

# 20世纪40年代以来福建省大陆海岸带利用程度时空变化分析

林金城<sup>1,2</sup>, 毋亭<sup>1,2\*</sup>

1. 福建农林大学资源与环境学院, 福州 350002

2. 福建省土壤环境健康与调控重点实验室, 福州 350002

**摘要** 海岸带利用程度时空特征的分析是对海岸带地区进行合理规划的前提。基于地形图资料与遥感影像数据, 提取福建省20世纪40、60年代, 1990、2000、2010与2014年等6个时相的海岸线数据, 并综合前人研究成果与遥感影像目视解译的先验知识, 将福建省海岸线的利用方式划分为8个类型; 赋予各类岸线不同的人力作用强度指数, 计算福建省和空间子单元的海岸线开发利用程度指数, 分析其利用程度变化趋势与原因。研究发现: (1) 1940–2014年以来, 福建省海岸线开发利用程度总体上处于持续且显著加强的趋势, 特别是1990年以后, 岸线开发利用程度的增长速度尤其显著; (2) 随着福建省莆田市以南海岸线海域空间资源的日趋紧张, 海岸线开发热点开始向福州、宁德市转移。海岸线开发利用程度指数能有效地反映人类活动对海岸线影响的强度及其变化趋势, 因此本研究有助于深入了解福建省海岸带自20世纪40年代以来的开发力度及其变化和对生态环境的影响。

**关键词** 岸线开发利用程度; 时空动态特征; 福建; 海岸线

海岸线, 是海洋与陆地之间的分界线, 在中国指基于潮汐数据计算的多年大潮高潮位的平均值<sup>[1]</sup>。在自然因素(如洋流、地壳构造与板块运动、全球气候变暖导致的海平面上升等)以及人类活动(如人类围填海、海岸带资源的开发与利用、河流水

库大坝的建造等)的综合作用下, 海岸带生态系统表现出显著的敏感性和易变性<sup>[2]</sup>。中国自改革开放以来, 对外开放程度不断加大, 海岸带地区成为经济与社会发展活动的聚集地, 海岸带的开发程度也因此愈高, 其外在表现形式如岸线的形态、结构、位

收稿日期: 2019-06-03; 修回日期: 2020-06-02

基金项目: 福建省中青年骨干教师教育科研项目(JT180161)

作者简介: 林金城, 硕士研究生, 研究方向为海岸线时空变化, 电子信箱: 1245181489@qq.com; 毋亭(通信作者), 讲师, 研究方向为海岸线时空变化、土壤有机碳模拟, 电子信箱: wuting@fafu.edu.cn

引用格式: 林金城, 毋亭. 20世纪40年代以来福建省大陆海岸带利用程度时空变化分析[J]. 科技导报, 2021, 39(4): 104–111; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.04.018

置、利用类型与利用程度发生显著变化。这些变化会引起沿海生态与环境的诸多因子发生改变,进而又反作用于人类社会,对沿海居民的生活与区域的可持续发展产生影响。2016年,福建省在《福建省海岸带保护与利用规划(2016—2020年)》中强调:要创建资源节约型与环境保护型的海岸带经济区,构建人、陆、海和谐的海岸带空间开发格局,必须注重科学、合理与可持续的开发,如此才能提高福建省的综合经济实力、竞争力和推动“一带一路”倡议实施。因此,研究监测海岸线变化对实行适度有序的海岸带开发,减缓和限制海岸带开发速度和程度,恢复和补偿被破坏的沿海地带生态系统具有重要意义。

在海岸线变化监测中,国内主要对海岸线长度消长、岸线类型变化、海岸侵蚀、岸线所围海陆域面积变化以及岸线变化速率等进行研究。例如:王集宁等<sup>[3]</sup>从岸线长度变化方面对1973—2014年黄河口岸线变化进行分析;李秀梅等<sup>[4]</sup>从岸线长度和海陆面积变化方面研究2000—2010年渤海湾海岸10年内的变化;姚晓静等<sup>[5]</sup>结合岸线长度和类型变化分析海南岛1980—2010年岸线变化特征;李兵等<sup>[6]</sup>根据对福建省沿海海岸线侵蚀后退的调查,分析总结福建省不同岸段侵蚀后退特点;高梅等<sup>[7]</sup>基于深圳市遥感影像数据、土地利用变更调查数据和城市总体规划成果数据,分析总结深圳市1986—2020年海岸线变化原因和预测海陆面积变化等。

