

# 21 世纪初中国海岸带土地利用空间格局特征

侯西勇<sup>1</sup>, 徐新良<sup>2</sup>

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 烟台 264003; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 基于 GIS 空间分析技术、条带分割法以及优势度和土地利用程度综合指数, 分析了 21 世纪我国海岸带区域 (海岸线向陆 30km 范围) 土地利用的数量、结构、空间格局和集约化特征。研究表明: 21 世纪我国海岸带土地利用以耕地、林地和建设用地为主。距海远近不同, 土地利用的结构特征和空间格局差异显著, 水域和建设用地的向海特征最为显著, 其次是耕地。海岸带土地利用的集约化程度远高于全国平均水平, 距离岸线 10km 左右是土地利用程度综合指数的峰值。海岸带土地利用还存在显著的省际差异, 不同省区土地利用类型的优势组合差异显著; 海岸带土地利用类型的高程分异亦非常显著, 耕地、水体、建设用地和未利用土地集中分布在 50m 以下的低海拔区, 林地主要分布于中高海拔区, 而草地则在低海拔和高海拔区域都有分布。

**关键词:** 土地利用; 空间格局; GIS; 中国海岸带

文章编号: 1000-0585(2011)08-1370-10

## 1 引言

海岸带是陆地和海洋之间的过渡地带, 是典型的生态交错带和脆弱区, 也是开发利用强度最高的区域之一。广泛而深刻的人类活动, 如土地利用、城市化、滨海旅游、盐业开发、矿产开采、渔业养殖、围填海等对海岸带及近海区域的环境和生态造成了非常深远的影响。因此, 海岸带已成为多学科研究的焦点和热点区域。但是, 目前对海岸带空间范围的认定则因学科、研究目的和研究手段等的不同而差异巨大。例如, IGBP 主要基于陆海相互作用研究的需要定义海岸带, 其范围较大, 大体对应 200m 等高线至 200m 等深线之间的区域; 各国海岸带调查的空间范围多是指向海 20m 等深线, 向陆延伸 10km 左右, 我国 20 世纪 80 年代开展的全国海岸带和海涂资源综合调查即参照这一标准<sup>[1]</sup>。

土地利用是从空间视角反映不同尺度空间区域人类活动的范围、强度及影响作用的一个最佳出发点, 是联系和建立自然科学与社会科学之间关系的良好纽带。受自然条件、资源禀赋和经济活动强度等影响, 海岸带土地利用的类型、空间分布和时空演化过程等表现出了相对独特的一面; 与此同时, 海岸带土地利用不仅是沿海区域经济社会可持续发展的基础和保障, 而且也会对海岸带区域陆地、河口及近海环境和生态产生多方面深刻的影响。故加强海岸带区域土地利用变化等方面问题的研究, 意义重大。UNEP GPA 自 20 世

收稿日期: 2010-10-06; 修订日期: 2011-02-25

基金项目: 国家 973 计划 (2010CB950901); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (kzcx2-yw-224); 国家自然科学基金项目 (40921140410、40801016); 中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室开放研究基金资助项目 (A0713)。

作者简介: 侯西勇 (1975-), 男, 山东泰安人, 博士, 研究员, 从事 LUCC、海岸带信息集成、海岸带综合管理研究。E-mail: xyhou@yic.ac.cn

\* 通讯作者: 徐新良 (1972-), 男, 山东青岛人, 博士, 主要从事土地利用变化研究。E-mail: xuxl@lreis.ac.cn

纪 80 年代以来即开始通过合理规划和改变人类的土地利用等陆基活动以实现海岸带和海洋环境的有效保护<sup>[2]</sup>。2004 年，国际海岸带陆海相互作用（LOICZ）研究计划在第一阶段任务完成之际，在其第二阶段计划中，又与国际全球环境变化人文因素计划（IHDP）相结合，强调对海岸带区域土地利用等人文过程及其环境效应的综合研究，以期进一步深入理解海岸带人文因素与自然因素的交互影响作用。近年来，国外学者加强了对海岸带土地利用变化研究的重视，并强调将其作为河口湿地保护、海岸带水环境保护和海岸带综合管理决策与实践的基本因素予以考虑，例如，David Hadley 综述了土地利用与海岸带之间的关系，指出了农业发展、老龄化、收入与生活水平提高以及可再生能源发展等因素驱动土地利用变化并进而影响到海岸带的作用途径与机制等<sup>[3]</sup>；Christopher 等<sup>[4]</sup>研究了土地利用变化和基础设施建设对海岸带湿地演替的影响效应；Anilkumar 等<sup>[5]</sup>研究并建立了海岸带城市区域土地利用变化影响效应评估的方法体系；Nicolas 等<sup>[6]</sup>利用 SWAT 水文模型模拟流域水文过程并评价陆域活动和陆源污染对海岸带水环境的影响等。

