

# 丹顶鹤潜在栖息地的遥感识别与动态监测

于欣, 张玉红\*

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

收稿日期: 2023年2月27日; 录用日期: 2023年3月24日; 发布日期: 2023年3月31日

## 摘要

丹顶鹤作为珍稀濒危鸟类, 一直是我们国家的重点保护对象。丹顶鹤一般会选择适宜的湿地进行筑巢和繁殖, 因此研究其潜在的栖息地对保护丹顶鹤和恢复已被破坏的栖息地有非常重要的意义。本文选择辉河湿地为研究区, 以单一土地利用动态度和景观格局指数为研究手段, 利用辉河湿地1985~2020年8期遥感影像和道路数据等, 通过对丹顶鹤潜在栖息地的条件进行筛选和识别, 确定丹顶鹤潜在栖息地的空间分布与变化特征。结果表明: 通过分析食物条件, 水分条件, 隐蔽条件, 远离居民地、耕地、道路等获得的最佳丹顶鹤潜在栖息地的数量在1990年有上升趋势, 而后逐年减少, 2005~2015年几乎无变化, 而后在2020年大幅下降, 丹顶鹤潜在栖息地从1985年最初的451.24 km<sup>2</sup>减少到2020年的191.68 km<sup>2</sup>, 共计减少了259.56 km<sup>2</sup>, 其动态度先呈现逐年减少的趋势, 在2005~2015期间缓慢上升, 随后到2020年开始减少。近35年丹顶鹤潜在栖息地整体呈现减少的趋势。根据得到的景观格局指数, 辉河丹顶鹤栖息地的整体景观形状较为简单, 近35年景观破碎程度变化呈现起伏式波动的状态, 且2010年和2020年破碎化程度比较高。

## 关键词

辉河湿地, 丹顶鹤, 栖息地, 土地利用

# Remote Sensing Identification and Dynamic Monitoring of Potential Habitats of Red-Crowned Cranes

Xin Yu, Yuhong Zhang\*

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

Received: Feb. 27<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Mar. 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

As a rare and endangered bird, the red-crowned crane has always been a key protection object in

\*通讯作者。

our country. Red-crowned cranes generally choose suitable wetlands for nesting and breeding, so studying their potential habitat is important to protect red-crowned cranes and restore destroyed habitats. In this paper, Huihe Wetland was selected as the research area, and the spatial distribution and change characteristics of the potential habitat of red-crowned cranes were determined by screening and identifying the conditions of potential habitats of red-crowned cranes by using a single land use dynamic degree and landscape pattern index as the research method, and using remote sensing images and road data from the 8th period of Huihe Wetland from 1985 to 2020. The results showed that the number of potential habitats of the best red-crowned crane obtained by analyzing food conditions, water conditions, hidden conditions, and away from residential land, arable land, roads, etc. had an upward trend in 1990, and then decreased year by year, with almost no change from 2005 to 2015, and then decreased significantly in 2020, and the potential habitat of red-crowned cranes decreased from 451.24 km<sup>2</sup> in 1985 to 191.68 km<sup>2</sup> in 2020, a total decrease of 259.56 km<sup>2</sup>. Its dynamics first showed a decreasing trend year by year, slowly increasing between 2005 and 2015, and then decreasing in 2020. In the past 35 years, the potential habitat of red-crowned cranes has shown an overall trend of decline. According to the obtained landscape pattern index, the overall landscape shape of the habitat of Huihe red-crowned crane is relatively simple, and the degree of landscape fragmentation has shown a state of undulating fluctuations in the past 35 years, and the degree of fragmentation in 2010 and 2020 is relatively high.

## Keywords

Huihe Wetland, Red-Crowned Crane, Habitat, Land Use

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

作为濒危物种的丹顶鹤是目前为止世界上仅存 15 种鹤类之一, 同时也是我国一级重点保护野生动物。湿地则作为生物多样性保护的重要阵地, 一直是景观研究的热点与重点, 也是珍稀水禽的主要栖息地。中国境内的丹顶鹤野外种群为世界丹顶鹤野外种群中的大陆种群, 依照大陆种群的越冬区、繁殖区与迁徙路线的不同, 又可进一步将其分为东部种群与西部种群, 西部种群主要繁殖于黑龙江省西部以及内蒙古自治区东部地区, 主要包括黑龙江省西部的扎龙保护区, 内蒙古自治区东部的辉河流域等地。近年来众多学者对鹤类潜在栖息地开展了相关研究。Steve E. Fairbairn and James J. Dinsmore [1]和彭文娟等[2]认为湿地鸟类物种的存在和数量可能与湿地变化存在一定相关。目前为止, 大多数学者研究探讨湿地时空变化对鹤类数量的影响等相关研究较多, 但针对湿地时空变化对于鹤类潜在栖息地的影响研究较少, 且丹顶鹤作为湿地景观变化的生物指示种, 研究其潜在鹤类栖息地的变化, 对于湿地的动态变化及鹤类的保护具有非常重要意义。

