

海域使用遥感 监测与评估

REMOTE SENSING
Monitoring and Assessment of
Sea Use



索安宁 赵建华 马红伟 等 著



科学出版社

海域使用遥感监测与评估

索安宁 赵建华 马红伟 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对我国近岸海域大规模、高强度开发利用的监管工作技术需求,在海域使用空间格局及其变化过程的遥感监测基础上,创建了海域使用分析评估技术方法体系,用以反映海域使用时空变化特征。全书从围填海、区域建设用海规划、港口码头区、滨海旅游区、海水养殖区、区域海域使用和海域资源7个方面创建了20种海域使用遥感精细化监测技术与评估方法,并选取典型区域开展了每种遥感监测与评估方法的实践应用,以提高各方法的适用性。

本书可供海域使用监管人员、海岸带遥感科技人员、海岸带综合管理人员,以及有兴趣从事海岸带遥感应用研究的教师、学者及其他人员参考使用,也可为海域使用遥感监测与评估相关业务工作提供技术参考。

图书在版编目(CIP)数据

海域使用遥感监测与评估/索安宁等著. —北京:科学出版社, 2018.6
ISBN 978-7-03-057489-3

I. ①海… II. ①索… III. ①海域—海洋遥感—监测—研究 IV. ①P715.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 107066 号

责任编辑:朱 瑾 / 责任校对:严 娜
责任印制:张 伟 / 封面设计:铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 6 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2018 年 6 月第一次印刷 印张: 12 1/2

字数: 252 000

定价: 150.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《海域使用遥感监测与评估》

撰写人员名单

(按姓氏笔画排序)

马红伟 王 衍 李序春 初佳兰
张明慧 赵建华 索安宁 徐京萍

前 言

21 世纪以来,随着我国沿海开发开放格局的进一步深化,内陆产业趋海转移,沿海产业转型升级,港口物流、滨海旅游、临海工业、水产养殖等涉海产业规模逐年壮大,原本寂静沉稳的近岸海域快速转变成为我国海洋开发利用的热点区域。大型港口、临海工业区、滨海旅游区、滨海城镇等各类海洋开发利用活动在我国 18 000 多千米的大陆海岸线上随处可见。海域使用就是上述各类海洋开发利用活动对海域空间的占用和利用,是海上的“土地利用”。与陆地土地利用类似,海域使用也具有空间特定性、位置固定性、使用持续性、利用排他性等特点,它是各种海域开发利用活动在近岸海域表面镶嵌形成的空间综合体。

高空间分辨率、高时间频率卫星遥感技术的快速发展,使卫星遥感技术成为当前对地表观测/监测的主要技术手段,广泛地应用于土地利用、植被、灾害等地表观测/监测。2009 年国家海域使用动态监视监测系统开始业务化运行,该系统采用多种星源、不同空间分辨率的卫星遥感影像每年定期开展全国海域使用动态监测,获取了大量的填海造地、海上构筑物、围海养殖等海域使用面积、位置等监测数据,为国家和地方海域使用管理提供了可靠的数据支持。

党的十九大报告明确指出“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计”。集约用海、生态用海是海域使用管理领域落实生态文明建设的基本思路,也是海域使用管理的重要目标。海域使用动态监测不仅仅要监测各类海域使用类型的面积和位置,更重要的是要为集约用海、生态用海提供海域使用管理的决策依据。利用卫星遥感技术,从宏观尺度开展海域空间格局及其使用变化过程监测,创建反映海域使用时空变化特点的评估指标与方法。只有将海域使用遥感监测数据变成海域使用遥感监测与评估产品,才能使管理者全面了解海域使用的时空动态变化特征,提出更具针对性的集约用海、生态用海精细化管理政策制度,从而达到海域资源高效永续利用的管理目的。

十多年来,国家海洋环境监测中心海域监管技术团队在维护和支撑国家海域使用动态监视监测系统业务化监测与管理技术支撑工作的同时,也在不断地探索海域使用遥感监测与评估的新技术、新方法。该技术团队在海洋公益性行业科研专项项目“海域使用遥感动态监测业务化应用技术与示范”(201005011)、“近岸海域空间整治效果与开发存量评估关键技术研究应用”(201405025),以及国家自然科学基金等相关科研项目的支持下,针对我国海域使用遥感监测与评估的业务



