

雷州半岛海岸带主体功能区划研究

刘耀谦^{1,2}, 朱飞航², 谭瑶², 梁春林³, 孙省利^{1,2}

(1. 广东海洋大学海洋资源与环境监测中心 湛江 524088; 2. 广东海洋大学化学与环境学院 湛江 524088;
3. 广东海洋大学数学与计算机学院 湛江 524088)

摘要: 文章采用基于集对分析法的社会、经济与生态环境协调发展模型研究雷州半岛海岸带主体功能区划, 确定边界范围, 构建评价指标体系。将整个雷州半岛作为海岸带, 指标体系划分为三大类共 27 个指标。赤坎区、坡头区、麻章区属于基本协调发展; 开发区(含东海)、遂溪县、雷州市、吴川市、徐闻县和廉江市属于高度协调发展; 霞山区属于弱协调或不协调发展。雷州半岛各区域社会、经济发展对环境损害较小。霞山区、开发区(含东海)划分为重点开发区, 遂溪县、雷州市、廉江市、吴川市和徐闻县划分为限制开发区, 禁止开发区单独划出, 包括 3 个国家级自然保护区、1 个国家级风景名胜区和 2 个国家森林公园。

关键词: 海岸带主体功能区划; 雷州半岛; 集对分析法; 边界范围; 评价指标体系

中图分类号: P74; X321

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2021)11-0047-08

Study on Coastal Major Function Oriented Zoning in Leizhou Peninsula

LIU Yaoqian^{1,2}, ZHU Feihang², TAN Yao², LIANG Chunlin³, SUN Shengli^{1,2}

(1. Monitoring Center of Ocean Resources and Environment, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China; 2. School of Chemistry and Environment, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China; 3. College of Information, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: To explore coastal major function oriented zoning, this research used the harmonious development model based on set pair analysis (SPA), determined the boundaries, constructed evaluation index system. The whole Leizhou Peninsula was taken as coastal zones. The index system contains 27 indices in three categories. Chikan District, Potou District, and Mazhang District belonged to basic coordinated development; development zones (including Donghai), Suixi County, Leizhou City, Wuchuan City, Xuwen County and Lianjiang City belonged to highly coordinated development, and Xiashan District belonged to weakly coordinated or uncoordinated development. Xiashan District and the development area (including East China Sea) was assigned as the critical development zone. Suixi County, Leizhou City, Lianjiang City, Wuchuan City and Xuwen City were intended to be the restricted development zone. The

收稿日期: 2020-12-04; 修订日期: 2021-10-09

基金项目: 海洋公益行业专项“海洋风电、海水淡化及脱硫生态监测与评估技术集成及应用”(201505027); 国家自然科学基金面上项目“始新世晚期—渐新世早期气候过渡事件(EOT)的陆相沉积有机质响应”(41773037); 海洋有机地球化学与气候环境变化研究(R17001)。

作者简介: 刘耀谦, 教师, 硕士, 研究方向为海洋科学

通信作者: 孙省利, 教授, 博士, 研究方向为海洋科学

prohibited development zone was divided individually, which included 3 national nature reserves, 1 national scenic spot and 2 national forest parks.

Keywords: Coastal major function oriented zoning, Leizhou peninsula, Set pair analysis, The boundaries, Evaluation index

0 引言

海岸带是海洋和陆地相互作用的地带,具有复合性、边缘性和活跃性的特征,是我国经济发展的前沿阵地^[1],也是海洋资源开发强度最大、开发类型最复杂的地带^[2]。近年来,海岸带开发空间结构不合理等问题日益凸显,我国海洋保护区大多处于开发区域中,生态承载力明显减弱^[3],近岸海域污染加剧,典型生态系统遭到破坏^[4]。因此,海岸带主体功能区划的制定和实施是非常必要的,是实现基于生态系统安全的海域管理的关键途径之一,有助于形成海陆和谐、人海和谐和经济社会和谐发展的新格局。海洋主体功能区划、海洋功能区划等已有涉及海岸带区域的区划^[5-7]。上海使用地理信息系统划分了优化开发区、重点开发区、限制开发区^[8];海南对海岸带功能区划的范围和原则进行了研究,初步构建了海南沿海大功能区划技术体系^[9]。然而,区划存在着索引系统不统一、分区方法众多等问题。海岸带功能区划指标体系的构建和区划模型的建立是区划的重点和难点。众多学者都试图从资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力这3个方面筛选适宜的指标以及各自的评价方法,虽然可以采用多重共线性分析法对指标进行筛选,在一定程度上避免指标之间的重叠和交互作用^[10],但在共同评价资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力时,仍不可避免地造成部分指标的重叠。本研究尝试采用基于集对分析的社会、经济与生态环境协调发展的评价模型进行海岸带主体功能区的划分研究,对雷州半岛^[11]海岸带主体功能区划边界范围的确定、基本单元的划分、评价指标体系的构建与评价关键问题进行研究,旨在形成雷州半岛海岸带自然生态系统恢复力旺盛、生态系统健康、经济社会发展与自然和谐、人海和谐的新格局,以期为其他地区海岸带主体功能区划提供参考。

