

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.310

引用格式: 陈海燕, 胡新苗, 张运强, 等. 三河—蓟州全新世泥炭形成时代及古环境意义[J]. 中国地质调查, 2025, 12(2): 51–59. (Chen H Y, Hu X Z, Zhang Y Q, et al. Formation age and palaeoenvironment significance of Holocene peat in Sanhe – Jizhou area[J]. Geological Survey of China, 2025, 12(2): 51–59.)

三河—蓟州全新世泥炭形成时代及古环境意义

陈海燕¹, 胡新苗^{1*}, 张运强¹, 孙楠²

(1. 中国地质调查局廊坊自然资源综合调查中心, 河北 廊坊 065000; 2. 中环政盛环境监测(北京)有限公司, 北京 102601)

摘要: 燕山南麓山前冲洪积平原区广泛分布泥炭层, 但其形成时代存在争议, 对区域气候环境的相关研究也较为薄弱。针对河北三河—天津蓟州典型泥炭剖面开展¹⁴C测年工作, 结合孢粉等指标进行分析, 将泥炭层成炭时代主体划分为两期, 并分别研究了其形成时的环境特征。结果表明: ¹⁴C测年显示蓟州头营泥炭层成炭期为全新世早期(10 500 a B. P.), 三河不老淀泥炭层主体形成于全新世晚期(3 500 ~ 2 400 a B. P.)。根据蓟州头营泥炭层及下伏地层的孢粉组合特征, 结合前人在不老淀泥炭层开展的孢粉研究成果及动植物化石组合特征, 推测全新世早期气候由暖湿向温凉偏湿转变。研究成果可为区域第四系划分及古环境恢复提供依据。

关键词: 泥炭层; 形成时代; 古气候; 河北三河; 天津蓟州

中图分类号: P532; P534

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2025)02–0051–09

0 引言

泥炭是记录全球变化历史的良好地质档案, 其形成分布的时空特征对了解区域气候变化、环境演化具有重要意义^[1–13]。燕山南麓的山前冲洪积平原区广泛发育一套泥炭层, 普遍埋深1 ~ 3 m。前人对北京及唐山丰润等地的全新世泥炭层曾做过较为系统的调查^[14–22], 认为这些地区全新世整体为稀树草原型植被环境, 气候从温暖半干旱转变为湿冷, 再转为温暖干旱, 孢粉演化模式与我国中北部许多地区的植被演化模式相似。然而, 目前燕山南麓的河北省三河市、天津市蓟州区北部山前地区的泥炭层研究程度较低, 尤其缺乏对典型泥炭层成炭时代的精确限定及古气候环境分析。孙振营等^[6]在天津蓟州区山前断陷盆地的4个钻孔测试了泥炭样品的AMS¹⁴C年龄, 确定其属于海洋氧同位素阶段(marine isotope stage,

MIS) MIS1 和 MIS3 暖期沉积。前人根据三河市不老淀泥炭层的地层及考古资料, 或通过对比邻区相似泥炭出露层位, 推测其成炭时代晚于汉代或远早于汉代^[23–25], 不同推测年龄相差巨大的原因是缺少高精度定年数据, 难以精确限定泥炭层的生成和消亡时代, 甚至因层位对比偏差造成对成炭时代的错误判断, 制约了区域上对泥炭层成炭期次、古气候环境分析、考古断代及全新统划分对比的深入研究。

选取位于燕山南麓山前地带的头营和不老淀两个典型泥炭层剖面, 通过¹⁴C精确定年, 并对泥炭层及其上下层位的孢粉进行统计分析, 探讨泥炭层成炭期次和古气候环境演化, 以期为研究区域全新世时代划分、古气候演化过程提供依据。

1 区域地质概况

研究区位于燕山南麓山前冲洪积平原, 行政区

收稿日期: 2023–11–07; 修订日期: 2025–02–10。

基金项目: 中国地质调查局“特殊地质地貌区填图试点——河北1:5万大厂回族自治县等三幅第四系覆盖区地质填图(编号: DD20160060)”及“京津冀山前冲洪积平原区1:50 000填图方法总结(编号: DD20160060)”项目联合资助。

第一作者简介: 陈海燕(1983—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事区域地质调查与研究工作。Email: chenhaiyanok@163.com。

通信作者简介: 胡新苗(1989—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事应用构造地质学研究工作。Email: 1261392324@qq.com。

划属河北省三河市和天津市蓟州区,头营和不老淀泥炭剖面的大地构造位置处于大厂凹陷的东北部(图 1),地貌上处于燕山南麓山前冲洪积平原区向中部冲积平原区及南部冲海积平原区过渡的地带,

主要由潮白河和沟河的冲洪积扇组成,微地貌包括洪积扇及其前缘洼地、冲积台地、冲洪积扇、古河道等类型。地表沉积物主要为更新世晚期—全新世以来形成的一套松散堆积物^[26]。

