

Doi: 10.11840/j.issn.1001-6392.2017.05.016

基于高空间分辨率卫星遥感影像的砂质海岸空间整治效果分析——以营口月亮湾为例

张明慧^{1,2}, 孙昭晨¹, 梁书秀¹, 孙家文³, 索安宁³

(1. 大连理工大学 海岸与近海工程国家重点实验室, 大连 116024; 2. 大连海洋大学 海洋与土木工程学院, 大连 116023; 3. 国家海洋环境监测中心, 大连 116023)

摘要: 采用2005年采集的SPOT5卫星遥感影像和2015年采集的GF-1卫星遥感影像, 分别对2006–2014年之间营口月亮湾海岸空间整治项目实施前后的海岸景观格局进行监测, 在此基础上构建了沙滩面积系数、适宜游乐水域指数、主体功能度指数、景观多样性系数、景观变化指数等评估指标, 评估了营口月亮湾海岸空间整治效果。结果表明: 营口月亮湾沙滩养护工程实施后沙滩面积大幅增加, 沙滩面积系数为2.44, 适宜游泳嬉水娱乐区面积略有增加, 适宜游乐区指数为1.10。海岸空间整治工程实施使月亮湾海岸游乐功能分区明显, 月亮湖公园、高尔夫休闲区、山海广场区、农业生态旅游度假区和滨海嬉水观光区主体功能度指数分别达到0.89、0.76、0.68、0.65和0.77。海岸景观美化工程整体改变了海岸景观格局, 使各功能分区海岸景观多样性提高, 海岸景观格局更为优化, 总体景观多样性系数达到1.13, 景观变化指数达到0.30。

关键词: 海岸空间整治, 效果评估, 高空间分辨率卫星遥感影像, 砂质海岸, 景观格局

中图分类号: X87

文献标识码: A

文章编号: 1001-6932(2017)05-0594-07

Analysis of sandy coast regulation effects based on high resolution satellite remote sensing images: a case in Yueliangwan of Yingkou

ZHANG Ming-hui^{1,2}, SUN Zhao-cheng¹, LIANG Shu-xiu¹, SUN Jia-wen³, SUO An-ning³

(1. State Key Laboratory of Coastal and Offshore Engineer, Dalian University of Technology, Dalian, 116024; 2. College of Civil Engineering, Dalian Ocean University, Dalian, 116023; 3. National Marine Environment Monitoring Center, Dalian, 116023, China)

Abstract: Aimed to evaluate the effects of sandy coast regulation, satellite remote sensing images of GF-1 and Spot 5 were employed to monitor landscape pattern of Yueliangwan before and after coastal regulation. Some evaluation indices such as beach index, bathing region index, dominant index, landscape biodiversity index and landscape change index were established to evaluate effects of sandy coast regulation. The results showed that the beach area increased after protecting-shoal project and the beach index was 2.44. The bathing and recreation water area shows small increase with suitable bathing region index 1.10. The functional region was divided into YueliangLake park, gulf recreation sub-region, Shanhai square sub-region, agricultural eco tourism resort and coastal leisure sub-region, and their dominant index added obviously after coastal spatial arrangement. The landscape pattern changed and landscape biodiversity enhanced after coastal landscaped, accompanying with the landscape index of 1.13 and landscape change index of 0.30.

Keywords: coastal regulation; effect evaluation; high resolution satellite remote sensing images; sandy coast; landscape pattern

