

# 海峡西岸经济区景观格局特征研究

阮俊杰<sup>1</sup>, 王卿<sup>1</sup>, 黄沈发<sup>1</sup>, 王敏<sup>1</sup>, 沙晨燕<sup>1</sup>, 赵卫<sup>2</sup>

(1. 上海市环境科学研究院, 上海 200233; 2. 环境保护部南京环境科学研究所, 江苏南京 210042)

**摘要:** 运用景观生态学的空间格局指数法, 结合遥感和 GIS 技术, 研究了海峡西岸经济区(海西区)2008 年生态系统组成、景观格局特征以及与环境因子的关系。研究结果表明: (1) 海西区主要由森林、草地、农田、水域、城镇和荒地构成, 各景观类型高程分布差异显著。(2) 森林是海西区的优势景观类型, 呈规模化集中分布, 草地和农田是海西区重要景观类型, 斑块数量最多, 分布零散; 城镇和荒地的结构特征最差, 表明其稳定性差, 受人为干扰强烈。(3) 水域的景观特征处于中间水平, 斑块类型差异显著, 但景观整体稳定性较强。(4) 降水量、气温等自然因素是影响海西区景观格局的主要因素, 人口密度和 GDP 等人为因素影响相对较弱。

**关键词:** 海峡西岸经济区; 生态系统; 景观格局

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)04-0030-07

中图分类号: S718.55

## Characteristics of Landscape Pattern in West Taiwan Straits Economic Zone

RUAN Jun-jie<sup>1</sup>, WANG Qing<sup>1</sup>, HUANG Shen-fa<sup>1</sup>, WANG Min<sup>1</sup>, SHA Chen-yan<sup>1</sup>, ZHAO Wei<sup>2</sup>

(1. Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200233, China;

2. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

**Abstract:** In order to provide the scientific basis for rational resources utilization and ecological environmental protection of West Taiwan Straits Economic Zone, the paper analyzed the ecosystem composition and the landscape pattern characteristics of the region in 2008 using the spatial pattern index method of landscape ecology combined with remote sensing and GIS technologies. The results indicated: (1) West Taiwan Straits Economic Zone was mainly composed of forest, grassland, farmland, waters, wetland, urban land and some barren land with significant difference of elevations; (2) The predominant landscape is forest distributed concentratedly, while grassland and farmland are very important with a larger quantity of patches scattered in the whole area, and urban land and barren land have no good patterns, which are significantly influenced by human activities; (3) Water bodies are very stable with significant difference of shapes; (4) The natural factors such as the precipitation and air temperature are the main elements which impact the landscape patterns in the region while the human activities are less important.

**Keywords:** West Taiwan Straits Economic Zone; ecosystem; landscape pattern

随着区域协调发展战略的实施, 缩小后发地区与发达地区之间的差距已成为我国亟待解决的重要问题<sup>[1]</sup>。区域协调发展不仅要形成区域差距缩小和区域协调互动的发展格局, 而且要求各地的社会发展必须与自身的生态承载力相适应<sup>[1-2]</sup>。生态系统作为生态承载力的承载主体, 提供生态服务功能和生态安全屏障作用, 制约着生态承载力的供给<sup>[3-4]</sup>。而生态系统组成及其格局是研究生态系统的基础, 是人与自然长期相互作用的结果, 它不仅是生态系统异质性

的具体表现, 同时还是包括干扰在内的各种生态过程在不同尺度作用的结果<sup>[5-7]</sup>。通过对景观格局的研究, 可以揭示区域生态状况、空间变异性特征以及与生态过程相关的区域资源环境问题。因此, 通过研究景观格局特征, 在综合理解生态系统空间格局、功能和生态过程相互作用的基础上, 调整优化各种生态系统在空间和数量上的分布格局<sup>[8]</sup>, 充分发挥生态服务功能和生态安全屏障作用, 保障生态承载力有效、持续提供, 实现区域社会经济与资源环境的协调发展。

收稿日期: 2012-10-25

修回日期: 2013-01-13

资助项目: 环境保护部财政专项“区域和行业重大发展战略环境评价研究”(2110203)

作者简介: 阮俊杰(1984—), 男(汉族), 浙江省上虞市人, 硕士, 助理工程师, 主要从事生态遥感的研究工作。E-mail: dhrj@126.com。

通信作者: 王卿(1979—), 男(汉族), 湖北省潜江市人, 博士, 高级工程师, 主要从事生态遥感和生物入侵的研究工作。E-mail: wangq@saes.sh.cn。

海峡西岸经济区(海西区)是我国沿海经济带的重要组成部分,在全国区域经济发展布局中处于关键地位,但与长江三角洲、珠江三角洲等沿海经济区相比,海西区仍属我国沿海地带的后发地区,其发展具有一定的必然性<sup>[2]</sup>。同时,海西区生态环境质量优越,植被覆盖状况良好,拥有丰富的生物多样性,是我国生物多样性保护的重点地区之一,而且海西区中、西部山区是我国东南沿海诸河的重要水源地,承担着水源涵养、水土保持和环境净化等生态服务功能,具有重要的生态安全保障作用<sup>[9]</sup>。可见,海西区在全国生态安全格局中占重要地位,区域协调发展对于海西区而言更具重要意义。本研究采用景观生态学和数量生态学理论与方法,结合遥感和GIS技术,以海西区为研究对象,分析海西区景观格局总体特征和各类型之间的差异与联系,并试图探寻其与区域环境因子的关系,以期在海西区产业发展规划、生态环境保护等工作提供科学依据,实现海西区社会经济和生态环境的协调发展。

