

# 2000~2020年内蒙古河谷地区生态用地变化特征分析

敖日格乐

内蒙古师范大学, 地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2023年10月20日; 录用日期: 2023年12月15日; 发布日期: 2023年12月26日

## 摘要

精确地对生态用地的时空演变过程以及规律的分析, 对区域内的生态环境保护以及生态质量评测有着极其重要的意义。本文采用2000年、2005年、2010年、2015年以及2020年五个时间节点的土地利用数据构建了内蒙古自治区河谷地区的土地利用变化矩阵、土地利用动态度, 在通过内蒙古河谷地区生态用地总变化量分析入手, 对内蒙古河谷地区的生态用地的数量变化趋势以及空间变化趋势这两方面进行了分析。结果表明: (1) 2000~2020年20年间内蒙古河谷地区整体变化并不大, 在各个时间段上土地动态度并差异很大, 生态用地在各个时间段的变化趋势与转移方向在各个时间段的特性上呈现出2000~2005年缓慢变化期。2005~2010年剧烈变化期。2010~2015年缓慢变化, 在这个年龄段各地类变化并不明显。2015~2020年生态用地加速恢复阶段, 林地快速增长, 草地快速增长, 水域增长, 湿地快速减少。(2) 通过土地转移矩阵的变化可以发现在2005~2010年沼泽地大面积增加但相比之下其他生态用地地类整体上为减少, 在2015~2020年沼泽地大面积减小但其他生态用地地类面积增长恢复, 按沼泽地的特性而言是由于2005~2010年的湿度增加, 2015~2020年湿度下降为主要原因。

## 关键词

内蒙古河谷地区, 土地转移矩阵, 土地动态度

# Analysis of Ecological Land Change Characteristics in Inner Mongolia Valley Areas from 2000 to 2020

Aorgill

School of Geographical Sciences, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Oct. 20<sup>th</sup>, 2023; accepted: Dec. 15<sup>th</sup>, 2023; published: Dec. 26<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Accurate analysis of the spatiotemporal evolution process and laws of ecological land is of extremely important significance to regional ecological environment protection and ecological quality evaluation. This paper uses land use data from five time nodes in 2000, 2005, 2010, 2015 and 2020 to construct a land use change matrix and land use dynamics in the river valley area of Inner Mongolia Autonomous Region. Through the total change of ecological land in the river valley area of Inner Mongolia Autonomous Region, starting from quantitative analysis, the quantitative and spatial change trends of ecological land in the Inner Mongolia valley area were analyzed. The results show that: (1) The overall changes in the Inner Mongolia valley area were not significant in the 20 years from 2000 to 2020, and the land dynamics did not differ greatly in each time period. The change trends and transfer directions of ecological land in each time period varied in each time period. The characteristics of the time period show a period of slow change from 2000 to 2005. 2005~2010 was a period of dramatic change. The change was slow from 2010 to 2015, and the changes in various categories were not obvious during this period. In the accelerated restoration stage of ecological land from 2015 to 2020, forestland increased rapidly, grassland increased rapidly, water areas increased, and wetlands decreased rapidly. (2) Through the changes in the land transfer matrix, it can be found that from 2005 to 2010, the area of swamps increased, but other ecological land types decreased overall. From 2015 to 2020, the area of swamps decreased, but other ecological land types decreased. According to the characteristics of swampland, the growth and recovery of land use area is mainly due to the increase in humidity from 2005 to 2010 and the decrease in humidity from 2015 to 2020.

## Keywords

Inner Mongolia Valley Region, Land Transfer Matrix, Land Dynamic Degree

---

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

土地作为人类进行社会生存和发展所需的最根本的物质基础，是各种人类活动的载体。但随着人类对土地的需求不断增长，人地关系的矛盾显得尤为突出，大多数情况下人类往往考虑土地的经济效益作为出发点忽视了其生态效益。这导致很多具有独特生态价值的自然土地类型，如湿地、荒漠、冻原和极地等，逐渐丧失了其生态价值，甚至转变成为农用地或建设用地。另外，城市建设用地需求日益增加和各种用地的矛盾愈加严重，尤其是生态用地不断遭到侵占，导致土地生态服务衰退。这不仅直接影响着人类社会的可持续发展，而且会对人类的生存形成很大的威胁。因此，为了遏制土地生态价值大量损耗甚至消失的趋势，有必要对生态用地的变化进行检测与监管。

河谷是湿地的主要分布区地貌类型之一，而湿地也被冠以“地球之肾”。如果湿地生态系统出现植被退化、土壤干化和生物多样性受到威胁就会发生严重的生态问题[1]。同时河谷也是人类开发利用强度最大的地区，大部分河谷地区用地类型为农牧交错带或居民点，为人类提供大量食物和水资源等生活原料，提供了巨大的生态效益、经济效益和社会效益。当河谷生态系统遭受风险时会影响地区经济，社会稳定可持续发展和国家生态安全。

目前因随着工业化、城镇化加速推进，生态破坏、环境污染、国土空间无序开发等一系列问题日渐凸显，快速的人类活动使得生态空间不断被侵占和蚕食，生态功能不断退化，现存的重要生态空间逐渐丧失其自然属性，影响了生态环境可持续发展，因此迫切需要开展重要生态空间构建的生态保护成效分析，这也一直是国内外生态学和生态系统评估的研究热点。