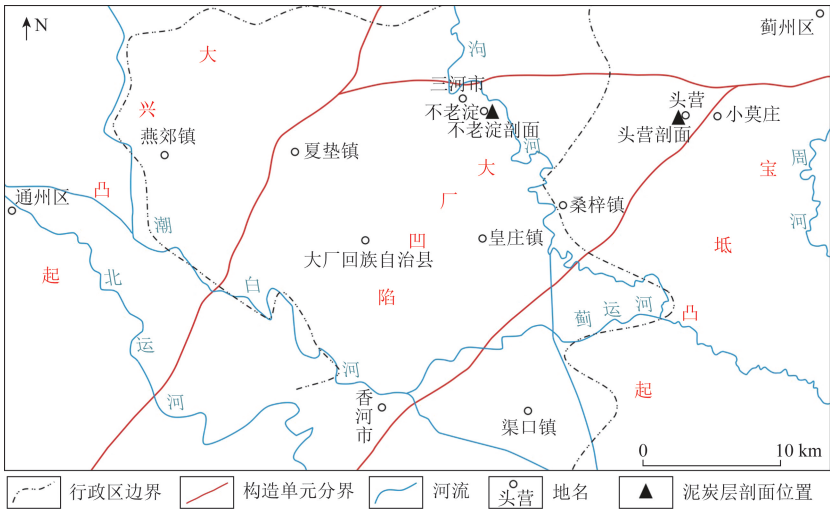


图 1 研究区大地构造位置
Fig.1 Tectonic location of the study area

2 泥炭层特征及样品采集

2.1 头营剖面

头营泥炭层剖面位于天津市蓟州区桑梓镇头营村东(图 1),其发现和开采时间较早,地貌上处于邦均

洪积扇的前缘洼地中,海拔较周边区域更低缓,属于扇缘洼地型泥炭^[22]。系统调查发现该泥炭层较稳定地沿头营—小莫庄一带分布,泥炭层普遍埋深 2~5 m,厚度 0.2~1.0 m,泥炭质量较好。本研究在头营村东的人工采坑中进行剖面测制,并系统采集了¹⁴C 测年和孢子花粉样品,剖面自上而下划分为 10 层(图 2)。

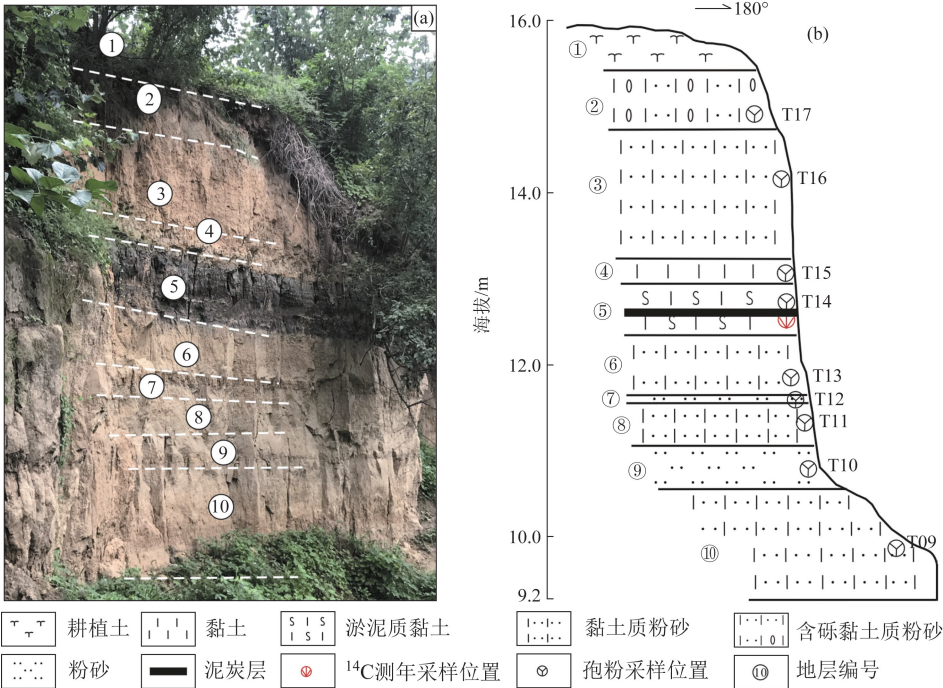


图 2 头营泥炭层野外照片(a)及实测地层剖面(b)
Fig.2 Field photo (a) and measured stratigraphic section (b) in Touying peat layer

2.2 不老淀剖面

不老淀泥炭层剖面位于河北省三河市杨庄镇不老淀村北(图1),处于全新世中晚期沟河的一段废弃河道中,属于牛轭湖型泥炭^[22]。该泥炭层地附近分布一个小型蓄水盆地,海拔低于周边区域约3 m,泥炭层被3~4 m厚的松散沉积物所掩埋,产状严格受古河道控制,状似牛轭,呈弓形带状延伸,泥炭层长3 200 m,宽70~80 m,最宽处出现在牛轭顶部,长120 m,产状近水平。泥炭呈

棕黑色,干燥后为棕灰色,半纤维-颗粒状结构,层状、块状构造,主要由高等植物木质碎屑、喜水植物碎屑及腐植质小颗粒组成,并含少量藻类遗体,多虫孔,干后质轻,可点燃,属于灰藓-芦苇泥炭。该泥炭自然类型为棕黑色泥炭矿石,工业类型属高分解泥炭矿石。为了便于综合对比,本研究重新测制了不老淀村北东侧的泥炭层剖面,并在泥炭层顶部和底部分别采集¹⁴C样品,剖面自上而下分为8层(图3)。

