

渤海湾西北岸 1974~2010 年逐年填海造陆进程分析

朱高儒, 许学工

(北京大学城市与环境学院, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871)

摘要: 自20世纪70年代以来, 渤海湾西北岸陆续实施了大量填海工程, 形成了目前中国最大的人工填海造陆区, 有必要对其进行精确和连续的监测与分析。以1974~2010年逐年MSS/TM/ETM影像为主要数据源, 利用RS/GIS技术, 分析了研究区填海造陆的动态空间分布和数量变化特性。36 a间, 研究区共填海901.7 km², 主要在滩涂和近海进行, 海岸线长度从1974年的224.9 km增长到2010年的536.7 km, 填海区的重心总体上从东北向西南方向迁移了26.3 km。将研究期细分为5个阶段进行深入分析发现: 研究区海岸线长度增量与填海造陆规模呈正相关关系; 填海利用方式经历了盐田为主→盐田和水产养殖相结合→港口和临港工业为主的发展历程; 以天津港和曹妃甸港及各自的临港工业区为填海造陆中心和副中心的格局已经形成。

关键词: 填海造陆 逐年 海岸线 RS GIS 渤海湾西北岸

中图分类号: P737.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2012)08-1006-07

为了扩大社会生存和发展空间, 世界沿海地区通过围填海来解决日益严峻的“土地赤字”问题的做法非常普遍。荷兰通过自16世纪以来的3次围垦高潮将大量海岸湿地和河口地区转变成了农业和工业用地, 目前1/3的国土位于海平面以下^[1]; 日本东京湾^[2]、埃及尼罗河三角洲^[3]等地也都进行大规模填海造陆活动。近年来中国沿海经济带迅速发展, 沿海土地资源的稀缺促进了填海造陆活动的不断发展, 并呈现出速度快、面积大、范围广的发展趋势^[4]。填海造陆在增加土地资源的同时也对生态环境和社会生产带来了深远的影响^[5], 对填海造陆的监测和研究成为现实需要。

渤海湾西北岸包括从天津滨海新区到唐山曹妃甸新区的海岸带, 是现今中国最大的人工填海造陆区, 其中曹妃甸港及工业区造陆总面积达310 km², 是世界上单体吹填面积最大的填海工程^[6]。滨海新区1993年在塘沽区、汉沽区、大港区等基础上成立, 2006年成为国家规划的经济特区, 是天津城市发展的核心之一。曹妃甸于2005年成立工业区, 2009年与南堡经济开发区、唐海县等合并正式挂牌新区, 2010年纳入国家总体战略发展布局。

研究区所在的渤海湾区域具有地形坡度较小, 泥沙资源丰富, 海岸线弧度较大等自然条件, 有利于填海造陆的大规模进行。自20世纪70年代以来, 研究区在经济和政策的双重驱动下, 对土地资源的需求更加强烈, 进一步加快了填海造陆的进程, 造成了海岸线的永久改变, 给海岸带资源与环境带来巨大压力。故需要对其海岸线变迁进行长期连续监测, 进而总结海岸线的发展规律, 及时发现问题, 为科学决策提供支持。

近年来, 基于RS和GIS分析海岸线和海岸带变化的案例在国内外都有很多成功应用。Yagoub M M等研究发现阿联酋阿布扎比海岸带湿地等自然植被区明显减少, 而人工种植园大幅增加^[7]; Kumar A等通过遥感影像、地形图等多源数据还原了1910~2005年间印度卡纳塔克海岸的变化情况^[8]; El Banna M M等研究发现近50a来埃及尼罗河三角洲东北部海岸经历了大范围的围垦和开发, 导致泻湖和海岸沙丘大量转化为农田、养殖池等, 城市也在迅速扩张^[9]。中国学者也对珠江河口^[10]、长江崇明岛^[11]、福建省厦门市^[12]以及渤海湾^[13]等地海岸带进行了遥感监测与分析, 发现现代时期填海

