



海洋科学前沿系列丛书

# 海洋信息 技术与应用

黄冬梅 贺琪 郑小罗 等◎编著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



海洋科学前沿系列丛书

# 海洋信息 技术与应用

黄冬梅 贺琪 郑小罗 等◎编著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书为海洋信息类教材,全书共分为上下两篇:上篇(基础篇)主要介绍海洋信息化的几项基础技术,包括海洋信息获取技术、海洋信息传输技术、海洋信息处理技术以及海洋信息系统的设计与实现;下篇(应用篇)主要介绍几项重要的海洋信息化应用领域,包括海洋信息技术在海洋数据中心建设中的应用,海洋信息技术在海洋现象再现中的应用,海洋信息技术在海洋防灾减灾中的应用,海洋信息技术在海域管理中的应用以及海洋信息技术在极地科考中的应用。

本书适合相关专业研究生以及海洋信息化科技人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋信息技术与应用 / 黄冬梅等编著. —上海:  
上海交通大学出版社,2016  
ISBN 978-7-313-15146-9

I. ①海… II. ①黄… III. ①海洋学—信息技术—研究 IV. ①P7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 137306 号

海洋信息技术与应用

著 者:黄冬梅 贺琪 郑小罗 等

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:上海天地海设计印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:220 千字

版 次:2016 年 7 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-15146-9/P

定 价:48.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:10.5 插页:4

印 次:2016 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-64366274

# 前言

海洋是地球生命的摇篮,是人类生存与可持续发展的重要空间。近年来,全球性的海洋开发利用热潮促使我国加快了研究、开发和利用海洋的步伐,由此带动了对高质量海洋信息的广泛和迫切的需求。与此相适应,海洋信息化进程加快,海洋信息化建设在许多方面有了长足发展:海洋电子政务工程建设进展顺利,中国近海“数字海洋”信息基础框架已经初步搭建完成,国家海洋局政府网站、中国海洋信息网、各海洋专题服务网站建设不断完善,海洋综合管理信息系统建设继续深化拓展,海洋运输、港口、渔业、石油等相关行业和领域的信息化工作飞速发展,沿海省市海洋信息化工作也发展较快,基本满足国家海洋权益维护、海洋资源开发利用、海洋环境保护等需求。

我国作为一个拥有 300 万平方千米“蓝色国土”的海洋大国,要实现海洋事业的跨越式发展,关键靠人才,基础在教育。在这样的背景下,全国许多高校相关专业都开始关注海洋信息技术人才的培养,以满足海洋信息化发展的需求。本书以高级海洋信息技术人才培养为目标,结合实际海洋信息化系统开发经验,全面介绍相关基础知识和开发关键技术。

全书共分为上下两篇。上篇(基础篇)主要介绍海洋信息化的几项基础技术内容,包括海洋信息获取技术、海洋信息传输技术、海洋信息处理技术以及海洋信息系统的设计与实现。下篇(应用篇)主要介绍几项重要的海洋信息化应用,包括海洋信息技术在海洋数据中心建设中的应用,海洋信息技术在海洋现象再现中的应用,海洋信息技术在海洋防灾减灾中的应用,海洋信息技术在海域管理中的应用以及海洋信息技术在极地科考中的应用。

本书由黄冬梅设计整体框架结构,各章主笔分工如下:第一章、第三章、第七章、第九章由贺琪、郑小罗等编写;第二章、第八章、第十章由赵丹枫编写;第四章、第六章由王建编写;第五章由张程冬编写。最终由黄冬梅、贺琪统稿,黄冬梅定稿。

本书是上海海洋大学“数字海洋研究所”多年工作的结晶,研究所人员曾参与完成上海“数字海洋”示范区的建设工作,承担完成了一系列涉海信息化项目,同时也开展了相关领域的科学研究并取得优异成果,为本书提供了充分的理论和技术支撑。