1 海岸带主体功能区划的指标体系构建方法

1.1 主体功能区特点

主体功能区包括4个开发区,其中“开发”特指大规模、高强度的工业化城镇化开发^[12-13]。主体功能区的划分应遵循“不可逆原则”:即按照优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区的先后顺序。在上一级、较大单元的功能区中,可以划分下一级、较小单元的其他不同等级的功能区,但是反过来则不可逆。雷州半岛在全国功能区划中是属于重点开发区的,因此按照“不可逆原则”进行较小单元的功能区划分是符合主体功能区划分要求的。

1.2 基于集对分析的社会、经济与生态环境协调发展评价模型构建方法

1.2.1 集对分析法

集对分析法(SPA)是用于统一处理不确定性系统的理论和方法^[14-15]。在海岸带主体功能区划中,社会、经济和生态环境指标之间的变化不是线性的,很难用统一标准来评估不同地区的发展潜力,每个地区指标也在不断变化,且这3类指标单独作为可持续发展指标都存在缺陷性,因此考虑到社会、经济、生态环境等指标之间这种既有确定性、又有不确定性的特征,宜采用集对分析法进行处理。

1.2.2 社会、经济发展态势度和生态环境功能损害态势度计算方法

根据集对分析的原理,将考察区域的社会、经济和生态环境指标体系与它们相应的评价标准作为2个集合构成一个集对。评价标准可分为I、II、III级,选定 N 个评价指标作为集对所具有的特性总数。

社会、经济指标体系: N 个指标中,符合I、II、III级标准的指标数目分别为 N_1 、 N_2 和 N_3 ($N_1 + N_2 + N_3 = N$),社会、经济发展的联系度表达式中的同一度 a 、差异度 b 和对立度 c 的计算式如表1所示。

表 1 社会、经济发展的联系度表达中 a、b、c 的计算式

认定的评价标准	a	b	c
I 级	N_1/N	$(N_2 + N_3)/N$	0
II 级	N_2/N	N_1/N	N_1/N
III 级	N_3/N	0	$(N_1 + N_2)/N$

生态环境指标体系:生态环境功能的联系度表达式中的 a、b、c 分别如下:

$$a = \frac{N_3}{N}; \quad b = \frac{N_2}{N}; \quad c = \frac{N_1}{N} \quad (1)$$

在实际计算中,可以根据表 1 和式(1)中 a、b、c 的大小关系,通过排序^[16]得到社会发展态势度 d_s 、经济发展态势度 d_e 和生态环境功能损害态势度 k 。

社会、经济与生态环境协调发展指数:社会、经济的发展和生态环境的变化之间可以用生长曲线来描述。因此,定义社会、经济与生态环境协调发展指数(或称区划指数)为:

$$I = \frac{1}{1 + ke^{-d_s d_e}} \quad (2)$$

式中, d_s 、 d_e 和 k 分别为认定的评价标准下的社会发展、经济发展和生态环境功能损害态势度。根据上述公式,可以分析 3 种临界状态:

(1)当 $d_s = d_e = 0.1$, 污染严重($k = 1$)时,三者协调发展指数 $I_{\min} = 0.50$;

(2)当 $d_s = d_e = 1$, 污染轻($k = 0.1$)时,三者协调发展指数 $I_{\max} = 0.97$;

