

厦门同安湾滩槽演变趋势的遥感分析

林桂兰, 方建勇, 陈峰

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门 361005)

摘要: 利用多时相遥感图像判释厦门同安湾入海河流分布、海岸类型及浅海滩槽地貌, 并根据海水表层流场特征和浑水带(悬浮泥沙)分布扩散特征及不同时期的海图, 对同安湾泥沙供应现状和运移规律以及浅海滩槽冲淤变化、演变趋势进行了分析研究。结果表明, 厦门同安湾海岸类型已由类型较齐全的天然海岸演变成单一的人工海岸, 泥沙运移走向在平面上展示了逆时针泥沙水平环流特征, 潮汐通道和局部海域出现了冲淤变化, 部分潮滩处于缓慢淤积状态中。演变的动力因素主要是潮流, 其次是径流, 人工海岸形成后, 陆源泥沙对海域基本不产生影响。

关键词: 浅海港湾; 滩槽地貌; 演变趋势; 遥感分析; 厦门同安湾

中图分类号: TP 79 : P 714+.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2004)04-0063-05

1 区域概况

福建省厦门同安湾海岸蜿蜒曲折, 沿海滩涂面积广阔, 地势平缓。在厦门高集海堤建成以前, 大体

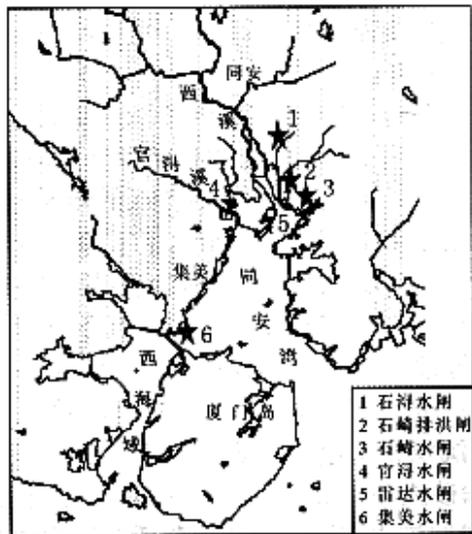


图1 同安湾及附近径流、闸坎位置示意图

呈掌指状的潮汐通道与陆地镶嵌, 北与同安内陆东西溪连接, 西南与厦门西海域相接, 东南与厦门东海域(即金门—厦门海域)相接。1955年高集海堤建成后, 同安湾和厦门西海域的水交换基本被切断(仅有一个小涵洞口供汽轮和渔船通行)。入海河流主要有西溪和官浔溪。先后构筑的闸坎主要有石浔水闸、石崎水闸、官浔水闸、雷达水闸、集美水闸等。同安湾及其附近径流、闸坎位置如图1所示。

2 遥感数据选择和技术流程

卫星遥感数据已广泛应用于浅海地形地貌的动态监测和分析^[1-9]。本文采用2003年6月20日11:00 SPOT5 HRG 遥感图像及20世纪80年代和90年代 SPOT HRV 和 Landsat TM 或 Landsat ETM+ 遥感数据综合运用地物波谱、地物纹理、地物空间分布关系、地物时相规律等与地理信息、专家知识相结合的模糊识别方法, 技术路线如图2所示。

