

1986–2008 年吉林省湖泊变化及驱动力分析^{*}

许诗¹, 刘志明¹, 王宗明^{2**}, 宋开山², 张素梅³, 刘殿伟², 张柏², 罗玲³

(1:东北师范大学城市与环境科学学院,长春 130024)

(2:中国科学院东北地理与农业生态研究所,长春 130012)

(3:中国科学院研究生院,北京 100049)

摘要: 利用 1986 年、1995 年、2008 年覆盖吉林省的 Landsat TM 遥感影像,通过目视解译,获取 3 期土地利用数据;基于 GIS 技术,分析了过去 23 年吉林省湖泊的时空变化特征,并对导致湖泊面积变化的自然和人文驱动因素进行分析。结果表明:1986–2008 年间,吉林省湖泊面积从 1986 年的 3442km² 减少到 2008 年的 2622km²;湖泊个数由 3134 个减少到 2718 个。其中 1986–1995 年间湖泊面积萎缩主要以大中型湖泊(面积大于等于 50km²)为主,减少面积为 479.7km²;1995 年以后,虽然大中型湖泊面积有微弱增加,但中小型湖泊的面积剧烈减少,因此导致湖泊总面积减少 311.7km²。湖泊面积变化存在区域差异:过去 23 年间,东部地区湖泊面积增加 42.1km²,中部地区减少 98.9km²,西部地区湖泊面积减少最多,为 337.7km²。气候干旱化、人口增加带来的压力和水利工程修建等因素对湖泊面积变化产生重要影响。

关键词: 湖泊变化;驱动力;遥感;吉林省

Dynamics of lake area changes and its driving force analysis in Jilin Province from 1986 to 2008

XU Shi¹, LIU Zhiming¹, WANG Zongming², SONG Kaishan², ZHANG Sumei³, LIU Dianwei², ZHANG Bai² & LUO Ling³

(1: School of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, P. R. China)

(2: Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, P. R. China)

(3: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China)

Abstract: Based on GIS technology, using three TM remote sensing of seasonal images in 1986, 1995 and 2008, we analyzed the temporal and spatial change characteristics and the driving forces for lake areas in Jilin Province during the past 23 years (1986–2008). The results showed that during the past 23 years, the lake areas in Jilin Province changed from 3442km² in 1986 to 2622km² in 2008, and the lake number declined from 3134 to 2718. From 1986 to 1995, lakes area mainly reduced in big lakes (100–500 km²), while from 1995 to 2008 mainly reduced in medium to small lakes (10–50 km²). Different changes happened in three regions: an increase of 42.1km² in eastern lakes, a decrease of 98.9km² in the central, and 337.7km² reduced in the western Jilin Province. The drought climate, population pressure, and construction of water projects played important roles on the lake area decreases.

Keywords: Lake dynamics; driving forces; remote sensing; Jilin Province

湖泊具有调节径流、改善生态环境、灌溉农田、沟通航运、发电、提供工农业生产和饮用水源等多种功能,具有巨大的生态效益和经济效益^[1]。湖泊的缩小和消亡,不仅会导致湖泊生态功能的退化,而且可能影响该地区农业和工业的发展,甚至威胁城市生活用水安全^[2]。利用遥感技术宏观性、动态性和经济性的优势,准确客观地提取湖泊变化信息,对于湖泊资源的合理开发、利用和保护具有十分重要的意义^[3]。

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-341)、国家重点基础研究发展计划项目(2009CB42110X, 2009CB421103)和国家自然科学基金项目(40930527, 40871187)联合资助。2010-01-30 收稿; 2010-08-25 收修改稿。许诗,女,1986 年生,硕士研究生; E-mail: xushi2222@126.com.

** 通讯作者; E-mail: zongminwang@neigae.ac.cn.

吉林省位于中国东北地区中部,地处东北亚的腹心地带,太平洋西岸的中央环节,地缘关系和战略地位十分突出^[4]. 吉林省特殊的地理位置、优越的自然地理条件,有利于湖泊的形成、发育和演替,是我国湖泊资源较为丰富的省(区)之一^[5]. 但是,过去几十年来,由于自然和人为的原因,湖泊不断萎缩,威胁了湖泊资源的可持续利用,已引起许多专家的注意. 王志强^[6]等根据土地利用数据和遥感影像资料,分析了吉林省西部1930–2000年湿地变化过程以及环境变化带来的影响. 多数学者^[7-8]研究吉林省湿地生态环境的保护措施. 本文运用遥感和地理信息系统技术,首次对过去23年吉林省的湖泊进行动态变化研究,提取天然湖泊和人工湖泊面积和数量变化参数,并分析吉林省东中西部湖泊萎缩的主要原因,为区域的环境保护和生态系统管理决策提供依据,对于吉林省湖泊管理保护和水利工程实施具有重要的参考意义.

