近年来大连市围填海区域动态演化研究*

王兆兰[1]，王利[1,2]，赵彪[1]

（1. 辽宁师范大学城市与环境学院　大连　116029；2. 辽宁师范大学海洋经济可持续发展研究中心　大连　116029）

摘要：基于遥感和 GIS 技术，以 2000 年、2005 年、2010 年 LandsatTM 数据和 2014 年 Landsat OLI 数据共 4 期的遥感影像为数据源，完成了对大连市海岸线变迁及围填海区域演变信息的提取，分析了大连市围填海区域的动态演化特征，并探讨了围填海区域变化的驱动因素。研究表明：2000—2014 年，大连市海岸线长度以及围填海面积逐年增加，2005 年以后进入快速增长时期，但增速呈由快变慢的趋势；围填海活动主要集中在瓦房店和市辖区岸段；人工岸线增加，岸线年均长度变化强度由大到小依次为普兰店岸段、庄河岸段、瓦房店岸段、市辖区岸段；从驱动因素上看，围填海面积变化是主要是社会经济因素作用的结果，与养殖业、工业以及港口物流业的发展密切相关。

关键词：围填海区域；填海造地；海岸线；动态演化；大连市

中图分类号：K902；P74　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005－9857(2015)08－0043－05

1　引言

大连市是三面环海的半岛城市，是东北地区对外开放的窗口和最大的港口城市。随着经济社会的快速发展，大连市人多地少的矛盾日益突出，面对日益严重的“土地赤字”问题，围填海成为缓解用地紧张的重要途径。围填海是指通过人类在海岸线外进行围海和填海活动，使指定海域失去海洋属性，从而对其进行有效利用的方式[1]；大规模的围填海工程使得海岸带发生巨大变化，直接改变潮间带滩涂资源量及海岸带环境，引起海岸带多种资源与生态过程的改变，影响沿海人民的生存与发展[2－3]。因此，及时准确地监测沿海地区围填海变化情况，对于研究围填海活动对海洋环境造成的影响，推进沿海地区可持续发展具有重要意义。

近年来国内外学者对围填海区域变化及其驱动因素进行了深入的研究，国外部分学者分别对英国东部海岸、土耳其东部地区海岸带、阿联酋阿布扎比海岸带、尼罗河三角洲、韩国 Gomso 湾淤泥质海岸、印度卡纳塔克海岸、埃及尼罗河三角洲东北部海岸进行了研究[4－8]。国内学者的研究主要集中在对渤海湾西北岸、辽宁省、厦门市、深圳湾、胶州湾等地区的围填海情况进行了监测研究[9－13]。通过对相关文献梳理发现，现有研究多是从省区的层面研究海岸带的变化，对微观海域面积的研究较少，缺乏对大连市近年来的围填海面积变化的研究；解译方法较为单一，对用地类型分辨较为模糊。因此，本研究以大连市为研究对象，结合遥感影像和 Google Earth 实时影像，采用半自动－交互式目视判读方法进行解译，对 2000－2014 年大连市围填海动态变化进行监测研究，以期为大连市海洋资源合理利用、环境保护、城市规划等科学决策提供相关依据。

2　数据来源与研究方法

2.1　研究区与数据源

大连市东临黄海，西邻渤海，南与山东半岛隔海相望，北与东北内陆相连，处于 121°44′E—121°49′E、39°01′N—39°04′N。海岸线范围为瓦房店市浮渡河口至庄河市南尖镇，海岸类型为基岩海岸、沙砾质海岸、岬湾沙砾海岸、岬湾淤泥海岸。近年来，随着大连海洋经济的快速持续发展，沿海地区的土地资源紧缺，大连岸段海岸线

* **基金项目：**教育部人文社会科学重点研究基地 2009 年度重大项目“基于 GIS 技术的辽宁沿海经济带产业布局调整与物流环境优化协调研究”(09JJD790058).

