

DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdqk.2022.0096

徐丹, 屈博, 方园皓. 黄河下游宽滩区土地利用格局时空演变及影响因素[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2022, 20(5): 966-975. XU D, QU B, FANG Y H. Spatial-temporal changes and influence factors of land use in the widefloodplain of the Lower Yellow River[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2022, 20(5): 966-975. (in Chinese)

黄河下游宽滩区土地利用格局时空演变及影响因素

徐丹¹, 屈博^{2,3}, 方园皓⁴

(1. 河南省城乡规划设计研究总院有限公司, 郑州 450044; 2. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 郑州 450003;
3. 水利部黄河下游河道与河口治理重点实验室, 郑州 450003; 4. 河海大学, 南京 210098)

摘要:以兼具防洪安全和百姓安居双重功能的黄河下游宽滩区为研究对象, 利用变化动态度、转移矩阵、迁移轨迹图、Logistic 回归模型等方法, 分析 1980—2020 年黄河下游宽滩区土地利用时空演变特征及迁移轨迹, 探讨影响土地利用变化的主要因素。结果表明: 耕地、水域和建设用地是黄河下游宽滩区的主要土地利用类型, 其中建设用地聚集于连续的、成片的大滩区; 1980—2020 年耕地面积呈持续增大趋势, 水域呈持续减小趋势, 建设用地基本维持稳定; 1990—2000 年是变化最剧烈的时期, 主要是耕地面积的大幅增加以及水域面积的大幅减小; 2000 年以前主要是水域转化为耕地, 2000 年以后耕地(128.71 km²)与建设用地(129.61 km²)的相互转化占据主导; 有别于其他区域(流域), 影响黄河下游宽滩区土地利用变化的主要因素是河道工程、滩区规模以及政策法规等。未来需基于滩区自然禀赋和河道整治情况, 探索土地分类管理和用途管制制度, 推动黄河下游宽滩区土地合理利用与可持续发展。

关键词:黄河下游宽滩区; 土地利用; 时空演变; 迁移轨迹; 影响因素

中图分类号: TV214; P942 文献标志码: A 开放科学(资源服务)标识码(OSID):



土地是人类赖以生存和发展的最基本的自然资源, 土地利用是人类活动作用于自然环境的重要表现形式^[1]。土地利用变化不仅会带来地表景观结构的改变, 还会扰动物质循环、能量流动、信息传递等过程, 影响着气候^[2]、水文^[3]、土壤^[4]、地貌^[5]、生物^[6]等自然地理环境要素及其演化过程, 进而对区域乃至全球生态环境、经济社会产生深刻影响^[7]。改革开放以来, 随着经济社会的快速发展, 我国城镇化进程迅猛推进, 人类活动对土地利用的影响愈加剧烈, 迫使土地利用格局发生了巨大变化^[8-9]。分析近几十年土地利用的演变特征、探明土地利用变化的复杂驱动力可以帮助决策者认识人类和自然双重作用下土地利用变化趋势, 并尽可能地规避不合理的土地利用方式及其引发的负面影响^[10], 对于推动区域土地合理利用与可持续发展具有重要意义。

黄河流域是自然环境与人类活动交互作用最为强烈的区域之一, 在过去几十年中流域土地利用格局发生了显著改变, 引起了国内外学者的广泛关注^[11]。在整个流域层面: 宋永永等^[12]利用转移矩阵、标准差椭圆和地理探测器, 分析 1980—2018 年黄河流域国土空间格局的演化过程, 得出了近 40 年生产空间持续减小、生活空间不断扩大的结论, 并指出城镇化、工业化等是造成这种情况的主要因素; 廖慧等^[13]采用动态度、转移矩阵和主成分分析法, 研究 1980—2015 年黄河流域土地利用变化、特征及驱动因子, 发现流域城乡用地面积增大最为明显, 主要集中在中部和东部, 驱动力有气候变化、人口增加和经济发展等。在局部区域层面: 陈琼等^[14]系统总结近 40 年黄河源区土地利用变化的相关研究, 得出源区土地利用格局相对稳定的结论; 孙梦华等^[15]利

收稿日期: 2022-05-03 修回日期: 2022-07-28 网络出版时间: 2022-09-28

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1430.TV.20220926.1856.004.html>

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFC3200404); 河南省青年人才托举工程项目(2022HYTP023); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项项目(HKF202114; HKY-JBYW-2020-10)

作者简介: 徐丹(1989—), 女, 河南许昌人, 工程师, 主要从事国土空间规划研究。E-mail: 351387727@qq.com

通信作者: 屈博(1990—), 男, 河南许昌人, 高级工程师, 博士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: qubo_edu_hohai@163.com

用空间分析和地理探测器等方法,分析1995—2020年黄河中游陕甘宁地区土地利用及生态系统服务价值时空变化规律,发现耕地和未利用土地呈减少趋势、林地和建设用地呈增加趋势;曲衍波等^[16]利用弦图和地学信息图谱刻画了2000—2020年黄河三角洲地区国土空间的演变特征,并利用地理探测器解析了国土空间变化的驱动力;肖东洋等^[17]以黄河流域(河南段)为研究对象,利用动态度、弦图和重心迁移模型,探明1990—2018年河南省涉河8市26县(市、区)土地利用变化的流量、流向、多样性程度;耿艺伟等^[18]利用景观格局指数和Logistic回归模型,揭示黄河中下游地区(河南省)耕地的轨迹演变及动力机制,发现沿黄地区与非沿黄地区耕地变化的驱动因素具有差异性,前者主要依赖黄河水,后者则依赖经济发展。以上分析可以看出:目前关于黄河流域土地利用变化及影响因素的研究成果已较为深入,方法也较为成熟,但现有局部区域层面的研究多是以(省市县)行政区边界为研究单元,对于部分形状狭长、覆盖行政区面积较小的区段,如黄河下游宽滩区,很容易因信息不对称而使得研究结果出现较大偏差;另一方面,黄河下游宽滩区位于河道范围内,既是防御大洪水时行洪、滞洪和沉沙的区域,又是百余万群众生产生活的场所^[19],相对于其他区域(流域)具有明显的特殊性,但尚缺乏对该区域土地利用变化及其影响因素的针对性研究^[20]。