化技术需求，以卫星遥感影像为主，结合海洋功能区划数据、海域使用权属数据等，研究构建了一系列海域使用遥感监测与评估技术方法，并成功投入国家海域使用动态监视监测管理系统业务化监测评估工作，取得了较好的效果。

本书是对以上海域使用遥感监测与评估研究工作的凝练与总结。全书共分八章，在系统分析海域使用管理工作需求和遥感监测技术特点的基础上，从围填海造地遥感监测与评估、区域建设用海规划空间格局遥感监测与评估、港口码头区遥感监测与评估、滨海旅游区遥感监测与评估、海水养殖区遥感监测与评估、区域海域使用遥感监测与评估、海域资源遥感监测与评估等方面提供了 20 种海域使用遥感监测与评估方法，并选取典型区域开展了每种海域使用遥感监测与评估方法的实践应用，以提高各方法的适用性，也为相关海域使用遥感监测与评估业务工作提供了技术案例，以便各方法的业务化推广应用。

全书具体分工如下：第一章索安宁、赵建华；第二章索安宁、初佳兰；第三章索安宁、王衍；第四章索安宁、李序春；第五章索安宁、张明慧；第六章初佳兰、徐京萍；第七章索安宁、赵建华、马红伟；第八章索安宁、赵建华、徐京萍。全书由索安宁、赵建华、马红伟通纂和定稿。由于研究的深度和水平有限，一些评估方法尚待实践工作的进一步检验，不足之处在所难免，敬请各位同行和广大读者批评指正。

索安宁

2017 年 12 月

目 录

第一章 海域使用遥感监测与评估概述	1
第一节 海域使用管理	3
第二节 海域使用分类体系	6
第三节 海域使用遥感监测总体方法	13
第二章 围填海造地遥感监测与评估	17
第一节 围填海造地工程施工过程遥感监测与评估	19
第二节 围填海区域开发利用遥感监测与评估	29
第三节 基于生命周期的围填海全过程遥感监测与评估	37
本章小结	50
第三章 区域建设用海规划空间格局遥感监测与评估	51
第一节 人工岛式区域建设用海规划遥感监测与评估	53
第二节 顺岸突堤式区域建设用海规划遥感监测与评估	60
第三节 区块组团式区域建设用海规划遥感监测与评估	66
本章小结	73
第四章 港口码头区遥感监测与评估	75
第一节 港口用海遥感监测方法	77
第二节 港口空间格局遥感监测与评估	81
第三节 港口使用状况遥感监测与评估	87
本章小结	95
第五章 滨海旅游区遥感监测与评估	97
第一节 滨海旅游区遥感影像特征	99
第二节 滨海旅游区开发建设效果遥感监测与评估	103
第三节 海岸沙滩养护效果监测与评估	111
本章小结	119
第六章 海水养殖区遥感监测与评估	121
第一节 基于光谱与纹理信息的浮筏养殖遥感监测技术	123
第二节 基于关联规则的裙带菜浮筏养殖遥感监测技术	134
第三节 面向对象的围海养殖遥感监测技术	141
本章小结	147



第七章 区域海域使用遥感监测与评估	149
第一节 区域海域使用空间格局综合监测与评估	151
第二节 区域海域使用空间协调性监测与评估	156
第三节 区域海域使用活跃度遥感监测与评估	162
本章小结	167
第八章 海域资源遥感监测与评估	169
第一节 海域开发存量监测与评估	171
第二节 围填海潜力区监测与评估	176
第三节 河口海湾空间格局遥感监测与评估	182
本章小结	188
参考文献	189

