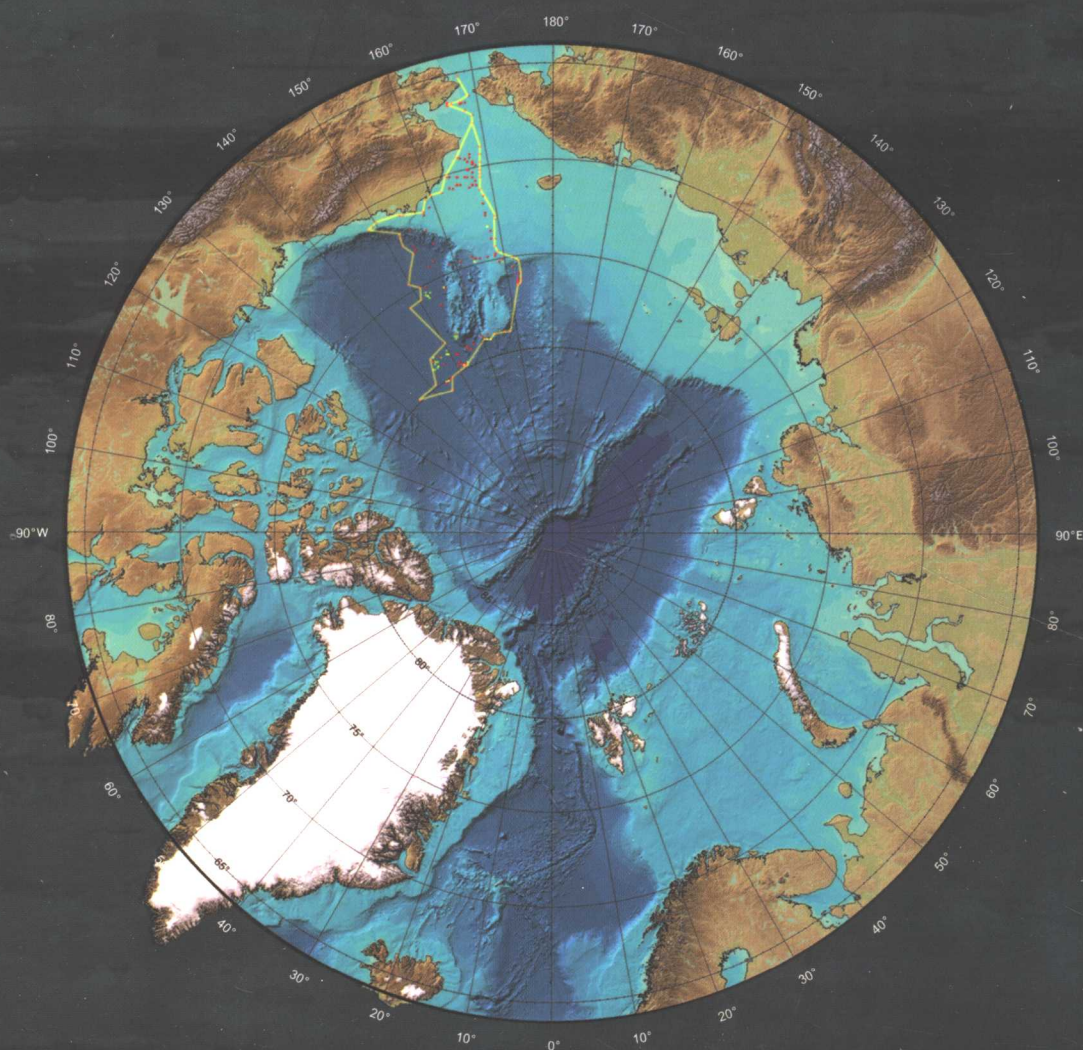


THE REPORT OF 2003 CHINESE ARCTIC RESEARCH EXPEDITION

中国第二次 北极科学考察报告

张占海 主编



海洋出版社



中国第二次

北极科学考察报告

张占海 主编



海洋出版社

2004年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国第二次北极科学考察报告 / 张占海主编. —北京:
海洋出版社, 2004.1

ISBN 7-5027-6068-7

I. 中… II. 张… III. 北极—科学考察—考察报
告—中国 IV.P941.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 000339 号

责任编辑: 白 燕

责任印制: 严国晋

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京瑞宝画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 15

字数: 435 千字 印数: 1~1500 册

定价: 150.00 元

(海洋版图书印、装错误可随时退换)

序 言

北极地区近 30 年来发生的海洋、大气、陆地、生态系统的快速变化，使得北极成为全球变化最敏感的地区之一，已引起国际社会的高度重视。我国地处易受气候自然灾害影响的脆弱地区，北极变化对我国气候和环境的影响不容忽视，迫切需要增强北极变化及其对我国气候和环境影响的评估和可预测性研究，为国民经济和社会的可持续发展提供科学依据。