近几十年来, 我国对于丹顶鹤等国家保护动物及其栖息环境的研究越发深刻, 例如张婷婷等[3]对我国目前丹顶鹤栖息地的研究进行了综合论述, 结果证实丹顶鹤在栖息地的选择上需要同时结合隐蔽条件, 食物来源, 水分条件, 以及远离人为干扰。张树岩等[4]、宫兆宁等[5]、刘蕾[6]和刘红玉等[7]研究发现丹顶鹤易于选择远离道路和居民地干扰, 靠近明水面且土壤湿度较高并且植被覆盖较多的区域作为营巢栖息地, 其中最适宜的觅食栖息环境是芦苇沼泽, 是由于芦苇可以为丹顶鹤提供隐蔽的栖息环境, 并且拥有丰富的食物来源。刘红玉等[7]、吴庆明等[8]、李枫等[9]和邹红菲等[10]综合多个丹顶鹤保护区总结了其栖息地的特征, 筛选并得出丹顶鹤最适宜栖息地的重要条件, 丹顶鹤的巢址选择与距明水面的距离有关, 明水面的存在是影响丹顶鹤巢址选择的重要因素之一, 大多数筑巢地周围(1 km 之内)景观类型为湖泡和沼泽, 以便于觅食, 丹

顶鹤是杂食性鸟类, 喜欢吃水生生物(鱼和螺等), 也吃草籽和昆虫, 因而喜欢在浅水湖泡和沼泽中觅食; 对于丹顶鹤这一领域性鸟类, 其干扰的影响最小为 1 km, 其最小生境面积为 3.14 km<sup>2</sup>; 同时栖息地要远离人为干扰影响, 距离道路、耕地至少在 500 m 以上, 丹顶鹤栖息地距离居民地平均保持在 1000 m 以上。

辉河湿地是呼伦贝尔草原东部最大的一条沼泽、湖泊型带状湿地, 与达赉湖、俄罗斯达乌尔斯克、蒙古国达乌尔严格保护地共同构成了东北亚地区草原湿地生态系统, 是东北亚乃至全球重要的生态屏障, 同时辉河作为重要的西部丹顶鹤种群繁殖地之一, 对维护地区生物多样性的稳定具有不可替代的功能和价值。

因此, 本研究选取辉河湿地 1985~2020 年 8 期 LANDSAT 遥感影像, 结合实地考察对影像进行校准, 同时对湿地信息进行提取, 并判别潜在的鹤类栖息地的条件, 对潜在的鹤类栖息地进行识别和动态监测, 利用多年遥感数据分析其时空变化。根据潜在的鹤类栖息地的时空变化特征, 开展优先保护行动, 制定鹤类保护政策和湿地管理规划。

## 2. 数据与方法

### 2.1. 研究区概况

辉河国家级自然保护区(东经 118°30′~119°45′, 北纬 48°05′~49°17′)位于内蒙古自治区呼伦贝尔市鄂温克族自治旗、新巴尔虎左旗、陈巴尔虎旗行政区域内(图 1)。保护区属中温带大陆性气候, 冬季漫长寒冷, 夏季温和短促, 降水集中, 春秋两季气候变化剧烈, 降水少, 风大, 降水多集中在夏季。

