

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

海洋调查方法导论

侍茂崇 高郭平 鲍献文 编著



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

海洋调查方法导论

侍茂崇 高郭平 鲍献文 编著

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

内容简介

本书是“面向 21 世纪课程教材”的系列教材之一。作者在 2000 年版《海洋调查方法》的基础上,作了全面修改、补充,由原来的 19 章扩充为现在的 23 章。本教材既包括深度、温度、盐度、水色、透明度、海冰、海流、潮汐、波浪等水文要素的调查,也包括气象、化学、生物、地质和地球物理、声学、光学等与海洋科学有关的要素调查。为了更全面地培养调查、分析和研究人才,本书还介绍了海洋调查资料的分析和处理、海洋动力计算方法、海洋要素多年一遇极值求取、资料库与地理信息系统、海洋调查的组织等。最后,又专为担任海洋调查的首席科学家写了一章:“海洋调查首席科学家应该做些什么?”

本书可以作为高等学校海洋科学和海洋技术专业的教科书,同时,对于从事海洋工程、海洋环保、海洋遥感、航海、海洋管理以及其他与海洋有关的高校师生和从事海洋科学技术的人员也是一本有益的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

海洋调查方法导论/侍茂崇,高郭平,鲍献文编著.

—青岛:中国海洋大学出版社,2008.4

ISBN 978-7-81125-140-1

I. 海… II. ①侍… ②高… ③鲍… III. 海洋调查—方法
IV. P714

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 039773 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

网 址 <http://www2.ouc-press.com>

电子信箱 cbslxl@ouc.edu.cn

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 李学伦

电 话 0532-85902387

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2008 年 5 月第 1 版

印 次 2008 年 5 月第 1 次印刷

成品尺寸 170 mm×230 mm

印 张 28.125

字 数 504 千字

定 价 46.00 元

前 言

“海洋调查方法”是一门古老而又年轻的课程。从 1953 年山东大学建立海洋系开始,就正式开设本课程。许多老师都不同程度地讲授过它,对该课程的内容、教学方法和实践的连接都作过有益的尝试和贡献。但是,随着科学的发展,新的海洋仪器不断问世,海洋调查方法也不断推陈出新。

编著本书的目的是,既能培养直接从事海洋调查的技术人员,又能以此为基础,使他们成为优秀的海况分析研究专家。因此,在本书中,我们在介绍海洋仪器的同时,重点介绍其误差来源和正确的使用方法,而对于仪器结构则尽量简略;在介绍各种海洋学科调查方法的同时,重点介绍调查内容和精度要求,而对于具体操作方法、化学配方和分析步骤则一带而过;对于资料分析方法,我们重点介绍常规的、常用的资料处理,对于不断演化的繁复公式及其推导,则点到为止。最后,我们又专为担任海洋调查的首席科学家写了一章:“海洋调查首席科学家应该做些什么?”其目的则是要提高海洋调查首席科学家决策的科学性,有效规避危险、保证安全,在最短时间内圆满完成既定任务。

讲到海洋调查方法,我们首先想到的是物理海洋学教育的开拓者赫崇本先生。他一生致力于海洋调查方法的提高和改进,特别强调同步或准同步观测的重要性。1955 年,他组织学生在烟威渔场进行了一次有趣的试验:同时用两条船分别自东、西方向对烟威渔场进行温度测量。根据温度观测结果,两船得出的鲈鱼集群与环境关系的结论竟截然相反。他的良苦用心,给从事海洋调查者起到了醍醐灌顶的作用。

对于海洋调查,除了讲授方法之外,我们还要强调并提倡追求真理和献身的精神。只有对海洋万千之谜抱着孜孜不倦的探求之心,对海洋开发事业充满热爱和献身精神,才能使海洋科学蓬勃发展,不断推陈出新。例如,原始的亚历山大潜水钟,只能达到水下几米,经过 2 300 多年许多先驱者的不断努力和牺牲,终于制成今日装备精良的皮卡尔潜水器,可以到达万米之下的海洋最深部,并且发现了充满蓬勃生机的深水世界。再如,南极洲的发现,也是人类不断牺牲和追求的结果,最初,人们想象那里存在一个未知的南方大陆,终年繁花似锦,珠玑遍地;经过几代探险家几百年出生入死、千回百折的探险,直到 1821 年,人们才发现了南极洲;尽管那里是永久的冰原,

