



“南北极环境综合考察与评估”专项

01-04

南极周边海域 海洋化学与碳通量考察



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

南极周边海域海洋化学 与碳通量考察

国家海洋局极地专项办公室 编

海洋出版社

2016 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

南极周边海域海洋化学与碳通量考察/国家海洋局极地专项办公室编. —北京: 海洋出版社, 2016. 5

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9428 - 6

I. ①南… II. ①国… III. ①南极 - 海域 - 海洋化学 - 科学考察 - 中国②南极 - 海域 - 碳循环 - 科学考察 - 中国 IV. ①P734

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 098776 号

责任编辑: 赵 娟

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 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 11.25

字数: 281 千字 定价: 78.00 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（2012—）
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

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

“南极周边海域海洋化学与碳通量考察”专题

承担单位：国家海洋局第二海洋研究所 负责人：潘建明

参与单位：国家海洋局第三海洋研究所 负责人：詹力扬

厦门大学 负责人：陈 敏

国家海洋局第一海洋研究所 负责人：郑晓玲

“南极周边海域海洋化学与碳通量考察”报告

编写人员：（以姓氏笔画排序）

方仔铭 祁 第 孙 恒 孙维萍 李玉红

李 栋 何 鹰 汪建君 张介霞 陈倩娜

陈 敏 林武辉 林 辉 郑晓玲 赵 军

贾仁明 扈传昱 韩正兵 曾 健 詹力扬

蔡明刚 滕 芳 潘建明

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。

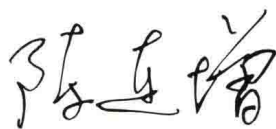
在2011年至2015年间，极地专项从国家战略需求出发，整合国内优势科研力量，充分利用“一船五站”（“雪龙”号、长城站、中山站、黄河站、昆仑站、泰山站）极地考察平台，有计划、分步骤地完成了南极周边重点海域、北极重点海域、南极大陆和北极站基周边地区的环境综合考察与评估，无论是在考察航次、考察任务和内容、考察人数、考察时间、考察航程、覆盖范围，还是在获取资料和样品等方面，均创造了我国近30年来南、北极考察的新纪录，促进了我国极地科技和事业的跨越式发展。

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！



目 次

第1章 总 论	(1)
第2章 考察的意义和目标	(2)
2.1 考察背景和意义	(2)
2.2 我国南极科学考察的简要历史	(3)
2.3 考察海区概况	(4)
2.4 考察目标	(5)
第3章 考察的主要任务	(6)
3.1 考察区域、站位及路线	(6)
3.1.1 中国第28次南极科学考察	(6)
3.1.2 中国第29次南极科学考察	(7)
3.1.3 中国第30次南极科学考察	(8)
3.1.4 中国第31次南极科学考察	(8)
3.2 考察内容	(9)
3.2.1 海水化学	(9)
3.2.2 大气化学	(10)
3.2.3 沉积化学	(10)
3.2.4 生物地球化学综合锚系	(10)
3.3 考察设备	(10)
3.4 考察人员及分工	(13)
3.5 考察完成工作量	(14)
第4章 数据与样品的质量控制	(19)
4.1 数据与样品的获取方式	(19)
4.1.1 走航观测	(19)
4.1.2 大面调查	(20)
4.1.3 锚系观测	(26)
4.2 获取的主要数据与样品	(26)
4.2.1 海水化学与大气化学	(26)
4.2.2 沉积化学	(28)
4.2.3 生物地球化学综合锚系	(28)
4.3 质量控制与监督管理	(29)
第5章 主要分析与研究成果	(30)
5.1 海水化学与碳通量过程的分析和认识	(30)
5.1.1 营养盐及微量营养元素的分布特征和变化规律	(30)