内蒙古东部地区生态环境、地形、地类结构组成复杂且是我国华北地区阻挡风沙向南侵的重要生态屏障，生态功能和地理区位都极为重要。其中蒙东河谷地区占内蒙古河谷面积半数以上是重要的环境资本之一。它生物多样性丰富，生产力水平高，具有巨大的环境调节功能，对维护整个流域生态平衡具有非常重要的作用。内蒙古东部河谷地区是内蒙古东部重要畜牧业生产基地，具有空间异质性显著、地势平坦、水资源丰富、土壤的腐殖质较丰富、土壤比较肥沃、是山区适宜耕作的地区[2]。但同时内蒙古东部河谷地区具有植被群落结构单一、受地形起伏影响大、抗干扰能力弱以及生态环境脆弱等特征。因而蒙东河谷地区的生态环境变化会直接影响到流域生态系统、社会经济服务价值的增减。在以往对蒙东地区的研究中通常是对大面积区域的生态质量进行评价，这往往会使河谷地区内部的复杂性在大面积统筹性研究下被淹没。因此，像这样生态地位高却受人类干扰剧烈地区，对其进行生态质量变化的研究是必要的。

而本文从生态服务价值的角度出发，将以生态用地为切入点。从内蒙古河谷地区 2000 年至 2020 年的生态用地的变化中，分析内蒙古河谷地区的生态用地变化特征，以达到对内蒙古河谷地区生态环境保护工作提供科学依据的目的。

## 2. 文献综述

在 1972 年联合国人类环境会议在斯德哥尔摩召开，世界各国政府第一次共同探讨生态环境问题。此后，世界各国政府围绕生态环境质量提升，制定和开展了一系列重大生态建设战略和计划，如可持续发展战略、全球气候变化框架条约、新千年生态系统评估、生态优先战略、生态文明建设等。现如今，自斯德哥尔摩“联合国人类环境会议”世界各国政府代表第一次在一起讨论生态环境问题以来，已经过去了将近半个世纪，人类的目光也从未离开过这个事关人类生存与发展的主题。

至 20 世纪 70 年代关于生态环境的研究主要关注生态系统的服务功能评价。这个时期关于生态环境的评价主要是水土保持、气候调节与物质循环功能等，Costanza 等[3]对生态系统服务进行分类，估算了全球生物圈的生态系统服务价值。而 20 世纪 80 年代则开始关注生态系统健康评价阶段，Rapport 等[4]定义生态系统是稳定和可持续性的，一个健康的生态系统具有维持其组织结构、自我调节和对抗干扰的恢复能力。直至 20 世纪 90 年代至今对于生态系统的评价转为生态环境综合评价的阶段，即对生态环境中的多种生态因子如：物种、植被、气象、水文、土壤等进行多方面的评价。

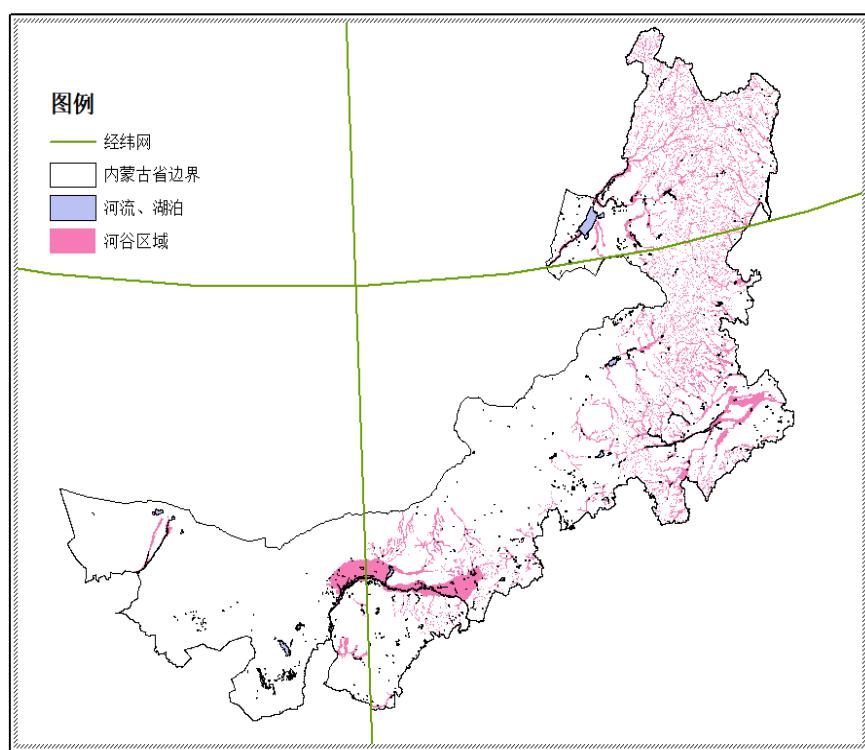
国内对于生态环境的研究工作起步较晚从 20 世纪 70 年代起国内对生态环境的研究工作主要是对城市污染的评估工作，至 80 年代后开始从工程对生态环境的影响开始研究随后慢慢转变为区域性，专题性的生态环境的研究工作[5] [6] [7]。进入 21 世纪后中国生态环境的评价理论逐渐成熟并根据不同的生态环境管理需求和生态环境特征，建立了县域、省域、国家和专题生态区的评价指标体系[8]。

内蒙古东部地区生态环境、生态质量研究起与 2000 年，这时期的研究主要是以蒙东地区农牧交错带作为主要研究区。有王庆锁等[9]在 2000 年对蒙东森林草原交错带生物多样性的研究，以及对其森林景观格局的初步研究。另有赵慧颖等[10]在 2006 对蒙东地区农牧交错带气象灾害种植决策模式的研究。这时期各学者对蒙东地区的研究处在对其生态系统的格局分布的初步认识与分析阶段。在 2006 年白美兰[11]等在研究蒙东地区 1951~2004 年 54 年来的气候变化对生态环境演变的影响分析中提出，这个时期的蒙东生态环境状况由于气温与降水处于高的气候基本态和高气候变化率时期，致使极端气候事件呈增加态势，