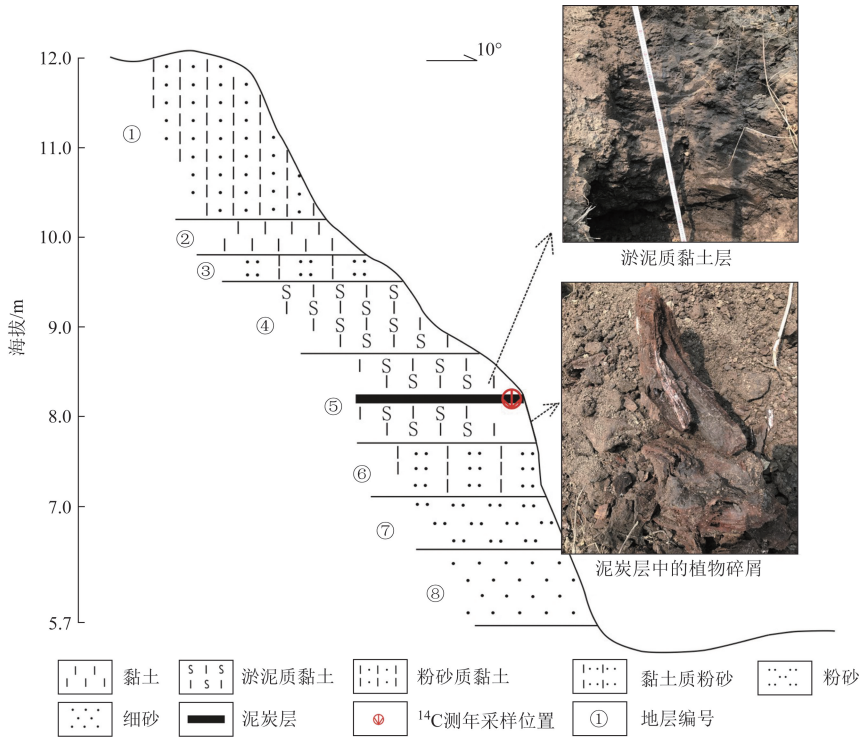


图3 不老淀泥炭层实测剖面图及野外照片

Fig. 3 Measured stratigraphic section and field photos of Bulaodian peat layer

3 样品分析及结果

对不老淀和头营泥炭层的泥炭样品采用加速器质谱(AMS)¹⁴C测年法进行测定,¹⁴C测年由北京大学文博学院年代学实验室和北京光释光实验室科技有限公司完成,测试结果见表1。不老淀泥炭层剖面顶部(3.4 m)和底部(4.4 m)采取的BA171706和BA171705样品获得的¹⁴C年龄分别为(2 400 ± 25) a B. P. (树轮校正年龄为2 492 ~ 2 348 a B. P.)和(3 160 ± 30) a B. P. (树轮校正年龄为3 450 ~ 3 339 a B. P.);头营泥炭层剖面3.4 m处采取的2017C031样品获得的¹⁴C年龄为(9 369 ± 25) a B. P.,树轮校正年龄为10 701 ~

10 496 a B. P.。上述数据均使用IntCal20校正曲线^[27]对测试结果进行校正。

在头营泥炭层剖面共采集9件孢粉样品(图2),其中样品T14采自泥炭层,取样间距为20~50 cm,采样深度1~7 m。孢粉鉴定由中国科学院南海海洋研究所完成,孢粉分析采用常规实验室分析处理方法^[28],化学提取流程为:先用HCl去除钙质,KOH热水浴,过300 μm筛后用重液浮选法提取花粉,根据样品情况选择用HF处理并过7 μm筛(超声波振荡),最后制成玻片。样品玻片在FOTON显微镜下进行观察,从9件样品中共选取58粒孢子花粉进行统计。每件样品加入一片现代石松(27 560个石松孢子)作为示踪剂来计算孢粉绝对浓度,绝对浓度 $R = (27\,560 / \text{每个玻片的石松数})$

表 1 研究区泥炭层¹⁴C 同位素数据

Tab. 1 ¹⁴C isotope data of the peat layer in the study area

样品编号	泥炭层剖面	埋深/m	¹⁴ C 年龄/a B. P.	树轮校正后年龄/a B. P.	
				1σ(68.2%)	2σ(95.4%)
BA171705	不老淀	4.4	3 160 ± 30	3 444 ~ 3 426(15.5%)	3 450 ~ 3 339(92.3%)
				3 404 ~ 3 360(52.8%)	3 284 ~ 3 272(3.1%)
BA171706	不老淀	3.4	2 400 ± 25	2 462 ~ 2 451(6.6%)	2 492 ~ 2 348(91.6%)
				2 434 ~ 2 354(61.7%)	2 668 ~ 2 657(2.2%)
2017C031	头营	3.4	9 369 ± 40	10 656 ~ 10 617(24.5%)	10 701 ~ 10 496(93.7%)
				10 602 ~ 10 554(28.2%)	10 455 ~ 10 440(1.8%)
				10 541 ~ 10 512(15.6%)	

