

分类号: \_\_\_\_\_  
密 级: \_\_\_\_\_

学校代码: 10165  
学 号: 201211001025

# 遼寧師範大學

## 硕士学位论文



### 基于 3S 技术的大连长兴岛围填海变化研究

作者姓名: 曹晓晨  
学科、专业: 地图学与地理信息系统  
研究方向: 地理信息系统应用  
导师姓名: 魏东岚副教授

2015 年 5 月

## 学位论文独创性声明

本人承诺：所呈交的学位论文是本人在导师指导下所取得的研究成果。论文中除特别加以标注和致谢的地方外，不包含他人和其他机构已经撰写或发表过的研究成果，其他同志的研究成果对本人的启示和所提供的帮助，均已在论文中做了明确的声明并表示谢意。

学位论文作者签名：曹晓晨

## 学位论文版权的使用授权书

本学位论文作者完全了解辽宁师范大学有关保留、使用学位论文的规定，及学校有权保留并向国家有关部门或机构送交复印件或磁盘，允许论文被查阅和借阅。本文授权辽宁师范大学，可以将学位论文的全部或部分内 容编入有关数据库并进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，并且本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。

保密的学位论文在解密后使用本授权书。

学位论文作者签名：曹晓晨 指导教师签名：魏东岚

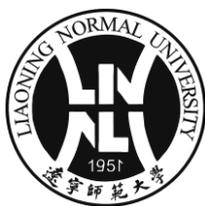
签名日期：2015年6月3日

分类号: \_\_\_\_\_  
密 级: \_\_\_\_\_

学校代码: 10165  
学 号: 201211001025

# 遼寧師範大學

## 硕士学位论文



### 基于 3S 技术的大连长兴岛围填海变化研究

作者姓名: 曹晓晨  
学科、专业: 地图学与地理信息系统  
研究方向: 地理信息系统应用  
导师姓名: 魏东岚副教授

2015 年 5 月

## 摘 要

沿海地带飞速发展的经济与逐年增长的人口使得沿海地区土地资源日益紧张,围填海成为了解决这一问题的有效方案。围填海范围的逐渐扩大,同时对沿海地带海岸线的变化产生了巨大的影响。海岸线与围填海范围的变化对沿海地带经济的发展以及生态环境的变化起着至关重要的作用。本文选取大连长兴岛为研究区域,结合 3S 技术利用 Landsat 遥感影像数据,对大连长兴岛区域围填海变化情况进行研究。首先对长兴岛分别采用阈值分割法、边缘提取算子法、小波变换法进行海岸线的提取,选取出最优方法;然后利用 1980 年、1990 年、2000 年、2005 年、2008 年、2010 年以及 2012 年 7 个时相的遥感影像数据对长兴岛进行围填海区域的提取,并对其变化进行研究分析,得到以下结论:

(1) 小波变换法能够较为精确的显示自然岸线,边缘提取算子法中的 Canny 算子能够较为精确的显示人工围填海区域的海岸线。使用遥感图像与 Matlab 软件相结合的方式,实现了海岸线半自动化的提取,并且具有快速、高效、准确的提取效果。对今后黄渤海区域的岸线提取提供了一定的借鉴意义。

(2) 近 30 年来,大连市长兴岛区域海岸线长度持续增长,围填海总面积呈现增长趋势,2005 年、2008 年为海岸线长度以及围填海面积变化的关键时间转折点:2005 年起海岸线长度增长愈加迅猛,围填海工程发展加速,2008 年后,海岸线增长以及年平均围填海面积均达到近 30 年来的顶峰。

(3) 政策经济与围填海相互影响:一方面,政策的决定与经济的发展对围填海工程产生了十分重要的推动作用;另一方面,围填海范围扩大的同时也刺激着经济的发展,进而影响到政策的变化。

(4) 海岸线长度以及围填海面积的不断变化,对大连长兴岛区域的生态环境造成了极大的破坏。因此,在未来围填海的发展中,在对围填海所带来的经济利益进行考察的同时,也应对其在生态环境方面造成的破坏进行调察和分析。

**关键词:** 海岸线提取; 3S 技术; 围填海; 大连长兴岛

## Research and Analysis on Changxing Island of Dalian reclamation change based on 3S Technology

### Abstract

In the coastal area, the growing economy and increasing population year by year makes the land resources tensions. Reclamation is becoming the effective scheme to solve this problem. With the reclamation gradually expand, makes coastline in the coastal area has a huge impact. The changes of the coastline and the reclamation of the coastal play a vital role in the economic development and the ecological environment. This study selects Dalian Changxing Island as the research object. By using the Landsat remote sensing data, based on 3S technology, research the changes of Dalian Changxing Island reclamation. First, using different methods, including threshold segmentation, edge detection and wavelet transformation, extract the coastline of Dalian Changxing Island, to select an optimal method. And then, by using sensing remote data in 7 hours, which are the years of 1980, 1990, 2000, 2005, 2008, 2010 and 2012, extract the reclamation area of Changxing Island, then research and analysis the changes of them. The following is the obtained conclusions:

(1) Wavelet transform method displays the natural coastline accurately, and the canny operator in edge extraction method displays the coastline of artificial reclamation area accurately. By using the method which combines the remote sensing image with the Matlab software, makes the extraction of coastline for semi-automated. At the same time, has a fast, efficient, and accurate extraction effect. For the future of Coastline Extraction in Huanghai and Bohai region, this study provides certain reference.

(2) The coastline length of Dalian Changxing Island has increased continued in recent 30 years. The key times for the growth are the years of 2005 and 2008: since 2005, the coastline length becomes increase more intense; during the two years from 2008 to 2010, the length and speed of coastline growth are both peaks in recent 30 years.

(3) The total area of the reclamation shows a growing trend in recent 30 years, while the annual average reclamation area shows fluctuant trend during this period. The key times for the growth are also the years of 2005 and 2008: before 2005 the overall development of reclamation project shows stable and slowly; after 2005 the reclamation project begin to develop accelerate; since 2008, the reclamation project has entered the peak, shows a rapid development.

(4) The economic policy and the reclamation influence each other: on one hand, the decisions of policies and the development of economic play very important roles in promoting

the reclamation project; on the other hand, expanding area of reclamation also stimulate the economic development, and then affect policy change.

(5) With the continuous change of the coastline length and the reclamation area, the ecological environment of Dalian Changxing Island has been damaged greatly. So that, in the future development of reclamation, when considering the economic benefits brought from the reclamation, it should also research and analysis the damage to the ecological environment.

**Key Words:** Coastline Extraction; 3S technology; Reclamation; Dalian Changxing Island

## 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
1 绪论.....	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.3 研究流程.....	5
2 研究区域及数据源.....	7
2.1 研究区概况.....	7
2.1.1 自然地理概况.....	7
2.1.2 社会经济概况.....	8
2.2 数据源及预处理.....	9
3 海岸线提取方法.....	12
3.1 阈值分割法.....	13
3.2 边缘提取算子法.....	14
3.2.1 Roberts 算子.....	14
3.2.2 Sobel 算子.....	15
3.2.3 Prewitt 算子.....	15
3.2.4 Canny 算子.....	16
3.2.5 在 MATLAB 中对边缘算子提取法的实现.....	17
3.3 小波变换法.....	19
4 海岸提取结果分析.....	21
4.1 提取结果拟合对比.....	21
4.2 提取结果验证分析.....	23
5 围填海区域提取.....	24
5.1 多年海岸线提取结果.....	24
5.2 围填海区域提取.....	25
6 围填海区域分析.....	27
6.1 海岸线长度变化分析.....	27
6.2 围填海区域面积变化分析.....	28
6.3 围填海区域位置变化分析.....	30
6.4 围填海变化综合分析.....	31

6.4.1 经济发展对围填海产生的影响 .....	31
6.4.2 围填海带来的负面影响 .....	33
7 结论与讨论 .....	35
7.1 结论 .....	35
7.2 讨论 .....	36
参 考 文 献 .....	37
攻读硕士学位期间发表学术论文情况 .....	40
致    谢 .....	41

# 1 绪论

## 1.1 研究背景及意义

海岸带是海洋与陆地交接处的地带，是海陆之间相互作用产生的地理区域，包括受海水潮汐涨落影响的潮间带及陆地和浅海的海陆过渡地带。由于其地理位置的特殊性，常年受海水与陆地相互作用的影响，产生其独特的地貌特征，同时蕴含着丰富的自然资源，其生态系特征包括复合型、活跃性以及边缘性，有“海洋第一经济带”之称<sup>[1]</sup>。海岸带集合了海陆两类的经济，其生产力同时对海洋与陆地进行双向辐射，因此海岸带逐渐成为了社会经济地域中的“黄金地带”。作为不可或缺的国土资源，海岸带承载着临海国家对海洋进行开发的重要意义，是临海国家不可或缺的经济发展基地，不仅起到了促进对外贸易的作用，同时也是文化交流的纽带<sup>[2]</sup>。具有十分重要的地理位置。

海岸线作为海陆分界线，是研究海岸带动态变化的最重要的标准之一<sup>[3]</sup>；同时，海岸线也是沿海滩涂面积、湿地生态系统衰退与否的重要标志，其变迁反映着全球环境变化、海岸环境变化以及人为活动等多方面相互作用的结果<sup>[4]</sup>。海岸线的变迁标志着海岛空间的动态变化，能够及时直观的反映围填海范围的更改，是研究围填海区域变化的重要标志，其位置、长度的确定对于海岛围填海的研究有着重要的意义<sup>[5]</sup>。

我国作为一个海洋大国，三面环海，具有丰富的海洋资源，我国海岸线总长度 3.2 万千米，其中包括 1.8 万千米的大陆海岸线，位列世界第四，以及 1.4 万千米的岛屿海岸线，拥有可管辖的海洋领土 300 万平方千米；具有专属经济区面积 200 海里，排在世界第十位<sup>[6]</sup>。这些海洋资源为我国的社会发展经济和进步提供了丰富的能源，而在经济发展腾飞的同时，我国沿海地区城市化、工业化水平的迅速提高，人口的快速增长也导致了沿海地区的陆地资源的日益匮乏，人地矛盾也不断紧张。为了缓解日趋紧张的土地资源，优化沿海地区生存环境，人们将发展的目光投向海洋，利用围海填海将海洋区域变为可利用的陆地资源。

作为人类开发和利用海洋的主要方式之一，围填海在世界各沿海国家均较为普遍。现代填海最早出现在国外较为发达的沿海国家，如荷兰、美国、日本以及韩国等国<sup>[7]</sup>。目前荷兰是世界上围填海面积最大的国家，其依靠填海工程为国土面积增加了 60 多万公顷的土地面积，目前荷兰国土的 20% 均产生自人工围填海<sup>[8]</sup>。在亚洲，许多沿海国家和地区由于国土面积的限制，其陆地资源均呈现日渐贫乏的趋势，因此这些国家很重视利用滩涂以及海湾进行填海造地，以达到增加国土资源的目的。在 1945 年至 1975 年期间，战后的日本政府填海造地总面积高达到 11.8 万公顷，韩国则通过填海建成了仁川国际机场。

在我国的记载中, 汉代最早出现了围填海的记录, 古代围填海的目的多为防灾、农垦或晒盐等。我国的当代填海项目始于上个世纪 50 年代, 先后经历过 3 次大的围填海热潮: 第 1 次出现在 20 世纪 50 年代, 建国初期开展了大规模围填海晒盐工程; 第 2 次从 20 世纪 60 年代中期持续至 70 年代, 为增加农业用地, 对海洋滩涂进行围垦; 第 3 次出现于 20 世纪 80 年代中后期直至 90 年代初, 是以增加海洋养殖区域面积进行的围填海工程<sup>[9]</sup>。据统计, 截止 20 世纪末, 全国围填海总面积已达到约 120 万公顷, 在这个阶段中, 围填海的主要目的依然是用于农业与养殖业, 同时, 局部地区开始出现了围填海范围用于工业用地的情况。近十年来, 我国更是掀起了围填海的高峰, 国家海洋局在《海域使用管理公报》中提供的数据显示, 自《海域法》2002 年实施以来, 截止至 2011 年底, 近 10 年中我国的围填海面积累计至 12.5 万公顷, 年平均填海面积高达 1.25 万公顷, 围填海区域的主要用途由农业养殖业逐渐过度向工业用地, 港口、临海型工业园区、沿海经济带的建设成为了这一时期围填海的主要用途。

围海填海为经济发展做出了重要贡献, 缓解了由于经济飞速发展以及人口迅速增加所带来的沿海地区土地资源日渐紧缺的问题; 与此同时, 围填海也打破了沿海地区原始的生态平衡状态, 带来了诸多生态环境方面的问题。随着围填海热潮的兴起, 在产生经济价值的同时, 围填海对生态环境以及海洋资源可持续开发利用的影响也不可忽视<sup>[10]</sup>。随着围填海的规模和范围不断的扩大, 其对重要生态岸线的破坏也在所难免, 产业的逐步发展对海域空间资源的侵占也不断扩大, 这些在导致了物种原生境破坏的同时, 更为严重的是对重要生态系统的完整性造成了巨大的损坏。另一方面, 围填海工程的不断发展在加大沿海区域海洋环境压力的同时, 伴随着对海洋资源竞争的不断加剧以及沿海整体环境风险的失控, 打乱了沿海区域产业发展的过程中与海洋资源环境保持的平衡, 最终导致该区域难以持续的进行发展<sup>[11]</sup>。

目前我国围填海面临着很大的问题, 主要表现为围填海规模的过快增长, 以环渤海地区为例, 2000 年至 2010 年, 该区域围填海总面积共约 1573 平方公里, 达到该时段全国围填海总面积的 52.6%, 其结果造成了渤海的自然岸线减少了 26%, 即 239 公里。自 2004 年以来, 由于渤海湾沿岸逐渐增加的工程项目建设对海洋产生了巨大的需求量, 造成了渤海湾生态区域的大量流失, 截止至 2009 年底, 该区域丧失了超过 300 平方公里的海洋生态区域<sup>[12]</sup>。

因此, 近年来我国逐渐开始关注对围填海工程发展的管理和规范, 2002 年颁布实施的《中华人民共和国海域使用管理法》规定: “国家严格管理填海、围海等改变海域自然属性的用海活动”, 同时规定“填海五十公顷以上和围海一百公顷以上的用海项目应当报国务院审批”; 《中华人民共和国海岛保护法》规定: “严格限制填海、围海等改