并且蒙东地区沙地破碎化程度加剧，沙漠化局部恶化。自此开始蒙东地区的生态环境以及生态质量问题开始得到了重视。

随后的阶段为对蒙东地区生态环境的各类影响因素的初步分析。有杨泽龙[12]在2008年在对内蒙古东部气候变化及草地生产潜力的区域性分析中提出降水是草地生产力提高的限制性因素。田讯等[13]在2009年对吉林省西部与内蒙古东部农牧交错带草地退化现状及管理对策中认为人为因素是草地退化的主要因素，人口压力、不合理利用为草地退化为主导因素。提出健康诊断，对健康草地实施保护。

自2010年起至今随着研究方法以及研究手段的发展，这个阶段蒙东地区的生态环境以及生态质量的研究更为多样化，研究重心也开始以可持续发展的角度对蒙东地区的生态质量以及生态环境进行各方面的评价。有曹云生等[14]在2012年对蒙东山地森林主要树种的生物量以及生产力研究中对以研究森林生态系统的角度出发将蒙东地区树种的生产力进行了排序。晓兰等[15]在2019年对蒙东水资源生态足迹比较分析中对区域水资源可持续利用程度进行分析并得出水资源可持续利用与自然、社会和经济的发展有关系。目前学者更多是通过遥感技术对区域的生态质量以及生态修复等各方面进行研究[16]-[21]。



**Figure 1.** Overview map of the study area

**图 1.** 研究区概况图

### 3. 数据处理与研究方法

#### 3.1. 研究区概况

如图1内蒙古自治区，首府呼和浩特。地处中国北部，地理上位于北纬 $37^{\circ}24' \sim 53^{\circ}23'$ ，东经 $97^{\circ}12' \sim 126^{\circ}04'$ 之间，东北部与黑龙江、吉林、辽宁、河北交界，南部与山西、陕西、宁夏相邻，西南部与甘肃毗邻，北部与俄罗斯、蒙古接壤，整个自治区地势为东低西高，横跨东北、华北、西北地区。气候条件以温带大陆性气候为主。内蒙古湿地面积在全国居第3位，其中河谷湿地是内蒙古湿地的最重要

组成部分。内蒙古地区河谷地貌主要是由额尔古纳水系、嫩江水系、辽河水系、黄河水系与额济纳水系所形成。目前,根据IUCN估计,受全球气候变暖及社会经济增长等因素的影响,地球上近一半的湿地资源消失。而内蒙古是我国华北地区阻挡风沙向南侵的重要生态屏障,生态功能和地理区位都极为重要。因此在湿地生态系统受到威胁大环境下,研究内蒙古河谷湿地的生态环境状况刻不容缓。

### 3.2. 数据来源与预处理

此次研究所用遥感数据有2000年Landsat5TM遥感影像、中国30米高程数据与中科院地理所/地理国情监测云平台所制作的中国全国30米高精度2000~2020年土地利用现状土地利用类型遥感监测数据与内蒙古自治区矢量边界数据。另有内蒙古自治区资源系列地图编辑委员会所制作的《内蒙古地貌类型图》作为此次研究的数据来源。根据河谷地貌的自然特征可得知河谷地貌谷底与阶地坡度平缓,以谷肩为河谷边界使用高程数据可以识别出河谷的大致范围。内蒙古河谷地区的提取通过参照内蒙古自治区资源系列地图编辑委员会所制作的《内蒙古地貌类型图》识别并粗提取内蒙古河谷地区的地貌矢量文件。随后在Arcgis中对内蒙地区的30m分辨率DEM数据进行裁剪,得出内蒙古河谷流域的地形图。在使用Arcgis水文分析模块中的坡度计算模块,计算出内蒙古河谷地区的坡度并使用自然段点法将河谷的坡度分为10类。在通过阈值测定出黄河流域地区准确范围。在通过坡度计算后的DEM数据得到的矢量文件与LANDSAT多光谱影像进行比对后目视解译增加提取精度,最后完成内蒙古河谷的提取。

### 3.3. 研究方法

#### 3.3.1. 生态用地划分

中科院地理所/地理国情监测云平台所制作的中国全国30米高精度2000~2020年土地利用现状土地利用类型遥感监测数据其用地分类为6个一级地类25个二级地类。通过参考邓红兵《区域生态用地的概念及分类》[14],将其以重分类为以生态服务功能为主的,生态功能用地。分类结果如表1。

**Table 1.** Classification of ecological land

**表 1. 生态用地分类**

一级分类		二级分类		三级分类	
编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	林地	11			有林地
		12			灌木林地
		13			疏林地
		14			其他林地
2	草地	21			高覆盖草地
		22			中覆盖草地
		23			低覆盖草地
3	水域及湿地	31			河渠
		32			湖泊
		33			水库坑塘
		34			滩涂
		35			滩地
		36			沼泽地

**Continued**

			41	沙地
			42	戈壁
		4	43	盐碱地
			44	裸土地
二	弱生态功能用地		45	裸岩石质地
			46	其他
		5	51	旱地
			52	水田
			61	城镇用地
三	非生态用地	6	62	农村居民用地
			63	其他建设用地

**3.3.2. 土地利用动态度**

土地利用动态度是指区域一定时间范围内，某种土地利用类型变化速度的情况，可定量描述土地利用变化速度。为掌握不同时间段和不同地区内土地利用的变化程度和差异，本文计算了每种土地利用类型的单一动态度和土地利用综合动态度。

