

# 呼伦贝尔湿地景观动态变化分析

陈 雪

哈尔滨师范大学黑龙江省普通高等学校地理环境遥感监测重点实验室, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年12月20日; 录用日期: 2023年1月13日; 发布日期: 2023年1月19日

## 摘 要

呼伦贝尔湿地是重要的湿地生态研究区域, 为研究该地区的景观格局演变, 本文定义了一套基于MODIS影像的适用于描述景观变化的湿地分类系统, 以呼伦贝尔湿地为研究区, 利用2000和2020年的遥感影像获取2期湿地景观覆盖类型数据, 运用转移矩阵、景观格局指数等方法分析景观类型、数量变化及格局特征, 揭示呼伦贝尔湿地的景观动态变化。研究结果表明: 2000~2020年间, 呼伦贝尔湿地东部、东北部及西南部景观类型空间变化明显, 草原景观、人工景观和沙地景观的面积减少, 森林景观和湿地景观的面积增加, 草原景观与其他景观转化明显, 湿地景观和森林景观优势度较高, 只有湿地景观的破碎化加剧。

## 关键词

呼伦贝尔湿地, 景观格局, 景观动态

# Dynamic Changes Analysis of Hulun Buir Wetland Landscape

Xue Chen

Key Laboratory of Remote Sensing Monitoring of Geographic Environment, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Dec. 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 13<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 19<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Hulun Buir wetland is an important wetland ecological research area. In order to study the evolution of landscape pattern in this area, this paper defined a set of wetland classification system based on MODIS image, which is suitable for describing landscape change. The Hulun Buir wetland is taken as the research area, using the remote sensing image of 2000 and 2020 to obtain the wet-

land landscape cover type data, using the transfer matrix, landscape pattern index and other methods to analyze the landscape type and quantity changes and pattern characteristics, to reveal the dynamic changes of Hulun Beir wetland landscape. The results show that from 2000 to 2020, the spatial changes of landscape types in the eastern, northeastern and southwestern parts of Hulun Buir wetland are obvious. Grassland landscape, artificial landscape and sand landscape area decreased, forest landscape and wetland landscape area increased, grassland landscape and other landscape transformation are obvious, wetland landscape and forest landscape dominance are high, only the fragmentation of wetland landscape are intensified.

## Keywords

Hulun Buir Wetland, Landscape Pattern, Landscape Dynamics

Copyright © 2023 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

湿地是地表生态系统中由水陆相互作用形成的自然综合体[1], 是自然界具有重要气候调节及生态环境涵养等功能的生态景观和人类生存环境之一[2], 随着人类活动影响的加强, 湿地面积大量减少, 湿地景观生态系统的结构变化和功能严重削弱, 湿地生物多样性降低、富营养化、水质改变等日益严重, 因此及时了解湿地景观变化过程, 可以为该湿地的健康评价、生态系统服务评价等研究提供数据支持, 也为湿地生态保护与恢复工程提供重要的科技支撑。

呼伦贝尔湿地是中国北方生态安全的重要屏障, 同时也是内蒙古草原生态功能的核心区和水源涵养区, 具有湿地、草原、森林等重要生态景观, 通过 GIS 和遥感技术及时掌握景观类型和数量变化及格局特征, 可为进一步加强对呼伦贝尔湿地各类景观生态系统的保护与生态恢复提供了重要依据。

