



“南北极环境综合考察与评估”专项

01-05

南极周边海域 海洋生物多样性与 生态考察



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

南极周边海域海洋生物 多样性与生态考察

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

南极周边海域海洋生物多样性与生态考察/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 - 9445 - 3

I. ①南… II. ①国… III. ①南极 - 海域 - 海洋生物 - 生物多样性 - 科学考察 - 中国
②南极 - 海域 - 海洋生态学 - 科学考察 - 中国 IV. ①P714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 100803 号

责任编辑: 方 菁

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: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 16.75

字数: 420 千字 定价: 98.00 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

“南极周边海域海洋生物多样性与 生态考察”专题

承担单位：国家海洋局中国极地研究中心

参与单位：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

中国科学院海洋研究所

中国海洋大学

“南极周边海域海洋生物多样性与生态考察”报告

编写人员：

报告由各参与单位编写，中国极地研究中心统稿。其中林凌、张芳、蓝木盛、罗光富、何剑锋参与编写“南极海洋微小型浮游生物和生态”部分内容；杨光、李超伦参与编写“南极海洋浮游植物和浮游动物群落结构和生态多样性”部分内容；郝镔、乐凤凤、翟红昌、蔡昱明参与编写“南极海洋基础生物量和生产力”部分内容；宋普庆、林龙山参与编写“南极海洋鱼类和底栖生物分布和多样性”部分内容；李江参与编写“南极海洋表层沉积物微生物生态”部分内容；汪岷、姜勇、邵红兵、宫政参与编写“南极海洋病毒丰度和多样性”部分内容；报告由何剑峰、蓝木盛、罗光富负责统稿。

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，极地专项是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，极地专项有计划、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！

陈连增

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 我国科学考察的简要历史回顾	(2)
2.3 考察海区概况	(3)
2.4 考察目标	(3)
第3章 考察的主要任务	(4)
3.1 考察区域、断面、站位及路线	(4)
3.1.1 走航观测区域	(4)
3.1.2 重点调查海域	(4)
3.1.3 各考察航次路线	(5)
3.2 考察内容	(7)
3.2.1 走航观测	(7)
3.2.2 重点海域断面考察	(7)
3.3 考察设备	(8)
3.3.1 流式细胞仪	(8)
3.3.2 叶绿素荧光仪	(8)
3.3.3 浮游动物拖网	(9)
3.3.4 浮游植物分级联滤系统	(9)
3.3.5 三角底拖网	(10)
3.3.6 大型浮游生物网	(10)
3.3.7 箱式采泥器与多管取样器	(10)
3.4 考察人员及分工	(11)
3.5 考察完成工作量	(12)
3.5.1 走航海域调查	(12)
3.5.2 重点海域调查	(14)
3.6 考察航次及考察重大事件介绍	(33)
第4章 获取的主要样品与数据	(35)
4.1 样品(数据)获取的方式	(35)
4.1.1 基础环境参数	(35)
4.1.2 微小型浮游生物丰度及生物多样性	(35)
4.1.3 小型浮游植物丰度与群落结构	(36)
4.1.4 大、中型浮游动物计数与群落结构	(36)
4.1.5 鱼类浮游生物	(37)