的变化基本上源于围填海工程。本研究采用2000 年、2005 年、2010 年 TM 影像(30 m)、2014 年 OLI 影像(30 m)共 4 个时期覆盖全区的 16 景 Landsat 影像,以及大连政区图、地形图、海图、大连市城市总体规划(2010－2020 年)、《大连市人民政府办公厅关于印发大连海洋功能区划通知》[大政办(2006)165 号]和历年统计年鉴为数据来源。由于围填海区域的岸线一般为人工岸线,成像季节对研究影响不大,因此选取的 16 景影像成像时间均为 9－10 月,且均为无云的高质量影像。

2.2 数据处理

综合研究区的海岸类型和各种海岸线提取方法的利弊,本研究选取人工目视解译法,遥感影像目视解译法提取海岸线的误差可控制在 30 m内,面积量算误差为 6 km^2[21],因此采用此法勾出各时相海岸线可行。本研究对围填海区域的提取主要是在 GIS 技术的支撑下,并参照其他辅助数据采用半自动－交互式目视判读解译。围填海区域的提取具体实施步骤为:在 RS 影像处理技术的支持下对 16 景影像分别做快速大气校正,以便对地物光谱特征的识别。TM 影像选取 5、4、3 波段,OLI 数据选取 6、5、4 波段进行彩色合成,这样的组合有利于陆地/水体的目视判读。对已得到的全部影像分幅做几何校正和地形校正,之后对每一时相的四景影像进行镶嵌,形成一幅覆盖大连全域的影像文件,并且坐标统一为 WGS84 坐标系统 UTM－51N 投影。最后以 2000 年镶嵌完整的影像作为基准影像对其他时相影像做配准,对配准后的各个时相的影像,在参考大连行政区划图以及海图的基础上进行裁剪,确定研究区域界限。本研究将盐田和养殖池视为不透水构筑物,以盐田和养殖池围堤向海测的平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线作为人工岸线[20],且不考虑防波堤和岛屿构成的岸线。利用处理后 30 m 分辨率的影像进行海岸线的目视解译,并勾勒出各个时相大连海岸线。在 GIS 和 Excel 等软件的支持下,完成围填海面积变化的定量分析、空间分析以及表达。

3 围填海动态变化结果分析

依据大连行政区划,将大连海岸分为 4 个岸段,即瓦房店岸段(包括长兴岛临港工业区)、普兰店岸段、市辖区岸段(包括中山区、西岗区、沙河口区、甘井子区、旅顺口区、金州新区)、庄河岸段。根据遥感影像提取结果,分别统计了各个岸段以及整体岸段的海岸线长度和围填海面积的变化量(表 1)。

表 1 2000－2014 年大连市海岸线长度和围填海面积变化量

区域	长度变化量/km				面积变化量/km^2			
	2000－2005 年	2005－2010 年	2010－2014 年	2000－2014 年	2000－2005 年	2005－2010 年	2010－2014 年	2000－2014 年
瓦房店	27.60	52.68	6.00	86.28	36.34	81.41	75.58	193.33
市辖区	25.76	9.87	8.22	43.85	30.31	30.64	23.67	84.62
庄　河	7.97	55.62	5.43	69.02	6.09	64.51	11.58	82.18
普兰店	0.00	9.75	13.21	22.96	0.62	11.65	14.67	26.94
大连市	61.34	127.92	32.86	222.12	73.36	188.21	125.50	387.07

3.1 大连市海岸线长度的时空变化特征

2000—2014 年间大连海岸线长度呈持续增加的趋势,从 2000 年的 1 217.5 km 增加到 2014 年的 1 439.6 km,共增加 222.1 km,年均增加 15.6 km。其中,2005—2010 年间是大连海岸线增长最为剧烈的时期,共增加了 127.9 km,占总增加长度的 58%;其次为 2000—2005 年间,增加 61.3 km,占总增加长度的 28%;2010—2014 年海岸线长度增加最小,占总增加长度的 14%。由表 1 可以看出,4 个岸段不同时期的海岸线长度均呈持续增加趋势;瓦房店岸段的岸线长度增加主要集中在 2000—2010 年的 10 年间, 2010 年以来,此岸段的岸线长度增量较小,仅占 14 年间的 7%;市辖区岸段 2000—2005 年岸线长度增量最大,接下来的 9 年变化较小年均且变化程度相当;庄河岸段的岸线长度增加主要发生在 2005—

