

厦门市湿地时空演化的遥感动态分析

李春华,沙晋明

(福建师范大学地理科学学院,福州 350007)

摘要:以厦门市近 20 年来多时相遥感数据为数据源,采用 RS 和 GIS 技术提取湿地动态变化信息;综合运用多项式回归、马尔可夫模型、虚拟地理环境技术对厦门市湿地时空演化趋势进行模拟分析和定量预测研究,建立厦门市湿地动态变化系列图谱。

关键词:湿地;遥感;多项式回归;马尔可夫模型;虚拟地理环境

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0043-04

RS Dynamic Analysis of Wetland in Xiamen

LI Chun-hua, SHA Jin-ming

(Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Using nearly 20 years RS data as data resources, supported by RS and GIS, get the dynamic change information of wetland in Xiamen; Using Polynomial Interpolation Curve and Markov's prediction models to analysis and predict the wetland change trend. The Xiamen wetland dynamic change series chart is built.

Key words: wetland; remote sensing; polynomial interpolation; Markov's models; visual geography environment

湿地^[1]与热带雨林一起被誉为人类地球家园的“肾”,它包含着丰富多样的生物物种资源,不仅蕴含着巨大的经济价值,而且具有举世公认的生态环境价值,但是它又是非常脆弱的一个生态系统,对人类活动的影响非常敏感。因此,关于湿地的研究是目前资源与环境领域的一个热点,也是备受关注的一个问题。

厦门市是国际著名的花园城市,其优良的生态环境对提高厦门市的知名度、铸造良好的国际形象、从而吸引外资,促进厦门市的社会经济发展具有重要的作用。而厦门市的湿地生态系统对其环境的保护、改善无疑具有决定性作用。例如,九龙江口的红树林是我国仅剩的少数几块红树林之一,其经济价值与生态价值都非常高。

尽管厦门市的湿地受到了良好的保护,但是社会经济活动对它的不良影响还是非常明显——近 20 余年来厦门市的湿地不断退化,典型的红树林湿地日益缩小。因此,未雨绸缪,在厦门市再次迎来经济腾飞的今天,预先对该市湿地生态系统进行充分的研究,正确评价其经济价值与生态价值,搞清楚它的演化过程与发展趋势,提出切实可行的保护、开发措施,无疑对政府部门制定相关的政策具有重要的参考价值。

本研究通过遥感提取技术,得到不同时段各湿地要素的变化特征,利用多项式插值理论和马氏模型预测各湿地要素的演变趋势。为厦门市湿地生态环境建设和生态环境保护提供一定的指导。为湿地生态价值评估、开发与保护措施的制订提供客观依据。

1 研究资料及方法

1.1 研究资料

本研究所用的数据是厦门市近 20 年来多源多时相遥感

影像,包括 1986 年、1989 年、1993 年和 1997 年的 TM 影像、2001 年和 2003 年的 ETM 影像共六个时相的数据。背景资料为 1:5 万的地形图、行政界线图、海域图及实地考察的资料。

1.2 研究方法

1.2.1 图像预处理

利用 ERDAS 软件,对遥感数据进行处理,步骤如下:
(1) 投影转换。由于在处理陆地卫星数据资料时要采用地面辅助图形信息,必须将影像图和背景图的投影转换成同一种投影。本文采用高斯-克吕格投影。(2) 影像与地形图之间的校正。根据 1:5 万地形图按 15 个地面控制点对卫星影像进行几何校正,方均根误差(RMS ERROR)在 0.5 个像元之内。(3) 研究区相关提取。由于本文研究区只是整景 TM 及 ETM 数据的一部分,故须在 ERDAS 的支持下,借助厦门市行政界线图,将之叠在影像图上作为掩膜,提取厦门市行政区范围的影像数据。

1.2.2 数据提取

根据国际《湿地公约》^[10],结合我国湿地分类和厦门市湿地的特点,我们把湿地分为 10 类:浅海水域、基岩海岸、沙滩、河口水域、滩涂、红树林、养殖区、水塘水库、盐田、河流。由于湿地类型复杂多样,给遥感影像的判读和信息提取带来较大的困难。因此如何制定正确的图像解译方法,将决定着后期研究工作的顺利开展、影响到研究成果的优劣。根据反复实验测试本研究采取自动分割和手动分割,计算机自动分类和目视解译相结合的方法进行湿地各要素的提取,步骤如下:

(1) 区分陆地和水体信息^[2]。水体对太阳光吸收、反射和透射作用是随波长而变化的,总的来说是吸收大于反射和

* 收稿日期:2005-12-01

基金项目:厦门市环境保护科研课题“基于 3S 技术的厦门市湿地时空演化过程及其发展趋势研究”

