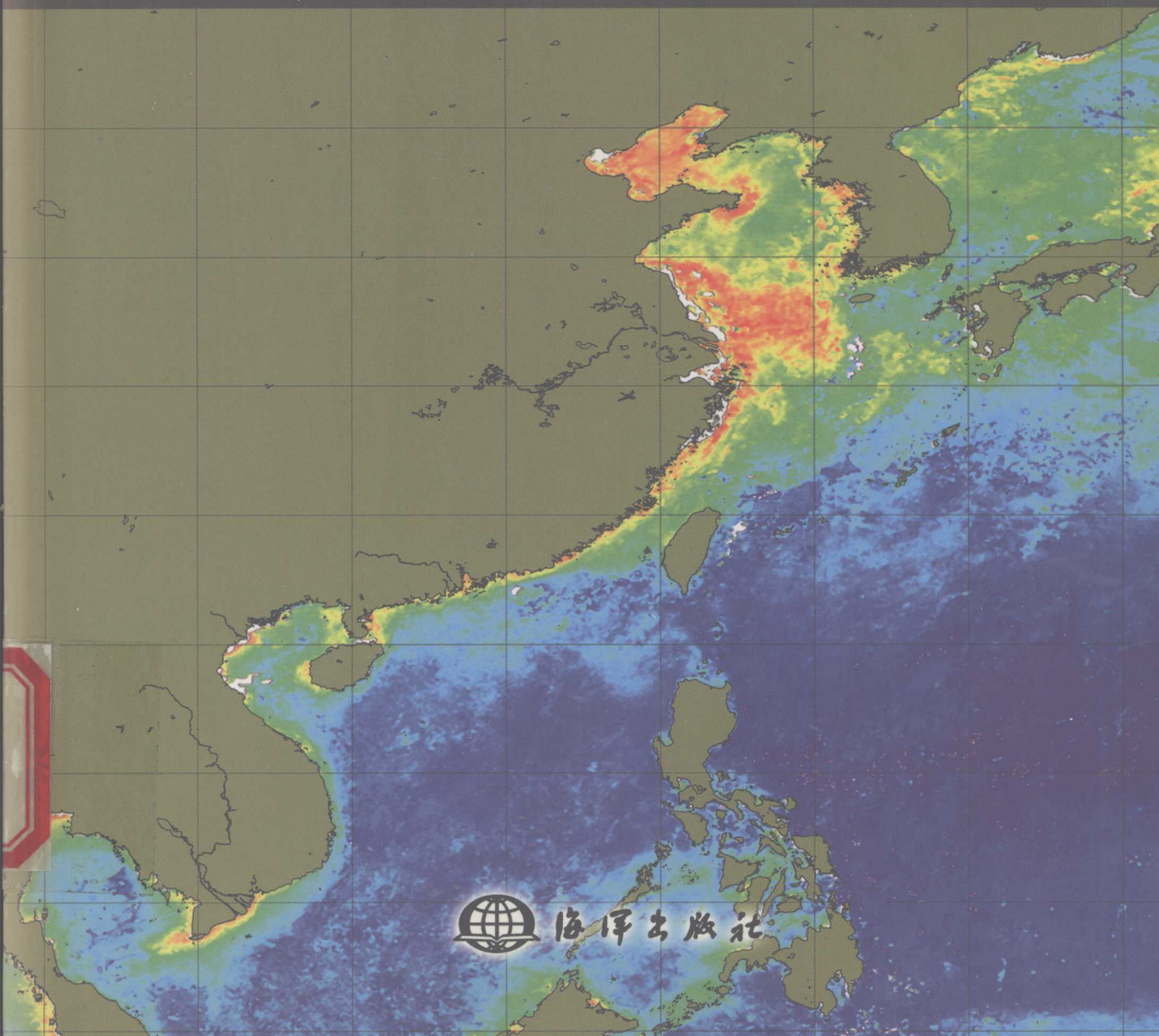


· 国家863计划海洋监测技术研究丛书 ·

海岸带及近海卫星遥感 综合应用技术

恽才兴 主编



海洋出版社

海岸带及近海卫星遥感 综合应用技术

恽才兴 主编

海洋出版社

2005年·北京

图书在版编目(CIP)数据

海岸带及近海卫星遥感综合应用技术 / 恽才兴主编.
北京: 海洋出版社, 2005. 1
ISBN 7-5027-6289-2

I. 海… II. 恽… III. ①卫星遥感—应用—海岸带
②卫星遥感—应用—近海 IV. ①P72 ②P737.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 000518 号

责任编辑: 阎 安
责任印制: 严国晋

海洋出版社 出版发行

<http://www.cceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京蓝空印刷厂印刷 各地新华书店经销

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 10

字数: 250 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 50.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海岸带及近海卫星遥感综合应用技术》

编 委 会

主 编 恽才兴

副主编 韩 震 蒋雪中 杨晓梅 刘建强 苏奋振

编 委 (按姓氏笔画为序)

