



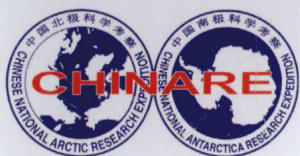
中国极地科学考察 水文数据图集

—— 北极分册（一）

陈红霞 刘 娜 林丽娜 编著



海洋出版社



中国极地科学考察 水文数据图集——北极分册（一）



陈红霞 刘 娜 林丽娜 编著

海洋出版社

2015年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国极地科学考察水文数据图集. 北极分册. 1 / 陈红霞, 刘娜, 林丽娜编著. — 北京: 海洋出版社, 2015.6

ISBN 978-7-5027-9185-8

I. ①中… II. ①陈… ②刘… ③林… III. ①北极 - 科学考察 - 水文资料 - 图集 IV. ① P941.6-64 ② P337-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 137119 号

责任编辑: 任 玲 王 溪

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

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

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店经销

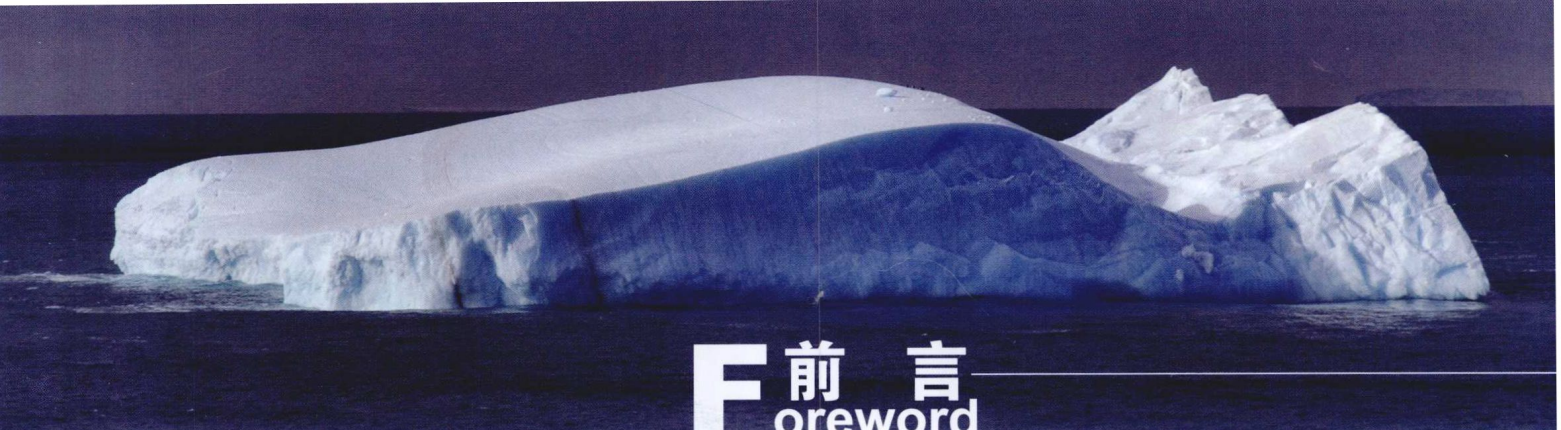
2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 12.25

字数: 160 千字 定价: 80.00 元

发行部: 010-62132549 邮购部: 010-68038093 总编室: 010-62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换



F 前言 Foreword

自1984年我国对南极半岛附近海域开展海洋综合调查以来,至今已经完成了5个航次的北极科学考察。北极科考范围:北太平洋阿留申岛弧、白令海、白令海峡、楚科奇海、北风脊、楚科奇海台、门捷列夫海脊、马克洛夫海盆、阿尔法海脊、波弗特海、加拿大海盆、挪威海、格陵兰海和冰岛附近海域的北大西洋水域。

为了对业已完成的考察工作进行全面的总结,并便于海洋研究人员全面系统掌握和利用水文数据开展相关研究及分析工作,以南北极物理海洋学考察中获得的CTD水文观测数据为基础,编制了中国极地科学考察水文图集。希冀受益者不仅是参加了各次考察的物理海洋组成员,也包括相关专业的科研人员、组织单位与数据管理人员。

水文数据图集北极分册涵盖中国首次至第五次北极考察获得的CTD数据、XCTD/XBT数据,以记录表、站位图、剖面图、平面图、断面图等形式加以体现,并配以简要的说明文字。

本数据报告的表格和图件经过了反复核对,并从专业视角进行审查。但由于时间所限,数量巨大,难免存在个别错误;此外,数据是基于中国南北极数据中心提供的原始数据进行初步处理,并非最终分析结果,仅供参考。

在撰写与出版本书的过程中,极地专项“北极海域物理海洋和海洋气象考察(CHINARE-03-01)”、极地专项“北极周边海域物理海洋环境综合分析与评价(CHINARE-04-03)”、国家海洋公益性科研专项“北极航道海洋环境调查与观测(201205007)”、国家海洋公益性科研专项“极地海洋环境监测网系统研发及应用示范(201405031)”和国家科技基础条件平台地球系统科学数据平台等项目予以热情资助,中国极地研究中心张侠、张北辰、汪大力、张洁、李丙瑞等专业人士给予了大力支持。对此,笔者一并表示衷心感谢!

