

辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性评价

李 博

(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:在人海关系地域系统的基础上提出了人海经济系统的概念,在此基础上对辽宁沿海地区人海经济系统进行研究。采用熵值系数法进行权重赋值,建立脆弱性与敏感性、恢复性函数关系,并对其进行评价。结果表明:①从脆弱性结果分析来看,1996~2009年辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性逐年降低,并从极强脆弱型发展为弱脆弱型;②1996~2009年敏感性指数呈现多个“倒U”型连续波动;③1996~2009年,恢复性指数呈现逐年增长的趋势。海洋产业增加值逐年增加,海洋油气产业发展出现波动性的变化,海洋捕捞产量得到了一定程度的控制,海洋产业结构进行了一定程度上的调整,为加快新兴产业发展起到了重要的作用。

关键词:人海经济系统;脆弱性;函数模型法;熵权系数法;辽宁沿海地区

中图分类号:K902 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2014)06-0711-06

脆弱性是全球变化和环境与发展研究的热点和前沿领域,是多个科学计划的重要研究内容。伴随着脆弱性应用领域的不断拓展和理论方法的逐渐完善,脆弱性研究已成为全球环境变化及可持续性科学领域一种新的研究视角^[1-3]和重要的分析工具,在全球环境变化及可持续性科学领域发挥着日益突出的作用^[4,5]。脆弱性也成为了当代地理学以及相关学科诠释人类活动之生态与环境效益,以及人地(海)相互作用机制的重要科学途径^[6]。国外学术界已将脆弱性研究应用到灾害管理、生态学、土地利用、气候变化、公共健康、可持续性科学、经济学等不同研究领域^[7-9]。国内学者从不同领域脆弱性研究的侧重点来看,自然系统脆弱性研究主要集中在探讨水资源系统、洪灾、土地、渔业系统、农业系统、海岸带、喀斯特环境等生态系统自身的不稳定性和人类社会对气候变化、自然灾害等外部扰动的不利响应,探讨不同尺度脆弱性的评价方法以及动力机制,主要应用了数据包络分析^[10]、主成分分析^[11]、层次分析法^[12]、集对分析^[13]、熵权分析^[14]、网络层次分析^[15]、人工神经网络^[16]等。人文科学领域的脆弱性研究侧重探讨导致人类社会或团体容易受到损害的经济、政治、制度和

文化因素以及重建自然环境系统和经济社会系统恢复力的人文机制和对策,例如:贫困、农村养老^[17]、公共危机预防^[18]等。此外,也有学者将脆弱性与可持续相结合,探讨了全球气候变化与中国生态环境脆弱性、典型生态环境脆弱区可持续发展模式^[19],以及中国矿业城市人地系统脆弱性和可持续发展面临的共性问题^[20]。

人海经济系统是经济地理学的主要研究内容之一,作为人海系统重要的组成部分,研究在一定地域范围内的海洋产业在地理空间的结构特性及其规律演变^[21],是人海之间的相互作用的表现形式,与资源环境系统和社会系统紧密相连,构成一个耦合的大系统,即人海系统,并包含了海洋、陆地的各种因素的综合作用,具有区域性、综合性、持续性和协调性等特性。结合人海经济系统以及脆弱性的内涵,本文认为人海经济系统脆弱性是指:在沿海区域经济系统的基础下,由于外部因素的影响,某个地区自我发展能力差、对外部经济条件改变反映敏感、在外部条件发生不利变化时经济替代能力弱,是衡量区域经济发展水平的一种度,主要体现在经济结构、经济总量、经济效益等方面。目前还尚未有关于人海经济系统脆弱性的

收稿日期:2013-03-28; **修订日期:**2013-11-05

基金项目:国家自然科学基金青年项目(41071094)、辽宁省博士科研启动基金项目(20121077)、辽宁省教育厅一般项目(W2012102)、大连市科技局项目(2013D13ZC187)资助。

作者简介:李 博(1983-),女,吉林长春人,博士,讲师,主要从事区域发展和海洋经济地理研究。E-mail: libo_ok@126.com

理论体系,也缺乏从多要素角度综合测度人海经济系统脆弱性的科学性与实用性方法,本研究分析判断人海经济系统的动态变化规律,对于丰富脆弱性理论与指导海洋经济发展实践都具有十分重要的意义。

