



“南北极环境综合考察与评估”专项

01-03

南极周边海域 海洋地球物理考察



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

南极周边海域海洋地球 物理考察

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

南极周边海域海洋地球物理考察/国家海洋局极地专项办公室编. —北京: 海洋出版社, 2016. 5

ISBN 978-7-5027-9436-1

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 IV. ①P738

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 104042 号

NANJI ZHUOBIAN HAIYU HAIYANG DIQIU WULI KAOCHA

责任编辑: 鹿源 苏勤

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 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13.75

字数: 338 千字 定价: 90.00 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

专题负责人：高金耀

任务组成员

海洋二所：张 涛 沈中延 杨春国 吴招才 王 威

罗孝文 丁维凤 卫小冬 牛雄伟 纪 飞

王文健 许明炬 张 峤

海洋一所：郑彦鹏 韩国忠 阚光明 刘晨光 赵 强

马 龙 李天光

海洋三所：胡 毅 王立明 李海东 钟贵才

南海分局：汤民强 张志强 刘 强 周普志

武汉大学：鄂栋臣 杨元德 柯 灏 黄继锋 袁乐先

同济大学：陈华根 许惠平 覃如府

编写负责人：高金耀

编写组成员

海洋二所：沈中延 杨春国 吴招才 王 威 纪 飞 丁维凤

罗孝文 王文健 许明炬 牛雄伟 张 峤

海洋一所：郑彦鹏 赵 强 刘晨光 马 龙

海洋三所：胡 毅 王立明

南海分局：汤民强 刘 强 周普志 魏 巍

武汉大学：鄂栋臣 杨元德

同济大学：陈华根 许惠平 覃如府 赵 晶 许 裴

冯建同 徐昌伟 庄 勇 林良钊

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。

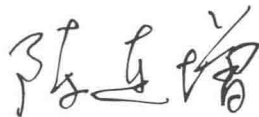
在2011年至2015年间，极地专项从国家战略需求出发，整合国内优势科研力量，充分利用“一船五站”（“雪龙”号、长城站、中山站、黄河站、昆仑站、泰山站）极地考察平台，有计划、分步骤地完成了南极周边重点海域、北极重点海域、南极大陆和北极站基周边地区的环境综合考察与评估，无论是在考察航次、考察任务和内容、考察人数、考察时间、考察航程、覆盖范围，还是在获取资料和样品等方面，均创造了我国近30年来南、北极考察的新纪录，促进了我国极地科技和事业的跨越式发展。

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！



第1章 总论	(1)
1.1 任务概况	(1)
1.2 任务内容和分工	(1)
1.3 取得的主要成果	(2)
1.4 存在的主要问题和今后建议	(3)
第2章 考察意义和目标	(4)
2.1 考察背景和意义	(4)
2.2 我国南极科学考察的简要历史回顾	(4)
2.2.1 德雷克海峡地球物理考察	(5)
2.2.2 长城湾水深测量	(5)
2.2.3 环球重力测量	(6)
2.2.4 布兰斯菲尔德海峡地球物理考察	(6)
2.2.5 普里兹湾地球物理考察	(8)
2.2.6 罗斯海地球物理考察	(9)
2.3 考察海区概况	(12)
2.3.1 普里兹湾附近海域	(12)
2.3.2 南极半岛附近海域	(14)
2.3.3 罗斯海	(14)
2.4 考察目标	(16)
第3章 考察主要任务	(18)
3.1 考察区域、测线、站位	(18)
3.1.1 普里兹湾附近海域	(18)
3.1.2 罗斯海	(18)
3.1.3 南极半岛附近海域	(18)
3.2 考察内容	(20)
3.2.1 调查工作内容	(20)
3.2.2 室内工作内容	(20)
3.3 考察设备	(21)
3.3.1 测深仪	(21)
3.3.2 海洋重力仪	(22)
3.3.3 船载三分量磁力仪	(24)
3.3.4 海面拖曳式磁力仪	(25)
3.3.5 反射地震设备	(27)



