

三沙湾 30 余年来围填海遥感监测与分析^{*}

刘荣杰，张 杰，马 毅

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

摘 要：环三沙湾区域是海峡西岸经济区重要组成部分，经济发展迅速，围填海活动频繁。为了全面摸清三沙湾围填海状况，以美国 Landsat 系列卫星影像为数据源，采用人机交互的方式提取了 1982—1991 年、1991—2001 年和 2001—2013 年间的围填海信息，并进行了时空变化分析。结果表明：研究区 30 余年来围填海活动频繁，围填海总面积为 16 122.99 hm²，围填海利用类型以水产养殖为主；三个时间段中，1991—2001 年间围填海面积最大，为 9 950.53 hm²；空间分布上，三沙湾沿岸围填海主要分布在宁德市，其中福安市围填海面积最大。结合相关资料分析发现，研究区围填海变迁与当地的经济发展历程一致。

关 键 词：围填海；遥感；三沙湾；监测

1 引言

改革开放以来，东部沿海地区一直是我国经济增长最活跃、工业化和城市化进程最快的区域。随着人口增长和经济高速发展，土地资源短缺与经济发展之间的矛盾日益尖锐，因而向海洋空间发展，是沿海城市发展的重要选择之一。围填海一方面缓解了土地资源紧缺的矛盾，拓展了生存空间，对国民经济发展起到了积极作用；另一方面也给生态环境带来了严重的负面影响。因此，需要对围填海进行合理的规划与管理。

三沙湾位于福建省东北部，是由东冲半岛、鉴江半岛合抱成口小腹大的半封闭型深水港湾，是我国的天然良港之一，也是福建省规划建设四大港口之一^[1]。随着海峡西岸经济区的获批，作为海峡西岸经济区重要组成部分的环三沙湾区域迎来了快速发展时期。经济的快速发展必然导致大规模的围填海，为了合理规划与管理围填，必须掌握三沙湾围填海现状及其历史变化。传统的人工围填海监测费时费力且难以获取历史数据，而遥感具有覆盖范围广、时间分辨率高等优势，近些年被广泛应用到围填

海监测中。

目前，遥感作为我国海域使用监测的重要手段，已经在国家海域使用动态监视监测管理系统中业务化应用。此外，相关学者也开展了围填海遥感监测研究，研究内容包括围填类型、规模及分布特征^[2-7]和围填海智能检测^[8]等，未见三沙湾围填海遥感监测方面的研究。因此，本文以三沙湾为研究区，利用长时间序列的卫星影像，研究三沙湾围填海现状以及 31 年来的变化，以期为三沙湾合理的开发与保护提供支撑。

2 研究区域

三沙湾（地理坐标：119° 31′ 26.19″—120° 05′ 15.92″E，26° 30′ 49.70″—26° 57′ 52.14″N），位于霞浦县、福安市、蕉城区和罗源县交界处，湾口朝东南方向，由一澳（三都澳）、三港（鲈门港、白马港、盐田港）、三洋（东吾洋、官井洋、覆鼎洋）等次一级海湾汇集而成。湾内有海岛分布，主要海岛有三都岛、东安岛、青山岛等。湾西北有赛江、霍童溪、七都溪等中小河流注入，是福建省六大天然深水港湾之一。研究区位置如图 1 所示。

^{*} 基金项目：中欧国际合作龙计划三期项目（ID10470）。

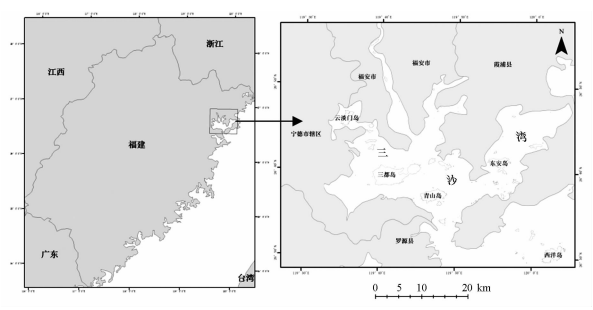


图 1 研究区地理位置

3 数据和方法

3.1 数据与处理

为了监测三沙湾 31 年来围填海情况，本文

选取了 1982 年的 Landsat MSS，1991 年的 Landsat TM，2001 年的 Landsat ETM+ 和 2013 年的 Landsat 8 OLI 四期影像作为数据源（表 1）。在对影像进行波段组合处理的基础上，利用 SPOT-5 正射校正影像（正射校正精度优于两个像元），对四期影像进行几何纠正，校正精度均优于 0.5 个像元。

3.2 方法

综合考虑研究区围填海实际情况以及所采用卫星影像的识别能力，本文将围填海分为围海和填海两个一级类和 6 个二级类（表 2）。需要说明的是本文中涉及的围填海是通过人工构筑物与陆地相连的区域，不包含海上浮筏和网箱养殖。