基于此,本文以黄河下游宽滩区为研究对象,基于1980、1990、2000、2010和2020年土地利用遥感

数据,利用变化动态度、转移转化矩阵、迁移轨迹图、Logistic回归模型等方法,探讨40年来黄河下游宽滩区土地利用时空演变特征及其主要影响要素,以期黄河下游宽滩区土地合理利用与可持续发展提供科学依据。

1 研究区概况

1.1 研究范围

黄河下游河道由主槽和滩地共同组成,具有上宽下窄的特征。其中,陶城铺以上河段两岸大堤的距离普遍在5 km以上,称为宽河段。宽河段河道内分布有广阔的滩地,是黄河下游滩区的主要组成部分,约占总面积的80%。

滩区是河道扣除主槽后的区域,多由河道整治工程、生产堤等分割形成。考虑到滩槽分界线与土地利用栅格数据(100 m×100 m)存在匹配性问题,在进行栅格数据裁剪处理时会导致滩区边界处(近河处)出现一定程度误差,如边缘处全部为水域的情况,从而影响分析结果。因此,利用土地利用数据进行滩区范围划分,具体为:将河道内河渠(河流平水期水位以下的土地)和滩地(河流平水期水位与洪水期水位之间的土地)两个二级土地利用类型进行合并,绘制出河道洪水期水位线,即主槽范围线,并结合河道整治工程、生产堤等进行适当修正,实现对黄河下游宽滩区范围的划定。此外,采用不同年份的土地利用数据得到的滩区范围也不同,为保证研究范围的一致性,统一采用2020年土地利用数据进行范围划定,结果见图1。

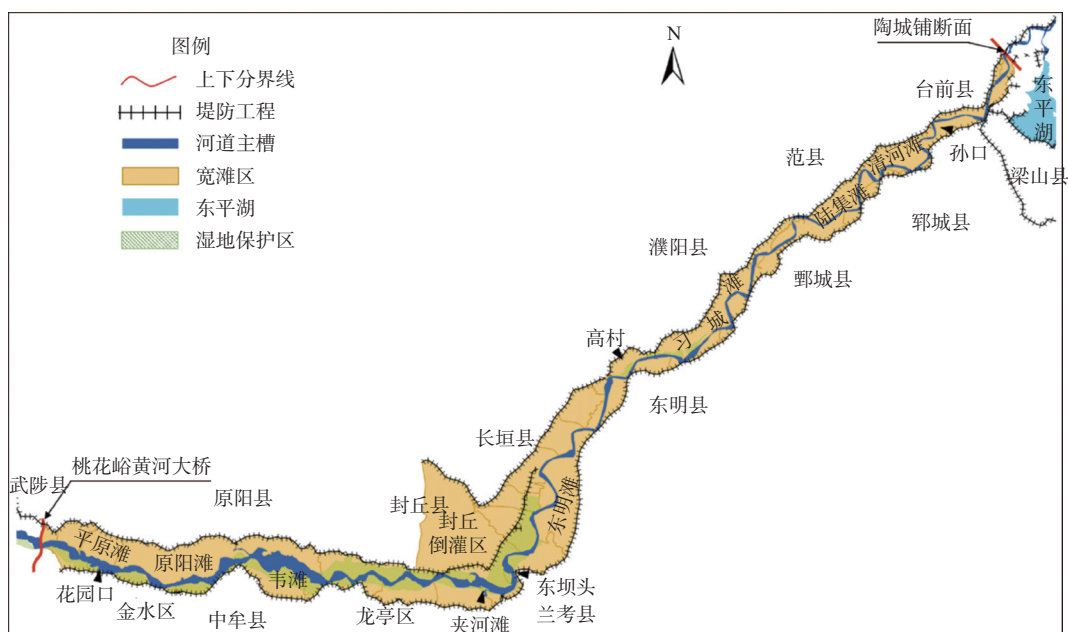


图1 黄河下游宽滩区范围

Fig. 1 Scope of the wide floodplain of the Lower Yellow river

1.2 区域概况

黄河下游宽滩区涉及河南、山东两省 10 个地级市、23 个县(市、区),人口约 140 万人,面积约 2 755 km²,分布有 55 个大小不一的自然滩。宽滩区地势平坦、水源充沛、光温自然条件较好,适宜耕种,以种植小麦、玉米、花生等作物为主^[21],畜牧业、林业、养殖业等也得到了一定程度的发展。此外,滩区生态文化旅游资源丰富,分布有豫北黄河故道湿地鸟类国家级自然保护区等 4 个国家级和省级湿地自然保护区。

长期以来,宽滩区因其特殊地理位置和用地管理要求,产业发展严重受限,经济发展缓慢,与滩外周边区域发展差距呈不断扩大之势。2017 年,河南、山东两省全面启动了黄河滩区居民脱贫迁建工作,其中:河南省采取向外迁安置的模式,涉及郑州市、开封市、新乡市和濮阳市约 30 万人;山东省(东明县、鄄城县)主要采取就地就近筑村台安置的模式,涉及 3.87 万人。

2 数据与方法

2.1 数据来源

研究数据主要包括土地利用数据、基础地理信息数据、气象数据、社会经济数据和土壤数据。其中,土地利用数据主要来源于国家科技基础条件平台-国家地球系统科学数据中心-黄河下游科学数据中心(<http://henu.geodata.cn>),时间为 1980、1990、2000、2010 和 2020 年等 5 期,空间分辨率为 100 m×100 m,包括耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 6 个一级类型和 21 个二级类型(其中,水域包括河渠、湖泊、水库坑塘和滩地,建设用地分为城镇用地、农村居民点和其他建设用地)。

基础地理信息数据、气象数据和社会经济数据主要来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(<https://www.resdc.cn>)。基础地理信息数据主要为中国县级行政边界和道路空间分布数据;气象数据包括 1980—2020 年的年平均气温和年平均降水量空间插值数据;社会经济数据包括 1990—2020 年的 GDP 和人口空间分布数据;土壤数据来源于国家青藏高原科学数据中心(<http://data.tpdac.ac.cn>)^[22],主要为土壤有机质含量数据(反映了土壤肥力的高低)。气象、社会经济和土壤数据的空间分辨率均为 1 km×1 km,为保持与土地利用数据一致,在进行影响因素分析时将其重采样为相同的 100 m×100 m 数据。

2.2 研究方法

土地利用动态度反映了宽滩区某一时期土地利用面积的变化率^[23],可表示为

$$K = \frac{U_{i+} - U_{i-}}{U_{i-} T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 为土地利用动态度,%; U_{i-} 和 U_{i+} 分别为第 i 类土地利用类型在期初和期末的面积,km²; T 为研究期长度,a。

