



“南北极环境综合考察与评估”专项

01-01

南极周边海域 物理海洋和海洋气象考察



国家海洋局极地专项办公室 编



海洋出版社



“南北极环境综合考察与评估”专项

南极周边海域物理海洋和 海洋气象考察

国家海洋局极地专项办公室 编



海洋出版社

2016年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

南极周边海域物理海洋和海洋气象考察/国家海洋局极地专项办公室编.

—北京: 海洋出版社, 2016. 6

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9533 - 7

I. ①南… II. ①国… III. ①南极 - 海域 - 海洋地球物理学 - 科学考察 - 中国
②南极 - 海域 - 海洋气象 - 科学考察 - 中国 IV. ①P941.6②P738③P732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 158352 号

NANJI ZHOUBIAN HAIYU WULI HAIYANG HE HAIYANG QIXIANG KAOCHA

责任编辑: 杨传霞

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

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 21

字数: 530 千字 定价: 146.00 元

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

海洋版图书印、装错误可随时退换

极地专项领导小组成员名单

组 长：陈连增 国家海洋局
副组长：李敬辉 财政部经济建设司
曲探宙 国家海洋局极地考察办公室
成 员：姚劲松 财政部经济建设司（2011—2012）
陈昶学 财政部经济建设司（2013—）
赵光磊 国家海洋局财务装备司
杨惠根 中国极地研究中心
吴 军 国家海洋局极地考察办公室

极地专项领导小组办公室成员名单

专项办主任：曲探宙 国家海洋局极地考察办公室
常务副主任：吴 军 国家海洋局极地考察办公室
副主任：刘顺林 中国极地研究中心（2011—2012）
李院生 中国极地研究中心（2012—）
王力然 国家海洋局财务装备司
成 员：王 勇 国家海洋局极地考察办公室
赵 萍 国家海洋局极地考察办公室
金 波 国家海洋局极地考察办公室
李红蕾 国家海洋局极地考察办公室
刘科峰 中国极地研究中心
徐 宁 中国极地研究中心
陈永祥 中国极地研究中心

极地专项成果集成责任专家组成员名单

组 长：潘增弟 国家海洋局东海分局

成 员：张海生 国家海洋局第二海洋研究所

余兴光 国家海洋局第三海洋研究所

乔方利 国家海洋局第一海洋研究所

石学法 国家海洋局第一海洋研究所

魏泽勋 国家海洋局第一海洋研究所

高金耀 国家海洋局第二海洋研究所

胡红桥 中国极地研究中心

何剑锋 中国极地研究中心

徐世杰 国家海洋局极地考察办公室

孙立广 中国科学技术大学

赵 越 中国地质科学院地质力学研究所

庞小平 武汉大学

《南极周边海域物理海洋和海洋气象考察》

专著编写人员名单

主 编：高立宝 魏泽勋

副主编：史久新 高郭平 李丙瑞 谢周清

廖光洪 张 林 邓小东 刘长建

编写人员(按姓名拼音排序)：

程灵巧 郭桂军 康 辉 李 明

李 群 梁楚进 吕 忻 曲大鹏

舒 启 孙永明 王建成 薛 亮

杨 威 姚文峻

序 言

“南北极环境综合考察与评估”专项（以下简称极地专项）是2010年9月14日经国务院批准，由财政部支持，国家海洋局负责组织实施，相关部委所属的36家单位参与，是我国自开展极地科学考察以来最大的一个专项，是我国极地事业又一个新的里程碑。

在2011年至2015年间，极地专项从国家战略需求出发，整合国内优势科研力量，充分利用“一船五站”（“雪龙”号、长城站、中山站、黄河站、昆仑站、泰山站）极地考察平台，有计划、分步骤地完成了南极周边重点海域、北极重点海域、南极大陆和北极站基周边地区的环境综合考察与评估，无论是在考察航次、考察任务和内容、考察人数、考察时间、考察航程、覆盖范围，还是在获取资料和样品等方面，均创造了我国近30年来南、北极考察的新纪录，促进了我国极地科技和事业的跨越式发展。

为落实财政部对极地专项的要求，极地专项办制定了包括极地专项“项目管理办法”和“项目经费管理办法”在内的4项管理办法和14项极地考察相关标准和规程，从制度上加强了组织领导和经费管理，用规范保证了专项实施进度和质量，以考核促进了成果产出。