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

式中， $K$  为单一土地利用动态度， $K$  值的取值范围为-1 到 1， $K$  为负值时表明该种土地利用类型相较于前一年为减少，反之则增加， $K$  的绝对值越大说明土地类型的变化速度越快，反之越慢； $U_a$  为前一时期某种土地类型的面积( $\text{km}^2$ )； $U_b$  为后一时期该土地类型的面积( $\text{km}^2$ )； $T$  为前后两期对应的时间段， $T$  的单位为年。

**3.3.3. 土地利用程度**

土地利用程度通过土地利用程度综合指数模型来刻画，反映人类活动对区域土地利用变化的影响水平。式中， $LC$  为综合土地利用动态度； $U_{ib}$  为后一时期第  $i$  种土地利用类型面积； $U_{ia}$  为前一时期第  $i$  种土地利用类型面积。 $T$  为前后两期对应的时间段， $T$  的单位为年。

$$LU = \frac{\sum_{i=1}^n |U_{ib} - U_{ia}|}{2 \sum_{i=1}^n U_{ia}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

**3.3.4. 土地利用转移**

土地利用转移矩阵，就是根据同一地区不同时相的土地覆盖现状的变化关系，求得一个二维矩阵。通过对得到的转移矩阵进行分析，能够得到 2 个时相，不同的地类之间相互转化的情况。

**4. 内蒙古河谷地区生态用地总量分析****4.1. 综合土地动态度总量结果分析**

内蒙古河谷地区 2000~2020 年综合土地动态度变化速率为 0.0826%。各个时间段土地动态度分别为 2000~2005 年 0.1903%，2005~2010 年 3.2139%，2010~2015 年 0.0575%，2015~2020 年为 3.1693%。在这 20 年之间 2005~2010 年间的变化速率最高，其次为 2015~2020 年土地变化速率。