## 2. 研究方法

### 2.1. 研究区概况

呼伦贝尔湿地(115°16'6.798"E~120°43'3.987"E, 47°27'26.19"N~50°37'16.802"N)横跨中国、俄罗斯、蒙古三个国家(见图 1), 北临俄罗斯, 西南紧靠蒙古国, 大部分位于中国内蒙古自治区东北部, 即呼伦贝尔草原, 主要地貌有山地、高原、平原、低地, 是湿地、草原、森林等生态景观较为集中的重要区域。地区属于寒温带大陆性季风气候, 冬季寒冷少雨夏季炎热多雨, 气温年较差大, 降水年际变化也大。区域内水资源丰富, 河网密布, 河流主要包括额尔古纳河、乌尔逊河、海拉尔河、伊敏河、克鲁伦河和辉河等, 由河漫流形成的沼泽湿地和以河流为脉络发育成的河流湿地等湿地资源丰富, 有着全国保存最为完整的、面积最大、物种最为丰富的湿地自然保护区, 包含了额尔古纳湿地、二卡湿地、根河湿地、辉河湿地、莫日格勒河湿地等为代表的湿地景观。湿地内部具有丰富的生物多样性, 湿地植被在水土保持、水源涵养、气候调节以及提供生物栖息地等方面具有非常重要的作用[3], 因此呼伦贝尔湿地有很高的生态研究价值。已有学者呼伦贝尔市近 10 年湿地、各个保护区湿地和呼伦贝尔草原湿地的动态变化进行研究分析, 探讨湿地景观在气候变化背景下的演变规律[4] [5] [6], 对研究范围更大、景观多样性更丰富的呼伦贝尔湿地进一步探究其景观格局特征, 更有利于对整体景观生态系统的了解与保护。

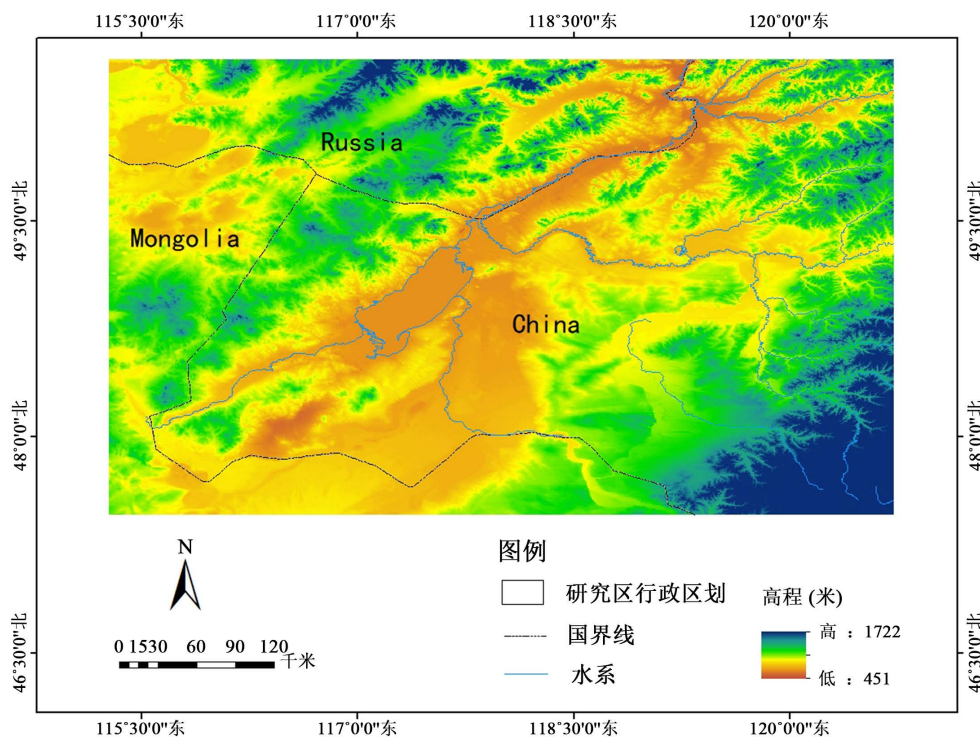


Figure 1. Overview map of Hulun Buir wetland  
图 1. 呼伦贝尔湿地概况图

## 2.2. 数据来源及处理

根据研究需要和数据的可获得性, 本文所用的 2 期 MODIS 数据来自美国国家航空航天局, 空间分辨率为 250 m, 辅助数据: MODIS NDVI 数据来自 NASA 对地观测系统网站 250 m 分辨率 16 天合成的 MOD13Q1 数据集; 地形数据来源于中国气象数据网中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台。

