

基于“湖泊效应”模型的辽宁省海岸带陆地范围测度及其时空分异分析

孙才志, 孙 冰, 郭建科, 王泽宇, 李 博, 刘 锴

(辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

摘要:目前国内外对海岸带的界定尚不存在统一说法,虽然海岸带向海范围的界定相对一致,但海岸带向陆范围差异较大。而海岸带向陆范围的界定是海岸带空间合理规划、海岸带区域综合承载力准确评估的重要保证,对海岸带的相关研究起着重要的作用。此外,传统的海岸带界定方法均没有考虑海岸带的动态性及空间差异性,因此,基于Bass扩散模型原理,构建了“湖泊效应”模型,提出了等辐射力曲线的概念,设计了可行的海岸带陆地范围量化方法。以辽宁省为例,结合2001~2012年人口与经济的面板数据,通过GIS与1stOpt软件平台,测度了辽宁省6个沿海城市的海岸带陆地范围,并对其进行了时空差异分析。运用Gompertz模型,预测了辽宁省2013~2020年的海岸带范围,分析了其空间差异趋势。结果表明:① 海洋的辐射带动力持续增长,辽宁省海岸带范围随着时间在稳步向内陆扩张;② 区域经济较发达的地区,海岸带范围也较广;③ 大连市和营口市是辽宁省海岸带的增长极;④ 辽宁省未来8 a海岸带范围将继续向内陆扩张而空间差异将逐步缩小。

关键词: 湖泊效应; Bass模型; 海岸带陆地范围; 时空分异

中图分类号: P748

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2015)07-0805-09

海岸带是海域环境与陆域环境交叉耦合和相互作用的地带,同时也是受地球多种动力共同作用、共同影响的复杂地带^[1-3]。世界上约有41%的人口居住在距离海岸线100 km的海岸带区域,而且超过50%的沿海国家的80%~100%的人口居住在这一区域^[4]。中国的海岸线全长超过18 000 km,海岸带约占陆地国土面积的13%,却集中了中国70%以上的大城市、50%的人口和60%的国内生产总值^[5]。以辽宁省为例,2013年辽宁省出台的《辽宁海岸带保护和利用规划》中指出,全省30.3%的人口和41.4%的地区生产总值集聚在海岸线向陆域延伸10 km这一狭小区域,且这一区域的人均地区生产总值比全省平均水平高41.0%。由此可以看出,海岸带作为世界上活力最为充沛的区域之一,对于经济发展具有重要的战略地位。

目前国内外对海岸带的定义并没有统一的说法,有代表性的界定方案有以下几种^[6-8]:① 1995

年国际地圈-生物圈计划(IGBP),该计划认为大陆侧的上限是200 m等高线,海洋侧的下限是大陆架的边缘,约200 m等深线。② 2006年墨西哥的《墨西哥海洋和海岸可持续发展的国家环境政策》;该政策将海岸带视作是3个区域的综合:一是陆域区域,这个区域被沿海自治市和靠近沿海自治市的内陆自治市覆盖;二是海洋区域,淹没在水下的区域往上到200 m等深线处;三是所有墨西哥岛屿的组合。③ 2001年联合国的《千年生态系统评估》,该方案中关于海岸带的界定是“大陆架以上(水深200 m)的潮间带和潮下带,以及相邻的离海岸带100 km以内的内陆”。④ 20世纪80年代初中国的《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》,该规程规定:海岸带的范围是陆域为海岸线向内陆延伸10 km等距线,海域为海岸线向海洋延伸10~15 m等深线。

综上可知,海岸带范围向海一侧的界定相对

收稿日期: 2014-03-21; **修订日期:** 2014-06-25

基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地课题(12JJD190032)、国家自然科学基金(41101114, 41201114, 41301129)和辽宁省教育厅创新团队课题(WT2014005)资助。

作者简介: 孙才志(1970-),男,山东烟台人,教授,博士生导师,主要研究方向为水资源经济与海洋经济地理。E-mail: suncaizhi@ln-nu.edu.cn

一致,一般是到大陆架的边缘,约200 m等深线,但向陆一侧的界定差异较大。此外,以上方案均存在明显不足,方案一是按照自然地理标准划分的,它忽略了海平面上升所带来的影响;方案二是按照行政区域标准划分的,它不能把全部具有海岸带经济价值的地区包括在内且忽略了海岸带的动态性及空间差异性;方案三和方案四是按照任意距离标准划分的,它的不足之处在于,所划区域可能与海岸带的生态环境及经济活动没有丝毫关系^[9]。而海岸带属于受人类经济活动影响显著的复杂海陆生态系统,其信息、物质、能量的流动,决定了海岸带的动态性;其区位、资源、规模与形式的非均衡,决定了海岸带的空间差异性^[10,11]。因此,寻求一种既能体现人类经济活动又能将海岸带动态性与空间差异性耦合在一起的方法显得尤其重要。

