

呼包鄂榆城市群土地利用时空演变特征分析

张悦

内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年7月3日; 录用日期: 2026年8月12日; 发布日期: 2026年8月21日

摘要

土地利用变化是调控区域内资源配置与生态环境保护的重要依据, 对促进区域可持续发展具有重要意义。为揭示呼包鄂榆城市群土地利用时空演变特征, 基于2000~2025年土地利用数据, 采用土地利用动态度、土地利用程度综合指数、土地利用转移矩阵及GIS空间分析等方法, 系统分析区域土地利用时空演变特征。研究结果表明: 1) 研究区内土地利用结构总体保持稳定, 草地始终占据主导地位, 建设用地扩张持续演进; 2) 土地利用变化具有明显的阶段性特征, 最活跃的土地类型始终是建设用地; 3) 土地利用综合指数呈现缓慢上升的趋势; 4) 土地利用转移以各地类自保持为主, 草地是土地利用转换的核心类型。研究结果可为呼包鄂榆城市群土地资源配置优化、国土空间规划及区域可持续发展提供科学依据。

关键词

呼包鄂榆城市群, 土地利用, 时空演变, 土地利用转移, 土地利用动态度

Spatiotemporal Evolution Characteristics of Land Use in the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin Urban Agglomeration

Yue Zhang

College of Geographical Science, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: July 3, 2026; accepted: August 12, 2026; published: August 21, 2026

Abstract

Land use change provides an important basis for regulating regional resource allocation and ecological environmental protection, and plays a crucial role in promoting regional sustainable development. To reveal the spatiotemporal evolution characteristics of land use in the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin Urban Agglomeration, this study employed land use data from 2000 to 2025 and systematically

analyzed the spatiotemporal characteristics of land use by applying the land use dynamic degree, comprehensive land use degree index, land use transfer matrix, and GIS-based spatial analysis methods. The results indicate that: 1) the overall land use structure remained relatively stable throughout the study period, with grassland consistently occupying the dominant position, while construction land exhibited continuous expansion; 2) land use change showed significant stage-specific characteristics, and construction land remained the most active land use type during the entire study period; 3) the comprehensive land use degree index exhibited a gradual upward trend, indicating a continuous enhancement in the intensity of land development and utilization; and 4) land use transitions were dominated by self-retention among land use types, with grassland serving as the core land type in land use conversions. The findings provide a scientific basis for optimizing land resource allocation, improving territorial spatial planning, and promoting sustainable regional development in the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin Urban Agglomeration.

Keywords

Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin Urban Agglomeration, Land Use, Spatiotemporal Evolution, Land Use Transition, Land Use Dynamic Degree

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土地利用作为人类经济社会发展的重要基础,其动态变化改变了地表覆盖格局进而深刻影响区域环境可持续性[1]。作为连接人类社会经济活动与自然生态系统的纽带,土地利用/覆盖变化(Land Use/Cover Change, LUCC)直观地反映了两者的相互作用,土地利用变化是人类活动作用于地表生态系统最直接的表现形式。随着工业化、城镇化进程的不断加快,人类对土地资源的开发利用强度持续加大,土地利用格局随之发生显著变化[2]。土地利用变化不仅影响区域生态系统结构与功能,还与资源配置、生态安全、经济发展以及社会可持续性密切相关。

近年来,土地利用变化已成为国内外学界关注的重要议题,并且国内外学界围绕土地利用变化议题已取得丰硕的研究成果[3][4]。国外相关研究起步较早,研究内容主要集中于土地利用变化驱动机制[5]、景观格局演变[6]、生态环境效应以及土地利用模拟预测[7]等方面。随着遥感技术与地理信息系统的发展,LUCC (Land Use/Cover Change)研究逐渐由定性描述转向定量分析,定性分析方法只能分析各种影响因素对土地利用变化的影响,而无法量化影响因素对土地利用变化的影响程度。而定量分析常采用回归分析、相关分析等方法具体量化影响程度,但这些传统方法均忽略因子交互作用的影响[8]。并呈现出多尺度、多维度的发展趋势。国内学者则更多关注快速城镇化背景下土地利用结构变化[9]、建设用地扩张[9]及生态效应[10]等问题,并在土地利用动态度、土地转移矩阵、景观生态指数以及空间自相关分析等方面形成了较为成熟的研究方法体系。

随着全球人口持续增长以及社会经济快速发展,人类对土地资源的开发利用强度不断加大,进而推动地表覆盖格局发生显著变化。中国正处于工业化加深与城镇化转型的关键时期,建设用地扩张与耕地保护、生态保护之间的矛盾在人口稠密的传统农区日益凸显[3]。作为工业化、城镇化的空间载体和社会发展的空间映像,土地利用随着经济社会发展阶段、水平和模式的变化而发生相应改变,并随着经济社会转型发展[11]。呼包鄂榆城市群位于中国北方农牧交错带与能源富集区的核心区域,包括呼和浩特市、包头市、鄂尔多斯市以及陕西省榆林市,是国家“呼包鄂榆城市群发展规划”重点建设区域,也是黄河流域生态保