土地利用转移矩阵反映了宽滩区某一时期不同土地利用类型间的转化关系^[24],可表示为

$$U = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} & \cdots & U_{1n} \\ U_{21} & U_{22} & U_{23} & \cdots & U_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ U_{n1} & U_{n2} & U_{n3} & \cdots & U_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

式中: U_{ij} 为研究时段内第 i 类土地利用类型转化为第 j 类的面积,km²; n 为土地利用类型总数,本文采用一级土地利用类型,取值为 6。

土地利用迁移轨迹图(弦图)是土地利用转移矩阵的一种可视化表达方式,能够更加直观地展示不同土地利用变化的结构、流向和流量^[17,25]。该图主要由弧和弦组成,其中:弧代表不同的土地利用类型,其长度与面积大小有关;弦代表不同土地利用类型的转化情况,其宽度与转化大小有关。本文利用 R 语言中的 Circlize 程序包进行图形绘制。

Logistic 回归模型通过计算出现某一土地利用类型的概率,诊断各因子对土地利用空间分布的影响程度^[26]。对于宽滩区任一个计算单元(栅格),可表示为

$$\log[p/(1-p)] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \cdots + \beta_k x_k \cdots + \beta_n x_n \quad (3)$$

式中: p 为出现某一土地利用类型的概率; β_0 为常数项, x_k 和 β_k 分别为第 k 个影响因子和相应的回归系数; n 为影响因子数。前期研究表明,影响土地利用变化的因素主要包括地形地貌、气候状况、土壤性质、人口分布、经济水平等方面^[27]。本文借鉴相关研究成果,采用气温、降水、土壤有机质含量、人口密度、GDP、距县城距离、距道路距离和距河流(主槽)距离等因子建立 Logistic 回归模型,探讨影响宽滩区土地利用变化的主要因素(宽滩区地势平坦,故不考虑地形地貌因子)。其中,距县城距离、距道路距离和距河流距离等 3 个因子通过计算每个计算单元到县级居民聚集点、县级以上道路、主槽边线的

欧氏距离得到。

模型检验通常采用接受者操作特征曲线检验, AUC 值大于 0.7 时可认为选取的影响因子具备较好的解释能力^[28]。

3 结果与分析

3.1 黄河下游宽滩区土地利用结构

计算黄河下游宽滩区 1980—2020 年各类型土

地利用面积,结果见图 2。可以看出:耕地始终是黄河下游宽滩区最主要的土地利用类型,占总面积的 63.98%~81.94%;其次是水域和建设用地,但水域面积波动较为剧烈,最高的 1980 年占总面积的 19.10%,最低的 2020 年仅占 3.23%;相对而言,建设用地(90% 以上是农村居民点)面积基本维持稳定,占总面积的 12.43%~13.40%;林地和草地最少,二者均不超过总面积的 2%。

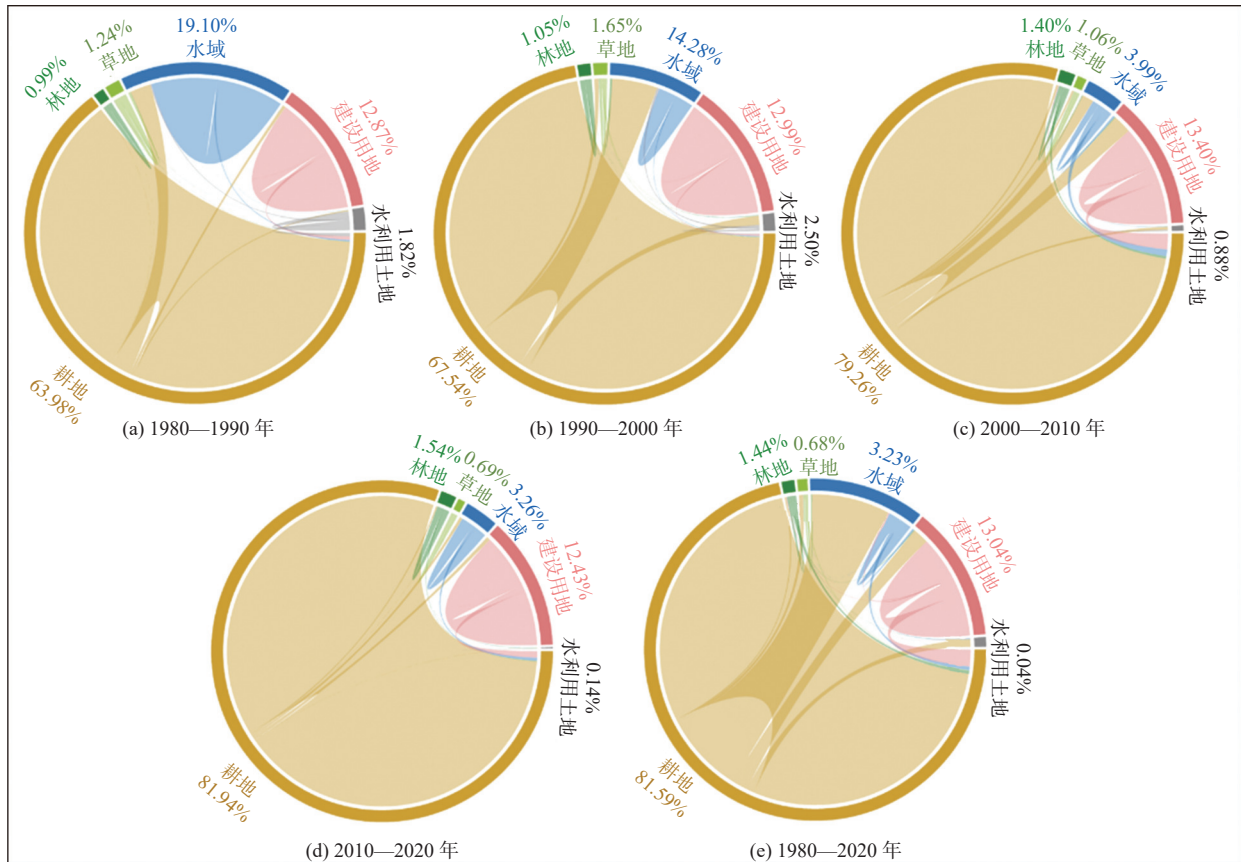


图 2 1980—2020 年黄河下游宽滩区土地利用结构及迁移轨迹

Fig. 2 Structure and transfer trajectory of land use in the wide floodplain of the lower Yellow River from 1980 to 2020