却成了今日人类科学的殿堂。

海洋调查是以实践作为第一性的,是理论发展的源泉和检验理论的标准。任何轻视海洋调查的人,都会导致自己的研究萎缩、故步自封。而海洋调查的重要手段,就是各种仪器和工具,它们是人类器官的延伸与提高。因此,每一种新仪器的问世,每一次调查方法的改进,每一次更高层次的实践活动,都可能带来海洋理论深刻的革命。例如,《阿尔文》潜水器的水下探索,发现一种全新生态系,甚至有可能导致对人类起源假说的修正;洋底地磁和热流测量,导致了板块构造理论的问世,魏格纳的大陆漂移学说最终得到承认;微体古生物的调查研究,导致了地球古气候重建;大洋钻探结果导致海洋灾变论产生;卫星遥感方法所采集的数据和提供的信息比以前所获得的观测数据总和还要多,如今,这个数据集覆盖了大部分海洋环境参数和信息,全球大洋非常不充分取样的时代已成为过去;声学浮标测流方法,导致了赤道潜流的发现;CTD的问世,发现了温、盐的阶梯状结构,双扩散理论应运而生。

《海洋调查方法导论》是作者在以前出版的《海洋调查方法》(青岛海洋大学出版社,2000)的基础之上,作了全面修改、补充,由原来的19章,扩充为现在的23章。当本书问世之际,谨向给予热情支持、关怀的校、院、系领导,几十年来讲授该课程的十几位老师,特别向原宁波海洋学校朱志恩先生表示感谢。中国海洋大学刘安国、方欣华等教授也对本书的编写提出了宝贵意见,张增辉高工为本书描绘了大量插图,在此一并表示感谢。

尽管作者有一定的海洋实践经验,但是,对浩瀚深邃的海洋的认识,仍然是管中窥豹。不过,作为长期从事海洋调查教学工作的作者来说,希望能对读者展卷之后有所教益,其拳拳之心,读者是可以理解的。同时希望广大读者不吝赐教。

作 者

2008年4月

目 次

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 海洋调查发展简史	(1)
1.1.1 单船走航调查时期	(2)
1.1.2 多船联合调查时期	(3)
1.1.3 立体化海洋调查	(4)
§ 1.2 海洋调查方法	(8)
1.2.1 海洋观测对象	(8)
1.2.2 传感器	(8)
1.2.3 观测平台	(9)
1.2.4 施测方法	(10)
1.2.5 数据处理	(12)
§ 1.3 全球大尺度研究计划	(12)
1.3.1 气候变异与预测研究计划(CLIVAR)	(12)
1.3.2 热带海洋与全球大气计划(TOGA 和 TOGA-COARE)	(13)
1.3.3 世界大洋环流实验(WOCE)	(13)
1.3.4 极地计划	(14)
1.3.5 国际地圈-生物圈计划(IGBP)	(14)
1.3.6 联合全球海洋通量研究(JGOFS)	(14)
1.3.7 全球海洋观测系统(GOOS)	(14)
1.3.8 全球海洋综合服务系统(IGOSS)	(15)
1.3.9 近海海洋观测系统(NEAR-GOOS)	(16)
1.3.10 ARGO 计划	(16)
§ 1.4 实践是开启真理的钥匙,也是检验真理的标准	(17)
1.4.1 阿尔文潜水器的水下探索,发现一种全新生态系	(17)
1.4.2 大洋底地磁和热流测量,导致板块构造理论问世	(17)
1.4.3 微体古生物体的测量,导致地球古气候重建	(18)
1.4.4 大洋钻探结果导致海洋灾变论产生	(19)
1.4.5 卫星遥感	(19)
1.4.6 每一种先进海洋仪器问世,都带来深刻的物理海洋学理论的革命	(20)

