

华北平原古河道发育的环境条件 及其沉积特征

胡镜荣

石凤英

(河北省地理研究所)

(河南省地理研究所)

提 要

全新世以来,气候和新构造运动控制了华北平原古河道的发育,而许多重要河流由于流经黄土地区,搬运和沉积了大量粒径为0.01—0.25毫米的泥沙,因而加速了河道的变迁。此外,地貌、人类活动等因素也在不同程度上影响了古河道的发育。在华北平原环境条件的影响下,古河道在空间分布、地貌形态、地层结构、颗粒特征、物质成分乃至所含化石等方面,都呈现比较明显的沉积特征,这些特征可以作为识别全新世以来华北平原古河道的指标。

从发生学讲,古河道就是废弃河床。它们一般经历了河道形成和废弃改造两个阶段。华北平原的古河道主要是黄河、淮河、海河水系演变的产物。

研究华北平原古河道发育的环境条件和沉积特征,对于探讨华北平原的生成,具有一定的理论意义,而对于华北平原水资源的开发和调蓄、南水北调工程的实施、土地利用、洪涝和地震灾害的防治,也有一定的实用价值。

本文着重讨论全新世以来形成的古河道。

一、华北平原古河道发育的环境条件

(一) 气候特征和气候变化

华北平原及其主要河流上游所在的黄土高原地区的气候基本特征是:处于强盛而持久的大陆季风影响下,属于暖温带半湿润地区^[1]。

华北平原和黄土高原的年降雨量分别为500—750毫米和250—500毫米。前者6、7、8月的雨量占全年60%;后者7、8、9月的雨量占全年65%^[1]。雨量不多,又集中于6—9月,且多以暴雨出现,因此,河流在汛期汇集的流量占很大比例。如黄河的汛期流量(7—10月)占全年60%;滹沱河的汛期流量(7—9月)占全年61.4%。骤增的流量以及伴随洪峰出现的高流速,既为河道输送了大量泥沙,又为河流决口改道提供了强大的能量。所以,文献记载的河

流改道, 大多发生在这些月份。因此, 雨量比较集中促使华北平原的河流较易改道, 因而能够遗留较多的废弃河床。

华北平原春季气温高, 相对温度低, 风大, 所以有些地方, 废弃河床的表层比较干燥, 在强劲的风力作用下, 颗粒较细的河道砂受到吹扬而在原地重新分选, 堆积成小型砂丘砂垄, 例如, 河北故城一带的漳河古河道; 河南兰考附近的黄河古河道。因此说, 气候的这个特点在有的地方可导致古河道上部沉积的变化。

近一万年来, 华北平原和黄土高原的气候基本特征没有多大变化, 但也曾发生若干次波动。其中, 对古河道发育有明显影响的是三次寒凉多雨期和一次温暖多雨期。

孔昭宸等根据北京地区的孢粉和放射性碳年代资料, 推测在距今大约9000年、5600年以及3400年时, 气候曾明显下降过^[2]。这与我们从河北东南部古河道钻孔中取样分析的结果有所符合。从北美、欧洲北中纬地区的资料来看全新世也曾出现过几次寒凉多雨期, G.R.Brakenridge根据美国Romme de Terre河沉积物中的脊椎动物和孢粉化石、考古遗迹以及数量众多的放射性碳年代数据, 指出距今8500—6000、5000—4900、1600—1500、500—400年时, 气候寒凉而多雨。在这四段时期里, 北美和欧洲北中纬地区几乎同时发生河流侵蚀, 因此, 称这四段时期为全新世河流广泛侵蚀期。他认为河流广泛侵蚀期的出现, 与当时经向环流增强活动有关^[3]。当经向大气环流增强活动时, 陆地温度迅速降低, 降雨量明显增加, 因而洪水经常泛滥, 因此, 河流此时经常改道。

华北平原也处于北半球中纬度地区, 但与北美和欧洲北中纬地区的气候相比, 有比较强烈的大陆性气候。由于流量年变幅大, 加上泥沙的作用, 在全新世的寒凉多雨时间里, 侵蚀和沉积几乎同时迅速地进行, 河流改道比较频繁。因此, 我们把华北平原的寒凉多雨期称为河流活跃期。根据目前河北东南部全新世地层的沉积相特征, 划分为三个河流活跃期(表1), 并与北美和欧洲的河流广泛侵蚀期进行了对比(图1)。

