

珠江口海岛自然旅游资源动态变化及其驱动力分析^{*}

杨木壮，唐 玲，张 燕

(广州大学地理科学学院 广州 510006)

摘 要：利用珠江口海区 1990 年、2000 年、2006 年三期 TM、SPOT 影像数据及其他辅助数据，选取珠江口伶仃洋岛群为研究区，对各个海岛自然旅游的数量、空间结构演变等进行了研究，并分析其动态变化的驱动力。结果表明：珠江口海岛总体呈现出快速向海推进的趋势，整体面积增加，红树林景观面积呈逐年增长趋势，自然水域呈先增长后减少的态势，而普通林地景观恰好相反，先略微减少再增加。导致伶仃洋岛群自然旅游资源动态变化的主要驱动因子是海岛开发政策、经济利益、旅游人口数量、环境保护意识等。

关 键 词：自然旅游资源；海岛；动态变化；驱动力；珠江口

海岛是人类开发利用海洋的桥头堡，旅游业是海岛开发的重要内容^[1]。海岛旅游是指以特定海岛地域单元为目的，凭借其岛上特有的丰富自然及人文旅游资源，以满足游客精神文化的需要，同时以促进海岛社区经济、文化、社会全面健康发展为目标而开展的旅游活动^[2]。所以海岛旅游是海洋旅游的一部分，但不完全等同于海洋旅游。海岛旅游资源根据属性不同又分为海岛自然旅游资源和海岛人文旅游资源。本文主要研究海岛自然旅游资源，又称海岛自然风景旅游资源，是以大自然造物为吸引力本源的能使人们产生美感或兴趣的、由各种地理环境或生物构成的海岛自然景观^[3]。海岛自然旅游资源主要包括沙滩、滩涂、红树林、地质地貌景观、河流湖泊水域景观、自然生物景观及气象气候景观。根据《旅游资源分类、调查与评价》(GB/T 18972—2003)》，自然旅游资源指四大主类，即地文景观、水域风光、生物景观、天象与气候景观。自然旅游资源的动态变化研究是掌握海岛旅游资源的重要基础，对海岛保护和旅游开发具有重要意义。因此，海岛自然旅游资源动态变化研究成为国内学者研究的热点问题之一。

珠江口海岛星罗棋布，区位优势明显，旅游发展前景广阔，人类在利用海岛资源发展经济和创造物质财富的同时，也导致了海岛自然旅游资源的变化。特别是改革开放以来，珠江口地区经济飞速发展，人们对海岛资源的开发、利用强度大大提高，对该区海岛的自然资源结构和生态环境产生了很大影响。由于对海岛旅游资源研究不足，开发利用程度较低，对海岛旅游资源变化的研究有待深入研究。现阶段我国正处于海岛大开发背景之下，研究珠江口海岛自然旅游资源变化数量和变化趋势，能够为其他区域海岛资源可持续利用提供科学指导，同时对制定国家海岛资源可持续利用开发战略提供有利参考。为此，本文利用遥感和地理信息技术，通过研究区内 1990 年、2000 年、2006 年三期 TM、SPOT 影像数据，对珠江口海岛自然旅游资源动态变化及其驱动力进行系统分析。

1 研究区概况

珠江口附近的伶仃洋岛群，是指分布于伶仃洋同一海区内的岛屿，其形成及地理分布上关系并不十分密切，但是这些岛屿处于珠江口内部海域，其开发利用与整个海区的整治与开发关系却

^{*} 基金项目：广东省科技计划项目（2012A031100011）；住房与城乡建设部科研项目（2010—R2—8）；广州市属高校科研项目（10A144）。

十分密切，因此把它们归属于同一岛群。伶仃洋岛群经纬度位置为 112°53'E—114°12'E，22°23'N—23°13'N。所属行政区都是珠江三角洲经济发达的地区。