## 1 研究区概况

根据国家统计局的界定,海西区是指以福建为主体,覆盖浙江、广东、江西3省部分地域。本研究将海西区研究范围确定为福建全省9个地级市,广东省的汕头、潮州、揭阳3个地级市和浙江省的温州1个地级市的陆域部分。

海西区介于 $22^{\circ}53' - 28^{\circ}36'N, 115^{\circ}36' - 121^{\circ}18'E$ ,面积达 $1.45 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,以福建省为主体,南北分别与珠三角、长三角2个经济区衔接,东部隔台湾海峡与中国台湾相望,西部横贯武夷山脉与江西的广大内陆腹地贯通。该区地势由内陆向沿海倾斜,多山丘、少平原,多断层地貌和多河谷盆地,区域海岸线漫长而曲折,沿岸大小港湾广布,且海岸线以外,分布有众多大小岛屿。海西区属海洋性亚热带季风气候,水热丰沛,季节变化明显。区域内土壤主要由赤红壤、红壤、黄壤、山地草甸土等组成,分布具有明显的水平地带性、垂直地带性。近几年,海西区社会经济发展迅速,至2007年,该区人口达5725万,占全国人口比重为4.3%;国内生产总值(GDP)13224亿元,占全国比重5.58%。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源及图像预处理

所用的空间数据源包括1:25万地形图和DEM;2008年的空间分辨率为30m的4,3,2波段假彩色合成的Landsat TM遥感影像。将图像进行几何校正后拼接,通过计算机进行自动识别和人工解

译,采用最大似然监督分类方法(其分类原则是求出每个象元对应各类型的归属概率,将该象元分到归属概率最大的类型中去)进行监督分类。训练样区尽量在各类型面积较大的中心选取,从而使其具有代表性。本次分类精度为85%。

### 2.2 分类标准

根据生态系统划分原则,结合遥感影像解译的技术要求和土地利用研究成果,将海西区的景观类型进行分类划分(表1)。

### 2.3 分析指标和计算方法

根据海西区实际情况,将研究区按海拔由低到高划分为: $<100 \text{ m}, 100 \sim 300 \text{ m}, 300 \sim 600 \text{ m}, 600 \sim 1000 \text{ m}, 1000 \sim 1500 \text{ m}, >1500 \text{ m}$ 共6级,对DEM数据进行分级,并生成高程分级矢量数据。然后在ArcGIS环境下,将海西区生态系统矢量数据与高程分级矢量数据进行叠加分析,汇总统计不同高程级别下的景观分布数据<sup>[10]</sup>。

在ArcGIS 10.0中将景观图转化成Grid格式(网格大小 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ )并导入美国俄勒冈州立大学开发的景观结构定量分析软件Fragstats 3.3(栅格版)进行景观格局分析。首先在景观类型(class level)和景观(landscape level)水平上分别选取:斑块数(NP)、斑块面积(CA)、最大斑块指数(LPI)、分维度指数(PAFRAC)、结合度指数(COHESION)、聚合度指数(AI)和斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、最大斑块指数(LPI)、形状指数(LSI)、结合度指数(COHESION)、聚合度指数(AI)、景观多样性指数(SHDI)、景观均匀度指数(SHEI),获得海西区景观整体格局特征;然后采用 $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ 的正方形移动视窗,从区域的右上角向左下角移动,计算上述景观水平上的8个指数,分析整个区域内景观格局的空间特征<sup>[11-12]</sup>。所有指数的计算公式、取值范围见参考文献<sup>[13-14]</sup>和Fragstats软件说明。

以海西区13地市为采样单元,计算上述景观水平上的8个指数作为物种变量;以海西区13个地市的年均气温、降水量、蒸发量、人口密度和人均GDP作为环境变量,采用国际通用分析软件CANOCO 4.5进行去趋势典范对应分析(DCCA),探讨景观格局与环境因子之间的关系<sup>[15-16]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 海西区景观总体特征

由表1可知,海西区陆域面积 $1.45 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,分别属于6大类景观,20个小类。根据其空间分布,得出各种景观类型分布特征。

表 1 海西区景观类型分类及面积构成

一级分类	二级分类	说明	面积/ km <sup>2</sup>	面积比 例/%
农田	水田	有水源保证和灌溉设施,在一般年景能正常灌溉,用以种植水稻,莲藕等水生农作物的耕地,包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地	19 741	13.66
	旱地	无灌溉水源及设施,靠天然降水生长作物的耕地;有水源和浇灌设施,在一般年景下能正常灌溉的旱作物耕地;以种菜为主的耕地,正常轮作的休闲地和轮歇地	8 820	6.10
林地	有林地	郁闭度>30%的天然木和人工林。包括用材林、经济林、防护林等成片林地	64 732	44.79
	灌木林	郁闭度>40%、高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地	6 895	4.77
	疏林地	疏林地(郁闭度为 10%~30%)	14 717	10.18
	其他林地	未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林园地等)	2 879	1.99
草地	高覆盖度草地	覆盖度在>50%的天然草地、改良草地和割草地。此类草地一般水分条件较好,草被生长茂密	12 492	8.64
	中覆盖度草地	覆盖度在 20%~50%的天然草地和改良草地,此类草地一般水分不足,草被较稀疏	6 074	4.20
	低覆盖度草地	覆盖度在 5%~20%的天然草地。此类草地水分缺乏,草被稀疏,牧业利用条件差	1 707	1.18
水域	河渠	天然形成或人工开挖的河流及主干渠常年水位以下的土地,人工渠包括堤岸	1 035	0.72
	湖泊	天然形成的积水区常年水位以下的土地	24	0.02
	水库坑塘	人工修建的蓄水处常年水位以下的土地	847	0.59
	滩涂	沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带	722	0.50
	滩地	河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地	213	0.15
城镇	城镇用地	大、中、小城市及县镇以上建成区用地	915	0.63
	农村居民点	农村居民点	1 936	1.34
	其他	独立于城镇以外的厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地、交通道路、机场及特殊用地	659	0.46
未利用土地	沙地	地表为沙覆盖,植被覆盖度在 5%以下的土地,包括沙漠,不包括水系中的沙滩	14	0.01
	裸土地	地表土质覆盖,植被覆盖度在 5%以下的土地	16	0.01
	裸岩石砾地	地表为岩石或石砾,其覆盖面积在 5%以下的土地	72	0.05