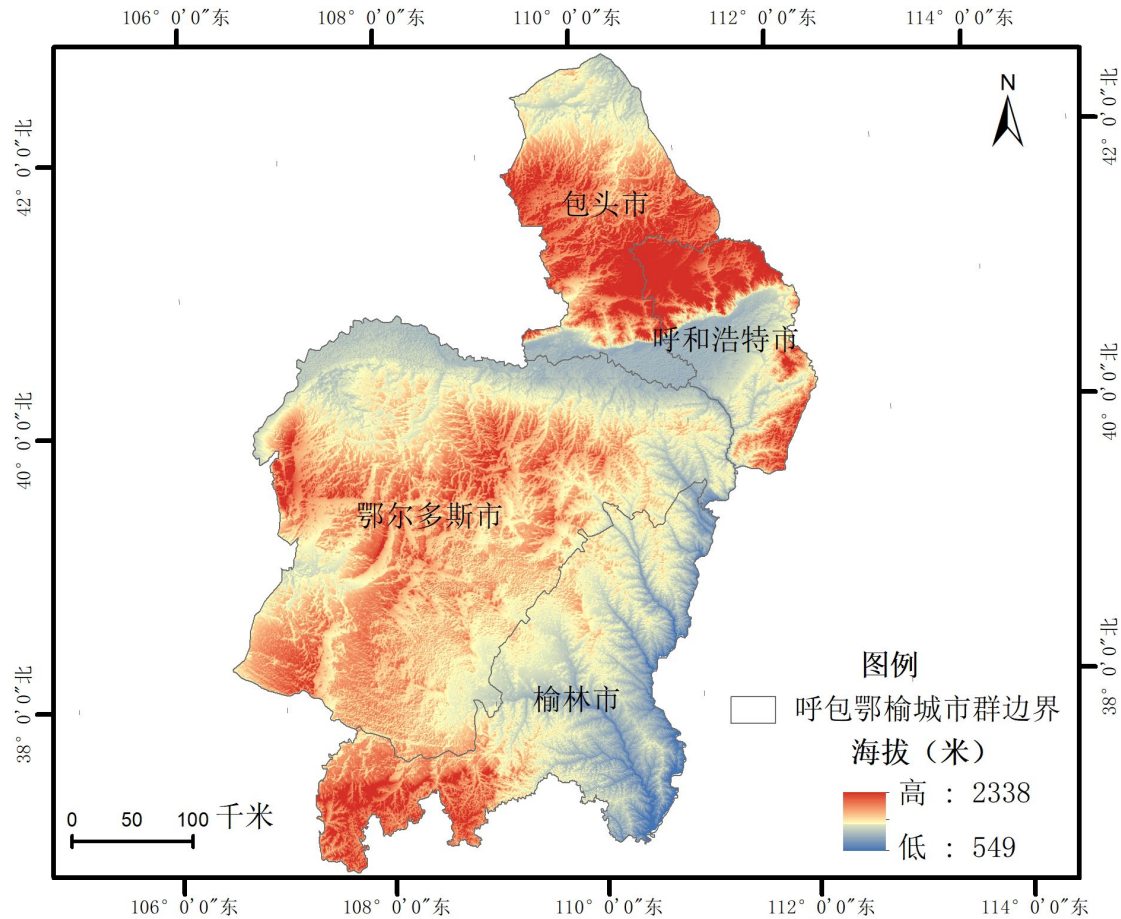
护和高质量发展战略的重要组成部分。地形以高原、丘陵、沙地和沟壑地貌为主，气候属于温带大陆性气候，降水时空分布不均，生态环境较为脆弱。是国家西部地区重要的能源化工基地和经济增长极。当前关于呼包鄂榆城市群的研究多集中于资源型经济发展[12]、生态环境变化[13]、生态系统服务价值[14]，以及城镇化过程[15]等方面，而针对长时间序列土地利用变化特征的系统研究仍有进一步深化空间。特别是在多时期土地利用动态演变、不同土地类型转换关系以及空间分异特征等方面，尚缺乏综合性分析。

因此，本文以呼包鄂榆城市群为研究对象，基于多期土地利用遥感数据，运用土地利用动态度、土地利用转移矩阵等方法，对 2000~2025 年土地利用变化的时空演变特征进行分析，旨在揭示区域土地利用结构变化规律及其空间分异特征，为资源型城市群土地资源优化配置与驱动机制研究提供参考。

2. 研究区概况与数据来源

2.1. 研究区概况

呼包鄂榆城市群的范围包括内蒙古自治区的呼和浩特市、包头市、鄂尔多斯市以及陕西省的榆林市(如图 1)。平均海拔约 1300 m，包含山脉、平原和沙地等多种地貌类型[16]。呼包鄂榆城市群目前在经济发展中取得了巨大的飞跃，但随着经济的快速发展、城市化的推进以及资源环境破坏等问题日趋严重，景观格局逐渐趋向破碎化，严重影响着黄河流域的生态环境和景观格局[17]。