第一章

海域使用遥感监测与评估概述



第一节 海域使用管理

海洋是地球表面由广阔连续的咸水水体组成的海和洋的总称，是地球上水圈的主体，海洋覆盖了地球表面的 71%，水量占地球上总水量的 97%。洋是海洋的中心部分，它远离大陆，面积广阔，约占整个海洋面积的 89%，深度一般在 2000m 以上，水色深，透明度高，有强大的海流系统和各自的潮汐系统。海位于大洋边缘，紧靠大陆，水色浅，透明度低，水文特征既受大洋影响也受大陆影响。依据海与洋的分离状况，可以把海划分为内海、外海、边缘海、岛间海。《联合国海洋法公约》规定领海为沿海国家陆地领土毗邻的内水及其向外邻接的一带海域；在群岛国家的情形下，则为群岛水域外邻接的一带海域。领海主权范围包括领海的上空、水体、海床和底土。该公约还规定沿海国家在邻接领海不超过 200n mile 的专属经济区和大陆架内，有勘探、开发、养护和管理海床上覆水域、海床及其底土自然资源的主权权利。以上基本确切阐述了海域的概念，即海域实际上是指海洋所在地球表层一定区域的立体空间，从上空、海床上覆水域，直到海床及其底土。2002 年开始实施的《中华人民共和国海域使用管理法》指出，海域是指中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土，其中内水是指中华人民共和国领海基线向陆地一侧至海岸线的海域。可以看出法律意义上的海域是一个客观存在的立体空间，包含两层含义：①在垂直方向上，它不仅仅指水面，还包括水面以下的水体、海床和底土；②在水平方向上，海域包括内水和领海，具有明确的界限范围。

第二次世界大战以来，随着全球经济的快速发展和人口的急剧增长，陆地资源日益短缺，迫使人们不断向海洋索取生存必需的空间和发展必需的资源，由此拉开了大规模海洋开发利用的序幕。尤其是近几十年来，海洋开发利用的规模和强度持续加大，海洋经济快速增长，海洋产业在各沿海国家经济发展中的地位越来越重要。海域使用从广义上讲就是各类海洋开发利用活动的总称，它是指人类依据海域区位、资源与环境优势所开展的一切开发利用海洋资源的活动，以及在海域从事的海洋经济活动（于青松和齐连明，2006）。可以看出，海域使用与土地利用的内涵相似，它是海面上的“土地利用”，是承载各类海洋经济活动的基本载体。《中华人民共和国海域使用管理法》把海域使用界定为，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域 3 个月以上的排他性用海活动。这一定义概括了海域使用的 4 个特征：①使用的海域是特定的，利用海域的任何一部分，如水面、水



体、海床、底土，均为海域使用，例如，海底电缆管道虽然只占用底土，但也属于海域使用的一种类型；②固定使用海域，而非游动性使用，如航行、捕捞等则不属于海域使用；③持续使用海域，且时间在3个月以上；④使用主体具有排他性，即只要某一开发利用活动发生后，其他单位和个人则不能在此海域从事性质相同的开发利用活动。同时具备以上4项特征的海洋开发利用活动才属于海域使用。满足以上第一、第二和第四点，时间不足3个月但可能对国防安全、海上交通安全和其他用海活动造成重大影响的用海活动即为临时海域使用。

为了合理开发利用海洋资源，促进海洋产业协调、可持续发展，沿海国家和地区开展了各种形式的海域使用管理工作。英国将海域使用纳入土地利用规划系统，依法禁止向海域投弃任何物质，以保护海洋环境。美国对海域的使用主要体现在商业、海事运输、食物生产和安全防御等方面，为管理这些海域使用活动，美国颁布了《水下土地法》《外大陆架土地法》《海岸带管理法》《海洋保护、研究和自然保护区法》《深水港法》《渔业保护与管理法》等海域使用管理法律。日本陆地资源匮乏，经济社会发展多依赖于海洋，有效利用海洋资源成为日本一个非常重要的发展战略。日本对海域的使用包括航运、渔业、矿产资源、海水利用及围填海造地建设人工岛、海上机场、工业用地、居住用地，建造人造沙滩、海水浴场、旅游基地等，为了管理复杂的海域使用活动，日本较早地建立了一套完整的海域使用管理法律体系，包括《海洋基本法》《公有水面填埋法》《渔港法》《关于渔业水域的临时措施法》《水产资源保护法》等。韩国属于典型的半岛国家，海洋资源丰富，海洋产业在国民经济中占有较大比重，海域使用及其管理系统相对完善，其最为重要的法律是1961年颁布的《公有水面管理法》。该法就公有水面使用权许可、费用征收、权利义务，以及权利转让、停止和取消做了详细的规定。