王敬贵 仇天宇 刘庆生 刘宝银

刘建强 杜云艳 杨晓梅 苏奋振

李四海 沈 芳 张自川 陈秀法

金亚秋 赵冬至 恽才兴 唐军武

韩 震 蒋雪中 樊 伟

前 言

海岸带是人口聚集、资源丰富、生态环境脆弱、开发程度较高的地区。随着沿海地区经济高速发展,工业化和城市化过程不仅改变了沿海土地利用的类型和产业结构,而且使海岸带和近海的资源与环境状况发生显著变化。这些变化信息依靠常规的调查勘测手段难以获取,而卫星遥感技术则成为定期监测沿海和近海资源与环境变化的有效手段。

1972年7月23日美国陆地卫星(Landsat)及1978年10月24日美国第一颗水色卫星(Nimbus-7)发射以来,卫星遥感在海岸带资源与环境监测中的应用已从实验研究阶段走向实用化和业务化的阶段。

21世纪为海洋世纪,为了合理开发利用我国沿海的自然资源和加强海岸带与近海环境的监测和管理,国家高技术研究发展计划(“863”计划)在资源与环境技术领域设置了“中国海岸带及近海卫星遥感综合应用系统技术”研究课题(2003AA604040),课题中围绕两个基础平台(中国海岸带及近海遥感综合应用技术平台和中国海岸带及近海遥感科学数据平台)和五个应用目标开展各项工作,其中建立中国海岸带与近海卫星遥感分类标准体系及应用技术规程是综合应用系统技术的重要组成部分。本书属该课题分类标准及技术规程的主要阶段成果。

《海岸带及近海卫星遥感综合应用技术》研究范围涵盖了沿海陆域、潮间带、近岸浅水水域及近海海区。全书共分12章,研究内容涉及海岸带及近海的分区、分带,土地利用、土地覆盖分类以及卫星遥感分类;多源卫星遥感数据在不同监测对象应用中的原理、研究技术和制图方法;最后两章为水体光谱测量及地表反射率演算方法及海岸带遥感调查实例研究,供专业工作者和读者在开展遥感应用基础研究和实际调查监测工作时参考。

本书由国家“863”海洋监测技术主题中国海岸带及近海卫星遥感综合应用系统技术资助,其编撰出版是汇集国内众多海洋遥感工作者多年研究经验的一次尝试,编者的意图在于抛砖引玉,目的在于推动我国海岸带和近海卫星遥感应用走向规范化和标准化。

编 者

目 次

第 1 章 海岸带与近海分区、分带和遥感分类	(1)
1.1 海岸带基本概念	(1)
1.2 滨岸地区	(2)
1.3 潮间带与海滨湿地	(3)
1.4 海岸带管理范围	(5)
1.5 海岸带及近海遥感应应用分类系统和技术流程	(5)
第 2 章 海岸带土地利用和土地覆盖分类	(8)
2.1 分类原则	(8)
2.2 分类及编码	(9)
第 3 章 海滨湿地遥感监测	(20)
3.1 植被遥感监测	(20)
3.2 潮滩高程及冲淤变化遥感定量反演	(24)
第 4 章 二类水体水色遥感监测	(29)
4.1 二类水体水色遥感机理	(29)
4.2 悬浮泥沙遥感监测	(31)
4.3 叶绿素遥感监测	(35)
第 5 章 赤潮遥感监测	(43)
5.1 赤潮及爆发机理	(43)
5.2 遥感信息反演模式	(45)
5.3 应用技术流程	(53)
5.4 典型案例和例图	(54)
第 6 章 近岸海域海温遥感监测	(61)
6.1 卫星海面温度遥感历史与现状	(61)
6.2 探测原理与反演方法	(62)
6.3 海面温度反演流程(以 NOAA 气象卫星为例)	(63)
6.4 生成产品样图展示	(64)

第 7 章 近岸海域海冰遥感监测	(66)
7.1 海冰遥感现状与技术水平	(66)
7.2 海冰遥感原理	(67)
7.3 海冰参数提取方法	(67)
7.4 图例	(70)
第 8 章 珊瑚岛礁浅水水深、地形遥感基本原理与方法	(73)
8.1 应用背景和发展历史	(73)
8.2 原理和方法	(74)
8.3 珊瑚礁遥感图像处理和制图的技术流程	(76)
8.4 珊瑚礁地貌分类与成果例图	(77)
第 9 章 合成孔径雷达(SAR)卫星遥感在海岸带环境监测中的应用	(84)
9.1 概述	(84)
9.2 SAR 遥感研究现状与发展前景	(85)
9.3 SAR 遥感技术在海洋以及海岸带的应用	(86)
第 10 章 海岸带遥感制图	(98)
10.1 海岸带遥感制图技术流程	(98)
10.2 海岸带遥感图幅制作技术总流程	(103)
10.3 遥感图像预处理	(103)
第 11 章 水体光谱测量规程及地表反射率演算方法	(111)
11.1 术语、符号和单位	(111)
11.2 技术要求	(113)
11.3 观测方法	(115)
11.4 数据处理	(118)
11.5 观测记录	(122)
11.6 水体总反射率测量	(123)
11.7 地表反射率演算方法介绍	(124)
第 12 章 海岸带遥感调查实例	(126)
12.1 海岸带高分辨率遥感图像典型地物及其影像特征	(126)
12.2 海岸带土地利用和土地覆盖调查实例	(132)
12.3 海岸带海水养殖遥感调查实例	(143)
主要参考文献	(147)

