



我国近海海洋综合调查与评价专项成果
“十二五”国家重点图书出版规划项目



ZHONGGUO
JINHAI HAIYANG
HUANJING ZHILIANG
XIANZHUANG YU
BEIJINGZHI YANJIU

中国近海海洋环境质量 现状与背景值研究

暨卫东 主编



海洋出版社



中华人民共和国自然资源部



中国近海海洋环境质量
现状与背景的研究

中国近海海洋环境质量 现状与背景的研究

2023.12



中国海洋出版社

中国近海海洋环境质量 现状与背景值研究

暨卫东 主编

图书在版编目(CIP)数据

中国近海海洋环境质量现状与背景值研究/暨卫东主编. —北京:海洋出版社,2011.8
ISBN 978-7-5027-8070-8

I. ①中… II. ①暨… III. ①近海-海洋环境质量-研究-中国 IV. ①X834

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 143920 号

责任编辑:钱晓彬

责任印制:刘志恒

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

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:20

字数:512千字 定价:88.00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

编 委 会

主 编：暨卫东

副 主 编：王伟强 陈宝红 陈金民 贺 青

编写组成员：林 辉 张元标 汤荣坤 林 彩

王继纲 孙秀武 黄海宁 邝伟民

王海燕 林力斌 陈维芬 卢美鸾

林建云 霍云龙

前言

Foreword

中国近海包括中国渤海、黄海、东海和南海，四海相连，环布亚洲大陆东南部。北面和西面濒临中国大陆、中南半岛和马来半岛，东、南通过朝鲜半岛、日本九州岛、琉球群岛、台湾岛、菲律宾群岛与太平洋相连，南至大巽他群岛，跨温带、亚热带和热带。

渤海属中国的内海，其北、西、南三面被辽宁、河北、天津、山东等省市包围，东南面以辽东半岛南端老铁山与山东半岛北岸蓬莱角的连线为分界线，与黄海沟通相连，面积约为 $7.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，平均水深为 18 m，总容量不过 $1\,730 \text{ km}^3$ ，水温为 $0^\circ\text{C} \sim 21^\circ\text{C}$ ，平均水温为 11°C ，平均盐度仅为 30 左右。沿岸水浅，特别是河流注入地方仅几米深；最深的水道为东部的老铁山水道，达到 86 m。渤海周围有三个主要海湾，即北面的辽东湾、西面的渤海湾、南面的莱州湾，主要入海江河为辽河、海河、黄河。渤海海底平坦，饵料丰富，是中国大型海洋水产养殖基地和对虾、蟹以及黄花鱼的天然渔场。渔业、港口、石油、旅游和海盐是渤海的五大优势资源。

黄海为半封闭陆架浅海，北岸为辽宁省和朝鲜平安北道，西岸为山东省和江苏省，东岸为朝鲜，西北有渤海海峡与渤海相通，南部大致以长江口北岸启东嘴与韩国济州岛西南角连线为界与东海相接，面积约为 $41.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，平均深度为 44 m，水温为 $15^\circ\text{C} \sim 24^\circ\text{C}$ ，平均盐度为 32，温度和盐度地区差异显著，季节变化和周日变化较大，具有明显的陆缘海特性。除烟台近海和渤海海峡等处为不正规半日潮外，其他区域为正规半日潮。该地区的气候特点是冬季寒冷干燥，夏季温暖湿润。五大天然渔场（烟威、石岛、海州湾、连青石、吕四和大沙等）和南黄海盆地很好的油气资源远景及其他矿产资源（主要有滨海砂矿以及山东半岛近岸区发现的丰富的金刚石矿床）是黄海的优势资源。

东海是比较开阔的西太平洋边缘海，其北接黄海，西濒上海、浙江和福建等省市，南界说法之一是广东省南澳岛与台湾省南端猫头鼻连线及其延长线为界，东通过冲绳—琉球岛链与太平洋相连，面积约为 $75.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，平均深度约为 370 m，年平均水温在 $20^\circ\text{C} \sim 24^\circ\text{C}$ ，年温