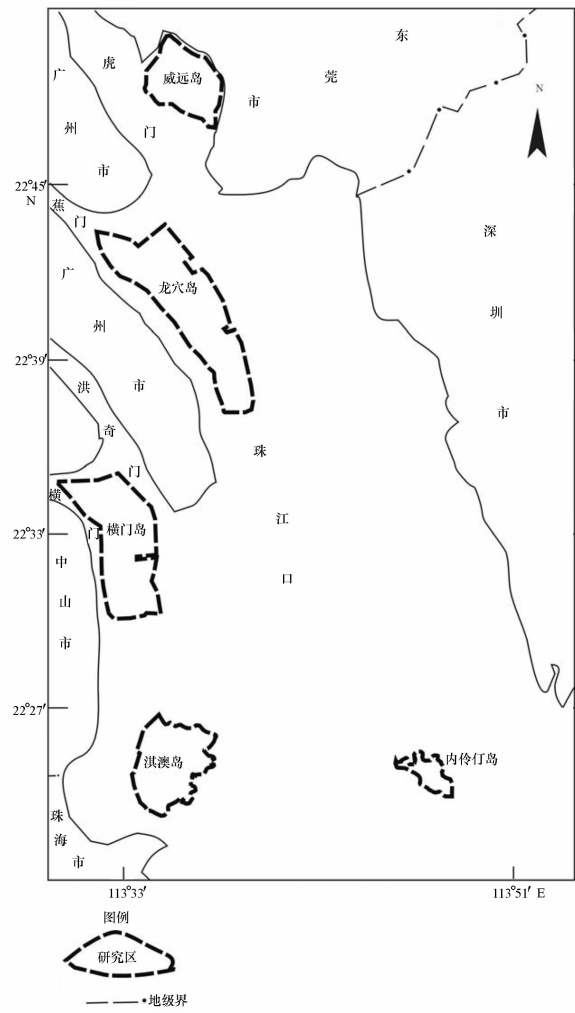


图 1 研究区位置

2 数据与方法

2.1 数据与处理

主要的遥感影像数据为 1990 年、2000 年、2006 年三期 TM、SPOT 影像数据，从遥感图像的质量来说，为了使提取信息的精度更高，结合珠江口地区的气候特征，选取了大气比较干燥，少云、少雨的时间比较长的秋冬季影像，并进行了几何纠正、镶嵌与裁剪、影像增强及影像配准等图像处理；其次是属性数据，主要为一些文本表格资料；最后为地形图、DEM 等基础空间数据。首先对遥感影像进行主成分分析，然后再进

行监督分类。在执行监督分类命令前，应把用水体指数法提取的水体做掩膜，再执行命令，以免干扰监督分类结果。各类目标地物中，只有无阴影的建设用地裸地能够利用光谱信息较好地与其他地物区分开，而其他目标地物仅靠光谱特征很难准确提取出来。所以需要指数法、纹理特征法等其他方法参与分类。

2.2 方法

2.2.1 分类后比较法

动态监测主要方法有比值法、植被指数法、图像差分、分类后比较法、主成分分析法、图像回归、图像二值化等^[4]。据前人研究，分类后对比法比分类前对比法精度高，因此本研究采用分类后比较法对自然旅游资源变化进行遥感动态监测。本文重点研究的海岛自然旅游资源的基本类型主要是短期内变化显著的自然旅游资源类型。采取信息提取后动态对比法，研究近年来伶仃洋岛群自然旅游资源的动态变化。

2.2.2 海岸线变化速率计算

研究海岸线变化速率的方法有端点法、平均速率法、线性回归法、折剪法，都已逐渐被引入到岸线变化率的计算中^[5]。本研究采用的是端点法、平均速率法。

(1) 端点法

端点法是最常用的分析岸线随时间的变化关系的一种方法。它是某两个时期的岸线长度差值与其时间差值的比值，一般而言，参与计算的是时间跨度最大的 2 个数据，表达式为^[5]：

$$V = \frac{L_2 - L_1}{T_2 - T_1} \tag{1}$$

式 (1) 中， L_2 、 L_1 分别为 T_1 、 T_2 时的岸线长度， V 为变化速率。

(2) 平均速率法

平均速率法是相对一组多于 2 个数据的系列而言的，对数据组中的每两个时间点值应用端点法，得到 n 个 V 值，再对所有的 V 值求其平均值。这样既可以减少选点的任意性，又降低误差的影响。其数学表达式为^[5]：