4.1.6 底表微生物多样性	(37)
4.1.7 底栖生物群落结构	(38)
4.1.8 海洋浮游病毒	(38)
4.2 获取的主要数据或样品	(39)
4.2.1 获取的主要样品	(39)
4.2.2 获取的主要数据	(41)
4.3 质量控制与监督管理	(43)
4.3.1 专题参与单位科研条件与基础	(43)
4.3.2 质量控制与监督管理组织机构	(45)
4.3.3 质量控制与监督管理措施	(45)
第5章 考察结果与主要成果	(47)
5.1 南极海洋生物多样性与生态特征	(47)
5.1.1 南极海洋基础生物量和生产力	(47)
5.1.2 南极海洋微小型浮游生物群落结构与多样性特征	(70)
5.1.3 南极海洋浮游动物群落结构与多样性	(116)
5.1.4 南极海洋鱼类与底栖生物组成和多样性	(148)
5.1.5 南极海洋底表微生物的多样性	(169)
5.1.6 南极海洋浮游病毒丰度的分布特征	(215)
5.2 重点内容的分析与评价	(230)
5.2.1 环南极海域生物多样性与生态系统特征	(230)
5.2.2 重点调查海域海洋生物多样性与生态系统特征	(231)
5.3 主要成果(亮点)总结	(234)
第6章 考察的主要经验与建议	(235)
6.1 考察取得的重要成果	(235)
6.2 对专项的作用	(235)
6.3 考察的主要成功经验	(236)
6.4 考察中存在的主要问题及原因分析	(236)
6.5 对未来科学考察的建议	(236)
致谢	(237)
附件	
附件1 考察区域及站位图	(238)
附件1.1 走航考察区域及调查站位	(238)
附件1.2 重点考察区域及调查站位	(240)
附件2 主要仪器设备一览表	(248)
附件3 承担单位及主要人员一览表	(249)
附件4 考察工作量一览表	(250)
附件5 考察数据一览表	(252)
附件6 考察要素图件一览表	(254)
附件7 论文等公开出版物一览	(257)

第1章 总论

国家海洋局在我国“十二五”期间组织实施了“南北极环境综合考察与评估”专项,该专项包含“南极周边海域环境综合考察与资源潜力评估”等四大调查与评估项目,每个项目由多个不同目标任务的专题组成。“南极周边海域海洋生物多样性和生态考察”专题是“南极周边海域环境综合考察与资源潜力评估”项目的6个专题之一,由中国极地研究中心牵头,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、中国科学院海洋研究所和中国海洋大学等6家科研院所共同参与实施。

“南极周边海域海洋生物多样性和生态考察”专题以查明南大洋生物群落结构组成与多样性现状、基本摸清了南大洋生态系统关键种和资源种分布及生态适应现状并为南大洋生物资源的开发、保藏、应用评估、环境与微生物群落结构的关系研究等提供数据为目标,以走航途经海域、南极半岛附近海域和普里兹湾海域为主要考察范围,考察内容包括:①叶绿素、生产力;②微微型和微型浮游生物群落:浮游细菌、微微型和微型浮游植物的丰度、群落结构、生物量和空间分布;③海洋浮游病毒多样性和丰度分布;④大、中型浮游动物群落:浮游动物种类组成和空间分布;⑤底栖生物和鱼类浮游生物群落:大型、小型底栖动物以及鱼类浮游生物生物量、种类组成和空间分布;⑥表层沉积物微生物的多样性及其群落结构组成等。

在极地专项办公室的指导下,本专题牵头单位在任务实施过程中组织各参与单位对工作量 and 分工进行了严密的部署和划分,制定了详细的实施方案,确立了外业考察、内业分析与测试、资料处理、成果图件绘制、考察与研究报告编写的方法和技术路线。依托中国第28~31次南极科学考察和“雪龙”号科考破冰船,本专题获取了一系列的生物与环境样品、数据、图集和研究论文等重要成果,阐明了我国南极考察走航途经海域海表的温度、盐度、海水叶绿素a浓度及微小型浮游植物分布等基础环境和生物学特性,对南极半岛和普里兹湾等重点海域的基础环境和微小型浮游生物、大、中型浮游动物、底栖生物等的群落结构与多样性有了较为系统的认识,较好地完成了专题目标和任务,取得了一系列有价值的调查成果,在南极周边海域的海洋生物多样性和生态环境的认识方面取得了重要进展。

专题在实施过程中也存在一些困难,如用于海洋学调查的时间过短、南极恶劣环境影响调查计划的现场实施、多学科兼顾影响站位预设与延续性等,有待今后在加强调查能力的基础上逐步加以克服。



