

中国海岸带和海涂资源 综合调查专业报告集

海水化学调查报告

全 国 海 岸 带 办 公 室
《 海 水 化 学 调 查 报 告 》 编 写 组



海 洋 出 版 社

中国海岸带和海涂资源综合 调查专业报告集 海水化学调查报告

全国海岸带办公室
《海水化学调查报告》编写组

海洋出版社

1990年·北京

内 容 简 介

本书是历时七年的全国海岸带和海涂资源综合调查中海水化学专业调查研究报告。

全书分两大部份，第一部份为总论，阐述了全国沿岸海水中溶解氧、pH、磷酸盐、硅酸盐、硝酸盐等在空间分布和时间变化上的特征，指出了影响海水化学特征的自然因素，提出了海水化学与生物资源开发利用的建议，并对海区的初级生产力作了估算。第二部份为分论，针对具体情况，对沿海10个省（区）、市沿岸海水化学进行了论述。

本书内容丰富，是我国第一部比较系统的海岸带海水化学研究报告，是从事海洋、水产、经济、环境保护等部门的科研、教学、管理人员的很好参考书。

（内 部 发 行）

中国海岸带和海涂资源综合调查专业报告集

海水化学调查报告

全国海岸带办公室

《海水化学调查报告》编写组

海洋出版社出版（北京市复兴门外大街1号）

海洋出版社发行处发行

中国水产科学研究院南海水产研究所

劳动服务公司印刷厂印刷

开本：16 印张：19 $\frac{3}{4}$ 字数：489千字

1990年4月第一版 1990年4月第一次印刷

印数：1—1000册

海水化学调查报告

主 编 顾宏堪

副 主 编 孙秉一 韩舜鹰 林家堪

温瑞洲 王玉衡

编写成员

辽宁省 韦兴平

河北省 温瑞洲

天津市 张子进 杨庆霄

山东省 孙秉一

江苏省 陈永德

上海市 杨鸿山 姚佑寰

浙江省 唐友仁 王玉衡

福建省 林家堪

广东省 韩舜鹰

广西壮族自治区 何本茂

总 编 辑 唐永奎

秘 书 谢镜明 王 盈 曾穗生

编 辑 加 工 程庆贤

附图绘编人员 温伟英 张云英

校 对 陈冠平 唐永奎 马应良

责 任 编 辑 温宗文

中国海岸带和海涂资源综合 调查专业报告集

总 目 录

气候调查报告

水文调查报告

海水化学调查报告

地质调查报告

地壤与第四纪地质调查报告

土壤调查报告

植被调查报告

林业调查报告

海洋生物调查报告

环境质量调查报告

土地利用现状调查报告

社会经济调查报告

制图专业报告

海水化学调查报告

目 录

第一篇 总 论

第一章 前 言	(1)
第二章 影响海水化学特征的自然因素	(5)
一、海洋水动力状况	(5)
二、河川径流	(9)
三、气温和水温	(12)
四、盐度	(14)
五、海洋生物	(16)
第三章 pH和溶解氧	(20)
一、pH	(20)
二、溶解氧	(31)
第四章 营养盐	(54)
一、磷酸盐	(54)
二、硅酸盐	(76)
三、硝酸盐	(86)
第五章 海水化学与资源开发	(97)
一、海水的综合利用	(97)
二、海水化学分区与水产养殖	(98)
三、海水化学与初级生产力	(101)
四、对开展海水化学研究的建议	(105)

第二篇 分 论

第六章 辽宁省	(106)
一、概述	(106)
二、溶解氧	(107)
三、pH	(110)

