



卫星海洋学

〔英〕I. S. 罗宾逊 著

海洋出版社

责任编辑：刘莉蕾

特约编辑：郭长林

吴国柱

封面设计：付羽

ISBN 7 - 5027 - 0462 - 0/P · 56

定价：5.50元

卫星海洋学

〔英〕I. S. 罗滨逊 著

吴克勤 沈继刚

葛瑞卿 于保华 译

郑全安 林寿仁

林恢勇 沙兴伟 校

海洋出版社

1989年·北京

内 容 简 介

《卫星海洋学》系统地阐述了近10多年来卫星海洋遥感的研究成果,主要内容包括空间海洋学简史、海洋遥感物理基础、卫星遥感技术在海洋上的应用及海洋学的发展前景等。

本书理论与实践相结合,先进卫星遥感技术与海洋科学相结合,内容丰富,论述精辟,对于从事卫星遥感技术研究和海洋遥感应用研究的科技人员和有关高等院校师生是一本有益的参考书;本书还可供从事海洋学、海洋遥感、海洋环境保护及海洋管理的有关人员参考。

Satellite Oceanography

An Introduction for Oceanographers
and Remote-sensing Scientists

I.S. 罗滨逊 著

Ellis Horwood Limited, 1985

卫 星 海 洋 学

[英] I.S. 罗滨逊 著

吴克勤 沈继刚

葛瑞卿 于保华 译

郑全安 林寿仁

林恢勇 沙兴伟 校

海洋出版社出版发行 (北京市复兴门外大街1号)

天津市武清县西南庄印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 15.4 字数: 350千字

1989年6月第一版 1989年6月第一次印刷

印数: 1000册

统一书号: ISBN7-5027-0462-O/P·56 定价: 5.50元

译者的话

随着空间科学技术和海洋事业的发展，卫星遥感技术已成为观测海洋、研究海洋的重要手段。开发利用海洋资源，必须首先调查、研究海洋环境和资源状况及其变化规律；保障海上开发活动和生命财产的安全，必须及时地、准确地预报灾害性的海况。这一切仅靠常规的调查手段和方法是无法实现的，必须研制和发射专门用于探测海洋动态变化的海洋卫星。1978年6月美国成功地发射了世界上第一颗海洋卫星，揭开了海洋遥感技术发展的新篇章。此后，美国、苏联、日本、法国和欧洲空间局等掌握空间技术的先进国家（或国家集团）都先后走上了发展海洋卫星技术的道路，而且计划在80年代末和90年代初发射多颗海洋卫星。卫星海洋学就是在空间科学技术和海洋科学技术发展的基础上诞生的。本书从空间遥感技术和海洋科学的结合方面，系统阐述了卫星海洋学的基本理论和方法。

我国既是一个大陆国家，又是一个海洋国家，开发利用海洋资源，对实现四个现代化具有重要的战略意义。从海洋事业发展的需要及航天遥感技术发展的必然性来看，尽快发展我国的海洋卫星技术，是一项十分紧迫的战略任务。

为了学习和借鉴国外成功的经验，推动我国海洋事业和卫星遥感技术的发展，我们翻译出版了英国南安普敦大学物理海洋学学者罗宾逊的最新著作——《卫星海洋学》。能够将此书奉献给热爱海洋事业、关心海洋遥感技术的读者，译者感到十分欣慰。本书由吴克勤、沈继刚、葛瑞卿、于保华翻

译。译稿分别送郑全安、林恢勇、林寿仁和沙兴伟等同志校阅，并由王建文同志审阅了全书，在此表示衷心地感谢。由于时间紧迫，译者水平有限，不当之处在所难免，敬请读者指正。

译者 1988年5月

作者前言

本书是我应用地球卫星观测资料研究动力海洋学兴趣的结晶。在理解消化遥感所使用的技术以及这些技术所包含的物理意义时，我碰到困难，难在跟踪查找资料，查找易于为非遥感专家的物理海洋学家所熟悉的资料。有些概述性的文章缺乏一定的深度，而探讨传感器和卫星的技术报告，又汗牛充栋，使人有迷罔之感。两者之间好象存在一个空白领域，而这与竭力使卫星遥感发展成为海洋科学研究的一种工具的海洋学家无关。