我国海域使用管理实行中央统一管理 with 授权地方分级管理相结合的管理模式，《中华人民共和国海域使用管理法》第七条规定：“国务院海洋行政主管部门负责全国海域使用的监督管理。沿海县级以上地方人民政府海洋行政主管部门根据授权，负责本行政区毗邻海域使用的监督管理。”原国家海洋局为国务院海洋行政主管部门，是负责监督管理全国海域使用和海洋环境保护、依法维护海洋权益、组织海洋科技研究的中央级海洋行政主管部门。在原国家海洋局之下，设有多个直属单位，其中北海分局、东海分局和南海分局是原国家海洋局在3个海区的派出机构，负责监督管理各自海区的海域使用活动。按照海域使用项目审批权限，国务院主要负责审批50hm²以上的填海项目、100hm²以上的围海项目、700hm²以上不改变海域自然属性的用海项目及国家重大建设用海项目。省级人民政府负责审批50hm²以下的填海项目，不得下放权限。100hm²以下的围海项目由省、市、县三级人民政府分级审批，审批权限由省级人民政府规定。大体上是，完全改变



海域自然属性的用海项目由国务院和省级人民政府审批，不完全改变海域自然属性的用海项目按面积分级审批，不改变海域自然属性的养殖用海项目一般由市、县两级人民政府审批。

我国海域使用管理制度是由多种专项管理制度组成的制度体系，主要包括以下制度。

①海洋功能区划制度。海洋功能区划的主要任务是根据海域自然资源环境条件，科学划定海洋基本功能区，明确海域功能定位和管理要求。海洋基本功能区分为 8 个一级类，包括农渔业区、港口航运区、旅游娱乐区、海洋保护区等。海洋功能区划由海洋行政主管部门会同有关部门编制，其中全国海洋功能区划和省级海洋功能区划由国务院批准实施，市、县海洋功能区划由省级人民政府批准实施。所有涉海行业规划都应当与海洋功能区划相符合，项目用海审批要以海洋功能区划为依据。

②海域权属管理制度。海域属于国家所有，单位和个人使用海域前必须依法取得海域使用权。海域使用权可以通过申请审批、招标、拍卖、挂牌出让等多种方式取得。海域使用申请统一由海洋行政主管部门受理，由国务院和沿海县级以上地方政府按照规定的审批权限批准。海域使用权人享有依法用海、获取收益的权利，可以依法转让、出租、抵押。

③海域有偿使用制度。单位和个人使用海域前应当按照规定的征收标准缴纳海域使用金。根据不同的用海性质或情形，可以一次性缴纳或按年度逐年缴纳，符合法定条件的还可以申请减免海域使用金。海域使用金征收标准由财政部和原国家海洋局统一制定。海域使用金纳入财政预算，中央与地方三七分成，实行收支两条线。

④海域使用论证制度。海域使用论证的目的是对项目用海的科学性和合理性进行综合评估，为各级海洋行政主管部门审批用海项目提供科学的决策依据。单位和个人提出海域使用申请，必须开展海域使用论证并编制海域使用论证报告/报表。海域使用论证报告编制完成后由海洋行政主管部门组织专家评审，并出具专家评审意见，专家评审通过的海域使用论证报告/报表是海域使用审批的重要依据之一。

⑤海域使用动态监测与评估制度。国务院海洋行政主管部门负责全国海域使用的监督管理，沿海县级以上地方人民政府海洋行政主管部门根据授权，负责本行政区域毗邻海域使用的监督管理。为了加强海域使用监督管理，国家建立了海域使用动态监视监测管理系统，分国家、省、市、县四级节点，采用卫星遥感、航空遥感、远程监视、地面监测等手段对全国海域使用进行动态监测与管理。



