文章编号：1004—5589（2017）01—0299—06

三江平原湿地时空演变探究

张一博[1]，姜琦刚[1]，林楠[2,3]

1. 吉林大学 地球探测科学与技术学院，长春 130026；
2. 吉林大学 地球科学学院，长春 130026；
3. 吉林建筑大学 测绘与勘查工程学院，长春 130018

摘要：借助遥感、GIS技术，利用1975年MSS、2000年TM和2015年ETM数据，采用人工目视解译方法，辅助野外调查验证，得到三江平原湿地空间分布数据，进而研究1975年至2015年三江平原湿地的分布特征，并结合研究区气温和降水量数据对湿地变化的影响因素进行分析。研究结果表明：2000年以前，湿地减少的面积为8 426.81 km^2，其中沼泽草甸湿地减少最为明显，人工湿地增加了6 939.87 km^2。2000年以后，沼泽湿地变化依然剧烈，面积减少了2 794.24 km^2。自然湿地破碎化程度加剧，人工湿地面积增加，受人类活动影响较大。

关键词：三江平原；湿地变化；遥感；GIS

中图分类号：**TP**79；**P**343.4 **文献标识码**：**A** **doi**：10.3969/j.issn.1004-5589.2017.01.030

Inquiry of spatial and temporal evolution in Sanjiang plain wetland

ZHANG Yi-bo[1], JIANG Qi-gang[1], LIN Nan[2,3]

1. *College of Geo-exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, China*;
2. *College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130026, China*;
3. *College of Surveying and Prospecting Engineering, Jilin Jianzhu University, Changchun 130018, China*

Abstract: Based on remote sensing and GIS technologies, the data of MSS imageries in 1975, TM imageries in 2000 and ETM imageries in 2015 is used to obtain the spatial distribution data of Sanjiang plain wetland by visual interpretation and supplementing field survey verification. Further study on the distribution features from 1975 to 2015 is carried out. Combined with the data of climate and precipitation, the authors analyze the influencing factors of wetland variation. The results show that before 2000, the total area of wetland reduced 8 426.81 km^2, of which the swamp meadow wetland reduced most obviously, while the constructed wetland increased 6 939.87 km^2. After 2000, the swamp meadow wetland dramatically reduced 2 794.24 km^2, and the constructed wetland kept increasing. The landscape fragmentation of natural wetland increased, indicating that wetland distribution features were mainly influenced by human activities.

Key words: Sanjiang Plain; Wetland Changes; Remote sensing; GIS

0 引言

湿地是地球上一种独特的、多功能性的生态系统，对生态环境以及水体净化有着深远的影响，所以湿地常被冠以“地球之肾”之名[1,2]。三江平原内水资源丰富，人均耕地面积大致相当于全国平均

收稿日期：2016-07-04；**改回日期**：2016-10-20
基金项目：东北地区国土遥感综合调查项目（12120115063701）资助.
通信作者：姜琦刚（1964-），男，教授，博士生导师，主要从事自然资源调查、地质资源遥感解译等方面的研究. E-mail：534379528@qq.com

水平的5倍[3,4]，且该区域是中国重要的粮食基地。对于三江平原湿地的研究，早在20世纪60年代就已经开始。研究包括：沼泽的发育规律，植被的类型，土壤、湿地资源的开发，湿地保护和治理，湿地环境变化，湿地功能、结构和湿地价值[5,6]。近40年来，受气候、人类活动等因素影响较大，掌握三江平原湿地的现状、变化规律，对国家的政策调整有巨大的意义[7,8]。

1 研究区概况

三江平原位于中国黑龙江东北部，又称三江低地，其湿地集中且为东北区域最大面积的平原湿地。三江平原即黑龙江、乌苏里江和松花江，汇流、冲积而成的沃土平原，处于129°11′20″～135°05′10″E，43°49′55″～48°27′56″N，研究区主要包括双鸭山市、佳木斯市、鹤岗市、鸡西市、七台河市及其所包括的县市和牡丹江的穆棱市、哈尔滨的依兰县在内的共23个县市[9,10]。