囿于篇幅限制,对于中国北极科学考察一般性概述、中国历次北极科考水文数据介绍、中国首次北极科学考察水文图集和中国第二次北极科学考察水文图集收录在北极分册(一)中,中国第三次北极科学考察水文图集、中国第四次北极科学考察水文图集、中国第五次北极科学考察水文图集收录在北极分册(二)中。

限于作业知识水平与资料关系,书中错误之处,请读者不吝批评指正!

陈红霞(Email: chenhx@fio.org.cn)

2014年6月于国家海洋局第一海洋研究所(青岛)

C 目录 Contents

第一章 中国北极科学考察概述	1
第一节 中国北极科学考察概述	2
第二节 中国首次北极科学考察概述	3
第三节 中国第二次北极科学考察概述	6
第四节 中国第三次北极科学考察概述	8
第五节 中国第四次北极科学考察概述	10
第六节 中国第五次北极科学考察概述	12
第二章 中国历次北极科考水文数据介绍	17
第一节 中国北极水文数据的一般性说明	18
第二节 中国北极水文数据的汇总情况	19
第三节 中国北极水文数据技术指标	23
第三章 中国首次北极科学考察水文图集	27
第一节 航次站位情况	28
第二节 航次站点剖面图	33
第三节 航次断面图	92
第四节 航次剖面大面图	103
第五节 航次TS点聚图	105
第四章 中国第二次北极科学考察水文图集	107
第一节 航次站位情况	108
第二节 航次站点剖面图	113
第三节 航次断面图	177
第四节 航次TS点聚图	190

第一章

中国北极科学考察概述





第一节 中国北极科学考察概述

北极地区是全球气候变化的重要窗口,这一地区环境快速变化及其气候效应一直是全球气候变化研究中的重要内容。

过去 30 多年的连续观测研究证明,作为对全球气候变化响应和反馈最敏感的地区之一,北极地区气候正在发生快速变化,海冰覆盖面积在不断减少。美国国家冰雪数据研究中心指出,1979 年开始记录卫星数据迄今,北极海冰范围于 2012 年 9 月 16 日创下新低,其面积仅为 342 万平方千米,打破 2007 年创下的低值,是 1979 年至 2000 年平均水平的大约一半,比 2007 年 9 月 18 日历史最小面积少大约 65 万平方千米。

北极海冰不仅有范围缩小的趋势,海冰层还在不断变薄。一些坚硬的多年“老冰”由脆弱的季节性海冰和碎冰取代,还有部分北极地区的冰层像大滩雪泥,更易融化,难以抵御阳光的辐射。另外,海冰融化可能导致格陵兰岛冰面下永久冻结带内的甲烷气体外溢。作为一种温室气体,甲烷吸收太阳热量的效率是二氧化碳的 25 倍左右。

北极海冰融化将对全球气候构成严重影响。作为地球系统的重要组成部分,北极系统包含大气、冰雪、海洋、陆地和生物等多圈层的相互作用过程,又通过全球大气、海洋环流的径向热传输与低纬度地区紧密联系在一起,使极地环境的变化与地球其他区域的变化息息相关,在全球变化中具有重要的地位和作用。如果这一地区的海冰融化、温度升高,可能触发恶性循环,会向全球气候体系释放更多热量和湿气,北极海冰融化会诱发台风、洪水、冰冻、干旱等极端天气,对全球气候构成严重负面影响。北极气候环境变化更是对我国气候有着直接的影响,与我国的工农业生产、经济活动和人民生活息息相关。

除此之外,北大西洋地区是驱动全球大洋环流的关键地区,北极特别是北大西洋地区海冰融化将导致该地区淡水补给增加;该地区海水温度的上升和海水盐度的减少,也将对全球海洋环流的运行带来重大影响。

在海冰快速变化背景下,北冰洋海洋生态系统发生了结构性的变化,部分渔业资源崩溃,海洋渔业资源分配模式也悄然发生变化。北极海洋生物资源的开发利用已引起广泛关注。与此同时,北极气候与生态系统的快速变化导致极地自然环境保护面临日益严峻的挑战。北极地区的这一快速变化举世瞩目,吸引了全人类的目光。