本套极地专项成果集成丛书，涵盖了极地专项中的3个项目共17个专题的成果集成内容，涉及了南、北极海洋学的基础调查与评估，涉及了南极大陆和北极站基的生态环境考察与评估，涉及了从南极冰川学、大气科学、空间环境科学、天文学以及地质与地球物理学等考察与评估，到南极环境遥感等内容。专家认为，成果集成内容翔实，数据可信，评估可靠。

“十三五”期间，极地专项持续滚动实施，必将为贯彻落实习近平主席关于“认识南极、保护南极、利用南极”的重要指示精神，实现李克强总理提出的“推动极地科考向深度和广度进军”的宏伟目标，完成全国海洋工作会议提出的极地工作业务化以及提高极地科学研究水平的任务，做出新的、更大的贡献。

希望全体极地人共同努力，推动我国极地事业从极地大国迈向极地强国之列！

陈建增

目次

第1章 总论	(1)
第2章 考察的意义和目标	(3)
2.1 考察的背景和意义	(3)
2.2 我国南极科学考察的简要历史回顾	(5)
2.3 考察海区概况	(6)
2.4 考察目标	(8)
第3章 考察的主要任务	(10)
3.1 考察航次及考察重大事件介绍	(10)
3.1.1 第28次南极科学考察	(10)
3.1.2 第29次南极科学考察	(10)
3.1.3 第30次南极科学考察	(11)
3.1.4 第31次南极科学考察	(11)
3.2 考察路线、区域、断面及站位	(12)
3.2.1 第28次南极科学考察	(12)
3.2.2 第29次南极科学考察	(17)
3.2.3 第30次南极科学考察	(32)
3.2.4 第31次南极科学考察	(48)
3.3 考察内容	(67)
3.4 考察设备	(67)
3.4.1 重点海域断面调查设备	(67)
3.4.2 走航观测设备	(70)
3.4.3 定点长期观测设备	(73)
3.5 考察人员及分工	(76)
3.6 考察完成工作量	(78)
第4章 考察获得的主要数据	(80)
4.1 数据获取的方式	(80)
4.1.1 重点海域断面调查	(80)
4.1.2 南大洋走航断面调查	(80)
4.1.3 定点长期观测	(81)
4.2 获得的主要数据	(82)
4.3 质量控制与监督管理	(82)
4.3.1 质量控制总体方案	(82)
4.3.2 质量保障实施方案	(83)



4.4 数据评价情况	(90)
4.4.1 SBE 911plus CTD (数据情况)	(90)
4.4.2 LADCP 数据情况	(93)
4.4.3 走航 ADCP	(100)
4.4.4 湍流观测	(101)
4.4.5 抛弃式温-盐-深数据 (XBT/XCTD)	(102)
第5章 考察的主要分析与评价	(103)
5.1 南极周边物理海洋数据分析	(103)
5.1.1 普里兹湾海域	(103)
5.1.2 南极半岛海域	(166)
5.1.3 南大洋走航断面	(176)
5.2 南极周边海洋气象数据分析	(196)
5.2.1 普里兹湾海域	(196)
5.2.2 南极半岛海域	(213)
5.2.3 南大洋走航断面	(220)
5.3 南极周边海域海冰数据分析	(238)
5.3.1 普里兹湾海域	(239)
5.3.2 南极半岛海域	(254)
5.4 历史数据的累积分析	(260)
5.4.1 南极底层水的变化趋势分析	(260)
5.4.2 亚南极模态水的变化趋势分析	(270)
5.4.3 南极绕极流特征分析	(272)
5.4.4 南半球环状模的变化趋势对 CO ₂ 源汇的影响	(277)
5.4.5 普里兹湾海域水团分析	(278)
5.4.6 普里兹湾环流特征分析	(281)
5.4.7 南北半球大气成分空间分布及影响因素	(284)
5.4.8 冰基海豹 CTD 标记观测分析	(285)
5.4.9 海表温盐数据分析	(286)
5.4.10 第30次南极考察国际救援期间的气象情况分析	(288)
5.4.11 普里兹湾混合方面的研究	(296)
5.4.12 基于专项资料正在进行的其他研究	(296)
第6章 考察获得的主要经验与建议	(302)
6.1 考察取得的重要成果和亮点总结	(302)
6.2 对专项的作用	(304)
6.3 考察获得的主要成功经验	(304)
6.4 考察中存在的主要问题及原因分析	(305)
6.5 对未来科学考察的建议	(305)
附件	(307)
附件1 考察区域及站位图	(307)

