

# 呼伦湖湿地遥感变化监测及驱动分析

孟庆吉<sup>1</sup>, 臧淑英<sup>1\*</sup>, 宋开山<sup>2</sup>, 刘阁<sup>2</sup>, 房冲<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江哈尔滨 150025; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林长春 130102)

**摘要** 以 Landsat 遥感影像为数据源, 运用非监督分类和人工目视解译的方法, 获得呼伦湖 1984—2015 年 7 期湿地类型数据, 并对呼伦湖湿地动态变化进行分析。结果表明, 1984—2015 年呼伦湖湖泊湿地和沼泽湿地面积均呈波动性减少态势, 面积减少率分别为 2.1% 和 50.6%; 河流湿地面积增长了 40.2%; 坑塘湿地平均每年减少 0.65 km<sup>2</sup>。1984—2015 年沼泽湿地主要转为草地和草甸, 坑塘湿地主要转为沼泽湿地、草地和草甸, 河流湿地主要转为草地、沼泽湿地和湖泊湿地, 湖泊湿地主要转为草地和盐碱地。各类型湿地主要转化为草地、草甸和盐碱地, 也存在互相转化的现象。呼伦湖湿地变化的主要自然因素为多年来降水量减少和气温升高导致蒸发量增大, 主要人为因素为人口数量、耕地面积和牲畜存栏量的急剧增长使得湿地生态受到破坏。

**关键词** 呼伦湖; 湿地; 遥感; 动态监测; 驱动分析

中图分类号 S181 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)02-0043-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.02.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Remote Sensing Change Monitoring and Driving Analysis of Hulun Lake Wetland

MENG Qing-ji<sup>1</sup>, ZANG Shu-ying<sup>1</sup>, SONG Kai-shan<sup>2</sup> et al (1. College of Geoscience, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025; 2. Northeast Institute of Geography and Agro ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130102)

**Abstract** Using Landsat remote sensing imagery as a data source, unsupervised classification and artificial visual interpretation methods were used to obtain the wetland type data of the seventh phase of Hulun Lake from 1984 to 2015, and the dynamic changes of Hulun Lake wetland were analyzed. The results showed that: During 1984—2015, the Hulun Lake wetland and swamp wetland area showed a decrease in volatility, the area reduction rate was 2.1% and 50.6%, respectively; the river wetland area increased by 40.2%; the Hangtang wetland was reduced by an average of 0.65 km<sup>2</sup> per year. During 1984—2015, swamp wetlands were mainly converted to grasslands and meadows. The Kengtang wetland was mainly converted to swamp wetlands, grasslands and meadows. The river wetland was converted to grassland, swamp wetlands and lake wetlands. The lake wetlands were mainly converted to grassland and saline-alkali land. All types of wetlands were mainly transformed into grasslands, meadows and saline-alkali lands, and there were also mutual transformations. The main natural factors of Hulun Lake wetland change were the decrease of precipitation and the increase of temperature due to the increase of temperature. The main human factors were the drastic increase of the population, cultivated area and livestock population, which damage the wetland ecosystem.

**Key words** Hulun Lake; Wetland; Remote sensing; Dynamic monitoring; Driving analysis

湿地是整个地球表面圈层中生产力最旺盛和生物多样性最丰富的生态系统之一, 也是维持地球各个生态系统之间相互平衡的重要组成部分<sup>[1]</sup>。湿地不但具有调节径流、蓄洪防旱、降解污染、调节区域气候等生态方面功能, 而且还有为人类生活和生产提供各种资源的功能<sup>[2-4]</sup>。随着人口数量的快速增长和人类社会经济活动的增多, 人类对湿地的过度开发和污染也在加剧, 导致湿地面积在持续减少, 而湿地生态系统也遭受了极为严重的破坏, 因此, 使得湿地生态系统的保护和可持续发展的研究已成为当代科学研究的热点问题<sup>[5-7]</sup>。

对湿地进行遥感变化监测研究的重点是要掌握湿地资源变化的状况, 遥感技术具有获取信息速度快、信息量大、观测范围广、信息更新速度快等特点, 使得遥感技术在湿地变化监测中扮演着至关重要的角色<sup>[8-10]</sup>。近些年来, 国内外学者运用遥感技术在湿地变化监测方面已经进行了大量的研究。张娜等<sup>[11]</sup>通过建立一元回归方程和 Spearman 分析法, 分析了气象因素的变化对呼伦湖湖泊面积变化的影响; 杨会彩等<sup>[12]</sup>研究发现, 呼伦湖水域的萎缩会导致周边草地植被