与此同时,国际社会也相继召开了重要的会议并启动了新的北极科学研究计划,对极地科研和管理事务表示极大关注。2009 年 5 月在美国召开了“北极环境变化及海洋法国际会议”,来自 113 个国家的 120 名代表参加了研讨,并重点关注北极海上航线、北



极外大陆架划界、北极油气资源、斯匹次卑尔根约、北极海洋环境和生物多样性等议题。作为第二次北极规划会议（ICARP-II）的延续，北极科学委员会组织的新的国际研究计划“北极快速变化（ART, Arctic Rapid Transition）”也已付诸实施。自1999年实施首次北极科学考察以来，我国已圆满完成了5个航次的北极多学科综合考察，系统观测了海冰、海洋和大气变化，探讨了北极海洋环境快速变化与我国气候的关系，获得了一批有价值的科学考察数据和研究成果。

面对当前国际极地形势和国家重大战略需求，“南北极环境综合考察与评估”专项获得国家批准并进入正式实施阶段。该专项以科学发展观为统领，由国家统一部署和投入，国家海洋局极地考察办公室负责组织实施，充分调动国内外优势资源与力量，加强南北极环境综合考察，优先掌握极地的环境状况，揭示极地特别是北极在全球气候环境变化中的地位和作用，切实提高应对气候变化的能力，不仅能促进我国极地科技和事业的跨越式发展，还有助于维护南北极的共同发展和我国的极地国家利益，提升我国在国际极地事务中的话语权。

第二节 中国首次北极科学考察概述

中国首次北极科学考察活动，酝酿于20世纪80年代末、90年代初。随着我国综合国力的不断增强以及我国在国际极地事务中的地位、作用的不断提高，1985年我国成为国际南极研究科学委员会（SCAR）的成员国，1996年又加入了国际北极科学委员会（IASC），成为第16个成员国。特别是当时经过20年的南极科学考察实践，我国已经积累了相当丰富的极地科学考察知识和从事极地科学考察的经验，形成了全国性的学科齐全的极地研究队伍，拥有了能在极地作业的先进技术装备和后勤保障能力。

我国有关科研机构从20世纪80年代开始与有关北极国家的科研机构和大学合作，或利用其他国外后勤支援条件，先后组织了一些各种规模的北极考察研究活动。例如，中国科学院大气物理研究所与挪威卑尔根大学合作，开展了北极—青藏高原环境变化比较研究的工作。1993年，我国召开首次北极科学研究讨论会，讨论了中国北极研究的方向和战略设想。1992年开始，国家海洋局第二海洋研究所与德国极地研究所、基尔大学和布莱梅大学合作开展了为期5年的北极海洋生态科学考察和研究。1994年，我国科学家开始对阿拉斯加巴罗（Barrow）地区气候与环境变化的观测研究及北极大型海洋动物研究。1995年，由中国科学技术协会主持，中国科学院组织了中国首次北极点科学考察，进行了海洋、冰雪、大气、古环境、生态、遥感和大地测量等方面的考察研究。1996年，我国参加了北极科学委员会的白令海计划（BESIS）、国际北极浮标计划（LABP）的工作。



1998年7月我国政府派出了以国家海洋局陈炳鑫副局长为团长的第一个北极科学考察团,对北极的自然环境、水文、冰情、航线进行了考察。

在上述工作为我国北极考察准备了基本条件的基础上,1998年9月,国家海洋局极地考察办公室组织了来自全国7个部委的14名院士对拟就的《中国首次北极科学考察计划》进行了评审,随后由国家海洋局报请国务院审批。经国务院批准,我国首次北极科学考察于1999年7月1日从上海浦东新区外高桥码头起航。至此,拉开了我国涉足北极进行科学考察政府行动的序幕。

中国首次北极科学考察队乘“雪龙”号科学考察船于1999年7月1日从上海出发,穿过日本海、宗谷海峡、鄂霍次克海、白令海,两次跨入北极圈,到达楚科奇海、加拿大海盆和多年海冰区,圆满完成了三大科学目标预定的现场科学考察计划任务,获得了大批极其珍贵的样品、数据和资料。满载着中国首次北极科学考察丰硕成果的“雪龙”船,历时71天,安全航行14 180 n mile,航时1 238 h,于1999年9月9日抵达上海港新华码头。

