

近 30 年来江苏海岸带土地利用/覆被变化研究

张晓祥^{1,2}, 唐彦君¹, 严长清^{2,3}, 徐盼¹, 朱晨曦^{2,3}, 戴煜暄¹

(1. 河海大学 地理信息科学与工程研究所, 江苏 南京 210098; 2. 国土资源部海岸带开发与保护重点实验室, 江苏 南京 210024; 3. 江苏省土地勘测规划院, 江苏 南京 210024)

摘要: 海岸带土地利用/覆被变化(LUCC)研究可用于量化反应环境变化和人类活动的影响, 为海岸带开发与利用提供决策参考依据。以江苏海岸带为研究对象, 选取1978~2007年5期 Landsat MSS/TM 影像作为数据源, 建立遥感分类系统, 采用分层分类监督分类方法获取研究区5期序列 LUCC 数据, 进而计算分析江苏海岸带近30年的土地利用/覆被变化的结构演变, 系统研究了近30年来的 LUCC 的变化数量以及变化速率。研究结果表明: (1)从土地利用结构上看, 近30年来, 江苏海岸带土地利用类型以耕地、城镇建设用地、农村建设用地为主, 虽然耕地占比近年来有所减少, 但是仍然高达70%以上; (2)从土地利用变化来看, 江苏海岸带土地利用变化最为显著的是城镇建设用地, 无论是变化数量和变化速率都非常显著, 同时大量沿海新围垦土地多为建设用地。

关键词: 土地利用/覆被变化(LUCC); 海岸带; 遥感影像; 江苏

中图分类号: TP79 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)09-0090-06

doi: 10.11759/hyxx20121201001

土地利用/覆被变化(Land use/cover change, LUCC)研究是可持续发展和全球变化研究的重要方法和手段^[1-2]。通过近 20 年的发展, LUCC 研究已形成基于遥感和 GIS 的研究范式, 逐步走向土地变化科学^[3-4]。海岸带作为海洋、陆地和大气交互作用的区域, 其环境具有复杂性和多变性的特点, 海岸带土地利用/覆被变化研究对于海岸带制图与监测^[5], 分析变化的驱动力^[6], 了解海岸带历史变迁^[7], 促进海岸带的开发、利用与区域可持续发展具有重要意义。

在国际上, 美国海洋与大气局(NOAA)曾采用遥感和 GIS 技术分析美国太平洋沿岸、大西洋沿岸、墨西哥湾以及五大湖区的海岸带变化^[8]。文献[9]分析了新英格兰南部海岸带的历史土地利用变化情况; 文献[5]分析了埃及北部海岸带土地利用变化情况。国内, 研究人员也对我国海岸带地区土地利用变化进行了深入研究, 比较有影响的是对环渤海区域的土地利用类型动态变化的研究^[10]。在江苏海岸带研究方面, 文献[11]和[12]分别研究了连云港土地利用变化和江苏海岸带的景观格局变化情况, 文献[13]和[14]分别对江苏海岸带近 1 000 a 来海岸线的历史演变和近 100 a 来沿海滩涂的围垦进行了深入研究。但总的来说, 在利用遥感影像对江苏海岸带开展序列土地利用变化方面目前还缺乏系统的研究。本研

究选择整个江苏海岸带作为研究区, 在参考美国 NOAA 海岸变化分析计划(C-CAP)研究的基础上, 制定了江苏海岸带土地利用/覆被变化分类系统, 利用该地区 1978 年改革开放以来 5 期序列遥感影像进行遥感分类与变化监测, 获取江苏海岸带 LUCC 信息, 揭示近 30 a 来江苏海岸带土地利用变化的规律和趋势。

1 概述

1.1 研究区概况

江苏海岸带地处江淮下游, 在历史上曾是我国长江和黄河的入海口, 长江和古黄河带来的大量泥沙造就了本地区非常特殊的冲积平原地貌, 江苏海岸带外侧也发育了世界罕见的范围巨大的黄海辐射沙脊群^[15]。江苏海岸带从北到南超过 700 km, 空间范围介于 119°00'~120°00'E、31°30'~33°30'N, 岸线主要包括砂质海岸、基岩质海岸和淤泥质海岸, 大部分岸线为淤泥质海岸。在行政区划上, 一般将江苏省

收稿日期: 2012-12-01; 修回日期: 2014-05-18

基金项目: 国土资源部海岸带开发与保护重点实验室开放基金项目(2013CZEPK01)

