

渤海 黄海 东海

海洋图集

化 学

P734-64

海 洋 出 版 社



渤海黄海东海海洋图集

编辑委员会

主 任 陈国珍

常务副主任 钮因义

(以下按姓氏笔画为序)

副主任

文圣常 包澄澜 关定华 吴宝玲 张瑞翔 顾宏堪

编 委

万邦和 王小南 王建文 王锦康 伍伯瑜 刘金灿 刘昭蜀 孙湘平
李全兴 李宝泰 杨华庭 陈达熙 张方俭 张金标 金翔龙 姜 富
侯文峰 郭 郭 徐汉光 黄奕普 葛有信 温宗文 戴儒光

编辑委员会秘书组

牛学勤 王泽民 孙志辉 吴焕林 赵裕明 戴儒光

EDITORIAL BOARD FOR MARINE ATLAS OF BOHAI SEA YELLOW SEA EAST CHINA SEA

CHAIRMAN Chen Guozhen

PERMANENT VICE-CHAIRMAN Niu Yinyi

VICE-CHAIRMAN

Wen Shengchang Bao Chenglan Guan Dinghua Wu Baoling Zhang Ruixiang
Gu Hongkan

MEMBERS

Wan Banghe	Wang Xiaonan	Wang Jianwen	Wang Jinkang	Wu Baoyu
Liu Jincan	Liu Zhaoshu	Sun Xiangping	Li Quanxing	Li Baotai
Yang Huating	Chen Daxi	Zhang Fangjian	Zhang Jinbiao	Jin Xianglong
Jiang Fu	Hou Wenfeng	Guo Fu	Xu Hanguang	Huang Yipu
Ge Youxin	Wen Zongwen	Dai Ruguang		

SECRETARIAL GROUP

Niu Xueqin	Wang Zemin	Sun Zhihui	Wu Huanlin	Zhao Yuming
Dai Ruguang				

海洋化学图集

编辑委员会

主 编 王玉衡

(以下按姓氏笔画为序)

副 主 编

陆赛英 黄尚高

编 委

王泽民 刘金灿 吴成基 吴焕林 陈 砚 李培根 张守法 张竹琦
赵殿琦 唐仁友 蒋国昌 谭 敏

制图编辑

王泽民 周满昌

参加编图工作的还有

马道华 王方国 尹德宜 卢美鸾 任典勇 陈国祥 宋金珠 陆鸣民
周 燕 陶正浩 董恒霖 暨卫东 樊安德

EDITORIAL BOARD FOR THE ATLAS OF MARINE CHEMISTRY

EDITOR-IN-CHIEF Wang Yuheng

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

Lu Saiying Huang Shanggao

MEMBERS

Wang Zemin	Liu Jincan	Wu Chengji	Wu Huanlin
Chen Yan	Li Peigen	Zhang Shoufa	Zhang Zhuqi
Zhao Dianqi	Tang Renyou	Jiang Guochang	Tan Min

CARTOGRAPHIC EDITORS

Wang Zemin Zhou Manchang

OTHER PARTICIPANTS IN THE COMPILATION WORK

Ma Daohua	Wang Fangguo	Yin Deyi	Lu Meiluan
Ren Dianyang	Chen Guoxiang	Song Jinzhu	Lu Mingmin
Zhou Yan	Tao Zhenghao	Dong Henglin	Ji Weidong
Fan Ande			

《渤海、黄海、东海海洋图集》

前 言

海洋在我国社会主义现代化建设中具有重要的作用，国家一贯十分重视海洋工作。早在一九五八年即曾组织各方面力量进行了全国性大规模的海洋普查。在此后的三十年间，国家海洋局及各有关部门根据国家经济建设和国防建设的需要，对我国周围海域又陆续进行了大量规模不等、内容广泛的海洋调查、监测和科学研究工作，获得了大量的调查观测资料和丰硕的科学研究成果。随着我国社会主义建设事业的发展，海洋开发活动日益增多，对海洋的管理和保护日趋迫切。根据这种形势，为满足我国海洋科学研究、开发、管理、保护、教学以及维护海洋权益的需要，并反映建国以来各有关部门在海洋调查和科学研究方面的成果，国家海洋局组织编辑出版这套《渤海、黄海、东海海洋图集》，以供各界使用。《南海海洋图集》将于以后组织编辑出版。

《渤海、黄海、东海海洋图集》由《地质及地球物理》、《化学》、《生物》、《水文》和《气候》五本专业图册组成。

为确保本套海洋图集的质量，我们尽可能搜集了国内外现有的海洋观测资料，经过校对、分析、对比和质量控制，按照以国内资料为主、国外资料为辅的原则，进行精心筛选采用。对缺乏资料的海区，国家海洋局组织了必要的海上外业补测。图集所用资料大体上截止至一九八七年底。为提高本套图集的整体性，我们从资料处理、分析、评价的方法与标准到图集的内容、格式、表现方法等方面，均作了统一的规定。要求做到科学性、系统性、实用性的统一，在保证科学性前提下力求美观。

参加本套海洋图集编辑出版工作的有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、海洋科技情报研究所、海洋环境保护研究所、东海分局、北海分局、海洋环境预报中心、海洋出版社等单位。编辑工作得到中国科学院海洋研究所、南海海洋研究所，青岛海洋大学，地质矿产部石油地质海洋地质局，以及农业、交通、石油等部门和其他高等院校的热情支持和大力协助，特此致以衷心的感谢。对图集中存在的不足，热诚希望给予批评指正。

《渤海、黄海、东海海洋图集》编辑委员会

一九八九年七月

Preface

As the ocean plays an important role in China's socialist modernization drive, the Chinese government has all along attached great importance to the marine undertaking. As early as in 1958, a nationwide, large-scale marine survey was conducted, mustering strength from all walks of life. In the subsequent 30 years, the State Oceanic Administration of China (SOA) and the relevant organizations, in the light of the needs of the national economic construction and the national defence, have successively carried out a large amount of marine survey, marine monitoring and scientific research on various scales and with substantial content in the surrounding waters of China, and obtained great quantities of surveying and observational data, and rich scientific research results. With the development of China's construction, activities of ocean development are growing day by day, which makes the management and protection of the ocean increasingly urgent. In the light of this situation, and, in order to meet the needs in China's marine research, development, management, protection, education as well as safeguarding of rights and interests in marine affairs, SOA sponsored the editing and publishing of this series of "Marine Atlas of the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea". This series also reflects the achievements in marine surveys and research made by other departments concerned since the founding of the People's Republic of China. The "Marine Atlas of the South China Sea" will come off later.

