

岛礁光学影像图谱特征分析

刘俊霞, 马毅, 孙伟富, 崔廷伟

(国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

摘要: 海岛是重要的国土资源, 按照物质组成可以分为基岩岛、沙泥岛和珊瑚岛等 3 种类型。本文在总结前人在地物要素图谱特征分析方面研究工作的基础上, 针对基岩岛和沙泥岛, 利用 SPOT-5 图像, 选取近红外、红、绿波段组合标准假彩色图像, 针对珊瑚岛, 利用 QuickBird 图像, 选取红、绿、蓝波段组合真彩色图像, 使用 2 种最常用的遥感影像波段合成方法, 从这 3 种海岛的岸线类型、地物特征和海岛所处位置关系等方面, 分析岛礁光学影像的图谱特征, 为海岛遥感识别与调查研究提供技术保障。

关键词: 岛礁; 光学影像; 遥感图谱特征; SPOT-5 图像; QuickBird 图像

中图分类号: P714 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)02-0079-06

doi: 10.11759/hyqx20141011002

海岛是指四面环海水, 高潮时出露海面的陆地, 海岛大小不一, 星罗棋布的矗立在海域中, 形成一道天然的壁垒屏障。海岛是我国重要的国土资源, 总面积约占我国陆地面积的 8%, 有常住居民的海岛 460 多个^[1]。

遥感影像具有高分辨率、宽幅面、多时相和经济高效的优势, 是海岛礁调查的重要手段, 近年来, 利用遥感开展的海岛研究工作越来越多, 孙伟富等^[2]利用 TM、北京一号等遥感数据研究了滨州沿岸的海岛变迁, 栗敏光等^[3]对多源多级遥感图像数据和多时相高分辨率光学图像数据, 采用面向对象的自动分类方法进行了海岛专题信息提取, 杨琦等^[4]利用 TM 卫星数据, 调查了浙江省海岛的数量、地理位置、形态、面积、以及开发利用现状。

关于地物要素的图谱特征分析方面, 国内外的专家学者也做了诸多遥感研究, 例如: 海岸线图谱分析方面, Chen 选取 SPOT 多光谱影像, 判绘了台湾西海岸两处岛礁的岸线^[5], 国内学者在海岸线图谱特征判绘方面更多的偏重于海岸线解译标志的研究^[6-11]。土地利用图谱分析方面, 国内研究人员也从解译标志方向进行了研究^[12]。

本文总结前人在地物要素图谱特征分析方面的研究工作, 针对 SPOT-5 和 QuickBird 等多光谱遥感光学数据, 利用真彩色合成和标准假彩色合成等 2 种最常用的遥感影像波段合成方法, 分析岛礁光学影像的图谱特征, 为海岛遥感识别与调查研究提供技术保障, 具有重要的现实意义。

1 数据与处理

本文用到的遥感数据包括空间分辨率为 2.5 m 的 SPOT-5 全色和多光谱融合数据以及 0.61 m 的 QuickBird 全色和多光谱融合数据。

法国 SPOT-5 卫星于 2002 年 5 月发射, 星上载有 2 台高分辨率几何成像装置(HRG)、1 台高分辨率立体成像装置(HRS)和 1 台宽视域植被探测器(VGT), 全色波段空间分辨率最高可达 2.5 m, 多光谱空间分辨率为 10 m。SPOT-5 卫星的轨道为太阳同步轨道, 轨道高 822 km, 图像幅宽 60 km。卫星重访周期 1~4 d, 波段参数见表 1。

表 1 SPOT-5 数据波段参数

Tab.1 Bands features of SPOT-5 data

波段号	类型	波谱范围(μm)
1	绿	0.50~0.59
2	红	0.61~0.68
3	近红外	0.78~0.89
4	短波红外	1.58~1.75
5	全色	0.48~0.71

QuickBird 卫星于 2001 年 10 月由美国 Digital Globe 公司发射, 卫星影像全色波段分辨率为 0.61 m,

收稿日期: 2014-10-11; 修回日期: 2014-11-26

基金项目: 中欧国际合作龙计划三期项目(ID10470)

作者简介: 刘俊霞(1963-), 女, 河北任丘人, 工程师, 主要从事海岸带遥感应用方面的研究, 电话: 0532-88967486, E-mail: mayimail@fio.org.cn