变有居民海岛海岸线的行为，严格限制填海连岛工程建设”<sup>[13]</sup>。2009年，我国开始通过计划的手段，对围填海的发展及其规模进行了管理和控制，建立并完善了对围填海年度计划的管理规范制度。由此可见，关注围填海区域对未来沿海区域以及海洋的发展起着至关重要的作用。

辽宁省是我国填海大省，1980年——2010年辽宁省共填海超过1000平方千米，据中国政府网提供的资料，2011年——2020年国家已批复的辽宁省填海面积为25300平方千米。辽宁省填海区域主要集中于渤海湾，辽宁省的填海情况直接影响渤海湾的海洋生态环境平衡。本文选取辽宁省大连市长兴岛地区作为研究区域，通过综合运用3S技术，对长兴岛海岸线及围填海区域进行提取，并分析其变化情况。

## 1.2 国内外研究现状

随着3S技术不断的发展和提高，对于海岸线的提取方法逐渐由目视解译变为了自动提取，近年来国内外研究人员从各个方面对海岸线自动提取的方法进行了逐步的完善。在国外方面，Andreas Niedermeie将区域跟踪法、小波变化法以及海岸线的Snake算法三种方法进行综合使用，实现了对水边线的提取<sup>[14]</sup>。Frazier.P.S在研究时发现，利用密度分割提取法，对LandsatTM5波段影像进行水边线提取时效果最为明显，同时，验证了在对LandsatTM4波段和TM5波段影像数据进行水边线提取时，可以通过图像的直方图对阈值进行确定，然而，当近海岸水体较为浑浊时，这种阈值分割法的误差较大<sup>[15]</sup>。ChangbaoZhou根据海岸线检测现状和需求，对海岸线精密检测的理论进行了分析，对海岸线检测的可能性进行了详细的说明，讨论并总结了遥感数据沿海地带岸线提取的应用前景<sup>[16]</sup>。2003年，MargaretM.D'lorio结合3S技术，对红树林的分布以及岸线变化情况进行了分析与研究，为使用3S技术研究岸线变化以及检测岛屿变化情况提供了一种全新而有效的方法<sup>[17]</sup>。国内方面，陈明泉等人利用MATLAB软件采用局部阈值法对日本东北部海域进行了海岸线的提取，验证了MATLAB软件在海岸线提取中具有方便、易用的优点<sup>[18]</sup>；瞿继双、王超等人提出了对阈值分割法进行了改进，提出了利用遥感图像提取海岸线时使用的一种多阈值的形态学方法，该方法相较原始的阈值分割法具有更好的检测效果，有效的提高了光谱特征较为灰暗的地物的检测准确率<sup>[19]</sup>。同时，黄鹄、胡自宁等人基于不同时段的遥感图像、数字地图等数据，结合GIS技术对广西海岸线进行了提取，并对其进行了变化特征的分析<sup>[20]</sup>。崔步礼、常学礼等人在对黄河口海岸线动态监测时，使用了阈值分割的方式对海岸线进行了提取<sup>[21]</sup>；庄翠蓉等将边缘算子中的Roberts算子和Sobel算子以及小波变化法进行综合使用，结合不同的海岸地物类型特点，利用遥感影像信息对厦门地区海岸线的变迁进行了动态监控与分析研究<sup>[22]</sup>；李秀梅等在

对渤海湾海岸带遥感监测及时空变化分析时,使用了 Canny 算子对海岸带进行了提取<sup>[23]</sup>;张朝阳等人针对传统 Canny 算子高低阈值的缺陷,对 Canny 算子进行了改进,形成了一种在 Canny 算子基础上的基于色差的自适应边缘提取算法,这种方法的优势在于提高了图像的信噪比,能够对海岸线边缘进行精细准确的提取<sup>[24]</sup>。靳艳红等通过对梯度幅值计算的改进以及对非极值抑制过程的完善,在 Canny 算子的基础上提出了一种新的插值方向的方法,有效的降低了伪边缘的干扰,提高了边缘定位的精度,实现了对噪声的抑制,具有很好的边缘检测效果<sup>[25]</sup>。马小峰,赵冬至等人在对大连—营口海岸带进行位置校正的过程中,综合使用了 Canny 算子、腐蚀算子以及中值滤波的方法<sup>[26]</sup>。郭衍游,卢霞等在使用小波变换法对连云港地区海岸线进行提取后,使用 GPS 技术对该地进行实地检测,验证了小波变换在进行边缘提取时对遥感影像的增强效果十分明显,提取到的海岸线精度较高<sup>[27]</sup>。姚月,许惠平等人在对福建围填海的研究中,分别使用 Canny 算子法和小波变换法进行海岸线提取,并进行对比,分析得出小波变换法在提取海岸线时其具有运算快、细节突出以及岸线连续等特点,使得小波变换法成为海岸线提取较为优秀的方法之一<sup>[28]</sup>。

在 RS 技术与 GIS 技术逐渐发展的过程中,国内外研究人员对围填海的研究与也进入了一个新的时期,研究人员逐渐意识到利用 3S 技术对围填海研究具有的高效性和准确性。国外方面,ManikHWANG 基于 LandsatTM 遥感影像数据对亚洲填海大国韩国的首都西部海岸滩涂进行了围填海的研究,对该区域围填海的类型变化进行了分析调查<sup>[29]</sup>。马万栋、吴传庆等人利用不同时期的遥感影像数据对辽宁省的海岸线以及围填海区域进行了提取,并对其变化进行了分析,并获得了辽宁省各地区海岸线及围填海区域的变化情况<sup>[30]</sup>。刘琴琴使用了 RS 与 GIS 相结合的方式对广东省围填海进行了调查,并针对调查结果对该区域围填海的驱动力进行分析<sup>[31]</sup>。刘荣杰、张杰等人采用人机交互的方式,对三沙湾 30 年来围填海区域的变化进行了分析,论证了该区域围填海变迁与经济发展之间相互作用的关系<sup>[32]</sup>。于海波、莫多闻等人则利用多时期的单波段遥感影像数据,对深圳围填海造地进行了动态变化数据的信息提取,并对该区域的驱动力影响因素进行了分析,从多方面剖析了深圳市的围填海驱动因素<sup>[33]</sup>。高志强、刘向阳等人将 3S 技术与 GoogleMaps 在线遥感信息相结合,实现了对中国近 30 年来海岸线以及围填海变化信息的提取与驱动力分析,为海岸带规划管理和可持续发展提供了数据支持<sup>[34]</sup>。王建武、肖红生等人在综合运用遥感和地理信息手段后,对广东西部沿海区域围填海进行了动态监测,并对其变化进行了分析<sup>[35]</sup>。

在对围填海变化进行研究的同时,研究人员也在关注围填海给环境、生态带来的各种影响。Chen S 等人基于遥感和地理信息系统对伶仃洋的海岸变化情况进行了研究,并

综合分析了该区域围填海区域对环境的影响的<sup>[36]</sup>。马志远、陈彬等人利用景观生态学的原理，对福建兴华湾围填海区域进行了研究分析，发现了围填海工程给该地带来的景观萎缩以及景观自然性急剧下降的问题<sup>[37]</sup>。王伟伟、王鹏等人在针对辽宁省围填海工程的研究中发现，1990年到2009年期间，辽宁省围填海开发活动给该区域的生态环境带来了巨大的负面影响<sup>[38]</sup>。刘洪滨、孙丽等人在对全国围填海形势分析的基础上，探讨了山东省胶州湾由于围填海带来的生态问题，并对其提出了管理意见<sup>[39]</sup>。

### 1.3 研究流程

本文主体分为以下两个部分，第一部分为海岸线提取方式的选择：针对某一时段的海岸线遥感影像数据，运用国内外较为流行的海岸线提取方法对其进行提取，将不同方法对该时段海岸线的提取结果与该时段真实海岸线进行对比拟合，通过比较岸线拟合程度，选取最适应研究区域进行本次研究的方法；第二部分为围填海区域的划分与分析：使用第一部分选取的最优海岸线提取方法对研究区域不同时间段的海岸线进行分别提取，以此确定研究区域不同时段的研究区范围，通过对研究区域围填海区域进行信息的采集，对研究区域内围填海的范围进行提取，实现对选定时间段内围填海的面积变化的统计，结合研究区域生态环境、自然经济等因素，对研究区域内围填海变化进行分析。

在对海岸线提取方式进行选择时，选取2009年研究区域大连长兴岛的Landsat TM遥感影像数据，使用MATLAB软件，实现多种方法对同一时段海岸线的提取。在分析提取的岸线结果时，使用该时段研究区域高分辨率航拍影像进行图像拟合。通过查看提取结果与高分辨率航拍影像中真实岸线的贴合程度，选择最适合本次研究的方式对研究区域进行研究。

在对围填海范围进行提取时，使用RS与GIS技术相结合的方式，利用ENVI软件和ArcGIS软件对研究区域进行围填海范围的提取与研究，通过ENVI软件提供的分类处理的方式，提取围填海范围；结合ArcGIS软件提供的图像分析功能对围填海区域进行分析计算，得到最终数据。

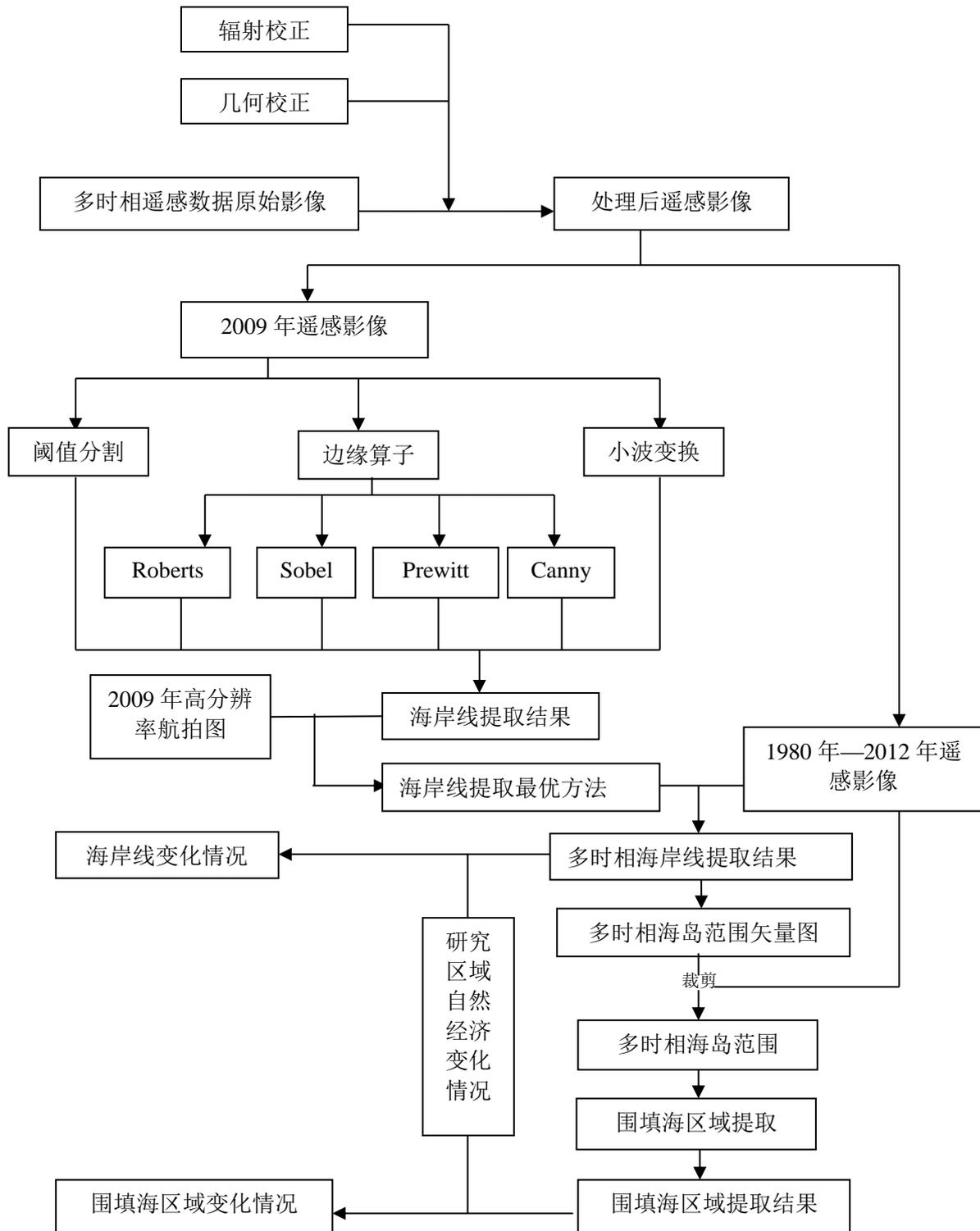


图 1.1 研究流程图

Fig. 1.1 Flow chart of the study

## 2 研究区域及数据源

### 2.1 研究区概况

#### 2.1.1 自然地理概况

大连长兴岛隶属于辽宁省，地处东经 121°32'11"-121°13'19"，北纬 39°29'26"-39°39'15"，地处辽东半岛中西部，渤海湾东缘、辽宁省瓦房店市西南部海域，三面环海，一面海峡，是我国北方第一大岛，中国岛屿面积排名第五的岛屿。居中处在大连市沿渤海湾一带的海岸线。长兴岛共由五个岛屿组成，五个岛屿总面积达到 502 平方公里，这五个岛屿分别为长兴岛本岛、西中岛、凤鸣岛、交流岛以及路驻岛，面积最大的为长兴岛本岛，为 252.5 平方公里。长兴岛本岛东西向长度为 30 公里，南北向宽度为 11 公里，具有 100 平方公里的所属海域，以及 1500 公顷的滩涂面积。长兴岛地势呈低山丘陵式海岛地形特点，由岛上横山和大孤山两条山脉及周围的众多丘陵构成。其中横山为长兴岛第一大山脉，也是复州以南的第一高山，全长 15 公里，平均海拔高度 312.2 米，其主峰塔山为全岛最高山峰，海拔 328.7 米。全岛山脉呈西高东低的地势特点，海拔平均值为 55 米。