覆盖度降低, 土地退化严重, 土地沙化面积快速增长; 吴亚男等<sup>[13]</sup>采用监督分类结合人机交互解译的方法对呼伦湖湿地进行变化监测, 发现呼伦湖水域面积和周边湿地在持续萎缩和退化; 朱长明等<sup>[14]</sup>通过运用支持向量机的方法, 分析了 1990—2010 年博斯腾湖湿地变化分布状况及驱动分析; Cui 等<sup>[15]</sup>基于 RS 和 GIS 技术, 分析 1975—2007 年东北地区湿地现状分布、时空变化原理和转换矩阵; Chopra 等<sup>[16]</sup>利用 IRS 影像, 并通过目视解译的方法提取多时段湿地变化信息, 对印度的 Harike 湿地区各类型湿地变化进行动态监测研究。以上学者虽然对湿地的动态变化监测分析有一定的成果, 但是并没有对湿地类型发生变化后的转化方向进行分析, 更没有将气候等自然因素和人口、耕地等人为因素相互结合综合并总体分析湿地变化的驱动力因素。因此, 笔者以 Landsat 遥感影像为数据源, 依托遥感技术, 分析 1984—2015 年呼伦湖湿地动态变化的状况, 通过转移矩阵模型对各类型湿地的转化状况进行研究, 并依据气象数据、统计年鉴等数据对呼伦湖湿地变化的驱动力因素进行分析。

## 1 资料与方法

**1.1 研究区概况** 呼伦湖(117°00'10"~118°08'10"E, 48°50'80"~49°32'50"N)位于我国内蒙古高原东北部的呼伦贝尔市境内。湖泊整体轮廓呈西南—东北走向的不规则长方形, 湖泊面积约 2 300 km<sup>2</sup>, 平均湖水水位海拔 541 m, 平均水深为 5.7 m。该地处于温带大陆性季风气候区, 夏季温和少雨, 冬

**基金项目** 国家科技部重点研发项目(2016YFB0501502)。

**作者简介** 孟庆吉(1993—), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 研究方向: 湿地遥感动态变化监测。\*通信作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事 3S 技术研究。

**收稿日期** 2018-08-27

季寒冷漫长,多年平均降水量为240~320 mm,多年平均气温在1.1℃左右。由于近年来气候变暖、降水量减少和蒸发量增加,导致呼伦湖流域内哈拉哈河、乌尔逊河、克鲁伦河等河

流和大气降水对呼伦湖补给减少,再加上人类活动的急剧增多,致使呼伦湖湿地遭受严重破坏且急剧萎缩。

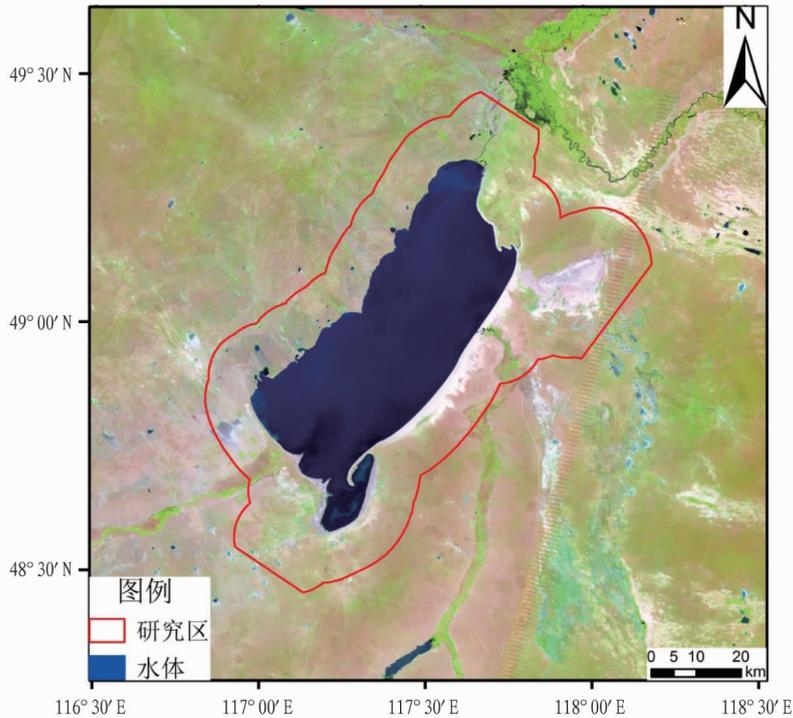


图1 研究区位置示意图

Fig.1 Location of the study area

**1.2 数据来源** 该研究在综合考虑了研究区的实际状况、空间分辨率、覆盖周期以及含云量等重要信息后,选择了美国陆地卫星 Landsat 遥感影像为数据源。再基于生物生长的季节性变化和水文变化特征,选取了每年的7—8月份的遥感影像数据。在此基础上以1984年的影像为起始,以5年左右为一个时间间隔,选取了1984年8月15日的Landsat MSS影像,1989年8月3日、1996年8月31日、2000年7月18日、2006年8月18日和2009年7月25日的Landsat TM影像,以及2015年7月9日的Landsat ETM+影像。MSS影像分辨率为60 m, TM和ETM+影像分辨率为30 m。

**1.3 分类系统与研究方法** 建立合理的、有效的湿地分类系统,可以明确湿地类型结构和监测湿地类型的变化。因此,该研究基于国际公认的湿地分类体系《湿地公约》<sup>[17]</sup>、唐小平等<sup>[18]</sup>通过研究国内外资料总结的中国湿地分类系统以及实现遥感分类的可操作性,将研究区内的湿地分为湖泊湿地、河流湿地、沼泽湿地和坑塘湿地。