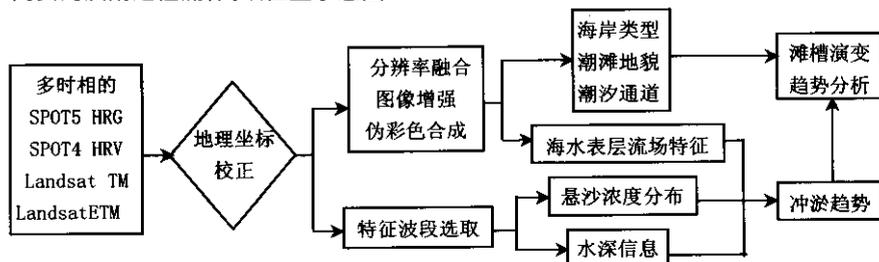


图2 同安湾滩槽演变趋势遥感分析技术路线

3 入海河流、海岸类型和滩槽地貌信息提取

3.1 入海河流和闸坝分布遥感判释

入海河流和闸坝泄洪依其流量和高差对滩槽影响不同。利用遥感图像提取河流信息主要取决于影像的空间分辨率。理论上,如果河流宽度达到半个像元以上且与相邻像元形成连续线形地物特征,即可目视判释提取。闸坝则根据地理位置、地物波谱特征和闸坝前后水色的差异进行判释。流域面积则根据地形高程模型进行计算^[10]。

同安湾沿岸入海河流有西溪和官浔溪,其中以西溪的流域面积最大,支流最多,入海水沙相对较丰沛。同安湾的径流比较小(最大为西溪,流域面积约320 km²,多年平均径流总量 2.88 × 10⁸ m³),目前河口区围垦养殖密集,对海域冲淤影响不大。

3.2 海岸地貌类型遥感解译与稳定性分析

根据海岸地貌类型组合特征和形态成因,同安湾海岸划分为人工海岸、河口海岸、基岩海岸、台地土崖岸、砂堤泻湖海岸及生物海岸等类型。

同安湾海岸大部分为人工海岸,主要是围塘养殖堤岸,其次是防波护岸堤、海堤等。其它零星分布的海岸类型如下:

(1)基岩海岸。多出现在海岸的突出部(即岬角),且影像上具有岩石的光谱特征,主要有:①澳头岬角,海岸为坚硬花岗石组成,岸前为砾沙滩;②琼头岬角,由侏罗纪南园组第三段深灰色英安质凝灰岩、流纹岩与火山岩组成,基岩崖岸前有海蚀柱、海蚀平台发育;③五通东北角向突出的基岩岬角,呈海蚀陆崖、海蚀洞穴、沟槽等海蚀海岸地貌形态,崖脚处有花岗岩岩块分布,滩面上有离岸礁石群分布。

(2)台地土崖岸。陆域红土台地向海岸边自然延伸,影像上呈土壤光谱特征(若有植被覆盖,则呈植被光谱特征)现存的直逼岸边土崖岸仅有以下几处:①澳头码头附近:红土台地直逼岸边,受海浪、潮流侵蚀,土崖岸下有土崖崩塌体;②内安附近:红土台地以岬角形式向海方向突出,崖岸前滩涂已开辟插网、虾池和条石牡蛎,起到一定程度的消浪防浪作用,故该土崖基本处于稳定状态;③下后滨附近:红土台地也是以岬角形成向海方向突出,崖岸前杂草丛生。崖岸前建有虾池堤坎,除了潮沟附近海水能到达外,该岸段的土崖也不再受到海浪和潮流冲蚀。

(3)砂堤泻湖海岸。影像上呈沙土光谱特征,分布在鸡山、泥金、浦口一带,以砂堤或砂咀形态出

现。该类海岸的后缘毗连海积阶地,组成物质为细砂,宽度20~30 m,堤前以2~3 m高陡坎和现代海滩相接,陡坎以上的砂堤表面常有各种风成地貌,如垄状沙丘堆积体等。

(4)生物海岸。影像上呈红树林植被特征,在集美凤林外侧的两口围塘之间尚有一段红树林海岸,长约450 m,面积约5 km²。

将上述海岸按侵蚀、堆积与稳定3种海岸类型分类,则人工海岸、生物海岸最稳定,基岩海岸和土崖岸处于缓慢侵蚀状态,砂堤泻湖堆积海岸一般处于长期稳定状态,但在每年不同的季节略有变化,沿岸泥沙运动以横向运动为主,纵向次之。因为人工采沙,鸡山—泥金—浦口岸段曾出现泥砂收支失衡,造成岸堤后退,目前也已筑石质护岸防波堤。因此,厦门同安湾绝大部分海岸处于长期稳定状态。