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(2023)2765 号的标准地图制作，底图无修改

Figure 1. Location of the study area in the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin Urban agglomeration
图 1. 呼包鄂榆城市群研究区概况图

呼包鄂榆城市群土地利用转型具有显著区域差异。呼和浩特建设用地持续扩张，包头土地利用逐步向集约化、生态化转型，鄂尔多斯能源开发与生态保护矛盾突出，榆林形成农业与能源开发并存的土地利用格局。总体而言，区域兼具快速城市化、资源开发和生态修复等特征，是研究资源型城市土地利用时空演变及其驱动机制的典型区域。

2.2. 数据来源

数据主要包括区内各县区边界、土地利用数据。本研究所采用的土地利用 6 期(2000、2005、2010、2015、2020、2025 年)原始数据(空间分辨率为 30 m)均来源均来自中国科学院资源与数据科学中心，并将土地利用类型划分为 6 类。高程源于地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn>)，空间分辨 30 m。

2.3. 研究方法

2.3.1. 土地利用动态度模型

为了准确地测算土地利用类型的转换程度与变化速率，采用土地利用动态度来量化指标。土地利用动态度是用于描述土地利用的变化幅度，主要包括单一土地利用动态度、综合土地利用动态度[18]。

1) 单一土地利用动态度。指在特定区域内，对某一特定土地利用类型(如耕地、林地等)在一定时间范围内变化速率的分析，它反映了该土地利用类型的稳定情况也可以有效预测未来土地利用变化趋势[19]。

$$K = \frac{Ub - Ua}{Ua} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中： Ua 、 Ub 分别代表始末两期同种土地利用类型的面积，单位： km^2 ； T 代表监测始末时间段，单位：年。

2) 综合土地利用动态度。着重反映了某个时间段内土地利用类型的转化过程，并非简单的土地变化结果，计算研究区范围内的综合土地利用动态度能反映区域内土地利用变化的剧烈程度[20]。

$$LC = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU(i-j)}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right) \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中： T 为研究时段(年)； LU_i 为初期土地利用类型的面积； ΔLU_{i-j} 为土地利用类型转化面积的绝对值。

2.3.2. 土地利用程度综合指数

土地利用程度综合指数主要反映人类活动对土地改造利用的深度和广度[21]，具体公式为：

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n (a_i \times r_i) \quad (3)$$

式中： L 代表土地利用程度综合指数； a_i 指第 i 级土地利用类型分级指数； r_i 指第 i 级地类面积比重； n 是土地利用分级个数。

参考庄大方等人的研究成果[22]并综合研究区域土地利用实际状态，将各地类的分级指数赋予其本身类别的值则得到 4 种土地利用程度的分级指数，如表 1 所示。

Table 1. The classification values of land use degree

表 1. 土地利用程度分级赋值表

类型	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇、居民点、工矿用地、交通用地
分级指数	1	2	3	4

2.3.3. 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵是定量研究土地利用演变的关键手段。可以用来反映每种土地利用类型的变化量和各土地利用类型间转化量[21]。该技术借助构建矩阵，系统阐述不同时段各地类之间的相互转变联系，可清晰地呈现区域土地利用动态变化特点。通过对不同时期的呼包鄂榆城市群土地利用数据进行对比分析，确定各个土地类型之间的相互转化数量和转化结构，并构建相应的转移矩阵，其数学表达公式为：

$$S_{ij} = \begin{pmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{pmatrix} \tag{4}$$

式中： S 为土地类型的面积； n 为土地利用类型的数量； i 为初始时期土地利用类型； j 为结束时期土地利用类型； S_{ij} 为初始时期到结束时期转化的土地面积。

3. 结果分析

3.1. 土地利用数量和结构变化

2000~2025 年，呼包鄂榆城市群土地利用结构整体以草地、耕地和未利用地为主，其中草地始终占据主导地位，建设用地扩张最为显著，各类型土地利用变化表现出明显的阶段性特征。总体来看，区域土地利用变化主要受城镇化推进、能源资源开发以及生态治理等多重因素共同驱动(如表 2 所示)。

2000~2025 年间，耕地面积总体呈持续减少趋势，由 2000 年的 32681.7846 km² 下降至 2025 年的 30812.0625 km²，累计减少 1869.7221 km²。总体上研究区耕地变化呈现出“短暂稳定 - 持续下降”的特征，反映出城市扩张和土地开发逐渐成为耕地减少的主要驱动因素。

林地面积总体呈波动增长态势，累计增加 1041.7410 km²。2000~2005 年林地增长最为明显。虽然 2005~2015 年间林地略有减少，但 2015 年后再次明显增长。林地变化呈现出阶段性波动上升特征，说明区域生态恢复工程在长期尺度上取得一定成效。