首先借助ENVI 5.1软件对遥感影像进行波段组合、图像信息增强等预处理,然后利用归一化水体指数(NDWI)模型提取影像中湖泊等水体信息,通过ArcGIS软件对已经提取的研究区内的主体湖泊建立缓冲区,缓冲区范围为10 km,最后利用ENVI 5.1软件用已完成的缓冲区范围对研究区进行裁剪处理。在波段组合中,为了能更明显地突出影像中湿地信息,经过多次尝试最终选择了标准假彩色合成,其中MSS影像为3、2、1波段, TM和ETM+影像为4、3、2波段。归

一化水体指数(NDWI)模型公式如下:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \quad (1)$$

该研究根据已经建立的湿地分类系统和遥感影像的色调、形状、地物整体环境和斑块纹理特征建立对呼伦湖的遥感解译标志体系,再利用非监督分类结合人工目视解译的方法提取了多种湿地和非湿地土地利用类型信息,从而得到研究区的分类结果。在分类解译过程中,为了提取河流湿地、沼泽湿地等其他不容易提取或者容易与湿地信息产生混淆的土地利用类型,因此采用人工目视判读和建立感兴趣区域的方法来进行分类提取,最后运用ENVI软件中的迭代自组织的数据分析法(ISODATE)对影像总体进行非监督分类。为了提高分类精度,在综合考虑了实际情况后该研究通过利用ENVI与Google Earth进行交互和人工目视比对的方式对分类结果进行修改。最后,利用ArcGIS 10.1加载最终分类的矢量数据结果中的各个土地利用类型,并提取各类型的面积。

## 2 结果与分析

**2.1 湿地变化分析** 从1984—2015年呼伦湖湿地面积变化及土地利用类型分布(表1和图2)可以看出,1984—2015年湖泊湿地面积总体呈现波动性减少趋势,其中,1984—2000年湖泊湿地面积呈增长态势,面积增长199.2 km<sup>2</sup>,增长率为9.5%;2000—2009年湖泊湿地面积呈减小态势,面积减少505.7 km<sup>2</sup>,减少率为22.0%;2009—2015年湖泊湿地面积呈增长态势,面积增长263.2 km<sup>2</sup>,增长率为14.6%。1984—2015年沼泽湿地面积总体呈现波动性减小趋势,其中,

1984—1996 年呈减小态势,面积减少 27.4 km<sup>2</sup>;1996—2006 年呈增长态势,面积增长 24.1 km<sup>2</sup>;2006—2015 年呈缩减态势,面积减少 58.7 km<sup>2</sup>。1984—2015 年河流湿地面积总体呈现波动性增加趋势,其中,1984—2000 年河流湿地面积增加

了 18.1 km<sup>2</sup>,2000—2009 年面积缩减了 24.3 km<sup>2</sup>,2009—2015 年面积增加了 10.1 km<sup>2</sup>。1984—2015 年坑塘湿地面积急剧减少,减少了 20.2 km<sup>2</sup>,平均每年减少 0.65 km<sup>2</sup>。

表 1 1984—2015 年呼伦湖湿地面积变化

Table 1 The area change of Hulun Lake wetland from 1984 to 2015

年份 Year	湖泊湿地 Lake wetland		沼泽湿地 Swamp wetland		河流湿地 River wetland		坑塘湿地 Kengtang wetland	
	面积 Area//km <sup>2</sup>	变化率 Change rate//%						
1984	2 103.3	0	122.6	0	9.7	0	23.3	0
1989	2 153.2	2.4	134.1	9.4	13.3	37.1	13.6	-41.6
1996	2 294.5	6.6	95.2	-29.0	19.9	49.6	21.8	60.3
2000	2 302.5	0.3	127.0	33.4	27.8	39.7	9.8	-55.0
2006	1 946.2	-15.5	119.3	-6.0	8.6	-69.1	2.6	-73.5
2009	1 796.8	-7.7	64.0	-46.4	3.5	-59.3	1.0	-61.5
2015	2 060.0	14.6	60.6	-5.3	13.6	288.6	3.1	210.0