我国是世界上海岸线最漫长的国家之一，由南向北跨越了 30 个纬度以及热带、亚热带和温带 3 大气候带；全国 14 个省市区位于沿海，由北向南分别是辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、香港、澳门、广西、台湾、海南；除此之外，我国还有 6500 多个岛屿<sup>[7]</sup>。我国海岸带土地利用具有类型多样、空间分异明显、开发优势突出、动态变化显著等特点<sup>[8]</sup>，但是，由于沿海地区的人口密度与经济密度高，土地资源开发利用中的不合理因素及其所造成的土地资源退化等问题也极为突出。20 世纪 80~90 年代，吴传钧等<sup>[9]</sup>老一辈科学家系统地研究了当时我国海岸带区域的土地利用结构、空间格局等特征。近年来，国内对海岸带土地利用及相关问题的研究也日益增多，例如，朱会义等<sup>[10]</sup>研究了环渤海地区土地利用变化的特征和驱动力，傅伯杰等<sup>[11]</sup>研究了环渤海地区土地利用变化的生态环境效应及可持续性；Ding 等<sup>[12]</sup>量化研究了浙江海岸带区域的土地利用变化特征；金凤君等<sup>[13]</sup>讨论了中国沿海地区的土地利用、食物安全和城市化问题，并指出了土地资源集约利用的途径；李加林等<sup>[14]</sup>研究了 20 世纪 90 年代杭州湾南岸滨海平原的土地利用/覆被空间格局变化特征；刘高焕等<sup>[15]</sup>对黄河三角洲土地利用进行了动态监测，提出了区域海岸带综合管理的政策与措施；刘彦随等<sup>[16~18]</sup>研究了我国东南沿海区域土地利用类型的转换程度、时空差异、变化机制、城乡发展态势与土地利用优化等问题。为充分揭示海岸带区域土地利用的空间格局特征，尤其是海陆梯度特征，本文将全国海岸线（包括台湾、海南两省区的海岸线）向陆一侧 30km 缓冲区范围作为研究区，基于遥感信息和 GIS 空间分析技术，分析和总结 21 世纪初我国海岸带土地利用的结构特征和空间格局特征等。研究区总面积约 23.21 万 km<sup>2</sup>，占我国国土总面积的比例约 2.42%。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 土地利用数据

土地利用数据来自于中国科学院地理科学与资源研究所，是在国家科技支撑计划、中国科学院知识创新工程重要方向项目等多项重大科技项目的支持下经过多年的积累而建立的全国范围陆地区域多时相 1:10 万比例尺土地利用现状矢量数据集<sup>[19~24]</sup>。该数据集将全国土地利用划分为 6 个一级类型、25 个二级类型<sup>[23]</sup>。本文基于 2005 年时相的土地利用现状数据<sup>[24]</sup>开展研究，该数据是在 2000 年土地利用现状数据的基础上通过 2000~2005 年土地利用类型动态变化的遥感识别所获得，所采用的遥感信息源包括 1999/2000 年以及

2004/2005 年成像的 Landsat TM 影像, TM 数据缺失的区域则用中巴地球资源二号卫星 (CBERS-2) 数据补充, 两期遥感影像几何纠正后的平均误差小于 50m。在遥感解译过程中, 通过野外实地调查对解译结果进行了验证和修改, 验证结果表明: 2005 年土地利用变化制图中耕地判别准确率达 99%, 草地、林地、建设用地准确率达 98%, 综合精度具有 95% 以上的定性准确率。本研究利用 GIS 技术, 从 14 个沿海省市区的数据库中切割出研究区范围的数据用于开展 21 世纪初中国海岸带土地利用特征研究。

## 2.2 条带分割法

海陆梯度、高程分异是多种地理要素最基本的空间格局特征之一, 为了分析和揭示土地利用分布的海陆梯度与高程分异特征, 对研究区进行了条带分割: (1) 基于 GIS 技术和土地利用现状矢量数据提取全国岸线数据, 进而按照 2km 间距进行缓冲区分析, 保留向陆一侧的 15 个条带作为研究区; 将条带数据与土地利用数据进行空间叠加和统计, 即可获得不同条带的土地利用结构信息。(2) 利用基于栅格数据的空间分析技术, 提取研究区 1km 分辨率的 DEM 数据, 统计不同高程区域的面积比例, 并确定以 2.5m、20m、50m、200m 为高程分割标准, 将研究区分割为 5 个高程带, 进而, 利用 GIS 空间分析技术统计不同高程带的土地利用结构信息。

