海域动态遥感监测业务体系设计研究*

刘百桥[1]，赵建华[2]

（1. 天津师范大学 天津 3003871；2. 国家海洋环境监测中心 大连 116023）

摘 要：文章在分析海域动态遥感监测业务需求和关键技术问题的基础上，结合当前海域动态监视监测管理系统的建设基础与运营经验，对海域动态遥感监测业务技术体系做了初步研究和设计。文中将海域动态遥感监测业务分为全域常规监测、局域强化监测和定域应急监测 3 个业务层次，提出了涵盖业务组织、开展方式、流程、监测内容和技术保障等内容的业务体系规划方案，并给出了关于数据源和监测频率等的建议指标。

关 键 词：海域；遥感；动态监测；业务体系

2009 年投入运行的国家海域动态监视监测管理系统已经成为我国海域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，其中遥感技术具有大范围同步监测的技术优势，在及时捕获和跟踪海域资源变化、海域使用动态上具有得天独厚的优势。国家和地方海域动态监管中心通过不定期购置多种遥感资料，实施海域动态监测，在服务海域行政管理和相关技术工作方面发挥了积极的作用[1-2]。但从实际运行情况看，目前各级海域动态监视监测管理系统的遥感监测业务还具有较大的随机性，业务体系尚不能适应常态化运行的需要。为此，本研究从海域管理业务需求出发，根据当前遥感技术条件，结合海域自然和开发利用现状，探讨海域动态监视监测管理系统中遥感监测业务体系的设计问题，旨在为推进遥感技术在海域管理中的应用，促进海域动态监视监测管理系统业务化运行提供技术参考。

1 需求分析

1.1 疑点疑区查找

对海域使用实施监督检查是海洋管理部门的职责。但要快速、全面地实施全海域监测，完全依靠地面和海面巡视是不现实的。有效的做法是通过遥感监测，发现未经核准的用海活动及其范围，即“疑点疑区”，在此基础上再实施地面调查。利用遥感手段查找“疑点疑区”时，要求能反映出用海地物变化信息，如人造陆地、构筑物、漂浮物和围割海域等的新增、扩建、缩减和位移等动态信息。

1.2 项目用海监测

用海项目应按核准文件中规定的位置、用途、方式和面积等使用海域。另外，按照《填海项目竣工海域使用验收管理办法》，对涉及围填海的项目用海，需要竣工验收。因此，利用遥感手段监测项目用海时，要求能反映：项目建设进展；项目用海区内填海造地及围海、构筑物用海等的位置和面积等。

1.3 围填海监测

我国对围填海实施规划计划管理。同时，针对同一区域内、集中布置多个建设项目进行连片开发并需要整体围填的用海方式，实施区域用海规划管理，利用遥感手段监测区域用海规划。围填海规划计划实施情况时，要求能反映：规划海域内填海造地及保留水面的平面布置、岸线占用长度、区域开发和建设进展；管辖海域内总的填海面积。

* **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）.

1.4　海洋功能区划实施情况监测

新一轮海洋功能区划（2011—2020）规定了各个功能区的用途管制、用海方式控制等管理要求，确定了管辖海域内建设围填海规模、海水养殖用海的功能区面积、海洋保护区面积、保留区面积、大陆自然岸线保有长度、整治和修复海岸线长度等目标指标。利用遥感手段监测海洋功能区划实施情况时，要求能反映：各功能区内新增的填海、围海和构筑物面积；养殖区、海洋保护区和保留区内的用海活动变化情况；自然岸线增减情况；人工岸线变化情况。

1.5　重要空间资源监测

科学管海的基础是对重要海域资源及其利用情况的准确把握。针对现阶段我国海洋开发保护的现状和特点，从合理安排海域供给，实现海域资源精细化配置角度考虑，希望遥感监测能够反映：自然岸线存量；港口岸线的开发利用状况和资源存量；滨海沙滩的开发利用与保护状况；海域滩涂资源利用状况和资源存量；“批而未围”、“围而未填”和“填而未建”的围填海资源存量等。

2　关键问题分析

2.1　监测频率

遥感监测频率应与监测对象的动态速率相适应。海域使用动态往往比海域资源的自然变化要快得多，变化速率与开发方式有关。一般，开放式用海，如浮筏养殖的布置速度较快，数天之内即可形成连片养殖区，而涉及海洋工程建设的用海活动，面积扩展则相对较慢，少则数月，多则数年。不过现在围堰速度也十分迅速，数十天之内可能形成大片围海。考虑海域管理实际需求，全海域普查形式的监测业务应以“求快、求全”为原则，监测频率应适应较快的用海动态，尽量做到不少于每月 1 次。局部海域的精细化监测主要针对涉及工程建设的项目用海和区域用海，应在其建设周期内开展数次监测，监测频率应尽量不少于半年 1 次。