对于海岸线利用程度以及人类活动对海岸带的影响特征的研究则较为少见。且国内针对海岸带变化的研究主要集中在辽宁沿海<sup>[8]</sup>、渤海湾<sup>[4,9-10]</sup>、黄河口区<sup>[3,11-12]</sup>、江苏沿海<sup>[13-14]</sup>、深圳<sup>[7,15]</sup>及珠江口区<sup>[16-17]</sup>等地,对于福建省,特别是全省海岸线变化的研究相对较少。

本研究基于地形图资料与遥感影像数据,提取并分类20世纪40、60年代,1990、2000、2010、2014年等6个时相的福建省海岸线数据,利用GIS数据处理、空间分析与宏命令编程语言,建立岸线利用程度综合指数,分析20世纪40年代以来福建省大陆岸线受人类活动的影响程度的时空变化特征。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区介绍

福建省位于中国东南沿海(23°33′~28°20′N, 115°50′~120°40′E),在西、北以及西南方向分别与江西、浙江、广东相邻,在东南方向与台湾隔台湾海峡相望。海岸线蜿蜒绵长,因此海域面积广大、海湾众多;以山地丘陵为主,河谷、盆地交错分布其间,因此地形地貌较为复杂;境内主要河流有闽江、晋江、九龙江和赛江等;属亚热带海洋性季风气候,年降水量较多,光照充足;岸线北起福鼎市沙埕之南山关,南延至诏安县官口之西端,海岸类型以基岩为主、砂质与淤泥质为辅,曲折度较大(图1)。

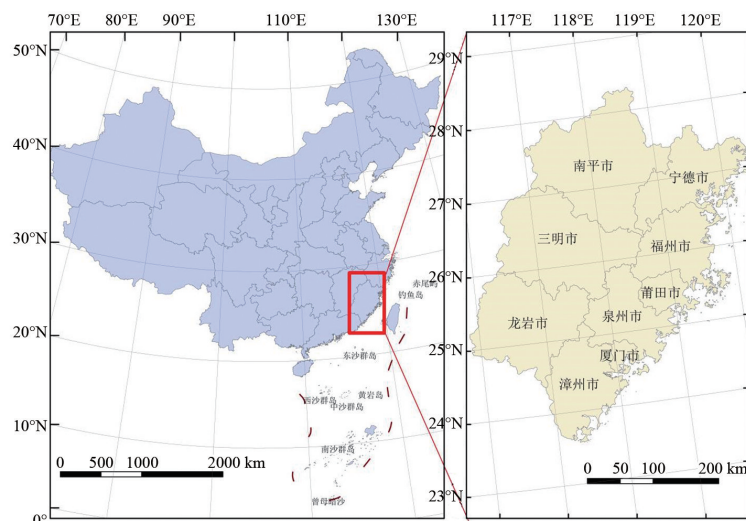


图1 福建省位置与空间范围示意

福建不仅拥有广阔的近海渔场,还拥有适合养殖多种海产品的滩涂,被称为牡蛎、蛭、花蛤、泥蚶等“四大贝类之乡”。境内天然港湾达 125 个,大型港湾 22 个,其中可建 5 万 t 级以上深水泊位的天然优越良港有东山湾、厦门湾、湄洲湾等 7 个,可见,福建省海岸带的发展潜力极好。所以早在改革开放初期,福建省就扬长避短,因地制宜地提出了“再创海的优势、大做海的文章,建设海洋大省”的战略构想,旨在为福建经济注入新的活力、将福建建设