长兴岛地理位置属于北温带，属海洋性特点的大陆性季风气候。位于北半球中纬度暖温带气候区，气候湿润温和。其四季变化分明，夏季极少出现高温天气，冬季很难出现极冷气温，长兴岛海域除近海海域以外，海水全年不结冰，近海滩涂年平均结冰期为 50 天，年最长结冰期和最短结冰期分别为 74 天和 29 天。降水较为集中，季风特征明显，年降水量约为 600 mm，年平均气温约为 10℃，年平均风速为 4.5 米/秒。最高气温出现在 8 月，平均温度处于 23—24 度之间，极少出现 30 度以上的高温；最低气温出现在 1 月，平均温度为约零下 5 度，极少出现零下 20 度以下的严寒。无霜期约 200 天左右，日照率 60%，相对湿度在 64%~72%之间，年均雾日（能见度≤1000 米）18.3 天，海潮为不规则的半日潮。

长兴岛为辽宁省森林覆盖率最高的城区之一，1998 年其，长兴岛实施“植树绿岛”工程，目前，全岛的森林覆盖面积达到全岛总面积的 42.6%，包含果树在内的林地面积也到达了 157000 亩。长兴岛目前实行春夏秋三季造林，主要栽种刺槐、橡子、杨柳以及榆树等树种

由于长兴岛地处辽东半岛，位于渤海湾东缘，因此其具有十分明显的交通优势。与秦皇岛港隔海相望，相距 84 海里，与大连港口相距 90 海里，与大连旅顺口海港相距

仅 50 海里。2012 年皮长高速竣工通车，将长兴岛与大连由跨海高速连接，使其间距离不到 100 公里。2010 年长兴岛货运铁路通车<sup>[40]</sup>。



图 2.1 研究区概况

Fig. 2.1 Study area

### 2.1.2 社会经济概况

1997 年 12 月，大连长兴岛通过国家批准，被列为“全国第二批小城镇综合改革试点镇”；1998 年 1 月成为大连市经济开发区；2002 年 2 月，被辽宁省政府批准成为辽宁省省级经济开发区，建区时全区户籍人口为 5.7 万人；2005 年 11 月 26 日，长兴岛经济开发区正式成为大连长兴岛临港工业区，逐步建成了大连国际航运中心组合港和临港产业基地，发展成为辽宁发展沿海经济和轻放型经济的重要区域。发展至 2010 年，长兴岛临港工业区再次升级：经国务院批准，在长兴岛建立国家级经济技术开发区，同时，长兴岛成为了辽宁省综合改革发展的试点地区。

长兴岛经济开发区的建立，对长兴岛国民经济和社会事业产生了巨大的促进作用，长兴岛整体建设开始进入了非速的发展时期。截止 2009 年，长兴岛经济开发区的国民生产总值达到了 34.4 亿元，全社会固定资产投资提升至 132 亿元。在大连长兴岛临港工业区发展过程中，始终紧随辽宁省的发展战略，以其地理区位上的优势，结合其临港位置的特点，迅速成为东北产业进行升级转移的重点地带。长兴岛临港工业区目前重点发展的工程以船舶制造业为主，结合其他制造业等重工业产业，辅以现代服务业以及港口物流业等，主要承载起了东北重要临港地区产业聚集发展的重担。依托临港优势，长

兴岛临港工业区逐步建成了大连东北亚国际航运中心的重要组合港，成为了辽宁省发展，乃至东北临港地区发展的重要节点城市。

基础设施建设方面，长兴岛目前拥有 10 座变电所，其中包括 5 座公共变电所，以及 5 座 66 千伏的企业变电所。实现了 117 公里的送电线路工程。具有长达 45 公里的送水线路工程，可以输送 10 万吨用水。2007 年 12 月三个 30 万吨公共港区通用码头通航运营。拥有在国内具有领先水平的 30 万吨级别的矿石以及同级别的原油码头。目前长兴岛与通过 517 米长的跨海大桥与大陆相连，岛内建成了全长 30 公里的主要道路，岛内油路总长度已达到 305 公里。

## 2.2 数据源及预处理

根据本文研究流程，主体分为两部分，其中，在对研究区域与进行海岸线提取方法研究时，考虑到不同方法分别对自然岸线和人工岸线提取效果的不同，因此采用 2009 年 Landsat 遥感影像数据，该时段对自然岸线以及人工岸线的表达都比较清晰。在第二部分，对研究区域进行围填海区域提取时，根据研究时间段内研究区域自然、经济条件的变化特点，在 1980 年——2012 年期间，分别选取 1980 年、1990 年、2000 年、2005 年、2008 年、2010 年以及 2012 年作为研究时间点，使用研究区域对应时间点的 Landsat 影像数据进行研究。

表 2.1 遥感数据影像列表

Tab. 2.1 Remote sensing image data list

序号	传感器类型	轨道号	空间分辨率（米）	获取时间	搭载卫星
1	MSS	129-32	80	1980-10-29	LANDSAT3
2	TM	120-33	80	1990-05-24	LANDSAT5
3	TM	120-32	30	2000-09-24	LANDSAT5
4	ETM+	120-32	30	2005-09-14	LANDSAT7
5	ETM+	120-32	30	2008-10-24	LANDSAT7
6	ETM+	120-32	30	2009-09-09	LANDSAT7
7	ETM+	120-32	30	2010-10-14	LANDSAT7
8	ETM+	120-32	30	2012-09-17	LANDSAT7

由于研究时间跨度较大，不同时段采用不同 Landsat 数据：1980 年遥感数据使用 Landsat 3 MSS 遥感影像数据，1990 年——2000 年使用 Landsat TM 遥感影像数据，2005 年——2012 年使用 Landsat ETM+遥感影像数据。在获取到的遥感影像数据中，由于 2003 年 5 月 31 日 Landsat7 卫星的所使用的机载扫描行校正器（SLC）其自身产生了故障，因此从该时段其获取的影像数据图像出现了重叠的部分，同时丢失了 25%左右的数据信息。所以，为保证研究结果的准确性，在处理 2003 年以后的遥感数据源时，首先需要

对遥感影像数据进行修正,即对图像进行去条带的处理。本文在对影像进行去条带处理时,使用由地理空间数据云网站所提供的处理方式,即多影像局部自适应回归分析的模型,对遥感数据进行修复。这种模型在对影像条带进行处理修复时,需要多景来自其他不同时相信息完整的遥感数据,利用局部回归分析的方式,填充需要修复的遥感影像缝隙,将丢失的信息最大化的进行弥补。在进行回归分析的过程中,选取局部区域面积最小且相关性最大的区域,将变化值设定为回归区域的面积,进行回归分析,将缺失部分的信息最大程度的进行补充修复,使遥感影像数据图像得到最大程度的信息修复。这种方法虽然较为耗时,但最大程度的保留了影像数据的信息完整性,具有极高的修复质量。

遥感数据影像的预处理是对遥感影像数据应用的第一步,包括对数据进行校正以及对数据进行裁剪等过程。其中,对数据的校正过程包括辐射校正和几何校正,是对由于遥感卫星在获取信息时因自身运行变化、系统自身以及大气环境影响所产生的辐射畸变和几何畸变进行校正的过程。在地理空间数据云中获取的数据源为已经经过简单校正的影像数据,为保证研究结果的精确性,需要进一步对数据源进行精确的辐射校正以及几何校正。同时,为了减少不同时段下获取的遥感影像之间的差异性,在对数据进行几何校正时,还需要对不同时段的遥感影像进行地理参数的统一,最大程度减少因遥感数据自身的差异产生的误差。

对影像数据进行辐射校正的过程,就是去除遥感影像数据获取的过程中所产生的辐射误差,主要分为对图像进行辐射定标和大气校正。其中,辐射定标是用来对由于传感器自身原因产生的误差的校正,其过程是对原始 DN 值(传感器的数字量化输出值)进行转换,使其结果为大气外层表面反射率。在获取的原始数据中,已经经历了辐射定标。因此在对图像进行辐射校正时,本次研究直接对图像进行大气校正的处理。

大气校正主要对由于大气以及光照等因素造成的辐射误差的校正过程。在对地物反射率、辐射率以及地表温度等真实物理模型参数进行获取后,对由于大气的各方面因素对地物反射率造成的误差进行校正。利用 ENVI 软件,使用其中 FLAASH 模块功能,可以有效的去处水衡器/气溶胶的散射效应,同时还可以对波谱噪声进行光谱平滑处理,对垂直成像数据和侧视成像数据也能达到很好的校正效果。其校正结果能够在反应地表地物时较为清晰准确。

几何校正的目的是校正遥感图像在获取时产生的非系统性几何畸变。利用 ENVI 软件提供的几何校正功能,选取经过配准后的该研究区域矢量数据,利用视窗采点模式,对地面控制点(GCP)进行采集,采集后对遥感数据影像进行重采样。

重采样方法主要有三种方法,分别为最邻近插值法、双线性插值法以及三次卷积插值法。其中最邻近插值法是将新像元赋予最邻近像元值;双线性内插法对邻近 4 个点的

像元值内插点的距离进行计算，按照距离值的不同赋予不同的权重；三次卷积内插法在内插点的周围使用 16 个像元，在进行内插时使用三次卷积函数<sup>[41]</sup>。这三种方法中，最近邻插值法最快速方便，但效果较差，会由于图像中像元的偏移导致某些地物产生不连贯的效果；三次卷积内插法虽然较为复杂，计算量较大，但由于其具有均衡化和清晰化的效果，使图像的边缘在一定程度上增强。因此在对于海岸线提取的研究中三次卷积内插法比双线性内插法更为适合。因此，在本研究中选择三次卷积内插法对遥感数据影像进行重采样。

### 3 海岸线提取方法

近年来,随着卫星遥感技术的发展,海岸线提取技术得到了迅猛的进步,逐渐向多时空多元化的方向发展。遥感技术具有多时空多尺度多平台等特点,数据来源广,覆盖面积大,可以对研究区域进行宏观、详细的检测,并且价格低廉。卫星遥感图像得到海岸线信息不论在空间方面还是时间方面都具有非常高的有效性<sup>[42]</sup>。因此,利用卫星遥感图像进行海岸线提取逐渐成为海岸线数据获取的主要手段。

目前通过遥感数据对海岸线进行提取的方式主要分为两大类,分别为目视解译以及自动解译。传统的目视解译仅仅建立在遥感原始图像上,利用 GIS 软件对其进行手工矢量化。该方法操作简单,但工作量大,而且准确性差,比较容易产生误差<sup>[43]</sup>。随着 GIS 技术与遥感技术以及图像处理软件的逐步发展,自动解译逐渐代替传统的目视解译。自动解译是对原始遥感图像进行数据的分析处理,使用自动或半自动的方式将海岸线作为图像中的特征地物提取出来。自动解译的优势在于其具有较高的效率,准确性较传统的目视解译也有了非常大的提高。自动解译实现的核心方法是对原始遥感图像的处理与分析,不同的处理方式都具有自身的优势以及不足之处。

本文将采用目前国内外较流行的三种提取方式:阈值分割法、边缘提取法以及小波变换法,对研究区域进行海岸线提取,针对 2009 年长兴岛 Landsat TM 遥感影像数据,使用 MATLAB 软件其进行海岸线的提取,将提取结果与同时段研究区域高分辨率影像航拍图片进行拟合对比分析,选择出最适宜该研究区域的海岸线提取方式。

为保证海岸线提取结果的准确性,Landsat TM 影像数据的波段合成方式需要最大程度突出海陆边界,在 ENVI 软件提供的 RGB 合成模式中采用 4, 5, 3 的合成方式,其中波段 3 为红色波段,波段 4 和波段 5 为红外波段,能够很明确的确定水体与陆地的界限,为精确的海岸线提取打下基础。

为了降低资源的空间占有率以达到提高处理的速度,在进行海岸线提取前需对已进行波段合成的 24 位 RGB 彩色图像进行图像的灰度化处理,将每个像素的 R、B、G 三个分量进行转换,按照线性组合的方式计算为相应像素的灰度值 I,其公式表达为:

$$I = \alpha R + \beta B + \gamma G \quad (3.1)$$

其中强度系数  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  应满足  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。在 MATLAB 软件中,使用 `rgb2gray` 函数对图像进行灰度化,其强度系数取值为: $\alpha = 0.298$ 、 $\beta = 0.587$ 、 $\gamma = 0.114$ 。

### 3.1 阈值分割法

阈值分割法是一种根据图像像素值差异进行影像特征提取的方法，具有简单实用的特征，多用于被提取物体与背景对比度较大的图像。在对海岸线进行提取时，根据水体和其他地物不同的散射特性，利用灰度阈值，对海洋与陆地遥感图像中呈现的像素值的差异，对海陆进行分割<sup>[19]</sup>。该方法的核心为图像的二值化：根据影像中所呈现出的像素值差异，选取一个适当的特征阈值  $T$ ，介于海洋与陆地的像素值之间。随后通过将该阈值  $T$  与图像中逐个像素值进行对比，划分出海洋与陆地的范围，进而对海陆交界处的海岸线进行提取。其计算公式为：

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & (f(x, y) < T) \\ 0, & (f(x, y) \geq T) \end{cases} \quad (3.2)$$

因此，阈值的选取是阈值分割法的重点。在 MATLAB 软件中，使用 `graythresh` 函数对阈值进行确定，`graythresh` 函数采用最大类间方差法选取适宜该图像的最佳阈值，其原理是根据图像的灰度特性将图像分成目标和背景两个部分，而当目标地物与背景地物差别达到最大时，此时的参数即为最佳阈值，其中用来衡量目标与背景的最大差别的方法为计算类间方差，即类间方差越大两者差别越大。这种方法对于单一阈值的确定具有简单且高效的计算能力。在对阈值确定后，使用 Matlab 软件中 `im2bw` 函数，对图像进行的二值化处理。同时，为了更有效的对海岸线的提取，在二值化的过程中需要对图像进行边缘锐化。

阈值分割法的优势在于其快速简单的计算，当被提取的海岸线两侧海水与陆地周围的背景灰度值呈现出较为均一的分布时，阈值分割法提取到较为理想的结果。但当近岸水体较为浑浊或海陆地物灰度值差异较小时，阈值分割法很难确定出较为精确的海岸线。



图 3.1 阈值分割法提取结果

Fig. 3.1 The result of threshold segmentation

## 3.2 边缘提取算子法

图像边缘是指在图像中物体附近灰度值出现剧烈变化像素点的集合，图像边缘在图像中呈现出了不连续的灰度值<sup>[44]</sup>。边缘检测法根据图像边缘的特征，对图像中每个像素邻域像元的灰度值变化程度进行检测，通过对邻域像元灰度值进行计算，来判断像元点是否为图像的边缘：当邻域像元的灰度值呈现剧烈变化时，则该像元处于图像中的边缘上。