注：¹⁴C 半衰期为 5 568 a,起算年龄为公元 1950 年; 1σ 和 2σ 为不同误差的树轮年轮。

量) × (每个玻片的孢粉数量/样品总重)。(10.34%),未见蕨类孢子。

泥炭层及其上下层位的 9 件样品中,共统计鉴定出 8 个科、属的植物花粉(图 4)。该剖面以草本植物花粉(89.66%)为主,其次为木本植物花粉

结合孢粉组合特征、岩性特征及测年数据,可将剖面从老到新依次划分为 2 个孢粉带(图 4),各带特征简述如下。

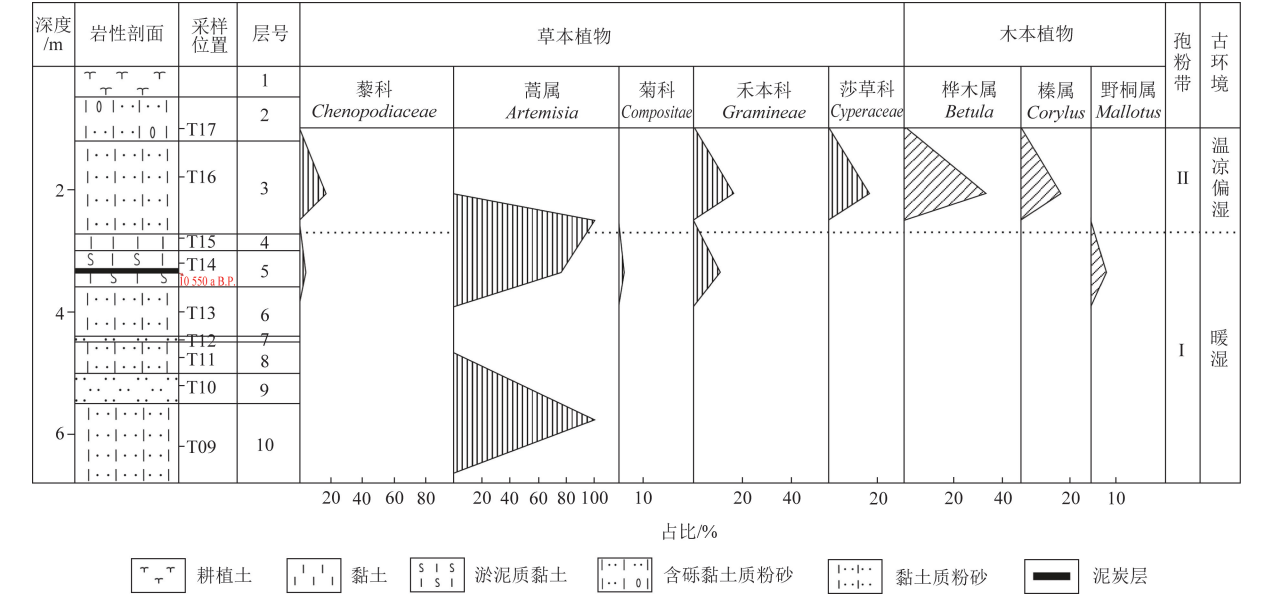


图 4 头营泥炭层剖面孢粉图示

Fig. 4 Sporopollen diagram of Touying peat layer profile

I 孢粉带为蒿属(*Artemisia*) – 禾本科(*Gramineae*)孢粉组合带,埋深 2.8 ~ 6.8 m,包含 6 个样品,岩性为黏土、泥炭和黏土质粉砂。本带发现的孢粉粒数较多,平均为 90 个/g,以草本植物花粉为主(94.00%),主要为较喜湿的蒿属(*Artemisia*),以及少量禾本科(*Gramineae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)。其次为木本植物花粉(6.00%)的野桐属(*Mallotus*),不含蕨类孢子植物,因此,根据孢粉组合带和岩性推测,本带气候为暖湿。

II 孢粉带为松属(*Pinus*) – 藜科(*Chenopodiaceae*) – 蒿属(*Artemisia*)孢粉组合带,埋深 2.8 ~ 1.0 m,包含 3 个样品,岩性主要为黏土质粉砂。本

带孢粉整体浓度相比 I 带有较大的降低,下降到平均约 21 个/g。本带仍以草本植物花粉为主(62.50%),主要为蒿属(*Artemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、禾本科(*Gramineae*)和莎草科(*Cyperaceae*)。其次为木本植物花粉(37.50%),主要为桦木属(*Betula*)和榛木属(*Corylus*),蕨类孢子植物含量为零。

4 讨论

4.1 泥炭层形成时代

不老淀泥炭层自发现以来就受到国内外地质学者、考古学者的广泛关注,但其形成和消亡的时代

存在争议。Andersson^[23]根据在不老淀泥炭层的上覆软泥(相当于图3第4层的淤泥质黏土)中发现的鹿角制箭头或小矛头、带铁铎的三棱型青铜箭头、铁质大鱼叉、轮制灰陶碗、小陶壶等器物,以及在顶部砂质黄土中(相当于图3第1层的粉砂质黏土)发现的铁质扁平箭头、铁刀和陶盘等器物,认为这些遗物的时代不会早于汉代。王竹泉^[24]根据在泥炭层上覆软泥中发现的铁柄铜箭头及其他铁器,推定该泥炭层形成的地质时期可能有人类活动,最古不超过汉朝。周昆叔^[29]和刘金陵等^[25]均认为不老淀泥炭层与北京肖家河的孢子花粉式相同,应是同一时代的产物,属于大西洋期,其生成时代不仅早于汉朝,而且远在汉朝之前,即在5 000 a B.P.以前就已形成;贾兰坡等^[30]综合泥炭层的¹⁴C年龄,分析认为不老淀和头营一带的泥炭层最有可能形成于全新世中期。本研究通过系统测定不老淀泥炭层顶部和底部样品的

¹⁴C同位素来精确限定其成炭时代,经树轮校正后的数据显示,不老淀泥炭层形成于约3 500 a B.P.,消亡于约2 400 a B.P.,成炭时代与区域周边相一致,主体为全新世晚期。张子斌^[14]和竺可桢^[31]的研究认为,在5 000~3 500 a B.P.,北京平原及其周围地区的年平均气温较现今高2~3℃,正值商代中期,降水量增加,是一个较暖湿的气候时期,广泛发育泥炭层;约2 400 a B.P.的战国时期,气候逐渐转凉,泥炭沉积环境开始消失,与区域上北京平谷韩屯、顺义西府等地泥炭层的消亡期大致相当(图5)。在头营泥炭层3.4 m处采集的¹⁴C样品2017C031测试数据为(9 369±25) a B.P.,经树轮校正后年龄为10 701~10 496 a B.P.,推测该泥炭层可能形成于约10 500 a B.P.,与区域上北京地区的高里掌、房山长沟坟山属同期沉积^[32],与不老淀泥炭层明显不属于同一期次(图5),显示该泥炭层应形成于全新世早期。