$$AV = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AV_{ij} \tag{2}$$

式 (2) 中， $i, j = 1, 2, \dots, n (j > i)$ ； $N = n(n-1)/2$ ； n 为数据总数； AV_{ij} 为对任

意两点 i, j , AV 为平均速率。

3 结果分析

3.1 海岸景观动态变化

解译结果表明：各个海岛的岸线总长度，除内伶仃岛外，其余海岛的海岸总长度都增加了。具体情况，见图 2。

从图 2 中可以看出，研究区海岸类型变化的基本特征表现为：近年来，各海岸类型都发生了不同程度的变化。

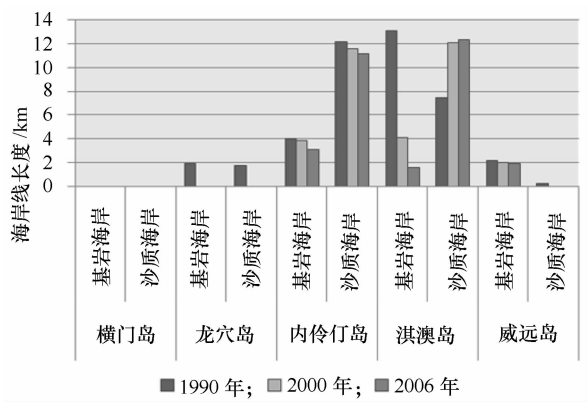


图 2 1990—2006 年伶仃洋岛群海岸线数量变化

表 1 1990—2006 年两种海岸类型变化趋势及其原因

类型	变化趋势	原因
基岩海岸	整体上是呈减少趋势。1990—2006 年，基岩海岸在整体上减少了 14.50 km，年平均递减率为 0.86 km/a	由于基岩海岸因泥沙在岸边不断沉积，海岸向海洋推进，原来的基岩海岸转变成了陆地，被淤泥质海岸代替
砂质海岸	砂质海岸在四大类海岸类型中变化幅度是最小的，除淇澳岛外，基本上都呈减少趋势	由于珠江口海岛的开发没有有效的政策法规、标准来进行规范，私人乱开发的现象比较严重，导致被人工海岸所代替

3.2 海岛面积轮廓变化

解译结果表明，见图 3，在 1990—2006 年间，珠江口海岛岸线在人为活动的干预下，总

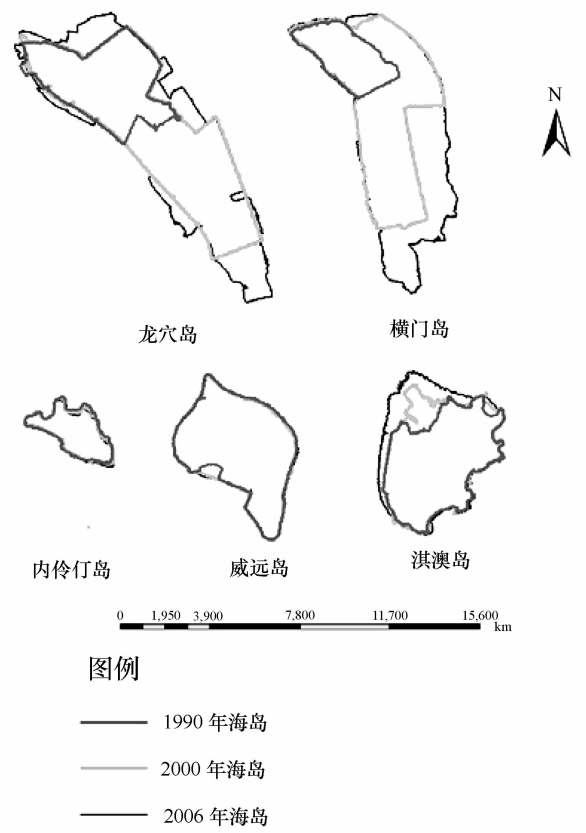


图 3 海岛形态演变

体呈现出快速向海推进的趋势。

综上所述，珠江口海岛的整体面积都增加了，从宏观方面看，珠江海岛自然旅游资源在景观单体面积上是增加的。

3.3 自然旅游资源景观变化

根据自然旅游资源景观遥感影像分类结果，1990 年、2000 年和 2006 年各类自然旅游资源景观的面积变化如表 2 所示。

从 1990—2006 年，在五大类自然旅游资源景观中，普通林地先略微减少再上升，分布范围都有不同程度的扩大；水域风光则呈持续减少的态势；红树林景观面积呈逐年增长趋势的类型。红树林景观增长幅度达 5.630 0 km²，增长率为 0.351 9 km²/a，但它的分布范围除威远岛有一小块外，仅限于淇澳岛。

