共计 8 属 19 种, 化石较丰富, 分异度均较低。

上段(0—50 cm), 含介形类: *Candoniella albicans*, *Candoniella candida*, *Ilyocypris biplicata*, *Ilyocypris dunschanensis*, *Candona youheensis*, *Cypria* sp., *Ilyocypris kaifengensis*, *Leucocythere plethora* 等。所见介形类化石属种单调、数量少、受环境条件限制使其存活率低, 保存差, 而特征种 *Leucocythere plethora* 数量稀少, 它既能生活在淡水、半咸水又能生活在超盐水的湖泊中, 为广盐性属种, 表明为河流-沼泽相沉积环境。

中段(200—290 cm)灰褐色、黑色粘土中含介形类: *Candoniella albicans*, *Candoniella candida*, *Candona youheensis*, *Ilyocypris cornea*, *Ilyocypris kaifengensis*。为湖沼相沉积环境, 可能受弱河流作用影响。

下段(330—380 cm)黑色粘土、灰褐色粘土质粉砂中含介形类: *Candona planus*, *Candona jucundus*, *Cyprinotus* sp., *Cyprinotus faveolus*, *Ilyocypris manasensis*, *Candoniella candida*, *Lishania resisa*。所见介形类化石属种单调、数量较少、保存差。而 *Eucypris inflata* 特征种生活在少盐-超盐水的湖泊、沼泽、和池塘中。而中盐水是最适宜于胖真星介的繁生环境, 该种在此段数量很少, 表明该段为湖泊-沼泽相沉积环境。

同时, 在老河头剖面中段(200—330 cm)采集到丰富的双壳类化石, 主要有 *Unio douglasiae*, *Arconaia mutica*, *Arconaia lanceolata*, *Cuneopsis capitata*(Heude), *Lamprotula Leai* 和 *Lamprotula zonata* 等。这些双壳类化石仍有现生种, 主要分布在我国安徽、江苏、浙江和江西等省(林振涛和刘月英, 1963; 刘月英等, 1965)。

2 全新世地层划分

对老河头剖面不同深度沉积物及所含螺、双壳类等进行 AMS¹⁴C 测年, 经过 Calpal 在线校正为日历年龄(表 1), 并根据测年数据进行内插计算不同岩性界面的年龄, 获得了剖面的年代框架。

2.1 全新世底界的确定

老河头剖面底部以 388 cm 为界, 之下为粉砂、粘土质粉砂, 粒度特征显示为冲积相沉积, 之上为粉砂质粘土夹黑色粘土, 粒度特征指示有冲积-湖相沉积, 含较丰富的介形类化石, 表明气候环境明显好转, 该界限年龄约为 10.6 cal ka B.P.。与目前国际上根据格陵兰冰芯多种环境指标及年纹层计数确定的全新世底界年龄 11700 cal yr b2k(距公元 2000 年的年代)(Walker et al., 2009)较接近。因此白洋淀全新统以出现湖沼相沉积开始作为其下限, 这一界限的确定在整个华北地区均可以找到证据, 该界限不仅是岩性、岩相变化界限, 也是沉积环境、古气候变化的转折点, 在野外易于识别。

位于白洋淀南端梁庄附近的白 4 号孔, 在孔深 6—6.15 m 处淤泥质亚砂土测年为距今(11280±350) a(许清海和吴忱, 1986)。曲周地区在约 10210~10000 a B.P.气候温暖湿润(王红亚等, 2002)。华北平原在(10530±120)~(9500±40) a B.P.存在洪水-沼泽沉积旋回(殷春敏等, 2001)。北京房山区坟庄 4.5—5 m 淤泥和 6.84—6.89 m 泥炭样品年龄为(10120±150) aB.P.和(11850 ±200) aB.P, 属全新世初期的沉积(仇士华和蔡莲珍, 1992)。华北平原第一期古河道属于晚更新世末期至全新世早期(吴忱等, 1986)。这些研究表明, 华北地区全新世以来气候开始转暖, 其底界年龄约 10~11 ka, 在区域上可以进行对比。

表 1 老河头剖面 AMS¹⁴C 测年数据
Table 1 AMS¹⁴C dating results of Laohetou section

实验室样品编号	深度/cm	测年材料	¹⁴ C 年龄/a BP	日历年龄/cal a BP
BA111331	114	双壳类	1315±35	1244±41
BA10307	200	沉积物	3010±25	3219±43
BA111328	225	螺	3395±25	3647 ±35
BA10310	272	沉积物	5985±30	6830±42
BA111336	360	沉积物	8610±35	9573±28
BA10311	428	沉积物	10295±35	12195±170
BA10313	436	沉积物	12330±40	14490±337