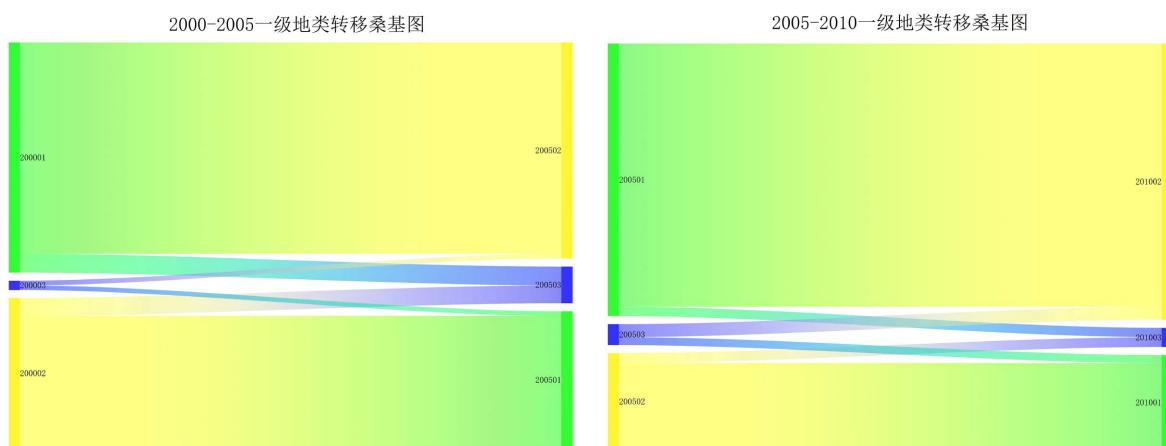
## 4.2. 一级地类土地转移结果分析

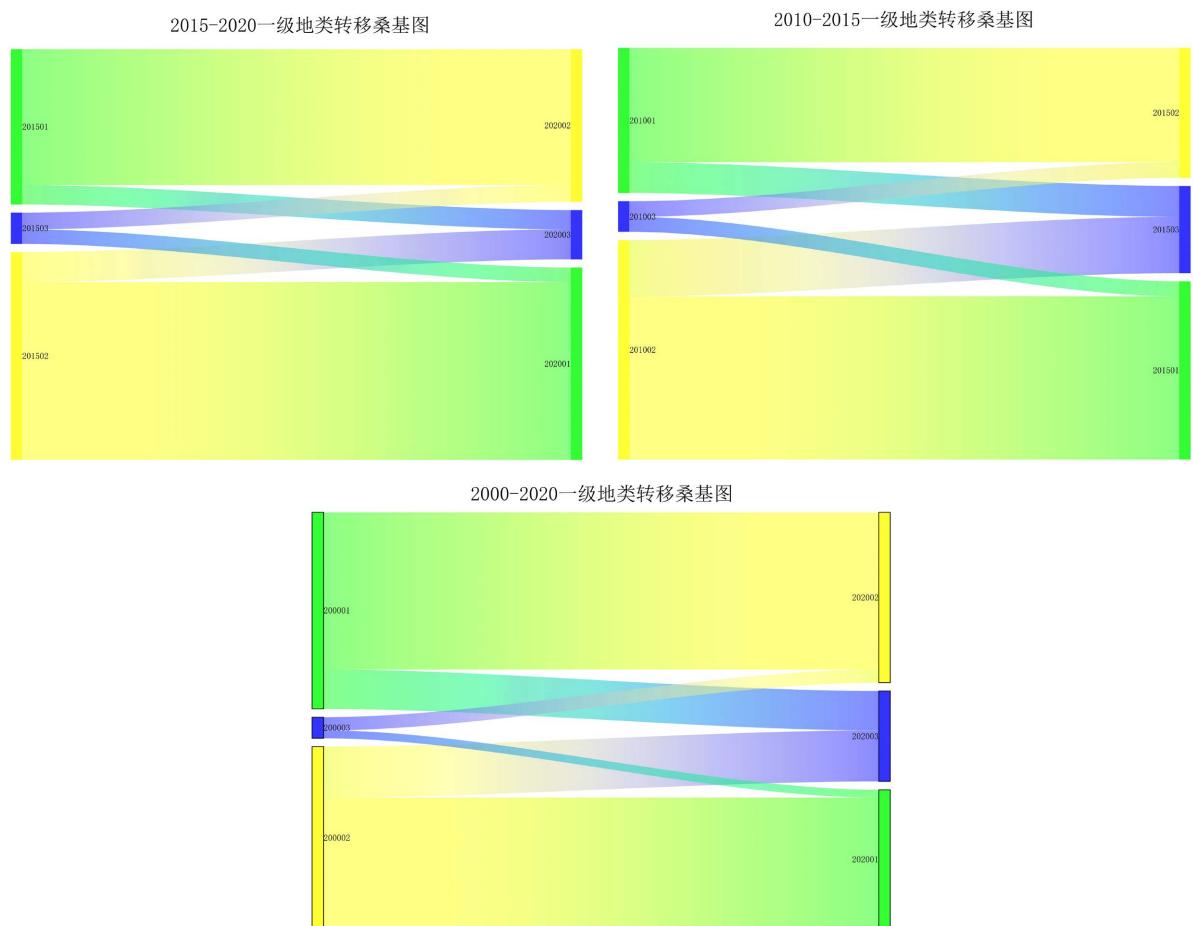
如图2所示,由一级地类土地转移桑基图得知2000~2020年这20年间强生态功能用地转入为弱生态功能地频繁发生。其中2000~2005年与2005~2010年土地转移模式是以强生态功能用地的转出为主。在2000~2010年在这十年年间强生态用地转出最为明显在2005~2010年达到最大面积转出。而2010~2020年间的强生态用地转出转入,可看出这十年间的强、弱、非三种生态功能用地的转移模式没有发生明显变化强、弱生态功能用地的输出转入大致持平,但在这10年间由于城市化发展所以非生态用地的转入增加十分明显。表2为一级地类土地利用转移矩阵2000~2020年间由强生态功能用地转出为弱生态功能用地面积为2191.54 km<sup>2</sup>是20年间转出的最大面积。2005~2010年间强生态功能用地转出面积最大为17181.83 km<sup>2</sup>。只有在2015~2020年间弱生态功能用地转入为强生态功能用地面积占比最大为7708.82 km<sup>2</sup>。

**Table 2.** Level 1 land transfer matrix

**表2.** 一级用地转移矩阵

用地类型	强生态用地	弱生态用地	非生态用地
	面积/km <sup>2</sup>	面积/km <sup>2</sup>	面积/km <sup>2</sup>
2000 强生态用地	77905.87	835.47	28.63
弱生态用地	1333.67	37010.62	30.05
2005 非生态用地	118.68	112.22	4869.88
2005 强生态用地	38323.72	5666.42	515.69
弱生态用地	17181.83	29205.12	848.7
2010 非生态用地	605.52	639.75	3654.86
2010 强生态用地	38323.72	5666.42	515.69
弱生态用地	17181.83	29205.12	848.7
2015 非生态用地	605.52	639.75	3654.86
2015 强生态用地	77983.54	376.7	34.7
弱生态用地	264.5	39891.9	35.85
2020 非生态用地	71.17	130.09	4921.94
2000 强生态用地	73427.18	1828.18	109.45
弱生态用地	2191.54	35035.82	183.96
2020 非生态用地	548.75	710.95	4609.03





**Figure 2.** First-level land class transfer Sankey diagram (In the figure, 01, 02 and 03 are strong ecological land, weak ecological land and non-ecological land)

**图2.** 一级地类转移桑基图(图中01、02、03为强生态用地、弱生态用地、非生态用地)

## 5. 内蒙古河谷地区各类型地类转移分析

### 5.1. 单一土地利用动态结果分析

通过计算 2000~2020 年间的单一土地动态结果发现：除了耕地与非生态用地在每个时间段均为增长趋势，其他地类在这 20 年间 4 个时间段变化趋势并不一致。2000~2005 年，各林地地类均为增长，其中有林地、灌木林地、疏林地、其他林地的增长速度分别是 0.20%、0.53%、0.07%、3.10%。各类型草地均为减少态势其中覆盖草地减少速度为 0.51% 为最高。而水域面积增长速度也十分明显其中河渠、湖泊、水库增长分别为 2.04%、2.87%、3.18%。湿地地类中滩地的减少明显其速度为 2.75%。2005~2010 年，林地地类只有灌木林地有所增长其速率为 11.63%。草地整体为减少速度，其中高覆盖草地减少速度最为迅速为 9.53%。水域地类除河渠外都是以减少为主。湿地地类均为增长，滩地增长速度为 3.59%，沼泽地增长速度为 27.86%。难利用地除裸岩石质地均为减少。2010~2015 年，林地地类中只有其他林地为增长，其增长速度为 0.09%。草地地类中各类型草地变化也并不明显。水域地类中水库的增长最为明显增长速度为 3.63%。而湿地也并无明显的变化。难利用地中裸土地明显增长，增长速度为 0.41%。沙地减少速度为 0.14%，其他难利用地地类变化并不明显。2015~2020 年，林地地类中灌木林地减少速度为 7.48% 有林地，疏林地与其他林地增长速度为 0.62%，23.42%，7.81%。草地地类中低覆盖草地减少速度为 0.20%，

高覆盖草地与中覆盖草地增加速度为 18.46%、1.15%。水域地类中河渠减少速度为 4.26% 湖泊与坑塘水库增长速度为 4.77%、4.51%。湿地地类中滩地与沼泽地均减少，减少速度为 11.70%、16.08%。难利用地中裸岩石质地减少明显其速度为 5.25%。盐碱地有所增加其速率为 2.72%。