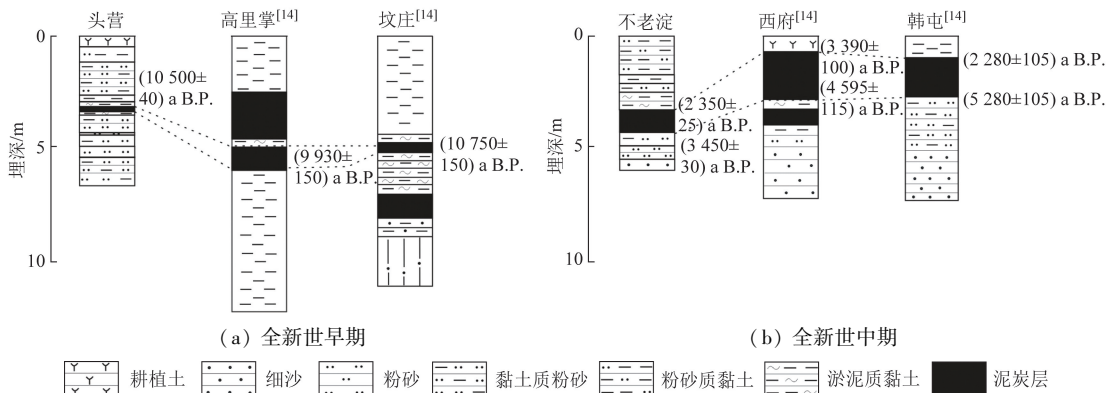


图5 研究区及周边泥炭剖面对比

Fig.5 Column contrast of peat profile in and around the study area

4.2 古气候环境演化

根据乐秀琴等^[33]收集整理全国已有泥炭发育的起始年龄,可知自全新世开始,我国泥炭发育开始增强,主要受控于东亚季风降水的演化影响。本研究获取的头营剖面和不老淀剖面年龄均位于泥炭起始年龄累计概率密度相对高的区域(图6),指示当时的气候条件在大范围内有利于泥炭发育,是重要的成炭期。

根据头营泥炭层的¹⁴C测年数据和孢子花粉分析结果,对比我国泥炭层发育的起始时间,该泥炭层同华北地区的其他泥炭层一致,形成于全新世早期泥炭扩张期(图6),年均气温逐渐上升,年降雨量达到峰值^[33]。此外结合区域地层划分对比可知,全新世早期头营泥炭层与孙振营等^[6]所研究的蓟州区西南侧的Z2-1钻孔6.36~6.40 m处的泥炭层均位于燕山山前洪积扇前缘洼地。

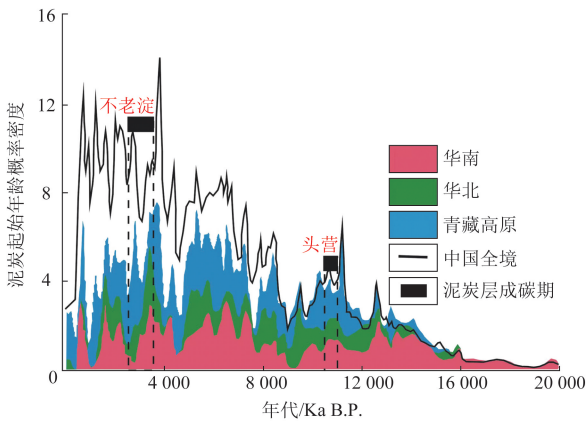


图6 头营及不老淀泥炭层成炭期与我国泥炭起始年龄累计概率密度对比图^[33]

Fig.6 Comparison of cumulative probability density between carbonization period of Touying, Bulao Dian peat layer and peat initial age in China

泥炭层所在层位的 I 孢粉带中发现的孢粉以草本植物花粉为主,主要为喜湿的蒿属 (*Artemisia*),少量禾本科 (*Gramineae*)、藜科 (*Chenopodiaceae*) 及野桐属 (*Mallotus*),总体显示了暖湿的气候,有利于泥炭层的形成;泥炭层的上覆层位(1.0 ~ 2.8 m)形成于全新世早期晚阶段,孢粉整体浓度有较大的降低,主要为蒿属 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*)、禾本科 (*Gramineae*) 和莎草科 (*Cyperaceae*),其次为桦木属 (*Betula*) 和榛木属 (*Corylus*),气候开始由暖湿向温凉偏湿转变,泥炭层逐渐消亡。

根据不老淀泥炭层顶部和底部的¹⁴C 测年数据,该泥炭层的发育起始年龄同我国华北地区相一致,即处于全新世中期之后泥炭发育的减弱期(图 6),此时年均气温开始降低,降雨量也逐渐减弱^[33]。结合岩相古地理分析,全新世早期该地区处于山前河谷地带,后期的截弯取直形成牛轭湖,成为形成泥炭的良好古环境(图 7)。周昆叔^[29]

通过孢粉样品分析认为:全新世早期不老淀泥炭层下伏层位(I 孢粉带)以松属 (*Pinus*) 花粉占优势(92%),代表了相对干冷的气候特征;全新世晚期,泥炭层位(II 孢粉带)则出现了以栎属 (*Quercus*) 为主的阔叶树种花粉由 12% 增加到 24% 的现象,除此之外还发现了莲子以及丰富的脊椎动物化石,如鹿、猪、狗、大鱼等,说明当时为暖润气候^[29]。值得注意的是,前人在不老淀发现的完整水牛头骨的形成时代可能更接近于全新世晚期,相当于人类历史时期的商代中期,其是否与河南安阳殷墟发现的水牛骨骼属于同一时代,还需更多的考古证据^[23]。全新世晚期之后,泥炭层之上(III 孢粉带)再次出现了以松属 (*Pinus*) 花粉占优势,含冷杉属 (*Cunninghamia*)、桦属 (*Betula*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*) 等^[29],说明当时气候已经逐渐转变为干凉,不利于成炭,泥炭层逐渐消失。

