

上海滩涂植被资源遥感分析

黄华梅, 张利权*, 高占国

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

摘要: 利用 2003 年 8 月 2 日 Landsat5-TM 多光谱遥感影像, 运用遥感处理软件 ERDAS Imagine 8.6, 经几何校正分幅裁剪等图像预处理后, 采用监督分类和目视解译相结合对上海市滩涂植被进行解译分析。结合全球定位系统(GPS)样点定位, 对分类结果进行全面的野外核实和修正, 同时利用地理信息系统(GIS)对解译结果进行数据合成, 统计出滩涂各类植被的分布区域及面积等数据。实际调查及其分析统计显示, 上海滩涂植物群落总面积为 21302.1hm², 主要植被组成为芦苇、海三棱藨草及互花米草三大群落, 滩涂植物群落具有明显的高程梯度分布规律。大尺度的上海市滩涂植被的空间分布现状及其数量调查为上海市滩涂资源的合理规划、生物多样性保护和可持续开发利用提供科学依据。

关键词: 上海市; 滩涂植被; 遥感影像; 湿地资源; 地理信息系统

文章编号: 1000-0933(2005)10-2686-08 中图分类号: Q143, Q145, Q948, TP79 文献标识码: A

The vegetation resource at the intertidal zone in Shanghai using remote sensing

HUANG Hua-Mei, ZHANG Li-Quan*, GAO Zhan-Guo (State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2686~2693.

Abstract: This study investigated the use of satellite remote sensing for the mapping of vegetation in the intertidal zone of the Shanghai region. A Landsat5-TM multi-spectral satellite image, dated August 2, 2003, was used. The image was processed using the ERDAS Imagine 8.6 image processing software. A subset of the Landsat image was geometrically corrected. Information on the spectral properties of the vegetation were integrated with expert systems knowledge to produce a classification for the intertidal vegetation. An extensive field survey in situ was then carried out to verify and revise the results of the image classification. The revised results of the classification were integrated using a GIS platform and the spatial distribution and quantities of the intertidal plant communities were analyzed. The results showed that the total area of the intertidal vegetation in the Shanghai region was 21302.1hm² and the vegetation was mostly composed of *Phragmites australis* communities, *Scirpus mariqueter* communities and *Spartina alterniflora* communities. There was a distinct zonation in the distribution of the intertidal vegetation communities along a gradient of altitude. The results of this research on the intertidal vegetation in Shanghai will provide a sound basis for resource management and planning, preservation of biodiversity, sustainable development and utility of wetlands in the region.

Key words: Shanghai; vegetation at the intertidal zone; remote sensing images; wetland resources; GIS

遥感(remote sensing, RS)技术已经成为地表覆被及其组成信息的主要来源^[1], 并且已经成功应用于植被分类和制图^[2~4]。结合地理信息系统(geographic information system, GIS)和全球定位系统(Global Positioning System, GPS), 遥感技术现已广泛应用于海岸带资源调查、资源与环境动态监测以及滩涂植被覆盖情况分析^[5~7]。由于遥感卫星对地观测具有独特的宏观、快速、动态、综合的优势, 所以在尺度的滩涂资源调查中, 它具有其它方式不可比拟的优势。同时, 遥感具有实时性, 大面积监测

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目(2004CB720505); 上海市科委重大科技攻关资助项目(04DZ12049, 04DZ19304)

收稿日期: 2005-05-01; 修订日期: 2005-09-10

作者简介: 黄华梅(1978~), 女, 湖北随州人, 硕士生, 助理工程师, 主要从事景观生态学和资源环境遥感研究。

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: lqzhang@sklec.ecnu.edu.cn

Foundation item: National Key Fundamental Research and Development Program (No. 2004CB720505) and Key Project of Shanghai Scientific and Technological Committee (No. 04DZ12049, 04DZ19304)

Received date: 2005-05-01; **Accepted date:** 2005-09-10

Biography: HUANG Hua-Mei, Master candidate, mainly engaged in landscape ecology and resource and environment remote sensing.

性等特点,可为上海滩涂资源的宏观定量调查提供了一种方便和重要的现代化方法。然而,由于植物群落中不同物种在影像的空间分辨率内存在一定的混合像元,这给遥感解译分析带来一定的困难。同时,遥感数据包含其固有的不确定性,对于同种植被,由于成像数据受到大气含水量云层等多种条件的影响,波谱测定的结果有很大的时空变异性,同类植物不同个体或群体的反射波谱强度存在一定的差异,容易造成“同谱异物”或“同物异谱”现象^[8]。

滩涂是上海市重要的湿地资源,也是上海宝贵的后备土地资源,具有造地、养殖、减污、蓄水、供饵、旅游等多种资源环境功能和生态价值。以滩涂盐沼植被为代表的生物群落,还具有水质净化、调节气候和生物多样性等多种生态服务功能。然而,近年来由于自然过程和高强度的人类活动^[9],长江流域及其河口的自然环境发生了一系列重大变化,河口三角洲正处于一个重要的转型时期,河口滩涂湿地资源的可持续利用正面临着诸多问题和挑战。特别近年来大规模围垦,从高滩围垦转向低滩围垦,长江口目前的高滩资源所剩无几,湿地的质量也有所下降,上海市滩涂正面临着滩涂资源开发与湿地保护的矛盾日益加剧等严峻的挑战^[10]。