3.4 自然旅游资源景观空间结构演变

利用三个时相的自然旅游资源景观类型分类结果图，结合 ArcGIS 平台，分别将每两个时期自然旅游资源景观分类结果图进行叠加分析，得到其面积转移矩阵结果，见表 3、表 4。

表 2 1990—2006 年自然旅游资源景观单体的面积变化分析

岛名	景观类型	1990—2000 年		2000—2006 年		1990—2006 年	
		变化的面积 /km ²	面积变化速率 /（km ² ·a ⁻¹ ）	变化的面积 /km ²	面积变化速率 /（km ² ·a ⁻¹ ）	变化的面积 /km ²	平均变化速率 /（km ² ·a ⁻¹ ）
威远岛	普通林地景观	—3.928 8	—0.392 9	0.299 2	0.049 9	—3.629 6	—0.226 9
	水域风光	—0.059 0	—0.005 9	—0.105 1	—0.017 5	—0.164 1	—0.010 3
	红树林景观			0.044 3	0.007 4	0.044 3	0.002 8
龙穴岛	普通林地景观						
	水域风光	—0.105 2	—0.010 5	—0.599 7	—0.061 1	—0.704 9	—0.044 1
	红树林景观						
横门岛	普通林地景观	—0.207 1	—0.020 7	0.000 0	0.000 0	—0.207 1	—0.012 9
	水域风光	—0.325 3	—0.032 5	—0.067 1	—0.034 3	—0.392 4	—0.003 5
	红树林景观						
淇澳岛	普通林地景观	—5.688 9	—0.568 9	—2.271 0	—0.378 5	—7.959 9	—0.497 5
	水域风光	—0.006 2	—0.000 6	—0.006 8	0.004 5	—0.013 0	0.000 1
	红树林景观	1.049 8	0.105 0	4.535 9	0.756 0	5.585 7	0.349 1
内伶仃岛	普通林地景观	—0.237 1	—0.023 7	—0.460 2	—0.076 7	—0.697 3	—0.043 6
	水域风光						
	红树林景观						
小计	普通林地景观	—0.385 6	—0.038 6	2.991 8	0.498 6	2.606 2	0.162 9
	水域风光	—0.495 7	—0.049 6	—0.778 7	—0.039 8	—1.274 4	—0.050 8
	红树林景观	1.049 8	0.140 5	4.580 2	0.763 4	5.630 0	0.351 9

表 3 1990—2000 年自然旅游资源景观类型转移矩阵

km²

			2000 年				
			红树林景观	普通林地景观	自然水域	其他景观	小计
1990 年	横门岛	红树林景观					
		普通林地景观				0.161 4	0.161 4
		水域风光			0.004 7	0.630 2	0.634 9
		其他景观				6.152 2	6.152 2
		小计			0.004 7	6.943 8	6.948 5
	龙穴岛	红树林景观					
		普通林地景观					
		水域风光			0.080 9	1.122 9	1.203 8
		其他景观				13.003 7	13.003 7
		小计			0.080 9	14.126 5	14.207 5
	内伶仃岛	红树林景观					
		普通林地景观		4.052 3		0.242 0	4.294 3
		水域风光					
		其他景观		0.309 1		0.108 6	0.417 7
		小计		4.361 4		0.350 5	4.711 9
	淇澳岛	红树林景观	0.013 8	0.032 9		0.281 5	0.328 2
		普通林地景观	0.965 1	7.267 4		4.588 6	12.821 1
		水域风光	0.008 5	0.046 8		0.166 4	0.221 7
		其他景观	0.243 1	0.350 5		2.226 1	2.819 7
		小计	1.230 6	7.697 6		7.262 7	16.190 7
	威远岛	红树林景观					
		普通林地景观		1.476 3		4.788 5	6.264 8
		水域风光		0.006 7	0.056 8	0.282 2	0.345 7
		其他景观		0.916 1		11.375 4	12.291 5
		小计		2.939 0	0.056 8	16.446 1	18.902 0
小计		红树林景观	0.013 8	0.032 9		0.281 5	0.328 2
		普通林地景观	0.965 1	12.796		9.780 5	23.541 6
		水域风光	0.008 5	0.053 5	0.142 4	2.201 7	2.406 1
		其他景观	0.243 1	1.575 7		32.866 0	34.684 8
总计			1.230 5	14.458 1	0.142 4	45.129 7	60.960 7