首先通过 MRT 软件对数据进行拼接、裁剪、格式投影转换、提取 NDVI 和 EVI 等预处理工作, 以坡度小于  $1.2^\circ$  为约束条件提取湿地范围后进行非监督分类, 将 IsoData 算法的聚类结果、NDVI、EVI、坡度数据以及原始影像数据合成为一个多波段的文件作为分类依据, 以实地考察和 Google Earth 高清影像为参考对象, 选取具有代表性的训练样本, 在 ENVI 软件里利用 RuleGen 基于回归树模型的决策树自动阈值分类方法自动建立分类规则, 构建决策树, 实现呼伦贝尔湿地景观类型分类, 共分成明水、沼泽湿地、草地、盐碱沼泽、山地灌丛、樟子松林、沙地、耕地、城工用地 9 个土地利用类别, 结合研究需要, 将分类结果合成 5 个大类景观类型, 即草原景观(只含草地)、人工景观(包含耕地和城工用地)、森林景观(包含山地灌丛和樟子松林)、沙地景观(只含沙地)、湿地景观(包含明水、沼泽湿地和盐碱沼泽)。

## 2.3. 研究方法

### 2.3.1. 景观数量变化特征——景观转移矩阵

土地利用转移矩阵, 定量描述区域内某一土地利用类型转变为其他土地类型的具体数量, 以及它们之间的比例关系, 是马尔科夫模型在土地利用变化方面的应用[7]。根据遥感影像的分类结果将景观划分为草原、人工、森林、沙地、沙地 5 类, 在 ArcMap 软件中导入分类结果数据, 完成重采样、投影、栅格转面、融合、相交、计算面积等一系列操作步骤得到各景观类型的面积。在本研究中, 通过对 2000 年和 2020 年的景观类型数据制作转移矩阵, 可分析 2000~2020 年间各景观类型的面积变化和类型转化。

### 2.3.2. 景观格局特征——景观格局指数

景观格局是指大小和形状不同的景观要素在空间上的排列,景观格局指数是指高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标[8] [9],类型水平上的指数常用于量化研究区内某一类景观全部斑块的特征。景观格局指数的计算是基于 Fragstats 软件,导入需要计算的景观分类数据,在分析模块选择计算尺度及指数,便可运行得到最终结果。本文参考已有研究并结合研究区实际情况,选取了最大斑块指数、景观形状指数、聚合度指数和斑块凝聚度指数共 4 个景观指数[10],分析 2000 和 2020 年研究区内各类景观的景观特征变化,各指数的生态学含义[11] [12]见表 1。

Table 1. Ecological meaning of pattern index

表 1. 格局指数的生态学含义

指标名称	生态学含义
最大斑块指数(LPI)	等于某一类型的最大斑块占总体面积的比例,能够反映斑块的集中程度和景观的优势类型
景观形状指数(LSI)	反映景观格局中斑块形状复杂程度
聚合度指数(AI)	反映栅格格式数据中各属性网格的聚合程度
斑块凝聚度指数(COHESION)	反映类型的连通性