附件 2

考察使用的主要仪器设备

(311)

附件 3

承担单位及主要人员一览表

(312)

附件 4

考察工作量统计表

(314)

附件 5

物理海洋学考察数据一览表

(316)

附件 6

考察要素图件一览表

(319)

附件 7

论文、专著等公开出版物一览表

(320)

第1章 总论

南极和北极位于地球的南北两端，是地球表面的冷极，大部分地区终年为冰雪覆盖，是地球表面的两大冷源和全球气候变化的主要驱动器。作为地球系统的重要组成部分，南极和北极系统包含大气、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起来，极地环境的变化与地球其他区域的变化息息相关，极地在全球变化中具有重要地位和作用。已有研究表明，南极气候环境过程与我国的气候变化存在遥相关。

进入 21 世纪，全球变暖加剧，极区冰层快速融化，南北极资源宝库渐露真容，一些国家在围绕对海洋专属经济区、大陆架、公海、国际海底权益和资源激烈争夺的同时，已将触角延伸到地球的南北两极，南北极主权权益之争遽然抬头，国际社会已掀起新一轮争夺南北极资源和权益的“战争”与“圈地”运动，南北极事务已步入一个科学、政治、经济、军事利益交织纷争的年代，抓紧制定并实现我国的南北极综合考察战略决策和中长期目标，增强南北极考察能力、水平和实质性存在，刻不容缓。

全球变暖，极地环境和全球变化面临新的重大变革和不确定性，极地气候快速变化已对我国气候与环境变化产生显著影响，并可能使未来我国工农业生产和国民经济的可持续发展面临新的更大冲击，加大极地环境综合考察与全球变化研究，切实提高我国应对气候变化能力，刻不容缓。

由此应运而生的是我国 2012 年设立的“南北极环境综合考察与评估”专项。通过这样一个紧密围绕国家目标来完成的系统工程，统领全局，凝聚整合队伍，促进极地考察平台建设，系统、全面、有重点地开展南北极环境综合考察，获得极地环境和资源潜力的第一手资料，切实提高我国应对气候变化的能力，最大限度地维护国家利益，提升在国际极地事务中的话语权。本专项是我国极地领域近 30 年来规模最大的极地专项，是我国极地事业发展新的里程碑，对于维护国家极地权益、推动极地工作发展有着十分重大的意义。在专项期间进行了第 28 次、第 29 次、第 30 次和第 31 次南极科学考察，主要工作区域在普里兹湾和南极半岛附近海域，共完成了 248 个站位的海洋学综合调查，66 站次的湍流观测，在南大洋走航断面完成了 507 站的 XBT/XCTD 抛弃式观测和 153 个 GPS 探空气球观测，在普里兹湾海域投放海表漂流浮标 28 枚，布放海冰温度链浮标 6 套，布放锚碇潜标共计 11 套，实施了短期冰站和 1 个长期冰站的冰基多学科综合观测，以及多学科走航观测、抛弃式观测以及海冰物理特征综合观测。大气化学观测获得气态总汞浓度 58 000 个，气溶胶样品 452 份，大气样品 292 份，细菌和真菌样品 128 组，为我国南极观测与评估提供了丰富的数据和样品基础。目前，已发表和待发表论文 30 余篇，发明专利 2 项，实用新型专利 1 项，计算机软件著作权登记 2 项。掌握了极地海洋水文、海洋气象、海冰等环境基本信息，获取了海洋环境变化和海-冰-气系统变化过程的关键要素信息；通过研究突出对典型水团和环流的变化、垂向混合与海气相互作用等前沿科学问题的认识，进一步了解极地海域对全球气候变化的影响和响应，为我国资



