

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2019.03.013

基于遥感技术的海岸线提取及应用研究综述

卢薇艳, 罗 鹏, 龚淑云

LU Wei-Yan, LUO Peng, GONG Shu-Yun

(深圳市地质局, 深圳 518023)

(Shenzhen Geological Bureau, Shenzhen 518023, Guangdong, China)

摘要:海岸带是海陆交互作用的特殊地带,也是经济最发达,人口最密集,资源环境矛盾最突出的区域。国内外学者利用遥感技术开展海岸线变迁的研究已经相当成熟,本文从海岸带概念、遥感卫星基本知识、遥感数据获取、遥感解译方法和遥感技术在海岸带地质环境研究中的应用等方面论述了已经取得的成果和进展,并对今后基于遥感的海岸带地质环境工作进行了展望。

关键词:海岸带;遥感;地质环境;综述

中图分类号:P283.8;TP79

文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2019)03-0393-05

Lu W Y, Luo P and Gong S Y. Summary of Research on Coastal Line Extraction and Application Based on Remote Sensing Technology. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2019, 35 (3): 393–397.

Abstract: Coastal zone is a special area of land–sea interaction. It is also the most developed area with the most dense population and the most prominent contradiction between resources and environment. Researches on coastline change using remote sensing technology have been quite mature at home and abroad. This paper discusses the achievements and progress in coastal zone concept, basic knowledge of remote sensing satellite, acquisition of remote sensing data, remote sensing interpretation methods and application of remote sensing technology in coastal zone geological environment research, and looks forward to the future research of geological environment in coastal zone based on remote sensing.

Key words: coastal zone; remote sensing; geological environment; summarize

海岸带是海陆交互作用的特殊地带,是经济最发达、人口最密集,同时也是资源环境矛盾最突出的区域。国际上对海岸带的概念尚无统一的标准,其中美国对海岸带及边界范围的限定相对成熟,指沿海州的海岸县和彼此间交互影响的临海水域和邻近的滨海水域^[1]。我国尚未对海岸带概念和范围

作明确的规定。随着社会发展,认识水平不断提高,结合海岸带综合管理的需要,狭义上海岸带是指海洋向陆地的过渡地带^[2],而广义的海岸带是指以海岸线为基准向海陆两侧分别延伸的广阔地带。

近年来,我国海洋强国战略的实施,对海洋资源及海岸带自然环境高度重视,而遥感卫星有效弥

收稿日期:2019-3-11;修回日期:2019-4-10;责任编辑:庞迎春

基金项目:广东省财政地质事业发展项目“珠江三角洲典型地区(深圳部分)海岸带变迁与人类工程活动的效应研究”(编号:201805)

第一作者:卢薇艳(1982—),工程师,硕士,土工环地质专业,E-mail:81951416@qq.com

补了传统海岸带观测手段的不足。基于多种遥感器连续对海洋的观测,极大地提高了人类对海岸带的认识,在海岸带防灾减灾、资源开发、生态环境保护等诸多领域发挥着重要的作用。

1 海岸带及海洋遥感数据源

海岸带研究需要高精度的空间信息收集和分析,在美国于1978年连续发射了针对海岸带观测的两颗卫星 Seasat-1 和 Nimbus 7 之后,各国争相发射了用于海岸带海洋观测的卫星或探测器^[3]。据资料记载,国内外共发射了海洋卫星或具备海洋探测功能的对地观测卫星 50 多颗,欧美及日本等亚洲部分国家已建立了比较成熟和完善的海洋卫星观测系统,我国海洋卫星监测体系起步较晚但发展迅速,现已发射了两颗海洋水色卫星(HY-1A/B)和两颗海洋动力环境(HY-2A)卫星,海洋卫星监测体系逐步建立并不断完善。其他常用的地学卫星有 SPOT、Landsat 和近年来由我国自主研发的高分卫星等。