成为中国重要的出海口。

## 1.2 数据源

20 世纪 40 年代时相的海岸线是基于 1940—1945 年由美国陆军制图局所编绘的地形图所提取;20 世纪 60 年代时相的海岸线是基于 1955—1965 年中国国家测绘局编绘的地形图所提取;1990、2000、2010 和 2014 年时相的海岸线是基于 30 m 分辨率的 Landsat 遥感影像所提取。具体数据资料如表 1 所示。

表 1 数据源

名称	成图时间	比例尺(分辨率)	来源
地形图 1	1940—1945	1:25 万	美国陆军制图局
地形图 2	1955—1965	1:5 万 1:10 万	中国国家测绘局
Landsat 影像	1990 2000 2010 2014	30 m	EROS(Earth Resources Observation And Science Center) ( <a href="http://glovis.usgs.gov/">http://glovis.usgs.gov/</a> )

## 1.3 数据处理

### 1.3.1 岸线分类及解译

综合前人研究成果以及遥感影像目视解译标准的先验知识,建立了针对不同海岸线(表 2)的野外识别和遥感解译原则。其中,丁坝突堤是延伸至海中的海岸工程,在遥感影像上的几何形态容易被识别,当其在遥感影像中的表现宽度较窄时,取其中线作为代理海岸线,当表现宽度较宽时则取临海边界作为岸线;港口码头岸线是有港口和码头的海岸,在遥感影像中的几何形态也很容易被识别,一般取其临海边界作为岸线;围垦中岸线是正在建设、用途尚未明确的围海堤坝,一般取其临海边界作为岸线;养殖围堤、盐田围堤、交通堤、防潮堤分别是用于养殖、盐田晒制、交通运输、防护海岸而人工修筑的堤坝,在遥感影像中几何形态也很容易被识别,一般取其临海边界作为海岸线;未被利用的岸线作为自然岸线处理。具体如表 2 所示。

### 1.3.2 岸线利用程度指数

岸线利用程度指数(index of coastline utilization degree, ICUD)是基于土地利用程度综合指数<sup>[18]</sup>的概念和计算方法建立的(式 1)。根据实地调查

的经验,分析判断各类岸线受人类活动的影响程度,然后赋予各类型岸线相应的人力作用强度指数(表 3)。随着人力作用强度指数在 1~4 之间递增,人类活动对海岸线的影响程度和海岸线恢复自然状态的难度增加,海岸线的功能多样性下降。

$$ICUD = \sum_{i=1}^n (A_i \times C_i) \times 100 \quad (1)$$

式中,ICUD 为岸线利用程度指数,  $A_i$  为赋予第  $i$  类岸线的人力作用强度指数,  $C_i$  为第  $i$  类岸线的占总长度百分比,  $n$  为岸线类型的数量。

ICUD 值的增加,则岸线开发利用程度增高,表明人类活动对海岸线的影响作用增强,例如在天然海滩或是潮汐平原上建造防潮堤以防止岸线受到侵蚀后退,或是将盐田改建为港口码头,以适应沿海工业结构调整;ICUD 值的减小,则岸线开发利用程度降低,表明人类活动对海岸线的影响作用减弱,岸线越接近于自然状态,例如由于极端风暴潮的作用,防潮堤损毁,海岸线由人工堤变为自然岸线,或是由于河口附近泥沙的堆积作用,海岸线向海扩张形成新的陆地也会导致 ICUD 下降。

表2 中国大陆海岸线的利用类别和解译规则

类别	说明	基于地图和影像的提取规则
丁坝突堤	丁坝:两端分别位于陆地上与近海中的条形海岸工程,具有保护堤岸和调节海流的作用;突堤:从陆地延伸至高海中的防波堤	其几何形态很容易被识别:当其在遥感影像上的表现宽度较为有限时,取其中央线为代理海岸线;当其表现宽度较大时,取临海边界作为代理岸线
港口码头	有港口和码头的海岸	
围垦中岸线	正在建设、用途尚未明确的围海堤坝	
养殖围堤	用于养殖的人工修筑堤坝	其几何形态很容易被识别,一般而言,取其临海边界作为代理海岸线
盐田围堤	用于盐田晒制而围垦的堤坝	
交通堤	用于防浪、波并承担一定交通运输的人工修筑堤坝	
防潮堤	分隔陆地和海洋的其他海堤护岸工程	
自然岸线	未被利用的海岸线	(1) 基岩岸线:其几何形态很容易被识别,一般而言,将陡崖基底线作为代理海岸线。(2) 沙砾质岸线:将悬崖基底线或滩脊线作为代理海岸线