收稿日期: 2011-07-20; **修订日期:** 2011-11-30

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40830746)资助。

作者简介: 朱高儒(1983-), 男, 四川宜宾人, 博士研究生, 主要从事海岸带生态环境与资源开发研究。E-mail: zhugaoru@pku.edu.cn

通讯作者: 许学工, 教授。E-mail: xxg@urban.pku.edu.cn

造陆和海堤修筑越来越成为海岸线变化的主要原因,而自然因素如流域水沙来量、潮汐和波浪作用等对海岸线的作用相对变小。已有的海岸线和海岸带变化研究虽然时段也长达几十年,但基本都是选取几个时间点作为代表,对整个时段进行逐年监测的研究还鲜见报道。而事实上,海岸带变化特别是高强度开发的人工岸段的变化非常剧烈,需要更加精确和密集的监测与分析,从而动态地掌握填海造陆空间分布特征与数量变化特性,为填海造陆的宏观管理提供快速、准确的基础数据源。因此,本文利用 Landsat 系列卫星的 MSS/TM/ETM 影像,对渤海湾西北岸 1974~2010 年海岸线进行逐年监测,以期获得研究区更为精确的海岸线变迁信息,分析填海造陆进程,探讨海岸线变化的原因,从而促进研究区海岸带的科学发展。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

研究区地处渤海湾的西北岸,范围为 $117^{\circ}32'2''N \sim 118^{\circ}54'36''N$, $38^{\circ}36'33''E \sim 39^{\circ}13'30''E$,包括隶属天津市的滨海新区,隶属河北省唐山市的曹妃甸新区和丰南工业区,东南面为渤海湾(图 1)。研究区属暖温带半湿润气候区,年平均温度 $11 \sim 13^{\circ}C$,年平均降水量约 $520 \sim 660 \text{ mm}$;土壤类型包括盐碱土、沼泽土、潮土和褐土;自然植被主要为滨海湿地植被和人工阔叶落叶林。这一区域是中国最大的盐业生产基地,同时还拥有丰富的油气资源,2008 年 GDP 达 4 178 亿元,常住人口 243 万人。为体现和适应填海造陆导致海岸线不断变化的实际情况,将高程在 -10m 内的近海部分纳入研究区。

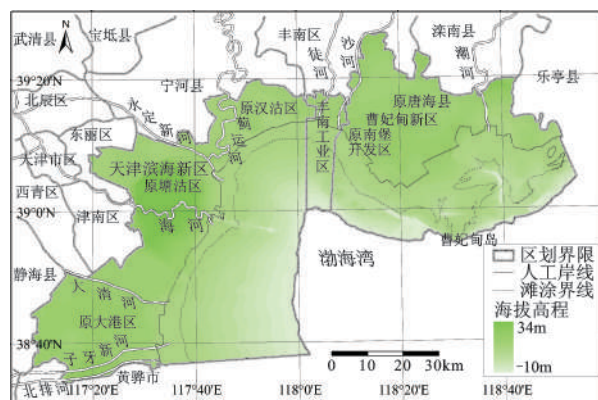


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of the study area

研究区海域潮汐属不规则半日潮,平均潮差 $2.28 \text{ m}^{[13]}$;波浪以风浪为主,集中在 NE-E-SE 方向^[14];波浪与潮流作用明显,是海域的主要动力因素,堤岸与底质主要被波浪侵蚀,泥沙主要由潮流输送。自 12 世纪黄河改道不再从该区入海以来,其自然岸线已经趋于稳定;20 世纪中叶之后,由于修筑防潮闸等原因泥沙补给减少且相对稳定,长期以来边界条件与动力条件已基本适应,周边滩槽冲淤基本平衡^[15-17]。因此,近 30 a 来研究区海岸线的外推基本上是人工围垦、填海造陆的结果;同时,由于近 30 余 a 来研究区近海地貌未发生较大改变,使用研究期内的 DEM 数据和海图数据(见表 1)分别绘制 -10m 水深线和滩涂界限是可行的。根据量算,研究区总面积为 $7\,008.1 \text{ km}^2$,其中陆地、滩涂、近海和岛屿面积分别为 $3\,497.7 \text{ km}^2$ 、 $1\,204.9 \text{ km}^2$ 、 $2\,290.5 \text{ km}^2$ 和 15.0 km^2 (1974 年)。