(不同颜色的弧代表不同土地利用类型在期初的占比,其中 e 图数字为 2020 年各类型土地利用占比;当弦与弧的颜色相同时表示转入该土地利用类型,否则为转出)

在空间分布上:耕地遍布于整个黄河下游宽滩区;水域主要为黄河干支流河渠滩地;建设用地主要聚集于连续的、成片的大滩区,且受洪水淹没影响,大都离主槽有一定的距离;林地和草地主要分布于几个固定的林场和草场。

3.2 宽滩区土地利用时空变化

3.2.1 面积变化

计算黄河下游宽滩区土地利用变化动态度,结果见表 1。可以看出:整个研究期(1980—2020 年)耕地和林地的变化率为正值,表明二者整体呈增大趋势;建设用地趋近于 0,面积基本维持稳定;其余 3 种土地利用类型呈减小趋势。

对于不同时期来说,各土地利用类型的变化率存在明显差异。水域的变化率在各个时期均为负值,表明处于持续萎缩的态势;相反,耕地几乎都为正值(2010—2020 年变化率虽为负值,但接近于 0),处于持续扩张的态势。二者均在 1990—2000 年达到最大值,分别为 1.74% 和 -7.21%,并在 2010—2020 年达到最小值,分别为 -0.04% 和 -0.09%。这是因为 1990 年后黄河下游河道整治工程建设得到了国家的高度重视与大力支持,建设速度明显加快,使得河道主槽游荡范围大幅度缩小(主槽平均宽度由 1990 年的 1.69 km 锐减为 2000 年的 0.84 km),大量土地得到解放,被滩区居民开发耕种。2000 年后随

着小浪底水库的投入运用,进入下游河道的水沙条件得到进一步改善,河道河势进一步得到控制,主槽平均宽度基本维持稳定(0.84~0.90 km),不再为滩区生产发展提供更多的空间;建设用地的变化率有正有负,表明扩张与萎缩两种情况并存,但变化

率都不大。需要特别说明的是,宽滩区边界的划分虽会对水域面积变化造成一定影响,但并不起决定作用。针对这个问题,本文统计分析了整个黄河下游宽河段(未扣除主河槽)的土地利用变化情况,得到了与以上基本一致的结论。

表 1 1980—2020 年黄河下游宽滩区土地利用变化动态度
Tab. 1 Dynamic degree of land use change in the wide floodplain of the Lower Yellow River from 1980 to 2020 %

时期	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用土地
1980—1990年	0.56	0.60	3.27	-2.53	0.09	3.73
1990—2000年	1.74	3.33	-3.54	-7.21	0.32	-6.47
2000—2010年	0.34	1.03	-3.50	-1.84	-0.73	-8.42
2010—2020年	-0.04	-0.67	-0.25	-0.09	0.49	-7.34
1980—2020年	0.69	1.13	-1.14	-2.08	0.03	-2.45

3.2.2 迁移轨迹

计算黄河下游宽滩区土地利用转移矩阵,并绘制土地利用迁移轨迹图。如图 2 所示:整个研究期(1980—2020 年)水域向耕地的转化最为剧烈,共有 454.04 km²,占 1980 年水域面积的 86.27%;其次为耕地与建设用地的相互转化,有 97.37 km²耕地转化为建设用地,同时有 93.84 km²建设用地转为耕地;林地、草地和未利用土地的转化面积较小。需要注意的是,整个研究期耕地转出的面积并不大(相对于自身基数),不足 1980 年耕地面积的 8%,这是由于绝大多数耕地被划定为国家基本农田,不允许进行占用与转化。

分析不同时期各土地利用类型的转化情况发现,2000 年以前主要是水域转化为耕地,有 385.43 km²,占 1980 年水域面积的 73.65%。2000 年以后,耕地与建设用地的相互转化开始占据主导,有 128.71 km²(5.89%)耕地转化为建设用地,129.61 km²(35.10%)建设用地转化为耕地。这主要是由于近年来滩区开展了安全建设工作,修建了公共台、村台、撤离道路等一系列设施,同时原有的部分土地进行了复耕。

对不同时期 3 种主要土地利用转化方式进行累加,得到 1980—2020 年水域转耕地、耕地转建设用地、建设用地转耕地的面积累计值,分别为 470.06、159.97 和 148.02 km²。可以看出,累计值明显大于直接计算 1980 年和 2020 年得出的转化面积,这说明不同土地利用类型之间存在着多阶段、多目标的复杂转化关系。

3.2.3 空间变化

计算黄河下游宽滩区土地利用变化的空间分布,结果见图 3。可以看出,整个研究期(1980—2020 年)水域转耕地主要发生在临近主河槽处,且高村以上河段(西南部)多于以下河段(东北部)。这是因为高村以上河段属于典型的游荡性河道,主流摆动范围较广,进行河道整治后解放出来的土地也更多;耕地和建设用地的转化遍布于湿地自然保护区以外的区域。

对于不同时期,2010—2020 年山东省东明县滩区出现了大量耕地转建设用地的红色图斑,并呈规则的长方体块状。这是因为在近几年黄河下游滩区居民迁建中,东明县主要采用了就地就近筑村台的安置模式,新建了很多防洪大村台。需要注意的是,2000—2010 年原阳县滩区邻近主河槽处大量耕地转建设用地,但在 2010—2020 年这些部分又重新转化为耕地。这种耕地与建设用地之间反复转化的现象,在一定程度上解释了耕地和建设用地转化累计值偏大的原因。查阅遥感影像及相关资料发现,出现这种现象可能与河道整治工程及道路等配套设施的修建与拆除复耕有关^[29]。

3.3 宽滩区土地利用变化影响因素分析

根据以上土地利用时空演变分析结果,黄河下游宽滩区耕地、水域面积的变化可能与河道工程有关,建设用地则与滩区规模、政策法规等有关。这与其他区域(流域)主要受地形、气候、土壤、人口、经济等因素影响的结论明显不同,在一定程度上体现了黄河下游宽滩区的特殊性。为更好地证明这个推论,本文首先利用 Logistic 回归模型,分析气温、