3.3.6	海底热流测量设备	(29)
3.3.7	海底地震仪	(29)
3.4	考察人员及分工	(31)
3.5	考察完成工作量	(34)
3.5.1	水深测量	(34)
3.5.2	重力测量	(34)
3.5.3	地磁测量	(35)
3.5.4	反射地震测量	(35)
3.5.5	海底热流测量	(36)
3.5.6	海底地震观测	(36)
3.6	考察航次及考察亮点事件介绍	(36)
3.6.1	第28次南极科学考察	(36)
3.6.2	第29次南极科学考察	(37)
3.6.3	第30次南极科学考察	(37)
3.6.4	第31次南极科学考察	(38)
第4章	考察主要数据与样品	(39)
4.1	数据采集的方式	(39)
4.1.1	水深	(39)
4.1.2	重力	(40)
4.1.3	地磁	(43)
4.1.4	反射地震	(45)
4.1.5	海底热流	(47)
4.1.6	海底地震	(48)
4.2	数据处理的标准与方法	(50)
4.2.1	水深	(50)
4.2.2	重力	(51)
4.2.3	地磁	(57)
4.2.4	反射地震	(63)
4.2.5	海底热流	(69)
4.2.6	海底地震	(70)
4.3	质量控制与监督管理	(72)
4.3.1	定位与水深	(72)
4.3.2	重力	(73)
4.3.3	地磁	(75)
4.3.4	反射地震	(76)
4.3.5	海底热流	(77)
4.3.6	海底地震	(78)
4.4	数据量统计与总体评价	(79)
4.4.1	水深	(79)

4.4.2	重力	(82)
4.4.3	地磁	(83)
4.4.4	反射地震	(90)
4.4.5	海底热流	(91)
4.4.6	海底地震	(93)
第5章	主要分析与研究成果	(96)
5.1	区域地质构造背景及演化研究	(96)
5.1.1	东南极及周围海域	(98)
5.1.2	西南极及周围海域	(98)
5.1.3	南大洋的扩张历史和古水深演化	(100)
5.2	区域地球物理特征的阐述和解释	(107)
5.2.1	地形地貌特征	(107)
5.2.2	卫星测高重力异常反演及与船测重力异常融合	(114)
5.2.3	布格和均衡重力异常的计算	(130)
5.2.4	重力异常特征	(140)
5.2.5	地磁异常特征	(148)
5.2.6	热流异常特征	(155)
5.2.7	反射地震层序与沉积地层特征	(158)
5.3	典型海底构造特征的综合分析与评价	(166)
5.3.1	普里兹湾岩石圈构造特征	(166)
5.3.2	罗斯海浅层沉积构造及天然气水合物成藏条件	(177)
5.3.3	布兰斯菲尔德海峡重力异常的构造含义	(188)
5.4	主要成果(亮点)总结	(195)
附件		
附件1	主要仪器设备一览表	(197)
附件2	论文等公开出版物一览表	(198)
参考文献		(200)

第1章 总论

1.1 任务概况

专题3“南极周边海域海洋地球物理考察”隶属于极地专项项目——“南极周边海域环境综合考察与评估”，其目标是查明南极周边海域和重点海区的地球物理、地形地貌、沉积地层、地壳结构和区域地质构造等特征，为极地数据库系统提供标准、规范的地球物理基础数据资料，为南极周边海域地质环境特征和构造演化研究、油气资源潜力评估提供科学依据。

2011/2012年开展的第28次南极科学考察是“南北极环境综合考察与评估”专项启动前的试验航次，在南极半岛布兰斯菲尔德海峡（Bransfield Strait, Antarctic Peninsula）开展了重、磁、水深测量，共完成8条测线，获得1 375 km的重力和水深测线，1 111 km拖曳地磁测线，并首次在普里兹湾（Prydz Bay）成功施放和回收海底地震仪（OBS）。2012/2013年开展的第29次南极科学考察是“南北极环境综合考察与评估”专项启动后的首个正式航次，也是我国历次南大洋科学考察中专业门类最全和任务量最重的一个航次。依据“雪龙”号的航行路线和能给予的调查时间窗口，设计地球物理调查任务用时5天，实际在普里兹湾重点调查区完成了地磁和水深有效测线2 443 km，重力测线2 356 km，24道反射地震有效测线450 km，热流测站5个，投放5台长周期宽频OBS。2013/2014年开展的第30次南极科学考察在罗斯海难言岛（Inexpressible Island, Ross Sea）和南极半岛附近海域进行海洋地球物理调查，共计完成了重力和水深测线664 km，地磁测线736 km，热流测站5个，在限定的36个小时内获得反射地震测线320 km，在普里兹湾布放长周期宽频OBS 1套。2014/2015年开展的第31次南极科学考察在罗斯海难言岛附近海域继续开展综合地球物理调查，在给定的45个小时内完成了409 km的综合地球物理测线，测量了7个站位的热流数据，在第二航段中前往普里兹湾回收了第29次和第30次南极科学考察布放的长周期宽频OBS（6台中成功回收3台）。