1 研究区概况

吉林省($40^{\circ}51'41'' - 46^{\circ}17'44''N, 121^{\circ}25'15'' - 131^{\circ}18'57''E$)位于中国东北部,东与俄罗斯接壤、东南部与朝鲜隔江相望. 北东向延伸的新华夏系与华夏式构造控制了现代地貌的基本格局,以中部大黑山西麓为界,分为东部山地和中西部平原两大地貌. 东部山地可分为长白中山低山区和吉东低山丘陵区;中西部平原可分为中部台地平原区和西部沙丘覆盖平原区. 自然植被东部为森林,西部为森林草原和草原. 吉林省东部距黄海、日本海较近,气候湿润多雨;西部远离海洋而接近干燥的蒙古高原,气候干燥,全省形成了显著的温带大陆性季风气候,有明显的四季更替. 全省年平均气温为 $3 - 5^{\circ}C$,年平均降水量 $550 - 910mm$,全年日照 $2200 - 3000h$,年活动积温 $2700 - 3600^{\circ}C$,无霜期 $120 - 160d$ ^[4]. 吉省内湖泊主要分布在西部平原区;东部山区较大的湖泊多为人工湖和零星分布的火山湖. 其中,人工湖多是在自然湖盆基础上拦蓄围堰建成的.

2 研究材料与方法

2.1 数据资料处理

本研究主要数据源为1986、1995和2008年吉林省土地利用/覆被数据. 土地利用/覆被数据获取流程如下:将1:100000地形图扫描输入计算机,进行投影处理. 以1:100000地形图作为主控数据源,将Landsat TM数据与地形图进行配准. 在GIS环境下,根据不同土地利用/覆被类型的影像色调、纹理等特征,建立相应的遥感解译标志,进行人机交互式判读,进行查错修改和拼接,得到不同时期土地利用/覆被数据. 根据研究区的特点和分析精度要求,参照《土地利用现状调查技术规程》^[9]和《中国资源环境遥感宏观调查与动态研究》^[10],将研究区土地利用类型进行归并处理,共分为7种类型进行统计分析,这7种类型分别为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿用地、未利用地和沼泽湿地,其中水域包括河渠(天然形成或人工开挖的河流及主干渠常年水位以下的土地)、湖泊(指天然形成的积水区常年水位以下的土地,即本文中的天然湖泊)和水库坑塘(指人工修建的蓄水区常年水位以下的土地,即本文中的人工湖泊). 数据处理平台为Erdas Imagine 8.5、ENVI 4.0、ArcView 3.2和ArcGIS 9.0. 其中1986年和1995年土地利用/覆被数据来自中国科学院资源环境科学数据中心沼泽湿地与东北分中心,该数据由Landsat TM卫星遥感数据经人机交互式目视解译得到,并已得到广泛的验证与应用^[11-12]. 2008年土地利用/覆被数据由课题组利用Landsat TM遥感影像进行目视解译得到. 对于2008年遥感数据解译结果,在2008年和2009年的7–9月间,以GPS与数码相机以及量绳对广布于吉林省的764个典型地物进行了验证,同时通过咨询当地农户与农场专家,对解译结果进行了修正. 结果表明,以遥感为数据源建立的空间数据库的总体解译精度约为90.6%,其中耕地、城乡工矿用地、水域的解译精度在94%以上,林地、湿地、草地、未利用地解译精度分别为90.5%, 92.8%, 87.0%, 89.3%.

由于不同季节的气候因素不同,反映到地图和影像上的湖泊状况差异很大. 为了较准确地反映年际湖泊变化,本文采用的影像资料均拍摄于降雨较少的月份.

为分析湖泊面积变化特征的空间差异,参照其他学者的研究成果,将吉林省分为西部、中部和东部三个地区. 其中,西部地区包括白城市、松原市;中部地区包括长春市、四平市、吉林市、辽源市;东部地区包括延边朝鲜族自治州、白山市和通化市.

本文图4和图5中的气象数据来自中国气象科学数据共享服务网.

2.2 湖泊面积动态度

参考一些学者研究结果^[13],本文应用湖泊面积动态度分析湖泊变化特征. 湖泊面积动态度是指某研究

区一定时间范围内湖泊面积的变化,利用动态度模型分析湖泊的时空变化,可以真实反映区域湖泊面积变化的剧烈程度,其表达式为:

$$LC = (U_b - U_a) \times 1/U_a \times 1/T \times 100\% \quad (1)$$

式中, LC 为研究时段内湖泊面积动态度, U_a 和 U_b 分别为研究期初和研究期末湖泊面积, T 为研究时期长.

2.3 质心偏移模型

为分析不同时期湖泊在空间上变化的分异,说明湖泊面积消长在空间上的均匀程度,借鉴质心偏移模型进行分析. 质心,即物体或物体系的质量中心,是研究物体或物体系运动变化的一个重要参考点. 质心偏移模型可以用湖泊分布质心变化情况来反映其变化趋势. 可用如下公式求得:

$$X_t = \sum_{i=1}^N (C_{ti} \times X_i) / \sum_{i=1}^N C_{ti} \quad (2)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^N (C_{ti} \times Y_i) / \sum_{i=1}^N C_{ti} \quad (3)$$

式中, X_t, Y_t 分别表示第 t 年湖泊分布质心的经、纬度坐标; C_{ti} 表示第 t 年第 i 个湖泊斑块的面积; X_i, Y_i 分别表示第 i 个湖泊斑块的经、纬度坐标^[14].