鉴于此,本文构建了基于Bass模型的“湖泊效应”模型,该模型的好处在于,它不仅能够准确刻画海岸带动态演变的过程,而且能够准确表征海岸带空间分异的特征,且它的参数都具有明确的经济学含义。本文以辽宁省海岸带为研究对象,借助GIS空间分析技术和1stOpt数据分析功能,科学的测量了海岸带向陆范围;对海岸带陆地范围的动态变化进行时空差异分析,并运用Gompertz模型预测了2013~2020年的海岸带范围。期望对中国海岸带范围的测定提供一个科学的方法,同时对海岸带陆地范围的时空分异特征得出一些规律性的认识和探讨。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源

本文选择渤海为研究对象,选取人口和GDP为研究指标。数据纵向覆盖12 a(2001~2012年),横向覆盖辽宁省6个沿海城市(丹东、大连、营口、盘锦、锦州和葫芦岛)。所用数据取自2002~2013年《辽宁统计年鉴》^[12]和2012年《大连统计年鉴》^[13]。

1.2 研究方法

1.2.1 “湖泊效应”模型

“湖泊效应”是指湖泊对周围气候、人类栖息地分布及城市经济发展等的影响^[14,15]。自1799年Ellicott^[16]研究“湖泊效应”以来,国内外学者对“湖泊效应”展开了一系列研究。Neumann^[17]等对湖泊的“湖陆风效应”进行了理论分析;Moroz^[18]等利用中小尺度模式对湖风环流进行了数值模拟;王浩^[19]

等分析了湖区周围气温和降水的时空分布特征;李雪松^[20]等从外部性理论的角度论述了水环境对社会环境的影响;刘耀彬^[15]从湖区的城市分布密度和交通网络密度实证分析了湖泊对周围城市经济的影响;彭华涛^[21]等以土地价值为例对“湖泊效应”的影响范围进行了试算。目前国内外对“湖泊效应”的研究已经取得了一定的成果,但就湖泊如何影响人口及经济尚未提出有理论支持的有效模型,因此,本文以Bass模型^[22,23]为理论基础,构建了“湖泊效应”模型,并以渤海为例进行了实证分析。

“湖泊效应”模型构建过程如下^[24]:Bass模型基本表达式: $f(r)=[1-F(r)][p+qF(r)]$,设 $F(r)=\int_0^r f(r)dr$,表示“湖泊效应”在 r 处的潜在影响力度, $f(r)$ 为“湖泊效应”在 r 处的边际潜在影响力度。 p 表示湖泊自身对环湖区域的影响系数,简称辐射系数, q 表示环湖区域进一步带动内陆发展的影响系数,简称带动系数。取Bass模型特解如下:

$$F(r) = \frac{1 - e^{-(p+q)r}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)r}} \quad (1)$$

由于 $F(r)$ 被定义为 r 处“湖泊效应”潜在影响力度,因此该处“湖泊效应”实际影响力度为^[21]: $G(r)=1-F(r)$ 。设“湖泊效应”辐射带动力为 m ,则 r 处“湖泊效应”实际影响力为:

$$Y(r) = m \times G(r) = \frac{m(p+q)}{p} \times \frac{e^{-(p+q)r}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)r}} \quad (2)$$

1) “湖泊效应”模型特征分析。

对“湖泊效应”实际影响力 $Y(r)$ 求一阶、二阶导数得:

$$Y(r)' = -m \frac{(p+q)^2}{p} \times \frac{e^{-(p+q)r}}{\left(1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)r}\right)^2};$$

$$Y(r)'' = -\frac{m(p+q)^3}{p} \times \frac{e^{-(p+q)r}}{\left(1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)r}\right)^3} \times \left(\frac{q}{p}e^{-(p+q)r} - 1\right) \quad (3)$$

由于 $m > 0, p > 0, p+q \neq 0$,所以 $Y(r)' < 0, Y(r)'' > 0$ 。由此可知,“湖泊效应”实际影响力曲线是凸向原点且严格单调递减的曲线。此结论与“距离衰减原理”^[25]相吻合。

2) 等辐射力曲线。

本文借助微观经济学中的无差异曲线及等产

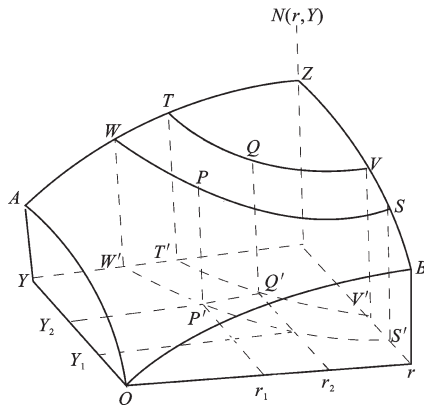


图1 “湖泊效应”辐射力曲面和等辐射力曲线

Fig.1 "Lake effect" radiation force surface and radiation force curve

量曲线的概念,定义“湖泊效应”实际影响力曲线为等辐射力曲线。即等辐射力曲线是在“湖泊效应”辐射带动力水平一定时,“湖泊效应”实际影响力与距离的所有不同组合的轨迹。

