



我国近海海洋综合调查与评价专项 成果
“十一五”国家重点图书出版规划项目

BEIBUWAN HAIYANG
KEXUE YANJIU LUNWENJI

北部湾海洋科学 研究论文集 [第2辑]

—— 物理海洋与海洋气象专辑

李炎 胡建宇 主编



 海洋出版社

北部湾海洋科学研究论文集

第2辑：物理海洋与海洋气象专辑

李 炎 胡建宇 主编

海洋出版社

2009年·北京

图书在版编目(CIP)数据

北部湾海洋科学研究论文集. 第2辑, 物理海洋与海洋气象专辑/李炎, 胡建宇主编.
—北京: 海洋出版社, 2009. 12
ISBN 978-7-5027-7647-3

I. ①北… II. ①李…②胡… III. ①北部湾-海洋学-文集 ②北部湾-海洋物理学-文集
③北部湾-海洋气象-文集 IV. ①P722.7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 230723 号

责任编辑: 王 溪

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)

北京盛兰兄弟印刷装订有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

开本: 889 mm × 1194 mm 1/16 印张: 12.25

字数: 310.4 千字 定价: 60.00 元

发行部: 62147016 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《北部湾海洋科学研究论文集》

编 委 会

主 编：李 炎 杨圣云 胡建宇

编 委：（以姓氏笔画为序）

兰 健 李文权 张国荣 陈 敏 林元烧

林昭进 郑爱榕 柯才焕 黄凌风 盛立芳

蔡立哲 潘伟然 魏 皓

本辑主编：李 炎 胡建宇

前 言

北部湾是我国大西南地区的出海口。北部湾大规模的海洋科学考察始于 20 世纪 60 年代国家科委海洋组海洋综合调查办公室组织中越合作北部湾海洋综合调查,80 年代的海岸带和海涂资源综合调查区域主要涉及 20 m 水深以浅的海域,90 年代的海洋石油开发带动了海洋灾害防护和海域使用的专题调查,90 年代后期国家海洋局又推动了几个专题调查以应对专属经济区与渔业合作的外交谈判。相比东部地区,北部湾可能是我国海洋科学综合考察关注最少的海域,在海洋科学论文方面的影响力相对更弱,与北部湾在海洋石油、水产、交通和旅游资源中的地位很不相称。

2003 年,国务院批准“我国近海海洋综合调查与评价”专项(“908”专项)立项。2005 年,设立在国家海洋局的“908”专项办公室将 ST09 区块水体环境调查与研究的任务交由厦门大学牵头,与中国海洋大学、中国水产科学研究院南海水产研究所、中国科学院南海海洋研究所等协作单位一起,共同承担了新一轮的北部湾海洋科学考察。ST09 区块水体环境调查与研究项目组织了 2006 年夏季、冬季和 2007 年春季、秋季四个航次。每个航次中,“实验 2”调查分队负责 22 个断面 139 个站位的物理海洋与海洋气象、海洋生物与生态、海洋化学与大气化学调查任务,锚系调查分队负责 5 个站位一个月的潜标观测,游泳动物调查分队负责 13 个站位的游泳动物调查任务,在调查综合程度和调查的深入程度等方面都超过以往。

刚接这个项目的时候,许多海洋界的朋友都为我们担心,担心在目前的教育体制下善于单兵作战的大学老师们如何胜任需要多兵种协同的综合考察航次。但是 3 年多来,我们的教师、技术人员和研究生们做出了卓越的努力,他们精心设计、精心实施,终于克服了种种困难,完成了 4 个航次的所有外业工作。厦门大学的海洋学科已经发展了 80 多年,她通过一个又一个的科学考察航次锻造一代又一代的海洋人,2006—2007 年间北部湾的 4 个航次,在厦门大学的海洋科学发展历史上应该是重要的一页。

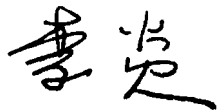
如何在这批丰富的样品和观测数据上取得科学问题的突破,并不像提交调查

数据报告那样可以程序化作业。这里需要思考,需要交流,需要学科交叉,需要辩论。我们编辑这套论文集的目的,就是提供一个平台,让每一个参与项目的同行将他们自己的第一手观测数据和所取得的第一手成果发表出来,推动更高层次、更综合的研究结果的产生。我们希望以后每一篇关于 2006—2007 年间北部湾这 4 个航次的优秀论文的发表,都能尊重并引用到这套论文集中作者们的第一手工作。

2008 年,我们编辑出版了《北部湾海洋科学研究论文集》的第 1 辑,主要反映了 2006 年两个航次(特别是夏季航次)各专业的综合研究成果。今天与您见面的《北部湾海洋科学研究论文集》的第 2 辑,则是物理海洋与海洋气象专业组老师和研究生们新的努力。论文的选题主要集中在 2006—2007 年四个航次在 5 个潜标站位和 139 个 CTD 站位上所获取的区域海洋学认识。为了增加对整个北部湾区域与长期背景的了解,论文集还征集了基于卫星遥感观测数据分析与基于数值模型数据再分析的研究论文。

诚然,这种方针下编辑出来的论文集不会只有一种声音,读者可以发现许多“原生态”认识 and 不同观点的争论。为了保证论文的科学性和严谨性,编委会按海洋专业杂志的要求进行评审。我们在这里再次表示对审稿同行们的感谢。