第二章 深度测量	(21)
§ 2.1 水深测量的意义和目的	(21)
§ 2.2 水深测量的要求	(21)
§ 2.3 深度测量的方法及资料订正	(22)
2.3.1 钢丝绳测深	(22)
2.3.2 回声测深仪测深	(25)
2.3.3 现代主要测深系统	(26)
§ 2.4 深海调查深度订正方法的比较	(27)
§ 2.5 海图水深计算	(29)
第三章 水温观测	(31)
§ 3.1 温度观测的基本要求	(31)
3.1.1 水温观测的准确度要求	(31)
3.1.2 水温观测的时次与标准层次	(32)
§ 3.2 各式测温计简述	(33)
3.2.1 液体和机械式温度计	(33)
3.2.2 电子温度计	(33)
3.2.3 远距离海表温度辐射探测	(34)
§ 3.3 玻璃液体温度计	(35)
3.3.1 玻璃液体温度计的测温原理	(35)
3.3.2 玻璃液体温度计的误差	(36)
§ 3.4 表面温度计测温	(38)
3.4.1 仪器的结构	(38)
3.4.2 观测与使用	(38)
§ 3.5 颠倒温度计测温	(39)
3.5.1 颠倒采水器及颠倒温度计的结构和原理	(40)
3.5.2 观测与使用方法	(42)
3.5.3 利用开闭端温度计计算深度误差分析	(46)
§ 3.6 温深系统测温	(47)
3.6.1 电子式温盐深自记仪(CTD)测温	(47)
3.6.2 常用投弃式深温计(XBT)	(49)
3.6.3 温深系统测量时压力与深度的换算	(51)
§ 3.7 遥感测温	(51)
3.7.1 薄层温差的存在	(51)
3.7.2 大气温、湿度和油膜的影响	(52)

第四章 盐度测量	(53)
§ 4.1 盐度的定义和演变	(53)
4.1.1 克纽森盐度公式	(53)
4.1.2 1969 年电导盐度定义	(54)
4.1.3 1978 年实用盐标(psu)	(55)
§ 4.2 盐度的测量	(56)
4.2.1 观测时间、标准层次及准确度要求	(56)
4.2.2 盐度的测量方法	(56)
4.2.3 利用现场温盐深仪测量盐度原理	(57)
§ 4.3 SYC2-2 型实验室海水盐度计测盐度	(58)
4.3.1 测盐度原理	(58)
4.3.2 SYC2-2 型实验室海水盐度计	(60)
4.3.3 测定方法	(61)
4.3.4 仪器的维护及使用注意	(63)
§ 4.4 海水样品测定结果的整理	(65)
4.4.1 查 R_{15} 算盐度	(65)
4.4.2 查 R_T 算盐度	(65)
第五章 透明度、水色、海发光的观测	(67)
§ 5.1 透明度观测	(68)
5.1.1 透明度定义	(68)
5.1.2 透明度观测	(69)
§ 5.2 水色观测	(70)
5.2.1 水色及其成因	(70)
5.2.2 水色观测	(71)
§ 5.3 海发光的观测	(72)
5.3.1 海发光及其影响因子	(72)
5.3.2 海发光的观测	(73)
第六章 海冰观测	(75)
§ 6.1 海冰概况	(76)
6.1.1 海水结冰与盐度	(76)
6.1.2 海冰的类型	(77)
6.1.3 冰期与冰情	(77)
6.1.4 海冰观测点的选择	(78)
§ 6.2 冰量和浮冰密集度观测	(78)