2010 年间；普兰店岸段的岸线长度增量发生在 2005—2010 年和 2010—2014 年的两个时段内且各占一半，而 2000—2005 年间普兰店岸段的海岸线长度无变化。

根据大连市乡镇街道的行政界线，将大连海岸线更加细致地分为各个乡镇街道岸段（将大连金州湾国际机场所形成的岸线合并到金州城区岸段内）。根据式(1)[22]来计算 2000—2014 年各个岸段的海岸线变化强度，并制作海岸线变化强度空间分布图（图 1），以更加客观的分析各岸段的海岸线的变化强度以及空间分布特征。

$$L_{\mathrm{CI}ij} = \frac{L_j - L_i}{L_i(j-i)} \times 100\% \qquad (1)$$

式中：$L_{\mathrm{CI}ij}$ 为第 i 年至第 j 年海岸线长度变化强度（length change intensity）；L_i 为第 i 年海岸线的长度；L_j 为第 j 年海岸线长度。

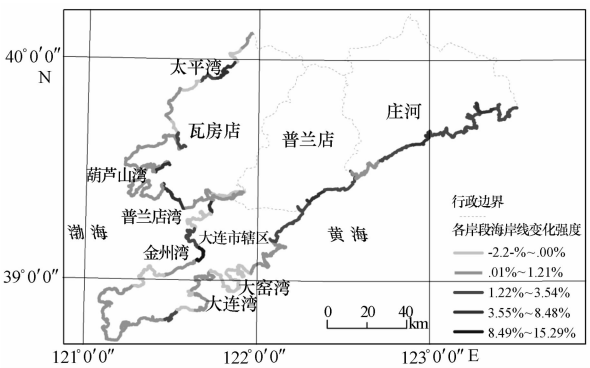

图 1　大连 2000—2014 年各岸段海岸线变化强度空间分布

从空间上看，2000—2014 年间，大连市海岸线长度年均变化强度为 1.30%。各岸段的海岸线年均长度变化强度由大到小依次呈现普兰店、庄河、瓦房店、市辖区的空间分布特征，变化强度分别为 2.49%、2.41%、1.65%、0.55%。

3.2　大连市围填海区域的时空变化特征

从时间方面看（表 1 和图 2），2000—2014 年大连围填海面积共增加了 387.07 km²，年均增长 27.64 km²，总体呈先升后降的趋势。2005—2010 年为围填海面积迅速增加时期，约为前后两个时期增加面积的总和，占 14 年间总增加面积的 47%；这一时期，围填海活动主要集中在瓦房店和庄河岸段，分别占总增量的 43%、34%。其次为 2010—2014 年间，占增加面积的 34%，这一时期围填海面积增加主要集中在瓦房店岸段，占总增量的 62%，其他岸段均有较少分布。2000—2005 年围填海增加面积最小，占 14 年间总增加面积的 19%，围填海活动主要集中在瓦房店和市辖区岸段，分别占总增加量的 50%、41%。