(3)当 $d_s = d_e = k = 0.5$ 时,三者协调发展指数 $I = 0.72$ 。

经过对 d_s 、 d_e 和 k 的取值关系与计算得到的 I 值分析,可得协调发展指数 I 的取值范围与协调发展评价结果之间的对应关系^[16]如表 2 所示。

表 2 协调发展指数 I 的取值范围与协调发展评价结果之间的对应关系

I	评价结果
[1.00~0.90)	高度协调
[0.90~0.75)	基本协调
[0.75~0.60)	弱协调
[0.60~0.50)	不协调

2 结果

2.1 雷州半岛海岸带主体功能区划边界范围的界定

雷州半岛位于我国大陆最南端,三面环海,主要辖开发区以及湛江市的赤坎区、霞山区、麻章区、坡头区、遂溪县、雷州市和徐闻县、廉江市、吴川市。半岛南部为火山台地海岸,东部为台地溺谷型海岸,西部为海成阶地和台地溺谷型海岸。在雷州半岛海岸带范围的界定上,考虑到雷州半岛是一个三面环海的狭长形半岛,以海岸线为基准,若向陆一侧延伸 10 km,向海一侧以 15 m 等深线为边界^[17],仅余半岛中央一狭长陆域,会破坏生态和地域行政边界的完整性。因此,本研究独创性地提出以整个雷州半岛作为海岸带来进行研究,采用行政区划分法,界定向陆范围时考虑乡镇边界,以沿海县级行政区进行划分。既在陆域国土上实现与国家主体功能区划的完美对接,又兼顾了陆海统筹思想,是对雷州半岛国家主体功能区划的进一步完善和细化。雷州半岛在行政上属湛江市管辖,区划指标数据通过湛江市统计年鉴和下辖的区、县及县级市的统计年鉴获得。

2.2 雷州半岛海岸带主体功能区划的指标体系构建

2.2.1 指标体系的构建

本研究调查了雷州半岛的自然地理、经济发展概况,社会发展、人口结构等情况,生物、矿产、海洋等资源,分析了陆域和海洋资源开发、经济社会布局存在的问题。系统考察陆海的社会、经济及生态功能现状,以陆海协调为基础,同时考虑到指标的可获得性,将雷州半岛海岸带主体功能区划分的指标体系划分为社会发展指标(9 个)、经济发展指标(10 个)和生态环境指标(8 个)三大类共 27 个指标,各指标采用单位均值、百分比、增长率等形式表示。生态环境指标值来源于本研究的采样调查监测值,2017 年夏季对雷州半岛海岸带进行了生态环境因子的调查研究,根据雷州半岛海岸带的地形地貌共布设了 19 条观测断面 57 个调查站位,各项目的调查和分析方法均按《海洋调查规范》和《海洋监测规范》进行。