作者简介: 张晓祥(1979-), 男, 江苏南通人, 副教授, 博士, 主要从事空间分析与建模、资源环境遥感研究, E-mail: xiaoxiang@hhu.edu.cn

沿海的连云港市、盐城市和南通市 3 个地级市所辖 24 个县(市、区)作为江苏海岸带区域(图 1)。

江苏海岸带分布有广阔的滩涂, 根据 2011 年江苏近海海洋综合调查与评价专项(江苏 908 专项)的调查^[16], 江苏沿海未围滩涂总面积 5 001.67 km² (750.25 万亩), 约占全国滩涂总面积的 1/4, 居全国首位, 后备土地资源十分丰富。

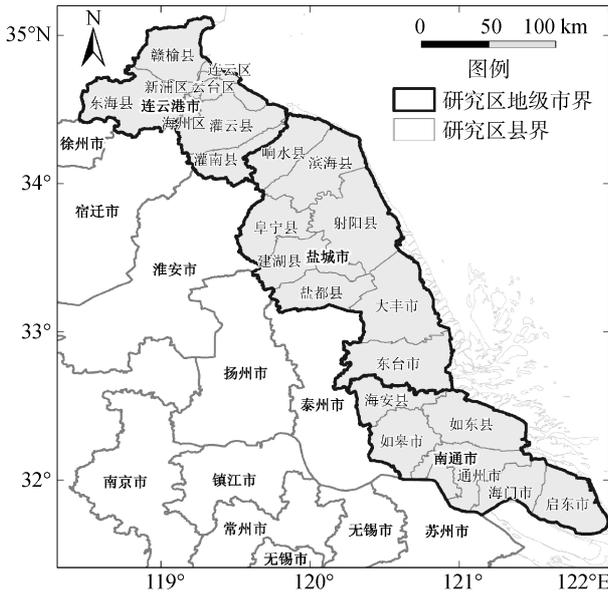


图 1 江苏海岸带区位图
Fig.1 The location of Jiangsu coastal area

1.2 遥感数据

本研究的土地利用/覆被变化信息主要是通过江苏海岸带 5 期美国 Landsat TM 遥感影像分类结果获得(表 1)。遥感具有同步性好、成本低等特征, 可以快速获取区域土地利用变化信息。除遥感数据以外, 其他数据还包括研究区 1 : 1 万的土地利用现状图、1 : 5 万历史地形图, 主要用于卫星图像几何校正。所有的数据都采用统一的坐标系和投影系统等空间基准。

1.3 分类系统

本研究参照了美国 C-CAP 的海岸带土地覆被分类系统^[8]以及我国 2008 年 2 月发布的土地利用分类国家标准——《土地利用现状分类》(GB/T21010-2007)^[17], 同时结合研究区江苏海岸带的地理特征, 确定了江苏海岸带土地利用/覆被类型。表 2 所示为江苏海岸带土地利用/覆被分类系统, 主要包括 5 个一级类; 考虑到江苏海岸带的实际以及便于分析的需要, 我们又区分为 8 个二级类。

表 1 研究区遥感数据

Tab.1 Data used in the study

卫星时态	传感器	条带号 (行/列)	成像日期 (年-月-日)	分辨率 (m)
T1(1970S)	MSS	127/38	1979-08-04	79
		128/38	1979-05-25	79
		128/37	1975-03-26	79
		129/37	1979-08-06	79
		129/36	1978-09-16	79
T2(1980S)	TM	118/38	1989-08-11	30
		119/38	1991-07-23	30
		119/37	1987-02-02	30
		120/37	1988-10-25	30
		120/36	1987-09-21	30
T3(2000S)	ETM+	121/36	1988-04-23	30
		118/38	2000-09-18	30
		119/38	2001-07-26	30
		119/37	2000-07-31	30
		120/37	2000-09-16	30
T4(2004)	TM	120/36	2000-09-16	30
		121/36	2001-04-03	30
		118/38	2004-07-19	30
		119/38	2004-07-26	30
		119/37	2004-05-23	30
T5(2007)	TM	120/37	2004-04-28	30
		120/36	2004-04-28	30
		121/36	2004-09-10	30
		118/38	2007-07-28	30
		119/38	2006-09-18	30
119/37	2006-09-18	30		
120/37	2006-09-09	30		
120/36	2006-09-09	30		
121/36	2007-05-14	30		

表 2 江苏海岸带土地利用/覆被变化分类系统

Tab.2 Land use/cover change classification schema of Jiangsu coastal area.