藉此机会,我们感谢国家海洋局“908”专项办公室、各参与单位的“908”专项办公室以及相关领导部门的支持,感谢“实验 2”等调查船的管理部门、船长和船员们的辛勤工作,也感谢各个航次的所有外业调查人员、样品分析数据处理内业调查人员以及后勤工作人员的共同努力。



“ST09 区块水体环境调查与研究”项目负责人

2009 年 6 月 28 日

目 次

908-01-ST09 区块 2007 年春季航次:航次报告	李 炎(1)
908-01-ST09 区块水体环境调查与研究 2007 年秋季航次执行情况	胡建宇等(11)
近十年中国近海海-气热通量季节变化特征	王 丹等(19)
船基海洋气象观测资料的质量控制	盛立芳等(37)
北部湾东南春季实测潮流、余流特征	王建丰等(47)
北部湾北部海区潮汐与潮流特征及其季节变化	马 腾等(56)
琼州海峡西口低频流动特征及其季节风场的响应分析	张国荣等(64)
北部湾东部海区夏季和冬季温盐平面分布特征比较	陈照章等(77)
北部湾北部海区冲淡水及沿岸混合水分布的季节变化	孙振宇等(85)
北部湾东部海区 2007 年春季航次温度、盐度和密度的分布特征	黄志达等(92)
北部湾东部海区 2007 年 10—11 月的水文特征及其成因分析	朱 佳等(100)
北部湾北部海区底层水温波动的特征分析	林毅辉等(110)
2006 年冬季北部湾东部海区的水团分析	陈胜利等(120)
北部湾东部和北部近海冬、春季水体输运特征	张国荣等(127)
琼州海峡西口夏、冬季水体后散射强度的变化特征分析	王 君等(139)
北部湾动力场对 2006 年“派比安”台风的响应过程分析	董 剑等(146)
北部湾海表温度、叶绿素与浊度分布的遥感研究	黄以琛等(154)
北部湾北部海区冬季海洋锋的浊度与叶绿素响应	李 炎等(173)

908-01-ST09 区块 2007 年 春季航次:航次报告

李 炎

(厦门大学“908”专项办公室、海洋与环境学院、近海海洋环境科学国家重点实验室,福建 厦门,361005)

1 引言

2007 年春季航次为“908-01-ST09 项目”的第三航次,由厦门大学“908”专项办公室负责组织,厦门大学海洋与环境学院、中国海洋大学海洋环境学院、中国水产科学院南海水产研究所和中国科学院南海海洋研究所联合实施。根据国家海洋局“908”专项办[2006]13 号文要求和杭州协调会精神,本航次配合搭载国家海洋卫星应用中心的海洋光学测量和中国海洋大学的海洋药源生物样品采集任务,并配合完成海南省“908”专项办公室 5 个站位的水体调查项目。

航次任务由“实验 2”、“北渔 60010”、锚系等 3 个分队在 2007 年 3 月下旬到 2007 年 6 月中旬完成。“实验 2”分队负责实施“908-01-ST09 项目”的大面调查任务。“实验 2”调查船于 2007 年 4 月 10 日备航完毕,11 日由珠江新洲码头出发,经琼州海峡航渡北部湾,4 月 12 日到 5 月 1 日间,由湾北部浅水区南北向断面开始,转琼州海峡到海南岛西部的东西向断面,最后以海南岛南部南北向断面结束后从三亚返回,于 2007 年 5 月 5 日回到广州新洲码头。观测了包括琼州海峡、北部湾中国一侧周边河口冲淡水、沿岸水、由南海进入陆架水等海洋学现象。“北渔 60010”分队执行游泳动物调查任务。“北渔 60010”拖网渔船 4 月 2 日由北海渔港出发,在 4 月 4—20 日间完成海南岛的南面、西面、西北面和北部湾北部等 5 条断面 13 个站位的工作。锚系分队执行 ST09-M1~ST09-M5 等 5 个锚系的投放和回收任务,鉴于 ST09-M4、ST09-M5 已在冬末春初的 2 月 28 日投放后可延续工作到春季航次期间,锚系分队 3 月 21~27 日投放了 ST09-M1~ST09-M3 等 3 个锚系,5 月 21 日至 6 月 11 日分三批回收在春季航次规定时间内的有效观测均达到 30 天的 5 个锚系。

本航次报告从航次组织、执行过程和完成情况等方面,报告了 2007 年 3 月下旬到 2007 年 6 月中旬期间,由“实验 2”、“北渔 60010”、锚系等 3 个分队在北部湾海域和海南岛南部海域实施的“908-01-ST09”项目 2007 年春季航次海洋调查活动。

资助项目:国家“908”专项(908-01-ST09)。

作者简介:李炎(1954—);教授,主要从事海洋沉积动力学与海洋遥感应用研究. E-mail: liyan@xmu.edu.cn

2 航次组织

2.1 调查队

来自厦门大学、中国海洋大学、中国科学院南海海洋研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所和深圳市海岸与大气研究重点实验室的 60 多位海洋调查人员参加了 2007 年春季航次。