源开发利用提供更多的科学数据。

极地专项的“十二五”跨越了2012—2015年，2015年“南北极环境综合考察与评估”专项开展了成果集成工作。本专题“南极周边海域物理海洋和海洋气象考察”基于第28次至第31次南极考察和历史资料，综合专项期间的考察成果，对南极物理海洋和海洋气象考察取得的成果进行总结，初步分析南极物理海洋、海洋气象和海冰等的分布特征和变化规律。本报告全面介绍了我国近4次南极科学考察物理海洋和海洋气象等学科考察的进展情况，梳理了物理海洋、海洋气象和海冰等考察工作取得的主要进展和初步成果。本报告共分6章，第1章“总论”，总体介绍了极地科学观测的重要性、考察的主要范围、考察时段和时间、主要考察内容、工作量等；第2章“考察的意义和目标”包括考察背景和意义、我国南极物理海洋和海洋气象考察的简要历史回顾、考察海区概况和考察目标等方面；第3章“考察的主要任务”主要对“十二五”期间4个航次的考察区域、站位、工作内容、设备、人员分工以及完成工作量进行介绍；第4章“考察获得的主要数据”介绍数据获取方式、数据获取种类、数据质量控制和对数据的总体评价；第5章“考察的主要分析与评价”分别按照航次顺序介绍了南极周边物理海洋、海洋气象和海冰的主要分析内容；第6章“考察获得的主要经验与建议”归纳了考察取得的重要成果和亮点、主要成功经验和存在的问题以及对未来科学考察的建议等。最后附考察区域及站位图、仪器设备一览表、论文、专著等公开出版物一览表共7类附件，很多基本图件未能包含到报告中，放到了图集之中。

本报告首次系统地梳理了极地专项在“十二五”期间南极科学考察的内容及成果，是在国家海洋局领导下，各参与单位通力合作下的结果，特此对关心、指导、参与本次考察的所有人员表示衷心感谢！

第2章 考察的意义和目标

2.1 考察的背景和意义

极区环境对全球变化反应十分敏感,表现出明显的放大作用。近30年来的研究表明,全球增暖导致两极地区的冰层、海洋和陆地等圈层发生了显著变化,极地在全球变化背景下的响应和反馈、极地在全球变化中的地位 and 作用已成为当今世界共同关注的重大科学和社会问题。当前,一些重大的国际研究计划如世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈-生物圈研究计划(IGBP)、大洋钻探计划(DSDP/ODP/IODP)等都将两极作为关键地区,制定了相应的研究计划;一些国际组织和极地考察国家也推出了相应的研究计划,组织开展了一系列综合性的科学考察和观测项目。以期通过这些大型极地科学计划,定量了解极区快速变化(如冰雪消融)及时空变化规律,了解人类活动对极地过去和现在的影响,更好地理解极地与全球的联系,提高对未来变化的预测预报能力。1994年召开的第23届南极研究科学委员会(SCAR)大会将“南极地区与全球变化计划(GLOCHANT)”确定为今后数十年内国际南极合作研究的优先领域,成为各国南极考察的指导原则。目前,SCAR正执行着五大科学计划,包括南极气候演化(ACE)、南极冰下湖环境(SALE)、南极生物演化及其多样性(EBA)、南极与全球气候系统(AGCS)、日地空间与高空大气的两极对比(ICESTAR)等。为了进一步增进对极地的了解,2007年至2008年国际科联(ICSU)与世界气象组织(WMO)共同组织发起了第四次国际极地年计划,共有60多个国家和地区参加,执行了228项正式计划,其中包括我国提出的普里兹湾-埃默里冰架-冰穹A断面科学考察与研究计划(PANDA)。目前,南大洋观测系统(SOOS)提出了6个核心的研究方向:①南大洋在热量和淡水平衡中的作用;②南大洋经向翻转环流的稳定性研究;③海洋在南极冰架稳定性中的作用及其对海平面变化的贡献;④南大洋对CO₂的持续吸收能力和南大洋酸度变化速率;⑤未来的南极海冰变化;⑥全球变化对南大洋生态系统的影响。这些研究方向无疑是我国乃至世界共同关心的话题。