"Marine Atlas of the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea" consists of five sub-atlases: "Geology and Geophysics", "Chemistry", "Biology", "Hydrology" and "Climatology".

To ensure the quality of this series, we have collected as far as possible the marine observational data available both at home and abroad, which, through checking, analysis, comparison and quality control, have been carefully selected and adopted, on the principle of relying mainly on the domestic data while making the external data subsidiary. SOA had organized activities to make supplementary observation of the sea regions lacking data. The data used in this Atlas are basically as of the end of 1987. To achieve the integrity of the series, unified rules have been formulated in terms of the contents, formats and elements description of the Atlas as well as the methods and standards for the data processing, analysis and evaluation. The unity of the Atlas has been required to be scientific, systematic and practical and we have done our best to make it artistic while ensuring its authenticity.

Participants in the work of editing and publishing of the Atlas are the First Institute of Oceanography, the Second Institute of Oceanography, the Third Institute of Oceanography, the Institute of Marine Scientific and Technological Information, the Institute of Marine Environmental Protection, the East Sea Branch, the North Sea Branch, the National Research Center for Marine Environmental Forecasts, the China Ocean Press, etc., of SOA. The editing work has been enthusiastically and energetically supported by the Institute of Oceanology, the South China Sea Institute of Oceanology, of Academia Sinica, the Qingdao Ocean University, and the Bureau of Petroleum and Marine Geology of the Ministry of Geology and Mineral Resources as well as agricultural, transport and petroleum sectors and other related universities. We hereby extend to them our hearty thanks. Comments and criticisms on the shortcomings of the Atlas will be warmly welcome.

Editorial Board
July, 1989

说 明

一、图幅内容和范围

本图册编绘了海洋化学要素图件 241 幅，项目包括溶解氧含量、溶解氧饱和度、活性磷酸盐、活性硅酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、pH 值和总碱度，是渤海、黄海、东海海区海洋化学的基础性图册。

海区范围为 23°~41°N，117°11′E 以东至琉球群岛弧线的广阔海区，总面积约 120 万平方公里。图册编绘使用墨卡托投影，基准纬线为 30°N，工作底图比例尺 1:3 500 000。

二、资料来源和质量控制

项 目	符 号	单 位	方 法	准 确 度
溶解氧	DO	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	碘量法	5.3×10^{-3}
活性磷酸盐	$\text{PO}_4\text{—P}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	磷钼兰法	$0.2 \pm 15\%$ $2.0 \pm 3.5\%$
活性硅酸盐	$\text{SiO}_3\text{—Si}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	硅钼黄法	$20 \pm 5.0\%$ $100 \pm 3.0\%$
硝酸盐	$\text{NO}_3\text{—N}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	铈—镉还原法	$2.0 \pm 7.5\%$ $10 \pm 3.0\%$
亚硝酸盐	$\text{NO}_2\text{—N}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	重氮—偶氮法	$0.5 \pm 5.0\%$ $1.0 \pm 3.0\%$
pH	pH	pH	pH 电测法	± 0.02
总碱度	ALK	$\text{mmol} / \text{dm}^3$	过量酸中和,pH 电测法	$1.5 \pm 3.5\%$ $2.2 \pm 2.5\%$

三、编绘方法

溶解氧、pH 值资料取 10 年算术平均值，其他项目采用单航次调查资料，并剔除异常值，绘制了每种化学要素的平面分布图（表层、10m、20m、30m、底层）、断面分布图、典型站位化学要素垂直分布图和季节变化图。在平面分布图前附有渤海、黄海、东海等深线、断面及典型站位位置示意图。

海水中溶解氧和 pH 值是 1976~1985 年断面调查资料，其余项目是 1984~1985 年单航次调查资料，并收集全国海岸带调查资料作为补充。在 27°N 以南，127°E 以东海区用 1986~1987 年黑潮调查资料（缺秋季资料），124°E 以东的黄海海域使用南朝鲜的调查资料。各项调查资料均贮存于国家海洋局资料中心。

各化学要素的测定均按国家海洋局颁布的《海洋调查规范》（1975）执行。采用船用分光光度计测定营养盐类，使用海洋调查标准溶液作为标准，从而进行了质量控制，提高了调查资料的准确性和可比性。各化学要素测定方法的准确度及其单位如下表。

图册使用不同年份相近月份的调查资料，并收集 20 年以来的其它资料作为参考，将不同时间取得的记录绘制在同一张图上代表该季度分布，只能视为瞬时分布图，可能出现异常现象，为此在绘制时，首先注意各要素等值线形状，必须反映该要素分布的总趋势，个别异常值若无法解释时则剔除。

断面调查资料与海岸带调查资料出现矛盾时，考虑到近岸区化学要素含量变化的瞬时性，一般以前者为

准。断面调查资料与黑潮调查资料出现矛盾时，视等值线趋势的合理性而定。

典型站位化学要素垂直分布图为同一站位、不同季节的相同要素绘制在一张小图中。渤海因深度浅，多数站只有 2~3 层数据，因此免绘典型站位化学要素垂直分布图。

本图册使用下列图例和符号，一般情况下不再标出。

- 1. 等深线和化学要素分布等值线以“—— 550 ——”表示，各化学要素等值线间隔按海洋调查规范绘制。为了醒目起见，对主要等值线如溶解氧 300；550；均用粗线绘制，而等值线过密的水域则只划粗线。
- 2. 化学要素分布图以“--- 425 ---”表示辅助等值线，因图中空白区域过大，取两条相邻等值线中间值用短虚线绘出的辅助等值线。
- 3. 化学要素分布图中“—— 500 ——”表示外推等值线，表示因故未观测区域。
- 4. 本图册为彩色图册，各化学要素以不同颜色表示，颜色深浅表示该要素在海水中的不同含量，颜色越深含量越高。

四、注意事项

- 1. 春、夏、秋、冬四季分别以 5、8、11、2 月份的资料为季度代表月。
 - 2. 平面图层次为：表层、10m、20m、30m 和底层，除表层和底层图绘至海岸线外，其余三层分别绘至 10m、20m、30m 等深线。
 - 3. 化学要素断面图中，断面号是本图册绘制中编排的序号，与断面调查中的序号不同。
 - 4. 季节变化图以方块图表示，黄、绿、兰、红、紫分别代表表层、10m、20m、30m 和底层。
 - 5. 黑潮调查区，水化学采水深度为 1000m，水深超过 1000m 的站位以 1000m 资料代表底层，由于黑潮调查断面布设与断面调查站位不同，因此，东海断面图只绘制到 127° E，而对黑潮调查区只绘制了典型站位化学要素的垂直分布图。
- 本图册由国家海洋局第一、第二、第三海洋研究所，海洋环境保护研究所，北海分局，东海分局负责编绘，由第二海洋研究所负责汇总，完善。

Introduction

1. Contents and geographical coverage of the atlas

This atlas is a basic collection of 241 charts for the chemical elements of sea water in the Bohai Sea, the Yellow Sea and the East China Sea. The items of the atlas include dissolved oxygen content, dissolved oxygen saturation, active phosphate, active silicate, nitrate, nitrite, pH value and total alkalinity.