表 1 影像数据

序号	数据类型	分辨率	轨道号	成像时间
1	Landsat-2 MSS	60m	127-42	1982-01-11
2	Landsat-5 TM	30m	118-42	1991-06-03
3	Landsat-5 TM	30m	119-42	1991-05-12
4	Landsat-7 ETM+	30m	119-41	2001-02-16
5	Landsat-7 ETM+	30m	119-42	2001-03-04
6	Landsat-8 OLI	30m	119-41	2013-07-03

表 2 围填海分类体系

一级类	二级类	说明
围海	养殖池塘	用于养殖水产品，对海域进行筑堤围割的方式
	已围待利用水面	已经筑堤，尚未利用的围海区域
填海	城镇建设填海	用于居民地和交通建设，工矿厂房建设的填海
	农业填海	用于耕地，林地等农业用地的填海
	港口码头填海	用于港口码头建设的填海
	其他	未利用的填海和正在填充中的填海

在上述分类体系的基础上，采用目视解译的方法，通过对比两期影像的变化提取三沙湾围填海信息。

4 结果与分析

4.1 三沙湾围填海时空变化

利用上述方法，提取了三沙湾 1982-1991 年、1991-2001 年、2001-2013 年 3 个时期的围填海信息（图 2），并进行了围填海时空变化统计分析（表 3）。需要指出的是本文围填海变化只是针对新围填的部分，未将已围填区域利用类型变化作为研究内容。

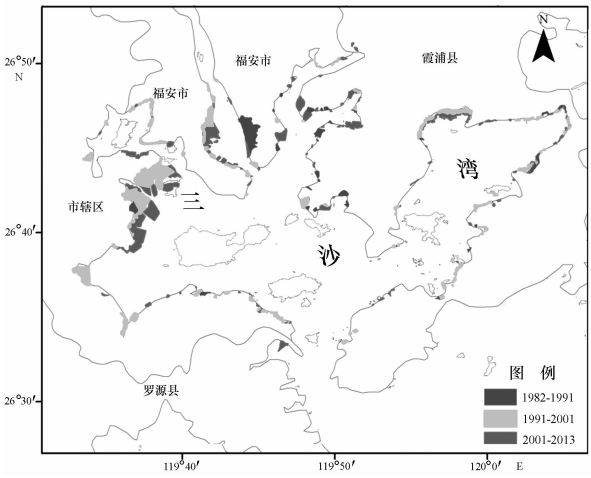


图 2 研究区围填海时空分布

表 3 研究区围填海信息统计

行政区	时间	围填海面积/hm ²						
		养殖池塘 围海	已围待 利用水面	城镇建设 填海	港口码头 填海	农业填海	其他	合计
霞浦县	1982—1991	333.62	58.14	0.00	0.00	0.00	0.00	391.76
	1991—2001	2 206.91	0.00	352.11	0.00	0.00	0.00	2 559.02
	2001—2013	1 703.68	0.00	33.99	3.55	0.00	55.65	1 796.88
福安市	1982—1991	481.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	481.09
	1991—2001	2 163.49	0.00	1 264.35	1 662.93	2.80	0.00	5 093.57
	2001—2013	1 811.33	0.00	305.13	11.93	0.00	0.00	2 128.39
宁德市 辖区	1982—1991	61.25	0.27	0.00	0.00	10.10	0.00	71.63
	1991—2001	1 854.92	186.60	253.84	2.58	0.00	0.00	2 297.94
	2001—2013	1 031.53	0.00	177.65	49.48	0.00	0.00	1 258.66
罗源县	1982—1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1991—2001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2001—2013	44.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.03
合计		11 691.85	245.02	2 387.07	1 730.48	12.90	55.65	16 122.99

由表 3 和图 2、图 3 可知，研究区内 31 年来围填海总面积为 16 122.99 hm²，年均围填海面积约为 520 hm²。综合 3 个时间段，1991—2001 年间围填海面积最大，为 9 950.53 hm²（围填示例如图 4 所示），其次是 2001—2013 年间。结合相关资料分析发现三沙湾围填海变化与宁德经济发展历程一致，该地区 20 世纪 90 年代以前经济发展缓慢，90 年代后得到快速发展^[9]。经济的快速发展加大了沿海开发力度，导致围填海面积骤增。2000 年，围填海已具有相当的规模，特别是养殖围海，之后围填速度迅速下降。