表3 各类型岸线的人力作用强度指数

利用方式	指数	利用方式	指数
丁坝突堤	4	养殖围堤	3
港口码头	4	盐田围堤	3
交通堤	4	防潮堤	2
围垦中岸线	4	自然岸线	1

1940年以来福建省大陆海岸带利用程度指数,分析其变化特征与趋势。图2中左图蓝色区域为福建省岸线利用程度在省级尺度上的计算空间,右图中彩色区域为福建省岸线利用程度计算的4个子单元空间。

### 2.1 福建省尺度海岸线利用程度时空动态特征

基于海岸线开发利用程度指数,计算1940—2014年6个时期福建省海岸带利用程度指数及其每个时间段增长百分比,结果如图3、图4所示。

## 2 结果分析

从省级与空间子单元这2个尺度出发,计算

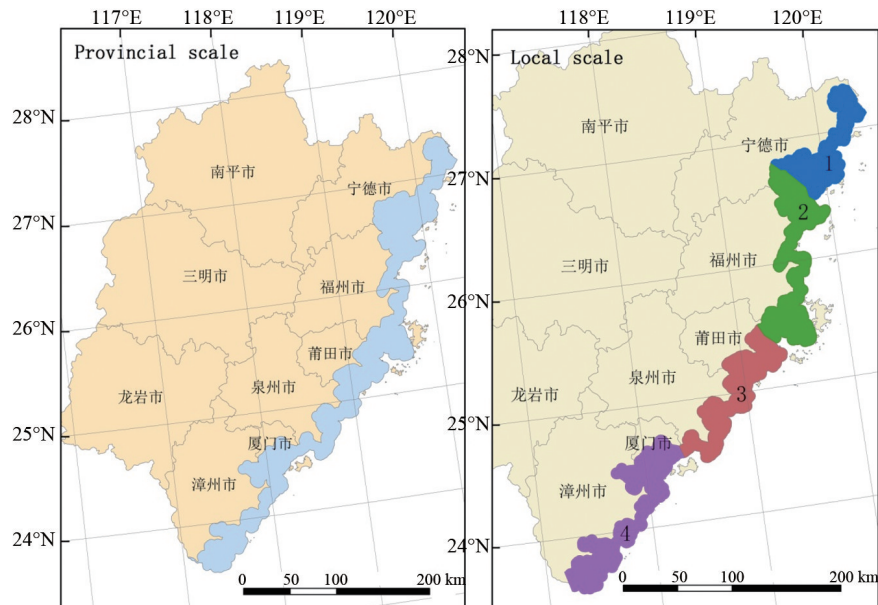


图2 研究尺度

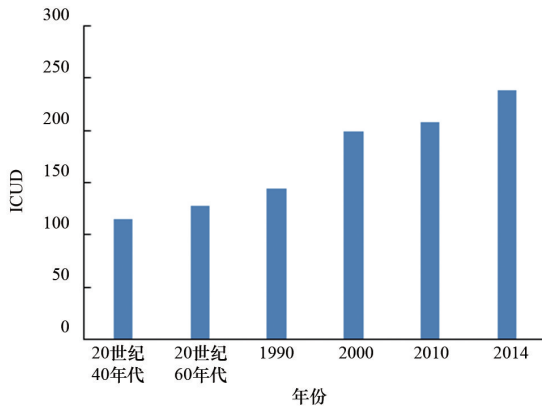


图3 1940—2014年福建省海岸线开发利用程度指数变化

1940—2014年,福建省海岸线开发利用强度总体上处于持续且显著加强的趋势。具体特征包括:20世纪40年代福建省沿海海岸线开发利用程度指数为115.08,表明福建省整个海岸线在此期间绝大部分仍然是自然岸线,海岸线开发利用程度不高,主要是由于经济发展受到政治、社会意识形态、台海危机,以及当时复杂紧张的国际政治形势的限制;20世纪40—60年代,福建省沿海海岸线开发利用程度以平均每年约0.55%的速度增长,近20年间共增长了10.96%,开发利用程度的增加较为缓慢;20世纪60年代至1990年开发利用程度的增长速度较20世纪40—60年代略小,为0.45%。海岸线变化最显著的时期为1990—2000年和2000—2010年这2个时间段:1990—2000年,这10年间,受益于改革开放,岸线开发利用程度指数显著增长,海岸线开发速度开始攀升,以平均每年3.8%的速度大幅增长,是近70年以来变化最显著的时期,