草地作为呼包鄂榆城市群内部面积最大的土地利用类型，2000~2025 年草地面积总体呈现“下降 - 恢复 - 再下降”的变化特征。2000~2005 年草地面积明显下降，2005~2010 年草地面积有所回升，2010 年以后草地再次持续减少，尤其 2015~2020 年下降幅度较大。

Table 2. Changes in land use types in the research area during 2000~2025 (km²)

表 2. 2000~2025 年研究区内各地类面积及其变化(km²)

时期	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
2000	32681.7846	7331.8185	96683.4918	3433.2768	2681.1603	31796.4357
2000	32132.8143	8197.7076	95165.2881	3346.4124	2957.5593	32808.4821
2010	32150.6019	7757.6463	97254.7722	3195.243	3868.2783	30381.8238
2015	32035.0239	7739.2728	97164.891	3173.787	4172.7753	30318.0363
2020	31265.7624	8447.2929	95127.462	3449.9745	5164.3746	31148.6121
2025	30812.0625	8373.5595	94359.717	3410.7606	6232.5207	30948.5952
2000~2005	-548.9703	865.8891	-1518.2037	-86.8644	276.399	1012.0464
2005~2010	17.7876	-440.0613	2089.4841	-151.1694	910.719	-2426.6583
2010~2015	-115.578	-18.3735	-89.8812	-21.456	304.497	-63.7875
2015~2020	-769.2615	708.0201	-2037.429	276.1875	991.5993	830.5758
2020~2025	-453.6999	-73.7334	-767.745	-39.2139	1068.1461	-200.0169

水域面积在研究期内变化相对稳定,总体波动较小。25 年间水域面积累计仅减少 22.5162 km²。2000~2015 年水域面积略有下降, 2015~2020 年水域面积有所回升。总体而言, 研究区水域系统稳定性较强。

建设用地是研究期内变化最显著的土地利用类型,其面积由 2000 年到 2025 年累计增长了 3551.3604 km², 增幅超过 130%。各阶段建设用地均呈持续增长趋势,且增长速度不断加快。其中, 2015~2020 年和 2020~2025 年增幅逐渐扩大,受国家能源基地建设和城镇化快速推进,GDP 和固定资产投资持续增长,推动建设用地快速扩张,说明区域城镇化和工业化进程不断加快。

未利用地面积整体呈波动下降趋势,由 31796.4357 km²减少至 30948.5952 km²。2000~2005 年未利用地有所增加, 2005~2010 年未利用地明显减少。此后未利用地虽存在一定波动,但总体趋于稳定,这表明区域土地利用结构逐渐趋于稳定。

3.2. 土地利用动态度变化

土地利用动态度能够反映不同土地利用类型在一定时期内的变化速度与变化强度,是衡量区域土地利用变化过程的重要指标。根据表 3 计算结果可知,研究区土地利用变化具有明显的阶段性差异。

Table 3. Dynamic degree of different land use types in the study area from 2000 to 2025 (%)
表 3. 2000~2025 年研究区内土地利用动态度(%)

时期	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	综合土地利用动态度
2000~2005	-0.3359	2.362	-0.3141	-0.506	2.0618	0.6366	0.2467
2005~2010	0.0111	-1.0736	0.4391	-0.9035	6.1586	-1.4793	0.3457
2010~2015	-0.0719	-0.0474	-0.0185	-0.1343	1.5743	-0.042	0.0351
2015~2020	-0.4803	1.8297	-0.4194	1.7404	4.7527	0.5479	0.3215
2020~2025	-0.2902	-0.1746	-0.1614	-0.2273	4.1366	-0.1284	0.1491
2000~2025	-0.2288	0.5683	-0.0961	-0.0262	5.2982	-0.1067	0.1106

从单一土地利用动态度来看,建设用地变化最为显著。2000~2025 年建设用地动态度始终为正,且明显高于其他地类。其中, 2005~2010 年建设用地动态度达到 6.1586%,为研究期内最高值。耕地动态度的整体表现为负值,仅在 2005~2010 年略有增长,其余时期均呈下降趋势。2000~2005 年草地动态度为 -0.3141%, 2005~2010 年草地动态度转为正值, 2010 年以后草地再次呈下降趋势。林地动态总体呈波动增长趋势。2000~2005 年林地动态度达到 2.3620%,为研究期内最高值; 2005~2015 年林地变化趋于稳定并出现小幅下降, 2015~2020 年林地动态度再次上升至 1.8297%。水域动态整体波动较小,各时期变化幅度均不明显。2000~2015 年水域动态度持续为负值而 2015~2020 年动态度达到 1.7404%。未利用地动态度变化则呈现较强波动性。2005~2010 年未利用地动态度下降,为所有地类中降幅最大的类型。