第2章 考察的意义和目标

2.1 考察背景和意义

南大洋是唯一环绕地球并未被大陆分割的大洋，在全球气候系统中占有重要地位。通过国际上过去几十年的研究，一致认为南大洋及其变化对南极地区和低纬度地区的自然环境和生态有重要影响。南大洋输出的南极中层水影响整个南大洋的海洋环境，并且南大洋海冰覆盖的季节性变化对南极底层水的生产和调节南极沿岸的气候有重要作用。而南极底层水通过热盐环流向北输送，影响其他大洋的环境。此外，南大洋南极绕极流造成的大洋海盆的水交换影响整个南大洋，并且通过其变异影响南大洋生态系统。国际上对南极海域生态系统的调查起步很早，调查对象也涵盖了整个生态系统，而我国受限于大洋调查能力，相关调查深度和广度均极为有限。

为探索南极地区在全球变化中的作用，国际南极研究科学委员会（SCAR）拟订了一项区域性国际合作研究计划，该计划有7项核心科学问题，其中有3项包含了南极海域生态系统。而最新由SCAR和国际海洋科学委员会（SCOR）联合推出的未来南极“地平线扫描计划”（Horizon Scanning）提出了80个南极未来的科学问题，其中26个与南极生物与生态学相关，约占1/4。因此探讨整个海洋生态系统对全球变化的响应以及在全球变化中的作用将成为国际南极研究重点。

实施“南极周边海域海洋生物多样性与生态环境”专题的综合考察，可以获取长期、持续的现场考察资料，有助于有针对性地对南极海洋环境研究中的科学问题进行分析，对我们进一步深入研究南极地区环境特征、揭示南极地区环境变化规律和趋势具有重要意义；也有助于进一步积累科学数据，为南大洋生物多样性保护、生物资源的开发利用等提供科学依据。

2.2 我国科学考察的简要历史回顾

我国南大洋考察起步于1984年，至今已经完成了32次南极科学考察。历年来对南极海域生态系统的调查主要集中在南极半岛附近海域、南极普里兹湾海域和埃默里冰架前沿测区，调查对象主要集中在浮游生物、海冰生物、基础生产力和新生产力等方面，从“十一五”开始了对南大洋微型和微微型生物的调查，而对底栖生物和鱼类的调查仅有零量数个航次，因而在本专题实施前，我国对南大洋生态系统的考察是很不系统的。

2.3 考察海区概况

本专题的考察区域以南极半岛附近海域、普里兹湾海域为重点，兼顾“雪龙”号往返南极的南大洋航线区域。

在全球变化研究领域，南极地区以其所处的特殊地理位置及其特有的生态环境而具有突出的作用与地位，是全球大气研究计划（GARP）、世界气候研究计划（WCRP）及国际岩石圈生物圈计划（IGBP）等研究全球变化的关键地区之一。同时，南极周边海域拥有极为丰富的生物资源，其中，南极磷虾是南大洋中最重要的甲壳类浮游生物，也是南大洋中数量最大的生物资源和生物链中最为关键的一环。

重点考察海域之一的南极半岛附近海域位于西南极，在德雷克海峡和南极圈之间，靠近南极半岛和南设得兰群岛，是南极地区最靠北的海域。前人对南极地区温度和海冰的时空变化特征及相互作用的研究结果表明，南极半岛地区是近30年来在全球变暖趋势中增温最明显的区域，调查该海区的海洋生物多样性与生态环境现状及时空变化意义显著。

在南极地区中，普里兹湾海域同样处在南极的突出位置。普里兹湾海域是东南极地区唯一嵌入内陆的海湾，因此，它受南极大陆的影响更大，更容易对南极大陆的气候变化做出响应，而向北突出的地理位置也决定了它更容易受到北面较低纬度海洋的影响，处于南极大陆和南大洋相互作用的敏感区域。该海区是进行海洋生物多样性与生态环境考察，探索海洋生物对全球气候变化的响应及与环境因子、人为干扰的相互关系的良好平台。

2.4 考察目标

“雪龙”号在南北极考察途经海域和南极半岛邻近海域、普里兹湾等重点海域开展海洋生物多样性和生态考察，查明调查区叶绿素a和初级生产力的时空分布和变化规律，基本摸清重点海域生态系统的主要类群（浮游生物、鱼类、底栖生物等）结构与生物多样性现状，掌握生态系统关键种的生物量、分布特性及其变化规律，探索海洋生物对全球气候变化的响应及与环境因子及人为干扰的相互关系，为南大洋生物多样性保护、生物资源的开发利用与评估等提供科学依据。