1.2 数据源

研究数据包括 1974~2010 年覆盖研究区的逐年遥感影像、渤海湾 DEM 图、海图和行政区划界线(表 1)。

1.3 研究方法

研究方法主要是在 ArcGIS 9.3 支持下提取海岸线,并结合其他数据确定研究区界和滩涂、近海界限,而后进行空间分析和数学计算(图 2)。海岸线提取步骤如下:① 使用 DEM 数据获取 -10 m 高程线,然后叠加行政区划界线,确定研究区界线;② 对 TM/ETM 影像选取 5, 4, 3 波段组合,对 MSS 影像选取 3, 4, 2 波段组合,这样的组合色彩均较为接近自然色彩,有利于目视判读;③ 利用色彩合成的 MSS/TM/ETM 影像进行人工判读,勾勒各年份海岸线。由于本研究区海岸线在 20 世纪 60 年代已经基本人工化,同时本文主要研究内容是人类活动对滩涂和近海海域的占用,因此采用人工岸线/堤坝作为海岸线;④ 由于本区自然过程对滩涂的改造较小,滩涂泥沙的运移处于相对平衡状态,因此采用海图的滩涂界线作为本研究的滩涂界线。基于解译的 31 个年份的海岸线数据,在 ArcGIS 9.3 平台中利用 Model builder 综合不同模块建立新模型,通过数据提取、线面转化、叠加分析、空间计算等操作,计算历年海岸线长度,填海造陆区面积及填海造陆占用滩涂、海域和海岛面积;以及利用 Mean Center 模块获取基于斑块面积权重的累积填海区重心等^[18]。

表1 研究所用数据集

Table 1 Dataset of the study

大类	具体类型	数据描述	数据来源	备注
遥感影像	MSS	1974-06-05, 1975-03-11, 1976-09-19, 1979-09-04, 1982-09-15 (1982-05-13)		
	TM	1984-09-10, 1987-03-27, 1988-09-21, 1989-08-23, 1990-08-10, 1991-09-30, 1992-07-30, 1993-06-15, 1994-09-06, 1995-05-04, 1996-05-22, 1997-05-25, 1998-09-01, 2004-10-03, 2005-09-04, 2006-07-21, 2007-09-10, 2008-09-02, 2009-08-30, 2010-08-17	① 国际科学数据服务平台; ② 中国科学院对地观测中心 ③ 美国马里兰大学全球土地覆盖研究部	① 缺少1977, 1978, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986年影像; ② “()”内为拼接图幅的日期
	ETM	1999-08-11, 2000-06-10, 2001-09-01, 2002-05-31, 2003-05-18, 2008-09-20		
其他数据	DEM	全国1:25万地形数据库j5003, j5004, j5007, j5008分幅	国家基础地理信息中心	1995年
	海图	秦皇岛港至歧河口海图	中国人民解放军司令部航海保证部	2004年
	行政区界	天津滨海新区、唐山曹妃甸新区、丰南工业区界	行政区划、规划图	