全球变暖,极区冰层快速融化,极区环境和全球变化面临新的重大变革和不确定性。目前,主要极地考察国家正试图通过物理、生态和经济学模式的耦合研究来定位新的极地海洋资源可持续利用战略。因此,加强南北极环境资源综合考察,深化极地系统和全球变化研究,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,是关系到我国国计民生、防灾减灾、国民经济和社会可持续发展的大事。

海冰过程对极区海洋有着至关重要的影响,对极区高密度水的形成和驱动经向翻转环流起到关键作用。南极大陆44%的海岸线上有冰架,冰架及其下的海洋也是南大洋研究特别值得关注的地方。全面考虑海冰、冰间湖和冰架的影响,开展冰-海相互作用研究,有助于将



南大洋水团与环流的研究推向深入。

近 30 年来南北极地区发生的海洋、大气、陆地、生态系统的快速变化,使得极地成为全球变化最敏感的地区之一。伴随全球变暖,在南极周边海域,海冰范围及厚度都急剧减小、变薄,该地区海气界面物质交换过程变得强烈,进而影响到分布在海洋边界层的大气、气溶胶的化学成分,其成分的改变又反过来影响到气候变化,间接地反作用于海洋生物。

汞具有很强的毒性,且在陆地、水体及大气中广泛存在,大气中汞的来源主要是土壤释汞、水体释汞、火山、森林火灾、燃煤、有色金属冶炼、生物质燃烧等。气态元素汞 HgO 在大气中超长的滞留时间(1 年左右),使其可以传输到遥远的地区甚至极地。有报道显示汞在低纬度地区高温条件下可从土壤和水体挥发,进入大气循环并在高纬度地区严寒条件下沉积。海洋边界层大气汞的研究为深入了解大气汞的背景浓度、时空分布特征、大气转化机制、源汇特征及长距离输送提供科学依据。气溶胶能够通过吸收、散射太阳辐射及作为云凝结核影响气候。气溶胶的辐射强迫是当前气候预测不确定性的最大来源。对海洋上空尤其是远洋地区气溶胶浓度和化学成分认识的不充分是造成这种不确定性的主要原因。有机气溶胶是海洋气溶胶尤其是气候效应显著的亚微米气溶胶的重要组成部分。生物气溶胶是大气气溶胶的重要组成部分,大气中微生物可以凭借空气介质扩散和传输,从而引发人类急、慢性疾病,还可能形成冰晶或云凝结核,进而间接影响全球气候的变化。对生物成因气溶胶的种类、成分、时间和空间分布特征进行分析,对于了解其对人体健康和大气环境的影响 also 具有重要意义。

近些年来,南大洋在全球气候系统中的重要作用逐渐得到认识。南极绕极流的发现凸显了南大洋在气候异常信号传播中的作用,使南大洋一度成为气候变化研究的热点,我国也开展了针对性的研究。虽然南极绕极流的真实性后来受到质疑,但是由于南极绕极流是唯一东西贯通的洋流,热量和盐量的异常将随着南极绕极流在各大洋间传输,南大洋作为气候异常信号传播途径所起的作用仍然值得深入研究。作为经向翻转环流中的重要环节,南大洋的变化也会通过影响南极底层水的形成过程进一步影响到全球热盐环流,近些年利用数值模式和箱式模型也开展了这方面的研究,对南大洋在气候系统中的作用有了更加全面的认识。南大洋年际以至年代际变化及其在全球气候系统中的作用将成为未来中国物理海洋学研究的一个重要方向。

南极科学委员会于 2014 年发布了旨在引导南极和南大洋科学发展的“地平线扫描”计划的最终结果,提出了未来 20 年以至更长时间内,南极和南大洋科学研究需要解决的 80 个科学问题以及 6 个优先发展方向。第一个优先发展方向为“明确南极大气与海洋的全球影响”,与南大洋物理海洋学研究密切相关的科学问题包括:南大洋的变化是否会形成反馈并导致气候变化进程的加快或减缓?南极底层水的性质和体积为什么发生改变,这将对全球大洋环流和气候产生什么效应?包含了与低纬度区域交换在内的南大洋环流如何响应气候强迫?海洋表面波动如何影响南极海冰和漂浮的冰川冰?淡水输入的变化如何影响大洋环流和生态系统过程?以上科学问题是目前科学界最为关心且亟待解决的,也应该成为中国物理海洋学者在未来南大洋研究中努力的方向。

