



THE REPORT OF 2010 CHINESE ARCTIC RESEARCH EXPEDITION

中国第四次 北极科学考察报告

余兴光 主编



海洋出版社

中国第四次 北极科学考察报告

THE REPORT OF 2010 CHINESE ARCTIC RESEARCH EXPEDITION

余兴光 主编



海洋出版社

2011年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国第四次北极科学考察报告 / 余兴光主编.
—北京: 海洋出版社, 2011.8
ISBN 978-7-5027-7977-1

I. ①中… II. ①余… III. ①北极—考察报告—中国
IV. ①N816.62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第046010号

责任编辑: 白 燕 张 荣
责任印制: 刘志恒

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)

北京画中画印刷有限公司印刷

2011年8月第1版 2011年8月北京第1次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1 / 16 印张: 16.5

字数: 380千字

定价: 100.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038593 图书中心: 62113110

海洋版图书印、装错误可随时退换

序

我国第四次北极考察队暨“雪龙”号极地科学考察船2010年7月1日自厦门出发，历时82天，航程12 600多海里，按计划圆满完成各项考察任务，创造了我国北极科学考察的多项新纪录。考察队首次依靠自己的能力到达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°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，在考察队临时党委的坚强领导下，考察队围绕北极海冰快速变化与海洋生态系统响应的科学考察主题，获取了包括北极点区域在内的丰富观测资料和宝贵的样品，不仅在科考目标上向气候变化影响和生态环境研究方向大大推进了一步，对我们进一步深入研究、科学认知北极快速变化，应对全球变化的挑战，奠定了重要基础。

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，第四次北极考察是继2008年第三次北极考察之后的又一次重要的北极地区综合性考察活动。我国第四次北极科学考察任务的顺利完成，为国际极地年中国行动计划现场考察工作划上了一个圆满的句号。

《中国第四次北极科学考察报告》全面总结了此次考察任务的完成情况，归纳总结了考察工作取得的进展和成果，为今后我国深入开展北极地区科学考察积累了宝贵的经验。这些成果的取得，得益于党中央、国务院领导的亲切关怀，得益于国务院各有关部门和全国人民的热情关注与大力支持，也包含着极地考察工作者付出的辛勤汗水。

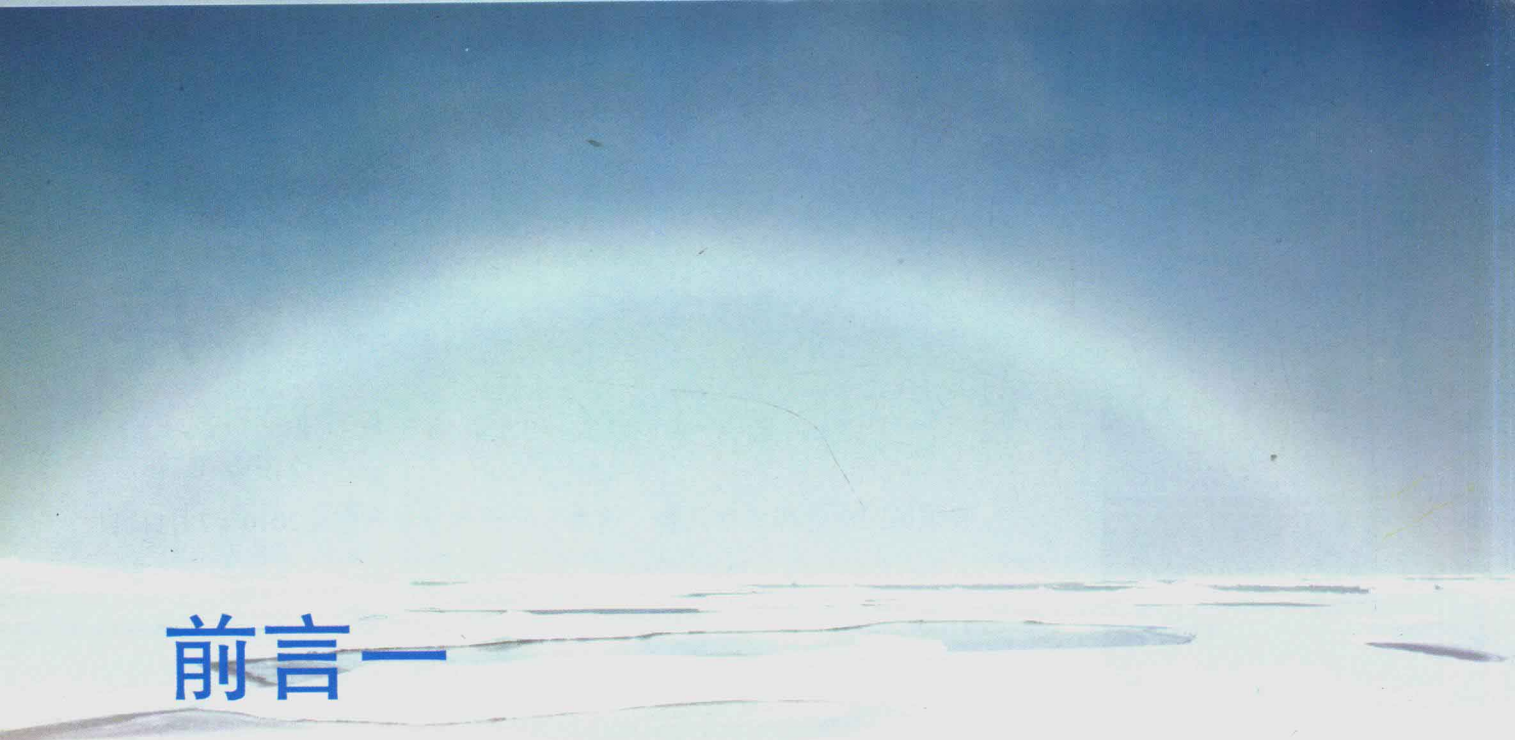
期望广大海洋和极地工作者紧紧围绕国家发展战略需求，担负起崇高的历史使命，以科学发展观为指导，继续弘扬“爱国、拼搏、求实、创新”的南极精神，以更加坚韧不拔的毅力，再接再厉，努力拼搏，开拓创新，再造辉煌，为我国海洋和极地事业的发展作出新贡献。