“实验 2”分队由来自厦门大学、中国海洋大学和中国科学院南海海洋研究所的 38 位调查人员组成,首席科学家为厦门大学李炎;物理海洋学调查人员有中国海洋大学 6 人,厦门大学 2 人,现场负责人为厦门大学陈照章;海洋生物调查人员有厦门大学 13 人,责任科学家林元烧;海洋化学调查人员有厦门大学 14 人,责任科学家郑爱榕;海洋光学调查人员有中国科学院南海海洋研究所 1 人,深圳市海岸与大气研究重点实验室 1 人。

“北渔 60010”分队由来自中国水产科学研究院南海水产研究所 4 位调查人员和厦门大学 1 位调查人员组成,调查队长为南海水产研究所孙典荣。

锚系分队由厦门大学和中国海洋大学的 17 位调查人员组成,调查队长为厦门大学潘伟然,厦门大学的责任科学家为张国荣,中国海洋大学的责任科学家为兰健。

2.2 调查船与设备

2007 年春季航次使用了“实验 2”、“北渔 60010”、广东海事局北海航标处的“海标 1518”号和海南海事局海口航标处的“航标海标 182”号船。参与单位投入充足,精心准备,认真实施,调查船和仪器状态良好,保证了航次的顺利进展。

“实验 2”分队使用中国科学院南海海洋研究所“实验 2”调查船。“实验 2”船长 68.45 m,宽 10.0 m,吨位 1 129 t,主机 1 100 HP^①×2,设计经济航速 11.5 kn(本航次由于外挂 ADP,工作航速 6~7 kn)。船上配置实时 GPS 定位、测深和通讯条件;配置干实验室 2 间、湿实验室 3 间;配置采泥绞车 1 台、CTD 采水绞车 1 台、浮游生物网采绞车 1 台、底栖拖网绞车 1 台以及配套海水供应条件和样品冷柜空间。

物理海洋学调查使用“实验 2”1 间干实验室(地质实验室)。海洋气象组使用的仪器为空盒气压表、架设在上甲板的自动气象仪以及架设在艇甲板可移动支架上通量观测系统和辐射观测系统;波浪组波浪和海况项目采用目测观测方式;透明度和水色项目使用国产透明度盘和水色计;ADCP 组使用架设在后甲板左舷的 SonTek 500k ADP(水深大于 75 m 时底跟踪效果不稳定);CTD 组使用由 CTD 采水绞车施放的 SBE 917 温盐深剖面仪和取水口架设在后甲板左舷的 SBE 21 走航温盐仪。

海洋生物调查使用“实验 2”后甲板的浮游生物网采绞车进行浮游生物和鱼类浮游生物垂直和水平拖网;使用前甲板左舷的采泥绞车进行大型底栖生物定量采集、小型浮游生物采集、沉积物化学和粒度分析样品采集;使用后甲板底栖拖网绞车采集底栖生物样品;叶绿素、初级生产力、细菌、微微型浮游生物、微型浮游生物等所需水样,系由 SBE 917 温盐深剖面仪配备的 8 升采水器提供,使用调查船主甲板右舷后侧湿实验室处理样品,样品分用液氮罐和 -20℃ 冷

^① HP 为非国际单位,1HP≈0.75 kW.

柜保存。

海洋化学调查使用“实验 2”1 间干实验室和两间湿实验室。海洋化学 I 组、II 组的水样同样使用 SBE 917 温盐深剖面仪配备的 8 升采水器采集,在卫星导航实验室改装的湿实验室进行营养盐类样品过滤和分析,在重力实验室改装的湿实验室测溶解氧、pH 和碱度。海洋化学 III 的重金属和油类采样在前甲板用自制的防沾污的采样器,重金属样品的过滤在艇甲板围隔室内洁净工作台进行。大气化学采样在上甲板和海图室。所采集的须带回来分析的样品均用海尔冷柜保存,运回实验室时用冷冻剂、冰柜和泡沫箱保存。

海洋光学调查也使用“实验 2”地质实验室。光谱组使用 Satlantic Micropro 剖面光谱仪和 Ocean Optics S2000 地物光谱仪。

厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室遥感组为“实验 2”航次准实时提供调查海区海面水温、叶绿素、浊度 MODIS 遥感成果。

“北渔 60010”分队租用广西北海远洋渔业公司单船底拖网渔轮“北渔 60010”用于执行调查任务。“北渔 60010”船长 36.8 m,宽 6.8 m,吨位 242 t,主机 441.0 kW。船上配置 GPS 定位、测深和该渔轮生产作业通常使用的 404 目底拖网网具以及船上的捕捞装备。

锚系分队使用广东海事局北海航标处的“海标 1 518”号和南海海事局海口航标处的“航标海标 182”号船。船上配置实时差分 GPS 定位测深和该航标船作业通常使用的起吊装备。采用 L 型锚系,由具遥测 GPS 定位记录的中国海事航标作为水面指示标以及加重预制沉块、锚链系统和 ADCP 和水位计加重底座等构成。ST09-M1~ST09-M5 等 5 个锚系的标位均被有效监控,工作正常。

3 航次执行过程

908-01-ST09 项目春季航次“实验 2”分队现场调查作业在 2007 年 4 月 11 日至 2007 年 5 月 5 日期间进行,其中 2007 年 4 月 12 日至 2007 年 5 月 1 日期间实施大面观测。作业顺序基本上按照实施计划设计要求,由北而南逐个断面进行。但是,在航次观测过程中受到 2 次锋面过程的影响,在调查作业海区产生较强的偏南转东北风以及海浪。后一次迫使航次计划进行相应的调整;在八所港进行避风并补给。