3.3 滩槽地貌特征信息提取与分析

潮滩判释主要根据地物光谱表现出来的色调、纹理差异、地理位置、几何形状等进行。水下浅滩和潮流冲刷槽主要根据遥感的水深信息进行判释,受遥感的透视深度和水体浑浊度、光照条件等限制,判释结果只能作为参照,但在港湾规划和工程前期研究阶段,利用遥感图像进行定性分析,不失为一种省时省力的方法。

(1)潮滩。同安湾东西侧潮滩宽度从几百米至数千米,坡度平缓,滩面上树枝状微型潮沟发育,沉积物在岸边高潮区多数为砂质,中、低潮区为泥质粉砂;在北边湾顶为河口区潮滩,它被潮流或径流冲刷槽所分割,沉积物多数为粉砂质砂和泥质粉砂;同安湾南岸,即厦门岛北面,潮滩沉积物岸边为砂质,中、低潮为泥质粉砂;在厦—金海峡一侧的湾口,澳头—欧厝段潮滩沉积物岸边为泥质砂,五通—香山段沉积物岸边为砂质,中、低潮滩沉积物较混杂,有粉砂质砂、泥质粉砂、砂—粉砂—泥和粉砂质泥等,说明湾内潮滩的形成及物质来源主要受陆源影响,湾外则受海源影响。

(2)潮流冲刷槽。湾口区潮流冲刷槽,在NW方向延伸,略呈掌状向同安湾中西部延伸,宽约为2~3.5 km,长从湾口至湾内约8 km;刘五店西侧潮流冲刷槽,近南北向,长约4.2 km,宽4200~600 m,受NNW向断裂控制和近南北向往复潮流作用;大离亩南侧潮流冲刷槽,长约2.3 km,宽360 m,受近E—W向断裂控制和近东西向往复潮流作用;高集海堤东侧潮流冲刷槽,近NE向潮流冲刷槽,长约1 km,宽约180 m,受NE向断裂控制、近NE向往复潮流和高

安湾泥沙从东、西溪河口输向湾内、从海岸输向湾中央、并向高集海堤一带运移；高集海堤东边断面悬沙有北进(向海堤方向)南出,净进大于净出的特点。

4.3 围堤建坝、水产养殖、采沙等人为因素影响分析

同安湾沿岸滩涂围垦历史可分为4阶段:第1阶段(20世纪60年代),围垦时间短,围垦地点主要集中在同安湾东岸的上游岸段,对同安湾的海洋水动力、沉积和生态环境影响较大;第2阶段(70年代),围垦地点较分散,但围垦面积也较大,对同安湾海洋水动力、沉积和生态环境也有一定的影响;第3阶段(80~90年代中期)时间最长长达15 a,但围垦面积少;第4阶段主要是厦门市政建设需要,已围及拟围共2.35 km²。利用遥感影像进行统计,同安湾累计围垦面近30 km²。此外,还有滩涂养殖、浅海养殖,以及集中在鳄鱼屿和大离亩屿附近浅海海域的网箱养殖,合计面积约51 km²,占整个同安湾海域面积的56%左右(遥感统计结果)。大规模的填海造地和围垦养殖,改变了海岸地形轮廓,不仅减少了同安湾的纳潮面积,而且影响海洋水动力条件;大范围密集型的滩涂和浅海养殖设施,对湾区涨、落潮水流流速有一定的减缓作用。

近十几年来,厦门的各项工程建设需要大量用沙,民间无序的海砂开采活动在同安湾海域频繁发生,初步估计近十年来从同安湾开采海砂总量不少于 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。海砂无序开采,一方面加剧了海底表层沉积物的扰动,海水淤泥质悬浮物含量增加,进而加剧细颗粒淤泥的沉积;另一方面,使得海床的滩槽结构局部发生改变,进而影响周边的冲淤动态。

