

蒙古高原典型草原景观格局变化及其国别差异

旭沙, 乌兰图雅, 布和

内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特
Email: Shur1996@163.com

收稿日期: 2021年4月30日; 录用日期: 2021年5月24日; 发布日期: 2021年5月31日

摘要

典型草原作为内蒙古草原带的主要自然景观, 是我国北方重要的生态屏障, 关乎着我国北方生态安全。本文以蒙古高原典型草原乌珠穆沁-温都尔汗带为例, 以1988~2020年6期TM数据为信息源, 在获取景观类型信息的基础上, 采用景观指数方法, 研究了样带景观格局变化及其国别差异。研究发现: ① 近30年样带草地和耕地面积呈下降趋势, 其他景观类型面积均呈上升趋势。其中耕地减幅最大, 为31.48%, 集中于蒙古国段; 工矿用地增幅最大, 为初期的近379倍, 集中于内蒙古段。② 景观层次上, 近30年样带景观破碎度增加, 由集中趋向于分散。在境内外破碎化程度均在增加, 但内蒙古段景观格局变化持续向破碎化方向发展, 蒙古国段为波动式变化。斑块类型层次上, 各景观类型指数变化不一, 差异明显。样带蒙古国段和内蒙古段草地斑块景观百分比趋于减小, 除了耕地之外的其余斑块类型景观百分比则趋于增大, 其中内蒙古段变化趋势较明显。③ 近30年样带景观破碎化程度上升, 在内蒙古段尤为严重。除了自然因素, 人为干扰对蒙古高原典型草原景观格局变化的贡献占部分比重, 尤其是放牧方式和强度。

关键词

景观格局, 国别差异, 典型草原, 蒙古高原

Changes of Landscape Patterns of Typical Grassland in Mongolian Plateau and Their Differences among Countries

Sha Xu, Tuya Wulan, He Bu

School of Geographical Science, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia
Email: Shur1996@163.com

Received: Apr. 30th, 2021; accepted: May 24th, 2021; published: May 31st, 2021

Abstract

The typical grassland, as the main natural landscape of the Inner Mongolia grassland belt, is an important ecological barrier in northern China, and it is related to the ecological security of northern China. In this paper, the Ujumqin-Undurhan transect, a typical grassland of the Mongolian Plateau, was taken as an example. Based on the 6th TM data from 1988~2020 as the information source, using landscape index method, we analyzed the changes of landscape patterns of the transect and their differences among countries. The study found that: ① In the past 30 years, the area of grassland and cultivated land in the transect showed a downward trend, while the area of other landscape types showed an upward trend. Among them, arable land decreased most, at 31.48%, concentrated in the Mongolian section; industrial and mining land increased largest, nearly 379 times the initial period, concentrated in the Inner Mongolia section. ② At the landscape level, the landscape fragmentation of the transect has increased in the past 30 years, from concentration to dispersion. The degree of fragmentation is increasing both at home and abroad, but the landscape pattern change in the Inner Mongolia section continues to develop towards fragmentation, and the Mongolia section is fluctuating. At the patch type level, the index of each landscape type varies, and the difference is obvious. The percentage of grassland patch landscape in the Mongolian section and the Inner Mongolia section of the transect tends to decrease, while the percentage of patch type landscapes in the rest of the patch type except for the cultivated land tends to increase, and the change trend in the Inner Mongolia section is more obvious. ③ In the past 30 years, the degree of landscape fragmentation in the transect has increased, especially in the Inner Mongolia section. Besides the natural factors, human disturbance also contributed to the landscape changes of the typical steppe in Mongolian Plateau, especially the grazing method and intensity.

Keywords

Landscape Pattern, Country Differences, Typical Steppe, Mongolian Plateau

Copyright © 2021 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

草原是生态环境中重要的组成部分, 具有生态防护功能, 也是重要的畜牧业基地。在我国各类天然草地约有 400 万 km², 占国土总面积的 41% [1], 是占比最大的土地利用类型。然而, 在气候变化和人类活动的干扰下草原生态系统失衡, 造成原有的景观格局发生了改变。

景观格局能够反映景观的空间结构特征, 即大小、形状以及斑块在空间上的分布与组合规律[2], 是景观生态学研究的核心内容和热点问题之一[3]。景观指数能够高度浓缩景观格局信息, 是刻画景观部分重要特征, 并从客观角度反映生态过程的简单定量指标[4]。随着景观生态学的不断发展, 有许多景观格局指数用于描述景观空间结构特征, 并广泛应用于草地生态系统。近年来, 遥感卫星技术以其时效性、覆盖范围广和信息量大等特点成为地学研究的主要手段, 其中利用遥感手段对草原景观格局进行分析成为景观生态学的研究热点之一[5] [6] [7] [8]。

蒙古高原处于欧亚大陆中部, 主要包括蒙古国全部和中国内蒙古自治区, 是一个相对封闭的干旱、半

干旱内陆高原, 区域内典型草原广泛分布[9] [10], 内蒙古典型草原作为蒙古高原草原带的南部组成, 它占内蒙古草原面积的 35.1% [11], 是中国北方生态屏障的核心构成, 同时也是生态系统较为脆弱的地带[12]。近年来, 由于全球气候变化以及草地利用强度过大、利用方式不当等自然因素和人为因素的综合影响, 蒙古高原草地沙漠化、草场退化和土地盐渍化等现象日趋严重[13] [14] [15]。为此, 我国学者们对蒙古高原草原景观进行了相关研究, 并获得了一定的成果[16] [17] [18] [19] [20], 但对草原景观的国别差异分析相对少见。基于此, 研究选取蒙古高原典型草原跨境样带, 利用 TM 遥感影像, 并结合实地调查, 分析了样带近 30 年景观格局变化及其国别差异, 为区域草地管理及可持续发展提供科学依据和理论支撑。

