

海域使用遥感分类体系设计研究*

刘百桥¹, 赵建华²

(1. 天津师范大学 天津 300387; 2. 国家海洋环境监测中心 大连 116023)

摘 要: 文章基于海域使用行政管理对遥感监测的信息需求, 根据遥感信息提取原理和现行海域使用动态监测系统中遥感资料的监测能力, 设计出一套针对遥感监测应用的海域使用分类体系。该分类体系分两个层次: 一是用海地物分类及指标; 二是海域使用分类及指标, 包括用海类型、用海方式和用海动态的分类及指标。该分类体系的应用, 有助于构建海域使用动态监测系统中的遥感分类业务化流程, 规范对遥感监测目标的界定。

关键词: 海域使用; 遥感监测; 分类体系; 指标体系

国家海域使用动态监视监测管理系统于2009年开始投入运行, 实现了对海域使用动态及海域空间资源变化状况等的全面监视和监测, 成为我国海洋管理领域的核心业务系统。该系统融入了遥感、地面定点监视和现场调查等多种监视监测手段, 其中遥感监测因覆盖面广、速度快、同步性好等技术特点, 在及时捕获和跟踪海域使用动态上具有得天独厚的优势。但在目前, 该系统在海域使用遥感动态监测业务化应用方面仍然存在技术瓶颈, 主要体现在海域使用遥感目标自动监测技术不够成熟, 海域使用遥感分类业务流程和分类体系尚未确立, 使得遥感影像数据的业务化利用效率还很低。本研究拟从海域使用管理和遥感监测的业务需求出发, 依据相关技术原理, 研究海域使用遥感分类体系的构架, 旨在通过技术引导, 为推进和规范海域使用遥感动态监测业务化应用发挥一定的作用。

1 海域使用管理对遥感分类的需求

海域使用管理中的“海域”概念涵盖水面、水体、海床和底土, “海域使用”概念限于排他性且持续使用特定海域的用海活动; 海洋功能区划制度要求海域使用必须符合所在海洋基本功能区的用途管制要求、用海方式控制要求及

其他管理要求; 在海域使用行政管理中各级人民政府的海域适用审批权限按用海方式和用海规模划分, 海域使用金征收标准按用海方式和用途制定, 不同用海类型的海域使用有相应的法定最高年, 涉及填海造地的海域使用需在竣工验收时校核填海位置和面积; 在海域使用监督检查方面, 要求及时发现可能存在未按批准范围用海的“疑点疑区”, 并对已经获得批准的海域使用, 要对其范围、用途、用海方式、期限等实施跟踪检查。以上管理业务对遥感监测信息有十分迫切的应用需求, 希望通过遥感手段, 全面、快速地掌握海域使用的位置、范围、面积、用海方式、用海类型、持续时间以及动态变化情况。为适应这种需求, 对海域使用遥感分类也有以下要求。

(1) 海域使用遥感分类区分海域用途、用海方式、海域使用动态和用海持续时间等信息。应能区分新增、扩建(内扩、外扩)、缩减、消失、挖陆成海等情形, 并能区分是否为固定位置上的持续用海。

(2) 海域使用遥感分类应尽量区分用海的立体层次, 尽量反映用海活动对海面、水体甚至底床的占用情况。

(3) 海域使用遥感分类应与现行的海域使用分类标准相衔接。

* 基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项资助项目(201005011-1); 国家海洋环境监测中心委托项目“海域管理技术体系研究项目”(53H13012)。

(4) 海域使用遥感分类需适应海洋功能区划分类体系和功能区划管理要求中的相关分类要求。

2 海域使用遥感分类技术适应性分析

2.1 遥感监测能力

海域使用动态监测业务采用的主要是光学遥感资料,目前,可供利用的遥感资料来源较丰富,比较适合海域动态监测的有我国的环境卫星 HJ-1-A/B,资源卫星 ZY1-02C 和 ZY3,天绘 01 和 02 卫星等,以及国外的 Landsat8、SPOT5、SPOT6、RapidEye、QuickBird、WorldView、GeoEye-1 等,影像象元大的有 30 m,小的接近 0.4 m。研究显示^[1-2],分辨率在 30 m 左右的遥感影像已基本具有反映用海活动的的能力,分辨率越高,则反映的越精细。但目前,我国的海域使用类型是根据海域用途划分的,而遥感影像中反映的是用海地物的分布,不能直接判别海域用途。