4.4 滩槽演变趋势

根据以上遥感判释结果,结合不同时期的海图分析,得出同安湾因为大面积围塘围堤等,海岸类型已由类型较齐全的天然海岸演变成单一的人工海岸,且泥沙运移走向在平面上展示了逆时针泥沙水平环流特征。泥沙随涨潮流由湾口北侧及中部深槽向湾内输进,一部分输向湾顶,与东、西溪南泄泥沙汇集,落于鳄鱼屿西侧海底,并使海底产生淤积;另一部分向高集海堤方向输进,与海堤洞口东流余沙汇聚,使高集海堤东侧浅滩缓慢淤涨。

潮汐通道和局部海域出现了冲淤变化,但滩槽共存的基本格局没变。主要表现在:①同安湾北部3条潮汐通道的左侧潮汐通道有变宽和变深的趋势,并向东侧产生冲刷,处于弱冲刷状态;中间潮汐通道(呈3条支叉向湾顶延伸)处于略冲刷,水深基本稳定;西侧潮汐通道呈萎缩和弱淤积趋势。②高集

海堤涵洞口以东海域的高崎水道水深基本稳定,但局部海底有冲淤现象。③鳄鱼屿以南至湾口区海域,冲淤变化处于动态平衡中。

4.5 局部区域实测资料验证

利用2003年6月15~16日(大潮)和2003年6月21~22日(小潮)的潮流、泥沙观测资料以及2003年5~6月测量的水深地形图进行验证。潮流、泥沙测量资料表明,五通—澳头断面泥沙北进南出,净进大于净出,余沙方向指向湾内;集美—高崎断面也是北进南出,说明整个同安湾泥沙运移在平面上展示了逆时针水平环流特征。实测水深地形图与历史海图资料对比表明,高集海堤东侧浅滩淤涨,鳄鱼屿西侧海底也有冲淤变化(因为该区经常有海沙开采作业)。该结果与遥感分析结果基本一致。

5 结论

浅海港湾滩槽演变,在构造地貌格局形成以后,演变的动力因素主要是:①地形、径流、潮流、波浪等。②气候变化、自然灾害如海平面上升、风暴潮袭击、洪涝灾害等。③人为因素。如围垦养殖、工程建设、采沙、排污等。

利用不同时期、不同潮汐高度以及处于涨潮、落潮等多时相的遥感数据,判释港湾周边的地表物质、海岸类型、沿岸各河流流量以及泥沙含量、近岸海域浑水带(浑水团、浑水舌)分布以及水流形态,结合波浪、潮汐、潮流和余流以及入海河床、海床沉积物类型等数据进行综合分析,进而揭示滩槽演变趋势,作为支撑港口规划、航道开发与整治等的参考信息,具有常规调查勘测方法所不能替代的优势和实际意义。由于遥感的透视深度和地面分辨率的局限,无法获取海床底部的沉积物特征和小于遥感分辨率尺度的微观变化,仍然离不开局部实地勘测作为补充和验证。

参考文献

- [1] 李铁芳,易建春,栗银喜.浅海水下地形地貌遥感信息提取与应用[J].环境遥感,1991(1):23-29.
- [2] 冯辉,易建芳,辉才兴.闽江口及邻近海域卫星遥感图象的综合分析[J].热带海洋,1989(4):22-30.
- [3] 陈一梅.利用遥感分析闽江口深水航道演变[J].水运工程,2003(7):30-38.
- [4] 吴署亮,蔡则健.江苏省沿海沙洲及潮汐水道演变遥感分析[J].国土资源遥感,2002(3):29-39.
- [5] 陈鸣,李士鸿,刘小靖.长江口悬浮泥沙遥感信息处理和分析