作者简介:李春华(1975-),女,福建师范大学地理科学学院硕士研究生,从事遥感与地理信息系统研究。

化趋势,并没有涉及各类型之间的转移变化情况,因此,本研究采用马尔可夫模型作进一步的分析。

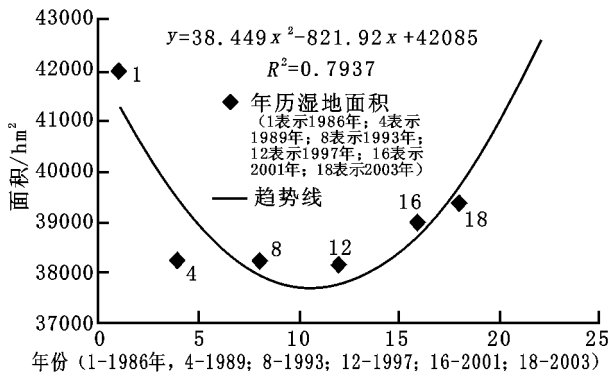


图 1 湿地面积变化趋势分析模型

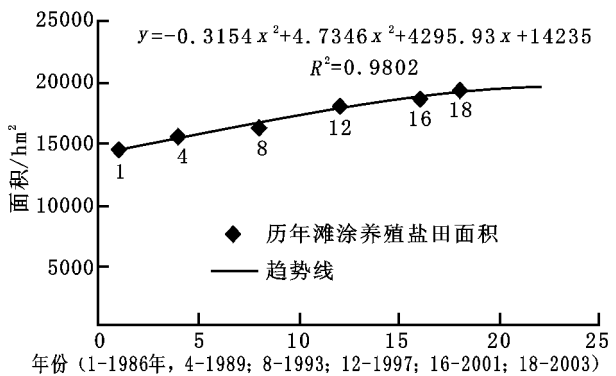


图 2 滩涂养殖盐田总面积变化趋势分析模型

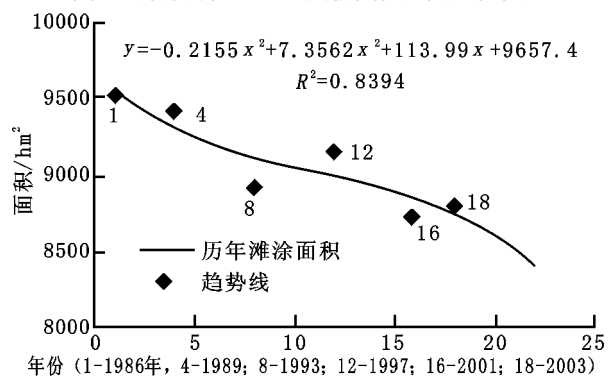


图 3 滩涂面积变化趋势分析模型

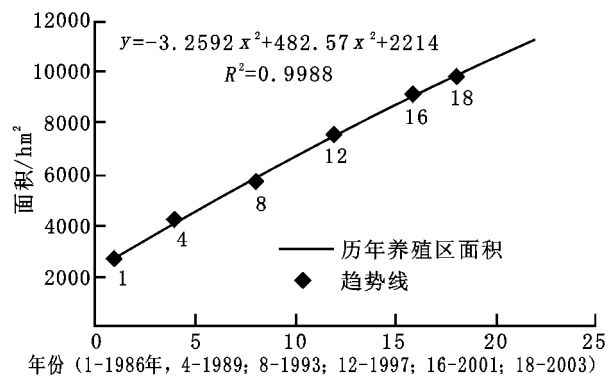


图 4 历年养殖区面积趋势分析模型

马尔可夫模型是离散的随机数学模型,主要用于在无后效条件下时间和状态均为离散的随机转移问题,它是根据事件的目前状况来预测其将来各个时刻(或时期)变动状况的一种预测方法。一般地,如果按照过程的发展,时间可以离散化为 1,2,……,n(有无限个)。从时刻 t 的状态 i 转移到 t

+1 时刻的状态 j 的概率是 P_{ij} 。若时刻 t 时,过程处于状态 $S_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 的概率是 $i(t)$,那么当 $i(t+1) = \sum_{j=1}^n j(t) P_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$ (2) 时,我们称这样的状态随机转移过程为马尔可夫过程。