多光谱波段空间分辨率 2.44 m, 卫星轨道高 450 km, 幅宽 16.5 km, 重访周期 1~6 d, 波段参数见表 2。

表 2 QuickBird 卫星波段参数
Tab.2 Bands features of QuickBird data

波段号	类型	波谱范围(μm)
1	蓝	0.45~0.52
2	绿	0.52~0.60
3	红	0.63~0.69
4	近红外	0.76~0.90
5	全色	0.45~0.90

对所使用的 SPOT-5 和 QuickBird 遥感影像进行几何校正, 校正的过程中, 单景影像上均匀地选取同名地物点 15 个以上, 影像的边缘、海岬顶点处和海湾的凹形深处以及海岛上均有控制点分布, 保证海岸线附近及海岛的控制点数量, 防止校正过程中导致海岸线和海岛变形。校正后影像采用 WGS-84 坐标系, 高斯-克吕格投影, 校正精度控制在 0.5 个像元以内。

2 图谱特征分析

海岛按照物质组成分类, 可以分为基岩岛、沙泥岛和珊瑚岛 3 种类型, 从这 3 种海岛的类型、岸线类型和海岛所处位置关系等方面, 针对 SPOT-5 和 QuickBird 等多光谱遥感光学数据, 利用真彩色合成和假彩色合成等 2 种最常用的遥感影像波段合成方法, 分析岛礁光学影像的图谱特征。

利用 SPOT-5 图像进行基岩岛、沙泥岛的图谱特征分析, 选取近红外、红、绿波段进行组合, 得到标准假彩色图像, 有利于突出表现植被特征, 对于此类海岛识别和确定海海岸线位置具有积极的作用。

利用 QuickBird 图像进行珊瑚岛的图谱特征分析, 选取红、绿、蓝波段进行组合, 得到真彩色合成图像, 这种合成方式较接近自然颜色, 利于识别珊瑚岛, 且礁盘和海水分界线清晰, 显示出的岛礁地物信息丰富。

2.1 基岩岛

基岩岛是由沉积岩、变质岩或火山岩团结而构成的岛屿, 受新华夏构造体系的控制, 占我国岛屿总数的 90% 以上, 以群岛或列岛的方式有规律的分布呈 NNE 方向。台湾岛是我国最大的基岩岛, 海南岛次之。

基岩岛的海岸上一般有明显的岩石构造纹理, 近岸海水较深, 时有海珍品养殖区存在, 养殖区呈块状集中分布, 颜色近于海水。基岩岛上多有木本植

被, 根据长势不同, 颜色呈现浅红色和暗红色, 岛上山地有起伏特征, 裸露岩石呈灰色或白色。近岸的基岩岛, 地质构造与临近的大陆相似或相连, 实质上是大陆的一部分, 仅被海水分隔, 这类海岛一般地势较高, 由于地质条件稳定, 距陆地有距离优势, 一些海岛修建陆连桥梁, 例如东西连岛。较大的基岩岛一般修建有各种交通设施、房屋、防潮堤、防波堤、码头、凸堤等, 为有人岛, 堤坝在遥感影像上一般呈白色, 亮度高, 狭长分布, 纹理较平滑, 房屋等设施一般成规模集群分布, 有一定的亮度但不均匀, 中间间或错综复杂的道路。离陆较远的基岩岛, 特别是小海岛, 因交通不便, 无淡水资源, 一般无人类活动痕迹, 为无人岛, 个别离陆较远的小海岛因其特殊位置, 建有灯塔、界碑等标志性设施, 或者驻军保卫国防。由于基岩海岸的坡度较大, 在遥感图像上, 基岩岛的海岸线位置一般位于明显的水陆分界处, 若存在波浪破碎现象, 一般分界在裸岩和破波带近陆端的分界线上。图 1 为南长山岛(有人岛)、大公岛(无人岛)和东西连岛(陆连桥梁)的 SPOT-5 遥感影像标准假彩色合成图。

2.2 沙泥岛

沙泥岛是由砂和粘土等物质长期堆积而形成的海岛, 一般位于河口位置, 分布在平均高潮线与特大高潮线之间的潮滩地带。

沙泥岛的海岸一般比较平直, 自然生长植被多为草本植被, 根据长势不同, 颜色呈现浅红色和暗红色, 海岛地势平坦, 无岩石结构, 地质条件不稳定, 大多数沙泥岛生长快, 消失也快, 生命周期较短, 多为小型无人岛。如崇明岛、长兴岛和横沙岛等一类的有人岛, 为防止海岛的海岸侵蚀, 海岸一般被人工堤坝围拦, 在遥感影像上的反应与基岩岛的人工堤坝相同。与基岩