1 研究对象和研究方法

1.1 研究对象

辽宁沿海地区包括大连市、丹东市、锦州市、营口市、盘锦市和葫芦岛市。在辽宁沿海地区发展中存在的经济问题逐渐凸显,并且具有明显的脆弱性特性,这种脆弱性除了来自于系统自身的内部结构先天的不稳定性与敏感性之外,更主要的是来自于外界的压力和干扰使系统遭受损害而发生不可逆变化。前者为结构性脆弱性,后者为胁迫性脆弱性。辽宁沿海地区由于受到资源、结构、体制和市场等方面的约束,面临着可持续发展的综合性问题,海洋资源过度开发导致资源枯竭、生态破坏甚至是环境灾害;长期以来,过度依赖海洋资源而形成的产业结构,多样性经济结构未成熟,缺乏培育产业竞争优势的外部条件,导致经济系统的结构性脆弱;在经济全球化背景下,技术进步和产业结构升级,使海洋资源开发与利用面临较大的外部竞争压力,威胁着沿海城市经济的稳定性和持续性,共同构成了沿海城市人海经济系统的脆弱性。

1.2 脆弱性分析方法

敏感性和恢复性是人海经济系统脆弱性的基本属性。人海经济系统脆弱性是由系统的敏感性和恢复性相互制约相互影响而形成的。且脆弱性是敏感性和恢复性的复合函数,与敏感性呈正比,与恢复性呈反比,即敏感性越强,脆弱性越强;恢复性越弱,脆弱性越强。建立脆弱性评价模型如下:

$$V_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (1)$$

式中, V_i 表示人海经济系统的脆弱性; A_i 表示敏感性; B_i 表示恢复性。

根据前人研究^[13,19,20]及辽宁沿海地区人海经济系统特点,建立人海经济系统脆弱性的评价指标体系(表1)。指标的原始数据来源于1996~2009年《中国海洋统计年鉴》^[22]和《大连统计年鉴》^[23]。

表1 评价指标体系

Table 1 Evaluation index system

指标名称				
敏感性	海洋生产总值占地区生产总值比重	%	A_1	+
	涉海就业人员占地区就业人员比重	%	A_2	+
人海经济系统脆弱性	恢复性 海洋产业增加值	亿元	B_1	+
	海洋捕捞产量	t	B_2	+
	海洋原油产量	$\times 10^4$ t	B_3	+
	海洋天然气产量	$\times 10^4$ m ³	B_4	+
	海盐产量	$\times 10^4$ t	B_5	+
	海洋化工产品产量	t	B_6	+
	海洋修造船完工量	艘	B_7	+
	海洋货物货运量	$\times 10^4$ t	B_8	+
	货物周转量	10^8 t·km	B_9	+

注: +表示正向评价指标。

1.3 熵权系数法的评价原理

熵在信息论里是一种系统无序程度的度量。熵权系数法广泛应用于社会经济等各项研究领域,其客观性强,能够克服人为确定权重的主观性及多指标变量信息的重叠^[24]。

对原始数据进行标准化处理,进而加权求和得到人海经济系统的脆弱性、敏感性、恢复性数值,最终得出人海经济系统脆弱性的变化值及变化规律。本研究的计算步骤如下所示:

1) 构建原始指标数据矩阵。 m 个样本, X_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的指标值。

2) 数据标准化处理。

正向评价指标,其函数为:

$$Y_{ij} = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \quad (2)$$

逆向评价指标,其函数为:

$$Y_{ij} = (X_{j\max} - X_{ij}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \quad (3)$$

式中, X_{ij} 为指标的统计值; $X_{j\max}$ 、 $X_{j\min}$ 分别为同一指标的最大值和最小值, i 为第 i 个样本, j 为第 j 个指标。

3) 计算第 j 项指标下第 i 年指标值的比重 P_{ij}

$$P_{ij} = Y_{ij} / \sum_{i=1}^m Y_{ij} \quad (4)$$

4) 计算第 j 项指标的信息熵 E_j

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}, \text{ 其中, } k = 1 / \ln m \quad (5)$$