国家海洋局局长

刘赐贵

2011年4月





前言一

第四次北极考察作为国际极地年中国行动计划的最后一次重要考察活动，取得了圆满成功，不仅超额完成了各项预定考察任务，还首次依靠自己的力量抵达北极点开展了科学考察活动，创造了我国北极考察的新纪录，实现了我国北极科学考察历史性的突破。

自20世纪90年代我国开展北极考察活动以来，国家海洋局先后成功组织实施了以“雪龙”船为平台的四次北极考察，从初进北极的摸索，到这次北极点的探冰，每一次都在前面的基础上又前进了一大步，体现出我国在北极科学考察的组织管理越来越科学、规范、成熟，对北极气候变化对我国气候的影响有了更加深刻的认识，研究目标更加明确，考察项目更加丰富和有效，国际合作内容更加以我为主，考察区域更加广阔。这些变化，充分体现了我国极地考察事业的发展蒸蒸日上，前途远大。

第四次北极科学考察报告的编辑出版，真实展现了第四次北极考察各项科研工作的过程和考察成果，也反映了全体考察队员在领队和首席科学家的领导下，弘扬南极精神，团结协作，科学组织，安全运行，最终取得了丰硕的成果的过程。我们相信，以余兴光首席科学家为主编的中国第四次北极科学考察报告的出版，不仅是对本次考察成果的一次系统总结，也对今后开展北极科学考察具有重要的参考价值，同时又将是我国北极科学考察的重要参考文献。

在此，对本次报告的主编、作者和编辑所付出的辛勤努力和工作表示衷心的感谢！

国家海洋局极地考察办公室

2011年8月2日



前言二

北极地区对全球变化的响应与反馈最为敏感，也是全球气候变化影响最为显著的区域。最近几十年夏季北冰洋出现了冰区面积在不断地缩小，融冰起始时间异常、陆地淡水输入增加、海水盐度降低、高密度水输出减少、海水增温、气压下降、极地涡旋加强等现象。这些现象将不可避免对地球系统产生影响，并在全球气候变化中发挥重要的作用。连续多年的海冰大范围融化状况，使人们担心北极海冰融化会更加严重，会对全球气候产生重大影响。北极海冰大范围融化的事实已成为北极科学关注的焦点。国际社会呼吁要全面研究北极海冰快速变化的问题。同时随着北极地区的变化，北极生态系统出现了前所未有的结构改变。而改变最为剧烈的海区，正是在季节性海冰面积变化最显著的海区，即位于永久封冻的北冰洋区和温带不冻海区之间的北极海区。近几十年来的观测表明，北极海洋生态系统结构性的变化正在影响着区域海洋生产力的布局和资源产量。北极海洋渔业资源分配模式正在悄悄改变，北极海洋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保护区面临日益严峻的挑战。

我国是西太平洋沿岸重要的国家，北极气候和海洋环境、生态系统的快速变化与我国气候、海洋环境及海洋生态系统密切相关。为系统了解北极海域环境变化及海冰快速融化机制、生态系统变化，国家海洋局分别于1999年、2003年、2008年组织进行了3次北极科学考察，获取了一些考察资料和研究成果，奠定了我国北极科学研究的基础。中国第四次北极科学考察是我国在国际极地年（IPY）期间组织实施的两个北极科学考察航次的第二个航次，是中国IPY计划的重要组成部分。为此，国家海洋局极地考察办公室从2009年初起组织我国前3次的北极科学考察队的主要成员和有关极地研究的著名专家、学者就第四北极考察的目标和内容进行全面的论证，制定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。