5.1.2	生源要素的分布特征和变化规律	(62)
5.1.3	碳酸盐体系的分布特征和变化规律	(72)
5.1.4	温室气体的分布特征和变化规律	(83)
5.1.5	碳、氮、氧等稳定同位素分布特征和变化规律	(95)
5.1.6	色素的分布特征	(139)
5.1.7	沉积化学要素分布特征	(142)
5.1.8	南极半岛周边海域海-气碳通量及其时间序列变化特征	(152)
5.1.9	普里兹湾生源要素通量及其时间序列变化特征	(155)
5.2	南极普里兹湾湾内外生物泵差异及其与冰融水的关系	(156)
5.2.1	普里兹湾湾内外初级生产力的显著差异	(156)
5.2.2	普里兹湾湾内外颗粒有机碳输出通量的变化	(156)
5.2.3	普里兹湾水柱中碳通量与海冰变化的关系	(157)
5.2.4	普里兹湾湾内外生物泵变化的物理-生物耦合作用机制	(157)
5.3	主要成果总结	(162)
第6章	考察的主要经验与建议	(163)
6.1	考察取得的重要成果	(163)
6.2	对专项的作用	(163)
6.3	考察的主要成功经验	(164)
6.4	考察中存在的主要问题及原因分析	(164)
6.5	对未来科学考察的建议	(164)
参考文献		(165)
附件 成果论文		(169)

第1章 总 论

“南极周边海域海洋化学与碳通量考察”依托中国第28次、第29次、第30次、第31次南极科学考察航次，采集了南极半岛周边海域和普里兹湾邻近海域153个站位的海水化学、大气化学、沉积化学的样品。经过实验室分析及历史资料查询，已获得海水营养要素、碳酸盐体系、稳定和放射性同位素、温室气体等数据23 220份。通过海洋化学多参数综合调查，结合历史资料，查明了南大洋周边海域海水、沉积物和大气环境中生源要素、二氧化碳体系及其他温室气体的基本分布特征，开展了普里兹湾邻近海域水团来源和生物泵空间变化的同位素示踪、普里兹湾和南极半岛邻近海域二氧化碳源/汇格局以及普里兹湾海域沉降通量时间序列变化的研究，进一步深化了各要素的时空分布、变化规律、形成机制、制约因素等的认识，发现了普里兹湾生物泵空间变化的物理-生物耦合作用机制，尤其是普里兹湾碳通量与海冰变化的关系，回答了极区生态系统碳的汇/源时空格局形成的生物地球化学机制，评估了生源要素循环在生态系统和生物资源变动中的作用。本项目的研究成果为深入认识南极周边海域生物泵作用的调控作用机制以及南极周边海域对全球气候变化的响应与反馈均具有重要意义。

极地专项的开展在一定程度上保证了南极科学考察航次获取大量科学研究所需的样品与数据，并且在科考区域和科考时间上都有了较大的扩展，对之前的调查研究进行了很好的补充。但是我国的化学海洋学研究与国际上先进水平仍旧存在一定的差距，过度地依赖“雪龙”船的调查保障能力，从一定限度上制约了我国的海洋学研究的发展。自极地专项启动和开展以来，虽然从一定程度上改善了这一情况，但是从长远的角度来看，发展新型的调查手段，比如分析检测技术的提高、高灵敏度的同位素技术的应用、提升原位长时间序列的观测能力等，仍是今后我国极地海洋科学考察所需提高的技术支撑能力。极区在大洋环流过程中扮演着源头和驱动力的角色，其对大洋能量和物质的输运均起至关重要的作用，加强多学科的联系和沟通，加强国际合作，提升成果在国际上的显著度也是今后极地科学发展的方向。



第2章 考察的意义和目标

2.1 考察背景和意义

南极由于其自身独特的自然环境在地球系统中占据重要的位置。南大洋连接太平洋、大西洋和印度洋，是全球化学和生物物质传输的重要通道，对全球变化具有指示和效应的放大作用。此外，南大洋还是模态水、中间水、深层水和底层水等多种水团形成的重要区域。水团在南大洋的下沉过程中为温室气体提供了向大洋内部输送的通路，促使南大洋成为某些温室气体的重要汇区。南大洋不仅是全球生命支持系统的重要组成部分，而且在全球生物地球化学循环尤其是二氧化碳的循环中具有其他地区不可替代的重要作用与地位。因此，南大洋碳的海洋生物地球化学研究具有重要意义。