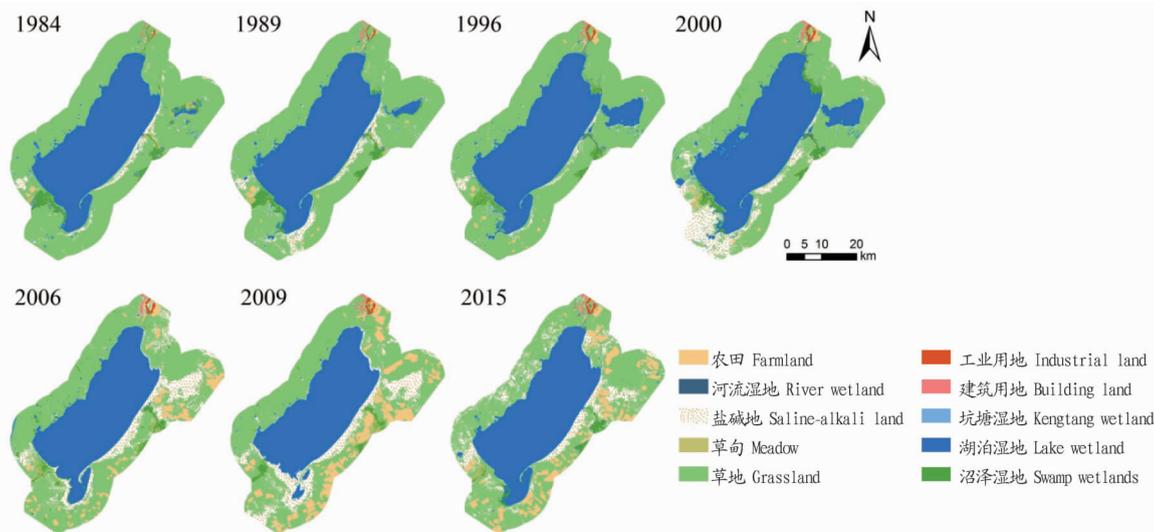


图 2 1984—2015 年呼伦湖土地利用类型分布

Fig.2 Distribution of land use types in Hulun Lake from 1984 to 2015

**2.2 湿地变化转移矩阵** 变化转移矩阵是分析湿地类型面积变化的重要技术手段,该研究根据遥感影像得到的监测结果,再结合 ArcGIS 和数据分析软件,建立并得到不同时期的湿地类型面积变化的转移矩阵。

1984—1996 年呼伦湖湿地变化转移矩阵见表 2。其中,河流湿地主要转化为沼泽湿地、草地和坑塘湿地,转化面积分别为 2.9、1.5 和 1.3 km<sup>2</sup>;湖泊湿地主要转化为草地和盐碱

地,转化面积分别为 13.5 和 3.3 km<sup>2</sup>;沼泽湿地主要转化为湖泊湿地、草地和草甸,转化面积分别为 24.1、18.3 和 12.1 km<sup>2</sup>;坑塘湿地主要转化为沼泽湿地和草地,转化面积分别为 10.8 和 3.1 km<sup>2</sup>。1984—1996 年呼伦湖湿地总面积呈增长态势,各类型湿地之间的互相转化占湿地面积变化的较小部分,其余变化的部分主要是各类型湿地转化为草地和草甸。

表 2 1984—1996 年呼伦湖湿地变化转移矩阵

Table 2 Transfer matrix of Hulun Lake wetlands change from 1984 to 1996

湿地类型 Wetland type	河流湿地 River wetland	湖泊湿地 Lake wetland	沼泽湿地 Swamp wetland	坑塘湿地 Kengtang wetland	工业用地 Industrial land	建筑用地 Building land	农田 Farmland	草地 Grassland	草甸 Meadow	盐碱地 Saline-alkali land
河流湿地 River wetland	3.0		2.9	1.3	0.1			1.5	0.7	0.2
湖泊湿地 Lake wetland	0.1	2 086.1	0.1	0.1				13.5	0.1	3.3
沼泽湿地 Swamp wetland	8.4	24.1	51.4	6.4	0.9		0.2	18.3	12.1	0.8
坑塘湿地 Kengtang wetland	2.5	1.3	10.8	2.6	0.1			3.1	2.5	0.4

1996—2006 年呼伦湖湿地变化转移矩阵见表 3。其中,河流湿地主要转化为沼泽湿地和草地,转化面积分别为 7.3

和 6.3 km<sup>2</sup>;湖泊湿地主要转化为盐碱地、草地和沼泽湿地,转化面积分别为 265.7、62.0 和 33.3 km<sup>2</sup>;沼泽湿地主要转化

为草地和草甸,转化面积分别为 42.7 和 21.0 km<sup>2</sup>;坑塘湿地主要转化为草地、沼泽湿地和草甸,转化面积分别为 10.7、7.4 和 1.9 km<sup>2</sup>。1996—2006 年呼伦湖湿地总面积呈持续减小态

势,各类型湿地均发生了剧烈的变化,但各湿地类型之间互相转化的现象不明显,且绝大部分湿地均转化为盐碱地、草地和草甸。

表 3 1996—2006 年呼伦湖湿地变化转移矩阵

Table 3 Transfer matrix of Hulun Lake wetlands change from 1996 to 2006

km<sup>2</sup>

湿地类型 Wetland type	河流湿地 River wetland	湖泊湿地 Lake wetland	沼泽湿地 Swamp wetland	坑塘湿地 Kengtang wetland	工业用地 Industrial land	建筑用地 Building land	农田 Farmland	草地 Grassland	草甸 Meadow	盐碱地 Saline-alkali land
河流湿地 River wetland	3.7		7.3	1.0				6.3	0.9	0.7
湖泊湿地 Lake wetland	1.0	1 939.6	33.3	0.1				62.0	0.1	265.7
沼泽湿地 Swamp wetland	0.8		28.0	0.9			0.6	42.7	21.0	1.3
坑塘湿地 Kengtang wetland	0.8		7.4	0.2			0.1	10.7	1.9	0.8