收稿日期: 2016-07-05; 修订日期: 2016-09-12

基金项目: 国家海洋行业公益性科研专项 (201405025)。

作者简介: 张明慧 (1978-), 硕士, 讲师, 主要从事海岸工程的资源环境影响教学与科研工作, 电子邮箱: zhangmh@dlou.edu.cn。

通讯作者: 索安宁, 博士, 研究员, 主要从事海岸环境遥感监测与评价方法研究与业务技术支撑, 电子邮箱: san720@sina.com。

<http://hytb.nmdis.org.cn>

海岸带是海洋生态空间向陆地生态空间的过渡带,生态系统结构复杂、功能多样,极具开发利用价值,是当前全球人类集聚、资源开发、社会经济快速发展的沿海经济带(彭建等,2003)。我国海岸带经历了近60年的高强度开发,在为沿海地区经济建设、食物生产和人口增长提供了发展和生存空间的同时,也带来了生态退化、资源衰退等问题(张耀光等,2010;洪华生等,2003)。这些问题已威胁到我国海岸带资源的质量品位与可持续利用,对国家发展战略的部署与实施产生了不利影响。为此,国家和地方政府近年来支持开展了一批海岸空间整治修复项目,这些项目的实施,对改善和修复海岸环境、美化海岸景观、提高海岸资源的开发利用价值,起到很好的促进作用。由于海岸整治修复项目类型多样,目标不一,如何科学地评估海岸整治修复项目的实施效果,是目前海岸整治修复工作管理面临的主要技术问题之一。

卫星遥感技术是当前对地表空间观测的主要技术,尤其是空间分辨率优于5 m的高空间分辨率卫星遥感技术已经成功应用于多个领域地表空间观测,取得了显著的社会经济效益(Cleve et al, 2000; Jin et al, 2005; Awoyo et al, 2006, 刘书含等, 2014)。砂质海岸滩平沙细,水清浪静,是重要的海岸休闲旅游娱乐资源。砂质海岸整治修复项目以沙滩养护、海岸空间整理、海岸景观美化、潟湖沙坝地貌景观恢复等为主,以改善砂质海岸自然景观资源价值,提升砂质海岸旅游休闲娱乐功能。

高空间分辨率卫星遥感影像可详细的反映砂质海岸空间整治项目实施前后的海岸景观格局精细特征,对比分析海岸空间整治项目实施在沙滩养护、海岸空间整理、海岸景观美化、旅游基础设施建设方面的整体效果,在砂质海岸空间整治项目效果评估工作中具有重要的应用价值。

为探索应用高空间分辨率卫星遥感影像开展砂质海岸空间整治效果评估,本文选取2006–2014年之间实施的营口月亮湾海岸整治区域为例,采用2005年6月份采集的SPOT5卫星遥感影像和2015年8月份采集的GF-1卫星遥感影像分别监测海岸空间整治前、后的海岸景观格局,对比分析海岸空间整治项目实施前、后海岸景观格局变化,遴选以海岸旅游娱乐开发为导向的海岸空间整治项目效果评估指标,以期为砂质海岸整治效果评估提供技术方法。

1 研究区概况

营口市月亮湾海岸位于辽东湾东岸的营口鲅鱼圈经济技术开发区南部,北起鲅鱼圈港口区南大堤,南至熊岳河,海面以鲅鱼公主雕像所在礁石为界,陆地以辽宁沿海滨海路为界,地理位置东经 $122^{\circ}03'-122^{\circ}06'$,北纬 $40^{\circ}12'-40^{\circ}15'$ (图1)。月亮湾是辽东湾东岸典型的岬湾型砂质海岸,沙质细软,以细砂、粉砂为主,是辽东半岛著名的沙滩浴场之一,也是公众观海、亲海的乐园。由于鲅鱼圈