中国第四次北极考察于2010年7~9月实施，来自国家海洋局、教育部、中国科学院、中国气象局系统以及新华社、中国中央电视台等媒体的115位考察队员和来自美国、法国、芬兰、爱沙尼亚等国的5位科学家和1位中国台湾地区生物多样性研究中心的科学家，共计121人参加了本次考察。



中国第四北极科学考察队于2010年7月1日从厦门启航正式开始考察活动，9月20日返回到上海中国极地研究中心码头，历时82天，其中现场考察56天，总行程12 600n mile，其中浮冰区航行1 995n mile。本次考察涵盖了北太平洋阿留申岛弧、白令海盆、白令海陆架，北冰洋楚科奇海、波弗特海、加拿大海盆、北风脊、楚科奇海台、门捷列夫海脊、马卡洛夫海盆、阿尔法海脊等海域，实际开展并完成135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、1个北极点站位观测，超过了原计划设置的考察站位及范围，“雪龙”船和直升飞机分别抵达88°26'N和90°N的站点，开展了海洋学综合调查和海冰观测，实现了预定的考察目标，圆满完成了各项考察任务。

本次考察紧紧围绕北极海冰快速变化机制和北极海洋生态系统对海冰快速变化的响应的两个考察主要目标开展，获得一系列突破性成果。如，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，开展海洋学和海冰生态学考察，填补了我国在极点海域的研究空白；深入北冰洋中心区，首次跨越加拿大海盆区，实现了在马卡洛夫海盆区的作业，在87°N附近设立长期冰站，并在88°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。本次海洋综合考察首次到达阿尔法海脊、马卡洛夫海盆，获取了海洋水文、海洋地球化学、海洋大气科学、海洋生物、海洋地质等方面的资料和样品，填补了考察区域资料的空白。

本次考察获取的浮游生物样品数量最多，超过以往各航次的浮游生物样品数。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、马卡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°26'N站位进行了由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考最多的一次，共采用6种网具。调查范围突破以往所有航次的区域，特别是在空间分布范围上，首次利用诱捕笼具在87°21'N钓捕到我国迄今在地球最北区域采到的鱼类——北极鳕；整个航次调查到的鱼类种类数也是历次北极调查最多的一次，总共获得鱼类标本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，北冰洋楚科奇海、波弗特海、加拿大海盆、北风脊、楚科奇海台、门捷列夫海脊、马卡洛夫海盆、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卡洛夫海盆区，首次获得表层沉积物和沉积物柱样，最北达88°24'N。这两个海域的环流特征和沉积物特征与以往调查的加拿大海盆区不同，这些样品为全面了解北冰洋沉积特征和古生态演变提供了宝贵的材料。



组织完成了阿拉斯加东海岸和巴罗附近两个断面18个站位的海洋水文、化学、生物联测，开创了北极考察国际联测先河，并开展了海冰、大气和海洋酸化观测的国际合作。第一次与台湾地区科学家开展了海洋游泳动物调查合作研究。本着科学、严谨、探索的精神，对调查中发现的特殊水团的海域，临时增加海洋调查站位进行补充观测，较为完整地获取该水团的空间分布及物理特性，为深入研究北冰洋海洋环境特性提供宝贵的资料。

此外，第四次北极科学考察在国家海洋局极地考察办公室的精心组织下，在中国极地研究中心的全力支持下，圆满并超额完成了考察任务，取得了丰硕的成果。在航次考察计划和实施方案的编制与论证、现场考察组织与实施等方面形成了一系列行之有效的管理方法，将为以后更加科学、高效、安全组织开展极地科学考察提供宝贵的经验。

为全面、真实记录本次现场考察工作情况，总结所获取的初步成果，我们组织编写《中国第四次北极考察报告》一书。考察报告由卞林根和吴日升负责整体编审，其他各章编写工作负责人分别为：第一、四章是吴日升、余兴光；第二章是卞林根、雷瑞波、史久新、高众勇；第三章是唐森铭、何剑锋统稿。赵进平、史久新、陈红霞、雷瑞波、高众勇、任北期、黄勇勇、张芳、陶振铎、林荣橙、项鹏、林龙山、王建军、汪卫国、李果等。由于时间仓促和水平有限，文稿可能对航次现场工作总结不够全面、提出的一些科学认识不够深刻，敬请专家和读者批评指正和谅解。

作为本次考察的首席科学家，在此特别感谢参加中国第四次北极考察的全体考察队员和“雪龙”号科学考察船全体船员，并向他们表示崇高的敬意。向给予本次科学考察指导和大力支持的专家、领导和有关组织管理单位、参加考察的单位表示衷心的感谢！