由于作者水平和实践有限,书中存在的错误和不足之处敬请读者不吝指正。

# 目 录

## 上篇 基础篇

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 绪论                | 3  |
| 1.1 我国海洋信息技术的发展现状       | 3  |
| 1.2 海洋信息技术应用的主要目的与意义    | 4  |
| 第 2 章 海洋信息获取技术          | 7  |
| 2.1 天基观测数据的获取           | 7  |
| 2.2 空基观测数据的获取           | 8  |
| 2.3 岸基观测数据的获取           | 8  |
| 2.3.1 海洋台站观测数据的获取       | 8  |
| 2.3.2 岸基雷达观测数据的获取       | 9  |
| 2.4 船基观测数据的获取           | 10 |
| 2.4.1 调查船观测             | 10 |
| 2.4.2 走航拖曳式观测           | 10 |
| 2.5 海基观测数据的获取           | 10 |
| 2.5.1 水面和水下定点观测         | 10 |
| 2.5.2 水面和水下移动观测         | 11 |
| 第 3 章 海洋信息传输技术          | 12 |
| 3.1 有线传输                | 12 |
| 3.1.1 海底光缆传输            | 12 |
| 3.1.2 海底光缆的基本结构         | 13 |
| 3.1.3 海底光缆传输的发展歷程和面临的问题 | 13 |
| 3.1.4 海底光缆传输的意义         | 14 |
| 3.2 无线传输                | 14 |
| 3.2.1 水下无线传输技术的发展       | 14 |

|       |                      |    |
|-------|----------------------|----|
| 3.2.2 | 海洋无线通信技术 .....       | 15 |
| 第4章   | 海洋信息处理技术 .....       | 19 |
| 4.1   | 海洋数据特征 .....         | 19 |
| 4.1.1 | 海量性 .....            | 19 |
| 4.1.2 | 多类性 .....            | 19 |
| 4.1.3 | 模糊性 .....            | 20 |
| 4.1.4 | 时空过程性 .....          | 20 |
| 4.1.5 | 动态更新频繁 .....         | 21 |
| 4.2   | 海洋数据预处理 .....        | 21 |
| 4.2.1 | 数据清洗 .....           | 21 |
| 4.2.2 | 数据转换 .....           | 22 |
| 4.2.3 | 数据选择 .....           | 22 |
| 4.3   | 海洋数据挖掘与分析 .....      | 23 |
| 4.3.1 | 回归预测 .....           | 23 |
| 4.3.2 | 统计分析 .....           | 24 |
| 4.3.3 | 聚类分析 .....           | 24 |
| 4.3.4 | 关联规则挖掘 .....         | 25 |
| 第5章   | 海洋信息系统的设计与实现 .....   | 27 |
| 5.1   | 海洋信息系统的设计 .....      | 27 |
| 5.1.1 | 需求分析 .....           | 27 |
| 5.1.2 | 系统总体设计 .....         | 33 |
| 5.1.3 | 系统详细设计 .....         | 37 |
| 5.2   | 基于GIS的海洋信息系统实现 ..... | 42 |
| 5.2.1 | 海洋空间数据库的设计 .....     | 42 |
| 5.2.2 | 海洋地理信息服务 .....       | 45 |
| 5.2.3 | 海洋地理信息的可视化技术 .....   | 49 |

下篇 应用篇

|       |                           |    |
|-------|---------------------------|----|
| 第6章   | 海洋信息技术在海洋数据中心建设中的应用 ..... | 63 |
| 6.1   | 数据中心建设目标 .....            | 63 |
| 6.2   | 数据中心建设内容 .....            | 64 |
| 6.2.1 | 数据中心基础、专题、空间数据库建设 .....   | 64 |