- [J]. 水利学报, 1991 (5) : 47 - 52.
- [6] 陈沈良. 沙质海岸沿岸输沙率的数值模型[J]. 海洋工程, 1999, (4) : 79 - 84.
- [7] 许殿元. 黄河口海域水深分布的遥感研究[J]. 遥感技术与应用, 1992 (3) : 17 - 23.
- [8] 宋立松, 王稳来, 陈武, 等. 钱塘江河口含沙量遥感模式探讨[J]. 浙江水利科技, 2003 (3) : 1 - 4.
- [9] 冯辉. 悬浮泥沙遥感定量模式[J]. 遥感信息, 1987 (2) : 16 - 19.
- [10] 林桂兰, 庄翠蓉, 孙枫梅, 等. 水源保护区划界的遥感与 GIS 技术研究[J]. 遥感技术与应用, 2002 (2) : 99 - 103.
- [11] 濮静娟. 遥感图象目视解译原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- [12] 恽才兴, 蔡孟裔, 王宝全. 利用卫星相片分析长江入海悬浮泥沙扩散问题[J]. 海洋与湖, 1981 (5) : 391 - 400.
- [13] 黎夏. 悬浮泥沙遥感定量的统一模式及其在珠江口的应用[J]. 环境遥感, 1992 (3) : 106 - 113.
- [14] 罗健, 龚静怡, 张行南. 九龙江口及厦门湾悬沙分布和输移沉积的多时相遥感分析[J]. 水利水运科学研究, 1999 (4) : 368 - 376.

A REMOTE SENSING ANALYSIS OF SHALLOW SEA TOPOGRAPHIC EVOLUTIONARY TREND OF TONG 'AN BAY , IN XIAMEN

LIN Gui - lan , FANG Jian - yong , CHEN Feng

(No. 3 Institute of Oceanography , State Oceanic Administration , Xiamen 361005 , China)

Abstract : Based on investigating river distribution , coastal type and shallow sea topography from multi - temporal high - resolution satellite remote sensing images , distinguishing tidal current field forms and diffusing characteristics of suspended sediments from flood - tide time and ebb - tide time temporal images , and utilizing sea charts of different periods , this paper has analyzed the bed load and its movement regularity as well as scouring - silting trend of Tong 'an bay in Xiamen. The results show that the natural shore of Tong 'an bay has been mostly replaced by artificial coast , that the bed load movement trend of the bay is in anticlockwise circumfluent direction , and that the beach and tidal channels are undergoing slow scouring - silting evolution with the driving factors being mainly tidal current and subordinately runoff. Since the formation of the artificial coast , the terrigenous bed load has not exerted remarkably influence on the sea area.

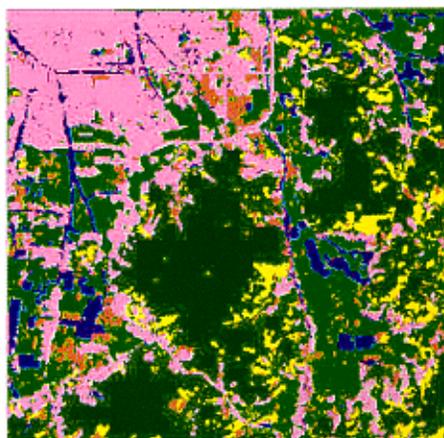
Key words : Shallow sea bay ; Topography and geomorphology ; Evolutionary trend ; Remote sensing analysing ; Tong 'an bay in Xiamen

第一作者简介: 林桂兰(1965 -), 女, 高级工程师, 主要从事遥感与 GIS 技术应用研究。

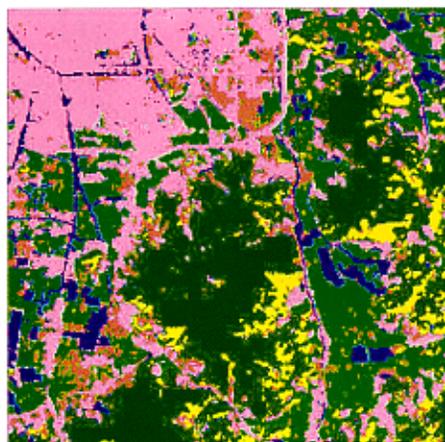
(责任编辑: 周树英)

下 期 预 告

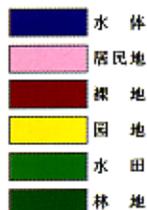
- 甘甫平 地物光谱在光谱重建与光谱真实性检验中的应用
- 龙 晶 沙化土地评价的遥感方法研究
- 阚明哲 新疆哈密典型蚀变矿物的 HyMap 高光谱遥感信息提取
- 李伟峰 北京五六环区域绿化控制带发展潜力评估
- 刘 琼 GIS 在矿产资源开发状况遥感动态监测中的应用