2.2.2 指标的分级标准及数据处理

为了便于不同数据间的比较,本研究对社会、经济发展指标及生态环境指标中生物多样性指数和生物均匀度指数原始的定量数据进行了无量纲

化处理,以 0.05 分、0.10 分和 0.15 分别作为相应的 I、II 和 III 级标准值。其他生态环境指标参考国家标准。各指标值如表 3 所示。

表 3 雷州半岛的社会、经济、生态环境指标值

指标类型	指标名称	评价区域									
		赤坎	霞山	开发区	坡头	麻章	吴川	徐闻	雷州	遂溪	廉江
社会发展 指标 (d_s)	人口密度/(人·km ⁻²)	0.38	0.35	0.06	0.05	0.02	0.10	0.00	0.01	0.01	0.01
	城镇化水平/%	0.34	0.34	0.08	0.08	0.03	0.04	0.02	0.05	0.00	0.03
	人均占有滩涂面积/m ²	0.05	0.12	0.33	0.10	0.14	0.00	0.13	0.06	0.05	0.02
	人均占有岸线长度/m	0.02	0.01	0.04	0.30	0.16	0.01	0.24	0.14	0.07	0.00
	人均水资源占有量/m ³	0.01	0.00	0.09	0.08	0.15	0.42	0.03	0.03	0.08	0.11
	人均耕地占有量/亩	0.00	0.00	0.05	0.08	0.13	0.06	0.17	0.18	0.21	0.12
经济发展 指标 (d_e)	受教育程度/%	0.17	0.13	0.06	0.17	0.13	0.13	0.01	0.11	0.00	0.09
	人均 GDP/(元·人 ⁻¹)	0.27	0.23	0.20	0.18	0.06	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02
	经济增长率/%	0.08	0.00	0.06	0.22	0.11	0.11	0.08	0.09	0.11	0.14
	人均社会固定资产投资/(元·人 ⁻¹)	0.16	0.16	0.33	0.22	0.03	0.02	0.01	0.00	0.03	0.03
	人均社会消费额/(元·人 ⁻¹)	0.50	0.35	0.05	0.00	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
	人均农林牧渔业总产值/(元·人 ⁻¹)	0.01	0.00	0.18	0.07	0.16	0.03	0.15	0.09	0.20	0.12
	人均水产品总产量/(kg·人 ⁻¹)	0.00	0.01	0.29	0.14	0.22	0.01	0.03	0.03	0.23	0.04
	建设用地面积占总面积的比重/%	0.64	—	0.04	0.08	0.09	0.07	0.01	0.00	0.02	0.05
	海岸带土地利用率/%	0.20	—	0.00	0.14	0.14	0.00	0.13	0.19	0.19	—
滩涂面积利用率/%	0.03	0.00	0.12	0.06	0.31	0.07	0.07	0.09	0.12	0.14	
人均占有外资/(美元·人 ⁻¹)	0.27	0.23	0.20	0.18	0.06	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	
生态环境 指标(k)	生物多样性指数	0.07	0.19	0.07	0.09	0.11	0.15	0.00	0.04	0.12	0.16
	生物均匀度指数	0.03	0.23	0.06	0.07	0.11	0.14	0.00	0.03	0.13	0.21
	空气环境质量/级	II	II	I	II	II	I	II	I	I	II
	溶解氧/(mg·L ⁻¹)	7.2	6.5	6.55	7.1	6.5	6.3	7.2	6.9	6.3	5.9
	无机氮/(mg·L ⁻¹)	0.150	0.063	0.089	0.133	0.080	0.139	0.115	0.115	0.087	0.089
	活性磷酸盐/(mg·L ⁻¹)	0.044	0.056	0.057	0.046	0.057	0.041	0.044	0.046	0.042	0.027
	叶绿素 a/(μg·L ⁻¹)	7.37	7.93	4.95	7.48	5.94	2.88	3.91	3.06	3.90	3.65
	石油类/(mg·L ⁻¹)	0.046	0.048	0.047	0.046	0.047	0.047	0.038	0.042	0.028	0.014

注:—表示未从年鉴中获取到的数据,本研究使用的集对分析法对于某些在个别地区难以获得的指标,可以舍去而不影响整个计算统计;1 亩=0.066 67 hm²。

2.2.3 雷州半岛社会、经济发展和生态环境功能损害态势度及协调评价结果

当分别认定 I 级、II 级和 III 级作评价标准,指标数目如表 4 所示时,得到的雷州半岛社会发展、经济发展和生态环境功能损害态势度及协调评价结果如表 5 所示。可以看出,无论认定哪一级别作为评价标准,得到的雷州半岛各区域发展协调评价结果基本一致。即赤坎区、坡头区、麻章区属于基本协调发展的;开发区(含东海)、遂溪县、雷州市、吴

川市、徐闻县和廉江市属于高度协调发展的,霞山区属于弱协调或不协调发展的。

当认定 I 级作评价标准时,在社会发展、经济发展评价中,由于 I 级是最低级别,因此各区域计算得到的社会发展、经济发展态势度数值均较大,在 0.7~0.8,系统处于微同势和弱同势状态;当认定 II 级作评价标准时,在社会发展、经济发展评价中,除坡头区的社会发展态势度较大,为 0.8 外,其余各区域计算得到的社会发展、经济发展态势度数值均降

低,在 0.1~0.3,系统主要处于弱反势和准反势状态;当认定Ⅲ级作评价标准时,在社会发展、经济发展评价中,除赤坎区、霞山区、开发区(含东海)、坡头区的经济发展态势度较大,为 0.6~0.9,处于同势的状态外,其余各区域计算得到的社会、经济发展