根据河相关系式推算, 当时华北平原河流的流量和流速一般都比目前为大¹⁾, 较有利于河流改道。在这三个河流活跃期中, 无论是河流的平均流速, 还是平均流量, 一期比一期小。但必须指出, 尽管Ⅲ期的流量和流速与Ⅰ、Ⅱ期相比显著减小, 但由于当时气候的大陆性有所增强, 流量和流速的变率也相应增大。在某些短暂时间里, 流量和流速仍可达十分可观的程度, 加上含沙量增加, 河流改道的频率反而增大。例如, 属于Ⅲ期的北宋时代, 黄河决口改道的频率大约平均每年一次, 其涉及范围之大, 也是前所未有的^[4]。这个特点在河北东南部的古河道沉积中有明显反映, 这将在下文中阐述。

根据河北省地理研究所的钻孔资料, 青县附近的青——7孔, 在深6.49—14.11米处, 发现大量栎、桦、椴、胡桃、栗、漆等阔叶树孢子花粉。此外, 还有目前生长在北纬33°以南的水蕨以及喜温好湿的香蒲等孢粉。与青——7孔相距不远的青——4孔, 在深10.33—10.50米中的草炭, 经放射性碳化验, 年代为距今6660±90年。由此可见, 大约距今5000年时, 华北平原的气候既温暖又湿润。此时植物生长茂盛, 河岸增强了抗冲性。流域内水土流失减

1) 参找 王子惠: 河北平原Ⅱ、Ⅲ古河道带河型特征初探, 1981年。

表 1 河北省东南部全新世河流活跃期的划分

Tab.1 Division of episodes of stream activity during the Holocene in the southeast of Hebei Province.

编 号	I	II	III
距今年代 (年)	9000—8500	6000—5500	1300—900
古河道砂体埋藏深度 (米)	20—30	8—20	0—8
古河道上部地层及两岸所含孢粉化石	木本以针叶为主, 占80%左右, 其中松属占一半以上, 草本有蒿属等。	木本约占60%, 其中针叶占50%左右, 以松为主, 阔叶中有栎属, 鹅耳枥及少量飘香属, 山毛榉属。	以藜科为主的草本占40—60%, 蕨类孢子占20%左右, 木本以松属为主, 约20%。
气候特征	冷、湿润、降水量较多。	冷, 但比 I 期暖。降水量多, 但比 I 期少。	凉, 雨量稍多, 但比 I、II 期少, 大陆性比 I、II 期强。
水文和河道特征	流量为全新世较高时期, 流速亦较大。河道纵比降0.7—3.2‰, 河道砂粒径0.2毫米以下。	流量减小到 I 期的一半以下, 流速相应减小, 河道纵比降0.2—1.4‰, 河道砂粒径0.15毫米以下。	流量比 I 期小, 年变率增大, 流速进一步减小。河道纵比降1‰左右, 河道砂粒径0.05毫米左右。河道决口频率增大。

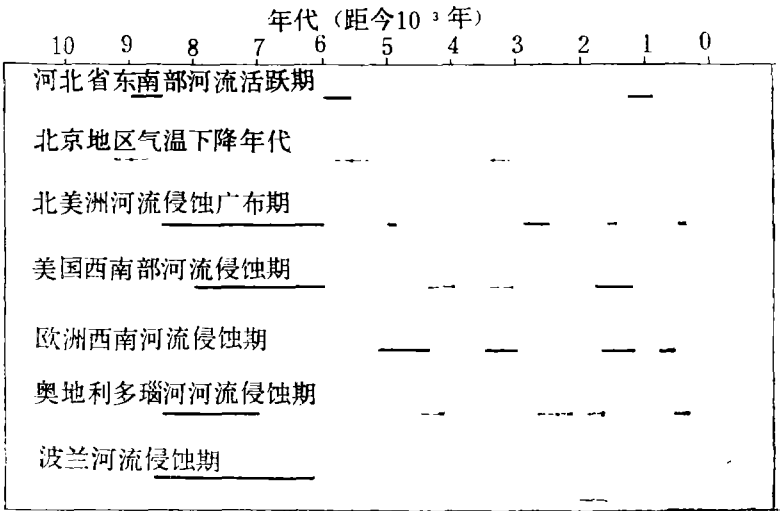


图 1 全新世河北省东南部河流活跃期与北美、欧洲河流广泛侵蚀期的比较

(据G.R.Brakenridge等资料编绘, 图中虚线表示年代的上限或(和)下限不明)。

Fig.1 Comparision of the episodes of stream activity in the southeast of Hebei Province during the Holocene with the eoisodes of wide-spread stream erosion in Europe and North America.