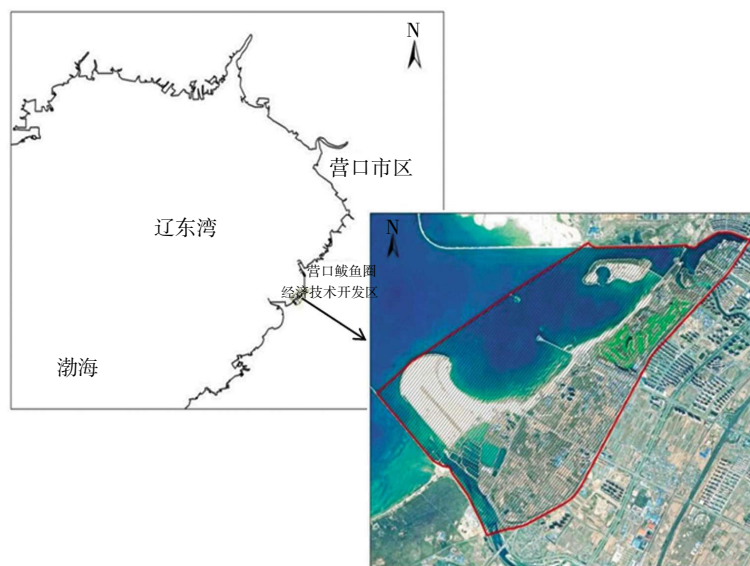


图1 研究区位置图

港口建设、熊岳河入海泥沙减少等原因,月亮湾砂质海岸岸滩侵蚀问题比较突出。为了将月亮湾海岸打造成集海水浴场、海面踏浪、海岸休闲于一体的滨海休闲娱乐带,营口市政府结合国家海岸整治修复工程,自2006年起在月亮湾海岸实施沙滩养护、海岸景观美化、海岸空间整理、旅游基础设施建设等整治修复工程,全面改善了月亮湾海岸景观格局特征。

2 海岸空间信息遥感影像提取方法

2.1 数据源及其预处理

本文收集到覆盖研究区域的2015年6月份采集的GF-1卫星遥感影像和2005年8月份采集的SPOT5卫星遥感影像。GF-1卫星遥感影像具有B、G、R、NIR 4个多光谱和一个全色波段,全色波段空间分辨率2.0 m,多光谱波段空间分辨率为8.0 m。SPOT5卫星遥感影像也具B、G、R、NIR 4个多光谱和一个全色波段,全色波段空间分辨率2.5 m,多光谱波段空间分辨率10.0 m。参考数据有1:10 000数字地形图。

由于影像数据已在卫星地面接收站进行了大气校正和辐射校正处理,本文的数据预处理主要进行几何精校正和数据融合。在覆盖研究区域的卫星遥感影像上均匀布设地面控制点25个,采用高精度信标机在现场实测每一地面控制点的地理坐标。采用二元三次多项式对GF-1卫星遥感影像和SPOT5卫星遥感影像进行几何精校正。采用HIS变换法分别对GF-1卫星遥感影像和SPOT5卫星遥感影像的全色波段和多光谱波段进行波段融合,形成彩色融合影像。为了便于对比分析,采用三次卷积法对GF-1卫星遥感影像和SPOT5卫星遥感影像进行重采样,得到空间分辨率统一为2.50 m的高空间分辨率卫星遥感影像(李成范等,2011;苏奋振,2015)。

2.2 面向对象的海岸空间信息提取方法

在全面对月亮湾海岸景观特征进行地面定位勘查基础上,结合海岸空间整治项目实施前后的影像地物特征,本文将研究区地表景观类型划分为沙滩、海洋水面、养殖池塘、林地、草地、灌丛、旅游基础设施、道路、湖泊、农田等15种类型。

采用面向对象的卫星遥感影像分类提取技术,

在eCognition8.0软件平台上进行卫星遥感影像的海岸景观信息分类提取。首先,对GF-1卫星遥感影像和SPOT5卫星遥感影像进行尺度分割,尺度分割算法是一种依据优化功能融合异质性最小对象的技术,算法公式(陶超等,2010)如下:

$$\text{spectral} \sum_{nb} \sigma_b + (1 - W_{sp}) \left(W_{cp} \frac{1}{\sqrt{np}} + (1 - W_{cp}) \frac{l}{l_r} \right) \leq hcs \quad (1)$$

式中, nb 表示波段数量, σ_b 表示波段 b 的内部方差, l 表示地物边界长度, np 表示像元数量, l_r 表示像元大小,光谱参数 W_{sp} 是同质光谱与目标形状的比值,紧密度异质性 W_{cp} 是紧密度与光滑度的比值。