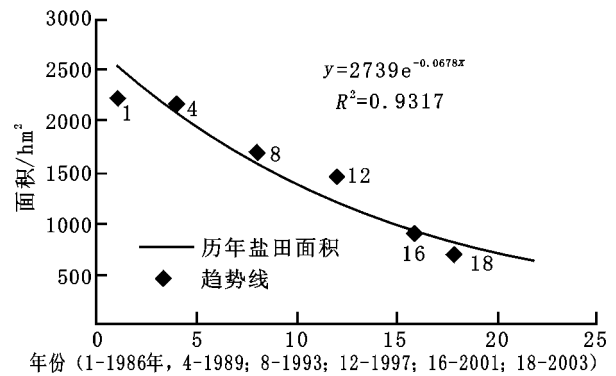


图 5 盐田面积趋势分析模型

表 3 厦门市 2005 年和 2007 年湿地类型面积预测结果 hm^2

湿地类型	2005 年	2007 年
1 浅海水域	15454.647	15236.740
10 河流	588.843	571.498
3 沙滩	36.785	23.953
4 河口水域	334.107	457.197
5 滩涂	8596.200	8415.533
7 养殖区	10561.733	11253.067
8 水塘水库	2776.800	2696.240
9 盐田	705.811	616.309
滩涂养殖盐田	19524.533	19679.000
湿地面积总和	41025.667	42611.467

湿地类型的变化和转移是随时序连续变化的,但在有限的年份内以年份为单位,随机选择某些年份作为时间点,判断这些时间点及相邻两两之间各种湿地类型的变化和转移。这样就形成了一个离散的随机转移问题。本研究主要根据马尔可夫模型对湿地类型之间的转移状况进行预测,得到 1986~2003 年间湿地类型转移概率矩阵,以 2001~2003 年湿地类型转移为例,据表 2 可进一步求得湿地类型间的转移概率矩阵(表 4)。

1.3.3 运用虚拟地理环境技术分析湿地时空演化过程

3D GIS 是以专业认知数据为主,而以动态空间几何数据为辅的信息处理系统,而且强烈依附专业领域应用情况。

2001 年,林珏教授和龚建华博士提出虚拟地理环境(Virtual Geographic Environments,简称 VGE)概念,其主要内容如下:

虚拟现实技术与地学相结合产生虚拟地理环境。虚拟地理环境是基于地学分析模型、地学工程等的虚拟现实,它是地学工作者根据观测实验、理论假设等建立起来的表达和描述地理系统的空间分布以及过程现象的虚拟信息地理世界,一个关于地理系统的虚拟实验室,它允许地学工作者按照个人的知识、假设和意愿去设计修改地学空间关系模型、地学分析模型、地学工程模型等,并直接观测交互后的结果,通过多次的循环反馈,最后获取地学规律。虚拟地理环境最大的特点是地学工作者可以进入地学数据中,有身临其境之感^[7,8,9]。

虚拟地理环境(VGE)更注重真三维(3D)和四维(4D)的实现,以便于地学工作者的研究。同时虚拟地理环境(VGE)

对复杂地物的模拟要求更加逼真,这也增加了虚拟地理环境(VGE)研究的难度。而三维地理信息系统(3D GIS)则以表达客观地物的已知几何空间数据为主,并以对空间数据分析和操作为特征。

本研究中运用 Arc GIS 8 软件中的 ArcScene 三维显示

和分析模块,实现多维信息立体图形图像的快速显示。具体步骤如下:(1)在 Arcview 里数字化好 10 m 等高线,把 Shape-file 转化成 Tin 文件 (2)在 ArcScene 里以 TIN 为基础高程,叠加遥感影像和空间数据,厦门湿地的 3D GIS 就建立起来了,如图 5(1986 年)图 6(2003 年)。

表 4 2001~2003 年厦门市湿地类型转移概率矩阵

项 目	1 浅海水域	3 沙滩	4 河口水域	5 滩涂	7 养殖区	8 水塘水库	9 盐田	10 河流
1 浅海水域	0.9891511	0.0018	0.00128998	0.00448	0.00235	0.006102	0	0
3 沙滩	0.1540984	0.6771	0	0	0	0	0	0
4 河口水域	0.0020059	0	0.916896948	0.01097	0.04846	0.0024349	0.008429	0
5 滩涂	0.0050844	0	0.001265734	0.9406	0.03527	0.005806	0.000474	0
7 养殖区	0.0001889	0	0.00251227	0.04796	0.79047	0.0680785	0.006164	0.0018
8 水塘水库	0	0	3.43374E- 05	0.00101	0.02187	0.75906	0.000208	0.0011
9 盐田	0	0	0.002071392	0.00476	0.25745	0.00228	0.71539	0
10 河流	0	0	0.001739194	7.3E- 05	0.01842	0.0012288	0	0.6268