此次科学考察由国土资源部、国家海洋局、中国科学院、农业部、教育部、中国气象局、国家测绘局下属的20多个有关研究所的57名科研人员以及来自国内外新闻单位的记者组成,同时还有来自日本、韩国、俄罗斯、中国香港、中国台湾的5名科学家参加,共有考察队员124人。时任国家海洋局极地考察办公室主任的陈立奇研究员担任中国首次北极科学考察首席科学家兼领队,已驾船四处南极、当时年仅35岁的袁绍宏担任船长。本次北极考察的主要研究内容包括以下几方面。

1. 北极在全球变化中的作用和对我国气候的影响

北极是大气海洋物质能量交换的重要地区之一,在全球大气气候系统形成和变化中起重要作用。大气与海洋间能量、物质的交换过程主要发生在海—气、海—冰—气界面上。研究海—冰—气能量、物质交换,对正确理解北极地区在全球气候和环境变化中的作用以及提高我国天气、气候和自然灾害预报水平有重要的意义。

本次考察经由的海区是世界上最宽的陆架海,多条大型河流汇入该海区,陆源物质向加拿大海盆的输入,将影响北极加拿大海盆的生态结构和环境。西伯利亚陆架海海底由厚厚的沉积层覆盖,对该海区的现代沉积过程和海洋生物地球化学特征研究可以揭示北冰洋沿岸陆海相互作用过程,了解陆架海与海盆之间物质交换特征和机理,揭示生源要素的源和汇的作用。

2. 北冰洋与北太平洋水团交换对北太平洋环流的变异影响

北冰洋海盆中由北极过程形成的低温高盐水体与大西洋和太平洋水系的交换,密切影响着这些大洋的海洋学环境。北冰洋的楚科奇海和太平洋的白令海是两大洋水交换的必由之路,决定着北冰洋在全球变化过程中对我国环境与资源的深刻影响。通过对白令海、



楚科奇海及海盆衔接区的水文、营养盐、化学示踪物及海冰的调查研究,阐明该海区的水系结构和环流特征及其与加拿大海盆的水体交换,提出北冰洋与北太平洋的水体交换和物质输运模式,探讨北冰洋与西太平洋和我国近海海洋环境的相互作用,为我国海洋经济的可持续发展提供科学依据。

3. 北冰洋邻近海域生态系统与生物资源对我国渔业发展影响

北极海洋生态系统与全球变化有着密切的关系,它对全球气候和环境变化保持着一定程度的敏感性,存在明显的作用和反馈。北冰洋是全球气候变化的“启动器”之一,也是 21 世纪重要的生物资源基地。

我国是一个新兴的远洋渔业国家,其中分布在北太平洋从事作业的渔船约有 120 艘,占海外渔船总数的 1/8,而产量却占海外总产量的 26.4%,因此,在北冰洋及周边公海海域进行结合海洋环境的渔业资源的综合调查,将对在该海域从事渔业生产的我国远洋渔船作业产生直接的指导意义,为我国在上述海域渔业的可持续发展提供强有力的科学依据。

在为期 71 天的考察中,考察队在白令海、楚科奇海、加拿大海盆、北冰洋浮冰区和多年冰区共完成 89 个站位的大洋综合考察,8 个站位冰站综合考察,开展了北冰洋多年海冰边缘带的海—气—冰耦合观测、多年海冰区的联合观测、直升机支持的大范围冰雪样品采集和全程走航采样观测等,获得了一大批珍贵的样品、数据资料等,其中包括北冰洋 3 000 m 深海底的沉积物和 3 100 m 高空大气探测资源数据及样品;最大水深达 3 950 m 的水文综合数据;5.19 m 长的沉积物岩芯以及大量的冰芯、表层雪样、浮游生物、海水样品等,为我国科学认识北极提供了第一手观测数据、信息和资料。

通过这次北极考察,取得的成果和新发现包括:大气科学家发现了北极地区上空蒙盖着一层厚厚的“棉被”——逆温层,它远比原来想象中的要厚,同时发现了该逆温层的屏障作用;首次确认了“气候北极”的地理范围,为全面了解北极做出了中国人的贡献;科学家们还发现北极地区的对流层偏高,这对研究我国季节变化和气候状态有着重要意义。

中国首次北极考察的圆满成功和所取得的多项创新与突破,为我国极地科学考察谱写了又一曲凯歌!