|        |                              |     |
|--------|------------------------------|-----|
| 6.2.2  | 基础、专题信息产品制作和管理 .....         | 64  |
| 6.2.3  | 数据中心综合管理平台系统的总体设计和实现技术 ..... | 64  |
| 6.3    | 数据中心总体设计 .....               | 65  |
| 6.3.1  | 框架设计 .....                   | 65  |
| 6.3.2  | 数据流程 .....                   | 66  |
| 6.3.3  | 拓扑结构 .....                   | 67  |
| 6.3.4  | 功能设计 .....                   | 68  |
| 6.4    | 数据中心数据库系统设计 .....            | 69  |
| 6.4.1  | 数据库系统概念设计 .....              | 69  |
| 6.4.2  | 数据库系统逻辑设计 .....              | 70  |
| 6.4.3  | 数据库系统物理设计 .....              | 71  |
| 6.4.4  | 元数据库设计 .....                 | 72  |
| 6.5    | 基础数据库管理系统 .....              | 93  |
| 6.5.1  | 基础数据库库管理系统功能 .....           | 93  |
| 6.5.2  | 基础数据库管理系统设计 .....            | 94  |
| 6.5.3  | 基础数据库管理系统功能定制建设方案 .....      | 95  |
| 6.6    | 数据共享系统 .....                 | 95  |
| 6.6.1  | 共享系统总体方案 .....               | 95  |
| 6.6.2  | 功能设计 .....                   | 96  |
| 6.7    | 多级访问控制 .....                 | 96  |
| 6.8    | TCB 自身访问控制 .....             | 97  |
| 6.9    | 审计安全子系统 .....                | 98  |
| 6.10   | 加密模块 .....                   | 99  |
| 6.10.1 | 加密算法 .....                   | 100 |
| 6.10.2 | 表密钥随机算法 .....                | 100 |
| 第 7 章  | 海洋信息技术在海洋现象再现中的应用 .....      | 102 |
| 7.1    | “怪潮”三维展示系统的主要功能与实现 .....     | 102 |
| 7.1.1  | 三维数据资源建设 .....               | 102 |
| 7.1.2  | 三维景观构建 .....                 | 107 |
| 7.1.3  | 海洋相关要素的 3D 展示处理 .....        | 109 |
| 7.2    | “怪潮”三维展示系统中的关键技术 .....       | 111 |
| 7.2.1  | 海量地形数据的处理策略 .....            | 111 |
| 7.2.2  | 海陆三维场景生成技术 .....             | 113 |
| 7.2.3  | 三维绘制引擎构建技术 .....             | 116 |

第 8 章 海洋信息技术在海洋防灾减灾中的应用 ..... 118

8.1 灾害预报分析技术及应用 ..... 118

8.1.1 水动力模型 ..... 119

8.1.2 水动力模型调试率定 ..... 120

8.1.3 水动力模型在厦门岛风暴潮中的应用 ..... 122

8.2 灾害评价技术及应用 ..... 128

8.2.1 厦门风暴潮淹没等级规则生成 ..... 128

8.2.2 淹没等级评价 ..... 131

8.3 灾害辅助决策技术及应用 ..... 133

8.3.1 风暴潮灾害撤离路径路计算模型 ..... 133

8.3.2 最短路径算法在城市风暴潮灾害防治对策系统中的应用 ..... 136

第 9 章 海洋信息技术在海域管理中的应用 ..... 141

9.1 海域综合管理系统的设计与实现 ..... 141

9.1.1 系统总体框架 ..... 141

9.1.2 海域综合管理系统的主要功能 ..... 142

9.2 基于移动端的海域执法系统的设计与关键技术 ..... 144

9.2.1 系统总体框架 ..... 145

9.2.2 基于移动端的海域执法系统的关键技术 ..... 145

第 10 章 海洋信息技术在极地科考中的应用 ..... 148

10.1 极地科考监控系统框架设计 ..... 148

10.2 航线数据筛选技术及功能实现 ..... 150

10.2.1 Steering - P 夹角  $\alpha$  筛选法 ..... 150

10.2.2 特征点选取法 ..... 153

10.2.3 Time - D 间隔筛选法 ..... 154

10.3 航线数据分析和插值拟合技术及功能实现 ..... 154

10.3.1 Shipping - LINE 中航线数据的 Data - G - F 和 Map - S - F 分析 ..... 155

10.3.2 基于贝塞尔曲线控制点思想的 Shipping - LINE 插值拟合算法 ..... 156

10.3.3 “雪龙号”极地科考航线功能实现 ..... 156

参考文献 ..... 160

## 上篇

## 基础篇



# 第 1 章 绪 论

21 世纪是海洋世纪,海洋资源的开发和利用已经成为沿海国家解决陆地资源日渐枯竭的主要出路之一。近几年来,全球性的海洋开发利用热潮推动了我国研究、开发和利用海洋的步伐,由此带动了对高质量海洋信息广泛和迫切的需求。与此相适应,海洋信息化进程加快,海洋信息化建设在许多方面有了长足发展:海洋电子政务工程建设进展顺利,中国近海“数字海洋”信息基础框架建设正式启动,国家海洋局政府网站、中国海洋信息网、各类海洋专题服务网站建设不断完善,海洋综合管理信息系统建设继续深化拓展,海洋运输、港口、渔业、石油等相关行业和领域的信息化工作飞速发展,沿海省市海洋信息化工作也发展较快,基本满足国家海洋权益维护、海洋资源开发利用、海洋环境保护等需求。

