

黄河银川平原段河道演变的遥感监测与研究

吴加敏^{1,3}, 王润生^{1,2}, 姚建华³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 3. 宁夏遥感测绘勘查院, 银川 750021)

摘要:在遥感调查和监测的基础上,结合第四纪地质资料,对黄河银川平原段的河道演变过程进行了系统研究,对主要的河流改道原因进行了分析。研究表明:黄河银川平原段在早更新世初期形成,此后,自西向东不断迁移;在中晚更新世发展壮大,到全新世形成了银川平原的主体,并留下了明显的古河道遗迹;到了现代,河道逐步变窄,向东迁移的趋势未变且速度依然很快。

关键词:黄河;河道;演变;遥感监测;银川平原

中图分类号: TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2006)04-0036-04

0 引言

黄河是中国的第二大河,发源于青海高原巴颜喀拉山北麓约古宗列盆地,蜿蜒东流,穿越内蒙古高原、黄土高原和黄淮海大平原,注入渤海。干流全长 5 464 km,落差 4 480 m,流域总面积 79.5 万 km²。

常称“善淤、善决、善徙”为黄河的特点,对“淤”、“决”、“徙”的记载和研究充满了史册和各种文献,其中,黄河干流河道迁徙是主要的演化特征,对水系面貌的改变具有控制作用。出于进一步治理黄河的需要,多年来,我国学术界特别是地质、地理和历史学者,在大量勘查考证、整理分析历史事实和地理现象的基础上,对黄河改道过程的分期和原因展开了一轮又一轮的关注和探讨,取得了许多研究成果^[1],其中,结合遥感等现代高新技术手段,增强对黄河河道环境变化和演变的认知,是一项有价值的研究探索。

本文所述的黄河河道演变主要是指黄河在宁夏银川平原段的变化。黄河出青铜峡后,自南而北流经银川平原,使其成为宁夏最富庶的地区。黄河是银川平原富饶的源泉。黄河的迁移、改道和演化,对银川平原的形成和发展起着至关重要的作用。

1 研究区概况

宁夏河流属黄河水系。黄河沿东部自南而北穿过整个银川平原,流程约 193 km,多年平均流量为 1 030 m³/s,过境水量为 325 × 10⁸ m³。除峡谷地段,水流一般较平缓,虽然泥沙含量较大,但水质良好。1967 年建成的青铜峡水利枢纽工程兼有灌溉发电之利,扩大了引黄灌区的面积。同时,在低洼地带和黄河古河道也形成了许多湖泊湿地。

黄河两岸的银川平原地势平坦,土地肥沃,沟渠纵横,引黄灌溉条件得天独厚,已有 2000 多年的历史。现有灌溉面积 600 多万亩^①,是全国四大自流灌区之一,盛产水稻、小麦、玉米和瓜果等,水产养殖发达,农业发展潜力很大。正是黄河滋润养育了银川平原,使之成为“塞上江南”,有“天下黄河富宁夏”的美誉。

2 资料和方法

2.1 新近黄河河道变化的卫片解译

为分析黄河最近一次改道以来的变化,选用了 1987 年、1997 年和 2004 年 7 ~ 9 月的 17 景 TM 和

收稿日期:2006-02-24;修订日期:2006-09-06
① 1 亩 = 666.67 m²

CBERS-2 数据,进行了几何校正(每景影像选取 30 个以上的地面控制点,均方根误差小于 0.5 个像元)、影像增强和假彩色合成等处理。结果表明,不论是在 TM7 TM4 TM1 还是在 CBERS-2 的 B4 B3 B2 彩色合成图像上,黄河河流水面和滩涂湿地都有很明显的影像特征(深色调,线状弯曲。插页彩片 9)。结合必要的野外调查,提取了黄河岸线位置 and 变化信息,以此分析近 10 多 a 来的河道演变。

2.2 黄河古河道的遥感调查与位置研究

水域或水体变化的遥感研究,主要是依据它在遥感图像上遗留下来的“痕迹”进行识别的^[2]。河流漫长演变过程中所改变的地表水分关系、地貌结构和组合关系得以不同程度保留,并在遥感图像上以色调、形状和相近或相连的空间关系反映出来,据此可以勾绘它的变化轨迹。

在银川平原,素称“七十二连湖”的自然水体群属于古黄河牛轭湖,形成已久且分布的规律性很强,是寻找与确定黄河古河道的主要“痕迹”。最常见的方法是使用分类方法提取水体^[3],因此,根据 1987 年、1997 年 TM 同期数据对银川平原上的湖泊水面进行了解译。

TM 图像光谱信息丰富,其中,蓝光波段 TM1 对水体有透射能力,能反映浅水水下特征;近红外波段 TM4 对区分水体边界非常有效;TM7 波段能探测高温辐射源,可区分人工地物。因此,首先采用了 TM7 TM4 TM1 合成方案进行了各种水体的分类和判读,之后,根据位置形状等辅助信息和野外调查,去除了渠道、塘堰及精养鱼池等人工水体,保留自然湖泊和沼泽的解译结果作为分析资料。