四、磷酸盐	(113)
五、评价和建议	(117)
第七章 河北省	(119)
一、概述	(119)
二、溶解氧	(119)
三、pH	(123)
四、磷酸盐	(125)
五、硝酸盐、亚硝酸盐及铵盐	(127)
六、海水化学特征及其评价	(133)
第八章 天津市	(136)
一、概述	(136)
二、溶解氧	(136)
三、pH	(139)
四、磷酸盐	(140)
五、硅酸盐	(143)
六、硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐	(144)
七、建议	(146)
第九章 山东省	(147)
一、概述	(147)
二、溶解氧	(148)
三、pH	(151)
四、磷酸盐	(155)
五、硅酸盐	(158)
六、硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐	(160)
七、建议	(165)
第十章 江苏省	(166)
一、概述	(166)
二、pH	(166)
三、溶解氧	(168)
四、磷酸盐	(171)
五、硝酸盐和亚硝酸盐	(173)
六、建议	(176)
第十一章 上海市	(177)
一、概述	(177)
二、pH	(180)

三、溶解氧	(183)
四、磷酸盐	(188)
五、硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐	(193)
六、硅酸盐	(199)
七、评价和建议	(199)

第十二章 浙江省

一、概述	(200)
二、溶解氧	(200)
三、pH	(212)
四、磷酸盐	(217)
五、硅酸盐	(223)
六、硝酸盐	(229)
七、评价和建议	(235)

第十三章 福建省

一、概述	(237)
二、溶解氧	(237)
三、pH	(243)
四、磷酸盐	(246)
五、硅酸盐	(251)
六、硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐	(252)
七、评价和建议	(259)

第十四章 广东省

一、概述	(262)
二、溶解氧	(263)
三、pH	(268)
四、磷酸盐	(270)
五、硅酸盐	(275)
六、评价和建议	(277)

第十五章 广西壮族自治区

一、概述	(280)
二、溶解氧	(281)
三、pH	(285)
四、磷酸盐	(291)
五、硅酸盐	(295)
六、硝酸盐和亚硝酸盐	(303)
七、评价和建议	(306)

第一篇 总 论

第一章 前 言

海岸带和海涂资源综合调查是《一九七九年——一九八五年全国科学技术规划发展纲要》的第一项和第二十四项研究项目中的重点课题。根据国务院1979年(79)国科发二字465号文和(80)国科发二字381号文,全国成立海岸带和海涂资源综合调查领导小组、技术指导组以及办公室,沿海10个省(区)、市也成立相应机构,领导和组织全国海岸带和海涂资源综合调查。全国技术指导组下分13个专业组,其中海化环保专业组由15人组成,中山大学唐永鑫教授任组长,中国科学院海洋研究所顾宏堪研究员任副组长。

根据全国技术指导组第五次(扩大)会议精神,1984年9月中旬在广州召开全国海化、环保专业组扩大会议,会议拟定了全国海化调查报告编写组织、提纲和经费,1986年11月1日至15日在广州中山大学召开全国海化、环保调查报告编写会议,会议基本完成全国海化调查报告草稿。

本报告是在各省海化专业报告的基础上编写而成,是广大海化专业人员多年劳动的共同成果,在报告编写过程中,中山大学环境科学研究所谢镜明、曾穗生等同志做了大量的工作。

本报告于1987年经专家评审后,再度修改定稿。

全国海岸带海水化学调查以省(区)、市为单位进行。每个省(区)、市均成立专业的专业队伍进行该项工作,参加单位及主要负责人如下:

参 加 单 位		主要负责人
辽宁省	国家海洋局海洋环境保护研究所	韦兴平
河北省	国家海洋局北海分局	温瑞洲
天津市	塘沽环境保护监测站	张子进
山东省	山东海洋学院	孙秉一 史致丽
	中国科学院海洋研究所	马锡年 刁焕祥
	国家海洋局北海分局	张竹琦
江苏省	江苏省水产研究所	陈永德
上海市	中国水产科学研究院东海水产研究所	杨鸿山
	上海市水产研究所	秦如江
浙江省	国家海洋局第二海洋研究所	王玉衡
福建省	国家海洋局第三海洋研究所	黄尚高
广东省	中国科学院南海海洋研究所	韩舞鹰
	国家海洋局南海分局	王明彪
广西壮族自治区	广西海洋研究所	何本茂