探索 and 了解北极地区的迅速变化对我国的气候和环境产生作用的机理和后果必须持续、稳定、系统地开展北极科学研究，增强对北极气候环境变化的认识，逐步形成我国的北极研究科学体系，满足社会和经济发展的需求。我国开展北极科学考察的长期目标是：定期开展北极科学考察，建立对北极地区的常规观测体系，增强了解北极地区海洋和大气系统变化的能力；研究北极海洋、气候和环境系统的自身变化规律和程度以及对全球变化的响应；提高北极变化对我国气候环境影响的认知水平和预测能力，为实施我国可持续发展战略提供科学依据。

中国第二次北极科学考察是全面落实国务院批准的《中国极地考察“十五”能力建设总体方案》的一项重要行动，以满足国家社会和经济发展的重大需求为目的，以高新技术为手段，以出一流成果为目标，是实现我国北极科学考察长期目标的重要步骤，是继 1999 年我国实施首次北极科学考察之后，又一次大规模的、国际性的、多学科的立体综合调查。本次考察利用当今国内外高新技术手段，初步形成了我国对北极海洋和大气的长期观测能力，在更大的时空范围和尺度上获取了连续的观测资料，进一步充实我国北极研究的数据来源，满足我国对北极和全球变化研究资料的迫切需求。

中华民族从来就具有勇于探索、乐于奉献的伟大精神。中国第二次北极科学考察是一次弘扬爱国主义精神、开拓我国极地考察事业的科学活动，是科学精神和勇敢精神的体现，中国科学家在艰苦的环境中，发扬不畏艰险、顽强拼搏、团结协作、求实创新的精神，创造了中国北极考察的多项新的纪录，在人类探索自然的道路上取得了新的成绩。

中国的极地考察是一项具有重要战略意义的事业，关系到中华民族的国家利益和长远发展。中国第二次北极科学考察必将对加强我国在国际北极事务中的影响力、维护国家权益、提高我国北极科学研究水平、促进国际交流与合作产生积极的影响。

时代伟人毛泽东同志曾说过：“中国应当对人类有较大贡献。”中国第二次北极科学考察及本书的出版，是中国对于世界和平开发利用北极所作贡献的证明，是中国走向世界、担负起大国责任的证明。在此，谨向长期支持我国极地考察事业的各有关部委以及参加中国第二次北极科学考察的全体人员致以谢忱。是以为序。

国家海洋局局长



2004年1月

前言

近30年来,伴随着全球变暖北冰洋已经发生显著变化,海冰范围缩小10%、厚度减薄40%,导致北冰洋吸收更多的太阳辐射,显著增加了对大气的热贡献;海洋中层和深层水连续10年增暖,增强了海洋对海冰和大气过程的调控作用;冰川加速融化和降雨增多导致了入海径流加大,海洋盐度降低,影响海冰冻结和垂直对流过程。这些变化对北极气候系统和生态环境产生了显著的反馈作用,导致了诸如极涡减弱、地面气压降低、气旋活动加强、北冰洋向中、低纬度海洋输出的高密度冷水大量减少等现象的出现。北极海洋与海冰发生的显著变化,使北极更深刻地参与了全球变化进程,成为影响全球变化最显著的地区之一。北极系统的物理变化引发环境,特别是生态系统的变化,进而影响人类社会的生存环境和发展空间。科学家忧虑,北极是否会成为全球气候变化的“放大器”。

我国处于北半球中纬度地区,许多气候灾害如冬季的雪灾冻害、春季的沙尘暴以及夏季的旱涝等都与来自北极的冷空气有直接的关系。北极区域是进入我国冷空气的主要源地,北极气候系统的变化对我国的冬季风系统起到重要的调控作用,产生不可低估的影响。北极海洋和海冰的变异对包括冷空气活动在内的北极气候系统具有重要影响。因此,加强对北冰洋海-冰-气系统的研究将有助于提高我国的气候预测能力,为国家减灾防灾和国民经济可持续发展提供科学依据。同时,将北冰洋的海洋、海冰和气候作为一个整体来研究,有利于研究不同圈层的相互作用,增强跨学科的交叉、渗透和融合,促进和提高对北极变异及其效应的整体认知水平,带动我国北极科学和气候科学的共同发展。

科学界已经认识到北极的海洋和海冰变化是北极整体变化的核心环节,但是对其各自的变化、反馈作用以及它们与气候系统的相互作用的物理过程和机理的了解还不够深入。因此,采用多学科综合研究,从海洋和海冰变化规律及其与气候系统的相互作用这个源头上弄清这些过程和机理已经成为需要解决的重大关键科学问题。

基于上述意义,在国家海洋局的组织下,以了解北极变化及其对我国气候环境的影响为主要科学目标的中国第二次北极科学考察于2003年7月15日至9月26日实施,历时74天,安全航行14188海里。来自国内7个部、委、局的96名考察队员和来自美国、芬兰、加拿大、日本、韩国、俄国的13名外国考察队员共109人参加了本次考察。围绕上述科学目标,开展了七个方面的现场调查工作:

1. 北冰洋环流、物质交换及海水扩散和结构;
2. 北极海冰变化过程和海气交换通量;
3. 北冰洋大气边界层和大气环境;
4. 北冰洋上层海洋碳通量和陆源物质通量;
5. 北冰洋与白令海的水体交换和输运路径;
6. 白令海、北冰洋生物地球化学过程与古环境;
7. 高纬度海洋生物过程。