## 2.3 相对优势度

土地利用相对优势度指数 (Dominance Index,  $D$ ) 是反映某一特定区域 (例如, 全国) 的内部分区 (省、区、市或者一个地理分区, 如, 海岸带区域) 土地利用类型相对重要性的量度指标, 通常采用比较优势指数公式来表达<sup>[16]</sup>, 即:

$$D = \frac{A_{iCO}/A_{iCN}}{A_{CO}/A_{CN}} \quad (1)$$

式中,  $A_{iCO}$  为土地利用类型  $i$  在海岸带区域的分布面积,  $A_{iCN}$  为土地利用类型  $i$  在全国 (或沿海省市区) 的分布面积,  $A_{CO}$  为海岸带区域总国土面积,  $A_{CN}$  为全国 (或沿海省市区) 范围总国土面积。相对优势度大于 1, 表明该土地利用类型在海岸带区域的密度高于全国 (或沿海省市区) 平均, 空间分布的向海趋势较为突出, 数值越大, 则向海特征越显著; 相对优势度小于或等于 1, 则表明, 相对而言, 该土地利用类型不具有向海趋势。

## 2.4 土地利用程度综合指数

土地利用程度综合指数用于定量度量土地利用的集约化水平, 按照土地资源在人类行为因素影响下的状态分为未利用土地级、林草水用地级、农业用地级和城镇聚落用地级共 4 个级别, 分别赋予 1、2、3、4 不同的分级指数, 进而通过计算, 得到 100~400 之间连续分布的综合指数, 数值大小不仅反映土地本身的自然属性, 也反映人类因素与自然环境因素之间相互交织的综合效应<sup>[19]</sup>。具体公式如下:

$$I = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad I \in [100, 400] \quad (2)$$

式中,  $I$  为研究区土地利用程度综合指数,  $A_i$  为研究区域内第  $i$  级土地利用程度分级的分级指数;  $C_i$  为区域内第  $i$  级土地利用程度分级的面积百分比;  $n$  为土地利用程度的分级数。

# 3 结果分析

## 3.1 海岸带土地利用的结构特征

统计和汇总研究区的土地利用数据, 得到整体的土地利用结构信息 (表 1)。可见:

(1) 我国海岸带区域土地利用类型丰富, 分布有 6 个一级类型和 23 个二级类型, 与全国陆地地区相比, 仅缺少永久性冰川雪地 (44) 和戈壁 (62) 两个二级类型; (2) 在 6 个一级类型中, 耕地分布最为广泛, 占研究区总面积的 41.37%; 林地次之, 占研究区总面积的 32.52%; 再次是建设用地, 占研究区总面积的 11.76%; 水域面积列第 4 位, 占研究

表 1 海岸带土地利用分类及其面积统计

Tab 1 Classes and areas of land use in the coastal zones of China

代码	名称	面积 (Km <sup>2</sup> )	占研究区面积比例 (%)	优势度		优势度对 比关系*
				D <sub>1</sub> : 与全国比较	D <sub>2</sub> : 与沿海省市比较	
11	水田	41186	17.74	3.63	1.45	A
12	旱地	54844	23.63	1.69	0.92	B
21	有林地	49661	21.39	1.49	0.74	B
22	灌木林	5887	2.54	0.49	0.44	E
23	疏林地	9259	3.99	1.08	0.70	B
24	其他林地	10675	4.60	10.14	2.41	A
31	高覆盖度草地	7163	3.09	0.29	0.62	C
32	中覆盖度草地	4121	1.78	0.16	0.67	C
33	低覆盖度草地	1255	0.54	0.06	0.91	C
41	河渠	3963	1.71	4.40	1.72	A
42	湖泊	258	0.11	0.14	0.21	C
43	水库坑塘	7342	3.16	7.59	2.05	A
45	滩涂	5089	2.19	38.40	4.97	A
46	滩地	1751	0.75	1.48	1.25	A
51	城镇用地	8007	3.45	7.70	1.94	A
52	农村居民点	10375	4.47	3.24	1.04	A
53	其他建设用地	8906	3.84	19.29	3.91	A
61	沙地	248	0.11	0.02	1.60	D
63	盐碱地	578	0.25	0.18	2.27	D
64	沼泽地	1191	0.51	0.61	2.58	D
65	裸土地	94	0.04	0.13	2.52	D
66	裸岩石砾地	40	0.02	0.00	0.72	C
67	其他	235	0.10	0.10	1.30	D
10	耕地合计	96030	41.37	2.19	1.09	A
20	林地合计	75483	32.52	1.38	0.77	B
30	草地合计	12540	5.40	0.17	0.66	C
40	水域合计	18404	7.93	2.73	1.93	A
50	建设用地合计	27287	11.76	5.81	1.67	A
60	未利用土地合计	2385	1.03	0.05	2.07	D