轻,泥沙相应减少,河道的发育处于相对稳定状态。但是,温暖而多雨的气候对近海古河道的发育造成另一种特征的影响。

距今5000年左右的气温上升,是全球性的。欧洲正值大西洋期,此时海平面迅速上升。在青——7孔深7.04—8.92米处,我们发现大量有孔虫化石,主要有转卷虫(*Ammonia*)、筛九字虫(*Cribrononion*)、假九字虫(*Pseudononion*)、小九字虫(*Nonionella*)等属,这说明冰后期的海侵已波及到青县^[5]。夏东兴等认为,全新世的这次海侵在华北平原的渤海和黄海沿岸,伸入到昌黎—旧宁河—文安—黄骅一线,淹没了现今的黄河三角洲一带以及垣台—昌邑以北地区¹⁾。

这次海侵使华北平原沿海的一部分河道成了溺谷,另一部分河道因受海流作用被侵蚀掉。这次海侵还使早些时候形成的古河道含水层受到污染。例如,在全新世早期形成的位于青县附近的黄河古河道,由于这次海侵,古河道地下水的矿化度至今仍保持在3—5克/升。

(二) 地质构造和新构造运动

在地质构造上,华北平原是一个新生代的巨大拗陷盆地^[6]。在盆地北部多发育北北东向一系列相间排列的次一级拗陷和隆起以及构成它们周边的断裂构造,而在盆地南部则为近东西向的拗陷和隆起以及它们之间的断裂构造。

第三纪以来,华北平原基本上处于下沉之中。第四系厚度一般在200米以上,其中,拗陷区厚度为300—600米;隆起区200—400米,这为华北平原河流的纵横迁徙提供了有利的地质条件。

总的来说,第四纪时期华北平原北部的沉降幅度比南部大些。另外,据历史文献记载,在公元1900年以前,大于五级的地震在平原北部发生过41次,而南部仅为11次。这又说明平原北部的构造运动要比南部活跃。

近五千年来,黄河在华北平原不断改道迁徙,它在现今黄河以北地区流经的时间达3326年,而在现今黄河以南地区仅661年^[7]。这固然有地貌上的原因,然而与北部地质构造的走向比较符合河流入海路线的要求及北部新构造运动比南部较为强烈,也有较大关系。

晚近时期,华北平原边缘的山前地区有局部的间歇性上升,从而造成一些河流的改道点向下游普遍移动的现象。例如,大约在更新世末,黄河改道点集中在孟津附近,古河道多以孟津为起

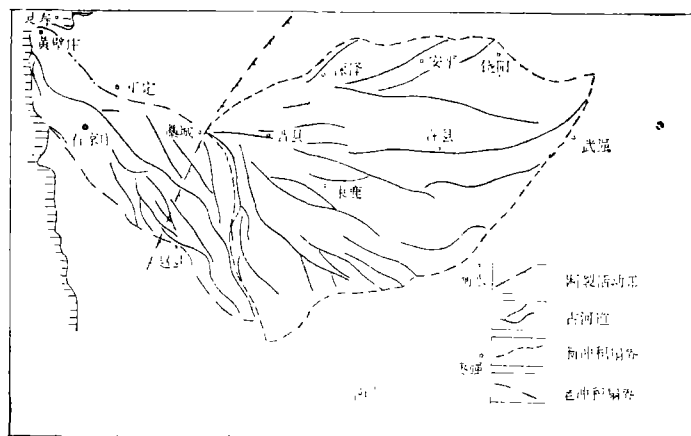


图 2 漳沱河新、老冲积扇上的古河道

Fig. 2 Paeleochannels on the new and old fluvial fans of Huto He river.

1) 夏东兴等,黄渤海平原地区第四纪以来的海岸线变迁,国家海洋局第一海洋研究所《海洋科技通讯》1977年2期。

点作放射状排列,此后,由于孟津附近的地面抬升,黄河改道点向东移到开封、兰考附近,于是新生的古河道以这一带为起点,作放射状排列。滹沱河也由于相同的原因,改道点由起先的太行山麓的藁壁庄向东移到藁城附近,如图2所示。

一般地说,华北平原重要的河流改道点都受到近期尚在活动的断裂控制。例如滹沱河最近的改道点藁城受到北北东向的安国—藁城—涉县断裂的控制¹⁾。又如永定河在最近二十年中出现的三个改道点。分别是八宝山—高丽营断裂、南宛—通县断裂、涿县—灤县断裂的位置所在²⁾。

新构造运动的方向在一定程度上,也影响着华北平原河流改道的方位,比较典型的例子是滦河古河道的发育。大约在全新世中期开始发育的滦河老三角洲,其西界滦县—兴隆庄—驼子—滦南县城—周各庄—嘴牛淀一线为一高5—2米的陡坎,而它的东界指挥庄—陈各庄—槐李庄则为—缓坡。这说明这个镶嵌在老地面中的三角洲,经历了西大于东的不等量抬升,因此,滦河干流以滦县为原点,像单摆一样,由西向东摆动,从而留下了一条条从西向东由老至新的古河道。