在图1中,水平面的2个坐标轴 Or 和 OY 分别表示海岸线向陆域延伸的距离和“湖泊效应”实际影响力,高度坐标轴表示湖泊的辐射力水平。 $OAZB$ 表示湖泊的辐射力曲面。 $WW'=PP'=SS'$,说明 W', P', S' 点的辐射力水平相等,所以 $W'P'S'$ 是一条等辐射力曲线。 P' 点对应的海岸线向陆域延伸的距离为 r_1 ,“湖泊效应”实际影响力为 Y_2 ,坐标 (r_1, Y_2) , Q' 坐标 (r_2, Y_2) , $r_2 > r_1$,说明距离海岸线较远的点 Q' 与距离海岸线较近的点 P' 的“湖泊效应”实际影响力相等,根据“湖泊效应”实际影响力递减的规律可知, Q' 对应较高的“湖泊效应”辐射力水平。

总结等辐射力曲线3个基本特征:

1) 同一坐标平面上的任何2条等辐射力曲线之间,可以有无数条等辐射力曲线,且离原点越远的等辐射力曲线的辐射力水平越高,离原点越近的等辐射力曲线的辐射力水平越低。图1中,等辐射力曲线 $T'Q'V'$ 的辐射力水平高于等辐射力曲线 $W'P'S'$ 。

2) 同一坐标平面里的任何2条等辐射力曲线不会相交。

3) 等辐射力曲线是凸向原点的。

1.2.2 引力模型的扩展

由于引力模型^[26,27]与“湖泊效应”模型均遵循“距离衰减原理”,所以采用引力模型确定“湖泊效应”的实际影响力,公式为:

$$Y(r) = k \times \frac{\sqrt{(w_i M_i)(w_j M_j)}}{r} \quad (4)$$

式中, $Y(r)$ 为“湖泊效应”实际影响力, k 为经验系数, M_i, M_j 分别是人口密度、GDP密度, w_i, w_j 分别代表人口密度与GDP密度的权重, r 为陆地到海岸线的距离。

所以只要确定了引力模型的经验系数 k , 密度 M , 权重 w , 既可以确定“湖泊效应”模型中的实际影响力 $Y(r)$ 。过程分为以下几个步骤:

1) 运用GIS技术获取面积数据: 本文认为距离海岸线10 km以内的数据受城市主导产业及城市势力圈^[28]等外在因素的影响较小, 所以将海岸线向内陆缓冲10 km作为研究的基础数据。主要技术过程如下: ① 利用ArcGIS10.0软件提取辽宁省范围内各行政区点线面数据; ② 以辽宁省海岸线为边界作步长为1 km的缓冲, 并将缓冲区与辽宁省底图做叠加分析, 得到10个带状区域(图2)^[29]; ③ 打开叠加后的缓冲区的属性表, 通过计算几何统计出各带状区域中各城市的面积数据; ④ 由于地图数据与实际数据存有细微误差, 本文为准确获取数据, 用每年各行政区实际面积除以地图面积得到每年各行政区实际与地图面积不同的缩放比例, 再乘以带状区域中各行政区的面积, 便得到每年实际的带状区域面积。

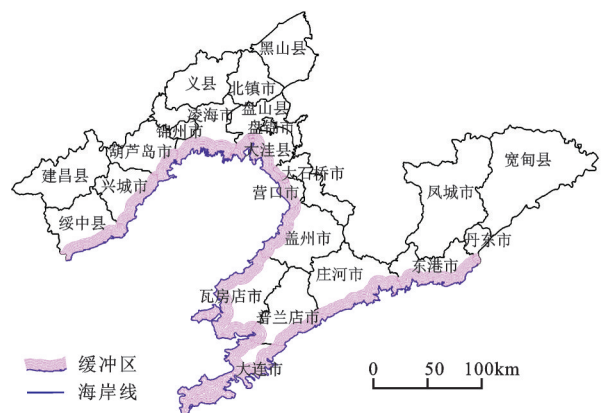


图2 辽宁省海岸线多环缓冲区与辽宁省行政区叠加

Fig.2 Overlay map of multiple ring buffer of Liaoning coastal line and Liaoning provincial administrative area

2) 人口密度 M_i 及GDP密度 M_j 计算: 本文假设人口(GDP)在各行政区是均匀分布的, 所以用各行政区的人口总数(GDP总数)除以各行政区的总面积, 便得到各行政区的人口密度(GDP密度), 再用带状区域中各行政区的面积乘以各行政区的人口