\* A:  $D_1 > D_2 > 1$  (绝对向海, 岸线向陆 30km 范围内的面积比例 > 沿海省市范围内的面积比例 > 全国范围的面积比例); B:  $D_1 > 1 > D_2$  (向海分布, 但是沿海省市范围内的向海特征强于岸线向陆 30km 范围); C:  $1 > D_2 > D_1$  (绝对向陆, 岸线向陆 30km 范围内的面积比例 < 沿海省市范围内的面积比例 < 全国范围的面积比例); D:  $D_2 > 1 > D_1$  (相对向海, 在全国范围内向陆特征显著, 但在沿海省市范围内则向海特征显著); E:  $1 > D_1 > D_2$  (相对向海, 沿海省市范围内的面积比例 > 全国范围的面积比例 > 岸线向陆 30km 范围内的面积比例)。

区总面积的 7.93%；草地和未利用土地的分布面积及其所占比例均较小；(3) 在 23 个二级类型中，广泛分布的有：旱地>有林地>水田>其他林地>农村居民点>疏林地>其他建设用地>城镇用地，这 8 个类型的分布面积合计占研究区总面积的 83.11%；(4) 耕地类型中，旱地与水田均大量分布，北旱南水格局突出，但旱地面积大于水田面积；林地中，以有林地为主；草地中，以高覆盖度草地为主；水域中，以水库坑塘、滩涂和河渠为主；建设用地中，以农村居民点为主；未利用土地中，以沼泽地和盐碱地为主。

### 3.2 海岸带土地利用的相对优势度

如表 1，分别以全国和沿海省市为参照对象，分析岸线向陆 30km 范围内各土地利用类型分布面积的优势程度，两个优势度指数与 1 的对比关系差异比较明显，体现了土地利用向海分布的相对性；同时，将一级分类与其所包含的二级分类相比较，两个优势度指数与 1 的对比关系并非完全一致，体现了土地利用向海分布特征的等级差异。具体而言：一级分类中，耕地、水域和建设用地属于 A 类，表明它们在岸线向陆 30km 范围及沿海省市范围均具有比较显著的向海分布特征，而且在岸线向陆 30km 范围内的面积比例最为显著；林地属于 B 类，表明其在沿海省市范围内的向海分布特征更强于其在岸线向陆 30km 范围；草地属于 C 类，向陆分布特征显著；未利用土地属于 D 类，表现为局部的、相对的向海特征。与此相应，在二级分类中，水田、其他林地、河渠、水库坑塘、滩涂、滩地、城镇用地、农村居民点、其他建设用地属于 A 类；旱地、有林地、疏林地属于 B 类；高、中、低覆盖度草地以及湖泊和裸岩石砾地均属于 C 类；沙地、盐碱地、沼泽地、裸土地和其他地类均属于 D 类；灌木林属于 E 类。

### 3.3 距海远近对土地利用结构的影响

按照 2km 间距将岸线向陆 30km 范围划分为 Z1 至 Z15 共 15 个带状区域，分别计算“各个带区内的土地利用结构”和“不同土地利用类型在各个带区的面积比例特征”，其中，一级类型的统计结果如图 1、图 2。

由图 1、图 2，随着与海岸线之间距离的变化，海岸带区域的土地利用结构变化显著，具体特征如下：(1) 15 个带区均是耕地分布最广泛以及未利用土地面积最少，除了 0~2km 的带区之外，其他 14 个带区内分布面积居第二位的均为林地，居第三位的均为建设用地；(2) 总体上，岸线向陆 0~4km 范围的 2 个带区内土地利用结构明显不同于其他的 13 个带区，虽然耕地和林地的绝对面积及其比例仍比较大，但却远远低于其他的带区，相反，水域（以滩涂、水库坑塘为主）和建设用地（城镇用地、农村居民点与其他建设用地均比较突出）的面积及比例却远远高出了其他带区，这充分证明了交通工矿、水利设施、养殖与盐田等人类生产与生活行为更具有趋海特征；(3) 随着与海岸线之间距离的增加，不同条带内各土地利用类型的分布面积及其所占比例的变化趋势差异较大：耕地的面积及所占比例总体上呈现为首先迅速增加而后缓慢降低的趋势；15 个带区内林地面积波动不大，但比例则表现为在 1~14 带区内持续上升的趋势；草地的面积及比例表现为先平稳下降而后平稳上升的宽“U”型特征；水体的面积及比例表现为先急剧下降而后小幅波动变化的趋势；建设用地的分布面积在 Z1~Z14 之内表现为持续下降的趋势，所占比例则表现为总体平稳下降并伴随内陆个别条带微弱起伏的特征；各个条带间未利用土地的面积和比例表现为小幅波动并总体下降的趋势；(4) 各土地利用类型逐带区面积比例累积曲线进一步表明：在离海岸线 30km 的区域，50% 以上的水域分布在距海 6km 范围，50% 以上的建设用地和未利用土地分布在距海 10km 范围，50% 以上的草地分布在距海 12km