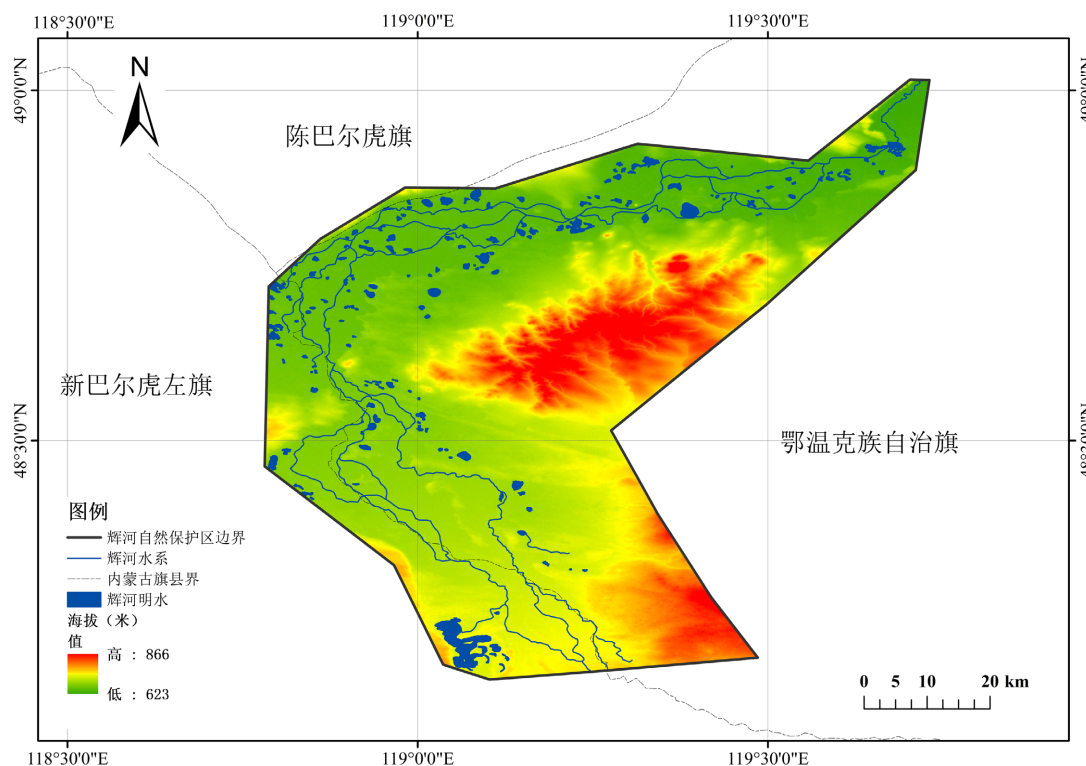


Figure 1. Schematic diagram of Huihe national nature reserve

图 1. 辉河国家级自然保护区示意图

辉河自然保护区始建于 1997 年, 2002 年晋升为国家级自然保护区, 2006 年加入中国人与生物圈保护区网络, 在国际上享有盛誉, 是大鸨、丹顶鹤、大天鹅、鸿雁最重要的繁殖地之一, 也是 16 种东亚 - 澳大利亚候鸟迁徙的重要通道, 《国际鸟类红皮书》把辉河湿地列入候鸟重要秋季集结、迁徙地。辉河

自然保护区主要保护对象是丹顶鹤、大鸨、白鹤等珍禽及湿地、草原、沙地樟子松林生态系统, 是中国重要的候鸟繁殖地和迁徙候鸟的停歇地, 也是国际重要湿地之一。近年来, 由于这里良好的生态环境, 春秋两季成了包括丹顶鹤在内的珍稀濒危鸟类的良好繁殖和停歇场所。

## 2.2. 数据来源与处理

本文选取辉河湿地 1985~2020 年 5~8 月份的 8 期 LANDSAT 遥感影像, 其中 1985 年, 1990 年, 1995 年, 2000 年, 2010 年为 Landsat 5 遥感影像(空间分辨率为 30 m), 2005 年 Landsat 7 遥感数据(空间分辨率为 15 m), 2015 和 2020 年为 Landsat 8 遥感影像(空间分辨率为 15 m)。由于辉河自然保护区的道路数据缺失, 因此道路数据来源为通过目视解译绘制的 8 期道路矢量数据。

下载的 Landsat 数据产品的处理级别均为 Level 1 (Precision Terrain Corrected)(标准地形校正), L1T 数据产品经过系统辐射校正和地面控制点几何校正, 并且通过 DEM 进行了地形校正。可以直接基于原有数据进行简单数据预处理。通过 ENVI 5.3 对下载的影像进行波段合成, 裁剪, 针对 Landsat 7 影像进行去条带操作, 以及图像融合增强和去云处理。

通过呼伦贝尔辉河湿地的野外实地考察, 去调查丹顶鹤潜在栖息地选择的影响因素, 结合《湿地公约》分类系统和《自然保护区生态系统服务评估体系及案例研究》, 同时根据辉河湿地土地利用类型的具体实际情况, 通过 e Cognition 面向对象的分析方法, 经过影像多尺度分割, 特征空间建立等操作步骤, 最终将辉河湿地土地利用划分为明水, 沼泽草甸, 盐碱沼泽, 典型草原, 草甸草原, 沙地, 河岸沙地, 樟子松林, 居住用地, 耕地共 10 类。分类后进行分类精度验证, 通过 ArcMap10.7 软件随机选取 100 个采样点, 导入到 e Cognition 中进行分类精度验证得出八期影像的 KIA 系数(即 kappa 系数)约为 0.80 左右, 代表几乎完全一致且分类精度较高。

## 2.3. 研究方法

### 2.3.1. 丹顶鹤潜在栖息地遥感识别

基于刘红玉等[7], 吴庆明等[8], 李枫等[9], 邹红菲等[10]的分析结果, 从隐蔽条件, 食物条件, 水分条件, 以及干扰条件对丹顶鹤栖息地进行遥感识别。