1.1 海洋水色卫星

我国海洋水色卫星立项研究起始于 20 世纪 90 年代,发展至今取得了多种遥感数据产品,为科研工作提供了丰富的数据支撑,产生了重要的社会效益。2002 年,我国首次发射了海洋一号卫星 A 星(HY-1A),该星运行了 685 天,实现 3 天获取全球海洋水色数据的能力,对中国近海及全球重点海域的叶绿素浓度、海表温度等动态要素信息以及海岸地貌特征进行监测^[3]。2007 年,海洋一号卫星 B 星(HY-1B)发射成功,该星从观测幅宽、观测周期及成像仪光谱分辨率这些参数和成像质量上相较 A 星均有大幅度提升,可实现幅宽为 3 000 km,周期为 1 天,分辨率为 20 nm,水色光谱信息更加精细。我国国产海洋水色业务随着 2016 年海洋一号卫星 B 星的停止使用而短暂停滞。同年我国启动了新一代海洋水色观测卫星的论证和研制工作,将在水色遥感产品种类、质量和数据获取能力、综合技术指标等方面瞄准并领先国际先进水平,致力于缩小与国际领先海洋遥感产品技术水平的差距。

1.2 海洋动力环境卫星

海洋动力环境卫星是对海面风场、海面高度、浪场、流场以及温度场等海洋动力环境要素探测的

卫星。国内首颗自主研发的海洋动力环境卫星(HY-2A)于 2011 年 8 月 16 日发射,2018 年 10 月 25 日成功发射了海洋二号 B 星(HY-2B),将与后期发射的 C 星和 D 星组成我国首个海洋动力环境卫星系统,全面提高海洋动力环境要素全球观测覆盖能力和时效性。

1.3 SPOT 卫星系统

由法国国家空间研究中心研制的一种地球观测卫星系统,随后有瑞典和比利时等多个国家参与的系列商业卫星发射计划,至今已发射了 7 颗 SPOT 卫星,是具有中高分辨率的地球资源探测系列卫星,目前除 SPOT-1 和 SPOT-3 停止运行外,其余均在轨运行。现在运用较多的是 SPOT 5~7 卫星。SPOT-5 卫星采用了高几何分辨率的成像系统(HRG, High Resolution Geometric imaging instrument),可提供高空间分辨率的全色波段数据。应用领域包括了地形测绘、土地利用变化监测、工程选线设计、城市规划、环境变化监测等各个方面。SPOT-6/7 发射日期分别为 2012 年 9 月 9 日和 2014 年 6 月 30 日,空间分辨率为全色 1.5 m,多光谱 6 m,幅宽为 60 km,可获取全色和多光谱影像数据,立体成像,可满足大面积连续更新监测应用。SPOT-6/7 具有长条带、大区域、多点目标、双图立体和三图立体等多种成像模式,在制作较大比例尺(1:25000)的基础地理数据上有较好地应用。海岸带地理数据多取自于 SPOT 数据,含交通运输线、水系、居民区及海岸线更新等。

1.4 陆地资源卫星 Landsat 系列

现行服役的卫星分别是 Landsat 5 和 Landsat 8。Landsat 8 于 2013 年 2 月 11 日由美国航空航天局发射,该卫星携带了 OLI(全称:Operational Land Imager,陆地成像仪)和 TIRS(全称:Thermal Infrared Sensor,热红外传感器)两个主要载荷。陆地成像仪包括 9 个成像波段,空间分辨率为 30 m,其中包括一个 15 m 的全色波段,成像宽幅为 185 m。此外,该系列新增蓝色波段和短波红外波段,分别应用于海岸带观测和水汽强吸收特征检测^[4]。

1.5 高分卫星数据

该数据来源于高分专项研究,即我国的“天眼”工程,是《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)》的重大科技专项之一,于 2010 年启动。自 2013 年发射了高分一号到 2018 年 6 月发