海洋信息化是国家信息化战略的重要组成部分,也是我国海洋事业发展的重要组成部分,在海洋事业发展中起着基础性、公益性和战略性的重要作用。随着我国海洋事业的快速发展,海洋信息的基础性作用日益突出,因此,海洋信息化建设为海洋事业的快速发展提供了强有力的支撑,海洋信息化发展将步入重要的战略机遇期。

本章主要介绍海洋信息技术的发展现状,以及海洋信息技术应用的意义和未来展望。

## 1.1 我国海洋信息技术的发展现状

我国拥有海洋站、海洋调查船、海上浮标、海监飞机、卫星遥感以及海洋环境监测网、海洋统计网和志愿船观测系统数据通信网等多种海洋数据采集获取渠道,保证了海洋基础数据和管理信息的来源。

目前,我国海洋信息技术发展的主要方向包括以下几个方面。

### 1. 基础信息系统的建设

我国在海洋空间数据获取、处理、存储和管理的技术体系建设方面取得了重要进展,建成了 1:100 万和 1:50 万海洋基础地理信息数据库,逐步建立了中小比例尺的海洋基础数据库群和综合性的海洋信息系统,基本实现了对海洋资源、海洋环境、海洋经济、海洋灾害和海洋情报文献等海洋信息的搜集、传输、处理、存储、管理等功能。

### 2. 海洋专题信息产品和服务的建设

近年来,我国海洋信息产品制作与服务能力有了较大提高,公报、年鉴、统计等面向公众的多种产品引起了广泛的社会关注,特别是在海洋信息可视化产品制作、三维海底地形

模拟和 WebGIS 产品开发等方面取得了突破性进展,形成了一批支撑海洋管理、执法和权益保障等的专题信息产品和信息系统。

3. 海洋信息门户的建设

我国建设和完善了国家海洋局政府网站和中国海洋信息网,海洋信息网络服务体系初具规模,增加了海浪预报、海温预报、主要港口潮汐预报、海滨浴场环境预报、海洋时讯、海洋管理工作通讯和沿海省市海洋环境质量公报等信息内容,提高了海洋行政管理工作效率和公众服务能力,促进了政务公开。

4. “空、天、地、底”海洋环境监测系统的建设

海洋环境监测体系建设全面完成,形成了国家与地方相结合的海洋环境监测网络,开通了全国环境监测网,实现了海洋环境监测数据的实时、准实时的传输。由海洋站观测系统、志愿船观测系统和数据通信网络组成的海洋站和志愿船观测系统建设项目通过验收,该系统能对我国近岸海域的潮汐、波浪、温度、盐度和海洋气象要素进行自动观测和数据自动传输,实现了海洋环境监测站工作自动化,以及志愿船自动监测和数据自动传输。此外,我国第一颗海洋水色试验型业务卫星“海洋一号”成功发射,经处理的卫星数据在海洋生物资源开发利用、河口海湾及航道监测与治理、海洋污染监测与防治、海岸带监测及全球环境变化研究与资源开发服务中起到重要作用。

1.2 海洋信息技术应用的主要目的与意义

海洋信息技术应用的主要目的包括四个方面:一是海洋信息的数字化。主要任务是将历史与现实的、不同信息源的、不同载体的各类海洋信息进行数字化处理,形成以海洋基础地理、海洋环境、海洋资源、海洋经济、海洋管理等为主题的、统一的、标准的、易于理解和使用的海洋基础数据库。二是海洋信息的网络化。主要任务是建设海洋实时信息采集与传输网络、统计信息网络和海洋行政管理信息网络。三是决策支持信息系统的业务化。主要任务是开发和整合支撑海洋管理、执法监察和国家安全决策的信息系统和信息产品,并实现业务化运行。四是海洋基础信息服务的社会化。主要任务是开发海洋基础性、公益性信息资源,实现社会共享。

海洋信息化的意义主要包括以下几个方面:

1. 加强海洋基础数据的统一管理

整合现有的国家、部门或行业相关的海洋基础数据管理规定,制订国家海洋基础数据管理办法,建立“统筹管理、分头负责、审核发布、分级共享、安全保密、统一对外”的海洋基础数据管理和协调机制,建立健全国家海洋基础数据管理制度,建立海洋基础数据(目录)汇交制度、海洋基础数据质量检验制度、海洋基础数据评估审核和使用制度、海洋基础数据保密制度、海洋基础数据分级共享制度、海洋基础数据发布制度、海洋基础数据对外提供和交换制度,实现国家对海洋基础数据的有效管理。