差为 $7^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$ ，盐度在 34 以上，潮差为 $6\text{ m} \sim 8\text{ m}$ ，属于亚热带和温带气候。入海的江河 40 多条，其中长江、钱塘江、甌江、闽江四大水系是注入东海的主要江河，沿海岛屿众多，主要有平潭岛、舟山群岛、台湾岛、澎湖列岛、钓鱼岛等。广阔的东海大陆棚海底平坦，水质优良，又有多种水团交汇，为各种鱼类提供良好的繁殖、索饵和越冬条件，是中国最主要的良好渔场。陆架海底油气资源也十分丰富。

南海是一个深水海盆，四周几乎被大陆、岛屿包围，北接广东、广西、台湾省区，西邻越南，南邻大巽他群岛，东南邻菲律宾，南部经马六甲海峡与爪哇海、安达曼海、印度洋相通，东部经巴士海峡与太平洋相连。海底地形复杂，主要以大陆架、大陆坡和中央海盆三个部分呈环状分布。入海的河流主要有珠江、红河、湄公河、湄南河等。面积约为 $368.5 \times 10^4\text{ km}^2$ ，是渤海、黄海、东海总面积的 3 倍，平均水深约为 1 212 m，是我国海区中气候最暖和的热带深海。该地区为热带海洋性季风气候，表层水温高 ($25^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$)，年温差小 ($3^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$)，终年高温高湿，长夏无冬。南海盐度为 35，潮差为 2 m。水产资源丰富，盛产热带名贵水产，品质十分优良。鸟粪资源丰富。南海海底石油与天然气蕴藏丰富，据初步估算海底石油蕴藏量达 $2 \times 10^{10}\text{ t}$ 。

我国近海海洋综合调查与评价（下称“908 专项”）是继 20 世纪 50 年代“全国海洋普查”、80 年代“全国海岸带资源综合调查”和 90 年代“全国海岛资源综合调查”、“我国专属经济区和大陆架勘测研究”之后，又一次规模大、时间长、项目多、内容丰富的近海海洋综合调查与评价专项工作，涉及海域范围面积达 $67.6 \times 10^4\text{ km}^2$ 左右。由国家海洋局第一海洋研究所、第二海洋研究所、第三海洋研究所、北海分局、东海分局、南海分局，中国科学院南海海洋研究所，中国海洋大学、厦门大学等高等院校和沿海各省市的科技力量，分别承担自北向南分成的 9 个国家级调查区块和 11 个省市级调查区的调查研究工作，先后动用了我国目前先进的海洋调查船 13 艘及若干民船，于 2006 年 7 月 14 日至 2007 年 12 月 29 日完成了夏、冬、春、秋四季各区块间准同步调查（详见附表 A1），获得了各季度海洋水文、海洋化学、海洋生物、海底沉积物、海洋放射性核素、海洋大气的完整资料，为弄清我国海洋资源、海洋承载力、海洋质量状况、海洋经济可持续发展和实践基于生态系统的海洋区域管理提供了最有力的科学支撑；对实现海洋经济可持续发展，强化海域使用管理，保护海洋生态环境，提升我国的海洋防灾、减灾能力，使我国成为海洋强国具有重要的现实意义和长远的历史意义。

本项研究受到908专项的“我国近海海洋化学调查研究”(908—ZC—I—03)和“近岸海洋环境质量变化趋势评价与控制技术研究”(908—02—02—01)两个项目资助。本项研究收集了国家和沿海省市908专项近海海域的海水化学、沉积化学、大气化学和生物质量的现状调查资料,绘制了各介质中海水化学、沉积化学、大气化学和生物质量各要素平面分布图;运用数理统计和概率分析方法对各介质中各要素的含量进行概率分布的拟合检验和可靠性检验,剔除异常值,求出浓度范围、平均值和背景值,并对其进行分析;以《海水水质标准》(GB 3097—1997)、《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)和《环境空气质量标准》(GB 3095—1996)为评价依据,分别计算出各介质中各要素的质量评价指数和超标率,采用多参数综合评价指数法和单因子质量评价指数法,分析评价了海洋中各介质的环境质量现状和特征。

本项研究的成果能在不同尺度(包括各省市沿岸海域、海区和海域三个尺度)反映我国近海海域环境质量现状,为决策者和公众提供简单明了的海洋环境质量的空间和时间分布信息,可为保护海洋生态环境和人类健康,为政府制定海洋资源开发利用、海洋环境保护规划和海域使用管理办法等提供科学依据。