岛不同的是, 沙泥岛距离陆地都较近, 由于其不稳定性, 一般不能建设灯塔、界碑等标志性建筑物。对于有沿海防护工程的该类海岛的海岸线确定在工程设施的向海侧, 对于无沿海防护工程的该类海岛的海岸线一般确定在平直海岸的滩脊痕迹线的上限位置, 即一般在干燥的沙滩下限处, 在遥感影像上, 干燥滩面光谱反射率较高, 在影像上表现为白亮的区域, 滩脊痕迹线处堆积有植物碎屑、杂物等, 亮度较低, 海水的光谱反射率较低, 含水量较高的沙滩光谱反射率也较低, 在影像上表现略暗。图 2 为长兴岛(有人岛)和九段沙(无人岛)的 SPOT-5 遥感影像标准假彩色合成图。

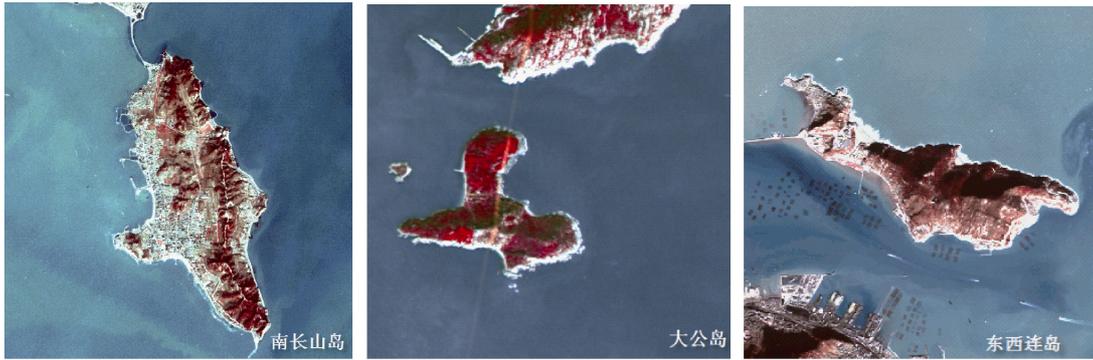


图 1 基岩岛遥感影像标准假彩色合成图

Fig.1 Standard false color composite images of Rocky Island

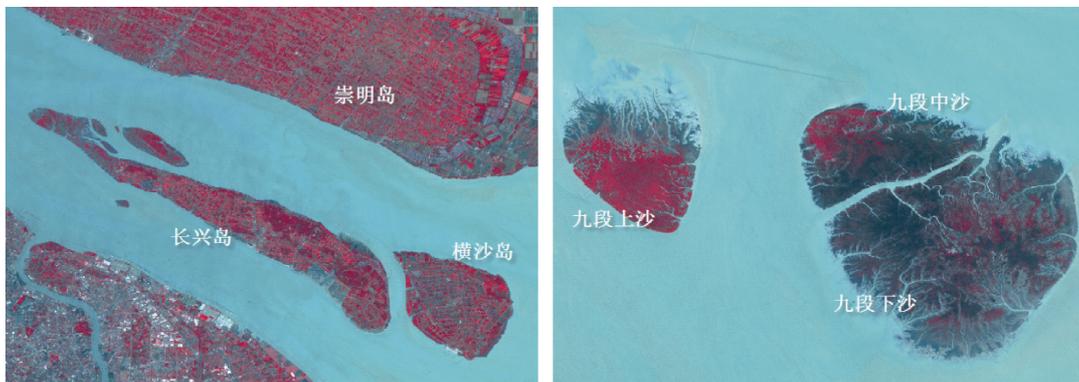


图 2 沙泥岛遥感影像标准假彩色合成图

Fig.2 Standard false color composite images of Sediment Island

2.3 珊瑚岛

珊瑚礁主要由珊瑚骨骼及其碎屑堆积而成的钙质堆积体^[13]，由珊瑚礁构成的岛屿即为珊瑚岛。珊瑚岛一般分布在热带海洋中，与基岩岛的火山岛一起被称为大洋岛。我国的珊瑚岛主要分布在台湾岛和海南岛的沿岸以及南海诸岛的 128 个以环礁为主要类型的礁区^[14]。