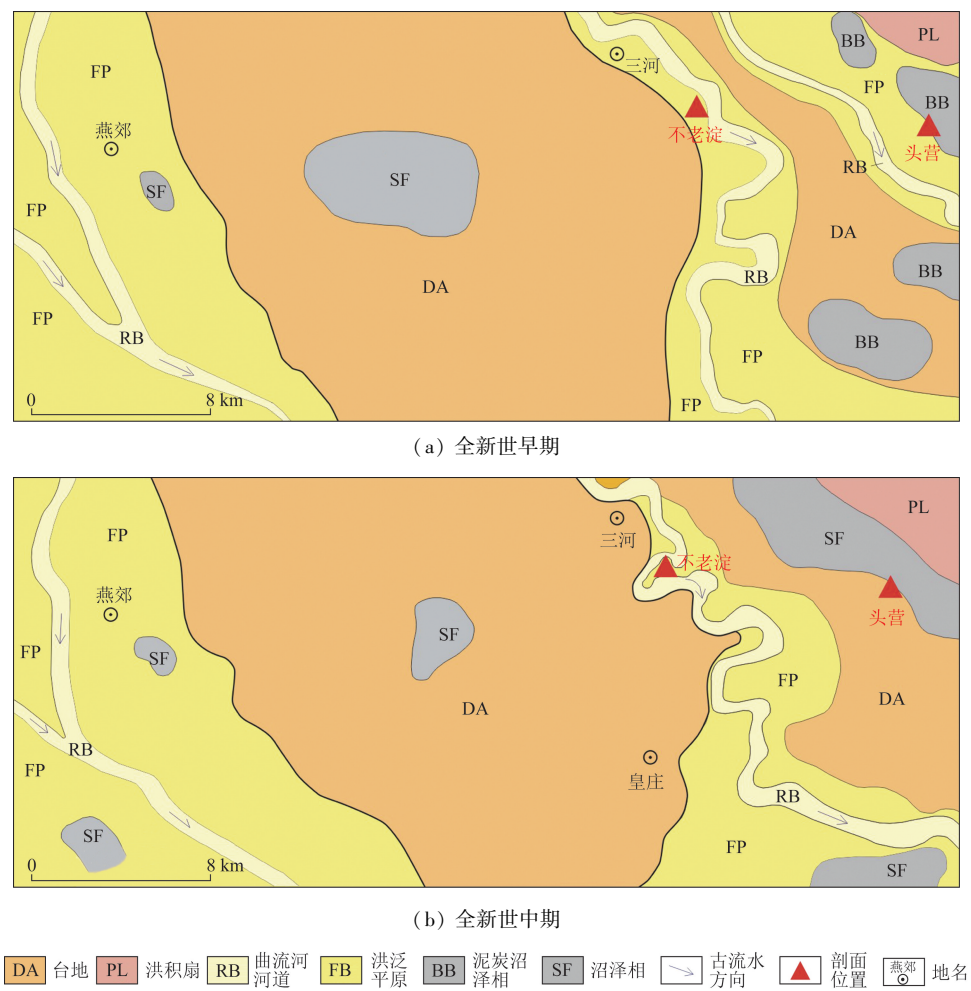


图 7 头营及不老淀泥炭层成炭期岩相古地理

Fig. 7 Lithofacies palaeogeography for the carbonization stage of Touying and Bulaodian peat layer

5 结论

(1)研究区泥炭层成炭期主体分为两期,一期为全新世早期,分布于蓟州头营,形成年龄约10 500 a B. P.,另外一期为全新世晚期,分布于河北三河不老淀,形成于约3 500 a B. P.,消亡于约2 400 a B. P.。两期成炭与区域和全国范围内泥炭发育时期的相关成果基本吻合,表明这两期泥炭层在区域上具有相似的气候沉积环境背景。

(2)根据蓟州头营泥炭层及下伏地层的孢粉组合特征,结合前人在不老淀泥炭层开展的孢粉研究成果及动植物化石组合特征,推测全新世早期气候由暖湿向温凉偏湿转变。

参考文献(References):