编 者

目次

中国近海海洋环境质量现状与背景值研究

第1章 调查研究概况	(1)
1.1 调查范围与站位布设	(1)
1.2 调查时间	(1)
1.3 调查内容与检测分析方法	(2)
1.3.1 调查内容	(2)
1.3.2 采样层次与方法	(2)
1.3.3 检测方法	(3)
1.4 仪器设备的性能和运转条件	(3)
1.5 全程的质量控制	(3)
1.5.1 前期准备	(3)
1.5.2 质量控制过程	(4)
第2章 近海海洋化学数据处理与环境质量评价方法	(5)
2.1 近海海洋化学数据收集和分类	(5)
2.2 近海海洋化学数据处理	(5)
2.2.1 近海海洋化学数据中离群数据的检验处理	(5)
2.2.2 近海海洋环境质量数据统计特征	(6)
2.3 环境质量评价方法概述	(6)
2.3.1 环境质量评价数据的筛选	(6)
2.3.2 单项评价指标的计算方法	(8)
2.3.3 综合评价指数的计算方法	(8)
2.3.4 环境质量评价方法	(9)
第3章 近海海洋环境质量现状与评价	(10)
3.1 近海海水水质	(10)
3.1.1 近海海水水质现状与评价	(10)

3.1.2	近海海水水质综合评价	(68)
3.2	近海海域沉积物质量	(74)
3.2.1	近海海域沉积物质量现状与评价	(74)
3.2.2	沉积物质量现状综合评价	(96)
3.3	近海海洋大气环境质量	(98)
3.3.1	近海海洋大气质量现状与评价	(98)
3.3.2	近海大气化学环境质量综合评价	(128)
3.4	近海海区海洋生物质量现状与评价	(130)
3.4.1	近海海区生物体中铜	(130)
3.4.2	近海海区生物体中铅	(132)
3.4.3	近海海区生物体中锌	(132)
3.4.4	近海海区生物体中镉	(135)
3.4.5	近海海区生物体中铬	(135)
3.4.6	近海海区生物体中汞	(138)
3.4.7	近海海区生物体中砷	(140)
3.4.8	近海海区生物体中石油类	(140)
3.4.9	近海海区生物体中六六六	(142)
3.4.10	近海海区生物体中滴滴涕	(143)
3.4.11	近海海区生物体中多氯联苯	(146)
3.4.12	近海海区生物体中多环芳烃	(146)
第4章	背景值	(148)
4.1	背景值的计算方法	(148)
4.2	近海海水环境要素的背景值	(149)
4.2.1	海水中 pH 值的背景值	(149)
4.2.2	海水中总碱度的背景值	(149)
4.2.3	海水中溶解氧的背景值	(150)
4.2.4	海水中总无机氮的背景值	(150)
4.2.5	海水中活性磷酸盐的背景值	(151)
4.2.6	海水中活性硅酸盐的背景值	(151)
4.2.7	海水中总溶解态磷的背景值	(152)
4.2.8	海水中总磷的背景值	(153)
4.2.9	海水中总溶解态氮的背景值	(153)
4.2.10	海水中总氮的背景值	(154)
4.2.11	海水中总有机碳的背景值	(154)
4.2.12	海水中悬浮物的背景值	(154)

4.2.13	海水中铜的背景值	(155)
4.2.14	海水中铅的背景值	(155)
4.2.15	海水中锌的背景值	(155)
4.2.16	海水中镉的背景值	(156)
4.2.17	海水中铬的背景值	(157)
4.2.18	海水中汞的背景值	(157)
4.2.19	海水中砷的背景值	(157)
4.2.20	海水中石油类的背景值	(158)
4.3	近海沉积环境要素的背景值	(159)
4.3.1	沉积物中总氮的背景值	(159)
4.3.2	沉积物中总磷	(159)
4.3.3	沉积物中氧化还原电位	(160)
4.3.4	沉积物中总有机碳	(160)
4.3.5	沉积物中硫化物	(161)
4.3.6	沉积物中铜	(161)
4.3.7	沉积物中铅	(162)
4.3.8	沉积物中锌	(162)
4.3.9	沉积物中铬	(163)
4.3.10	沉积物中镉	(163)
4.3.11	沉积物中汞	(164)
4.3.12	沉积物中砷	(164)
4.3.13	沉积物中石油类	(165)
4.4	近海海洋大气环境要素背景值	(165)
4.4.1	海洋大气中二氧化碳	(165)
4.4.2	海洋大气中甲烷	(166)
4.4.3	海洋大气中氧化亚氮	(166)
4.4.4	海洋大气中氮氧化物	(166)
4.4.5	海洋气溶胶中总悬浮颗粒物	(167)
4.4.6	海洋气溶胶中铵	(168)
4.4.7	海洋气溶胶中硝酸盐	(168)
4.4.8	海洋气溶胶中磷酸盐	(168)
4.4.9	海洋气溶胶中硫酸盐	(169)
4.4.10	海洋气溶胶中总碳	(169)
4.4.11	海洋气溶胶中钾	(170)
4.4.12	海洋气溶胶中钠	(170)