2.2 目标识别原理

人类用海活动所形成的海上人造地物以及占用、改造的海上自然地物,即本研究所指“用海地物”,因与周围环境存在光谱特性差异,会在遥感影像中表现为具有不同象元值的图斑。人们可以直接进行目视解译,根据图斑的大小、形状、结构、布局以及与周围地物的空间位置关系等,运用对海域使用平面布置、方式的相关经验知识,识别和区分不同的用海地物,并可直接判断海域使用类型。同时,可借助遥感影像处理系统,量测这些图斑的影像特征,如各通道象元值及比较值、合成图像颜色、形状、大小、阴影、纹理、图案、位置和布局等,按照基于经验知识建立的规则,判断用海地物类型,在此基础上再根据各类海域使用在平面布置、方式上的一般规律,推断海域使用类型。

2.3 信息提取方法

传统的基于像元光谱统计特性的方法,适于对地物“质地”的区分,不善于提取空间信息,也不容易解决同物异谱、异物同谱、混合像元等问题^[3]。面向对象的遥感信息提

取方法以含有更多语义信息的多个相邻像元组成的对象为处理单元^[4],一定程度上利用了象元组合特征与地物类型之间的关系,适于对地物“个体”的识别。对于海域使用而言,它们的用途不完全对应于所用的材质,主要对应用海的方式,因此更适合采用面向对象的信息提取方法。

采用面向对象的方法进行海域使用遥感分类时,先要对遥感影像进行合理分割,再检测和提取分割对象的多种特征,然后按规则进行分类。其中的关键是选择最优的分割尺度和有效的分类规则。对此,一些学者已有较好经验^[5-6]。

2.4 环境关联性的利用

海域使用有一定的场景特征,在特定的自然环境条件下,与周围海域开发利用活动有不同程度的关联性^[7]。因此,海域使用环境关联性有助于对用海目标的识别,对海域使用遥感分类的推测判断能够起到很好的辅助作用。

3 海域使用遥感分类体系构建

从前面的分析可知,遥感手段能够识别的是用海地物,并不能直接识别海域用途,对海域使用类型和方式等的界定,主要靠推断,推断的依据是用海地物与用海类型和方式之间的关联性,如:要判定某项用海活动是否为渔业基础设施用海时,须确认该基础设施是否为渔业用途,但遥感手段探测到的是堤坝、码头等基础设施的形态,并不能直接反应海域用途,我们尚需根据现实用海的一般场景模式,推断堤坝、码头等组成的用海单元是否为渔港或养殖取水口。基于以上认识,海域使用遥感分类体系分为两个层次:一是用海地物分类及指标;二是海域使用分类及指标,包括用海类型、用海方式和用海动态的分类及指标。

3.1 用海地物分类及指标

3.1.1 用海地物分类

纳入海域使用遥感分类体系的用海地物应具备两个条件:①能被光学遥感手段探测到,在遥感影像中与周围自然海域有明显区

别；②能直接或间接反映用海活动的存在。

用海地物的分类依据主要考虑3个方面因素：①地物用途；②地物存在形式，包括平面布置、结构形式、出水状况等；③地物与海域使用之间的对应关系。据此，设计用海地物的二级分类体系（表1），其中的各类地物均有明确定义。

表1 用海地物分类

一级类	二级类
人造陆地	沿岸造地；人工岛
构筑物	码头；堤坝；栈桥；道路；桥梁；平台；墩座；船坞；海上建筑
漂浮物	网箱；浮筏；船舶
围割海域	围割水面；围割滩地

3.1.2 用海地物鉴别指标

鉴别用海地物时，需要综合应用目视解译、计算机辅助分类和环境关联推测等方法。相应的，需建立目视判别指标、影像特征测算指标和用海环境关联指标等。

(1) 目视判别指标。用海地物目视判别指标的选定经过两个步骤，首先考虑光学遥感影像的特点以及人类的视觉注意机制进行指标初选，然后再依据多人目视判别实验做进一步的指标筛选。最终确定的用海地物目视判别指标见表2，其中的各项指标均有明确的定义和取值方法。