目前,对上海滩涂的系统调查仅见于 20 世纪 80 年代的全国海岸带调查及 90 年代的上海市海岛资源综合调查^[11,12],远远不能适应长江口快速演变的特点,而大尺度的上海市滩涂植被的空间分布现状及其数量调查几乎尚属空白,对于滩涂植被的空间与时间上的演变研究还鲜见报道。本项研究以 TM 遥感数据和相关历史资料为基础,结合 GPS 定点实地验证,在 GIS 支持下经要素转绘数据合成,分析滩涂各类植被群落组成及空间分布特征、面积和演替规律等信息,为上海市滩涂资源的合理规划、生物多样性保护和可持续开发利用提供科学依据。

1 研究区域概况

上海市位于 30°23'~31°52'N,121°6'~122°5'E 之间,扼居长江河口,南濒杭州湾,东临东海,地处我国素有黄金海岸之美誉的东部沿海的中部,江海岸线总长约 542km,其中大陆岸线 258km,岛屿岸线 284km。长江口是一个典型的淤泥质河口,其滩涂十分平缓,平均滩涂在 2‰ 以下,因此具有广阔的潮间带和潮下带湿地。平缓的滩涂也使潮滩成为巨大的粗糙面,减缓了水动力作用,在一定高程上有利于植物的生长和扩散,而后者又对水动力作用有显著的削弱作用。优越的地理位置和发育条件造就了上海潮滩,孕育着极为丰富的自然资源和特殊的资源组合类型。上海滩涂土地资源十分丰富,吴淞高程 2m 以上的中高潮滩面积为 266km²,0m 以上滩涂面积近 896km²,-5m 以上的滩涂面积达 2699km²,这给上海城市飞跃发展带来了得天独厚的后备土地资源。

上海的潮滩湿地,包括沿江沿海滩涂湿地和河口沙洲岛屿湿地两种类型。沿江滩涂湿地主要分布在长江口南岸(西起浏河口,东至芦潮港),以南汇边滩为主。长江口的沙洲岛屿,有露出水面成陆并被人类开发定居的沙岛,如崇明岛、长兴岛和横沙岛;还有已露出水面并发育有植被但尚未被开发居住的沙岛如九段沙、青草沙等。主要的沙洲岛屿湿地有崇明岛东滩和北部滩涂、横沙岛西部滩涂、长兴岛北部滩涂及九段沙(图 1)。近 40a 来,长江口滩涂是不断淤涨的,崇明东滩、横沙浅滩、九段沙及南汇边滩是淤涨最明显的几个区域。

2 研究方法

本项研究的技术路线见图 2。

2.1 遥感数据来源

本文研究的数据源为 2003 年 8 月 2 日低潮位时段 Landsat-TM 卫星多光谱遥感影像。卫星图像仅是某一瞬间地面实况的反映,而滩涂植被的季相变化大,因此选择植物生长旺季 8 月的遥感影像,其光谱信息明显,易于判读。

2.2 遥感图像预处理及解译

采用 2002 年海图(比例尺为 1:12 万)选择地面控制点对遥感影像进行统一配准几何校正。同时结合上海地形图,运用目标区域 AOI 工具分幅裁选出大堤外的滩涂部分,以便提高解译的精确性和目的性,进行单独解译和分类。

TM 遥感影像提供了植物的生长状态和分布状况等信息,将 TM 遥感图像的 4、3、2 波段进行标准组合假彩色合成,此时潮滩植被显示为红色,裸露滩地为青色,水体为浅蓝色。不同植

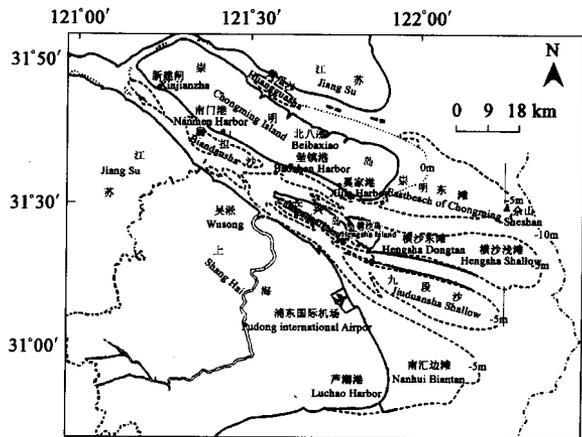


图 1 长江口滩涂湿地分布图

Fig. 1 The Distribution of intertidal wetlands at the Yangtze Estuary

被群落的光谱信息在 TM5(短波红外波段)、TM4(近红外波段)、TM3(红光波段)的灰度值差别较大且 3 个波段均含有较大的信息量,这 3 个波段的线性组合能保证一定的分类精度。参照 2003~2004 年在崇明东滩所设潮滩样线的植被光谱信息^[13],结合以往的资料数据,选择分类特征、建立解译标志,根据不同地物光谱信息建立分类模型对遥感影像进行初步分类解译,初步解

译出上海的滩涂组成如海水、浅滩、光滩、人工堤坝、芦苇群落、海三棱藨草群落、互花米草群落等不同地物信息。由于滩涂植被在被解译区域中光谱信息比较单纯,与之相混淆的其它地面信息少,因此,在遥感影像分辨率范围内,滩涂植被信息可准确提取出来,其波谱特征的变化主要表现在滩涂植被种类间的再分类上^[14]。