## 3. 结果分析

### 3.1. 湿地景观时空变化分析

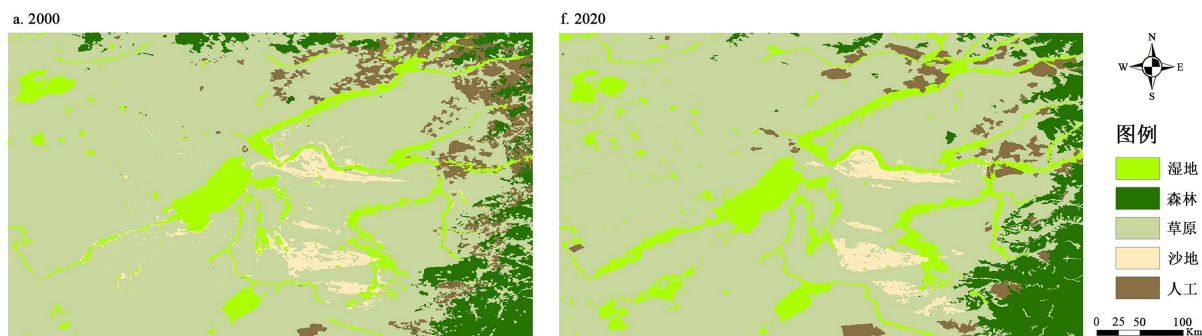
景观分类结果如图 2 所示,2000~2020 年湿地景观、人工景观、森林景观变化较明显。从图上看,研究区面积最大的是草原景观,是该地的主要景观,这是由于研究区位于达斡尔草原和呼伦贝尔草原两大草原区。湿地景观主要是沿河湖泊分布,这是由于研究区内水系发达,河湖资源丰富,内有呼伦湖和贝尔湖两大湖泊,更有额尔古纳河、辉河、克鲁伦河等诸多水系,形成了明显且大面积的湖泊湿地和河流湿地,丰富的水资源和森林草原地貌促使形成了丰富的沼泽草甸湿地资源。森林景观主要位于研究区的东部及东南部,呈较为连贯的片状分布,少量分布于北部。沙地景观大面积位于海拉尔河的下方、辉河和乌尔逊河之间,少量分布于辉河下方。人工景观主要是耕地和城工用地,大部分分布于研究区的东部及东北部,多靠近河流分布。从空间分布看,2000~2020 年,西南部的湿地景观明显增加,北部沿河的湿地明显消失,零散分布于草原景观的湿地景观小有增加;北部的森林景观明显减少,而东部及东南部的森林景观明显增加;位于呼伦湖东南角的沙地景观转变为其他景观,辉河正下方的湿地景观明显增加;研究区整体尤其是东北部的人工景观明显减少。

由表 2 的转移矩阵结果来看,草原景观向湿地景观互相转化、草原景观向森林景观变化、人工景观向草原景观变化、森林景观向草原景观变化、沙地景观向草原景观变化、湿地景观向草原景观变化较大,总体来说近 20 年间草原景观、人工景观和沙地景观处于减少状态,而森林景观和湿地景观处于增加状态,草原景观共减少了 2734.44 km<sup>2</sup>,人工景观共减少了 3735.53 km<sup>2</sup>,沙地景观共减少了 425.27 km<sup>2</sup>,森林景观共增加了 2472.37 km<sup>2</sup>,湿地景观共增加了 4422.86 km<sup>2</sup>。

### 3.2. 湿地景观格局指数变化分析

在类型水平尺度上选取最大斑块指数 LPI、景观形状指数 LSI、聚合度指数 AI、斑块凝聚度指数 COHESION、共 4 个指数,利用 Fragstats4.2 景观指数分析软件进行计算得出下列各图(如图 3)。最大斑块





**Figure 2.** Landscape types maps in 2000 and 2020 of Hulun Buir wetland  
**图 2.** 呼伦贝尔湿地 2000 和 2020 年景观类型图

**Table 2.** Transfer matrix from 2000 to 2020 of Hulun Buir wetland (Unit: km<sup>2</sup>)

**表 2.** 呼伦贝尔湿地 2000~2020 年景观转移矩阵(单位: km<sup>2</sup>)

	2020						
2000	草原	人工	森林	沙地	湿地	总计	
草原	93698.88	1855.01	3120.80	1128.45	4975.38	104778.52	
人工	3767.03	2686.72	1579.85	7.93	383.66	8425.20	
森林	2083.94	64.27	8327.24	1.07	108.21	10584.75	
沙地	1100.44	6.53	2.30	2372.30	556.91	4038.49	
湿地	1393.79	77.13	26.92	103.46	10560.79	12162.10	
总计	102044.09	4689.66	13057.12	3613.22	16584.96	139989.05	
变化量	-2734.44	-3735.53	2472.37	-425.27	4422.86		