一级类 (分类代号及土地利用类型)	二级类 (分类代号及土地利用类型)
1 耕地	11 水田
	12 水浇地/旱地
2 工矿仓储用地	21 盐田
	31 城镇建设用地
3 建设用地	32 农村建设用地
	41 鱼塘
4 水域及水利设施用地	42 坑塘水面
	—
5 其他用地	—

1.4 研究框架

如图 2 所示为本研究的研究框架, 遵循常见的遥感数据处理与分析方法, 主要包括 4 个部分: 影像预处理、影像分类、变化检测、数据分析^[18-19]。

利用多时相遥感数据动态分析土地利用/覆被变化过程, 需要对原始影像根据研究的需要进行一系列图像处理工作, 包括几何纠正、辐射校正、影像镶嵌和裁剪等。本研究在数据整合中, 选用统一的北京 1954 平面坐标系、1956 国家高程基准、高斯-克吕格投影系统, 并以江苏海岸带 1:5 万地形图为基准, 结合地面实测点位, 对 1978 年 Landsat MSS 影像以及 1990 年、2000 年、2004 年和 2007 年的 Landsat TM 影像进行像元对像元的几何精校正。

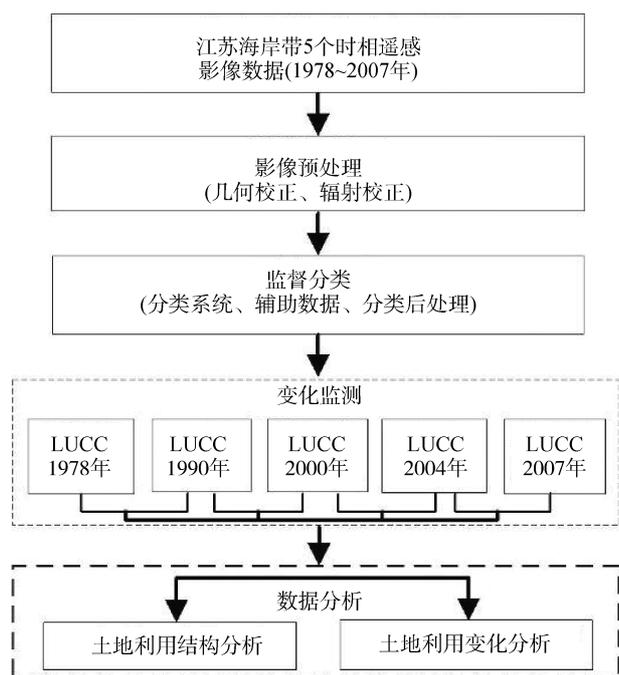


图 2 研究框架图

Fig.2 Research framework of the study

遥感影像分类是获取土地利用/覆被变化的关键环节。本研究首先采用最大似然法进行监督分类, 并且结合 1:5 万地形图以及其他辅助数据提高影像数据的分类精度。在本研究中, 1990 年、2000 年、2004 年和 2007 年 4 景 TM 影像分辨率相对较高, 直接采用最大似然法进行监督分类。1978 年的 MSS 影像的空间分辨率和光谱分辨率都较低, 地物分类容易出现误分或者混分。针对这些问题, 本研究采用多步骤分层分类法, 将明显能够分出来的类别掩模剔除, 降低分类像元的个数和光谱混淆。对难以区分的

地类, 单独提取, 选择尽可能多的训练区, 进行细分类。对于实在无法通过光谱差异分类的像元, 参考 1:5 万地形图及其他辅助图件, 进行人工交互解译, 通过划定矢量层, 进行合理的归属, 对分类结果进行优化。

变化检测是通过多期遥感观测来自动进行变化对象的提取的重要步骤^[20-21]。在变化检测技术上, 本研究采用分类后比较法对江苏海岸带不同时相的遥感影像的进行变化检测, 进一步得出 1978~1990 年、1990~2000 年、2000~2004 年、2004~2007 年四个时段的变化统计数据。

