

# 深圳填海造地动态变化及其驱动因素分析

于海波<sup>1</sup> 莫多闻<sup>1</sup> 吴健生<sup>2</sup>

(1. 北京大学 环境学院, 北京 100871;

2. 北京大学 深圳研究生院城市人居环境科学与技术实验室, 北京 518055)

**摘 要:**基于海岸地貌基本概念界定填海造地范围在现代海岸带平均高潮位以下。基于多期遥感影像,利用单波段影像提取及影像二值化处理辨识深圳填海造地的动态变化数据。根据1978–1985年、1986–1994年、1995–1998年、1999–2004年4个时间段的填海数据解析结果,分析了在深圳这一典型的快速城市化地区城镇化进程中填海造地的起始阶段、快速阶段、增速阶段到理性阶段的阶段性过程。在此基础上,对深圳填海造陆的驱动力进行分析,建立了填海造地的综合驱动框架模型;归纳了区位因素、政策因素、社会经济因素和自然生态因素四大填海驱动力,并结合深圳的城市发展进程与深圳填海的不同阶段对每一因素的驱动作用进行了剖析。

**关 键 词:**深圳;填海造地;动态变化;驱动力

## 1 引言

沿海地区自然条件优越,交通便利,适合人类居住和发展经济。目前全世界60%左右的人口居住在离海岸100 km内的沿海地区<sup>[1]</sup>。近年来对滨水环境建设的重视使得沿海城市内部越靠近海洋的地段城市功能越重要,即从社会经济方面来说沿海地区作为人类活动聚集的地区,土地价值高;但从自然角度看,沿海地区作为陆地和海洋的过渡地带,生态环境十分脆弱;沿海地带的土地利用兼有价值收益与生态风险并存的双重特点<sup>[2]</sup>。沿海城市的高效率生产力集中了大量的劳动者和生产资料,因此城市空间相对紧张,土地紧缺;而向大海要地——填海造地成了许多国家(如荷兰、日本、中国等)的大多数沿海城市重要的新增土地来源。近年来中国沿海经济带迅速发展,沿海土地资源的稀缺使得填海造地活动呈现出速度快、面积大、范围广的发展趋势,填海造地的管理与研究成为现实需要。对填海造地的时空分布数据的传统获取方法是根据历史数据或历史文献获得<sup>[3]</sup>,而遥感影像技术的发展和遥感影像资料的丰富使得高效识别大、中尺度区域范围内的填海造地时空分布成为可能,其相关识别技术的实现是海岸带土地利用、生态环境管理和发展战略决策的基础工作<sup>[4]</sup>,填海动态时间序列演

变及其驱动因素的分析旨在从典型区域角度揭示海岸带地貌巨大人工工程变化背后的动因及作用机理,进而动态模拟、预测海岸带地貌人为变化过程;加强填海造地的时空变化及驱动力研究对于海岸变化、沿海土地利用的监控、管理以及重大填海工程决策具有重要意义。

关于填海造地(或填海造陆)的概念和界定国内外的相关文献尚没有明确定义。笔者认为可以以地貌学的海岸地貌基本概念<sup>[5]</sup>为基础定义填海造地(或填海造陆):填海造地是指在现代海岸带内,平均高潮位以下,旨在创造长期可利用的土地所做的人工工程(图1)。在此概念范围内,填海造地的界定包含对滩涂围垦和海水区域的填海,但不包含对潟湖的填海;此定义范围内的填海造地产生的土地既可能用于工业和城市建设用地,也可能用于其他用途如农业用地等。

目前国内外学者对填海的研究主要集中在填海的工程技术手段、填海对海洋海岸环境的影响以及填海信息提取和填海岸线的选择等领域<sup>[6–11]</sup>。我国学者宋红等基于遥感影像对深圳湾填海造地的现状进行了初步的解读<sup>[12]</sup>;郭伟等对深圳填海对海岸海洋环境的影响和海洋做了相关分析<sup>[13]</sup>;秦华鹏等对深圳湾填海岸线选择的模型方法和填海工程对海岸环境影响进行了研究<sup>[14]</sup>;李禹等对厦门的填海影像进行了提取并对其驱动因素进行分析,影像提取方法为主成份分析法并着重于对社会经济因

收稿日期:2008–12;修订日期:2009–05.