4.4.13	海洋气溶胶中钙	(171)
4.4.14	海洋气溶胶中镁	(171)
4.4.15	海洋气溶胶中铝	(171)
4.4.16	海洋气溶胶中铁	(172)
4.4.17	海洋气溶胶中铜	(173)
4.4.18	海洋气溶胶中铅	(173)
4.4.19	海洋气溶胶中锌	(174)
4.4.20	海洋气溶胶中镉	(174)
4.4.21	海洋气溶胶中钒	(174)
4.4.22	海洋气溶胶中甲基磺酸盐	(175)
第5章	全国沿海省市海区海洋化学环境质量现状与评价	(176)
5.1	全国沿海省市海区海洋化学要素评价	(176)
5.1.1	全国沿海省市海区海水常规化学要素评价	(176)
5.1.2	全国沿海省市海区海水表层重金属评价和比较	(181)
5.1.3	全国沿海省市海区海洋沉积环境要素评价	(184)
5.1.4	全国沿海省市海区海洋生物质量要素评价	(192)
5.1.5	全国沿海省市海区大气化学要素分布	(197)
5.2	全国沿海省市海区海洋化学要素变化趋势	(206)
5.2.1	海水总无机氮变化趋势	(206)
5.2.2	海水活性磷酸盐变化趋势	(210)
5.2.3	海水石油类变化趋势	(215)
5.3	海洋沉积物质量变化趋势	(219)
5.4	海洋生物质量变化趋势	(221)
5.5	小结	(222)
5.5.1	沿海省市海区海水化学环境质量状况	(222)
5.5.2	沿海省市海区沉积化学环境质量状况	(223)
5.5.3	沿海省市海区海洋生物质量状况	(223)
5.5.4	大气环境质量状况	(224)
5.5.5	海水主要环境要素变化趋势	(225)
5.5.6	海洋沉积物质量变化趋势	(225)
5.5.7	海洋生物质量变化趋势	(225)
第6章	结语	(226)
6.1	近海海洋环境质量现状评价	(226)
6.1.1	近海海水水质现状评价	(226)
6.1.2	近海沉积物环境质量现状评价	(235)

6.1.3 近海海洋大气环境质量现状评价	(237)
6.2 近海海洋环境要素背景值研究	(239)
6.2.1 近海海水环境要素背景值	(239)
6.2.2 近海沉积物化学要素环境背景值	(241)
6.2.3 近海大气化学要素环境背景值	(243)
6.3 全国沿海省区海域环境质量现状与变化趋势评价	(244)
6.3.1 沿海省区海域海水水质现状及变化趋势评价	(244)
6.3.2 沿海省区海域沉积物质量现状与变化趋势评价	(244)
6.3.3 沿海省区海域生物质量现状与变化趋势评价	(245)
6.3.4 沿海省区海域大气环境质量现状评价	(246)
第7章 近海海洋环境保护建议	(247)
参考文献	(249)
附录	
附表 A1 中国近海 908 专项各区块调查时间	(251)
附表 A2 海水化学样品测试方法	(253)
附表 A3 海洋沉积化学样品测试方法	(254)
附表 A4 海洋大气化学样品测试方法	(255)
附表 A5 生物残毒分析测试方法	(255)
附表 B1 国家 908 专项渤海海水各化学要素统计特征值	(256)
附表 B2 国家 908 专项黄海海水各化学要素统计特征值	(258)
附表 B3 国家 908 专项东海海水各化学要素统计特征值	(260)
附表 B4 国家 908 专项南海海水各化学要素统计特征值	(262)
附表 B5 中国近海各海域沉积物中各要素统计特征值	(266)
附表 B6 中国渤海海域大气中各要素的统计特征值	(267)
附表 B7 中国黄海海域大气中各要素的统计特征值	(269)
附表 B8 中国东海海域大气中各要素的统计特征值	(271)
附表 B9 中国南海海域大气中各要素的统计特征值	(273)
附表 C1 国家 908 专项渤海海水水质评价指数	(275)
附表 C2 国家 908 专项黄海海水水质评价指数	(276)
附表 C3 国家 908 专项东海海水水质评价指数	(277)
附表 C4 国家 908 专项南海海水水质评价指数	(278)
附表 C5 中国近海海域水化学要素质量评价指数	(279)
附表 C6 中国近海海域水体环境化学要素质量评价指数	(281)
附表 C7 中国近海各海域沉积化学要素质量评价指数	(283)
附表 C8 中国近海海域沉积化学要素质量评价指数	(284)