6.2.1	冰量和浮冰密集度的定义	(78)
6.2.2	观测与记录	(79)
§ 6.3	冰型、冰的外貌特征和冰状观测	(80)
6.3.1	冰型观测	(80)
6.3.2	冰的外貌特征和冰状观测	(81)
§ 6.4	浮冰运动参数和固定冰堆积状况、范围观测	(84)
6.4.1	浮冰运动参数观测	(84)
6.4.2	固定冰堆积状况和范围观测	(86)
§ 6.5	测绘冰情图	(88)
§ 6.6	海冰监测系统	(90)
第七章	海流观测	(91)
§ 7.1	海流观测方法	(92)
7.1.1	浮标漂移测流法	(92)
7.1.2	定点观测海流	(94)
7.1.3	走航测流	(96)
7.1.4	海流连续观测的准确度要求	(96)
7.1.5	海流观测的注意事项	(96)
§ 7.2	海流计简介	(97)
7.2.1	机械旋浆式海流计	(97)
7.2.2	电磁海流计	(99)
7.2.3	声学多普勒海流计	(100)
7.2.4	声学多普勒海流剖面仪(ADCP)	(100)
7.2.5	其他测流仪	(102)
§ 7.3	海流观测的持续时间选择	(103)
7.3.1	流速场的描述	(103)
7.3.2	海洋湍流	(104)
7.3.3	观测持续时间长短的选择	(105)
§ 7.4	近岸异重流现象与观测	(107)
7.4.1	异重流定义	(107)
7.4.2	理论上的近似推导	(107)
7.4.3	流速的直接观测	(109)
§ 7.5	近底层海流的观测	(110)
7.5.1	近底层海流定义	(110)
7.5.2	近底层流的观测	(110)

7.5.3 确定海底粗糙度 Z_0	(111)
§ 7.6 影响海流观测误差分析	(112)
7.6.1 平台无运动时出现的误差	(112)
7.6.2 平台缓慢移动所产生的误差	(114)
7.6.3 平台的快速运动——波浪场的影响	(114)
7.6.4 铅鱼和吊链的影响	(116)
7.6.5 海洋生物的影响	(116)
7.6.6 资料分析方法上的误差	(117)
§ 7.7 海流观测资料的整理与分析	(119)
7.7.1 流速流向曲线图绘制	(120)
7.7.2 流速流向曲线的修匀	(120)
第八章 海浪与内波观测	(122)
§ 8.1 海浪的基本要素	(123)
8.1.1 海浪的基本要素	(123)
8.1.2 周期、波长和波速	(126)
8.1.3 波向和波峰线	(126)
§ 8.2 目测海浪	(126)
8.2.1 海面状况观测	(127)
8.2.2 波型观测	(127)
8.2.3 波向观测	(128)
8.2.4 周期和平均周期的观测	(128)
8.2.5 部分大波波高及周期的观测	(129)
8.2.6 波长和波速的计算	(129)
§ 8.3 测波仪器简介	(130)
§ 8.3.1 光学式测波仪	(130)
8.3.2 测波杆	(130)
8.3.3 波浪骑士浮标(Wave ride buoy)	(131)
8.3.4 SZF2-1 型测波仪	(131)
8.3.5 船舷测波仪	(135)
8.3.6 浮标阵列	(136)
8.3.7 水下测波装置	(136)
8.3.8 遥感测波仪	(138)
§ 8.4 内波调查	(139)
8.4.1 内波锚系阵列观测	(140)