(1) 森林。海西区森林面积为 89 223 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 61.74%,主要分布在武夷山区和中部大山带(雁荡山—鹫峰山—戴云山—博平岭—凤凰山)。森林占海西区土地总面积的绝大部分,是海西区的优势景观,主要由温带针叶林、亚热带针叶林、亚热带落叶阔叶林、亚热带常绿阔叶林和竹林及竹丛组成,其中又以马尾松、台湾松和杉木为主的亚热带针叶林为主要成分,亚热带常绿阔叶林次之,亚热带落叶阔叶林所占比例最小。

(2) 农田。海西区农田的分布面积及其所占比重较大,仅低于森林,主要分布在沿海地带,特别是浙南沿海、九龙江口沿海、莆泉沿海、闽江口沿海和潮汕平原。在内陆地区,农田集中在建溪流域、富屯溪流域、沙溪流域和汀江流域等地。农田面积为 28 561 km<sup>2</sup>,占总面积的 19.76%,分为旱田和水田 2 种类型。沿海区域及闽江流域多分布水田,内陆山地比较缺水,农田形式主要以旱地为主,栽培植被类型以双季稻、冬小麦、茶、蚕豆等为主。

(3) 草地。海西区草地面积为 20 273 km<sup>2</sup>,占该区土地面积的 14.03%,仅次于森林和农田,是海西区第 3 大景观。海西区草地多是森林逆向演替的产物,一定程度上保留有森林的群落特征。草地主要由热带、亚热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛、旱生常绿灌丛和亚热带、热带草丛构成。其中,热带、亚热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛以欏木、乌饭树、映山红灌丛和桃金娘灌丛为主,广泛分布于区内森林的外围。亚热带、热带草丛主要分布在南亚热带气候区,闽粤边界、揭阳西北部及福州、莆田沿海居多。芒草、野古草、金茅草丛和蜈蚣草、纤毛鸭嘴草草是亚热带、热带草丛的主要植被类型。在草地生态系统中,旱生常绿灌丛所占比例较小,其分布面积仅为 2.789 km<sup>2</sup>。

(4) 水域。海西区水系丰富,总面积 2 841 km<sup>2</sup>,占整个海西区面积的 1.97%。区域内拥有闽江、敖江、大樟溪、晋江、漳江、榕江等众多水系。湖泊、水库在区域内分布也很广泛,泽雅水库、古田水库、东张水库、秋风水库、金湖、笕笕湖等镶嵌于海西区上。区域

内湿地分布也比较广泛,主要分布在河道湖泊沿岸及河口海岸。其中热带红树林是海西区一类特殊的湿地类型,其植被类型包括秋茄树、桐花树和海榄雌林,目前主要分布在罗源湾、兴化湾、九龙江口及漳江口两岸,在漳江口建有红树林国家级自然保护区。

(5) 城镇。海西区城镇面积 3 510 km<sup>2</sup>, 占土地总面积的 2.43%, 远低于森林、草地和农田的面积、比例。从空间分布来看, 城镇多集中分布在沿海地带, 如浙南沿海、闽江口、莆泉沿海、九龙江口、潮汕平原等地; 在内陆地区, 主要分布在浙南诸河、沙溪流域、建溪流域、富屯溪流域、九龙江上游等分区。

(6) 荒地。荒地主要由沙地、裸土地和裸岩石砾地构成, 面积 102 km<sup>2</sup>, 占土地面积的 0.07%, 在整个区域均有分布。

### 3.2 海西区景观类型沿海拔分布特征

由海西区各景观在不同高程的分布特征(表 2)

可以看出, 不同类型景观分布沿海拔存在一定的差异。农田主要分布在海拔 < 600 m 的区域, 面积为 25 387.51 km<sup>2</sup>, 占农田总面积的 88.89%, 海拔 > 600 m 区域很少有农田分布, 而 > 1 000 m 区域几乎无农田分布; 海西区草地多是森林生态系统逆向演替的产物, 因此, 分布特征与森林相同, 二者均主要分布在海拔 300~1 000 m 区域, < 300 m 和 > 1 000 m 海拔的区域分布较少; 水域主要分布在海拔 < 100 m 的平原地区, 面积为 2 347.07 km<sup>2</sup>, 占 82.61%, 100~600 m 海拔区域分布较少, > 600 m 海拔区域几乎无水域分布; 城镇的分布与水域类似, 在海拔 < 100 m 的平原占 79.59%, 在 100~600 m 海拔占 18.41%, > 600 m 海拔区域几乎无城镇分布, 说明海西区城镇依水系而建, 二者的分布具有较强的相关性; 荒地海拔 < 1 000 m 的区域均有广泛分布, 而在 > 1 500 m 海拔的区域分布极少。