附表 C9	中国近海各海域大气化学要素质量评价指数	(285)
附表 C10	中国近海海域大气化学要素质量评价指数	(287)
附表 D1	中国近海各海域海水化学要素背景值	(288)
附表 D2	中国近海海域沉积化学要素背景值	(288)
附表 D3	中国近海海域大气化学要素背景值	(288)
附表 E1	全国沿海省(区)海水常规化学要素调查统计	(289)
附表 E2	全国沿海省(区)海水重金属调查统计	(295)
附表 E3	全国沿海省(区)海洋沉积环境调查统计	(297)
附表 E4	全国沿海省(区)海洋生物质量调查统计	(300)
附表 E5	全国沿海省(区)大气化学要素调查统计	(301)

第 1 章 调查研究概况

1.1 调查范围与站位布设

根据 908 专项任务要求和有关规范（暨卫东等，2006；国家质量技术监督局，1998），在近海约 $67.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 左右的海域范围内，共布设了国家 908 专项 966 个海水化学大面观测站、各沿海省市还在沿岸海域增加了 514 个观测站，全海域共计 1 480 个测站，调查站位分布及区块划分如图 1.1 所示。各区块内的调查站个数见附表 A1。

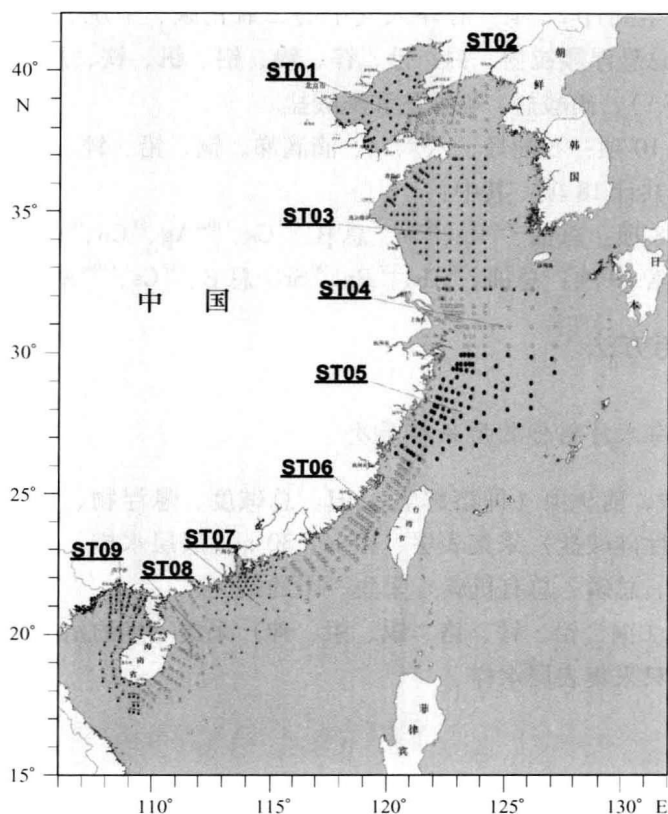


图 1.1 国家 908 专项近海海洋环境调查站位分布

1.2 调查时间

2006 年 7 月 14 日至 2007 年 12 月 29 日完成了夏、冬、春、秋四季各区块间准同步调查

(详见附表 A1)。

1.3 调查内容与检测分析方法

1.3.1 调查内容

908 专项调查内容丰富,对近海和各省市沿岸海域的水质、底质、大气、生物体进行了全面调查,观测的化学项目多达 89 项(见附表 A2 至附表 A5)。

(1) 海水化学共计 22 项:溶解氧、pH、总碱度、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐、溶解态氮、溶解态磷、总氮、总磷、总有机碳、石油类、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷。