第三节 中国第二次北极科学考察概述

中国第二次北极科学考察是全面落实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,开拓我国极地考察事业的一次科学活动。

经国务院批准,由国家海洋局组织实施的中国第二次北极科学考察队于2003年7月15日从大连出发,途经日本海鄂霍次克海,7月23日进入白令海,7月30日进入北冰洋。考察队于2003年9月12日返航离开北冰洋,9月26日到达上海,历时74天,安全航行14 188 n mile,航时1 010 h。

来自中国、美国、芬兰、加拿大、日本、韩国、俄罗斯的109名科考人员参加了本次考察。时任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的张占海博士担任此次考察队的领队兼首席科学家,来自中国极地考察办公室的秦为稼担任首席科学家助理,时任中国极地研究中心副主任的袁绍宏为“雪龙”船船长。科考和协调保障人员53人,记者7人,船员36人,分别来自7个部、委、局的27个单位。此外,还有来自美国、芬兰、加拿大、日本、韩国和俄罗斯的外方考察队员13人。本次考察的科学目的是:

- ① 了解北极对全球变化的响应与反馈;
- ② 了解北极变化对我国气候环境的影响。

围绕两大科学目标,中国第二次北极科学考察初步建立北冰洋海洋和大气观测系统,调查研究北极海洋—大气—海冰系统变化和多种相互作用过程;结合历史资料,分析研究北极海洋—大气—海冰系统变异与北极气候变化的关系以及对我国气候环境的影响。

紧密围绕上述科学目标,利用现场观测和采样数据并结合历史资料开展以下几方面的研究工作。

① 北冰洋环流、水体交换及海水结构变异机理。研究北极中层水增暖的规律及其气候效应;太平洋入流水在北冰洋的输运过程;北极表层流和海冰淡水输运的多年变化;深层环流与海盆间水体交换;水团结构变化及其示踪研究。

② 北极海冰变化过程及其对海气交换的影响研究。研究海冰变化及其热力学和动力学机制;海冰异常与表面热通量、水汽通量的相互作用;海冰变化和表层环流引起的淡水输出对冰量的反馈,改进海—冰—气界面通量的参数化方法和冰—海热力与动力耦合模式。

③ 北冰洋上层海洋碳通量和陆源物质通量对北冰洋的影响。研究北极上层海洋对二氧化碳的吸收能力及海—气界面碳通量;冰原区的生物泵作用及受控机制;海冰变异对生物产量、初级生产结构和冰区碳通量的影响;北极陆地径流的多年变化规律;北极陆



源水的物质扩散和输运过程。

④ 北太平洋和北冰洋的相互作用。研究白令海和北冰洋的水体交换过程对白令海的影响；北太平洋涛动对北冰洋长期变化的影响；北太平洋对北极海冰变异的影响。

⑤ 北极气候变异及其对我国气候的影响机理。研究北极地区气候变异规律；北极下垫面热量和水汽变异；北极与中纬度大气环流的相互作用；北极地区大气臭氧和气溶胶的变化规律及其气候效应；北极涛动变化特征及其机理；影响我国的冷空气路径及其变化规律；北极海洋、海冰对东亚季风和我国气候灾害影响的物理机制。

⑥ 北极海洋生物地球化学过程与古环境调查研究。研究海洋上层生物地球化学过程及其底部响应；探讨北极海区营养要素的动力学过程及其与生物泵的关系；认识北极海区以碳为核心的生源物质的循环与再生机制；研究海洋底部对上层海洋的响应；追踪环境信息进入地质记录的机制和特征。

⑦ 北半球高纬海域生物过程和物理过程相互作用。研究白令海和楚科奇海域浮游动物优势种及其成熟度和摄食率、产卵量和产卵率，冰藻和浮游植物优势种群结构和营养盐限制、初级生产力和新生产力、上层水柱物理过程的生物学效应、基于 16Sr DNA 序列的海冰微生物群落结构和多样性及其代谢特性，实施生态系统动力学的多学科交叉协作及北冰洋微生物群落及其多样性研究，加深对不同生态系统的结构与功能的认识，深入了解高纬度海域生物学特性、过程和物理过程的相互作用和耦合机制，为认识和评估海洋生物资源和资源潜力、生物系统过程对气候环境变化的响应和影响作用服务。

中国第二次北极科学考察是当时近 10 年以来国际上规模最大、学科最齐全、参与国家最多的一次北极考察，获取的大批海洋水文、海冰、大气、海洋化学、海洋生物、海洋地质多学科立体化实测数据，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。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，圆满完成了预定计划，获得了大批宝贵的现场数据和样品。

在白令海、白令海峡、楚科奇海、加拿大海盆等工作区域内共完成 209 个站位的观测。海洋学站位 175 个，其中 1 000 m 以上水深站位 46 个；浮冰站位 13 个，其中短期冰站观测 7 个，2 周连续冰站联合观测 1 个，GPS 阵列观测 5 个；直升机支持科考作业站位 21 个。