从综合土地利用动态度来看,研究区内土地利用变化整体呈现“波动变化、阶段分异明显”的特征。2005~2010 年综合土地利用动态度达到 0.3457%,为研究期内最高值,说明该阶段土地利用变化最为剧烈。这与区域经济快速增长、能源产业快速发展以及建设用地快速扩张密切相关。2010~2015 年在严格的耕地保护制度和生态文明建设等政策约束下,土地开发活动趋于稳定,综合动态度降至最低。2015~2020 年综合动态度再次升高至 0.3215%, 2020~2025 年综合动态度下降至 0.1491%,说明随着生态保护与国土空间管控的不断加强,研究区土地利用变化逐渐趋于稳定。

3.3. 土地利用程度变化分析

土地利用程度综合指数能够反映区域土地开发利用强度及人类活动对土地系统的干扰程度,其数值

越高,说明土地开发利用程度越强。根据 2000~2025 年呼包鄂榆城市群土地利用程度综合指数变化结果可知(图 2),研究区土地利用程度总体呈缓慢上升趋势,由 2000 年的 203.58 提高至 2025 年的 207.08,累计增加 3.50,整体上呈现“先降后升、总体增长”的变化特征。

从阶段变化来看,2000~2005 年受退耕还林(草)等生态工程影响,土地开发程度略有下降;2005~2010 年,随着能源开发、固定资产投资增长和城镇建设加快,土地利用程度综合指数快速提升至 205.44,增幅最为明显;2010 年以来,在节约集约用地和生态文明建设政策推动下,土地开发由粗放扩张逐步转向集约利用,综合指数保持平稳增长。

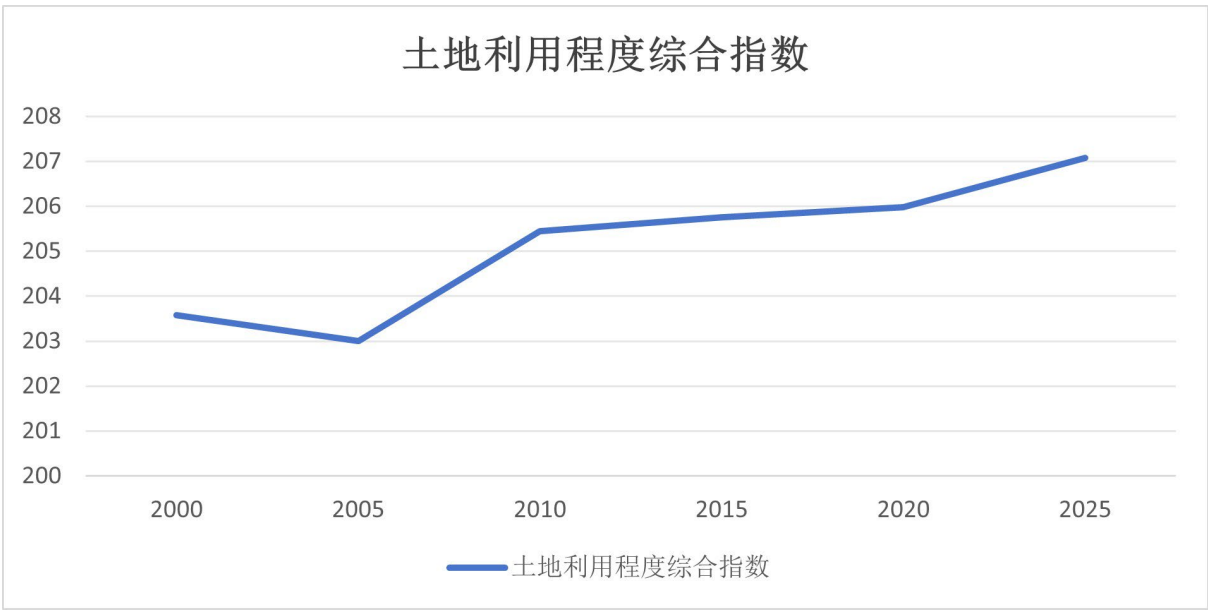


Figure 2. Changes in the comprehensive index of land use degree for the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin urban agglomeration
图 2. 呼包鄂榆城市群土地利用程度综合指数变化

3.4. 土地利用空间转移特征分析

根据表 4 可知,2000~2005 年,呼包鄂榆城市群土地利用格局总体保持稳定,各土地利用类型均以自我保持为主,其中草地、耕地和未利用地的保持面积占各类型总面积的绝大部分,说明区域土地利用格局稳定性较高。从土地转移方向来看,草地与未利用地之间的相互转换最为活跃,其中未利用地向草地转移面积为 1391.61 km²,草地向未利用地转移面积为 454.97 km²。与此同时,草地、林地分别向耕地转移 779.99 km²、528.56 km²。建设用地扩张规模相对有限,新增建设用地主要来源于草地和耕地,转移面积分别为 164.43 km² 和 86.60 km²。该阶段受西部大开发及退耕还林(草)等生态工程影响,区域土地利用以生态修复为主,建设开发强度相对较低。