中国第四次北极科学考察队 首席科学家

余兴光

CONTENTS 目录



第1章

中国第四次北极科学考察概况

- 1.1 第四次北极科学考察的背景和意义.....2
- 1.2 第四次北极科学考察的目标和内容.....2
- 1.3 第四次北极科学考察队的组成.....3
- 1.4 第四次北极科学考察的考察区域与断面、站位.....4
- 1.5 第四次北极科学考察的调查设备保障.....7
- 1.6 第四次北极科学考察的质量控制与规范化管理.....12
- 1.7 第四次北极科学考察的气象和海冰预报.....15



第2章

北极海冰快速变化过程及其机理研究

- 2.1 北极海冰物理过程研究.....24
- 2.2 北极海冰与大气相互作用观测试验.....41
- 2.3 北极海洋动力与热力过程研究.....48
- 2.4 温室气体、碳通量及其对北极海冰快速变化的响应.....71
- 2.5 第四次北极科学考察的国际合作.....93
- 2.6 小结.....96
- 2.7 关于进一步开展北极海外变化机理研究的几点建议.....97



第3章

生态系统对北极海冰快速变化的响应研究考察

- 3.1 北极海水营养盐结构与生物泵组成.....100
- 3.2 北极海冰生物群落及其变化.....112

3.3	北极初级生产力.....	122
3.4	北极浮游动物.....	137
3.5	北极底栖生物.....	139
3.6	北极游泳生物.....	150
3.7	北极古气候环境与古生态演化.....	156
3.8	小结.....	164



第4章

中国第四次北极科学考察的主要经验与建议

4.1	中国第四次北极考察取得的重要创新性成果和突破.....	168
4.2	主要经验.....	169
4.3	几点体会.....	171
4.4	北极海洋快速变化的形势与挑战.....	172
4.5	在北极快速变化形势下,未来北极科考的焦点.....	174



附件

附件1	中国第四次北极科学考察考察队员名录.....	178
附件2	中国第四次北极科学考察计划海洋站位信息表.....	188
附件3	中国第四次北极科学考察实际完成海洋站位信息表....	190
附件4	中国第四次北极考察项目内容与预期成果.....	194
附件5	北极科学考察作业安全操作规程及冰站防熊预案.....	210
附件6	北极科学考察现场数据及样品协调管理工作方案.....	241

1

中国第四次北极科学考察概况



- 第四次北极科学考察的背景和意义
- 第四次北极科学考察的目标和内容
- 第四次北极科学考察队的组成
- 第四次北极科学考察的考察区域与断面、站位
- 第四次北极科学考察的调查设备保障
- 第四次北极科学考察的质量控制与规范化管理
- 第四次北极科学考察的气象和海冰预报



1.1 第四次北极科学考察的背景和意义

北极地区是对全球变化响应和反馈最敏感的地区之一。过去30多年对北极地区连续观测研究证明,北极地区正在发生快速变化。全球变暖对北极海域的最直接影响是海冰覆盖面积在不断减少。北极的这些快速变化举世瞩目,吸引了全人类的目光。在海冰快速变化背景下,北冰洋海洋生态系统发生结构性的变化,部分渔业资源崩溃,海洋渔业资源分配模式发生悄然改变。北极海洋生物资源的开发利用已引起国际社会广泛关注。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。

2009年3月在挪威举行的北极峰会上,北极科学界和国际组织进一步表示了对北极快速变化的关注,一致将北极快速变化作为北极研究的核心科学问题。同年5月,113个国家120名代表参加了由美国召开的“北极环境变化及海洋法国际会议”,研讨重点关注北极海上航线、北极外大陆架划界、北极油气资源、斯匹次卑尔根群岛条约、北极海洋环境和生物多样性等议题。北极科学委员会正在组织自2011年开始的新的国际研究计划“北极快速变化(ART, Arctic Rapid Transition)”,作为第二次北极规划会议(ICARP-II)的延续。

我国在1999年、2003年、2008年已进行了3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,探讨了北极变化与我国气候的关系。通过考察研究活动,我国的3次北极海洋科学考察取得了丰富成果,获得了一批有价值的科学考察数据。从而为第四次北极科学考察打下了坚实的基础。

为了深化我国北极考察成果,当前我国的北极研究除了需要对先前的资料进行系统整理、利用和升华之外,尚须继续进行北极多学科

综合考察,以获取长期观测资料,同时有所侧重,争取在北极科学研究热点上有所突破,借以提升我国北极科学考察的水平和地位,最大限度地维护我国在北极的国家权益。作为国际极地年中国行动计划重要组成部分的中国第四次北极科学考察任务艰巨光荣,意义重大深远。

1.2 第四次北极科学考察的目标和内容

1.2.1 考察目标

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:

(1) 北极海冰快速变化机制。

以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。

(2) 北极海洋生态系统对海冰快速变化的响应。

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,开展生态系统多学科综合考察,研究与海冰变化密切相关的海洋生态系统结构和功能变化,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。

1.2.2 考察内容

为完成上述目标,我国第四次北极科学考察的主要内容为:

(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。

1.3 第四次北极科学考察队的组成

1.3.1 概况

第四次北极科学考察队总人数为121名。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）；组织协调与后勤保障人员16人（含领队1人、首席科学家1人、党办主任1人、领队助理兼首席科学家助理1人、首席科学家助理2人、党办副主任1人、党办秘书1人；随船气象保障2人；医生1人；冰站机械设备保障1人；

直升机机组人员4人；宣传报道人员6人（其中1人由党办主任兼任）；船员36人。

1.3.2 科学考察队建制与分工

第四次北极科学考察队实行在临时党委领导下的领队与首席科学家分工负责制，领队负责协调整体考察任务；首席科学家负责组织协调科考工作。考察队下设党委办公室和领队助理、首席科学家助理，协助领队、首席科学家工作，考察队设10个科考组。具体分工如下：

职务	姓名	单位	任务分工和职责
领队	吴 军	国家海洋局极地考察办公室	科考队领队，行政总负责
首席科学家	余兴光	国家海洋局第三海洋研究所	航次设计，科考业务总负责
领队助理兼首席科学家助理	李 果	国家海洋局极地考察办公室	协助领队和首席科学家工作
领队助理	沈 权	中国极地研究中心	“雪龙”号船航次船舶保障
首席科学家助理	何剑锋	中国极地研究中心	协助首席科学家负责直升机协调和国际合作
首席科学家助理	吴日升	国家海洋局第三海洋研究所	协助首席科学家负责考察计划的修订工作
冰站观测协调组组长	李 果 何剑锋	国家海洋局极地考察办公室 中国极地研究中心	冰站观测项目作业总协调
海冰大气科学组组长	逯昌贵	中国气象科学研究院	海冰大气项目协调；梯度风、太阳辐射、GPS探空观测等
冰站海冰物理组组长	雷瑞波	中国极地研究中心	海冰物理项目协调；海冰反照率，辐射传输、冰芯物理、冰密集度的遥感观测等
冰站海冰光学组组长	赵进平	中国海洋大学	海冰光学项目协调；海冰与积雪光学衰减连续观测、融池透光性观测等
船基采样协调组大组组长	吴日升 林荣澄	国家海洋局第三海洋研究所 国家海洋局第三海洋研究所	“雪龙”号船艏部和后甲板采样作业协调
物理海洋组组长	史久新 陈红霞	中国海洋大学 国家海洋局第一海洋研究所	物理海洋学定点常规观测、走航观测；湍混合观测，海洋光学观测
潜标浮标组组长	陈红霞	国家海洋局第一海洋研究所	锚碇潜标回收、布放，冰基长期观测系统作业
地球化学组组长	李宏亮 高众勇	国家海洋局第二海洋研究所 国家海洋局第三海洋研究所	地球化学项目协调；地球化学元素采样、测试；海—气CO ₂ 走航观测、气溶胶采样及北极霾观测，POPs采样等
基础生产力组组长	林荣澄	国家海洋局第三海洋研究所	基础生产力项目协调；叶绿素a、初级生产力和新生产力观测
生态和地质组组长	林龙山	国家海洋局第三海洋研究所	生态和地质项目协调；浮游、底栖和游泳生物采样；沉积物和重力柱样采集

全体考察人员组成见附件1。

1.4 第四次北极科学考察的考察区域与断面、站位

1.4.1 预定考察区域和断面、站位设置

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。

考察共设定调查站位126个（包括重复站位，不包括机动站位），其中白令海和白令海

峡设置站位45个，楚科奇海和加拿大海盆设置站位81；设置的站位还包括1个长期连续观测冰站（15~20d）、6个短期冰站和两个定点周日连续观测站。另外设10个机动站位。上述考察海域和站位分布见图1-1和图1-2、图1-3（考察计划站位的经纬度见附件2）。实际考察断面与站位根据现场冰情和天气的实际情况，在保证调查的科学性和调查安全性的前提下，适当向附近海域调整和删减。

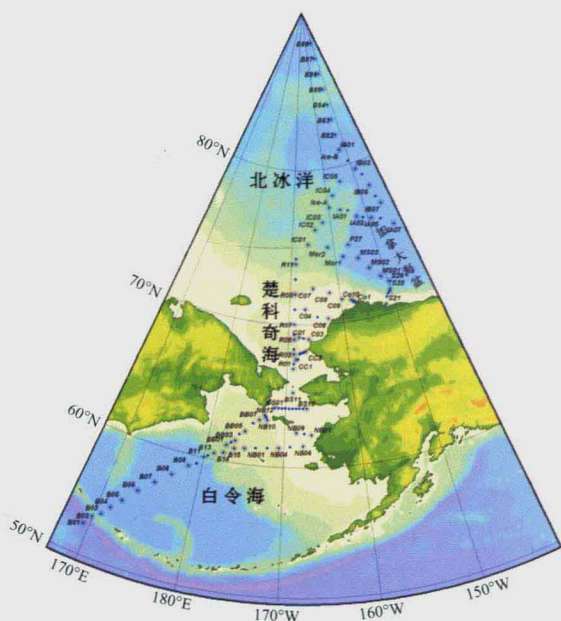


图1-1 第四次北极考察计划站位与断面

Figure.1-1 Map of planed stations and transects during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