密度(GDP 密度),便得到带状区域中的人口总数(GDP 总数),再除以带状区域的总面积,得到各带状区域的人口密度(GDP 密度)。

3) 权重及经验系数的计算:本文首先使用熵值法确定人口密度与 GDP 密度的权重^[30,31];在得到各市指标权重(表 1)的情况下,计算各市的综合质量 M ,公式为 $M=w_iM_i+w_jM_j$;继续运用熵值法得到各市综合质量的差异性系数 g' ;由于差异性系数具有独立性,与选取指标的多少无关,且自身具有稳定性,与选取的时间跨度关系不大,本文选取经验系数 $k=g'\times 10$,结果见表 2。

1.2.3 基于“湖泊效应”模型的海岸带范围测定方法

海作为海洋的边缘,临近大陆的前沿,对周边区域有着强烈的辐射力。海通过各种物理过程接收和存储能量,并以各种“流质”为载体向外散发能量,使之与其接临的区域发生强烈的相互作用,而这种作用将会随着离开海岸线距离的增加而逐渐减弱、逐渐模糊。本文从数值的角度把强烈相互作用的临界值对应的范围定义为海岸带向陆范围^[32,33]。

本文根据“湖泊效应”模型的基本特征,认为海洋与接临区域发生强烈相互作用的边界点为“湖泊效应”实际影响力曲线上距离原点最近的点,因此,选取该点的横坐标作为海岸带向陆范围的边界。函数表达式为: $\min \sqrt{r^2 + Y(r)^2}$ 。

2 结果与分析

2.1 海岸带范围计算结果与总体分析

本文使用 1stOpt15PRO 软件平台遗传算法对本文提出的“湖泊效应”辐射模型进行参数估计。此方法避免了迭代法中对初始值设定的难题,而

是通过其独特全局搜索能力,从任意随机值出发,找到最优解,因此,结果稳定性更高。

2.1.1 时间分异特征

从表 3 可以看出,海洋的辐射带动力随时间不断增长。这说明,随着国民经济发展水平的提高,尤其海洋开发战略的推进,海洋的辐射带动力持续增长。此外,辐射系数与带动系数波动微弱且变动方向一致、变动幅度基本一致。这说明,辐射力的增减伴随着带动力的增减,辐射力的大小对带动力的大小起决定性作用。在此需要说明的是,辐射力与带动力是矢量,带动系数的负号代表的不是负值,正是方向。以临海区域为参照物,定义海洋对临海区域的辐射力是正向的力,那么临海区域带动内陆发展是对自己力量的削弱,因而,带动力为反方向的力,所以带动系数为负值。另外还需要说明的是,海洋的辐射带动力是辐射力与带动力标量值的叠加,这是因为此时的参照物是海洋而非临海区域。

从表 4 可以看出,辽宁省海岸带正全面、稳步地向内陆扩张。这表明,海岸带陆地范围是一个动态演变的过程。分析原因,本文认为有以下 3 点:① 要素的空间集聚;海岸带凭借其独特的区位优势,吸引了以劳动力和资本为代表的要素在海岸带这一狭小区域的高度集聚,其广阔的市场形成了磁场效应,继续吸引具备较高水平的人力资本的劳动者迁入,这种正反馈机制的要素累积必然推进海岸带向内陆扩张。② 要素的梯度转移;要素集聚会形成规模经济,但当要素达到某个合理值之后,便会出现规模不经济,这就会迫使部分要素向内陆转移,以拓宽新的发展空间,进而,推进了海岸带向内陆延伸。③ 政策支持。可以看出辽宁省海岸带在 2010 年出现了一个较快的增

表1 人口密度与GDP密度指标的权重

Table 1 Weights of population density and GDP density index

	丹东市		大连市		营口市		盘锦市		锦州市		葫芦岛市	
	人口	GDP	人口	GDP	人口	GDP	人口	GDP	人口	GDP	人口	GDP
权重	0.59	0.41	0.50	0.50	0.59	0.41	0.53	0.47	0.52	0.48	0.52	0.48