The charted sea area ranges from 23 ° -41 ° N, 117 ° 11 ' E to the arc line of the Ryukyu Islands, covering a total area of about 1.20 million km² . The atlas was plotted by Mercator projection. The standard latitude is 30 ° N, and the scale of the working base chart is 1 : 3 500 000.

2. Data sources and quality control

The dissolved oxygen and pH value in the sea water are the data obtained from the cross-section investigation in the period of 1976 to 1985. The data of other items are those collected during the supplementary surveying in the single cruise from 1984 to 1985, and the data of the national coastal zone survey were

collected as supplement in the atlas. For the sea area to the south of 27 ° N and to the east of 127 ° E, the observed data of Kuroshio from 1986 to 1987 were used. (The data for autumn are missing.) The data used for the Yellow Sea area to the east of 124 ° E are from South Korea. All these data are stored in the National Oceanographic Data Center, the State Oceanic Administration (SOA).

All chemical elements were measured in accordance with the stipulations set out in “Norms of Oceanographic Survey”, published by SOA in 1975. The unified survey norms and the marine survey standard solutions were adopted in the surveying of each item. And for the determination of the nutrients, the spectrophotometer was used. Thus, both the accuracy and the quality of the atlas are ensured, with the survey data more accurate and comparable. The accuracies and units for the analytical methods are listed in the following table.

ITEMS	SYMBOL	UNIT	METHOD	ACCURACY
Dissolved oxygen	DO	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	Winkler	5.3×10^{-3}
Active phosphate	$\text{PO}_4\text{—P}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	Phosphor-molybdenum	$0.2 \pm 15\%$ $2.0 \pm 3.5\%$
Active silicate	$\text{SiO}_3\text{—Si}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	Silicon-melybdenum yellow method	$20 \pm 5.0\%$ $100 \pm 3.0\%$
Nitrate	$\text{NO}_3\text{—N}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	Zinc-cadmium reduction	$2.0 \pm 7.5\%$ $10 \pm 3.0\%$
Nitrite	$\text{NO}_2\text{—N}$	$\mu\text{mol} / \text{dm}^3$	Diazo-azo method	$0.5 \pm 5.0\%$ $1.0 \pm 3.0\%$
pH	pH	pH	Determined by pH meter	± 0.02
Total alkalinity	ALK	$\text{mmol} / \text{dm}^3$	Excess acid neutralized, determined by pH meter	$1.5 \pm 3.5\%$ $2.2 \pm 2.5\%$

3. The methods of compiling and drawing

The dissolved oxygen and the pH value are the arithmetic mean value of the 10 years' data from 1976 to 1985, while the data of other items are those collected during the single cruise from 1984 to 1985 with the abnormal values rejected. For each chemical element, horizontal (om 10m, 20m, 30m and bottom layer) and cross-section charts, vertical distribution charts of the chemical element at the typical stations and seasonal change

charts were drawn. To the horizontal distribution charts are attached charts of bathymetric contour, main observed cross-sections and typical stations of the Bohai Sea, the Yellow Sea and the East China Sea.

The investigated data in adjacent months of different years were adopted in the atlas, with other investigated data in the past 20 years as reference. The seasonal distribution chart was plotted with the data of different times. The chart is considered

as an instantaneous distribution, and on the chart there may be abnormal phenomena. Thus, when plotting a chart, the isoline shape of each chemical element should be noted and the total distributive tendency of this element reflected. The individual abnormal values, which cannot be explained, were omitted.

When the investigated data of the cross-section are inconsistent with that of the coastal zone, generally, the former was adopted, considering the instantaneity of the content variations of chemical elements in the near-shore area. When the investigated data of the cross-section are inconsistent with the Kuroshio data, the selection of data depends on the reasonableness of the trend of isoline.

The vertical distribution chart of chemical elements of the typical stations is a small chart which reflects the same elements in different seasons at the same station. Because the Bohai Sea is shallower, there are only data for 2-3 layers, and the vertical distribution chart of chemical elements of the typical stations have not been plotted.

The following legends and symbols are used in the atlas, which are not illustrated again in general:

(1)—550— refers to the isobath and isoline of the chemical elements distribution, with the latter's intervals plotted according to "Norms of Oceanographic Survey". All the main isolines such as dissolved oxygen 300 and 550 are plotted with thick lines to make them eye-catching, while, for the estuary area whose isolines are overdense, only thick lines are drawn.

(2)—425— on the charts of chemical elements distribution refers to the auxiliary isoline. The intermediate values between neighboring isolines are taken and plotted with short dotted lines because of the overlarge blank area on the chart.

(3)—500— on the chart of chemical elements distribution refers to the extrapolated isoline, which stands for the unobserved area because of certain reasons.

(4)The atlas is a colored one. Different colors represent dif-

ferent chemical elements with different shades of color representing different contents of the element in sea water, i.e. the darker the shade is, the higher the content of the element is.

4. Points for attention

(1)The data in May, August, November and February represent spring, summer, autumn and winter respectively.

(2)The layers on the horizontal charts are 0m, 10m, 20m, 30m and bottom layers. Except for the 0m and the bottom layer which approach the coastline, the other three layers have been plotted on the isobath of 10m, 20m, and 30m respectively.

(3)On the cross-section chart for chemical elements, the order numbers of the cross-sections are those numbered for the purpose of this atlas, unrelated to the order numbers used in the cross-section investigation.

(4)The seasonal change is expressed with the block diagram, and the yellow, green, blue, red and purple stand for the layers of 0m, 10m, 20m, 30m and the bottom layer respectively.