## 5.2. 土地转移方向分析

从图 3 土地转移弦图结果分析可得知 2000~2005 年土地转移弦图中土地转移主要是以中覆盖草地转出为旱地为主另有高覆盖与低覆盖草地转为旱地的曲弦较为明显。2005~2010 年最为显眼的曲弦为高覆盖草地大面积转为沼泽地是 2005~2010 年间的主要转移模式。相较与 2005~2010 年 2010~2015 年的土地转移模式为旱地与低覆盖草地转入中覆盖草地，中覆盖草地转入为高覆盖草地为主。在 2015~2020 年土

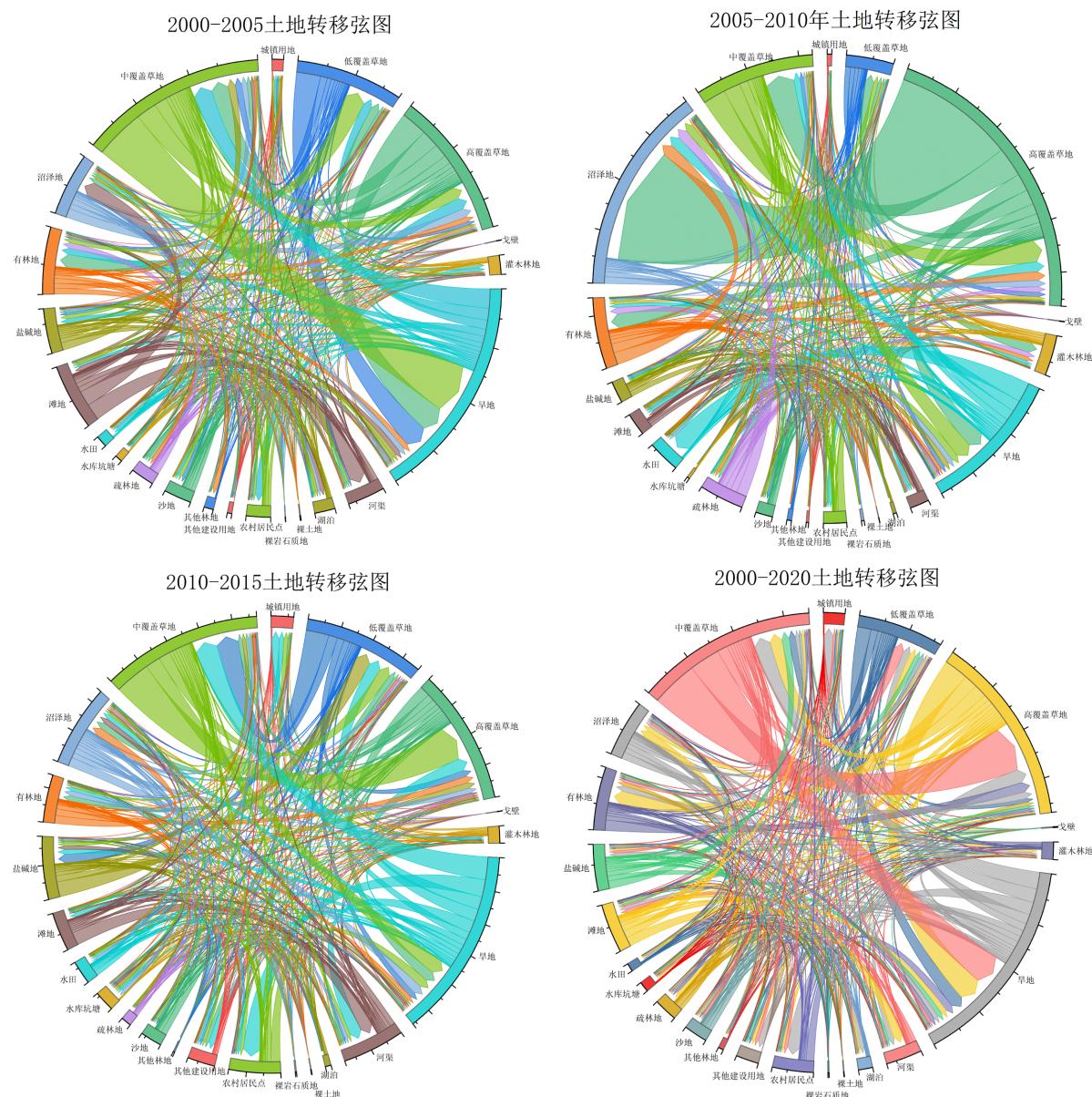


Figure 3. Land transfer chord diagram

图 3. 土地转移弦图

地转移弦图土地转移模式是以中沼泽地重新转为高覆盖草地为主，且中覆盖草地持续转入高覆盖草地的土地转移模式。最后 2000~2020 年土地转移弦图中这二十年内蒙古河谷地区转移模式主要是以中覆盖草地转为高覆盖草地与旱地为主。内蒙古河谷地区的土地类型主要以草地与旱地为主。而且在 2000~2020 年土地转移的主要形式都是以草地的转出转入为主。