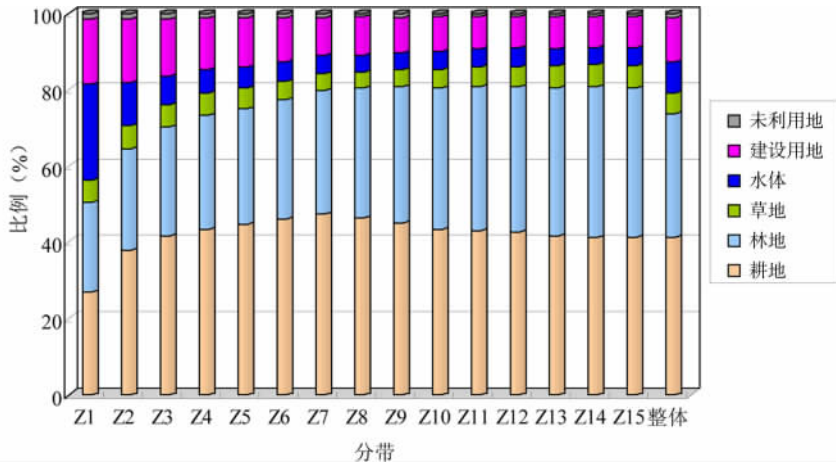


图 1 海岸带不同带区内的土地利用结构

Fig. 1 Characteristics of land use structure in different zones

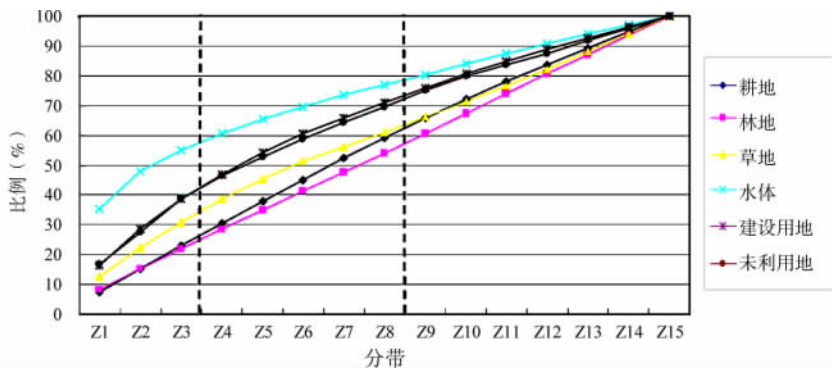


图 2 各土地利用类型逐带区面积比例累积曲线

Fig. 2 Cumulative curve for area ratio of each land use type in different zones

范围，50%以上的耕地分布在距海 14km 范围，50%以上的林地分布在距海 16km 范围，由此可见，各个一级土地利用类型空间分布的向海特征由强到弱依次为：水体 > 建设用地 > 未利用土地 > 草地 > 耕地 > 林地。

### 3.4 距海远近对土地利用程度的影响

分别计算研究区、15 个条带以及全国的土地利用程度综合指数，其中研究区和全国范围的土地利用程度综合指数分别为 263.85 和 201.86，这表明海岸带区域土地资源的开发程度和集约化水平远远高于全国平均水平。海岸带区域 15 个条带的土地利用程度综合指数如图 3。最小值为 256.44，出现在条带 14；最大值为 270.1014，出现在条带 3（条带 2、条带 5 分别为 270.0998、269.9654，均略低于条带 3）；各个条带土地利用的集约化水平均远远高出全国平均水平。距离海岸线 0~2km 的 Z1 带区最易受到风暴潮、台风、海水入侵、洪水、风沙等不利因素的影响，因此土地利用程度相对较低，但是，也已经超过了远居内陆的 Z12~Z15 四个条带（离海 22~30km 的范围）；Z2~Z8 共 7 个条带（离岸 2~16km 的范围）土地利用程度综合指数均大于研究区的平均值，是海岸带区域土地利用

程度最高、人类活动强度最显著的区域；对 Z2~Z15 共 14 个条带的土地利用程度综合指数进行线性拟合，总体趋势为下降，线性方程的拟合优度  $R^2$  接近 0.96，进行显著性检验， $F=266.3146$ ， $p=0.0001$ ，模型显著有效。