2.2　影像空间分辨率

目前，大面积的遥感监测主要还是以卫星遥感为主，可供利用的遥感资料来源也较为丰富，部分如表 1 所列。总体而言，影像空间分辨率越高，幅宽就越小，覆盖全部监测区域需要的影像幅数就越多，周期也越长，对资料获得、处理的压力也越大，同时资料成本也越高。

表 1　部分遥感卫星及影像参数

遥感卫星	像素大小 /m	幅宽 /km
环境一号 HJ－1A/B	多光谱：30	360
Landsat8	全色：15 多光谱：30	185
资源一号 ZY1－02C	全色：5 多光谱：10	60
RapidEye	多光谱：6.5	77
SPOT5	全色：2.5；5 多光谱：10	60
天绘一号 01/02	全色：2 多光谱：10	60
SPOT6	全色：1.5m 多光谱：6m	60
资源三号 ZY3	全色：2.1 多光谱：5.8	51
WorldView	全色：0.5 多光谱：1.8	16.4
GeoEye－1	全色：0.41 多光谱：1.65	15.2

事实上，每年发生用海动态变化的海域面积是十分有限的。如，2012 年全国新增确权海域面积约 28 万 hm^2[3]，不到管辖海域面积的 0.1%，且其中 92.72%是渔业用海，可见，在全海域、高频率的遥感监测中，全部采用高分辨率影像是一种很大的浪费。

遥感技术在海域动态监测中的作用首先在于“发现”，其次才是有针对性的精细化鉴别与测量。大多数用海设施、沿海地形地貌单元的尺度都比较大，研究显示[4-5]，像素大小在 30 m 以内的中分辨率遥感影像基本能反映他们的空间特征，能够满足全海域、高频率的遥感监测需要。而对被“发现”的目标区域，因为面积较小，可以采用尽量高分辨率的遥感影像进行跟踪监测。

2.3　地理配准精度

提高遥感影像地理配准精度的方法有两种：

① 建立更加精准的遥感卫星系统参数推算模型[6]；② 利用足够多且合理分布的地面控制点。相比陆域，要在海域中建立足够多且合理分布的地面控制点是比较困难的，在离开海岸和海岛稍远的海域，更是不现实的。因此，应根据沿岸海域控制点较多、近岸和海岛附近海域控制点较少，以及其他海域基本无控制点可寻的特点，研究建立有效的遥感影像地理配准方法。

2.4 遥感分类准确性

在足够的经验支撑下，人工目视解译方法比较可靠，但在工作效率上受到限制。计算机分类方法有基于像素的和面向对象的两种。基于像素的分类方法主要依靠像素的光谱信息进行地物类型判别，它实际是对地物“质地”的识别，适用于近岸海域的资源监测。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，因此不适合采用基于像素的分类方法，而应采用面向对象的遥感图像分类方法。该类方法利用影像对象的光谱信息、几何特征及对象之间空间关系等，判断对象的类型。有学者研究表明[1,7]，采用面向对象的分类方法可以对海洋开发活动实施有效监测，关键是要建立最优的图像对象分割方法，并应用科学的分类规则。同时，为了统一监测对象的界定方法，还需建立科学的分类标准，对监测对象的类型名称、内涵、特征和判别指标等做出约定。

2.5 业务效率

效率也是影响业务化运行成败的关键之一。从对遥感监测的技术原理和流程看，资料获取、预处理及信息提取等环节的工作量较大，安排不当有可能影响整体业务效率。此外，监测成果信息的流转和汇总等环节的设计对业务效率会有很大影响。

3 海域动态遥感监测业务体系设计

3.1 总体框架

根据以上分析，海域动态遥感监测业务可分为全域常规监测、局域强化监测和定域应急监测 3 个层次，每个层次需要搭建从资料输入、处理到监测分析和成果形成的业务流程，并需有可靠的技术支撑。海域动态遥感监测业务体系的总体框架见图 1。

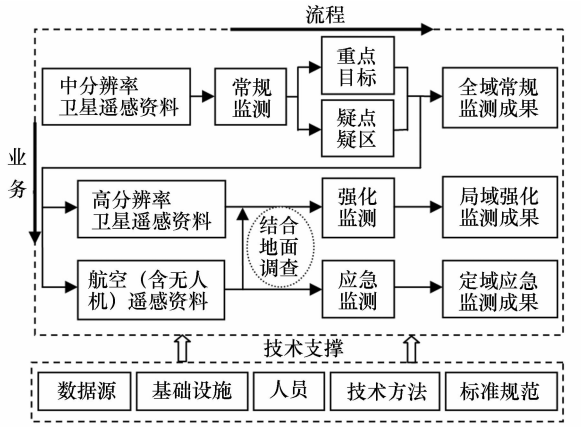

图 1 海域动态遥感监测业务体系的总体框架

3.2 业务层次

海域动态遥感监测业务应以全域常规监测为主，采用我国正在运行的资源或环境卫星数据，定期实现全海域监测。正常情况下，监测频率可为每月 1 次，业务体系建立初期可暂为每 3 个月 1 次。