2 研究方法及技术路线

选用可分别覆盖该区的3期遥感影像解译数据，以1979年的MSS、2000年的TM和2015年的ETM数据为主要数据源，影像时间选取为6月至10月中，云量最少的月份。基于ERDAS软件平台，以ETM影像为参考图像，分别对TM、MSS数据进行几何校正。根据相关资料文献与湿地影像特征，建立出河流湿地、湖泊湿地、沼泽草甸湿地、人工湿地的解译标志，通过人工目视解译的方式，获取所需矢量数据，统计分析湿地的变化[11]。

3 遥感调查结果与空间变化

3.1 面积变化

基于GIS软件，对三期湿地数据进行统计分析（表1），可以看出在1975—2015年间三江平原湿地总体上呈下降趋势，减少湿地面积共4 837.24 km^2，其中河流湿地在1975—2000年减少962.35 km^2，2000—2015年减少了1 043.62 km^2；而湖泊湿地整体呈上升趋势，其中1975—2000年增加了2.96 km^2，2000—2015年增加了45.78 km^2，其变化相对平缓。

由于人们对生态环境的保护行为较少，2000年以后整体的变化趋势变缓，但整体减少的面积相对较多。人工湿地呈增长趋势，且为40年间变化最快。

表1 三期数据的各类型湿地面积统计表

Table 1 Statistical data of different types of wetlands area in three phases /km^2

湿地类型	1975年	2000年	2015年
河流湿地	5 900.62	4 938.27	3 894.65
湖泊湿地	1 292.16	1 295.12	1 340.90
沼泽草甸湿地	19 178.04	4 546.51	1 752.27
人工湿地	580.34	7 520.21	15 126.10

3.2 转移矩阵

利用ARCGIS的空间数据分析模块，将各个时期的矢量数据依次进行比对分析，得到黑龙江三江平原湿地1975—2000年和2000—2015年湿地类别的转移矩阵，可从变化数量和变化类型上分析湿地的变化特征（表2，3）。

1975—2000年间，湿地面积变化最大的是沼泽草甸湿地，变为其他类型湿地的面积共计16 360.67 km^2，其中变为非湿地类型的面积最多。面积变化最小的是湖泊湿地，该类型湿地转变为其他类型湿地的面积共计61.16 km^2，由其他类型湿地转变为湖泊湿地的面积共计64.12 km^2。在此期间沼泽草甸湿地的面积大量减少，人工湿地的面积增加最多，仅沼泽草甸湿地转为人工湿地的面积就为1 972.02 km^2。

表2 三江平原1975—2000年湿地转移矩阵

Table 2 Wetland transfer matrix of Sanjiang plain from 1975 to 2000 /km^2

	河流湿地	湖泊湿地	沼泽草甸湿地	人工湿地	非湿地
河流湿地	2 902.93	11.38	13.72	103.32	1 369.51
湖泊湿地	1.00	1 230.79	7.93	22.00	30.23
沼泽草甸湿地	293.28	19.14	2 810.90	1 972.02	14 076.23
人工湿地	0.29	0.26	235.85	306.14	37.80
非湿地	473.73	33.34	1 474.88	5 105.01	

表 3　三江平原 2000—2015 年湿地转移矩阵

Table 3　Wetland transfer matrix of Sanjiang plain from 2000 to 2015　/km^2

	河流湿地	湖泊湿地	沼泽草甸湿地	人工湿地	非湿地
河流湿地	2 835. 68	9. 01	0. 33	22. 97	8 013. 30
湖泊湿地	2. 99	1 249. 25	21. 57	1. 87	19. 25
沼泽草甸湿地	39. 53	9. 21	1 513. 30	1 315. 72	1 666. 37
人工湿地	0. 00	21. 89	7. 76	6 187. 85	9 722. 36
非湿地	220. 92	53. 60	214. 91	8 432. 18	