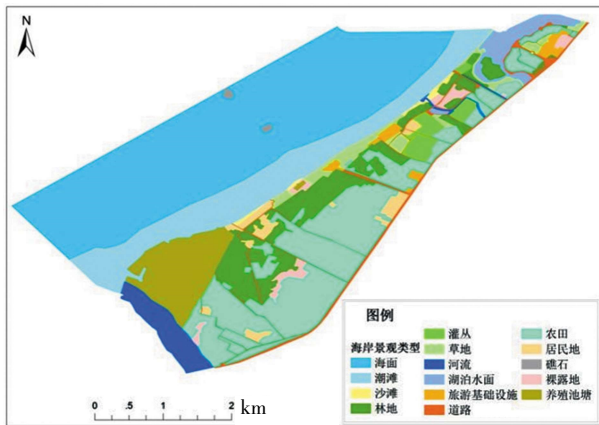
其次,综合应用各类海岸景观类型的光谱特征、空间形状、空间位置排列等建立海岸景观类型影像特征库。最后,根据影像特征库定义样本对象,插入分类器对尺度分割后的影像进行面向对象分类,分别形成2005年和2015年研究区海岸景观格局矢量数据。采用路线验证法和地形图对比法,校验海岸景观格局分类的准确性。线路验证过程采用车载GPS定位,现场记录并拍摄照片,重点对遥感影像上的复杂类型和疑点疑区地面情况进行地面验证核实(吴涛等,2011)。经验证分析,2005年和2015年海岸景观格局矢量数据分类准确率分别达到95%和92%。月亮湾海岸空间整治实施前、后的景观格局见图2。

2.3 海岸整治修复效果评估

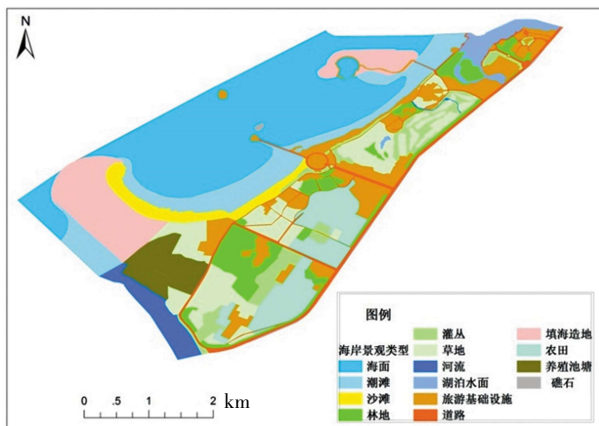
(1) 沙滩养护效果评估

沙滩是砂质海岸旅游娱乐产业发展的核心资源,沙滩的长度和宽度是砂质海岸游客承载力的基本评价因素,尤其是沙滩长度(保继刚等,1991)。根据实际调查,游客休憩于沙滩主要是下海游泳和观赏海面景色,所以基本上都集中于沙滩水边线200 m以内,在200 m以外沙滩休憩的游客极少。所以本文以沙滩200 m宽度作为沙滩评价的上限,200 m以上宽度等同于200 m宽度。采用沙滩长度与沙滩宽度的乘积作为沙滩评价的基本因素。采用沙滩面积系数评价沙滩养护工程对沙滩面积的改善效果,沙滩面积系数计算方法如下:

$$CSand = \frac{\sum_{j=1}^m a_j b_j}{\sum_{i=1}^n a_{i0} b_{i0}} \quad (2)$$



(a) 整治前



(b) 整治后

图2 月亮湾海岸空间整治实施前、后景观格局图

式中, $CSand$ 为沙滩面积系数, a_{i0} 为沙滩养护前第 i 段沙滩的长度, b_{i0} 为沙滩养护前第 i 段沙滩的宽度, a_j 为沙滩养护后第 j 段沙滩的长度, b_j 为沙滩养护后第 j 段沙滩的宽度。沙滩面积系数 $CSand \geq 1.0$, 说明沙滩养护工程实施扩大了沙滩面积, 其值越大, 沙滩面积扩大越大, 反之, 扩大越小; $CSand < 1.0$, 说明沙滩养护工程实施减少了沙滩面积, 其值越小, 减少面积越大。