基金项目:深圳国土资源调查项目。

作者简介:于海波(1977–),女,吉林公主岭人,博士生,主要研究方向为城市规划与旅游规划。E-mail:hebeyu.happy@gmail.com

素驱动进行分析<sup>[4]</sup>,与本文所用的方法不同。本文拟结合遥感影像提取深圳填海的动态变化结果,对深圳海岸变化的动态进程和驱动力进行分析。本文研究的意义在于明确填海的概念范围,对今后填海造地工程边界界定具有参考价值,同时探讨深圳填海变化的动态过程和各阶段填海对应的特点,综合探讨驱动因素对深圳填海进程的作用。

2 研究区域与数据处理

2.1 研究区域

深圳市位于广东省中部沿海,东临大亚湾和大鹏湾,西濒珠江口,北与东莞、惠州两城市接壤,城市中部南面与香港陆地相连;属南亚热带海洋性气候区,气候温和,雨量充沛,日照时间长。全市土地总面积 1952.84 km<sup>2</sup>,其中经济特区面积 395.81 km<sup>2</sup>。现辖特区内罗湖、福田、南山、盐田 4 个行政区和特区外宝安、龙岗 2 个行政区。深圳市海岸地貌类型多样。深圳海岸线总长 229.9 km,西部岸线长 75.27 km,属平原海岸类型,岸线平直,泥滩宽广。东部岸线长 154.69 km,属山地海岸类型,岸线曲折,半岛与海湾相间,东部海岸皆为沙坝—潟湖海岸<sup>[15]</sup>。海岸地貌类型的多样化,有利于不同类型的海岸功能开发,综合发展海洋经济<sup>[16-18]</sup>。

2.2 数据源与数据处理

2.2.1 数据与资料来源

用于研究深圳市填海造地的空间数据主要包括 5 个时相的影像数据 (表 1)。

遥感影像获取自深圳成立特区前到 2004 年间深圳填海的变化信息,反映深圳人工干预的海岸地貌变化。在进行遥感影像解译的同时参考《深圳市城市总体规划(1996-2010)》、《深圳市地图集》对卫星提取的数据进行人工解读。

2.2.2 影像判读与填海信息提取

遥感影像提取技术路线见图 2。按照笔者对填海造地界限的辨析,对遥感影像的填海数据提取时主要是区分水体和陆地,从而判断现代海岸线内水转陆的填海变化范围。各种地物物质成分、表面结构及表面温度等的不同,会造成光谱特性的差异。这种差异反映在黑白像片或图像上就是色调深浅的不同;在彩色图像上则表现为色彩的差异。航天遥感的传感器大都是分波段探测的。因此,即或是

同一地物,在不同光谱波段的图像上,其色调是不相同的。也就是说,采用不同波段图像判读,识别地物的能力和判读效果是不一样的,亦称光谱效应不同。

根据 MSS、Landsat 和 Spot 影像各波段的光谱效应原理可以知道,MSS 影像第 4 波段、Landsat 的第 4 波段及 Spot 影像的 SWIR 波段被水体强力吸收,能够很好地反映深圳海陆之间的不同。基于本