2000—2015 年间，湿地面积变化最大的是人工湿地，变为其他类型湿地面积共计 9 752. 01 km^2，由其他类型湿地转变为人工湿的地面积共计 7 202. 35 km^2。湖泊湿地面积变化最小，该类型湿地转变为其他类型湿地面积共计 45. 7 km^2，由其他类型湿地转变为湖泊湿地共计 93. 71 km^2。

3. 3　空间变化

为分析研究区湿地变化的空间规律，将解译数据叠加，制作 1975 年与 2000 年空间变化图（图 1）和 2000 年与 2015 年空间变化图（图 2）。

从图 1、图 2 中可以看出，1975—2000 年三江平原湿地总体呈减少趋势，主要位于同江市、虎林市、富锦市、萝北县、集贤县、友谊县、宝清县、抚远县等市县。相比于湿地减少的程度，湿地增加的程度不是很大，集中在研究区的西北部与东南部。而 2000—2015 年三江平原湿地总体上有所增加，主要集中在富锦市、同江市、抚远县、宝清县、绥滨县等市县，这里包含着大量的人工湿地环境，使得近些年来的三江平原的土地得以利用。

3. 4　重心迁移

（1）重心计算方法

为了分析湿地的时空变化趋势，本文借用土地利用时空变化指数中的重心计算方法，计算各个类型的湿地重心，从而对比各个类型湿地重心迁移的

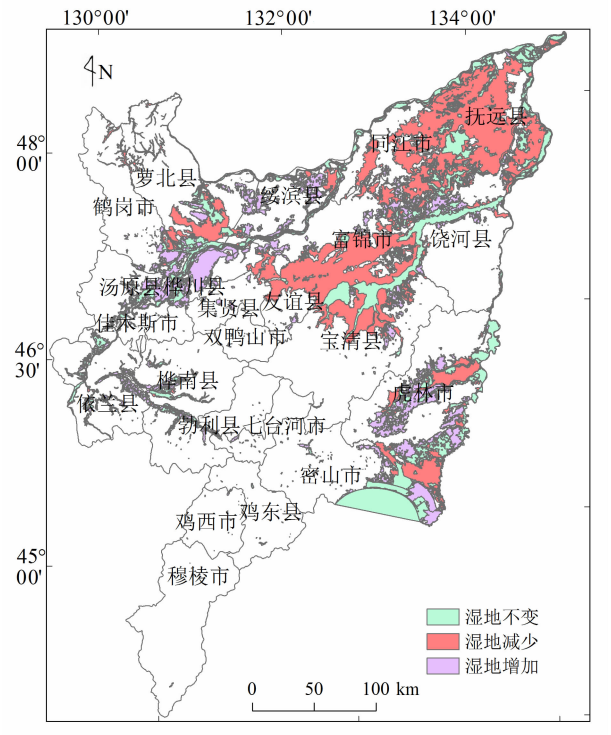


图 1　1975—2000 年三江平原湿地变化对比图

Fig. 1　Comparison chart of Sanjiang plain wetland changes from 1975 to 2000

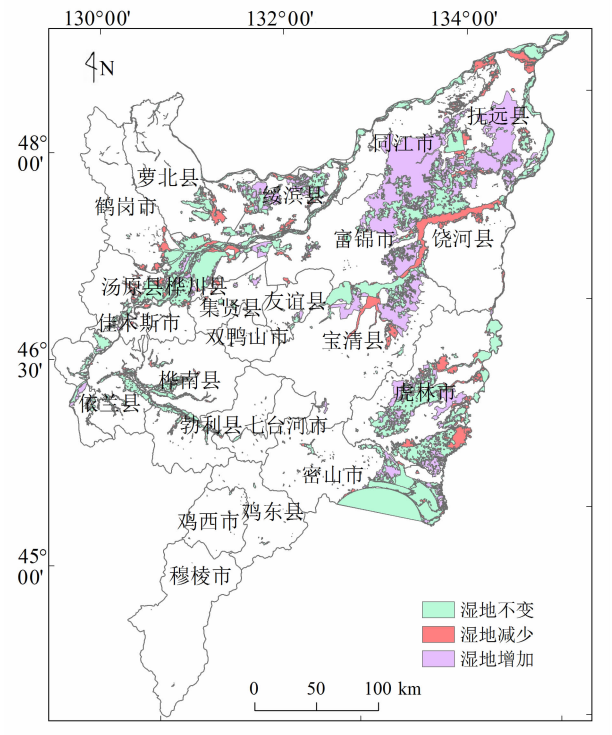


图 2　2000—2015 年三江平原湿地变化对比图

Fig. 2　Comparison chart of Sanjiang plain wetland changes from 2000 to 2015

方向。重心计算的表达式为：

$$X_t = \sum_{i=1}^{n}(C_i \times X_i) / \sum_{i=1}^{n}(C_i) \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^{n}(C_i \times Y_i) / \sum_{i=1}^{n}(C_i) \quad (2)$$

式（1）（2）中，X_t 和 Y_t 为某类湿地的重心坐标位置，C_i 为第 i 个湿地斑块的面积，X_i 和 Y_i 分别为第 i 个湿地斑块重心坐标位置。

（2）湿地重心移动