质心偏移的方向可以说明湖泊在此方向上扩张或者在此方向上缩减.

3 结果与分析

3.1 吉林省湖泊动态总体分析

1986、1995 和 2008 年吉林省湖泊空间分布特征见图 1. 吉林省湖泊分布广泛, 中西部湖泊面积辽阔, 分布连片集中, 东部湖泊面积小, 分布零散. 遥感数据解译结果表明, 1986、1995 和 2008 年的湖泊总面积分别

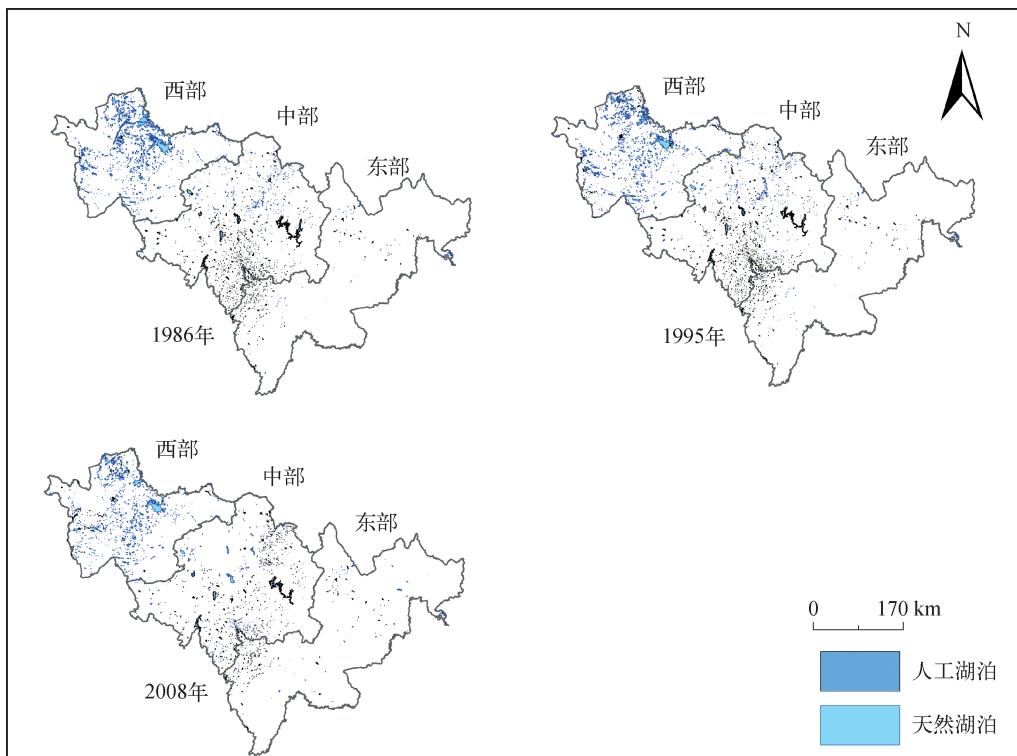


图 1 1986—2008 年吉林省湖泊分布变化

Fig. 1 Changes of the lake distribution in Jilin Province from 1986 to 2008

为 3442km^2 、 3020km^2 和 2622km^2 。过去23年中湖泊面积共缩小了 820km^2 。其中,1986—1995年间,湖泊面积减少了12.3%,湖泊面积动态度为-1.23%;1995—2008年间,湖泊面积减少了13.2%,湖泊面积动态度为-0.94%,湖泊面积萎缩有减缓的趋势。1986、1995和2008年湖泊总数分别为3134、3494和2718个;23年间共减少416个。

为了更进一步说明湖泊动态变化情况,根据相关文献^[15],按面积大小将湖泊分为4个等级: $1-10\text{km}^2$ 、 $10-50\text{km}^2$ 、 $50-100\text{km}^2$ 、 $100-500\text{km}^2$ (表1)。1986—1995年间湖泊面积萎缩以大中型湖泊(面积 $\geq 50\text{km}^2$)为主;而1995年以后,大中型湖泊面积微弱增加,中小型湖泊面积大量减少。23年间, $10-50\text{km}^2$ 的湖泊变化最为剧烈,总面积减少了 456.6km^2 (54.4%),前10年缓慢增加,后13年面积大量减少。 $50-100\text{km}^2$ 的湖泊23年间共减少 89.3km^2 (27.3%),1986—1995年为面积快速退化期,1995—2008年湖泊面积缓慢增加。 $100-500\text{km}^2$ 和 $1-10\text{km}^2$ 的湖泊23年中面积分别减少了16.5%和12.7%。