态势度数值均很小,为 0.1,系统处于强反势状态。表明在评价中,选用Ⅱ级作为评价标准是较合适的。从计算得到的各区域生态环境损害的态势度较低可以看出,雷州半岛各区域社会、经济发展对环境损害较小。

表 4 雷州半岛各区域社会、经济、生态环境指标数目

指标类型	指标数目	赤坎	霞山	开发区	坡头	麻章	吴川	徐闻	雷州	遂溪	廉江
社会发展	N ₁	5	4	4	1	2	4	4	4	5	5
	N ₂	1	2	2	5	0	2	1	2	3	4
	N ₃	3	3	3	3	7	3	4	3	1	0
经济发展	N ₁	3	4	4	3	4	9	7	6	5	6
	N ₂	1	0	1	1	2	1	1	3	2	1
	N ₃	6	4	5	6	4	0	2	1	3	2
生态环境	N ₁	5	3	6	4	3	5	6	7	5	4
	N ₂	2	1	1	3	4	0	1	0	1	2
	N ₃	1	4	1	1	1	3	1	1	2	2

表 5 雷州半岛社会、经济发展和生态环境的联系度、态势度、协调发展指数及评价结果

评价区域	评价标准	社会发展				经济发展				生态环境				I	评价结果
		a	b	c	ds	a	b	c	de	a	b	c	k		
赤坎	I	0.56	0.44	0	0.8	0.33	0.67	0	0.7	0.13	0.25	0.63	0.2	0.90	基本协调
	II	0.11	0.33	0.56	0.2	0.11	0.56	0.33	0.3	0.13	0.25	0.63	0.2	0.84	基本协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0.56	0	0.44	0.9	0.13	0.25	0.63	0.2	0.85	基本协调
霞山	I	0.44	0.56	0	0.7	0.50	0.50	0	0.7	0.50	0.13	0.33	1.0	0.62	弱协调
	II	0.22	0.33	0.44	0.2	0	0.50	0.50	0.2	0.50	0.13	0.38	1.0	0.51	不协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0.50	0	0.50	0.6	0.50	0.13	0.38	1.0	0.51	不协调
开发区	I	0.44	0.56	0	0.7	0.44	0.56	0	0.7	0.13	0.13	0.75	0.1	0.94	高度协调
	II	0.22	0.33	0.44	0.2	0.11	0.50	0.44	0.3	0.13	0.13	0.75	0.1	0.92	高度协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0.50	0	0.50	0.6	0.13	0.13	0.75	0.1	0.91	高度协调
坡头	I	0.11	0.89	0	0.7	0.33	0.67	0	0.7	0.13	0.38	0.50	0.2	0.89	基本协调
	II	0.56	0.33	0.11	0.8	0.11	0.56	0.33	0.3	0.38	0.38	0.50	0.2	0.86	基本协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0.56	0	0.44	0.9	0.13	0.38	0.50	0.2	0.85	基本协调
麻章	I	0.22	0.78	0	0.7	0.44	0.56	0	0.7	0.13	0.50	0.33	0.3	0.84	基本协调
	II	0	0.78	0.22	0.3	0.22	0.44	0.44	0.2	0.50	0.50	0.38	0.3	0.78	基本协调
	III	0.78	0	0.22	0.9	0.44	0	0.56	0.1	0.13	0.50	0.38	0.3	0.78	基本协调
吴川	I	0.44	0.56	0	0.7	0.89	0.11	0	0.8	0.33	0	0.63	0.1	0.95	高度协调
	II	0.22	0.33	0.44	0.2	0.11	0	0.89	0.1	0	0	0.63	0.1	0.91	高度协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0	0	1.00	0.1	0.38	0	0.63	0.1	0.91	高度协调
徐闻	I	0.44	0.56	0	0.7	0.67	0.33	0	0.8	0.13	0.13	0.75	0.1	0.95	高度协调
	II	0.11	0.44	0.44	0.2	0.11	0.22	0.67	0.2	0.13	0.13	0.75	0.1	0.91	高度协调
	III	0.44	0	0.56	0.1	0.22	0	0.78	0.1	0.13	0.13	0.75	0.1	0.91	高度协调
雷州	I	0.44	0.56	0	0.7	0.56	0.44	0	0.8	0.13	0	0.88	0.1	0.95	高度协调
	II	0.22	0.33	0.44	0.2	0.33	0.11	0.56	0.1	0	0	0.88	0.1	0.91	高度协调
	III	0.33	0	0.67	0.1	0.11	0	0.89	0.1	0.13	0	0.88	0.1	0.91	高度协调