降水、土壤有机质含量、人口密度、GDP、距县城距离、距道路距离和距河流距离 8 个常用的因子对黄河下游宽滩区土地利用变化的影响,并进行 ROC 曲线诊断,结果见表 2。可以看出, Logistic 回归模

型拟合效果不佳,几乎所有年份、所有土地类型的 AUC 值都低于 0.7(除 1990 年水域),说明所选的 8 个因子不是黄河下游宽滩区耕地、水域和建设用地的主要影响因素。

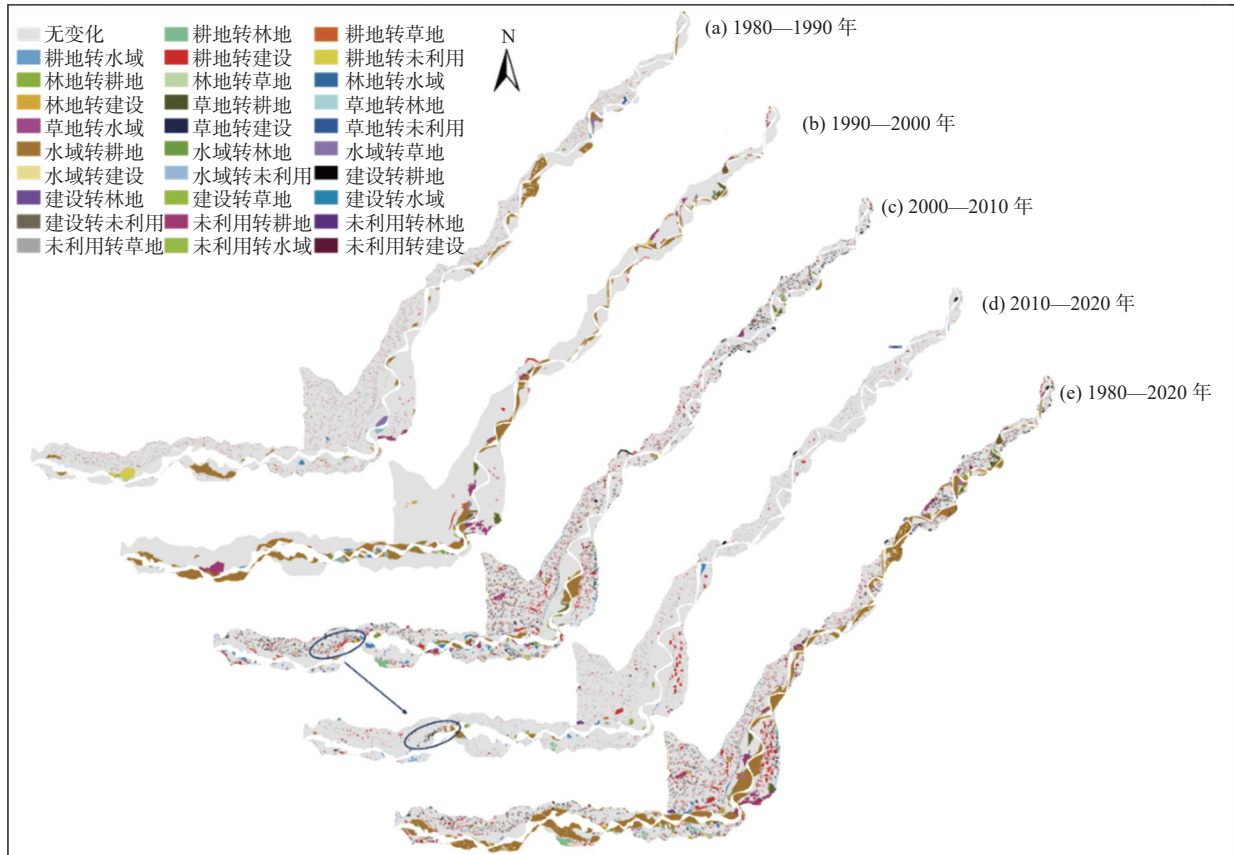


图 3 1980—2020 年黄河下游宽滩区土地利用变化空间分布

Fig. 3 Spatial change of land use in the wide floodplain of the Lower Yellow River from 1980 to 2020

进一步分析黄河下游宽滩区土地利用变化与河道工程、滩区规模、政策法规等因素的关系:

河道工程。统计 1980—2020 年黄河下游河道整治工程密度与宽滩区水域面积的关系发现,二者具有明显的负相关关系,相关系数为 -0.89 ,说明河道整治工程的不断修建是造成黄河下游宽滩区水域面积减小的主要因素。这是因为河道整治工程的修建有效稳定了主槽流路,缩小了河道游荡范围(主槽平均宽度由 1980 年的 1.92 km 减小至 2000 年以后的 0.84 ~ 0.90 km),使主槽的部分土地(水域)得以解放,为滩区生产发展提供了更多空间。

滩区规模。以 2020 年土地利用数据为基础,统计黄河下游宽滩区 55 个自然滩面积及其内部建设用地(主要是农村居民点)面积发现,二者具有较好的正相关关系,相关系数为 0.98,说明滩区规模是影响农村居民点空间分布的重要因素。这是因为较大规模的滩区可为百姓提供更为充沛的生存空间

和生产资料,不断吸引人口集聚,逐渐形成一个相对宜居的生活圈。

政策法规。黄河下游宽滩区治理与发展涉及多行业、多部门、多问题^[30]。首先,宽滩区属于黄河下游河道范围,其土地利用必须考虑防洪安全、行洪保障等要求,如《河南省黄河河道管理办法》规定:黄河河道内的滩地不得规划为城市建设用地、商业房地产开发用地……。这些条例限制了黄河下游宽滩区经济社会的发展,也是几十年来建设用地面积变化较小的主要因素;其次,宽滩区内分布有 4 个湿地自然保护区,受自然保护区相关政策的限制。如图 3 所示,保护区内土地利用类型和面积的变化均较小,仅有少量耕地转水域;此外,宽滩区 80% 以上耕地被划定为永久基本农田(1998 年),受到农田保护“五不准”的严格限制。分析 2000—2020 年宽滩区耕地转移轨迹发现,仅有 7.55% 的耕地(164.94 km²)转化为其他类型土地,其余全部维持不变。

表 2 1990—2020 年各土地利用类型 Logistic 回归分析结果
Tab. 2 Logistic regression analysis for different land use types from 1990 to 2020