- [1] Sukumar R, Ramesh R, Pant R K, et al. A $\delta^{13}\text{C}$ record of late Quaternary climate change from tropical peats in southern India[J]. *Nature*, 1993, 364(6439): 703–706.
- [2] 陶发祥,洪业汤,李汉鼎. 泥炭地对全球变化的贡献及对全球变化信息的自然记录[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 1995, 14(2): 92–94.
Tao F X, Hong Y T, Li H D. Peatland's contribution to global change and its natural record of global change information[J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 1995, 14(2): 92–94.
- [3] 刘嘉麒,韩家麒,袁宝印,等. 近年来中国第四纪研究与全球变化[J]. *第四纪研究*, 1995, 15(2): 150–155.
Liu J Q, Han J M, Yuan B Y, et al. Recent progress of quaternary research of China and global changes[J]. *Quaternary Sciences*, 1995, 15(2): 150–155.
- [4] 赵松龄,于洪军,李官保,等. 晚更新世末期东海北部古冬季风盛衰变更的地质记录[J]. *地质力学学报*, 2001, 7(4): 289–295.
Zhao S L, Yu H J, Li G B, et al. Geological record of the vicissitudes of the palaeo-monsoon in north part of the east China sea during the last stage of late Pleistocene[J]. *Journal of Geomechanics*, 2001, 7(4): 289–295.
- [5] McMullen A. Peatlands and environmental change; D. Charman; Wiley, Chichester, 2002, pp. 301, price £ 24.95 paperback, ISBN 0 471 96990 7, price £ 60.00 hardback, ISBN 0 470 84410 8[J]. *Land Use Policy*, 2002, 19(4): 336–337.
- [6] 孙振营,王强,李亚平,等. 第四纪以来天津北部燕山隆升与山前盆地的形成[J]. *古地理学报*, 2018, 20(5): 893–908.
Sun Z Y, Wang Q, Li Y P, et al. The uplift of Yanshan Mountain and the formation of piedmont basin in northern Tianjin since the Quaternary[J]. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 2018, 20(5): 893–908.
- [7] 王强. 天津—河北沿海钻孔地层中的末次盛冰期下切河谷[J]. *地质力学学报*, 2019, 25(5): 877–888.
Wang Q. Incised valley of last glacial maximum stage in the drilling strata on the Tianjin-Hebei coastal plain[J]. *Journal of Geomechanics*, 2019, 25(5): 877–888.
- [8] 张辉,李松,司云云,等. 贵州雷公坪山地沼泽泥炭年代学和沉积速率研究[J]. *贵州地质*, 2021, 38(4): 382–386.
Zhang H, Li S, Si Y Y, et al. Study on chronology and sedimentary rate of peat in the Leigongping Mountain Marsh of Guizhou[J]. *Guizhou Geology*, 2021, 38(4): 382–386.
- [9] Zhang H, Valiranta M, Swindles G T, et al. Recent climate change has driven divergent hydrological shifts in high-latitude peatlands[J]. *Nature Communications*, 2022, 13(1): 4959.
- [10] 张卉,郭正堂,赵艳. 泥炭地碳源汇功能与“双碳”目标[J]. *第四纪研究*, 2023, 43(2): 324–335.
Zhang H, Guo Z T, Zhao Y. Peatland carbon cycling and its contribution to carbon peak and carbon neutrality[J]. *Quaternary Sciences*, 2023, 43(2): 324–335.
- [11] 汪洪娇,曾蒙秀,彭海军,等. 红原泥炭记录的晚冰期以来若尔盖地区粉尘通量变率及其气候影响[J]. *第四纪研究*, 2023, 43(1): 57–73.
Wang H J, Zeng M X, Peng H J, et al. Significance of climate conditions in the variability of eolian dust deposition since the last deglaciation in the Zoigê region recorded by the Hongyuan peat[J]. *Quaternary Sciences*, 2023, 43(1): 57–73.
- [12] 潘大东,凌超豪,徐晓花,等. 福建梅花山泥炭腐殖化度记录的过去千年气候变化[J]. *第四纪研究*, 2023, 43(1): 95–109.
Pan D D, Ling C H, Xu X H, et al. The climate change over the past 1000 years by humification records of a peat core from Meihua Mountain in Fujian Province[J]. *Quaternary Sciences*, 2023, 43(1): 95–109.
- [13] 董彦民,李鸿凯,王升忠,等. 中全新世以来白江河泥炭沼泽的发育过程及其控制因素[J]. *中国科学:地球科学*, 2023, 53(3): 572–586.
Dong Y M, Li H K, Wang S Z, et al. The development process of a temperate montane peatland and its controlling factors since the middle Holocene[J]. *Science China Earth Sciences*, 2023, 66(3): 594–608.
- [14] 张子斌. 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*, 1984, 4(4): 79–85.
Zhang Z B. Process and factors controlling Holocene turf formation in Beijing area[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1984, 4(4): 79–85.