珊瑚岛多生长在礁盘上，环形礁盘常围成潟湖水域，有的潟湖通过口门与海洋相通，潟湖中常有点礁分布。

珊瑚岛一般分为海岛和沙洲两部分，海岛一般被深蓝色的海水环绕，礁盘呈浅绿色间或有蓝色，或者呈蓝色，岛上一般有植被生长，植被呈深绿色或绿色，纹理粗糙。海岛沙滩的光谱反射率很高，在影像上表现为白亮区域，纹理平滑，珊瑚砂外围为礁盘，礁盘区域常被海水浸没，水深较浅，光谱反射率稍低于珊瑚砂，海海岸线纹理平滑，一般位于滩脊痕迹线的上限处^[10]。若岛上有道路、房屋、甚至航道、码头等人类活动痕迹，则为有人岛；若岛上无上述人类活动痕迹，则为无人岛。图 3 为永兴岛(有

人岛)和甘泉岛(无人岛)的 QuickBird 遥感影像真彩色合成图。

沙洲呈白色或灰白色，纹理光滑，形状多样，一般出现白色尾翼，且常集群分布，空间位置不稳定；有些沙洲长有植被，植被呈绿色，荒地呈灰色，沙洲一般为无人岛，海岸线平滑，位置确定与珊瑚岛的海岛岸线确定方法相同。图 4 为盘石屿和南沙洲 QuickBird 遥感影像真彩色合成图。

珊瑚岛的礁盘呈现浅绿色或浅蓝色，与周围海水相比，颜色较浅，受风浪、潮流和珊瑚礁发育等多方面因素的影响，礁盘形状各异，颜色不均匀，礁坪上一般有海岛、沙洲、潟湖等发育，图 5 为盘石屿和中建岛礁盘 QuickBird 遥感影像真彩色合成图。

珊瑚礁潟湖为由环礁围封的负地形水域。由于其颜色、位置的特殊性特殊，在影像上比较容易识别：位于环礁中，呈浅蓝色，比外海颜色稍浅，较礁盘颜色深，纹理较粗，内常有点状珊瑚礁，有些潟湖有水道与外海连接。图 6 为玉琢礁和宣德环礁的潟湖 QuickBird 遥感影像真彩色合成图。