## 2. 健全海洋信息化标准规范体系

进一步完善海洋信息采集、传输、处理、管理、产品开发、信息系统建设和信息服务等各环节的标准规范建设,积极推进海洋信息管理和服务的标准化。整合现有的海洋信息标准与规范,研究编制海洋信息化所需的标准和规范,按照基础标准、管理标准、网络标准、共享标准、应用标准和安全标准等不同内容,构建海洋信息化标准体系。有效保障海洋信息系统开发、海洋信息产品制作以及多系统间信息的共享。

## 3. 推进海洋信息共享

开展海洋信息共享政策、标准和信息共享关键技术研究,建立海洋信息共享机制,建设海洋科学数据共享中心。建立共享服务专家咨询制度,进一步完善国家中心和各分中心海洋科学数据共享平台,有序推进海洋信息共享。完善海洋资料与产品的服务管理,建立海洋资料分级体系和网络信息发布分级管理机制。加强基础数据资源规划与整合,更新完善海洋科学数据共享数据库及元数据系统,并实现业务化运行服务。建立中国近海特别是海岸带区域环境与资源数据产品体系,制作海洋基本场、海面气象、水深资料网格化图件等数据产品。进一步完善共享服务网络平台,增加平台服务功能,建立分中心网站的镜像站点,积极推动海洋信息数据共享。

## 4. 统一规划和建设海洋信息传输与通信网络

整合现有网络资源,规划建设统一的网络平台。将海洋环境监测系统数据通信网、海洋卫星遥感数据传输网、海洋浮标监测数据通信网、海监飞机与船舶监视信息传输网、海洋信息产品分发网络、海域动态监视监测网和“数字海洋”信息网等进行统一规划,合理布局,实现由一网专用向一网多用的转变,提高海洋信息传输网的利用率和传输效能。

## 5. 深度开发海洋信息适用技术

加强信息技术在海洋领域的引进、消化和吸收,提高海洋信息技术的自主开发能力。以真实性检验为基础,开展海量信息处理、知识挖掘、环境仿真、科学视算、虚拟现实等海洋信息适用技术研究,以及计算机图形学、控制学、数据库设计、实时分布系统和多媒体技术等多学科融合技术的研究;重点研发海洋 3S 技术、海洋数据同化处理技术、海洋数据挖掘技术、可视化模型构建技术、虚拟现实技术、分布式海洋空间决策支持技术和网格 GIS 体系信息共享技术等关键技术;把海洋信息技术广泛应用于海洋调查、监测、规划、管理、评价和科研等各项工作中。

## 6. 开发建设业务化应用系统

开发建设海洋综合管理专题应用系统,并实现业务化运行。按照统一设计和统一标准规范的原则,建设面向海域管理、海岛管理、海洋环境保护、海洋防灾减灾、海洋经济与规划、海洋执法监察、海洋权益维护和海洋科技管理等主题的业务化应用系统。重点建设海洋管理基础信息系统、重点海区环境保障基础信息系统、海洋科学研究和公众服务基础信息系统,集成信息发布、查询、业务办理、元数据服务、数据下载等功能,提供信息发布和互动式服务。以满足国家和区域海洋管理与决策的需求。加大海洋信息资源开发力度,

利用再分析技术、仿真技术和可视化技术等,深度开发海洋基础地理、海洋资源、海洋环境和海洋经济等信息产品。

7. 保障国家海洋信息安全

重点开展信息安全保障能力、基础设施建设、安全防护能力、信息安全产品与服务、相关制度建设等信息安全保障工作。按照“积极防御、综合防范”的要求,强化安全监控、应急相应、密钥管理、网络信任等信息安全基础设施建设。加强基础信息网络和海洋重要信息系统的安全防护。建立健全海洋信息系统安全等级保护制度,开展海洋信息系统安全等级保护定级工作,提高海洋信息安全保障能力。