1) 隐蔽、食物条件: 主要选取沼泽草甸这一地物类型来探讨丹顶鹤潜在栖息地, 沼泽草甸(湿草甸)是沼泽湿地的一个湿地型, 包括河湖滩地, 因季节性和临时性积水而引起的沼泽化湿地。沼泽草甸的优势种 - 芦苇丛及其天然的土壤湿度和植被覆盖度可以为丹顶鹤提供较好的遮蔽和食物条件, 同时为了满足丹顶鹤生境需要, 需要筛选出斑块面积大于且等于  $3.14 \text{ km}^2$  沼泽草甸以供丹顶鹤栖息。

2) 水分条件: 结合辉河湿地实地考察情况和本文数据精度, 丹顶鹤栖息地需要选择在明水范围 1 km 之内。

3) 干扰条件: 丹顶鹤栖息地要远离人为干扰影响, 即距离耕地、道路 500 m 以上, 且距离居住用地 1000 m 以上。

在 ArcMap10.7 中通过以上的四个条件进行叠加分析, 为了使数据具有可比性和反应景观斑块破碎化时空特征, 并且针对分析得到的结果, 参照丹顶鹤栖息地最小面积, 筛选去除小于  $1 \text{ km}^2$  不适合丹顶鹤栖息的斑块, 最终得到辉河湿地潜在丹顶鹤栖息地。

### 2.3.2. 丹顶鹤潜在栖息地动态度

本文采用单一土地利用动态度进行丹顶鹤潜在栖息地的动态分析。单一土地利用动态度是指一定时间内, 某区域内某单一土地利用类型在一定时间内的变化速率和幅度的指标, 可以充分反映这一土地利用类型的数量变化, 其具体公式(1-1)为:

$$K = \frac{U^b - U^a}{U^a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中:  $K$  表示一定时间内某单一土地利用类型的变化率;  $U^b$  和  $U^a$  表示研究期末和研究期初研究区内某单一土地利用类型的数量;  $T$  表示研究时间, 这里  $T$  用“年”表示, 因此  $K$  表示单一景观类型的年变化率。

### 2.3.3. 景观破碎化特征指数的选取

本文主要选取类型水平上的特征指数包括: 斑块面积(CA)、斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、景观形状指数(LSI)、景观分割指数(DIVISION)、平均斑块面积(AREA\_MN)、平均分维指数(FRAC\_MN)、平均周长面积比(PARA\_MN)、聚集度指数(AI)以此来探讨丹顶鹤潜在栖息地复杂程度和斑块破碎化程度。

为了掌握丹顶鹤栖息地的景观破碎化程度, 采用 Fragstats4.2 软件来计算这些景观格局指数。斑块密度(PD)值越大, 斑块分割越细, 景观越破碎; 最大斑块指数(LPI)值越大, 斑块优势越明显; 景观形状指数(LSI)可以描述整个景观内斑块形状的特点, 值越大, 斑块形状越复杂; 景观分割指数(DIVISION)可以反应景观中斑块的分离程度, 值越大表示景观斑块越破碎化, 景观越复杂。平均斑块面积(AREA\_MN)值越小, 破碎化程度越高, 值越大, 景观聚集化程度越低; 平均分维指数(FRAC\_MN)为 1 时表示景观形状简单为正方形, 值越大, 表示斑块形状越复杂; 平均周长面积比(PARA\_MN)的值越大说明斑块形状越复杂; 聚集度(AI)值越大, 聚合效果越好。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 辉河湿地丹顶鹤潜在栖息地空间数量变化