射了高分六号,我国已基本形成了覆盖不同空间分辨率、不同覆盖宽度、不同谱段、不同重访周期的高分数据体系。鉴于高分一号至四号数据来源的持续性和稳定性,高分数据处理软件及服务的日渐完善,高分卫星数据已全面进入主要应用领域。高分数据既主要用于国土资源调查、监测等主要业务,又服务于环保、海洋及测绘等行业。深圳市地质局下载了高精度的高分二号数据用于深圳市海岸带项目的研究工作。

1.6 其他数据

印度遥感(IRS)数据具有中等(23–36 m)到高空间分辨率(6 m),已被用来生成数据库,在印度沿海环境监测广泛应用,而中等分辨率数据则提供了 1:25 万和 1:50 000 的宏观尺度信息等。

2 基于遥感的海岸线提取方法

遥感图像在使用过程中,首先需要经过预处理措施,常见的预处理方式有:大气校正、多波段组合、图像融合和图像增强等;其次岸线提取基本可以实现自动提取,但仍需与目视解译相结合。张怡等^[5]参考《我国近海海洋综合调查与评价专项海岸线修测技术规程》中的各类海岸线界定原则,采用目视解译的方法将珠江口海岸线划分为五类。人工目视解译通常与机器解译相互结合来提高工作效率,如采用监督分类和人工目视解译方法提取乐清湾^[6]湿地信息等。常用的自动提取海岸线方法如下几种。

2.1 多波段谱间关系法

该方法由周成虎等提出,秦艳芳等^[7]将该方法应用于厦门市海岸线遥感监测,主要是通过分析水体与其他地物在 TM 影像不同波段上的灰度曲线图。

2.2 阈值(密度)分割法

阈值(密度)分割是一种用于影像密度分层显示的彩色增强技术,其原理是将具有连续色调的单色影像按一定密度范围分割成若干等级,经分层设色显示出一种新彩色影像。罗昆等^[8]采用面向对象的信息提取技术,基于密度分割法对遥感影像进行面向对象影像分类,结合影像纹理特征进行二值化合并处理,最后利用边缘追踪并辅以目视识别修正,实现宁远河口海岸线的提取。

2.3 边缘检测算法

边缘检测是通过图像处理反映属性的重要事

件和变化,通过不同的算子有不同的提取效果,比较常见的方法有:Sobel 算子、Laplacian 算子、Canny 算子和 Roberts 算子。于杰等^[9]使用 Roberts 和 Sobel 算子分别对图像进行边缘检测试验,发现 Roberts 算子对图像的提取效果优于 Sobel 算子,因此采用该算子对大亚湾海岸线进行边缘检测处理,得到水边线图。

2.4 神经网络分类法

该方法于 20 世纪 80 年代兴起,在模型识别、预测评估等多个领域利用现代计算机技术解决了许多难以解决的问题,而在海岸带研究的水边线提取中也有较好的应用。其原理是模拟人脑神经网络的结构和功能,建立简单的模型按不同的连接方式组成不同的网络,实现“类人思维”。梁玉蕾^[9]在研究提取黄河口海岸线中,提出神经网络的工作过程为:用户在输入层输入需要的参数,神经网络的隐含层可以自动对样本数据归纳总结出一系列的规律与函数关系,并将其输出,隐含层的功能与人脑的思考过程非常类似。

2.5 SAR 影像的海岸线提取

SAR 影像为侧视成像,主动遥感成像,并且可以对海岸线进行全天时、全天候检测。利用边缘提取、区域生长等方法提取 SAR 图像的海岸线具有局限性,斑点噪声、各种原因引起的海平面粗糙都会对其产生影响,SAR 图像上陆地与水域的对比度较低,影响了 SAR 数据提取海岸线的精度。

值得注意的是,自然岸线的提取需要考虑潮汐作用的影响,而人工岸线尤其是筑有堤坝或拦海堤的岸线基本不受潮汐作用的影响。

3 遥感技术在海岸带地质环境中的应用

3.1 海岸线变迁及特征分析

利用卫星数据研究海岸线变迁情况近年来在我国得到了广泛的应用。于杰等^[10]利用 Landsat 卫星数据,分析了大亚湾海岸的岸相特征,研究了大亚湾海岸近 20 年来(1987 ~ 2005 年)的变化特征,表明大亚湾海岸线变化主要受人为因素影响。张怡等^[5]利用遥感影像数据,进行了 2000 年前后十年的珠江口海岸线变迁情况对比分析,表明珠江口受围海养殖和填海造陆等人为因素影响,海岸线向海推进。彭远新等^[11]研究了莱州湾南岸近 50 年的海岸线