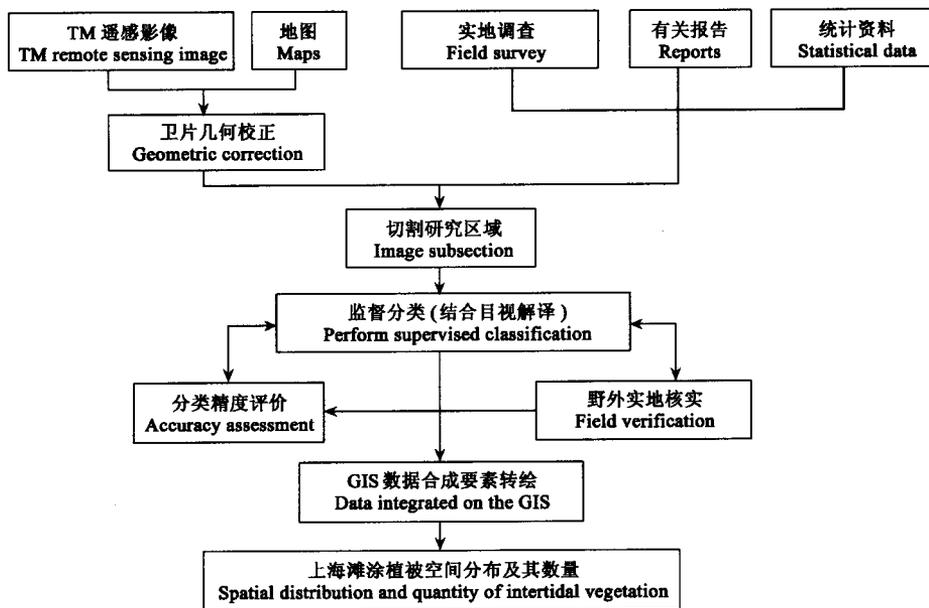


图 2 上海滩涂植被资源研究技术路线

Fig. 2 Flow chart for the study on the vegetation resource at the intertidal zone in Shanghai

由于光学遥感 (TM 影像)存在着同物异谱和异物同谱的现象,因此存在一定的误发现象,因而必须在计算机监督分类的基础上,通过目视解译加以修正,并辅以大量的实地考察。直接采用目标区域 (AOI) 工具结合目视解译、对分类有误的像素进行人工重新赋值,将同物异谱、异物同谱现象进行有效的剔除更正。

2.3 分类精度评价

精度评价方法是采纳最常用的基于误差矩阵 (Error Matrix) 的方法^[15]。采用分层随机采样法,对所有的分类影像和经过修正后的分类结果都进行了评价,并且通过全面野外考察进行检验和修正。分析评价显示,初步分类影像精度在 65% 左右,而经过实地考察,数据修正处理后的最终分类结果精度可达到 80% 以上,能较好满足规划部门对植被分类的精度要求。

2.4 野外实地调查

初步解译完成之后,2004 年 11 月 (此时芦苇与互花米草、海三棱藨草季相差异非常明显) 对上海所有滩涂进行实地验证。现场调查内容包括:核对检验分类结果;了解记录植物的群落空间结构、分布格局,发育状况及植被长势等信息。主要方法是用 GPS 精确定位样点,观测调查内容。共设样点 134 个,其中长江口南岸 21 个,崇明岛 35 个,长兴岛 29 个,横沙岛 22 个,九段沙 17 个;在崇明东滩设置 2 条典型样带^[13],样带植物群落随高程梯度变化比较明显。根据实地调查对解译分类结果进行修正,得到最终解译分类结果。

2.5 数据合成分析

在上述基础上,应用地理信息系统 (GIS) 处理软件 ARC/VIEW3.2,经数据合成和要素转绘等步骤,得到上海滩涂植被类型分布现状图,并统计出各区域、各类滩涂植被的面积以及上海市滩涂植被总面积。

3 结果与分析

上海地区滩涂由于其冲淤速度的差别、围垦及人为活动影响,其滩涂植被空间分布和数量存在一定的差异。此外,滩面的高程决定着水淹程度、风浪大小、土壤条件和地形冲淤程度,这些因子直接影响着各种潮滩植被的生存条件,滩涂植物群落和生长状况在空间分布上存在明显的梯度分布规律,具有由光滩—海三棱藨草或藨草群落—芦苇 (或互花米草) 高程梯度分布的普遍特征^[16]。

上海滩涂植被资源较为丰富,遥感分析解译结果显示,吴淞高程 2m 线以上滩涂植被总面积为 21302.1hm²。其主要优势种为以芦苇 (*Phragmites australis*) 等禾本科植物和海三棱藨草 (*Scirpus mariqueter*) 等莎草科植物为主,人工引种的互花米草

(*Spartina alterniflora*)也有相当大的比例。其中芦苇群落面积为 11015.82hm²,占滩涂植被总面积的 51.7%;海三棱藨草群落面积为 5703.03hm²,占滩涂植被总面积的 26.8%;互花米草群落面积为 4553.37hm²,占滩涂植被总面积的 21.4%;其他植物群落面积为 29.88hm²(表 1)。