经过数据分析处理得到辉河湿地 8 期土地利用示意图(图 2)和 1985~2020 年辉河湿地潜在鹤类栖息地

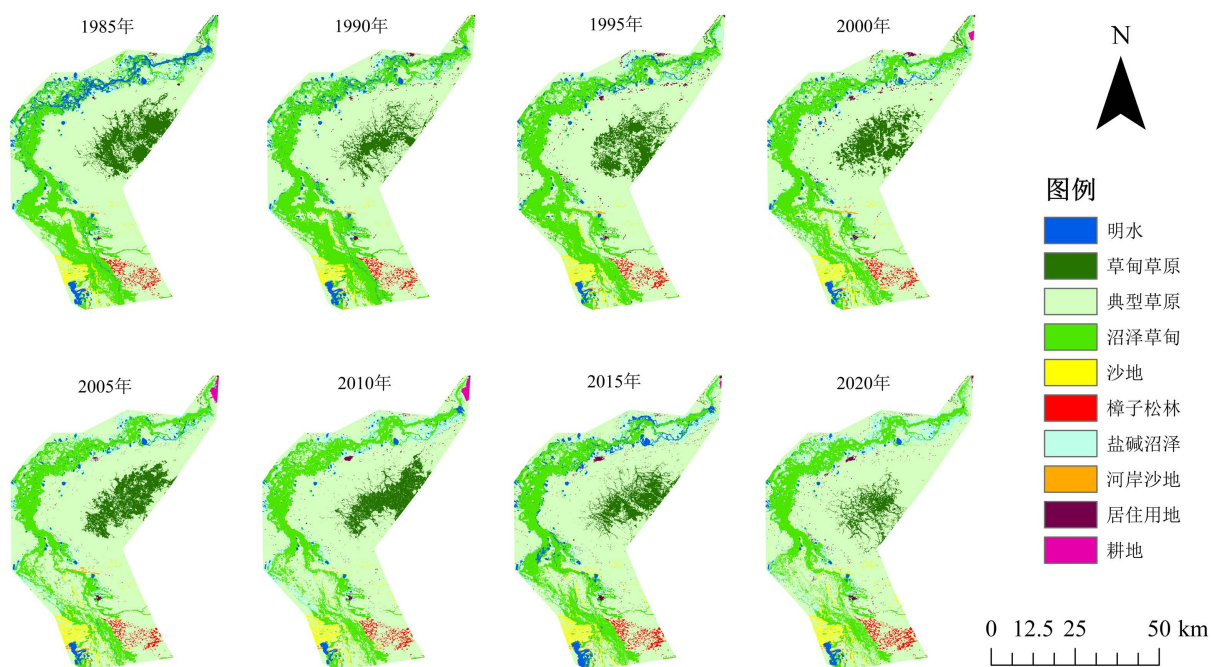


Figure 2. Schematic diagram of land use of Huihe Wetland from 1985 to 2020

图 2. 辉河湿地 1985~2020 年土地利用示意图

示意图(图 3)。辉河自然保护区总面积约为 3465 km<sup>2</sup>, 1985 年丹顶鹤栖息地面积为 451.24 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 13.02%; 1990 年丹顶鹤栖息地面积为 599.39 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 17.30%; 1995 年丹顶鹤栖息地面积为 461.64 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 13.32%; 2000 年丹顶鹤栖息地面积为 431.11 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 12.44%; 2005 年丹顶鹤栖息地面积为 425.92 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 12.29%; 2010 年丹顶鹤栖息地面积为 256.39 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 7.40%; 2015 年丹顶鹤栖息地面积为 454.45 km<sup>2</sup>, 占总面积比例为 13.12%; 2020 年丹顶鹤栖息地面积为 191.68 km<sup>2</sup>, 占总面积比例 5.53%。1985~2020 年辉河自然保护区内丹顶鹤栖息地面积变化示意图(图 4)如下。

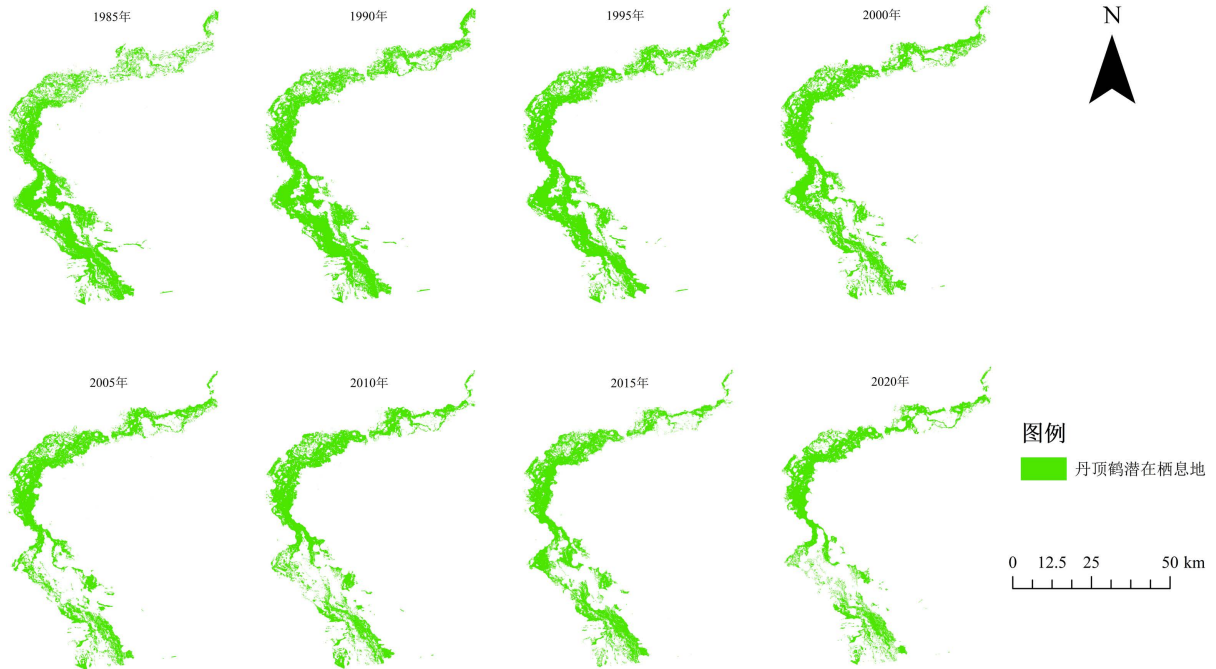


Figure 3. Schematic diagram of the potential habitat of red-crowned crane from 1985 to 2020