表 42000—2006 年自然旅游资源景观类型转移矩阵

km²

			2006 年				
			红树林景观	普通林地景观	自然水域	其他景观	小计
2000 年	横门岛	红树林景观					
		普通林地景观					
		水域风光			0.011 9		0.011 9
		其他景观				23.852 9	23.852 9
		小计			0.011 9	23.852 9	23.864 8
	龙穴岛	红树林景观					
		普通林地景观					
		水域风光					
		其他景观				26.170 7	26.170 7
		小计				26.170 7	26.170 7
	内伶仃岛	红树林景观					
		普通林地景观		3.829 1			3.829 1
		水域风光					
		其他景观		0.123 5		0.109 5	0.233
		小计		3.952 6		0.109 5	4.062 1
	淇澳岛	红树林景观	0.701 7	0.030 5			0.732 2
		普通林地景观	0.438 6	5.466			5.904 6
		水域风光	0.013 4	0.028 2	0.002 8		0.044 4
		其他景观	3.537 4	0.786		6.255 6	10.579
		小计	4.691 1	6.310 7	0.002 8	6.255 6	17.260 2
	威远岛	红树林景观					
		普通林地景观	0.018 4	1.067 8			1.086 2
		水域风光		0.000 4	0.053 6		0.054
		其他景观	0.025 9	1.633 9		15.250 4	16.910 2
		小计	0.044 3	2.702 1	0.053 6	15.250 4	18.050 4
小计		红树林景观	0.701 7	0.030 5		0.732 2	
		普通林地景观	0.457	10.362 9		10.819 9	
		水域风光	0.013 4	0.028 6	0.068 3		0.110 3
		其他景观	3.563 3	2.543 4		71.639 1	77.745 8
总计			4.735 4	12.965 4	0.068 3	71.639 1	89.408 2

珠江口伶仃洋岛群自然旅游资源景观的类型转变分两个阶段：1990—2000 年（表 3）间，普通林地景观和水域风光的减少主要转变成了非自然旅游资源；红树林景观的增加主要来自普通林地景观和其他景观。2000—2006 年（表 4），其他景观转变为普通林地，使普通林地增加；水域风光由于转变为其他景观而减少；来自其他非自然旅游资源景观使红树林景观增加。

4 驱动力分析

4.1 海岛政策驱动因素

对于海岛来说，海岛的整体面积增加、五大类自然旅游资源景观变化，是长期社会经济因素综合作用的结果，但是，政策可以起到加速或延缓这一过程的作用^[6]。各个海岛的发展也与其相关的规划密切相关。中山市东部沿海地区总体规划明确以横门水道为中心轴线，包

括两侧适当范围保护陆域部分的生态^[7]，因此，横门岛园地林地等面积有增加的趋势。根据广州南沙龙穴岛分区（港区）控制性详细规划，龙穴岛分区（港区）的功能定位：以外贸集装箱运输为主，相应发展保税物流商贸等功能，并结合临港工业开发承担大宗散货的运输^[8]。龙穴岛从 2001 年开始，在龙穴岛港口的东南侧海域进行大面积围填，经过几年来的建设，在围填区大力发展养殖业及运输业；20 世纪 80 年代以前大量的人为干扰，造成内伶仃岛极大的破坏；1988 年建立国家级自然保护区。按照深圳市农林渔业局制订的规划，未来 10 年（2006—2015 年），深圳将重新恢复营造红树林湿地 335 hm²，使全市红树林面积达到 504.7 hm²。在珠海市唐家湾地区分区规划调整中列出将淇澳岛建设为生态绿岛^[9]，淇澳岛土地利用类型变化程度不大，主要表现在岛中部平原地带城