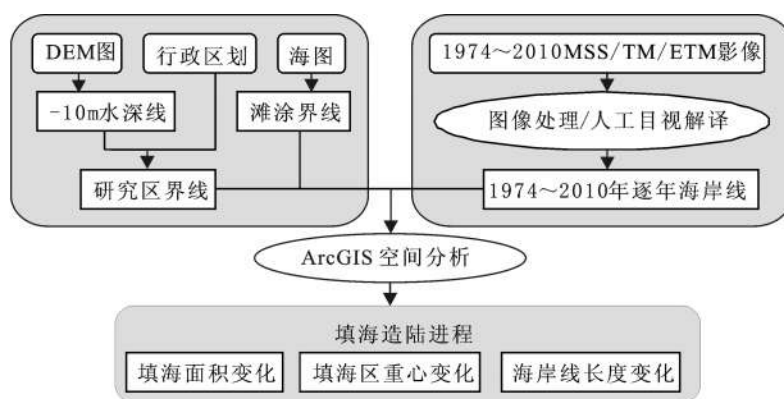


图2 研究流程

Fig.2 The study flow

2 研究结果

2.1 填海造陆解译结果

通过勾勒历年海岸线并进行叠加,同时综合滩涂和近海界线,得到研究区1974~2010年填海造陆进程(图3)。

2.2 历年填海造陆面积变化

填海造陆的面积和占用对象变化是人类活动强度的直观反映。研究期内本区共填海901.7 km², 占用对象包括滩涂、近海和障壁岛, 面积分别占总填海面积的76.0%、23.5%和0.5%(图4)。

2.3 海岸线长度变化

随着填海造陆进程的不断进展,研究区海岸线也随之发生了改变(图5)。主要趋势是长度增

加,从1974年的224.9 km增长到2010年的536.7 km。

2.4 填海区重心迁移

由于历年填海区具有明显的空间分异和面积差异,导致累积填海区的重心呈现出连续和规律性的变化,可反映研究区内填海造陆的时空分异。1974~2010年,累积填海区的重心总体上呈现出从东北向西南不断迁移的趋势,速度先快后慢再快,36 a间总共向西偏南32°方向转移26.31 km(图6)。

3 研究区填海造陆阶段划分和特点分析

3.1 填海造陆阶段划分

在综合分析研究区历年填海面积、海岸线长

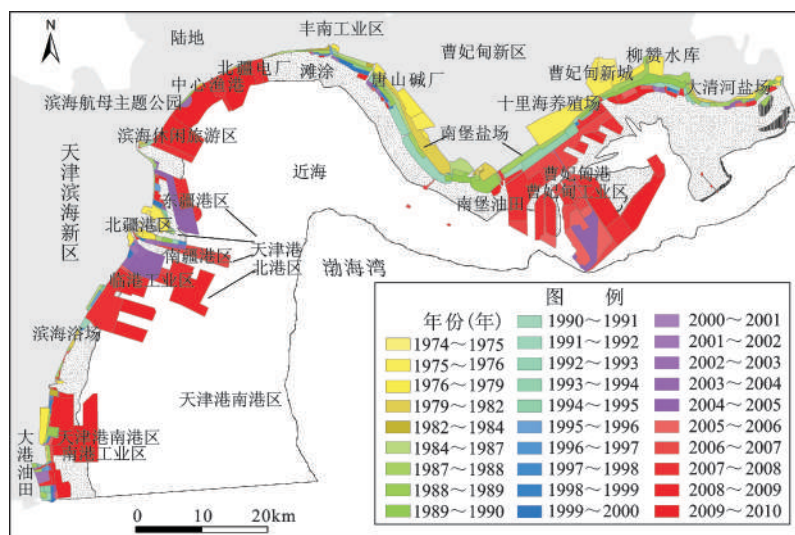


图3 研究区 1974~2010 年填海造陆进程

Fig.3 Courses of land reclamation from the sea in the study area during 1974 to 2010