2006—2015 年呼伦湖湿地变化转移矩阵见表 4。河流湿地主要转化为草地和沼泽湿地,其转化面积占 2006 年河流湿地面积的比例分别为 30.2%和 25.6%;湖泊湿地主要转化为草地和盐碱地,其转化面积占 2006 年湖泊湿地面积的比例分别为 0.3%和 0.2%;沼泽湿地主要转化为草地、湖泊湿地和草甸,其转化面积占 2006 年沼泽湿地面积的比例分别

为 35.8%、24.3%和 7.5%;坑塘湿地主要转化为草地和草甸,其转化面积占 2006 年坑塘湿地面积的比例分别为 26.9%和 23.1%。2006—2015 年呼伦湖湿地总面积变化幅度较小,但河流湿地、沼泽湿地和坑塘湿地三者变化幅度较大,主要由于各类型湿地之间互相转化较为明显,且转化为草地、草甸和盐碱地的比例较高。

表 4 2006—2015 年呼伦湖湿地变化转移矩阵

Table 4 Transfer matrix of Hulun Lake wetlands change from 2006 to 2015

km<sup>2</sup>

湿地类型 Wetland type	河流湿地 River wetland	湖泊湿地 Lake wetland	沼泽湿地 Swamp wetland	坑塘湿地 Kengtang wetland	工业用地 Industrial land	建筑用地 Building land	农田 Farmland	草地 Grassland	草甸 Meadow	盐碱地 Saline-alkali land
河流湿地 River wetland	2.6	0.4	2.2	0.3				2.6	0.3	0.1
湖泊湿地 Lake wetland		1 935.0	0.4					6.0		4.8
沼泽湿地 Swamp wetland	4.7	29.0	26.1	0.8	0.1	0.1		42.7	9.0	6.8
坑塘湿地 Kengtang wetland	0.6	0.1	0.5	0.1				0.7	0.6	

1984—2015 年呼伦湖湿地变化转移矩阵见表 5。其中,河流湿地主要转化为草地、沼泽湿地和湖泊湿地,其转化面积占 1984 年河流湿地面积的比例分别为 41.2%、16.5%和 10.3%;湖泊湿地主要转化为草地和盐碱地,其转化面积占 1984 年湖泊湿地面积的比例分别为 2.0%和 0.8%;沼泽湿地主要转化为草地、草甸和河流湿地,其转化面积占 1984 年沼

泽湿地面积的比例分别为 48.0%和 14.2%和 4.2%;坑塘湿地主要转化为沼泽湿地、草地和草甸,其转化面积占 1984 年坑塘湿地面积的比例分别为 37.8%、30.5%和 10.7%。1984—2015 年呼伦湖湿地总面积变化幅度不大,但沼泽湿地和坑塘湿地的面积急剧减小,各类型湿地变化的绝大部分是转化为草地、草甸和盐碱地。

表 5 1984—2015 年呼伦湖湿地变化转移矩阵

Table 5 Transfer matrix of Hulun Lake wetlands change from 1984 to 2015

km<sup>2</sup>

湿地类型 Wetland type	河流湿地 River wetland	湖泊湿地 Lake wetland	沼泽湿地 Swamp wetland	坑塘湿地 Kengtang wetland	工业用地 Industrial land	建筑用地 Building land	农田 Farmland	草地 Grassland	草甸 Meadow	盐碱地 Saline-alkali land
河流湿地 River wetland	1.3	1.0	1.6	0.5	0.1			4.0	0.8	0.4
湖泊湿地 Lake wetland	1.0	2 034.0	8.6	0.4	0.1	0.2	0.1	42.8		16.1
沼泽湿地 Swamp wetland	5.2	2.1	32.3	0.6	1.0		0.1	58.9	17.4	4.7
坑塘湿地 Kengtang wetland	2.2	0.9	8.8	0.9	0.1			7.1	2.5	0.8

## 2.3 驱动力分析

**2.3.1 气候因素。**从图 3a 可以看出,1960—2015 年呼伦湖年平均气温呈不断升高的趋势,温度最大值为 2007 年的 3.6 ℃。其中,1960—1987 年气温处于升高状态,但升高幅度较小,气温均值为 0.45 ℃;1988—1995 年气温产生突变,增速速度加快,气温均值为 1.71 ℃;1996—2015 年气温持续升高,年均温为 1.83 ℃。从图 3b 可以看出,1960—2015 年呼伦湖年降水量总体呈下降趋势,降水量均值为 241.51 mm。56 年

间降水量最大值和最小值分别为 1998 年的 593.40 mm 和 2001 年的 109.00 mm,1988—1998 年为雨水丰沛期,1999—2012 年为雨水匮乏期。年降水量变化与湿地面积变化趋势相符。由以上数据可知,近 56 年来呼伦湖地区气温持续升高导致研究区内蒸发量增大,同时降水量也在波动变化中持续减少,致使呼伦湖以及湖泊周边湿地水量补给不足是呼伦湖湿地面积退缩的重要原因。