2. 研究区概况

样带位于蒙古高原典型草原区, 跨越中国锡林郭勒盟、蒙古国苏赫巴托省和肯特省, 四角经纬度为 111°8'51.25", 47°56'20.13" (西北)、110°13'34.08", 47°13'58.02" (西南)、119°13'25.31", 45°13'9.35" (东北)、118°14'32.64", 44°32'30.8" (东南), 其西北端和东南端分别为蒙古国肯特省温都尔汗市和中国西乌珠穆沁旗巴彦华镇赛温都尔嘎查, 研究区面积为 69,850.02 km² (图 1)。其中, 中国内蒙古段面积为 23,148.19 km², 占总面积的 33.14%, 蒙古国段面积为 46,701.82 km², 占总面积的 66.86%。样带主要地貌类型为高平原和丘陵, 地势西北高东南低, 平均海拔为 1005 m。样带属于温带大陆性季风气候区, 冬季寒冷漫长, 夏季炎热短暂, 年际温差大, 多年平均气温为 3.8℃。降水多集中于夏季 7~8 月, 多年平均降水量为 216.9 mm [21]。样带主要植物有羊草(*Leymus chinensis*)、大针茅(*Stipa grandis*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)和寸苔草(*Carex duriuscula*)等, 其中羊草、大针茅、克氏针茅为建群种[22] [23], 土壤类型以栗钙土为主, 隐域性土壤有淡栗钙土、暗栗钙土等。样带地表径流不发育, 主要河流及湖泊有克鲁伦河、巴拉噶尔河、高力罕河等。

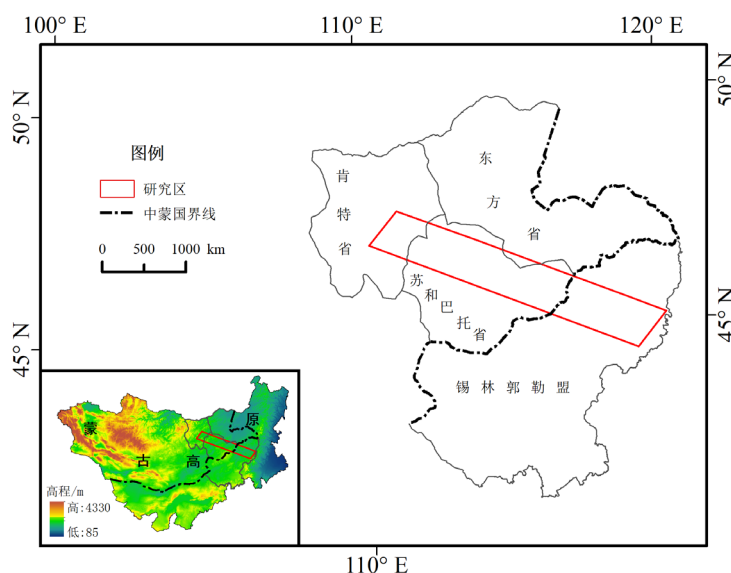


Figure 1. The location map of the research transect

图 1. 研究样带示意图

3. 数据处理与方法

3.1. 数据来源与处理

为了更加准确的研究景观格局动态变化特征, 遥感影像选择降水和气温接近多年平均值的年份且植

被生长较好的 7、8 月份。研究从美国地质勘探局(United States Geological Survey, 简称 USGS)分别获取 1988、1995、2002、2009、2016 和 2020 年分辨率为 30 m 的 Landsat TM 影像作为数据源。

采用 ENVI 5.2 软件对影像进行波段合成、几何校正、投影转换、镶嵌、裁剪等预处理。根据中华人民共和国质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会于 2007 年 8 月 10 日联合发布的《全国土地利用分类系统(GB/T21010-2007)》 [24]及研究样带遥感影像的特征, 将样带景观类型划分为草地、耕地、水域、居民地及工矿用地、未利用土地 5 个一级景观类型, 再将居民地及工矿用地简化为居民地和工矿用地, 将未利用土地细分为盐碱地、沙地和沼泽地 3 种类型(表 1)。

Table 1. Landscape classification index system

表 1. 景观分类指标体系

一级类型	二级类型	含义
草地		指以生长草本植物为主, 包括用于放牧或割草的疏林、灌木草地。
耕地		种植农作物的土地, 包括新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地, 以种植农作物为主。
水域		包括永久性, 季节性的湖泊、沟渠、面状水域、水库、河流等。
居民地及工矿用地	居民地	指城乡居民点, 旗县以及苏木乡镇。
	工矿用地	指矿厂、大型工业区、油田、盐场、采石场以及机场等用地。
	盐碱地	表层盐碱聚集, 只生长天然耐盐植物的土地, 主要分布在草原湖泊周围低洼地。
未利用土地	沙地	表层为沙覆盖, 植被覆盖度在 5% 以下, 包括沙漠和河流旁边由于河流萎缩而形成的河底沙子。
	沼泽地	指地势平坦低洼, 经常积水或渍水, 在草原的湖泊、河流周围, 一般生长水草、苔草及禾本科植物。

首先解译 2016 年的遥感影像, 提取了景观类型信息, 并分别于 2016 年、2017 年的 7~8 月对境内外的样地进行实地调查, 核准了解译结果。之后以 2016 年的解译结果为参考, 对其余 5 期影像进行解译, 获得样带 1988~2020 年 6 期景观类型分布图及相应的景观属性数据。