第 1 章 海岸带与近海分区、分带和遥感分类

1.1 海岸带基本概念

海岸带是岩石圈、大气圈、水圈和生物圈相交的地区,这里不仅具有较高的物理能量,丰富的自然资源和生物多样性,以及人类的大量开发活动,而且是全球变化中非常敏感的部位。

从海岸带自然生态系统含义考虑,它涉及河口、海湾、潟湖、海峡、三角洲淡水森林沼泽、海滨盐沼、海滩、潮滩、岛屿、珊瑚礁、海滨沙丘及各类海岸的近岸和远岸水域,其向陆方向上界为潮波、潮流盐水和半咸水影响的地区,海域的狭义部分为近岸浅水地区,广义部分可扩展至整个大陆架(图 1-1)。

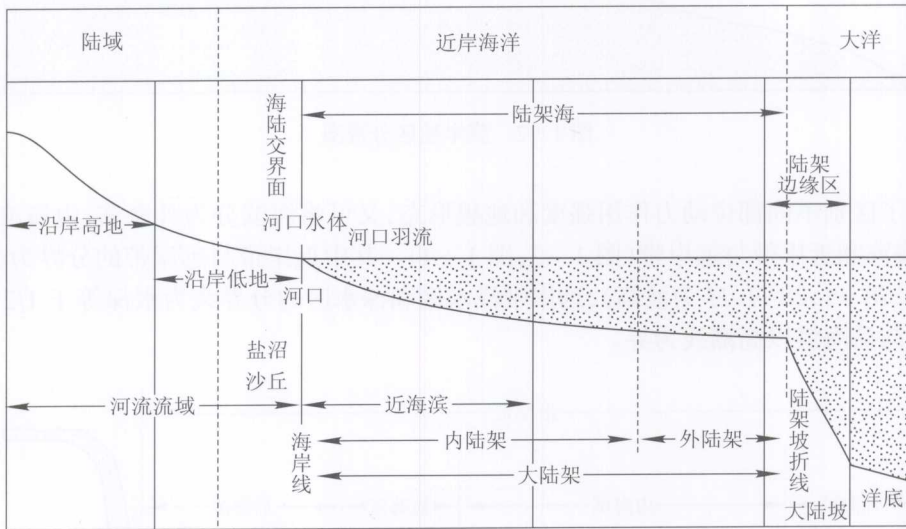


图 1-1 海岸带及近海分区图

从海岸变化的地质过程和物理过程角度出发,海岸带的陆上界限应是古海岸线和最大风暴潮达及的区域,海域界限为波浪作用影响的浅水地区和河口羽流输移扩散的外界。

1.2 滨岸地区

滨岸地区是指海陆交互作用最活跃的地带和人类经济活动及沿岸工程最密集的地区,在波浪和沿岸流共同作用下,海陆相互作用的界面常形成各种类型的海滩和潮间带浅滩(图 1-2)。

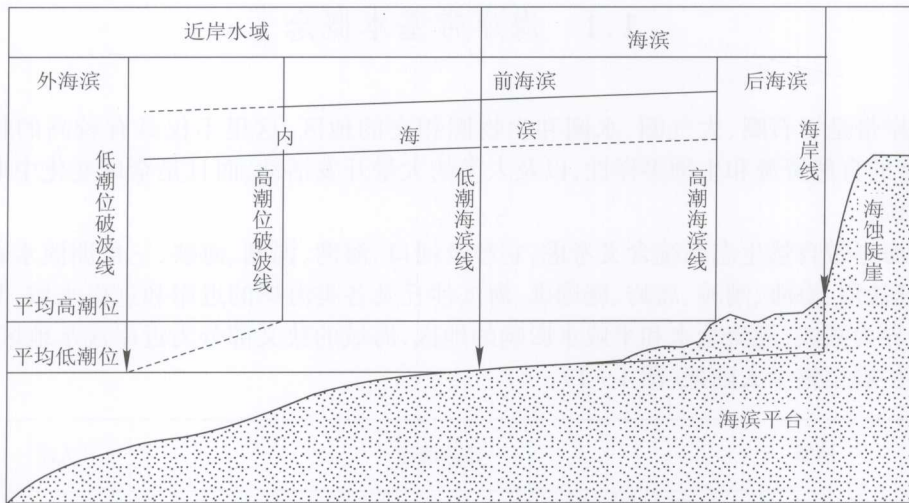


图 1-2 滨岸地区分带图

为了区别不同部位动力作用强度和地貌形态,又可将海滨分为外海滨、内海滨、前海滨、后海滨和近岸带与远岸带(图 1-3,图 1-4)。其中近岸带与远岸带的分界为起始破波线($0.78 \sim 1.28 H$, H 为波高),远岸带浅水区和深水区的分界线为水深等于 $1/2$ 波长,前海滨与后海滨以高潮线为界。