第3章 考察的主要任务

3.1 考察区域、断面、站位及路线

3.1.1 走航观测区域

“雪龙”号极地科考破冰船在我国南极科学考察期间长期承担长城站、中山站、昆仑站“一船三站”的后勤保障和大洋考察任务，走航路线一般为：国内基地—澳大利亚—中山站—罗斯海—澳大利亚/阿根廷—中山站—国内基地，航线覆盖了西太平洋、南太平洋、西南印度洋和南大洋等多个海域，且具有一定的重复性，为走航长期观测提供了良好条件。

3.1.2 重点调查海域

我国南极科学考察的重点调查海域主要包括南极半岛海域和普里兹湾海域（图3-1）。

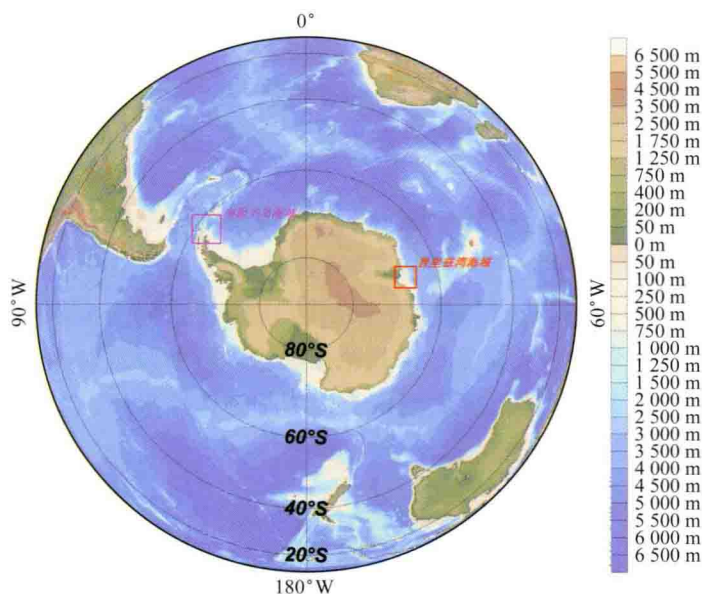


图3-1 南极重点考察海域示意图

在南极半岛海域，调查范围主要在 60° — 64° S， 40° — 60° W的区域，处于德雷克海峡和南极圈之间，靠近南极半岛和南设得兰群岛，设计重点调查断面5条，设计调查站点约50个。在普里兹湾海域，调查范围在 66° — 69.5° S， 70° — 76° E区域，设计调查断面经向7~9条以及埃默里冰架前沿断面1条，设计调查站点超过60个。

3.1.3 各考察航次路线

3.1.3.1 第28次南极考察

“雪龙”号于2011年10月29日由上海赴天津，11月3日从天津起航，12月初到达中山站，在完成第一阶段作业和大洋调查后于2012年1月1日到达长城站，完成长城站卸货、大洋作业，经阿根廷乌斯怀亚港补给后于2012年2月18日重返中山站进行第二阶段作业，3月10日离开中山站经澳大利亚弗里曼特尔港回国，2012年4月8日靠上海港，历时163 d，航程逾28 464 n mile（图3-2）。