边缘提取算子法的核心对图像中的像素邻域构建的算子，通过该算子对图像中像元邻域梯度变化及方向进行局部的微分计算，通过对其灰度级进行量化以确定图像的边缘：当图像中像元邻域的梯度值呈现为灰度级变化带时，确定该像元为图像边缘上的点。其中，多数边缘检测算子是基于方向导数掩模求卷积的方法。

目前使用的经典的边缘提取算子主要 Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子和 Canny 算子等方法。

### 3.2.1 Roberts 算子

Roberts 算子于 1963 年被 Roberts 提出，该算子的原理是利用任意一对相互垂直方向上的差分来对梯度进行计算，采用对角线方向相邻两像素灰度值之差近的似梯度幅值，即利用局部差分算子计算边缘<sup>[45, 46]</sup>。若输入图像为  $f(x, y)$ ，输出图像为  $g(x, y)$ ，则利用 Roberts 算子进行边缘提取的过程如下：

$$g(x, y) = \{ [f(x, y) - f(x + 1, y + 1)]^2 + [f(x + 1, y) - f(x, y + 1)]^2 \}^{\frac{1}{2}} \quad (3.3)$$

其中  $f(x, y)$ 、 $f(x+1, y+1)$ 、 $f(x+1, y)$ 、 $f(x, y+1)$  分别为四邻域的坐标，均为具有整数像素坐标的输入图像；平方根运算在 Roberts 算子中的应用，使得处理过程与人类视觉系统中发生的过程相类似。

Roberts 梯度算子是一种较为简单的边缘提取算子，使用  $2 \times 2$  模板，对模板  $T_1$  以及  $T_2$  经过计算，对其结果的绝对值进行相加，得到中心像元  $(x, y)$  的梯度值：

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad T_2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Roberts 算子通过计算对角线方向上相邻的两像素之间的差异，对图像中每个像元的梯度值进行确定，最终产生一个梯度图像，实现对图像边缘的提取，以达到突出边缘的目的。该方法在对水平与垂直方向上进行边缘提取时具有较高的提取质量，其优势在于较高的精确度，但同时抗噪声能力较差，容易产生假边缘。

### 3.2.2 Sobel 算子

Sobel 算子是在 1970 年被提出的一种基于一阶微分算法的算子，该算子在对像素梯度计算时，对每个像素四个方向上的邻域点进行灰度加权差的计算，以此确定像素点的梯度值，最后根据特定的阈值来进行取舍<sup>[47]</sup>。其公式表达为

$$S = (dx^2 + dy^2)^{\frac{1}{2}} \quad (3.5)$$

Sobel 算子将  $2 \times 2$  的模板扩展至  $3 \times 3$  的模板，具有两个卷积核，能够同时对垂直和水平边缘进行响应且实现最大值。其模板可以使用矩阵表示为：

$$T_1 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad T_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Sobel 算子在对边缘进行提取时，对噪声能够产生平滑的作用，因此噪声对其影像较小，特别是在应用到比较大的邻域时，其抗噪性能随着邻域的增加而增强，这使得该算子在空间上的实现较为容易。但由于 Sobel 算子的计算量较大，同时，该算子在定位时难以做到十分精确，因此提取结果相对较为粗糙，适用于在精度要求不高的研究中对边缘进行提取。

### 3.2.3 Prewitt 算子

1970 年一种边缘模板算子——Prewitt 算子被提出，这是一种具有理想的边缘子构成的边缘模板<sup>[48]</sup>。Prewitt 算子在对图像进行边缘提取时，分别使用水平方向以及垂直方向上的模板，对图像中像素点的邻域进行检测<sup>[49]</sup>。与 Sobel 算子相同，Prewitt 算子也是一个具有两个卷积核，采用  $3 \times 3$  模板的算子，其水平和垂直方向上的模板分别为：

$$T_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad T_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Prewitt 算子在对边缘进行提取时，利用该算子的两个模板进行卷积，并对其结果进行计算得到像素的梯度值，其表达式为：

$$s_1 = \sum_{i=x-1}^{x+1} f(i, (y-1)) - \sum_{j=x-1}^{x+1} f(j, (y+1)) \quad (3.8)$$

$$s_2 = \sum_{i=x-1}^{x+1} f(i, (y-1)) - \sum_{j=x-1}^{x+1} f(j, (y+1)) \quad (3.9)$$

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} \quad (3.10)$$

这种算子在对噪声较低的图像进行边缘提取时，较为明显的优势，但由于噪声对这种方法的影像较大，当需要进行边缘提取的图片噪声相对复杂时，其提取质量明显不尽如人意。

### 3.2.4 Canny 算子

John F.Canny 于 1986 年经过总结前人的研究和应用，提出了最优边缘检测算子需要满足的三个准则，并据此开发出了一个多级边缘检测算子，即 Canny 算子<sup>[50]</sup>。这三个边缘检测准则分别为：

1.信噪比准则：该准则意在通过提高信噪比达到提高边缘检测的正确率的目的，要求在对边缘点和非边缘点进行判定时，尽可能的提高准确度，最大程度的降低将在边缘检测中可能会出现漏报或误报；

2.定位精度准则：该准则意在提高定位的精确度，要求边缘检测具有较高的定位能力，检测出的边缘点要尽可能在实际边缘的中心；

3.单边缘响应准则：该准则意在减少假边缘的产生，要求最大程度减少对单个边缘产生的多个响应，实现的单一边缘的唯一响应，同时最大程度的抑制对虚假边缘的响应。

基于这三个标准，不难发现最优边缘检测法一方面需要提高对边缘检测时的敏感性，另一方面也需要对噪声进行最大程度的抑制。基于此开发出的 Canny 算子是目前最优的边缘提取算子。

Canny 算子主要分为四个步骤：

1.对图像的平滑处理：在这一步骤中，采用二维高斯函数的一阶导数，利用高斯滤波的方式对图像进行平滑处理，其中，高斯滤波的参数在不同的应用中，应根据实际情况进行适当的选取。

2.在  $2 \times 2$  的邻域内进行差分运算，对平滑后的图像灰度梯度进行运算，像素点大小  $M$  和方向  $\theta$  的计算公式为：

$$M(i, j) = \sqrt{P(i, j)^2 + Q(i, j)^2} \quad \theta(i, j) = \arctan[Q(i, j) / P(i, j)] \quad (3.11)$$

其中， $P$ 、 $Q$  分别表示输入像元点在  $x$  方向和  $y$  方向一阶偏微分的近似值：

$$P = \frac{1}{2} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \quad Q = \frac{1}{2} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

3.对得到的梯度幅值进行非极大值抑制。通过检测梯度幅值中的局部变化，对变化量最大的点进行保留。由于图像的梯度值与图像阵列的  $M(i, j)$  值成正比例关系，因此在确定边缘时，需要对梯度方向上所有非极大值的幅值进行抑制，才能幅值图像中的屋脊带进行细化。

4.边缘检测以及连接边缘。在这个过程中，针对边缘的检测使用双阈值法：规定当像素点的梯度幅度比高阈值大时，该像素点为边缘点；当像素点的梯度幅度比低阈值小时，则排除该像素点为边缘点的可能性<sup>[51]</sup>。

Canny 算子是目前边缘提取算子法中理论上最为有效的一种算子，其提出的边缘提取准则在实际应用中获得了显著的效果，为今后的边缘提取工作提供了极大的参考价值。Canny 算子自身具有很高的综合性，在提取边缘时可以很精确的计算出边缘像素。

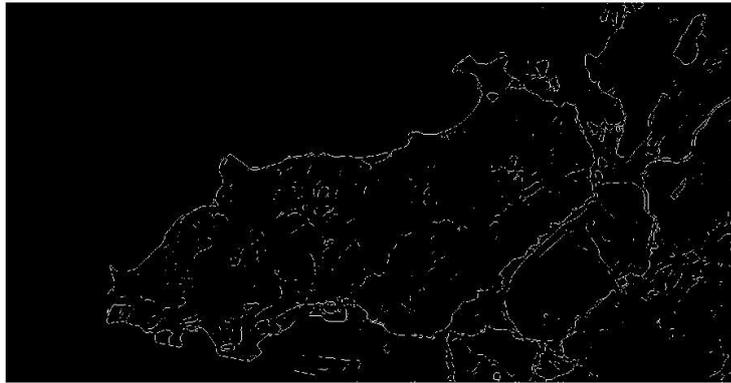
但由于 Canny 算子采用的是  $2 \times 2$  的模板，在垂直邻域内对噪声较为敏感，容易造成假边缘，存在失真情况。另一方面，Canny 算子的高低阈值限定无法顾及局部特征信息，致使边缘不连续的情况出现，同时由于高低阈值的参数无法自动适应，只能人为对其进行设定，导致 Canny 算子的自适应性较差，自动化程度低。在对包含复杂地物或边缘特征破碎的遥感影像进行边缘提取时，利用该方法的缺陷表现的较为明显。

### 3.2.5 在 MATLAB 中对边缘算子提取法的实现

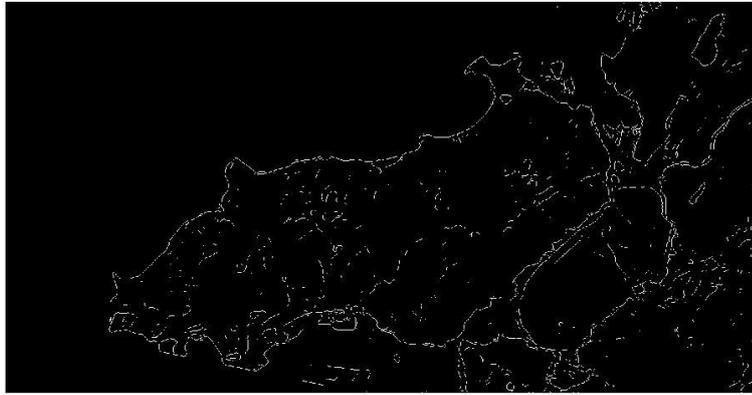
在使用 MATLAB 软件对图像进行边缘提取时，首先分别使用 `wdencomp` 以及 `medfilt2` 函数对图像进行降噪和中值滤波的处理；然后调用 `edge` 函数，利用不同算子对图像进行边缘提取的处理。MATLAB 软件中，本文所使用的四中算子均可以直接其调用相应函数进行使用。其提取结果对比如图 3.2 所示：



Roberts 算子



Sobel 算子



Prewitt 算子



Canny 算子

图 3.2 不同算子提取结果

Fig. 3.2 The results of different operators

### 3.3 小波变换法

小波变换法是数学领域中迅速发展新领域，其基础是小波信号的可平移性及伸缩的不变性，这使得一个信号可以被分解成对空间以及尺度的独立分量，且不会降低原始信号的信息总量，于 1974 年由法国工程师 J.Morlet 提出<sup>[52]</sup>。小波变换法是对傅里叶变换的发展，与傅里叶变换相比，是一个时间和频率的局域变换，能够对信号进行多尺度的细化与分析，从而有效的从信号中提取信息，具有多分辨率分析的特点。小波变换自提出以来已有很快发展，由于在对时、频局部特性进行表达是具有良好的能力，小波变化法有“数学显微镜”之称，由于其在对信号进行处理时表现出较强的有效性，使其在图像处理以及模式识别等领域中，应用的较为广泛，拥有丰富的理论基础<sup>[53]</sup>。

小波变换的具体表现形势为：当  $f \in L^2(\mathbb{R})$ ，其小波变换如下：

$$W_f(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\Psi_{a,b}(t)dt = |a|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\Psi\left[\frac{t-b}{a}\right]dt \quad (3.13)$$

其重构公式为：

$$f(t) = \frac{1}{C_\Psi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |a|^{-\frac{1}{2}} W_f(a,b) \left[\frac{t-b}{a}\right] da db \quad (3.14)$$

其中， $\psi(t) \in L^2(\mathbb{R})$  被称为母小波，若  $\varphi(x)$  为其傅里叶变换，则  $\varphi(x)$  需满足以下条件：

$$C_\Psi = \int_{-\infty}^{+\infty} |x|^{-1} |\varphi(x)|^2 dx < \infty \quad (3.15)$$

设  $a, b$  分别为母小波  $\psi(t)$  的伸缩因子与平移因子，即母小波  $\psi(t)$  通过伸缩和平移后得到的小波序列为：

$$\Psi_{a,b}(t) = |a|^{-\frac{1}{2}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (3.16)$$

由于小波变换在对图像的边缘进行检测时，得到的是各尺度上的边缘信息，因此使用小波分析法对图像提取的边缘为多尺度边缘。在利用小波变换法对边缘进行提取时，是对图像中某一像素点进行检测，利用小波变化算法，计算图像信号的梯度矢量的模的极大值，通过对像素点模极大值的判断来确定该点是否为图像的边缘点。不同尺度下沿着边界方向模极大值连接形成模极大曲线，这条曲线即为图像在该尺度下的边缘。

使用小波变换法对图像进行的边缘检测，一方面原始图像中空间信息的特性得到了有效的继承，另一方面也实现了对图像中高频信息的提取<sup>[54]</sup>。同时，小波分量具有与人类的视觉特性相吻合的方向选择性。因此，利用小波变化法对边缘进行检测能够得到较高精度的图像边缘，对传统边缘提取算法在提取图像边缘质量方面的不足进行了改进。

近年来,随着小波变换在边缘提取技术方面不断的发展和完善,利用小波变换提取海岸线成为了一种新兴的水边缘提取方法。这种方法在对海岸线提取时,首先将海洋和陆地的灰度值转化为数字信号,这些数字信号在海陆交界处会有明显的不连续性(奇异性),利用小波技术对这种数字信号进行分析,找出奇异点的位置,并把它们依次连接起来,从而确定海岸线<sup>[55]</sup>。

由于小波变换技术的时间频率局部精确化及空间多尺度的特性,小波变换在对图像水边缘检测时,一方面可以在小尺度范围内细化岸线,对岸线进行精细处理;另一方面,又可以在大尺度下粗化岸线,对于由于大尺度范围而产生假边缘有很好的处理效果,这在保证岸线的连续性的同时,极大的提高了提取到的海岸线的精确度。