在 ArcGIS 平台上,以第一、二、三级阶地的界线为控制,对已提取的且在同一阶地上同期形成的自然湖泊和沼泽进行了缓冲区和空间量算等分析,从而确定了这一地区全新世黄河古河道相对稳定的两期位置和范围。

2.3 银川平原第四纪地质综合分析研究

为全面认识黄河河道演变及其地质影响和结果,综合收集分析了这一地区第四纪地质研究的主要成果资料,包括依据野外勘查确定的黄河 9 级阶地的位置与剖面;依据 9 个第四纪研究钻孔揭示的 300 m 深度内的主要沉积物成因、分层特征及其 C¹⁴ 测年、孢粉组合特征分析等地质资料,准确确定了在第四纪的不同时段,黄河银川平原段的宏观位置、形

成的沉积物及当时的植被和古环境。同时,根据前人有关黄河史的研究成果,确定了黄河银川平原段局部演变在整个黄河形成过程中的阶段和位置。

3 主要结论与发现

研究表明,黄河银川平原段在早更新世初期形成,此后,自西向东不断迁移,在中晚更新世发展壮大,到全新世形成了银川平原的主体,到了现代,河道逐步变窄,向东迁移的趋势未变且速度依然很快。整个演变过程可以分为以下 5 个阶段。

第 1 阶段:早更新世,黄河开始孕育,但尚未形成。在距今 115 万 a 前的早更新世,黄河还未形成贯通水系,流域内只有一些互不连通的湖盆,这些湖盆分 4 段各自形成了独立的内陆水系:①由源头经古札陵湖、古鄂陵湖向东流入古若尔盖湖,受阻于积石山,未曾通向北方水道;②由拉加寺峡谷向北进入古青海共和盆地;③从刘家峡以下经兰州盆地流入古银川湖;④由河曲向南,穿过一系列小湖泊进入汾渭湖盆,受阻于中条山地^[4]。受新构造运动的影响,西部高原不断抬升,河流随之不断发生侵蚀、夺袭,各湖盆间逐渐连通,形成了古黄河水系的雏形。

第 2 阶段:中更新世,黄河切穿银川盆地形成初始格局。中更新世初期,黄河切穿青铜峡和石嘴山成为外流河。根据钻孔地层和测年资料,在银川平原最南端,黄河出峡口形成了一个地下冲积扇,其范围北至青铜峡中滩,主要由一套河床相的砂卵砾石组成,厚度由南向北从 10 m 渐变到 300 m,其分选磨圆较好,为典型的黄河冲积物,时代为中更新世初期。

根据在银川平原黄河出口处青铜峡等地发现的早期沉积物分析,在黄河形成初期发育有 IX、VIII、VII 3 级阶地,最高一级为青铜峡镇的阶地,有较大高差(102 m),属于早更新世。

第 3 阶段:中晚更新世,黄河发展壮大。黄河故道可能仍沿着银川平原中部凹陷区和灵武浅陷带发育,银川平原的沉积物表明,此时的黄河已逐步进入青壮年期,河面宽广,规模宏大,影响范围远超今日。

在此期间,黄河形成了 4 级阶地,其中,由“青铜峡砾石层”构成的 VI、V、IV 级阶地只在青铜峡和石嘴山的局部发现,其沉积物年龄分别为 11~19 万 a 和 3~10 万 a 之间,属中更新世和晚更新世^[5]。在银川平原西部,沿现在的银川新市区、平罗县暖泉、高庙

在向东移动过程中有时亦局部向西摆动,在黄河东岸留下了两级阶地。由现代黄河岸边侵蚀也可以看出,东西两岸都有堆积岸,但总的趋势是西岸堆积大于东岸堆积。勘探资料表明,银川平原第四系沉积厚度达 1 800 ~ 2 100 m,可见其沉降幅度之大。

参考文献

[1] 朗 毛. 触摸生命黄河之一 [EB/OL]. <http://www.news.qq.com/a/20050907/001204.htm>, 2005.

[2] 钟凯文,刘万侠,黄建明. 河道演变的遥感分析研究[J]. 国土资源遥感,2006,(3) 69-73.

[3] 刘万侠,钟凯文,等. 基于 RS 技术的北江下游河道岸滩演变分析[J]. 热带地理, 2006,26(2) 123-126.

[4] 钟凯文. 近 30 年北江下游河道演变遥感分析[J]. 武汉大学学报,2005, 51(S2) 225-229.

[5] 刘少华,毛红梅. 利用 3S 技术进行河道演变研究[J]. 水利水

电学报,2000,21(9) 12-14.

[6] 王养成,冯学武,王智. 多时相遥感影像在河床平面演变调查中的应用[J]. 遥感信息,1996,(2) 9-11.

[7] 亢 庆,王兴玲. 河道演变的遥感研究方法及应用[J]. 中山大学学报,1999,38(5) 109-113.

[8] 陈一梅. 基于现代技术的河道浅滩演变研究[D]. 南京:河海大学,2002.