指数 LPI 越大, 表明研究区景观优势度越高, 从图 3 可以看到, 草原、人工两类景观的 LPI 值降低, 湿地、森林两类景观的 LPI 值增加, 沙地景观的 LPI 值基本不变, 表明近 20 年在该研究区湿地景观和森林景观优势度较高。景观形状指数 LSI 反映破碎化, LSI 值越高景观破碎化程度越高, 草原、森林、人工、沙地景观 LSI 值都在降低, 只有湿地景观基本维持稳定, 尤其是人工景观和沙地景观变化较大, 表明近 20 年该研究区景观破碎化程度降低。聚合度指数 AI 值斑块聚合程度, 人工、沙地景观 AI 值有所增加, 其他景观基本维持稳定, 表明研究区在近 20 年内不同景观类型在类型层次上的聚集度并没有发生太大变化。斑块凝聚度指数 COHESION 在草原、森林景观上都基本维持稳定, 湿地、沙地景观的 COHESION 值增加, 人工景观的 COHESION 值降低, 表明研究区在近 20 年内湿地和沙地景观的连接度变高, 人工景观的连接度下降。

#### 4. 结论

本研究不只限于关注单一湿地景观系统的动态变化, 关注整体景观与多种景观的变化特征有利于更有效更及时地了解生态环境的演变并制定相应保护措施。根据上述呼伦贝尔湿地的景观时间和空间变化结果分析和景观格局类型水平指数结果变化分析, 可以得到以下的结论:

1) 近 20 年呼伦贝尔湿地景观空间分布变化主要集中在东部、东北部及西南部, 东部及东北部的人工景观减少, 森林景观增加, 西南部的湿地景观明显增加; 2000~2020 年间, 草原景观共减少了 2734.44 km<sup>2</sup>, 人工景观共减少了 3735.53 km<sup>2</sup>, 沙地景观共减少了 425.27 km<sup>2</sup>, 森林景观共增加了 2472.37 km<sup>2</sup>,