同时，情况越来越清楚，对于海洋遥感的应用，一方面空间技术不能给以支持；另一方面，也有充分的证据表明：遥感专家并没有充分认识海洋学家正在研究的科学问题：

我接受了给海洋系学生讲授卫星海洋学的教学任务，但是找不到合适的教材，我下决心自己动手编写，但愿这一教材能起到抛砖引玉的作用。

本书为研究成果的总结，是为我曾提到的三类读者撰写的。首先，是为站在实践第一线的海洋学工作者编写的，向他们提供一个他们至今还没有掌握的，而且正开始使海洋学各分学科发生变革的崭新的观测工具。本书旁征博引，向读者提供了广泛的背景知识，是引导海洋学工作者以主观努力为第一原则，研究海洋遥感应用实例，扩大遥感技术应用的入门读物。本书也是为传感器技术人员和遥感专家们编写的，使他们能获得海洋学工作者应用卫星遥感来研究海洋的观点，所以，本书亦容纳了海洋科学某些领域的背景知识，这些领域正在从遥感这项新技术中获得效益；第三，本书亦可作为

在实践第一线上实践的科技人员的手册，同时也可作为海洋学和遥感两大学科的大学高年级学生和研究生的教材。

因此，我竭力使本书达到大学高年级学生及研究生的学术水平，不仅给他们以普遍的科学训练，培养形成明确的概念和能力，而且从第一原则出发，介绍本书中心主题的概念和理论。第一部分的基本原理应该能为所有学科的科研人员所理解，无需具有任何计算专家的数理知识。第二部分为特定遥感技术的海洋学应用领域，也旨在为各学科的科技人员所理解。然而，由于某些作用原理（如合成孔径雷达）的复杂性，非物理科技人员理解这些原理要比物理科学家、工程师或应用数学人员困难得多，但是我已尽一切可能使这本供自学用的教科书，即使对于生物海洋学家、海洋化学家或沉积学家也能适用。

在需借助物理概念之处，我都竭力在文章的适当地方指出，还附上了详尽描述所介绍技术的重要文献，列举了海洋应用实例的海洋学和遥感文献。参考文献尽管不可能成为包罗万象的文献目录，但是应当成为文献检索材料的一个充足来源，也是深入研究特定项目的桥梁。

我十分感谢在搜集材料，进入写作过程中给我帮助的人们。1982年，在我得到北大西洋公约组织资助，在北美进行学术访问时，受到Paul Le Blond、Bill Emery和Jim Simpson 的鼓励，已在构思本书了。在我写作的每一个阶段，我有幸得到本丛书编辑Tom Allan的指导。南安普敦大学海洋系的同事和学生对本书怀有浓厚的兴趣，同事们就手稿的某些部分善意地提出过批评及修改意见。他们是Simon Boxall、Henry Charnock、John Daniels、Trevor Guyme, Paul Mather 和 Neil Wells。以前，我与

J. O. Thomas为牛津计算机服务中心编写的报告材料也用在本书中了。K. S. Faler, P. Fayliss, H. Gorden, B. Holt, R. Legeckis, J. g. Marsh, N. MacFalare, R. Pingreet, R. K. Raney和R. C. Smith曾慷慨地提供原始图像。我感谢允许我在图题说明中抄录其他插图的作者。对本书的打印, 插图付出辛勤劳动的有: Elsie Foss, Jenny Mallinson, Graham Johnson, 我也必须向他们表示感谢, 特别是Jean Watson, 花了很多时间, 对本书的文字作了耐心细致的润色加工, 使本书尽可能地得到完善。最后, 我要感谢我的全家, 他们让我在业余有更多的时间, 花在本书的写作上, 而且我要特别地感谢我的妻子, Diane, 是她的鼓励使我能开始写作, 是她无微不至的深切的爱和支持, 使我得以完成这项艰巨的任务。

I. S. 罗滨逊 1984年7月
于南安普敦大学

原著序

学术界历来关注海洋过程的性质和生物种群，这些性质的现实意义越来越重要。海洋的传统利用，如舟楫之便，食物之源，倾废之地，随着世界人口的膨胀，已越来越突出；气候变迁，人类活动可能产生的影响以及海洋在大气、冰雪与水的耦合系统中所起的重要作用，一直是人们十分关心的问题。

大洋是一个包含各种时空尺度的运动和变迁的复杂系统——然而，海洋学家的传统工具——船舶，既不能给出定点的时序资料，也不能给出固定时间的综观图。正如本书作者所指出的，这种状况使得海洋学工作者不得不朝着详细观测大洋垂直水柱来研究解决问题的方向努力。最近，悬挂仪器的系留阵和漂流浮标的成本十分高昂，以至这些设备只能覆盖海面很小的范围。

现在看来，二十多年前，某些热心者所倡导的一项技术——卫星观测，对观测全球尺度大洋近表层具有巨大的潜力。卫星观测正走向定量化，准确度越来越高；卫星观测已经扩大了现场观测的范围，如用来测量海面的变化，研究不仅与时间有关，而且与空间有关的运动。卫星观测已经为我们认识大洋总环流、中尺度涡、上升流、小尺度锋系、内波和表面波作出了贡献。