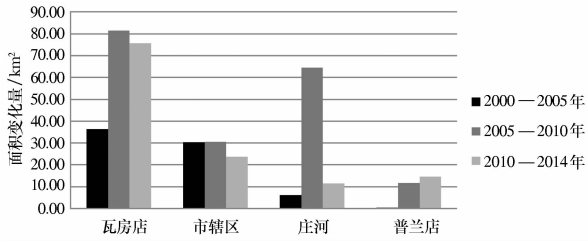

图 2　2000—2014 年大连各岸段围填海面积变化情况

从空间方面看，各岸段围填海特征主要有：瓦房店岸段 3 个时期围填海分布较集中，主要分布在两个岸段，即李官镇至永宁镇岸段（包括李官镇、土城乡、永宁镇海域）和长兴岛至复州湾镇岸段（包括长兴岛、西中岛、交流岛乡、谢屯镇、复州湾镇海域）。市辖区围填海主要分布在金州区的三十里堡街道、金州城区岸段、大连开发区岸段，大连市内的甘井子区大连湾街道两侧、凌水街道岸段和中山区北部海域也有围填海工程分布。庄河岸段围填海分布较均匀，相对来说大郑镇岸段、庄河城区西部岸段、鞍子山乡岸段、栗子房镇岸段围填海面积较大一些。普兰店各岸段围填海分布也是较均匀，相对来说皮口镇岸段分布较多一些。

4　2000 年以来大连市围填海面积变化原因分析

参照《海域使用分类体系》，将围填海的利用类型分为 5 类，即养圈用海、工业用地、港口用地、城市生活及服务业用地、其他用地（包括旅游用地，房地产开发用地，用途不明用地）。根据解译结果（图 3），2000—2014 年间，养圈海是最大的利用类型，占总围填海面积的 67.36%。由于工业用地、港口用地、城市生活及服务业用地以及其他用地属于填海造地区域，固填海造地占 14 年间总围填海面积的 32.64%。养殖用海主要分布在瓦房店岸段（西杨乡、仙浴镇湾、三台子—金州葫芦套屯盐田养殖功能区），市辖区岸段（石河

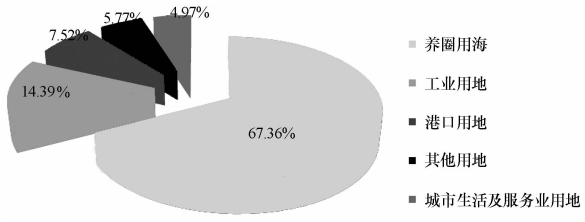

图 3　2000－2014 年大连市围填海利用类型

街道－大魏家街道)，普兰店岸段(杨树房镇)，庄河岸段(碧流河口－庄河达拉腰子养殖综合功能区，青堆子湾养殖功能区)；填海造地中的工业用地所占比例较大且分布广泛，主要是临港工业区拓展以及国有废弃盐田上工业区的建设等；其次为港口用地，主要有旅顺新港扩建工程，大窑湾港、庄河港等港口建设等；再次为其他用地，其主要是用来房地产开发和旅游业建设，例如金渤海岸的房地产用地，金石国际运动中心的旅游用海等；所占比例最小的是城市生活及服务业用地，主要有凌水湾高新园区总部经济基地、大连金州湾国际机场、小窑湾航运综合服务区、东港城市公共服务区的建设等；14 年间填海造地工程大量分布在市辖区岸段和瓦房店岸段。

基于 GIS 数据分析工具，提取 2000—2014 年变化的区域，将变化区域与 2014 年影像叠加，并结合 Google Earth、《大连海洋功能区划》以及实地调查解译围填海区域的利用类型以及空间分布情况(图 4)。