## 第 2 章 海洋信息获取技术

“空、天、地、底”海洋立体观测网的建立,实现了对海洋的“全天时、全天候”多样化观测,海洋数据的采集量呈指数级增长,并呈现出多类、多维、多语义、强关联等大数据特征。作为大数据的一个重要特例,海洋大数据有其独特的获取手段、类型与特征。本章从海洋数据的观测手段出发,介绍海洋大数据的各类获取方式,为进一步分析海洋大数据及研究海洋数据的应用奠定基础。

### 2.1 天基观测数据的获取

天基观测主要指航天遥感。海洋卫星遥感利用卫星遥感技术来观察和研究海洋,是海洋环境立体观测中天基观测的主要手段。海洋卫星遥感能采集约 70%~80% 海洋大气环境参数,为海洋研究、监测、开发和保护等提供了一个巨大的数据集,这些信息是人类开发、利用和保护海洋的重要信息保障。图 2-1 为 Landsat 8 卫星拍摄的我国长江口遥感图(可参见附录彩页)。

海洋卫星分为海洋观测卫星和海洋侦察卫星,目前常用的海洋卫星遥感仪器主要有雷达散射计、雷达高度计、合成孔径雷达、微波辐射计以及可见光/红外辐射计海洋水色扫描仪等。雷达散射计提供的数据可反演海面风速、风向和风应力以及海面波浪场。利用散射计测得的风浪场资料,可为海况预报提供丰富可靠的依据。星载雷达高度计可对大地水准面、海冰、潮汐、水深、海面风强度和有效波高、“厄尔尼诺”现象、海洋大中尺度环流等进行监测和预报。利用星载高度计可测量出赤道太平洋海域海面高度的时间序列。合成孔径雷达(SAR)可确定二维的海浪谱及海表面波的波长、波向和内波。根据 SAR 图像亮暗分布的差异,

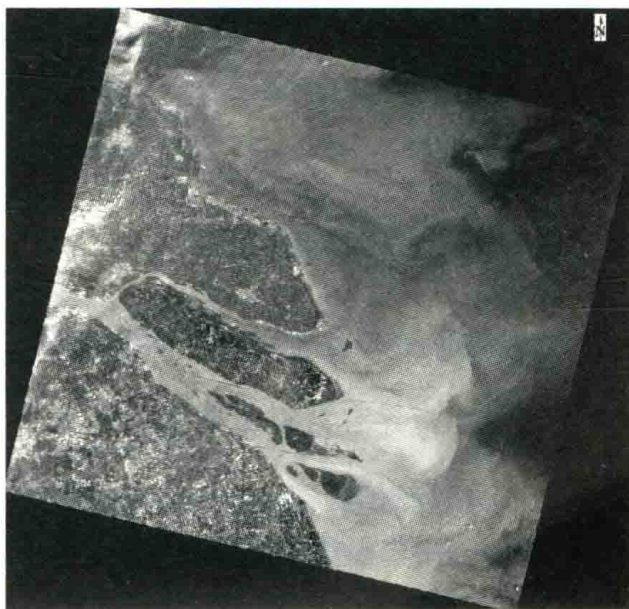


图 2-1 长江口 30 m 分辨率遥感图像(landsat-8)

可以提取到海冰的冰岭、厚度、分布、水—冰边界、冰山高度等重要信息。微波辐射计可用于测量海面的温度。以美国 NOAA-10、11、12 卫星上的甚高分辨率辐射仪(AVHRR)为代表的传感器,可以精确地绘制出海面分辨率为 1 km、温度精度优于 10℃的海面温度图像。

## 2.2 空基观测数据的获取

空基观测主要指航空遥感。航天遥感和航空遥感的区别主要是:

(1) 使用的遥感平台不同,航天遥感使用的是空间飞行器,航空遥感使用的是空中飞行器。

(2) 遥感的高度不同,航天遥感使用的极地轨道卫星的高度一般约 1 000 千米,静止气象卫星轨道的高度约 3 600 千米,而航空遥感使用的飞行器的飞行高度只有几百米、几千米、几十千米。

航空遥感平台主要分为常规的航空遥感和无人机航空遥感。遥感飞机作为遥感平台,是空基观测数据的主要来源,装载各种传感器。通常是在机腹设置不同的窗口,便于对地观测,如安置航摄用的摄影机、多光谱摄影机以及各种扫描仪、辐射计、测高仪等。