8.4.2	内波拖曳及投抛观测	(141)
8.4.3	内波中性浮子观测	(142)
8.4.4	内波声学观测	(143)
8.4.5	内波卫星观测	(143)
第九章	潮位观测	(145)
§ 9.1	潮位观测的基本概念	(145)
9.1.1	潮位变化的一般规律	(145)
9.1.2	验潮站站址的选择	(146)
9.1.3	海平面与基准面	(147)
9.1.4	基准面和水准点与各种潮位的关系	(149)
§ 9.2	测站的设置	(151)
9.2.1	水尺设置及其维护	(151)
9.2.2	水准点的设置	(153)
9.2.3	验潮井的设置及其维护	(154)
9.2.4	井内外水尺的设置	(156)
§ 9.3	水准联测	(158)
9.3.1	水准仪的主要结构及作用原理	(158)
9.3.2	测量的基本原理和方法	(159)
9.3.3	四等水准测量手簿的记录、整理及其限差的要求	(161)
9.3.4	几种特殊情况下的联测方法	(163)
9.3.5	水准仪和水准标尺的检验	(163)
9.3.6	三等水准测量	(165)
9.3.7	水准仪的维护和测量中的注意事项	(165)
§ 9.4	利用水尺进行潮位观测	(166)
9.4.1	观测与记录	(166)
9.4.2	水位换算	(167)
9.4.3	几种特殊情况的处置方法	(167)
§ 9.5	利用浮筒式水位计进行水位观测	(168)
9.5.1	HCJ1-2 型验潮仪的结构和工作原理	(169)
9.5.2	仪器的安装和使用	(169)
9.5.3	验潮仪的记录观测	(170)
9.5.4	验潮系统的一般故障排除和维护保养	(173)
§ 9.6	其他验潮仪	(173)
9.6.1	挪威安德拉公司的水位记录仪	(173)

9.6.2 SCA6-1 型声学水位计	(174)
§ 9.7 验潮井设置参数的选取	(174)
第十章 海洋气象观测	(176)
§ 10.1 海洋气象观测的平台、内容、次数和时间	(176)
10.1.1 海洋气象观测的目的	(176)
10.1.2 海洋气象观测平台	(176)
10.1.3 观测的项目	(177)
10.1.4 观测的次数和时间	(177)
§ 10.2 常规海洋气象观测项目	(178)
10.2.1 能见度	(178)
10.2.2 云的观测	(179)
10.2.3 天气现象的观测	(181)
10.2.4 风的观测	(182)
10.2.5 空气温度和湿度的观测	(183)
10.2.6 气压的观测	(184)
10.2.7 降水量观测	(184)
§ 10.3 高空气压、温度、湿度的探测	(185)
10.3.1 技术要求	(185)
10.3.2 探测方法	(185)
10.3.3 资料整理方法	(186)
10.3.4 特殊情况的处理	(187)
§ 10.4 高空风的探测	(188)
10.4.1 技术指标	(188)
10.4.2 探测方法	(188)
10.4.3 资料整理方法	(189)
§ 10.5 大气边界层观测	(190)
10.5.1 风、温、湿梯度观测	(190)
10.5.2 海气界面通量观测	(192)
10.5.3 辐射观测	(193)
10.5.4 天空辐射计	(194)
§ 10.6 通量计算	(195)
10.6.1 船姿态订正	(196)
10.6.2 通量计算	(197)
§ 10.7 观测仪器	(199)

10.7.1 地面气象观测仪器	(199)
10.7.2 高空气象探测仪器	(204)
第十一章 海洋化学调查	(206)
§ 11.1 检测内容和层次	(206)
11.1.1 采样项目	(206)
11.1.2 水样的采集	(206)
§ 11.2 常规海洋化学要素调查	(207)
11.2.1 溶解氧	(207)
11.2.2 pH	(208)
11.2.3 总碱度	(209)
11.2.4 活性硅酸盐测定(硅钼蓝法)	(209)
11.2.5 活性磷酸盐测定(抗坏血酸还原磷钼蓝法)	(210)
11.2.6 亚硝酸盐测定(重氮-偶氮法)	(210)
11.2.7 硝酸盐测定(锌镉还原法)	(210)
11.2.8 铵盐测定(次溴酸钠氧化法)	(211)
11.2.9 氯化物测定(银量滴定法)	(211)
11.2.10 总磷测定(过硫酸钾氧化法)	(212)
11.2.11 总氮测定(过硫酸钾氧化法)	(212)
11.2.12 总有机碳和溶解有机碳	(213)
11.2.13 悬浮物	(213)
§ 11.3 海水污染物质调查	(213)
11.3.1 石油	(213)
11.3.2 化学需氧量(COD)	(214)
11.3.3 生化需氧量(BOD ₅)	(214)
11.3.4 六六六、DDT	(214)
11.3.5 多氯联苯、狄氏剂	(215)
11.3.6 重金属	(215)
11.3.7 其他水质分析方法	(215)
§ 11.4 大气化学采样分析(包括相应海水中应测项目)	(217)
11.4.1 颗粒物(大气气溶胶)	(217)
11.4.2 碳氧化合物	(218)
11.4.3 氮氧化物	(218)
11.4.4 卤素化合物	(219)
11.4.5 碳氢化合物	(220)