适宜游乐水域面积是砂质海岸旅游娱乐的另一重要资源, 对于岬湾型砂质海岸, 底质一般为细软砂质, 因此水深是适宜游泳娱乐的重要指标, 在适宜水深范围内的海域面积越大, 尤其是临岸适宜游泳娱乐水域面积越大, 游客承载力越高。根据现场调查, 月亮湾海水浴场游泳娱乐活动主要集中于近岸 500 m 范围内的 2 m 以浅海域。因此, 本文以离岸 500 m 范围内等深线 2 m 以浅的海域作为适宜游泳娱乐区。采用适宜游乐区系数评价沙滩养护工程

对海洋游泳娱乐功能的改善效果。适宜游乐区系数计算方法如下:

$$CB = \frac{\sum_{j=1}^m A_j}{\sum_{i=1}^n A_{i0}} \quad (3)$$

式中, CB 为适宜游乐区系数, A_{i0} 为沙滩养护工程实施前第 i 适宜游乐区水域面积, A_j 为沙滩养护工程实施后第 j 适宜游乐区水域面积, n 为沙滩养护工程实施前的适宜游乐区域个数, m 为沙滩养护工程实施后的适宜游乐区域个数。适宜游乐区系数 $CB \geq 1.0$, 说明沙滩养护工程实施扩大了适宜游泳娱乐水域面积, 其值越大, 适宜游泳娱乐水域面积扩大越大, 反之, 扩大越小; $CB < 1.0$, 说明沙滩养护工程实施减少了适宜游泳娱乐水域面积, 其值越小, 减少面积越大。

(2) 海岸空间整理效果评估

海岸空间整理是为实现海岸某种生态、生产、生活功能而对海岸空间开发利用方向进行调整, 使海岸空间用途与管理目标相一致。月亮湾海岸空间整理工程是按照月亮湾海岸旅游休闲娱乐产业发展规划, 为实现海岸旅游休闲娱乐功能, 将海岸空间划分为月亮湖公园, 高尔夫休闲区、山海广场区、农业生态旅游度假区及滨海嬉水观景区, 进行分区整理。为客观评价海岸空间整理工程实施效果, 本文通过分析各个功能分区空间利用结构, 构建了主体功能度指数, 用以描述各个功能分区空间开发利用方向与主体功能的一致性程度。主体功能度指数计算方法如下:

$$MF = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{S} \quad (4)$$

式中, MF 为主体功能度指数, S 为功能分区总面积, a_i 为与主体功能相一致的第 i 开发利用空间斑块面积, n 为与主体功能相一致的开发利用斑块总数量。 $0 < MF < 1.0$, 其值越大, 说明区域实际开发利用与功能区开发定位符合性越高, $MF = 1.0$, 表示完全符合功能区定位; $MF = 0$, 表示完全不符合功能区开发定位。判断某一景观类型与主体功能区是否一致见表 1。

(3) 海岸景观格局美化效果评估

海岸景观格局美化是在海岸原有景观格局的基

表 1 海岸景观类型与主体功能区一致性判断表

序号	功能分区名称	一致性景观类型
1	月亮湖公园	湖泊水面、草地、灌丛、林地、道路、旅游基础设施
2	高尔夫休闲区	草地、湖泊水面、道路、灌丛、林地、河流
3	山海广场	道路、旅游基础设施、草地、灌丛、林地
4	农业生态旅游度假区	农田、草地、居民地、灌丛、林地、道路
5	滨海嬉水观光区	海面、潮滩、沙滩、旅游基础设施、礁石、道路

基础上,根据旅游休闲娱乐产业发展的需要,对原有景观类型和景观格局进行美化,是海岸景观格局更具景观观赏、休闲娱乐价值。海岸景观格局美化包括植被景观的改造和整饰、人工景观的塑造、海岸景观质量的改善、景观格局的优化等。为了客观评估海岸景观美化效果,本文借用景观生态学中的景观多样性指数和景观变化指数分析海岸景观格局美化工程实施前、后各个功能分区的景观多样性变化和景观类型及其面积变化(肖笃宁,2010)。采用景观多样性系数和景观变化指数评价海岸景观格局美化工程的实施效果,计算方法如下:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \log_2 P_i \quad (5)$$