铵盐的测定。山东省增加总氮的测定。此外，一些省(区)、市的海化调查专业队与海洋水文专业队外业不是同时进行，还测定了温度和盐度。

海洋化学的研究，已经发展到了探索海水中痕量物质的存在形式，及其与大气、河水、沉积物及生物体之间的界面交换。然而，对于海水的 O_2 、pH、 PO_4-P 、 SiO_3-Si 、 NO_3-N 等常规项目，则仍然在目前的海洋调查中经常被观测。现代化的海水水质观测系统，除CTD外，探头中常带有 O_2 及pH传感器，离子计带有pH及 NO_3^- 等电极。新出版的海水分析专著，也免不了仍要描述这些项目的分析。并且，仍有论文在研究它们的测定方法。

之所以如此，是由于海水 O_2 、pH及营养盐仍然是现代海洋化学研究中的重要参数。海水夏季 O_2 垂直分布最大值系由冬季保持而来表明，海水垂直运动穿透密跃层无重要性。大洋溶解金属的垂直分布呈营养盐型，并与 O_2 、pH相关，然而金属自由离子垂直均匀表明其机理不同。河口Fe等物质转移受pH的影响，而河水中有机质高含量会造成河口外富营养化。底层海水缺乏 O_2 及间隙水低pH，表明沉积物中有机物大量分解，和生成金属硫化物。海水、沉积物界面有重要的物质交换，沉积物化学体系离热力学平衡状态愈近，pH-Eh各愈能示明体系中物质的形式组成。海底热液物质形式的转移也一样，其重要参数不只是温度。海水—生物体界面交换，由于涉及生命及酶系统而非常复杂。活海带富集碘而死海带不能，在海水中富集而在淡水中释出。显然，介质的pH是重要的。在

表 1-2 海水化学要素分析方法

项 目	分 析 方 法	测 试 手 段	精 密 度	最大分析误差
溶 解 氧	碘量滴定法 (winkler法)	溶解氧滴定法	$0.06\text{mlo}_2/1$	$< +0.03\text{mlo}_2/1$
pH	电 位 法	PHS—3 型pH计	0.02pH单位	0.02pH单位
碱 度	过量酸中和、电位法	同上	0.02pH单位	$<0.05\text{meq/L}$
活性磷酸盐	磷钼兰法	HWC 3—2 型 船用分光光度计	0.020 A	$< 5\%$
活性硅酸盐	硅钼黄法	“	0.010 A	$< 5\%$
硝 酸 盐	锌—镉还原法	“	0.030 A	$<15\%$
亚 硝 酸 盐	重氮—偶氮法	“	0.010 A	$< 5\%$
铵	次溴酸钠氧化法	“	0.030	$<20\%$

第二章 影响海水化学特征的自然因素

这次海水化学调查项目计有酸碱度(pH)、溶解氧和磷酸盐等营养盐。pH和溶解氧等含量及其在时间和空间上的变化和分布主要取决于下列因素：海洋水动力、河川迳流及其物质组成、气温和海水温度、盐度与海洋生物活动等。

一、海洋水动力状况

我国海岸位于太平洋西岸，其接连海区包括渤海、黄海、东海、南海及台湾省东侧太平洋海区，海岸线长达18000多公里，大小岛屿6000多个。这次调查范围一般在大陆岸线至20米水深之间，个别海区达到水深50米。

渤海位于 $37^{\circ}11'$ 至 $41^{\circ}N$ 、 $117^{\circ}30'$ — $122^{\circ}20'E$ ，面积为7.7万平方公里，平均水深18米，容量约1400立方公里。渤海海水通过渤海海峡6个水道与黄海水交换。其中老铁山水道宽40公里，最深70米。