中国第二次北极科学考察是继1999年我国实施的首次北极科学考察之后又一次大规模的综合调查,也是10年来国际上规模最大、学科最齐全、参加国家最多的一次北极考察,范围跨度达到南北3000km、东西900km。本次考察以“雪龙”船为支撑平台,辅以直升机、水面作业艇、冰上车辆延展考察空间,利用卫星跟踪浮标、海洋浮标、潜标、潜水器、卫星遥感等高新技术手段以及常规观测设备,在白令海、楚科奇海以及加拿大海盆开展海洋、冰雪、大气、生物、地质等多学科立体综合观测,获得了大批宝贵的现场数据和样品。

中国第二次北极科学考察得到了国务院领导、国家海洋局领导以及参加单位领导的高度重视,同时也得到了全国人民的大力支持和广泛关注。在全体参加人员的密切协作和共同努力下,安全圆满地完成了各项科考任务,现场工作取得的主要成果可以概括如下:



1. 各学科现场调查全面丰收。获取了北冰洋和白令海大范围的209个站位的海洋水文、海冰、大气、海洋化学、海洋生物、海洋地质多学科立体实测数据,不仅为了解北极变化及其对气候环境影响起到积极作用,也为国际北极科学研究提供了极有价值的现场资料。

2. 应用高新技术设备获取了宝贵数据。一些具有自主知识产权的高新技术产品首次在极区海洋得到应用,并且在考察中发挥了重要作用。如:极区卫星跟踪浮标将可以获取2~3年的连续观测资料;水下机器人可以观测到人无法观测到的冰下图像、连续的海冰厚度、海洋温盐等数据;海洋潜标获得了40天的定点、不同深度的海洋综合数据。

3. 创造了中国北极考察队挺进北极的新纪录。“雪龙”船成功跨越80°N,获取了不可多得的、珍贵的高纬度海区的现场数据,向世界展示了中国极地科学考察的实力。

4. 现场协同作业能力得到了加强。本次考察现场支撑系统中使用了破冰船、直升机、作业艇及冰面车辆等综合手段,科学考察观测与后勤支持协同作业,创造了我国北极考察范围、规模和复杂程度之最,表明我国在极地组织大型科学考察的水平已进入国际先进行列。

5. 促进了国际合作与交流。本次考察来自8个国外研究机构的13位外国考察队员参加了联合调查,许多观测为中外联合进行,资料充分共享,国际合作向更深、更广的领域拓展,大大增加了此次考察的活力和中国北极研究在国际上的影响力,为推动形成国际北极研究的亚太合作体系做出了贡献。

6. 锻炼出了一支年轻的、高水平的、多学科的科研队伍。本次科考促进了多学科的交叉与融合,一大批年轻的科研人员已经担当起了一线工作的重任,对如何围绕国家需求开展北极考察与研究有了更清楚的认识,为我国北极科学研究的持续发展准备了后备力量。

为了记录本次考察现场工作的情况和过程、总结初步成果,我们组织编写了《中国第二次北极科学考察报告》一书。根据现场工作情况,书中共分为航次概述、海洋综合调查与观测和海-冰-气相互作用调查与观测三个部分,每个部分中又分章节按实施的项目或学科专业对现场工作进行了描述。其中,航次概述部分由何宗玉统稿,海洋综合调查与观测部分由赵进平统稿,海-冰-气相互作用调查与观测部分由李志军统稿。卞林根、史久新、陈波、矫玉田、高郭平、张宏欣、陈建芳、高爱国、金明明、韩贻兵、汪大立、李智刚、张文良、张洁、张光涛、高众勇、邱雨生、何鹰、陈陟、梅山、刘小涯、尹明端参加了有关章节的编写工作。考察日志内容主要基于“雪龙”船航海日志,由船长袁绍宏和考察队员高郭平完成。全书统稿由本航次首席科学家助理秦为稼完成。

作为中国第二次北极科学考察的初步成果,本书的文字描述和大量分析图表、现场照片均忠实记录了宝贵的第一手资料,反映了现场调查工作的基本情况和实施过程。由于时间仓促和水平所限,错误之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

最后,谨以此书向所有参加中国第二次北极科学考察的全体考察队员、“雪龙”号科学考察船全体船员和直升机机组人员致以崇高的敬意;向给予本次考察指导和大力支持的专家、有关组织管理部门,向所有关心、关注我国极地科学考察事业的人们表示衷心的感谢!