第29次南极科学考察的普里兹湾附近海域地球物理调查是我国首次进入南极圈的海洋地球物理测线测量，第29次和第30次南极科学考察的罗斯海地球物理调查将我国海洋科学调查推进到了最高纬度，专题组由此培养了一批能够胜任极地海洋地球物理考察的科研队伍，形成了适合于极地海洋地球物理考察的技术方法，为“十三五”极地考察项目的顺利实施奠定了坚实的基础。

1.2 任务内容和分工

“南极周边海域海洋地球物理考察”专题的主要考察内容包括双频GPS、水深、重力



(含码头基点测量)、地磁(包括船载三分量和拖曳式地磁)、反射地震、OBS 和热流测量。该专题由国家海洋局第二海洋研究所牵头,国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所、国家海洋局南海分局、武汉大学和同济大学共同合作完成,项目组依据各单位的学科优势进行分工协作。其中国家海洋局第二海洋研究所负责总体的协调、设计与实施,并具体负责双频 GPS、水深、船载三分量地磁、反射地震和热流的测量工作;国家海洋局第一海洋研究所负责海洋重力和 OBS 测量工作;国家海洋局第三海洋研究所提供海面拖曳式地磁和反射地震仪器的备用设备;国家海洋局南海分局负责拖曳式地磁测量;武汉大学负责陆地重力基点测量、地磁日变观测以及卫星测高重力反演工作;同济大学负责南极周边海域地球物理资料收集整编和预研究。具体各承担和参与单位的任务分工情况见表 1-1。

表 1-1 专题任务分工

序号	承担单位	课题名称	外业工作分配	内业工作分配
1	国家海洋局第二海洋研究所	南极周边海域海洋地球物理调查与研究	航次组织,三分量地磁测量、双频定位测量、水深测量、反射地震、OBS 测量、热流测量、SVP 测量	水深、反射地震、热流、OBS 等测量项目的数据处理、成图及解释,地球物理集成研究
2	国家海洋局第一海洋研究所	南极周边海域海洋重力和 OBS 调查	重力测量、OBS 测量	重力和 OBS 的数据处理与解释
3	国家海洋局第三海洋研究所	南极周边海域海洋地球物理调查保障	地磁调查备用设备、反射地震调查备用设备	威德尔海地磁收集整编
4	国家海洋局南海分局	南极周边海域海洋地磁调查	地磁调查、重力调查备用设备	地磁数据处理与解释
5	武汉大学	南极定点地球物理观测	中山站地磁日变观测、中山站重力基点测量	重、磁定点数据处理与解释、卫星测高重力反演
6	同济大学	南极周边海域地球物理预研		南极周边海域地球物理数据搜集与整编以及相关数据处理与解释

1.3 取得的主要成果

“十二五”期间,“南极周边海域海洋地球物理考察”专题在南极半岛附近海域、普里兹湾附近海域和罗斯海进行了地球物理测线及站位测量,包括水深测线 4 891 km、重力测线 4 804 km、拖曳式地磁测线 4 368.1 km、船载三分量地磁测线 2 435.6 km、24 道反射地震剖面 1 179 km、热流站位 17 个、OBS 投放 8 台(回收 5 台)等;此外还收集了水深、重力、地磁测线数据各 5 110 km,反射地震剖面数据约 7 100 km 等。对实测数据进行了室内处理、反演、成图和解释,绘制出了调查海区水深等值线、空间重力异常、布格重力异常、均衡重力异常、地磁(ΔT)异常、化极磁异常等共 15 类成果图件。

实测数据和收集数据纳入统一的地理信息管理平台,通过数据的融合和分析,结合国外资料文献进行综合推断,在南极及周边海域冰川地形重力效应改正计算、南极及周边板块运

动和南大洋古水深演化、普里兹湾脊状沉积体的结构和成因、普里兹湾洋陆过渡带地壳结构和热流特征、罗斯海天然气水合物成藏条件和资源量评估、罗斯海重磁异常特征和浅部地层结构、南极半岛布兰斯菲尔德海峡重磁异常特征、威德尔海地形地貌和重磁异常特征、最新卫星测高数据的重力异常反演、中山站重力基点测量、中山站潮汐特征、冰盖高程变化等方面展开了研究并取得一定的成果，共发表（含录用）研究论文 24 篇，其中发表 20 篇，录用 4 篇（参见“附件 2 论文等公开出版物一览表”）。