(2) 沉积物化学共计 17 项:硫化物、有机碳、总氮、总磷、氧化还原电位(Eh)、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、石油类、六六六、滴滴涕、多氯联苯(PCBs)和多环芳烃(PAHs)。

(3) 海洋大气化学共计 22 项:海洋大气中的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和氮氧化物。海洋大气气溶胶中的总悬浮颗粒物、铜、铅、锌、镉、铝、钒、铁、总碳、钾、钠、铵、钙、镁、甲基磺酸盐(MSA)、硝酸盐、硫酸盐和磷酸盐。

(4) 生物质量共 10 项:石油烃、六六六、滴滴涕、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷。

(5) 放射性化学共计 18 项,其中:

海水放射性要素 8 项:总铀、 ^{226}Ra 、 ^{90}Sr 、总 β 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 。

沉积物放射性要素 10 项:总铀、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{90}Sr 、总 β 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{40}K 。

1.3.2 采样层次与方法

1) 海水化学、海水放射性物质采样层次

海水化学 22 项中,前 9 项(即溶解氧、pH、总碱度、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐)采集表层、10 m、30 m、底层水样,其中的 5 项(即溶解态氮、溶解态磷、总氮、总磷、总有机碳)采集一半的站位。

石油类、重金属(铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷)采集一半的站位,只采集表层水样。

海水放射性物质只采集表层水样。

2) 沉积物化学

随底栖生物采样,底栖生物第一抓斗样品用专用采泥器采集少部分泥样,测定 Eh 后装入塑料袋冷冻保存。

3) 海洋大气化学的采样方法

气溶胶采用大气自动采样器采样。

大气二氧化碳采用红外二氧化碳分析仪直接采样。大气甲烷和氧化亚氮采用 SVF-15 管瓶(直径为 27 mm,高度为 55 mm,容积为 17.5 mL)采样。氮氧化物采用多孔玻板吸收瓶采样。

4) 生物质量样品采集

低潮时, 在采样点采集。

1.3.3 检测方法

1) 海水化学样品测试方法

海水化学样品测试方法 (中国国家标准化管理委员会, 2007; 暨卫东等, 2006; 国家质量技术监督局, 1998; 海洋化学海化教研室, 1993; 陈国珍, 1990) 见附表 A2。

2) 沉积物化学样品测试方法

海洋沉积物化学样品测试方法 (中国国家标准化管理委员会, 2007; 暨卫东等, 2006; 国家质量技术监督局, 1998) 见附表 A3。

3) 海洋大气化学样品测试方法

海洋大气化学样品测试方法 (国家海洋局, 2002; 国家质量技术监督局, 1991) 见附表 A4。

4) 生物质量样品测试方法

生物质量样品测试方法 (中国国家标准化管理委员会, 2007; 暨卫东等, 2006; 国家质量技术监督局, 1998) 见附表 A5。

5) 放射性物质样品测试方法

放射性物质样品测试方法 (国家质量技术监督局, 1991)。

1.4 仪器设备的性能和运转条件

本项研究先后动用了我国目前先进的海洋调查船 13 艘及若干民船, 它们是: 中国海监 17 号、46 号、49 号、53 号、71 号、73 号、83 号, 东方红 2 号、科学一号、北斗号、延平 2 号、实验 2 号, 实验 3 号 (见附表 A1)。

所有化学项目所需的仪器设备均严格按照计量认证的有关要求 (海洋监测质量保证手册编委会, 2000) 执行, 对在 908 专项调查工作中将使用的所有该检定的计量器具 (仪器设备), 进行了检定或比对校准工作, 保证了所用仪器设备的性能和运转条件良好。

1.5 全程的质量控制

1.5.1 前期准备

项目确定后, 各主持单位和参加工作的有关实验室, 根据国家海洋局 908 专项办的要求