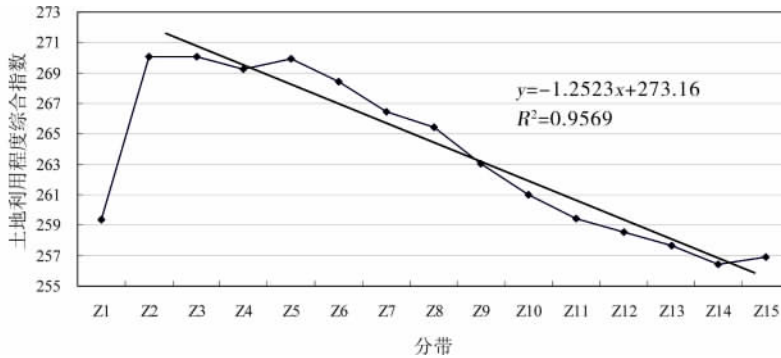


图3 距海远近对土地利用程度综合指数的影响 (线性拟合不计 Z1 带区数值)

Fig. 3 Changes of land use intensity in different zones

### 3.5 海岸带土地利用的省际差异

由于地理位置、自然条件、经济社会发展历史及发展现状等因素的差异，海岸带土地利用也表现出比较明显的省际差异 (图4)。在离岸 30km 以内的陆地区域，土地利用结构的省际差异突出表现为：(1) 辽宁、广东 (含港澳)、浙江 3 省区海岸带土地利用以耕地—林地—建设用地为主，三类型比例之和分别达 89.02%、86.59% 和 91.34%，但辽宁的耕地比重更为突出，而浙江和广东的林地比重则略高于耕地；(2) 河北海岸带土地利用以耕地—建设用地为主，二者合计占 77.42%，其中耕地分布最广泛，比例高达 53.93%；(3) 天津、江苏、上海 3 省区海岸带土地利用以耕地—水体和建设用地为主，三类型比例之和分别达 97.31%、92.62% 和 98.48%，其中江苏耕地比重尤为突出，超过了 67%；(4) 山东海岸带土地利用以耕地—建设用地—草地为主，三类型合计占 80.68%，其中耕地尤为突出；(5) 福建海岸带土地利用以林地—耕地—草地为主，三类型合计占 85.37%，其中林地尤为突出；(6) 广西、海南、台湾 3 省区海岸带土地利用以林地—耕地—草地为主，两个类型的比例之和分别达 84.24%、83.76% 和 88.79%，特别是海南和台湾，其林地比重均在 55% 以上。

### 3.6 海岸带土地利用的高程分异

高程分异是地表水热再分配以及物质迁移的重要影响因素，因而对土地利用分布的影响也极为深刻。我国海岸带区域的高程分异特征显著，既有广阔而平坦的滩涂，又有起伏剧烈的高地、丘陵和山地。基于 1km 分辨率的 DEM 统计海岸带不同高程范围的分布面积及比例，进而将研究区分割为  $\leq 2.5\text{m}$ 、 $2.5\sim 20\text{m}$ 、 $20\sim 50\text{m}$ 、 $50\sim 200\text{m}$  和  $> 200\text{m}$  五个高程带，其面积比例分别为 11.18%、16.36%、35.63%、20.77%、16.06%。由图 5、图 6，不同高程带主导的土地利用类型以及不同土地利用类型主导的高程分布区均差异巨大；低海拔区域耕地占据优势，但是随着海拔的升高，其优势地位则逐渐被林地所取代；水体与建设用地集中分布于低海拔区域，随着海拔高度的攀升，它们的比例迅速降低；草地主要分布于中高海拔区域。具体而言， $\leq 2.5\text{m}$  的低海拔区域以耕地、水体和建设用地为主，三者的面积比例合计达 88.79%；在  $2.5\sim 20\text{m}$  高程区域，更是以耕地和建设用地

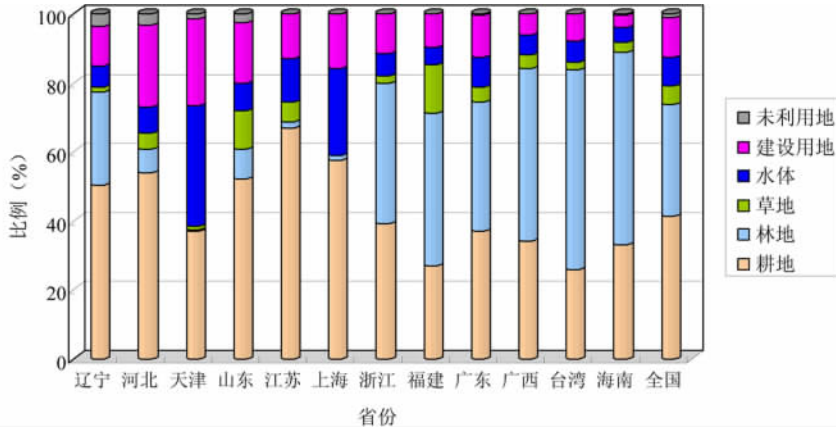


图 4 向陆 30km 范围海岸带区域土地利用结构的省区际差异

Fig 4 Administrative influences on land use structures in coastal zones

为主，二者比例分别达 62.44%和 16.84%；而在 20~50m、50~200m 以及 >200m 的高程区域，耕地比例迅速降低至不足 9%，而林地的比例则大幅提高至 81%以上。总体而言，研究区海拔 50m 以下的区域占研究区总面积的 63%以上，在这些区域集中分布了 79.09%的耕地、92.01%的水体、85.38%的建设用地和 97.52%的未利用土地；海拔在 200m 以上的区域，林地、草地的比重占据明显的优势，集中分布了研究区 40.75%的林地和 25.24%的草地。