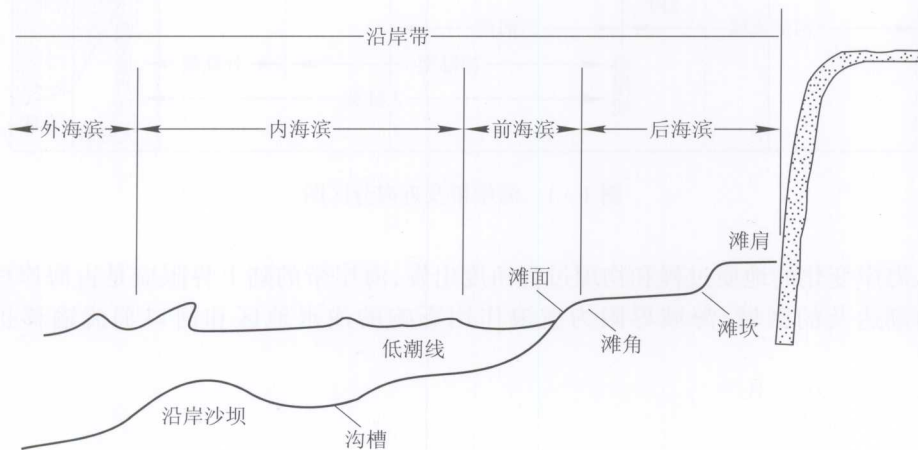


图 1-3 海滩剖面单元图

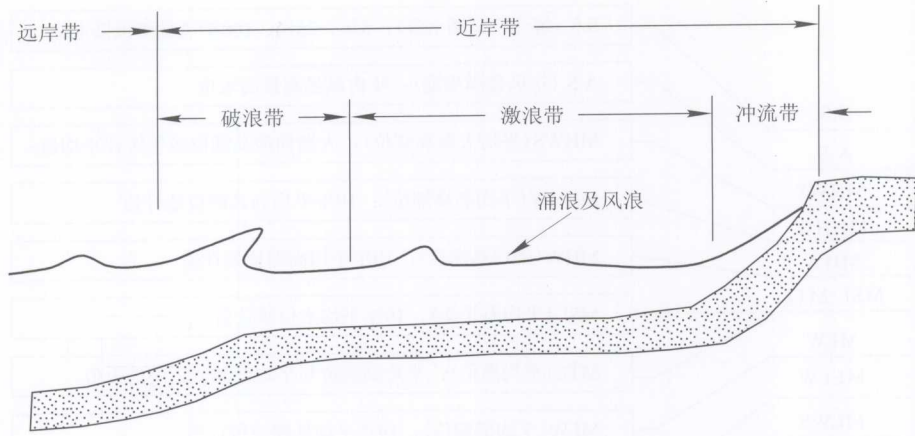


图 1-4 波浪和水流在近岸地区作用分带

1.3 潮间带与海滨湿地

在潮汐作用显著的平原海岸,潮间带滩涂宽阔,地形坡度平缓,随着潮汐周期的变化和 water 的升降,可以将潮间带分为高潮滩(大潮高潮位—小潮高潮位)、中潮滩(小潮高潮位—小潮低潮位)和低潮滩(小潮低潮位—大潮低潮位)三个亚区(图 1-5)。

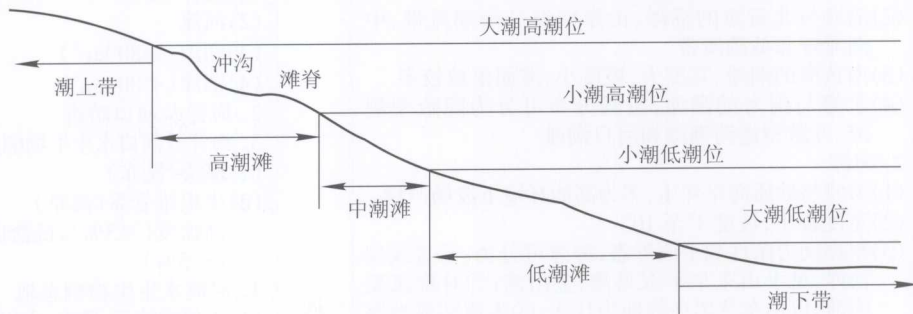


图 1-5 潮间带分区图

由于沿岸工程规划和设计需要,对潮汐曲线、潮差、潮位和海岸线位置可细分为最大天文高、低潮位,平均大潮高、低潮位,平均小潮高、低潮位,最小潮高、低潮位等特征水位线和各种统计潮位资料(图 1-6)。

海滨湿地是指海陆交互作用下经常被静止或者流动的水体所侵淹的沿海低地,潮间带滩地及低潮时水深不超过 6 m 的浅水水域,它有较强的海洋生产力和独特的生态系统及动植物区系,是海岸带资源与环境保护的重要对象。

海滨湿地分有植物生长和无植物生长的两大类。生长喜水植物或盐生植物的称海滨沼泽,其亚类分淡水沼泽、半咸水沼泽、盐水沼泽和红树林沼泽;不生长高等植物的为潮间带裸露滩地和浅水水域,其亚类为岩滩、砾石滩、沙滩、粉砂质淤泥滩、淤泥滩、珊瑚礁、牡蛎礁、河口湾、潟湖、海峡等。按照中国海岸带环境特点,可以将海滨湿地分成潮间带湿地和近岸浅水水域两大类(表 1-1)。