3.2. 研究方法

基于 6 期景观类型分布图, 利用 ArcGIS10.2 对近 30 年样带各景观面积的变化幅度及变化速率进行分析, 其计算公式如下:

$$V_i = \frac{B_i - A_i}{A_i} * 100\% \tag{1}$$

式中, V_i 为 i 类型景观面积 n 时期到 $n + 1$ 时期的变化幅度, B_i 为 $n + 1$ 时期 i 类型景观面积, A_i 为 n 时期 i 类型景观面积。

$$V_i = \frac{\Delta S_i}{\Delta T_i} \tag{2}$$

式中, V_i 为 i 类型景观面积 n 时期到 $n + 1$ 时期的变化速率, ΔS_i 为 i 类型景观面积 n 时期到 $n + 1$ 时期的变化面积, ΔT_i 为时期 n 到时期 $n + 1$ 之间的时间差。

景观指数能够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[25]。研究主要从景观水平和斑块类型水平进行景观格局分析, 根据样带景观类型, 并借鉴前人的研究成果的基础上, 在景观水平上选取的指数有斑块数量(NP)、最大斑块指数(LPI)、蔓延度指数(CONTAG)、聚合度指数(AI)、香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI); 斑块类型水平上选取的指数有斑块数量(NP)、斑

块密度(PD)、景观百分比(PLAND)、景观形状指数(LSI)、聚集度指数(COHESION)和聚合度指数(AI),所有景观指数计算在 Fragstats4.2 中完成。

4. 结果分析

4.1. 样带景观类型变化特征

由样带 1988~2020 年 6 个时期的景观类型面积变化(表 2)可看出,草地在样带中占比最大,占总面积的 93.23%~96.79%,1988 年为最大值,占 96.79%,2020 年减少至最低 93.23%,呈持续减少的趋势;耕地面积变化幅度较大,面积比例在 0.34%~0.64%,1988~2009 年持续减少,2009 年最低为 240.45 km²,之后持续增加至 2020 年的 308.54 km²;水域面积占 0.35%~0.66%,2016 年水域面积最小为 246.32 km²,1988~2020 年增加幅度为 36.30%;1988~2020 年样带沼泽地面积波动式增加,变化幅度为初期的 1.13 倍;其他景观类型面积均持续增加,其中工矿用地的增加幅度最大,为初期的近 379 倍。近 30 年来,草地和耕地面积呈下降趋势,减速分别为 77.66 km²·a⁻¹、4.43 km²·a⁻¹,其他景观类型面积均呈上升趋势,其中盐碱地增速最大,为 29.28 km²·a⁻¹。

Table 2. Area change of landscape types in research transect from 1988 to 2020

表 2. 样带 1988~2020 年景观类型面积变化

类型	1988 年		1995 年		2002 年		2009 年		2016 年		2020 年		1988~2020 年变化率 /km ² ·a ⁻¹
	面积 /km ²	比例 /%	面积 /km ²	比例 /%	面积 /km ²	比例 /%	面积 /km ²	比例 /%	面积 /km ²	比例 /%	面积 /km ²	比例 /%	
草地	67,604.53	96.7853	67,148.31	96.1321	67,019.47	95.9477	66,878.54	95.75	66,389.37	95.05	65,119.55	93.23	-77.66
耕地	450.28	0.6446	406.38	0.5818	348.77	0.4993	240.45	0.34	289.49	0.41	308.54	0.44	-4.43
水域	287.83	0.4121	349.57	0.5005	463.50	0.6636	253.68	0.36	246.32	0.35	392.32	0.56	3.27
居民地	17.51	0.0251	20.54	0.0294	25.56	0.0366	34.02	0.05	57.14	0.08	92.95	0.13	2.36
工矿用地	0.28	0.0004	0.30	0.0004	3.29	0.0047	29.27	0.04	102.09	0.15	106.36	0.15	3.32
盐碱地	472.17	0.6760	608.55	0.8712	715.00	1.0236	1091.31	1.56	1297.90	1.86	1409.21	2.02	29.28
沙地	201.97	0.2891	346.81	0.4965	411.46	0.5891	521.80	0.75	628.26	0.90	680.82	0.97	14.96
沼泽地	815.45	1.1674	969.56	1.3881	862.97	1.2355	800.95	1.15	839.45	1.20	1740.27	2.49	28.90

在空间分布上,各景观类型分布特征明显(图 2)。除了草地范围最广且面积有逐渐缩减趋势外,其他景观类型分布较为集中。其中,耕地主要分布于样带西北部;盐碱地、沼泽地主要分布在河流沿岸的低洼地;沙地、工矿用地主要分布于样带东南部;水域、居民地零星分布于整个样带。

4.2. 景观层次上的格局变化

利用景观水平的 6 个指数来分析样带景观格局变化特征。表 3 为 1988~2020 年样带景观水平上的景观指数变化,可以看出,样带景观格局发生了明显变化。景观的斑块数量(NP)由 1988 年的 2613 个增加到 2020 年的 3475 个;LPI 值整体上由 1988 年的 96.60%下降到 2020 年的 88.44%;蔓延度指数由 1988 年的 94.95%减少到 2020 年的 90.85%;AI 值在 1988~2020 年间下降了 0.14%;SHDI 和 SHEI 值均在 1988 年最低,分别为 0.19 和 0.09,2020 年 SHDI 和 SHEI 值均增加到了最高,其值分别为 0.35 和 0.17。总体来看,近 30 年样带景观斑块数量不断增加,最大斑块所占的比例减小,表明景观破碎度增加;样带蔓延度指数和聚合度指数趋于减小,表明景观由集中趋向于分散;香农均匀度指数和多样性指数的增加表明景观各斑块类型分布向均衡方向发展。