续表

评价区域	评价标准	社会发展				经济发展				生态环境				I	评价结果
		a	b	c	ds	a	b	c	de	a	b	c	k		
遂溪	I	0.56	0.44	0	0.8	0.50	0.50	0	0.7	0.25	0.13	0.63	0.1	0.95	高度协调
	II	0.33	0.11	0.56	0.1	0.22	0.33	0.50	0.2	0.13	0.13	0.63	0.1	0.91	高度协调
	III	0.11	0	0.89	0.1	0.33	0	0.67	0.1	0.25	0.13	0.63	0.1	0.91	高度协调
廉江	I	0.56	0.44	0	0.8	0.67	0.33	0	0.8	0.25	0.25	0.50	0.1	0.95	高度协调
	II	0.44	0	0.56	0.1	0.11	0.22	0.67	0.2	0.25	0.25	0.50	0.1	0.91	高度协调
	III	0	0	1	0.1	0.22	0	0.78	0.1	0.25	0.25	0.50	0.1	0.91	高度协调

2.2.4 雷州半岛海岸带主体功能区划分结果

雷州半岛主体功能区的划分要结合各区域社会发展、经济发展和生态环境功能损害态势度及协调评价结果,以及雷州半岛的实际情况及全国主体功能区划中4个主体功能区的描述来分析确定。仅从协调评价的结果来分析,由于各区域生态环境损害的态势度均较低,开发区(含东海)、吴川市、徐闻县、雷州市、遂溪县和廉江市的社会、经济与生态环境高度协调发展,则该地区划分为限制开发区,以继续保持社会、经济与生态环境的高度协调发展;赤坎区、坡头区和麻章区的社会、经济与生态环境基本协调发展,表明该地区的社会、经济发展较快,经济基础较好,而发展的代价则是需要牺牲一部分生态环境,但对生态环境损害仍较低,因此该地区可以划分为重点开发区;霞山区的社会、经济与生态环境弱协调或不协调发展,表明该地区的社会、经济发展快速,经济基础好,而发展的代价则是需要牺牲更多的生态环境,因此该地区已不适合高强度的开发,可以划分为优化开发区。

然而最终确定开发区的类型还需考虑全国主体功能区划中关于开发区的具体定义和功能定位,结合雷州半岛的实际情况来分析。主体功能区的划分应遵循“不可逆原则”,雷州半岛属经济欠发达地区,在全国功能区划中属于重点开发区,因此按照“不可逆原则”进行较小单元的功能区划分,在4类功能区中应首先排除划分优化开发区。在协调评价结果中,霞山区划分为优化开发区,但这是以整个湛江市为参考对象的,相对全国区域来说协调评价指数较低;从优化开发区的定义来看,霞山区并不能引领和带动全国的自主创新和结构升级,因

此应该将霞山区归属为重点开发区。在协调评价结果中,将开发区(含东海)设置为限制开发区,但根据开发区的地理位置和政策优势来看,将开发区(含东海)设置为重点开发区。禁止开发区是从各个划分的开发区中将国家规定的禁止开发区单独划出。最终划分的各区域开发区类型如表6所示。

表6 雷州半岛海岸带主体功能区划分结果(以区域为单位)

类型	评价区域
重点开发区	赤坎区、霞山区、开发区(含东海)、坡头区、麻章区
限制开发区	吴川市、徐闻县、雷州市、遂溪县、廉江市
禁止开发区	广东湛江红树林国家级自然保护区(193 km ²)
	国家级自然保护区 广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区(144 km ²)
	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区(469 km ²)
	国家级风景名胜区 湖光岩风景名胜区(38 km ²)
	国家森林公园 广东东海岛国家森林公园(6.7 km ²) 广东三岭山国家森林公园(7.4 km ²)

3 讨论

3.1 边界范围确定与指标体系构建

本研究将海岸带区域作为统一的整体进行海岸带主体功能区划,以海岸带为功能区域,对包括海陆的国土空间进行区划,充分考虑到海洋与陆地开发的相互依存、相互补充、相互冲突的关系。海岸带主体功能区划与陆域主体功能区划在原则上相同,都是根据资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力3项指标进行划分^[18-19],最终形成合理