图 1-6 海岸特征水位参数分级图

表 1-1 海滨湿地分类表

类别	亚 类	类别	亚 类
潮间带湿地	1. 潮滩 (1)广泛分布于淤泥质海岸 (2)渤海与北黄海的潮滩,由岸向海分高潮滩带、中潮滩带和低潮滩带 (3)南黄海的潮滩,宽度大,坡度小,滩面植被较多 (4)东海与南海的潮滩,按其分布可分为隐蔽型潮滩、开敞型港湾潮滩和河口潮滩 2. 海滩 (1)海滩与砂质海岸伴生,多为高能环境下波场产物 (2)宽度较小,坡度 1° 至 10° (3)根据动力条件和平面形态,海滩可分为:①直线型海滩,见于山东牟平双岛湾、金山湾;②对称弧型海滩,以山东芝罘岛等地为代表;③不规则弧型海滩分布较广;④对称螺型海滩,鲁、粤等地多见 (4)浙江以南的海滩,断断续续发育有海滩岩 3. 岩滩 (1)见于基岩海岸,规模较小 (2)呈平台状,其上有海蚀柱、海蚀洞(穴)、海蚀拱桥等,平台后缘海蚀崖壮观 4. 红树林滩 (1)热带、亚热带潮滩生长红树林植物 (2)红树林植物盘根错节,滩地潮沟发育,见于琼、粤、桂、闽、台等地 5. 礁坪 (1)为珊瑚建造的平台 (2)礁平台表面崎岖、潮沟、网状沟槽、礁塘、石芽、“黑圆石”发育,前缘多有礁砾垒 (3)见于南海诸岛、海南岛、北部湾涠洲岛,雷州半岛、广东大亚湾等地也有零星分布	近岸浅水水域	1. 水体 (1)海洋/河口 (2)河流 (3)湖泊($\geq 80 \text{ km}^2$) (4)沼泽($< 80 \text{ km}^2$) 2. 海洋及河口暗礁 3. 海洋及河口水生生物栖息地 (1)藻类(昆布) (2)生根维管系(海草) 高盐度($\geq 5\%$),低盐度($< 5\%$) 4. 河流水生生物栖息地 (1)生根维管系、藻类、水生植物 (2)挺水植物 (3)浮叶植物 (4)沉水植物 5. 湖泊水生生物栖息地 ($\geq 80 \text{ km}^2$) (1)生根维管系、藻类、水生植物 (2)挺水植物 (3)浮叶植物 (4)沉水植物 6. 沼泽水生生物栖息地 ($< 80 \text{ km}^2$) (1)生根维管系/藻类/水生植物 (2)挺水植物 (3)浮叶植物 (4)沉水植物

1.4 海岸带管理范围

海岸带管理的范围由沿海国家或者沿海省(市)、州、县等行政部门根据当地的自然资源与环境状况、社会经济发展需求和规划而确定。各个国家所定的尺度不一。例如斯里兰卡海岸带管理的内陆边界为平均高潮位以上 300 m,海上边界为平均低潮位以下 2 km;巴西的陆上边界为平均高潮位以上 2 km,海上边界为平均高潮位以下 12 km;我国海岸带调查研究范围陆上边界统一为平均高潮位以上 10 km,海上边界为 15 m 等深线(表 1-2)。

表 1-2 海岸带管理范围实例

国家和地区	陆上界限	海上界限
巴 西	平均高潮位以上 2 km	平均高潮位下 12 km
哥斯达黎加	平均高潮位以上 200 m	平均低潮位
中 国	平均高潮位以上 10 km	15 m 等深线
以 色 列	1~2 km 范围内变化	平均低潮位以外 500 m
澳大利亚南部	平均高潮位以上 100 m	领海基线外 3 n mile
澳大利亚昆士兰州	平均高潮位以上 400 m	领海基线外 3 n mile
西 班 牙	最高潮位或风暴潮以上 500 m	12 n mile 领海范围
斯里兰卡	平均高潮位以上 300 m	平均低潮位以下 2 km

在确定海岸带管理范围时,陆上边界的参考界限可以是沿岸山丘的山顶,开发利用山坡上界,地方行政区区界或高潮线以上公认的界限(山麓线,沿海第一条公路或铁路,河口第一座桥梁、涵闸等);海上界限的参考界限为各国自行确定的传统边界、各国所属的领海和世界公认的领海毗连区(一般为 24 n mile),大陆架的坡脚,200 n mile 专属经济区的外缘。管理的内涵应包括鱼类的生境条件,索饵肥育场及捕捞、养殖区的圈定,海岸及海域的使用范围,海洋资源的开发规划等。直接影响开发利用的腹地应该包括三个部分:潮上带范围主要是风暴潮淹没的区域;潮间带涉及海滩、潮坪、盐沼、红树林等;潮下带浅水区覆盖港湾、潟湖、河口、三角洲汉道、海草(藻)群落、珊瑚礁、贝类栖息的海床、水下沙坝和近岸小岛(图 1-7)。从我国国情出发,我们认为海岸带管理的陆域范围应该是开发利用规划和决策的一级行政单位,即沿海县(县级市)、省(市)直属区和独立开发区的行政边界,海域管理范围以领海基线以外 12 n mile 为宜。