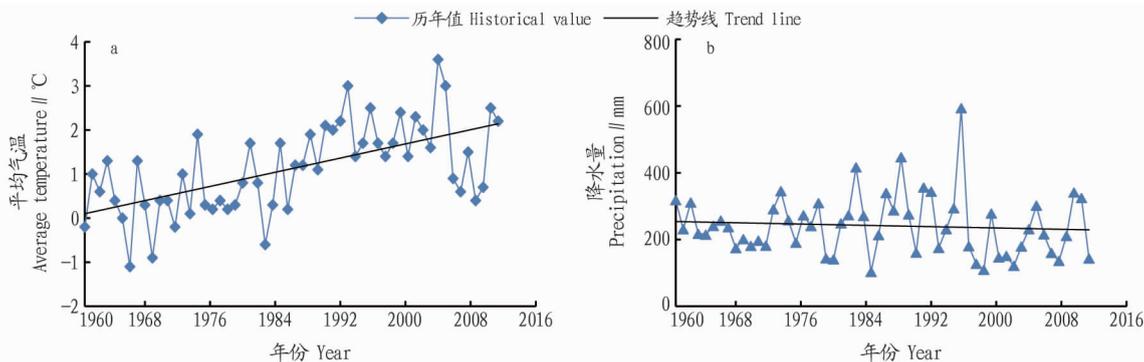


图3 1960—2015年呼伦湖气温(a)和降水量(b)变化

Fig.3 Variations of temperature(a) and precipitation(b) in Hulun Lake from 1960 to 2015

**2.3.2 人为因素。**人为因素作为人类活动的产物亦是影响湿地面积产生变化的重要因素,研究区的人类活动主要表现在人口数量、耕地面积和牲畜存栏量3个方面。1985—2015年呼伦湖周边城镇人口数量增长明显,新巴尔虎左旗人口数量从1985年的37 222人增长至2015年的42 052人,新巴尔虎右旗人口数量从1985年的29 415人增长至2015年的34 987人,满洲里人口从1985年的116 555人增长至2015年的171 346人。人口数量的快速增加势必会导致耕地面积的急剧增长,在研究时段内,研究区内的耕地面积由1984年的16.1 km<sup>2</sup>急剧增长为2015年的431.7 km<sup>2</sup>,近31年耕地面积增长了近27倍。在耕地面积快速扩张的同时势必会造成大量的草地和湿地被破坏,也存在被开垦的耕地由于气候和土壤等因素不适合耕种而在耕种几年后被弃耕的现象,易造成土地荒漠化和水土流失的现象,严重破坏研究区的生态平衡。据统计,新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗和满洲里这3个地区的牲畜存栏总量由1984年的108.67万头增长至2015年的237.74万头,而在此阶段内,研究区内的草地面积由1984年的3 013.3 km<sup>2</sup>锐减至2015年2 281.8 km<sup>2</sup>,草地面积减少率达26.5%。由此可见,牲畜数量的急剧增加已经大大超过了该地区的土地承载力,再加上多年来的人口增长以及人类活动的持续干扰,加剧了对呼伦湖周边湿地植被和草地的破坏,使得研究区内土地沙化和水土流失的面积急剧增长。

### 3 结论

该研究以Landsat遥感影像为数据源,依托GIS技术,获得1984—2015年呼伦湖7期湿地类型数据,对呼伦湖湿地进行动态变化分析,运用转移矩阵研究各类型湿地的转化状况,并分析湿地产生变化的驱动力因素。研究的主要结果如下:

(1) 1984—2015年呼伦湖湖泊湿地和沼泽湿地面积均呈波动性减少态势,面积分别减少了43.3和62.0 km<sup>2</sup>,减少率分别为2.1%和50.6%;河流湿地面积呈波动性增加态势,面积增长了3.9 km<sup>2</sup>,增长率为40.2%;坑塘面积急剧减少,平均每年减少0.65 km<sup>2</sup>。

(2) 1984—2015年呼伦湖地区沼泽湿地和坑塘湿地面积急剧减少。其中,沼泽湿地主要转化为草地、草甸,转化面积占1984年沼泽湿地面积的比例分别为48.0%和14.2%;坑塘湿地主要转化为沼泽湿地、草地和草甸,转化面积占1984

年坑塘湿地面积的比例分别为37.8%、30.5%和10.7%。河流湿地主要转为草地、沼泽湿地和湖泊湿地,湖泊湿地主要转为草地和盐碱地。各类型湿地虽存在互相转化现象,但绝大部分转化为草地、草甸和盐碱地。

(3) 从驱动力分析可知,由于呼伦湖地区多年来降水量减少和气温升高导致蒸发量增大,致使呼伦湖地区水量补给不足、自身消耗在持续增加,这是导致呼伦湖湿地面积减少的重要原因;在研究时段内,呼伦湖周边地区人口数量快速增长以及耕地面积和牲畜存栏量的急剧增加,导致研究区内草地面积的减少和湿地植被的破坏,加速呼伦湖湿地的退化。