(5)During the Kuroshio investigation, the water sampling depth was 1000 m. For the stations whose depths exceed 1000 m, the data at 1000 m stand for the bottom layer. As the Kuroshio cross-section arrangement is different from that of the investigated stations, the cross-section chart for the East China Sea only stretches to 127° E, while for the Kuroshio area only the vertical distribution chart of chemical elements at the typical stations was plotted.

The atlas was compiled and drawn by the following units of the State Ocean Administration (SOA): the First Institute of Oceanography, the Second Institute of Oceanography, the Third Institute of Oceanography, the Institute of Marine Scientific and Technological Information, the Institute of Marine Environmental Protection, the North Sea Branch and the East Sea Branch. The Second Institute of Oceanography was in charge of collecting and perfecting all the maps and data in the atlas.

概 述

海水化学要素的空间分布和时间变化,强烈地受海区环境的影响,主要因素有温度和盐度,海流和潮流,江河径流和生物效应等。

溶 解 氧

一、平面分布

1. 春季 (5 月)

渤海 溶解氧含量各层分布均匀且相似,稍有东高西低趋势,辽东湾出现小范围高于 $640\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 的封闭高值区,饱和度全区呈过饱和状态,表层自渤海湾至辽东湾的带状高值区大于 108% 穿过海区中央,表层以下分布均匀,黄河口附近较低。

黄海 溶解氧含量大部分海区分布较均匀,辽东半岛附近出现高值区,其含量随深度的增加而增大;海区的中部和南部呈近岸低,有向外增高的趋势, 120°E 以东最高值达 $650\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 以上,东部底层出现低于 $550\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 的封闭低值区,并向南北两方向扩展,该低值区最低值为 $410\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。饱和度在表层至 20 米层呈过饱和状态,最大饱和度达 112% 的过饱和区向北延伸,但底层却出现低于 88% 的未饱和区,并向北部伸展,与中部沿岸过饱和和水抗衡。

东海 溶解氧含量各层均出现自海区东南向西北递增的趋势。舟山外海及浙南近海表层和 10m 层溶解氧含量高。饱和度高达 110% 以上,而 20m 层以下转为未饱和。底层舌状等值线向北伸展,这是生物效应和台湾暖流影响的结果,北部外海各层均出现来自黄海的高值水舌。饱和度自表层至 10m 层呈过饱和状态,20m 层至 30m 层近岸呈未饱和状态,底层近岸过饱和, 123°E 附近出现的低饱和水舌向北延伸。海区东南部底层溶解氧含量和饱和度平面分布等值线密集,显然是陆架水和黑潮水的交汇区。表明了黑潮流经路径并显示了冲绳海槽低氧水的存在。台湾海峡溶解氧含量仍存在 $550\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 等值线,氧饱和度全部过饱和,部分海域高达 $120\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 以上,说明生物效应显著。

2. 夏季 (8 月)

渤海 溶解氧含量及饱和度均较春季低,呈沿岸低,中央及海峡附近较高。氧含量表层分布均匀,10m 层以深变化幅度较大,黄河口附近为渤海氧含量最低区,其舌状等值线向中央伸展。饱和度表层呈过饱和,10m 层以下呈未饱和,黄河口附近出现全区最低未饱和区;渤海海峡底层以上呈过饱和状态。

黄海 溶解氧含量自表层至 10m 层分布呈现中央

低、东西两侧高的特征,20 至 30m 层以深变化幅度较大,呈近岸低、中央高,封闭区最高值达 $650\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。来自东南部的高氧水舌分别伸向海州湾和北黄海;海区南部底层有低值封闭区出现,显然是黄海冷水团存在的结果。饱和度表层呈过饱和,鸭绿江口出现全区最高值 (128%),10m 以深在南部近岸出现舌状低值区,并向东北伸展,20m 层以深与氧含量分布相似,底层近岸高于远岸。

东海 溶解氧含量近岸较低,有自西向东、自南向北递增的趋势。表层在舟山群岛附近出现带状和块状高值区,最高值达 $650\mu\text{mol}/\text{dm}^3$,10m 以下氧含量较低,并随深度的增加而降低,低值区向四周扩展,至底层出现全区最小值 $70\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。饱和度表层除长江口附近未饱和外,其余均呈过饱和状态;舟山群岛附近出现两个块状高值区,10m 层以下变化较大,且随深度增加未饱和范围扩大,底层均呈未饱和,海区东南部等值线密集,黑潮路径明显。台湾海峡溶解氧含量分布与春季相反,沿岸低于远岸,等值线呈块状分布,并显示出台湾海峡水北上的趋势。

3. 秋季 (11 月)

渤海 溶解氧含量自表层至底层分布较均匀,稍有近岸高、远岸低的趋势,辽东湾为高值区域,近海峡为低值区。饱和度除表层、20m 层小范围呈过饱和状态外,其余呈不饱和状态,分布均匀。

黄海 溶解氧含量北部分布均匀,自表层至 20m 层出现高氧区。南黄海表层至 20m 层存在的 $500\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 等值线向西北伸展,在底层低氧水舌伸向北黄海。饱和度分布北部多呈不饱和状态,仅鸭绿江口附近出现饱和区,底层等值线大致与海岸线平行,中部自表层至 20m 层的不饱和区向南北扩展,30m 以深出现东低西高的趋势,来自东南方向的不饱和水舌分别伸向海州湾和北黄海。

东海 溶解氧含量分布自表层至 20m 层为近岸高于外海,全海区自东南向西北递增。30m 层以浅分布较均匀,30m 层长江口、浙江近岸较低,底层近岸出现高值区,东南部出现低值区。饱和度分布北部和中部表层出现块状低饱和区,20 至 30m 层长江口出现未饱和区,且呈向南北递增的趋势,其余均呈过饱和。底层除长江口局部区域外均呈不饱和,来自南黄海中部的低饱和水舌一直延伸至海区中部。台湾海峡近岸湄洲湾出现高值区,并随深度增加氧含量降低。

4. 冬季 (12 月)

渤海 溶解氧含量呈近岸高、中央区低的分布,自近岸向中部及海峡方向递减。饱和度分布除辽东湾近岸出现不饱和区外,其它海域均呈过饱和状态。

黄海 溶解氧含量全区各层均呈北高南低、近岸高中央低的分布趋势，东南部的低氧水舌分别伸向海州湾及北部。饱和度大部分区域呈不饱和状态，北部近岸出现未饱和区，未饱和区由东南向西北伸展。