表2 用海地物目视判别指标

对象特征	指标	指标性质
地理环境	区域位置	定性
地物形式	颜色；形状；内部结构 方向；尺寸	定性 半定量
相邻关系	邻近性；邻接性；闭合性	定性

(2) 影像特征测算指标。影像特征测算指标的选定也经过两个步骤，首先按照面向对象的计算机遥感分类思路，梳理出常用的影像特征指标，然后针对用海地物分类体系

中的各类地物，通过面向对象的遥感分类实验，遴选出实际发挥关键作用的指标。最终确定的用海地物影像特征测算指标见表3，其中各项指标均为定量指标，均有明确的定义和计算方法。

表3 用海地物影像特征指标

对象特征		指标
光谱特征	波段灰度	波段平均灰度；波段灰度方差
	波段灰度比值	归一化水体指数（NDWI）
几何特征	大小	周长；外轮廓总面积；对象面积；洞面积；长轴长度；短轴长度
	分布	主方向
	形状	圆度；矩形度；延伸率；条形系数；洞数；密度

(3) 用海环境指标。用海环境指标主要根据海域使用样本与环境条件之间的关联度分析结果选定，主要指标见表4，其中的各项指标均有明确的定义和取值方法。

表4 用海环境指标

用海环境	指标	指标性质
自然状况	平均水深、离岸距离 海岸底质	定量 定性
开发状况	周围临海地物、周围海域使用类型、周围用海方式、周围用海地物	定性

3.2 海域使用分类

3.2.1 用海类型与判别标志

用海类型的划分遵循《海域使用分类》（HT/Y123-2009）^[8]标准中海域使用一、二级类型结构，从中，根据海域使用动态监视监测管理系统中遥感影像的鉴别能力，遴选用海类型。由于用海类型的划分主要依据海域的实际用途，而海域用途的推断又依据用海地物构成的用海单元的实际功能。因此，用海类型的判别指标主要是特征用海单元及其标志性用海地物。用海类型及分类指标见表5。

表 5 海域使用遥感目标的海域使用类型划分及主要鉴别内容分类

用海类型		判别指标	
一级	二级	特征用海单元	特征地物
渔业用海	渔业基础设施用海	渔港; 养殖取水口	沿岸造地; 码头; 堤坝; 船坞; 围割水面; 船舶等
	围海养殖用海	围海养殖	堤坝; 围割水面; 围割滩地
	开放式养殖用海	网箱养殖; 筏式养殖	网箱; 浮筏
工业用海	盐业用海	盐田	围割水面; 围割滩地; 堤坝
	油气开采用海	油气开采人工岛; 油气平台; 连岛通道	人工岛; 平台; 码头; 栈桥; 堤坝; 道路; 船舶等
	船舶工业用海	滨海船厂	沿岸造地; 码头; 堤坝; 船坞; 围割水面; 船舶
	一般工业用海	工业港口; 工业取排水口; 蓄水池; 风电场	沿岸造地; 码头; 堤坝; 墩座; 围割水面; 墩座; 船舶
交通运输用海	港口用海	商港; 运输企业码头	沿岸造地; 人工岛; 码头; 堤坝; 栈桥; 墩座; 围割水面; 船舶等
	路桥用海	跨海道路; 跨海桥梁	道路; 人工岛; 桥梁; 墩座
旅游娱乐用海	旅游基础设施用海	旅游场地、旅游港口、海上旅游设施	沿岸造地; 人工岛; 堤坝; 码头; 平台; 栈桥; 墩座; 海上建筑; 船舶; 围割水面
	浴场用海	海滨浴场	平台; 海上建筑; 堤坝; 围割水面
造地工程用海	城镇建设填海造地用海	海滨新城	沿岸造地; 人工岛; 围割水面; 围割滩地
	农业填海造地用海	农田	沿岸造地; 围割水面; 围割滩地
	废弃物处置填海造地用海	渣场、垃圾填埋场	沿岸造地; 堤坝; 围割水面; 围割滩地
其他用海	其他用海	其他不明用途的用海	

3.2.2 用海方式分类与指标

鉴于目前海域使用动态监视监测管理系统采用的遥感影像很难鉴别海洋工程的水下结构, 且对海域用途的界定也已反映在用海地物分类体系中, 因此, 用海方式的遥感分类仅按《海域使用分类》(HT/Y123-2009) 标准中海域使用的一级方式。在现实用海中, 用海地物与用海方式之间有较强的对应关系, 因此, 用海方式的分类指标主要是各用海方式对应的特征地物 (表 6)。