在 MATLAB 中实现小波变换对海岸线提取的代码为:

```
h=[0.125, 0.375, 0.375, 0.125];
g=[0.5, -0.5];
delta=[1, 0, 0];
J=2;
a(1:N, 1:M, 1:J+1)=0;
dx(1:N, 1:M, 1:J+1)=0;
dy(1:N, 1:M, 1:J+1)=0;
d(1:N, 1:M, 1:J+1)=0;
a(:, :, 1)=conv2(h, h, I, 'same');
dx(:, :, 1)=conv2(delta, g, I, 'same');
dy(:, :, 1)=conv2(g, delta, I, 'same');
x=dx(:, :, 1);
y=dy(:, :, 1);
d(:, :, 1)=sqrt(x.^2+y.^2);
I=imadjust(d(:, :, 1), stretchlim(d(:, :, 1)), [0 1]);
```

其提取结果如图 3.6 所示:

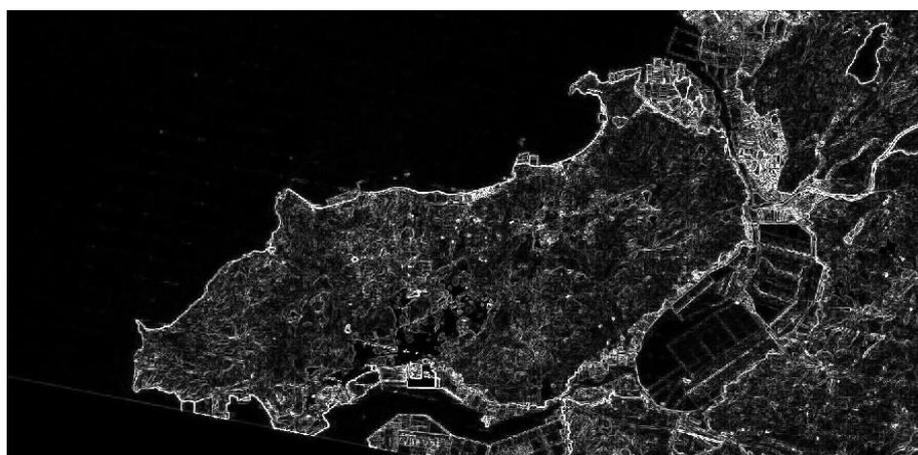


图 3.6 小波变换法提取结果

Fig. 3.6 The result of wavelet transform

## 4 海岸线提取结果分析

### 4.1 提取结果拟合对比

在分别使用几种方式对研究区海岸线进行提取后,为考察几种方式在对海岸线进行提取时,产生的不同结果,需要对提取结果进行与真实地物的拟合对比,分析对比结果,筛选出最适宜该研究区域的方法,作为接下来对围填海区域研究的基础。

本次研究使用 ArcGIS 软件对提取结果进行拟合分析,具体步骤如下

- 1.对在不同方式下提取的海岸线结果图进行矢量化,将提取到的海岸线栅格数据转换为海岸线矢量数据。并对矢量数据进行对比标准的统一化,其中包括对数据地图投影以及地理参考坐标系的统一化处理。地理投影使用高斯-克吕格投影,地理坐标系使用西安 80 坐标系。

- 2.对海岸线矢量图进行几何精校正,参考同一时段研究区域矢量数据图,利用 ArcGIS 软件中几何校正工具,对海岸线矢量数据的空间地理位置进行校正。达到不同方式下提取的海岸线数据地理空间的统一。

- 3.利用与遥感影像同时段同区域的高分辨率遥感航片图,与提取结果进行重合对比。本文使用研究区域大连长兴岛 2009 年高分辨率遥感航片图,分辨率为 0.5 米,具有非常清晰直观的地物可见性。由于航片影像具有高分辨率性,地物特征表现的较为明显,能够清晰的观察出海陆界限,因此,通过对比航片影像图中海陆分界线与实验结果的重合效果,可以较为直观的对比出几种不同方式的优劣性。拟合效果图 4.1 所示。

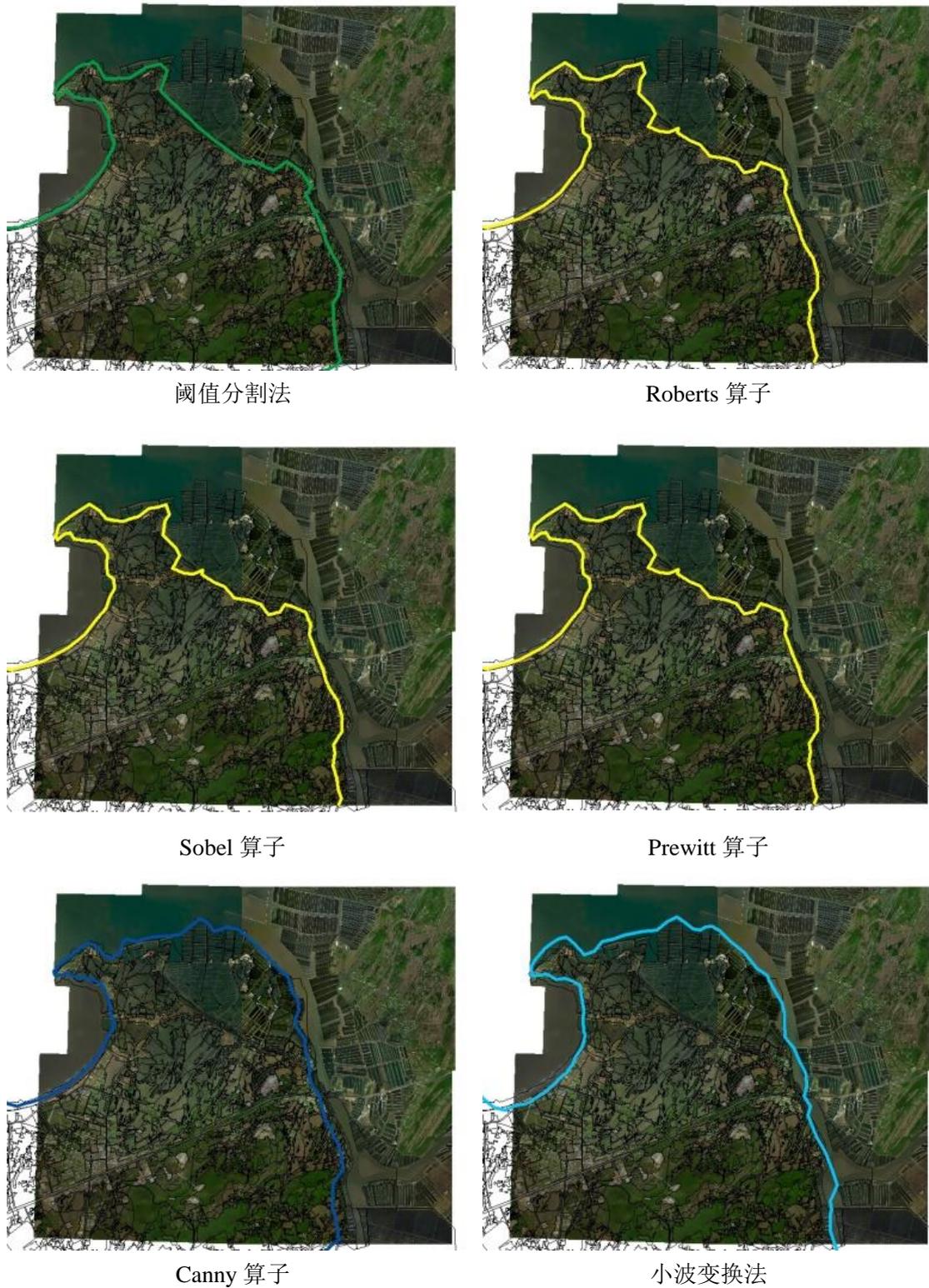


图 4.1 不同方法对海岸线的提取结果拟合图

Fig. 4.1 Fitting chart of different methods of coastline extraction

## 4.2 提取结果验证分析

通过实验结果拟合对比图可以得到如下结论：

(1) 阈值分割法对于海岸线的提取结果与真实地物差别最大，提取结果最粗糙。

(2) 边缘提取算子法中 Roberts 算子、Sobel 算子以及 Prewitt 算子这三种算子对海岸线提取的结果几乎相同。

(3) 小波变换法与 Canny 算子均能较为准确的提取出海岸线，与真实地物拟合程度较大。与其他方式的差异部分多为人工围海形成的养殖圈。在复杂海岸线处，小波分析法相较 Canny 算子呈现明显优势。

(4) 由于填海区域的灰度值与陆地灰度值差距较大，与海域灰度值差距较小，在对其海岸线确定时，存在较大的误差。几种提取方法中只有小波变换法与 Canny 算子能够对填海区域的海岸线进行提取；其中，Canny 算子在对填海区域海岸线进行提取时，提取结果精度更高，更适合研究人工围填海区域。

本次研究主要针对研究区域长兴岛围填海区域的变化进行研究分析，因此需要选择能够精确提取人工围填海区域范围的方法，根据对实验结果的拟合分析结论，可以发现 Canny 算子在对人工围填海区域进行海岸线的提取时，提取的海岸线精度高，误差小，最适宜在对该区域进行围填海的调查时使用。因此，本文选取 Canny 算子法对研究区域进行海岸线的提取。

## 5 围填海区域提取

### 5.1 多年海岸线提取结果

人工围填海区域面积的增长直接影响海岛海岸线的变化与海岛总面积的改变,对海岛整体的发展起着至关重要的作用。海岛海岸线的变化中,大致可以分为两部分:一是由于海洋与陆地之间的相互作用,自然形成的海岸线变迁;另一部分为人工围填海引起的人工岸线的变化。这两者相互作用,互相影响。在考察人工围填海区域变化时,可以借助同时期海岸线的变化来考察人工围填海区域位置与面积的变化。同时,海岸线长度的也反应了海岛向海洋扩张的整体变化趋势,海岸线的变化在考察人工围填海区域范围变化对海岛影响方面起着十分关键的作用。

研究区域长兴岛东侧与瓦房店市之间海域的复州湾盐场建立与 1848 年,将长兴岛与大陆从海域上连接起来,因此本次海岸线提取主要针对长兴岛西侧临海区域进行提取,主要范围东起长兴岛大桥,西至葫芦咀山。

利用 Canny 算子边缘提取法,分别对选定的 7 个时间点进行海岸线的提取,由于 Canny 算子对人工围填海区域海岸线提取的精确性,可以获取不同时段研究区域较为精确的包含人工围填海区域的海岛海岸线。为接下来的分类提取围填海区域打下了基础。海岸线提取结果如图 5.1 所示:

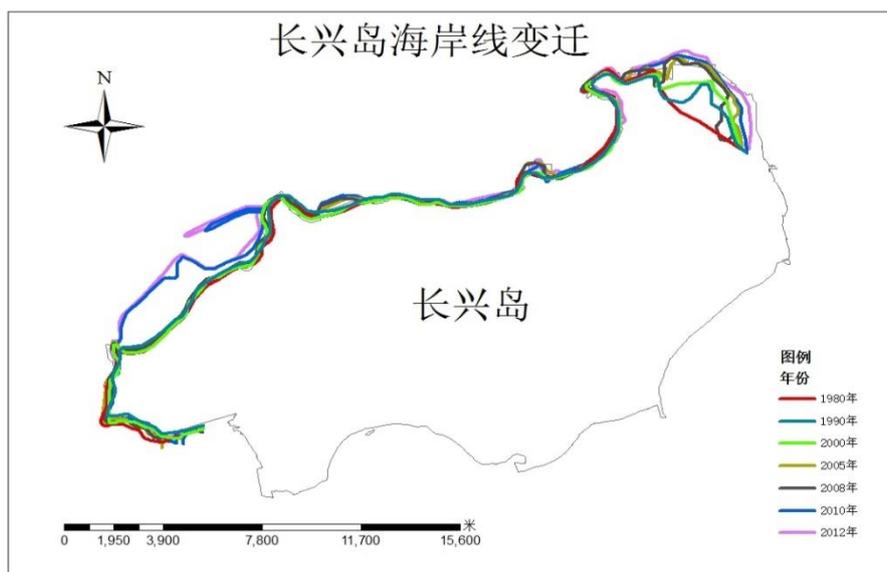


图 5.1 长兴岛海岸线变迁

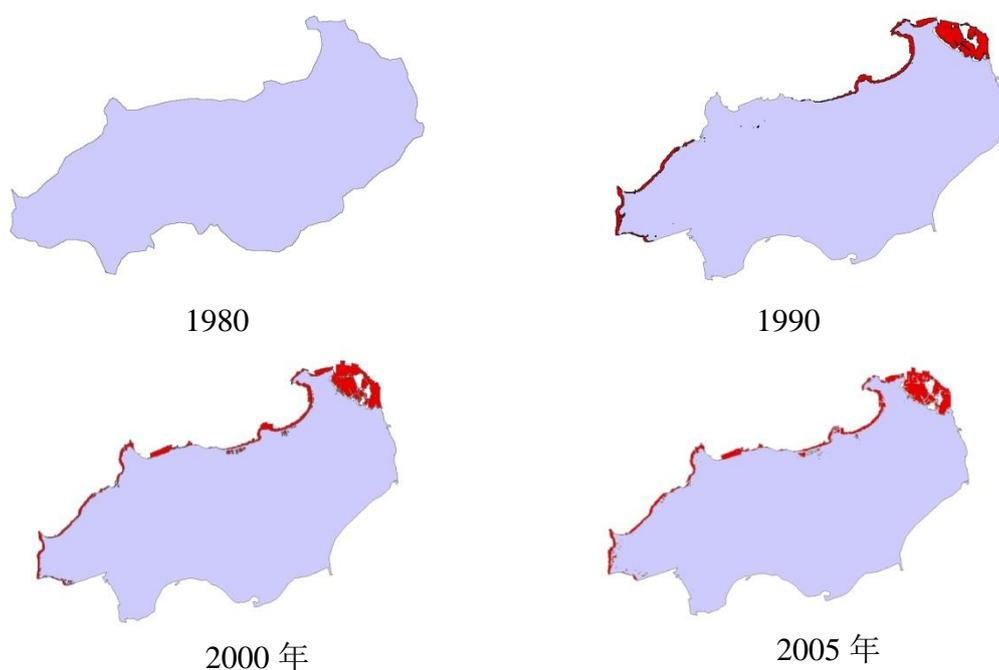
Fig.5.1 The change of Changxing Island coastline