1.5 海岸带及近海遥感应用分类系统和技术流程

1.5.1 海岸带及近海遥感应用分类系统

关于海岸带及近海遥感应用的分类,不同专业领域的研究人员从不同角度作了很多有益的探索。本书在综合分析我国海岸带及近海地学特征和传感器特性的基础上,提出

了三种分类方法:第一种分类方法主要是根据我国海岸带分带范围和利用状况进行分类的,具体内容见第2章;第二种分类方法是按照专题信息进行分类,本书各章节按此编排;第三种分类方法是按照卫星及其传感器类型进行分类的。

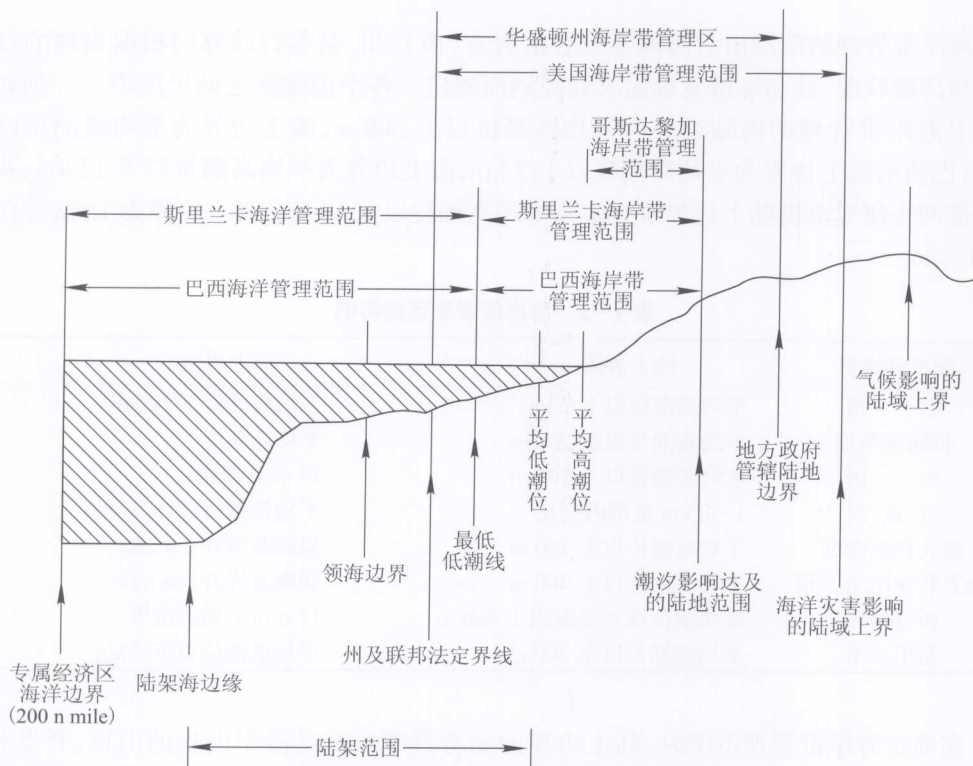


图 1-7 海岸带划界——自然界限与法定界限

1. 按海岸带分带范围和利用状况进行分类

- (1) 沿海陆域遥感:包括农用地遥感;建设用地遥感;未利用地遥感。
- (2) 潮间带遥感:包括农用潮间带土地遥感;建筑用潮间带土地遥感;未利用潮间带土地遥感。
- (3) 浅水和近海水域遥感:包括农用近岸海域遥感;近岸海域建筑遥感;未利用海域遥感。

2. 按专题信息进行分类

- (1) 海岸带土地利用及土地覆盖遥感;
- (2) 海滨湿地遥感;
- (3) 二类水体水色遥感;
- (4) 赤潮遥感;
- (5) 近岸海域海温遥感;
- (6) 近岸海域海冰遥感;
- (7) 珊瑚岛礁浅水深、地形遥感。

3. 按卫星及其传感器类型进行分类

- (1) 陆地卫星遥感;