(1) 2000~2005 年土地利用转移矩阵中 2000 年强生态功能用地面积为  $81391.3 \text{ km}^2$ ，其中林地、草地、湿地面积分别  $14200.54 \text{ km}^2$ ， $51965.87 \text{ km}^2$ ， $15224.89 \text{ km}^2$ 。为弱生态功能用地面积为  $38117.52 \text{ km}^2$ ，其中难利用地与耕地面积分别为  $6937.62 \text{ km}^2$ ， $31379.90 \text{ km}^2$  而非生态用地面积为  $4953.26 \text{ km}^2$ 。而 2005 年强生态功能用地面积为  $80803.04 \text{ km}^2$ ，其中林地、草地、湿地面积分别为  $14407.16 \text{ km}^2$ ， $51205.79 \text{ km}^2$ ， $15190.09 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地面积为  $38533.55 \text{ km}^2$ ，其中难利用地与耕地面积分别是  $6660.69 \text{ km}^2$ ， $31872.86 \text{ km}^2$ 。非生态功能用地面积为  $5125.48 \text{ km}^2$ 。这两年间强生态功能用地减少了  $588.26 \text{ km}^2$ ，其中草地面积减少了  $760.06 \text{ km}^2$ ，湿地面积减少了  $34.82 \text{ km}^2$  其中主要是以沼泽地的减少为主共减少  $31.40 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地增加了  $416.03 \text{ km}^2$ ，其中耕地增加了  $492.95 \text{ km}^2$ 。非生态用地增加了  $172.22 \text{ km}^2$ 。

(2) 2005~2010 年土地利用转移矩阵中 2010 年强生态功能用地面积为  $81984.52 \text{ km}^2$ ，弱生态功能用地面积为  $40446.56 \text{ km}^2$ ，非生态功能用地面积为  $5006.38 \text{ km}^2$ 。相较于 2005 年强生态功能用地增加了  $1181.48 \text{ km}^2$ 。但其中草地面积减少了  $18321.1 \text{ km}^2$ ，主要是以高覆盖草地转出为沼泽地为主共转出面积为  $11922.04 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地增加了  $1913.01 \text{ km}^2$ ，主要是以耕地的增加为主共增加面积为  $2357.26 \text{ km}^2$ 。非生态用地减少了  $119.1 \text{ km}^2$ 。

(3) 2010~2015 年土地利用转移矩阵中 2015 年强生态功能用地面积为  $81966.3 \text{ km}^2$  弱生态功能用地面积为  $40231.1 \text{ km}^2$  非生态用地面积为  $5197.09 \text{ km}^2$ 。相较于 2010 年强生态功能用地增加了  $75.74 \text{ km}^2$ ，其中沼泽地增长了  $13.78 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地减少  $206.4 \text{ km}^2$  非生态用地增加了  $130.68 \text{ km}^2$ 。

(4) 2015~2020 年土地利用转移矩阵中 2020 年强生态功能用地为  $80298.14 \text{ km}^2$ ，其中林地、草地、湿地面积分别为  $14149.07 \text{ km}^2$ ， $50811.32 \text{ km}^2$ ， $15337.75 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地面积为  $37702.62 \text{ km}^2$  难利用地与耕地面积为  $6216.5 \text{ km}^2$ ， $31486.12 \text{ km}^2$ 。非生态用地面积为  $5910.57 \text{ km}^2$ 。相较于 2015 年强生态功能用地增加了  $1603.29 \text{ km}^2$  其中沼泽地大面积转为高覆盖草地共转出  $12117.73 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地减少了  $2387.51 \text{ km}^2$ 。非生态用地增加了  $784.22 \text{ km}^2$ 。

(5) 由 2000~2020 年土地利用转移矩阵中可知这 20 年间草地面积恢复到了 2000 年沼泽地减少了  $110.30 \text{ km}^2$ 。弱生态功能用地共减少  $830.93 \text{ km}^2$ ，非生态用地共增加  $785.09 \text{ km}^2$ 。

## 6. 结论与讨论

### 6.1. 结论

(1) 2000~2020 年 20 年间内蒙古河谷地区整体变化并不大，在各个时间段上土地动态度差异很大，生态用地在各个时间段的变化趋势与转移方向在各个时间段的特性上呈现出 2000~2005 年缓慢变化期，其中林地缓慢增长，草地缓慢减少，水域增长，湿地快速减少，耕地与建设用地增长。2005~2010 年剧烈变化期间，林地面积快速减少，草地面积快速减少，水域面积变化并不明显，湿地面积快速增长，耕地与建设用地快速增长。2010~2015 年生态用地缓慢恢复，在这个年段各地类变化并不明显，只有坑塘水库的增长速度最高为 3.63%，且耕地与建设用地增长相比其他时间段增长也并不剧烈相对缓慢。2015~2020 年生态用地加速恢复阶段，林地快速增长，草地快速增长，水域增长，湿地快速减少。

(2) 通过土地转移矩阵的变化可以发现在 2005~2010 年沼泽地大面积增加但相比之下其他生态用地地类整体上为减少，在 2015~2020 年沼泽地大面积减小但其他生态用地地类面积增长恢复，按沼泽地的特性而言是由于 2005~2010 年的湿度增加，2015~2020 年湿度下降为主要原因。

## 6.2. 讨论

本文使用栅格数据以内蒙古自治区河谷地貌为研究对象，通过对内蒙古自治区河谷地貌的生态用地的转移方式、变化规律以及整体上的转移模式进行分析，可得知近些年来内蒙古地区的生态恢复较为良好。根据自治区响应政策可得知，2015年是内蒙古自治区生态质量复苏起始年，2005年是自治区高速发展阶段生态质量恶化的起始。

此次研究结果可对内蒙古特殊地貌的生态环境改善以及国土空间优化进行相应的参考。后续可进行改进的是对内蒙古自治区河谷生态用地变化的影响因素进行分析，研究生态质量变化驱动因素。也可对河谷地区与周边地区的生态质量之间进行对比分析，以突出河谷地区生态质量的特殊性。也可对内蒙古各流域的河谷地区生态质量进行区别分析研究河谷地区之间的生态质量差异。此次研究中并未考虑到保护区的生态用地变化规律以及生态质量的变化差异后续同样也可以进行改进。