将各个湿地图斑面积与湿地图斑重心坐标带入公式（1），（2）可以求得表 4 数据。

表 4 三江平原 1975—2015 年各类型湿地重心

Table 4 Various types of wetland main parts of Sanjiang plain from 1975 to 2015 km^2

	重心坐标	洪泛湿地	季节性淡水湖	季节性河流	库塘	人工养殖	永久性淡水湖	永久性河流	沼泽化草甸
1975	X 轴坐标	783.69	677.87	541.42	591.19	559.05	743.51	696.62	783.44
	Y 轴坐标	309.25	210.59	355.52	230.84	176.42	75.38	304.20	276.53
2000	X 轴坐标	766.87	688.96	525.35	674.57	713.67	743.49	636.26	699.39
	Y 轴坐标	303.66	277.12	265.96	166.76	216.23	75.29	299.37	258.11
2015	X 轴坐标	777.59	703.51	615.11	688.43	726.59	743.50	677.91	746.64
	Y 轴坐标	302.75	214.75	310.69	155.16	257.73	74.66	306.44	232.43

由表 4 可以得出：1975—2000 年期间，人工养殖类型湿地重心偏移最大，重心向东北方向偏移 159.49 km。在 2000—2015 年期间，重心偏移最大的湿地类型季节性河流，重心向东北方向偏移 100.29 km。重心偏移最小湿地类型为永久性淡水湖，重心向东南方向偏移 0.06 km。根据重心偏移数据分析，近 40 年来，永久性淡水湖的湿地重心虽有小幅度偏移，但该湿地类型同比其他湿地类型稳定。

3.5 气候影响因素分析

（1）气候变化趋势

三江平原湿地面积变化与气候的变化有着不可分割的关系，本文收集并整理使用三江平原各个气象站从 1981 年至 2010 年近 30 年的气象变化统计数据（图 3）。

研究区域内的降水集中在东北部和西北部，主要位于抚远县、同江市、饶河县、鹤岗市、萝北县、汤原县等区域，年平均降水量可达 118.43 mm。而虎林市中东部、富锦市、绥滨县东部、友谊县北部、集贤县北部、桦川县中部、佳木斯市西北部、依兰县西北部等地区，降水量可达 96.12 mm。年平降水量较少的地区主要集中在穆棱市、鸡西市、勃利县等地区，该区域年平均降水量可达 79.85 mm。由此可见，三江平原降水量分布呈现北部地区高于南部地区的现象。