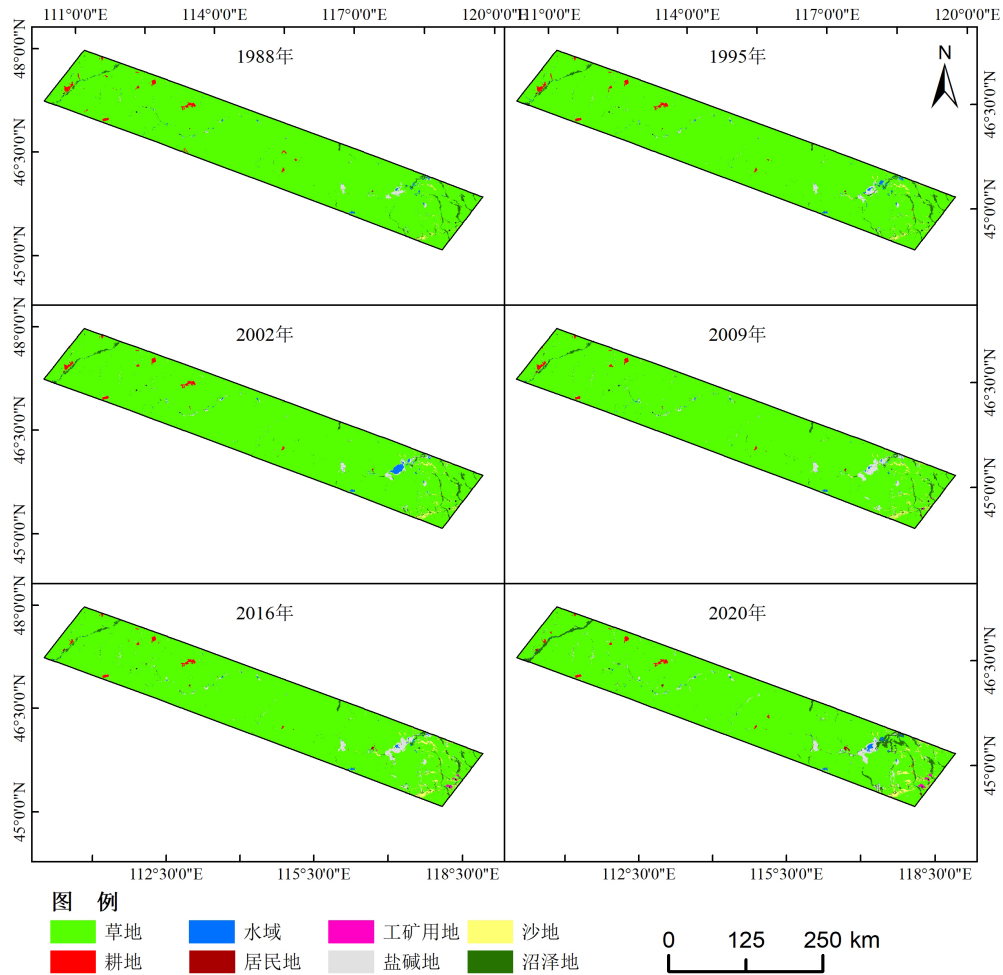


Figure 2. Landscape classification map of the research transect from 1988 to 2020
图 2. 样带 1988~2020 年景观分类结果示意图

Table 3. Changes of landscape pattern indices of research transect from 1988 to 2020
表 3. 1988~2020 年间样带景观水平指标特征

年份	特征指标					
	NP (个)	LPI (%)	CONTAG (%)	AI (%)	SHDI	SHEI
1988	2613	96.60	94.95	99.72	0.19	0.09
1995	2775	95.66	94.13	99.69	0.22	0.11
2002	2962	95.74	93.88	99.69	0.23	0.11
2009	3125	95.56	93.68	99.68	0.24	0.12
2016	3277	94.83	92.79	99.64	0.28	0.13
2020	3475	88.44	90.85	99.58	0.35	0.17

1988~2020 年期间样带内蒙古段景观水平上的景观指数变化如表 4 所示。1988~2002 年斑块数量(NP)从 1145 个增加至 1464 个, 到 2009 年减少至 1434 个, 2009 年之后 NP 值增加至 2020 年的 1757 个, 整体上呈增加趋势。最大斑块面积(LPI)在 1988~2020 年间不断减少, 由 94.01% 减至 85.33%。表明该时期景观破碎度增加, 优势斑块类型作用减弱, 异质性增强。蔓延度指数(CONTAG)在整个时期由 92.24% 减

少至 84.05%，聚合度指数(AI)由 1988 年的 99.53%减少至 1995 年的 99.42%后增加为 99.44%，并 2002 年之后持续下降至 99.22%，反映出景观破碎化程度增加，使得整个景观的连通度和聚集度减小。香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)的变化也说明样带内蒙古段景观破碎化程度加强，各斑块类型分布向均衡方向发展。

Table 4. Landscape pattern indices in Inner Mongolian sample belt from 1988 to 2020

表 4. 1988~2020 年间样带内蒙古段景观水平指标特征

年份	特征指标					
	NP (个)	LPI (%)	CONTAG (%)	AI (%)	SHDI	SHEI
1988	1145	94.01	92.24	99.53	0.29	0.14
1995	1423	92.14	90.23	99.42	0.37	0.18
2002	1464	91.50	89.62	99.44	0.40	0.19
2009	1434	90.80	89.08	99.43	0.42	0.20
2016	1664	88.81	87.04	99.33	0.50	0.24
2020	1757	85.33	84.05	99.22	0.61	0.30

1988~2020 年期间样带蒙古国段景观水平上的景观指数变化如表 5 所示。1988~1995 年、2009~2016 年斑块数量(NP)呈减少趋势，1995~2009 年、2016~2020 年呈增加趋势，整体上呈增加趋势。最大斑块面积(LPI)先减少后增加，到 2020 年急剧下降至 89.98%，整体上呈减少趋势。蔓延度指数(CONTAG)由 96.55%增加到 96.68%后减少为 95.27%，聚合度指数(AI)也先增加后减少，呈现出景观聚集度和连通度先减小后增大。香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)呈波动式增加趋势，表明 1988~2020 年样带蒙古国段破碎化程度波动式增加，整体的景观连通性变差。