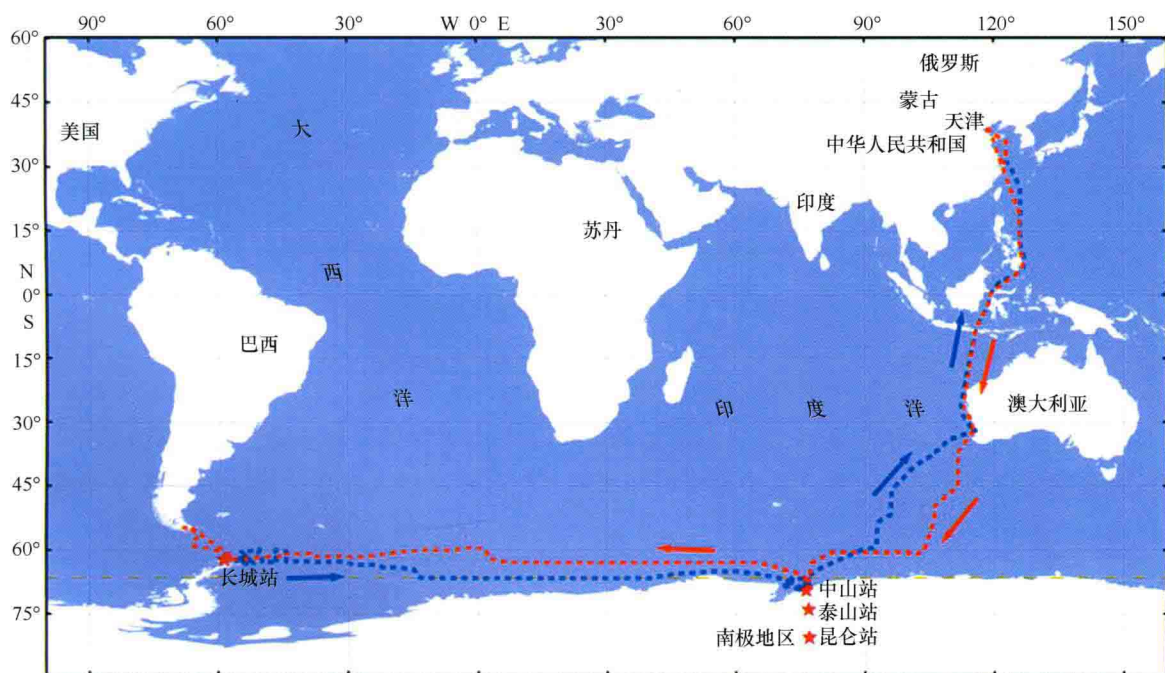


图3-2 第28次南极考察航行路线

3.1.3.2 第29次南极考察

中国第29次南极考察队于2012年11月5日从广州出发，历时156 d，总计航程约27 795 n mile，4次穿越西风带，其中冰区航行6 000 n mile余，并首次到达75°7.2"S，开创了我国船舶航行最南纬度新纪录。本次考察的行进路线为：上海—广州—弗里曼特尔（澳大利亚）—中山站—罗斯海—霍巴特（澳大利亚）—弗里曼特尔（澳大利亚）—上海（图3-3）。

3.1.3.3 第30次南极考察

第30次南极考察将执行“雪龙”号首次环南极考察航行任务，航线为上海港—弗里曼特尔港—中山站—罗斯海维多利亚地—乌斯怀亚—长城站—南极半岛附近海域—中山站—弗里曼特尔港—上海港（图3-4）。“雪龙”号于2013年11月8日从上海出发，执行“一船三