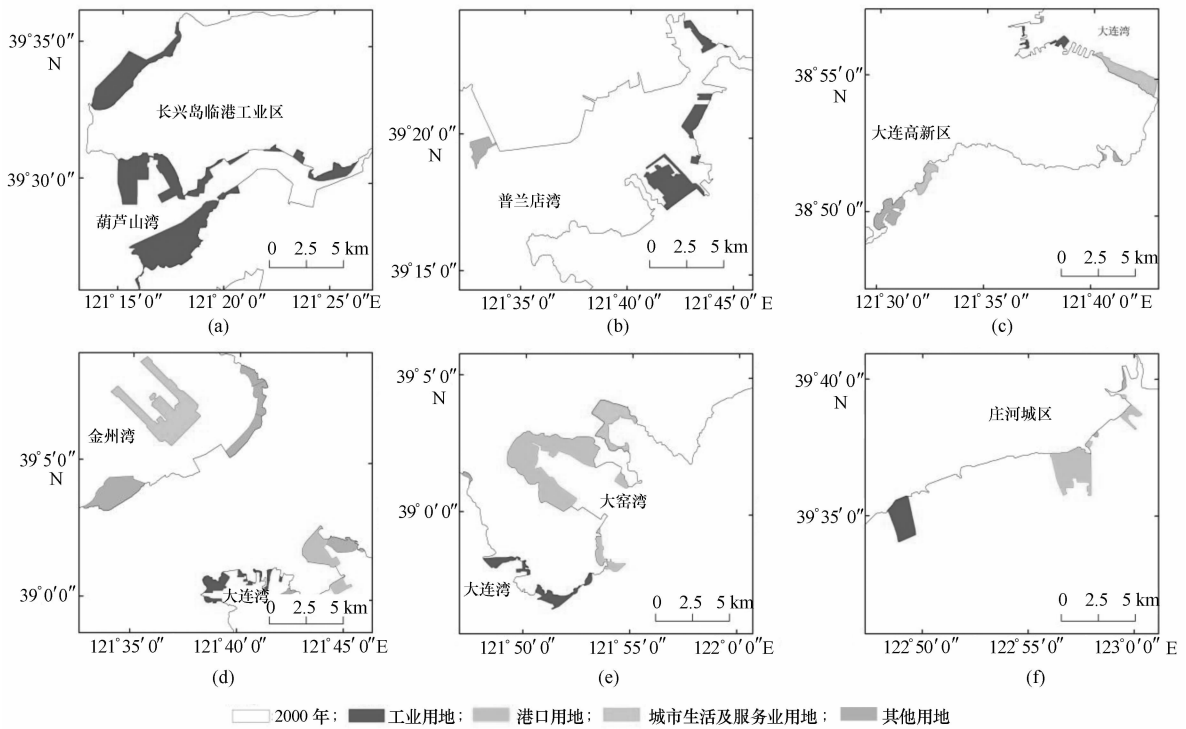

图 4　2000—2014 年大连市主要填海区域及具体利用类型

近年来，大连着力发展海洋经济，沿海经济带的经济水平大大加强，在海洋与渔业强市战略推动下，2013 年大连市实现海洋经济总产值 2 652亿元[23]4 年实现 2 990 亿元的海洋经济总产值。在经济因素和城市发展的驱动下，海洋渔业，沿海工业不断发展，城市建设用地规模不断扩张。海水养殖产量从 2000 年的 118.6 万 t 增加到 2013 年的 141.56 万 t，由此反映出此期间养殖池的修建，养殖业的大力发展，势必导致海域面积的减少，围海利用的面积大量增加。例如，在瓦房店、庄河岸段进行了大规模的海参养殖活动，使得养殖池面积大大增加。大连市 GDP 从 2000 年的 1 110.8 亿元增加到 2013 年的 7 650.8亿元，港口吞吐量从 2000 年的 9 699 万 t 增加到 2013 年的 4.1 亿 t，人口从 2000 年的 551.5 万人增加到 2013 年的 591.4 万人。临港工业的建设、港口物流业的发展以及人口的迅速增加都将导致沿海地区土地资源的稀缺，使得填