1.4 存在的主要问题和今后建议

由于我国没有专门的极地海洋地球物理考察船，与其他专业相比，南极周边海域的地球物理考察举步维艰，而且与其他专业在时间、位置上冲突，受海况、冰况严重困扰。为了改变我国在极地海洋地球物理方面的落后状况，“十三五”期间必须执行极地海洋地球物理的专业航次，利用尽可能长的时间窗口获得所需要调查区域各类地球物理专业数据及样品。

扩展地球物理专业种类，实施多波束海底地形的全覆盖测量，开展多道地震和主动源 OBS 的综合地球物理剖面调查，适当多增加热流测站，探索冰架上地震调查方式，获得足够数量和有质量保障的地球物理数据，为油气资源和冰川地质环境评价提供有力的支撑。

海洋地球物理考察区域需要覆盖不同构造类型，如洋盆、陆坡、陆架及冰下区域，加强海陆联合考察研究，较全面和深刻地认识海洋地球物理及海底构造分布变化特征规律。

另外，“十二五”期间也暴露出海洋地球物理专题参加单位多、经费预算分散和海上专业人员名额少的问题。根据“十二五”期间各家单位的投入、产出及其各方面表现，“十三五”期间应该精选优化参加单位及人员组成，经费相对集中，尽可能调动海洋地球物理的人才及设备力量，提高海洋地球物理专题成果的产出率和质量。



第 2 章 考察意义和目标

2.1 考察背景和意义

1961 年正式生效的《南极条约》确保在 60°S 以南开展的所有科研活动全部服务于自由、和平的科学事业，但同时明确既不支持也不否定任何国家现有的领土要求。1964 年，条约成员国签署了《南极动植物保护议定措施》，其中规定可以指定特别保护区和实行许可证制度，为十分敏感的地区提供特别的环境保护。1991 年签署的《关于环境保护的南极条约议定书》扩大了条约体系的范围，把南极洲当做保护区，要求开展的所有科研活动均需通过环境影响评估，确保对环境影响降到最低。《南极条约》实施 50 多年来，始终坚持南极洲及附近海域为和平科研保护区的基本原则。但是随着全球资源特别是非再生资源日趋枯竭，一些南极条约国着眼于本国的长远利益，既夹持着领土要求的先声，又在高举科学研究和环境保护的大旗下，都心照不宣地在开展与南极领土主权和资源有关的调查，采取各种方式在南极大陆及周边海域划定势力范围，占据最佳战略位置。在南极周边海域，西方发达国家针对海底地质构造已经开展大量基础地球物理调查研究，有些南极条约国的基础地球物理调查研究明显按《联合国海洋法公约》进行，国际上石油公司已经开始进行油气地球物理勘探。为了确保南极周边海域真正成为和平科研保护区以及反制以各种名义排他性占用南极周边海域，特别是回答冈瓦纳古陆建造、破裂和南大洋演化的重大科学问题，海洋地球物理考察与评价方法起着举足轻重的作用。

从地球系统科学角度，来解答全球气候变化的机理，需要了解不同时间尺度的自然环境变化规律。南大洋通道和南极冰盖及自然环境的演变在全球气候变化中起着突出作用，要真正了解它们的变化态势，不仅需要掌握它们目前的变化规律，还要从地质历史中提取它们以前的变化规律。通过海洋地球物理考察与评价，探测南极周围陆架上的地层分布特点，可以解译记录在地层中的以前南极环境变化的信息。

南极自然环境变化，乃至全球气候变化，背后支配性的力量都离不开地球本身的地质演变及其地球内部的动力机理。原先包含南极和各大洲南部各个板块的冈瓦纳古陆的破裂以及南大洋的形成，乃是南极自然环境及其全球气候长期变化的关键性支配力量。通过重、磁、热和地震等的数据采集和积累，探测南极和南大洋的深部构造及动力学特征，将成为回答全球气候及环境长期变化这类重大地球科学问题的有力手段。