的海岸带空间开发结构,在制定指标时海岸带主体功能区划要按照海陆统筹的原则,将海洋纳入国土主体功能区划^[20]。海洋主体功能区划也充分考虑陆地与海洋的相互影响,但海洋国土空间根据不同海域边界有不同的主权权利,同时海洋国土空间一般不涉及人口承接与转移问题。因此海岸带进行主体功能区划有利于解决好海岸带问题。

在具体指标选择上,已有研究提出一套全国范围海岸带主体功能区划分的指标体系及评价模型^[19],但考虑到各地区的发展要求及特殊情况,涉及海岸带主体功能区划的指标及评价等技术体系还是相对欠缺。目前,众多学者都试图从资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力这 3 个方面筛选适宜的指标以及各自的评价方法^[20-21]。本研究选取的指标都是以社会、经济和生态环境为背景的,对区域的资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力的分析都可以归结为区域的社会、经济和生态环境的协调发展问题,这也符合了持续发展的战略思想。

本研究采用集对分析法进行海岸带主体功能区划分。首先,集对分析法允许指标有交叉重叠且评价中一般不受指标个数的限制,对于某些在个别地区难以获得的指标,可以舍去而不影响整个计算;其次,初始设计的指标可以尽可能地多,通过一次专家调查,即可确定一定时期内各指标的 I 级、II 级、III 级标准值(除环境质量标准外),具体应用可以根据实际可获得的指标个数来选取;最后,通过生长曲线指数表示,可以深刻揭示社会、经济发展与生态环境三者之间相互影响、相互制约的协调发展关系,评价方法直观、实用,可比性强。已有研究有用划分指数法,此方法指标之间的关联性对权重的选取带来一定的不合理性,且权重需要根据各个地区的不同而重复采用层次分析法获得^[22],且对所有涉及的评价指标都要求能够完全获得。划分指数法脱离了现有的陆地和海洋功能区划去进行重新区划,而集对分析法是根据社会、经济发展认定某一级别作为评价标准时,计算二者与生态环境的协调程度,可以直接以现有陆地或海洋的功能区划为基础,将区划中某地区的类别直接作为

认定的级别评价标准,来计算在现有区划的类别等级中三者是否协调发展,并根据协调评价结果结合区域现状进行适当调整。划分指数法中,对限制开发区,仅以资源环境承载力一个指标来衡量,认为当资源环境承载力低于某一阈值时为限制开发,但实际上该阈值很难确定。集对分析法将限制开发一并纳入计算,即除国家明确规定的禁止开发区外,其余各种类型开发都具有不确定性,都应该参与到区划研究中。

3.2 雷州半岛海岸带主体功能区划分

雷州半岛的主体功能区划,首先重点考虑的是禁止开发区的选择和限制开发区。禁止开发区不能以现有的区、县、县级市为划分单元,因为禁止开发区只是上述区域的一部分,与主体功能区划分的“不可逆原则”并不相悖,因此可以从各个划分的开发区中将国家规定的禁止开发区单独划出。限制开发区包括了农产品主产区和重点生态功能区,为了更好地保护这些地区提供的农业生态产品,保障国家农产品安全以及中华民族永续发展的需要,将遂溪县、雷州市等划为限制开发区,把增强这些地区农业综合生产能力作为区域发展的首要任务是符合这些区域的实际发展状况的,也符合限制开发的要求。

与其他研究不同的是,雷州半岛属经济欠发达地区,地区经济在广东省乃至全国都处于较落后状态,因此在 4 类功能区中应首先排除划分优化开发区。霞山区虽然经济相对发达,并不能引领和带动全国的自主创新和结构升级,因此将霞山区归属为重点开发区。根据开发区所处的地理位置和政策优势来看,陆海交通优势明显,四面环海,环境容量较大,以现有的生态环境损害程度仍可继续发展社会、经济而不造成更大的代价,目前正形成沿海石化、钢铁、能源生产基地等重化产业带的核心区域。因此,开发区(含东海)为重点开发区。

4 结论

本研究采用基于集对分析法的社会、经济与生态环境协调发展模型对雷州半岛海岸带主体功能区进行划分。通过运用陆海统筹理论,系统考察陆海的社会、经济及生态功能现状,以陆海协调为基