年份	土地利用类型	Logistic回归方程中的变量	AUC值
1990	耕地	气温、降水、土壤有机质含量	0.64
	水域	气温、降水、土壤有机质含量	0.85
	建设用地	气温、降水	0.66
2000	耕地	气温、土壤有机质含量	0.54
	水域	气温、土壤有机质含量	0.69
	建设用地	气温、土壤有机质含量、GDP	0.63
2010	耕地	降水、土壤有机质含量	0.57
	水域	气温、降水、土壤有机质含量	0.67
	建设用地	气温、降水	0.61
2020	耕地	降水、人口密度	0.60
	水域	气温、降水、土壤有机质含量	0.66
	建设用地	降水、土壤有机质含量、人口密度	0.62

注: 由于缺少1980年人口密度和GDP数据, 本文仅分析了1990—2020年Logistic回归结果。

4 结论

研究黄河下游宽滩区土地利用结构及其时空演变过程, 对科学推进宽滩区土地利用与可持续发展具有重要意义。本文分析了 1980—2020 年黄河下游宽滩区土地利用时空演变特征与影响因素, 取得如下主要结论:

耕地是黄河下游宽滩区最主要的土地利用类型, 占总面积的 60% 以上, 其次是水域和建设用地。从时空变化来看, 1980—2020 年耕地面积整体呈增大的趋势, 水域呈减小趋势, 建设用地则基本保持稳定。1990—2000 年是黄河下游宽滩区土地利用变化最为剧烈的时期, 主要表现为耕地面积的大幅增加以及水域面积的大幅减小。

不同土地利用类型之间存在着多阶段、多目标的复杂转化关系。2000 年以前主要是水域转化为耕地, 面积为 385.43 km², 占 1980 年水域总面积的 73.65%; 2000 年以后, 耕地与建设用地的相互转化占据主导。

有别于其他区域(流域), 黄河下游宽滩区较为复杂特殊, 影响其土地利用变化的主要因素是河道工程、滩区规模和管理政策。其中: 河道整治工程的修建可以有效减小河道游荡范围, 是水域面积大幅度减小的主要原因; 较大规模的滩区更有利于吸引人口聚集, 是农村居民点空间分布的重要影响因素; 河道管理、基本农田、湿地保护等政策法规限制了宽滩区建设用地面积的扩大和耕地面积的减小, 造成土地利用结构逐渐趋于单一化(耕地)。未来需

基于滩区自然禀赋和河道整治状况, 统筹防洪安全、粮食安全、生态保护等多方面用地需求, 探索土地分类管理和用途管制制度, 建立新型的滩区土地利用保障机制。

参考文献(References):

- [1] 刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 等. 2010—2015年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J]. *地理学报*, 2018, 73(5): 789-802. (LIU J Y, NING J, KUANG W H, et al. Spatio-temporal pattern and characteristics of land-use change in China during 2010-2015[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 73(5): 789-802. (in Chinese)) DOI: 10.11821/dlxb201805001.
- [2] VOSE R S, KARL T R, EASTERLING D R, et al. Impact of land-use change on climate[J]. *Nature*, 2004, 427(6971): 213-214. DOI: 10.1038/427213b.
- [3] MAO D, CHERKAUER K A. Impacts of land-use change on hydrologic responses in the Great Lakes region[J]. *Journal of Hydrology*, 2009, 374(1-2): 71-82. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.06.016.
- [4] 董智今, 展秀丽, 丁小花. 毛乌素沙地西南缘不同土地利用类型土壤颗粒分形特征[J]. *水土保持研究*, 2022, 29(3): 43-48,56. (DONG Z J, ZHAN X L, DING X H. Fractal features of soil particles under different land uses in the southwestern edge of the Mu Us sandy land[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2022, 29(3): 43-48,56. (in Chinese)) DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2022.03.025.
- [5] 尹林江, 周忠发, 朱昌丽, 等. 喀斯特石漠化及土地利用变化的地貌分异特征: 以贵州省关岭贞丰花江石漠化综合示范区为例[J]. *水土保持通报*, 2020,