20 世纪 80 年代以来，是南大洋的大规模国际合作研究的新阶段。众多国际组织发起的一系列与气候变化有关的全球性和区域性的国际合作研究计划，例如 SO - JGOFS（南大洋联合全球海洋通量研究）、GLOCHANT（南极地区在全球变化中的作用）、SOIREE（南大洋加铁实验），都把极地海洋作为核心研究区域之一。这些计划对极地生物地球化学研究提出了明确的科学需求和目标。经过多年的研究，人类对极地海洋的认识已经取得了一定的进展。目前，国际上关于极地科学研究的趋势已经逐渐从初期的以考察为主转为以综合性的研究为主，力图从科学本质上揭示南大洋生物地球化学循环过程，探索它们对于全球气候变化的作用。

我国于 20 世纪 90 年代初开展了南大洋生物地球化学的研究，并逐步形成了以碳等生源要素的生物地球化学循环为核心的研究内容。该项研究一直被列为我国“八五”和“九五”南极研究的主要内容，并获得了国家自然科学基金委作为重点项目予以支持。在 21 世纪开展的国际极地年中国行动计划以及科技部国家支撑计划项目中相关研究也被列为核心研究项目。经过近 20 余年的调查和研究，我国在碳等生源要素的生物地球化学研究中，从理论、技术、方法等方面分别开展了不同层次和不同深度的探讨，已取得一定的研究成果。进入 21 世纪后更是在调查内容的广度和深度上取得突破，空间尺度层面上，获得了从形成海 - 气界面到海水 - 沉积物界面的生物地球化学过程的系统化调查集成；具体调查内容上，丰富了调查要素涵盖的范围，并出现很多新的亮点，如硅等生源要素的循环、强温室气体氧化亚氮的分布特征等均填补了国内外相关研究领域的空白。对南大洋的生物地球化学特征及其作用过程，已获得了一些初步的认识。然而，由于技术手段及其他因素的限制，迄今为止，对南大洋典型海域生物地球化学循环的物质通量和作用机制的研究仍不够深入，这也是当今国际上南大洋生物地球化学研究所面临的共同问题，因此将会成为今后较长一段时间内我国南大洋研究的重要内容。

自“南北极环境综合考察与评估”专项（简称极地专项）启动以来，延续传统研究内容，继续深化对南极半岛周边海域海洋化学基本要素的调查，提供相关区域基线数据，同时根据海洋大气化学界面交换过程，营养盐循环分布特征及生产力输出过程，海水沉积物界面交换过程，海洋边界层大气悬浮物质运移过程以及人为污染物输入对极区水体环境影响等线索，结合示踪物质等要素分析物理因素对上述生物地球化学过程的影响，进而系统描述全球变化大背景下，人类活动所释放出的温室气体，污染物对南大洋生物地球化学过程的影响作用和程度，并预测南大洋对在全球变化过程可能的反馈作用。

本项目通过海洋化学多参数综合调查，结合历史资料，查明南大洋周边海域海水化学参数、二氧化碳体系、悬浮颗粒物组成、大气化学、沉积环境和生源要素的基本分布特征，获取水体和沉积环境的基础资料。利用水化学要素、生物标志物、放射性和稳定同位素进行水团和海洋过程进行示踪研究，进一步深化各要素时空分布、变化规律、形成机制、制约因素等的认识，回答极区生态系统碳的汇/源时空格局形成的生物地球化学机制，评估生源要素循环在生态系统和生物资源变动中的作用。

2.2 我国南极科学考察的简要历史

过去 30 年的研究在南大洋海洋化学方面取得了大量进展，涵盖了海洋碳循环、海洋生物地球化学要素循环和海-气界面化学等领域。其中海洋碳循环研究已经形成了海-气界面-水柱过程-沉积物界面这一较为完整的海洋碳循环体系描述；同时通过与氮、磷、硅等生源要素循环过程、同位素示踪技术的结合，对碳循环过程的认识日趋完善，大气气溶胶观测技术手段及其来源和产生机制研究皆有新的突破，海气界面物质交换过程的研究也有新的亮点出现，海洋温室气体的研究取得新的突破。南大洋海洋化学研究体系日臻完善。