在海洋潜标浮标观测方面，我国这次在白令海峡布放了 1 套潜标，在楚科奇海南部浅滩布放 2 套浮标，连续观测北冰洋与北太平洋水体交换。这是我国首次在极区考察中



布放海洋连续观测系统,使我国的北极考察手段接近国际先进水平,为我国未来北极观测潜标时代的到来奠定了基础。

本航次考察覆盖范围大,南北跨度达到 3 000 km,东西跨度 900 km,创造了当时中国北极考察队挺近北极的新纪录。雪龙船成果跨越 80°N ,获取了不可多得的、宝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。中国成为当时第六个从西北极海域进入 80°N 的国家。

第四节 中国第三次北极科学考察概述

中国第三次北极科学考察是继 1999 年和 2003 年中国政府组织的两次北极考察后,中国对北极地区进行的又一次更加深入、更为全面的综合性科学考察,考察以进一步研究北极快速变化过程中海洋、海冰和大气系统发生的耦合变化以及对中国产生的影响等问题为主要科学目标,对白令海、楚科奇海、加拿大海盆的大面积海域和冰区,进行了涉及海洋、海冰、生物、大气、地质等多学科的综合观测。

第三次北极考察于 2008 年 7 月 11 日正式开始实施,9 月 24 日结束,历时 76 天,现场考察作业 55 天,总航程 12 000 n mile。来自国家海洋局、教育部、中国科学院、中国气象局、新华社、中央电视台等系统的 110 名考察队员和来自欧洲 IPY 计划—DAMOCLES 成员国法国、芬兰及 PAG 成员国美国、日本、韩国的 12 名外国科学家,共 122 人参加了本次考察。时任国家海洋局第二海洋研究所所长的张海生研究员担任首席科学家,国家极地研究中心的袁绍宏书记担任领队,国家极地研究中心的王建忠担任船长。

本次科学考察的目的是:阐述北极气候变异及其对我国气候的影响机理;阐明北冰洋海洋环境变化及其生态和气候效应;认识北冰洋及邻近边缘海晚第四纪古海洋演化历史,了解北极海区重大地质事件对区域乃至全球气候变化的制约;开展北冰洋及邻近边缘海深海微生物资源及其基因资源的多样性研究,与地质年代结合,阐明生物多样性变化演变与海洋环境变化之间的关系。主要研究内容包括以下几项。

1. 北极海—冰—气界面与北极系统的耦合变化研究

加强对北极海冰的研究,认识北极海冰变化过程和规律,探讨海冰变化的能量过程和对气候变化的影响机理。对北冰洋高纬度海域的海—冰—气相互作用进行现场观测,增进对大气边界层过程的认识,改进数值预报模式的参数化方案。深入研究北极上层海洋增暖的热力学特征,了解海洋生态过程对物理过程的影响。



2. 北极环极边界流及北极动力环境变化过程研究

通过现场观测,对北极环极边界流环绕楚科奇海台的部分进行现场观测,研究海流的补偿性质。继续开展对北极中层水增暖的研究,研究中层水在过去10年间的扩展范围和水团结构的演化。开展太平洋入流水及其对北冰洋环境的影响研究,了解太平洋对北冰洋海洋动力过程的贡献。开展水团同位素等示踪化学研究,定量研究北冰洋的水团构成及水体交换速率,认识北极淡水过剩对北冰洋海冰和混合过程的影响。

3. 北冰洋碳和生态要素的生物地球化学循环研究

通过对北冰洋碳通量的现场和走航观测,结合水柱相关过程的观测,研究北极变化对北极碳吸收能力的影响,建立碳的界面通量和箱式评价模型。分析研究海水基本化学参数的分布特征,深入认识北冰洋营养盐的输送和消耗机理,揭示营养盐极大值区形成的机制,探讨水团构成对北冰洋氮循环关键过程的影响。研究北极“生物泵”的控制机制和生源物质的沉降保存过程,揭示碳的埋藏途径。通过沉积物多管和沉积柱的采集和地球化学分析,研究碳和氮等营养元素和甲烷的沉积界面通量和生物地球化学过程。

4. 北极生态系统结构和变异

调查北极海冰和海洋浮游生物的群落结构,揭示营养盐对叶绿素和浮游植物分布的控制作用,研究北冰洋海冰和海洋生物群落的形成机制以及海冰和海洋快速变化对生物多样性和物种变迁的潜在影响。分析浮游动物优势种的食性以及捕食关系,测定大、中、小型和微型浮游动物对不同粒级的浮游植物的摄食率、摄食压力以及粪便产生率等;解释各地理群落内能量流动的特征。