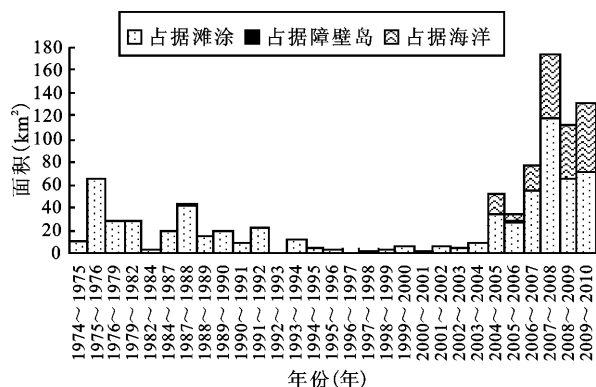


图4 研究区填海面积及其来源变化

Fig. 4 Reclamation area and sources of each year

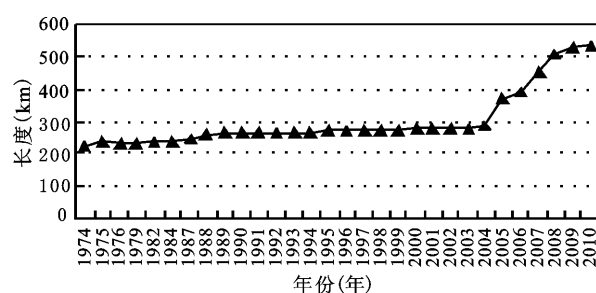


图5 研究区海岸线长度变化

Fig.5 Yearly change of the coastline length of the study area

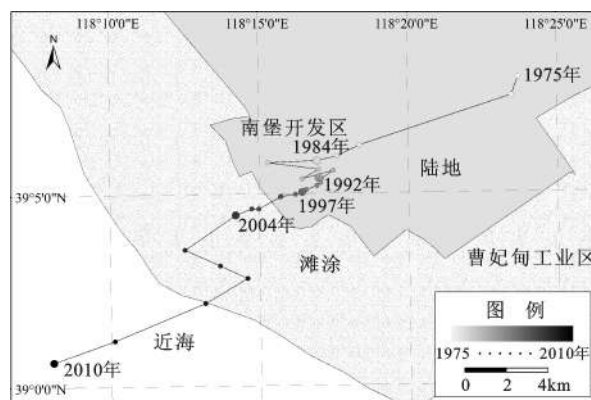


图6 研究区累积填海区重心转移

Fig. 6 Barycenter transfer of total reclamation area

度和累积填海区重心的变化的基础上,可将研究区填海造陆进程划分为5个阶段。

第一阶段(1974~1984年):填海特点是紧贴岸线,层层推进,深度较浅,年均填海面积 13.4 km^2 ,全部是对滩涂的围垦。主要的填海发生在曹妃甸新区;另有少部分填海位于天津港的北疆港区。

海岸线长度以 1.51 km/a 的速度缓慢增加;但在 1975~1979 年间由于在南堡盐场西南部和东南部、十里海养殖场等凹岸的围垦,海岸线长度出现了一定缩短。填海区重心最初位于曹妃甸新区的东部区域,主要是由于 1976 年修建柳赞水库,以及在南堡盐场东南部和十里海养殖场的填海所致;而之后在南堡盐场向西南方扩张和滨海新区的填海建港工程作用下向西偏南 23° 方向转移了 10.52 km 。

第二阶段(1984~1992年):这期间填海区在上一阶段的基础上继续向海推进,范围扩展到研究区大部分岸段,主要占用仍是滩涂,减少 $16.2 \text{ km}^2/\text{a}$;此外围垦了部分岛屿。显著的变化包括曹妃甸新区填海以获得水产养殖用地和盐田,天津港北疆、南疆港区和天津港南港区的扩建,以及建设天津海滨浴场和唐山碱厂等工程。海岸线长度增长速度加快,达 3.41 km/a 。填海区重心位置变化不大,呈波

动向南运动,8 a间向南偏东 6° 方向转移了0.82 km,反映出曹妃甸新区围垦和滨海新区填海活动趋于平衡。

第三阶段(1992~1997年):这一时期填海面积较少,年均仅 4.28 km^2 ,几乎全部建立在滩涂上。主要的填海区位于曹妃甸岛与陆地之间的浅滩、天津港和原大港区近岸。海岸线长度变化很小,年均仅增长0.34 km。填海区重心首先在南堡盐场东南部填海的作用下向南偏东方向转移,而后在南堡盐场西南部、唐山碱厂、天津港南疆港区、大港区南部填海工程的作用下向西偏南方向发展,5a间共向西偏南 41° 方向转移了1.05 km。