数据分析是对空间数据进行统计分析, 目的是从数据中提取信息, 以找出所研究对象的内在规律。本研究数据分析包括土地利用结构分析及土地利用变化分析。

2 结果与讨论

根据图 2 所示的研究框架, 可以计算获取如图 3 所示的江苏海岸带 1978~2007 年的土地利用变化分类结果。

2.1 土地利用结构分析

土地利用结构分析主要是分析土地利用类型及覆被状况, 本研究在获得土地利用/覆被变化结果后, 计算出研究区 1978~1990 年、1990~2000 年、2000~2004 年和 2004~2007 年的土地利用转移矩阵, 得出江苏海岸带各类土地利用型面积、比例, 具体如表 3 所示。

近 30 年来, 耕地是江苏海岸带三个地级市最主要的土地利用类型, 耕地从 1978 年占比 80%以上到 2007 年占比仍然有 70%左右; 而城镇建设用地 1978 年约 1%, 至 2007 年城镇建设用地的比重已占到研究区总面积的 3.61%, 农村建设用地已达 4.11%, 虽然占比总量不大, 但是考虑到城镇建设用地基数较低, 实际上城镇建设用地一直处于快速增长的状态; 30 年来沿海围垦不断加剧, 江苏沿海土地总面积大量增加, 累计为江苏沿海增加各类用地总计达到近 1 000 km², 相当于江苏苏南地区一个县的总面积。在土地资源越来越宝贵的今天, 大规模的围垦为江苏沿海地区提供了广阔的发展空间。

2.2 土地利用变化分析

土地利用变化分析通过土地利用结构状况, 主要从变化数量、变化速率上来分析土地利用变化情

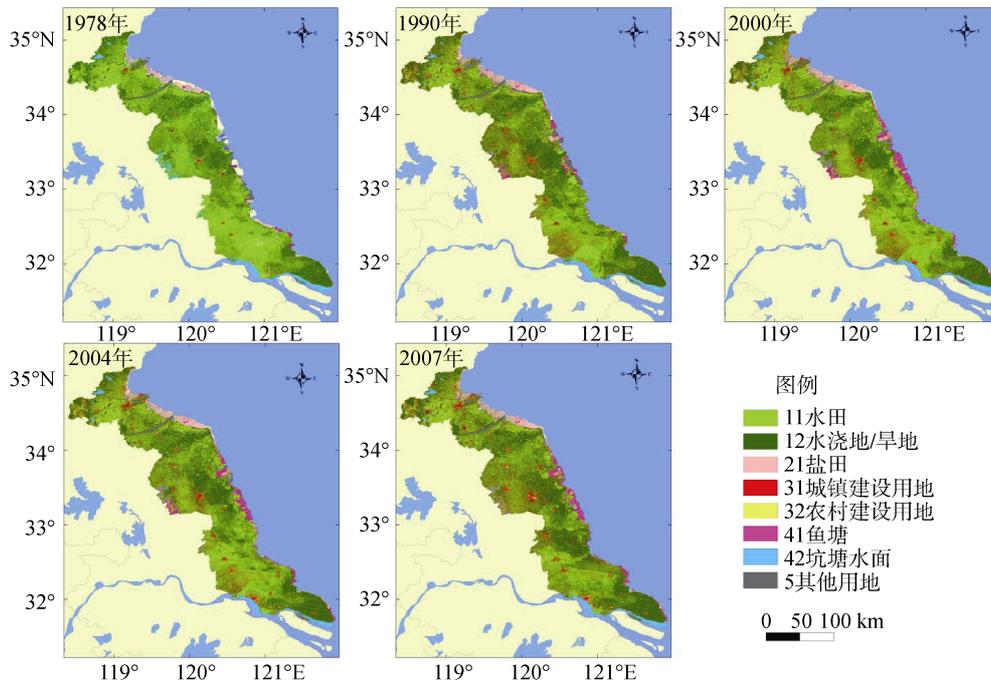


图3 江苏海岸带遥感分类图(1978~2007年)

Fig. 3 Remote sensing classification results of Jiangsu coastal area (1978~2007)

表3 江苏海岸带土地利用结构分析(1978~2007年)

Tab.3 The land use structure analysis of Jiangsu coastal area (1978~2007)