### 参考文献

- [1] MITSCH W J, GOSELINK J G. Wetlands [M]. New York: Wiley, 1986: 1-87.
- [2] 孙永军. 黄河流域湿地遥感动态监测研究 [D]. 北京: 北京大学, 2008.
- [3] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎. 湿地景观变化过程与累积环境效应研究进展 [J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 60-70.
- [4] 崔保山, 杨志峰. 湿地生态系统健康研究进展 [J]. 生态学杂志, 2001, 20(3): 31-36.
- [5] 雷智鸱. 长江口湿地保护研究 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 30-31.
- [6] 雷昆, 张明祥. 中国的湿地资源及其保护建议 [J]. 湿地科学, 2005, 3(2): 81-85.
- [7] 温礼, 吴海平, 姜方方, 等. 基于高分辨率遥感影像的围填海图斑遥感监测分类体系和解译标志的建立 [J]. 国土资源遥感, 2016, 28(1): 172-177.
- [8] CHOPRA R, VERMA V K, SHARMA P K. Mapping, monitoring and conservation of Harike wetland ecosystem, Punjab, India, through remote sensing [J]. International journal of remote sensing, 2001, 22(1): 89-98.
- [9] TÖYRÄ J, PIETRONIRO A. Towards operational monitoring of a northern wetland using geomatics-based techniques [J]. Remote sensing of environment, 2005, 97(2): 174-191.
- [10] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎. 三江平原流域湿地景观多样性及其50年变化研究 [J]. 生态学报, 2004, 24(7): 1472-1479.
- [11] 张娜, 乌力吉, 刘松涛, 等. 呼伦湖地区气候变化特征及其对湖泊面积的影响 [J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(7): 192-197.
- [12] 杨会彩, 姜明媛, 阿膺兰, 等. 呼伦湖自然保护区土地利用及景观格局变化研究 [J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2013, 49(Z1): 318-325.
- [13] 吴亚男, 庞治国, 路京选, 等. 呼伦湖湿地动态变化遥感监测及驱动力分析 [J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2013, 11(1): 20-26.
- [14] 朱长明, 李均力, 张新, 等. 新疆博斯腾湖流域湿地遥感监测及时空变化过程 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2013, 43(3): 954-961.
- [15] CUI H W, JIANG Q G. Study on the wetland change in northeast China based on RS and GIS technology [J]. Advanced materials research, 2012, 1479(356): 2886-2891.

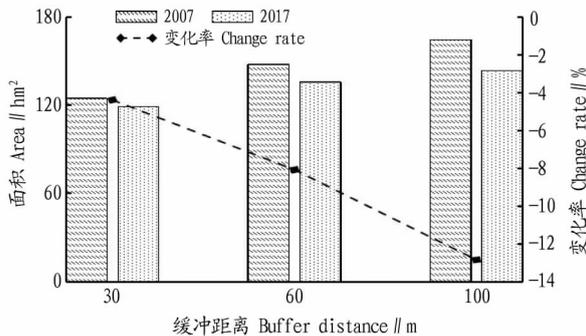


图2 乡镇以外开放式道路沿线居民点用地变化

Fig.2 Changes of residential land use along open roads outside townships

30、60、100 m 范围内居民点较 2007 年分别减少了 4.42%、8.10%和 12.84%。根据以上对比,乡镇区域道路沿线通常是人口相对密集的交通枢纽区域,居民点的分布和集中程度与其呈正相关;随着居民点与乡镇交通枢纽区域距离的增加,城镇化程度的降低和乡镇以外开放式道路的交通便利度的降低,导致居民点不断减少。

### 3 讨论

在成都地区快速城市化的背景下,龙泉山区已不是传统意义上的山区,而是与都市接轨密切的生态景观区。社会、自然及政策等多因素作用下,居民点由分散向集中演变。社会因素方面主要为农村劳动力转移及住房需求改变。“职工型”就业行为和逐渐融入城市生活而改变的生活习惯改变使得城镇化率逐渐提高,乡镇居民和传统农户对住房环境需求日益增强<sup>[2]</sup>。随着房地产投资热度持续上升和人们收入的增加,乡镇附近出现大量商业楼盘开发,乡村兴起一波建房热和旧房翻新热。人们对住房心理渴求的改变也是推动居民点演变的原因之一。自然因素方面,交通不便、地势高的区域,导致基础设施较差,对生活不便。因此居民点在近 10 年主要向城镇区域或乡村主要县道、乡道沿线聚集,居民迁移至交通便利、地势平坦的城镇附近定居。政策因素方面,成都市政府的“东进、南拓、西控、北改、中优”策略和龙泉山城市森林公园政策的影响下,景区、商业楼盘开发势必更会大力改进龙泉山区的居民点用地格局。

通过遥感及地理空间分析方法,该研究根据乡镇、乡村及道路沿线等不同地区、不同角度对成都龙泉山区居民点近 10 年的变化趋势进行了初步探讨。为细致地描述居民用地的规模、数量、形状和分布,由小及大更精确地反映龙泉山区的居民点分布格局,宜根据乡镇、村组尺度,采用多个定量指标描述居民点特征。此外,该研究仅采用定性的方式分析了居民点演变,需进一步采用定量分析的手段,挖掘居民点演变的趋势及其所蕴含的机制,为龙泉山区土地利用变化做出预测与判断。

(上接第 47 页)

[16] CHOPRA R, VERMA V K, SHARMA P K. Mapping monitoring and conservation of Harike wetland ecosystem, Punjab, India, through remote sensing[J]. International journal of remote sensing, 2001, 22(1): 89-98.