镇化，部分林地变为住宅和工业用地，岛西北部有一片围填海区域，主要用于养殖业。威远岛发展定位是滨海旅游区，就威远岛土地利用类型变化看，岛的北部和南部主要发展养殖业，岛的中部以古炮台遗址发展旅游业，在建设过程中，大量耕地被占。

4.2 经济利益驱动力

从海岛自然旅游资源的变化及伶仃洋岛群所属的行政区各年 GDP 情况来看，经济发展对自然旅游资源结构变化的影响尤为明显。具体表现为：16 年间，红树林在五大类自然旅游资源景观中，是唯一的面积呈逐年增长趋势的类型；从整体上看，水域风光呈减少的态势，而其他普通林地景观恰好相反，先略微减少再上升。位于珠三角的中山、广州、深圳、珠海和东莞五个市 GDP 值 1990 年分别为 43.55 亿元、319 亿元、135.86 亿元、41.18 亿元、41.18 亿元，2000 年分别为 345.44 亿元、2 492 亿元、2 187.45 亿元、332.35 亿元、332.35 亿元，2006 年分别为 1 053.61 亿元、6 081 亿元、5 813.56 亿元、746.46 亿元、2 627.98 亿元，经济增长明显。研究发现^[10]，单位面积普通林地的生态系统服务功能价值低于单位面积红树林生态系统服务功能价值。深圳湾福田保护区现有生态系统服务功能年总价值 4 894.4 万元，深圳湾红树林湿地生态系统单位面积生态功能价值约 10.74 万元/hm²·a，其中红树林价值 2 702.4 万元，河道价值 282 万元，淤泥滩涂价值 674 万元，海域价值 1 840 万元，基建填土区观光旅游价值 260 万元，林地价值 76 万元。深圳市梧桐山森林生态系统服务功能价值为 1.076 4 万~1.148 4 万元/hm²·a，显著低于本研究红树林生态系统服务功能价值，约占单位面积红树林生态系统生态价值的 10%。不同自然资源类型带来的经济收益差别很大，经济增长与自然资源类型的转变有着必然的联系，所以，在市场机制作用下，经济利益驱使低收益旅游自然资源类型逐步向更高收益的类型转变。

4.3 旅游人口增长驱动力

海岛旅游自然资源变化受到多种因素的影响，除了自然因素以外，更重要的是由于大量旅游人口的涌入，以及由此导致的海岛的快速

发展，使得海岛旅游自然资源类型发生了质的变化。研究区优越的环境和气候优势使得其对内陆人口旅游有独特的吸引力。同时，由于海港码头的建设，以及道路交通等公共设施的完善，使旅游人口逐年增长。以珠海市为例，据统计，珠海市 1990 年境外旅游人数 37.7 万人，国内旅游人数 119 万人；2000 年境外旅游人数 97 万人，国内旅游人数 814 万人；2006 年，珠海市境外旅游人数增加至 203 万人，入境旅游人数增长率为 18.2%，国内旅游人数 1325 万人，国内旅游人数增长率 14.8%。旅游人口的增长必然伴随旅游地以及配套公共设施用地面积的增长，从而导致自然旅游资源的变化。

4.4 环境保护意识增强

16 年间，红树林的面积呈逐年增长的趋势，是因为人们对红树林湿地存在的重要性有了进一步的认识，人们环境保护意识逐渐增强，因此在珠江口地区出现了很多人工红树林，天然生长的红树林非常少，几乎不存在，伶仃洋岛群上增加的红树林也都属于人工林。

5 结论

在海岛岸线和海岛面积方面，16 年间海岛岸线总体向海推进且海岛整体面积增加；从长度来看，除内伶仃岛外，整体总长度增加；从海岸类型来看，基岩海岸变化幅度大于砂质海岸，除淇澳岛外，几种海岸类型的长度基本上都呈减少趋势；自然旅游资源景观变化方面，普通林地先略微减少再上升，水域风光则相反，先上升，再减少，红树林景观面积呈逐年增长趋势的类型；伶仃洋岛群自然旅游资源景观的类型变化方面，与自然旅游资源景观变化一致，2000 年以前，普通林地景观和水域风光的减少主要转变成了非自然旅游资源，2000 年后，其他景观转变为普通林地，使普通林地增加；水域风光由于转变为其他景观而减少；而来自其他非自然旅游资源景观使红树林景观持续增加。