第四阶段(1997~2004年):这期间填海面积仍然维持较低水平,年均 4.78 km^2 ,其中大部分仍在滩涂上,但有少部分填海区已经延伸到近海,共占据近海面积 0.6 km^2 。填海区域主要位于天津港的北疆、南疆和临港工业区,原汉沽区滨海航母主题公园、原大港区近岸、唐山碱厂、大清河盐场也有部分填海项目。海岸线长度加速增长,达 2.05 km/a 。填海区重心向西偏南 19° 方向转移了3.40 km,已从曹妃甸新区的原有陆地部分逐渐转移到滩涂部分。值得注意的是,天津港东疆港区围垦工程和曹妃甸连岛公路在这一时期基本完工,这为下一阶段的大规模开发打好了基础。

第五阶段(2004~2010年):这一时期填海造陆活动发展迅速,年均填海面积高达 96.96 km^2 。填海围绕几个重点区域的大规模开发而推进,其中最重要的是曹妃甸工业区和天津港北港区;此外在曹妃甸新区的曹妃甸新城、南堡油田填海区,滨海新区的北疆电厂、中心渔港、海滨休闲旅游区、南港工业区均有相当规模的填海工程。填海位置也从单纯的滩涂围垦向更深的海洋发展,36.4%的填海区来源于近海,最深处已达水下6 m。海岸线从283.3 km增加到536.7 km,几乎翻倍。填海区重心首先随着曹妃甸工业区的建设向南偏东方向移动,而后由于滨海新区的大规模填海建设不断西移,6 a间向西偏南 39° 方向转移了11.31 km,从曹妃甸新区的原有滩涂部分转移到了海洋内。

3.2 研究区填海造陆特点分析

本区近30余a来海岸线变化的驱动力主要是人类活动;反言之,海岸线的长度、填海造陆的面积及占用对象、累积填海区重心的变化也反映了人类活动的强度和方式。

第一,与中国其他地方填海造陆工程往往使得海岸线长度减少的情况不同^[19],本研究区内海岸线长度增量与填海造陆规模呈正相关关系(相关系数为0.94)。根据研究区属淤泥质海岸带、海岸线在自然状态下比较平滑的自然本底情况,在研究区所进行的填海开发活动中:盐田开发和水产养殖由于需要连续而接近海洋的大面积土地,采取的围填方式是整体推进,在平直海岸对岸线长度影响不大,在凸岸会略微增加岸线长度,在凹岸可能会因截弯取直导致海岸线长度的缩短;港口需要建设泊位等,需要曲折的海岸线,会增加海岸线长度;临港产业集群、近岸油田开采等需要规整的近似方形的土地,往往一部分向海中突出,会增加海岸线长度;滨海旅游区一般以亲水旅游为导向,也需要增加海岸线长度。因此,除了1975~1979年对凹岸围垦造成海岸线长度缩短以外,大部分时期的人类活动均有利于海岸线长度的增长。

第二,填海造陆的规模和海岸线长度的变化反映出,研究区填海目的经历了第一阶段以盐田为主→第二、三阶段以盐田和水产养殖相结合→第四、五阶段以港口和临港工业为主的发展历程。以油田开发和滨海旅游等为目的的填海造陆工程也在第二阶段兴起并不断发展。

第三,研究区内滨海新区海岸带开发的主导地位不断增强,以天津港和曹妃甸港及各自的临港工业区为填海造陆中心和副中心的格局已经形成。前三阶段主要的填海工程集中在曹妃甸新区,且呈逐步向南迁移的趋势;后两个阶段天津滨海新区的填海工程占据了主导地位,仅在2005~2007年曹妃甸工业区大规模填海时有所波动;丰南工业区填海虽规模不大,但也保持平稳向南推进的态势。这与在过去的30余a中填海区重心持续向西南方向迁移所反映的情况相符。

4 结论与展望

对于渤海湾西北岸这种主要由于人为造陆引起海岸线迅速变迁的海岸带,利用连续年份的卫星影像为主要数据源,通过RS和GIS的综合分析,是快速识别新增填海区,动态地掌握填海造陆空间分布特征与数量变化特性的迅速且经济的方法。通过对1974~2010年研究区海岸带逐年遥感影像的处理分析,可以发现:

1) 研究区共填海 901.7 km^2 ,相当于海岸线整

体向海推进 4.0 km, 主要在滩涂和近海进行; 海岸线长度总体上呈加速增加趋势, 研究期末是初期的 2.39 倍; 填海区的重心总共向西偏南 32° 方向转移了 26.31 km。

2) 填海造陆的面积及占用对象和累积填海区重心的变化反映了不同时期人类活动的方式、位置和强度: 1974~1984 年, 填海面积较大, 紧贴岸线, 主要在曹妃甸新区, 全部占用滩涂, 填海区重心向西南方向快速转移, 反映该阶段填海以盐田开发为主; 1984~1992 年, 填海以盐田开发、水产养殖和油田建设为主, 规模继续增加, 扩展到大部分岸段, 占用了小面积岛屿, 填海区重心向南缓慢转移; 1992~1997 年, 填海以盐田开发和水产养殖为主, 面积较小, 主要在曹妃甸浅滩和天津港北港区域, 填海区重心向西南方向缓慢转移; 1997~2004 年, 填海以港口建设、盐田开发和水产养殖为主, 面积继续增加, 主要在天津港北港区和原大港区, 已经从滩涂延伸到近海, 填海区重心加速向西南方转移; 2004~2010 年, 随着曹妃甸工业区、临港工业区、南港工业区等的相继建设, 以及天津港东疆、南疆港区的继续扩张, 填海面积急剧增加, 并大量占据近海, 填海区重心首先向南而后向西方向迅速转移。

3) 海岸线长度的变化趋势和变化量分别反映了研究区填海造陆的目的和强度。在 2004 年之前, 填海造陆面积较小, 土地利用方式主要是盐田开发和水产养殖等, 采取的围填方式是整体推进, 虽然天津港和大港油田等有一定扩张, 但总体上海岸线长度增长缓慢, 甚至由于在凹岸围垦截弯取直而出现短暂下降; 从 2004 年以来, 填海造陆面积急剧增加, 利用方式也转变到建设港口及临港工业区、开发油田以及发展滨海旅游目的地等方面, 形成了曲折的海岸线, 使海岸线长度几乎翻倍。

根据天津滨海新区和唐山曹妃甸新区的规划, 未来 10 a 还将有超过 300 km² 的滩涂和近海转化为陆地, 主要用于扩展曹妃甸新城、东疆港区、临港工业区、南港工业区和兴建临港产业区(位于临港工业区和南港工业区之间), 布置的产业主要有港口物流、装备制造、临港冶金和石油化工等。作为社会经济热点区、生态环境脆弱区、海平面上升敏感区, 研究区填海造陆已经并将继续促使海岸带土地利用和生态环境发生根本性的变化, 带来一系列紧迫的资源、环境和人地关系问题。填

海造陆不仅会直接侵占潮滩和近海动植物栖息地, 造成潮流和港湾水动力的变化、泥沙沉积和航道淤塞等问题, 同时在新生土地上布置的各类产业特别是各类重化工产业可能对海洋环境造成破坏性影响, 此外还增大了新生土地上人和物暴露在风暴潮中的风险。这些问题需要在填海造陆的规划 and 实施全程中加以重视, 优化填海位置, 控制填海规模, 监测环境变化, 努力消除其负面影响。

参考文献:

- [1] Hoeksema R J. Three stages in the history of land reclamation in the Netherlands[J]. *Irrigation and Drainage*, 2007, **56**(S1): 113-126.
- [2] Hayashi T, Miyakoshi A. Land expansion with reclamation and groundwater exploitation in a coastal urban area: A case study from the Tokyo Lowland, Japan[C]//Fukushima Y. From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management. Boca Raton: CRC Press, 2009: 553-558.
- [3] El Banna M M, Frihy O E. Human-induced changes in the geomorphology of the northeastern coast of the Nile delta, Egypt [J]. *Geomorphology*, 2009, **107**: 72-78.
- [4] 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.
- [5] 朱高儒, 许学工. 填海造陆的环境效应研究进展[J]. *生态环境学报*, 2011, **20**(4): 761~766.
- [6] 记者. 世界规模最大的精卫填海——新首钢围海造地建新城[N]. *北京现代商报*, 2005-06-20.
- [7] Yagoub M M, Kolan G R. Monitoring coastal zone land use and land cover changes of Abu Dhabi using remote sensing[J]. *Photonirvachak-Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 2006, **34**(1): 57-68.
- [8] Kumar A, Narayana A C, Jayappa K S. Shoreline changes and morphology of spits along southern Karnataka, west coast of India: A remote sensing and statistics-based approach[J]. *Geomorphology*, 2010, **120**(3-4): 133-152.
- [9] Xia Z, Jia P, Lei Y, et al. Dynamics of coastal land use patterns of Inner Lingdingyang Bay in the Zhujiang River estuary[J]. *Chinese Geographical Science*, 2007, **17**(3): 222-228.
- [10] Zhao B, Li B, Ma Z J, et al. An wise exploitation of newly growing land resources -assessment on land-use change of Chongming island using GIS[J]. *Chinese Geographical Science*, 2003, **13**(2): 134-141.
- [11] 李 禺, 李杨帆, 朱晓东. 厦门市填海造地的遥感 PCA 识别及其驱动机制研究[J]. *自然资源学报*, 2008, **23**(1): 161~169.
- [12] 姜 义, 李建芬, 康 慧, 等. 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁遥感分析[J]. *国土资源遥感*, 2003, (4): 54~58.
- [13] 孙连成, 张 娜, 陈 纯. 淤泥质海岸天津港泥沙研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2010.
- [14] 薛春江. 7000 年来渤海西岸、南岸海岸线变迁[J]. *地理科学*,

- 2009, **29**(2): 217~222.
- [15] 李学宁. 天津海岸侵蚀与淤积研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- [16] 徐利森. 渤海湾西岸细砂质滩涂冲淤特征及成因分析[J]. 港工技术, 1996, (2): 9~14.
- [17] 季荣耀, 陆永军, 左利钦. 渤海湾曹妃甸深槽形成机制及稳定性分析[J]. 地理学报, 2011, **66**(3): 348~355.
- [18] 李月臣, 刘春霞. 北方 13 省土地利用/覆盖动态变化分析[J]. 地理科学, 2007, **27**(1): 45~52.
- [19] 吴 壮, 何志成. 严控填海造地, 保护海洋生态[N]. 中国渔业报, 2008-08-13.

Annual Processes of Land Reclamation from the Sea Along the Northwest Coast of Bohai Bay During 1974 to 2010

ZHU Gao-ru, XU Xue-gong

(Key Laboratory for Earth Surface Progresses Under Ministry of Education of China,
College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: From 1970s, many projects of land reclamation from the sea were implemented in the northwest coast of Bohai Bay successively. Therefore this region becomes the biggest zone of artificial land reclamation from the sea in China at present. It is necessary to monitor and analyze these changes accurately and continuously. Using the annual MSS/TM/ETM images from 1974 to 2010 and based on comprehensive analysis of GIS and RS, the spatial variance and quantitative changes of land reclamation from the sea in the study area were obtained. During the past 36 years, the main land increased 901.7 km² which mainly reclaimed from tidal flat and offshore. The coastline increased from 224.9 km in 1974 to 536.7 km in 2010 and the barycenter of total reclamation area transferred 26.3 km from northeast to southwest continuously. Then, 5 phases were divided based on the annual change of land reclamation and some results could be concluded as follow. 1) the increment of coastline length was positively correlated with annual reclamation area. 2) the aim of land reclamation from the sea experienced several development courses: “saltern-oriented” → “combining saltern and aquaculture” → “combining port and port-vicinity industry”. 3) Tianjin Port with its port-vicinity industry zones and Caofeidian Port with its port-vicinity industry zones became the center and sub-center of land reclamation from the sea respectively.

Key words: land reclamation from the sea; annual process; coastline; RS; GIS; northwest coast of Bohai Bay