研究区域中部的年平均最高温度为 38.171℃ ~ 39℃，地区包括：鹤岗市、萝北县、绥滨县、富锦市西南部、桦川县、集贤县、双鸭山市、宝清县、鸡西市北部等地区。在研究区的东北部、西南部以及南部，年气温在 36.601℃ ~ 38.03℃。但总体相比，三江平原东北部的年平均最高气温低于其他地区年平均最高气温，相比其他各个地区，温度最低的地区出现在抚远县（图 3）。

（2）空间变化与气候变化

将三江平原湿地变化图与气候变化图相叠加，找出三江平原变化与气候变化之间的关系（图 4）。在抚远县、同江市、饶河县等区域，降水量较为明显。结合三江平原 1975—2015 年湿地变化图可以发现，三江平原在这 40 年期间，虽然年平均降水量较大，但这片区域的湿地减少面积仍然较大。由此看出，在这片区域内湿地减少的面积，受降水量的影响并不是十分明显。

4 结论

（1）1975—2015 年间，湿地面积共减少 4 837.24 km^2，减少的速度、程度最高的区域为抚远县、富锦市、萝北县等；而湿地增加度较高的区域集中在同江市、饶河县和绥滨县等地。

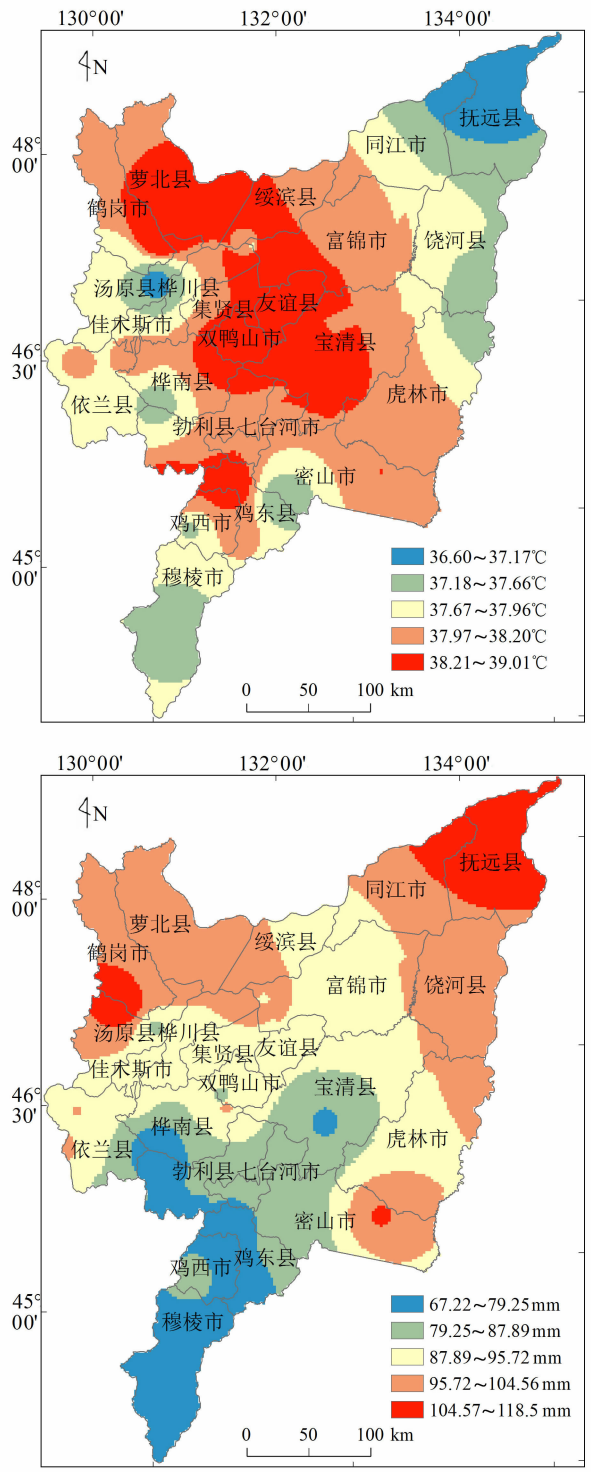


图 3　三江平原降水与气温分布图