表2 经验系数值

Table 2 The value of empirical coefficient

	丹东市	大连市	营口市	盘锦市	锦州市	葫芦岛市
经验系数 k	0.36	0.76	0.44	0.55	0.27	0.17

表3 “湖泊效应”辐射模型参数估计值

Table 3 Estimated value of the parameters of “Lake effect” radiation model

		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
丹东	<i>m</i>	303	325	337	376	417	452	500	541	578	585	654	688
	<i>p</i>	4.78	4.87	4.65	4.74	4.82	4.79	4.81	4.71	4.40	4.35	4.40	4.31
	<i>q</i>	-4.75	-4.84	-4.62	-4.70	-4.79	-4.76	-4.78	-4.68	-4.38	-4.34	-4.38	-4.30
大连	<i>m</i>	1804	1882	2087	2204	2446	2812	3126	3506	4372	5358	5875	6254
	<i>p</i>	5.01	5.02	4.95	4.99	4.95	5.03	5.04	4.95	4.90	4.93	4.95	4.99
	<i>q</i>	-4.88	-4.89	-4.81	-4.86	-4.82	-4.89	-4.91	-4.81	-4.76	-4.79	-4.81	-4.85
营口	<i>m</i>	584	620	762	887	1009	1160	1307	1519	1633	1946	2130	2236
	<i>p</i>	4.23	4.17	4.24	4.18	4.11	4.17	4.11	4.12	4.00	4.01	3.99	4.04
	<i>q</i>	-4.16	-4.11	-4.17	-4.11	-4.04	-4.10	-4.04	-4.05	-3.92	-3.94	-3.92	-3.97
盘锦	<i>m</i>	308	332	368	402	453	467	686	692	703	777	877	972
	<i>p</i>	5.24	5.27	5.26	5.26	5.31	5.27	5.24	5.28	5.37	5.27	5.35	5.20
	<i>q</i>	-5.20	-5.24	-5.22	-5.23	-5.27	-5.24	-5.21	-5.25	-5.34	-5.24	-5.32	-5.17
锦州	<i>m</i>	130	145	161	188	190	219	243	274	278	318	352	375
	<i>p</i>	5.38	5.49	5.43	5.56	5.31	5.34	5.42	5.49	5.40	5.44	5.47	5.54
	<i>q</i>	-5.33	-5.44	-5.38	-5.51	-5.26	-5.29	-5.36	-5.43	-5.34	-5.38	-5.42	-5.48
葫芦岛	<i>m</i>	105	121	130	136	144	150	163	176	180	210	256	272
	<i>p</i>	5.53	5.82	5.83	5.63	6.03	5.99	6.04	5.92	5.99	5.76	5.96	6.06
	<i>q</i>	-5.47	-5.76	-5.77	-5.57	-5.97	-5.93	-5.98	-5.86	-5.93	-5.70	-5.89	-5.99

注: $R^2 \geq 0.997$ 。

表4 2001~2012年辽宁省海岸带范围(km)

Table 4 Coastal zone in Liaoning Province in 2001-2012 (km)

年份(年)	丹东市	大连市	营口市	盘锦市	锦州市	葫芦岛市
2001	7.587	13.725	10.429	7.251	4.644	4.099
2002	7.784	13.923	10.955	7.576	4.856	4.294
2003	8.101	14.174	11.733	7.895	5.141	4.445
2004	8.378	14.744	12.620	8.332	5.489	4.621
2005	8.843	15.321	13.443	8.692	5.638	4.602
2006	9.226	15.566	14.184	8.958	6.030	4.710
2007	9.672	16.526	15.009	10.829	6.248	4.888
2008	10.151	16.782	15.966	10.836	6.581	5.124
2009	10.982	18.008	16.220	10.832	6.678	5.152
2010	11.267	19.084	17.861	11.469	7.098	5.657
2011	11.670	19.572	18.555	12.071	7.508	6.079
2012	12.273	19.876	18.824	12.850	7.614	6.209

长,这是因为2009年国务院审批通过了《辽宁省沿海经济带发展规划》,政府的引导会对内部投资者和外部投资者产生极大的激励效应,引发要素集聚的同时,加速了技术进步和技术创新,增加了海岸带对内陆的带动力,因而,海岸带不断向内陆辐射和扩张。此外,要指出的是葫芦岛市2005年海

岸带范围较2004年缩小了0.019 km。从原始数据可以看出,出现这种现象的原因是兴城市2005年的生产总值较2004年减少了13.880亿元。这表明,海岸带范围受经济的影响较大,而经济往往受区域发展导向及政策等因素的变动而被瞬间扰动,所以表现出海岸带范围的波动性,但我们认为

这种偏离是暂时的,会随着时间推移回到原有的轨迹。

结合表3、表4可以看出,海岸带范围随着渤海辐射带动力的增强而逐步增长,辐射系数与带动系数的波动并未影响到海岸带范围向内陆扩张。这是因为辐射系数与带动系数的波动是极其微弱的,且同增同减,幅度基本一致,所以对实际影响力尚不构成明显影响,而在辐射带动力增长的背景下,即使辐射系数与带动系数降低也不足以阻挡实际影响力增长的趋势,所以海岸带范围必然是稳步扩张的。

2.1.2 空间分异特征

从表3可以看出,海洋的辐射带动力空间差异显著,呈现高低不同的排列态势,大连市领跑其他沿海城市,营口市也处在一个较高的水平,葫芦岛市位居最后。可以看出经济越发达的地区,海洋辐射带动力越强,反之,经济越不发达的地区,海洋辐射带动力越弱。这表明经济发展程度直接影响到区域的拉动作用,进而影响到海洋的辐射带动力。

从表4可以看出,辽宁省海岸带向陆范围空间差异显著。我们认为这是由要素禀赋空间分布的非均衡性及知识、技术水平的差异性决定的。另外,大连市和营口市的海岸带范围明显高于其他地区,且其周边地区也有较广的海岸带范围,因此可以认为大连市和营口市是辽宁省海岸带的增长极。分析其原因,我们认为大连市和营口市具有区位、资源、市场、技术等比较优势,所以地区得到迅速增长,海岸带范围得到快速扩张。而城市发展虽然以纵深发展为主,但海洋的辐射力,区域的拉动力都具有各向异性,且区域间的要素流动、周边地区的密切合作都会造成涓滴效应,从而使增长极带动周边地区发展。