5) 计算第 j 项指标的效用值 D_j

$$D_j = 1 - E_j \quad (6)$$

6) 计算第 j 项指标的权重 W_j

$$W_j = D_j / \sum D_i \quad (7)$$

7) 对各项指标进行加权求和, 计算各指标的数值。

2 人海经济系统的脆弱性评价

2.1 脆弱性指标信息熵值

选择辽宁沿海地区 2000~2009 年间的情况, 样本数为 10 个, 因此, $m=10$ 。根据公式(5)计算人海经济系统脆弱性信息熵值, 通过计算得出人海经济系统敏感性(表2)和恢复性的信息熵值(表3)。

2.2 权重确定

根据公式(6)和公式(7), 计算出人海经济系统各指标的权重和效用值(表4)。

2.3 脆弱性评价结果

根据第 j 项指标的标准化值与权重值的乘积作为该项指标的评价值, 并通过加权求和求出恢复性和敏感性的评价指标, 最后根据脆弱性与恢复性、敏感性的函数关系模型, 得出人海经济系统脆弱性的评价指数(图1)。

3 人海经济系统脆弱性评价分析

1) 人海经济系统脆弱性整体上呈逐渐下滑趋势, 其中 1997 年和 1999 年急剧下滑, 2000 年之后平稳下滑。这与 1997 年和 1999 年恢复性指标的急剧上升有关联。集合专家意见, 划分人海经济系统脆弱性的等级, 将其分为 5 个等级: <0.5 为弱脆弱性, $0.5 \sim 2$ 为较脆弱性, $2 \sim 4$ 为较强脆弱性, $4 \sim 7$ 为强脆弱性, >7 为极强脆弱性。由此得出 1996~2009 年辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性

表2 人海经济系统敏感性信息熵值

Table 2 Information entropy of sensitivity in human-sea economic system

	A_1	A_2		A_1	A_2		A_1	A_2
1996 年	0.0787	0.0701	2001 年	0.0690	0.0616	2006 年	0.0646	0.0701
1997 年	0.0834	0.0711	2002 年	0.0706	0.0714	2007 年	0.0646	0.0734
1998 年	0.0824	0.0737	2003 年	0.0721	0.0746	2008 年	0.0630	0.0740
1999 年	0.0707	0.0762	2004 年	0.0580	0.0740	2009 年	0.0619	0.0727
2000 年	0.0823	0.0660	2005 年	0.0726	0.0701	合计	0.9939	0.9987

表3 人海经济系统恢复性信息熵值

Table 3 Information entropy of coping ability in human-sea economic system

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9
1996 年	0.0262	0.0656	0.0553	0.0005	0.0647	0.0132	0.0236	0.0174	0.0129
1997 年	0.0313	0.0136	0.0733	0.0533	0.0765	0.0174	0.0485	0.0156	0.0114
1998 年	0.0324	0.0770	0.0747	0.0557	0.0602	0.0112	0.0407	0.0149	0.0107
1999 年	0.0281	0.0761	0.0839	0.0753	0.0813	0.0181	0.0420	0.0492	0.0297
2000 年	0.0367	0.0739	0.0804	0.0826	0.0800	0.0111	0.0298	0.0563	0.0353
2001 年	0.0395	0.0737	0.0785	0.0803	0.0813	0.0135	0.0236	0.0516	0.0369
2002 年	0.0467	0.0735	0.0724	0.0826	0.0812	0.0133	0.0334	0.0559	0.0392
2003 年	0.0524	0.0732	0.0685	0.0858	0.0634	0.0157	0.0432	0.0629	0.0568
2004 年	0.0743	0.0736	0.0685	0.0877	0.0663	0.1241	0.0291	0.0715	0.0671
2005 年	0.0794	0.0745	0.0663	0.0785	0.0679	0.1244	0.0388	0.0829	0.0748
2006 年	0.0968	0.0928	0.0663	0.0806	0.0708	0.1327	0.1394	0.0955	0.0895
2007 年	0.1057	0.0630	0.0750	0.0787	0.0695	0.0602	0.0800	0.1051	0.1156
2008 年	0.1140	0.0732	0.0743	0.0642	0.0616	0.0999	0.1085	0.1084	0.1200
2009 年	0.1187	0.0733	0.0568	0.0541	0.0700	0.0732	0.1017	0.1104	0.1256
合 计	0.8822	0.9770	0.9942	0.9600	0.9947	0.7280	0.7825	0.8975	0.8255