全球变化是关乎社会可持续发展的重要科学命题，而南大洋是全球气候变化的敏感区域，其中的生物地球化学问题备受国际关注。我国自 1984 年在南极半岛海域开展首次科学考察以来，已经组织了 30 次南极科学考察，本着国际接轨、突出自己特色的原则，通过采用同位素示踪法、现场受控试验技术、沉积物捕捉器、沉积物多管采样器等一系列国际上先进的海洋生物地球化学研究方法和技术（仪器），利用“雪龙”船每年一次的对中山站的补给航次和两年一次的环南极航行，对南极普里兹湾及其临近海域碳的有关生物地球化学特征进行了较深入的研究。在 1984 年至 1989 年期间，主要的考察工作集中在长城站附近海域，主要是调查了附近海域的营养盐、溶解氧等分布特征，为中国南极化学海洋学的考察与研究迈出了坚实的一步。而在 1989 年中国中山站建立之后，考察重点转移到了印度洋扇区的普里兹湾海域，重点开展如下研究：①南大洋海水化学观测，其中包括营养盐以及溶解氧的样品采集；②普里兹湾及其以北海域海洋学过程的氟利昂（CFCs）和六氟化硫（SF₆）示踪；③普里兹湾及其邻近海域水团构成与水体交换的同位素示踪；④南大洋重要界面碳通量研究；⑤颗粒物通量季节性变化与组成研究；⑥夏季南极普里兹湾 N₂O 陆缘水边界锋面混合过程研究；⑦南大洋大气气溶胶来源、全球传输及生产机制研究。通过现场调查与受控生态实验的紧密结合，把上层海洋和底部沉积记录有机联系起来，强调物理、化学、生物过程的结合，历史演变与现代过程的结合；通过遥感资料、实测资料与模式研究相结合评估南大洋碳循环变化



及其对全球碳循环的贡献。尤其在第 16 次中国南极考察期间首次与美国合作布放沉积物捕获器之后,在第 26、第 27、第 28、第 29、第 30 次期间,分别布放了多套沉积物捕获器锚系系统,获取了普里兹湾夏季或全年关键区域的宝贵样品数据,为我国的南大洋生物地球化学研究打下了坚实的基础。

2.3 考察海区概况

南大洋是国际水文组织于 2000 年新近确定的包括 60°S 以南环绕南极大陆且没有被任何大陆分隔的一个大洋,其面积约 $7\,700 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约占世界大洋总面积的 22%。南大洋是世界第四大洋(大于北冰洋),其属海有罗斯海、威德尔海、别林斯高晋海和阿蒙森海。南大洋的水文结构复杂多变,Gordon 等(1977)和 Emery (1977) 等通过南大洋的温盐特征,将南大洋海区划分为亚南极区(SAZ, Sub Antarctic Zone)、极锋区(PFZ, Polar Front Zone)、南极区(AZ, Antarctic Zone)。南大洋的主要流型是巨大的南极绕极流,自西向东运动的西风漂流是宽阔、深厚而强劲的风生漂流,南北跨距在 $35^{\circ}\text{--}65^{\circ}\text{S}$,与西风带平均范围一致,其深度是自海面至海底的整个水层,堪称世界海洋中最强流。南大洋主要有 6 个水团:南极陆架水、南极地层水、绕极深层水、南极表层水、亚南极表层水和南极中层水。由于西风与地球自转偏向力的作用,使得寒冷的南极表层水北流,下沉在密度相对较小的南极次表层水之下,形成了向北运动的南极中层水,由于这种下沉而形成的稳定换风带围绕着南极,形成了南极辐合带,或称为南大洋极锋,也是南大洋划分为南极海区和亚南极海区的界限。本专项的科考海域为普里兹湾及其邻近海域和南极半岛周边海域。普里兹湾是东南极边缘由地堑构造形成的一个海湾,位于世界最大冰川兰伯特冰川(Lambert Glacier)所占据的地堑末端的冰川入海处。普里兹湾是南极大陆印度洋扇形区中的最大海湾,位于 $66^{\circ}\text{--}79^{\circ}\text{E}$ 。其西南边界是埃默里冰架(Amery Ice Shelf),东南边界是英格里德·克里斯滕森海岸(Ingrid Christensen Coast)。湾内陆架区为广阔的埃默里海盆(Amery Depression),底形平缓,水深基本上在 600~700 m 之间。四女士浅滩(Four Ladies Bank)和弗拉姆浅滩(Fram Bank)分别位于湾口东西两侧,水深小于 200 m,成为湾内与大洋海水交换的天然屏障。陆坡以北则为水深超过 3 000 m 的开阔洋区。普里兹湾表层海水的环流(Prydz Bay Gyre)是一个邻近埃默里冰架的封闭的气旋性流涡(Smith et al., 1984)。南极绕极流(ACC)海水在邻近西冰架(West Ice Shelf)东部流入,进入埃默里冰架之下形成低温的冰架水,并与普里兹湾的近岸流汇合,从达恩利角附近流出(Vaz & Lennon, 1996)。因此这股 ACC 海水是形成普里兹湾上层海水($<200 \text{ m}$)的主要来源。冬季普里兹湾全部冰封,海冰边缘可达 57°S 。夏季海冰大都退缩到 66°S 以南,由西冰架和埃默里冰架形成的冰山大都搁浅在四女士浅滩和弗拉姆浅滩,海冰覆盖率可以达到 60%~100%。在两个海冰聚集区之间通常以 $73^{\circ}00'\text{--}73^{\circ}30'\text{E}$ 为中心形成低海冰覆盖率的开阔水域,海冰覆盖率在 10% 左右。湾口以北海冰覆盖率在 20%~30% 之间,或是存在多处浮冰带,而湾顶区的海冰覆盖率较低(董兆乾等, 2000)。夏季湾内季节性冰区的上层因增温和融冰的淡水稀释作用,使上层水体的密度减小,形成较为稳定的季节性跃层,有利于浮游植物的生长,具有较高的初级生产力。