在李友光船长的指挥下,“实验 2”调查船 2007 年 4 月 10 日完成备航工作,4 月 11 日上午 10 时从广州新洲码头起航,每日航行站位序列如下:

2007 年 4 月 11 日:广州新洲码头起航,沿程救生演习;

2007 年 4 月 12 日:通过琼州海峡→B35→B36;

2007 年 4 月 13 日: B37→B38→B39→B40→B34→B33→B32→B31→B30→B29;

2007 年 4 月 14 日: B22→B23→B24→B25→B26→B27→B28→B21→B20→B19→B18→B17→B16→B15;

2007 年 4 月 15 日: B08→B09→B10→B11→B12→B13→B14→B07→B06→B05→B04→B03→B02→B01→J01;

2007 年 4 月 16 日: J02→J03→J04→J05→J06→J07→J15→J14→J13;

2007 年 4 月 17 日: J12→J11→J10→J09→J08→J07→J16→J17→J18;

2007 年 4 月 18 日: J19→J20→J21→J22→J23→J30→J29→J28→J27→J26;

2007 年 4 月 19 日: J25→J24→J31→J32→J33→J34→J35→J41→J40→J39→J38;

2007年4月20日:J37→J36→J42→J43→J44→J45→J46;

2007年4月21日:中途遇网抛锚,自记仪器观测临时站L01站($19^{\circ}24.679'N$, $108^{\circ}26.722'E$);大气边界层和连续站观测C站($19^{\circ}34.141'N$, $108^{\circ}24.490'E$);

2007年4月22—23日:八所港避风、补给;

2007年4月24日:八所港锚地抛锚,大气边界层自记仪器观测临时站L02站($19^{\circ}07.150'N$, $108^{\circ}36.050'E$);

2007年4月25日:J56→J55;

2007年4月26日:J51→J50→J49→J48→J47;

2007年4月27日:J52→J53→J57→J58→J59→J60→J61;

2007年4月28日:J66→J65→J64→J63→J62→J67→J68→J69→J70→J71;

2007年4月29日:J76→J75→J74→J73→J72→H05→H04→H03→H02→H01→J77→J78;

2007年4月30日:J80→J79→H06→H07→H08→H09→H10→H11→H16→H15→H14;

2007年5月1日:H13→H12→J81→J82→三亚港抛锚过夜;

2007年5月2日:三亚港抛锚补给;

2007年5月3日:起锚沿海南岛东岸返回广州;

2007年5月4日:到达珠江口锚地抛锚过夜;

2007年5月5日:到达广州新洲码头。

图1为“实验2”的航迹图。本航次“实验2”分队的出海历时25d,其中调遣历时4d,避风、补给等历时4d,实际调查作业17d,调查航程超过4000km。船舶、人员和设备均安全。

“北渔60010”拖网渔船在吴福喜船长的指挥下,按908-01-ST09项目春季航次“北渔60010”分队实施计划。由于本航次游泳动物的调查和中越北部湾渔业资源联合调查项目结合在一起,因此本航次跨越的时间较长。本航次南海水产研究所调查人员于2007年3月31日从广州出发,当天抵达北海渔港,于4月2日调查船离开北海渔港。但由于受冷空气的影响,海上风力达到6~7级,阵风8级,调查船只能就近于涠洲岛避风。4月4日早上天气开始有所好转,经与课题负责人请示后,决定开始调查,并于当天完成了B33站的调查任务。4月5日完成B16和B20站;4月7—9日共完成了J05、J34、J54和J56站的调查任务;4月11—13日共完成J52、J31和J16站;4月20日完成H08、H11和J78站的调查任务。本航次共21d,实际用于本项目作业为9d。调查航线为:北海→B33→B16→B20→J05→J34→J54→J56→J52→J31→J16→H08→H11→J78→北海。

908-01-ST09项目春季航次锚系分队除了决定延续2月28日投放的ST09-M4和ST09-M5的观测外,于3月7—18日进行锚系物资、仪器、人员等方面的准备后,锚系投放过程分北海和海口两方面执行:

(1)北海方面

3月18日:锚系分队厦大组人员和设备赴北海,并于20日晚抵达北海;

3月18—20日:锚系分队厦大组人员与北海航标处备航;此间,厦门航标处项鹭处长和林景芳主任抵达北海,就锚系投放和回收技术方案、施工期与北海处进行研究;

3月21—22日:厦大组和北海航标处“海标1518”号船投放北部湾ST09-M2锚系(斜阳岛东侧海区);