Fig. 3　Precipitation and temperature distribution of Sanjiang plain

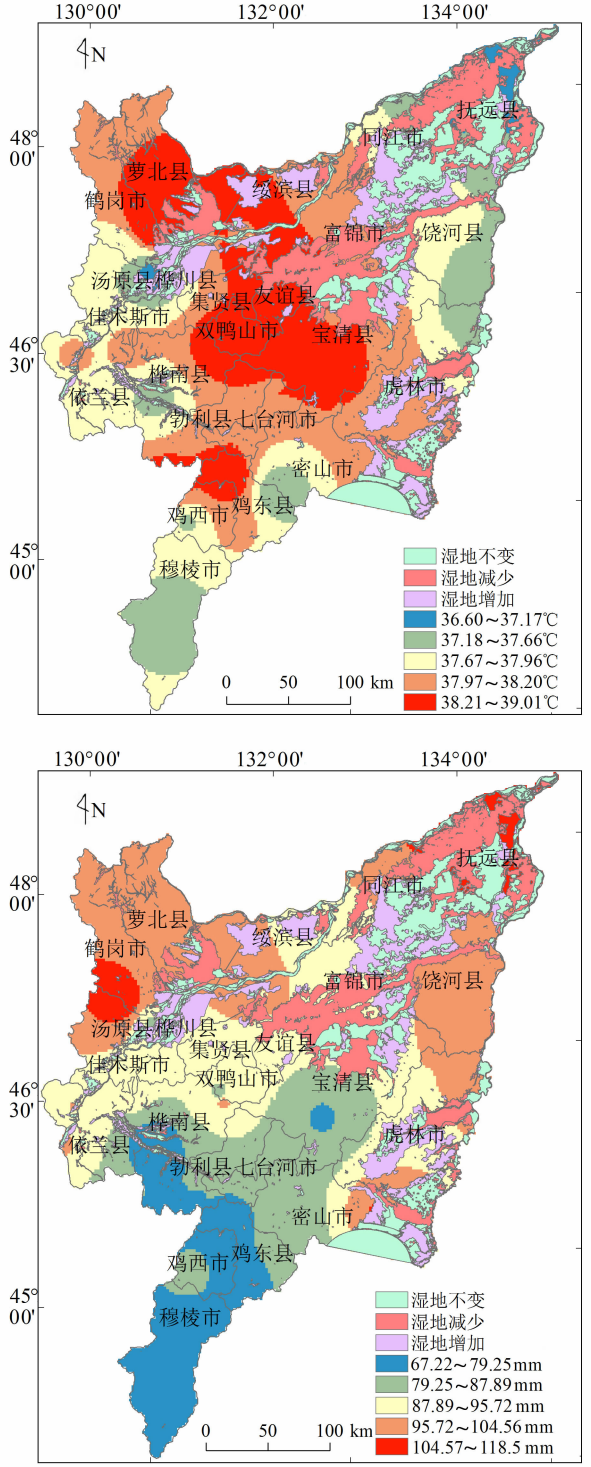


图 4　三江平原湿地变化与气温、降水变化分布图

Fig. 4　Wetland changes, temperature and precipitation distribution of Sanjiang plain

（2）受环境变化、气候变迁、人类活动等相关因素的影响，湿地与非湿地之间的相互转化明显，其中自然湿地大多转变为人工湿地，而消失较多的湿地类型则为沼泽草甸湿地。

参考文献：

[1] 吴梦红，杨长保，林楠，等. 西辽河流域湿地动态变化特征及影响因素分析［J］. 世界地质，2016，35（3）：902-908.
WU Meng-hong，YANG Chang-bao，LIN Nan，et al. Wetland dynamic variation characteristics in western Liaohe River Basin and its influencing factors［J］. Global Geology，2016，35（3）：902-908.