南极半岛是南极大陆最大、向北伸入海洋最远(63°S)的大半岛,该地区气候相对温暖,

是近百年来南极地区气候、环境变化最为显著的地区，其冰架的快速崩塌和解体已给全球海洋与气候变化带来了深刻的影响。调查海域位于南极半岛的西侧、东侧和北侧，区域位置独特，地处南极大陆和南美大陆之间（德雷克海峡南侧），为南大洋大西洋扇区和太平洋扇区的过渡地带，其西南为别林斯高晋海，东南为威德尔海。其中，威德尔海是地球上最大的边缘海，也是世界大洋深层水的主要发源地。考察区流系主要由南极绕极流（ACC）、威德尔海底层水（WSBW）、威德尔海深层水（WSDW）、威德尔海涡流以及南极半岛陆架—岛架水等组成。考察海域位于冰川和海洋相互作用的地带，具有冰海沉积的特性。

2.4 考察目标

在普里兹湾及其邻近海域和南极半岛周边海域开展海洋化学多参数综合调查，查明南大洋典型亚生态区海水化学参数、CO₂ 体系、悬浮颗粒物组成、大气化学、沉积环境和生源要素的基本分布特征，获取水体和沉积环境的基础资料和图件，同时利用水化学要素、生物标志物、放射性核素和稳定同位素进行水团和海洋过程示踪研究，进一步深化对各要素时空分布、变化规律、形成机制、制约因素等的认识，回答极区生态系统碳的汇/源时空格局形成的生物地球化学机制，评估生源要素循环在生态系统和生物资源变动中的作用。

近年来，国际组织对南极事务的关注以及对建立生物保护区的主张，需要我国在南极掌握自己的数据资料，为我国在南极事务上的决策提供立场依据。同时，本项目将为项目四专题一“南极环境综合分析评价”提供数据基础资料，为二级集成成果编写提供依据。



第3章 考察的主要任务

3.1 考察区域、站位及路线

3.1.1 中国第28次南极科学考察

中国第28次南极大洋考察所执行的现场任务包括全程走航采样、南极半岛断面作业调查和普里兹湾及埃默里冰架断面作业调查3部分内容,历时52天,累计121个作业点。采样项目涉及:①海水化学参数23项,样品数量共计8174份(CO_2 系统约30000个);②大气化学参数6大项,样品数量共计约770份(大气汞系统约10000个);③沉积化学:12站位;④现场受控实验:2站位;⑤生物地球化学综合锚系系统:回收1套,布放3套。