$$HX = \frac{H_h}{H_q} \quad (6)$$

$$LB = \frac{\sum_{i=1}^m b_i}{S} \quad (7)$$

式中, H 为景观多样性指数, P_i 为景观类型 i 所占功能分区景观总面积的比例, n 为功能分区内景观类型数量。 HX 为景观多样性系数, H_h 为海岸景观格局美化工程实施后的景观多样性指数, H_q 为海岸景观格局美化工程实施前的景观多样性指数。 LB 为景观变化指数, S 为功能分区总面积, b_i 为景观美化工程实施新改变的景观斑块面积, m 为景观美化工程实施新改变的景观斑块数量。景观多样性系数 $HX \geq 1.0$,说明海岸景观美化工程实施提高了海岸景观多样性,其值越大,海岸景观多样性提高越大,反之,提高越小; $0 \leq HX < 1.0$,说明海岸景观美化工程实施降低了海岸景观多样性,其值越小,降低越大。 $0 \leq LB \leq 1.0$,其值越大,说明海岸

景观美化工程实施改变的海岸景观面积比例越高,其值越小,改变的海岸景观面积比例越低。

3 结果分析

3.1 沙滩养护效果分析

2005年海岸沙滩养护工程前,月亮湾海岸沙滩从熊岳河口到月亮湖公园,长度为2 830 m,沙滩平均宽度89.79 m,总沙滩面积为25.41 hm²,沙滩分布破碎,总共为6个岸段,在熊岳河口分布有河口沙坝,长度为490 m。海岸沙滩养护工程实施时,在熊岳河口填海造地工程内湾新喂养沙滩,在月亮湾公园海岸填海造地建设游艇基地,基地北部海岸改造成渔港。2015年海岸沙滩养护工程完成后,海岸沙滩从熊岳河口填海造地工程岬角沿内湾延伸至山海广场观景台通道,再从山海广场观景台通道延伸到游艇基地通道,总长度达到5 300 m,平均宽度116.83 m,海岸沙滩面积增加为61.92 hm²,沙滩面积系数为2.44。

填海造地、海岸沙滩养护等海岸工程占用了部分海岸沙滩的同时,也占用了部分适宜游泳嬉水水面。2005年月亮湾适宜游泳嬉水水域面积为134.67 hm²,2015年海岸整治修复工程实施后,月亮湾适宜游泳嬉水水域面积增加为148.48 hm²,适宜游泳嬉水水域面积增加了13.81 hm²,适宜游乐区系数为1.10。

3.2 海岸空间整理效果分析

月亮湾海岸空间功能分区整理工程实施前的2005年,月亮湾海岸以海面水域、海岸防护林、农田景观为主,5个旅游休闲娱乐功能分区特点不明显。月亮湾海岸空间整理工程实施后,2015年月亮湖公园、高尔夫休闲区、山海广场区、农业生态旅游度假区和滨海嬉水观景区功能分区特点明晰。各功能分区主要利用方向和主体功能度指数见表2。

月亮湾海岸空间整理工程实施后,月亮湾旅游休闲娱乐区主要利用方向为景观广场、沙滩、海面、绿地、园林、旅游基础设施及道路,总体主体功能度指数为0.74。在5个功能分区中,月亮湖公园以月亮湖水面、乔木绿地及儿童游乐设施区为主要利用方向,与水上游乐园利用方向较为一致,主体功能度指数最高,为0.89;滨海嬉水观光区受

表 2 月亮湾旅游休闲娱乐区各功能分区利用方向和主体功能度指数

序号	功能分区名称	功能区利用方向	主体功能度指数
1	月亮湖公园	湖泊水面、绿地、 儿童游乐设施	0.89
2	高尔夫休闲区	高尔夫球场绿地	0.76
3	山海广场区	景观广场、道路、 旅游场馆、绿地	0.68
4	农业生态旅游度假区	农田、园林、草地、 养殖池塘	0.65
5	滨海嬉水观光区	海面、沙滩、嬉水 潮滩	0.77
总体 区	月亮湾旅游休闲娱乐	景观广场、沙滩、 海面、绿地、园林	0.74