11.4.6	有机硫化物测定	(220)
11.4.7	大气中营养元素	(222)
11.4.8	大气干湿沉降中的重金属	(223)
11.4.9	大气化学调查技术指标	(224)
§ 11.5	常用主要仪器	(225)
11.5.1	便携式溶解氧分析仪	(225)
11.5.2	分光光度计	(226)
11.5.3	其他仪器	(228)
第十二章	海洋地形、地貌、地质与地球物理调查	(229)
§ 12.1	海水深度、海底地形、地貌测量	(229)
12.1.1	多波束测深系统	(229)
12.1.2	海底测量的相干声纳 (ISIS) 系统	(230)
12.1.3	侧扫声纳	(231)
§ 12.2	海底浅层结构探测	(234)
12.2.1	拖曳式浅地层剖面探测	(234)
12.2.2	船载式浅地层剖面探测	(236)
§ 12.3	底质采样器	(237)
12.3.1	海洋底质表层采样	(237)
12.3.2	海洋底质深层采样	(239)
§ 12.4	海洋重力测量仪器	(243)
12.4.1	基本要求	(243)
12.4.2	海洋重力仪简介	(245)
§ 12.5	海底热流测量	(246)
12.5.1	技术要求	(246)
12.5.2	仪器设备	(247)
12.5.3	海上测量	(248)
12.5.4	资料整理	(249)
§ 12.6	海洋地磁测量仪器	(250)
12.6.1	工作原理	(251)
12.6.2	G801 型海洋质子磁力仪	(252)
12.6.3	G880-G 铯光泵磁力仪	(253)
§ 12.7	海洋地震测量仪器	(255)
12.7.1	地震仪的基本要求	(255)
12.7.2	中国产宽频带大动态三分量数字记录海底地震仪	(256)

12.7.3 其他地震仪简介.....	(257)
§ 12.8 调查的基本方法和图件.....	(258)
12.8.1 调查船作业的方式.....	(258)
12.8.2 图件基本要求和精度.....	(258)
第十三章 海洋生物调查	(260)
§ 13.1 概 述.....	(260)
13.1.1 名词解释.....	(260)
13.1.2 调查内容、方式和采样深度	(261)
§ 13.2 叶绿素和初级生产力测量.....	(262)
13.2.1 叶绿素 a 的测定.....	(262)
13.2.2 初级生产力测定.....	(263)
13.2.3 常用仪器.....	(264)
§ 13.3 微生物调查.....	(266)
13.3.1 技术要求.....	(266)
13.3.2 常用仪器.....	(266)
§ 13.4 浮游生物调查.....	(267)
13.4.1 微微型、微型浮游生物	(267)
13.4.2 小型浮游生物.....	(270)
13.4.3 大中型浮游生物.....	(271)
§ 13.5 底栖生物调查.....	(271)
13.5.1 大型底栖生物.....	(271)
13.5.2 小型底栖生物.....	(272)
13.5.3 底栖生物资料整理.....	(273)
§ 13.6 游泳生物调查.....	(273)
13.6.1 鱼类.....	(273)
13.6.2 鱼卵、仔鱼分离	(274)
13.6.3 分类鉴定.....	(274)
§ 13.7 污损生物调查.....	(274)
13.7.1 调查要素和技术要求.....	(274)
13.7.2 大型污损生物调查采样.....	(275)
§ 13.8 潮间带生物调查.....	(276)
13.8.1 基本要求.....	(276)
13.8.2 潮间带底栖微型藻类叶绿素 a 的测定.....	(276)
13.8.3 潮间带底栖微型藻类丰度及种类组成.....	(277)