[2] 佟守正，吕宪国，杨青，等. 三江平原实地研究发展与展望［J］. 资源科学，2005，27（6）：180-187.
TONG Shou-zheng，LÜ Xian-guo，YANG Qing，et al. Progress and prospect in wetland research of Sanjiang Plain［J］. Resources Science，2005，27（6）：180-187.

[3] 陈晓彬，王英，赵新宇. 浅析三江平原生态环境的现状及治理措施［J］. 科技信息，2007（20）：530.
CHEN Xiao-bin，WANG Ying，ZHAO Xin-yu. Initial analysis on the present situation of ecological environment and control measures in Sanjiang Plain［J］. Science and Technology Information，2007（20）：530.

[4] 林楠. 基于RS和GIS的占林东部植被覆盖变化和驱动力研究：硕士学位论文［D］长春：吉林大学，2010.
LIN Nan. Study on the change and driving force of vegeration cover in eastern Jilin Province based on RS and GIS：master's degree thesis［D］. Changchun：Jilin University，2010.

[5] 李静. 三江平原垦区城镇化过程与空间组织研究：博士学位论文［D］. 长春：中国科学院东北地理与农业生态研究所，2012.
LI Jing. Urbanization and spatial organization of state farms in Sanjiang Plain：doctor's degree thesis［D］. Changchun：Northeast Institute of Geography and Agroecology，Chinese Academy of Sciences，2012.

[6] 邢宇，张汉女，姜琦刚，等. 东北三省湿地演化特征遥感分析［J］. 湿地科学与管理，2015，11（2）：50-54.
XING Yu，ZHANG Han-nü，JIANG Qi-gang，et al. Properties of wetland succession in three northeast provinces based on RS［J］. Wetland Science & Management，2015，11（2）：50-54.

[7] 陈凤臻. 全球变化下松辽平原生态环境变迁研究：博士学位论文［D］. 长春：吉林大学，2009.
CHEN Feng-zhen. A study on ecological environment evolution in Songliao Plain under the global changes：doctor's degree thesis［D］. Changchun：Jilin University，2009.

[8] 董张玉. 基于GIS/RS与多目标蚁群算法的三江平原沼泽湿地空间格局优化：博士学位论文［D］. 长春：中国科学院东北地理与农业生态研究所，2014.
DONG Zhang-yu. Wetland spatial optimization based on multi-objective ant colony algorithm and GIS/RS in the Sanjiang Plain：doctor's degree thesis［D］. Changchun：Northeast Institute of Geography and Agroecology，Chinese Academy of Sciences，2014.

[9] 姜琦刚，崔瀚文，李远华. 东北三江平原湿地动态变化研究［J］. 吉林大学学报：地球科学版，2009，39（6）：1123-1127.
JIANG Qi-gang，CUI Han-wen，LI Yuan-hua. Study on dynamic change of wetland in Sanjiang Plain，Northeast Area［J］. Journal of Jilin University：Earth Science Edilion，2009，39（6）：1123-1127.

[10] 于磊，张柏，张树清. 基于GIS的三江平原生态环境地球化学质量评价研究［J］. 土壤通报，2004，35（5）：529-532.
YU Lei，ZHANG Bo，ZHANG Shu-qing. Based on GIS of Sanjiang Plain ecological environmental geochemical evaluation research［J］. Chinese Journal of Soil Science，2004，35（5）：529-532.

[11] 李任时，邵治涛，张红红，等. 近30年来黄河上游荒漠化时空演变及成因研究［J］. 世界地质，2014，33（2）：494-503.
LI Ren-shi，SHAO Ye-tao，ZHANG Hong-hong，et al. Analysis on time-space evolution of desertification and its causes in Yellow River during recent 30 years［J］. Global Geology，2014，33（2）：494-503.