1986—2008年期间,面积大于 1km^2 的湖泊总数先增加后减少(表1)。其中, $1-10\text{km}^2$ 的湖泊个数波动较大,23年中共减少了28个。 $10-50\text{km}^2$ 的湖泊1986—1995年间数量没有变化,而1995—2008年间减少了22个。 $50-100\text{km}^2$ 的湖泊平均每十年减少1个。 $100-500\text{km}^2$ 的湖泊1986—1995年间减少了2个,1995—2008年间增加了1个。

表1 吉林省23年不同面积等级湖泊动态变化^{*}

Tab. 1 Dynamic changes of lake area at different levels in Jilin Province for 23 years

面积分级 (km^2)	湖泊面积(km^2)			湖泊数量		
	1986年	1995年	2008年	1986年	1995年	2008年
1-10	938.9	916.9	819.6	362	366	334
10-50	839.0	867.7	382.4	41	41	19
50-100	326.7	230.2	237.4	5	4	3
100-500	765.7	375.8	639.5	4	2	3
总计	2870.3	2390.6	2078.9	412	413	359

* 不含面积 $<1\text{km}^2$ 的湖泊。

大中型湖泊(面积稳定 $>50\text{km}^2$)的变化对吉林省湖泊动态变化及区域环境变化具有重要的指示意义。研究区内大中型湖泊有月亮湖、查干湖、松花湖、新立城水库和二龙山水库。对其进行不同时期的动态对比分析发现:1986—1995年间,湖泊面积普遍萎缩;其中月亮湖面积由 301.1km^2 减少到 60.3km^2 ,平均每年减少 24.1km^2 ;查干湖和松花湖平均每年分别减少 19.0km^2 和 5.6km^2 ;新立城水库和二龙山水库面积没有变化。1995年以后,湖泊面积开始增加,查干湖和松花湖年平均增加面积为 3.8km^2 ,二龙山水库年平均增加面积为 3.2km^2 ,月亮湖平均每年增加 2.9km^2 ,新立城水库平均每年增加 0.1km^2 。

1986—2008年间,吉林省天然湖泊面积不断减少,人工湖泊面积先增加后减少。吉林省天然湖泊1986年、1995年和2008年的面积分别是 2356.1km^2 、 1915.9km^2 和 1901.1km^2 ;23年间共减少 455km^2 (19.3%)。同期人工湖泊的面积分别是 1085.9km^2 、 1104.2km^2 和 912.9km^2 ;23年间共减少 173km^2 (15.9%)。天然和人工湖泊数量1986—2008年间都是先增加后减少。天然湖泊1986年、1995年和2008年分别有1949、2218和1753个,23年中共减少了196个。人工湖泊在相应年份分别有1185、1276和965个,23年中共减少了220个。

3.2 吉林省湖泊变化特征空间差异分析

过去23年来,整个吉林省湖泊面积持续减少,但东、中、西三个区域的湖泊面积变化趋势却有着较大差异。吉林省东部地区1986年以来,湖泊面积持续增加,而且有加速上升的趋势,1986、1995和2000年的湖泊面积分别为 131.4km^2 、 139.8km^2 和 173.5km^2 ,23年间增加了32%。中部地区近23年来,湖泊面积稳定萎缩;而西部地区湖泊面积不断减少。吉林省中部1986至1995十年间面积减少了5.5%,而1995至2008期间减少了4%。吉林省西部湖泊面积在20世纪80年代仅萎缩1.8%,而在1995年后的13年中却激增至17.4%。

天然、人工湖泊在不同时间、地区的面积和数量情况表明(表2)吉林省东部天然湖泊面积23年中增加 25km^2 ,1986—1995年间增加了 2.2km^2 (8.8%),1995—2008年间增加了 22.8km^2 (91.2%).吉林省中部天然湖泊面积23年中增加 332.6km^2 ,1986—1995年间增加了 29.8km^2 (9%),1995—2008年间增加了 302.5km^2 (91%).西部23年间共减少 429.9km^2 ,1986—1995年间减少了 125.3km^2 (29.1%),1995—2008年间减少了 304.6km^2 (70.9%).人工湖泊的面积变化中,吉林省东部天然湖泊面积23年中增加了 17.1km^2 ,1986—1995年间增加了 6.2km^2 (36.3%),1995—2008年间增加了 10.9km^2 (63.7%).吉林省中部人工湖泊面积23年中共减少了 431.5km^2 ,1986—1995年间减少了 89km^2 (20.6%),1995—2008年间减少了 342.5km^2 (79.4%).西部23年中共增加了 82.2km^2 ,1986—1995年间增加了 92.7km^2 ,1995—2008年间减少了 10.5km^2 .综上所述,23年间天然湖泊面积变化特点表现为吉林省西部面积持续减少,中部和东部面积持续增加;东中西部1995—2008年间面积变化明显比1986—1995年间剧烈.人工湖泊面积变化特点是吉林省西部面积先增加后减少,中部人工湖泊面积持续减少,东部人工湖泊面积持续增加;吉林省中部和西部1995—2008年间面积变化明显比1986—1995年间剧烈.