2.2 全新世内部界线的划分

国际上全新世内界划分主要是以气候地层为依据,以往以孢粉和植物残体为依据的布列特-色尔南德气候分期为基础,我国多采用该划分方案,即早全新世(距今 10000—7500 a)、中全新世(距今 7500—2500 a)和晚全新世(距今 2500 年至今)。目前国际上全新统拟采取三分,主要依据气候事件进行划分,以 8.2 ka 和 4.2 ka 为界划分为早全新世、中全新世和晚全新世,但这一方案还在讨论中(Walker et al., 2012)。

早全新世早期白洋淀沉积由冲积相向湖相转变,气候逐渐变得温暖湿润,晚期又转变为河流相,气候也变为凉干。在区域上均有相似的反映,如河北任丘剖面反映出早全新世经历了短暂湿润期后,晚期湖泊严重收缩(崔建新等, 2005),并可能造成新石器早中期之间的文化缺环(崔建新和周尚哲, 2011);曲周地区在 10000~8500 a B.P., 气候凉干(王红亚等, 2002);孢粉记录显示河北全新世早期气候以温凉半干旱为主(童国榜等, 1983),北京地区泥炭孢粉记录表明,早全新世初期气候好转,晚期较暖偏干(严富华等, 1981)。

中全新世白洋淀地区普遍发育黑色粘土/泥炭(童国榜等, 1983; 崔建新等, 2005),富含双壳类化石(林振涛和刘月英, 1963; 郭书元等, 2014)。该时期白洋淀出现现今生长于我国南方的枫杨、枫香等亚热带成分(王会昌, 1983);在河北任丘剖面经历了 2 次湖泊扩张时期(崔建新等, 2005);在 8500~5000 a B.P.时,宁晋泊为稳定的湖泊环境(郭盛乔等, 1998);曲周也有 2 次气候温暖湿润期(王红亚等, 2002)。孢粉组合特征表明华北平原大部分地区中全新世为温暖湿润期(贾兰坡等, 1977; 周昆叔等, 1978; 陈方吉, 1979; 严富华等, 1981; 孔昭宸等, 1982; 童国榜等, 1983; 李文漪和梁玉莲, 1985; An et al., 2000),并广泛发育泥炭,如渤海湾全新统底泥炭层 ^{14}C 年龄为 $(8530 \pm 108) \text{ a}$ (李凤林等, 2005)。同时期的双壳类组合分异度较低,其中的丽蚌化石完整未破损,属原地堆积(吴忱和许清海, 1998),其组合面貌与现代长江中下游地区太湖、鄱阳湖和洞庭湖流域的组合面貌相似,反映为湿热气候条件下的湖泊环境,可与河南、山东等地中全新世早期的丽蚌动物群对比(郭书元等, 2014)。含双壳类化石层的底界与全新世大暖期开始的时间(8.5 ka)界线一致,也可以与华北平原海陆过渡相地层进行对比,相当于高湾组,属于中全新统。因此,可以将 8.5 ka 作为中全新世的底界年龄。

晚全新世白洋淀沉积环境发生显著变化,由湖泊沉积转变为冲积相。约 3000 aBP 是华北地区气

候变化的开始(童国榜等, 1983; 吴忱和魏福利, 2003),北京地区的泥炭大部分停止堆积(严富华等, 1981; 张子斌, 1984)。华北平原在 $(3470 \pm 125) \text{ aB.P.}$ 沼泽相沉积结束,在 3500—3000 aBP 有过两次洪水期(姚鲁峰, 1991; 殷春敏等, 2001; 吴忱和魏福利, 2003)。晚全新世初期河北山前平原堆积了大量冲积扇及泛滥平原,致使中全新世形成的沼泽洼地被分解成三个大洼地群(吴忱等, 1992)。中全新世后期和晚全新世早期,黄河北支分流沿太行山东麓冲积扇前缘注入古白洋淀,因河流泥沙不断淤积,使古白洋淀的水域不断退缩,导致其逐渐消亡(张淑萍和张修佳, 1989)。晚全新世的底界置于 3500—3000 aBP。