第二节 海域使用分类体系

我国海域使用历史久远，由捕鱼、晒盐等最原始的海域使用类型，发展到海水综合利用、海洋医药、海洋能源等多种新型海域使用类型。为了合理利用海域资源，规范海域使用管理，实现海域资源可持续利用，海洋行政主管部门从多个角度对海域使用类型进行了划分。《海域使用分类》（HY/T 123—2009）根据海域使用用途将海域使用类型划分为渔业用海、工业用海、交通运输用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、排污倾倒用海、造地工程用海、特殊用海和其他用海 9 个一级类型 30 个二级类型。同时根据海域使用特征及其对海域自然属性的改变和影响程度将海域使用方式划分为填海造地、构筑物、围海、开放式和其他方式 5 个一级用海方式 20 个二级用海方式。

一、海域使用类型分类

海域使用类型划分主要以海域使用用途为依据，并遵循对海域使用类型的一般认识，与海洋功能区划、海洋相关产业等相关分类相协调。海域使用类型分类体系见表 1-1。

表 1-1 海域使用类型分类体系

一级类型		二级类型	
编码	名称	编码	名称
1	渔业用海	11	渔业基础设施用海
		12	围海养殖用海
		13	开放式养殖用海
		14	人工鱼礁用海
2	工业用海	21	盐业用海
		22	固体矿产开采用海
		23	油气开采用海
		24	船舶工业用海
		25	电力工业用海
		26	海水综合利用用海
		27	其他工业用海



续表

一级类型		二级类型	
编码	名称	编码	名称
3	交通运输用海	31	港口用海
		32	航道用海
		33	锚地用海
		34	路桥用海
4	旅游娱乐用海	41	旅游基础设施用海
		42	浴场用海
		43	游乐场用海
5	海底工程用海	51	电缆管道用海
		52	海底隧道用海
		53	海底场馆用海
6	排污倾倒用海	61	污水达标排放用海
		62	倾倒区用海
7	造地工程用海	71	城镇建设填海造地用海
		72	农业填海造地用海
		73	废弃物处置填海造地用海
8	特殊用海	81	科研教学用海
		82	军事用海
		83	海洋保护区用海
		84	海岸防护工程用海
9	其他用海		

(一) 渔业用海

渔业用海是指为开发利用渔业资源、开展海洋渔业生产所使用的海域。包括渔业基础设施用海、围海养殖用海、开放式养殖用海和人工鱼礁用海 4 个二级类型。其中渔业基础设施用海是指用于渔船停靠、进行装卸作业和避风，以及用于繁殖重要苗种的海域，包括渔业码头、引桥、堤坝、渔港港池（含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域）、渔港航道、附属的仓储地、重要苗种繁殖场所及陆上海水养殖场延伸入海的取排水口等所使用的海域。围海养殖用海是指通过筑堤围割海域进行封闭或半封闭式养殖生产的海域。开放式养殖用海是指无须筑堤围割海域，在开敞条件下进行养殖生产所使用的海域，包括浮筏养殖、网箱养殖及无人工设施的人工投苗或自然增殖生产等所使用的海域。人工鱼礁用海是指通过构筑人工鱼礁进行增养殖生产的海域。



（二）工业用海

工业用海是指开展工业生产所使用的海域。包括盐业用海、固体矿产开采用海、油气开采用海、船舶工业用海、电力工业用海、海水综合利用用海和其他工业用海 7 个二级类型。其中盐业用海是指用于盐业生产的海域，包括盐田、盐田取排水口、蓄水池、盐业码头、引桥及港池（船舶靠泊和回旋水域）等所使用的海域。固体矿产开采用海是指开采海砂及其他固体矿产资源所使用的海域，包括海上及通过陆地挖至海底进行固体矿产开采所使用的海域。油气开采用海是指开采油气资源所使用的海域，包括石油平台、油气开采用栈桥、浮式储油装置、输油管道、油气开采用人工岛及其连陆或连岛道路等所使用的海域。船舶工业用海是指船舶（含渔船）制造、修理、拆解等所使用的海域，包括船厂的厂区、码头、引桥、平台、船坞、滑道、堤坝、港池（含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域，船坞、滑道等的前沿水域）及其他设施等所使用的海域。电力工业用海是指电力生产所使用的海域，包括电厂、核电站、风电场、潮汐及波浪发电站等的厂区、码头、引桥、平台、港池（含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域）、堤坝、风机坐墩和塔架、水发电设施、取排水口、蓄水池、沉淀池及温排水区等所使用的海域。海水综合利用用海是指开展海水淡化和海水化学资源综合利用等所使用的海域。包括海水淡化厂、制碱厂及其他海水综合利用工厂的厂区、取排水口、蓄水池及沉淀池等所使用的海域。其他工业用海是指上述工业用海以外的工业用海，包括水产品加工厂、化工厂、钢铁厂等的厂区、企业专用码头、引桥、平台、港池（含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域）、堤坝、取排水口、蓄水池及沉淀池等所使用的海域。