作为“南北极环境综合考察专项”试点航次,本次南极半岛海域断面调查是中国第28次南极大洋海洋化学考察内容的核心组成部分,在2012年1月16日至2012年1月29日为期14天的大洋作业期间,完成实施计划拟定的5个断面共41个站位作业点(图3-1)。

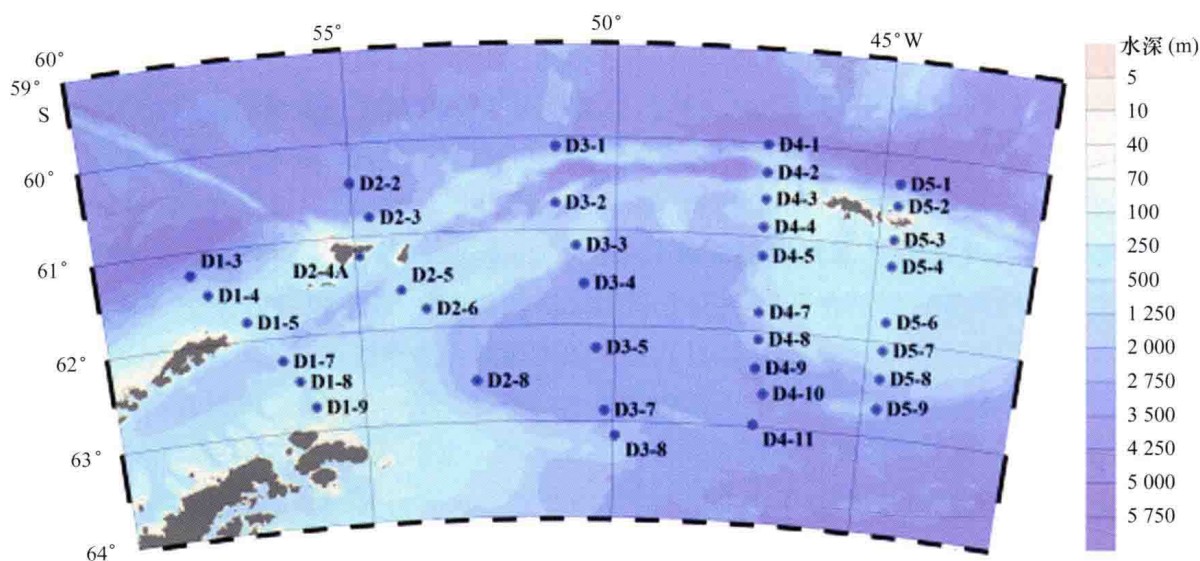


图3-1 中国第28次南极科学考察南极半岛附近海域站位

鉴于普里兹湾是我国南极海洋科学考察的重点,基于该区域以往调查数据,本航次针对常规项目做进一步取样分析,以保证该海域基础数据的累积。在为期4天的作业期间,完成普里兹湾P1断面的7个站位及埃默里冰架IS断面的9个站位的采样工作(图3-2)。