由于海岸线的变化包括自然海岸带变迁形成的变化和人工围填海造成的变化,因此不能仅仅通过海岸线的变迁对围填海区域进行确定,需要对海岛进行土地分类处理,对围填海区域于其他海岛用地进行划分,实现对围填海区域的提取。

## 5.2 围填海区域提取

通过提取到的海岸线,结合长兴岛相对应年份的遥感影像数据以及谷歌地图所提供的岛屿范围,对提取的海岸线进行整合分析,在 ArcGIS 中绘制出不同年份海岛范围矢量数据图,以此作为相应年份海岛研究区域确定的基础。在 ENVI 软件中,以此为裁剪模板对海岛进行图幅裁剪,获取不同时段海岛范围对其进行土地类型的分类进而提取出围填海范围。

对海岛土地类型的分类利用 ENVI 软件提供的分类功能,对海岛进行非监督分类。非监督分类是对图像地物并无先验知识的情况下,采用的一种在多光谱图像中搜寻、定义其自然相似光谱集群的过程。仅仅依靠图像上不同类地物呈现出的不同光谱信息对地物特征进行提取,特征提取后通过对特征差别进行统计实现分类目的,分类后对已分出的各个类别进行实际属性的确认。在执行非监督分类后,采用目视判读的方式,参考研究区域对应时段的航拍图,对类别的定义与子类的合并最终得到围填海区域的提取结果。



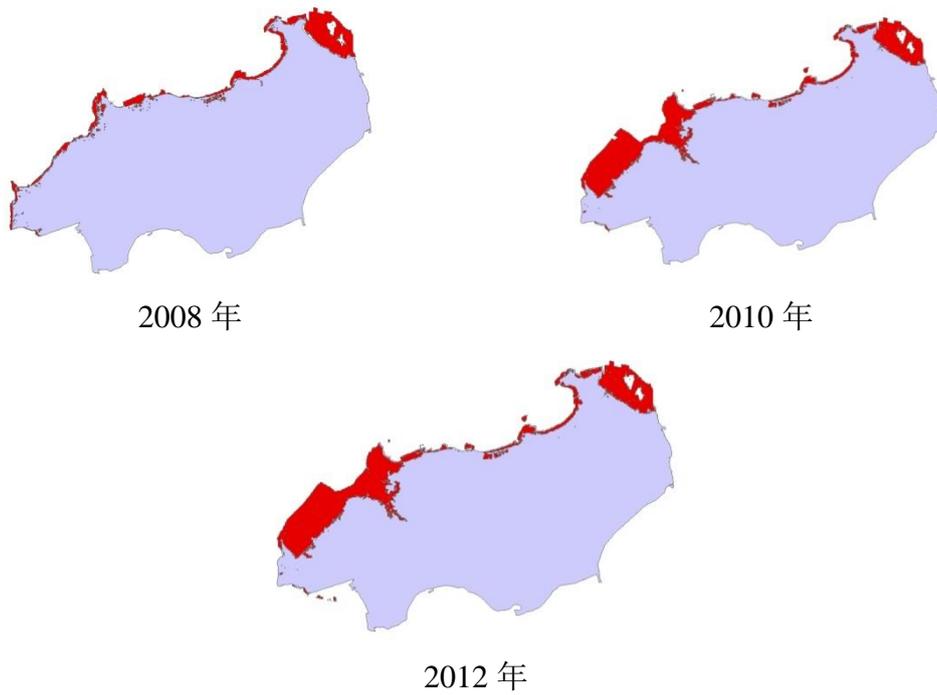


图 5.2 不同年份围填海范围

Fig. 5.2 different reclamation ranges in different years

注 1) 图中红色部分为围填海区域

## 6 围填海区域分析

### 6.1 海岸线长度变化分析

对提取的不同年份海岸线进行分析，海岛海岸线的长度变化标志着海岛整体向海洋扩张的节奏，近 30 年来海岸线长度变化如图 6.1 所示：

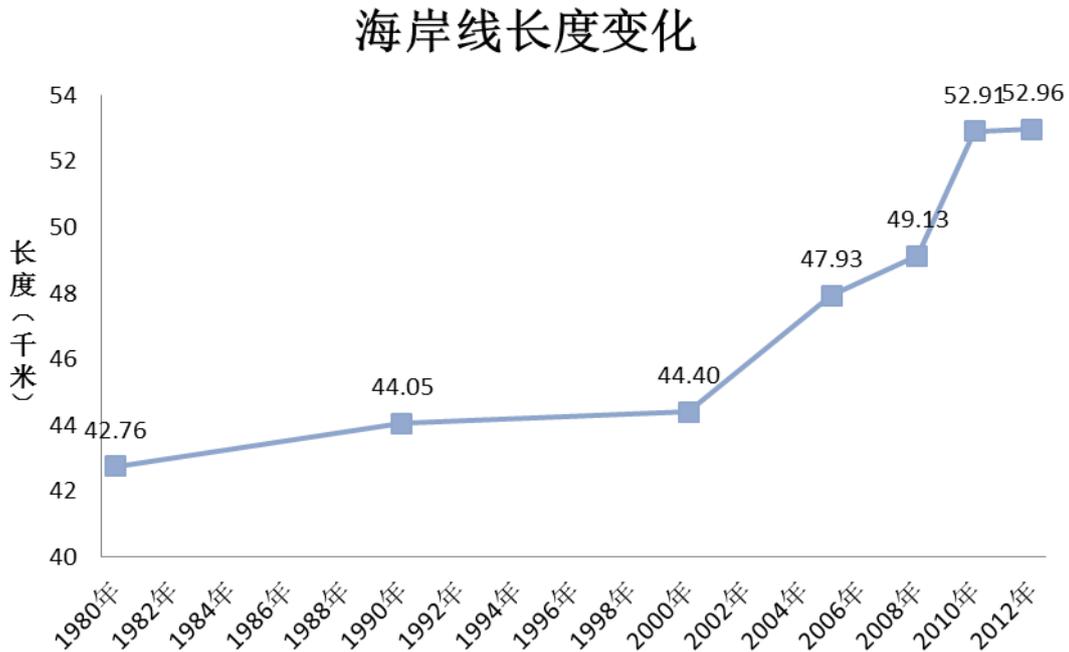


图 6.1 海岸线长度变化  
Fig. 6.1 Change of coastline length

从该图标中不难发现，海岸线长度呈现逐年递增的趋势，其中，在 1980 年——1990 年这十年间，相较 1990 年——2000 年十年间，岸线长度增长较多，总体而言 1980 年——2000 年期间，海岸线增长趋势较为平缓。随着 21 世纪的到来，从 2000 年起，海岸线的增长进入了一个新的时期，2000 年——2008 年间海岸线长度变化十分剧烈，增长非常迅速，进入 2008 年以后，研究区域海岸线长度的变化迎来了一个岸线增长的高峰时期，海岸线长度的增长趋势愈加猛烈，直至 2010 年，海岸线长度变化的趋势才逐渐平缓，海岸线的增长进入了一个平稳发展的时期。

海岸线变化的速率是反应单位时间内海岸线增长长度的内容，其计算公式为：

$$\text{海岸线变化速率 (km/a)} = \text{海岸线增长长度 (km)} / \text{时段程度 (a)}$$

在图表中，每个时间段内斜线的曲率代表了海岸线变化的速率，曲线倾斜角度越大，其斜率越大，该时段内海岸线变化速率越大，反之海岸线变化速率越小。由图中每个阶段的曲线斜率可以看出，研究时段内，海岸线变化速率一直在增加，这表明从 1980 年其，从海岛向海洋扩张的速率在逐年增加，人类向海洋索取越来越多，这其中 2000 年——2005 年期间和 2008 年——2010 年期间是海岸线变化速率最快的两个时间段，该时间段内，海岸线的变化速率分别为： $0.70502\text{km/a}$  和  $1.9135\text{km/a}$ ，这反映出这两个时间段内，是海岸线长度增长的高潮期，海岸线的增长速度达到了顶峰。

## 6.2 围填海区域面积变化分析

通过对海岛围填海区域的提取，可以得到 1980 年——2012 年研究区域围填海区域范围的动态变化情况。在对 1980 年研究区域遥感影像数据进行围填海范围提取时，很难发现该时段围填海范围，由于该时段围填海面积数量较小，不具有可比性，因此，本次研究在对围填海区域面积进行对比时，以 1980 年为基础，仅选用 1990 年——2012 年作为研究时间段，该时段内，研究区域围填海范围面积的变化如图 6.2 所示：

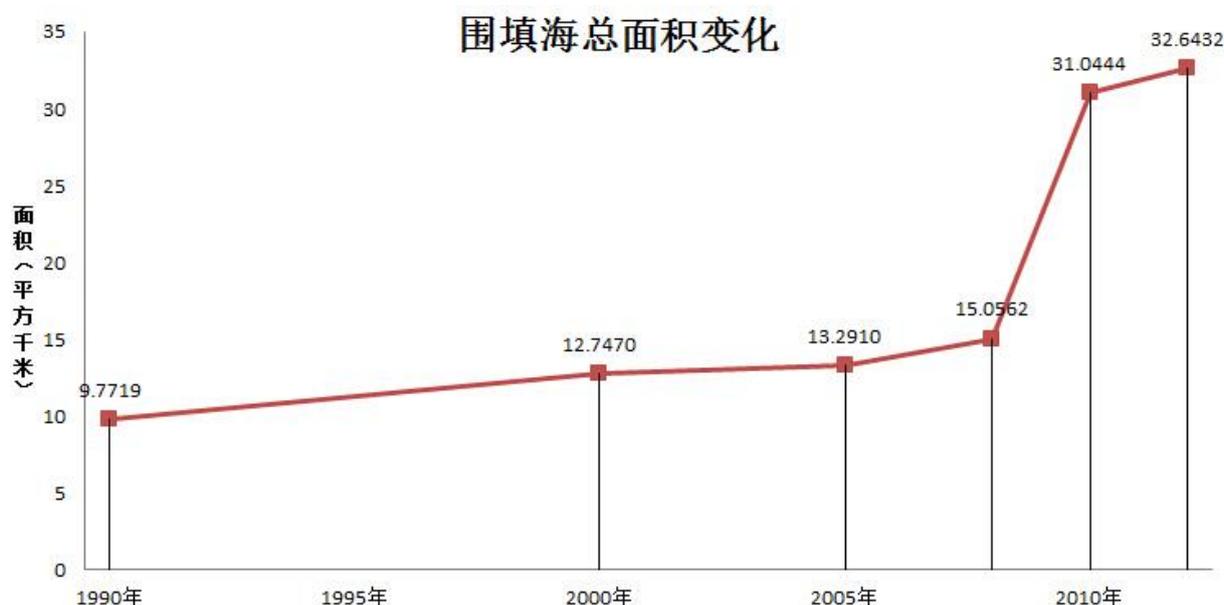


图 6.2 围填海总面积变化

Fig. 6.2 Change of the total area of reclamation

该图表反应的是围填海总面积的变化情况，其中，曲线斜率代表围填海总面积变化速率：曲线斜率越大，围填海总面积增长速率越快。从图表中可以看出，围填海总面积

呈现逐年上升的趋势，在 1990 年到 2012 年之间，围填海总面积的变化可以分为两个阶段，第一个阶段是由 1990 年到 2008 年，在这 18 年间，围填海面积的变化呈现较稳定的上升趋势，年递增趋势较为平缓，这个阶段中，2005 年为转折点，从 2005 年开始到 2008 年，围填海总面积增长速率相比较之前 10 年的速率明显加快。第二个阶段为 2008 年到 2012 年之间，在这个阶段内，围填海总面积变化剧烈，曲线斜率相较之前一个阶段提升了很大，尤其是在 2008 年至 2010 年这个时间阶段中，曲线斜率变化更加明显，表明该时段围填海具有十分迅猛的增长趋势。而在 2010 年——2012 年这两年中，填海面积的变化趋势虽然再起趋于缓和，但仍比第一个阶段围填海的变化速率增长了许多。

围填海总面积变化仅仅能够反映围填海区域范围增长的速率以及面积之和，为更直观清楚的研究围填海面积的变化情况，各个时间段内围填海范围的变化面积也是要考察的一个重要指标。在对围填海变化面积的考察中，考虑到选取的时间段长度不均等的问题，在对其进行分析时，需要考虑到时间段长度对围填海面积变化的影像。这就需要对各个时间段内年平均围填海面积进行统计分析。依据围填海总面积的变化，在对各个时间段内年平均围填海面积进行统计分析时，将 1990 年至 2005 年划分为一个时间阶段，将 2005 年至 2008 年划分为第二个时间阶段，将 2008 年至 2010 年划分为第三个时间阶段，2010 年至 2012 年为最后一个时间阶段。