- 40(2): 37-46. (YIN L J, ZHOU Z F, ZHU C L, et al. Geomorphological differentiation characteristics of land use change in karst rocky desertification area[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2020, 40(2): 37-46. (in Chinese)) DOI: [10.13961/j.cnki.stbctb.2020.02.006](https://doi.org/10.13961/j.cnki.stbctb.2020.02.006).
- [6] POWERS R P, JETZ W. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios[J]. *Nature Climate Change*, 2019, 9(4): 323-329. DOI: [10.1038/s41558-019-0406-z](https://doi.org/10.1038/s41558-019-0406-z).
- [7] MOONEY H A, DURAIAPPAH A, LARIGAUDERIE A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110(Supplement 1): 3665-3672. DOI: [10.1073/pnas.1107484110](https://doi.org/10.1073/pnas.1107484110).
- [8] 田义超, 黄远林, 白晓永, 等. 基于二元逻辑斯蒂模型的桐梓河流域土地利用变化及模拟[J]. *科学技术与工程*, 2019, 19(6): 50-62. (TIAN Y C, HUANG Y L, BAI X Y, et al. Land use change and its simulation in Tongzi River basin based on binary logistic model[J]. *Science Technology and Engineering*, 2019, 19(6): 50-62. (in Chinese)) DOI: [10.3969/j.issn.1671-1815.2019.06.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-1815.2019.06.009).
- [9] 乔治, 蒋玉颖, 贺瞳, 等. 土地利用变化模拟研究进展[J]. *生态学报*, 2022, 42(13): 5165-5176. (QIAO Z, JIANG Y Y, HE T, et al. Land use change simulation: progress, challenges and prospects[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(13): 5165-5176. (in Chinese)) DOI: [10.5846/stxb202106201639](https://doi.org/10.5846/stxb202106201639).
- [10] RENDANA M, RAHIM S A, WAN M, et al. CA-Markov for predicting land use changes in tropical catchment area: A case study in Cameron Highland, Malaysia[J]. *Journal of Applied Sciences*, 2015, 15(4): 689-695. DOI: [10.3923/jas.2015.689.695](https://doi.org/10.3923/jas.2015.689.695).
- [11] 张冉, 王义民, 畅建霞, 等. 基于水资源分区的黄河流域土地利用变化对人类活动的响应[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(2): 274-287. (ZHANG R, WANG Y M, CHANG J X, et al. Response of land use change to human activities in the Yellow River basin based on water resources division[J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(2): 274-287. (in Chinese)) DOI: [10.31497/zrzyxb.20190205](https://doi.org/10.31497/zrzyxb.20190205).
- [12] 宋永永, 薛东前, 夏四友, 等. 近40 a黄河流域国土空间格局变化特征与形成机理[J]. *地理研究*, 2021, 40(5): 1445-1463. (SONG Y Y, XUE D Q, XIA S Y, et al. Change characteristics and formation mechanism of the territorial spatial pattern in the Yellow River basin from 1980 to 2018, China[J]. *Geographical Research*, 2021, 40(5): 1445-1463. (in Chinese)) DOI: [10.11821/dlyj020191065](https://doi.org/10.11821/dlyj020191065).
- [13] 廖慧, 舒章康, 金君良, 等. 1980—2015年黄河流域土地利用变化特征与驱动力[J]. *南水北调与水利科技*, 2021, 19(1): 129-139. (LIAO H, SHU Z K, JIN J L, et al. Characteristic and driving forces of land use change in the Yellow River basin from 1980 to 2015[J]. *South-to-North Water Transfer and Water Science & Technology*, 2021, 19(1): 129-139. (in Chinese)) DOI: [10.13476/j.cnki.nsbdkq.2021.0013](https://doi.org/10.13476/j.cnki.nsbdkq.2021.0013).
- [14] 陈琼, 张懿铨, 刘峰贵, 等. 黄河流域河源区土地利用变化及其影响研究综述[J]. *资源科学*, 2020, 42(3): 446-459. (CHEN Q, ZHANG Y L, LIU G F, et al. A review of land use change and its influence in the source region of Yellow River[J]. *Resources Science*, 2020, 42(3): 446-459. (in Chinese)) DOI: [10.18402/resci.2020.03.04](https://doi.org/10.18402/resci.2020.03.04).
- [15] 孙梦华, 牛文浩, 张蚌蚌, 等. 黄河流域土地利用变化下生态系统服务价值时空演变及其响应: 以陕甘宁地区为例[J]. *应用生态学报*, 2021, 32(11): 3913-3922. (SUN M H, NIU W H, ZHANG B B, et al. Spatial-temporal evolution and responses of ecosystem service value under land use change in the Yellow River basin: A case study of Shaanxi-Gansu-Ningxia region, northwest China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2021, 32(11): 3913-3922. (in Chinese)) DOI: [10.13287/j.1001-9332.202111.016](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202111.016).
- [16] 曲衍波, 王世磊, 朱伟亚, 等. 黄河三角洲国土空间演变的时空分异特征与驱动力分析[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(6): 252-263, 309. (QU Y B, WANG S L, ZHU Y W, et al. Spatial-temporal differentiation characteristics and driving force of territorial space evolution in the Yellow River Delta[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2021, 37(6): 252-263, 309. (in Chinese)) DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2021.06.031](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2021.06.031).
- [17] 肖东洋, 牛海鹏, 闫弘轩, 等. 1990—2018年黄河流域(河南段)土地利用格局时空演变[J]. *农业工程学报*, 2020, 36(15): 271-281, 326. (XIAO D Y, NIU H P, YAN H X, et al. Spatiotemporal evolution of land use pattern in the Yellow River basin (Henan section) from 1990 to 2018[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2020, 36(15): 271-281, 326. (in Chinese)) DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2020.15.033](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2020.15.033).
- [18] 耿艺伟, 陈伟强, 张锋, 等. 黄河中下游地区耕地轨迹演变及驱动机制研究: 以河南省为例[J]. *农业资源与环境学报*, 2021, 38(2): 249-258. (GENG Y W, CHEN W Q, ZHANG F, et al. Evolution and driving