永定河从公元五世纪起的由北向南摆动。除了本身的沉积作用外,也与永定河冲积扇自北而南的掀斜运动有关。此外,有关黄河河道的迁移,也有受到新构造运动方向影响的报导²⁾。

地震活动是新构造运动的一种表现形式。华北平原是地震多发区。地震可使河道中的粉细砂重新分配,改变古河道的沉积结构。这种现象的产生,是由于河道中的饱水粉细砂层在地震力作用下,发生液化和承压,并穿过河道沉积上部的薄弱处喷出,在其上覆盖一层小于2米厚的粉细砂层。根据在唐山地震后的观察,滦河地表古河道普遍从下部砂体喷出粉砂覆盖于古河道顶部亚粘土和亚砂土层之上。调查表明,七级以上的地震能影响距震中数百公里外的古河道地层。

(三) 流域泥沙特征

华北平原比较活跃的河流,例如,黄河、漳河、永定河、滹沱河等都流经黄土高原或华北平原的黄土地区,有较大的含沙量。这个特点十分明显(表2)。流入华北平原的黄河,公元前四世纪就有“浊河”之称³⁾,写于公元一世纪初的《汉书·沟洫志》说“河水重浊,号为一石而六斗泥”。另外,沈括在《梦溪笔谈》中提到,“凡大河、漳水、滹沱、涿水、桑乾之类悉是浊流”。由此可见,这些河流多泥沙,并非只是近代的事情。显然,这是黄土受到侵蚀的缘故。

黄土颗粒的组成,粒径在0.01—0.25毫米的,约占90.9—92.8%^[5]。从力学性质来看,粒径0.01—0.25毫米的颗粒,无论起动、推移、悬浮、沉积都比其它粒径的容易,因此,被称为“敏感颗粒”^[9]。在河道中,它们是河道演变的活跃因子。滹沱河现代沉积粒径在0.01—0.25毫米的,占80%左右。河北东南部全新世以来不同时期河道砂的平均粒径为0.05—

1) 邵士雄、韩书华,河北平原晚近构造运动主要特征分析,1981年。

2) 李正芳,河南省新构造运动及其对地理环境的影响,1979年。

3) 《战国策·燕策》,“齐有清济、浊河、可以为固”。

表 2 华北平原各河与国内外主要河流的平均含沙量比较

Tab. 2 A comparision of the mean load of streams in Huabai Plain with that of the major streams at home and abroad.

河 名	测 站	平均含沙量 (公斤/米 ³)
黄河	陕 县	36.9
永定河	官 厅	60.8
漳 沱 河	小 觉	14.6
漳 河	观 台	9.57
滦 河	滦 县	5.45
长 江	大 通	0.44
西 江	梧 州	0.41
淮 河	中 渡	0.23
松花江	佳木斯	0.13
钱塘江	芦茨埠	0.35
密西西比河		1.00
亚马逊河		0.29
刚果河		0.05
尼罗河	阿斯旺	1.62
叶尼塞河		0.08
多瑙河		0.14

2.0毫米,均在“敏感颗粒”范围内。

(四) 地貌结构

从地貌结构看,华北平原北部和西部的山前地区是一系列的冲积扇和洪积扇,地面坡度大约1/500—1/2000,组成物主要是砾石和砂。在冲、洪积扇之间以及它们的前缘,是交接洼地和前缘洼地,地面坡度一般1/2000—1/10000,组成物主要是粘土和亚粘土。东部则为一系列的三角洲和冲积海积地,它们陆上部分的坡度一般1/10000左右,组成物主要是亚砂土和亚粘土。

华北平原的主要河流一般经过两个台阶,先由北部和西部的高原、山地进入平原,再由平原进入海洋。在台阶的转折处,河流的能量得以突然释放,因而成为河流改道迁徙最频繁的场所。例如黄河、漳河、永定河冲积扇和黄河、滦河三角洲等都是。

一般地面坡度较陡,组成物较粗的地貌单元发育分汊河道,而较缓坡度,组成物较细的地貌单元发育弯曲河道。因而华北平原北部和西部的古河道沉积是心滩(Channelbar)为主的河道亚相沉积组合;而平原东部的古河道沉积是边滩沙坝(Point bar)为主的河道亚相沉积组合。这已为华北平原大量的航空象片和钻孔资料所证实。

华北平原的主要河流由于堆积迅速,一般构成正地形。这些正地形还影响到其它河流的变迁。譬如,漳河冲积扇的加速发育,迫使公元前七世纪的黄河南迁^[7]。黄河在二千多年前开始,先后在天津以南一带徘徊,造成这一带地面很快增高,促使来自太行山的一些河流,如漳沱河等转向北流。又如公元1194年黄河夺淮,使淮河河道沉积大量泥沙,而成为其两侧