2.2 我国南极科学考察的简要历史回顾

我国在南极周边海域的海洋地球物理考察起步于首次南极科学考察，除了 1985 年第二次

南极科学考察采用小艇进行长城湾 (Great Wall Bay) 海底地形测量和 1991 年的第七次南极科学考察使用“海洋 4”号进行布兰斯菲尔德海峡地质地球物理考察外, 30 年来为数不多的其他 5 个航次全部随当时的极地科学考察船执行南极周边海域的地球物理考察。其中, “向阳红 10”号的首次南极科学考察执行了航渡和德雷克海峡 (Drake Passage) 的重、磁和水深测量以及布兰斯菲尔德海峡的水深测量; “极地”号的第三次南极科学考察执行了环球重力测量; “雪龙”号的第 28 次、第 29 次、第 30 次和第 31 次南极科学考察分别主要执行了布兰斯菲尔德海峡的重、磁和水深测量、普里兹湾附加海域和罗斯海的综合地球物理调查。在中断了 20 年之后, 连续 4 年的“雪龙”号南极周边海域地球物理考察使我国南大洋科学考察真正走向全面综合, 而且地球物理考察手段本身也不断趋于全面综合。第 28 次南极科学考察是“南北极环境综合考察与评估”专项启动前的试验航次, 我国首次在普里兹湾成功施放和回收海底地震仪 (OBS)。第 29 次南极科学考察是“南北极环境综合考察与评估”专项启动后的首个正式航次, 我国首次在南极圈内的普里兹湾进行综合地球物理调查, 新增了海底热流测量和船载地磁三分量观测。第 30 次南极科学考察是我国首次在罗斯海执行综合地球物理调查, 成功采集 320 km 的 24 道反射地震资料, 并创下了中国南大洋考察最高纬度历史纪录。第 31 次南极科学考察又在罗斯海完成了 409 km 的反射地震调查工作量, 继续刷新中国南大洋考察最高纬度历史纪录。

2.2.1 德雷克海峡地球物理考察

我国首次南极科学考察就组织了南大洋考察队, 执行了海洋水深、重力和地磁调查, 共计获得水深 46 250 km、重力 39 942 km 和地磁 39 239 km (吴水根和吕文正, 1988), 这是我国历史上第一次横跨太平洋和南大洋获得完整的地球物理剖面资料, 为运用板块构造理论研究解释东南太平洋和南极半岛海域的地质构造提供了第一手科学证据。尤其是, 在 1985 年 1—2 月, 集中对南极半岛西北海域进行了地球物理考察, 考察范围为 $66^{\circ}00'—66^{\circ}55'S$, $55^{\circ}00'—69^{\circ}30'W$, 面积达 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$, 重力、地磁和水深有效测线长度达 3 115 km, 主要分布于南设得兰群岛 (South Shetland Islands) 周围的布兰斯菲尔德海峡、德雷克海峡及别林斯高晋海 (Bellingshausen Sea)。

国家地震局武汉地震研究所的张世照和李树德携带两台自己单位与无锡太湖机械厂共同研制的 DZY-2 型海洋重力仪 (其中稳定平台由九江 441 厂研制) 进行了重力测量, 获得了太平洋往返测线、南极半岛西部海域两条测线、德雷克海峡往返测线、大西洋西岸的智利南部测线共 7 条剖面的重力数据。因几乎没有交叉测线重合点, 因此无法估算精度, 但两台仪器的一致性较好, 互差为 $(4 \sim 8) \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。仪器连续工作 150 余天, 经受了 12 级以上风暴考验, 成为本次考察 14 项突破性成果之一。

国家海洋局第二海洋研究所的吴水根、沈家法和石祥初携带我国北京地质仪器厂自主研发的 CHHK-1 型质子旋进式海洋磁力仪, 获得了太平洋往返测线、德雷克海峡往返测线 (部分覆盖布兰斯菲尔德海峡) 和别林斯高晋海区测线, 这些测线资料为认识东南太平洋、德雷克海峡和布兰斯菲尔德海峡的形成年代和扩张历史提供了可靠证据。