- [15] 田级生. 燕山南麓泥炭地的形成与古环境[J]. 河北煤炭, 1986(1):29-33.
Tian J S. Formation and paleoenvironment of peatlands in the southern foothills of Yan Mountains[J]. Hebei Meitan Hebei Coal, 1986(1):29-33.
- [16] 陈方吉. 北京地区全新世地层及自然环境的变化[J]. 中国科学, 1979(9):900-907.
Chen F J. Changes of Holocene strata and natural environment in Beijing area[J]. Scientia Sinica, 1979(9):900-907.
- [17] 严富华, 叶永英, 麦学舜, 等. 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, 1981, 3(1):51-65.
Yan F H, Ye Y Y, Mai X S, et al. On the environment and geological age of two ores in Beijing region from spore-pollen analysis[J]. Seismology and Geology, 1981, 3(1):51-65.
- [18] 孔昭宸, 杜乃秋, 张子斌. 北京地区 10 000 年以来的植物群发展和气候变化[J]. 植物学报, 1982, 24(2):172-182.
Kong Z C, Du N Q, Zhang Z B. Vegetational development and climatic changes in the last 10 000 years in Beijing[J]. Acta Botanica Sinica, 1982, 24(2):172-182.
- [19] 李曼玥, 张生瑞, 许清海, 等. 华北平原末次冰盛期以来典型时段古环境格局[J]. 中国科学: 地球科学, 2019, 49(8):1269-1277.
Li M Y, Zhang S R, Xu Q H, et al. Spatial patterns of vegetation and climate in the North China Plain during the Last Glacial Maximum and Holocene climatic optimum[J]. Scientia Sinica (Terrestrial), 2019, 62(8):1279-1287.
- [20] 童国榜, 张俊牌, 严富华, 等. 华北平原东部地区晚更新世以来的孢粉序列与气候分期[J]. 地震地质, 1991, 13(3):259-268.
Tong G B, Zhang J P, Yan F H, et al. Spore-pollen sequence and division of climatic period in the eastern North China plain since late Pleistocene[J]. Seismology and Geology, 1991, 13(3):259-268.
- [21] 钟金岳, 张则友, 邱淑彰, 等. 华北平原与长江下游平原泥炭地的类型及形成时代[J]. 地理科学, 1983, 3(4):329-337.
Zhong J Y, Zhang Z Y, Qiu S Z, et al. Types and formative periods of peatland in Huabei Plain and the lower reaches of Yangtze river plain[J]. Scientia Geographica Sinica, 1983, 3(4):329-337.
- [22] 高凤岐. 河北省泥炭矿床的分类、分区和分期[J]. 煤炭学报, 1981(3):34-43.
Gao F Q. Classification, regionalization and periodization of the peat deposits in Hebei province[J]. Journal of China Coal Society, 1981(3):34-43.
- [23] Andersson J G. Essays on the Cenozoic of Northern China[M]. [s. l.]: Memoir of the Geological Survey of China, 1923:84-92.
- [24] 王竹泉. 中国泥煤资源分布之规律及其预测[J]. 第四纪研究, 1958, 1(2):1-7.
Wang Z Q. Distribution and prediction of peat resources in China[J]. Quaternary Sciences, 1958, 1(2):1-7.
- [25] 刘金陵, 李文漪, 孙孟蓉, 等. 燕山南麓泥炭的孢粉组合[J]. 第四纪研究, 1965, 4(1):105-117.
Liu J L, Li W Y, Sun M R, et al. Palynological assemblages of peat in southern Yan Mountains[J]. Quaternary Sciences, 1965, 4(1):105-117.
- [26] 吕可欣, 石光耀, 张欢, 等. 河北平原三河市 S9 钻孔第四纪孢粉记录及其气候指示意义[J]. 中国地质调查, 2022, 9(1):64-72.
Lv K X, Shi G Y, Zhang H, et al. Quaternary palynological records and climatic significance of S9 borehole in Sanhe city of Hebei plain[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(1):64-72.
- [27] Reimer P, Austin W E N, Bard E, et al. The IntCal20 northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP)[J]. Radiocarbon, 2020, 62(4):725-757.
- [28] Faegri K, Kaland P E, Krzywinski K. Textbook of Pollen Analysis[J]. Journal of Biogeography, 1989, 12(12):328.
- [29] 周昆叔. 对北京市附近两个埋藏泥炭沼的调查及其孢粉分析[J]. 第四纪研究, 1965, 4(1):118-142.
Zhou K S. Investigation and pollen analysis of two buried peat bogs near Beijing[J]. Quaternary Sciences, 1965, 4(1):118-142.
- [30] 贾兰坡, 李有恒, 袁振新, 等. 北京东郊泥炭层中的动物遗骸和角质工具[J]. 古脊椎动物与古人类, 1972, 15(2):188-193.
Jia L P, Li Y H, Yuan Z X, et al. Animal remains and cuticle tools in peat beds in the eastern suburbs of Beijing[J]. Vertebrata Palasiatica, 1972, 15(2):188-193.
- [31] 竺可桢. 中国近五千年来的气候变迁的初步研究[J]. 考古学报, 1972(1):118-142.
Zhu K Z. A preliminary study of climate change in China over the past 5,000 years[J]. Acta Archaeologica Sinica, 1972(1):118-142.
- [32] 中国社会科学院考古研究所 C14 实验室, 国家地震局地质研究所 C14 实验室. 北京地区一批地质样品的 C14 年代测定[J]. 地质科学, 1980(2):201-202.
Radiocarbon Dating Laboratory, Institute of Archaeology, Chinese Academy of Sociology, Radiocarbon Dating Laboratory, Institute of Geology, State Seismological Bureau. Radiocarbon dating of geological samples from Beijing region[J]. Scientia Geologica Sinica, 1980(2):201-202.
- [33] 乐秀琴, 吴海斌, 张文超, 等. 中国末次冰盛期以来泥炭发育与气候变化[J]. 第四纪研究, 2021, 41(4):1021-1030.
Le X Q, Wu H B, Zhang W C, et al. Peatland initiation in China associated with climate changes since the last Glacial Maximum[J]. Quaternary Sciences, 2021, 41(4):1021-1030.

Formation age and palaeoenvironment significance of Holocene peat in Sanhe – Jizhou area

CHEN Haiyan¹, HU Xinzhuo¹, ZHANG Yunqiang¹, SUN Nan²

(1. *Langfang Natural Resources Comprehensive Survey Center, China Geological Survey, Langfang Hebei 065000, China;*

2. *Central Environmental monitoring (Beijing) Co., Ltd., Beijing 102601, China*)

Abstract: The peat layer was widely distributed in piedmont alluvial plain of the southern Yan Mountains. However, its formation age is still controversial, with relatively weak relevant research of climate environment. The ¹⁴C dating work of typical peat profiles was conducted from Sanhe in Heibei Province to Jizhou in Tianjin. The peat formation time was divided into two periods, on the basis of sporopollen and other proxy indicators, and its environment characteristics were also studied. ¹⁴C dating showed that the cool – forming period of Touying peat layer in Jizhou was Early Holocene (10 500 a B. P.), and the main body of Bulaodian peat layer in Sanhe was Late Holocene (3 500 ~ 2 400 a B. P.). The climate of Early Holocene was inferred to be from warm and humid to cool and slightly humid, according to sporopollen assemblage features of Touying peat layer and its underlying stratum in Jizhou and the previous sporopollen research of Bulaodian peat layer and other fossil assemblage. This research could provide basis for the Quaternary stratigraphic division and paleoenvironment restoration in this area.

Keywords: peat layer; formation age; paleoclimate; Sanhe in Hebei Province; Jizhou in Tianjin

(责任编辑: 魏昊明)