Table 5. Landscape pattern indices in Mongolian sample belt from 1988 to 2020

表 5. 1988~2020 年间样带蒙古国段景观水平指标特征

年份	特征指标					
	NP (个)	LPI (%)	CONTAG (%)	AI (%)	SHDI	SHEI
1988	1473	97.89	96.55	99.81	0.122	0.063
1995	1359	90.94	96.65	99.82	0.128	0.061
2002	1506	97.85	96.65	99.82	0.128	0.061
2009	1702	97.92	96.68	99.79	0.125	0.060
2016	1619	97.83	96.59	99.79	0.129	0.062
2020	1735	89.98	95.27	99.76	0.180	0.087

总体来看，近 30 年样带境内外破碎化程度均在增加，聚集度和自然连通性均在变差，景观均呈分布均衡发展趋势，表明境内外景观破碎化趋势一致。但是，从变化速率来看，样带内蒙古段景观格局持续向破碎化方向发展，蒙古国段景观格局为波动式变化，表明内蒙古段受到的人为干扰较大。

4.3. 斑块类型层次上的格局变化

从样带各斑块类型的总体变化特征来看(图 3)，1988~2020 年间盐碱地、沼泽地和居民地斑块数量(NP)和斑块密度(PD)增大，斑块面积占比也增加，说明它们的破碎化程度上升；其中居民地斑块数量增加，

表明人为干扰加大。而草地斑块数量、密度和景观百分比减小；1988~2009 年耕地斑块数量、密度和面积占比均呈下降趋势，2009~2020 年呈上升趋势，其他类型斑块数量和密度波动式变化，趋于增加。6 个时期草地景观面积占比最大，在 93%~97%之间波动，其他类景观所占比呈增加趋势。

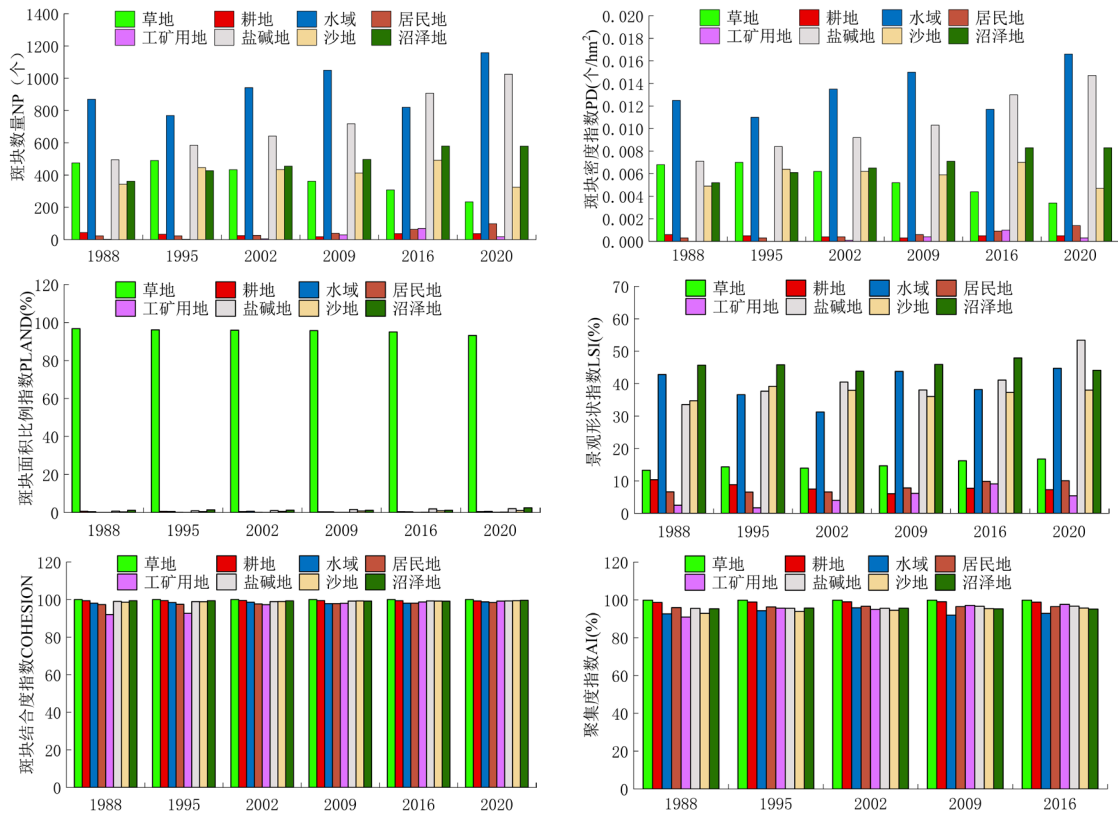


Figure 3. Changes of patch type level indices of the research transect from 1988 to 2020