我国南极海洋科学在过去的 30 多年期间,经历了从无到有、逐步发展的过程,极地专项实施之前,我国在南极周边重点海域的海洋调查远落后于发达国家,拥有的海洋基础资料时空密度小、准确度低、覆盖率低、重复性差,并且主要集中在普里兹湾内的几个不规则断面上,难以反映普里兹湾当前的海洋状况,在威德尔海、罗斯海海域几乎是空白,远不能满足

南北极战略部署的需求。

目前的极地海洋水团、环流的变化及其对全球气候变化的影响和响应是国际极地科学研究的热门方向,但却是我国综合实力偏弱的一门学科。因此,以极地科学考察专项为契机,建立有针对性的学科方向和稳定的科研团队,大力发展极地物理海洋科学考察事业,为国家赢得更多的话语权提供有力支持。

2.2 我国南极科学考察的简要历史回顾

1984年至今,我国已经组织了31次南极科学考察,于1985年和1989年建成了南极长城站和中山站,2009年1月建成的中国首个南极内陆考察站“中国南极昆仑站”,形成了以南极长城站、中山站、昆仑站和“雪龙”号考察船为主体的极地科学考察和研究支撑体系。目前又建立了中山站与昆仑站之间的中转站——泰山站,形成了每年1次的南极科学考察,为我国极地科学研究奠定了坚实的基础。在极地冰川学、极地海洋科学、极地大气科学、极区空间物理学、极地生物生态学与人体医学、极地地质与地球物理学、极地天文学等领域取得了丰硕的成果,已初步形成了一些具有国际影响力和区域优势的学科领域,2007—2008年我国提出并执行了IPY核心计划:普里兹湾—埃默里冰架—冰穹A断面科学考察与研究计划(PANDA),在国际上产生了重要影响。随着国家需求的发展,我国极地观测海域不断地拓展,目前主要观测海域有南极半岛周边海域、普里兹湾周边海域、罗斯海海域等。

经过30多年的考察和研究,中国的物理海洋学取得了长足的进展,获得了丰硕的研究成果,主要体现在以下方面:①通过走航和站位观测,获得了丰富的南大洋实测温盐和海流资料,尤其是在普里兹湾及邻近海域积累了时间跨度超过20年的断面观测CTD数据,使中国成为这一海域实测资料最为全面和系统的国家;②对普里兹湾及其邻近海域的水团与环流开展了全面研究,在夏季表层水空间变化、陆架与海盆水交换、埃默里冰架出流水性质与分布、普里兹湾局地生成南极底层水的可能性等方面取得了研究进展;③将实测数据与卫星遥感数据相结合,研究了南印度洋绕极流区的锋面结构和变化,加深了对锋面维持与变化机制的认识;④在南极半岛周边海域开展了观测,分析了德雷克海峡和布兰斯菲尔德海峡的温盐结构和水团组成;⑤利用遥感与再分析数据以及漂流浮标数据,研究了南极绕极流的时空变化特征,在南极绕极流对风应力强迫的响应、跨密度面混合等过程研究上取得了新的认识;⑥建立了描述南极绕极流的解析模式,探讨其动力学约束和变化机制;⑦开展了普里兹湾以及整个南大洋的数值模拟,利用模拟结果讨论了环流的时空变化特征和影响因素。

2012年开始的极地科学考察专项是我国首次大规模的综合极地科学考察研究专项,科学考察的学科内容、观测区域、观测手段及考察队伍规模均达到了前所未有的高度,取得了历史性的进展,开展了以南大洋、普里兹湾为重点的31次南极海洋科学考察,尤其重要的是我国南极海洋科学考察已经成为一项业务化的考察工作,凸显了我国对极地工作的重视程度已经达到了新的高度。

中国第28次南极考察中的南大洋调查是“南北极环境综合考察与评估”专项实施以来的第一个试点航次。该航次在兼顾“雪龙”船1船3站(中山站、长城站和昆仑站)补给任务和传统考察任务的基础上,将以南极半岛海域为重点开展多学科海洋综合考察。调查内容



包括：物理海洋学、海洋化学、海洋生物学、海洋地质学和海洋地球物理等多学科综合观测。这也是我国开展极地考察以来，在南极半岛考察规模最大的一次，填补了南大洋断面大纵深综合观测的空白。