张占海

中国第二次北极科学考察首席科学家
中国极地研究中心主任

2004年1月

目录



第一部分 航次概述

第1章 航次概述

- 2 1.1 航次名称
- 2 1.2 任务来源
- 2 1.3 组织实施
- 4 1.4 参加单位
- 4 1.5 研究项目情况
- 4 1.6 主要观测仪器
- 12 1.7 科学考察组织体系
- 12 1.8 考察船情况
- 12 1.9 科学目标和考察内容
- 13 1.10 计划考察站位
- 14 1.11 实际考察站位
- 26 1.12 数据管理

第2章 考察日志

29

第3章 考察队人员组成

62



第二部分 海洋综合调查与观测

第4章 海洋考察概况

- 66 4.1 海洋考察计划目标和任务
- 66 4.2 海洋考察针对的主要科学问题
- 66 4.3 考察海区概况
- 66 4.4 海洋考察站位设置思路
- 67 4.5 海洋考察站位的调整方案

- 67 4.6 船上海洋考察的主要作业区和船用装备
- 68 4.7 海洋考察的组织方式
- 68 4.8 海洋考察的主要分析内容
- 70 4.9 海洋各测站的主要观测项目
- 74 4.10 海洋组考察日志

第5章 船基物理海洋学观测

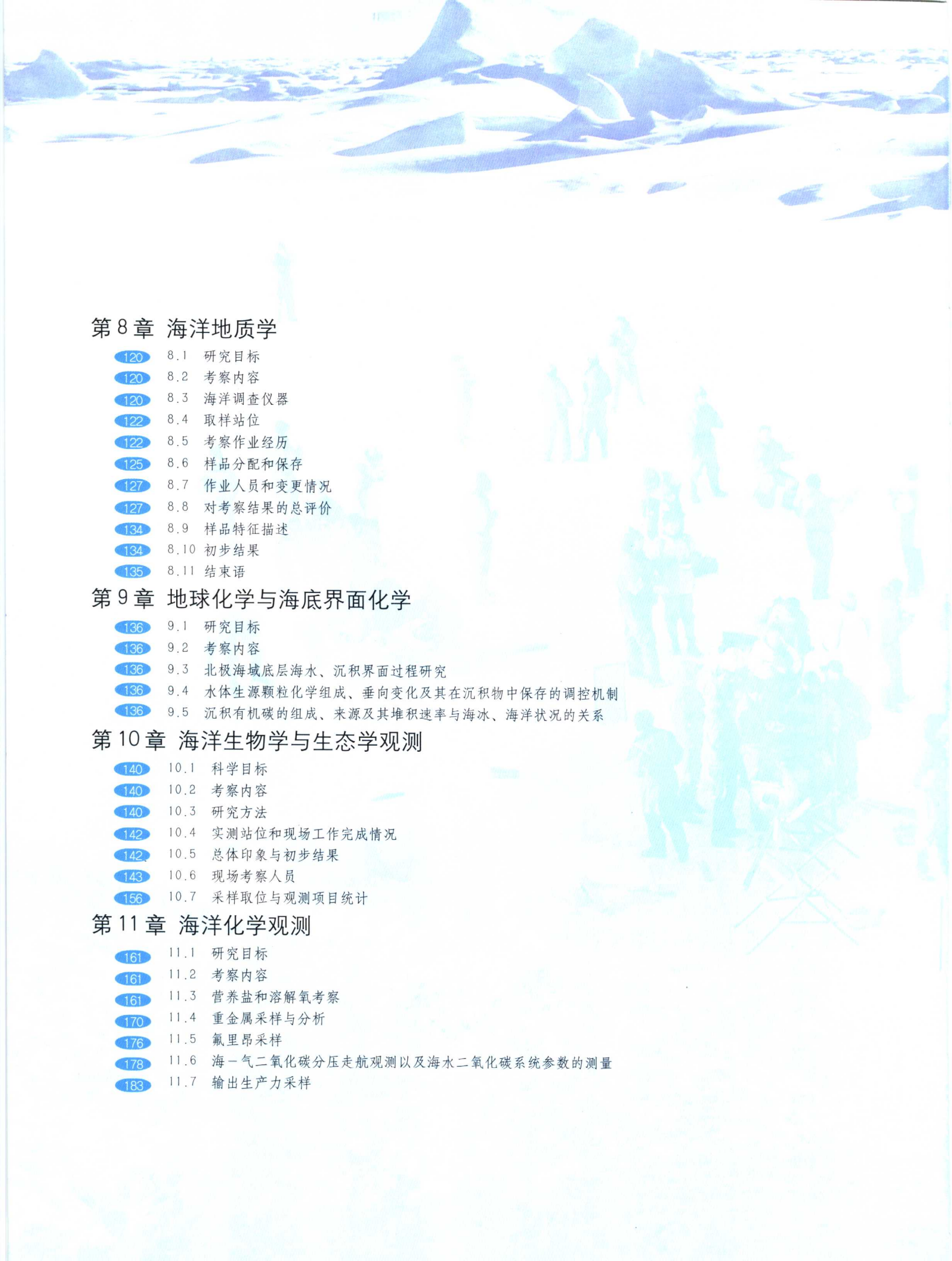
- 80 5.1 研究目标
- 80 5.2 考察内容
- 80 5.3 CTD 剖面观测
- 88 5.4 CTD 考察
- 91 5.5 走航 ADCP 观测
- 92 5.6 走航表层水温度、盐度观测及 CTD 水样盐度校正
- 92 5.7 XBT、XCTD 观测
- 5.8 观测结果