东海 溶解氧含量呈自北向南递减的趋势，南部最低值为 $350\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，近岸低外海高，等值线大致与海岸线平行。北部高氧水舌一直延伸至海区中部，在 123°E 附近有一舌状低氧水向北延伸，海区东南部也出现块状低氧区。饱和度在大部分海域接近饱和状态，分布均匀。舟山群岛附近自 20 至 30m 层出现块状低饱和区，其它海域与溶解氧含量分布相似，海区东南部底层等值线密集，黑潮流经仍然十分明显。台湾海峡溶解氧含量近岸高于远岸，饱和度呈过饱和均匀分布。

二、断面、垂直分布

渤海 溶解氧含量及饱和度垂直分布仅夏季出现微弱分层现象，黄河口出现低值，其季节分布较均匀，四季均未出现明显的跃层。

黄海 除冬季分布均匀外，其它季节层化明显，尤其是夏季。春、夏、秋垂直方向均有跃层，顶界在 30m 层附近，Ⅲ～Ⅴ号断面春、秋两季层化仍较明显，显然是黄海冷水团于春、夏、秋季存在，而且与夏季最强有关。

东海 除冬季外均有明显的层化现象，等值线多与海底轮廓线大致平行，垂直分布夏季长江口跃层明显， 29°N 断面沿岸侧氧含量等值线抬升，这与该区域存在着上升流有关。冬季呈均匀分布。黑潮区四季均存在跃层，跃层顶界较深。台湾海峡春、夏两季跃层极为明显，其它季节分布均匀。

三、季节变化

渤海 溶解氧含量冬季最高、夏季最低，饱和度春季最高，其它季节相近。

黄海 黄海溶解氧含量冬季最高，夏季最低，四季变化幅度为 $230\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 左右。饱和度春季最高，秋季最低，变化幅度为 1.8% 左右。中部和南部溶解氧含量最高值在冬季，最低值在秋季，变化幅度为 $200\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，饱和度与北部相同，变化幅度为 2.8%。

东海 溶解氧含量冬季最高，夏季最低，变化幅度为 $320\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。饱和度春季最高，夏季最低，变化幅度为 6.8%。台湾海峡溶解氧含量和饱和度与上述季节变化相似。

活性磷酸盐

一、平面分布

1. 春季（5月）

渤海 渤海湾沿岸、辽东湾沿岸含量较高，并存在着由北向南降低趋势，莱州湾最低。底层最大值出现在

1003 站，量值为 $0.7\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

黄海 表层至 30m 层为北高南低，苏北沿岸等值线密集，显示出由沿岸向外海逐渐降低。 124°E 以东，又呈现逐渐增加的趋势。南黄海底层除江苏沿岸高外，海区中央存在高值区，可能与黄海冷水团初步形成有关。

东海 表层至 20m 层，除河口外含量较低，南部大片海区出现磷未检出区，水平梯度甚小，30m 层以深含量急剧增加。底层中部低，南、北沿岸高，黑潮流经区域等值线密集。台湾海峡含量亦低，由北向南含量稍降，并有块状磷未检出区。

2. 夏季（8月）

渤海 含量随深度增加而升高，在莱州湾存在着低磷水带向渤海湾伸展。底层由渤海湾至辽东半岛存在大于 $0.4\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 高值水带，其它海区较低。

黄海 表层至 10m 层大部分海区低于 $0.1\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，20m 至 30m 层磷含量增高。江苏沿海磷酸盐含量总趋势为沿岸高，中部大片海区未检出，岸边出现块状低值区。底层沿岸低，中央高，黄海冷水团轮廓明显。

东海 表层长江口磷酸盐高，且呈舌状向外海伸展，浙江沿岸高，外海大片海区未检出。20m 层至底层磷酸盐含量急剧增加，长江口有明显的舌状等值线向外海伸展。底层黑潮流经路径明显，台湾暖流显示亦较清晰。台湾海峡磷酸盐呈块状分布。

3. 秋季（11月）

渤海 表层磷酸盐含量普遍比夏季高，在海河口和辽东湾出现两个高值区，高值区占据整个西北海域，西南海区较低。

黄海 北部海区含量高且均匀，黄海中部和南部表层至 30m 层中央低，沿岸高，江苏沿岸等值线密集而且与岸线平行；底层中央高，东西两侧低，说明黄海冷水团影响依然存在，但比夏季弱。

东海 表层至底层北高南低，近海高于外海，长江径流影响明显，南部海区 20m 和 30m 层高盐低磷水北上明显。底层大部海区含量均在 $0.6\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 以上。台湾海峡磷酸盐呈沿岸高，远岸低，北高南低的分布趋势，台湾浅滩西南磷含量低至未检出。

4. 冬季（2月）

渤海 磷酸盐呈沿岸高中央区低，渤海湾和黄河口高，10m 层黄河口出现最高值。

黄海 渤海海峡以东海区磷酸盐含量高，由北向南逐渐递减， 35°N 以南复又增高。江苏和朝鲜沿岸高，最大值达 $1.0\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 以上。长江口东北部出现 $0.6\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 封闭等值线高值区。底层江苏沿海出现 $1.4\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 的最大值，沿岸高的趋势明显加强。

东海 长江口和浙江沿海表层磷酸盐含量达全年最高值，沿岸等值线密集，水平梯度甚大，是浙闽沿岸流达到最强时期的结果。底层黑潮主干区等值线密集，路径明显。

二、断面、垂直分布

渤海 断面Ⅰ四季磷酸盐近似垂直均匀分布,即使夏季分层现象仍不明显。

黄海 北黄海(断面Ⅱ、Ⅲ)夏、秋季均有分层,春季垂直分布均匀。南黄海(断面Ⅳ、Ⅴ)春、夏、秋季有层化现象,尤其夏季层化现象最强,冬季垂直分布均匀。3060站的垂直分布明显地反映出黄海冷水团的存在和强度。

东海 断面Ⅵ、Ⅶ春、夏、秋季层化现象明显,冬季近似均匀分布。4084站垂直分布春、夏季在20m层,秋季在50m层均有强跃层出现,断面Ⅶ春、夏季层化明显,等值线密集且近似平行于海底轮廓线。

三、季节变化

渤、黄、东海磷酸盐季节变化明显,冬季最高,夏季最低,年变化幅度各海区不同,渤海、黄海、东海分别为1.34、2.01和 $1.60\mu\text{mol}/\text{dm}^3$,季节变化明显。

活性硅酸盐

一、平面分布

1. 春季(5月)

渤海 除渤海湾沿岸含量略高($10\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 左右)外,其余含量都很低,且随深度的增加有所降低。滦河口最低。