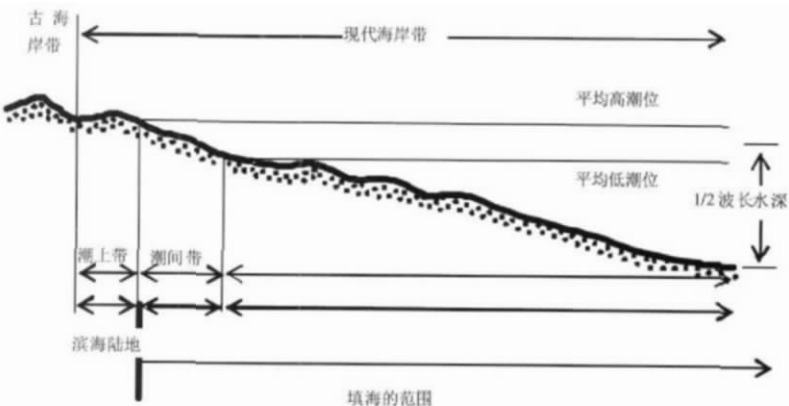


图 1 填海范围图

Fig.1 Scope of reclamation area

表 1 深圳市填海造地时空数据

Tab.1 Spatio-temporal data of reclamation area in Shenzhen city

影像类别	年份
MSS 影像	1978
Landsat TM	1986、1995、1999
Spot 影像	2004



图 2 遥感影像提取技术路线

Fig.2 Technology roadmap for RS images extraction

文的研究目的,选择 MSS 影像的第四波段 MSS4、Landsat 影像的 TM4 以及 Spot 影像的 SWIR 波段用作提取深圳填海区的影像波段。具体的影像数据处理方法是通过对选取的影像进行二值化处理,从而把陆地和海洋区分开来。其影像二值化处理的主要步骤:首先,查明海域像素值的变化范围;然后,在 ArcGIS 或者 ERDAS 中进行 5 个时相影像的二值化处理<sup>[7]</sup>。由于文章的研究重点是填海造地,像素单元为 30 m,初始海岸线高潮位和低潮位距离可忽略,其他时段的填海造地部分的海岸线都为堤坝和拦海堤类等人工构筑物,因此影像数据本身的时间性对填海造地的提取影响不大(图 3)。

数据提取后依据填海造陆的定义和深圳地图对遥感影像结果进行人工判读处理,把一些内陆湖泊低地的工程区和沿海的一些散点在影像的物理意义上不可能成为填海区的像素删减,处理结果显示人工判读的纠正意义重大。

3 填海的动态变化结果分析

从数据得到的填海造地面积的年均值来看,深圳填海的阶段进程可理解为 4 个阶段,即:

3.1 从特区成立—20 世纪 80 年代中期为起始填海阶段

在深圳填海的起始阶段,填海造地形

态主要是呈线状沿海岸线圈层外延,填海范围主要集中在蛇口、沙头角,这一时期深圳填海面积不断增长,但填海范围相对不大(表 2)。

深圳从特区成立到 80 年代中期时段内经济在薄弱的基础上超高速发展,GDP 年平均增长率在 50% 以上,蛇口—南头地区以工业区开发和港口建设为动力进行拓展,蛇口工业区以港带区,发展迅速,蛇口港的建设带动了西部港区的迅速发展。截至 1985 年,已建成投产了蛇口港、赤湾港和东角头港,南有妈湾港开始建设,这些港口都进行了不同规模的填海工程满足港口建设要求。在工业和港口的带动下,深圳西部港区商业、住宅、文化、娱乐、医疗设施等配套建设迅速发展。深圳东中部的沙头角工业区建立在填海地区上,尽管沙头角填海面积较小,工业区面积不大,但也成为深圳早期建设的东部动力引擎<sup>[14]</sup>。

3.2 从 20 世纪 80 年代中期—90 年代中期为填海稳速增长阶段

这一时期填海的形态开始以海岸线为基础,大部分沿海岸东西向条带状延展,赤湾以海岸线为基

表 2 深圳填海造地动态变化结果统计表(单位 hm<sup>2</sup>)

填海时间段	宝安区	特区				全市年均填海面积
		南山区	盐田区	福田区	罗湖区	
1978-1985	218.97	409.41	57.24	154.71	37.53	146.31
1986-1994	1195.56	648.99	324.36	498.42	73.62	304.55
1995-1998	502.47	496.89	72.36	207.00	69.93	337.16
1999-2004	471.78	599.40	236.16	248.04	86.13	273.59