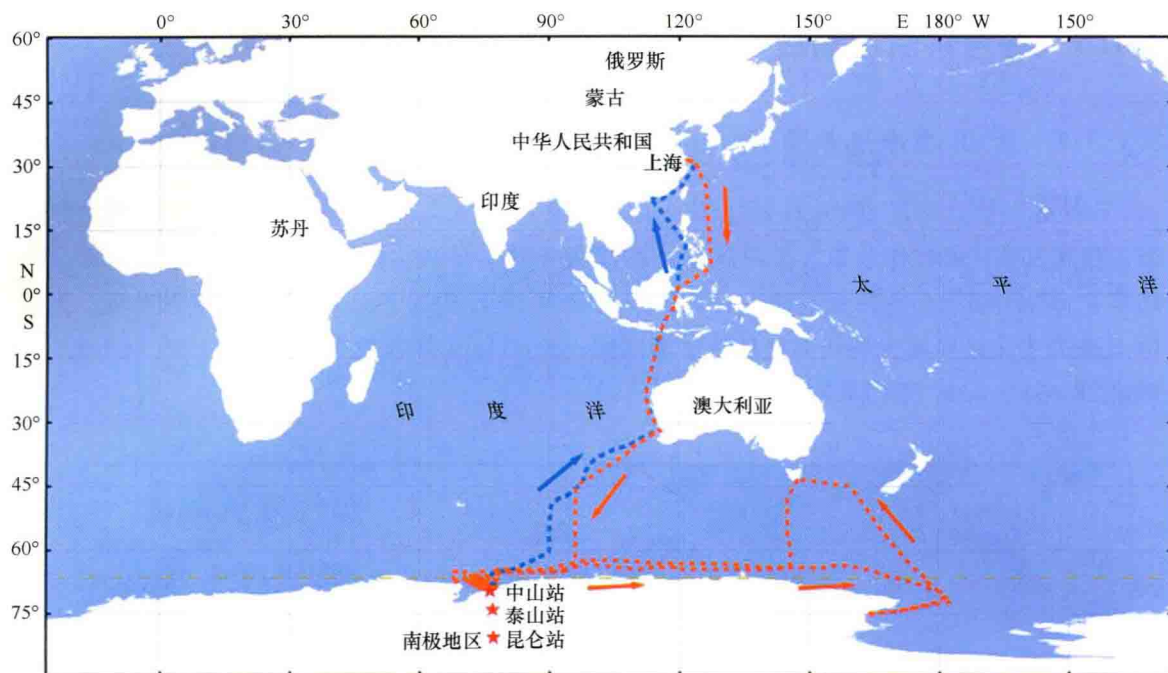


图 3-3 第 29 次南极考察航行路线

站”（长城站、中山站、伊丽莎白公主地内陆夏季站）航行计划，总航程约 3.15 万 n mile，总时间 154 d，于 2014 年 4 月 10 日返回上海港。途中停靠弗里曼特尔港、乌斯怀亚港补给，在上述两港口和长城站安排人员中途登船和离船，以保障乘船人数在“雪龙”号安全承载范围内。