表 2 景观类型在不同高程的分布特征

用地类型	项目	高程分级					
		<100 m	100~300 m	300~600 m	600~1 000 m	1 000~1 500 m	>1 500 m
农田	面积/km <sup>2</sup>	11 964.31	6 384.23	7 038.97	2 931.91	241.57	0.16
	比重/%	41.89	22.35	24.65	10.27	0.85	0.00
森林	面积/km <sup>2</sup>	5 563.67	15 739.01	36 481.04	26 440.32	4 854.22	144.89
	比重/%	6.24	17.64	40.89	29.63	5.44	0.16
草地	面积/km <sup>2</sup>	2 280.58	3 527.10	6 412.51	6 244.88	1 747.81	60.38
	比重/%	11.25	17.40	31.63	30.80	8.62	0.30
水域	面积/km <sup>2</sup>	2 347.07	391.43	87.78	14.24	0.73	0
	比重/%	82.61	13.78	3.09	0.50	0.03	0.00
城镇	面积/km <sup>2</sup>	2 793.69	372.92	273.15	67.08	3.34	0.02
	比重/%	79.59	10.62	7.78	1.91	0.10	0.00
荒地	面积/km <sup>2</sup>	26.93	22.47	26.75	13.79	12.01	0.28
	比重/%	26.34	21.98	26.17	13.49	11.75	0.27

不同高程带内景观的结构组成也存在很大差异(图 1)。森林和草地所占比重随海拔增加而增加, 其余所占比重随海拔增加而减小。在 < 100 m 的平原地区, 农田占优势, 其所占比重达到 47.90%, 森林次之, 占 22.28%; 在 100~300 m 区域, 森林成为优势生态系统, 所占比重增加到 59.53%, 而农田比重下降到 24.15%; 海拔 600~1 500 m 区域, 森林依旧保持优势地位, 所占比重在 70% 以上, 而草地所占比重超越农田, 成为第二大景观; 海拔 > 1 500 m 地区, 森林和草地占绝对优势, 所占比重达到了 99.77%。

### 3.3 基于景观指数的生态系统格局特征

#### 3.3.1 数量及面积特征

由图 2 可以看出, 各景观

类型面积大小顺序为: 森林 > 农田 > 草地 > 城镇 > 水域 > 荒地, 森林面积最大, 占总面积的 61.74%, 且各景观面积大小差异显著, 反映了森林是海西区的主要景观类型, 是基质, 且各景观类型间面积分配的不均匀性。从最大斑块指数也可看出, 森林是海西区的优势景观类型, 说明森林中的优势种较多, 内部种的丰度较高。各景观类型斑块数量大小顺序为: 农田 > 草地 > 森林 > 城镇 > 水域 > 荒地。农田和草地的斑块数量较多, 分布零散, 受人为干扰强度较强; 森林面积很大, 但斑块数量较少, 说明森林多呈规模化集中分布, 但对某些干扰的蔓延(虫灾、火灾等)的抑制作用较弱。

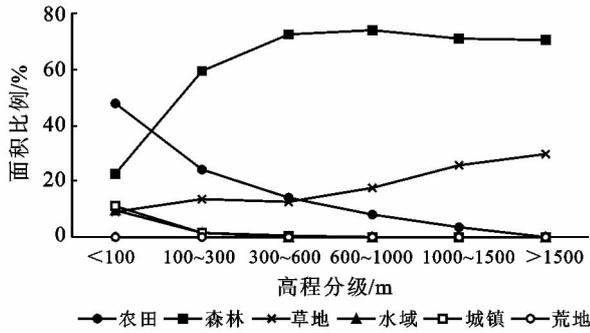


图 1 景观分布与高程的关系

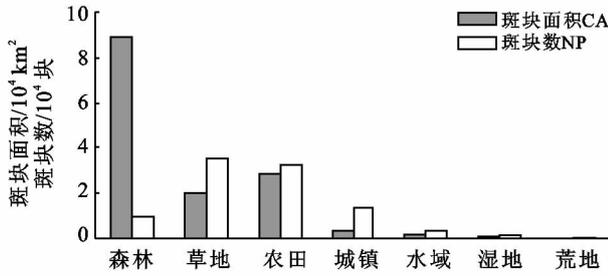


图 2 海西区各景观类型斑块面积和数量

榕江与韩江流域; 低值区分布在闽浙交界处的环三都澳流域, 闽江上游的建溪和富屯溪流域, 福建东南的晋江、九龙江和樟江流域。另外 5 个景观指数, SHEI, SHDI, LSI, ED 和 PD 在空间上分布也较为相似, 高值区域分布在宁德的环三都澳流域, 闽江口地区, 闽江上游的建溪、富屯溪和沙溪流域, 福建东南的晋江、九龙江和樟江流域, 福建西南山区部分区域以及粤东的韩江流域; 低值区域主要分布在温州市, 福建西北武夷山区, 闽江中下游局部地区以及粤东 3 市的部分区域。