表 1 上海各类滩涂植被分布数量表(2003 年)

Table 1 The distribution and quantity of the intertidal vegetation in Shanghai (2003)

区域 Region	滩涂植被总面积 Total area of vegetation(hm ²)	植物群落组成(hm ²) Composition of plant community			
		海三棱藨草 <i>Scirpus mariqueter</i>	互花米草 <i>Spartina</i> <i>alterniflora</i>	芦苇 <i>Phragmites</i> <i>australis</i>	其它 Others
金山—奉贤 Jinshan-Fenxian	594.45	0	405.09	189.36	0
南汇 Nanhui	5230.8	1000.26	2069.01	2131.65	29.88
浦东新区、宝山 Pudong and Baoshan	384.75	0	0	384.75	0
长兴岛 Changxing Island	2306.52	388.17	71.28	1847.07	0
横沙岛 Hengsha Island	849.78	334.53	0	515.25	0
九段沙 Jiuduansha	3567.42	1440.63	769.05	1357.74	0
崇明东滩 Eastern Chongming	2751.39	1222.83	910.17	618.39	0
崇明北滩 Northern Chongming	2644.38	136.71	328.77	2178.9	0
崇明西部滩涂 Western Chongming	2664.72	1085.67	0	1579.05	0
崇明南部滩涂 Southern Chongming	307.89	94.23	0	213.66	0
合计 Total	21302.1	5703.03	4553.37	11015.82	29.88

3.1 金山—奉贤边滩

从金山石化到奉贤星火开发区的沿海滩涂,正在经历高强度的围垦及人工吹泥工程。吴淞高程 0m 以上的滩涂几乎完全被围垦,部分区域正在施工。沿岸滩涂植被资源较少,成窄带状分布于圈围大堤外侧,最宽处也不超过 220m,而且由于围垦工程的影响,植物大多数长势较差。滩涂植物群落主要以互花米草为主,约占 80%以上,但也有芦苇群落和其它群落呈斑块状分布。丁坝以内尚有部分互花米草和芦苇群落,丁坝外主要以光滩为主。

该区域(圈围大堤外)滩涂植被总面积为 594.45hm²,其中互花米草群落面积为 405.09hm²,占滩涂植被总面积的 68.1%;芦苇群落面积为 189.36hm²,占滩涂植被总面积的 31.9%,各类滩涂植物群落的分布情况见图 3A。

3.2 南汇边滩

南汇边滩北起浦东国际机场,南至芦潮港汇角。因其界于长江口和杭州湾之间,是长江口与杭州湾两股水流涨潮分流和落潮合流的缓流地区,同时由于 0m 高程促淤堤的促淤作用,滩涂发育较快,每年以 80m 以上的速度向海淤积,滩涂植被以相应的速度向外扩展。滩涂植被主要以芦苇、互花米草和海三棱藨草群落为主,也有零星的碱蓬(*Suaeda glauca*)、藨草(*Scirpus triquetus*)等植物群落分布,各类滩涂植物群落的分布情况见图 3B。

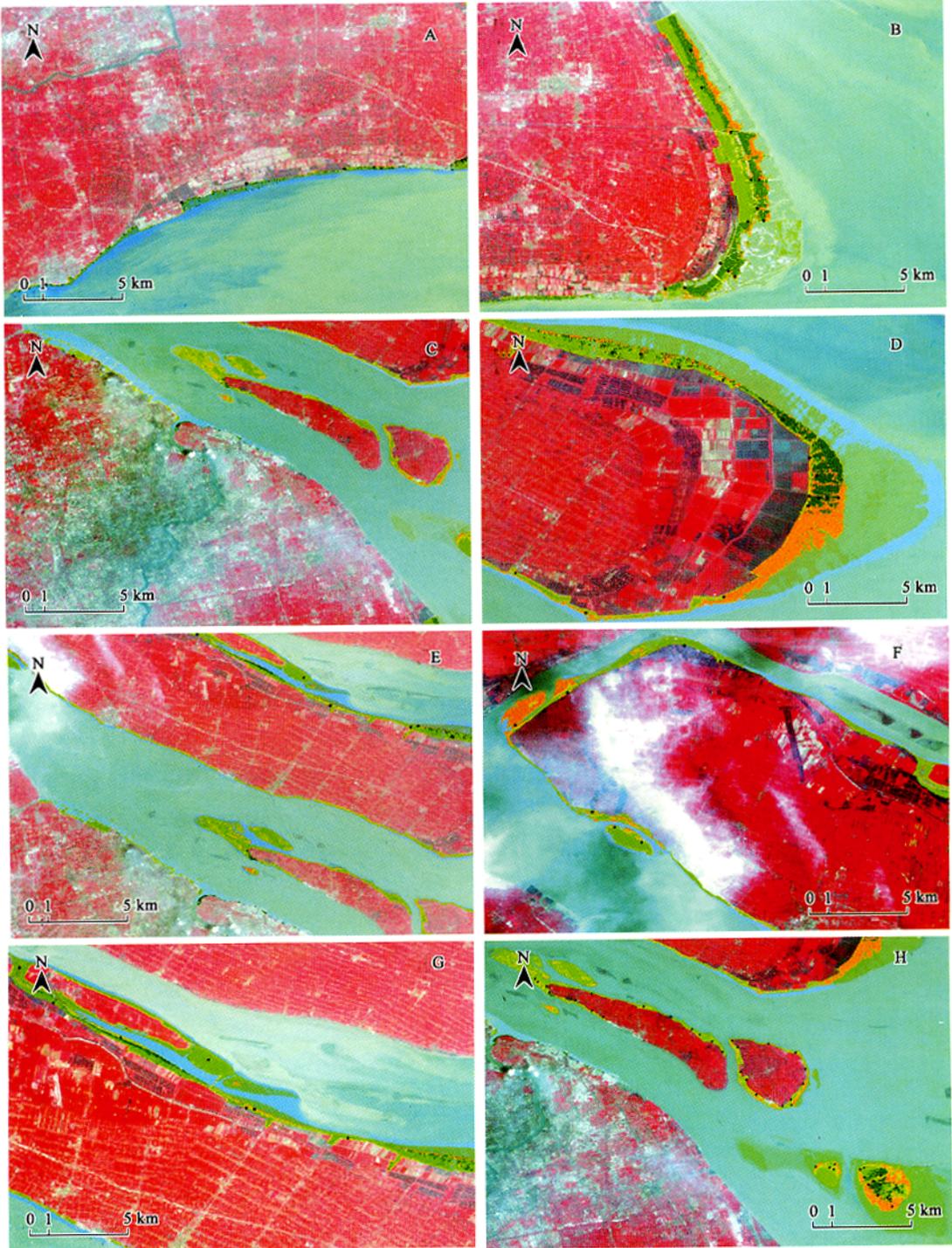
芦潮港南汇嘴东滩的人工半岛圈围造地的 2 期工程(临港新城)已圈围的大堤内主要是互花米草群落,夹杂着呈斑块镶嵌分布的芦苇群落,其中部分区域 2004 年已改造成农田。临港新城正在建设之中,靠近大堤的部分圈围土地上植被较稀疏且长势不佳,裸地面积相对较大,主要是由于从堤外吹入的泥浆而覆盖。大堤外侧为 20~30m 宽的互花米草带。