天然、人工湖泊数量上的变化特点与面积变化特点明显不同.天然湖泊的数量变化中,吉林省东部天然湖泊数量23年中增加了41个,1986—1995年间增加了12个,1995—2008年间增加了29个.吉林省中部天然湖泊数量23年中减少了132个,1986—1995年间增加了125个,1995—2008年间减少了257个.西部23年间共减少77个,1986—1995年间增加了138个,1995—2008年间减少了215个.人工湖泊的数量变化中,吉林省东部人工湖泊数量23年中共减少了78个,1986—1995年间增加了1个,1995—2008年间减少了79个.吉林省中部人工湖泊数量23年中共减少了300个,1986—1995年间增加了24个,1995—2008年间锐减了324个.西部23年间共增加125个,1986—1995年间增加了64个,1995—2008年间增加了61个.综上所述,23年间吉林省西部和中部天然湖泊个数减少,期间湖泊个数先增加后减少;东部天然湖泊个数持续增加,1995—2008年间湖泊增加量约为1986—1995年间增加量的2.4倍.人工湖泊数量变化特点是吉林省西部湖泊个数持续增加,1986—1995年与1995—2008年间增加个数接近;中部和东部人工湖泊数量均减少,其过程均为先增加后减少.

3.3 湖泊质心偏移

利用公式(2)和(3),计算出1986年、1995年和2008年湖泊的分布重心分别为 $124.565^\circ\text{E}, 44.732^\circ\text{N}$; $124.612^\circ\text{E}, 44.619^\circ\text{N}$; $124.687^\circ\text{E}, 44.484^\circ\text{N}$.表明1986—1995年期间,吉林省湖泊重心向东南偏移了 13.0km ,在1995—2008年期间湖泊的分布重心继续向东南偏移了 16.3km .湖泊的重心偏移说明湖泊面积向东南方向增加,向西北方向缩小.质心偏移模型反映湖泊不同时期分布的变化.向东南方向增加,向西北方向缩小表明西北方湖泊面积减少,而东南方湖泊面积增加或萎缩面积相对较少.湖泊质心向东南方向偏移,表明了东南部的综合条件较之西北部更适宜湖泊发展.如前文研究区概况所述,吉林省东部属山地地貌,下垫面多为森林,而西部属沙丘覆盖平原区;基础自然条件决定了东部涵水能力优于西部.图2表明吉林省东部降水和气温都在增加,而西部气温增加的同时,降水却在不断减少.环境的综合作用驱使吉林省湖泊质心向东南方向移动,加之人为因素更使这一趋势明显化.总之,湖泊质心变化是自然和人为因素共同作用的结果.

4 湖泊动态变化驱动力分析

研究区内湖泊所表现出的变化主要为湖泊萎缩、干涸、咸化等.引起这些变化的原因一方面是自然条件

表2 吉林省23年天然、人工湖泊面积和数量
Tab. 2 The area and numbers of natural and man-made lakes in Jilin Province for 23 years

	天然湖泊			人工湖泊		
	1986年	1995年	2008年	1986年	1995年	2008年
面积(km^2)	东部	34.1	36.3	59.1	97.3	103.5
	中部	149.7	179.5	482.3	915.5	826.5
	西部	1802.8	1677.5	1372.9	36.2	128.9
数量(个)	东部	90	102	131	249	250
	中部	542	667	410	894	918
	西部	1295	1433	1218	32	96
						157

的变化,如气温增加,荒漠化引起植被覆盖度减少,保水功能衰减,气候的湿度,降水变化引起水循环变化等;另一方面由人类活动影响造成.

4.1 气候干旱化

水资源系统是时空密切联系的动态系统,水量平衡是区域水资源持续利用的重要保证.湖泊水环境系统是区域水环境大系统的一个分支.处于大气降水、土壤水、地下水和地表水所组成的四水系统中.系统中任何一个部分的变化必然引起整个系统水量平衡的变化^[16-17].

23年来,随着全球气候变暖的趋势,吉林省气候趋于干旱化.吉林省自1951年来,年平均气温有显著上升的趋势,每年平均增温0.03℃;年降水量减少;类似结论其他学者在文献中也有提到^[18-19](图2).蒸发量不断增加,降水量不断减少,使吉林省一些河流如洮儿河、霍林河等河流水量明显减少,有时甚至出现长时间的断流,因而造成一些湖泊水面萎缩,甚至干枯^[20].根据霍林河流域3个不同断面的径流量资料统计,上、中、下游自1956—1998年间,除1998年特大洪水径流量较大外,其他时段总体呈减少趋势,进入吉林西部后径流减少尤为明显^[21].此外,由于湖泊大量转化成盐碱地,其下垫面性质发生了巨大的变化,更加速了局部气候的干旱化.湖泊湿地下垫面的热量平衡特征不同于盐碱地,在湿地生长旺季,潜热通量占下垫面辐射平衡的70%左右,而感热通量只占辐射平衡的20%左右,即下垫面用于加热大气的热量很少,当湿地被转化为盐碱地以后,其下垫面热量平衡特征发生变化,感热能量即用于加热大气的热量占辐射平衡的比例增大,因此气温升高,蒸发量和干燥度增加^[6,22].