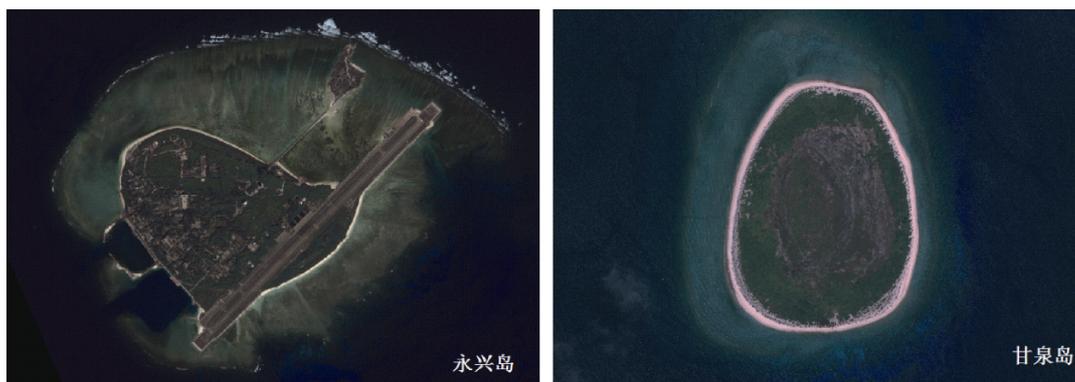


图3 珊瑚岛海岛遥感影像真彩色合成图
Fig.3 True color composite images of Coral Island

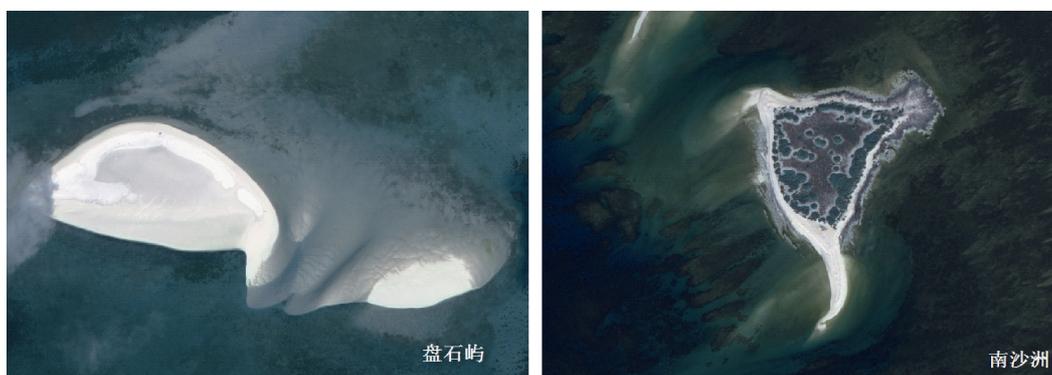


图4 沙洲遥感影像真彩色合成图
Fig.4 True color composite images of sand bank



图5 礁盘遥感影像真彩色合成图
Fig.5 True color composite images of reef flat

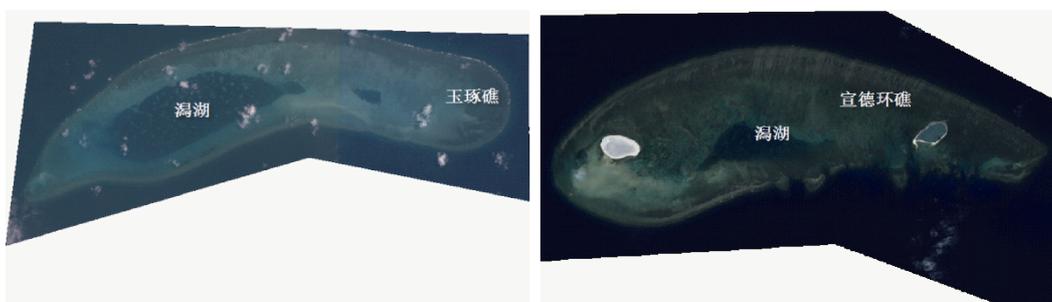


图6 泻湖遥感影像真彩色合成图
Fig.6 True color composite images of lagoon

环状珊瑚礁上潟湖与外海沟通的水道称为口门。口门多出在珊瑚生长交叉、且易于维持水道的背风面^[15]。这种特殊的位置和结构使得口门在高分辨率遥感影像上清晰可见。图 7 为华光礁潟湖口门 QuickBird 遥感影像真彩色合成图，礁盘南部中间有两个水道将潟湖与外海相连。

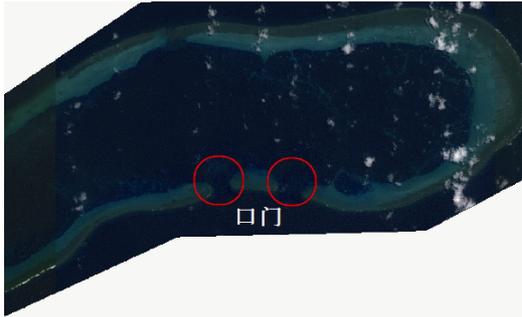


图 7 潟湖口门遥感影像真彩色合成图
Fig.7 True color composite image of entrance

点礁是指由潟湖底部或斜坡上显著突出的墩状珊瑚礁，且彼此孤立、平面上呈点状分布的礁体^[15]。该地理实体与潟湖水体颜色不同，呈黄色或浅蓝色，纹理较粗糙，点状形态，零星分布于潟湖浅水中，图 8 为盘石屿潟湖点礁 QuickBird 遥感影像真彩色合成图。



图 8 潟湖点礁遥感影像真彩色合成图
Fig.8 True color composite image of patch reefs

3 总结

海岛是重要的国土资源，按照物质组成可以分为基岩岛、沙泥岛和珊瑚岛等 3 种类型。本文在总结前人在地物要素图谱特征分析方面研究工作的基础上，针对基岩岛和沙泥岛，利用 SPOT-5 图像，选取近红外、红、绿波段组合标准假彩色图像，针对珊瑚岛，利用 QuickBird 图像，选取红、绿、蓝波段组合真彩色图像，使用 2 种最常用的遥感影像波段合成方法，从这 3 种海岛的岸线类型、地物特征和海岛所处位置关系等方面，分析岛礁光学影像的图谱特征，总结如下，见表 3。