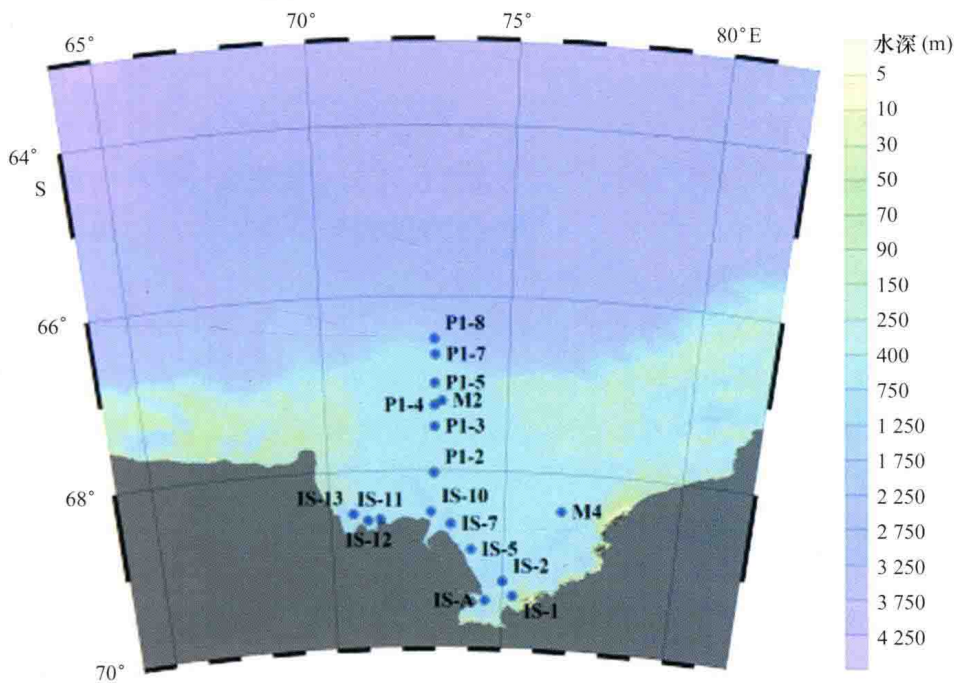


图 3-2 中国第 28 次南极考察南极半岛站位

3.1.2 中国第 29 次南极科学考察

中国第 29 次南极科学考察海洋化学专业调查任务，主要分为走航采样、站区定点调查、长时间序列潜标观测 3 部分。其中走航观测为从广州出发，至南极并最终返回上海的全程走航调查；站区调查为 2013 年 1 月 31 日开始至 2013 年 3 月 3 日在南极普里兹湾及附近海域进行的断面调查；长时间序列潜标观测主要为搭载物理海洋潜标布放沉积物捕获器，进行一年周期的沉降颗粒物样品采集工作（图 3-3）。

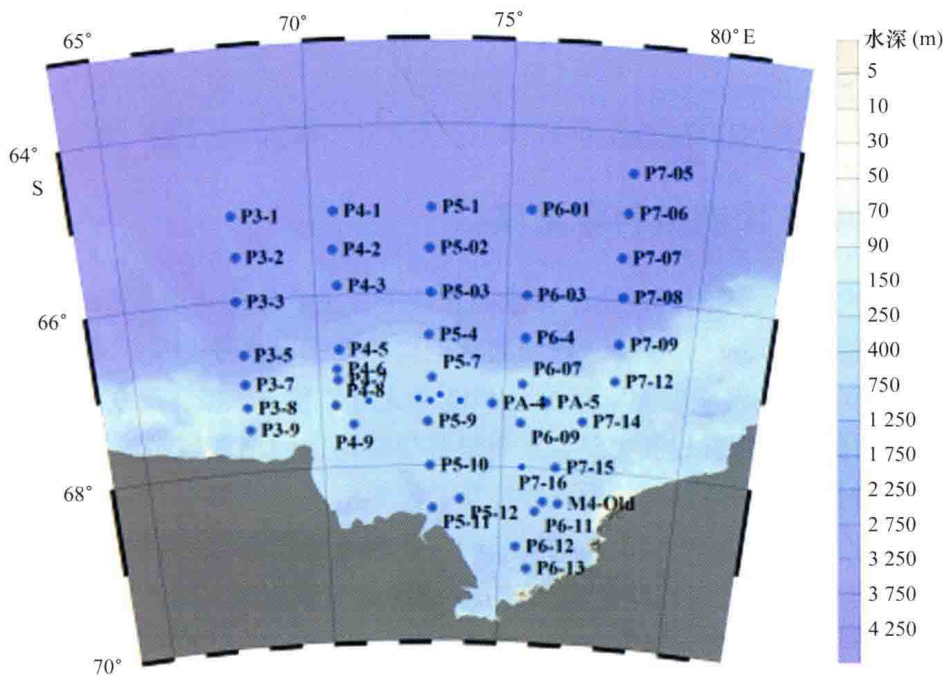


图 3-3 中国第 29 次南极考察普里兹湾站位



3.1.3 中国第30次南极科学考察

全程走航采样作业区主要为“雪龙”船航渡海域。自2013年11月7日“雪龙”船从上海出发以来,经西太平洋、西风带于12月上旬抵达中山站,完成首次环南极航行采样后于2014年2月下旬再次抵达中山站,于2014年3月7日返航,2014年4月10日抵达上海。在此期间,全程走航采样作业持续进行,至上海后采样结束。