图 3. 1985~2020 年丹顶鹤潜在栖息地示意图

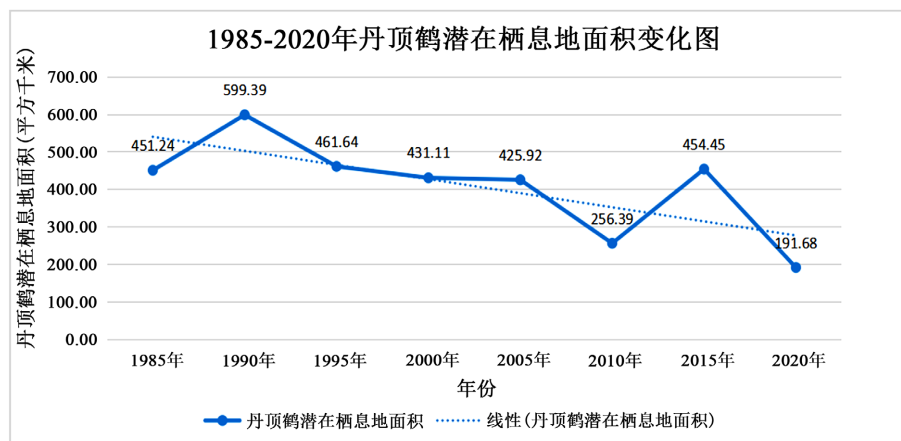


Figure 4. Schematic diagram of the change in the potential habitat of red-crowned crane from 1985 to 2020

图 4. 1985~2020 年丹顶鹤潜在栖息地面积变化示意图

结合 1985~2020 年丹顶鹤潜在栖息地每年的面积, 分析得出丹顶鹤潜在栖息地从 1985 年到 1990 年

有增长趋势, 且增长了 148.15 km<sup>2</sup>, 之后则呈现减少趋势, 1995 年较 1990 年减少 137.75 km<sup>2</sup>, 2000 年较 1995 年减少 30.53 km<sup>2</sup>, 2005 年较 2000 年减少 5.19 km<sup>2</sup>, 到了 2010 年栖息地面积迅速减少, 较 2005 年减少 169.53 km<sup>2</sup>, 到了 2015 年丹顶鹤栖息地面积回增 198.06 km<sup>2</sup>, 紧接着到了 2020 年栖息地面积再次迅速减少, 较 2015 年减少 262.77 km<sup>2</sup>。近 35 年以来, 丹顶鹤潜在栖息地从 1985 年最初的 451.24 km<sup>2</sup> 减少到 2020 年的 191.68 km<sup>2</sup>, 共计减少了 259.56 km<sup>2</sup>, 变化率为-57.52%, 参照图 4 可分析得知, 辉河丹顶鹤潜在栖息地虽然在 1985~1990 年和 2010~2015 年有增长的趋势, 但整体来看依旧是逐年减少的。

### 3.2. 辉河湿地丹顶鹤潜在栖息地动态变化

单一土地利用动态度可以充分反映人类活动对单一土地利用类型的影响, 根据其公式计算得出: 1985~1990 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为 6.57%; 1990~1995 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为-4.60%; 1995~2000 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为-1.32%; 2000~2005 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为-0.24%; 2005~2010 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为-7.96%; 2010~2015 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为 15.45%; 2015~2020 年丹顶鹤潜在栖息地的动态度为-11.56% (图 5)。

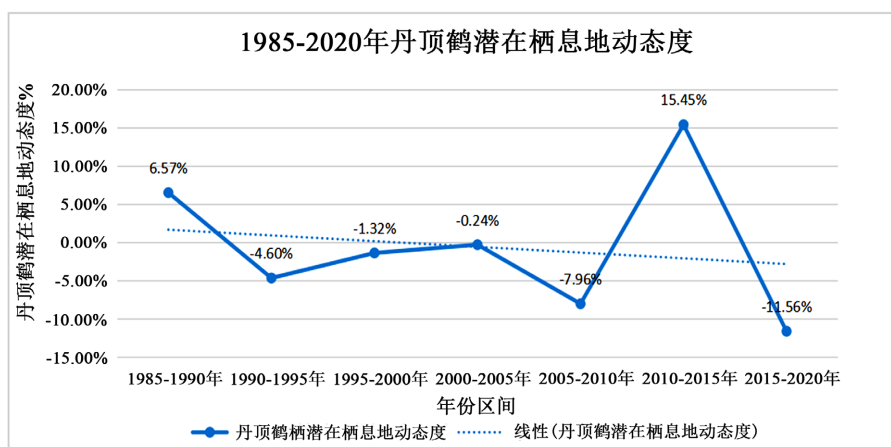


Figure 5. Schematic diagram of dynamic degree of potential habitat of red-crowned crane from 1985 to 2020