2005~2010 年土地利用转换活动明显增强。各土地利用类型仍保持较高稳定性,但草地与其他地类之间的转换规模显著扩大。其中,草地向未利用地转移是该阶段内最大的土地转移流向。建设用地扩张速度明显加快,新增建设用地主要来源于耕地、草地和未利用地。此外,未利用地也向草地转移 386.29 km²。此时,正值国家“十一五”规划实施时期,呼包鄂榆城市群依托煤炭、天然气等资源优势,地区生产总值和固定资产投资持续增长,人口进一步向中心城区和资源开发区集聚,推动建设用地快速扩张。

2010~2015 年,呼包鄂榆城市群土地利用转型进一步加快,建设用地快速扩张成为最突出的土地利

用转型特征。建设用地自保持面积为较上一阶段显著增加。从转移方向来看，建设用地新增面积主要来源于草地和耕地，转移面积分别为 213.43 km² 和 20.69 km²。草地向耕地转移面积较上一阶段有所减少。未利用地向草地转移 329.98 km²，而草地向未利用地转移 344.07 km²，两者规模基本相当。随着生态文明建设不断推进，区域土地利用由快速扩张逐步向结构优化转变。

2015~2020 年是研究区土地利用转换最为活跃的阶段，各土地利用类型之间的转移规模明显增加。草地仍是土地利用转换的核心类型，其向耕地、未利用地和建设用地转移面积分别达到 1392.38 km²、1314.21 km² 和 418.19 km²。耕地转移面积最大是由于 2018 年国务院发布《呼包鄂榆城市群发展规划》¹ 的实施，城镇扩张与生态修复共同推动土地利用转型。同时，未利用地向草地转移面积高达 2590.29 km²。建设用地持续扩张，新增建设用地主要来源于耕地和草地。

2020~2025 年，该阶段土地利用变化表现为建设用地快速增长与生态用地稳定并存。建设用地自保持面积达到 5143.84 km²，为研究期内最高值。新增建设用地主要来源于草地和耕地。草地保持面积达到 94111.95 km²，占草地总面积的绝大部分，且向未利用地转移面积仅为 57.55 km²，显著低于前几个阶段，未利用地向耕地和草地持续转移。由于在“双碳”目标、黄河流域生态保护和高质量发展战略推动下，研究区内土地开发逐渐由增量扩张向存量优化转变，土地利用格局趋于稳定。

Table 4. Land use transition matrix of the Hohhot-Baotou-Ordos-Yulin urban agglomeration from 2000 to 2025 (km²)
表 4. 呼包鄂榆城市群 2000~2025 年土地利用变化转移矩阵(km²)

年份	土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
2000~2005	耕地	31162.0527	61.2873	822.5325	42.7842	7.0146	36.9783
	林地	528.5592	7035.729	565.0848	19.9053	1.4022	47.0214
	草地	797.9904	153.99	93665.1942	86.3433	6.6249	454.968
	水域	50.7249	8.2746	74.601	3163.2354	0.6831	48.8898
	建设用地	86.6043	22.581	164.4273	3.0663	2664.2187	16.6563
	未利用地	55.8387	49.9545	1391.6133	117.9387	1.215	31191.9102
2005~2010	耕地	30314.8926	109.9188	1221.0705	126.2079	63.5859	314.4582
	林地	151.9911	7449.2451	108.342	2.4894	9.4617	35.9982
	草地	1311.3639	408.3444	92793.6657	205.3449	55.3626	2479.5333
	水域	49.5522	6.1281	65.0772	2963.169	18.1377	92.9538
	建设用地	270.1521	30.6468	589.86	13.3911	2799.4698	164.7126
	未利用地	34.3008	193.2678	386.2872	35.4141	11.5209	29720.7369
2010~2015	耕地	31655.3913	30.9726	282.9609	8.6472	20.6865	35.7867
	林地	26.2593	7649.3619	53.7669	1.7469	2.5929	5.346
	草地	341.1954	48.069	96176.8764	40.1859	213.4287	344.0682
	水域	28.9989	1.7433	26.8029	3098.9502	1.6515	15.1686
	建设用地	67.4829	9.1575	380.2311	25.6734	3625.4313	64.782
	未利用地	30.5379	18.1422	329.976	19.7865	4.4352	29914.9281

¹<http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/5435195/files/aae973aacb2c487bafa3f058509b1b0f.pdf>