（三）交通运输用海

交通运输用海是指为满足港口、航运、路桥等交通需要所使用的海域。包括港口用海、航道用海、锚地用海、路桥用海 4 个二级类型。其中港口用海是指供船舶停靠、进行装卸作业、避风和调动等所使用的海域，包括港口码头（含开敞式的货运和客运码头）、引桥、平台、港池（含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域）、堤坝及堆场等所使用的海域。航道用海是指交通部门划定的供船只航行使用的海域（含灯桩、立标及浮式航标灯等海上航行标志所使用的海域），不包括渔港航道所使用的海域。锚地用海是指船舶候潮、待泊、联检、避风及进行水上过驳作业等所使用的海域。路桥用海是指连陆、连岛等路桥工程所使用的海域，包括跨海桥梁、跨海和顺岸道路等及其附属设施所使用的海域，不包括油气开采用连陆、连岛道路和栈桥等所使用的海域。



(四) 旅游娱乐用海

旅游娱乐用海是指开发利用滨海和海上旅游资源,开展海上娱乐活动所使用的海域。包括旅游基础设施用海、浴场用海和游乐场用海3个二级类型。其中旅游基础设施用海是指旅游区内为满足游人旅行、游览和开展娱乐活动需要而建设的配套工程设施所使用的海域,包括旅游码头、游艇码头、引桥、港池(含开敞式码头前沿船舶靠泊和回旋水域)、堤坝、游乐设施、景观建筑、旅游平台、高脚屋、旅游用人工岛及宾馆饭店等所使用的海域。浴场用海是指专供游人游泳、嬉水的海域。游乐场用海是指开展游艇、帆板、冲浪、潜水、水下观光及垂钓等海上娱乐活动所使用的海域。

(五) 海底工程用海

海底工程用海是指建设海底工程设施所使用的海域。包括电缆管道用海、海底隧道用海和海底场馆用海3个二级类型。其中电缆管道用海是指埋(架)设海底通信光(电)缆、电力电缆、深海排污管道、输水管道及输送其他物质的管状设施等所使用的海域,不包括油气开采输油管道所使用的海域。海底隧道用海是指建设海底隧道及其附属设施所使用的海域,包括隧道主体及其海底附属设施,以及通风竖井等非透水设施所使用的海域。海底场馆用海是指建设海底水族馆、海底仓库及储罐等及其附属设施所使用的海域。

(六) 排污倾倒用海

排污倾倒用海是指用来排放污水和倾倒废弃物的海域。包括污水达标排放用海和倾倒区用海两个二级类型。其中污水达标排放用海是指受纳指定达标污水的海域。倾倒区用海是指废弃物倾倒区所占用的海域。

(七) 造地工程用海

造地工程用海是指为满足城镇建设、农业生产和废弃物处置需要,通过筑堤围割海域并最终填成土地,形成有效海岸线的海域。包括城镇建设填海造地用海、农业填海造地用海和废弃物处置填海造地用海3个二级类型。其中城镇建设填海造地用海是指通过筑堤围割海域,填成土地后用于城镇(含工业园区)建设的海域。农业填海造地用海是指通过筑堤围割海域,填成土地后用于农业、林业、牧业生产的海域。废弃物处置填海造地用海是指通过筑堤围割海域,用于处置工业废渣、城市建筑垃圾、生活垃圾及疏浚物等废弃物,并最终形成土地的海域。

(八) 特殊用海

特殊用海是指用于科研教学、军事、自然保护区及海岸防护工程等的海域。