黄海 表层至20m层, 124°E 以西含量低而均匀, 124°E 以东含量较高。30m层至底层,海州湾以南受长江高硅水舌的影响含量较高,越接近长江口高硅水舌越明显,向长江口外延伸越突出。底层高值区扩展至成山头以南,等值线近似与岸线平行。

东海 表层至20米层杭州湾以北有明显的高硅舌状等值线,河口区由沿岸向远岸递减,等值线从河口呈舌状向外扩展;底层河口近岸硅含量高,等值线密集。海区东南部等值线梯度甚大。台湾海峡活性硅酸盐含量较低,除部分海区出现块状高值区外,沿岸部分海区象东海外海海区一样未检出,微弱显示出近岸高远岸低的分布趋势。

2. 夏季(8月)

渤海 表层黄河口、滦河口硅酸盐含量较高,形成西高东低的分布趋势;10m层以深黄河口高值区消失,逐层形成以滦河口为中心向周围海域逐渐降低的分布趋势。

黄海 长江口高硅水舌等值线向北伸展,随深度的增加逐渐向南收缩,底层收缩到海州湾以南,其余大部分海域硅含量呈由西向东增高的分布趋势,且随深度增加略有向南、向北伸展的趋势,这是黄海冷水团影响的结果。

东海 除河口和沿岸海区外,其余海区含量较低,杭州湾、长江口高硅水舌成半圆形向外海扩展,随深度

的增加向舌根收缩。台湾岛东北部30m以浅出现由东南向西北的高硅水舌;底层海区东南部出现由西南向东北的等值线密集区,是黑潮主干的显示。台湾海峡闽江口、厦门港、东台湾等河口及沿岸区硅含量高,并随深度的增加高硅区向岸边收缩,远岸含量低。

3. 秋季(11月)

渤海 表层除渤海湾,辽东湾硅含量较高外,其余层次全海区分布均匀。

黄海 海州湾以南由于受长江口高硅水舌的影响含量较高,随深度的增加向南收缩,大部分海区硅含量较低,但东部海区要高于西部海区。底层海州湾以北海域外海高于近岸,显示了黄海冷水团的影响依然存在。

东海 表层至底层沿岸外海低,等值线密集且平行于岸线,显示出长江径流的南下和浙、闽沿岸流的形成。底层海区东南部等值线密集,这仍是黑潮主流路径的显示;台湾海峡由于受沿岸流的影响,等值线密集,沿岸硅酸盐含量高于外海。

4. 冬季(2月)

渤海 表层至底层西南海域高于东北海域,即渤海湾含量较高;20m至30m层含量低,分布均匀。

黄海 表层至底层多数为南高北低,20m以浅海州湾至青岛海域有低硅水舌向外海延伸。各层分布较为均匀,但沿岸高于海区中央。

东海 表层至底层长江口存在高硅水舌向外海伸展,随深度的增加水舌向北延伸;除此之外,沿岸硅含量高等值线密集,且平行于岸线,表层推进至闽江口以南,底层到达南澳岛海域,沿岸明显高于外海,这是浙闽沿岸流南下时的影响。

二、断面、垂直分布

渤海 断面Ⅰ春、秋、冬季硅酸盐含量垂直分布均匀,无跃层出现,冬季北高南低,夏季辽东湾有明显的跃层存在。

黄海 北黄海(断面Ⅱ、Ⅲ)硅酸盐含量四季垂直分布较均匀,海峡区(断面Ⅱ)夏、秋季稍有层化现象,黄海中部和南部(断面Ⅳ、Ⅴ)春、夏、秋季在东部有层化现象,冬季水体垂直混合较均匀,3060站垂直分布春、夏、秋季20m层都有明显的跃变,均是黄海冷水团的存在所致,冬季硅酸盐含量垂直分布均匀。

东海 断面Ⅳ、Ⅶ夏季层化明显,尤其是长江口附近站位等值线密集跃层明显;断面Ⅶ夏季近岸等值线隆起有明显涌升现象存在,冬季垂直分布均匀。断面Ⅷ夏季自黄海南部至台山列岛出现跃层;春、秋黄海中部亦有层化现象,其余水体垂直混合均匀。台湾海峡四季硅断面分布在局部海区均有层化现象,春、夏季最强,秋、冬季较弱。

三、季节变化

渤海 硅酸盐含量季节变化明显,最高值多出现在冬季,最低值多出现在春季。

黄海 四季硅含量变化幅度为 $15\mu\text{mol}/\text{dm}^3$,最高值在冬季,最低值在春季。

东海 四季硅含量变化幅度为 $25\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, 季节变化规律明显, 但不同站位, 最高值出现的季节不同, 有的出现在秋季, 有的在冬季; 最低值绝大部分出现在春季, 这是长江径流和光合作用联合影响的结果。

硝 酸 盐

一、平面分布

1. 春季 (5 月)

渤海 渤海湾及黄河口附近出现高值区, 辽东半岛附近也出现高值区, 两个高值区均向渤海中心区递减, 水平梯度较大, 各层次的分布趋势相似。

黄海 大部分区域硝酸盐含量呈均匀分布, 海州湾以南的苏北沿岸自表层至 20m 层深度范围内出现高值区, 该高值区向海区东北方向递减, 水平梯度较大, 30m 层以深在海州湾以东海域出现高值区, 并向海区北部伸展, 直至底层高值区中心向东南方向偏移, 展示出黄海冷水团的形状及范围。

东海 硝酸盐分布趋势为沿岸高, 特别是长江口及杭州湾更高, 水平梯度很大, 表层至 20m 层等值线伸展到 125°E 附近, 其它区域呈均匀分布, 长江口附近高值区呈舌状向海区东南方向伸展, 舟山群岛附近的封闭高值区迅速向其周围扩展, 含量递减, 30m 层以深, 28°N 以北 127°E 以西出现多个高值区, 水平梯度均较大, 在各高值区的挤压下, 该海区中央出现封闭低值区, 海区东南方底层等值线走向与琉球群岛排列方向相同, 展示出黑潮运动方向, 在台湾东北方硝酸盐含量出现封闭低值区, 该低值区迅速向周围扩大。杭州湾以南沿岸硝酸盐含量大致与岸线平行, 呈现出近岸高, 远岸低的趋势。台湾海峡硝酸盐含量分布同样是近岸高, 远岸低, 河口区域有舌状等值线, 向海峡中部伸展。

2. 夏季 (8 月)