续表

2015~2020	耕地	29456.8983	94.203	1146.9411	67.6917	299.7603	197.6391
	林地	189.3456	7206.3108	564.4035	11.1681	48.7692	426.6036
	草地	1392.3846	260.1243	91623.3021	110.4561	418.1913	1314.2142
	水域	176.0328	15.2874	289.2609	2857.4973	21.2805	89.9064
	建设用地	502.6032	105.5313	943.7085	38.106	3245.9085	328.3623
	未利用地	315.081	56.8647	2590.2855	85.1814	138.7854	27959.9796
2020~2025	耕地	30558.3264	18.5517	227.3346	0	3.9807	3.8691
	林地	17.6193	8340.0174	14.3046	0	0.54	1.0782
	草地	172.1151	12.1473	94111.9524	0.2664	5.6835	57.5523
	水域	18.3078	2.1276	22.4793	3341.3031	1.845	24.6978
	建设用地	273.1752	36.5967	489.3156	9.8973	5143.8402	279.6957
	未利用地	141.5646	2.1861	71.505	15.8058	4.3668	30713.1669
2000~2025	耕地	29360.9799	239.6565	3142.8783	194.7726	168.5781	389.3112
	林地	199.8504	5627.4363	546.273	13.383	11.0088	33.768
	草地	1930.086	1030.7709	90490.4838	443.9457	111.3138	4247.9541
	水域	119.0052	12.7377	131.6259	2621.7243	10.4751	150.2946
	建设用地	245.1627	14.1057	59.436	9.1953	2304.9819	26.6022
	未利用地	242.4276	242.8308	2075.0535	178.9029	15.4494	27965.2689

4. 结论与讨论

4.1. 结论

本研究以呼包鄂榆城市群为研究区域，从土地利用的结构变化、土地利用动态度、土地利用程度、土地利用转移矩阵等方面，系统地分析了 2000 年~2025 年呼包鄂榆城市群土地利用时空演变特征进行了分析，最终得出以下主要结论：

- 1) 2000~2025 年呼包鄂榆城市群土地利用结构总体保持稳定，其中建设用地扩张最为显著。区域内土地利用类型中草地始终占据主导地位，耕地和未利用地面积相对稳定，林地总体呈增加趋势，水域变化幅度较小。区域土地利用结构总体表现为生态空间占主体、建设空间持续扩张的演变特征。
- 2) 土地利用动态变化具有明显的阶段性特征。各阶段中建设用地始终保持较高的动态度，是研究期内土地利用类型变化最活跃的；综合土地利用动态度呈现“先增强 - 后减弱 - 再增强”的变化过程，其中 2005~2010 年土地利用变化最为剧烈；2010~2015 年最为稳定。
- 3) 土地利用程度持续提高，但整体增长较为平稳。2000~2025 年土地利用程度综合指数总体由 203.58 提高至 207.08，表明区域内土地开发利用强度不断提高，人类活动对土地利用类型影响持续加深，土地利用方式逐渐由粗放扩张向集约利用转变。
- 4) 土地利用空间转移以保持原有地类为主，草地是土地利用转换的核心类型。土地在各阶段转移过程中均具有较高自我保持率，土地利用格局整体趋于稳定。新增的建设用地主要来自草地和耕地，未利用地与草地之间长期保持活跃的双向转换状态，反映出城镇扩张、资源开发与生态修复共同影响区域土地利用转型过程。

4.2. 讨论

本研究基于呼包鄂榆城市群 2000~2025 年土地利用数据,利用单一土地利用动态度、综合土地利用动态度、土地利用程度综合指数以及土地利用转移矩阵等多个维度,系统地刻画了 2000~2025 年土地利用转型过程,揭示了区域土地利用由快速开发向集约利用与生态保护协调发展的阶段性演化规律,并结合国家重大生态政策、能源产业布局和城镇化进程,分析了土地利用转型的形成机制。相比已有研究,本研究不仅丰富了资源型城市群土地利用转型的区域实证案例,也为黄河流域生态保护和高质量发展背景下国土空间优化配置与土地资源可持续利用提供了科学参考。

理论上,本研究得出的呼包鄂榆城市群土地利用演变总体呈现“生态空间占主体、建设空间持续扩张”的特征,这一结果与刘纪远等(2014)、龙花楼(2015)关于我国快速城镇化背景下建设用地持续扩张、生态空间受到挤压的研究结论基本一致。同时,本研究发现,研究区土地利用变化具有显著的阶段性特征,2005~2010 年综合土地利用动态度最高,而 2010~2015 年变化趋于稳定,说明土地利用转型不仅受经济增长和城镇化驱动,还受到国家宏观政策调控的深刻影响。尤其是退耕还林(草)、西部大开发、主体功能区建设、生态文明建设以及黄河流域生态保护和高质量发展等政策的实施,使区域土地利用由早期以资源开发为主逐步转向开发与保护并重,这与已有研究中强调政策制度是土地利用转型重要驱动力的观点相吻合。

从政策层面来看,研究结果可为呼包鄂榆城市群的国土空间优化提供科学依据。未来应统筹生态保护与经济发展,坚持生态优先、绿色发展的土地利用导向,严格落实生态保护红线、永久基本农田和城镇开发边界“三条控制线”,合理控制建设用地无序扩张,减少对草地、耕地等生态空间的占用。针对建设用地快速扩张区域,应进一步优化城市空间布局,推进存量建设用地盘活和低效用地再开发,提高土地节约集约利用水平;针对草地和未利用地转换较为活跃的区域,应持续实施退化草地修复、矿区生态治理和土地综合整治工程,完善生态补偿机制,促进生产、生活与生态空间协调发展。同时,应结合黄河流域生态保护和高质量发展、呼包鄂榆城市群协同发展等国家战略,加强跨区域土地资源协同配置,引导资源开发与生态保护相协调,实现区域土地利用转型与生态效率提升的协同发展。