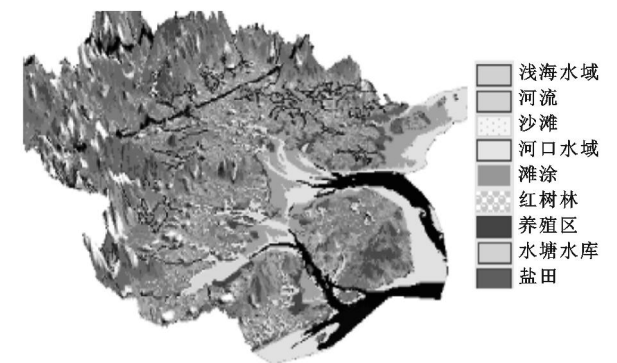


图 6

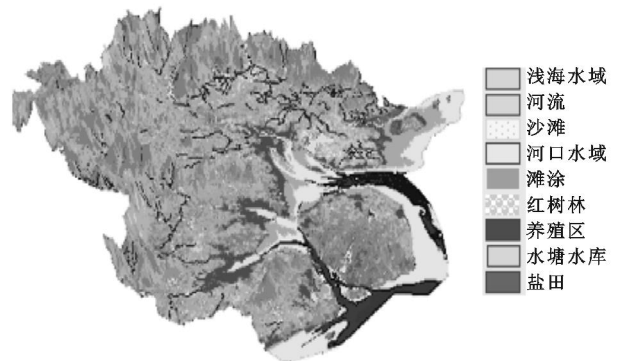


图 7

从 3D 图中很清晰看出从 1986 年到 2003 年养殖区有了明显的增加(图中红色部分),而盐田主要集中在大嶝岛周围(图中绛紫色部分),面积缩减,主要转化成养殖区。海区外围的滩涂围垦面积增加(图中橙色部分)。

2 趋势分析

综合上述的趋势模型、湿地类型转移概率矩阵和 3D 可视化动态变化图,我们分析在近 20 年的时间里,厦门湿地类型转换的总体趋势是人工湿地逐渐增加,天然湿地逐渐减少。人工湿地增加主要是围滩(塘)养殖的结果。由于围海造田,围滩(塘)养殖和码头与道路的建设,导致厦门 90 %以上的天然红树林消失,浅海滩涂破坏严重。分析表明主要有几方面的原因(1)农业用地:围海造田对海岸滩涂进行大面积围垦(2)水产养殖:主要在 80、90 年代,大量围垦海洋滩涂、沼泽进行水产养殖,使一些湿地的生态环境受到破坏(3)城镇建设及工程用地,由于沿海乡镇城市化的迅速发展,各项建设用地不断增加,估计今后对海岸湿地的开发仍将持续进行,使湿地资源与生态功能经历着巨大变化。这种单纯以追求经济效益为开发目标,忽视生态环境与生态资源的承载能力,将明显改变生态系统,必然导致生物多样性降低,使依赖于湿地生存的生物种类大大减少。湿地生态环境退化与海水侵蚀、滩涂不合理利用有很大关系。因此,应该进行滩涂和湿地的合理养殖与保护,在资源利用的同时,维持湿地生态系统的稳定,并在此基础上,调整产业结构,实施湿地生态环境更新,提高抵御自然灾害能力。

参考文献:

[1] 陆健健. 中国湿地[M]. 上海:华东师范大学出版社,1990.
[2] 周成虎,等. 遥感影像地学理解与分析[M]. 北京:科学出版社,2003.
[3] 党安荣,等. ERDAS IMAGINE 遥感图象处理方法[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
[4] 梅长林,周家良. 实用统计方法[M]. 北京:科学出版社,2002.
[5] 徐安农. Mathematica 数学实验[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
[6] 熊云波,吴玉鸣. GIS 支持下土地利用空间演变过程的马尔可夫模拟研究[J]. 南阳师范学院学报,2002,1(6):87-92.
[7] 龚建华. 博士后研究报告:地学可视化-理论、技术、及其应用[R]. 北京:中国科学院地理研究所,1997.3-44.
[8] 林琿,龚建华,施晶晶. 从地图到 GIS 与虚拟地理环境-试论地理学语言的演变[J]. 地理科学与地理信息科学,2003,19(4):18-23.
[9] 龚建华. 虚拟地理环境概念、形成发展与特征[R]. 北京:中国科学院遥感应用研究所,2003.
[10] 赵魁义. 地球之肾——湿地[M]. 北京:化学工业出版社,2002.