河流的分水岭,以致淮河下游的重要支流泗水和沂水受阻于徐州以北,壅水成湖,例如,鲁西南的南四湖等。

(五) 人为因素

华北平原是我国开发较早的地区,人类活动对古河道发育的影响也很显著,这方面已有历史地理著作详细论述^[10],这里不再赘述。

二、华北平原古河道的沉积特征

华北平原古河道的沉积特征,是在全新世以来上述的环境条件综合影响下形成的。这些特征可以作为识别华北平原古河道的沉积相指标。

(一) 放射式的空间分布格局

华北平原的地貌结构主要是冲积扇和三角洲。从较远的地貌发育史来看,孟津—天津和孟津—淮阴连线范围内的平原部分可以看成是黄河的大三角洲^[11](晚近时期实为冲积扇),在此范围内的古河道无不以这个大三角洲中轴孟津—徐州连线为界,以北作西南—东北向排列,以南作西北—东南向排列,呈现放射状的分布格局。大三角洲的前方为黄河近期的小三角洲,它的北面和西北面分别是滦河冲积扇和近期的三角洲及永定河、潞龙河、滹沱河、漳河、沁河等冲积扇。这些冲积扇和三角洲中的古河道也都以它们的中轴为界,作不同方向的放射状分布格局。

每个冲积扇和三角洲由于新构造运动的作用,都存在几个顶端,这些顶端就是不同时期古河道放射延伸的起点。

(二) 条状高地为主的地貌形态

华北平原的古河道有条状高地和槽形洼地两种地貌形态。

条状高地是由流经黄土高原和华北平原黄土地区注入平原的河流,例如,黄河、永定河、滹沱河等形成的条状高地。它们每年携带大量粒径0.01—0.25毫米泥沙颗粒,沉积于河床中,使河床不断抬高。据三门峡水库建库以前(1949—1960年)的统计资料黄河主槽多年平均淤积速度约14厘米/年,其中,秦厂16厘米;花园口16厘米;高村21厘米;孙口11厘米;艾山13厘米;洛口8厘米;靠近河口的利津1950—1979年的平均值为7厘米¹⁾。我国古代又常单用加高河堤的方法约束洪水,使河床抬高更快,形成著名的“地上河”(或称悬河)。当河流改道后,就遗留了条状高地。条状高地宽几百米至几公里,通常高出周围地面1—3米,有的高达3—5米(图3)。兰考、徐州、淮阴间的废黄河是目前保存较完整的条状高地。条状高地规模大,分布范围广,是华北平原有特色的地貌单元。

古河道槽形洼地大多是在多沙河流改道之初形成的。河流改道的初期以侵蚀为主,一般先形成较深窄的河槽,当河流尚未向地上河发育时,上游段又向别处改道,使槽形洼地得以保留。这一类槽形洼地比较顺直。另一类由含沙量较小的弯曲河流,如蓟运河、潞阳河等的废弃河床构成,平面轮廓常呈马蹄形和弓形。槽形洼地规模小,宽仅数十米至数百米,深仅

1) 据黄河水利委员会资料。

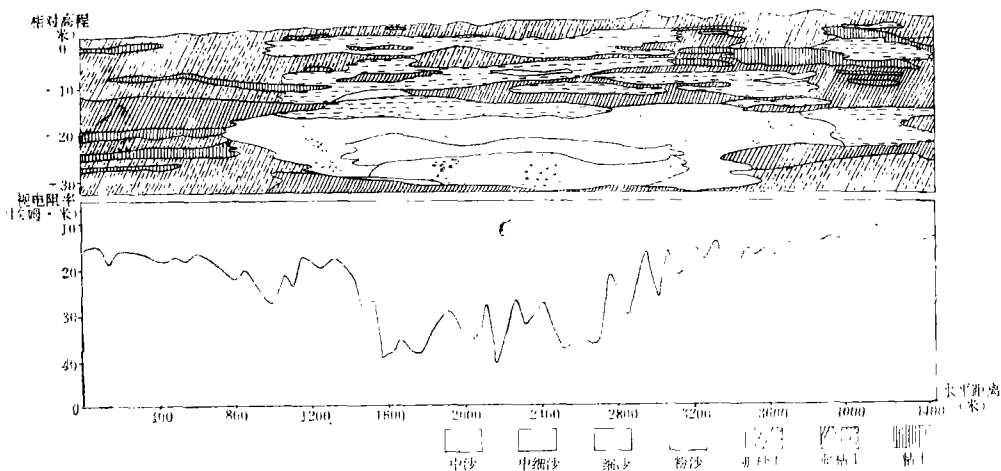


图 3 古河道条状高地的形成

Fig.3 The formation of strip-shaped highlands of paleochannels.