2.3 白洋淀全新统划分与区域对比

根据老河头剖面岩性特征、粒度组成、古生物及 ^{14}C 年龄结果,将全新统划为三段(图 2):

全新统下段(388—330 cm): 约 10.6~8.5 ka, 为灰褐色粘土质粉砂、粉砂质粘土夹黑色粘土。中值粒径平均为 $11.97 \mu\text{m}$, 标准偏差为 1.5~1.9, 分选较差。介形类化石以 *Candoniella albicans*, *Candoniella candida*, *Candona youheensis*, *Candona jucundus*, *Candona planus*, *Cyprinotus faveolus*, *Eucypris inflata*, *Ilyocypris cornea*, *Ilyocypris biplicata*, *Ilyocypris dunschanensis*, *Ilyocypris manasensis*, *Ilyocypris kaifengensis*, *Lishania resisa* 等为组合。

全新统中段(330—200 cm): 约 8.5~3.2 ka, 下部(290—330 cm, 约 8.5~7.4 ka)为浅褐黄色粘土质粉砂,粉细砂,中值粒径平均为 $29.37 \mu\text{m}$, 标准偏差为 1.5~1.9, 分选较差;上部(200—290 cm, 约 7.4~3.2 ka)为黑色、灰褐色粘土夹灰色、黄褐色粉砂质粘土,中值粒径平均为 $6.93 \mu\text{m}$, 标准偏差为 1.2~1.7, 分选中等。该段仅零星发现介形类 *Candoniella albicans*, *Candoniella candida*。含较丰富的双壳类 *Unio douglasiae*, *Arconaia mutica*, *Arconaia lanceolata*, *Cuneopsis capitata*, *Lamprotula Lei* 和 *Lamprotula zonata* 等。

全新统上段(200—0 cm): ~3.2 ka, 为黄褐色、浅褐黄色粉砂、粘土质粉砂、褐黄色含粘土粉砂、细砂。下部为粉砂质粘土、粘土质粉砂,中值粒径平均为 $10.98 \mu\text{m}$, 标准偏差为 0.35~3.42, 分选较好至很差。上部粘土质粉砂、粉细砂,含细小砾石,中值粒径平均为 $28.09 \mu\text{m}$, 标准偏差为 1.5~2, 分选较差。介形类化石以 *Candoniella albicans*, *Candoniella candida*, *Candona youheensis*, *Ilyocypris biplicata*, *Ilyocypris dunschanensis*, *Ilyocypris kaifengensis*, *Leucocythere plethora* 等为组合。