## 致 谢

首先非常感谢学校开设这个课题，为本人日后从事地理信息科学领域提供了经验，奠定了基础。本次论文研究持续半年，现在终于到结尾了。通过这次课题，我的能力有了很大的提高，比如操作能力、分析问题的能力、合作精神、严谨的工作作风等方方面面都有很大的进步。这期间凝聚了很多人的心血，在此我表示由衷的感谢。没有他们的帮助，我将无法顺利完成这次论文。感谢导师在我的论文书写及设计过程中给了我大量的帮助和指导，为我理清了设计思路和操作方法，并对我所做的课题提出了有效的改进方案。

其次，我要感谢所有的任课老师和辅导员在学习期间对我的严格要求，感谢他们对我学习上和生活上的帮助，使我了解了许多专业知识和为人的道理，能够在今后的生活道路上有继续奋斗的力量。

另外，我还要感谢我一起走过的同学朋友对我的关心与支持，与他们一起学习、生活，让我在大学期间生活的很充实，给我留下了很多难忘的回忆。

最后，我要感谢我的父母对我的关心和理解，如果没有他们在我的学习生涯中的无私奉献和默默支持，我将无法顺利完成今天的学业。

## 参考文献

- [1] 蒋宇翔, 温彦平, 赵国松, 等. 基于 Sentinel-1 遥感数据的东洞庭湖水文特征动态监测[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2023, 46(4): 88-96.
- [2] 全国划为 216 个生态功能区: 人居保障功能首进规划[J]. 领导决策信息, 2008(33): 26.
- [3] Costanza, R., et al. (1997) The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, **387**, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- [4] Rapport, D.J. (1989) What Constitutes Ecosystem Health? *Perspectives in Biology and Medicine*, **33**, 120-132. <https://doi.org/10.1353/pbm.1990.0004>
- [5] Xu, M., Zhu, Y., Lü, H., Li, Y., Zhou, X. and Chen, Y. (2015) Eco-Environmental Quality Evaluation of Huabei Plain. *Proceedings of IAHS*, **368**, 436-441. <https://doi.org/10.5194/iahs-368-436-2015>
- [6] Liu, Y., Yue, W., Fan, P., et al. (2017) Assessing the Urban Environmental Quality of Mountainous Cities: A Case Study in Chongqing, China. *Ecological Indicators*, **81**, 132-145. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.048>
- [7] 周正柱, 王俊龙. 长江经济带区域生态环境质量综合评价与预测研究[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2018, 33(4): 465-473.
- [8] Zhang, K.M. and Wen, Z.G. (2008) Review and Challenges of Policies of Environmental Protection and Sustainable Development in China. *Journal of Environmental Management*, **88**, 1249-1261. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.019>
- [9] 王庆锁, 冯宗炜, 罗菊春. 河北北部、内蒙古东部森林-草原交错带生物多样性研究[J]. 植物生态学报, 2000(2):

- 141-146.
- [10] 赵慧颖. 内蒙古东部农牧交错带抵御气象灾害种植决策模式[J]. 农业工程学报, 2006(11): 30-34.
  - [11] 白美兰, 郝润全, 邸瑞琦, 等. 内蒙古东部近 54 年气候变化对生态环境演变的影响[J]. 气象, 2006(6): 31-36.
  - [12] 田迅, 杨允菲. 吉林省西部与内蒙古东部农牧交错区草地退化现状及管理对策[J]. 生态学杂志, 2009, 28(1): 152-157.
  - [13] 晓兰, 王丹丹, 王塔娜, 等. 内蒙古东部地区水资源生态足迹比较分析[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(7): 193-199.
  - [14] 邓红兵, 陈春娣, 刘昕, 等. 区域生态用地的概念及分类[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1519-1524.
  - [15] 于会彬, 张明祥. 内蒙古自治区湿地资源及其保护建议[J]. 林业资源管理, 2005(6): 61-64.  
<https://doi.org/10.13466/j.cnki.lyzygl.2005.06.014>
  - [16] 宗慧琳, 张晓伦, 袁希平, 等. 利用 GEE 进行 1990-2022 年小江流域生态环境质量时空格局与演变趋势分析 [J/OL]. 环境科学: 1-21. <https://doi.org/10.13227/j.hjkx.202308061>, 2023-11-01.
  - [17] 余慧婕, 张方敏, 马赫, 等. 基于遥感生态指数的淮河流域生态环境质量时空演化及其驱动因素分析[J/OL]. 环境科学: 1-18. <https://doi.org/10.13227/j.hjkx.202308035>, 2023-10-31.
  - [18] 杨雪, 李益敏, 赵娟珍, 等. 云南省生态环境质量与生态修复区识别研究[J/OL]. 水土保持通报: 1-13.  
<https://doi.org/10.13961/j.cnki.stbctb.20231024.002>, 2023-10-26.
  - [19] 毕佳港, 诸培新, 张明斗, 等. 土地城市化对生态环境质量的影响研究——基于“本地-邻地”视角的分析[J]. 地理科学进展, 2023, 42(10): 2033-2046.
  - [20] 姜俊狄, 李嘉, 陈焱明, 等. 适用于秋冬季节 RSEI 的三峡库区生态质量评估[J]. 测绘通报, 2023(10): 14-19.  
<https://doi.org/10.13474/j.cnki.11-2246.2023.0289>
  - [21] 卢响军. 基于 EQI 的新疆生产建设兵团生态质量监测体系构建[J]. 环境监测管理与技术, 2023, 35(5): 5-8.  
<https://doi.org/10.19501/j.cnki.1006-2009.2023.05.013>