东海农场和朝阳农场是工程促淤较典型的地区,其促淤堤吴淞高程 0m,滩涂植被每年向外扩展约 80m,植被群落大多处于演替的早期阶段。不同的植被群落呈较典型的带状分布,大堤一侧吴淞高程 3.5m 左右高潮滩区域分布为成片的芦苇群落,高度 2.0~3.0m,盖度达 75%以上。在吴淞高程 2.8m 左右区域则分布着成片的互花米草群落,互花米草长势很好,高度达 1.5~2.0m,盖度达 80%以上。海三棱藨草群落出现在吴淞高程小于 2.6m 的滩涂,在海三棱藨草群落与光滩过渡地带(吴淞高程约 2m 左右),海三棱藨草呈点丛斑块状分布,斑块直径 0.8~3.0m 不等。

3.3 浦东新区—宝山滩涂

该地区是上海市围垦强度最高的地区,吴淞高程 0m 线以上部分基本被圈围。零星滩涂植被仅出现于一些河口区域和丁坝内侧的一些区域。滩涂植被主要以芦苇群落为主,零星分布一些海三棱藨草、碱蓬和白茅(*Imperata cylindrica*)等群落,各类滩涂植物群落的分布情况见图 3C。

三甲港南侧滩涂已经全被圈围,圈围的土地作为农田、滩涂养殖场、垃圾填埋场等,大堤外侧为防波堤,没有任何滩涂植被分布。三甲港北侧圈围的土地部分为待建土地,部分已被建成了高尔夫球场,一些河口区域的堤外尚存少量的芦苇和海三棱藨草群落,其他区域基本无滩涂植被分布。从外高桥保税区到吴淞口沿岸主要是港口码头,大堤的外侧基本没有滩涂植被。



图例 Legend

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 海三棱藨草群落 <i>Scirpus mariqueter</i> | 互花米草群落 <i>Spartina alterniflora</i> | 水体 Water body |
| 芦苇群落 <i>Phragmites australis</i> | 堤内土地 Land inside levee | 浅滩 Shoals |
| 野外考察样点 Sample dots | | |

A 金山-奉贤边滩 Jingshan - Fengxian

B 南汇边滩 Nanhui

C 浦东新区、宝山滩涂 Pudong and Baoshan

D 崇明东滩 Eastern Chongming

E 崇明南部边滩 Southern Chongming

F 崇明西部滩涂 Western Chongming

G 崇明北部边滩 Northern Chongming

H 长兴、横沙、九段沙 Islands of Changxing, Hengsha, Jiuduansha

图3 基于GIS的上海市滩涂植被类型与分布现状图(2003年)

Fig. 3 GIS-based maps of the types and distribution of the intertidal vegetation in Shanghai (2003)