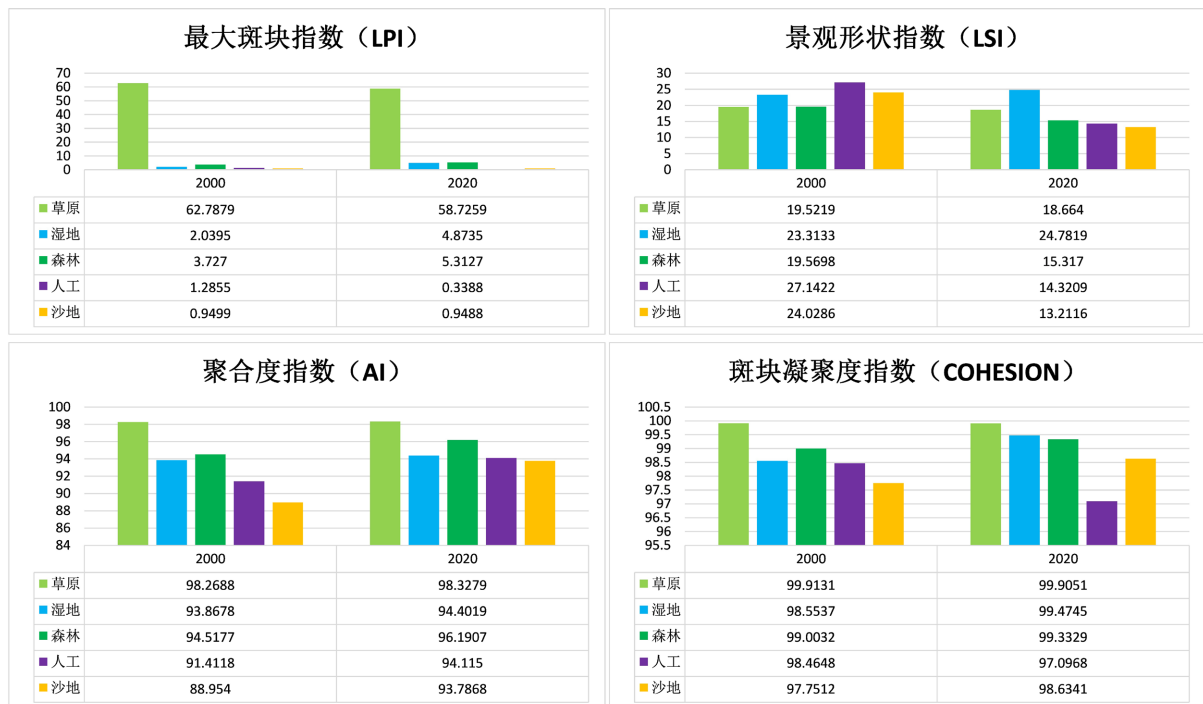


Figure 3. Changes of landscape index at landscape type level  
图 3. 景观类型水平上的景观指数变化

湿地景观共增加了 4422.86 km<sup>2</sup>, 由于草原景观面积广阔, 与其他景观的相互转化较为明显, 这一结果可能与当地农业政策及草地沙化等环境问题有关。

2) 在类型水平尺度上的景观格局指数分析结果显示, 在该研究区湿地景观和森林景观优势度较高, 只有湿地景观的破碎化加剧, 其他景观破碎化程度整体降低, 湿地景观和沙地景观的连接度变高。

## 参考文献

- [1] 夏鸽. 景观格局对鸟类群落多样性的影响——以上海金海湿地为例[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2015.
- [2] 马宏彬. 拉萨河流域甲玛湿地健康评价[D]: [硕士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2012.
- [3] 韩立亮. 呼伦贝尔草原湿地时空动态分布及生物地球化学特征研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2019. <https://doi.org/10.26949/d.cnki.gblyu.2019.000126>
- [4] 王煊, 许子乾, 刘旻帝, 钟贵廷, 宁心哲, 阮宏华. 1999 年至 2010 年呼伦贝尔市重要湿地遥感动态变化研究[J]. 湿地科学与管理, 2014, 10(2): 53-57.
- [5] 刘及东, 陈艳梅, 陈雅琳, 李青丰. 呼伦贝尔草原湿地景观格局对气候变化的响应[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(11): 73-78. <https://doi.org/10.13448/j.cnki.jalre.2010.11.005>
- [6] 郑颖, 刘华民, 刘东伟, 卓义, 清华, 温璐, 李智勇, 梁存柱, 王立新. 内蒙古湿地空间分布格局及动态变化研究[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(12): 1-6+16.
- [7] 杨雨晴, 宫阿都, 张玉红, 陈艳玲. 1980-2015 年扎龙湿地景观动态变化分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2021, 57(5): 624-630.
- [8] 白军红, 房静思, 黄来斌, 邓伟, 李爱农, 孔博. 白洋淀湖沼湿地系统景观格局演变及驱动力分析[J]. 地理研究, 2013, 32(9): 1634-1644.
- [9] 周亚军, 刘廷玺, 段利民, 王怡璇, 李霞, 黎明扬. 锡林河流域上游河谷湿地景观格局演变及其驱动力[J]. 干旱区研究, 2020, 37(3): 580-590. <https://doi.org/10.13866/j.azr.2020.03.05>
- [10] 王志强, 曹善浩, 周宇航, 曹秀婷, 高耶, 刘贤赵. 近 30 年来浏阳河流域景观格局动态及稳定性时空变化特征[J].

---

长江科学院院报, 2021, 38(9): 64-70.

- [11] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来[J]. 生态学报, 2008(11): 5521-5531.
- [12] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002(1): 121-125.