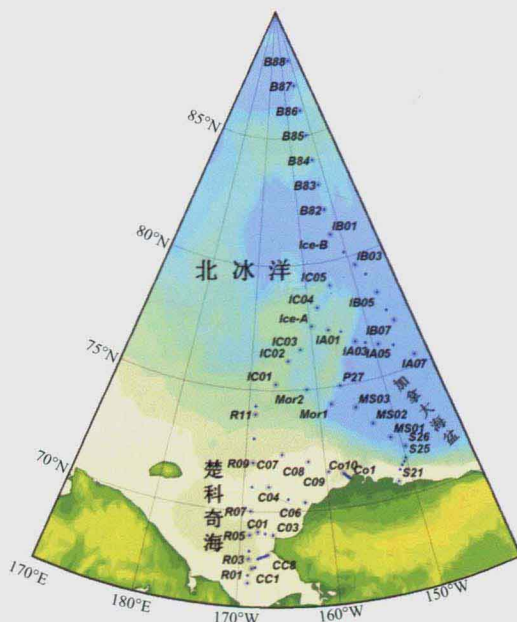


图1-2 第四次北极考察北冰洋计划站位与断面

Figure.1-2 Map of planned stations and transects in the Arctic Ocean during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

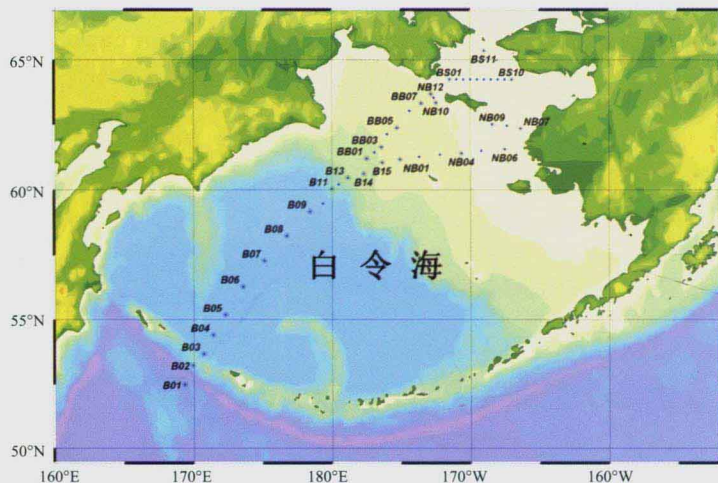


图1-3 第四次北极考察白令海计划站位与断面

Figure.1-3 Map of planned stations and transects in the Bering Sea during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

根据2009年10月在北京举行的中美PAG会议协商意见,在阿拉斯加东海岸和巴罗附近设置两个断面18个站位,进行海洋水文、生物等联测图1-4。

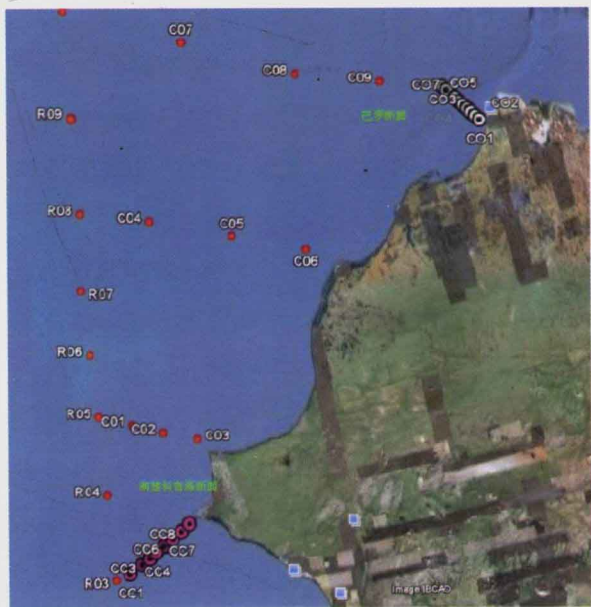


图1-4 南楚科奇海(SCS)断面和巴罗(Barrow Canyon)断面

Figure.1-4 Location of Southern Chukchi Sea(SCS) transect and Barrow Canyon transect