河北白洋淀地区全新统中段以黑色粘土或泥炭发育为特征,富含生物化石,标志层显著,气候特征以暖湿为主,其顶底界限年龄比较清楚,在区

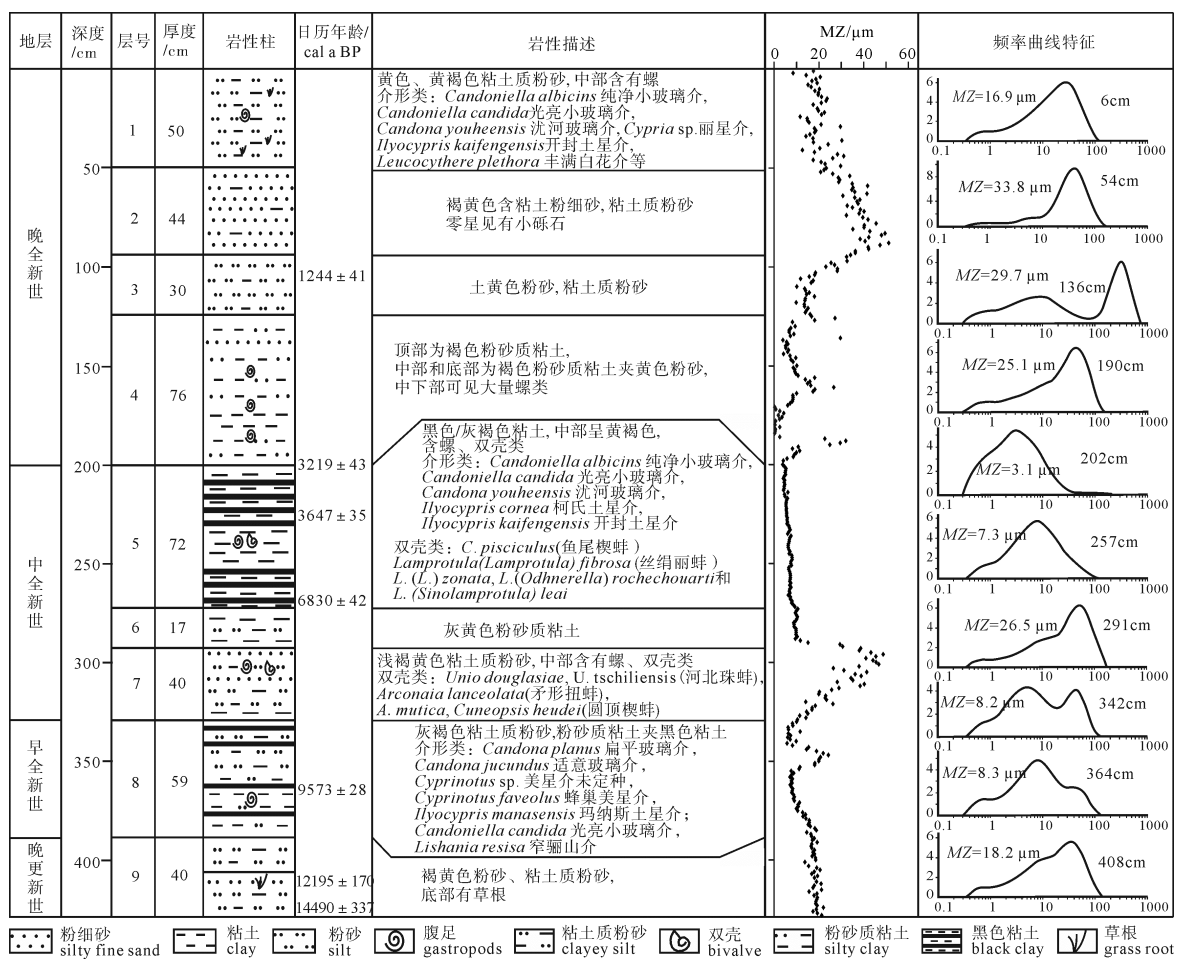


图2 白洋淀老河头剖面综合柱状图

Fig. 2 Sedimentary characteristics and stratigraphic division of Laohetou section