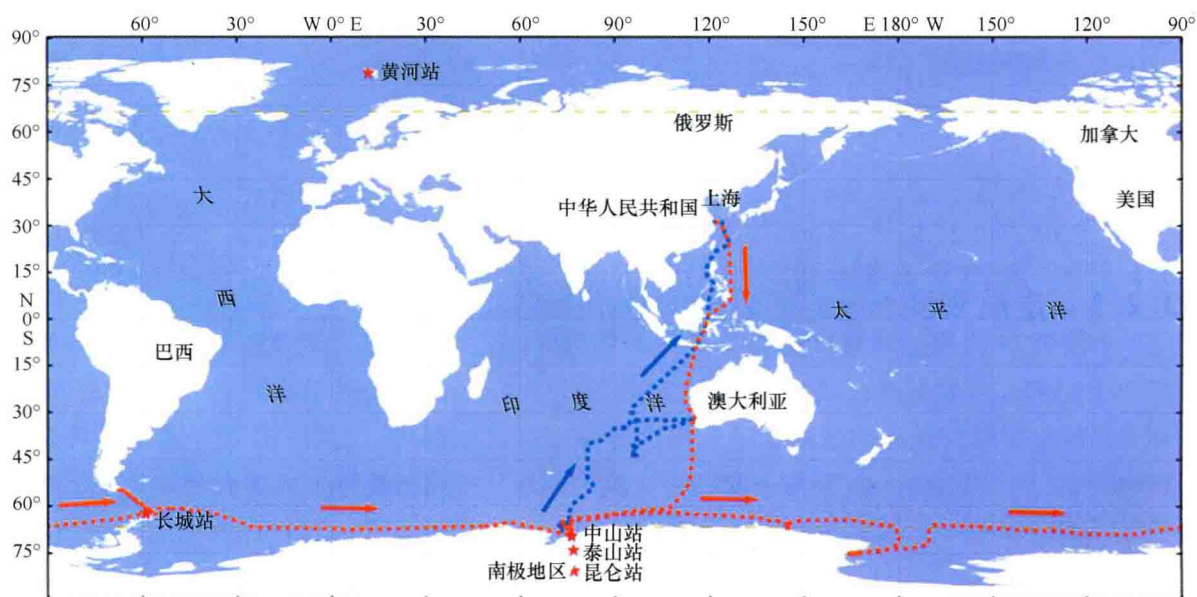


图 3-4 第 30 次南极考察航行路线

3.1.3.4 第31次南极考察

中国第31次南极考察队于2014年10月30日上午从上海乘“雪龙”号出发，执行南极考察任务。主要开展极地综合环境调查专项中的南大洋考察——普里兹湾和罗斯海调查、维多利亚地新建站址的海深测绘和南极中山站的运输保障任务。具体航线为：上海—澳大利亚霍巴特—中山站—罗斯海—新西兰克莱斯特彻奇—中山站—澳大利亚弗里曼特尔—上海（图3-5）。总航程约为2.9万n mile，历时163 d，于2015年4月10日返回上海。

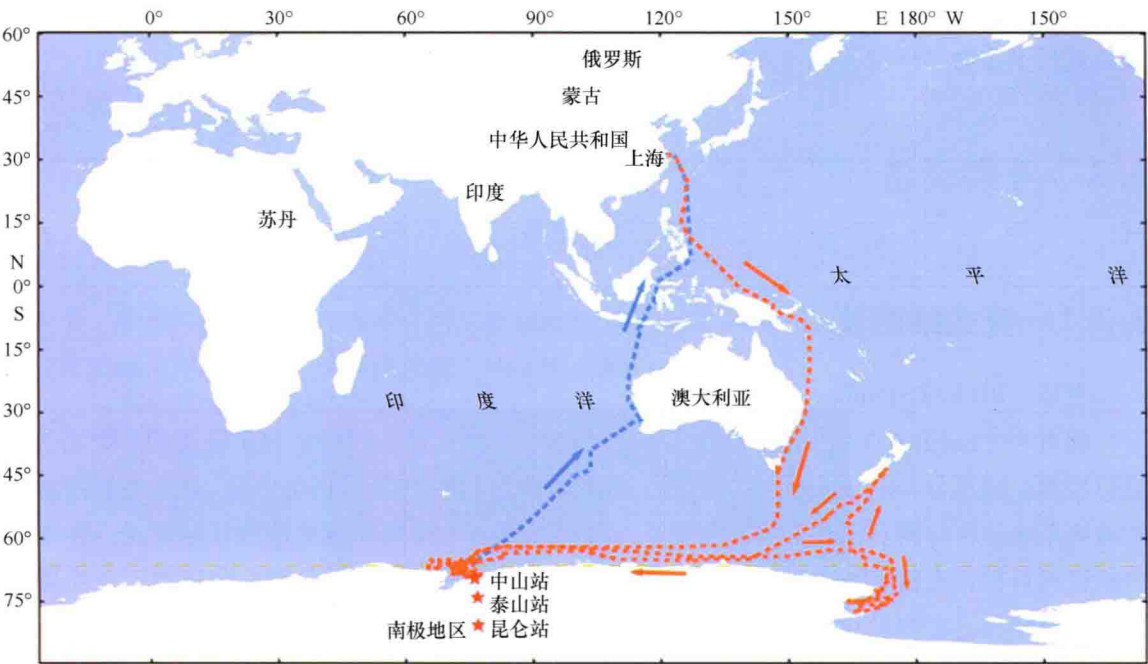


图 3-5 第31次南极考察航行路线

3.2 考察内容

3.2.1 走航观测

在南极考察航渡期间，本专题依托“雪龙”号走航观测系统和船载设备对西太平洋、南太平洋、西南印度洋以及环南极洲周边海域等所经区域进行了连续调查，获取了丰富的样品与现场调查数据。利用船载走航观测系统了解了以上走航区域表层海水的温盐及叶绿素含量等基础信息，利用流式细胞术、荧光显微镜观测技术、高效液相色谱技术和分子生物学技术分析了以上走航区域的微小型浮游生物丰度和生物多样性等生物学信息。

3.2.2 重点海域断面考察

南极半岛海域和普里兹湾海域是本专题的考察重点海域，它们也是我国南极考察的传统调查区域。