最后,需要指出的是,本研究主要从土地利用变化特征对土地利用转型进行了分析,对人口流动、产业结构升级、技术进步及市场机制等驱动因素的作用尚未开展定量识别,未来研究可结合遥感监测、社会经济统计数据及空间计量模型,进一步构建土地利用变化驱动因素的分析框架,为资源型城市群国土空间优化和区域高质量发展提供更加全面的理论支撑与决策依据。

参考文献

- [1] 冯畅,张雅静,陆奕坤,等. 湘江流域土地利用时空变化特征分析[J]. 国土与自然资源研究, 2026(5): 5-10.
- [2] 刘彦随,陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究[J]. 地理研究, 2002(3): 324-330.
- [3] 龙花楼,马历,周贵鹏. 中国土地利用转型研究进展与展望[J]. 地理学报, 2025, 80(8): 1993-2015.
- [4] Fu, F., Deng, S.M., Wu, D., Liu, W.W. and Bai, Z.H. (2022) Research on the Spatiotemporal Evolution of Land Use Landscape Pattern in a County Area Based on CA-Markov Model. *Sustainable Cities and Society*, **80**, Article ID: 103760. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103760>
- [5] 李文秀,燕振刚. 基于地理探测器的甘肃农牧交错带土地利用时空演化及其驱动机制[J]. 干旱区研究, 2024, 41(4): 590-602.
- [6] 李凯,张北赢. 2000-2020 年延安市土地利用景观格局时空演变及驱动因子[J]. 生态科学, 2023, 42(6): 74-83.
- [7] 牛飞飞,郭靖,罗杰,等. 基于 GeoSOS-FLUS 和 InVEST 模型的新疆地区土地利用变化模拟及碳储量预测[J]. 干旱区地理, 2025, 48(12): 2169-2182.
- [8] 袁媛. 2000-2020 年黄河流域土地利用/覆盖动态特征及归因[J]. 中国水土保持科学(中英文), 2026, 24(2): 86-97.

- [9] 王恳, 李新举. 城镇化背景下济南市土地利用变化驱动机制分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(S2): 151-155.
- [10] 谭攀攀, 邓冬冬, 罗德洪, 等. 基于遥感数据的遵义市建设用地扩张特征及驱动力分析[J]. 地理空间信息, 2026, 24(2): 49-54.
- [11] 罗艳华, 李平星, 肖伟烨, 等. 土地利用转型的生态环境效应研究进展与展望[J]. 生态科学, 2024, 43(6): 220-231.
- [12] 吴海珍, 王瑞永, 白秀莲, 等. 呼包鄂乌城市群生态系统服务价值与经济协调发展的时空演变分析[J]. 财经理论研究, 2024(5): 51-62.
- [13] 魏泽锋, 官云兰, 王淑婷, 等. “呼包鄂”城市群生态环境质量时空演变及驱动因素分析[J]. 环境科学, 2025, 46(11): 7172-7185.
- [14] 乐荣武, 李巍, 周思杨, 等. 呼包鄂榆城市群生态系统服务价值驱动因素及其交互效应[J]. 生态学报, 2023, 43(23): 9967-9980.
- [15] 赵洪朴. 城镇化与生态文明建设时空格局研究——以呼包鄂榆城市群为例[J]. 内蒙古科技与经济, 2023(14): 3-7.
- [16] Song, S.X., Liu, Z.F., He, C.Y. and Lu, W. (2020) Evaluating the Effects of Urban Expansion on Natural Habitat Quality by Coupling Localized Shared Socioeconomic Pathways and the Land Use Scenario Dynamics-Urban Model. *Ecological Indicators*, **112**, Article ID: 106071. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106071>
- [17] 宋世雄, 张金茜, 刘志锋, 等. 旱区城市扩展过程区位因素研究——以中国呼包鄂榆城市群为例[J]. 自然资源学报, 2021, 36(4): 1021-1035.
- [18] 孙琪佳, 李春明. 云南省 1980-2020 年土地利用变化时空特征分析[J]. 南方农机, 2025, 56(2): 128-131, 156.
- [19] 高义, 苏奋振, 孙晓宇, 等. 近 20a 广东省海岛海岸带土地利用变化及驱动力分析[J]. 海洋学报(中文版), 2011, 33(4): 95-103.
- [20] 黄懿, 杨若楠, 冯艳. 基于 1990-2020 年综合土地利用动态变化的巩义市城市边缘区空间研究[J]. 林业调查规划, 2024, 49(2): 6-12.
- [21] 马新萍, 韩申山, 王磊, 等. 大西安地区土地利用类型时空演变分析[J]. 干旱区地理, 2020, 43(2): 499-507.
- [22] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 105-111.