3月23日:厦大组和北海航标处“海标1518”号船投放北部湾ST09-M1锚系。

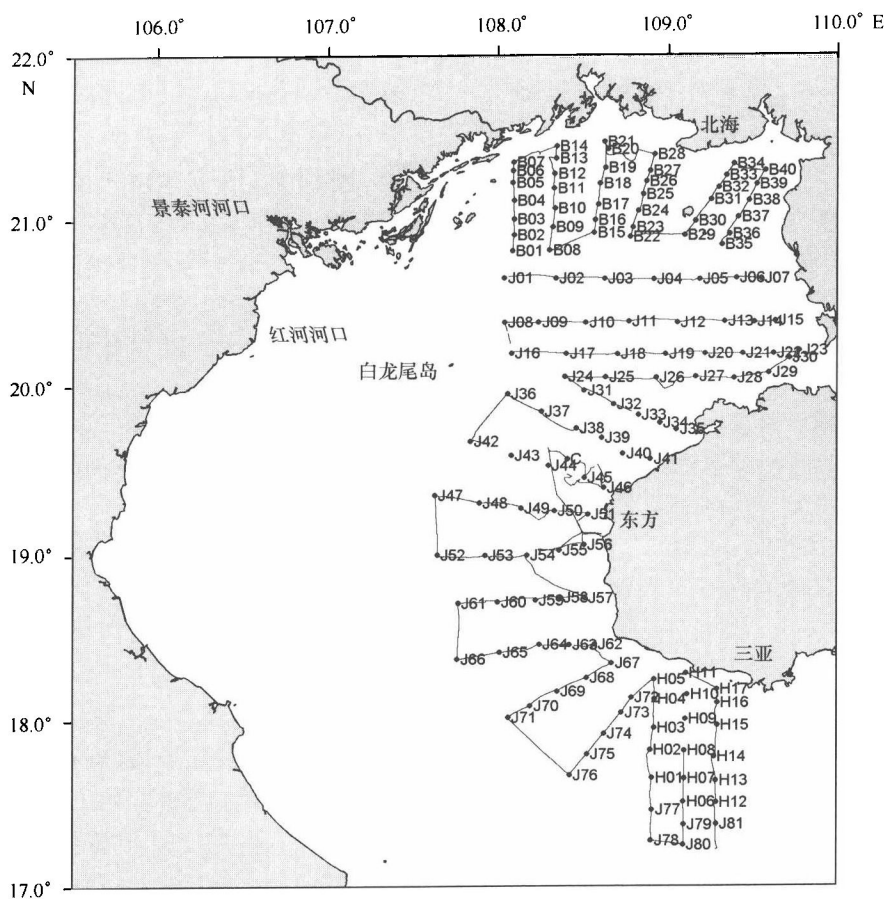


图1 908-01-ST09 区块春季航次的航迹图

(2) 海口方面

3月24日:锚系分队人员和设备由北海转赴海口;

3月24—26日:厦门航标处项鹭处长和林景芳主任、锚系分队厦大组人员与海口航标处有关人员会商,就M3锚系投标回收技术方案及投放时间进行最后讨论和确定;

3月27日:厦门大学锚系组与海口航标处“航标海标182”号船在12时顺利投放琼州海峡的ST09-M3锚系。

整个锚系投放过程按《国家“908”北部湾水体测流锚系布放回收最终方案》严格执行,投放的各锚系明标装有GPS遥测定位系统,因此在锚系工作期间其标位获得有效的实时监测。

锚系回收过程也分北海和海口两方面执行:

(1) 北海方面

2007年5月31日:北海“海标1518”号船起航斜阳岛,顺利回收ST09-M2锚系;

6月1—3日:“海标1518”号船从涠洲岛返回北海港,卸下M2锚系系统,补充燃油和给养;因休渔期出港航道被阻,“海标1518”号船待航;

6月4日:“海标1518”号船相机耗时一个半小时强行挤出海港,于17时顺利回收ST09-M1锚系,21时返回北海港。

(2) 海口方面

5月18日:锚系分队中国海洋大学组成员会同海口航标处相关人员,乘车到达东方市八所港码头;5月19日在“航标海标182”号船上,锚系小组成员与船长、轮机长、水手长等船上工作人员就回收方案进行了现场沟通和交流;5月20日由于天气状况不佳,未能出航。

5月21日:“航标海标182”号船11时回收ST09-M4锚系,发现RBR TD温深仪(序列号码No. 10647)丢失;15时顺利回收ST09-M5锚系;航标船驶往三亚市渔政码头。

6月10日:锚系分队厦大组成员赴海口;

6月11日:锚系分队厦大组成员乘海口航标处“航标海标182”号船由秀英港起航前往琼州海峡,于13时顺利回收ST09-M3锚系;海口航标处船队周祝军队长赴临高后水湾新盈港,接厦大人员和仪器返回海口。

春季航次锚系分队投放3个锚系,回收5个(包括2月28日投放的ST09-M4和ST09-M5)锚系。所回收的5个锚系在春季航次规定时间内的有效观测均达到30 d,满足实施计划要求。

4 航次完成情况

4.1 海洋气象

海洋气象调查内容包括云、能见度、天气现象、风速、风向、气温、气压、相对湿度等海洋气象要素以及海气界面的动量、热量、水汽通量、辐射、皮温等海气边界层要素。

自2007年4月12日至2007年5月1日,对风速、风向、气温、气压、相对湿度等器测项目进行整个航行期间的连续观测;完成常规气象调查大面站135个,每日02点、08点、14点、20点共计18 d的正点观测(避风时间不测),2007年4月12日至2007年5月1日共18 d的辐射观测(避风时间不测),27个站位的边界层观测,1个连续站和2个临时站的气象和通量观测。获取原始手工文本记录209页,电子储存原始文件53个(其中包括辐射观测数据和通量观测数据,云的照片不计算在内)。