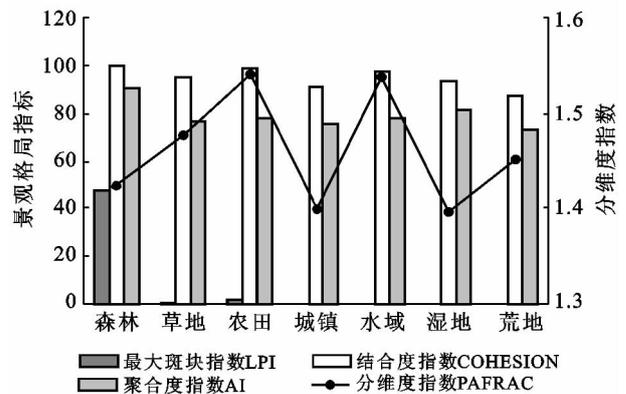


图 3 海西区各景观类型的景观格局指标

3.3.2 形状与结构特征 分维度指数可度量斑块或景观类型的形状复杂程度, 斑块形状在一定程度上会影响景观的功能, 通常不规则的斑块比规则的斑块具有更异质的生态过程<sup>[17]</sup>。各景观类型分维度大小顺序为: 森林>农田>水域>草地>城镇>荒地。从图 3 可以看出, 森林的斑块形状最为复杂, 异质性高; 荒地的斑块形状较为规则, 异质性较低。图 3 还显示, 各景观类型的分维度指数差异不大, 反映出海西区各景观类型具有较为相似的生态过程, 整体景观异质性较低, 稳定性较高。聚合度指数是指景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度, 可反映景观组分的空间配置特征。景观聚合度的值越小, 说明景观的离散度越高; 反之, 说明景观的离散度越低<sup>[18]</sup>。各景观类型聚合度大小顺序为: 森林>农田>水域>草地>城镇>荒地, 说明森林斑块相对集中, 呈规模分布, 聚集程度较高, 而城镇和荒地受人为干扰影响, 破碎化严重。结合度指数反映区域内景观类型的连通性状况, 其值越大, 说明斑块间距离越近, 连通性越好<sup>[5,19]</sup>。从图 3 可以看出, 各景观类型结合度指数大小趋势为: 森林>农田>水域>草地>城镇>荒地, 说明森林的聚合度较高, 结合紧密, 连通性最好; 而荒地在区域内分布比较分散, 斑块间距离较远且独立, 连通性最差。

3.3.3 景观格局空间分布特征 海西区景观格局指数分布极具空间特征, 从附图 1 可以看出, COHESION, LPI 和 AI 的空间分布较为相似, 高值区分布在温州的瓯江流域和雁荡山区, 福建的闽江中下游区域、西北部武夷山区以及西南内陆山区, 粤东的练江、

### 3.4 环境因子对景观格局的影响

去趋势典范对应分析(DCCA)分析表明, 海西区景观格局与环境因子对应分析的特征值总和为 0.265, 前 4 个排序轴的特征值之和为 0.243, 占 91.7%, 表明前 4 轴集中了全部排序轴所反映的景观格局与环境关系信息的绝大部分。其中第 1 排序轴的特征值为 0.16, 占前 4 轴特征值之和的 65.84%, 第 2 排序轴的特征值为 0.022, 占 9.05%, 且第 1 排序、第 2 排序轴累积解释了景观格局和环境因子关系的 97.2%。环境因子第 1 排序轴同景观格局特征第 1 排序轴之间的相关系数为 0.902 1; 环境因子第 2 排序轴同景观格局特征第 2 排序轴之间的相关系数为 0.644 2, 可以看出, 景观格局与环境因子之间存在关系密切。

由研究区景观格局指数与环境因子的 DCCA 排序(图 4)中可以看出, 5 个环境因子中, 降水量、GDP 与第 1 排序轴正相关, 气温、蒸发量和人口密度负相关, 其中关系较大的是气温, 相关系数为 -0.758 5; 气温、蒸发量与第 2 排序轴正相关, 降水量、人口密度和 GDP 负相关, 其中降水量相关性较好, 相关系数为 -0.413 5, 且二轴均与人口密度和 GDP 的相关性较差。可以看出, 降水量、气温等自然条件是海西区景观格局及其空间分布的决定性因素, 人口密度、GDP 等表征人类活动的环境因子则起次要作用。

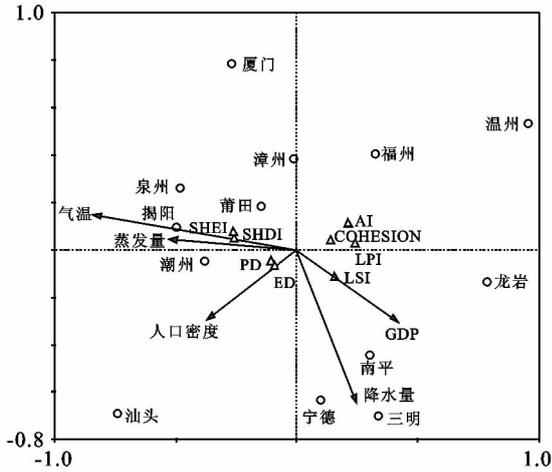


图 4 海西区景观格局指数与环境因子的 DCCA 排序

注:AI 聚合度指数; SHDI 景观多样性指数; SHEI 景观均匀度指数; LPI 最大斑块指数; LSI 形状指数; ED 边缘密度; COHESION 结合度指数; PD 斑块密度。