黄海与渤海通常以老铁山岬至蓬莱角一线为分界。黄海位于 $30^{\circ}41'$ 至 $39^{\circ}50'N$ 、 $119^{\circ}20'$ 至 $126^{\circ}51'E$ ，面积约38万平方公里，平均水深为44米，最大深度为140米，为一半封闭大陆架浅海。通常以山东成山角至朝鲜半岛西岸长山串的连线为界，将黄海分为南、北两部，北黄海平均水深38米，南黄海46米。黄海以长江口北角至济州岛西南角连线与东海分界。

东海介于 23° 至 $33^{\circ}10'N$ 和 $117^{\circ}11'$ 至 $131^{\circ}E$ 之间，海域比较开阔，面积77万平方公里，平均水深370米，其中冲绳海槽最深可达2719米。海底地形比较复杂，长江口外有一个水下巨大三角洲，向北延伸，几与古黄河水下三角洲连成一片。在东南海面以福建诏安的官古半岛至台湾鹅銮鼻连线与南海分界。

南海是一个比较完整的深海盆地，四周几乎被大陆、半岛和岛屿所包围，面积350万平方公里，平均水深1212米，最大水深5557米，通过海峡与邻近大洋和缘海进行海水交换。



图 2-1 中国近海表层海流示意图(8月)

1. 黑潮; 2. 台湾暖流; 3. 对马暖流;
4. 黄海暖流; 5. 黄海沿岸流;
6. 东海沿岸流; 7. 南海季风漂流。

(一) 海流

我国近海海流基本上被两大海流系统所控制，一是来自北太平洋的黑潮暖流系统，一是包括沿岸流和季风漂流在内的海流系统。

从图2-1可以看出黄海和东海主要是由黑潮暖流和沿岸流组成的气旋式的海流系统所控制,南海主要是由季风漂流系统控制。

1、渤海

渤海海流具有风海流性质,冬半年在偏北风控制下,表层海水流向与风向基本一致,流向东南,而在较深底层却流向西北。此决定着冬半年渤海表层pH有北高南低的趋势,而溶解氧和磷酸盐含量整个海区差异不大。由于冬半年季风浪大,垂直混合较均匀,在浅层为垂直变化不明显。

夏季渤海流场由三股海流组成,即为黄海暖流、辽东沿岸流和渤海沿岸流。其中黄海暖流在其中左右着流场的变化。它们在渤海内形成反时针方向的环流。因此,渤海夏季pH和溶解氧含量整个海区差异不大,但磷酸盐含量明显自沿岸向浅海逐渐降低。由于温度垂直变化明显,海水化学要素垂直变化也较大。

2、黄海

北黄海沿岸和浅海主要受沿岸流影响,流向全年变化不大,近岸偏东,远岸偏南,因此,海水化学各要素含量的等值线几乎与岸线平行。营养盐含量自沿岸向近海降低。溶解氧含量空间变化取决于海水温度分布,由于冬季海水温度自沿岸向近海增高,溶解氧含量沿岸高,近海低,夏季相反,近海高,沿岸低。

南黄海受沿岸流和黄海暖流的影响。冬季由于黄海暖流南退,主要受沿岸流影响,流向偏南,从东南转向西南。春季黄海暖流北上,此时南黄海流场比较乱,在山东半岛南面出现涡旋。夏季在黄海暖流和沿岸流共同作用下,流场形势如图2-1所示。因此,在南黄海沿岸和近海的海水化学要素空间分布等值线基本与岸线平行。

3、东海

东海海流主要有台湾暖流和沿岸流。其中台湾暖流是黑潮分支,黑潮是一支高温、高盐、低营养盐和低含氧量的强大的稳定的海流。沿岸流是长江和钱塘江等冲淡水入海后与海水混合而成,其特点为低盐、含沙量高、水色混浊,透明度小和高营养盐。它们的流向及其季节变化如图2-2所示。它们的运动及其相互作用,决定着东海沿岸和近海的海水化学各要素浓度变化及其空间分布。