中国第 29 次南极考察是“南北极环境综合考察与评估”专项的第一个正式航次，从 2012 年 10 月 28 日至 2013 年 4 月 10 日。根据极地专项办公室总体部署和参加单位的协商，第 29 次南极考察执行了“一船一站”的科考任务。本专项在第 29 次南极考察航次中执行了走航、站位及定点长期观测等多项观测任务，通过多种手段对南极半岛海域和普里兹湾海域深入开展物理海洋与海洋气象综合考察，系统掌握考察区海洋水文、海洋气象、海冰等环境基本信息，获取海洋环境变化和海-冰-气系统变化过程的关键要素信息，为我国和全球气候变化、资源开发利用、航海与后勤保障提供基础资料。

中国第 30 次南极科学考察从 2013 年 11 月 10 日至 2014 年 4 月 9 日。根据极地专项办公室总体部署和参加单位的协商，第 30 次南极考察执行了“一船三站”的科考任务，考察内容和考察方式延续了第 29 次南极考察的模式。在第 30 次南极考察中，南大洋科学调查首次使用海鸟 911CTD 双温双导新配备的传感器海洋仪器设备。

中国第 31 次南极考察是“南北极环境综合考察与评估”专项“十二五”期间的最后一个航次。本次考察共完成 68 站的 CTD/LADCP 全深度观测，66 站的采水和 7 站的二次采水，3 个成功回收潜标站位，超过原计划的 60 个重点站位。完成 29 站的湍流观测，大部分站位实现两次观测。

2.3 考察海区概况

南极周边海域是包括普里兹湾、威德尔海、南极半岛邻近海域等在内南极大陆边缘海和南极大陆边缘海以外的其他南大洋海区。根据调查的性质、内容和形式，南极周边海域物理海洋和海洋气象考察分为：南极重点海域考察、南大洋断面考察和观测站长期监测 3 部分。调查时应考虑水文、气象环境要素的时空尺度以及海洋动力过程的有机性，根据作业环境与平台条件，并结合与水动力环境密切相关的学科，如海洋生物与生态、海洋化学、海洋地质、海洋遥感和海洋沉积动力等，进行物理海洋和海洋气象考察同步调查。

南极重点海域考察区域主要包括普里兹湾在内的 63° — 85.5° E 南极大陆边缘海、南极半岛附近 45° — 66° W 之间的陆架陆坡海域。南大洋断面考察区域主要包括澳大利亚-普里兹湾断面、德雷克海峡断面以及各南极大陆边缘海调查海区的冰架前缘断面。

普里兹湾总体呈西南—东北走向，是南极大陆附近的第三大海湾，面积仅次于威德尔海和罗斯海。它位于南大洋的印度洋区段，大致在 $67^{\circ}45'$ — $69^{\circ}30'S$ ， $69^{\circ}00'$ — $76^{\circ}00'E$ 的范围内，面积约为 $6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。普里兹湾北邻印度洋，南邻与兰姆伯特大冰川相连接的埃默里冰架，湾口东端靠近四女士浅滩，西端靠近弗拉姆浅滩，位于两个浅滩中间的一个凹槽，是湾内外交换的主要通道。普里兹湾内水深普遍较浅，约为 400~600 m，在湾口处水深加深，经过 $67^{\circ}00'S$ 大陆坡折处，水深急剧增加，陆坡以北是水深超过 3 000 m 的深水区，因此普里兹湾具有“瓶颈”式的地理环境和海底地形特点。

中国对普里兹湾的研究可以追溯到 1981 年中国科学家参加国际南大洋生物系统和资源考

察 (BIOMASS) 等国际考察和合作研究活动。1989 年中山站建立后, 普里兹湾开始成为我国南极考察和研究的重点海域, 历次南极考察的定点观测多设置在这个海域, 至今为止积累了大量的 CTD 观测资料。在这些数据资料的基础上, 我国科学家对普里兹湾及邻近海域做了多方面的研究, 其中物理海洋学研究主要集中在对水团分布、环流特性与形成机制等方面的探讨。