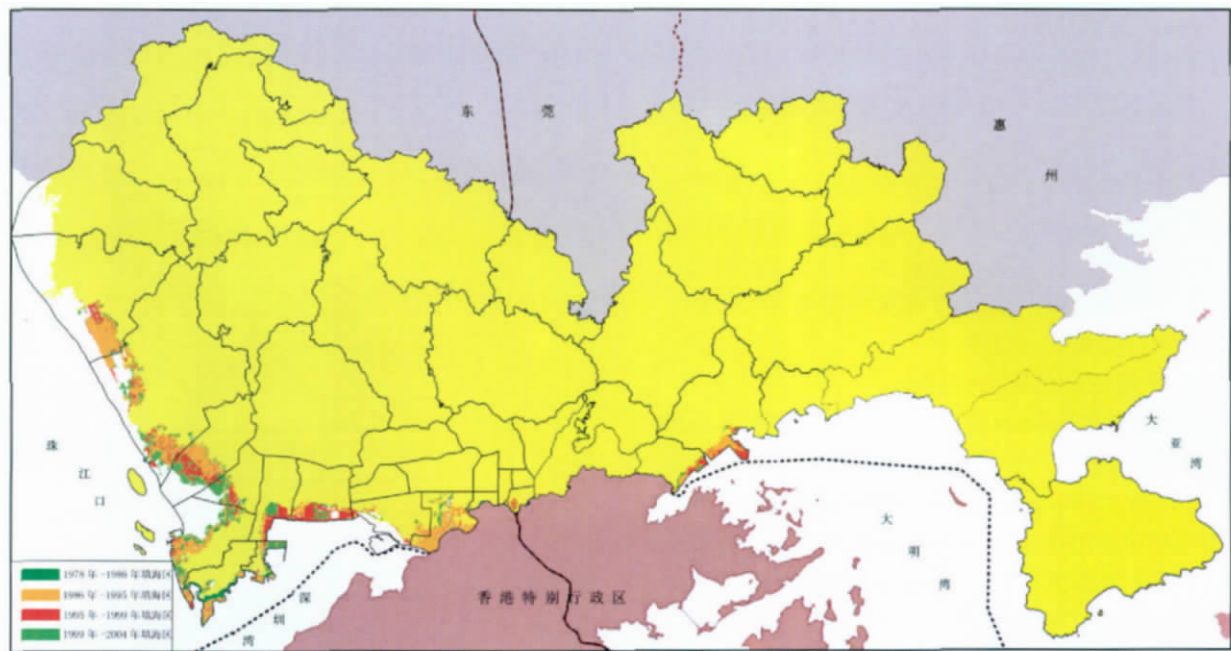


图 3 深圳市填海动态变化结果图

Fig.3 Dynamic changes of reclamation area in Shenzhen city



础向南条带状延伸。主要填海地区较起始阶段扩展到了深圳河口、宝安,填海的速度比第一阶段成倍增长,填海面积大幅度增加。

这一时期深圳经济高速发展,深圳在工业增长的带动下,社会经济高速发展,GDP 年均增长率达 25% 以上。该阶段填海区面积大幅扩展,除特区内赤湾填海、妈湾填海和福田保税区、盐田港填海工程外,特区外宝安的机场填海工程、西乡、新安填海工程也大面积完成,宝安地区的填海与特区内相比更集中、面积更大。这一时期的填海新增土地主要用于交通用地和工业用地,如机场、港口等,并储备了大量城市建设用地,如西乡和新安的填海区。

3.3 从 20 世纪 90 年代中期—90 年代末为填海高速增长阶段

这一阶段深圳填海速度进入高潮时期,从图上看是南山填海大格局骨架建立时期和宝安填海延续时期,特区内大型填海工程的骨架拉开。

这一时期深圳年均 GDP 增长在 15% 左右,城市经济进入调整性提高阶段,城市环境优美。华侨城旅游开发和房地产互相促进的成功运作,同时滨海大道的开通,促进了南山的发展,滨海地段地价高昂,此时期南头半岛东侧沙河和粤海街道的滨海地区填海骨架由道路建设起步填海骨架构筑完成,这一时期填海的另一重要地段在宝安新安填海的大范围扩张上。此两地段的填海地区周边地价高,填海增加的大量土地能获得丰厚的资金回报。

3.4 进入 21 世纪以来深圳填海进入理性增长阶段

90 年代末期以后,深圳填海的空间形态表现为斑块状镶嵌与外延式增长共存。

这一时期特区经济增长保持稳速增长,GDP 年均增长速度在 13% 左右,城市用地重点在于结构性调整。这一时期填海主要是继续完成 90 年代中后期开始的填海工程,宝安填海区范围快速扩展。尽管这一时期深圳受土地供应限制的瓶颈作用最明显、土地需求量最大并且土地价格达到历史最高,但关于填海对于海岸生态和环境影响的关注和研究开始增多<sup>[19]</sup>,此时期深圳年平均填海的速度明显低