表 6 用海方式遥感分类

用海方式	特征地物
填海造地	沿岸造地; 人工岛
构筑物	码头; 堤坝; 栈桥; 道路; 桥梁; 平台; 墩座; 船坞
围海	围割水面; 围割滩地; 堤坝
开放式	网箱; 浮筏

3.2.3 用海动态分类

用海动态是通过不同时相海域遥感监测结果的比对分析得到的, 用海动态主要依据海域使用管理关注的用海变化情形来分类。

用海动态分为 4 类: 新增; 扩大; 消减; 挖陆成海。用海动态判别指标有: 变化方向; 变化位置。

4 海域使用遥感分类体系的应用构想

海域使用遥感分类体系的应用体现在两个方面: ① 形成一套关于海域使用遥感分类的技术思路和流程, 即先对用海地物进行分类, 在此基础上再进行用海类型、用海方式和用海动态分类; ② 提出关于用海地物、用海类型、用海方式、用海动态的分类方案和判别指标, 引导和规范对海域使用遥感监测目标的界定。海域使用遥感分类体系的应用流程如图 1 所示。

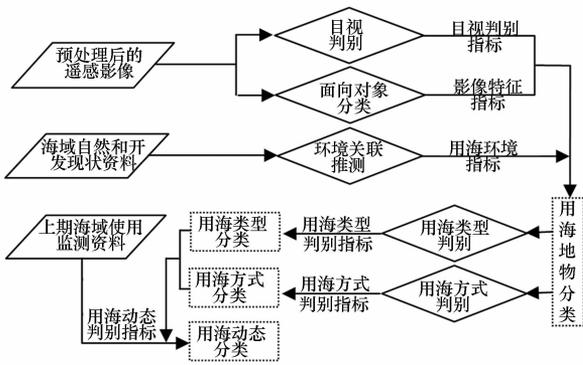


图1 海域使用遥感分类体系应用流程

5 讨论

按照本研究建立的海域使用遥感分类体系,鉴别海域使用遥感目标的步骤是,先依据目视判别指标、影像特征指标和用海环境指标,综合判断用海地物类型,再对照各用海类型的特征用海单元及其标志性用海地物等指标,推断用海类型和用海方式,最后,比上期海域使用监测资料,判断用海动态。该分类体系的应用,进一步明晰了海域使用动态监测系统中的遥感分类业务化流程。

遥感手段并不能直接识别海域用途和方式,对海域使用目标的界定,主要靠推断,推断的依据是用海地物与用海类型、方式之间的关联性。目前对这种关联性的研究还很匮乏,但研

究所需的手段已经十分成熟,在较短时期内取得突破的可能性很大。届时,有望研发出专门用于推定海域使用遥感监测目标的“推理机”,从而实现海域使用遥感分类体系应用程序化。

参考文献

- [1] 李静,张鹰. 基于遥感测量的海岸线变化与分析[J]. 河海大学学报:自然科学版,2012,4(2):224-228.
- [2] 李志刚,李小玉,高宾,等. 基于遥感分析的锦州湾海域填海造地变化[J]. 应用生态学报,2011,22(4):943-949.
- [3] 王一达,沈熙玲,谢炯. 遥感影像分类方法综述[J]. 遥感信息,2006(5):67-71.
- [4] 钱巧静,谢瑞,张磊,等. 面向对象的土地覆盖信息提取方法研究[J]. 遥感技术与应用,2005,25(3):86-90.
- [5] 陈建裕,潘德炉,毛志华. 高分辨率海岸带遥感影像中简单地物的最优分割问题[J]. 地球科学,2006,36(11):1044-1051.
- [6] 徐京萍,赵建华,张丰收,等. 面向对象的池塘养殖用海信息提取[J]. 国土资源遥感,2013,25(1):82-85.
- [7] 吴均平,毛志华,陈建裕,等. 一种加入空间关系的海岸带遥感图像分类方法[J]. 国土资源遥感,2006(3):82-85.
- [8] 国家海洋局. HY/T 123-2009 海域使用分类[S]. 北京:标准出版社,2009.