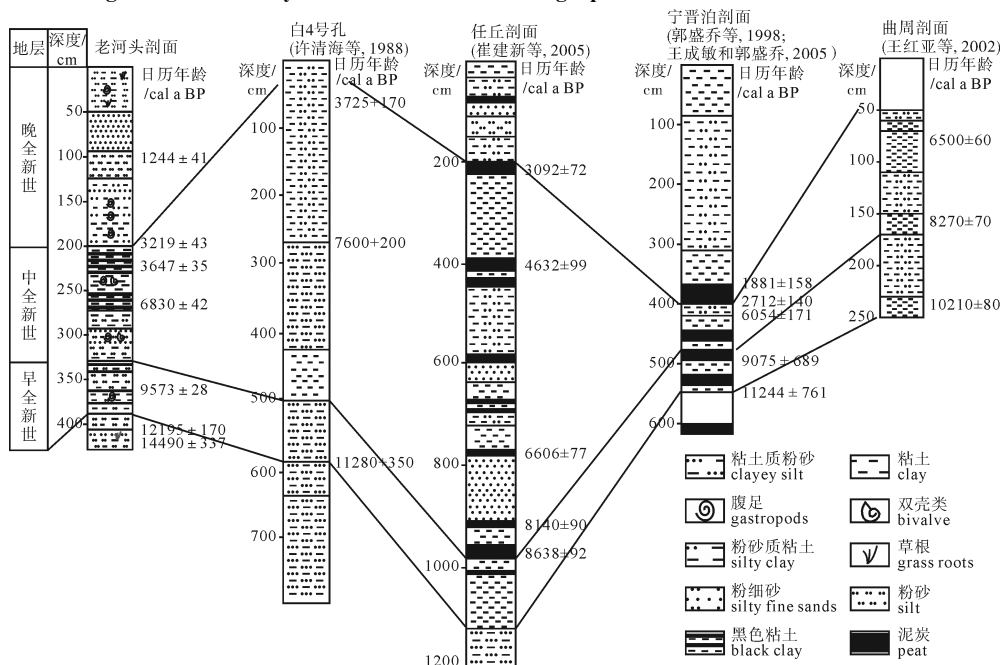


图3 河北平原全新世地层划分与对比

Fig. 3 Holocene stratigraphic division and correlation in Hebei plain

域上具有代表性, 建议命名为“白洋淀组”。

根据岩性特征、地层层序、环境指标等组合特征分析, 结合 ^{14}C 测年等, 利用地层层序和年代学

对比方法, 提出河北平原全新世地层划分和对比方案(图3)。全新世地层划分采用目前国内外使用的三分方案。

3 结论

(1)白洋淀地区全新统发育较完整,分布比较广泛,厚度也较稳定。根据老河头剖面全新统沉积物的粒度、古生物及 ^{14}C 测年等综合研究,以气候分期为依据,以全新世气候适宜期的起止时间(8.5 ka, 3.0—3.5 ka)为界限,可以将白洋淀全新统分为三段。下段,约 10.6~8.5 ka,白洋淀开始出现湖沼相沉积;中段,约 8.5~3.2 ka,普遍为黑色粘土/泥炭,含丰富的双壳类化石,湖泊沉积为主;上段,约 3.2 ka,沉积环境变化较频繁,以河流-沼泽相沉积为主。

(2)白洋淀地区全新世中部广泛发育黑色粘土/泥炭,为典型的湖沼相沉积,富含陆相介形类及双壳类化石,反映气候温暖湿润,为全新世气候适宜期的沉积,可以作为区域地层划分与对比的标志层,建议命名为“白洋淀组”,可以作为陆相中全新统的代表。中全新世湖相白洋淀组的建立,将为研究华北地区全新世湖泊演化、气候与环境变化、古地理变迁、地层划分与对比等提供新的证据。

致谢: 中国地质科学院水文地质环境地质研究所林芳鉴定了介形类化石,中国地质大学(北京)杨慧君完成了粒度分析实验,笔者在此表示谢意。

Acknowledgements:

This study was supported by China Geological Survey (Nos. 1212011120142 and 12120113005600).

参考文献:

- 陈方吉. 1979. 北京地区全新世地层及自然环境的演变[J]. 中国科学, 9: 900-907.
- 陈望和, 倪明云. 1987. 河北第四纪地质[M]. 北京: 地质出版社.
- 崔建新, 周尚哲, 韩海涛, 王杰, 许刘兵. 2005. 河北任丘剖面河湖相沉积及全新世水文气候事件[J]. 海洋地质与第四纪地质, 25(4): 107-113.
- 崔建新, 周尚哲. 2011. 河北及京津地区早中全新世文化的时空分布及其气候环境因素[J]. 中国历史地理论丛, 26(4): 66-76.
- 郭盛乔, 曹家栋, 张静, 林防, 石英, 杨丽娟, 张文卿. 1998. 宁晋泊地区全新世温暖期以来气候与环境变化研究[J]. 地球学报, 19(4): 364-369.
- 郭书元, 詹伟, 王强. 2014. 河北省白洋淀地区中全新世丽蚌动物群及其生态环境意义[J]. 古地学报, 16(3): 335-346.
- 何乃华, 朱宣清. 1992. 白洋淀地区近 3 万年来的古环境与历史上人类活动的影响[J]. 海洋地质与第四纪地质, 12(2): 79-88.
- 贾兰坡, 李有恒, 袁振新, 卫奇. 1977. 北京东郊泥炭层中的动