对常规监测中发现的海域使用疑点疑区，以及发生动态变化的自然岸线保留岸段、养殖功能区、保护区、保留区、项目用海、区域建设用海等重点目标，采用高分辨率卫星遥感资料、无人机和其他航空遥感资料，结合地面调查，开展强化监测，摸清具体动态。监测频率应根据重点海域大小和业务管理需要确定，正常情况下，可为每半年 1 次，特殊情况可提高监测频率。针对海域开发利用和管理中的突发事件，采用无人机和其他航空遥感手段，开展定域应急监测，时间随机。

3.3 业务内容

（1）监测要素。监测要素是指利用遥感影像直接监测到的各类地物。根据前述业务需求分析可知，应至少监测：① 海岸线；② 沙滩和滩涂；③ 填海造地、围海、构筑物等工程用海；④ 开放式用海；⑤ 实际建设区。

（2）监测分析内容。利用不同时段对上述要素的监测结果，结合海洋功能区划、海域确权、用海规划、围填海计划指标及其他专题调查资料，监测分析：① 疑点疑区；② 项目用海

和规划用海进展；③ 海洋功能区划实施情况；④ 围填海年度计划执行情况；⑤ 沙滩、滩涂、港口岸线、旅游岸线等海域空间资源储备与消耗情况；⑥“批而未围”“围而未填”和“填而未建”的围填海资源存量。

3.4　业务组织与流程

全域常规监测业务和局域强化监测业务应常态化。常规监测业务可由国家海域动态监管中心定期发起，由省级海域动态监管中心组织实施；强化监测业务主要可由省级海域动态监管中心定期发起，国家海域动态监管中心可通过省级海域动态监管中心补充发起，由市、县级动态监管中心实施；定域应急监测业务可由事发地省级海域动态监管中心随机发起并组织实施。监测成果应逐级向上汇总，国家海域动态监管中心应对汇总的监测成果进行整理、入库管理。

在业务组织上，应针对现有动态监测机构建设情况，设计业务分工和协同方案，从机制上保证监测业务的顺利、有序开展。在资料获取上，应合理规划资料种类、时段和覆盖区域，稳定投入，确保资料来源畅通。应建立集中采购、有序分发的工作机制，保证各级监测业务机构的资料获取效率。在资料预处理环节，应将预处理工作按区域分解，缩短从资料获取到应用之间的时间差。在信息提取环节，应充分利用前一次监测成果，在比对前一次监测影像基础上，再提取变化海域的动态信息，减少信息提取工作量。在信息提取方法上，还应充分利用人工目视解译和计算机分类的优点，综合应用，提高效率。此外，还应从技术和机制上保证监测成果信息的流转与汇总效率。

3.5　技术支撑体系

业务化运行需要完善的技术支撑体系，包括：① 根据监测业务的组织与流程需要，合理建设各级监测业务机构的人员队伍，保持人员的结构合理和稳定。② 建立稳定、可靠的中、高分辨率卫星遥感数据源，合理布局并保持一定数量的无人机遥感系统；建立完备的地面控制点系统；在现有海域动态监视监测系统基础上，根据监测业务的方式和内容，完善系统功能，满足业务化运行与管理的需要。③ 研制更加高效的影像融合方法，以及适合在稀少控制点条件下的遥感影像配准方法，优选适合海域空间资源和用海活动监测的遥感分类方法。④ 针对管理业务需要，研制海域动态遥感监测成果系列模板。⑤ 针对影像预处理、遥感分类、信息提取、成果编制与汇总等环节，制定相应的技术规范。

4　结语与讨论

目前，我国的海域动态监视监测管理系统具备一定的遥感监测能力，但海域动态遥感监测模块基本处于随机应用状态，尚未形成常态化、规范化的监测业务。本研究借此对其业务化运行的框架体系做了初步规划。

本研究立足海域管理需求考虑遥感监测业务的发展问题，对科研、教学等社会服务的需求考虑较少，其应用主要限于海域动态监视监测管理系统中。本设计综合考虑了当前海域管理的现实需求、经济与技术水平等，在监测业务的形式、内容和技术指标选取上以实用、有效为原则，而未求“新”、求“高”。

参考文献

[1] 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.

[2] 索安宁，赵冬至，张丰收，等．海域使用格局卫星遥感监测与评价：以葫芦岛试验区为例[J]．海洋通报，2010，29(1)：6－11.

[3] 国家海洋局．2012 年海域使用管理公报[R]．2013.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 袁修孝，张过，吴春华．缺少控制点的卫星遥感影像外推定位[J]．武汉大学学报：信息科学版，2005，30(7)：577－579.

[7] 初佳兰，赵冬至，张丰收．基于关联规则的裙带菜筏式养殖遥感识别方法[J]．遥感技术与应用，2012，27(6)：941－946.