海造地活动大规模进行，进而导致填海面积的不断增加。

由此可见，近年来大连围填海的动态演变主要由经济因素和建设用地需求的驱动，其中养殖业的发展、工业的建设、港口物流业的发展是使海域范围向海扩张的主要动因。

5　结论

本研究利用 2000—2014 年 LandsatTM/OLI 影像数据，参考其他辅助资料，基于遥感和 GIS 技术，利用目视解译法，对围填海区域的用地类型进行了解译，获取了 2000—2014 年大连围填海时空变化情况，统计了各个类型的面积分布情况，并分析了围填海动态演变的主要驱动因素。主要结论有：海岸线变化方面，近年来大连海岸线长度总体呈增长趋势，共增加了 222.1 km；2005—2010 年间是大连海岸线长度增长相当于前后两个时期增加量的总和，由大到小依次呈现出 2005—2010 年、2000—2005 年、2010—2014 年的时间分布特征；各岸段海岸线长度年均变化强度由大到小依次呈现普兰店、庄河、瓦房店、市辖区的空间分布特征。在围填海面积变化方面，近年来大连围填海面积共增加了 387.07 km^2，围填海活动前两个时期呈快速增长的趋势，后一时期有所减慢；2005—2010 年为围填海面积迅速增加时期。围填海活动主要分布在瓦房店和市辖区岸段；用地类型方面，大连围填海的主要用地类型为养殖用海、工业用地和港口用地；大连围填海的动态演变主要由经济因素和社会因素驱动；养殖业的兴起，工业的发展，港口的建设导致围填海工程大量进行是驱动海域面积变化的直接因素。本研究仅对大连近年来海岸线以及围填海的动态演变情况做了初步的分析，如何结合海洋功能区划、主体功能区划分结果，生态保护区划分等结果进行适宜性评价，明确围填海区域用地类型的合理性，提出具体的改进建议还有待于进一步深入研究。

参考文献

[1]　高志强，刘向阳，宁吉才，等. 基于遥感的近 30 年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(30)：141.

[2]　蔡则健，吴曙亮. 江苏海岸线演变趋势遥感分析[J]. 国土资源遥感，2002，53(3)：19－23.

[3]　陶明刚. Landsat－TM 遥感影像岸线变迁解译研究：以九龙江河口地区为例[J]. 水文地质工程地质，2006(1)：107－110.

[4]　DONOGHUE D N，THOMAS D C，ZONG Y. Mapping and Monitoring the intertidal zone of the east coast of England using remote-sensing techniques and a coastal monitoring GIS[J]. Marine Technology Society Journal，1994，28(2)：19－29.

[5]　SESLI F A，KARSLI F，COLKESEN I. et a1. Monitoring the changing position of coastlines using aerial and satellite image data：An example from the eastem coast of Trabzon，Turkey[J]. Environmental Monitoring and Assessment，2009，15(3)：391－403.

[6]　YAGOUB M M，KOLAN G R. Monitoring coastal zone land use and land cover changes of Abu Dhabi using remote sensing[J]. Pho-tonirvachak-Journal of the Indian Society of Remote Sensing，2006，34(1)：57－68.

[7]　KEVIN W，HESHAM M. Monitoring changing position of coastlines using Thematic Mapper imagery，an example from the Nile Delta[J]. Geomorphology，1999，29：93－105.

[8]　RYU J H，WON J S，MIN K D. Waterline extraction from Landsat TM data in a tidal flat：a case study in Gomso Bay，Korea[J]. Remote Sensing of Environment，2002，83(3)：442－456.

[9]　朱高儒，许学工. 渤海湾西北岸 1974—2010 年逐年填海造陆进程分析[J]. 地理科学，2009，32(8)：1006－1012.

[10]　柯丽娜，王权明. 基于 RS 的辽宁省海岸线 1990－2005 年动态变化及驱动力分析. 海洋开发与管理[J]. 2012，29(7)：54－56.

[11]　王琳，徐涵秋，李胜. 厦门岛及其邻域海岸线变化的遥感动态监测[J]. 遥感技术与应用，2005，20(4)：404－409.

[12]　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，2009，28(4)：584－590.

[13]　徐进勇，张增祥，赵晓丽，等. 2000－2012 年中国北方海岸线时空变化分析[J]. 地理学报，2013，68(5)：653.