- 物遗骸和角制工具[J]. 古脊椎动物与古人类, 15(2): 150-156.
- 孔昭宸, 杜乃秋, 张子斌. 1982. 北京地区 10000 年以来植物群发展和气候变化[J]. 植物学报, 24(2): 172-180.
- 李凤林, 王宏, 王云生, 张金起, 张玉发, 李建芬, 林防, 阎玉忠, 龙天才. 2005. 渤海湾滨海平原全新统层型剖面地层划分与建组[J]. 地质通报, 24(2): 124-135.
- 李文漪, 梁玉莲. 1985. 河北东部全新世温暖期植被与环境[J]. 植物学报, 27(6): 640-651.
- 李月丛, 张翠莲, 段宏振, 王洪根. 2000. 白洋淀地区古环境变迁与史前文化[J]. 同济大学学报(社会科学版), 11(4): 22-27.
- 林振涛, 刘月英. 1963. 白洋淀的蚌类[J]. 动物学报, 15(2): 243-252.
- 刘立军, 徐海振, 崔秋苹, 王娟. 2010. 河北平原第四纪地层划分研究[J]. 地理与地理信息科学, 26(2): 54-57.
- 刘月英, 王耀先, 张文珍. 1965. 我国的丽蚌及其经济意义[J]. 生物学通报, 1: 16-23.
- 仇士华, 蔡莲珍. 1992. 关于全新世底界年龄的 ^{14}C 测定[J]. 第四纪研究, 3: 277-281.
- 童国榜, 柯曼红, 于淑凤. 1983. 河北平原第四纪孢粉组合及其地质意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 3(4): 91-101.
- 王成敏, 郭盛乔. 2005. 华北平原石家庄东南部宁晋泊地区湖相地层的年龄测定[J]. 地质通报, 24(7): 655-659.
- 王红亚, 石元春, 于澎涛, 汪美华, 郝晋民, 李亮. 2002. 河北平原南部曲周地区早、中全新世冲积物的分析及古环境状况的推测[J]. 第四纪研究, 22(4): 381-393.
- 王会昌. 1983. 一万年来白洋淀的扩张与收缩[J]. 地理研究, 2(3): 8-18.
- 王泽九, 黄枝高, 姚建新, 马秀兰. 2014. 中国地层表及说明书的特点与主要进展[J]. 地球学报, 35(3): 271-276.
- 吴忱, 魏福利. 2003. 华北地区晚全新世初期环境变化分析[J]. 地理与地理信息科学, 19(2): 97-101.
- 吴忱, 许清海. 1998. “演变阶段”与“成因”不能混为一谈——也谈白洋淀的成因[J]. 湖泊科学, 10(3): 91-96.
- 吴忱, 王子惠, 许清海. 1986. 河北平原的浅埋古河道[J]. 地理学报, 41(4): 332-340.
- 许清海, 陈淑英, 孔昭宸, 杜乃秋. 1988. 白洋淀地区全新世以来植被演替和气候变化初探[J]. 植物生态学与地植物学学报, 12(2): 143-151.
- 许清海, 吴忱. 1986. 全新世时期白洋淀地区环境演变的初步认识[J]. 地理学与国土研究, 2(3): 51-56.
- 严富华, 叶永英, 麦学舜, 刘粤霞. 1981. 从孢粉分析试论北京地区两泥炭矿的时代和形成环境[J]. 地震地质, 3(1): 51-65.
- 姚鲁峰. 1991. 全新世以来永定河洪水的发生规律[J]. 地理研究, 16(3): 59-67.
- 殷春敏, 邱维理, 李容全. 2001. 全新世华北平原古洪水[J]. 北

京师范大学学报(自然科学版), 37(2): 280-284.

张淑萍, 张修佳. 1989. 《禹贡》九河分流地域范围新证—兼论古白洋淀的消亡过程[J]. 地理学报, 44(1): 86-93.

张子斌. 1984. 北京地区全新世泥炭形成过程与形成因素的研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 4(4): 79-85.

《中国地层典编委会》编著. 2000. 中国地层典—第四系[J]. 北京: 地质出版社.

周昆叔, 严富华, 梁秀龙, 叶永英. 1978. 北京平原第四纪晚期花粉分析及其意义[J]. 地质科学, (1): 57-64.

References:

- AN Zhi-sheng, PORTER S C, KUTZBACH J E, WU Xi-hao, WANG Su-ming, LIU Xiao-dong, LI Xiao-qiang, ZHOU Wei-jian. 2000. Asynchronous Holocene optimum of the East Asian monsoon[J]. Quaternary Science Reviews, 19: 743-762.
- CHEN Fang-ji. 1979. Holocene stratigraphy and natural environmental change in Beijing Area[J]. Science in China, 9: 900-907(in Chinese).
- CHEN Wang-he, NI Ming-yun. 1987. Heibei Quaternary Geology[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- CUI Jian-xin, ZHOU Shang-zhe, HAN Hai-tao, WANG Jie, XU Liu-bing. 2005. Fluvial-lacustrine sediments and Holocene climatic and Hydrologic events in the Renqiu section, China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 25(4): 107-113(in Chinese with English abstract).
- CUI Jian-xin, ZHOU Shang-zhe. 2011. Temporal and Spatial Distribution Pattern of Early-Middle Holocene Cultures and Its Possible Environmental Driver Factors in the North China Plain[J]. Journal of Chinese Historical Geography, 26(4): 66-76(in Chinese with English abstract).
- GUO Sheng-qiao, CAO Jia-dong, ZHANG Jing, LIN Fang, SHI Ying, YANG Li-juan. 1998. Research on Climatic and Environmental Changes in the Ningjin Lake since the Holocene Climatic Optimum[J]. Acta Geoscientia Sinica, 19(4): 364-369(in Chinese with English abstract).
- GUO Shu-yuan, ZHAN Wei, WANG Qiang. 2014. Middle Holocene Lamprotula Fauna from Baiyangdian area, Heibei Province and its environmental significance[M]. Journal of Palaeogeography, 16(3): 335-346(in Chinese with English abstract).
- GUO T, YANG Z F, CHEN H. 2012. Pollen assemblages and their environmental correlates during the past 200 years inferred from sediments records in a shallow lake[J]. Procedia Environmental Sciences, 13: 363-376.
- HE Nai-hua, ZHU Xuan-qing. 1992. Palaeoenvironment Changes since 30,000a.B.P. and effects of Human activities in the Baiyangdian area[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 12(2): 79-88(in Chinese with English abstract).
- JIA Lan-po, LI You-hen, YUAN Zhen-xin, WEI Qi. 1977. Animal remains and horn tool in peat sediments from Eastern Beijing[J]. Vertebra Palasiatica, 15(2): 150-156(in Chinese).
- KONG Zhao-chen, DU Nai-qiu, ZHANG Zi-bin. 1982. Vegetational Development and Climatic changes in the last 10000 years in Beijing[J]. Acta Botanica Sinica, 24(2): 172-180(in Chinese with English abstract).
- LI Feng-lin, WANG Hong, WANG Yun-sheng, ZHANG Jin-qi, ZHANG Yu-fa, LI Jian-fen, LIN Fang, YAN Yu-zhong, LONG Tian-cai. 2005. Stratigraphic division and establishment of a formation for the Holocene stratotype section in the coastal plain of the Bohai Bay[J]. Geological Bulletin of China, 24(2): 124-135(in Chinese with English abstract).
- LI Wen-yi, LIANG Yu-lian. 1985. Vegetation and Environment of the Hypsithermal interval of Holocene in Eastern Hebei plain[J]. Acta Botanica Sinica, 27(6): 640-651(in Chinese).
- LI Yue-cong, ZHANG Cui-lian, DUAN Hong-zhen, WANG Hong-gen. 2000. Paleoenvironment change and Prehistoric culture in Baiyangdian Area[J]. Tongji University Journal Social Science Section, 11(4): 22-27(in Chinese).
- LIN Zhen-tao, LIU Yue-ying. 1963. Unionidae(Mollusca) of Baiyangdian, Hopei Province, China[J]. Acta Zoologica Sinica, 15(2): 243-252(in Chinese with English abstract).
- LIU Li-jun, XU Hai-zhen, CUI Qiu-ping, WANG Juan. 2010. Study on Quaternary Stratigraphic Division on Hebei Plain[J]. Geography and Geo-Information Science, 26(2): 54-57(in Chinese).
- LIU Yue-ying, WANG Yao-xian, ZHANG Wen-zhen. 1965. Lamprotula and its economic significance in China[J]. Bulletin of Biology, 1: 16-23(in Chinese).
- QIU Shi-hua, CAI Lian-zhen. 1992. The age on the lowest Boundary of Holocene by radiocarbon dating[J]. Quaternary Sciences, 3: 277-281(in Chinese with English abstract).
- The China Stratigraphy Editorial Board. 2000. The China Stratigraphy—Quaternary[M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-90(in Chinese).
- TONG Guo-bang, KE Man-hong, YU Shu-feng. 1983. Quaternary Sporo-Pollen assemblages in Hebei plain, China and their geological significance[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 3(4): 91-101(in Chinese with English abstract).
- WALKER M, JOHNSEN S, RASMUSSEN S O, POPP T, STEFFENSEN J-P, GIBBARD P, HOEK W, LOWE J, ANDREWS J, BJÖRCK S, Cwynar L C, HUGHEN K, KERSHAW P, KROMER B, LITT T, LOWE D J, NAKAGAWA T, NEWNHAM R AND SCHWANDER J. 2009. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records[J]. Journal of Quaternary Science, 24(1): 3-17.