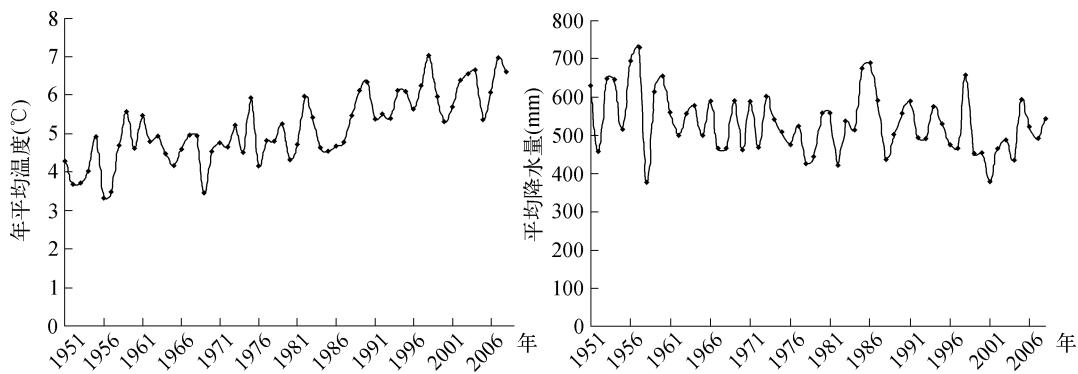


图2 吉林省气候因素变化

Fig. 2 Changes of climatic factors in Jilin Province

根据中国气象科学数据共享服务网的气温降水资源,将吉林省东、中、西部1986—1995年和1995—2008年的资料分别整理统计.23年间,东部气温持续增加,1986—1995每年约增温0.11℃,1995—2008每年约增温0.03℃;东部降水持续增加,1986—1995每年约增加1.02mm,1995—2008每年约增加0.25mm.中部持续增温,1986—2008每年约增温0.03℃;降水先减少后增加,1986—1995每年约减少8mm,1995—2008每年约增加3.48mm.西部持续增温,1986—1995每年约增温0.13℃,1995—2008每年约增温0.05℃;降水持续减少,1986—1995每年约减少6.71mm,1995—2008每年约减少1.73mm(图3).根据表2分析结果,天然湖泊面积变化与气候变化呈较强相关性,而人工湖泊面积变化与气候变化相关性较差.东中西部整体湖泊面积对降水变化的响应较对气温变化的响应更为显著;当气温均持续增加时,降水的不同变化导致了东部湖泊面积持续增加,中部湖泊面积缓慢减少,西部加速萎缩的不同结果.

4.2 人口增加带来的压力

研究区内湖泊面积变化主要发生在吉林省西部,该地经济水平较为落后,农业是重要经济来源.根据联合国粮农组织的建议,在干旱半干旱的区域,人口的密度最好低于20人/km²,而该区1995年和2004年人口密度分别达到94和101人/km²,并且还在继续增加^[23].为了满足人口增加的粮食需要和经济利益,许多湖泊被改造成了水田和旱地等.加之连年干旱,地表水已不能满足农业发展的需求,于是对地下水资源的索取