图 4 显示各景观指标与环境因子的关系存在差异,人口密度轴上各景观指标最适度排序为:SHDI>SHEI>PD>ED>LSI>COHESION>LPI>AI;气温和蒸发量轴上的最适度排序为:SHEI>SHDI>PD>ED>COHESION>AI>LSI>LPI;降水量轴上的最适度排序为:LSI>LPI>ED>COHESION>PD>AI>SHDI>SHEI;GDP 轴上的最适度排序为:LSI>LPI>AI>COHESION>ED>PD>SHDI>SHEI。

根据环境因子对景观格局的影响关系,可以将海西 13 地市划分为 4 组:厦门、漳州、莆田、泉州和揭阳等市为第 1 组,景观格局主要受气温和蒸发量的影响;汕头和潮州市为第 2 组,受珠三角经济圈的辐射,经济发展,人口密度是影响其景观格局的主要因素;龙岩、三明、宁德和南平市为第 3 组,此处多为山林地带,经济相对落后,降水量与经济发展程度是影响其景观格局的主要因素;福州和温州市为第 4 组,受环境因子均衡影响。

#### 4 结论

(1) 海西区森林分布较广泛,是该区域的优势景观,为生态服务功能的发挥、生物多样性的保护和生态环境质量的维持提供了重要保障。因此,森林分布状况及其组成要素直接关系到海西区生态系统的健康状况、生态服务功能的发挥和区域生态安全状况。农田的分布面积及其所占比重较大,仅低于森林。但由于农田以农作物生产为主,其自然生态服务功能明显削弱,维护生态环境质量的能力较低。草地是海西区第 3 大景观,多是森林的逆向演替,一般与森林相间分布。但其分布不均,北多南少,特别是北部闽

浙交界处分布着大量草地,对该区域的生态环境质量提供了很好的支撑。海西区水域面积较大,水资源丰富,水环境良好,给整个海西区带了水质净化、水土保持、废物处理和生物多样性保护等生态系统服务功能,给该区建立起坚实的生态屏障。海西区城镇分布集中,生态环境所承受的人类干扰相对较强。从占地面积和比例上来看,城镇不是海西区的优势陆地景观。但是城镇属于人工生态系统,强烈的人类干扰抑制了建成区及其周边地区陆地生态系统的自然特性和生态系统服务功能,对区域生态系统健康状况和生态安全造成影响。荒地海西区分布较少,对其进行合理的改造和利用能够发挥重要的社会经济和生态环境效应,是海西区重要的后备土地资源。

(2) 海西区宜林、宜草地广阔,以森林和草地为主的自然生态用地在土地利用结构中占主导地位,有林地、灌木林和高覆盖草地等较高生态功能组分分布广泛,使得生态环境质量较好。且自然生态用地主要分布在海西区中、西部山区,远离社会经济相对发达的沿海地区,生态系统的保存状况良好,有利于生态安全屏障功能的维护和发挥。同时,海西区社会经济用地以农业用地为主,建设用地所占比例相对较低,人类活动对区域生态系统的干扰相对较低。其中,农业用地主要分布在南亚热带分布和沿海生态分区,建设用地则主要分布在沿海地带,中、西部山区社会经济用地所占比重相对较低,有利于海西区生态安全屏障的保护及其生态服务功能的持续发挥。但作为后发地区的海西区山地、丘陵广布,土地资源的人均水平较低,低于全国平均水平;人口、经济多聚集在河谷盆地和沿海冲积平原,可见,海西区人地矛盾较为突出,一定程度上限制了其社会经济的发展。因此,在今后的发展中,对森林、草地、农田等开发利用必不可少,这就要求在发展社会经济的同时,注重生态资源的有效管理和合理利用,保证生态屏障作用和生态服务功能持续发挥,促进区域生态承载力持续发展。

(3) 海西区景观结构完整,高程分布差异显著,斑块类型差异显著,但景观整体稳定性较强。介于海西区的景观格局特征,在今后发展社会经济时要注重景观的可持续性,优化产业布局、控制产业规模,推动重点产业与生态协调发展;要科学规划、实施重大生态工程,构建生态系统的安全屏障;要严格执行生态保护底线的保障措施,确保生态系统健康与区域生态安全。

(4) 去趋势典范对应分析(DCCA)表明,在 1 km 的栅格尺度下,影响海西区景观格局的主要环境因子气温、降水量、蒸发量等自然因素,GDP 和人口密度等人为因素对景观格局的影响相对较弱。本研究将 DCCA 分析方法应用于景观格局的分析中,得出的排

序图基本能够反映景观格局变化与环境因子之间的信息,对于海西区生态资源的有效管理和合理利用具有一定的指导作用。但是,由于缺少更多的环境因子信息,无法对影响海西区景观格局的驱动力做深入解析,将在今后的研究中做进一步探讨。