由图 5、图 6 可知，三沙湾沿岸围填海主要发生在福安市，围填海总面积为 7 703.05 hm²，约占围填海总数的 47.8%。福安市主要的围填海工程有下白石镇的养殖围海以及宁德大唐火电厂所在区域的围填海（图 7）。其次是霞浦县和宁德市辖区。从三沙湾岸线在 4 个县市的分布来看，霞浦县最长，其次是宁德市辖区，罗源县最小，只包含湾口一小部分。从经济发展水平来看，福安市最好，其次是宁德市辖区，霞浦县相对较差^[10]。综合上述分析不难看出三沙湾围填海状况与所属行政区经济发展水平相关，经济发展水平越高，围填海活动越剧烈。

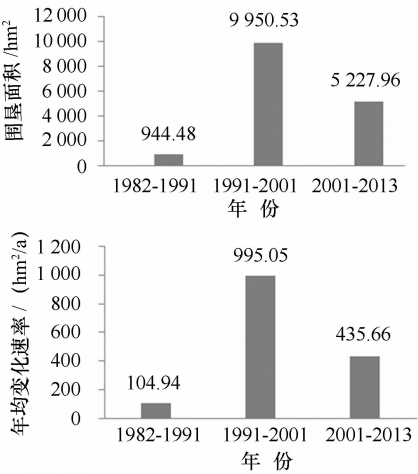


图 3 各时间段内围垦面积、速率变化

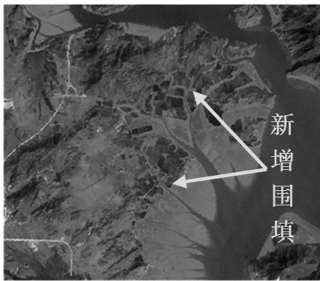
与总体情况一致，宁德所属各县市围填海主要发生在 1991—2001 年间，罗源县围填海发生在 2001—2013 年间。

4.2 围填海类型变化

研究区围填海以养殖围海为主，面积为 11 691.85 hm²，占总围填海面积的 72.52%（图 8）。这主要因为水产养殖是宁德市的支柱产业，沿海滩涂大多进行了围垦养殖。其次是城镇建设填海和港口码头填海，所占面积比例分别为 14.81%和 10.73%。城镇建设和港口码头



(a)1991 年卫星影像 (4, 3, 2 波段组合)



(b) 2001 年卫星影像 (4, 3, 2 波段组合)

图 4 宁德市辖区围填海示意图

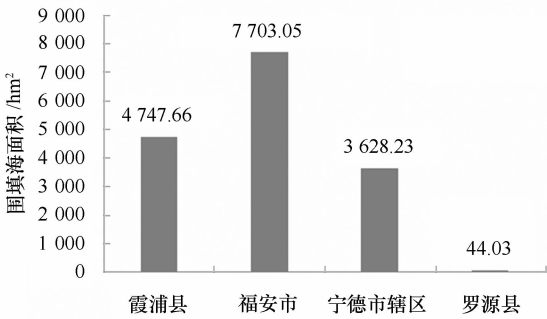


图 5 三沙湾沿岸各县市围填海分布

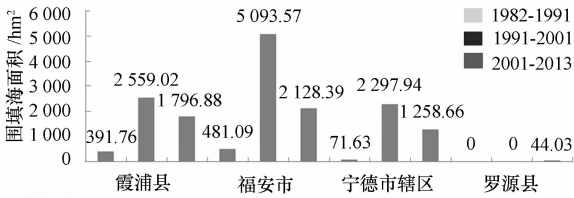
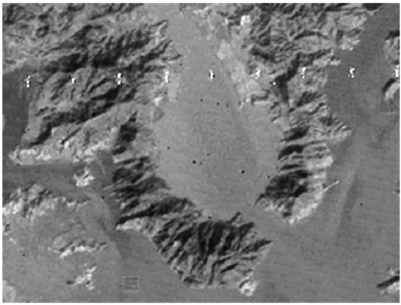


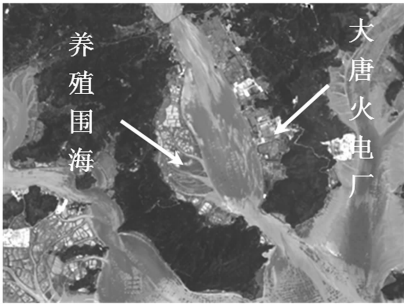
图 6 三沙湾沿岸各县市不同时间段内围填海分布

直接填海比例相对较小，更多的是在已有的围填区域上进行建设，像宁德大唐火电厂就是在 80 年代养殖围海的基础上建设的。研究区农业填海主要发生在 20 世纪 50—70 年代，之后随着国家改革开放政策的实施，围填海以开发海洋经济、发展水产养殖业为主。

与总体一致，三个时间段内围填海类型都是以养殖池塘围海为主。城镇建设和港口码头



(a) 1982 年卫星影像 (3, 2, 1 波段组合)



(b) 2013 年卫星影像 (4, 3, 2 波段组合)