表 3 岛礁光学影像图谱特征
Tab.3 Optical image features islands

类型	波段组合	海岸线	位置关系	典型地物
基岩岛	标准假彩色	海岸坡度较大，海岸线位置一般位于明显的水陆分界处	有近岸岛和远海岛，岛边常有海珍品养殖池，呈块状集中分布，一些近岸岛建有陆连桥梁或堤坝，亮度高，纹理平滑，狭长分布。个别离陆较远的小海岛因其特殊位置，建有灯塔、界碑等	岩石构造纹理，多有木本植被生常建有交通设施、堤坝、码头、房屋等，房屋等设施一般成规模集群分布，有一定的亮度但不均匀，中间间或错综复杂的道路
沙泥岛	标准假彩色	海岸比较平直，有沿海防护工程的海岛岸线在工程设施的向海侧，无沿海防护工程的海岛岸线一般在平直海岸的滩脊痕迹线的上限位置	一般位于河口位置，分布在平均高潮线与特大高潮线之间的潮滩地带；离陆较近，有人岛的海岸外一般被人工堤坝围拦	砂和黏土等堆积而成，地势平坦，上覆植被多为草本，呈现浅红色和暗红色，海岛不稳定，一般不建设灯塔、界碑等
珊瑚岛	真彩色	海岸比较平直，海岛岸线纹理平滑，一般位于滩脊痕迹线的上限处	一般分布在热带海洋中，我国主要分布在台湾岛、海南岛沿岸及南海。珊瑚岛多生长在礁盘上，环形礁盘常围成潟湖，有的潟湖通过口门与海洋相通，潟湖中常有	岛上植被呈深绿色或绿色，纹理粗糙。沙滩的光谱反射率很高，表现白亮，纹理平滑，礁盘光谱反射率稍低于珊瑚砂。有人岛上有道路、房屋、航道、码头等

另外,进行海岛图谱特征分析的过程中,需要结合现场踏勘工作;光照、海况等自然环境发生变化时,同类地物在同源或异源遥感数据中体现的信息也会不同,由于缺乏不同自然环境下的遥感影像,未进行这方面的深入研究,下一步将考虑开展此项工作。

参考文献:

- [1] 中国海岛编委会. 中国海岛[M].北京: 海洋出版社, 2000: 3-9.
- [2] 孙伟富, 马毅, 张杰. 滨州沿岸近 16 年间海岛变迁遥感监测[J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(11): 41-44.
- [3] 栗敏光, 李英成, 薛艳丽, 等. 多源多时相遥感数据面向对象海岛识别方法探讨[J]. 国土资源遥感, 2010, 83: 65-68.
- [4] 杨琦, 邹乐君, 沈晓华. 浙江海域 TM 数据海岛信息识别提取[J]. 遥感信息, 2003, 2: 36-37.
- [5] Chen L C, Rau J Y. Detection of shoreline changes for tideland areas using multi-temporal satellite images[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(17): 3383-3397.
- [6] 杨英力. 利用卫星影像判绘海岸线[J]. 海洋测绘, 2004, 24(3): 49-51.
- [7] 张景奇, 介东梅, 刘杰. 海岸线不同解译标志对解译结果的影响研究[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2006, (2): 54-56.
- [8] 庄翠蓉. 厦门海岸线遥感动态监测研究[J]. 安全与环境工程, 2009, 16(3): 21-25.
- [9] 张汉女. 基于 SVM 的海岸线提取方法研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2010.
- [10] 孙伟富, 马毅, 张杰, 等. 不同类型海岸线遥感解译标志建立和提取方法研究[J]. 测绘通报, 2011, 3: 45-48.
- [11] 谢秀琴. 基于遥感图像的海岸线提取方法研究[J]. 福建地质, 2012, 31(1): 60-66.
- [12] 李晓敏. 东海岛土地利用变化及影响因素分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2008.
- [13] 国家质量技术监督局. 《海洋学术语——海洋地质学》(GB/T 18190-2000). 北京: 海洋出版社, 2001.
- [14] 张乔民, 余克服, 施祺, 等. 中国珊瑚礁分布和资源特点[C]//提高全民科学素质、建设创新型国家——2006 中国科协年会论文集(下册). 北京: 科学出版社, 2006: 419-423.

Analysis of optical image features of islands

LIU Jun-xia, MA Yi, SUN Wei-fu, CUI Ting-wei

(First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

Received: Oct., 11, 2014

Key words: island; optical image; Remote Sensing image features; SPOT-5 image; QuickBird image

Abstract: The islands are important land resource. According to the material composition, they can be divided into 3 types: rocky island, sediment island and coral island. In this paper, SPOT-5's near infrared, red and green bands were used to composite standard false color image of the rocky island and sediment island, and QuickBird's red, green and blue bands were used to composite true color images of coral island. Based on previous analysis research on image features of land cover objects and the two bands composite methods, we analyzed the features of optical images from coastline types, land cover objects' characteristics and the positions of the 3 islands. Our results can provide technical support for island remote sensing identification and investigation.

(本文编辑: 康亦兼)