#### [ 参 考 文 献 ]

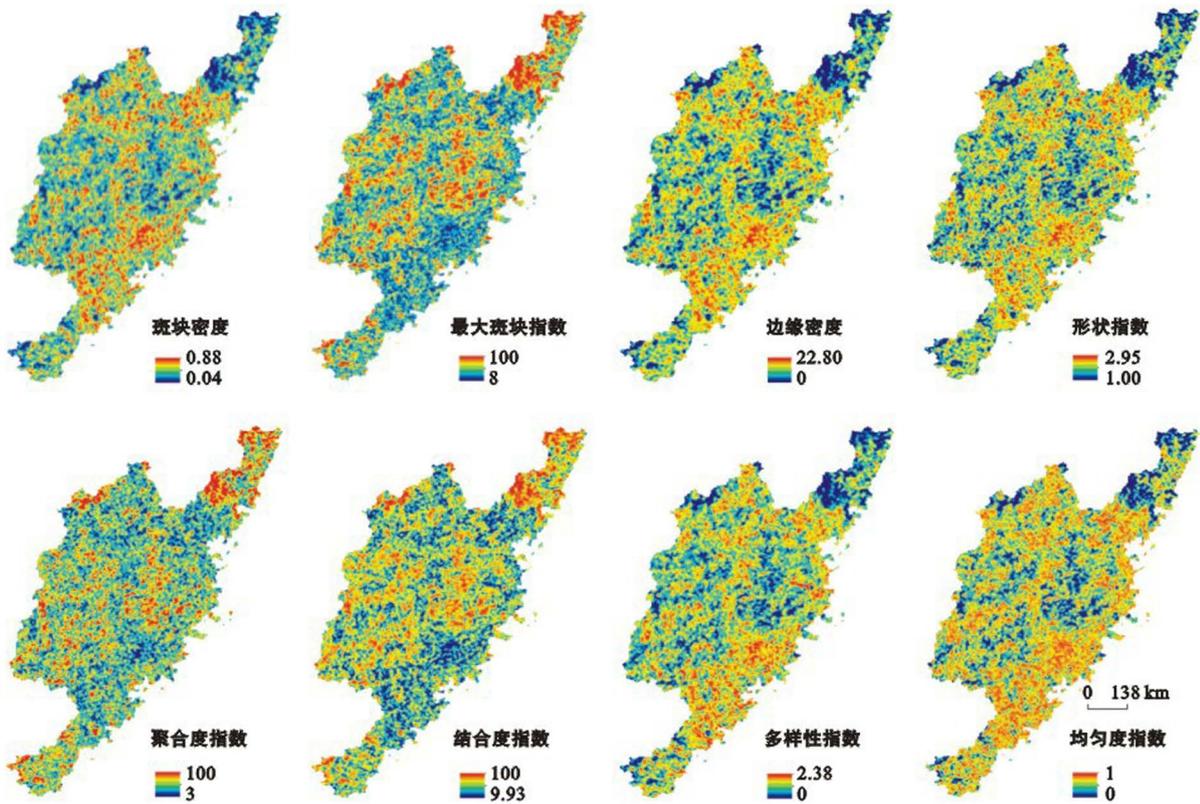
- [1] 王胜今,吴昊,于潇. 改革开放以来推动区域协调发展的六大战略[J]. 求是, 2008(9):35-37.
- [2] 赵卫,沈渭寿,张慧,等. 后发地区生态承载力及其评价方法研究:以海峡西岸经济区为例[J]. 自然资源学报, 2011, 26(10):1789-1800.
- [3] 高吉喜. 可持续发展理论探索:生态承载力理论、方法与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2001.
- [4] 王俭,孙铁珩,李培军,等. 环境承载力研究进展[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4):768-772.
- [5] Bai Yang, Ouyang Zhiyun, Zheng Hua, et al. Ecosystems patterns and dynamics in Haihe river basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(6):327-334.
- [6] Turner M G, Gardner R H. Quantitative methods in landscape ecology[M]. New York: Springer-Verlag, 1991.
- [7] Pan D, Domon G, de Blois S, et al. Temporal (1958—1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent(Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes[J]. Landscape Ecology, 1999, 14(1): 35-52.
- [8] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [9] 赵卫,沈渭寿. 海峡西岸经济区生态系统健康评价[J]. 应用生态学报, 2011, 22(12):3272-3278.
- [10] 庄长伟,欧阳志云,徐卫华,等. 基于 MODIS 的海河流域生态系统空间格局[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1149-1154.
- [11] 王敏,阮俊杰,王卿,等. 崇明岛景观格局演变特征研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(5):217-223.
- [12] 赵志轩,张彪,金鑫,等. 海河流域景观空间梯度格局及其与环境因子的关系[J]. 生态学报, 2011, 31(7): 1925-1935.
- [13] 周云凯,白秀玲. 近 17 年鄱阳湖区景观格局动态变化研究[J]. 生态环境学报, 2011, 20(11):1653-1658.
- [14] 宗秀影,刘高焕,乔玉良,等. 黄河三角洲湿地景观格局动态变化分析[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(1): 91-97.
- [15] 索安宁,洪军,林勇,等. 黄土高原景观格局与水土流失关系研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(9):1719-1723.
- [16] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社, 2011.
- [17] 何丙辉,徐霞,辜世贤. 潼南县土地利用景观格局特征分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5):130-133.
- [18] 张宏锋,欧阳志云,郑华,等. 新疆玛纳斯河流域景观格局变化及其生态效应[J]. 应用生态学报, 2009, 20(6):1408-1414.
- [19] 杨华,姚能昌,白杨,等. 怒江流域中段典型地区(福贡县)景观格局变化研究[J]. 林业调查规划, 2008, 33(1):25-29.