础,将雷州半岛海岸带主体功能区划分的指标体系划分为社会发展指标、经济发展指标和生态环境三大类共27个指标。结合分析损害态势度及协调评价结果等,将霞山区、开发区(含东海)划分为重点开发区,遂溪县、雷州市、廉江市、吴川市和徐闻县划分为限制开发区,禁止开发区单独划出,包括3个国家级自然保护区、1个国家级风景名胜区和2个国家森林公园。海岸带主体功能区划深刻揭示了社会、经济发展与生态环境三者之间相互影响、相互制约的协调发展关系,坚持海陆统筹,在不损害生态系统功能发挥的前提下发展社会与经济,是解决好海岸带问题乃至国民经济持续发展的必由之路。

参考文献

- [1] MARRE J B, THEBAUD O, PASCOE S, et al. The use of ecosystem services valuation in Australian coastal zone management[J]. *Marine Policy*, 2015, 56: 117-24.
- [2] YU H M. China's coastal ocean uses: conflicts and impacts [J]. *Ocean & Coastal Management*, 1994, 25(3): 161-178.
- [3] DANIEL P R, DIANA F, VICTOR N D J. Strengthening coastal zone management in the Wadden Sea by applying "knowledge-practice interfaces"[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 108: 27-38.
- [4] HUTCHINSON S M, YU L. Heavy metal contamination of tidal flat sediments in the Shanghai region of the Yangze (Changjiang) estuary, P.R. China[J]. *International Journal of Environmental Education and Information*, 1998, 17(4): 423-32.
- [5] 李东旭. 海洋主体功能区划理论与方法研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.
- [6] DOUVERE F. The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management [J]. *Marine Policy*, 2008, 32, (5): 762-71.
- [7] AGOSTINI V N, MARGLES S W, KNOWLES J K, et al. Marine zoning in St. Kitts and Nevis: A design for sustainable management in the Caribbean[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 104: 1-10.
- [8] 王光振. 基于GIS的上海海岸带主体功能区划研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
- [9] 李知默. 海南省海岸带主体功能区划分技术研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2012.
- [10] 苗丽娟, 王玉广, 张永华, 等. 海洋生态环境承载力评价指标体系研究[J]. *海洋环境科学*, 2006, 35(3): 75-77.
- [11] ZOU F S, ZHANG H H, DAHMER T, et al. The effects of benthos and wetland area on shorebird abundance and species richness in coastal mangrove wetlands of Leizhou Peninsula, china[J]. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255(11): 3813-3818.
- [12] 徐勇, 汤青, 樊杰, 等. 主体功能区划可利用土地资源指标项及其算法[J]. *地理研究*, 2010, 29(7): 1222-1231.
- [13] 杨伟民. 推进形成主体功能区优化国土开发格局[J]. *经济纵横*, 2008 (5): 17-21.
- [14] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[J]. *大自然探索*, 1994 (1): 67-72.
- [15] WU F F, WANG X. Eutrophication evaluation based on set pair analysis of Baiyangdian Lake, North China[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2012, 13: 1030-1036.
- [16] 李祚泳, 丁晶, 彭荔红. 环境质量评价原理与方法[J]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [17] 母容, 张冉, 张璐平, 等. 基于多维决策分析的海湾海岸带主体功能区划技术研究[J]. *海洋开发与管理*, 2013, 30(1): 11-17.
- [18] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础[J]. *地理学报*, 2007, 62(4): 339-350.
- [19] 李军杰. 确立主体功能区划分依据的基本思路: 兼论划分指数的设计方案[J]. *中国经贸导刊*, 2006(11): 45-46.
- [20] 石洪华, 郑伟, 丁德文. 海岸带主体功能区划的指标体系与模型研究[J]. *海洋开发与管理*, 2009, 26(8): 88-92.
- [21] 陈云琳, 黄勤. 四川省主体功能区划探讨[J]. *资源与人居环境*, 2006(20): 37-40.
- [22] 颜利, 吴耀建, 陈凤桂, 等. 福建省海岸带主体功能区划评价指标体系构建与应用研究[J]. *应用海洋学学报*, 2015, 34 (1): 87-96.