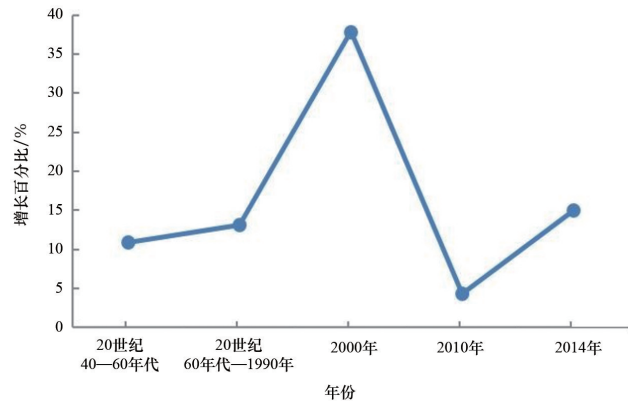


图4 不同时期岸线开发利用程度的平均增长率

在2000年左右,岸线开发利用程度指数首次超越200,表明海岸线开发利用进入较快的发展时期;但是在2000—2010年,海岸线的开发程度呈现降低的态势,开发利用程度指数变化不明显,10年间只增长了4.33%,较大可能性是由于2000—2010年经常遭遇台风的袭击和影响,10年间共计20个台风和强热带风暴登陆福建,如龙王(0591)、格美(0605)、莫拉克(0908)、莫兰蒂(1010)等,毁坏大量堤防和护岸,导致岸线利用程度指数下降,2010年后岸线利用程度指数回升;但是在2010年以后,开发利用程度指数又开始呈现攀升的趋势,至2014年,平均每年以3.75%的速度迅速增加至239.02。

## 2.2 福建省空间子单元尺度海岸线利用程度时空动态特征

综合考虑地质地貌、海区与行政区划等因素,将福建省海岸带自北至南划分为4个空间子单元,各单元特征如表4所示。

表4 福建省海岸划分单元的特征描述

海区	区号	区名	区域描述
东海	1	福建宁德市海岸	福建宁德市全境海岸,多山地丘陵、海湾及半岛,以基岩海岸为主
	2	福州市海岸	福州市全境海岸,多山地丘陵、海湾及半岛,岸线类型多样,属构造隆起带
台湾海峡	3	莆田市—泉州市海岸	北起莆田市兴化湾的南部,南至泉州市与厦门市的行政分界线。以山地丘陵为主,岸线类型多样
	4	厦门市—漳州市海岸	福建厦门市和漳州市全境海岸,多山地丘陵,海岸类型以沙砾与淤泥质海岸为主