### 4 结论

以 2007 年和 2017 年的 Google Earth 高分辨率清晰影像为数据源,在成都龙泉山区以随机抽样的方式选取乡镇、乡村共 12 个居民点调查样区,通过人工目视解译,以不同地区、不同角度获得研究区内 2 个时期的居民点用地和道路的空间信息,并得出以下结论:

(1) 基于乡镇、乡村区域分析居民点的空间变化结果显示,2017 年研究样区内居民点用地面积总体较 2007 年增长了 12.71%。面积变化特征存在区域差异,其中,乡镇区域居民点呈增加趋势,乡村地区呈减少趋势。

(2) 基于交通道路的居民点空间变化结果显示,乡镇区域道路沿线的居民点增加了 129.96%,乡镇以外道路沿线居民点用地整体减少,30、60 和 100 m 范围内居民用地分别减少了 4.42%、8.10%和 12.84%。

(3) 近 10 年居民点主要向城镇区域或乡村主要县道、乡道沿线聚集,居民迁移至交通便利、地势平坦的城镇附近定居。

### 参考文献

- [1] 佟光臣, 林杰, 陈杭, 等. 1986-2013 年南京市土地利用/覆被景观格局时空变化及驱动力因素分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(2): 240-245.
- [2] 冯应斌, 杨庆媛. 1980-2012 年村域居民点演变特征及其驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(5): 280-288.
- [3] 姜广辉, 何新, 马雯秋, 等. 基于空间自相关的农村居民点空间格局演变及其分区[J]. 农业工程学报, 2015, 31(13): 265-273.
- [4] 乔陆印, 刘彦随, 杨忍. 中国农村居民点用地变化类型及调控策略[J]. 农业工程学报, 2015, 31(7): 1-8.
- [5] 海贝贝, 李小建, 许家伟. 巩义市农村居民点空间格局演变及其影响因素[J]. 地理研究, 2013, 32(12): 2257-2269.
- [6] 马晓冬, 李全林, 沈一. 江苏省乡村聚落的形态分异及地域类型[J]. 地理学报, 2012, 67(4): 516-525.
- [7] 谭雪兰, 周国华, 朱苏晖, 等. 长沙市农村居民点景观格局变化及地域分异特征研究[J]. 地理科学, 2015, 35(2): 204-210.
- [8] 任平, 洪步庭, 刘寅, 等. 基于 RS 与 GIS 的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3331-3340.
- [9] 邹利林, 王占岐, 王建英. 山区农村居民点空间布局与优化[J]. 中国土地科学, 2012, 26(9): 71-77.
- [10] 张霞, 魏朝富, 倪九派, 等. 重庆市低山丘陵区农村居民点分布格局及其影响因素[J]. 中国农业资源与区划, 2012, 33(3): 45-50.
- [11] 李云强, 齐伟, 王丹, 等. GIS 支持下山区县域农村居民点分布特征研究: 以栖霞市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(3): 73-77.
- [12] 刘明皓, 戴志中, 邱道持, 等. 山区农村居民点分布的影响因素分析与布局优化: 以彭水县保家镇为例[J]. 经济地理, 2011, 31(3): 476-482.
- [13] 关小克, 张凤荣, 刘春兵, 等. 平谷区农村居民点用地的时空特征及优化布局研究[J]. 资源科学, 2013, 35(3): 536-544.
- [14] 戈大专, 龙花楼, 杨忍. 中国耕地利用转型格局及驱动因素研究: 基于人均耕地面积视角[J]. 资源科学, 2018, 40(2): 273-283.
- [15] 张佰林, 高江波, 高阳, 等. 中国山区农村土地利用转型解析[J]. 地理学报, 2018, 73(3): 503-517.
- [16] 黄琦, 王宏志, 徐新良. 宅基地退出外部环境地域差异实证分析: 基于武汉市东西湖区 84 个样点的分析[J]. 地理科学进展, 2018, 37(3): 407-417.
- [17] 王亚辉, 李秀彬, 辛良杰, 等. 中国土地流转的区域差异及其影响因素: 基于 2003-2013 年农村固定观察点数据[J]. 地理学报, 2018, 73(3): 487-502.
- [18] 杨忍. 中国县域城镇化的道路交通影响因素识别及空间协同性解析[J]. 地理科学进展, 2016, 35(7): 806-815.

[17] 国家林业局《湿地公约》履约办公室. 湿地公约履约指南[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.

[18] 唐小平, 黄桂林. 中国湿地分类系统的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(5): 531-539.