第6章 下放式声学海流剖面观测

- 94 6.1 研究目标
- 94 6.2 考察内容
- 94 6.3 考察装备
- 95 6.4 观测站位
- 98 6.5 LADCP 观测 (船基) 站位分布图
- 99 6.6 考察作业情况
- 99 6.7 数据特征的描述
- 101 6.8 数据处理和分析
- 101 6.9 作业人员和变更情况
- 101 6.10 考察结果的整体评价
- 101 6.11 初步分析结果
- 102 6.12 LADCP 观测动态参数记录

第7章 海洋浮标与潜标观测

- 113 7.1 目的与意义
- 113 7.2 潜标和浮标布放位置的科学意义
- 113 7.3 浮标布放海域的环境状况
- 113 7.4 海流测量仪器
- 113 7.5 潜标系统结构
- 115 7.6 潜标系统布放与回收方法
- 115 7.7 锚系浮标系统
- 117 7.8 浮标布放与回收方法
- 117 7.9 潜标与浮标的布放
- 118 7.10 潜标的回收作业



第8章 海洋地质学

- 120 8.1 研究目标
- 120 8.2 考察内容
- 120 8.3 海洋调查仪器
- 122 8.4 取样站位
- 122 8.5 考察作业经历
- 125 8.6 样品分配和保存
- 127 8.7 作业人员和变更情况
- 127 8.8 对考察结果的总评价
- 134 8.9 样品特征描述
- 134 8.10 初步结果
- 135 8.11 结束语

第9章 地球化学与海底界面化学

- 136 9.1 研究目标
- 136 9.2 考察内容
- 136 9.3 北极海域底层海水、沉积界面过程研究
- 136 9.4 水体生源颗粒化学组成、垂向变化及其在沉积物中保存的调控机制
- 136 9.5 沉积有机碳的组成、来源及其堆积速率与海冰、海洋状况的关系

第10章 海洋生物学与生态学观测

- 140 10.1 科学目标
- 140 10.2 考察内容
- 140 10.3 研究方法
- 142 10.4 实测站位和现场工作完成情况
- 142 10.5 总体印象与初步结果
- 143 10.6 现场考察人员
- 156 10.7 采样取位与观测项目统计

第11章 海洋化学观测

- 161 11.1 研究目标
- 161 11.2 考察内容
- 161 11.3 营养盐和溶解氧考察
- 170 11.4 重金属采样与分析
- 176 11.5 氟里昂采样
- 178 11.6 海—气二氧化碳分压走航观测以及海水二氧化碳系统参数的测量
- 183 11.7 输出生产力采样



第三部分 冰—气—海相互作用调查与观测

第12章 海冰的物理性质观测

- 188 12.1 海冰融化过程测量
- 189 12.2 海冰温度剖面测量
- 189 12.3 冰下水温剖面测量
- 190 12.4 海冰表面形态和厚度测量
- 196 12.5 ROV 海冰水线下厚度和底部形态观测
- 200 12.6 GPS 阵列海冰漂流观测

第13章 大气与海洋边界层参数观测

- 202 13.1 大气边界层观测
- 203 13.2 小艇和冰站的海洋学考察
- 210 13.3 布放卫星跟踪定位极区水文气象自动监测浮标

第14章 航空遥感综合观测

- 214 14.1 大尺度海冰航拍
- 215 14.2 红外表面温度航空遥感

第15章 走航海冰与大气物理综合观测

- 217 15.1 走航期间辐射观测
- 217 15.2 走航海冰录像观测
- 217 15.3 走航海冰厚度 EM 观测

第16章 海冰冰芯化学与海冰生物观测

- 220 16.1 海冰温盐剖面观测
- 220 16.2 海冰生物观测

第17章 航行气象保障及观测

- 223 17.1 气象保障工作概况
- 223 17.2 气象要素观测
- 224 17.3 卫星遥感观测
- 225 17.4 气象传真情况
- 228 17.5 气象预报情况
- 229 17.6 气象保障组人员

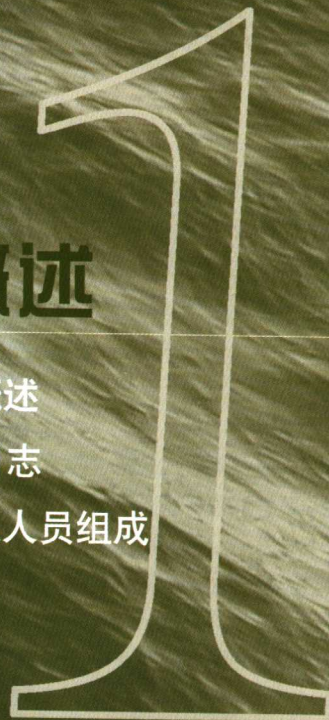


航次概述

第1章 航次概述

第2章 考察日志

第3章 考察队人员组成



第1章 航次概述

1.1 航次名称

航次名称：中国第二次北极科学考察

航次编号：CHINARE 2003

考察船名称：中国“雪龙”号极地科学考察船

考察日期：2003年7月15日~9月26日

1.2 任务来源

中国第二次北极科学考察经国务院批准，国家海洋局为本次考察的主管部门，资助部门包括国家财政部、国家科学技术部、国家自然科学基金委员会。

1.3 组织实施

国家海洋局极地考察办公室为中国第二次北极科学考察组织实施单位，中国极地研究中心主任、国家海洋局极地考察办公室副主任张占海博士担任领队兼首席科学家，中国极地研究中心副主任袁绍宏任“雪龙”船船长。