渤海 夏季硝酸盐含量较低, 仅在渤海及莱州湾沿岸含量稍有增加, 全海区呈均匀分布, 各层次分布相同。

黄海 夏季硝酸盐的分布与春季大致相同, 高值区仍出现在海州湾以南的苏北沿岸, 并向东南方向扩展, 黄海中部底层出现封闭高值区, 等值线水平梯度较大, 展示出黄海冷水团的中心位置与范围, 硝酸盐含量的升高与黄海冷水团的稳定、无机氮的再生有关。

东海 夏季表层至 30m 层大部分区域硝酸盐呈均匀分布特征, 含量较低, 沿岸区域等值线大致与岸线平行, 呈现出近岸高于外海的趋势, 水平梯度较大。长江口附近出现高值区, 该高值区呈舌状向海区东北方向扩展, 范围随深度的增加而扩大, 含量随深度增加而增大。底层在长江口附近硝酸盐含量仍很高, 而在长江口以东出现一个封闭低值区。该低值区周围等值线分布较密集, 水平梯度较大, 另一个低值水舌产生于海州湾近岸, 一直延伸至长江口的东北海域。东海的东南部硝酸

盐等值线的分布大致与琉球群岛平行, 展示出黑潮的流经路径。在台湾岛的东北方向有一低值水舌向东北方向延伸, 水舌中心呈封闭形。台湾海峡硝酸盐的分布为河口区较高, 大部分区域较均匀, 分布趋势大致与春季相似, 各层分布一致。

3. 秋季 (11 月)

渤海 秋季硝酸盐分布趋势为南北高, 中部低, 高值区出现在黄河口及辽河口附近, 并逐渐向渤海中部递减。各层次均有相同的分布趋势。

黄海 大部分区域硝酸盐含量较低并分布较均匀, 在北黄海东部河口外出现高值水舌向西北方向延伸, 高值区范围随深度的增加而扩大, 含量随深度增加而增大, 底层高值区中心成为环形封闭区。黄海南部硝酸盐的分布大致与夏季相似。黄海西部近岸底层出现低值区, 该低值区向海区东南方向扩展, 硝酸盐含量逐渐增加。

东海 长江口附近海域 0~30m 层硝酸盐含量很高, 高值区呈舌状向外海伸展, 等值线密集, 水平梯度较大, 高值水舌在沿岸流的作用下, 逐渐向东南方向伸展, 杭州湾以南沿岸整个深度范围内硝酸盐较高, 等值线大致与岸线平行, 水平梯度较大。东海底层仍是长江口附近海域硝酸盐含量较高, 长江口以东海域出现两个封闭低值区向其周围扩展, 使低值区周围硝酸盐等值线密集, 水平梯度变大。台湾海峡整个深度范围内均呈现出近岸高、远岸低的趋势, 等值线大致与岸线平行, 在河口区出现小范围的舌峰向远岸延伸。

4. 冬季 (2 月)

渤海 辽东半岛近岸硝酸盐含量较高, 并逐渐向西递减, 渤海南部含量也较高并向海区中部递减, 各深度分布趋于一致, 这与冬季水体上下交换剧烈有关。

黄海 山东半岛沿岸稍高。海州湾出现全海区最低的封闭低值区, 海州湾以南的苏北沿岸和黄海南部出现高值区, 并向海区北部递减, 黄海各深度硝酸盐的分布大致相同, 同冬季水体上下混合均匀有关。

东海 冬季硝酸盐的分布为近岸高, 远岸低, 长江口附近硝酸盐含量很高, 变化梯度较大, 高值区呈舌状向外海扩展, 水平梯度较大, 在长江口以东海域形成一个高值区向周围扩展, 该高值区的范围随深度的增加有所扩大, 在杭州湾以东海域出现一个封闭低值区, 杭州湾以南沿岸等值线大致与岸线平行, 自沿岸向外海递减, 水平梯度较大, 而在 28°N 近岸区域出现一高值水舌向东延伸, 在东海的东南部及台湾岛以北海域, 硝酸盐等值线的走向大致与琉球群岛平行, 展示出台湾暖流及黑潮流入东海后的运动方向, 东海各深度硝酸盐的分布趋于一致, 台湾海峡硝酸盐分布呈现出近岸高、远岸低的趋势, 等值线近似与岸线平行, 河口区等值线较密集, 并出现舌状向外伸展。

二、断面、垂直分布

渤海 春季断面分布均匀, 夏季跃层仍不明显; 秋季断面两端等值线较密集, 含量较高, 中间等值线稀疏, 含量低; 冬季断面分布与秋季相似, 总之四季呈垂

直均匀分布。

黄海 断面Ⅳ、Ⅴ春、夏、秋季存在层化现象，自表层至 30m 层含量低。30m 以深垂直梯度较大，3015、3016 站垂直分布与此相似，断面Ⅲ无明显的跃层，含量较低，冬季黄海全区呈均匀分布。

东海 东海 断面Ⅶ、Ⅷ春、夏跃层明显，断面Ⅶ沿岸区等值线向上隆起，显然是上升流影响的结果，秋、冬季底层含量趋于均匀，但岸边等值线密集，远岸稀疏；垂直分布均匀；台湾海峡断面大致呈垂直均匀分布，869 站表层含量较高，884 站有明显的层化现象，硝酸盐垂直分布与硅酸盐相似。

三、季节变化

渤海 冬季含量高，春、夏季低。

黄海 冬高、春、夏低；跃层以下季节变化幅度小。

东海 近岸区冬季最高，秋季最低，远岸区表层冬季最高，而底层冬季最低，春、夏季较高。台湾海峡变化幅度为 $12\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 左右，冬季最高，春、夏季低。

亚 硝 酸 盐

一、平面分布

1. 春季（5月）

渤海 黄河口附近由于受黄河径流的影响，亚硝酸盐含量较高，等值线较密集，高值区逐渐向海区中部递减，辽东半岛一侧也出现舌状高值区向海区中部延伸，其它区域呈均匀分布特征，各深度亚硝酸盐的分布趋势一致。

黄海 亚硝酸盐的分布趋势为沿岸稍高于外海，自表层至 30m 层除成山角附近海区含量稍大于 $0.1\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 外，其余海区均低于 $0.1\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，呈均匀分布特征，30m 层以下含量略有增加，各层次均存在块状分布区。