3.4 崇明东滩

崇明东滩为国际重要湿地,拥有丰富的滩涂植被资源,生物多样性较高,植被分布最宽处达 2450m。东滩属于淤涨型潮滩,平均每年向外淤涨 100m 以上。崇明东滩自然保护区总面积为 32610 hm²,核心区包括堤外滩涂面积 24600 hm²,其中吴淞高程 0m 线以上的滩涂面积 10000 hm²。经过 1998 年和 2001 年的两次围垦后,自奚家港至北八蕪滩涂植被(大堤以外)总面积为 2751.39hm²,其中海三棱藨草、藨草与糙叶苔草(*Carex Scabrifolia*)群落面积为 1222.83hm²,占滩涂植被总面积的 44.4%。自 1995 年人工引种互花米草以来,互花米草逐渐在东滩定居和扩散,目前与芦苇和海三棱藨草群落形成强烈的竞争态势,其群落面积达到 910.17hm²,占滩涂植被总面积的 33.1%;芦苇群落面积为 618.39hm²,占总面积的 22.5%。东滩南部芦苇群落受到牛群放牧等干扰较大,长势不佳,高度为 1.0~1.8m,盖度 30%~40%。崇明东滩各类滩涂植物群落的分布情况见图 3D。

奚家港到团结沙一号丁坝的滩涂相对较宽,植被主要是芦苇群落,宽度约 100~350m,群落局部有伴生的白茅和野灯芯草(*Juncus setchuensis*),外侧为海三棱藨草群落,宽度约 70~100m。团结沙一号丁坝到二通港东边拐角外的滩涂植被主要是芦苇群落,宽度约 100~200m,外侧为海三棱藨草群落,宽度约 80~200m。从二通港东边拐角到 98 大堤的外侧滩涂主要以海三棱藨草群落为主,其中部分地区有低矮的芦苇、糙叶苔草、藨草呈斑块状镶嵌分布。98 大堤的(121°56'58"E,31°29'56"N)点到(121°57'16"E,31°30'36"N)点的外侧为海三棱藨草群落向北部的互花米草与芦苇群落的过渡带,海三棱藨草、芦苇、互花米草、糙叶苔草等群落呈斑块状镶嵌分布,滩涂植被的宽度约为 2200~2350m。

3.5 崇明南部边滩

崇明南部滩涂西起南门港,东至陈家镇的奚家港。滩涂植被(大堤以外)总面积为 307.89hm²,其中海三棱藨草群落面积为 94.23hm²,占滩涂植被总面积的 30.6%;芦苇群落面积为 213.66hm²,占滩涂植被总面积的 69.4%。滩涂植被主要分布在东西两端,西端地区大堤外芦苇滩上种植了大片垂柳和水杉防护林带,宽度约 50~70m,其外侧为芦苇群落,宽度约 80~120m。中部地区滩涂相对较窄,有的地方甚至没有植被分布。滩涂植被主要为芦苇群落,局部地区外侧有较窄的海三棱藨草群落。东端地区自堡镇港到奚家港滩涂较窄,滩涂植被以芦苇群落为主,宽度约 100~250m。外侧分布有海三棱藨草群落,宽度约 30~100m。各类滩涂植物群落的分布情况见图 3E。

3.6 崇明西部滩涂

崇明西部滩涂北起永隆沙,南至南门港,滩涂植被总面积为 2664.72hm²,其中海三棱藨草群落面积为 1085.67hm²,占滩涂植被总面积的 40.7%;芦苇群落面积为 1579.05hm²(其中种植水杉和垂柳的芦苇地面积为 270.18hm²),占滩涂植被总面积的 59.3%。各类滩涂植物群落的分布情况见图 3F。

永隆沙到界河港的滩涂很少,植被主要是芦苇和海三棱藨草群落,局部地区出现白茅群落等。新海农场西边及北边的植被主要是芦苇群落,群落中有伴生的酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium*)宽度约 500~1000m。跃进农场大堤外滩涂植被主要是芦苇群落,宽度约为 200~450m,外侧滩涂宽窄变化较大,范围从 400m 到 800m,分布有海三棱藨草群落。绿华镇滩涂植被以芦苇群落为主,其中北侧靠近大堤的滩涂有芦苇与白茅群落和种植的水杉防护林,宽度约为 30~50m,外侧芦苇带与西南端的沙洲已经相连,沙洲中央的植被为芦苇群落,周边为海三棱藨草群落,宽度约 150~200m。东风西沙已经圈围,堤外滩涂的植被为单一的芦苇群落,其中北侧较宽,约 100~350m,其余宽度较窄,一般 50~80 m。

3.7 崇明北滩

崇明北滩东起北八蕪,西至兴隆沙西端,包括黄瓜一沙和黄瓜二沙。滩涂植被(大堤以外)总面积为 2644.38hm²,其中海三棱藨草群落面积为 136.71hm²,占滩涂植被总面积的 5.2%;互花米草群落面积为 328.77hm²,占滩涂植被总面积的 12.4%;芦苇群落面积为 2178.9hm²,占滩涂植被总面积的 82.4%,各类滩涂植物群落的分布情况见图 3G。

北八蕪与北六蕪之间滩涂植被分布较宽,主要植被为芦苇、互花米草、海三棱藨草三大植物群落,三大群落依次分布于不同的高程,空间上呈带状分布。吴淞高程 2.6m 左右主要分布海三棱藨草群落,分布带较窄约 50~60m。高程 3.5m 左右主要为芦苇群落,其分布带相当广阔,宽达 300~500m。互花米草也有相当大面积的分布,其分布宽度可达 400~700m,在芦苇群落或海三棱藨草群落与互花米草的过渡地带,互花米草呈丛生斑块状分布,属于蔓延扩散的早期阶段。