本次考察以“雪龙”船为支撑平台，利用直升机、卫星跟踪浮标、潜标、潜水器等高技术手段，在白令海、楚科奇海以及加拿大海盆开展海洋、冰雪、大气、生物、地质等多学科立体化综合观测。本次考察航线为：上海—大连—日本海—鄂霍茨克海—白令海—楚科奇海—加拿大海盆—日本海—上海。来自中国、美国、芬兰、加拿大、日本、韩国、俄国的109名科考人员参加本次考察。





图 1-1 中国第二次北极考察立体化观测系统示意图

1.4 参加单位

国内参加单位:

国家海洋局极地考察办公室
中国极地研究中心
国家海洋局第一海洋研究所
国家海洋局第二海洋研究所
国家海洋局第三海洋研究所
国家海洋环境预报中心
国家海洋技术中心
国家海洋局东海分局
国家海洋局北海分局
中国气象科学研究院
中国科学院海洋研究所
中国科学院沈阳自动化研究所
中国科技大学
中国海洋大学
同济大学
厦门大学
大连理工大学
中国飞龙航空专业公司

国外合作研究机构:

美国阿拉斯加大学
(University of Alaska Fairbanks, USA)
美国华盛顿大学
(University of Washington, USA)
国际北极研究中心
(International Arctic Research Center-Japan-USA)
加拿大海洋科学研究所
(Institute of Ocean Sciences, DFO, Canada)
芬兰海洋研究所
(Finnish Institute of Marine Research, Finland)
韩国海洋研究所极地科学实验室
(Polar Sciences Laboratory of Korea, KORDI, Korea)
日本北海道大学
(Hokkaido University, Japan)
俄罗斯南北极研究所
(Arctic and Antarctic Research Institute, Russia)

1.5 研究项目情况

项目名称: 北极海洋、海冰变化过程与北冰洋环流研究
项目来源: 国家重点基础研究发展计划(973计划)申请项目

项目负责人: 张占海
承担单位: 中国极地研究中心

课题1: 北冰洋环流、水体交换及海水结构变异机理

承担单位: 国家海洋局第一海洋研究所

课题负责人: 赵进平
主要研究目标和内容:
(1) 北极中层水增暖的规律及其气候效应
(2) 白令海入流水在北冰洋的输运路径和对海洋环流的影响过程
(3) 北极陆架与深海物质交换及其多年变化
(4) 楚科奇海陆坡流与海台绕流的季节变化
(5) 加拿大海盆边缘区水团结构变化研究

课题2: 北极海冰变化过程及其对海气交换的影响研究

承担单位: 中国极地研究中心
课题负责人: 张占海
主要研究目标和内容:
(1) 海冰异常与表面热通量、水汽通量的相互作用
(2) 海冰变化的淡水输送过程及影响因子
(3) 北冰洋冰水分布特征和海-冰-气界面通量的参数化方法研究
(4) 北太平洋入流对北极海冰变异的影响
(5) 北冰洋冰-海热力动力耦合机制及数值模式研究

课题3: 北冰洋指示性化学、生物过程对北极气候变化的响应

承担单位: 国家海洋局第二海洋研究所
课题负责人: 张海生
主要研究目标和内容:
(1) 北极海冰变异对海气界面破通量和破吸收能力的影响
(2) 海冰变异对上层海洋初级生产力及其结构的影响研究
(3) 北极气候变化引起的海冰与上层海洋典型生物群落的变化

(4) 北冰洋水化学要素分布、变化及水团示踪研究

(5) 海洋沉积物碳积累速率及其对气候变化的响应

课题4: 北极气候变异及其对我国气候灾害影响的机理

承担单位: 中国气象科学研究院
课题负责人: 卞林根
主要研究目标和内容:
(1) 北冰洋冰-气相互作用的边界层结构与能量平衡
(2) 北极气候变异特征及其规律
(3) 北极气溶胶的化学组分及其效应
(4) 北极海-冰-气模式耦合及对中纬度大气环流的数值模拟
(5) 北极大气、海冰过程对我国气候灾害的影响机理

1.6 主要观测仪器

1.6.1 船载温盐深剖面仪

英文名称: Conductivity Temperature Depth Profiler

英文缩写: CTD

型 号: MARK III C

制造单位: 美国 GO 公司

制造年份: 1994 年

标定时间: 2003 年 7 月 3 日

观测方式: 船载铠装电缆绞车下放测量

技术保障人: 矫玉田

考察期间仪器故障和修复情况:

MARK III C-CTD系统从中国第十五次南极考察队开始使用,已经使用8年,在中国第十八、十九次南极考察队使用后对CTD系统存在的严重问题都有报告。本航次中CTD问题层出不穷,故障不断,在赵进平研究员的带领下,海洋物理组几次昼夜抢修,获取了宝贵的北冰洋水样资料。MARK III C-CTD系统的液压绞车存在严重问题,主轴不正,严重影响绞车花环电刷运转,产生阻抗影响信号的接收。绞车在下放到2500m以下时,停车有下滑现象,刹车不稳定,需要进行维修或更换新绞车。