于 90 年代中后期,说明深圳填海趋于更为理性和合理增长的阶段。

4 深圳填海造地的驱动因素分析

填海变化驱动因子识别与土地利用变化驱动因子识别类似,就是辨识海岸变化背后的潜在驱动因素<sup>[20]</sup>,找出是什么在驱动海岸地貌的变化。导致填海的最直接因素是土地价值带来的经济利益和海岸自然条件适宜性下填海成本之间的利润差。深圳的区位优势、政策优势、高速发展的工商业、房地产开发、交通运输的大力发展和城市人口的不断增长等都需要土地的空间支持,不断增长的土地需求和有限的土地供给导致深圳土地价格不断上涨,上述因素都是深圳填海的驱动因素,而填海对海岸生态环境造成的扰动甚至破坏是制约深圳理性填海活动的重要因素,填海范围在生态阈值的限制内最终只能是有限的增长,深圳填海的动力驱动机制是综合动态、系统联系的过程(图 4)。

4.1 区位因素

与香港毗邻是深圳的区位优势,是深圳一切优势的源头,是深圳经济早期发展的引擎,是深圳起始填海阶段的主要驱动力。深圳的区位优势主要表现在第一时间承接了开始于 20 世纪 80 年代的香港产业转移。工业的快速发展使得深圳在国内城市发展中具备了先发优势,进而引起经济的良性连锁反应,促进了深圳第二、三产业、城市建设的发展,土地需求扩大,促使填海不断增加。区位因素是深圳 80 年代中期前填海阶段的最重要的主导驱动力,也是深圳填海的最初启动驱动力。在深圳填海起始阶段与香港距离最近的深圳河口和沙头角地

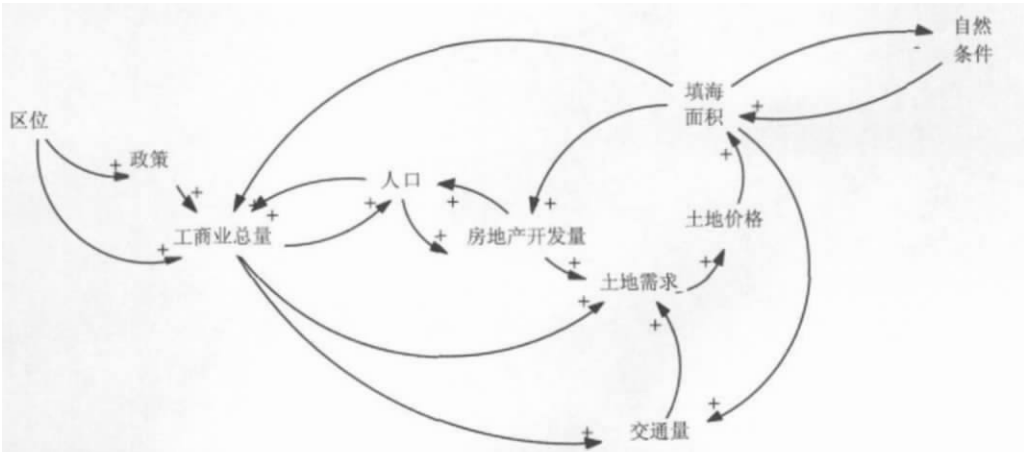


图 4 深圳填海综合驱动系统图

Fig.4 Driving forces of reclamation in Shenzhen city

区都进行了填海造地工程而且填海进程时间较早,与香港水上运输最便利的蛇口港及其辐射港口妈湾、赤湾等沿海地区的填海在深圳填海起始阶段大规模展开。填海分布的位置有力地说明了毗邻香港的区位优势是深圳起始阶段填海的驱动因素。

在深圳填海的稳速和高速发展阶段,区位因素的驱动作用体现在深圳经济奠基阶段积累的社会经济总体实力上。例如,在填海起始阶段的蛇口工业区及其辐射范围,如妈湾、赤湾等地区,因为港口的交通优势聚积了运输成本较高的原料输入和产品输出的制造业和来料进口、产品出口的三来一补企业,工业的发展带动的社会经济发展对港口用地和工商业、房地产用地需求迫切,推进了港口地区的填海建设。

在深圳填海的理性增长阶段,填海反过来成为保持区位优势的手段。进入 21 世纪后,为了进一步缩短深圳西部地区乃至整个珠三角同香港的时空距离,深港西部通道工程启动,相应的路桥和口岸建设启动了深港西部通道填海工程。此时,区位因素在一定程度上也制约了深圳的填海工程,主要原因是香港越来越重视填海对海岸环境的影响,一股反填海的声音渐强,深圳填海对香港环境的影响尤其是深圳湾填海对香港的影响受到关注。这是深圳的填海速度变慢的原因之一。