图 3. 1988~2020 年间样带景观斑块类型水平指数变化

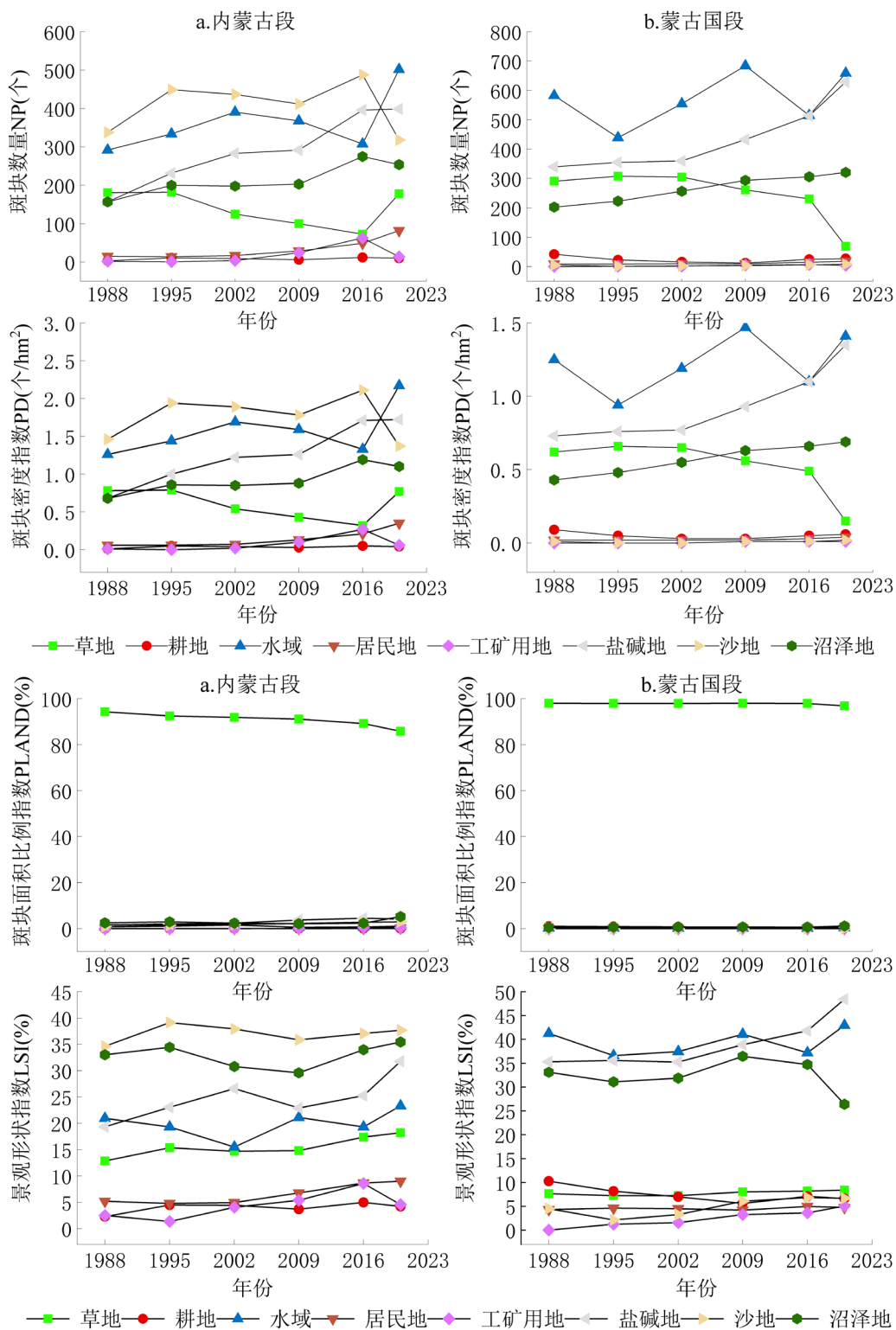
1988~2020 年草地和盐碱地景观形状指数(LSI)呈上升趋势，耕地呈下降趋势，其他景观类型具有一定的波动式变化，无明显的发展趋势方向。表明该时期内草地和盐碱地景观斑块结构复杂化，形状不规则化，而耕地则向规则化发展。

草地聚集度指数(COHESION)无明显变化，居民地和工矿用地的 COHESION 值不断增大，在分布上趋向集聚，自然连通度得到提高，其他景观类型的变化趋势不明显，有微小的波动，波动年限均不一致。草地的聚合度指数(AI)有轻微地减小趋势，而沙地缓慢增长，其他景观类型的 AI 值波动式增加，表明除了草地之外的其他景观类型由分散趋向于集中，斑块空间分布散落性减少。

1988~2020 年样带两个国家的景观斑块类型水平指数变化如图 4 所示。可看出样带 NP 和 PD 的变化趋势基本一致，其中内蒙古段盐碱地和居民地的 NP 值和 PD 值呈直线增加，草地和沙地的变化具有一定的波动，其余景观类型的 NP 值和 PD 值波动式增加；蒙古国段盐碱地、沼泽地的斑块数量和密度持续增加，草地持续下降，水域的变化波动剧烈，其余景观类型无明显变化，1988~2020 年间各景观类型的破碎情况略有不同，其中盐碱地的破碎化程度最严重。

从景观百分比(PLAND)的变化趋势来看，样带境内外的草地斑块面积占比均呈下降趋势，其中在内蒙古段趋势更加明显，而其余景观类型的斑块面积所占比重呈上升趋势，其变化亦在内蒙古段较明显。从景观形状指数(LSI)的变化趋势来看，内蒙古段各景观类型的几何形状各有不同，各种景观类型的形状

越来越复杂; 蒙古国段内水域、盐碱地和沼泽地的形状较复杂, 其中盐碱地和水域的形状趋向复杂化, 沼泽地斑块则向规则化发展。其余景观类型的斑块形状较简单, 其中草地、工矿用地和沙地的斑块形状不规则化, 耕地斑块向规则化和集中化趋势发展。