- WALKER M J C, BERKELHAMMER M, BJÖRCK S, CWYNAR L C, FISHER D A, LONG A J, LOWE J J, NEWNHAM R M, RASMUSSEN S O, WEISS H. 2012. Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy)[J]. *Journal of Quaternary Science*, 27(7): 649-659.
- WANG Cheng-min, GUO Sheng-qiao. 2005. Age dating of lacustrine deposits in the Ningjinbo area, Shijiazhuang, North China Plain[J]. *Geological Bulletin of China*, 24(7): 655-659(in Chinese with English abstract).
- WANG Hong-ya, SHI Yuan-chun, YU Peng-tao, WANG Mei-hua, HAO Jin-min, LI Liang. 2002. Alluviums of the early and middle Holocene in the Quzhou area, the southern Hebei plain and palaeoenvironment inferences[J]. *Quaternary Sciences*, 22(4): 381-393(in Chinese with English abstract).
- WANG Hui-chang. 1983. Expansion and contraction of the Baiyangdian lake Since 10,000 years ago[J]. *Geographical Research*, 2(3): 8-18(in Chinese with English abstract).
- WANG Ze-jiu, HUANG Zhi-gao, YAO Jian-xin, MA Xiu-lan. 2014. Characteristics and Main Progress of The Stratigraphic Chart of China and Directions[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 35(3): 271-276(in Chinese with English abstract).
- WU Chen, WEI Fu-li. 2003. Analysis on the Environment Change in the Early Period of the Late Holocene in Hebei Province[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 19(2): 97-101(in Chinese with English abstract).
- WU Chen, XU Qing-hai. 1998. Formation or development stage—A discussion on the cause of the formation of Baiyangdian lake, China[J]. *Journal of Lake Sciences*, 10(3): 91-96(in Chinese with English abstract).
- WU Chen, WANG Zi-hui, XU Qing-hai. 1986. The shallow buried Palaeochannels in Hebei plain[J]. *Acta Geographica Sinica*, 41(4): 332-340(in Chinese with English abstract).
- WU Chen, XU Qing-hai, MA Yong-hong, ZHANG Xiu-qing. 1996a. Palaeochannels on the North China Plain: palaeoriver geomorphology[J]. *Geomorphology*, 18: 37-45.
- WU Chen, XU Qing-hai, ZHANG Xiu-qing, MA Yong-hong. 1996b. Palaeochannels on the North China Plain: types and distributions[J]. *Geomorphology*, 18: 5-14.
- XU Qing-hai, CHEN Shu-yin, KONG Zhao-chen, DU Nai-qiu. 1988. Preliminary discussion of vegetation succession and climate change since the Holocene in the Baiyangdian lake district[J]. *Acta Phytocologica Et Geobotanica Sinica*, 12(2): 143-151(in Chinese with English abstract).
- XU Qing-hai, WU Chen. 1986. Preliminary understanding of Holocene environmental change in Baiyangdian area[J]. *Geography and Land Research*, 2(3): 51-56(in Chinese).
- XU Qing-hai, WU Chen, ZHU Xuan-qing, YANG Xiao-lian. 1996. Palaeochannels on the North China Plain: stage division and palaeoenvironments[J]. *Geomorphology*, 18: 15-25.
- YAN Fu-hua, YE Yong-ying, MAI Xue-shun, LIU Yue-xia. 1981. On the environment and geological age of two ores in Beijing region from Sporo-Pollen analysis[J]. *Seismology and Geology*, 3(1): 51-65(in Chinese with English abstract).
- YAO Lu-feng. 1991. The regularity of the flood of the Yongding River during the Holocene[J]. *Geographical Research*, 16(3): 59-67(in Chinese with English abstract).
- YIN Chun-min, QIU Wei-li, LI Rong-quan. 2001. Holocene paleofloods in the North China Plain[J]. *Journal of Beijing Normal University(Natural Science)*, 37(2): 280-284(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Shu-ping, ZHANG Xiu-gui. 1989. A new examination on the flowing area of Yugong Jiuhe(Nine Tributaries)[J]. *Acta Geographica Sinica*, 44(1): 86-93(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Zi-bin. 1984. Process and factors controlling Holocene turf formation in Beijing area[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 4(4): 79-85(in Chinese with English abstract).
- ZHOU Kun-shu, YAN Fu-hua, LIANG Xiu-long, YE Yong-ying. 1978. Pollen analysis of late Quaternary in Beijing Plain and its significance[J]. *Scientia Geologica Sinica*, (1): 57-64(in Chinese with English abstract).