几米，如河北饶阳的滹沱河废弃的槽形洼地，宽约60—80米，深1—2米。

(三) 明显的二层结构和较清楚的地层韵律

华北平原的古河道地层，一般由下部的厚层砂体和上部的亚砂土、亚粘土及粘土薄层（有的间有粉砂层）组成。前者是古河道在河道形成阶段中，河水与河床互相作用的产物；后者是古河道在河道废弃改造阶段中，为河流泛滥、海流、风力和地震等营力作用的充填物。

从钻探和开挖探槽所揭示的沉积构造看出，华北平原古河道下部的沉积构造是各种类型 and 尺寸的交错层理；而上部，除地震充填的沉积物外，一般多为微薄水平层理。据唐山地震后的观察，古河道中地震充填物的结构，以倒转的槽状交错层理为主，与古河道下层砂体的交错层理明显不同。

华北平原古河道具有向上变细的地层韵律。每一个古河道旋迴层，一般都由砂过渡到亚砂土或亚粘土。例如，河北南宫，在0—30米的勘探深度内，以8米、16米为界可分出三个主要的古河道旋迴层。16米以下的旋迴层向上由中细砂、中细砂、细砂到亚砂土；8—16米间的旋迴层由细砂、粉细砂到亚砂土；8米以上的由粉砂到亚砂土。实验室分析表明，每个旋迴层向上变细的过程是逐渐的。这三个旋迴层的组成一个比一个细，表明在气候变化的影响下，古河流的平均流量和流速是不断减少的。图4为河北枣强距今10000年前开始发育的古河道横剖面，看出-10米以下，为一古河道沉积旋迴层，旋迴层的底界为亚粘土构成的冲刷面，其上依次沉积了中砂、中细砂、粉砂和亚砂土及亚粘土，自下而上，由粗变细的地层韵律比较清楚。

(四) 较细的粒度和中等偏下的磨圆度

华北平原古河道组成物的粒径较细，钻孔资料表明，除了山前地区以外，50米以上的古

河道地层中,一般没有很粗的颗粒,砾石很少见。古河道主流带地层在平原的西部一般为粗砂、中砂;到古河流下游的东部地区,则为中砂和细砂。进入全新世以来,地处古河流上游的黄土地区,水土流失日趋严重,古河道中粒径0.01—0.25毫米的细颗粒明显增多。华北平原东部的黑龙港地区,10米以上的古河道沉积,最粗的往往只有粉细砂。细砂和中砂通常在20米深度以下出现。根据这个地区 ^{14}C 绝对年龄资料,这样深度的由细砂和中砂组成的古河道砂体,至少是在距今一万年时形成的。

华北平原古河道粒径与河道的纵比降存在一定的关系。据河北东南部古河道砂体颗粒的分析和统计,全新世以来各个时期的不同古河道砂粒的平均粒径与其纵比降的关系,可用下式表示:

$$J = 0.0632d^{2.933}$$

式中:J——古河道纵比降;d——古河道砂体颗粒的平均粒径。

古河道各沉积亚相的粒度有一定的差异,根据南宫粒度资料作的正态概率曲线图解表明:心滩的中值粒径为 2.98ϕ ,滚动组分占2.3%;跳跃组分占76.7%;悬移组分21.0%。边滩砂坝的中值粒径为 3.25ϕ ,滚动、跳跃、悬移组分分别为1.1%;25.5%;76.4%。漳沱河在深泽附近的近代沉积中,心滩的中值粒径为 $2.53—3.16\phi$,三组分中,跳跃组分最多。边滩砂坝的中值粒径为 3.31ϕ ,滚动、跳跃、悬移组分分别为0.6%;43.9%;55.5%。自然堤的中值粒径小于 4ϕ ,无滚动组分,跳跃和悬移组分为24.3%和75.7%。以上南宫的河道粒度参数可代表华北平原全新世初、中期的古河道砂体颗粒特征;深泽的可代表全新世晚期的古河道砂体颗粒特征。

华北平原古河道沉积物的颗粒磨圆度一般在0.3左右。河北枣强全新世初期河道的颗粒磨圆度,心滩的平均值为0.39;边滩沙坝为0.32。漳沱河近代沉积中,深槽沉积的颗粒磨圆度,平均为0.36;边滩沙坝0.33;心滩0.32;自然堤0.31。与其它成因的沉积物相比,古河道颗粒磨圆度属于中等偏下。

(五) 棱柱体状的古河道砂体

以冲积扇和三角洲为主的地貌结构为华北平原古河流的分流准备了条件。在河流的下游方向上,河道不断分开,流量和沙量不断分散。就单股河道而言,河宽和河深都向下游方向不断变小。