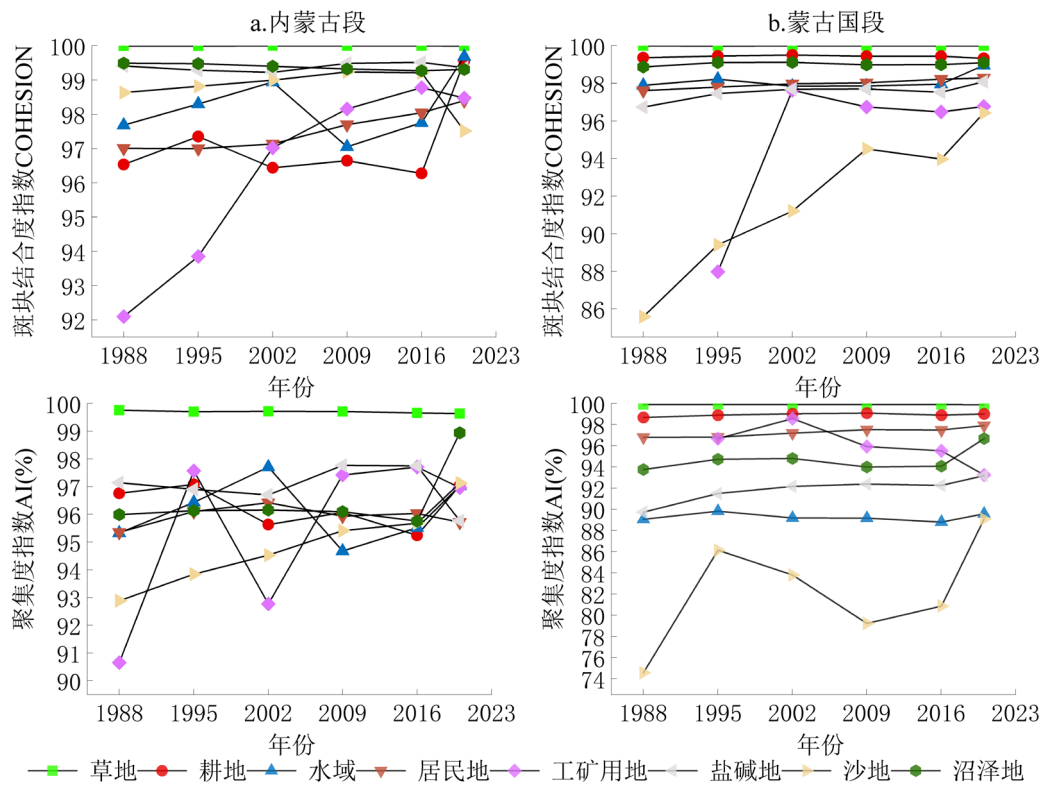


Figure 4. Changes of patch type level indices in Inner Mongolian sample belt and Mongolian sample belt from 1988 to 2020
图 4. 1988~2020 年间样带内蒙古段和蒙古国段景观斑块类型水平指数变化

从聚集度指数(COHESION)的变化趋势来看, 样带内蒙古段内除了草地、沼泽地和盐碱地的 COHESION 值变化不显著之外, 其他景观类型变化波动较大, 表明受到人为影响, 相互之间的连通性波动剧烈。而蒙古国段内除了沙地和工矿用地的增加幅度较大以外, 其余景观类型具有微小的波动, 表明沙地和工矿用地自然连通度很大程度上得到提高。在样带内蒙古段内, 草地的聚合度指数(AI)变化不显著, 沙地的 AI 值呈直线增加, 其他景观类型的变化都不规律, 表明沙地的聚集程度增加; 蒙古国段内沙地和工矿用地的 AI 值变化波动性较大, 其余景观类型的变化波动性较小, 其中居民地、盐碱地、水域和沼泽地 AI 值趋于增加, 表明这些景观类型由分散趋向于集中, 斑块得到整合, 破碎化程度降低。

5. 结论与讨论

5.1. 结论

1) 近 30 年样带草地和耕地面积呈下降趋势, 其中耕地变化幅度最大, 为 31.48%, 草地变化速率最大, 为 $77.66 \text{ km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$; 其他景观类型面积均呈上升趋势, 其中盐碱地增速最大, 为 $29.28 \text{ km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$, 工矿用地变化幅度最大, 为初期的近 379 倍。

2) 在景观层次上, 1988~2020 年间样带的景观格局发生了明显变化, 景观破碎度增加, 景观由集中趋向于分散, 各斑块类型分布向均衡方向发展。在斑块类型层次上, 各景观类型指数变化不一, 差异明显。草地和耕地斑块面积占比减少, 但草地破碎化程度下降, 形状复杂化。水域、居民地、工矿用地、盐碱地、沙地和沼泽地斑块面积占比有所增加, 其中水域、盐碱地、沼泽地和居民地破碎化程度上升, 工矿用地和沙地由分散趋向于集聚, 表明样带沙地斑块面积增加, 由分散趋向于集聚, 土地沙漠化加重。

3) 近 30 年样带蒙古国段和内蒙古段破碎化程度均在增加, 聚集度和自然连通性均在变差, 均呈分布均衡发展趋势。但内蒙古段景观格局变化持续向破碎化方向发展, 蒙古国段为波动式变化。

在斑块类型层次上, 样带蒙古国段和内蒙古段草地斑块景观百分比趋于减小, 除了耕地之外的其余斑块类型景观百分比则趋于增大, 其中内蒙古段变化趋势较明显。样带内蒙古段盐碱地和居民地的破碎化程度上升, 形状越来越复杂化; 沙地斑块面积有所增加, 由分散趋于集中, 表明内蒙古段沙漠化范围扩大且集中化。蒙古国段居民地、盐碱地、水域和沼泽地破碎化程度上升, 趋向于集中, 表明蒙古国段水域干涸或断流等问题加重。

5.2. 讨论

1) 近 30 年样带景观破碎化程度在加重, 草地和耕地斑块面积占比减少, 其余类型斑块面积占比呈增加趋势。其中水域、盐碱地和沼泽地破碎化程度上升, 这可能由于水域干涸或河流断流等原因导致, 这与气候暖干化趋势一致[26] [27]。