冬季(12至3月)东海盛行东北、西北风,台湾暖流向南退却,长江冲淡水偏南,沿岸流自长江口、杭州湾经舟山群岛迅速南下,不过由于偏北风影响,促使外海高盐水

将低盐水压向沿岸,沿岸流形成狭长带状。因此,海水化学要素浓度等值线几乎与海岸线平行,愈向外海浓度愈低,但pH相反,向岸愈低,此易于理解;硅酸盐也有相似变化,与长江冲淡水含硅酸盐高有关。



图2-2 东海沿岸流和台湾暖流示意图

夏季沿岸流转向北流,台湾暖流势力强盛,急速北上,福建和浙江南部海区为高盐水控制。不过,此时长江和钱塘江冲淡水大增,向东冲溢,促使低盐水可延伸到 123°E 附近。长江口外 123°E 以西,温度、盐度、密度和水色、透明度的等值线水平梯度较大,以东则锐减,在 123°E 附近形成一明显带状“锋区”。对不同水系的混合起着屏障作用。夏季海水化学要素在上述流场控制下,等值线仍然与岸线平行,浓度一般比冬季低,梯度大,硅酸盐和其它营养盐一样,自沿岸向外海降低,垂直变化非常明显。

4、南海

海岸带调查海区范围内,主要受沿岸流影响,它是由沿岸低盐水形成的一股地转流,位于15米等深线以浅的水域内,流速大,流向稳定,表层受季风影响。沿岸流大致以 116°E 为界,以东终年流向东北,流速0.5至1.0节,最大1.5节。以西则有季节性变化,冬季流向西南,流速0.5节,夏季流向东北,流速0.5至1.0节。在雷州半岛以东的湛江港外终年存在着一反时针方向环流,流速约0.2节,夏季比冬季稍强,雷州半岛以西的北部湾也存在环流,不过夏、秋环流顺时针方向流动,流速在1.0节以下,冬、春环流方向相反,为逆时针环流,流速为0.5节左右。

在上述流场控制下,广东省海岸带海区海水化学要素浓度等值线基本与岸线平行,除pH外,浓度几乎自沿岸向外下降。

广西北部湾因受环流影响,海水pH和溶解氧含量在整个海区差异不大,但营养盐由于部份由广东省沿岸流输入,冬季北部湾东部营养盐浓度大于西部,夏季相反,西部大于东部。

(二) 潮流

中国近海潮流来自太平洋。潮波通过琉球群岛和巴士海峡,分别进入中国的东海和南海。进入东海的主支北上,贯穿黄海和渤海,如图2-3所示。

渤海、黄海和东海以半日潮为主,南海多为全日潮。潮差2至7米。中国沿岸的差异,如图2-4所示。

潮汐作用左右着海水化学要素周日变化。

1. 渤海

渤海大部属非正规半日潮流,部分属于正规半日潮流,如天津市南堡和歧口及辽东湾中部;少数属正规日潮如神仙沟,它们对海水化学要素周日变化有很大影响,盐度、pH与潮汐曲线起伏一致;营养盐的日变化峰则常与潮汐曲线起伏相反。如图2-5所示。对溶解氧日变化影响,比较复杂,因时因地而异。



图2-3 中国近海入射潮波传播示意图
(引自刘好治等“中国近海的潮波系统”)



——蒸发量(毫米) - - - - -潮差(米)