结合表3、表4可以看出,经济越发达的地区,渤海对其辐射带动力越强,相应的城市的海岸带范围就越广。这就说明城市的海岸带范围与经济增长正相关。

2.2 海岸带扩张速率

海岸带的变化范围除以相应的监测时段,即得海岸带的扩张速率,公式为:

$$V = \Delta D_i / T \quad (5)$$

式中, V 表示海岸带的扩张速率,单位:km/a; ΔD_i 为监测时段内海岸带的变化范围,单位:km; T 为

时间段,单位:a。

由表5可以看出,辽宁省海岸带扩张速率最快的是营口市,其次是大连市,最慢的是葫芦岛市。显然,城市的海岸带范围越广,相应的海岸带扩张速率就越快。但也存在不吻合之处,如营口市。本文认为营口市较快的扩张速率主要受沈阳经济区的影响,这是因为营口港是距离沈阳经济区最近的港口,这就意味着沈阳经济区选择营口港进出口贸易能够在产品的传输过程中获取距离差效益,进而获得时间差效益,降低交易成本。伴随着沈阳经济区的快速发展,营口沿海经济也迅猛发展,因此,营口海岸带向陆扩张速率较快。

表5 辽宁省不同城市的海岸带扩张速率(km/a)

Table 5 Expansion rate of coastal zone for different cities in Liaoning Province (km/a)

	丹东市	大连市	营口市	盘锦市	锦州市	葫芦岛市
扩张速率	0.391	0.513	0.700	0.467	0.248	0.176

3 预测及结果分析

本文以辽宁省2001~2012年的海岸带测定结果为基础数据,运用Gompertz模型对辽宁省海岸带未来8 a(2013~2020年)的时空变化进行预测。使用的软件平台是1stOpt,方法是遗传算法。预测结果如下:

从拟合结果看,海岸带的拟合值与海岸带的实际值非常接近,可决系数 R^2 均在0.945以上,残差平方和均在1.306以下,各市海岸带范围也几乎完全符合海岸带范围的走势。这说明Gompertz模型适用于海岸带范围的预测。

时间上,从表6可以看出,辽宁省海岸带范围整体仍然呈现上升的趋势。一方面,海岸带有利的区位优势和资源优势,吸引了大批的人们自发地向海岸带集聚,人口集聚伴随的是产业集群,形成产业规模经济,而这一过程产生的集聚经济效应又会对其他区域的劳动力和资本等要素产生强大的吸引力,生产要素进一步向海岸带集聚,因此海岸带如同巨大的磁体,吸引了越来越多的生产要素在此集聚,如此循环下去,海岸带范围必然是不断发展和扩张的。另一方面,海岸带经济发展水平较高,经济规模相对较大,因此海岸带对其周边地区产品的需求能力较大,这就意味着海岸带

表6 2013~2020年辽宁省海岸带范围预测值(km)

Table 6 Coastal zone prediction value in Liaoning Province in 2013-2020 (km)

年份(年)	丹东市	大连市	营口市	盘锦市	锦州市	葫芦岛市
2013	12.696	20.432	19.453	13.310	7.942	6.529
2014	13.208	21.116	20.229	13.887	8.220	6.765
2015	13.730	21.810	20.996	14.469	8.497	7.006
2016	14.260	22.513	21.753	15.056	8.772	7.251
2017	14.798	23.225	22.498	15.647	9.045	7.501
2018	15.345	23.945	23.230	16.241	9.315	7.755
2019	15.898	24.674	23.948	16.837	9.582	8.014
2020	16.459	25.411	24.652	17.434	9.846	8.277

的经济发展对内陆有着强劲的带动作用,也就是说,只要正外部溢出效应持续存在,海岸带就会不断地向内陆扩张。

空间上,从图3可以看出,辽宁省海岸带范围的区域总差异呈平缓下降趋势。我们认为出现这种空间差异变化的原因在于:初期海洋对区位优势明显、经济基础较好的区域,辐射带动力更强,对区位优势薄弱、经济基础较差的区域,辐射带动力较弱,因此,表现出空间差异显著,但随着时间的推移,海岸带生态系统已有较高利用程度的区域,海岸带范围的增长率会有所降低,而经济欠发达、区位优势不明显、潜在使用价值很高的地区,海岸带范围会表现出较快的增长,加之政府的引导,这种空间差异必然得到控制并缩小。

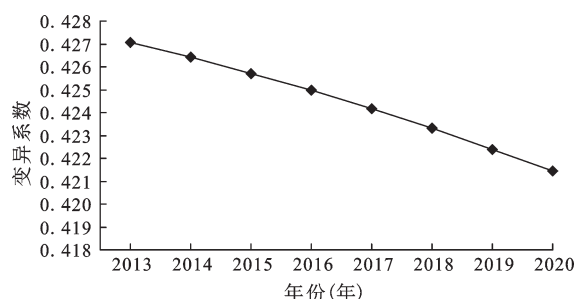


图3 辽宁省海岸带范围区域总差异变化

Fig.3 Variations on the regional disparities of coastal zone in Liaoning Province