- (2) 水色卫星遥感;
- (3) 海洋动力卫星遥感;
- (4) 高光谱卫星遥感。

1.5.2 海岸带及近海遥感应用技术流程

海岸带及近海遥感综合应用是一个系统工程,为保障业务化工作的顺利完成,其技术流程如图 1-8 所示。

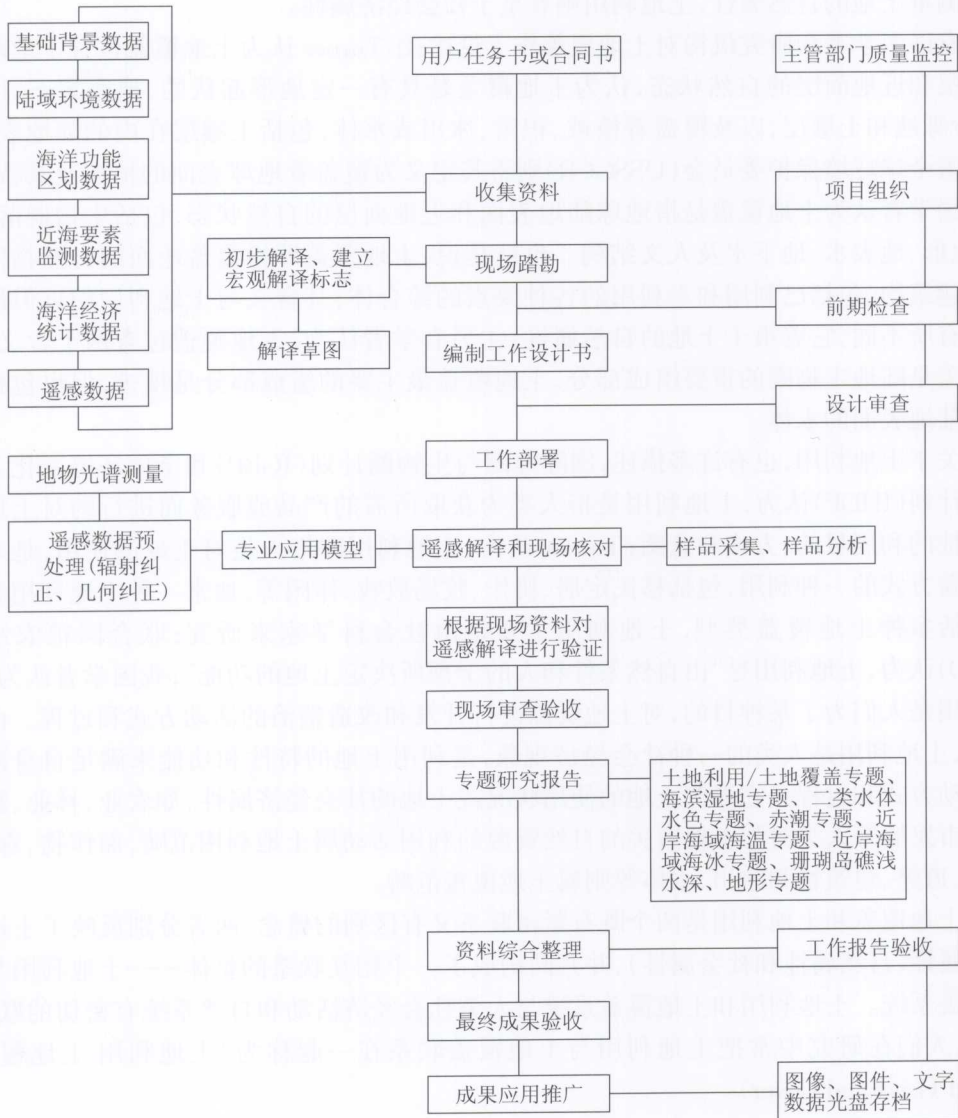


图 1-8 海岸带及近海遥感应用技术流程

第2章 海岸带土地利用和土地覆盖分类

土地利用和土地覆盖是对地球表面性质、形态、特征的描述和表达。一般认为土地覆盖侧重土地的自然属性,土地利用则着重于社会经济属性。

有许多学者和研究机构对土地覆盖作了论述:①Turner认为土地覆盖包含了地球地表层和近地面层的自然状态,认为土地覆盖是具有一定地形起伏的、裸露岩石、风化壳、砂砾地和土壤层,以及覆盖着植被、积雪、冰川或水体,包括土壤层在内的陆地表层;②美国全球环境保护委员会(USSGCR)则将其定义为覆盖着地球表面的植被及其特质;③我国学者认为土地覆盖是指地球陆地表面和近地面层的自然状态,包括生物群落、土壤、地形、地表水、地下水及人文结构。也就是说,土地覆盖即指覆盖地面的自然物体和人工建筑物,包括已利用和未利用的各种要素的综合体,其含义与土地利用相近但研究角度有所不同,它着重于土地的自然属性;④另有学者认为,土地覆盖包含两个含义:土地覆盖是陆地生物圈的重要组成部分,土地覆盖最主要的组成部分是植被,但也包括土壤和陆地表面的水体。

关于土地利用,也有许多描述,国际地圈与生物圈计划(IGBP)和全球环境变化人文因素计划(IHDP)认为,土地利用是指人类为获取所需的产品或服务而进行的对土地自然属性的利用目的、方式和意图;Turner认为,土地利用即指人类对土地的使用,是对土地覆盖方式的一种利用,包括移民定居、耕作、牧场放牧、休闲等,通常一种土地利用类型可包括多种土地覆盖类型,土地利用主要是由社会科学家来研究;联合国粮农组织(FAO)认为,土地利用是“由自然条件和人的干预所决定土地的功能”;我国学者认为,土地利用是人们为了某种目的,对土地资源进行开发和改造整治的活动方式和过程。由此可见,土地利用是人类的一种社会经济现象,是利用土地的特性和功能来满足自身需求的活动方式和过程。它强调土地的使用状况或土地的社会经济属性,如农业、林业、牧业和城市发展等人类对与土地有关的自然资源的利用活动属土地利用范畴,而作物、森林、草原、道路、建筑物和冰川、水体等则属土地覆盖范畴。