在地质时期,黄河分流的状况并不罕见,这已为一些地区的钻孔资料所证实。在历史时期,只是在人类开始构筑堤岸以后,这种状况才有所减少,但在金元至明嘉靖后期,黄河分流的状况也曾延续很长时间^[12]。华北平原古河流的这种分流特点,造就了古河道砂体的几何形态,大多为上游宽下游窄,中间厚两侧薄的长棱柱体。据河南省地质局资料,周口地区浅部地层中埋藏着五条黄河古河道砂体,它们自西北向东南延伸,砂体都表现出上游宽下游窄的特点,砂体中间的厚度达到20米,而它们的两侧,厚度只有10—5米。

从垂向上看,由于气候和泥沙的影响,全新世以来河流改道频率不断增大,因而自下而上单层砂体的厚度不断变薄;其数量则不断增加。

(六) 复杂的矿物组合

由于华北平原幅员广大,河流发育和流经的地方不同,因而沉积物的矿物组合是多样

的、复杂的。例如，黄河主要流经黄土高原，其沉积的矿物成分以长石，石英和云母占多数，有较多的碳酸钙矿物；漳河流经第三系红色岩层和黄土地区，矿物组成以石英、长石和含氧化铁的矿物较多；滹沱河流经前震旦系变质岩和黄土地区，矿物组成以石英、长石为主，并含大量角闪石（参看表3）。由表3可知，黄河、漳河、滹沱河的重矿物分别以石榴

表3 黄河、漳河、滹沱河重矿物含量

Tab.3 The contents of heavy minerals in Huang He (Yellow) river, Huto Ho river and Zhang He river.

含量% 河流名称	磁铁矿	赤铁矿	褐铁矿	钛铁矿	石榴石	角闪石	绿帘石	辉石	金红石	磷灰石	锆石
黄 河	0.52	2.44	0.47	1.10	4.77	1.22	2.27	0.29	0.06	0.29	0.47
漳 河	0.16	4.99	0.78		1.65	0.88	0.78	0.26	0.03	0.26	0.13
滹 沱 河	3.14		4.02	0.49	1.06	13.14	1.93	0.19	0.11	0.45	0.30

石、赤铁矿、角闪石占优势，从埋藏于河北东南部距今约30000年的黄河古河道中取样分析，轻矿物的组合和含量与上述无多大差别，但重矿物的千分含量有较大不同，其中角闪石比近期黄河多6倍，赤铁矿多近一倍。产生这种现象的可能原因是当时的滹沱河和漳河是注入黄河的。另外，角闪石是一种非稳定矿物，当时的黄河流量和流速较大，角闪石在水中搬运相同距离所用的时间与近期的黄河相比，较短，因而不易分解和溶解，从而保存较多的角闪石。

（七）丰富的地下水和有规律的水化学特征

华北平原古河道有着较大的地层孔隙和较好的通透条件，所以古河道赋存着本地区浅层地下水的绝大部分。以河北黑龙港地区为例，该地区古河道浅层地下水的面积占整个浅层淡水面积的80%。如果以2—3米的水位变幅计算，在正常情况下，每年可从古河道中开采21.86亿立方米的淡水。打从古河道中的机井出水量都比较大，如穿过山东省禹城的一条古河道，单井出水量为60米³/时，最大的可达到158米³/时。

华北平原古河道浅层地下水的水化学类型较为复杂，但也有一定的规律，它的西部和南部受到黄土高原和灰岩山地的地表水和地下水补给，主要是重碳酸钙型，矿化度一般小于1克/升；东部大部分是重碳酸钙硫酸钠镁型，少数是重碳酸钙氯化钠型，矿化度1—2克/升，表明水化学类型和矿化度受到海洋作用和较干燥的气候影响。但总的说来，水质是良好的。

就单股古河道而言，无论在纵向上，横向上还是垂向上，水化学类型和矿化度变化都不大。但在华北平原中部和东部的某些地方，变化则比较明显。例如河北枣强的一条古河道，其中心的地下水水化学类型为重碳酸钙硫酸钠镁型，矿化度1.3克/升，而边上的为重碳酸钙氯化钠型，矿化度4.1克/升。在垂向上，古河道地下水的各种离子都有随深度增加而变化的趋势。例如，山东临邑古河道地下水，从-12.1米至-36.8米，重碳酸根离子和钙离子略有增加，钠和镁离子增加一倍半，氯离子增加四倍。古河道横向和垂向的这种水化学特征，显