2) 蒙古国分别于 1959 年、1976 年和 2007 年出台了鼓励垦荒政策, 其目的是为了提高农作物产量。1988~2020 年间样带蒙古国段的耕地斑块面积占比变化特征为: 由 1988 年的 0.96 减少到 2009 年的 0.51, 之后受到政策体制的影响耕地斑块面积占比大幅度增加, 到 2020 年达 0.64。由此可见, 近 30 年样带蒙古国段的耕地斑块面积主要受政策体制的影响, 景观格局变化与政策措施的实施密切相关。

3) 样带境内外典型草原景观格局变化趋势一致, 但内蒙古的破碎化趋势更显著; 从斑块类型层次上看, 内蒙古的土地沙漠化、水域干涸等现象更加严重。样带内气候条件具有一定的差异, 降水、气温皆为东南高, 西北低[28]。因此, 除了自然因素, 人为干扰对蒙古高原典型草原景观格局变化的贡献占部分比重, 尤其是放牧方式和强度。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国草地资源[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [2] 邬建国. 当代生态学博论[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 30-39.
- [3] Wiens, J.A. (1999) Landscape Ecology: The Science and the Action. *Landscape Ecology*, **14**, 103.
- [4] 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.
- [5] 张宏斌, 杨桂霞, 黄青, 李刚, 陈宝瑞, 辛晓平. 呼伦贝尔草甸草原景观格局时空演变分析——以海拉尔及周边地区为例[J]. 草业学报, 2009, 18(1): 134-143.
- [6] 庞立东, 刘桂香. 近二十年内蒙古西乌珠穆沁草原景观结构变化及驱动力浅析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(10): 155-160.
- [7] 王治良, 路春燕. 呼伦贝尔草原区土地利用及景观格局变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(12): 91-97.
- [8] 张起鹏, 王建, 张志刚, 顾洪亮. 高寒草甸草原景观格局动态演变及其驱动机制[J]. 生态学报, 2019, 39(17): 6510-6521.
- [9] 巴图娜存, 胡云锋, 毕力格吉夫, 等. 蒙古高原乌兰巴托 - 锡林浩特草地样带植物物种的空间分布[J]. 自然资源学报, 2015(1): 24-36.
- [10] 胡云锋, 巴图娜存, 毕力格吉夫, 等. 乌兰巴托 - 锡林浩特样带草地植被特征与水热因子的关系[J]. 生态学报, 2015, 35(10): 3258-3266.
- [11] 刘瑞国, 王美珍, 郭淑晶, 刘磊, 李雪松. 内蒙古自治区草地资源的基况介绍[J]. 内蒙古草业, 2012, 24(3): 2-6.
- [12] 邓波, 洪绂曾, 高洪文. 试述草原地区可持续发展的生态承载力评价体系[J]. 草业学报, 2004, 13(1): 1-8.
- [13] 周锡饮, 师华定, 王秀茹, 孟凡浩. 蒙古高原近 30 年来土地利用变化时空特征与动因分析[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(6): 1102-1110.

- [14] 戴琳, 张丽, 王昆, 王仁礼. 蒙古高原植被变化趋势及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2014, 34(5): 218-225.
- [15] 张艳珍, 王钊齐, 杨悦, 李建龙, 张颖, 章超斌. 蒙古高原草地退化程度时空分布定量研究[J]. 草业科学, 2018, 35(2): 233-243.
- [16] 王永利, 云文丽, 梁存柱, 王伟. 内蒙古典型草原区植被格局变化及退化导因探讨[J]. 干旱区资源与环境, 2007(10): 144-149.
- [17] 韩砚君, 牛建明, 张庆, 董建军, 张雪峰, 康萨如拉. 锡林河流域近 30 年草原植被格局动态及驱动力分析[J]. 中国草地学报, 2014, 36(2): 70-77.
- [18] 宋彦涛, 乌云娜, 张靖, 霍光伟, 张凤杰. 放牧强度对克氏针茅(*Stipa krylovii*)草原植被景观格局的影响[J]. 中国沙漠, 2016, 36(3): 674-680.
- [19] 黄婷, 于德永, 乔建民, 郝蕊芳. 内蒙古锡林郭勒盟景观格局变化对土壤保持能力的影响[J]. 资源科学, 2018, 40(6): 1256-1266.
- [20] 王凌菲, 徐霞, 江红蕾, 关梦茜, 田晓宇. 内蒙古温带典型草原围封十年草灌景观格局动态[J]. 生态学报, 2020, 40(7): 2234-2241.
- [21] 敖敦. 蒙古高原典型草原近 30 年土地覆被变化研究——以乌珠穆沁 - 温都尔汗带为例[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2017.
- [22] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [23] 赵一之, 赵利清, 曹瑞, 等. 内蒙古植物志[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2019.
- [24] 全国农业区划委员会. 土地利用现状调查技术规程[M]. 北京: 测绘出版社, 1984.
- [25] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 第二版. 北京: 高等教育出版社, 2007: 45-52.
- [26] 包刚, 包玉海, 覃志豪, 周义, Shiirev-Adiya. 近 10 年蒙古高原植被覆盖变化及其对气候的季节响应[J]. 地理科学, 2013, 33(5): 613-621.
- [27] 刘兆飞, 王蕊, 姚治君. 蒙古高原气温与降水变化特征及 CMIP5 气候模式评估[J]. 资源科学, 2016, 38(5): 956-969.
- [28] 缪丽娟, 蒋冲, 何斌, 刘强, 朱枫, 崔雪锋. 近 10 年来蒙古高原植被覆盖变化对气候的响应[J]. 生态学报, 2014, 34(5): 1295-1301.