2.2.2 长城湾水深测量

第二次南极科学考察首次对长城站外的长城湾进行海底地形测量, 该项工作由国家海洋



局第二海洋研究所宋德康负责，并绘制了该海湾的第一张水深地形图（宋德康，1987）。测区范围北起湾顶，南至半三角岬与阿德雷岛（Ardley Island）上七星岩间的连线，面积约 3 km^2 。测图比例尺为 $1:5000$ ，采用 WGS-72 地心坐标系、1985 年长城湾平均海平面。测线布设基本垂直于菲尔德斯半岛（Fildes Peninsula）海岸，测船为“长城一”号水陆两用车和橡皮艇，水深点位由岸上两台经纬仪前方交会法测定，水深由南京航标厂与挪威公司联合组装的 162 型回声测深仪测量，具有自动记录和数字显示装置， $0\sim 50 \text{ m}$ 深度范围内，测深精度 0.1 m 。为使用方便，测绘的水深图和海底地形图采用的坐标系统、高程系统及投影方法与陆地地形图完全一致。

2.2.3 环球重力测量

第三次南极科学考察由青岛出发，横跨太平洋到达智利，沿智利海沟南下到达南极长城站，横渡大西洋，绕过好望角，穿过莫桑比克海峡，横跨印度洋，经马六甲海峡，到达新加坡，最后返抵青岛。环球重力测量此项任务由国家海洋局第一海洋研究所承担，项目负责人为吴金龙研究员，海上调查队员为张遯梁（海上负责）和王述功，使用德国生产的 KSS-5 型海洋重力仪，共获得了 $52\,780 \text{ km}$ 连续的三大洋重力剖面资料（图 2-1）。本次考察使用了全天候单频道卫星导航系统 MX-4102 型卫星定位仪进行导航定位，卫星过顶时间一般为 $1\sim 2 \text{ h}$ ，定位精度为静态均方根误差 250 m ，动态均方根误差 0.7 km 。在航途测量中，船速一般保持在 $14\sim 15 \text{ kn}$ ，除近岸测线外，船只基本上呈匀速直线航行，重力仪因故障造成的测量中断时间累计不超过 2 h ，平均月掉格仅为 $-1.05\times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ，反映了仪器良好的工作状态和资料的可靠程度。由于当年“极地”号考察船没有万米测深仪，使这次测量没有取得同步水深资料，给后期的资料处理和解释带来一定的困难。这次环球重力测量是我国首次在大西洋和印度洋获得实测重力资料（王述功等，1997），穿切了太平洋、大西洋和印度洋中脊、各种类型的太平洋型活动陆缘和大西洋型被动陆缘、众多的大小洋盆及著名的海岭、海底高原、海山链等构造类型，为我国大洋海底形态和构造方面的研究提供了第一手资料。