分类代号及 土地利用类型	各年份的面积(km ²)					各年份的面积占研究区面积比例(%)				
	1978	1990	2000	2004	2007	1978	1990	2000	2004	2007
11 水田	13567.94	12760	13163.81	12984.86	12167.03	43.59	40.79	41.44	40.73	37.96
12 水浇地/旱地	11476.98	12268.2	11866.45	11992.76	11888.18	36.87	39.22	37.35	37.62	37.09
21 盐田	754.36	948.83	961.62	974.61	913.1	2.42	3.03	3.03	3.06	2.85
31 城镇建设用地	248.79	789.02	916.86	1044.7	1155.61	0.8	2.52	2.89	3.28	3.61
32 农村建设用地	486.78	994.16	1148.87	1231.43	1316.93	1.56	3.18	3.62	3.86	4.11
41 鱼塘	1727.92	762.97	1110.38	1063.13	2194.22	5.55	2.44	3.5	3.34	6.85
42 坑塘水面	1918.48	2025.25	2140.35	2117.11	1980.56	6.16	6.47	6.74	6.64	6.18
5 其他用地	945.1	731.18	460.9	471.79	433.93	2.6	2.34	1.45	1.48	1.35
总计	31126.35	31279.7	31769.24	31880.39	32049.56	100	100	100	100	100

况。本研究根据江苏海岸带的土地利用结构情况，利用空间数据统计分析，得出1990~2007年间3个时间段江苏海岸带各土地利用类型的变化量以及变化速率，具体如表4所示。需要说明的是，由于1978年的遥感数据来源为Landsat MSS数据，其分辨率比较低，分类结果误差相对比较大。因此，为保证研究结果的严谨性，表4没有将1978~1990年的研究区间的土地利用变化数量数据和速率数据列入。

1990~2000年间，这一时期的土地利用格局仍以耕地为主，土地开发利用程度加大，未利用地减

少显著，变化速率大；2000~2004年，城镇建设用地的面积增加非常明显，至2004年城镇建设用地面积已超过1000 km²；2004~2007年，城镇建设用地、农村建设用地等一直在持续增长，这一时期耕地减少得比较多，尽管如此，耕地仍然是江苏海岸带的主要土地利用类型，仍占70%左右。

3 结论

本研究通过序列遥感影像分类，获取了江苏海岸带1978、1990、2000、2004、2007年等5期土地

表 4 江苏海岸带土地利用类型面积年均变化量及变化速率(1990~2007 年)

Tab.4 Change amount and change rate of various coastal land use types in Jiangsu (1990~2007)

分类代号及 土地利用类型	各时间段面积变化量(km ²)			各时间段的年均变化速率(%)		
	1990~2000	2000~2004	2004~2007	1990~2000	2000~2004	2004~2007
11 水田	40.38	-44.74	-27.26	0.32	-0.34	-2.1
12 水浇地/旱地	-40.18	31.58	-34.86	-0.33	0.27	-0.29
21 盐田	1.28	3.25	-20.5	0.13	0.34	-2.1
31 城镇建设用地	12.78	31.96	36.97	1.62	3.49	3.54
32 农村建设用地	15.47	20.64	28.5	1.56	1.8	2.31
41 鱼塘	34.74	-11.81	37.7	4.55	-1.06	3.55
42 坑塘水面	11.51	-5.81	-45.52	0.57	-0.27	-2.15
5 其他用地	-27.03	2.72	-12.62	-3.7	0.59	-2.67
总计	48.96	27.79	56.39	0.16	0.09	0.18

利用/覆被变化信息, 计算分析了江苏海岸带土地利用结构以及土地利用的变化数量、变化速率, 揭示了江苏海岸带地区 30 年来土地利用/土地覆被变化的特征和过程。研究得到以下两个结论: (1)从江苏海岸带土地利用结构来看, 江苏海岸带土地利用类型以耕地、建设用地、水域为主, 其中, 耕地占比最大, 该地区一度占比 80%以上为耕地, 近年来虽然有所减少, 也稳定在 70%以上; (2)从江苏海岸带土地利用变化来看, 虽然建设用地占比总量不算大, 但是增长数量和增长速度惊人, 这主要是由于开发区和各类园区建设, 建设用地大量增加, 比例也不断提升, 特别地, 沿海地区新围垦土地大多为建设用地。

参考文献:

[1] Turner B L II, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change science/research plan. IGBP Report No. 35 and IHDP Report No. 7[R].Stockhohn: IGBP, 1995.

[2] Lambin E F, Banliex X, Bockstael N. Land-use and land-cover change (LUCC): implementation strategy. IGBP Report No.48 and HDP Report No.10[R]. Stockholm: IGBP, 1999.