如图5所示,整体而言,近70年来,福建省局部地区尺度海岸线利用程度指数在以福州市与莆田

市行政分界划分的南北方向上有着显著差异:1990年前,福建省南北部海岸线利用程度指数差异不

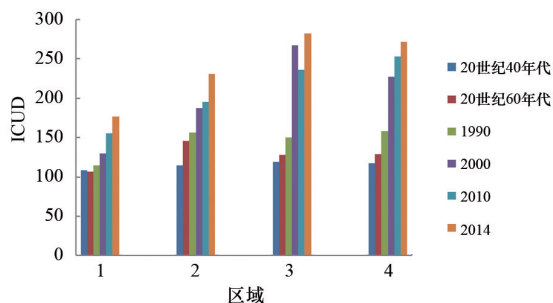


图5 福建省空间子单元尺度海岸线开发利用程度指数变化

大,开发利用程度基本相近,但是1990年后,尤其在1990—2000年间,南部海岸线利用程度指数迅速增长,增长速率远超北部海岸线利用程度指数。

在20世纪40年代,4个区域海岸线利用程度指数均在115左右,说明福建省整个海岸线在20世纪40年代绝大部分仍然是自然岸线,海岸线开发利用程度不高。

20世纪60年代,除宁德市海岸线利用程度指数负增长,福州市、莆田市—泉州市、厦门市—漳州市海岸都开始得到较好开发利用,其中以福州市海岸线利用程度指数增长速度最快,岸线开发利用程度指数达145.4;莆田市—泉州市、厦门市—漳州市海岸线开发利用程度基本相同。

至1990年,福建省南部莆田市—泉州市、厦门市—漳州市海岸线开发利用增加速率开始超过北部宁德市、福州市海岸线,其中厦门市—漳州市海岸增长最快,30年间提高了23.18%,岸线开发利用程度指数达158.59,居全省第一;其次为莆田市—泉州市海岸,30年间提高了17.49%,开发利用程度指数达150;福建北部宁德市、福州市海岸线开发利用程度放缓,30年间均只增长了7%左右,开发利用程度指数变化不大。

2000年,福建省南部海岸线开发利用增大速率远超北部宁德市、福州市海岸线,其中莆田市—泉州市海岸增长幅度最大,海岸线利用程度最高,20年间提高了78.39%,开发利用程度指数达267.58;由于厦门市的快速发展,辐射带动周围城市,海岸线也得到进一步开发利用,厦门市—漳州市海岸开发利用程度指数20年间提高了43.07%,

达226.89;而北部宁德市和福州市海岸线开发利用程度相比南部海岸线增长较慢。

2010年,福建北部宁德市、福州市海岸线开发利用程度开始缩短与南部差距。其中,较为特殊的是莆田市—泉州市海岸,其开发利用程度指数较2000年有明显下降,10年间降低了11.87%,主要原因是2000—2010年,莆田市—泉州市海岸是台风的频繁登陆点,10年间共有7个台风和强热带风暴登陆,毁坏大量防潮堤,导致岸线利用程度指数下降,但2010年后岸线利用程度指数回升;宁德市增长速度最快,10年间提高了19.92%,但开发利用程度指数相比其他区域仍有一定差距,为155.95;福州市和厦门市—漳州市海岸开发利用程度指数较2000年的增长速度都有了明显的减速,福州市岸线开发利用程度指数10年间仅增长4.27%,厦门市—漳州市海岸开发利用程度指数10年间增长了11.62%,为253.26,居全省第一。

2014年,福州市和莆田市—泉州市海岸线开发利用呈现出迅速提高的趋势,以莆田市—泉州市海岸增长最快,年平均增长1.96%,开发利用程度指数达281.96,居全省第一,福州市海岸线年平均增长1.83%;宁德市海岸线开发利用程度继续以较稳定的速度提高;而厦门市—漳州市的开发利用程度指数在近14年呈现出逐渐缓慢增长地趋势,年平均增长仅为0.71%,有趋于饱和的态势。

### 3 讨论

近70年来,福建海岸线利用程度的时空变化主要受地理优势、政策和社会经济因素的影响。大河口三角洲和沿海平原,地形平坦,地理区位优势显著,是人口聚集和社会经济发展的优势区域,因此,海岸线的开发利用主要从这些地区向外扩展。

20世纪40年代,福建省沿海地区的社会经济发展总体上处于低水平,大部分海岸线为自然岸线,属于轻度开发利用状态。新中国成立之初,福建省经济开始恢复发展。国家第一个五年规划期(1953—1957年),国民经济快速增长,工业化进程迈出坚实的第一步,在此背景下,福建省沿海地区

出现了不同程度的开发利用。但随后由于国内外政治形势变得紧张,福建省沿海地区的社会与经济发展均严重受限。因此,20世纪40—60年代,海岸线开发利用非常有限,主要以海岸防御与堤坝的形式开发、建设。