海洋遥感的应用，现在存在两大问题。第一个问题是需要处理数量越来越庞大的已有观测资料，我们必须具备处理庞大数据集，而不是处理单个观测值的能力。另一个问题是：

由于遥感的范围基本上局限于海面，所以，有必要将遥感的范围与内部的三维结构联系起来。这需要连续进行大洋内部测量。

为了最有效地利用日新月异的卫星观测系统，海洋学家必须更多地了解遥感技术，以便可靠地解译卫星观测数据，而遥感专家则必须更多地了解海洋及其存在的问题。

本书作者已洞察海洋学家和遥感技术专家共同信息体的必要性，而我相信，作者对这两方面问题的阐述及其引导，将有效地弥合两大团体的鸿沟，加速卫星海洋学完全融汇于海洋科学之中的时日的到来。

皇家学会会员：H. Charnock教授

目 录

第 1 章	空间海洋学的由来	(1)
1.1	是海洋科学的新领域吗?	(1)
1.2	空间海洋观测25年.....	(2)
1.3	卫星资料在海洋学上的价值.....	(4)
1.4	本书的范围.....	(8)

第一部分 海洋遥感基础

第 2 章	航天遥感的可能性	
	——空间硬件和数据传输.....	(12)
2.1	空间平台及其轨道.....	(12)
2.1.1	卫星载体.....	(12)
2.1.2	卫星轨道动力学.....	(17)
2.1.3	轨道的空间和时间取样特性.....	(22)
2.2	卫星传感器.....	(29)
2.2.1	传感器与电磁波谱的关系.....	(29)
2.2.2	传感器测量.....	(32)
2.2.3	传感器的空间取样能力.....	(35)
2.2.4	目前用于海洋学研究的卫星传感器和即将研制的传感器.....	(40)
2.3	数据的提取.....	(42)
2.3.1	卫星向地面的数据传输.....	(42)
2.3.2	数据的分发.....	(46)
第 3 章	遥感在海洋学上的应用	(50)
3.1	卫星传感器的海洋学性能.....	(50)
3.2	80年代的海洋科学.....	(54)

3.3	动力海洋学过程	(57)
3.3.1	大洋环流	(57)
3.3.2	潮汐	(61)
3.3.3	海洋锋	(63)
3.3.4	上升流	(66)
3.3.5	混合层动力学	(67)
3.3.6	沿海和河口的动力与地貌现象	(68)
3.4	海浪	(70)
3.5	与卫星采样有关的海洋现象的时空尺度	(78)
第 4 章	海洋遥感原理	(83)
4.1	引言	(83)
4.2	传感器校准	(84)
4.3	大气订正	(87)
4.4	方位配准	(92)
4.5	地球物理校正	(95)
4.6	海面实况海洋学取样	(97)
第 5 章	图像处理原理	(104)
5.1	图像处理与海洋学	(104)
5.2	卫星的数字图像数据	(105)
5.3	图像处理硬件	(110)
5.4	几何处理	(112)
5.5	屏蔽及重叠	(118)
5.6	平滑、滤波和噪声抑制	(120)
5.7	空间变量的测量	(124)
5.8	单波段辐射测量信息的增强	(125)
5.9	多通道图像数据的显示	(130)
5.10	大气订正和地球物理校正	(133)
	第二部分 卫星遥感在海洋上的应用	
第 6 章	可见光波长的海洋水色传感器	(136)

6.1	引言.....	(139)
6.1.1	范围.....	(136)
6.1.2	Landsat 水色 传感器.....	(137)
6.1.3	Nimbus-7号CZCS.....	(142)
6.2	有关空间海洋水色观测的光学理论.....	(143)
6.2.1	某些光学量的定义.....	(143)
6.2.2	卫星传感器的测量.....	(148)
6.2.3	大气的光学轨迹.....	(151)
6.2.4	可见光波长资料大气校正的实用策略.....	(156)
6.2.5	海水中光的散射与吸收.....	(159)
6.2.6	海洋水色的海洋学解译.....	(163)
6.2.7	海面的光散.....	(170)
6.3	CZCS资料的校准及应用.....	(172)
6.3.1	传感器校准.....	(172)
6.3.2	大气订正.....	(175)
6.3.3	CZCS校准算法.....	(180)
6.3.4	在生物海洋学上的应用.....	(183)
6.3.5	在动力海洋学上的应用.....	(189)
6.4	LandsatMSS资料在海洋学上的应用.....	(194)
6.4.1	资料处理.....	(194)
6.4.2	Landsat泥沙和叶绿素资料的校正.....	(196)
6.4.3	应用Landsat资料研究泥沙的运动.....	(199)
6.4.4	Landsat观测的其他海洋过程.....	(202)
6.4.5	Landsat在水深测量上的应用.....	(203)
6.4.6	沿海地貌学.....	(204)
6.5	卫星其他可见光波长资料在海洋学上的应用	(205)
第7章	红外扫描辐射计遥感海面水温.....	(207)
7.1	引言.....	(207)