5. 北冰洋晚第四纪古海洋演变历史研究

通过对北冰洋和白令海底质的调查研究,利用微体古生物学、沉积学、矿物学、无机地球化学和有机地球化学、稳定同位素分析了解该地区现代沉积作用过程以及晚第四纪古环境与古气候演变的时间序列,解释北极及我国过去环境与气候之间的内在联系及其海洋学响应机制。通过海洋地质与地球物理综合调查研究,揭示重大地质事件对北极资源、环境和气候的制约作用。

6. 北冰洋深海微生物及其基因资源的多样性研究

通过对北冰洋深海沉积物中微生物及其基因多样性的研究,了解北冰洋不同地质年代的微生物多样性及其基因多样性的异同,结合生态环境数据和地质年代数据,最终阐明微生物多样性及其演化与海洋环境及其演化的关系。获取北冰洋独特的生物资源及其基因资源。



7. 北极气候变异及其对我国气候的影响机理

通过多学科交叉研究,与数值模拟相结合,开展数值分析与数值实验,深入研究北极海气相互作用变化、海冰减退、上层海洋增暖、极涡减弱、极区风暴加强等对气候有重要影响的因素对我国气候的影响,提高对全球气候变化的数值模拟和预测能力,了解北极海洋和海冰变异对东亚季风和我国气候灾害影响的物理机制。

8. 极地大气、冰雪及海洋边界层汞、痕量气体及持久性有机污染物(POPs)研究

通过分析大气、冰雪及海洋边界层汞、痕量气体及持久性有机污染物,研究极地大气污染的长距离大气输送过程,探讨北极地区持久性有机污染物的污染程度、来源、空间分布,进而尝试揭示上述污染物在极区大气—海冰—海水界面上的源/汇问题和相关重要科学问题。

“雪龙”号考察船于2008年7月11日上午11点离开上海基地码头,19日抵达白令海侧区,28日抵达美国诺姆港外接受外方人员与物资器材上船。由于受气旋影响,雪龙船31日离开诺姆港进入北冰洋测区作业。9月10日,在完成全部考察任务后,雪龙船再次停靠美国诺姆港,外方人员与考察设备下船。11日离开诺姆港,24日返回上海,比原计划时间提前1天。本次考察总计时间74天,实际作业时间40天,航渡时间34天,总行程超过12 000 n mile,共计完成132个站位的海洋学调查、1个长期冰站的海冰气综合观测和8个短期冰站的观测。本次考察超出了原计划设置的考察范围,雪龙船和直升机分别抵达 $85^{\circ}25'N$ 和 $87^{\circ}N$ 的站点,开展海洋学综合调查和海冰观测。

科考队采集各类样品4 000余份,获取了大量准确翔实的数据资料,并首次在北极地区空投抛弃式温盐深剖面仪,不仅拓展了调查区域和观测数据,而且为未来北极无冰海域的空投观测积累了经验。此外,此次科考还首次开展了地球物理调查,完成磁力测量870 km,重力测量7 340 km,弥补了中国在这一调查领域的空白。

第五节 中国第四次北极科学考察概述

作为自2007年3月1日开始的第四次国际极地年中国行动计划现场考察工作的收官之作,中国第四次北极考察是继2008年第三次北极科学考察之后的又一次重要的北极地区综合性考察活动。为此,国家海洋局极地考察办公室从2009年初起组织国家海洋局第一海洋研究所(以下简称“海洋一所”)前3次北极科学考察队的主要成员和有关极地研究的知名专家、学者就第四次北极考察的目标和内容进行全面的论证,制订了详细的航次考察实施方案,并在2010年2月获国家海洋局批准。此次考察于2010年4月完成



组队, 5 月份确定了现场实施计划。

中国第四次北极考察队 2010 年 7 月 1 日自厦门出发, 历时 82 天, 航程逾 12 600 n mile, 创造了当时我国北极科学考察的多项新纪录。考察队首次依靠自身能力达到北极点冰面开展科学考察, 实现了我国几代极地考察工作者和海洋工作者的梦想。“雪龙”号极地科学考察船也首次抵达 $88^{\circ} 26' N$ 的高纬地区。

第四次北极科学考察队由来自国内外 34 个单位的 121 名科学家、后勤保障人员和“雪龙”号船员组成, 其中科考人员 64 人 (含国外科学家 5 人及中国台湾科学家 1 人), 来自国家海洋局第三海洋研究所的余兴光所长担任首席科学家, 由国家海洋局极地考察办公室的吴军副主任担任领队, 船长由中国极地研究中心的沈权担任。

第四次北极科学考察以北极海冰快速变化与海洋生态系统响应研究为主题, 确定如下两大科学目标。

北极海冰快速变化机制。以北极海冰快速变化机理研究为核心, 开展与海冰大范围融化相关联的大气、海冰和海洋过程观测, 研究海冰大范围融化的机理, 为预测海冰变化趋势提供依据。