1978年,党的十一届三中全会的召开,把改革开放作为基本国策,福建经济发展进入大发展时期。1980年,国务院批准设立厦门经济特区;1984年福州市入选为14个沿海开放城市之一,并设立马尾经济技术开发区,沿海开放带由闽南地区的11个县市逐渐扩大到32个区县;1985年开辟厦漳泉三角地区为经济开放特区。快速发展的经济促进了人口向沿海地区的流动,海岸带人口和经济活动密度因此显著增加。此外,因为积极发展外向型经济与实施更加开放的经济发展战略,福建省沿海地区的围垦养殖、港口码头建设、海洋渔业等的发展被极大地推动,岸线开发也因此开始向人工化与工业化发展<sup>[9]</sup>。

2000年后,随着福建省加快推进城市化与工业化的发展导致人口进一步向沿海地区集聚,沿海地区人多地少的矛盾也因此日渐更加突出,已有土地资源渐渐无力承担与满足经济进一步发展的需求,围填海造陆因此成为解决这一突出矛盾的首要选择。2000年以来,中国沿海区域掀起中国历史上最大的一股围填海热潮,导致海岸线利用程度以数倍于1990年前的速度增长,对沿海海洋资源、环境的利用与保护带来巨大压力。

沿海地区经济社会发展的区域差异与阶段性特征导致福建省海岸线利用程度出现显著的时空差异。海岸线的开发利用主要集中在福州、泉州、厦门这几个经济较发达的城市。在1990年前,福建省南北部海岸线利用程度指数差异不大,但是在厦门经济特区、福州沿海开放城市设立后,6个沿海地级市的经济差距逐渐变大。福州、厦门、泉州市由于地形条件、各方面配套条件较好,比较容易吸引企业前来投资开发,在经济发展过程中又因企业自身发展需求,对海岸线开发利用程度较大。宁德市由于地形、交通条件、经济实力、产业发展和其他配套条件的制约,企业不愿意在该地区投资开

发,以致海岸线开发程度与经济发达地区相差较大。但随着经济发达地区海域空间资源的日渐紧张,2000年后宁德、莆田等地区海岸线开发也逐渐开展起来,海岸带利用程度持续增加。

## 4 结论

基于地形图和遥感影像,提取并分类20世纪40、60年代,1990、2000、2010、2014年等6个时相的福建省海岸线数据。基于岸线利用程度综合指数,从福建省与其空间子单元2个层面计算与分析福建省大陆海岸线开发利用程度的时空动态特征,主要结论如下。

1) 近70年来,福建省海岸线开发利用程度持续且显著增加,保持增长的趋势,特别是自1990年以来,沿海海岸线开发利用速度极快。2000年以前,福建省莆田市以南的海岸线开发利用程度速度明显高于莆田市以北,但随着以南海岸线开发利用程度趋于饱和状态,海岸线开发热点开始向福州、宁德市海岸线转移。

2) 海岸线开发利用程度指数是一个反映人类活动对海岸线影响的模式和过程非常有效的方法。福建省近70年,尤其是近20余年来,沿海海岸线迅速发展,密集地围填海工程导致自然岸线比例急剧下降。沿海城市化和工业化程度越高,岸线开发利用程度越高,对沿海海洋资源的可持续利用和海岸带生态环境自我调节功能造成的压力也就越大。因此,为了加强对海岸带的综合管理与保护,建立与完善海岸线保护法律体系,推广生态新理念,恢复海岸线的自然属性,开展适应福建省的生态岸线改造和生态围填海,对制定海岸线生态修复规划具有重要意义。

## 参考文献(References)

- [1] 毋亭, 侯西勇. 海岸线变化研究综述[J]. 生态学报, 2016, 36(40): 1170-1182.
- [2] Wu T, Hou X Y, Xu X L. Spatio-temporal characteristics of the mainland coastline utilization degree over the last 70 years in China[J]. Ocean and Coastal Management,