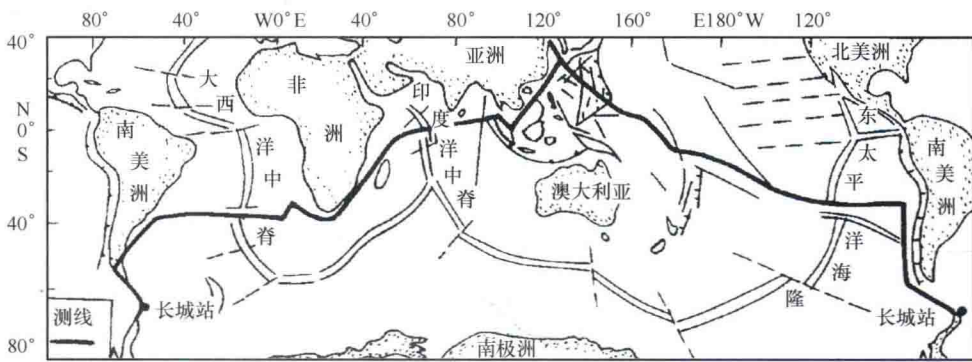


图 2-1 环球重力调查路线示意图（王述功等，1997）

2.2.4 布兰斯菲尔海峡地球物理考察

隶属于第七次南极科学考察的广州海洋地质调查局“海洋 4”号考察船 HY4-901 航次，

航程 54 418.9 km, 获取南大洋宝贵的地质地球物理第一手资料。1991 年 1 月 1 日至 2 月 25 日, 在南极布兰斯菲尔德海峡开展的水深、重力、地磁、地震及海洋地质的系统综合调查, 测网 $18\text{ km}\times 36\text{ km}$, 测线方向为 333° 及 53° (陈圣源等, 1997), 共采集水深 5 432 km、重力 4 622.5 km、地磁 2 925.6 km、多道反射地震剖面 2 015 km、地震声呐浮标站 2 个和 43 个地质站位的底质样品 (泥样 375.5 kg, 柱状样 34.4 m, 水样 108 桶) (图 2-2)。原准备了 48 道地震电缆, 但电缆下水后, 极地冷水使电缆管破裂, 于是改用 9 道地震反射剖面, 震源采用自制的 EH-4 型气枪, 气枪总容积为 24.8 L, 压力为 2000 PSI。地震记录系统采用 DFS-IV 型 48 道数字地震仪。在南太平洋海盆 14 个站位调查中采获另一种类型的多金属结核、结壳 192 kg; 往返的地球物理走航调查累计得到 105 423 km 的测线资料。南极陆地地质考察在南设得兰群岛 9 个登陆点上完成地质点 339 个, 实测剖面 3 713.5 m, 地质填图 (1:10 000~1:25 000) 19.2 m, 各类岩石、矿石样品 993 件。所有这些资料和样品, 经计算处理和分析化验后, 得出了较前人更为系统、更为深入的见解。

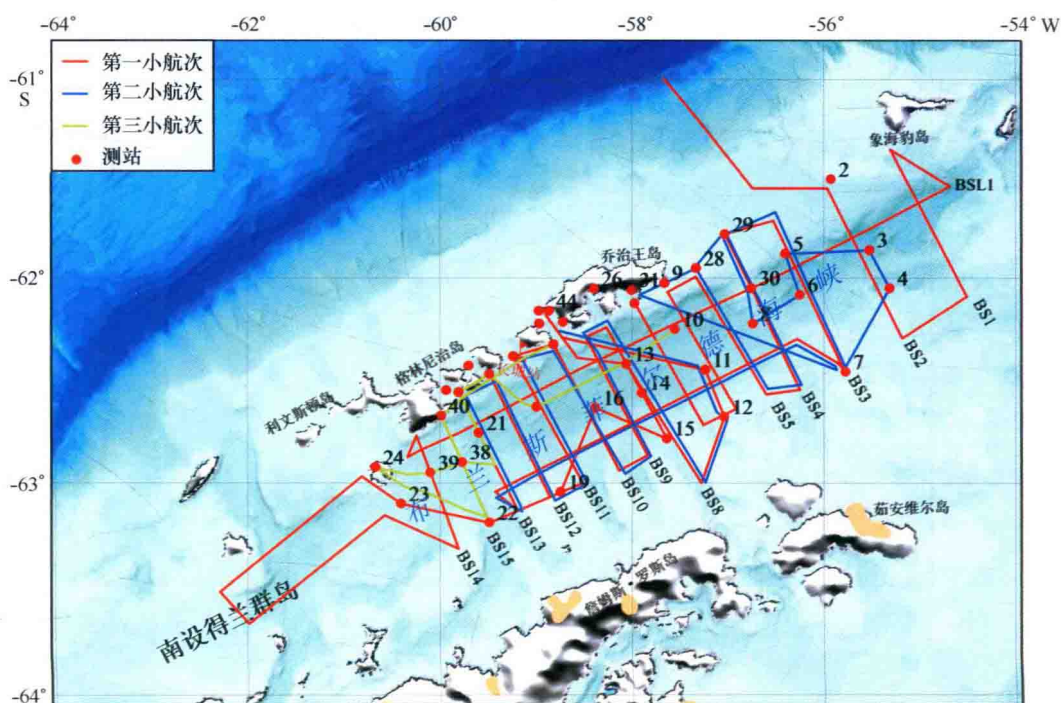


图 2-2 “海洋 4” 号布兰斯菲尔德海峡地球物理测线分布
根据姚伯初等 (1995) 清绘, 略有修改

第 28 次南极科学考察在南极半岛东北缘海域成功开展了海洋重力、地磁和水深测量以及在普里兹湾进行海底地震仪 (OBS) 的布放和回收, 这是我国在间断了 20 年之后, 再次在南极海域进行地球物理调查, 是我国“南北极环境综合考察与评估”专项正式启动前的试验航次。该项任务由国家海洋局第一海洋研究所承担, 项目负责人为郑彦鹏研究员, 海上调查队员主要为裴彦良和阚光明。重力测量使用美国 LaCoste & Romberg 公司生产的 Air-Sea Gravity System II 海洋重力仪系统, 仪器的序号为 S-133; 拖曳地磁测量使用美国 Geometrics 公司的 G880 铯光泵地磁仪; 投放的 OBS 为中国科学院地质与地球物理研究所自主研发生产的 IGG-4C 长周期海底地震仪。