本航次海洋气象组使用的仪器为空盒气压表、自动气象仪、通量观测系统和辐射观测系统。航前调试表明观测的数据显示仪器正常。走航连续观测和大面站观测基本按照计划执行。航行过程中自动气象站和辐射仪器工作基本正常,但4月17日发现自动气象仪出现空数据记录现象,经讨论决定加密取数据间隔,规定每天在02时、08时、14时、20时下载数据,保证获取规定观测时间的数据。本航次YANG公司的自动气象观测系统观测的结果与北部湾白龙尾岛的定时观测结果比较,自动气象观测系统的观测结果基本可信。

大气边界层连续站根据天气和实际作业的情况调整到设计站位邻近的C站(19°34.141' N, 108°24.490' E),但因大风与漂网干扰提早结束。在L01站(19°24.679' N, 108°26.722' E)和L02站(19°07.150' N, 108°36.050' E)增加的两个大气边界层自记仪器观测临时连续站作为补充。

4.2 物理海洋

物理海洋调查内容包括水深、波浪、海况、水色、透明度、海发光、温度、盐度、浊度,ADCP海流剖面及锚系。本航次作业时间为2007年4月12日至5月1日,共计20 d;作业站位140

个(包括 1 个连续站)。

波浪和海况项目只在白天进行观测,共计 80 个调查站位,获取原始文本记录 14 页,电子储存原始文件 80 个;透明度和水色等项目只在白天观测,共计 76 个站 76 个记录,海发光项目在夜间进行观测,共 66 站 6 个观测到海发光现象记录,获取原始文本记录 6 页。

CTD 组总计完成 140 个站位的 CTD 剖面观测与综合站的采水任务,CTD 总共投放 176 个 cast(其中有 100 个采水 cast),采样要素为温度、盐度、压强、叶绿素、溶解氧、浊度、透射率、pH 值、PAR。走航观测进行了全程的 2.5 m 层多要素观测,采样的要素为经度、纬度、温度、盐度。航次使用的两台 CTD 和两台备份 CTD 都在国家海洋标准计量中心检定有效期内。鉴于两台 CTD 均正常工作,未动用备份。4 月 21 日前走航 CTD 自配 GPS 工作不稳定,定位数据缺失较多,要引用自动气象仪所配 GPS 的定位数据。4 月 21 日更换 GPS 后,工作正常。

船载 ADCP 海流剖面全航程观测,获取原始文本记录 11 页,电子储存原始文件 894 个。在 SonTek 500k ADP 正式使用前,已经使用直读式海流计进行了比对。2007 年 4 月 8 日在调查船上进行 SonTek 500k ADP 的安装,并进行了检查,检查内容包括仪器的电缆是否连接正常、计算机是否正常工作以及是否有足够的空间储存观测资料、仪器与计算机的连接是否正常、计算机与 GPS 的连接是否正常。最后根据项目要求,按菜单输入了水深和层数、发射间隔、测层厚度、数据采集平均间隔等参数,设置了日期、时间、航次识别符,并进行了联机调试。海上作业值班人员随时从计算机显示屏上观测 ADP 系统的工作状态。在值班日志上记录当前文件名、记录号、时间及系统工作状态、调查船的状态和航行速度、水深和经纬度。4 月 12 日 20 时“实验 2”抵达第一个测站(B35 站)后,安装 ADP,20:10 开始转圈采集磁场校正数据,20:24 结束,发现 ADP 记录所受船磁等影响需进行系统的后处理。4 月 18 日后走航 ADP 记录中出现 GPS 断续缺失情况,要引用自动气象仪所配 GPS 和走航 CTD 所配 GPS 的定位数据填补。当水深超过 75 m、遇到泥质海底或海区附近有磁场时,ADP 底跟踪失效。其中,J69、J70、J71、J76、J74、H07-J80、J82-H13 站等水深较大,底跟踪数据质量较差;而在其余站位水深较浅,底跟踪数据质量较好。由于春季航次时值北部湾海域的渔期,渔网较多,走航过程中,外挂 ADP 曾遭遇渔网或为躲避渔网进行绕行,都给数据质量带来一定影响。对于底跟踪数据较差的站位,拟对原始资料进行滤波及插值等处理,并结合 GPS 数据进行质量控制,以求反映真实流场。

ST09-M1~M3 站座底式 ADCP 测流锚系的工作参数设置,站位采用差分全球定位系统定位;水位采样时间间隔 10 min,观测有效天数满 30 d;声学海流剖面采样层次间隔据水深设定,采样时间间隔 30 min,观测有效天数满 30 d。从已成功回收的 ST09-M1~M3 锚系上的 ADCP 和水位计数据回放来看,观测数据完整,数据质量较好。ST09-M4~M5 站海床基 ADCP 测流锚系的工作参数设置,站位采用差分全球定位系统定位;水位采样时间间隔 10 min,声学海流剖面采样层次间隔据水深设定,采样时间间隔 10 min,春季航次观测有效天数超过 30 d。从已回收的 ST09-M4~M5 锚系上的 ADCP 和水位计数据回放来看,观测数据基本完整。

4.3 海洋生物

海洋生物调查内容包括:“实验 2”分队负责的叶绿素(标准水层和配合初级生产力测定的表层、50%、10% 和 1% 光衰减水层的分粒级叶绿素样品,过滤水量 500~1 000 mL,平行样,差减法分粒级,-20℃ 保存)、初级生产力(^{14}C 示踪法,250 mL 培养瓶,100%,50%,30%,10%,