表4 人海经济系统敏感性与恢复性指标权重及效用值

Table 4 Index weights and utilities of sensitivity and coping ability in human-sea economic system

	信息熵总和	效用值	权重
敏感性指标			
A ₁	0.9939	0.0061	82.8678
A ₂	0.9987	0.0013	17.1322
恢复性指标			
B ₁	0.8822	0.1178	12.2902
B ₂	0.9770	0.0230	2.3990
B ₃	0.9942	0.0058	0.6087
B ₄	0.9600	0.0400	4.1705
B ₅	0.9947	0.0053	0.5557
B ₆	0.7280	0.2720	28.3795
B ₇	0.7825	0.2175	22.6899
B ₈	0.8975	0.1025	10.6983
B ₉	0.8255	0.1745	18.2082

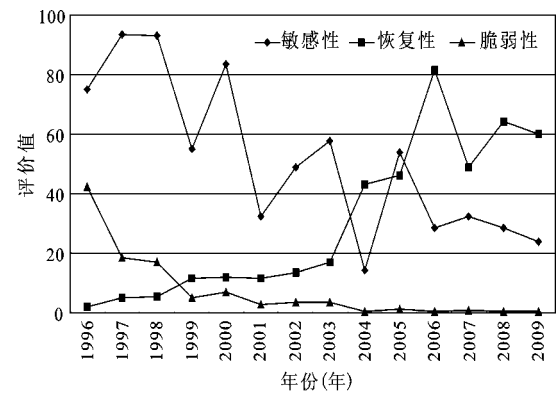


图1 1996~2009年辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性、敏感性、恢复性

Fig.1 Sensitivity, coping ability, vulnerability in human-sea resources environment system of Liaoning coastal area from 1996 to 2009

类型如表5所示,总体来看表现为从极强脆弱型向弱脆弱型过渡。

2) 从敏感性指标分析可知,1996~2009年呈现了多个“倒U”连续波动。1999年、2001年、2004年、2006年作为连续“倒U”的连接点。1999年,海洋自然灾害使得海洋水产业减少,海洋经济总产量占地区生产总值比重比1998年减少了5个百分点左右,导致海洋产业出现了低谷,也是人海经济系统敏感性的一个分界点;第二个分界点出现在2001年,海洋生产总值占地区生产总值比重以及涉海就业人员占地区就业比重的比例都出现了下降;第三个分界点出现在2004年,海洋生产总值占地区生产总值比重降至13.56%,这主要是由于海洋资源的开发利用与环境污染增加有直接关系;第四个分界点出现在2006年,自2006年以来,海洋生产总值占地区生产总值比重逐年下降,这与海洋捕捞产量的下降有直接的关联,而海洋捕捞产量的下降是由于各级渔业主管部门进一步强化资源管理以及渔业资源发生了变化,因而出现了海洋捕捞实现“负增长”。

3) 从恢复性指标分析来看,1996~2009年恢复性指数出现了逐年增长的趋势。其中,海洋产业增加值逐年提升。海洋油气产业发展出现了波动性的变化,说明辽宁沿海地区要加快大型油气田的勘探开发,提高采油技术水平已经成为了下一步工作的重点。海洋捕捞产量得到了一定程度的控制,1996年的海洋捕捞产量为1 240 708 t,2006年出现了最高峰,达到了2 223 919 t,2009年海洋捕捞产量下降至1 483 097 t。

国家一直强调海洋产业结构的调整,辽宁沿海地区海洋经济产业功能结构演变上分析,主要是以支柱产业地位稳定,主导、潜导双向发展的模式演变。1996年以海洋渔业为支柱产业,海洋盐业为主导产业,船舶制造业为潜导产业,演变为2009年以海洋渔业为支柱产业,船舶制造业为主导产业,滨海旅游业为潜导产业。近年来,辽宁沿

表5 1996~2009年辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性等级

Table 5 Vulnerability grade of human-sea economic system in Liaoning coastal area from 1996 to 2009