[3] 路云阁, 蔡运龙, 许月卿. 走向土地变化科学——土地利用/覆被变化研究的新进展[J]. 中国土地科学, 2006, 20(1): 55-61.

[4] Pijanowski B C, Robinson K D. Rates and patterns of land use change in the Upper Great Lakes States, USA: A framework for spatial temporal analysis [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 102: 102-116.

[5] Bajocco S, Angelis D, Perini L, et al. The impact of

land use/land cover changes on land degradation dynamics: a mediterranean case study [J]. Environmental Management, 2012, 49: 980-989.

[6] Serra P, Pons X, Sauri D. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors[J].Applied Geography, 2008, 28: 189-209.

[7] Shalaby A, Tateishi R. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt [J].Applied Geography, 2007, 27: 28-41.

[8] Dobson J E, Bright E A, Ferguson R L. NOAA coastal change analysis program (C-CAP): guidance for regional implementation [R].Oak Ridge : Oak Ridge National Laboratory, 1995.

[9] Besty V H, Glenn M. Historical land use and environmental determinants of nonnative plant distribution in coastal southern New England [J].Biological Conservation, 2007, 136: 33-43.

[10] 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J].地理学报, 2001, 56(3): 253-260.

[11] 谢宏全, 高祥伟. 连云港海岸带土地利用/覆盖变化与驱动力分析[J].海洋科学, 2011, 35(11): 52-57.

[12] 王玉, 贾晓波, 张文广, 等. 江苏海岸带土地利用变化及驱动力分析[J].长江流域资源与环境, 2010, 19(1): 7-12.

[13] 张晓祥, 王伟玮, 严长清, 等. 南宋以来江苏海岸带历史海岸线时空演变研究[J]. 地理科学, 2013, 34(3): 344-350.

[14] 张晓祥, 严长清, 徐盼, 等. 近代以来江苏沿海滩涂

- 围垦历史演变研究[J]. 地理学报, 2013, 68(11): 1549-1558.
- [15] 王颖. 黄海陆架辐射沙脊群[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 433.
- [16] 张长宽. 江苏近海海洋综合调查与评价专项总报告[R]. 南京: 江苏省“908”专项办公室, 2011.
- [17] GB/T 21010-2007, 土地利用现状分类[S].
- [18] Jensen J R. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective [M]. 2nd edition. New Jersey: Prentice Hall, 1996: 197-279.
- [19] Liu Jiyuan, Zhuang Dadao, Luo D, et al. Land-cover classification of China: integrated analysis of AVHRR imagery and geophysical data [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24: 2485-2500.
- [20] Lu D, Mausel P, Brondizio E, et al. Change detection techniques[J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(12): 2365-2407.
- [21] 张晓祥, 严长清, 刘斯琦, 等. 基于 Landsat/TM 数据的江苏海岸带土地利用/覆被变化检测方法比较研究[J]. 遥感信息, 2011, 3: 82-87.

The study of Jiangsu coastal land use/cover change based on series of remote sensing images in the last 30 years

ZHANG Xiao-xiang^{1, 2}, TANG Yan-jun¹, YAN Chang-qing^{2, 3}, XU Pan¹, ZHU Chen-xi^{2, 3}, DAI Yu-xuan¹

(1. Institute of Geographical Information Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. The Key Laboratory of the Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Land and Resource, Nanjing 210024, China; 3. Institute of Land Survey Planning in Jiangsu Province, Nanjing 210024, China)

Received: Dec., 1, 2012

Key words: land use/cover change; coastal area; remote sensing images; Jiangsu

Abstract: Coastal land use/cover change (LUCC) research can be used for measuring the effects of environmental changes and human activities, which is helpful to the decision making of the coastal development and utilization. In this study, Jiangsu coastal area was chosen as the case study area to characterize the historical changes of land use and land cover. Based on Landsat MSS/TM images classification in Jiangsu coastal areas from 1978 to 2007, series of LUCC products were obtained by multi-level supervised classification and customized classification schema. Further, land use structure, as well as land use changes both in change amount and rate, were systematically calculated and analyzed. The results showed that: (1) From the perspective of the land use structure, the main land use types in Jiangsu coastal areas were croplands and construction lands. There has been a decrease in cropland in recent years, however, the ratio of croplands was as high as 70%. (2) From the perspective of the land use change, construction lands in cities and towns were significantly increased. At the same time, most of the new reclamation lands in the coastal areas were construction lands.

(本文编辑: 刘珊珊 李晓燕)