### 围填海面积变化

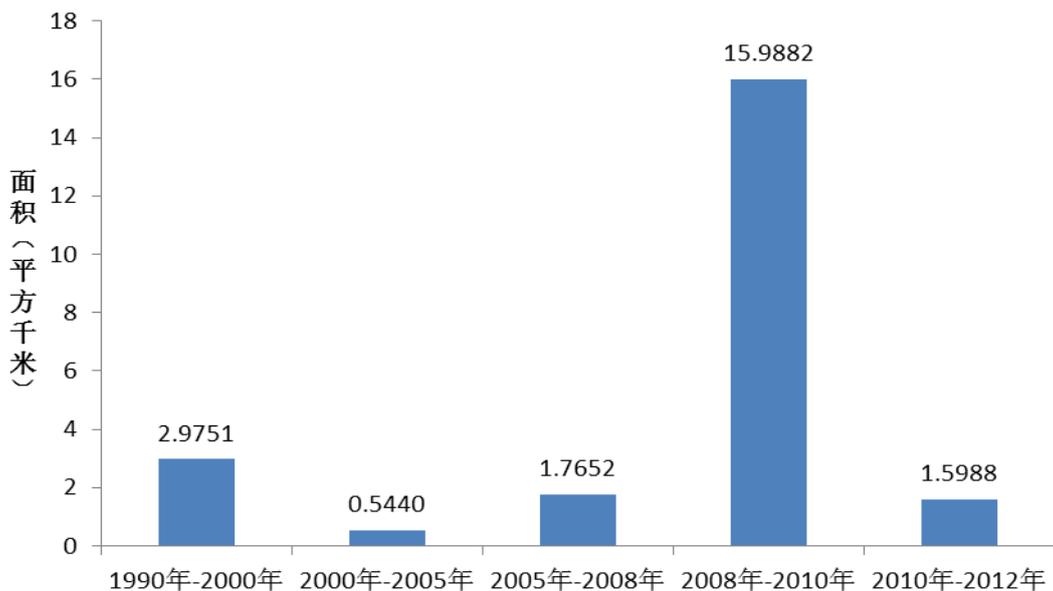


图 6.3 围填海面积变化

Fig. 6.3 Change of area of reclamation

## 年平均围填海面积

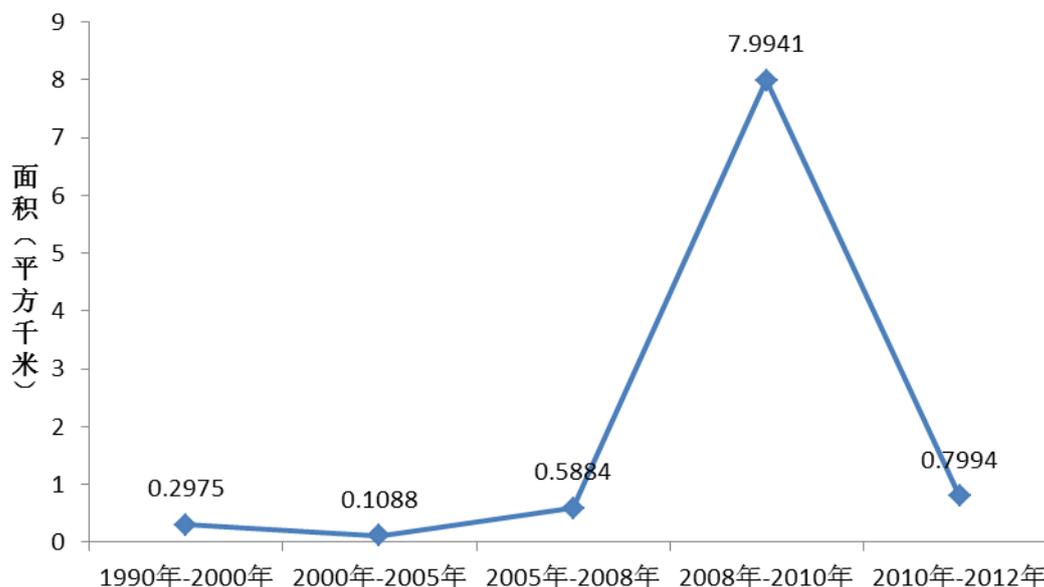


图 6.4 年平均围填海面积

Fig. 6.4 Annual average of reclamation area

根据图表所显示,虽然填海总面积持续增加,但年平均填海面积在研究时段内却并非持续增长,在 2000 年到 2005 年的五年间,年平均填海面积对比 1990 年至 2000 年十年间年平均围填海面积有所下降,仅为过去十年年平均填海面积的三分之一,证明该时段内填海速度有所放缓,发展趋势较为和缓。而 2005 年到 2008 年三年期间,填海面积则相较上一个时段提升了近六倍,围填海区域面积发生了显著的变化,在这三年期间的围填海面积就已达到 1990 年至 2000 年十年间围填海总面积的一半,围填海工程在此期间开始有了新的进展,而 2008 则开启了新一轮的填海高峰期,围填海面积发生迅猛增长,年均填海面积是上一个时段的 13 倍,在图中,这一时段呈现明显的波峰,且高出平均线很大幅度。这一填海高潮期持续至 2010 年,在 2010 年至 2012 年这两年中,年平均填海面积又回到了平均线以下,却仍高于之前几个时段。

### 6.3 围填海区域位置变化分析

通过 ArcGIS 软件提供的叠加分析功能,将对不同年份提取出的围填海区域进行叠加分析处理,可以得到不同时段围填海区域位置的变化图,其地理位置分布如图 6.5 所示:

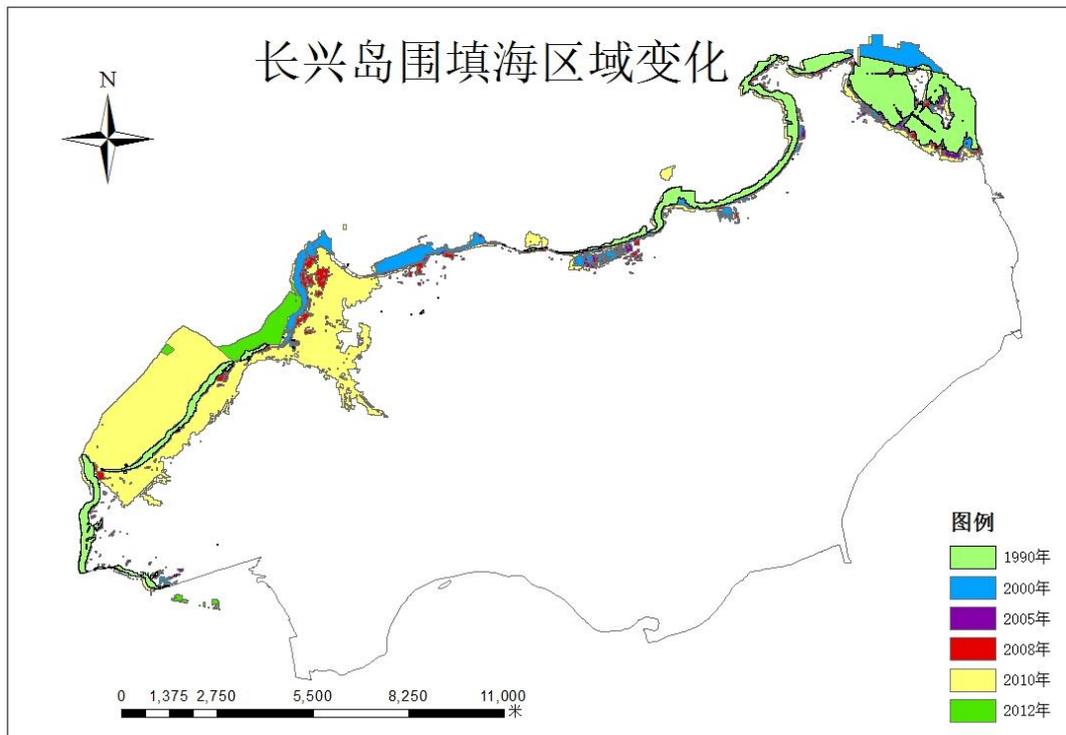


图 6.5 长兴岛围填海区域变化

Fig. 6.5 Change of location of Changxing Island reclamation

从图中可以看出，1990 年至 2008 年间，围填海区域主要位于长兴岛的东北部的海上村。2008 年至 2012 年间，围填海区域则扩散至海岛的西南部的 STX 工厂区域。在近 30 年长兴岛向海发展的过程中，其扩张方向，由东北逐渐转向至西南部，形成了新的围填海范围，同时，沿海岸线处的围填海区域也在不断增长，截止至 2012 年，长兴岛西侧海岸线已经形成了连续的围填海区域，并有不断扩张的趋势。

## 6.4 围填海变化综合分析

### 6.4.1 经济发展对围填海产生的影响

大连市长兴岛临港工业区自建区以来，发展至今，由于政策方案的发展变化，主要经历了一下几个时期的重要转折：2005 年，辽宁省在长兴岛经济开发区建立了长兴岛临港工业区；发展至 2010 年，经国务院批准省级为国家级经济开发区，并成为了辽宁省综合改革试验区。

因此,在近 30 年大连长兴岛开发区发展的过程中,长兴岛的发展主要可以按照这几个时间点分为几个发展的时间段,即 2005 年前的发展过程、2005 年——2010 年的发展过程以及 2010 年后的发展过程。

在 2005 年以前的发展过程中,长兴岛的发展主要为逐步成为辽宁省经济开发区的发展过程。在该过程中,长兴岛的经济虽然平稳上升,但较为缓慢。从上文中的分析可以看出,该时段内海岸线长度的变化以及围填海区域的变化也是表现出一种缓慢上升的趋势,并未出现较大的波动。证明该时段内大连长兴岛由小镇经济逐步向省级经济开发区建设的过程中,呈现出了稳步缓慢的发展。

发展至 2005 年,由于长兴岛临港工业区的成立,长兴岛的经济进入了一个全面发展的阶段。在这个阶段中,长兴岛临港工业区逐渐将招商引资和项目引进发展成为了岛内建设的主力资金引入来源。因此,长兴岛临港工业区加大宣传力度,全方位的进行外招商引资工作,打开招商引资的大门,实现了在最短的时间内迎来了招商引资新局面的绩效。仅 2006 年,长兴岛临港工业区就接待了中外投资的考察项目组超过 120 个,其中 70 多个项目开始进行了洽谈,28 个项目实现了注册,中外企业招商总投资达到 133.6 亿元,其中包括总投资 4.36 亿美元的 10 个外资项目。在其后的发展中,实际利用外资金额为 1886 万美元;已完成签约的 16 个项目总计投资高达 191.9 亿元。

在经济如此迅猛的发展过程中,对于土地的需求量不断增加,大连长兴岛的原有岛屿区域已经无法满足大连长兴岛经济开发区的经济发展的需求。在这样的发展趋势下,长兴岛开展了大面积围填海工程。从上文的分析中可以看出,2005 年开始,长兴岛海岸线长度的变化以及围填海区域的增长也迎来了研究时段内的第一次波动,出现了一次小高潮;而第二次海岸线长度变化以及围填海区域变化较大的波动的起点为 2008 年,此时,长兴岛临港工业区经过 3 年的发展,经济实力已经得到了显著的提升,岛内基础建设工作进展顺利,建立了完善的对外招商引资的平台,成功的为岛内建设引进了大量资金,同时,2008 年——2010 年也是大连长兴岛由省级经济开发区逐渐向国家级经济开发区发展的过程,该时段内,长兴岛工业建设的发展以及港口的发展迎来了高峰,因此,在这期间,长兴岛的海岸线长度变化以及围填海区域的变化均呈现为近 30 年来长兴岛海岸线变化和围填海区域变化的高峰,经济的迅猛发展推动着该时段内长兴岛围填海工程产生了巨大的变化,在经济因素促使着更多的围填海区域的出现的同时,围填海范围的扩大也同样反作用于长兴岛经济的发展,刺激着长兴岛整体建设的前进。

发展至 2010 年,长兴岛全面完成了对岛内基础设施的建设过程,同时在对外招商引资的过程中,通过对外来注资的有效率用,逐步形成了依靠重工业产业,以临海制造业(主要为船舶制造以及装备制造)和临海化工业为主体经济产业的工业体系,形成了

上下游产业联动的发展模式，建立并完善了临港产业工业区，逐渐成为了大连市，乃至辽宁省十分重要的临港工业区。

截止至 2010 年，由于长兴岛临港工业区的发展建设逐渐完善，其经济发展势头锐不可当，长兴岛临港工业区由省级开发区升级至国家级开发区，这对长兴岛的发展起到了进一步的推动作用。截止至 2011 年，大连长兴岛临港工业区全年财政一般公共预算收入实现了同比增长 163.33% 的飞跃式发展，达到 23.7 亿元，其他经济指标也呈现出极大的增长势头，如全社会完成固定资产投资同比增长约 59%，实际使用外资同比增长 65%，实际使用内资同比增长 170%。由此可见，长兴岛临港工业区在成为国家开发区后，综合经济实力显著提升。从上文中可以发现，2010 年——2012 年的过程中，长兴岛围填海区域面积的变化虽然比上一个时期有所下降，但依然呈现上升趋势，且该时段围填海区域的变化程度相较前几个时期均有所提高。

通过分析可以发现，经济的发展对围填海区域的变化其中关键的决定性作用，在经济发展的同时，推动着围填海区域范围的变化，牵动着海岸线长度的改变。与此同时，围填海范围的变化对长兴岛经济建设的发展也起到了不可小觑的促进作用。在长兴岛建设的过程中，经济与围填海区域相互作用，实现了长兴岛不断的发展。

#### 6.4.2 围填海带来的负面影响

然而，快速迅猛的围填海发展在给长兴岛带来巨大经济利益的同时，同样对长兴岛未来的发展在生态环境方面埋下了不小的隐患。

围填海行为使沿海的滩涂湿地遭受了极大的破坏，导致生物多样性的降低，同时对局部地区的气候、水文均造成了不同程度的影响，极大的破坏了滨海滩涂湿地生物的生存环境。近海区域拥有规律的潮水运动、充沛的江河入海流和多样的地表径流，带来丰富的营养物质。因而近海区域吸引着众多依附陆地生存的海洋生物，这些海洋生物依靠吸收陆地输送到海洋的营养生存，并此作为栖息地。围填海工程对陆地向海洋进行的营养输送具有盐场甚至隔断的效果，导致近海域海洋生物栖息地的破坏，生存环境受到空前威胁，直接影响到其产卵繁衍的地点。

然而，围填海对生态环境的影响远不止如此，由于破坏了滨海滩涂湿地底栖生物的生存环境，致使以这些底栖生物为食的候鸟也遭受到了极大影响。大连长兴岛是辽宁省目前仅有的一处灰鹤越冬地，这些灰鹤在由南向北进行迁徙时，出发地多为澳大利亚和新西兰，在经过长达一万多公里的飞行后，到达大连长兴岛进行能量的补充，以完成继续向北迁徙的目的。在这一过程中，由于围填海对滨海滩涂湿地的破坏，导致大连长兴岛无法为灰鹤提供足够的食物，直接影响了灰鹤的繁殖过程，造成灰鹤数量的减少。围

填海对物种多样性和生物密度造成了的极大破坏，引发了近海生物链的蝴蝶效应，导致海岸带生态承载力愈加脆弱。

在对生态系统产生影像的同时，围填海工程对经济发展建设产生的推动作用也随着时间出现了问题，开始受到质疑。

2006 年 9 月 14 日，韩国 STX 集团总投资达 15 亿美元，同长兴岛临港工业区签订投资建设，2008 年 4 月正式投产，该基地位于长兴岛西南侧，占地面积 550 万平方米，由于海岸面积有限，不足以完成该基地的建设，因此长兴岛临港工业区投入 8000 多万元，对规划区域进行填海造地。STX 造船海洋综合生产基地建成后，仅用时 8 个月，就实现了第一艘船舶整体的建造以及顺利下水，为长兴岛的经济带来了飞速的发展。