脆弱性 等级			脆弱性 等级			脆弱性 等级		
1996年	42.2200	极强脆弱性	2001年	2.7906	较强脆弱性	2006年	0.3489	弱脆弱性
1997年	18.3011	极强脆弱性	2002年	3.6449	较强脆弱性	2007年	0.6661	弱脆弱性
1998年	16.8789	极强脆弱性	2003年	3.4151	较强脆弱性	2008年	0.4443	弱脆弱性
1999年	4.8285	强脆弱性	2004年	0.3329	弱脆弱性	2009年	0.3971	弱脆弱性
2000年	6.9083	强脆弱性	2005年	1.1614	较弱脆弱性			

海地区提出加快新兴产业发展,优化海洋产业结构,重视海洋资源勘探调查,不断发现新的可开发资源是新兴海洋产业的总体发展方向。以高端海洋工程装备制造、海洋生物医药、海水综合利用、海洋能利用为代表的海洋新兴产业不断涌现,部分新兴产业已初具规模,鼓励海洋新兴产业和海洋高技术产业的发展。

恢复性指标的权重指数分析可知,海洋化工产品产量、海洋修造船完工量、货物周转量、海洋货物货运量所占的比重分别为28.38%、22.69%、18.21%、10.70%,说明海洋化工产品产量,造船业和运输业在海洋产业发展过程中占据重要的地位,欲降低人海经济系统的脆弱性,可从这几方面着手。

4 结论与讨论

本文提出了人海经济系统的概念,设计了用以描述人海经济系统脆弱性评价指标,尝试用熵权系数法确定指标权重,并采用脆弱性函数模型的方法对人海经济系统进行综合测度,对人海经济系统的发展水平进行了分析,通过对辽宁沿海地区进行实例分析,得出目前辽宁沿海地区人海经济系统的脆弱性特征。结果表明:①从脆弱性结果分析来看,1996~2009年辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性逐年降低,并从极强脆弱型发展为弱脆弱型;②敏感性指数1996~2009年呈现多个“倒U”连续波动;③1996~2009年,恢复性指数呈现逐年增长的趋势。海洋产业增加值逐年增加,海洋油气产业发展出现了波动性的变化,海洋捕捞产量得到了一定程度的控制,海洋产业结构得到了一定程度上的调整,加快新兴产业发展起到了重要的作用。此外,人海系统还包括人海社会系统和人海资源环境系统,这3个子系统是相互关联互相影响的,对各子系统进行耦合分析,进而得出人海系统的脆弱性特性和可持续发展的对策建议,是今后的另一研究方向。

参考文献:

- [1] Downing T E. Towards a vulnerability science?[J]. IHDP Newsletter Update 3, 2000.
- [2] Cutter S L, Finch C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards[J]. PNAS, 2008, **105**(7): 2301-2306.
- [3] Cutter S L. The vulnerability of science and the science of vulnerability[J]. Annals of the Association of American Geographers, 2003, **93**(1): 1-12.
- [4] Moss R H, Brenkert A L, Malone E L. Vulnerability to climate change: a quantitative approach[R]. Richland, WA: Technical Report PNNL-SA-33642, Pacific Northwest National Laboratories, 2001.
- [5] Kates R W, Clark W C, Corell R, et al. Environment and development: sustainability science[J]. Science, 2001, **292**(5517): 641-642.
- [6] 史培军,王静爱,陈 婧,等.当代地理学之人地相互作用研究的趋向:全球变化人类行为计划(IHDP)第六届开放会议透视[J].地理学报,2006, **61**(2): 115~126.
- [7] Martens P, McEvoy D, Chang C. The climate change challenge: linking vulnerability, adaptation, and mitigation [J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2009, **1**(1): 14-18.
- [8] Ziad A M, Amjad A. Intrinsic vulnerability, hazard and risk mapping for karst aquifers: A case study[J]. Journal of Hydrology, 2009, **364**(3-4): 298-310.
- [9] Leichenko R, O'Brien K. Environmental change and globalization: Double exposures [M]. New York: Oxford University Press, 2008.
- [10] 刘 毅,黄建毅,马 丽.基于DEA模型的我国自然灾害区域脆弱性评价[J].地理研究,2010, **29**(7): 1153~1162.
- [11] 黄淑芳.主成分分析及MAPINFO在生态环境脆弱性评价中的应用[J].福建地理,2002, **17**(1): 47~49.
- [12] 刘 刚.基于层次分析法的社区灾害风险脆弱性评价[J].兰州大学学报(社会科学版),2013, **41**(4): 102~108.
- [13] 苏 飞.石油城市人地系统脆弱性研究——以大庆市为例[D]. 长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所,2007.
- [14] 孟宪萌,束龙仓,卢耀如.基于熵权的改进DRASTIC模型在地下水脆弱性评价中的应用[J].水利学报,2007, **38**(1): 94~99.
- [15] 韩建飞,宗 刚.基于网络层次分析的工业产业脆弱性研究[J].现代管理科学,2013, (11): 15~18.
- [16] 李双成,吴绍洪,戴尔阜.生态系统响应气候变化脆弱性的人工神经网络模型评价[J].生态学报,2005, **25**(3): 621~626.
- [17] 于长永.依赖与脆弱性:农民养老问题的一个实证分析——基于全国十个省份1000余位农民的调查数据[J].西北人口, 2013, **34**(6): 117~123.
- [18] 张小明.基于脆弱性分析的公共危机预防体系研究[J].北京行政学院学报,2013, (4): 57~62.
- [19] 刘燕华,李秀彬.脆弱性生态环境与可持续发展[M].北京:商务印书馆,2001.
- [20] 张平宇,李 鹤,佟连军,等.矿业城市人地系统脆弱性——理论、方法、实践[M].北京:科学出版社,2010.
- [21] 李 博,韩增林.环渤海地区人海资源环境系统脆弱性的时空分析[J].资源科学,2012, **34**(11): 2214~2221.
- [22] 国家海洋局.中国海洋统计年鉴1997~2010[M].北京:海洋出版社,1997~2010.
- [23] 大连市统计局.大连统计年鉴1997~2010[M].北京:中国统计出版社,1997~2010.
- [24] 那 伟,刘继生.辽源市经济系统的脆弱性及其规避措施研究[J].地理科学,2009, **29**(5): 666~672.

Vulnerability in Human-sea Economic System of Liaoning Coastal Area in China

LI Bo

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

Abstract: Vulnerability of human-sea system is a research frontier in regional sustainable development. Vulnerability analysis is not only an effective tool in the realms of global environmental change and sustainability science, but also provides a new paradigm for the study of interaction mechanisms and processes of coupled human-land system. Studies carry out in human-sea system are of significance to not only the enrichment of the theories of human-land system, but also marine sustainable development. Based on human-sea system theory, combined with the theory of geography, economics and oceanography, the vulnerability framework to search the vulnerability of human-sea economic system is the focus in sustainable development of global marine, key process and dynamical mechanism. Vulnerability is considered as functional relationships between sensitivity and coping ability, this article, by constructing a vulnerability assessment model of entropy theory and function model, carries out a vulnerability research of the human-sea economic system in Liaoning regional area. Human-sea economic system studies the structure characteristics and rules of evolution in geographical space within the scope of the marine industry, and it contains a combination of various factors in sea and land which includes the regional, comprehensive, coordinated and sustainable features. It shows that: 1) the vulnerability of Liaoning coastal area in human-sea economic system declined year by year from 1996 to 2009, and from the strong vulnerability to weak one. 2) from the sensitive indexes, it showed a trend of "inverted U". The junctions of the "inverted U" happened in 1999, 2001, 2004, and in 2006. Since 2006, the proportion of ocean GDP declined year by year. 3) from the coping ability indexes, it showed the steady grow. The added value of Marine industry increased year by year, offshore oil and gas industry development change by volatility, and marine fishing production get control in degree. In addition, the structure of Marine industry had some adjustment, and sped up the development of new industry. In the development of marine industry, marine chemical products production, shipbuilding and transportation are all important. So we can reduce the vulnerability of human-sea economic system from these aspects. Human-sea system includes three subsystems that are human-sea resources environment subsystem, human-sea economic subsystem and human-sea society subsystem. The coupling analysis of these three subsystems is also important. Then it obtains the vulnerability characteristics and the countermeasures of sustainable development, and it is another research direction in the future.

Key words: human-sea economic system; vulnerability; function model method; entropy weight coefficient method; Liaoning coastal area