土地覆盖和土地利用是两个既有紧密联系又有区别的概念,两者分别反映了土地的双重属性(自然属性和社会属性),并共同构成了一个相互联系的整体——土地利用与土地覆盖系统。土地利用和土地覆盖系统与人类社会经济活动和自然系统有密切的联系。因此,人们在研究中常把土地利用与土地覆盖联系在一起称为“土地利用/土地覆盖”(Land Use/Land Cover)。

2.1 分类原则

目前,对于我国土地利用/土地覆盖的分类也侧重于陆地环境,甚至在最新的土地分类表中也没有对我国广大的海域、海岸带进行详细而周密的分类规划。这种情况极其不

利于我国开展海洋资源开发,不利于海洋资源可持续利用,不利于海岸带管理及规划。为此,我们尝试建立海岸带土地利用/土地覆盖分类标准和编码。

海岸带,或者说沿海的土地利用/土地覆盖分类既要反映海岸带的自然特点,又要反映人类活动空间和人为干扰特点,还要符合制图原则与需要,因此必须遵循一定的规范和原则:

- (1) 分类必须充分反映海岸带环境的自然属性和社会属性;
- (2) 明确地域单元的等级,根据不同的空间尺度或比例尺要求采用多级分类制;
- (3) 分类结果体现土地类型的空间分异和组合;
- (4) 继承性原则,考虑分类体系的向前兼容,尽量减少旧体系到新体系的过渡成本;
- (5) 开放性和动态性原则,分类体系应当根据土地利用的发展动态制定可以与外界进行数据交换,不断更新。同时,随着土地利用的社会、经济、环境的发展和深入,对土地分类标准进行增减、调整、修改是必然的,土地利用具有区域特点。所以在建立土地分类体系时,应该遵循开放性原则,使土地分类体系具有兼容性,为未来的发展留有空间;
- (6) 与陆地分类的统一性,海岸带处于海洋和陆地的交互作用带,制定分类体系必须考虑与陆地土地利用/土地覆盖分类体系的一致和统一;
- (7) 与法律法规相适应,分类体系还要适应《土地管理法》、《海域管理法》和有关法律法规的规定,也要适应市场经济对土地、宗地的法律属性的需求。

2.2 分类及编码

根据国土资源部、国土局、建设部的土地分类体系,参照美国海岸土地利用/土地覆盖分类标准,将我国沿海土地利用/土地覆盖按照潮上带、潮间带和近岸海域分别建立分类体系,潮上带主要参照国土资源部最新土地分类,增加了农用水域等二级类,将滩涂、苇地、港口码头等列入潮间带或近岸海域的分类体系。编码采用潮上带分类码向下延续,潮间带一级类(农用潮间带)编码为4,二级、三级和四级采用4*、4**、4***进行编码;建设用潮间带编码以5开头,二级、三级及四级编码方式同上,未利用潮间带编码以6开始;近岸海域的一级类以7开始,向后延续。详细的分类体系见表2-1、表2-3和表2-5。具体各类含义见表2-2、表2-4和表2-6。

表 2-1 潮上带分类体系

一级类		二级类		三级类	
编 号	名 称	编 号	名 称	编 号	名 称
1	农用地	11	耕 地	111	灌溉水田
				112	望天田
				113	水浇地
				114	旱 地
				115	菜 地
		12	园 地	121	果 园
				122	桑 园
				123	茶 园
				124	橡胶园
				125	其他园地

续表

一级类		二级类		三级类			
编号	名称	编号	名称	编号	名称		
1	农用地	13	林地	131	有林地		
				132	灌木林地		
				133	疏林地		
				134	未成林造林地		
				135	迹地		
				136	苗圃		
		14	牧草地	141	天然草地		
				142	改良草地		
				143	人工草地		
		15	其他农用地	151	畜禽饲料地		
				152	设施农业用地		
				153	农村道路		
				154	坑塘水面		
				155	养殖水面		
				156	农田水利用地		
						157	田坎
						158	晒谷场等用地
		2	建设用地	21	商服用地	211	商业用地
212	金融保险用地						
213	餐饮旅馆业用地						
214	其他商服用地						
22	工矿仓储用地			221	工业用地		
				222	采矿地		
				223	仓储用地		
23	公用设施用地			231	公共基础设施用地		
				232	瞻仰景观休闲用地		
24	公共建筑用地			241	机关团体用地		
				242	教育用地		
				243	科研设计用地		
				244	文体用地		
				245	医疗卫生用地		
				246	慈善用地		
25	住宅用地			251	城镇单一住宅用地		
				252	城镇混合住宅用地		
				253	农村宅基地		
				254	空闲宅基地		
26	交通运输用地			261	铁路用地		
				262	公路用地		
				263	民用机场		
				264	河港码头用地		
				265	管道运输用地		
		266	街巷				
27	水利设施用地	271	水库水面				
		272	水工建设用地				
28	特殊用地	281	军事设施用地				
		282	使领馆用地				
		283	宗教用地				
		284	监教场所用地				
		285	墓葬地				