图 2-4 中国海岸带蒸发量和潮差分布图

2. 黄海

黄海沿岸和近海属正规半日潮流区,对海水化学要素影响与渤海相似,与磷酸盐日变化之间关系,如图 2-6 所示。

3. 东海

长江口外为正规半日潮,长江口内属非正规浅海半日潮,杭州湾内属于非正规的浅海半日潮,浙江沿岸潮差较大,为中国强潮海区之一;其中以杭州湾内潮差最大,澈浦

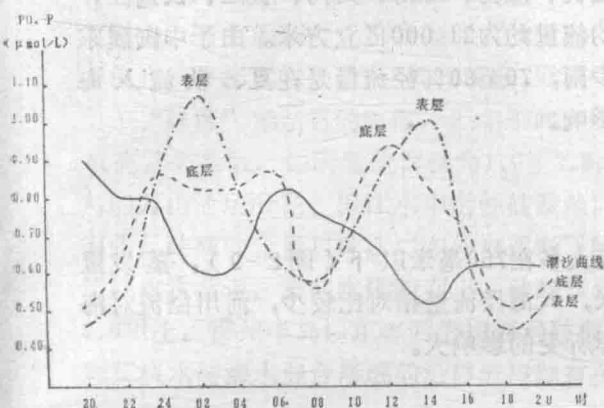


图 2-5 辽宁省锦西沿岸(61号站)潮汐和磷酸盐含量周日变化曲线(1983年8月11日—12日)

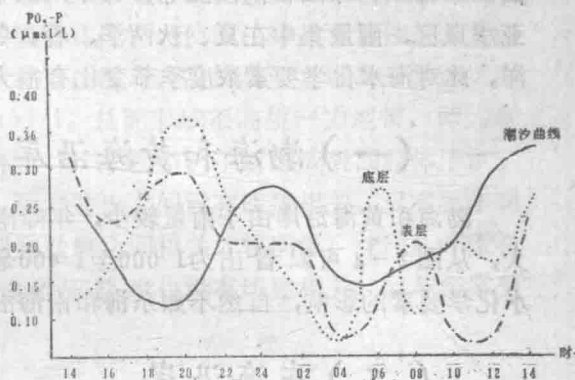


图 2-6 北黄海沿岸(大洋河口外)04号站潮汐和磷酸盐含量周日变化曲线(1983年6月1日—2日)

平均潮差为5.54米,最大潮差8.93米,福建沿岸亦为半日潮。

杭州湾潮差大,在杭州湾口海水中的硝酸盐氮和活性硅酸盐周日变化仍明显反映受潮汐作用的影响,如图2-7所示。

4. 南海

广东省沿岸海区各种潮流类型交错分布,自汕头港至红海湾东侧为不正规半日潮流。红海湾内和大亚湾口外属不正规日潮流。自大鹏湾一直到雷州湾南侧,均为半日潮流,大多为不正规半日潮。琼州海峡和海南岛沿岸以及北部湾绝大部分属于日潮流,不少海区为不正规日潮流。

潮型的特点在海水化学要素周日变化方面有明显反映,在不正规半日潮海区如汕头港、珠江口和湛江港等磷酸盐和硅酸盐含量周日变化有两个峰,峰值不等,而海南岛沿岸和北部湾却只有一个峰,夏季白天低,夜间高。

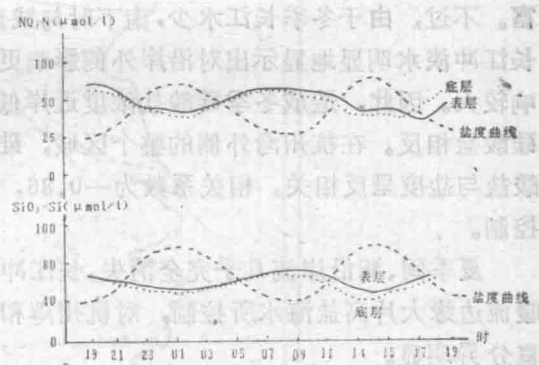


图 2-7 杭州湾口盐度与硝酸盐氮和活性硅酸盐含量起伏曲线

二、河川径流

海岸带海区海水化学组成及其变化受河川径流影响很大。由于大量淡水注入,影响沿岸的水温和盐度,pH和溶解氧含量随之变化,沿岸各种营养盐绝大部分由河流输入。河流营养盐输入量多少,决定着沿岸海水中营养盐浓度的变化。大量河川径流进入沿岸后,与海水混合,形成沿岸流,促使海区中物质重新分配,对海水化学要素浓度分布有很大影响,有时起着决定性作用。