1%光衰减水层,遮光24 h流水培养,4 h对照培养)、水体细菌鉴定、沉积物细菌鉴定、水体病毒数量、水体细菌数量(平板培养/直接计数)、微微型浮游生物数量(标准水层水样20 mL,液氮固定)、微型浮游生物数量(标准水层水样1 000 mL,Lugo's液固定)、小型浮游生物数量(小型或Ⅲ型网垂直拖取,网口流量计,中性福马林固定)、中型浮游生物数量(中型或Ⅱ型网垂直拖取,网口流量计,中性福马林固定)、大型浮游生物(大型或Ⅰ型浮游生物网垂直拖取,网口流量计,中性福马林固定)、鱼类浮游生物(大型浮游生物网水下0.5 m水平拖取,航速2 kn,时间10 min)、小型底栖生物(0.05 m²箱式采泥器,中性福马林固定)、大型底栖生物(0.1 m²抓斗式采泥器,中性福马林固定)、底栖生物拖网(阿氏网水平拖取,航速2 kn,时间15 min,中性福马林固定)和“北渔60010”分队负责的游泳生物拖网(404目底拖网网具)。

“实验2”分队海洋生物调查组做了充分的航前准备和困难设想,因此,航次实施过程中未发现有重要的难以克服的问题。本航次海洋生物调查站位76个,采集各类生物样品2 563份。其中:叶绿素样品标准水层分粒级样品801份,配合初级生产力测定的叶绿素观测站分粒级叶绿素样品117份;初级生产力样品标准水层分粒级样品共597份(含培养4 h的样品25份,不分粒级24 h培养的样品10份);细菌鉴定(水体)样品琼脂平板52份、分子膜样品7份,细菌鉴定(沉积物)13份;微微型浮游生物样品264份,微型浮游生物264份;小型浮游生物75份;中型浮游生物75份;大型浮游生物75份(J19观测站因风浪太大,现场无法工作,放弃采样);鱼类浮游生物设计40个观测站,完成39个,获得样品37份(J19观测站因风浪太大,现场无法工作,放弃采样;另有B01和J03两个站位因水层海蜇过多,堵塞网口和网具,无法水平采样);大型底栖生物77份、小型底栖生物24个站96份、底栖生物拖网13份(药源生物搭载项目样品11份)。获取海上原始资料有:叶绿素标准水层采样记录表76页、配合初级生产力采样层次记录表12页、初级生产力采样/过滤/测定记录表13页、微微型浮游生物现场采样记录表76页、微型浮游生物现场采样记录表76页、水体细菌数量直接计数记录表13页、水样/泥样微生物培养计数和菌株分离记录表13页、浮游生物海上采样记录表76页、鱼类浮游生物海上采集记录表39页、大型底栖生物海上采样记录表77页、小型底栖生物海上采样记录表24页、底栖拖网海上记录表13页。

“实验2”分队还在时间序列连续站C站每3 h用大型网分层(10~0 m,底层0 m层)垂直拖取浮游动物样品。因风浪过大,仅完成12时,15时,18时和21时的分层样品计8份。

“北渔60010”分队由于有个别站位的设置离岸较近,海况较为复杂,如J56站由于设置的位置周围15 n mile范围内均是浅滩,在本海域调查时均出现大破网的现象,本次的站位考虑到这种情况,经与课题负责人请示后,决定向西南方作较大距离的移动。另外由于海底的起伏较大,H11和H08站的采样也受到一定的影响,两站均提前5 min起网,H08站起网后发现网身断裂,但渔获基本没有受到影响,因此作为有效网次。本航次取得13个站位的底拖网调查资料,记录《游泳动物拖网记录表》1本共27张,测定20个种的生物学数据,记录《生物学测定表》1本共52张。部分站位未能在海上处理的样品已在实验室基本分析完毕,部分甲壳类样品尚待分析鉴定。此外,为药源生物搭载项目收集样品20多种。

4.4 海洋化学

海洋化学调查内容包括:①海洋化学Ⅰ:现场分析水体溶解氧、pH值、碱度、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐共9项。②海洋化学Ⅱ:采集水体总有机碳样品1项;现场分析水体溶解态氮、溶解态磷、总氮、总磷4项。③海洋化学Ⅲ:现场分析水体油类;

采集水体重金属(铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷)样品 1 项。④大气化学:采集大气悬浮颗粒物、总碳、重金属(铜、铅、锌、铬、铝、钒)、阴阳离子(甲基磺酸盐、氮、磷、钠、钙、镁、钾等)、甲烷气、氧化亚氮 6 大项样品;现场分析大气 CO_2 和氮氧化物 2 项。

从 2007 年 3—4 月份,“实验 2”分队海洋化学调查人员在实验室进行药品购置、材料准备、方法自检和校验、仪器检验等准备;4 月 2—5 日实验室进行各种器材包装,试剂配置、仪器预安装、调试;到 4 月 9—11 日在调查船上进行仪器安装、联机调试。本航次做了充分的航前准备,实施过程中未发生仪器设备损坏而影响采样和分析等难以克服的困难。5 月 1 日航次结束返航后,5 月 7—8 日:样品、器材包装、装箱。5 月 9 日,人员、样品、器材抵达厦门;卸载样品和器材,保养器材,归位样品;海上原始记录集册、登记。