[9] 李云驹,刘学工,等. 黄河口尾间变化的遥感分析[J]. 人民黄河,2006,28(7) 26-29.

[10] 王 桥,等. 环境遥感[M]. 北京:科学出版社,2005.

[11] 都金康,等. SPOT 卫星影像的水体提取方法分类研究[J]. 遥感学报,2001,5(3) 214-215.

[12] 左东启. 黄河河道格局的历史演变及其对现代治黄思路的启示[J]. 水利水电科技进展,2001,21(4) 2-13.

[13] 周特先. 宁夏构造地貌[M]. 银川:宁夏人民出版社,1994.

[14] 宁夏地矿局. 宁夏区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1999.

REMOTE SENSING MONITORING AND STUDY ON THE CHANGE OF THE YELLOW RIVER COURSE IN YINCHUAN PLAIN SECTOR

WU Jia-min^{1,3}, WANG Run-sheng^{1,2}, YAO Jian-hua³,

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China ;2. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China ;3. Ningxia Institute of Remote Sensing Survey and Mapping, Yinchuan 750021, China)

Abstract :Based on remote sensing monitoring and investigation combined with data of Quaternary geology, the authors studied and analyzed the change process of the Yellow River course in Yinchuan plain sector. It is found that the Yellow River in Yinchuan plain sector was formed in Early Pleistocene and the river course frequently moved eastward after that. In Middle and Late Pleistocene, the river course grew remarkably. In Holocene, the sediments of the Yellow River formed the main body of the Yinchuan plain, with several old river courses left on it. In recent years, the river course has become increasingly narrower and remained shifting eastward.

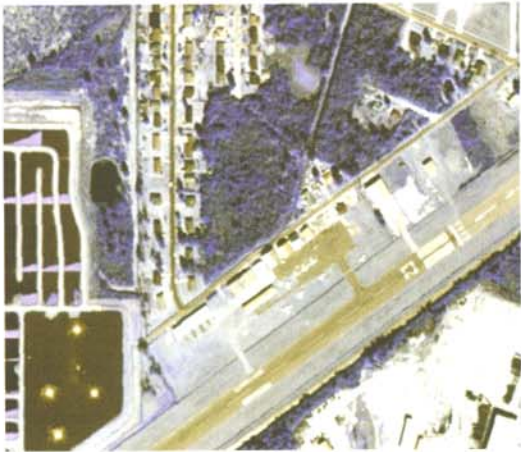
Key words :The Yellow River ;Riverway ;Change (evolution) ;Remote sensing monitoring ;Yinchuan plain

第一作者简介:吴加敏(1965 -),男,中国地质大学博士研究生,教授级高级工程师,主要从事遥感和地理信息系统在国土资源、水文环境地质、农业方面的调查和应用研究。

(责任编辑:刁淑娟)

下 期 要 目

王润生	成像光谱矿物识别方法与识别模型
王治华	滑坡遥感调查、监测与评估
毛克彪	AMSR-E 微波极化指数与 MODIS 植被指数关系研究
赵灵军	卫星数据高性能精校正处理研究
王圆圆	利用偏最小二乘回归反演冬小麦条锈病严重度
王瑞雪	利用现代‘3S’技术阐释丽江古城选址的科学性



彩片5 实验区域的DOQQ



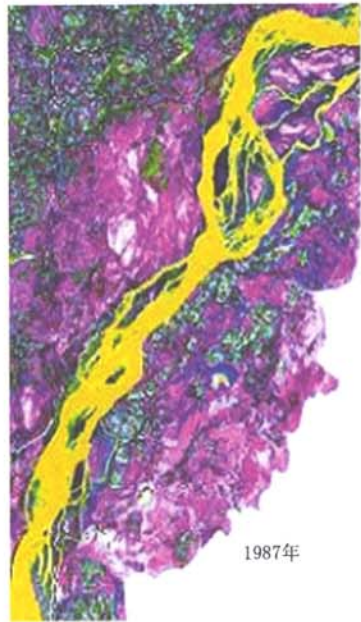
彩片6 实验区域单幅影像



彩片7 单幅实验校正影像



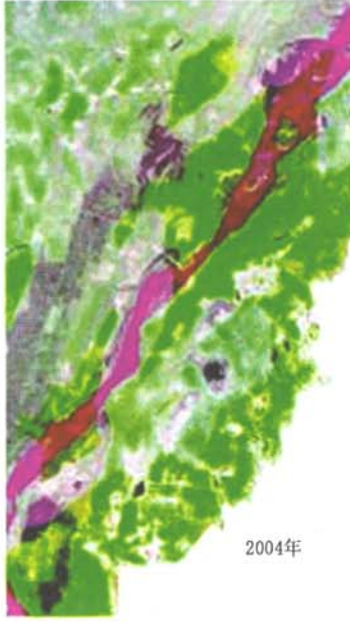
彩片8 五幅校正影像拼接图



1987年



1997年



2004年

彩片9 彩色增强后的黄河银川平原段遥感影像
(彩片9见吴加敏一文)