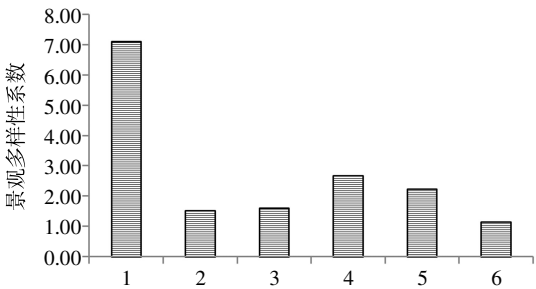
填海造地、游艇基地建设、渔港设置等工程建设影响，海面空间比例有所降低，主要利用方向为海面、沙滩、嬉水潮滩，与功能分区主体功能也较为一致，主体功能度指数为 0.77；高尔夫休闲区以高尔夫球场绿地利用为主，主体功能度指数为 0.76；山海广场主要利用方向为景观广场、旅游场馆、绿地和农田，由于还有一定比例的农田区域美化工程尚未完成，这与旅游景观广场区的主体功能不一致，主体功能度指数为 0.68。农业生态旅游度假区主要利用包括农田、园林、草地、养殖池塘、道路等，草地为荒草地，养殖池塘为废弃的水产养殖池塘，这些利用方向与农业生态旅游度假主体功能不一致，主体功能度指数最小，为 0.65。

3.3 海岸景观格局美化效果分析

月亮湾海岸景观格局美化工程实施前的 2005 年，月亮湾海岸景观类型为 13 种，景观多样性指数为 56.31。在 5 个功能区分区中，高尔夫休闲区景观多样性指数最高，为 17.96，依次为滨海嬉水观光区 15.86，山海广场区 10.65，农业生态旅游度假区 9.47，月亮湖公园景观多样性指数最小，仅为 1.85。月亮湾海岸景观格局美化工程实施后的 2015 年，月亮湾海岸景观多样性指数总体为 63.54。5 个功能分区的景观多样性指数都有较大提高，滨海嬉水观光区景观多样性指数最高，为 35.21，其次为高尔夫休闲区和农业生态旅游度假区，景观多样性指数分别为 26.93 和 25.15，山海广场区景观多样性指数为 17.01，以前景观多样性指数最小的月亮湖公园也提高到 13.16。

对比分析月亮湾海岸景观格局美化前、后的景

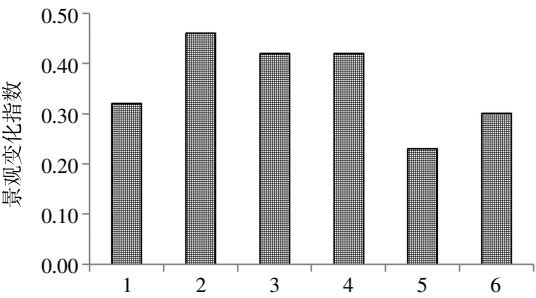
观多样性系数（图 3）。月亮湾旅游休闲娱乐区总体景观多样性系数为 1.13，说明海岸空间整治整体提高了海岸景观多样性，但 5 个功能分区各有差异。月亮湖公园的景观多样性改善效果最好，景观多样性系数高达 7.10；农业生态旅游度假区景观多样性改善效果次之，景观多样性系数为 2.66；滨海嬉水观光区景观多样性改善效果也较好，景观多样性系数为 2.22；山海广场区和高尔夫休闲区景观多样性改善效果最小，景观多样性系数分别为 1.60 和 1.50。



1.月亮湖公园；2.高尔夫休闲区；3.山海广场区；4.农业生态旅游度假区；5.滨海嬉水观光区；6.月亮湾旅游休闲娱乐区总体

图 3 各功能分区景观多样性系数

对比分析月亮湾景观格局美化前、后的景观变化指数（图 4）。月亮湾旅游休闲娱乐区总体景观变化指数为 0.32，说明景观格局美化工程改变了 32 % 的原有景观。在各个功能分区中，高尔夫休闲区景观变化最大，景观变化指数为 0.46，表明景观美化工程改变了 46 % 的原有景观面积；山海广场区和农业生态旅游度假区景观变化指数都为 0.42，表明景观美化工程分别改变了这两个功能区 42 % 的原有景观面积；月亮湖公园和滨海嬉水观光区景观变化指数相对较小，分别为 0.32 和 0.23，