7.2	红外辐射的物理基础.....	(212)
7.2.1	热发射.....	(212)
7.2.2	大气吸收.....	(215)
7.2.3	红外传感器.....	(217)
7.2.4	AVHRR数据亮度温度校正	(220)
7.3	海洋表层的热结构.....	(222)
7.3.1	皮层温度.....	(222)
7.3.2	海洋温跃层结构	(224)
7.3.3	海面皮层温度偏差	(226)
7.3.4	海面油膜	(231)
7.4	大气订正与海面温度校准方法.....	(232)
7.4.1	大气订正方法.....	(232)
7.4.2	多光谱技术与多重观测技术	(234)
7.4.3	清除云的方法.....	(238)
7.4.4	海面温度业务性产品.....	(240)
7.5	卫星海面温度资料的潜在应用.....	(243)
7.5.1	气候学.....	(244)
7.5.2	全球海面温度的变化.....	(244)
7.5.3	大气对海面温度异常的响应	(245)
7.5.4	天气预报(1—10天)	(245)
7.5.5	海气界面上的气体交换	(246)
7.5.6	影响海洋热收支的海面热通量	(247)
7.5.7	深海对流与水团的形式	(247)
7.5.8	动力海洋学	(248)
7.5.9	污染研究	(248)
7.6	卫星海面温度资料应用实例.....	(252)
7.6.1	全球海面温度图和海面温度异常图	(253)
7.6.2	大洋涡旋.....	(255)
7.6.3	上升流	(257)

7.6.4	大洋锋.....	(259)
7.6.5	地中海.....	(263)
7.6.6	浅海海洋锋.....	(263)
7.6.7	沿海边缘锋.....	(266)
7.6.8	经济渔业.....	(269)
第 8 章	被动式微波辐射计	(271)
8.1	被动式微波辐射测量技术的物理基础.....	(271)
8.1.1	概 述	(271)
8.1.2	微波的热发射.....	(272)
8.1.3	卫星天线接收的辐射.....	(273)
8.1.4	大气与太阳的辐射效应.....	(276)
8.1.5	海面发射率.....	(279)
8.1.6	海面发射的皮层深度.....	(283)
8.2	微波辐射计的设计.....	(284)
8.2.1	辐射计设计的约束条件.....	(284)
8.2.2	Seasat和Nimbus的SMMR.....	(287)
8.2.3	其他卫星的微波辐射计.....	(289)
8.3	被动式微波空间资料的海洋学解译.....	(290)
8.3.1	潜在的应用.....	(290)
8.3.2	SMMR海面温度及海面风的反演算法.....	(292)
8.4	红外辐射计与微波辐射计海面温度测量的比较.....	(297)
8.5	SMMR资料的应用.....	(298)
第 9 章	卫星海面地形的高度测量.....	(305)
9.1	引 言	(305)
9.1.1	一种崭新的海洋仪器.....	(305)
9.1.2	卫星高度测量的原理.....	(306)
9.2	雷达高度计的距离测量.....	(308)
9.2.1	仪器设计.....	(308)
9.2.2	大气传输的订正.....	(312)

9.2.3	海面粗糙度误差	(314)
9.2.4	高度计技术指标	(315)
9.3	确立基准	(316)
9.3.1	轨道测定	(316)
9.3.2	相对于基准椭圆面的高度误差小结	(318)
9.3.3	大地水准面	(319)
9.4	高度测量技术在洋流研究上的应用	(320)
9.4.1	地转平衡	(320)
9.4.2	大洋环流测定的可能性	(323)
9.4.3	Seasat高度计大洋环流现象观测举例	(324)
9.5	高度计的潮汐观测	(332)
9.5.1	卫星高度测量技术对潮汐研究的价值	(332)
9.5.2	提取高度计资料的潮汐信息	(333)
9.5.3	高度计应用于大洋潮汐科学的实例	(335)
9.6	卫星高度计用于大洋水深测量	(336)
9.7	高度计对卫星轨道的选择	(339)
第10章	海面粗糙度主动式微波遥感	(344)
10.1	引言——海面粗糙度遥感	(344)
10.2	海面的雷达反射	(345)
10.2.1	后向散射横截面	(345)
10.2.2	镜面反射和散射	(345)
10.2.3	布喇格谐振散射	(346)
10.2.4	极化	(350)
10.3	海面风生波的粗糙度	(350)
10.4	表面膜与油膜	(352)
10.5	海面粗糙度图型的动力学解译	(355)
10.6	海面粗糙度图型的人为原因	(357)
第11章	高度计——一种海面粗糙度测量传感器	(360)
11.1	天底视雷达	(360)