本航次海洋化学 I 的调查站位 76 个,共采集样品 3 234 份;海洋化学 II 和 III 的调查站位 40 个,共采集样品 832 份;大气化学站位为 33 个,采集样品 268 份。海洋化学调查获取原始文本记录 23 份,共 387 页,电子存储原始文件 1 份。

4.5 海洋光学

本航次安排搭载的国家海洋卫星应用中心海洋光学调查,已据实施计划由“实验 2”分队完成。海洋光学调查包括光谱测量和负责水体光吸收系数的采样工作。在调查期间,取得了较理想的海洋光学遥感-地面检验数据对。

剖面光谱仪(Satlantic Micropro)和地物光谱仪(Ocean Optics S2000)于 2007 年 4 月 8 日在广州的中国科学院南海海洋研究所光学实验室进行标定,标定参数包括向下辐照度、辐亮度、入射辐照度。4 月 9 日在“实验 2”调查船地质实验室进行仪器的安装、连接和调试。4 月 11 日随“实验 2”开始出航,4 月 13 日开始海上作业,依照海洋光学测量规程每次施放 1 到 2 次。整个航次过程中,剖面光谱仪和地物光谱仪工作正常,仪器完好无损。从原始数据结果看,能有效地反映现场实况。地物光谱仪测量共调查 37 个站位(B39, B40, B34, B33, B32, B14, B07, B06, B05, B04, J06, J07, J09, J08, J23, J29, J28, J33, J34, J35, J41, J43, J44, J51, J50, J54, J57, J58, J63, J62, J67, H05, H04, H03, H08, H09, H11),获取原始文本记录 40 页,电子存储原始文件 40 个。剖面光谱仪测量共调查 12 个站位(B40, B07, B04, J08, J34, J44, J54, J57, J62, J67, H08, H11),获取原始文本记录 12 页,电子存储原始文件 12 个。现场测量原始数据以电子文档的形式存储在广州的实验室。

水体光吸收系数的采样工作严格遵守《中国近岸海洋调查技术规程》的要求,按航次计划完成样品采集工作。共完成颗粒物光吸收系数采样 77 个站位,225 个样品,溶解有机物光吸收系数采样 77 个站位,225 个样品。选取 9 个断面 18 个站位(每个断面的近岸及最远岸站位)的表层水样作为平行样样品,共收集 54 个黄色物质样品和 54 个颗粒物样品(3 个样品作为一组平行样)。其中,黄色物质样品采集收集约 100 ml 水样于洁净塑料瓶中,锡纸包裹(避光),置于 -20°C 冰柜保存;颗粒物样品采集使用 GF/F 滤膜(25 mm)对水样进行过滤,过滤完毕后,滤膜收集于洁净塑料盒中,锡纸包裹(避光),置于液氮中保存。样品于 5 月 5 日运到深圳实验室分析。

4.6 海南 908 水体调查任务

本航次安排 5 个 ST09-海南省“908 专项”联合站位(J56/HN-08, J57/HN-07, H05/HN-06, H11/HN-05, H17/HN-04)的海洋生物和海洋化学调查,已据实施计划由“实验 2”

分队和“北渔 60010”分队完成,航次报告同时提交海南省“908”专项办公室。

5 结语

北部湾海域和海南岛南部海域的 908-01-ST09 项目 2007 年春季航次,已由“实验 2”、“北渔 60010”、锚系等 3 个分队于 2007 年 3 月下旬开始实施,6 月中旬结束。

厦门大学、中国海洋大学、中国科学院南海海洋研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所和深圳市海岸与大气研究重点实验室调集了 60 多位海洋调查人员参加了 2007 年春季航次。调查队伍教学科研骨干集中,专业技术人员充实。

2007 年春季航次使用了“实验 2”、“北渔 60010”、广东海事局北海航标处的“海标 1518”号和海南海事局海口航标处的“航标海标 182”号等 5 艘作业船。各调查船单位精心准备,认真实施,克服种种困难,确保航次的实施。

2007 年春季航次动用了价值超过 500 万元的现场调查仪器。参与单位充足的投入和精心的准备,以很低的现场调查仪器故障率保证了观测数据的质量。

航次执行过程中注意站位和观测项目的合理化调整。“实验 2”分队航次过程中遇到一次大风过程以及所带来的漂网影响,分队及时调整海气边界层连续站观测计划,并在八所港调出避风补给时间,保证作业安全也提高观测质量。

本航次调查发现了一些值得深入探讨的海洋科学问题,比如北部湾春季环流趋势,北部冷水团春季下潜过程等物理海洋学问题以及北部湾冷水团周边海蜇旺发,海南岛西南暖流渔场形成等海洋生物生态问题等。通过春季航次数据报告以及四个航次的总调查报告,将逐步提交出比较清晰的答案。

致谢:908-01-ST09 项目春季航次是厦门大学组织的又一次大型海洋综合调查,项目的顺利实施得到各级领导和协作单位的大力支持。我们感谢国家海洋局“908”办公室、各参与单位的“908”办公室以及相关领导部门的支持,感谢“实验 2”、“北渔 60010”、北海航标处的“海标 1518”号船和海口航标处的“航标海标 182”号船的船舶管理部门、船长和船员们的辛勤工作。我们也感谢参加航次的所有外业调查人员以及参加样品分析数据处理的所有内业调查人员的努力,感谢航次前期工作、质量档案工作、航次后勤工作人员的支持。感谢各学科责任科学家提供航次工作总结。