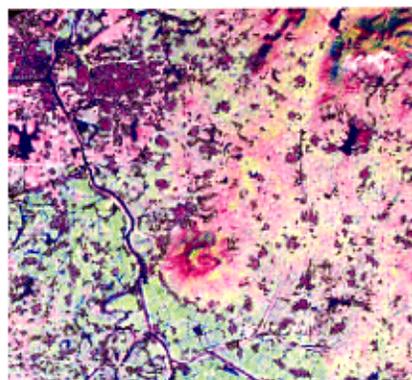
(a) 专家系统分类结果



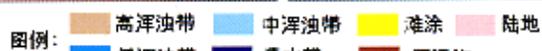
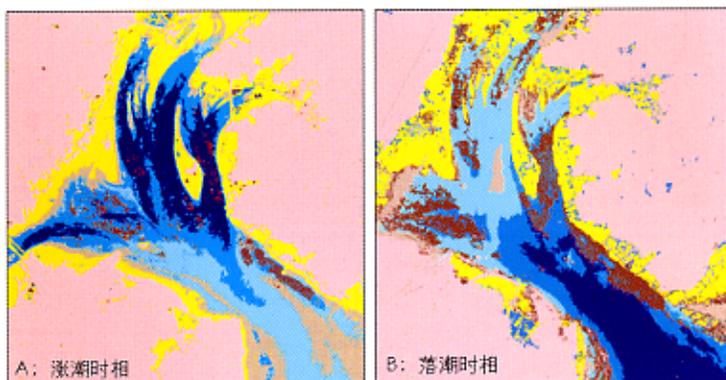
(b) 监督分类结果



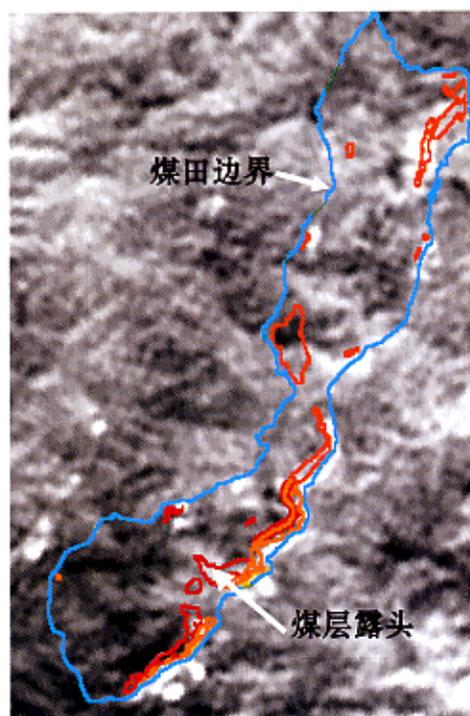
彩片13 绍兴实验区TM影像土地覆被分类结果



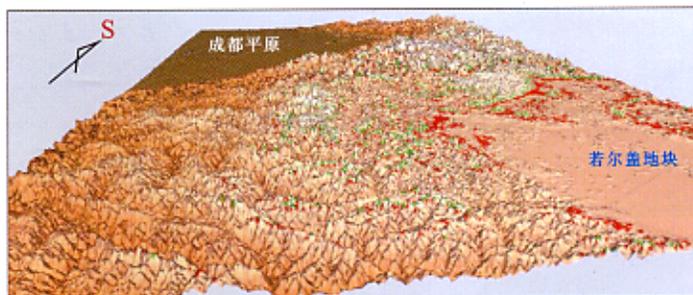
彩片14 江宁试验区居民地提取结果与原始影像叠加



彩片15 同安湾悬沙梯度遥感解译结果图



彩片16 TM6波段图像与煤层分布综合图



彩片17 岷山构造带DEM效果图



彩片18 老熊沟断裂DEM解译图