## 4.2 政策法规因素

### 4.2.1 特区政策因素

深圳 1979 年设市,1980 年设立深圳经济特区,此后发展速度之快令人瞠目。深圳建市之初,根据中央决策精神,发展思路是设立几个类似国外的“出口加工区”,设想在特区东西两翼的沙头角及蛇口发展工业区,并实行特别行政区工业企业税收优惠等政策,建立蛇口工业区和沙头角工业区,特区政策因素带来的社会经济先发优势和综合性增长及带来的城市空间扩展等连锁效应是深圳填海的重要驱动力,特别是深圳填海初期的主要驱动力。

### 4.2.2 法律法规因素

改革开放以来,我国土地和海洋海域使用管理相关的法律、法规和主要政策,围绕市场和使用中出现的问题,发生了巨大而深刻的变化,这种变化也影响了深圳填海的进程。

(1)土地管理法的影响。1986 年出台的《土地管理法》允许依照法律规定转让土地使用权的条款,奠定了土地管理制度市场化改革和国有土地资源有偿使用制度的基础。《土地管理法》的出台确立了我国土地政策的一些基本原则,主要有土地资源集

中管理制度、耕地保护制度和国有土地资源有偿使用制度。这些制度法规促使了政府在土地管理方式上由粗放型向集约型的转变,用地更加趋于统筹规划,这样一方面耕地的保护限制了土地的总量,同时土地有偿使用使政府有了增加土地供给的驱动力,此时加大填海力度成为深圳这个滨海城市的不二选择,形成了深圳填海持续了十多年的高峰期。1998 年《土地管理法》进行了最新一次修改,该法将可持续发展确定为其立法宗旨和指导思想,在内容上更加强调土地开发利用和保护的协调,增加了土地用途管制制度、耕地保护制度、土地使用总量控制制度等内容,体现了资源立法上的许多新发展和新要求。

(2)海洋及海域管理法的影响。我国于 1982 年颁布了《海洋环境保护法》,1999 年修订的《海洋环境保护法》根据实践需要,新规定了若干管理制度,包括:海洋生态保护和海洋环境保护规划制度等。2001 年颁布的《海域使用管理法》以法律的形式规定了海洋功能区划制度、海域使用的申请与审批制度、海域使用权制度、海域使用金制度和海域使用的监督检查的等制度,使海洋开发从无序、无度、无偿状态转向科学合理、协调、有序。

对照深圳填海的进程,在深圳填海的启动阶段缺乏填海相关的法律法规,在填海的稳定增长和高速增长阶段,《土地管理法》对深圳填海起到加速作用,填海出让土地获得高额回报。在填海的理性增长阶段,《海洋环境保护法》和《海域使用管理法》的修订和出台对深圳填海的速度起到了阻滞的作用,将使深圳填海的规划更加科学,深圳填海进入理性增长阶段。总的来说土地管理和海洋海域管理法规的出台,都使深圳的土地管理和填海工程更趋于精细化,同时伴随着深圳产业结构的调整和升级,在新增土地面积的同时,也更加强调现有土地的利用价值的提升。

## 4.3 社会经济因素

受影像数据的限制,深圳填海面积时段数据有限,因此其与社会经济指标(来源:深圳统计年鉴(2006))之间的分析建立在部分插值数据基础上。利用 SPSS 统计软件对深圳市填海造地面积与社会经济指标(深圳房地产相关数据统计只有 1990 年以后的,因此未利用,即此分析是排斥了房地产相关影响这一直接要素的),利用多元逐步回归方法进行多元回归分析,研究深圳填海造陆的面积变化与深圳市社会经济之间的关系。对  $Y$ (深圳填海造陆面积)与  $X_1$ (常住人口)、 $X_2$ (人均 GDP)、 $X_3$ (工业总产值)、

$X_4$ (社会消费品零售总额)、 $X_5$ (港口货物吞吐量)、 $X_6$ (基础设施建设投资)之间进行多元回归分析,得到关于填海造陆与社会经济指标之间的回归方程为:

$$Y = -93.058 + 3.137X_1 + 0.0000028X_3 - 0.001X_6$$

经  $t$  检验,  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_6$  的  $P$  值分别为 0.001、0.002、0.001,具有显著性意义。