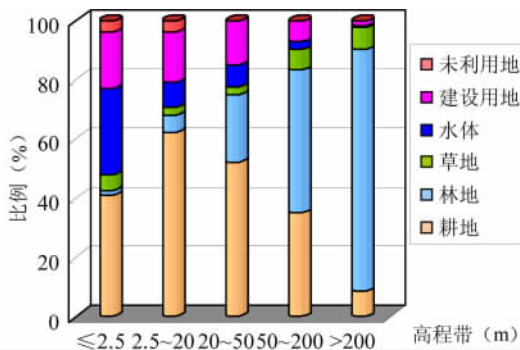


图 5 不同高程带的土地利用结构

Fig 5 Land use structure in different altitudinal zones

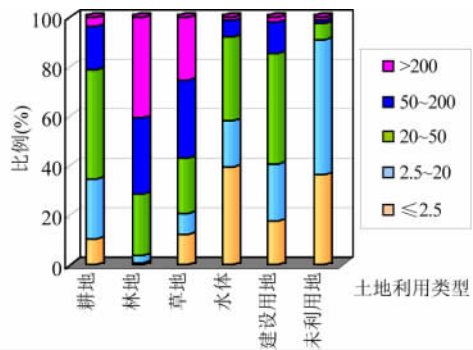


图 6 土地利用类型分布的垂直分异

Fig 6 Vertical differentiations of land use types

### 4 结论与讨论

21 世纪初我国海岸带区域土地利用具有多方面的显著特征，主要包括：

(1) 海岸带区域以耕地、林地和建设用地为主，三者合计占研究区总面积的 85.65%；分别以全国及沿海省市为参照，表明水域和建设用地的向海特征最为显著，其次是耕地。

(2) 距海远近不同，土地利用的数量结构和空间格局显著不同，随着离海距离的逐



渐增加,不同土地利用类型分布面积的变化趋势差异较大。总体上,海岸线向陆 0~4km 的区域土地利用结构特征明显不同于距海 4~30km 的区域,表现在耕地、林地的比例相对较低,而水域(尤其是滩涂和水库坑塘)和建设用地(城镇、农村居民点和其他建设用地)的比例却相对很高。

(3) 海岸带区域土地利用的集约化程度远远高于全国平均水平,而且海陆梯度特征较为显著:由海向陆,随着离岸距离增加,土地利用程度综合指数迅速增加并达到峰值(离岸 2~10km 范围是峰值区),而后则总体平稳下降;总体上,向陆 2~16km 之间的范围土地利用集约化水平高于研究区的平均值,是海岸带人类活动强度比较突出的区域。

(4) 海岸带土地利用存在显著的省际差异,沿海不同省区海岸带土地利用类型的优势组合既有相同之处,又有显著的差异性。

(5) 海岸带高程分异对土地利用分布的影响比较显著,海拔 50m 以下是耕地、水体、建设用地和未利用土地集中分布的区域,低海拔区域耕地占据优势,但是随着海拔的升高,其优势地位逐渐被林地所取代,草地则在低海拔和高海拔区域较为集中。

本文研究还有如下启示:(1)“其他建设用地”的向海特征异常突出,表明沿海地区存在着比较明显的滩涂资源开发和围填海过程,应该加强对其未来发展态势的动态监测,以便有助于制定相应的控制性和约束性政策措施,从而达到保护天然滩涂及自然岸线的目的;(2)海岸带土地利用集约化水平非常突出、人类活动强度居高,同时大量的城镇等用地类型紧邻水体,水环境所面临的压力和风险巨大,应尤为重视海岸带土地利用结构与布局的优化,以达到降低人类陆基活动对海岸带和海洋环境负面影响的目的;(3)应该密切关注海岸带区域林草地的时空动态特征及其与邻近区域城镇、农村居民点等其他土地利用类型之间的数量对比关系和空间格局关系,以促进海岸带区域生态修复和防减灾措施与目标的制定与实施。