- 2014(98): 150-157.
- [3] 王集宁, 蒙永辉, 张丽霞. 近42年黄河口海岸线遥感监测与变迁分析[J]. 国土资源遥感, 2016, 28(3): 188-193.
- [4] 李秀梅, 袁承志, 李月洋. 渤海湾海岸带遥感监测及时空变化[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(2): 156-163.
- [5] 姚晓静, 高义, 杜云艳, 等. 基于遥感技术的近30a海南岛海岸线时空变化[J]. 自然资源学报, 2013, 28(1): 114-125.
- [6] 李兵, 蔡锋, 曹立华, 等. 福建砂质海岸侵蚀原因和防护对策研究[J]. 台湾海峡, 2009, 28(2): 156-162.
- [7] 高梅, 曾辉. 深圳市1986—2020年间海岸线动态变化特征及成因分析[J]. 热带地理, 2012, 32(3): 274-279.
- [8] 孙才志, 李明显. 辽宁省海岸线时空变化及驱动因素分析[J]. 地理与地理信息科学, 2010, 26(3): 63-67.
- [9] 侯西勇, 毋亭, 侯婉, 等. 20世纪40年代初以来中国大陆海岸线变化特征[J]. 中国科学:地球科学, 2016 (8): 1065-1075.
- [10] 薛春江. 7000年来渤海西岸、南岸海岸线变迁[J]. 地理科学, 2009, 29(2): 217-222.
- [11] 崔步礼, 常学礼, 陈雅琳. 黄河口海岸线遥感动态监测[J]. 测绘科学, 2007, 32(3): 108-110.
- [12] 常军, 刘高焕, 刘庆生. 黄河口海岸线演变时空特征及其与黄河来水来沙关系[J]. 地理研究, 2004, 23(3): 339-346.
- [13] 王玉, 贾晓波, 张文广, 等. 江苏海岸带土地利用变化及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(增刊1): 7-12.
- [14] 许艳, 濮励杰, 张润森, 等. 近年来江苏省海岸带土地利用/覆被变化时空动态研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(5): 565-571.
- [15] 李猷, 王仰麟, 彭建, 等. 深圳市1978年至2005年海岸线的动态演变分析[J]. 资源科学, 2009, 31(5): 875-883.
- [16] 朱俊凤, 王耿明, 张金兰, 等. 珠江三角洲海岸线遥感调查和近期演变分析[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(3): 130-137.
- [17] 王璠, 吴志峰, 李少英, 等. 珠江口湾区海岸线及沿岸土地利用变化遥感监测与分析[J]. 地理科学, 2016, 36(12): 1903-1911.
- [18] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 10-16.
- [19] 王江涛. 城市化和工业化冲击下海岸线管控战略研究[J]. 中国软科学, 2014(3): 10-15.

## An analysis of coastline utilization of Fujian Province since the 1940s

LIN Jincheng<sup>1,2</sup>, WU Ting<sup>1,2\*</sup>

1. College of Resources and Environmental Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Soil Environmental Health and Regulation, Fuzhou 350002, China

**Abstract** An analysis of spatio-temporal characteristics of the coastline utilization is the basis of a reasonable planning for the coastal zone. According to the topographic maps and the remote sensing images, the mainland coastline of Fujian province in the 1940s, the 1960s, and in 1990, 2000, 2010 and 2014 are delineated and classified into eight types based on the previous researches and the visual interpretations of the remote sensing images; each type of coastline utilization is assigned with scores of human force degree and the index of the coastline utilization degree (ICUD) is calculated at the provincial and local scales, respectively. Results are as follows: 1) in the last nearly 70 years, the coastline utilization degree of Fujian province increases continuously and significantly, especially in the last 20 years, with an extremely remarkable growth; 2) with the increasing tension between space and population, the hot spots of the coastal development began to shift to Fuzhou and Ningde. The index of the coastline utilization degree can be used quite effectively to detect the patterns and the processes of how the human activities influence the coastline. It will help the understanding of the coastal development and its effect on the eco-environmental system, and ultimately provide a decision support for scientific planning and integrated management of the coastal zone.

**Keywords** index of coastline utilization degree; spatio-temporal characteristics; Fujian province; coastline ●



(责任编辑 徐丽娇)