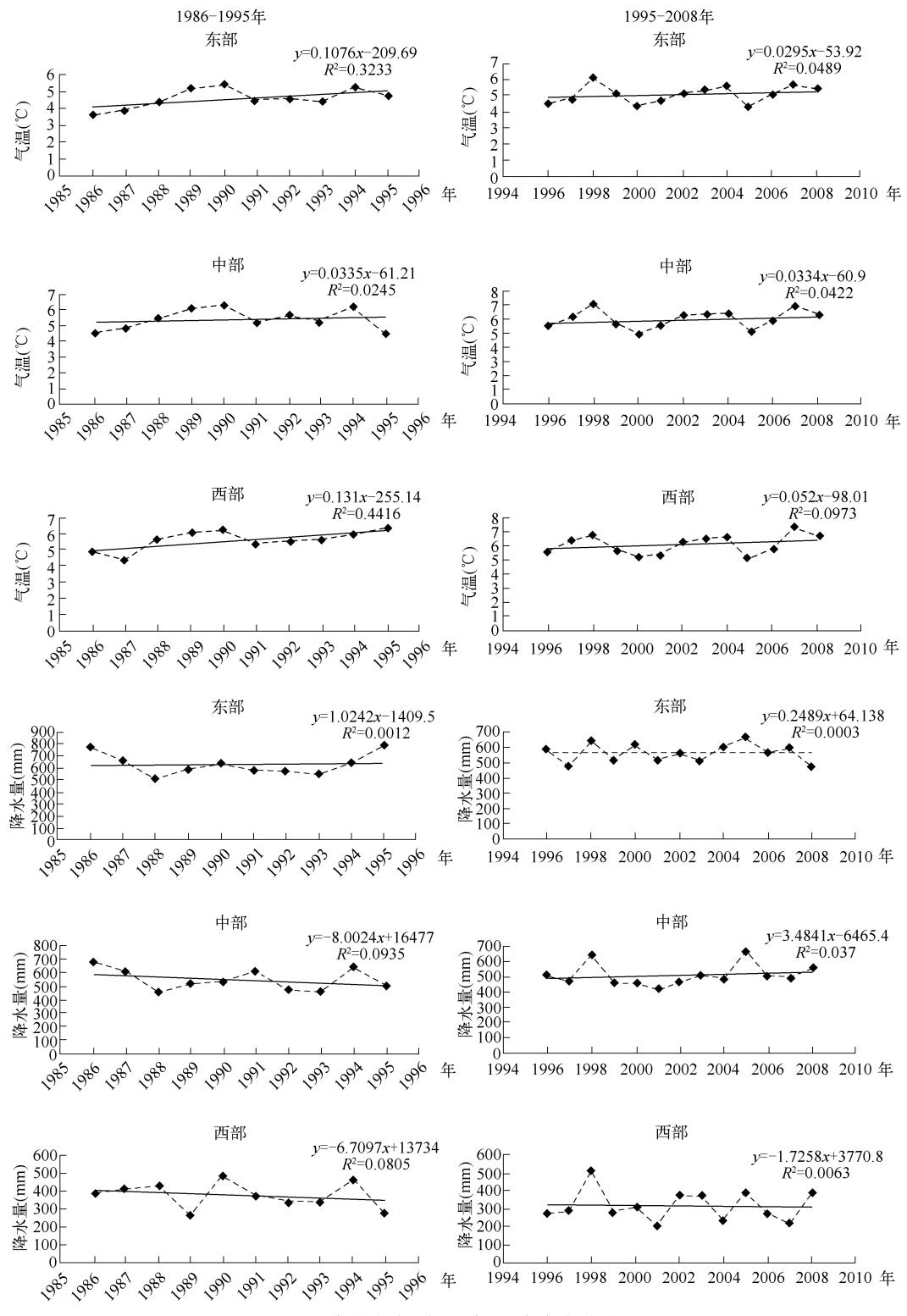


图3 吉林省东、中、西部23年气候变化

Fig. 3 Climate changes in east, central and west of Jilin Province for 23 years

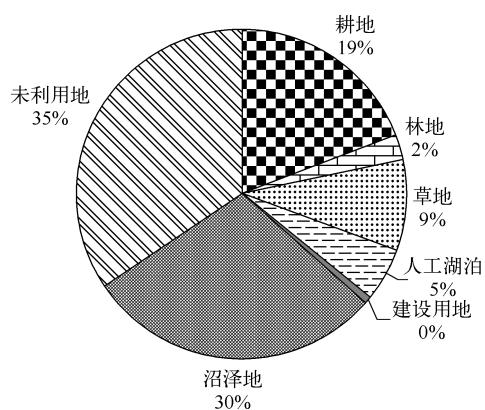


图 4 吉林省西部 1986–2008 年转化的天然湖泊面积结构

Fig. 4 The conversion of changed natural lakes area in western Jilin Province from 1986 to 2008

水库的修建对下游产生较大的影响,每年的4–6月由于中上游灌溉用水的增加,下游水量徒减,如遇到枯水年下游可发生断流,沿河湖泊得不到充足的地表水补给,水位下降,造成湖泊面积减少^[20,24]。

5 结论与讨论

(1) 本文利用 1986 年、1995 年、2008 年覆盖全省的 Landsat TM 遥感影像,通过目视解译,获取 3 期土地利用数据;基于 GIS 技术,分析了过去 23 年吉林省湖泊的时空变化特征。结果表明,吉林省湖泊面积不断缩小,1986–2008 年间共减少了 820km²。西部为湖泊面积缩小主要区域,此间东部湖泊面积反而增加。湖泊主要退化成未利用地和沼泽湿地。湖泊面积萎缩受气候干旱化、人口增加带来的压力、水利工程修建等因素影响。

(2) 科学规划、正确处理湖泊保护与合理利用的关系;深入开展湖泊的基础与应用研究工作;控制人口的增长速度,加快农村城镇化建设步伐,发展乡镇工业;科学地利用和管理土地,加大土地资源的保护力度;协调好土地资源开发利用与水利建设、生态环境保护之间的关系;加强立法、执法和宣传教育工作,强化湖泊保护意识等手段可以有效防止湖泊面积萎缩,从而科学合理地利用好湖泊生态资源,更好地服务于社会、经济和环境的可持续发展,有利于人类和自然的和谐共处^[7,25–26]。