图 7 福安市围填海示意图

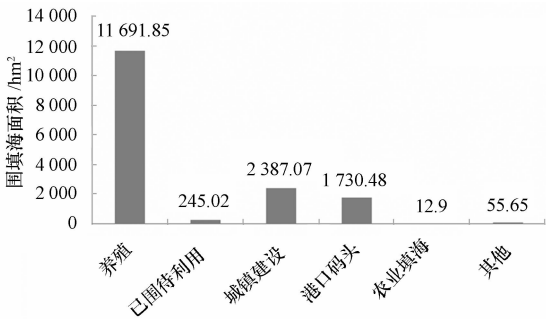


图 8 1982—2013 年各围填海类型面积

填海主要发生于 1991—2001 和 2001—2013 期间。在空间分布上，环三沙湾各县市围填海类型都是以养殖池塘围海为主，其中罗源县全部为养殖池塘围海。城镇建设和港口码头填海主要在福安市，其他各县市相对较小。

5 结论与讨论

本文以三沙湾为研究区，利用美国 Landsat 卫星影像提取了 1982—2013 年间 3 个时段的围填海信息。围填海时空变化分析结果表明：31 年来研究区进行了多次大规模的围填海，年均围填海面积约为 520 hm²；研究区围填海利用类型以水产养殖为主；研究时段内，1991—2001 年间围填海面积最大，其次是 2001—2013 年；

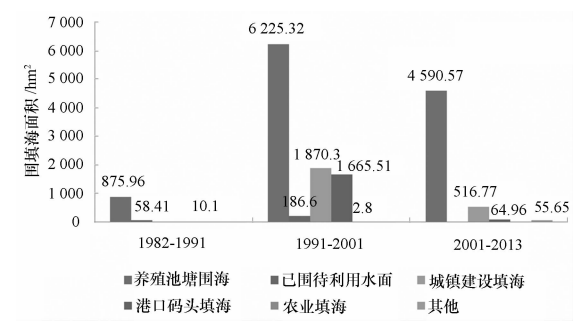


图 9 1982—2013 年各时间段内围填海类型面积

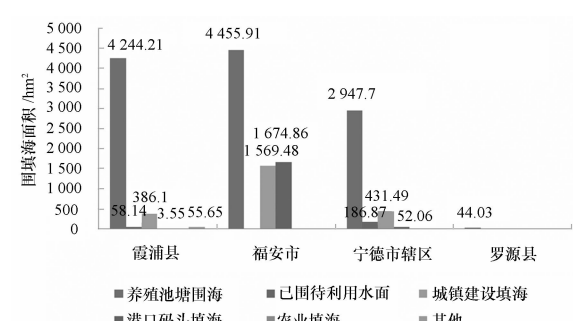


图 10 研究区各县市内围填海类型统计

空间分布上，福安市围填海面积最大，其次是霞浦县和宁德市辖区。结合相关统计资料分析发现，围填海反映了当地经济发展水平，经济发展水平越高围填海活动越剧烈。

需要指出的是由于所用的 MSS 影像分辨率较低，与 TM 和 ETM+影像的分辨率有一定的差别，对目视解译造成了一定的困难，使得提取结果存在偏差，对围填海变化分析存在一定影响。但由于研究区围填海活动频繁，面积大，分辨率所导致的误差相对于总的变化面积来说

可忽略，研究结果能真实地反映出岸线变化的规模和趋势。

参考文献

[1] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志第七分册(福建北部海湾)[M]. 北京:海洋出版社,1994.

[2] 王建武,肖红生,杨燕琼. 应用卫星遥感影像分析粤西沿海围垦动态变化[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(1): 1—4.

[3] 陈水森,黎夏,邹春洋. 珠江口岸区近 20 年来土地利用变化基本特点[J]. 人民珠江, 2001, (5): 52—54.

[4] 宋红,陈晓玲. 基于遥感影像的深圳湾填海造地的初步研究[J]. 湖北大学学报:自然科学版, 2004, 26(3):259—63.

[5] 黄鹄,胡自宁,陈新庚,等. 基于遥感和 GIS 相结合的广西海岸线时空变化特征分析[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(1): 66—70.

[6] 周沿海. 近 40 年来福建滩涂围垦的遥感解译[J]. 福建地理, 2006, 21(2): 9—11.

[7] 刘琴琴. 基于 3S 技术的广东省围填海调查与分析[D]. 青岛:山东科技大学,2010.

[8] 朱丽丽,邵峰晶,王常颖,等. 基于数据挖掘的遥感影像围填海智能检测方法研究[J]. 青岛大学学报:自然科学版,2012,25(2):53—57.

[9] 骆小明. 环三都澳区域经济发展战略初探. 宁德师专学报:哲学社会科学版[J]. 2009,1(88):10—13.

[10] 宁德市统计局. 宁德统计年鉴 2012[M]. 北京,中国统计出版社. 2012.