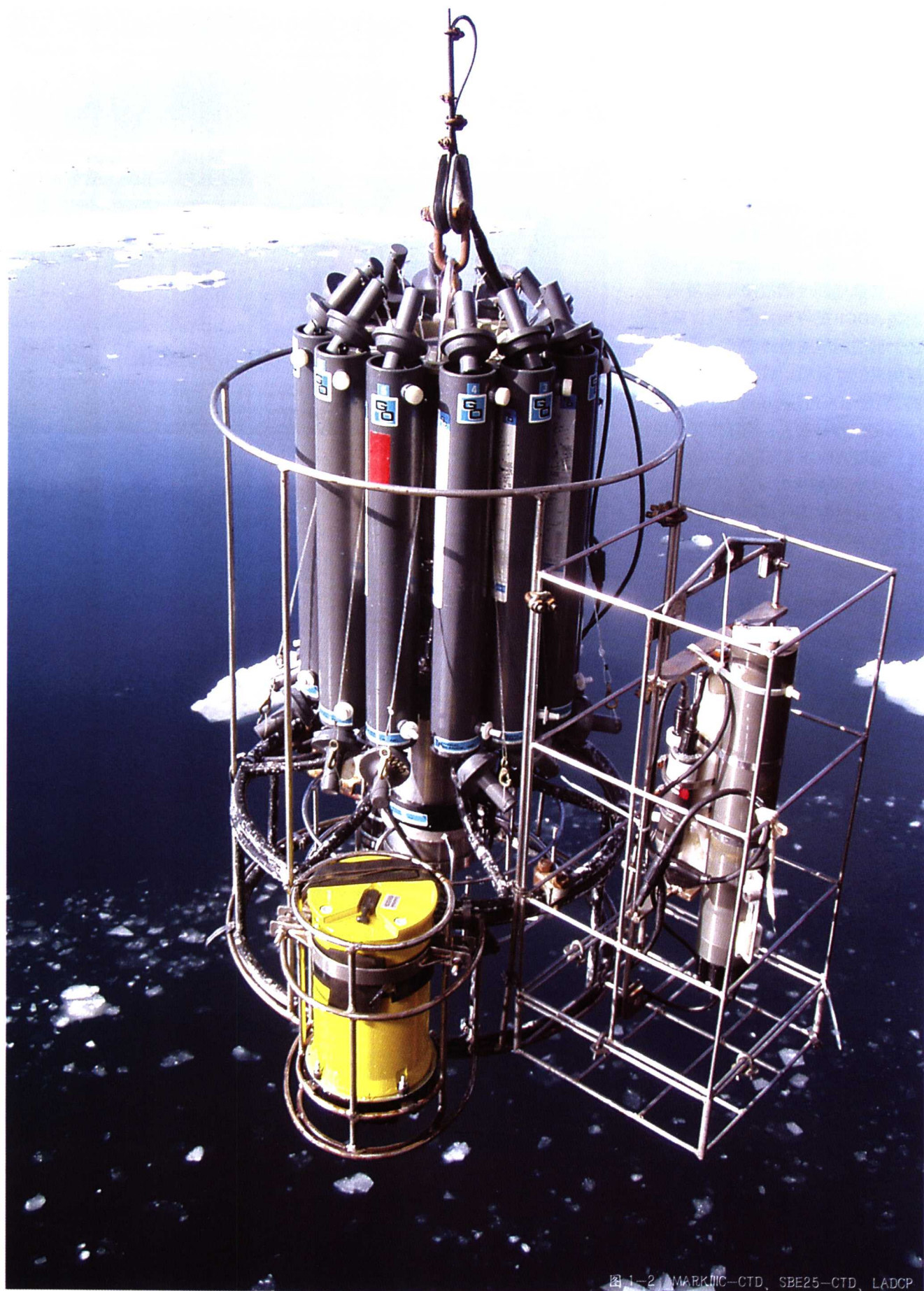


图 1-2 MARK III-CTD, SBE25-CTD, LADCP

1.6.2 船载声学多普勒海流剖面仪

英文名称: Acoustic Doppler
Current Profilers

英文缩写: ADCP

制造单位: 美国 RD 公司

制造年份: 1994 年

观测方式: 船载走航

技术保障人: 矫玉田

考察期间仪器故障和修复情况:

船载 ADCP 的终端数据接收计算机已坏, 现使用国家海洋局第一海洋研究所提供的计算机, 需更换一台新计算机。船载 ADCP 剖面测流记录资料包括 GPS 资料存储量大, 需要增加硬盘容量。船载 ADCP 测流剖面的盲区加大 (比正常盲区增大 15m), 原因不明, 初步分析换能器底部 ABS 板里可能有生物或泥沙等污物, 造成信号衰减。建议雪龙船坞修时进行检查。