1.4.2 航次执行情况及实际考察站位

2010年7月1日,中国第四次北极科学考察队乘“雪龙”号科考船从厦门起航,前往北冰洋区域执行科学考察任务。7月3日到达韩国济洲岛,4日外国及台湾专家和物资上船,5日上午起航向预定考察海域挺进。7月10日晚“雪龙”船到达白令海考察海域的第一个作业站位,正式开启了本次考察的海上定点考察工作,至7月20日圆满完成了计划站点45个的考察任务,期间还根据研究目的和新得到观测内容,经首席科学家批准,完成了2个新增站位(BB-A和NB-A)的考察。7月21日开始北冰洋第一阶段的考察,7月22日下午起,受北极气旋影响,海上风大(达8~9级)浪高(最大浪高达4m),在C04站位CTD无法作业。为保证人员和设备安全,“雪龙”号船直接驶往C06站

附近的美国海岸附近避风,7月23日考察队根据气旋影响的情况,确定“雪龙”号船于当晚10点起航前往C06站作业,并改变原计划的航向,确定了新航向,R10站位将仅在回程时作业。7月24日下午“雪龙”船在近R09站第一次驶入海冰密集区。从R09到C01站,作业基本正常。7月26日凌晨在从C01站往S21站,途中海上冰密度逐渐增大到近90%、部分冰厚度达3m。由于船只航行困难,考察队领导认真听取了航行气象保障人员对云图和国家海洋预报中心的海冰数值预报结果的分析,认为往西南、东、正北的海域均存在严重的情冰,不适合考察作业,东北方向海域是最好的选择,故最终决定将S断面往西平移三个经度,直奔MS01站位,之后再沿MS断面作业。船只在冰区迂回航行和在拟定站位附近寻找合适地点进行考察作业,于7月26日下午3时顺利完成了S21~S24站位的工作。鉴于周边海冰严重的情况,考察队领导当即决定动用直升机,由领队、首席科学家及助理、海冰专业人员组成空中勘察队,了解冰情。通过勘测确定了船只航行路线,于7月27日顺利到达S25站并完成作业。根据冰情开展了第一个短期冰站作业,同时对站位进行调整,将S26、MS01、MS02、MS03站调整到S25到MOR1的直线上(5等分分布)。之后尽管有周边大量的浮冰及冰块逐渐增大的影响,仍顺利开展考察作业,于7月29日中午到达第三次北极考察投放的深海潜标位置。由于之前考察队多次组织潜标回收人员及船舶驾驶、水手长等对潜标回收方案进行充分的论证,制定了科学合理的操作程序,整个潜标回收工作仅用了1个多小时,顺利回收了所有的设备和样品。由于受冰情的影响,无法按原定计划开展断面考察工作,而周边的浮冰又不适合开展大冰站作业,考察队领导在全面分析各种冰情资料的基础上,果断决定沿160W往北航行,寻找大

块多年浮冰开展冰站作业，同时沿北上航线上每间隔1个纬度布设1个综合考察站。在往北的航行途中，考察队多次动用直升机进行寻找，直至8月7日傍晚才在86°57'N处侦察到适合大冰站作业的浮冰。从8月8日上午按既定冰站考察计划，各部门有序开展建站与考察工作，同时组建抽调16人组成防熊队（冰上12人，驾驶台4人）在作业期间进行专职站岗警戒，保障考察人员的作业安全。冰站人员白天工作，晚上回船休息，每天工作6~7个小时，至8月18日基本完成了冰站计划的考察任务。由于从14日起连续的晴天，造成冰块溶化速度加快，浮冰上许多融池扩大明显并出现多条裂缝，考察队领导经慎重研究，为保证人员和物资的安全，决定于8月19日撤离冰站，同时利用直升机空中侦察及对海冰数值预报结果进行分析，在此基础上，决定船继续北上到88°20'N附近开展一个小冰站和海洋综合考察站作业，并利用直升机运送2批人员到北极点开展北极点冰站综合考察。8月20日上午顺利完成冰站撤站工作

后，“雪龙”号船向北进发。8月21日下午到达预定船舶最北位置开展小冰站作业，22日经请示国家海洋局极地考察办公室同意，领队、首席科学家率领部分考察队员和媒体记者分两批乘直升机到达北极点顺利开展了表层海水、冰芯采样和投放冰浮标、航空冰情勘察等考察工作，这是我国首次独立利用自己的力量成功到达北极点开展的科学考察，将成为我国北极科学考察史上的一个里程碑。8月23日“雪龙”号船从本次考察船到达的最北端88°26'N开始沿170°W线返回，途中每1个纬度布设1个综合考察站，一直到R12，之后沿途完成楚科奇海台及白令海峡重复端面考察，8月14日到达韩国济洲岛，15日外国及中国台湾专家和物资撤离“雪龙”号船，18日抵达上海吴淞空锚地，20日停靠在上海中国极地研究中心码头，受到了国家海洋局、上海市人民政府领导及考察队员单位领导、家属、上海市民的热烈欢迎，圆满完成第四次北极科学考察任务。考察的实际站位见图1-5和图1-6、图1-7和附件3。