作为“极地专项”正式启动以来的首次南极半岛周边海域海洋化学考察,南极半岛周边海域的调查作业是本航次海洋化学考察的核心内容。自2014年2月7日至2月14日共计7天的大洋作业期间,海洋化学现场考察作业全面展开,克服海况差、时间紧、任务重的困难,完成了现场实施计划拟定的6条断面33个站位中的29个站位的海洋化学调查工作,涉及项目主要包括海水化学、大气化学、沉积化学(图3-4)。

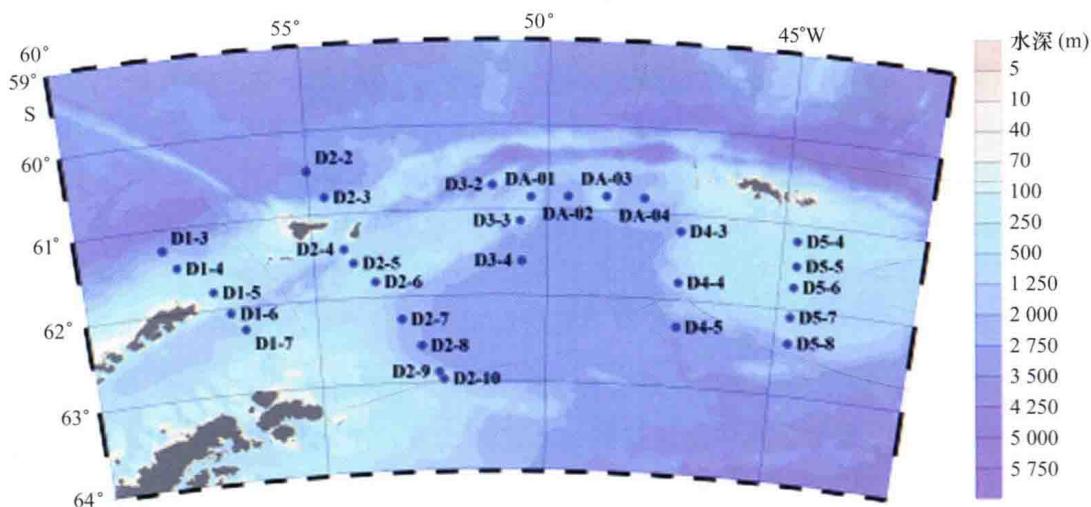


图3-4 中国第30次南极科学考察南极半岛附近海域站位

普里兹湾及其邻近海域断面调查主要针对海水化学的21项参数,使用表层海水采集系统以及Sea Bird 911 plus Rossette 采水器进行标准层海水的采集,并分别进行相关参数的处理与分析,累计采集表层至深层海水样品近2500 L,获取各类样品1191份(图3-5)。

3.1.4 中国第31次南极科学考察

中国第31次南极科学考察海洋化学专业调查任务,主要分为走航采样、站区定点调查、长时间序列潜标观测3部分。其中走航观测为从上海出发,至南极并最终返回上海的全程走航调查;站区调查为2015年2月1日开始至2015年3月2日在南极普里兹湾及附近海域进行的断面调查;长时间序列潜标观测主要为在南极普里兹湾冰间湖区域布放搭载沉积物捕获器的潜标一套,并进行一年周期的沉降颗粒物样品采集工作。

在2015年2月1日至2015年3月2日期间,在南极普里兹湾及其邻近海域进行断面调查,共完成8条断面61站位的海洋化学调查工作,超额完成现场实施计划所要求的内容。其中涉及项目主要包括大气化学、海水化学、沉积化学、生物地球化学综合锚系(图3-6)。