4 结论与讨论

1) 本文基于Bass模型构建了“湖泊效益”模型,分析了“湖泊效益”模型的特征,计算了2001~2012年辽宁省6个沿海城市的海岸带向陆范围。

从数据本身并结合所得结果来看,比较真实的反应了渤海的辐射能力。这为中国海岸带科学界定提供了一个简单易行的方法。

2) 计算结果显示:① 研究期内,渤海的辐射带动力持续增长,辐射范围逐渐扩大,海岸带范围稳步向内陆扩张;② 辐射系数与带动系数波动微弱且变动方向一致、变动幅度基本一致;③ 区域经济越发达,渤海对其辐射带动力就越强,海岸带范围就越广;④ 大连市和营口市是辽宁省海岸带的增长极,对周边地区产生涓滴效应;⑤ 辽宁省未来8a的海岸带范围将继续向内陆扩张而空间差异将逐步缩小。

3) “湖泊效应”扩散与Bass新产品扩散类似,都是由两部分力量构成,新产品扩散是源于大众传媒对创新者的直接影响和创新者口头传播对模仿者的间接影响,而“湖泊效应”扩散是源于湖泊自身对环湖区的直接影响和率先发展的环湖区带动内陆发展的间接影响,所以基本原理相同;Bass模型要求数据必须是等距时间序列,虽然本文采用的数据不是时间序列,但是数据是等距的,而Bass模型对数据要求的关键点在于等距而非时间,所以模型数据相同。因此,Bass模型在“湖泊效应”扩散中是适用的,但同时“湖泊效应”的扩散与产品的扩散是存在差别的,在产品扩散中,不论创新者还是模仿者对产品都是全部接受的,而在“湖泊效应”扩散中,辐射力和带动力并不能全部发挥出来,总是留有潜力有待进一步利用,因此,需要对Bass模型进行改进,才能更好的适用于“湖泊效应”的扩散。

4) 在“湖泊效应”模型中,本文假设“湖泊效应”的扩散是独立的,不受其他场强的影响。这在现实生活中是不存在的,所以应该尝试放宽该假

设条件,寻找更优的模型,使之更接近“湖泊效应”扩散的实际环境。此外,“湖泊效应”模型中的3个参数,虽有经济含义,但均是常量,应该尝试找到与3个参数经济含义相对应的函数表达式,将其带入“湖泊效应”模型,对回归结果进行对比分析,以便找到更有效的关系函数。

参考文献:

- [1] 彭本荣,洪华生.海岸带生态系统服务价值评估——理论与应用研究[M].北京:海洋出版社,2006.
- [2] 陈述彭.海岸带及其持续发展[J].遥感信息,1996,(3): 6~12.
- [3] Félix A, Baquerizo A, Santiago J M, et al. Coastal zone management with stochastic multi-criteria analysis[J]. Journal of Environmental Management, 2012, (112):252-266.
- [4] Martínez M L, Intralawan A, Vázquez G, et al. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance[J]. Ecological Economics, 2007, (63):254-272.
- [5] 石洪华,丁德文,郑 伟.海岸带复合生态系统评价\模拟与调控关键技术及其应用[M].北京:海洋出版社, 2012.
- [6] 叶属峰.长江三角洲海岸带区域综合承载力评估与决策:理论与实践[M].北京:海洋出版社,2012.
- [7] 沈 庆,陈徐均,关洪军.海岸带地理环境学[M].北京:人民交通出版社,2008.
- [8] World R I. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment[M]. Island Press, 2003.
- [9] 朱坚真,刘汉斌.中国海岸带的划分范围及空间发展战略[J].创新,2012,6(4):38~42.
- [10] Winberg P C, Lynch T P, Murray A, et al. The importance of spatial scale for the conservation of tidal flat macrobenthos: An example from New South Wales, Australia [J]. Biological Conservation, 2007, (134):310-320.
- [11] Halpern B S, Walbridge S, Selkoe K A, et al. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems[J]. Science, 2008, (319): 948-952.
- [12] 国家统计局.辽宁统计年鉴[M].北京:中国统计出版社, 2002~2013.
- [13] 国家统计局.大连统计年鉴[M].北京:中国统计出版社, 2012.
- [14] Hinkel K M, Nelson F E. Spatial and temporal aspects of the lake effect on the southern shore of Lake Superior[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2012, (109):415-428.
- [15] 刘耀彬,王鑫磊,刘 玲.基于“湖泊效应”的城市经济影响区空间分异模型及应用——以环鄱阳湖区为例[J].地理科学,2012, 3(6):680~686.
- [16] Ellicott A. Miscellaneous Observations Relative to the Western Parts of Pennsylvania, Particularly those in the Neighbourhood of Lake Erie[J]. Transactions of the American Philosophical Society, 1799, (4):224-240.
- [17] Neumann J, Mahrer Y. A Theoretical Study of the Lake and Land Breezes of Circular Lake[J]. Monthly Weather Review, 1975, 103(6):474-485.
- [18] Moroz W J. A Lake Breeze on the Eastern Shore of Lake Michigan: Observation and Model[J]. Journal of the Atmospheric Sciences, (24):337-355.
- [19] 王 浩.深浅水体不同气候效应的初步研究[J].南京大学学报(自然科学版),1993,29(3):517~522.
- [20] 李雪松,高 鑫.基于外部性理论的城市水环境治理机制创新研究——以武汉水专项为例[J].中国软科学,2009,(4):87~92.
- [21] 彭华涛,谢科范,谢 冰.水经济的效益扩散模型分析[J].武汉理工大学学报,2004,26(4):97~99.
- [22] Bass F M. A New Product Growth for Model Consumer Durables[J]. Management Science, 1969, (15): 215- 227.
- [23] Boushey G. Punctuated Equilibrium Theory and the Diffusion of Innovations[J]. Policy Studies Journal, 2012, (40):127-146.
- [24] 杨敬辉. Bass模型及其两种扩展型的应用研究[D].大连:大连理工大学,2005.
- [25] 吴殿廷.区域分析与规划高级教程[M].北京:高等教育出版社, 2004.
- [26] 朱道才,陆 林,晋秀龙,等.基于引力模型的安徽城市空间格局研究[J].地理科学,2011,31(5):551~556.
- [27] 陈彦光,刘继生.基于引力模型的城市空间互相关和功率谱分析——引力模型的理论证明\函数推广及应用实例[J].地理研究,2002,21(6):742~752.
- [28] 王桂圆,陈眉舞.基于GIS的城市势力圈测度研究——以长江三角洲地区为例[J].地理与地理信息科学, 2004,20(3):69~73.
- [29] 陈利顶,王计平,姜昌亮,等.廊道式工程建设对沿线地区景观格局的影响定量研究[J].地理科学,2010,30(2):161~167.
- [30] 乔家君.改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J].资源科学,2004,26(1):113~119.
- [31] 王富喜,毛爱华,李赫龙,等.基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J].地理科学,2013,33(11):1323~1329.
- [32] 王 丽,邓 羽,刘盛和,等.基于改进场模型的城市影响范围动态演变——以中国中部地区为例[J].地理学报,2011,66(2): 189~198.
- [33] Garmendia E, Gamboa G, Franco J, et al. Social multi-criteria evaluation as a decision support tool for integrated coastal zone management[J]. Ocean & Coastal Management, 2010, (53): 385-403.

Measurement of Land Range and Spatial-temporal Difference Analysis of Coastal Zone in Liaoning Province Based on the "Lake Effect" Model

SUN Cai-zhi, SUN Bing, GUO Jian-ke, WANG Ze-yu, LI Bo, LIU Kai

(Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian, Liaoning 116029, China)

Abstract: There is no unified view about the delimitation of coastal zone at home and abroad currently. Though the range of the coastal zone to the sea is relatively the same, the range of the coastal zone to the land differs enormously. The delimitation of coastal zone's range to the land is an important assurance to rationally plan the expanse of coastal zone and to accurately evaluate the carrying capacity of the zone, which plays a vital role in relative study of coastal zone. Meanwhile, traditional methods about the delimitation of coastal zone ignored the time dynamics and space variability of coastal zone. And there are obvious deficiencies of traditional methods about the delimitation of coastal zone. Thus, on the basis of the principle of Bass new product diffusion model, this thesis creates the "Lake effect" model, and designs a doable method to measure the range of coastal zone to the land, overcomes the shortcomings of existing coastal zone theories. And this thesis puts forward the concept of the radiation force curve, summarizes three basic characteristics of the radiation force curve. Taking Liaoning Province as an example, used GIS to do the multiple ring buffer and overlaid with the Liaoning provincial administrative area, combined with panel data of population and economy from 2001 to 2012, this thesis has applied 1stOpt software platform to measure the coastal zone's land range of the six coastal cities of Liaoning Province and did analysis of spatial and temporal difference of them. The Gompertz model was used to predict the coastal zone in Liaoning Province from 2013 to 2020 and to analyse the spatial differences in trend. Research results show that: 1) Bohai's radiation driving force continues to grow and the coastal zone in Liaoning Province is expanding steadily to inland over time; 2) The regions with more developed economy have a wider range of coastal zone; 3) Dalian and Yingkou City are the growth pole of coastal zone in Liaoning Province; 4) In next eight years, the coastal zone in Liaoning Province will continue to have inland expansion and the spatial difference will be gradually shrink.

Key words: lake effect; Bass model; coastal zone; temporal-spatial variation