从回归方程的初步分析结论中可以看到,深圳填海造地的社会经济驱动主要受常住人口增长的驱动,同时随着城市基础建设投资总量的增加填海面积变小,这主要是基础设施的投入与改善意味着城市理性增长阶段的到来,土地利用更加集约。这个回归的结果也可以说明较大规模的滨海城市,填海造地面积与 GDP 之间关系不大,填海造地不是解决滨海城市用地紧张问题的唯一途径,也不是保障滨海城市 GDP 提高的必然途径。

#### 4.4 自然生态因素

自然生态因素在填海发展的前 3 个阶段即 21 世纪前,多为选择性的工程前提条件。即海岸自然条件是否适合填海,自然条件下的填海成本是否低廉。从海岸类型与填海的关系来看,泥沙质海滩海岸填海造地范围较广。深圳的基岩海岸没有填海工程,泥质滩涂海岸的填海最为发达。适宜的自然环境能满足填海工程的要求,并且填海成本低。填海对海岸线干扰很大,一般来说科学的海岸利用保护应遵循海岸动力地貌规律,不在海滩及高潮线上修建永久建筑物,一般需在大潮高潮线向陆预留一定空间,建立海滩保护退缩线,保护滨海海滩资源<sup>[21]</sup>。

在深圳填海的理性增长阶段和未来,生态环境等因素成为制约填海的一大重要因素,甚至减缓了高额地价驱动条件下的填海进程,这说明了政府决策机构对于填海造成的环境问题的重视。填海面积的过度增长会对海岸海洋环境造成一系列影响,如深圳西部海岸的滩槽不稳定性加剧,纳潮量减少、沿海水环境污染加剧、占用深圳湾红树林保护区,使得生态多样性受损<sup>[4]</sup>,如果继续填海将对自然保护区的生物生存环境造成难以恢复的扰动,因此填海面积和自然生态环境之间是负反馈,自然生态环境的诉求将反过来影响填海的进程,制约填海面积的增加。

## 5 结论

区域性的填海造地海岸变化及土地利用变化监测可利用遥感影像进行判别。深圳填海造地 1978-2004 年的多时段时空分布数据显示深圳填

海速度经历了从快、加速、更快直到稍缓的过程;从空间上看,填海范围的拓展依托于深圳的城镇化进程。填海造陆是对海岸地带改变巨大的人工工程,其过程具有经济收益与生态风险并存的双重特点。填海的主要驱动力有区位因素、政策法规因素、社会经济因素和自然生态因素。从深圳的填海过程看,在填海的起始阶段表现为毗邻香港或港口区位优势引发的大规模的填海造地活动,此阶段的社会经济因素既是填海的基本条件也是驱动因素;在填海的稳速增长阶段和高速增长阶段,主要是社会经济因素的驱动,尤其是人口增长的驱动,同时政策法规因素引发的填海收益促进了这一过程;在深圳填海的理性增长阶段,深圳填海的进程是区位因素、社会经济因素的驱动与城市土地集约利用措施制约、生态环境制约、相关法律法规管理之间的博弈与综合。

#### 参考文献

- [1] 刘中民, 张德民. 海洋领域的非传统安全威胁及其对当代国际关系的影响. 中国海洋大学学报 (社会科学版), 2004, 11(4): 60-64.
- [2] 王颖, 牛战胜. 全球变化与海岸海洋科学发展. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(1): 1-6.
- [3] 王爱军, 高抒. 江苏王港海岸湿地的围垦现状湿地资源可持续利用. 自然资源学报, 2005, 20(6): 822-829.
- [4] 李禹, 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. 自然资源学报, 2008, 23(1): 161-169.
- [5] 杨景春, 李有利. 地貌学原理. 北京: 北京大学出版社, 2001, 146-174.
- [6] Banna M M. Nature and human impact on Nile delta coastal sand dunes, Egypt. Environmental Geology, 2004, 45(2): 381-390.
- [7] 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. Ocean & Coastal Management, 2005, 48(1): 65-83.
- [8] De Mulder E F J, Bruchem A J, Claessen F A M, et al. Environmental impact assessment on land reclamation projects in the Netherlands: a case history. Engineering Geology, 1994, 37(1): 15-23.
- [9] Hsu T, Chang H. Physical impact on the reclamation area resulting from offshore dredging at the Changhwa coast, Taiwan. Ocean Engineering, 2001, 28(1): 235-252.
- [10] 刘建, 黄明华, 姜鹏. 深圳湾填海工程对出海河流泄洪能力影响的研究. 水利水电技术, 2006, 37(2): 98-102.
- [11] 彭本荣, 洪华生, 陈伟琪, 等. 填海造地生态损害评估: 理论、方法及应用研究. 自然资源学报, 2005, 20(5): 714-727.
- [12] 宋红, 陈晓玲. 基于遥感影像的深圳湾填海造地的初步