北极海洋生态系统对海冰快速变化的相应。以全球气候变化和北极海冰快速变化为背景, 以生态系统响应为目标, 开展生态系统多样性综合考察, 研究与海冰变化密切相关的海洋生态结构和功能变化, 阐明北极海洋生态系统调控机制, 为进一步预测北极生态系统变化趋势提供科学依据。

为完成上述目标, 我国第四次北极科学考察的主要内容有以下几项。

- ① 北极海冰快速变化过程及其机理研究;
- ② 北极碳通量及生源要素的生物地球化学循环研究;
- ③ 北极海洋与海冰基础生产力研究;
- ④ 北极海洋生物群落和古生态环境变化研究。

第四次北极科学考察基本沿用我国前 3 次北极考察的路线, 考察海区包括白令海、白令海峡、楚科奇海以及加拿大海盆。实际开展并完成了 135 个站位的海洋学考察、1 个长期冰站的海气综合观测和 8 个短期冰站的观测、1 个北极点站位观测。

取得的突破性成果包括: 首次在北极点海域投放 XCTD、采集冰芯样品和布放冰漂移浮标; 深入北冰洋中心区, 首次跨越加拿大海盆区, 实现了在马克洛夫海盆的作业; 在 $87^{\circ} N$ 附近设立长期冰站, 并在 $88^{\circ} 26' N$ 设立考察站位, 开展海洋、大气和海冰的多学科立体综合考察; 海洋综合考察首次到达阿尔法海脊、马克洛夫海盆, 获取了海洋水文、海洋地质、海洋地球化学、海洋大气化学、海洋生物等方面的资料和样品, 填补了考察区域的空白。



本次考察获取的浮游生物样品数量是各次中最多的,超过以往各航次的浮游生物样品总数。特别是首次利用浮游生物多通道采集器在白令海海盆、加拿大海盆、马克洛夫海盆精确采集到不同层次的浮游生物,在本航次的最北 $88^{\circ}26'N$ 站位进行了从 3 000 m 至表层的深水精细分层采样。游泳动物调查利用的捕捞渔具类型是历次北极科学考察中最多的一次,共采用 6 种网具。调查范围突破以往所有航次的区域,特别在空间范围上,首次利用诱捕笼具在 $87^{\circ}21'N$ 钓捕到我国迄今在地球最北区域采集到的鱼类——北极鳕;整个航次调查到的鱼类种类也是历次北极调查最多的一次,共获得鱼类标本 40 余种,其中白令海 30 余种,楚科奇海 10 余种。

本次海底表层沉积物和沉积物柱状采样站位涵盖了北太平洋阿留申岛弧、白令海盆、白令海陆架、楚科奇海、波弗特海、加拿大海盆、北风脊、楚科奇海台、门捷列夫海脊、马克洛夫海盆、阿尔法海脊等海域,突破了以往我国北极科考获取海底表层沉积物采样的站位数量和范围,尤其是在阿尔法海脊和马克洛夫海盆区,首次获得表层沉积物和沉积物柱样,最北达 $88^{\circ}24'N$ 。

第六节 中国第五次北极科学考察概述

自 1999 年实施首次北极科学考察以来,我国已圆满完成了 4 个航次的北极多学科综合考察,系统观测了海冰、海洋和大气变化,探讨了北极海洋环境快速变化与我国气候的关系,获得了一批有价值的科学考察数据和研究成果。

面对当前国际极地形势和国家重大战略需求,“南北极环境综合考察与评估”专项(以下简称“南北极环境”专项)获得国家批准并进入正式实施阶段。该专项以科学发展观为统领,由国家统一部署和投入,国家海洋局极地考察办公室(以下简称“极地办”)负责组织实施,充分调动国内外优势资源与力量,加强南北极环境综合考察,优先掌握极地的环境状况,揭示极地在全球气候环境变化中的地位和作用,切实提高应对气候变化的能力。

以南北极环境专项为背景,中国第五次北极科学考察(以下简称“五次北极科考”)的组织实施工作于 2012 年初正式启动,这是我国首次以专项考察为目标的北极科考航次。本次北极科学考察得到了国务院领导、国家海洋局领导以及组织和参加单位领导的高度重视和大力支持,同时也得到了全国人民的热情关注。

根据南北极专项的总体布局、阶段目标和极地办上报的科考计划,五次北极科考首次承担了南北极环境专项五个北极专题考察任务,同时承担了包括北极航道评价、北极海—气耦合观测、北极海洋生态评价技术等国家海洋公益专项重点项目在内的其他国家