南极半岛北端周边海域指的是南极半岛北端及其向东延伸出去的南设得兰群岛和南奥克尼群岛周边海域, 即斯科舍海与威德尔海之间的海域。该海域基本上可以分为西部、中部和东部 3 段: ①西部突出海面的是南设得兰群岛和南极半岛的北端 (包括周边的若干岛屿), 夹在两者之间的是布兰斯菲尔德海峡; 该海域北接德雷克海峡, 南为威德尔海的西北部陆架区; ②中部海域完全在海面以下, 南部为鲍威尔海盆, 水深超过 3 000 m; 其北面为两条近乎平行的海岭, 即南斯科舍海岭和菲利普海岭, 两条海岭之间是埃斯佩里兹海槽; 鲍威尔海盆的西南侧为茹安维尔海岭; ③东部为南奥克尼海台, 海台的大部分区域水深小于 500 m, 北部有很小的区域高出海面, 成为南奥克尼群岛; 海台的西侧和东侧各有一条水深超过 1000 m 的通道, 即菲利浦通道和奥克尼通道。

由于南奥克尼海台周边海域是威德尔海与斯科舍海水团交汇的地方, 该海域也被称为威德尔-斯科舍汇流区 (Confluence, Gordon, 1967)。实际上, 这一海域的水交换, 尤其是深层的水交换基本上是单向的, 即只有从威德尔海向斯科舍海和德雷克海峡的北向运输 (Gordon et al., 2001; von Gyldenfeldt et al., 2002)。威德尔海是南极底层水 (AABW) 的主要源地之一, 但是受海底地形所限, 在威德尔海西南部陆架附近生成的威德尔海底层水 (WSBW) 在向北流动至接近汇流区时, 只能随着气旋式的威德尔流涡 (Weddell Gyre) 继续向东移动, 并不能进入斯科舍海 (Gordon et al., 2001; Naveira-Garabato et al., 2002b)。只有相对低盐的威德尔海深层水 (WSDW, 温度在 $0 \sim 7^{\circ}\text{C}$ 之间) (Gordon et al., 2001) 能够进入鲍威尔海盆, 进而绕过南奥克尼海台向北进入斯科舍海 (Naveira-Garabato et al., 2002a)。相对 WSBW 而言, WSDW 具有低盐和高溶解氧的特征, 是由于其中包含了来自南极半岛北端西侧的威德尔海陆架水 (Gordon et al., 2001)。这个位置的陆架水也有一部分绕过茹安维尔海岭向北运输, 进入布兰斯菲尔德海峡的深层和底层 (Gordon et al., 2000)。水团性质的分析表明, 布兰斯菲尔德海峡东海盆和中央海盆的深层水和底层水基本上来源于威德尔海, 太平洋水仅有可能对中央海盆有极少量的贡献 (董兆乾等, 2004)。实际上, 来自太平洋的绕极深层水 (CDW) 仅对布兰斯菲尔德海峡的西部和南部有影响, 海峡的中部和东部似乎不存在 CDW, 或者其影响相当弱 (羊天柱等, 1989)。在海峡的西端, CDW 可以出现在靠近南极半岛一侧的陆架上 (Hofman and Klinick, 1998; Smith et al., 1999), 也可以通过南设得兰群岛链中的一些水道进入海峡。史密斯岛与斯诺岛之间 500 ~ 600 m 深的通道是主要的入流通道 (羊天柱等, 1989; Hofmann et al., 1996; Hofmann and Klinick, 1998), 这些水体仅在布兰斯菲尔德海峡北侧流动, 进而流出海峡, 并未进入中央海盆 (Smith et al., 1999)。史密斯岛与布拉班特岛 (Brabant) 之间的陆架较浅 (400 ~ 500 m), 间或有 CDW 从此处侵入海峡 (Hofmann and Klinick, 1998; Smith et al., 1999)。在乔治王岛与象岛之间 (400 ~ 600 m 深), 动力计算的结果显示, 有一流速较大、流向较为稳定的东向流进入海峡 (羊天柱等, 1989), 但是, 也有研究认为这里是布兰斯菲尔德水的主要输出口 (Hoffman, 1996)。总之, 由于地形的阻挡, 来自太平洋的 CDW 不能穿过南设得兰群岛之间的水道直接进入威德尔海的西北部, 而是先