6 参考文献

- [1] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 中国湖泊概论. 北京:科学出版社, 1989; i.
- [2] 王洪道, 窦鸿身. 中国湖泊资源. 北京:科学出版社, 1989; v.
- [3] 曾忠平, 卢新海. 城市湖泊时空演变的遥感分析——以武汉市为例. 湖泊科学, 2008, 20(5): 648.
- [4] 吉林省地方志编纂委员会. 吉林省志一卷四/自然地理卷. 长春:吉林人民出版社, 1992.
- [5] 乔恒, 张传俊, 吴志刚. 吉林省湿地资源保护与恢复. 湿地科学与管理, 2005, 1(1): 40.
- [6] 王志强, 张柏, 张树清等. 吉林省西部湿地动态过程及生态环境效应分析. 资源科学, 2006, 28(2): 128.
- [7] 唐占辉, 盛连喜, 马逊风等. 浅谈湿地生态及环境功能——探讨吉林省湿地的保护策略. 林业建设, 2004, (6): 38–39.
- [8] 于晓光, 李春华, 孙传生等. 吉林湿地生态环境保护措施研究. 水土保持研究, 2005, 12(6): 226–227.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 中华人民共和国国家标准 GB/T7929–1995: 土地利用现状调查技术规程. 北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2003.
- [10] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京:中国科学技术出版社, 1996.

量日益增加,致使地下水位在不断地下降。地下水位的下降反过来加剧了地下水与湖泊水量的交换,为达到新的水量平衡,使湖泊水体大量补给给地下水^[24]。因此,许多改造后的湖泊逐渐干涸,咸化。将 1986 年和 2008 年两期土地利用数据在 ARCGIS 中进行土地利用变化矩阵转换,并提取吉林省西部天然湖泊,将土地利用功能改变的天然湖泊进行分类统计得到图 4。结果表明:23 年中,吉林省西部功能改变的湖泊 35% 转化成了未利用地(盐碱地),30% 转化成了沼泽湿地,19% 转化成了耕地,9% 转化成了草地,转化成人工湖泊和林地的分别占 5% 和 2%。

4.3 水利工程修建

一些防洪大堤和水库的修建,人为地切断了下游湖泊湿地汛期洪水的补给,破坏了湖泊的水文过程,因为使湖泊面积萎缩,甚至出现干涸的现象。如向海湿地的水源主要依靠霍林河和额穆泰河的补给,这两条河流均为季节性河流,仅在洪水期获得补给。其中霍林河上游白云化

- [11] 吴运军,郭峰,张树文等.基于RS和GIS的吉林省城乡居民地区划特征分析.干旱区资源与环境,2006,(1):108-112.
- [12] Wang Zongming, Liu Zhiming, Song Kaishan. Land use changes in Northeast China driven by human activities and climatic variation. *Chinese Geographical Science*, 2009, **19**(3):225-230.
- [13] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨.地理科学进展,1999, **18**(1):81-87.
- [14] 王宗明,于磊,张柏等.过去50年吉林省玉米带玉米种植面积时空变化及其成因分析.地理科学,2006, **26**(3):302.
- [15] Fang Jingyun, Rao Sheng. Human-induced long-term changes in the lakes of the Jianghan Plain, Central Yangtze. *The Ecological Society of America*, 2005, **3**(4): 186-192.
- [16] 王占兴,宿青山.白城地区地下水及第四纪地质.北京:地质出版社,1985.
- [17] 王常明,郑毅.半干旱的吉林西部地区水文地质环境与土地盐碱化.长春地质学院学报,1992, **22**(2):203-207.
- [18] 隋波,孙力,刘实.吉林省近50年气温概率分布变化特征.吉林气象,2007,(2):12-14.
- [19] 廉毅,高枫亭,沈柏竹等.吉林省气候变化及其对粮食生产的影响.气候变化研究进展,2007, **3**(1), 46-49.
- [20] 章光新,邓伟,宋新山.吉林省西部湿地资源可持续利用方略探讨.生态与自然保护,2001,(1):31-32.
- [21] 卞健民,林年丰,汤洁.吉林西部向海湿地环境退化及驱动机制研究.吉林大学学报(地球科学版),2004, **34**(3):442.
- [22] 阎敏华,邓伟,马学慧.大面积开荒扰动下的三江平原近45年气候变化.地理学报,2001, **56**(2):159-170.
- [23] 王明全,王金达,刘景双.吉林省西部资源环境和人口经济发展的耦合性分析.水土保持通报,2008, **28**(2):167-172.
- [24] 王国平,张玉霞.水利工程对向海湿地水文与生态的影响.水土保持通报,2002, **22**(3):5-9.
- [25] 王超,付芸生,毕君.安固里淖湿地退化原因初探.河北林业科技,2005,增刊:5-6.
- [26] 罗新正,朱坦,孙广友等.松嫩平原湿地荒漠化现状、成因和对策.中国沙漠,2003, **23**(4):373-374.