航空遥感具有机动灵活、覆盖范围广、空间分辨率高等特点,特别适用于近岸海域的监测。其中,高光谱遥感技术具有纳米级的光谱分辨率,是航空遥感主要发展方向,适用于细分光谱的遥感定量分析。此外,无人机航空遥感还具有续航时间长、影像实时传输、高危地区探测、成本低、机动灵活等优点。

海洋航空遥感技术可实现对赤潮、溢油、海冰等海洋灾害的快速监视监测;可准确获取海岸带资源和环境的科学数据;也可用于开展大范围污染探测与现状调查。先进的航空遥感监测技术将为近海环境保护提供可靠支撑,为国家和地方海洋经济发展规划提供决策依据。

## 2.3 岸基观测数据的获取

岸基观测分为海洋台站观测和岸基雷达观测。

### 2.3.1 海洋台站观测数据的获取

目前,我国现有海洋观测站点有 100 多个,依据《海滨观测规范》、《地面气象观测规范》和《海洋自动化观测通用技术要求》等观测工作执行标准,开展各类观测项目和要素的数据采集处理、传输等工作,主要观测要素包括潮汐、表层水温、表层盐度、海浪、风向风速、气压、气温、相对湿度、能见度和降水量等。

观测仪器设备的测量准确度,应满足各要素测量技术指标,包括测量范围、分辨率、准确度、采样频率等。表 2-1 说明了当前海洋台站表层海水温度、表层海水盐度、潮汐、海浪及地面气象观测所使用的观测仪器测量范围和准确度等,这类数据确定了所获取观测数据的质量等级,为观测资料应用范围提供了准确的参考。

表 2-1 海洋台站自动监测系统观测要素测量范围、准确度

| 观测要素   | 测量范围              | 准 确 度                                      |       |        |      | 记录数据                                            |
|--------|-------------------|--------------------------------------------|-------|--------|------|-------------------------------------------------|
|        |                   | 一 级                                        | 二 级   | 三 级    | 四 级  |                                                 |
| 表层海水温度 | 0~40℃             | ±0.05℃                                     | ±0.2℃ | ±0.5℃  | —    | 1 min 平均值                                       |
| 表层海水盐度 | 8~36              | ±0.02                                      | ±0.05 | ±0.2   | ±0.5 | 1 min 平均值                                       |
| 潮位     | 0~1 000 cm        | ±1 cm                                      | ±5 cm | ±10 cm | —    | 1 min 平均值                                       |
| 波高     | 0.5~20 m          | ±10%                                       | ±15%  | —      | —    | 17~20 min<br>平均值                                |
| 波向     | 0°~360°           | ±5%                                        | ±10%  | —      | —    |                                                 |
| 周期     | 2.0~30 s          | ±0.5 s                                     |       |        |      |                                                 |
| 风向     | 0°~360°           | ±5°                                        |       |        |      | 3 s 平均值<br>1 min 平均值<br>2 min 平均值<br>10 min 平均值 |
| 风速     | 0~60 m/s          | ±(0.5+0.03V)m/s<br>±(0.3+0.03V)m/s(基准气候观测) |       |        |      |                                                 |
| 气温     | -50~+50℃          | ±0.2℃                                      |       |        |      | 1 min 平均值                                       |
| 相对湿度   | 0%~100%           | ±4%(≤80%);±8%(>80%)                        |       |        |      | 1 min 平均值                                       |
| 气压     | 500~1 100 hPa     | ±0.3 hPa                                   |       |        |      | 1 min 平均值                                       |
| 降水量    | 雨强<br>(0~4)mm/min | ±0.4 mm(≤10 mm);<br>±4%(>10 mm)            |       |        |      | 累 计                                             |

2.3.2 岸基雷达观测数据的获取

岸基雷达指以海岸为基础部署的雷达,主要用于海流测量、海面目标监视等,其优势在于能够对海面目标进行持续、全天候、实时监视。

岸基雷达包括高频地波雷达 HFSWR 和 X 波段雷达等。HFSWR 是一种岸基超视距遥测设备,在海洋环境监测领域,其具有覆盖范围大、全天候、实时性好、功能多、性价比高特点,在气象预报、防灾减灾、航运、渔业、污染监测、资源开发、海上救援、海洋工程、海洋科学研究等方面有广泛的应用前景。X 波段雷达有上下左右各 50°的视角,并且该雷达能够 360°旋转侦查各个方向的目标。