- 研究, 湖北大学学报 (自然科学版), 2004, 26 (3): 259–263.
- [13] 郭伟, 朱大奎. 深圳围海造地对海洋环境影响的分析. 南京大学学报(自然科学), 2005, 41(3): 286–296.
- [14] 秦华鹏, 倪晋仁. 确定海湾填海优化的综合方法. 水利学报, 2002, (8): 35–42.
- [15] 郭伟, 李书恒, 朱大奎. 深圳东部海岸地貌环境与可持续发展. 地理学报, 2007, 62(4): 377–386.
- [16] Wang Y, Aubrey D. The characteristics of the China coastline. Continental Shelf Research, 1987, 7 (4): 329–349.
- [17] 朱大奎, 李海宇, 潘少明, 等. 深圳湾海底沉积层的研究. 地理学报, 1999, 54(3): 224–232.
- [18] 黄镇国, 曾召旋. 深圳地貌. 广州: 广州地理所, 1989, 96–127.
- [19] 朱大奎. 深圳海岸海洋环境与空间规划研究. 第四纪研究, 2005, 23(1): 45–53.
- [20] 邵景安, 李阳兵, 魏朝富, 等. 区域土地利用变化驱动力研究前景展望. 地球科学进展, 2007, 22(8): 798–809.
- [21] 卢胜海, 李贵才, 王富海, 等. 深圳市城市规划与经济发展. 城市规划, 1994, (1): 35–39.
- [22] Clark J. Coastal Zone Management Handbook. CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, USA, 1995, 264–345.

## Study on the Dynamic Changes and Driving Forces Based on Remote Sensing Images of Land Reclamation in Shenzhen

YU Haibo<sup>1</sup>, MO Duowen<sup>1</sup>, WU Jiansheng<sup>2</sup>

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Beijing 100871, China; 2. Laboratory of Urban Habitat Environmental Science and Technology, Shenzhen Graduate School, Peking University, Shenzhen 518055, China)

**Abstract:** In this paper, the scope of land reclamation is defined to be below the mean high tide level of the coastal zone. The dynamic changes of reclamation in Shenzhen have been analyzed by extracting single-band images and converting binary Images, on the basis of a series of remote sensing images (MSS, 1978), Landsat TM (1986), Landsat TM (1995), Landsat TM (1999), Spot (2004). The reclamation rate of 1978–1985 is 146.31 hm<sup>2</sup>/a, that of 1986–1994 is 304.55 hm<sup>2</sup>/a, 1995–1998 is 337.16 hm<sup>2</sup>/a, and 1999–2004 is 273.59 hm<sup>2</sup>/a. The reclamation rate in Shenzhen was fast, experiencing a faster to the fastest period, but it became slowed down recently. This paper not only shows the different rates and distributions, but also discusses the different roles of the four periods of land reclamation in Shenzhen. As the reclamation may induce great changes to the coast zone, it requires serious considerations. Therefore, the driving forces of the dynamic change are analyzed combining with the progress of urbanization of Shenzhen city in the period of 1979–2004. This paper establishes a comprehensive driving forces system of reclamation, including four aspects of change: location, policy, socioeconomy and coastal natural conditions (environmental problems). Shenzhen is near Hong Kong, which is the key factor to improve the reclamation projects of Shenzhen and also the driving force for the development of Shenzhen city in the early years. The changes of the policy and laws of land use in China since 1979 make great profit of reclamation, but the laws of protecting against destroying coastal zone limit the projects of reclamation. In the regression of relationship between the reclamation and the economic factors, it is found that the growth of population improves the reclamation, but the growth of infrastructure investment decreases the reclamation. The coastal natural conditions limit reclamation project. The reclamation has affected the environment of Shenzhen and Hong Kong, limited by the problems of reclamation, the growth of reclamation in Shenzhen has decreased. The system of Shenzhen reclamation is complex but evolves to a more scientific direction.

**Key words:** Shenzhen; reclamation; dynamic change; driving force