黄瓜一沙已部分圈围,堤内主要是芦苇群落,长势较好,高度 2.5~3.5m,盖度达 70%,堤外仅有少量的芦苇分布,高度 1.5~2.5m。黄瓜二沙为新生的沙洲,其植被种类比较单一,主要为人工引种的互花米草群落。兴隆沙周缘堤外滩涂较窄,主要植被为芦苇群落,群落中混杂有白茅、野灯芯草等群落。

3.8 长兴、横沙、九段沙

长兴、横沙、九段沙为典型的河口沙洲岛屿湿地,其中长兴岛和横沙岛的滩涂受人类活动干扰较大,而九段沙为新生的河口沙洲,人为干扰较少。2003 年 3 月上海市人民政府批准,将九段沙连同江亚南沙在内,定为上海市九段沙湿地自然保护区,是迄今上海市面积最大的、自然状态保持最完整的河口潮滩湿地自然保护区之一。长兴岛、横沙岛和九段沙各类滩涂植物群落的分

布情况见图 3H。

长兴岛的主要滩涂植被分布于西北角的青草沙,中央沙以及长兴岛的北部边滩,岛东南包括中船集团造船基地在内的滩涂基本已被圈围,大堤外仅见零星的海三棱草和芦苇群落,且长势不佳。长兴岛滩涂植被总面积为 2306.52hm²,主要为芦苇群落,占滩涂植被总面积的 80%。海三棱草及芦苇群落也有较大面积的分布,占总面积的 16%以上。互花米草仅在长兴岛的西北角有片状分布。

横沙岛的滩涂及其滩涂面积相对较小,主要分布在岛的东侧和南侧,北侧相对较少,西侧已经全部圈围。滩涂植被总面积为 849.78hm²,主要是芦苇群落,长势良好,高度一般高达 3.0m,占滩涂植被总面积的 60.6%。其次是海三棱草群落,占滩涂植被总面积的 39.4%,主要分布于堤外吴淞高程 2.2m 处,带状分布于中潮滩上,宽度 20~100m。还有部分白茅、草群落分布在岛的东北侧和东侧的滩涂上,呈斑块状与芦苇和海三棱草群落镶嵌分布。

九段沙包括上沙、中沙和下沙,3 个沙洲上的植被大部分为天然植被,现共有高等植物 15 种^[17]。滩涂植被总面积为 3567.42hm²,其中海三棱草及芦苇群落面积为 1440.33hm²,占滩涂植被总面积的 40.4%,芦苇群落面积为 1357.74hm²,占滩涂植被总面积的 38.1%,互花米草群落面积为 769.05hm²,占滩涂植被总面积的 21.6%。海三棱草群落是九段沙分布面积最大的植被类型,其分布面积已经超过崇明东滩,成为我国这一特有种的最大分布区域。

4 结语

上海地区滩涂多为淤涨型潮滩,具有时空动态迁移等特点。潮间带湿地生态系统为典型的开放系统,具有对干扰的高度敏感性^[18],生态系统比较脆弱。滩涂植被是潮间带湿地生态系统的重要组成部分,具有多种环境资源价值和生物多样性功能,生物和土地资源也均有很大的潜在利用前景。植被资源虽为可再生的自然资源,但上海近年来由于人类活动的影响已使滩涂湿地的质量有所下降,滩涂植被面积和生物多样性进一步减少,上海滩涂资源的可持续开发利用面临诸多的问题和挑战。本文关于上海滩涂植被资源的大范围的定量研究,特别是滩涂植被资源时间和空间上的演变规律的研究,为上海滩涂资源的可持续开发、利用和保护提供了科学依据。

本文运用遥感图像解译与野外全面考察相结合的方法,是定量研究大尺度滩涂植被资源的一种有效手段,具有宏观、快速、准确、直观等优势。由于 TM 空间分辨率为 30m,理论上小于 900m² 的斑块多与周围地物构成混合像元,而在群落交错带,植物群落呈斑块状分布,存在一定数量的混合像元,从而影响分类精度。然而,上海地区滩涂植被面积一般较大,而且植物种类比较单一,单种优势群落面积较大,不同植被群落的光谱信息在 TM5、TM4、TM3 差别明显,波段组合后不同的植被类型的差异较大,因而可以保证一定的分类精度。这一方法的先进性、科学性,计算的精确性和结果显示的直观性,都比传统方法具有更大的优势。

许多研究表明^[8,13],随着群落类型和季相不同,波谱特征的差异程度各异,而本研究只是在 2003 年生长旺季的 8 月份进行。下一步的研究工作将应用多季相、多时相的以及高分辨率遥感图像(如 SPOT 等),以实现上海地区滩涂植被资源高精度鉴别以及对时间和空间上的演变规律的研究。

References:

- [1] Roughgarden J, Running S, Matson P. What does remote sensing do for ecology. *Ecology*, 1991, **72**:1918~1922.
- [2] Schmidt K S, Skidmore A K. Spectral discrimination of vegetation types in a coastal wetland. *Remote Sensing of Environment*, 2003, **85**: 92~108.
- [3] Yang C J, Liu J Y, Luo J C. Correlation analysis of landsat TM data and its derived data, meteorological data and topographic data with the biomass of different aged tropical forests. *Acta Phytocologica Sinica*, 2004, **28** (6):862~867.
- [4] Liu J Y, Zhuang D F, Ling Y R. Vegetation integrated classification and mapping using remote sensing and GIS techniques in northeast China. *Journal of Remote Sensing*, 1998, **2**(4): 285~291.
- [5] Lyon J G. Imagery and interpretation. In: Lyon J G ed. *Wetland Landscape Characterization*. Chelsea; Ann Arbor Press, 2000. 56~85.
- [6] Yun C X. Coastal wetland survey based on RS. In: Yun C X ed. *Comprehensive Application Technology of Coastal and Near Shore Satellite Remote Sensing*. Beijing: Ocean Press, 2005. 20~24.
- [7] Gao L H, Chen F. Intal flat resources survey based on QickBird. *Remote Sensing Technology and Application*, 2004, **19**(2) 95~97.
- [8] Chen J C, Guo D H, Li W Z. The inherent uncertainty in vegetation spectrum. In: Chen J C, Guo D H, Li W Z eds. *The Uncertainty Problems in Remote sensing Data*. Beijing: Science Press, 2004. 56~80.
- [9] Shi C, Hutchinson SM, Yu L. Towards a sustainable coast: an integrated coastal zone management framework for Shanghai, People's Republic of China. *Ocean & Coastal Management*. 2001, **44**: 411~427.
- [10] Chen J Y. To exploiting lower tidal flats for expending living space of China. In: Chen J Y ed. *Paper Collection of Research about Estuary*

and Coastal for 55a. Shanghai: East China Normal University Press, 2000. 384~388.

- [11] The office of comprehensive survey for coastal zone and intertidal resource, Shanghai Scientific and Technological Committee. *Report of Comprehensive Survey on the Coastal Zone and Intertidal Resources of Shanghai*. Shanghai: Shanghai Scientific & Technological Press, 1988. 4~7.
- [12] The office of comprehensive survey on island resources of shanghai. *Report of Comprehensive Survey on Island Resources of Shanghai*. Shanghai: Shanghai Scientific & Technological Press, 1996. 121~127.
- [13] Gao Z G, Zhang L Q. Identification of the spectral characteristics of natural saltmarsh vegetation using indirect Ordination: a case study from Chongming island, Shanghai, China. *Acta Phytocologica Sinica*, 2005.
- [14] Goetz A F H. Imaging spectrometry for remote sensing: vision to reality in 15 years. In: M. R. Descour, J. M. Mooney, D. L. Perry, & L. Illing. *Imaging Spectrometry*. Bellingham, WA: The International Society for Optical Engineering, 1995. 2480; 2~13.
- [15] Ye Q H, Tian G L, Liu G H. Tupu analysis on the land cover evolving patterns in the new-born wetland of Huanghe River delta. *Geographical Research*, 2004, **23**(2):257~265.
- [16] Zhang L Q, Yong X K. Studies on phenology and spatial pattern of *Scirpus mariqueter* population. *Acta Phytocol. et Geobot. Sinica*, 1992, **16** (1): 43~51.
- [17] Tang C J, Lu J J. Studies on plant community on the Jiuduansha Shoals at the Yangtze Estuary. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **2**(23): 399~403.
- [18] Peng J, Wang Y L. An ecological perspective on shoaly land in China. *Geographical Research*, 2000, **19**(3): 249~256.

参考文献:

- [3] 杨存建,刘纪远,骆剑承.不同龄组的热带森林植被生物量与遥感地学数据之间的相关性分析.植物生态学报,2004,**28**(6):862~867.
- [4] 刘纪远,庄大方,凌扬荣.基于GIS的中国东北植被的分类研究.遥感学报,1998,**2**(4):285~291.
- [6] 恽才兴.海滨湿地遥感监测.见:恽才兴主编.海岸带及近海卫星遥感综合应用技术.北京:海洋出版社,2005.20~24.
- [7] 高龙华,程芳.基于QuickBird影像的滩涂资源监测研究.遥感技术与应用,2004,**19**(2):95~97.
- [8] 承继成,郭东华,史文中.植物波谱固有的不确定性.见:承继成,郭东华,史文中主编.遥感数据的不确定性问题.北京:科学出版社,2004.56~80.
- [10] 陈吉余.开发浅海滩涂资源拓展我国的生存空间.见:陈吉余主编.从事河口海岸研究五十五年论文集.上海:华东师范大学出版社,2000.384~388.
- [11] 上海市科学技术委员会海岸带与海涂资源综合调查办公室.上海市海岸带和海涂资源综合调查报告.上海:上海科学技术出版社,1988.4~7.
- [12] 上海市海岛资源综合调查办公室.上海海岛资源综合调查报告.上海:上海科学技术出版社,1996.121~127.
- [13] 高占国,张利权.应用间接排序识别湿地植被的光谱特征:以崇明东滩为例.植物生态学报,2005.
- [15] 叶庆华,田国良,刘高焕等.黄河三角洲新生湿地土地覆被演替图谱.地理研究,2004,**23**(2):257~265.
- [16] 张利权,雍学葵.海三棱藨草的物候与分布格局研究.植物生态学与地植物学学报,1992,**16**(1):43~51.
- [17] 唐承佳,陆健健.长江口九段沙植物群落研究.生态学报,2003,**23**(2):399~403.
- [18] 彭建,王仰麟.我国沿海滩涂景观生态初步研究.地理研究,2000,**19**(3):249~256.