变迁;秦艳芳等^[7]从岸线长度、年变化速率、陆地面积变化等方面对近20年间厦门市海岸线进行遥感监测和变迁特征分析;Thanyabhon等^[12]对泰国湾上游三省进行海岸线遥感解译,发现沿海土地每年损失约2 km²。

3.2 海岸侵蚀与河口淤积管理

利用海岸线对比数据分析海岸侵蚀和淤积情况。罗昆等^[8]对宁远河河口进行了侵蚀程度分析,结果表明河口西侧以侵蚀为主,越靠近入海口侵蚀越严重,主要原因是岸堤和人工岛屿建设;河口三角洲区域2000年以前表现为侵蚀,2000年以后表现为淤积,主要原因是2000年以后防砂堤坝的修建导致。Sheik等^[13]利用遥感数据研究了印度南部科魔林角和杜蒂戈林间海岸线的变化速率,并统计分析了海岸侵蚀和淤积情况。

3.3 海岸带红树林生态环境保护

红树林是海岸带重要的植被资源,具有促淤造陆、防浪护堤及维护生物多样性和全球碳平衡等功能。Tran Thi等^[14]对越南梅卡茂红树林海岸线变化的遥感解译应用,通过58年间的红树林海岸线变化率等研究表明,东海一侧平均侵蚀率为33.24 m/年,泰国湾一侧的淤积率为40.65 m/年,这对海岸带生态系统边界变化和人类安全具有重要的意义。我国红树林海岸面积逐年减少,宁远河口红树林湿地资源在1987年有少量分布,2000年起由于人为毁林修坝,红树林消失,其他地区也因人类活动正趋于减少甚至消失,生态环境受到严重影响。

3.4 海岸带土地利用和开发强度分析

遥感影像是海岸带土地利用的主要数据源,一般结合遥感影像、地表高程、岸线和坡度等辅助数据,获取地物样本进行监督解译。张君钰等^[15]利用GIS分带分段技术和不透水面方法,对南海沿岸国家海岸带开发强度特征进行了分析,新加坡、中国开发强度较高,柬埔寨、印度尼西亚开发强度较低,近岸带开发强度高于远岸带,河口岸开发强度高于其他岸段。潘润秋^[16]、李娜等^[17]利用CLUE-S模型分别对深圳、天津海岸带土地利用变化进行模拟。

3.5 海岸带工程建设与环境地质综合评价

基于遥感影响的海岸带工程建设与环境地质综合评价,对海岸带进行开发、科学规划,合理规划涉及到许多气象、水文地质、工程地质、环境地质、地震安全性、建设用地地质灾害评估、农业地质、生

态环境、港口等诸多问题进行总体综合评价分析等,这些问题的解决,迫在眉睫。

4 总结和展望

利用遥感数据对海岸带地质环境进行监测是保护海岸带生态环境、科学利用海岸带土地资源、保障人民安全的重要手段,笔者从遥感数据来源、海岸线提取的方法及应用三方面综述了前人研究的方法和部分成果,期望在日后利用遥感数据进行海岸带相关研究中取得新的进展。

随着传感器、物联网和遥感技术的快速发展,特别是计算机处理水平的显著提高,需要关注海岸带地质环境监测理论、技术和方法研究^[18],为海岸带地质与生态环境相结合的系统研究、为科学管理、城市规划和社会经济可持续发展提供信息支撑。海岸带地质环境工作近年来受到各级政府和研究机构的重视,展望未来,必须依赖基础先行,突出海岸带特色,长期有效开展海岸带地质环境工作,为建设智慧城市提供基础地质资料。在深圳市开展海岸线变迁及相关研究必将为粤港澳大湾区发展提供可靠的依据:

(1)利用高分数据及海洋卫星系统等其他高精度的数据,发展新方法和新技术,提高遥感卫星服务应用水平。

(2)人类工程活动与海岸带地质环境的相互影响研究,如人工填海、滩涂变化,大规模开发建设、拦河造坝等工程活动对海岸带地质环境的综合影响。

(3)重视和加强海岸带生态环境和灾害等研究,如红树林保护和海岸带植被研究、海平面上升引起的地质环境变化、风暴潮等。

遥感与大数据、云计算等信息技术的结合必将为我国海岸带经济发展提供更为详实和可靠的数据,为我国的海洋及海岸带科技发展增添活力。

参考文献:

- [1] 赵锐,赵鹏.海岸带概念与范围的国际比较及界定研究[J].海洋经济,2014,4(1):58-64.
- [2] 苏奋振,等.海岸带遥感评估[M].北京:科学出版社,2016:1-2.
- [3] 林明森,张有广,袁欣哲.海洋遥感卫星发展历程与趋势展望[J].海洋学报,2015,37(1):1-10.
- [4] 张志杰,张浩,常玉光,陈正超.Landsat系列卫星光学遥感器辐射定标方法综述[J].遥感学报,2015,19(5):719-732.

- [5] 张怡,李晓敏,马毅,包玉海.基于遥感的珠江口海岸线变迁分析[J].海洋测绘,2014,34(3):52-55.
- [6] 彭小家,徐韧,何彦龙.近30a来乐清湾海岸线与海岸湿地变迁分析[J].海洋环境科学,2019,38(1):68-74.
- [7] 秦艳芳,叶琳,陈思明.近20年厦门市海岸线遥感监测与变迁特征分析[J].中国资源综合利用,2018,36(10):167-170、179.
- [8] 罗昆,丁波,龙根元.基于多源遥感影像的宁远河口海岸线变迁分析[J].国土资源遥感,2018,30(4):187-192.
- [9] 梁玉蕾.遥感技术在提取黄河口海岸线上的应用[J].科技展望,2015,25:121.
- [10] 于杰,杜飞雁,陈国宝,黄洪辉,李永振.基于遥感技术的大亚湾海岸线的变迁研究[J].遥感技术与应用,2009,24(4):512-515.
- [11] 彭远新,邓振利,姜亚俊,盖延航,徐夕博.近50年来莱州湾南岸海岸线变迁遥感监测研究[J].安徽农业科学,2019,47(3):54-56.
- [12] Tochananvita T, Muttitanon W. Investigation of coastline changes in three provinces of Thailand using remote sensing [J]. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014, 40(8): 1079-1083.
- [13] Mujabar P S, Chandrasekar N. A shoreline change analysis along the coast between Kanyakumari and Tuticorin, India, using digital shoreline analysis system [J]. Geo-spatial Information Science, 2011, 14 (4): 282-293.
- [14] Tran Thi V, Tien Thi Xuan A, Phan Nguyen H, Dahdouh-Guebas F, Koedam N. Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam [J]. Biogeochemistry, 2014, 11: 3781-3795.
- [15] 张君钰,苏奋振,左秀玲,方月,杨娟.南海周边海岸带开发利用空间分异[J].地理学报,2015,70(2):319-332.
- [16] 潘润秋,罗启源,肖迪,费腾.基于CLUE-S模型的深圳海岸带土地利用变化模拟[J].测绘与空间地理信息,2016,39(4):32-40.
- [17] 李娜,张丽,闫冬梅,张增祥,杨林平.基于CLUE-S模型的天津滨海新区土地利用变化情景模拟[J].遥感信息,2013,28(4):62-68.
- [18] 李清泉,卢艺,胡水波,胡忠文,李洪忠,刘鹏,石铁柱,汪驰升,王俊杰,邬国锋.海岸带地理环境遥感监测综述[J].遥感学报,2016,20(5):1216-1229.