然而，截止至 2013 年，该公司已经正式进入破产重整程序，其银行贷款余额超过 100 亿元，带来的经济损失不可估计。同时，为 STX 公司提供配套服务的企业，如房地产，也受到了影响，甚至出现了“填海鬼城”。不仅如此，STX 公司的成立为原有户籍人口仅约 5 万的大连长兴岛带来了约 3.5 万名工人，同时还有近 3 万名家属。随着该公司的破产产生的员工失业，对长兴岛造成了大批的人口流失。

由此可见，围填海为沿海区域带来的经济效益，需要在着眼于长时期的发展。不能仅就眼前的获得的利益盲目地开展围填海工程，导致沿海经济带未来生态环境以及经济发展的困境。

## 7 结论与讨论

### 7.1 结论

本文以遥感影像数据作为研究数据源,使用目前国内外较为流行的几种不同的方式,基于 MATLAB 软件,结合 RS 技术以及 GIS 技术,对辽宁省大连市长兴岛进行海岸线的提取,针对提取结果进行拟合对比分析,选择适宜该区域的最优方式,为接下来研究围填海面积提供海岸线提取的最优方法。然后,使用选取出的方式,利用不同时期的 Landsat 遥感影像数据进行对海岛进行海岸线的提取,通过整合分析后计算出不同时段研究区域范围,使用 ENVI 软件对其进行土地类型分类,对围填海区域进行提取。最后将提取后的结果导入 ArcGIS 软件中,分析研究时段内围填海区域变化情况,得到结论如下:

(1) 对海岸线提取的研究结果显示:在对大连长兴岛海岸线进行提取时,阈值分割法、边缘提取法以及小波变换法中,小波变换法能够较为精确的显示自然岸线,边缘提取法中的 Canny 算子能够较为精确的显示人工围填海区域的海岸线。使用遥感图像与 Matlab 软件相结合的方式,达到了海岸线半自动化的提取,并且实现了快速、高效、准确的提取效果。对今后对黄渤海区域的岸线提取提供了一定的借鉴意义:在对该区域自然岸线进行研究时,应使用小波变换法,而在对该区域人工围填海岸线进行研究时,采用 Canny 算子则较为精确。

(2) 近 30 年来,大连市长兴岛区域海岸线长度持续增长,围填海总面积呈现增长趋势,2005 年、2008 年为海岸线长度以及围填海面积变化的关键时间转折点:2005 年起海岸线长度增长愈加迅猛,围填海工程发展加速,2008 年后,海岸线增长以及年平均围填海面积均达到近 30 年来的顶峰。

(3) 大连市长兴岛区域政策经济的变化对该区域海岸线以及围填海区域产生了重要的影响,长兴岛临港工业区的建立对围填海的发展起着十分重要的推动作用,长兴岛区域的经济发展对围填海工程产生了促进的作用,加快了围填海区域面积变化的速度,导致了大面积围填海区域的产生。同时,随着围填海范围的逐步扩大,也在一定程度上刺激了长兴岛的经济的发展。

(4) 大连市长兴岛区域围填海的进展虽然对该区域经济产生了一定的促进作用,但同时对该区域的生态环境也造成了不同程度的损害。在未来的发展中,过快的围填海进展获得的经济利益如何与其对生态环境造成的影像相平衡以及带来的后续发展问题,都应成为在对围填海工程所带来的利益的同时应考虑的问题。

## 7.2 讨论

本次研究中，由于经验尚浅，对数据的处理以及分析还存在着大量的不足与问题，在今后的研究中将进一步的加以完善：

（1）由于数据信息不足，文中对不同方式提取海岸线的结果进行拟合分析时，仅通过图像数据的对比进行分析，缺乏相应的数据信息作为考察对象。

（2）本文在选取特征时间点时，没有考虑到时间段间隔长度的问题，导致研究时段分部不均匀，对研究分析结果产生了影响。

（3）文中仅就围填海总区域进行了划分提取，并未对围填海区域进行功能性的分类研究，在今后的研究中，将对围填海区域具体土地利用类型进行分类处理及分析，对围填海区域进行更加细致精确的研究。

（4）由于研究区域环境限制，本文搜集到的资料有限，文中在研究社会经济因素对围填海的影响效果时，仅仅做了粗略的分析，并没有对围填海的驱动因素进行定量的分析，在以后的工作中需要进一步加强。

## 参 考 文 献

- [1] 何骏. 海岸带功能适宜性评价研究[D]. 辽宁师范大学, 2008.
- [2] 马小峰. 海岸线卫星遥感提取方法研究[D]. 大连海事大学, 2007.
- [3] 余景, 陈丕茂, 贾晓平, 等. 基于遥感和GIS技术的水边线提取方法研究进展[J]. 安徽农业科学. 2012(32): 15989-15991.
- [4] 张怡. 近40年来珠江口海岸线变迁遥感分析[D]. 内蒙古师范大学, 2014.
- [5] 刘林. 胶州湾海岸带空间资源利用时空演变[D]. 国家海洋局第一海洋研究所, 2008.
- [6] 马军. 大连围填海工程对周边海洋环境影响研究[D]. 大连海事大学, 2009.
- [7] Guo H, Jiao J J. Impact of coastal land reclamation on ground water level and the sea water interface[J]. GroundWater. 2007, 45(3): 362-367.
- [8] 胡斯亮. 围填海造地及其管理制度研究[D]. 中国海洋大学, 2011.
- [9] 董志良, 刘嘉, 朱幸科, 等. 大面积围海造陆围堰工程关键技术研究及应用[J]. 水运工程. 2013(05): 168-175.
- [10] Bu L, Yip K. Public Health in Post-War Asia: International Influences, Local Transformations[M]. Routledge, 2014.
- [11] 高乐华, 高强, 史磊. 我国海洋生态经济系统协调发展模式研究[J]. 生态经济. 2014(02): 105-110.
- [12] 2009年中国海洋环境质量公报[J]. 海洋开发与管理. 2010(04): 24-57.
- [13] 李文君, 于青松. 我国围填海历史、现状与管理政策概述[J]. 今日国土. 2013(01): 36-38.
- [14] Niedermeier A, Lehner S, van der Sanden J. Monitoring big river estuaries using SAR images[C]. IEEE, 2001.
- [15] Manavalan P, Sathyanath P, Rajegowda G L. Digital image analysis techniques to estimate waterspread for capacity evaluations of reservoirs[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1993, 59(9): 1389-1395.
- [16] Zhou C, Huang W, Li D, et al. The dynamic monitoring and infinite-scale management of coastal zone with remote sensing and fractal approach[C]. 2001.
- [17] D'Iorio M M. Mangroves and shoreline change on Molokai, Hawaii: Assessing the role of introduced Rhizophora mangle in sediment dynamics and coastal change using remote sensing and GIS[J]. ProQuest Dissertations And Theses; Thesis --University of California. 2003.
- [18] 陈明泉, 孙和利, 李希钰, 等. Matlab平台下遥感影像的海岸线检测与提取方法[J]. 湖北工业大学学报. 2011(05): 66-68.
- [19] 瞿继双, 王超, 王正志. 一种基于多阈值的形态学提取遥感图象海岸线特征方法[J]. 中国图象图形学报. 2003(07): 87-91.
- [20] 黄鹤, 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(01): 66-70.
- [21] 崔步礼, 常学礼, 陈雅琳, 等. 黄河口海岸线遥感动态监测[J]. 测绘科学. 2007(03): 108-109.
- [22] 庄翠蓉. 厦门海岸线遥感动态监测研究[J]. 海洋地质动态. 2009(04): 13-17.
- [23] 李秀梅, 袁承志, 李月洋. 渤海湾海岸带遥感监测及时空变化[J]. 国土资源遥感. 2013(02):

156-163.

- [24] 张朝阳. 遥感影像海岸线提取及其变化检测技术研究[D]. 解放军信息工程大学, 2006.
- [25] 靳艳红, 蒙建军. 一种基于Canny算子改进的边缘检测算法[J]. 重庆文理学院学报(自然科学版). 2011(02): 27-30.
- [26] 马小峰, 赵冬至, 邢小罡, 等. 海岸线卫星遥感提取方法研究[J]. 海洋环境科学. 2007(02): 185-189.
- [27] 郭衍游, 卢霞, 邵飞卿. 基于小波变换的连云港海岸线遥感信息提取[J]. 淮海工学院学报(自然科学版). 2009(03): 86-89.
- [28] 姚月, 许惠平. 福建围填海及其对海洋环境影响的遥感初探[J]. 热带海洋学报. 2012(01): 72-78.
- [29] Hwang M. Coastal land-use change by reclamation of tidal flats along the Western Coast of the Capital Region in Korea[J]. Seoul National University, Seoul, Korea. 1999.
- [30] 马万栋, 吴传庆, 殷守敬, 等. 辽宁省岸线及围填海变化分析[J]. 环境与可持续发展. 2014(06): 54-57.
- [31] 刘琴琴. 基于3S技术的广东省围填海调查与分析[D]. 山东科技大学, 2010.
- [32] 刘荣杰, 张杰, 马毅. 三沙湾30余年来围填海遥感监测与分析[J]. 海洋开发与管理. 2014(09): 17-21.
- [33] 于海波, 莫多闻, 吴健生. 深圳填海造地动态变化及其驱动因素分析[J]. 地理科学进展. 2009(04): 584-590.
- [34] 高志强, 刘向阳, 宁吉才, 等. 基于遥感的近30a中国海岸线和围填海面积变化及成因分析[J]. 农业工程学报. 2014(12): 140-147.
- [35] 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(01): 1-4.
- [36] Chen S, Chen L, Liu Q, et al. Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China[J]. Ocean and Coastal Management. 2005(1): 65-83.
- [37] 马志远, 陈彬, 俞炜炜, 等. 福建兴化湾围填海湿地景观生态影响研究[J]. 台湾海峡. 2009(02): 169-176.
- [38] 王伟伟, 王鹏, 郑倩, 等. 辽宁省围填海海洋开发活动对海岸带生态环境的影响[J]. 海洋环境科学. 2010(06): 927-929.
- [39] 刘洪滨, 孙丽, 何新颖. 山东省围填海造地管理浅探——以胶州湾为例[J]. 海岸工程. 2010(01): 22-29.
- [40] 孙东升. 大连长兴岛经济技术开发区土地集约利用评价研究[D]. 大连理工大学, 2013.
- [41] 程璐. 基于RS和GIS的大洋河河口湿地生态系统服务功能价值动态变化研究[D]. 辽宁师范大学, 2012.
- [42] 赵宗泽, 刘荣杰, 马毅, 等. 近30年来湄洲湾海岸线变迁遥感监测与分析[J]. 海岸工程. 2013(01): 19-27.
- [43] 严海兵, 李秉柏, 陈敏东. 遥感技术提取海岸线的研究进展[J]. 地域研究与开发. 2009(01): 101-105.

- [44] 甘金来. 图像边缘检测算法的比较研究[D]. 电子科技大学, 2005.
- [45] 康牧, 许庆功, 王宝树. 一种Roberts自适应边缘检测方法[J]. 西安交通大学学报. 2008(10): 1240-1244.
- [46] 高勇钢. 一种改进roberts算子边缘检测[J]. 巢湖学院学报. 2009(06): 31-32.
- [47] 袁春兰, 熊宗龙, 周雪花, 等. 基于Sobel算子的图像边缘检测研究[J]. 激光与红外. 2009(01): 85-87.
- [48] Prewitt J M. Object enhancement and extraction[J]. Picture processing and Psychopictorics. 1970, 10(1): 15-19.
- [49] 刘明艳, 赵景秀, 孙宁. 用Prewitt算子细化边缘[J]. 光电子技术. 2006(04): 259-263.
- [50] 王植, 贺赛先. 一种基于Canny理论的自适应边缘检测方法[J]. 中国图象图形学报. 2004(08): 65-70.
- [51] 刘鹏. 海岸线影像特征提取方法与实证研究[D]. 福建师范大学, 2008.
- [52] 朱俊杰, 杜小平, 范湘涛, 等. 图像多尺度边缘检测及图像多尺度分割研究[J]. 地理与地理信息科学. 2013(02): 45-48.
- [53] 卢小燕. 基于提升小波变换的图像多尺度边缘检测[D]. 华中科技大学, 2006.
- [54] 董卫军, 周明全, 黎晓, 等. 基于小波分析的边缘检测技术研究[J]. 计算机工程与应用. 2004(25): 38-40.
- [55] 虞娟. RS和ANN技术在岸线演变分析中的应用[D]. 东南大学, 2005.

## 攻读硕士学位期间发表学术论文情况

魏东岚,曹晓晨. Matlab 平台下遥感影像的北方岸线提取研究-以大连长兴岛为例.测绘通; 2015, 0(5): 66-68

## 致 谢

眨眼间，三年的硕士研究生学习生活转瞬即逝，已经渐渐进入尾声。感谢所有在这三年期间对我的成长进行帮助的老师同学们。

首先感谢我的导师魏东岚老师，魏老师在学术要求上认真严谨，一丝不苟；对学生教学时循循善诱，诲人不倦。三年来，魏老师对我的谆谆教诲使我在未来的道路上确定了方向，明确了目标。在毕业论文写作期间，从论文初期的选题，到论文中期的修改，直到论文后期定稿，由于我在学术研究上的经验不足，经常会出现各种难题，魏老师一直鼓励帮助着我一次又一次的克服每一项难题，保证了这篇论文顺利的完成。再次向魏东岚老师表示我最真诚的感谢。

同时，也要感谢杨俊老师、李家老师以及所有城市与环境学院的老师三年来对我专业知识学习的指导与帮助。感谢辽宁师范大学城市与环境学院对我的栽培与教育。

感谢寝室同学曹阳、张娟、马晓庆、田宇禾三年来给我的包容和理解，陪伴我度过这美好的三年。感谢论文写作期间吴彤、赵沛、张玉枝、李月辰等同学与我共同进行研究探讨，带给我许多技术上的帮助。感谢共同学习的 2012 级 GIS 专业全体同学，感谢你们在硕士研究生学习期间对我的每一次帮助。

最后，再次感谢这三年中教育栽培我的学校学院、关怀照顾我的老师们以及陪伴包容我的同学们。

曹晓晨

2015 年 5 月