1.月亮湖公园；2.高尔夫休闲区；3.山海广场区；4.农业生态旅游度假区；5.滨海嬉水观光区；6.月亮湾旅游休闲娱乐区总体

图 4 各功能分区景观变化指数

这主要是因为月亮湖公园在 2005 年就初具形态, 2005 年以后景观美化工程主要是优化部份景观类型及格局, 所以总体改变面积较小; 对于滨海嬉水观光区, 主要是在熊岳河口和月亮湖公园外海域实施了部份填海造地, 改变了海域自然景观类型, 其他景观改变不大, 所以景观变化指数最小。

4 结论

海岸空间整治项目效果评估是海岸空间整治项目管理的重要技术环节。由于海岸空间整治项目涉及内容多, 技术繁杂, 如何评估海岸空间整治项目效果是目前海岸空间整治工作面临的主要技术难题。本文针对砂质海岸以旅游休闲娱乐为导向的空间整治项目实施目标, 以营口月亮湾为例, 采用海岸空间整治项目实施前、后高空间分辨率卫星遥感影像监测, 结合海岸实地勘察测量方法, 构建了砂质海岸空间整治项目效果评估指标, 并开展了营口月亮湾海岸空间整治效果实证分析评估。结果表明高空间分辨率卫星遥感影像可以较为清晰地反映海岸空间整治实施对海岸景观格局的改变程度, 以此为基础构建的海岸空间整治效果评估指标是揭示海岸空间整治项目实施效果的有用方法, 可为砂质海岸空间整治项目效果评估提供技术参考。

参 考 文 献

Arroyo L A, Healey S P, Cohen W B, et al. Using Object-oriented

classification and high-resolution imagery to map fuel types in a Mediterranean region. *Journal of Geophysical Research - Biogeosciences*, 2006, 11: 11-19.

Cleve C, Kelly M, Kearns F R, et al, 2008. Classification of the wild land-urban interface: A comparison of pixel and object-based classification using high-resolution aerial photography. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32 (4) : 317-326.

Jin X, Davis C H, 2005. Automated building extracting from High-resolution satellite imagery in urban area using structural, contextual and spectral information. *Journal of Applied Signal Processing*, 14: 2 196-2 206.

保继刚, 梁飞勇. 滨海沙滩旅游资源开发的空間竞争分析: 以茂名市沙滩开发为例. *经济地理*, 1991, 2: 89-93.

洪华生, 丁原红, 洪丽玉, 等, 2003. 我国生态环境问题及调控对策. *环境污染治理技术与设备*, 4 (1): 89-94.

李成范, 尹京苑, 赵俊娟, 2011. 一种面向对象的遥感影像城市绿地提取方法. *测绘科学*, 36 (5): 112-120.

刘书含, 顾行发, 余涛, 等, 2014. 高分一号多光谱遥感数据的面向对象分类. *测绘科学*, 39 (12): 91-103.

彭建, 王仰麟, 刘松, 等, 2003. 海岸带土地持续利用景观生态评价. *地理学报*, 58 (3): 363-371.

苏奋振, 2015. 海岸带遥感评估. 北京: 科学出版社.

陶超, 谭毅华, 蔡华杰, 等, 2010. 面向对象的高分辨率遥感影像城区建筑物分级提取方法. *测绘学报*, 39 (1): 39-45.

吴涛, 赵冬至, 张丰收, 等, 2011. 基于高分辨率遥感影像的大洋河口湿地景观格局变化. *应用生态学报*, 22 (7): 1 833-1 840.

肖笃宁, 2010. 景观生态学. 北京: 科学出版社.

张耀光, 韩增林, 刘锴, 等, 2010. 海岸带利用结构与海岸带海洋经济区域差异-以辽宁省为例. *地理研究*, 29 (1): 24-32.

(本文编辑: 袁泽轶)