#### 参考文献:

- [1] 杜云艳,周成虎,苏奋振,等. 海岸带及近海科学数据集成与共享研究. 北京:海洋出版社,2005. 127~128.
- [2] David Osborn, Anjan Datta. Institutional and policy cocktails for protecting coastal and marine environments from land-based sources of pollution. *Ocean & Coastal Management*, 2006, 49: 576~596.
- [3] David Hadley. Land use and the coastal zone. *Land Use Policy*, 2009, 26S: S198~S203.
- [4] Christopher R, Antonio B, Brent A, *et al.* Impact of land-use change and hard structures on the evolution of fringing marsh shorelines. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2010, 88: 365~376.
- [5] Anilkumar PP, Varghese Koshy, Ganesh LS. Formulating a coastal zone health metric for landuse impact management in urban coastal zones. *Journal of Environmental Management*, 2010, 91: 2172~2185.
- [6] Nicolas Rollo, Marc Robin. Relevance of watershed modelling to assess the contamination of coastal waters due to land-based sources and activities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2010, 86: 518~525.
- [7] 韩立民,王爱香. 保护海岛资源,科学开发和利用海岛. *海洋开发与管理*, 2004, 21(6): 30~33.
- [8] 彭建,王仰麟,刘松,等. 海岸带土地持续利用景观生态评价. *地理学报*, 2003, 58(3): 363~371.
- [9] 吴传钧,蔡清泉,朱季文,等. 中国海岸带土地利用. 北京:海洋出版社,1993.
- [10] 朱会义,何书金,张明. 环渤海地区土地利用变化的驱动力分析. *地理研究*, 2001, 20(6): 669~678.
- [11] 傅伯杰,陈利顶,蔡运龙,等. 环渤海地区土地利用变化及可持续利用研究. 北京:科学出版社,2004.
- [12] Ding Han, Wang Ren-chao, Wu Jia-ping, *et al.* Quantifying land use change in Zhejiang coastal region, China using multi-temporal Landsat TM/ETM+ images. *Pedosphere*, 2007, 6: 712~720.
- [13] 金凤君,张晓平,王长征. 中国沿海地区土地利用问题及集约利用途径. *资源科学*, 2004, 26(5): 53~60.
- [14] 李加林,许继琴,童亿勤,等. 杭州湾南岸滨海平原土地利用/覆被空间格局变化分析. *长江流域资源与环境*,

- 2005, 14 (6): 709~714.
- [15] 刘高焕, 刘庆生, 叶庆华, 等. 黄河三角洲土地利用动态监测与海岸带综合管理. 资源科学, 2006, 28 (5): 171~175.
- [16] 刘彦随, 彭留英, 王大伟. 东南沿海地区土地利用转换态势与机制分析. 自然资源学报, 2005, 20 (3): 333~339.
- [17] 刘彦随, 卢艳霞. 中国沿海地区城乡发展态势与土地利用优化研究. 重庆建筑大学学报, 2007, 29 (3): 4~7.
- [18] Liu Yansui, Wang Lijuan, Long Hualou. Spatial-temporal analysis of land-use conversion in the eastern coastal China during 1996~2005. Journal of Geographical Sciences, 2008, 18: 274~282.
- [19] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 171~188.
- [20] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代时空特征的研究: 基于卫星遥感数据. 第四纪研究, 2000, 20 (3): 229~239.
- [21] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析. 中国科学 (D 辑), 地球科学, 2002, 32 (12): 1031~1040.
- [22] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析. 地理研究, 2003, 22 (1): 1~12.
- [23] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究. 北京: 科学出版社, 2005. 241~243.
- [24] 刘纪远, 张增祥, 徐新良, 等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. 地理学报, 2009, 64 (12): 1411~1420.

## Spatial patterns of land use in coastal zones of China in the early 21st century

HOU Xi-yong<sup>1</sup>, XU Xin-liang<sup>2</sup>

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, CAS, Yantai 264003, Shandong, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** In this paper, we took the terrestrial part of a 30-km buffer zone of coastline as the study area. Land use data in 2005 obtained based on Landsat images were available, and based on the spatial analyst techniques in GIS and Zonal Statistics Method, the Dominance Degree and Land Use Degree Index were calculated for the study area and its 15 sub-zones. Then, the structures and spatial patterns of land use in coastal zones were analyzed. The result shows that, farmland, forest, built-up and residential areas are dominant land use types in Chinese coastal zones; and remarkable sea-land gradient characteristics of land use can be found because following the changes of distance to coastline, the quantity structure and spatial patterns of land use change correspondingly. Water body, built-up and residential areas show the most notable seaward characters. There is much higher intensity of land use in coastal zones than that in the whole country and coastal provinces, and the zone of 2-6 kilometers away from the coastline has the most prominent land use intensity. Furthermore, there are remarkable administrative differences and altitudinal differences of land use in Chinese coastal zones.

**Key words:** land use; spatial patterns; GIS; Chinese coastal zones