- mechanisms of cultivated land trajectories in the middle and lower reaches of the Yellow River: A case study on the Henan Province[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2021, 38(2): 249-258. (in Chinese)) DOI: [10.13254/j.jare.2020.0216](https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0216).
- [19] 韦直林. 黄河下游宽滩区“建城移民”的初步设想[J]. *三峡大学学报(人文社会科学版)*, 2020, 42(6): 1-6, 31. (WEI Z L. Some ideas on resettlement-oriented urbanization in downstream beach area of Yellow River[J]. *Journal of China Three Gorges University (Humanities & Social Sciences)*, 2020, 42(6): 1-6, 31. (in Chinese)) DOI: [10.13393/j.cnki.1672-6219.2020.06.001](https://doi.org/10.13393/j.cnki.1672-6219.2020.06.001).
- [20] 谢羽倩, 程舒鹏, 张燕青, 等. 黄河下游滩地土地利用/覆盖现状及影响因素分析[J]. *北京大学学报:自然科学版*, 2019, 55(3): 489-500. (XIE Y Q, CHENG S P, ZHANG Y Q, et al. Land use/cover and influence factors in the lower Yellow River[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2019, 55(3): 489-500. (in Chinese)) DOI: [10.13209/j.0479-8023.2019.013](https://doi.org/10.13209/j.0479-8023.2019.013).
- [21] 潘元庆, 王争艳, 刘晓丽, 等. 河南省黄河滩区耕地后备资源评价研究[J]. *中国土地科学*, 2009, 23(6): 61-65, 76. (PAN Y Q, WANG Z Y, LIU X L, et al. Assess the feasibility for cultivation of marginal land along the beach of the Yellow River in Henan province[J]. *China Land Science*, 2009, 23(6): 61-65, 76. (in Chinese)) DOI: [10.13708/j.cnki.cn11-2640.2009.06.011](https://doi.org/10.13708/j.cnki.cn11-2640.2009.06.011).
- [22] SHANG G W, DAI Y, LIU B, et al. A China data set of soil properties for land surface modeling[J]. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 2013. DOI: [10.1002/jame.20026](https://doi.org/10.1002/jame.20026).
- [23] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. *中国科学:D辑*, 2002, 32(12): 1031-1040. (LIU J Y, LIU M L, ZHUANG D F, et al. Spatial pattern of recent land use change in China[J]. *Science China(Series D)*, 2002, 32(12): 1031-1040. (in Chinese)) DOI: [10.3969/j.issn.1674-7240.2002.12.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7240.2002.12.008).
- [24] 张鹏岩, 耿文亮, 杨丹, 等. 黄河下游地区土地利用和生态系统服务价值的时空演变[J]. *农业工程学报*, 2020, 36(11): 277-288. (ZHANG P Y, GENG W L, YANG D, et al. Spatial-temporal evolution of land use and ecosystem service value in the Lower Reaches of the Yellow River region[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2020, 36(11): 277-288. (in Chinese)) DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2020.11.033](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2020.11.033).
- [25] 左妍, 周勇, 李晴, 等. 鄂西南地区土地利用格局时空变化及轨迹特征分析[J]. *水土保持学报*, 2022, 36(1): 161-169. (ZUO Y, ZHOU Y, LI Q, et al. Analysis of spatial and temporal changes and trajectory characteristics of land use pattern in the southeast Hubei[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2022, 36(1): 161-169. (in Chinese)) DOI: [10.13870/j.cnki.stbxb.2022.01.022](https://doi.org/10.13870/j.cnki.stbxb.2022.01.022).
- [26] 邓元杰, 侯孟阳, 张晓, 等. 基于Logistic回归模型的陕西秦巴山区林地变化驱动力分析[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2022, 46(1): 106-114. (DENG Y J, HOU M Y, ZHANG X, et al. Drivers of forestland change in the Qinba mountain region of Shanxi based on the Logistic regression model[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2022, 46(1): 106-114. (in Chinese)) DOI: [10.12302/j.issn.1000-2006.202009045](https://doi.org/10.12302/j.issn.1000-2006.202009045).
- [27] 罗芳, 潘安, 陈忠升, 等. 四川省宜宾市1980—2018年耕地时空格局变化及其驱动因素[J]. *水土保持通报*, 2021, 41(6): 336-344. (LUO F, PAN A, CHEN Z S, et al. Spatiotemporal pattern change of cultivated land and its driving forces in Yibin city, Sichuan province during 1980-2018[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2021, 41(6): 336-344. (in Chinese)) DOI: [10.13961/j.cnki.stbctb.20210917.001](https://doi.org/10.13961/j.cnki.stbctb.20210917.001).
- [28] 徐洪涛, 田毅, 刘时栋. 山地丘陵区土地利用格局演变模拟研究: 以山西省晋城市为例[J]. *中国农业大学学报*, 2021, 26(1): 117-130. (XU H T, TIAN Y, LIU S D. Simulation of land use pattern evolution in mountainous and hilly areas: A case study of Jincheng in China[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2021, 26(1): 117-130. (in Chinese)) DOI: [10.11841/j.issn.1007-4333.2021.01.13](https://doi.org/10.11841/j.issn.1007-4333.2021.01.13).
- [29] 屈博, 马静, 郑涵之, 等. 黄河下游典型岸线保护与利用方法研究[J]. *人民黄河*, 2021, 43(8): 48-51. (QU B, MA J, ZHENG H Z, et al. Conservation and exploitation method of typical water front in lower reaches of the Yellow River[J]. *Yellow River*, 2021, 43(8): 48-51. (in Chinese)) DOI: [10.3969/j.issn.1000-1379.2021.08.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1379.2021.08.007).
- [30] 左其亭. 黄河下游滩区治理的关键问题及协同治理体系构建[J]. *科技导报*, 2020, 38(17): 23-32. (ZUO Q T. Critical problems and construction of synergy governance system in the beach area of the lower Yellow River[J]. *Science & Technology Review*, 2020, 38(17): 23-32. (in Chinese)) DOI: [10.3981/j.issn.1000-7857.2020.17.002](https://doi.org/10.3981/j.issn.1000-7857.2020.17.002).

Spatial-temporal changes and influence factors of land use in the widefloodplain of the Lower Yellow River

XU Dan¹, QU Bo^{2,3}, FANG Yuanhao⁴

(1. Henan Urban Planning Institute & Corporation, Zhengzhou 450044, China; 2. Yellow River Institute of Hydraulic Research, YRCC, Zhengzhou 450003, China; 3. Key Laboratory of Lower Yellow River Channel and Estuary Regulation, MWR, Zhengzhou, 450003, China;

4. Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The man-land relationship of the floodplain in the Lower Yellow River is very complex, as it has a dual function of flood control and people's living. Under the current conditions, there are lots of land use contradictions between flood control, ecology, life, and development leading to slower overall economic development and poorer living conditions. A study on the structure and historical evolution of land use is helpful to accurately understand the interaction between human activity and the natural environment and is of great significance to scientifically promoting the ecological protection and high-quality development of the floodplain in the Lower Yellow River. The spatial-temporal change characteristics and trajectory of land use from 1980 to 2020 were analyzed, and main factors affecting land use change were further explored using a change dynamically, transfer matrix, transfer trajectory map, and Logistic regression model. The results showed that cultivated land was the main land use type in the wide floodplain of the Lower Yellow River accounting for more than 60% of the total area followed by water and construction land. The construction land converged on the continuous large floodplain, and most of them kept a certain distance from the main river channel. From 1980 to 2020, the cultivated land area increased continuously, the water area increased and the construction land area remained stable. From 1990 to 2000, there was a drastic change due to the significant increase in cultivated land area and the significant decrease in water area. There were multi-stage and multi-objective transformation relations among different land use types. Before 2000, the transformation from water to cultivated land was the main model, with an area of 385.43 km² (73.65% of the total water area in 1980). But after 2000, the mutual transformation of cultivated land and construction land became dominant. There are 128.71 km² of cultivated land transformed into construction land, and meanwhile 129.61 km² of construction land transformed into cultivated land. All of the commonly used factors including temperature, precipitation, soil organic matter content, population density, GDP, county distance, road distance, and river distance could not explain the land use change, which indicated the uniqueness and complexity of the wide beach area in the lower Yellow River. It was suggested that river engineering, floodplain area, and management policy were the main influencing factors of land use change. The construction of river regulation engineering was the reason for the water area decreasing, as it could effectively reduce the wandering range of the main channel (the correlation coefficient of engineering density and water area is -0.89). The large floodplain was more conducive to attracting population aggregation and was an important factor in the spatial distribution of rural residential areas (the correlation coefficient of floodplain area and rural residential area is 0.98). The policies and regulations of river management, wetland protection, and basic farmland protection constrain the expansion of construction land area and the reduction of the cultivated land area leading to the single land use structure of the wide floodplain (mainly cultivated land). In future, it is necessary to explore land classification management and land use control to promote the rational use and sustainable development of land in the wide floodplain of the lower Yellow River on basis of the natural endowment and river regulation.

Key words: wide floodplain of the Lower Yellow River; land use; spatial and temporal change; transfer trajectory; influence factor