然是因为受到非古河道边界条件的影响。

(八) 种类单调数量较少的化石

华北平原的古河流由于受气候的影响, 流量和流速的变率很大, 河流断流干涸的现象时有发生, 一般的水生生物很难在古河流中长期生存。只有在全新世初以及更早些时候, 由于流量和流速的变率相对较小, 才有较多的生物生长。在古河道砂体中, 较为多见的是瓣鳃类化石, 而且几乎都是对丽蚌 (*L. antiqua* Odhner)。在河北东南部, 它们分布的深度在20米以下, 绝对年龄在15000年以前。例如从南宮埋深26.0—27.0米的黄河古河道地层中取得的对丽蚌壳, 经¹⁴C测定为距今30170±1000年, 青县埋深27.4—28.0米的黄河古河道地层中取得的对丽蚌壳, 为距今36867±3070年。

古河道上部沉积中, 多含树干草根, 经孢粉分析, 木本多为松属 (*Pinus*), 草本多为藜科 (*Chenopodiaceae*)。这些化石大多数是保存在全新世非河流治跃期的地层中。此外, 还有介形虫和少量腹足类化石, 这两类生物由于繁殖快寿命短, 只需短暂的静水环境就能生存, 因此, 被保留在河道废弃不久形成的上部沉积中, 介形虫有小玻璃介 (*Condoniella*) 土星介 (*Ilyocypris*) 等属, 在50克样品中, 一般只能找到2—6个。腹足类化石常见的有扁卷螺属 (*Planorbis* Gefferoy)。

(九) 较高的电阻反应

电性可反应地层的综合特征, 由于古河道砂体组成一般比其它成因的粗, 又饱含水质良好的地下水。因此, 用仪器测试古河道地层, 一般呈高电阻反应。河北东南部162个古河道地层钻孔的测井曲线都记录了这个特点。古河道地层电阻率一般在15欧姆·米以上。图2的下图是用地面电阻率法作的电测剖面图, 由图可看出, 电阻率曲线与古河道地层剖面对应, 反映了古河道地层的电阻率比较高。

参 考 文 献

- 〔1〕 朱炳海: 中国气候, 科学出版社, 1963年。
- 〔2〕 孔昭宸、杜乃秋、张子斌: 北京地区10000年以来的植物群发展和气候变化, 植物学报, 24卷2期, 1982年。
- 〔3〕 Brakanrige, G.R., Widespread episoder of stream erosion during the Holocene and their climatic cause "Nature" Vol.283 14 Feb. 1980.
- 〔4〕 黄河水利委员会: 人民黄河, P.42, 水利电力出版社, 1957年。
- 〔5〕 吴忱、胡镜荣、王子惠: 全新世中期渤海湾两岸的海侵, 海洋通报, 1卷6期, 1982年。
- 〔6〕 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会: 中国自然地理, 地貌, P.27, 科学出版社, 1982。
- 〔7〕 叶青超等: 黄河冲积扇形成模式和下游河道演变, 人民黄河, 1982年, 4期。
- 〔8〕 张青松等: 水系变迁与新构造运动—以北京平原地区为例, 地理集刊10, 地貌, 1976年。
- 〔9〕 张忠胤: 关于悬河地质理论问题, 地质出版社, 1981年。
- 〔10〕 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会: 中国自然地理, 历史自然地理, 科学出版社, 1982年。
- 〔11〕 邹逸麟: 黄河下游河道变迁及其影响综述, 复旦学报, 社会科学版增刊, 历史地理专辑, 1980年。

THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE DEVELOPMENT OF PALEOGHANNELS IN THE HUA BEI (NORTH CHINA) PLAIN AND THEIR SEDIMENTAL CHARACTERISTICS

Hu Jingrong

(Institute of Geography of Hebei Province)

Shi Fengying

(Institute of Geography of Henan Province)

Abstract

Since the Holocene, climatic changes and neotectonic movements have controlled the development of paleochannels on the Huabei Plain. Some major rivers flow over loess regions. They transport a great deal of load, and most of the particles are within the size range 0.01-0.25mm. It has brought changes to the channels at great speed. Besides, the reliefs and artificial action have influenced the development of paleochannels.

Distribution of paleochannels on the Huabei Plain is characterized by radial pattern. They are separately distributed in two types of landforms: strip highland and trough-shaped depression. The composition of materials contain two layers; the lower layer of deposits is thick sand body, and the upper layer of deposits consists primarily of thin loam and/or clay strata. The structures of paleochannel deposit show horizontal thin bedding and various cross-bedding in the order of up-and-down. The grain sizes of the composition of materials are smaller. The average porosity is less than moderate. The sand body of the paleochannel presents long prism in geometry. The mineral assemblages of paleochannels in Hua Bei Plain are different and complex. The paleochannels in Huabei Plain are rich in ground water, which commonly contain less salt, but fossils are less. The electric characteristics of paleochannels show reaction of high resistance.