综合分析表明，研究区自然旅游资源动态变化的主要驱动因素为海岛政策、经济利益、旅游人口数量、环境保护（以下转至第 77 页）

与风速的分布特征也保持了较好的一致性，海浪以风浪为主导。SWAN 模拟的有效波高明显小于观测值和 WW3 模式的模拟值。

(3) 冷空气进入渤海，相伴着出现了大风过程，但由于海域狭小，大风范围较小，大风中心的风速仅 12 m/s 左右，相应波高也在 1.0 m 左右，这是由于渤海海域较小，海浪尚未充分成长，冷空气已经南下。冷空气南下进入黄海中部时，黄海中南部大范围海域的风速在 16 m/s 以上，相应区域的波高在 4.5 m 以上，高值中心可达 5.0 m 以上，波向和风向都以北—东北向为主。冷空气南下行进至南海北部海域时，由于纬度较低，冷空气强度大为减弱，风速和波高的相对大值区分布于台湾岛周边海域，尤其是台湾海峡、吕宋海峡、东沙群岛附近海域。

参考文献

[1] 许富祥. 海浪预报现状与未来[J]. 海洋预报,

2005,25(增刊):172—175.

[2] 朱福海,周立佳,邵利民,等. 军事航海气象[M]. 北京:海潮出版社,2002.

[3] 刘金芳,孙立尹. 西北太平洋风场和波浪场特点分析[J]. 海洋预报,2000,17(3):54—62.

[4] ZHENG C W, ZHUANG H, LI X, et al. Wind Energy and Wave Energy Resources Assessment in the East China Sea and South China Sea [J]. Science China Technology Sciences, 2012, 55(1): 163—173.

[5] 周兆黎,杨显宇. WAVEWATCH—III 有效性检验[J]. 热带海洋学报,2008,27(2):1—6.

[6] 郑崇伟,潘静,田妍妍,等. 全球海域风浪、涌浪、混合浪波候图集[M]. 北京:海洋出版社,2012.

[7] ZHENG C W, PAN J, LI J X. Assessing the China Sea Wind Energy and Wave Energy Resources from 1988 to 2009 [J]. Ocean Engineering, 2013, 65: 39—48.

(上接第 72 页) 意识等几个方面。

参考文献

[1] 孙炜芳. 福建省海岛旅游开发研究[D]. 福州:福建师范大学,2007.

[2] 卢昆. 山东省海岛旅游开发研究[D]. 青岛:青岛大学,2004.

[3] 李天元. 旅游学概论[M]. 天津:南开大学出版社,2004.

[4] 樊风雷. 珠江三角洲核心区域土地利用时空变化遥感监测及其生态环境效应研究[D]. 广州:中国科学院研究生院(广州地球化学研究所),2007.

[5] 庄颖. 基于旅游规划实践的旅游资源分类与评价研究:以江西省为例[D]. 南昌:南昌大学,2007.

[6] 邓红兵,王英明,张巧显,等. 江西省土地利用变化及其驱动力定量研究[J]. 江西农业大学学报,2006(6):933—938.

[7] 中山市发展和改革局规划科.《中山市东部沿海地区总体规划》描绘辉煌蓝图[EB/OL]. (2005—05—25)[2013—10—05]. http://www.zsdp.gov.cn/show.php?sub_id=33&news_id=28786.

[8] 广州市交通委员会规建处. 广州市南沙区龙穴岛分区(港区)控制性规划已公布实施[EB/OL]. (2009—03—13)[2013—10—05]. http://www.gzjt.gov.cn/gzjtwebNewsinformation.aspx?Info_ID=2107.

[9] 珠海市住房和城乡建设局. 珠海市唐家湾地区分区规划调整(2008—2020)[EB/OL]. (2009—07—13)[2013—10—05]. <http://www.zhgzj.gov.cn/WxContent.aspx?WstName=%B3%C7%CF%E7%B9%E6%BB%AE&MdlName=%B7%D6%C7%F8%B9%E6%BB%AE&ArtId=10134>.

[10] 李跃林,宁天竹,徐华林,等. 深圳湾福田保护区红树林生态系统服务功能价值评估[J]. 中南林业科技大学学报,2011(2):41—49.