图 5. 1985~2020 年丹顶鹤潜在栖息地动态度示意图

如图 5 所示: 丹顶鹤潜在栖息地的动态度在 1985~2020 年总体呈现起伏式减少的趋势, 并通过计算得知 1985~2020 年共计 35 年的栖息地动态度为-1.64%, 因此可分析得知近 35 年辉河丹顶鹤潜在栖息地整体动态度呈现减少的趋势。

### 3.3. 辉河湿地丹顶鹤潜在栖息地景观破碎化分析

由表 1 可以清楚地看到 1985~2020 年丹顶鹤潜在栖息地近 35 年的景观格局变化, 栖息地的斑块面积(CA)在 35 年内呈现“先增加后减少, 再增加再减少”的趋势, 从 1985 年 45176.13 hm<sup>2</sup> 到 2020 年 19353.88 hm<sup>2</sup>, 可见丹顶鹤适宜栖息地减少比较严重。从辉河开始建立国家自然保护区后, 丹顶鹤栖息地破碎化开始得到缓解, 斑块数量(NP)从 1985 年的 80 个逐渐减少到 2005 年的 58 个, 然后到 2010 年开始逐渐增加, 在 2015 年斑块减少到 50 个, 而后在 2020 年增加到 100 个, 可见栖息地破碎化到 2020 年就比较严重了。随着社会经济快速发展, 辉河国家自然保护区内的道路和居民地不断增加, 导致人为干扰影响愈演愈烈, 因此 2020 年景观斑块迅猛增加到 100 个。从斑块密度上来看 1985 年、2010 年、2020 年的斑块密度较大, 景观破碎比较严重。从最大斑块指数(LPI)上来看, 2010 年和 2020 年斑块处于劣势。从景观形状指数(LSI)上来看, 近 35 年丹顶鹤栖息地的斑块形状逐渐趋于简单化。

平均斑块面积(AREA\_MN)的值越小, 破碎化程度越高, 从表中可知平均斑块面积呈现“先增加后减少, 再增加再减少”的趋势, 并且从数值上来看, 2010年和2020年丹顶鹤栖息地景观破碎化程度最高。1985~2020年的平均分维指数(FRAC\_MN)变化不大, 且约等于为1, 可见丹顶鹤栖息地的景观形状比较简单。景观分割指数(DIVISION)可以充分描述景观板块的破碎程度, 从表中来看, 依旧是2010年和2020年破碎化指数最高。从聚集度指数(AI)的数值来看, 其数值大小的排序为2005年 > 2015年 > 1990年 > 2000年 > 1995年 > 1985年 > 2010年 > 2020年, 2005年聚合效果最好, 景观破碎程度较低, 2020年聚合效果最差, 景观破碎程度较高。

**Table 1.** Landscape pattern characteristic index of potential habitat of red-crowned crane  
**表 1.** 丹顶鹤潜在栖息地景观格局特征指数

年份	景观格局指数				
	CA	NP	PD	LPI	LSI
1985年	45176.13	80.00	0.1771	55.3494	19.3101
1990年	60229.98	70.00	0.1162	52.0939	19.5934
1995年	46298.79	55.00	0.1188	47.2209	18.7375
2000年	42989.13	54.00	0.1256	49.4828	17.4221
2005年	42858.40	58.00	0.1353	54.9211	16.5750
2010年	25971.92	84.00	0.3234	16.8662	16.3306
2015年	46255.05	50.00	0.1081	61.4657	17.1313
2020年	19353.88	100.00	0.5167	13.4125	15.8796

年份	景观格局指数				
	AREA_MN	FRAC_MN	PARA_MN	DIVISION	AI
1985年	564.7016	1.0601	98.7377	0.6727	76.3567
1990年	860.4283	1.0488	97.9663	0.6844	79.2926
1995年	841.7962	1.0590	94.9536	0.7132	77.3720
2000年	796.0950	1.0643	90.2051	0.7026	78.2732
2005年	738.9379	1.0526	99.1736	0.6672	80.0958
2010年	309.1895	1.0551	96.5487	0.9227	74.8545
2015年	925.1010	1.0587	92.8384	0.5931	79.4014
2020年	193.5388	1.0519	98.3268	0.9486	71.3955

## 4. 结果与讨论

### 4.1. 结果

本文主要采取8期遥感影像对辉河湿地及丹顶鹤潜在栖息地进行分析, 得出主要结论如下:

1) 丹顶鹤潜在栖息地的选择应该同时满足以下几个条件: 食物条件, 水分条件, 隐蔽条件, 远离居民地、耕地、道路等。因此本文分析栖息地时主要选择了大于且等于 3.14 km<sup>2</sup> 沼泽草甸这一最优土地利用供丹顶鹤栖息地选择, 并同时考虑明水距离, 居民地距离、耕地距离、道路距离进行综合叠加分析得



到最终丹顶鹤潜在栖息地。

2) 丹顶鹤潜在栖息地的数量在 1990 年有上升趋势, 而后逐年减少, 2005~2015 年几乎无变化, 而后在 2020 年大幅下降。

3) 丹顶鹤潜在栖息地的动态度先呈现逐年减少的趋势, 在 2005~2015 期间缓慢上升, 随后到 2020 年开始减少。近 35 年丹顶鹤潜在栖息地整体呈现减少的趋势。

4) 综合 1985~2020 年辉河湿地丹顶鹤潜在栖息地的景观格局指数, 辉河丹顶鹤栖息地的整体景观形状较为简单, 近 35 年景观破碎程度变化呈现起伏式波动的状态, 且 2010 年和 2020 年破碎化程度比较高。

## 4.2. 讨论

辉河作为重要的丹顶鹤栖息地, 探讨其自然环境对于丹顶鹤生境的影响尤为重要。对结合辉河自然保护区内的气象因素可知, 丹顶鹤潜在栖息地逐年减少, 与气温和降水量有关, 自从 1985 年来, 辉河自然保护区年平均气温值的变化率大多为正值, 说明近 35 年以来气温的变化趋势是升高的, 1985~1990 年降水量为上升趋势而在之后则逐年下降, 结合结论来看, 降水量的变化趋势与辉河湿地沼泽草甸的变化趋势几乎一致, 而丹顶鹤作为湿地变化警示物种, 其栖息地更是直接受到影响。根据 1985~2020 年遥感影像可分析得知, 近 35 年随着社会经济的发展, 辉河自然保护区内道路和居民地逐年增加, 2000 年开始, 辉河自然保护区内出现耕地, 其变化趋势为“先增加后减少”, 因此综合以上因素, 可见人为干扰因素越发强烈。针对本文的研究结果, 我们应该对辉河湿地加强相应的科学研究, 以及对辉河自然保护区进行有效管理, 减少人为干扰因素, 加强公众的自然保护意识。

## 基金项目

黑龙江省自然科学基金项目(D2018001)。

## 参考文献

- [1] Fairbairn, S.E. and Dinsmore, J.J. (2001) Local and Landscape-Level Influences on Wetland Bird Communities of the Prairie Pothole Region of Iowa, USA. *Wetlands*, 21, 41-47.  
[https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2001\)021\[0041:LALLIO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2001)021[0041:LALLIO]2.0.CO;2)
- [2] 彭文娟, 董斌, 叶小康, 黄慧, 陈凌娜, 高祥. 自然湿地鹤类数量对土地利用变化的响应[J]. 测绘科学, 2018, 43(5): 81-86.
- [3] 张树岩, 盖凌云, 车纯广, 孙娇, 于秋阳, 李东来. 基于卫星追踪技术对黄河三角洲人工救助丹顶鹤活动范围和生境利用研究[J]. 山东林业科技, 2022, 52(4): 68-71+35.
- [4] 张婷婷, 彭昭杰, 周大庆, 鲁长虎. 我国丹顶鹤栖息地选择研究进展[J]. 动物学杂志, 2019, 54(1): 134-144.
- [5] 宫兆宁, 苏朔, 杜博, 关晖, 张强. 扎龙湿地丹顶鹤繁殖栖息地的选择及扩散[J]. 自然资源学报, 2021, 36(8): 1964-1975.
- [6] 刘蕾. 向海湿地鹤类栖息地环境质量与生境选择特性研究[J]. 黑龙江环境通报, 2020, 33(4): 2-3+7.
- [7] 刘红玉, 李兆富. 基于景观斑块谱特征分析的湿地景观变化对丹顶鹤栖息地影响研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(4): 602-611.
- [8] 吴庆明, 邹红菲, 金洪阳, 马建章. 丹顶鹤春迁期觅食栖息地多尺度选择——以双台河口保护区为例[J]. 生态学报, 2013, 33(20): 6470-6477.
- [9] 李枫, 杨红军, 张洪海, 高中信. 扎龙湿地丹顶鹤巢址选择研究[J]. 东北林业大学学报, 1999(6): 57-60.
- [10] 邹红菲, 吴庆明, 马建章. 扎龙保护区火烧及湿地注水后丹顶鹤(*Grus japonensis*)巢址选择[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2003(1): 54-59.