13.8.4 潮间带底栖生物现存量和种类·····	(277)
§ 13.9 生物量计算·····	(277)
13.9.1 生物量计算·····	(277)
13.9.2 浮游动物个体密度计算·····	(278)
13.9.3 摄食压力计算·····	(278)
第十四章 海洋声学、光学要素调查 ·····	(279)
§ 14.1 海洋声速测量·····	(279)
14.1.1 观测要素·····	(279)
14.1.2 站点的确定·····	(279)
14.1.3 测量方法和精度·····	(280)
14.1.4 测量仪器·····	(280)
14.1.5 资料处理·····	(280)
14.1.6 今后发展目标·····	(281)
§ 14.2 海洋环境噪声测量·····	(282)
14.2.1 海洋环境噪声基本概念·····	(282)
14.2.2 测量仪器·····	(283)
§ 14.3 水中目标物的声学探测·····	(284)
14.3.1 布里渊散射激光雷达水下目标探测技术·····	(284)
14.3.2 合成孔径声纳·····	(284)
14.3.3 声光悬浮砂粒径谱测量仪·····	(285)
14.3.4 声学悬浮泥沙浓度剖面仪·····	(286)
§ 14.4 海洋光学调查·····	(286)
14.4.1 名词解释·····	(287)
14.4.2 标准层次和精度·····	(288)
14.4.3 海面照度测量方法·····	(289)
14.4.4 光束透射率和光束衰减系数的测量·····	(290)
14.4.5 测量仪器·····	(291)
第十五章 海洋遥感和浮标观测 ·····	(293)
§ 15.1 遥感使人类获得大面积同步资料·····	(293)
15.1.1 航空海洋遥感·····	(294)
15.1.2 卫星遥感·····	(294)
§ 15.2 海洋遥感的主要对象·····	(297)
15.2.1 海面温度遥感·····	(297)
15.2.2 盐度观测·····	(298)

15.2.3	海面风场观测	(299)
15.2.4	海浪观测	(300)
15.2.5	海流观测	(300)
15.2.6	潮汐观测	(302)
15.2.7	水团观测	(302)
15.2.8	海洋水准面观测	(302)
15.2.9	浅海测深	(303)
15.2.10	海冰遥感	(303)
15.2.11	溢油污染遥感	(304)
15.2.12	泥沙、叶绿素观测	(305)
§ 15.3	浮标与潜标观测	(305)
15.3.1	锚定浮标	(306)
15.3.2	漂流浮标	(306)
15.3.3	潜标	(308)
第十六章	海洋观测中的误差及其处理	(309)
§ 16.1	数据误差的几种定义	(310)
§ 16.2	函数误差的传播	(313)
§ 16.3	误差的产生和消除	(315)
§ 16.4	偶然误差的正态分布	(320)
§ 16.5	流速矢量在经线和纬线投影测量的随机误差分量	(322)
§ 16.6	有效数字	(323)
第十七章	海洋资料分布曲线的平滑和滤波	(326)
§ 17.1	海洋资料分布曲线的平滑	(326)
17.1.1	图解平滑法	(326)
17.1.2	滑动平均值法	(327)
§ 17.2	潮流滤波器	(331)
第十八章	常用的插值法在海洋水文资料处理中的应用	(333)
§ 18.1	方法简介	(333)
18.1.1	三点拉格朗日(Lagrange)抛物插值法	(333)
18.1.2	二次样条函数(Spline-2)插值法	(334)
18.1.3	三次样条函数(Spline-3)插值法	(334)
18.1.4	阿基马(Akima)插值法	(335)
§ 18.2	不同插值法对温盐曲线拟合及讨论	(337)
18.2.1	无温(或盐)跃层情况	(337)