1.6.3 下放式声学多普勒海流剖面仪

英文名称: Lower Acoustic Doppler
Current Profilers

英文缩写: LADCP

制造单位: 美国 RD 公司

制造年份: 2002 年 10 月

标定时间: 2002 年 10 月

观测方式: 在船与 MARK III C
CTD 捆绑一起下放和
浮冰定点测流

技术保障人: 矫玉田、史久新

考察期间仪器故障和修复情况:
仪器工作正常。

1.6.4 安得拉声学海流记录仪

英文名称: Recording Current Meter

英文缩写: RCM9

制造单位: 挪威 AANDERR 公司

制造年份: 2002 年 6 月

标定时间: 2002 年 6 月

观测方式: 潜标和锚系浮标

技术保障人: 矫玉田

考察期间仪器故障和修复情况:
由于气象原因和时间限制, 两套锚系

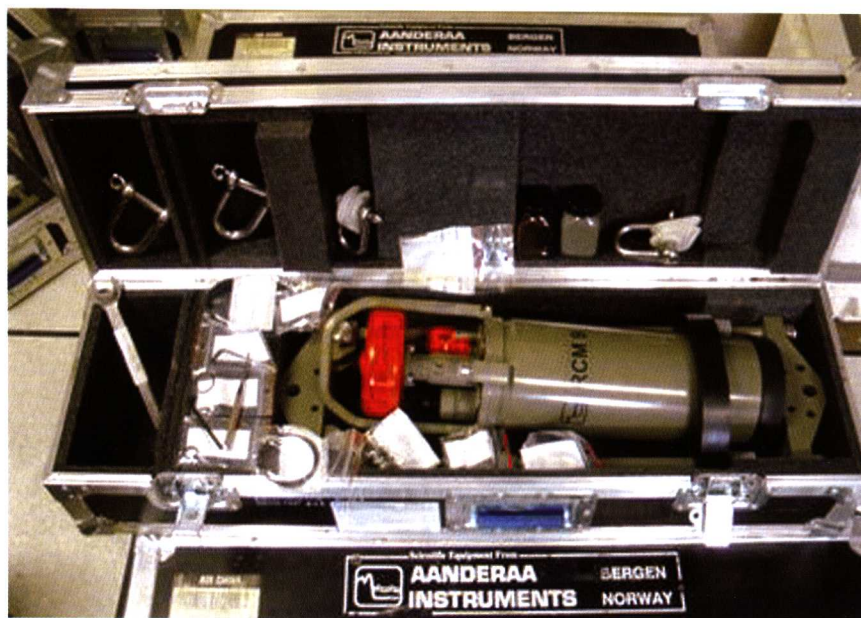


图 1-3 安得拉海流计

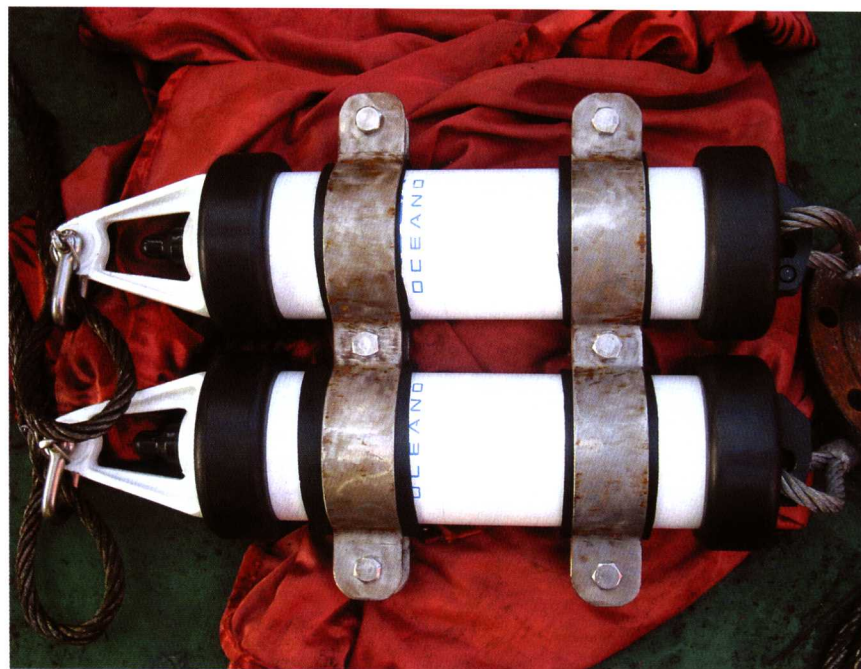


图 1-4 声学释放器

浮标系统未能回收。

1.6.5 海鸟 25 型温盐深测量仪

英文名称: Conductivity Temperature
Depth Profiler

英文缩写: CTD

型号: SBE25

制造单位: 美国海鸟公司

制造年份: 1998 年 8 月

标定时间: 2002 年 6 月

观测方式: 在船与 MARK III C
CTD 捆绑一起下放

技术保障人: 矫玉田

考察期间仪器故障和修复情况:
仪器工作正常。

1.6.6 微型温盐深测量仪

英文名称: Micro-CTD

英文缩写: MCTD