(上接第 29 页)

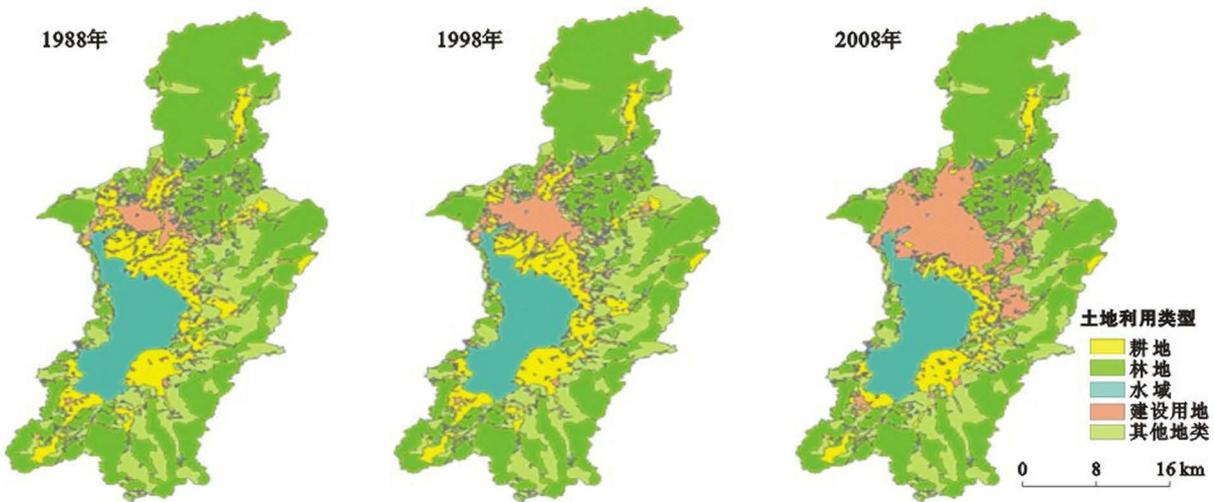
(4) 土壤肥力指标是自然和人为因素对土地影响的综合反应。沟台地、滩地的肥力综合指标较高,更多反映了人为长期耕作和培育的结果。草地的肥力指标则更多地反映了自然恢复的结果。低龄坝地的表层土,土壤肥力指标高于以下的土层,这种特点主要是受沉积过程的影响。新造耕地和低龄坝地土壤肥力指标较低,表明土壤发育相对较差。由于新造耕地就近取土并且上下混合,土层剖面的肥力指标差别较大。因此,在沟道土地整理时,充分提高表层覆土的质量,有利于恢复土地生产力。

#### [ 参 考 文 献 ]

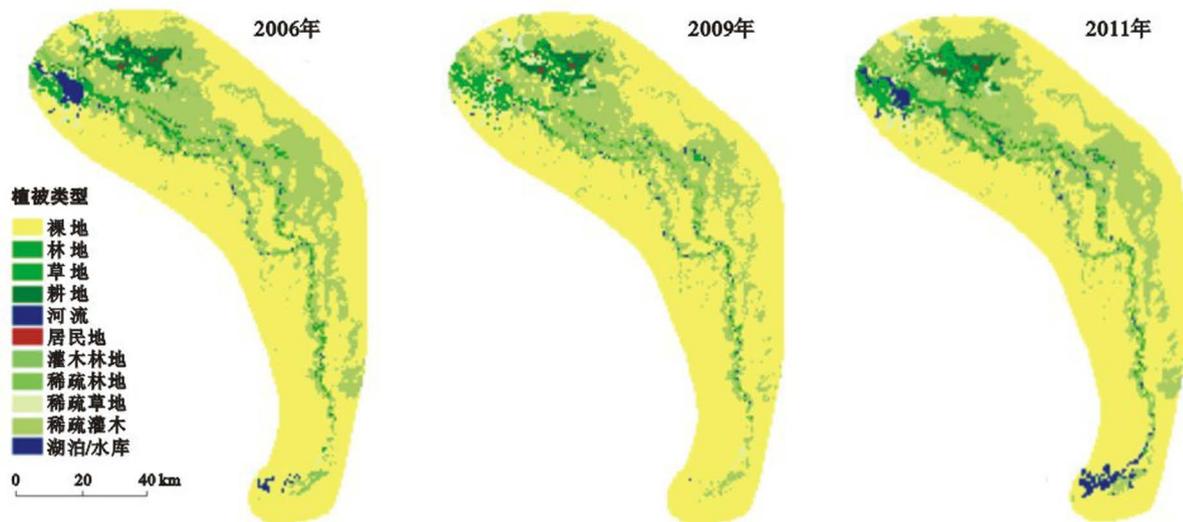
- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:1-12.
- [2] 孙波,赵其国,张桃林. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综合评价[J]. 土壤学报, 1995, 32(4):362-369.
- [3] 蔡崇法,丁树文,史志华. GIS 支持下乡镇域土壤肥力评价与分析[J]. 土壤与环境, 2000, 9(2):99-102.
- [4] 陕西师范大学地理《延安地区地理志》编写组. 陕西省延安地区地理志[M]. 西安:陕西人民出版社, 1983:23-212.
- [5] 徐盛荣. 土地资源评价[M]. 北京:高等教育出版社, 1993:305-335.
- [6] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社, 1996:181-203.
- [7] 黄婷,岳西杰. 基于主成分分析的黄土沟壑区土壤肥力质量评价[J]. 干旱区农业研究, 2010, 28(3):141-147.
- [8] 颜雄,张杨珠,刘晶. 土壤肥力质量评价的研究进展[J]. 湖南农业科学, 2008(5):82-85.
- [9] 郭兆元. 陕西土壤[M]. 北京:科学出版社, 1992:363-458.
- [10] 章海波,骆永明,赵其国. 基于改进层次分析法的土壤肥力质量综合评价[J]. 土壤学报, 2006, 43(4): 77-583.



附图1 海峡西岸经济区景观格局指数空间分布特征



附图2 滇池流域1988—2008年土地利用变化



附图3 塔里木河下游2006—2011年植被类型变化