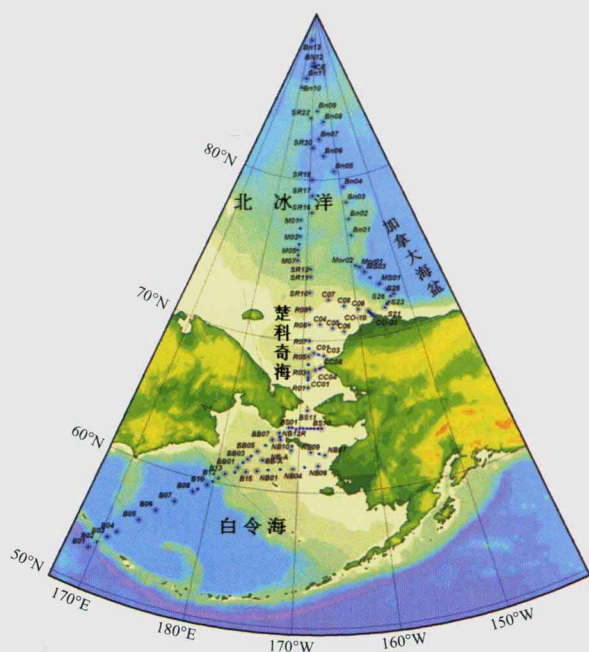


图1-5 第四次北极考察实际站位和断面

Figure.1-5 Map of practical stations and transects during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

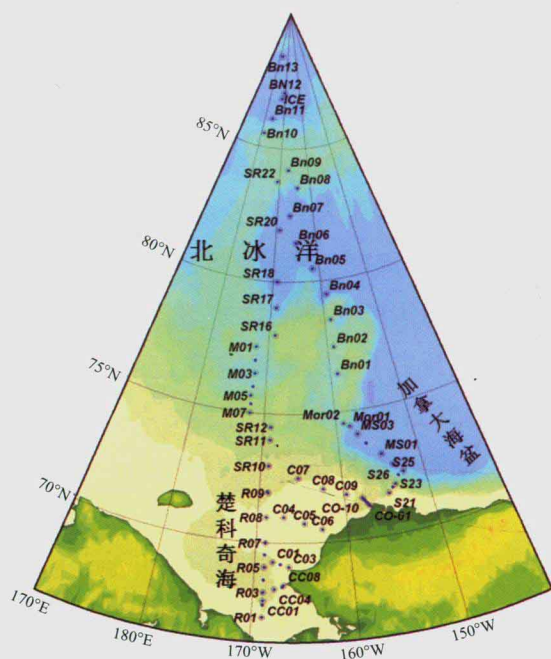


图1-6 第四次北极考察北冰洋实际站位和断面

Figure.1-6 Map of practical stations and transects in the Arctic Ocean during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

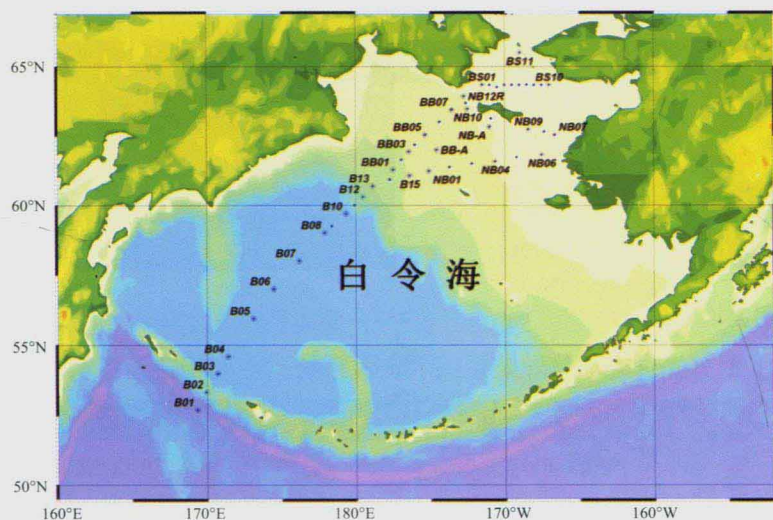


图1-7 第四次北极考察白令海实际站位与断面

Figure.1-7 Map of practical stations and transects in the Bering Sea during the 4th Chinese National Arctic Research Expedition

1.5 第四次北极科学考察的调查设备保障

第四次北极科学考察主要依托以下观测和采样平台或运载工具。

1.5.1 “雪龙”号科学考察船

“雪龙”号科学考察船是目前我国唯一一艘专门从事南北极考察的破冰船（图1-8），隶属于国家海洋局。船上拥有先进的通信导航系统，配有可容纳2架直升机的机库和1个停机坪。船上设海洋物理、化学、生物、地质、气象等科学考察实验室。实验室面积500m²，可进行多学科海洋调查；配有120m²的多功能学术报告厅，可满足科考队员在船上进行学术交流的需要。该船能以1.5kn航速连续破厚度为1.2m（含0.2m雪层）的冰。



图1-8 “雪龙”号科学考察船

Figure.1-8 R/V Xuelong