东海 亚硝酸盐与硝酸盐有相似的分布趋势，亚硝酸盐含量分布是沿岸高，尤其是河口区域较高，外海较低，自表层至 20m 层， 125°E 以东海域含量较低，且分布均匀， 125°E 以西海域含量明显增加，且出现明显的梯度分布趋势，长江口附近的高值水舌向河口周围海域扩展，高值区范围随深度的增加而扩大，等值线较密集，20m 以深除长江口附近高值水舌向外扩展外，海区中还出现了多个封闭的高值区和低值中心，形成块状分布区，这与生物活动有关。台湾海峡亚硝酸盐分布表现为近岸高，特别是河口区域高，远岸低，水平梯度较大，台湾浅滩附近出现高值区，且向西递减，各深度具有相似的分佈。

2. 夏季（8月）

渤海 夏季亚硝酸盐含量分布为渤海湾含量较高，且逐渐向海区中部及海峡方向递减，高值区范围随深度

增加而扩大，黄河口附近表层含量较低，10m 层以下迅速增加，并与渤海湾高值区连成一片。

黄海 北部和中部自表层至 10m 层亚硝酸盐分布较均匀，20m 层以下在山东半岛以东海域出现高值区，该高值区的范围随深度的增加而扩大，直至底层，高值区扩大至海州湾以东海域。在黄海南部，长江口以北海域出现高值区向东北方向伸展，且随深度的增加逐渐与长江口附近的高值区相连。亚硝酸含量随深度的增加而增加。

东海 夏季亚硝酸盐的分布沿岸高，河口区域高，等值线密集，水平梯度较大，远岸低，且分布较均匀，长江口附近高值水舌向海区东北方向伸展，明显地展示出长江冲淡水的扩展方向，在 124°E 以东海域的 0~30m 层分别出现了一个封闭高值区和一个向西北方向延伸的高值水舌。底层含量较低，且分布均匀。台湾海峡亚硝酸盐的分布趋势为河口区域高，其它区域呈块状分布。台湾浅滩分布与春季相似，各深度分布趋势大致相同。

3. 秋季（11月）

渤海 亚硝酸盐分布趋势为黄河口附近最高，呈舌状向周围扩展，梯度明显，全海区形成自南向北递减的趋势，各层均有相似的分佈。

黄海 全海区亚硝酸盐分布均出现近岸高、逐渐向远岸递减的趋势，海州湾中的高值水舌向南伸展，黄海东南部的高值区向西扩展，等值线密集，水平梯度较大，并且随深度的增加，向西北方向偏转。海州湾以东海域出现一封闭低值区，该低值区的范围随深度增加而扩大，黄海各深度的分布趋势大致相同。

东海 28°N 以北的东海调查区域内亚硝酸盐的分布以长江口外的封闭高值区为中心，逐渐向其周围减小，等值线分布密集，水平梯度明显，长江口以南沿岸表层亚硝酸盐含量较低，且迅速向外增加，等值线密集于沿岸，分布大致与岸线平行，表层以下浙江沿岸亚硝酸盐的分布与表层相反，表现为沿岸较高，且向外海递减。台湾海峡分布为厦门港附近沿岸含量较高，且以舌状向海区东南方向递减，台湾浅滩含量较低，且逐渐向北递增，水平梯度较大，各深度具有相似的分佈的趋势。

4. 冬季（2月）

渤海 亚硝酸盐含量大部分区域呈均匀分布特征，仅在渤海海峡以西出现一个封闭高值区，并逐渐向其周围扩展，具有明显的梯度变化，高值区的范围随深度的增加而扩大，含量也稍有增加。

黄海 黄海北部稍有南高北低的趋势，全海区亚硝酸盐变化幅度较小，在海州湾以南的苏北沿岸表层出现高值水舌向东伸展，等值线密集，水平梯度较大，而在海州湾以东出现一高值水舌向西伸展，但水平梯度不大，起自海州湾的低值水舌一直延伸到黄、东海交汇处，各层次分布趋势大致相同。

东海 全海区亚硝酸盐含量变化幅度较小，在海区东部及杭州湾以南海域分别出现一个较大的封闭高值区，并逐渐向其周围扩展，但水平梯度不大；海区东南

部亚硝酸盐含量较低,并逐渐向海区西北方向递增;台湾岛以北的低值水舌向北伸展,沿岸区域亚硝酸盐含量也较低,各深度亚硝酸盐的分布趋势趋于一致。台湾海峡亚硝酸盐分布表现为沿岸高,特别是河口区域高,厦门港及韩江口附近梯度变化较明显。

二、断面、垂直分布

渤海 夏季跃层不明显,断面Ⅰ两端等值线较密集,亚硝酸盐含量较高,中间含量较低;秋、冬两季垂直分布均匀。在断面Ⅱ秋季有层化现象,底层高值有向上隆起现象;冬季水体垂直混合均匀。

黄海 秋、冬季垂直分布均匀,春季在 2026 站出现跃层现象,夏季跃层明显。

东海 夏、春季有跃层现象,冬、秋季分布均匀。

三、季节变化

渤海 秋季含量较高,春、夏、冬较低。

黄海 冬季高、夏季低,春秋相似。

东海 表层为秋季高、春季低,其他季节变化不明显,但不同站位,最高值出现的季节也各有差异,有的出现在夏季,有的在秋季;最低值绝大部分出现在春季。台湾海峡亚硝酸盐季节变化不明显。

pH 值

一、平面分布

1. 春季 (5 月)

渤海 pH 值表层至 30m 层分布均匀,其值大于 8.1 小于 8.2,底层中部略高,大于 8.2。

黄海 北黄海自表层至 10m 平面分布较均匀,除表层少数站小于 8.1 外,其余大于 8.1。20m 以深,中央较高,大于 8.2,边缘较低。中部和南部也显示了中间高,东西两侧低的分布规律,底层成山头至海州湾外海较高,青岛至长江口沿岸较低。

东海 由于长江冲淡水的影响,长江口 pH 值较低,表层至 30m 层,在舟山群岛附近及其东南部 pH 值较高,有大于 8.3 的块状区存在,其余分布较均匀。底层,东海中部 (123°127°E) pH 值较高,大于 8.2,东西两侧较低,长崎的西南方向及琉球群岛附近的黑潮区域 pH 值为最低,小于 8.0。台湾海峡表层至底层 pH 值较高,并且自北向南有递减趋势。

2. 夏季 (8 月)

渤海 表层至 20m 层海峡西部及辽东湾高于黄河口及渤海西部;底层除辽东湾较高外,其余分布均匀。

黄海 北黄海表层至底层,除山东半岛北岸较低外,其余大部分海域分布均匀。黄海中部和南部等值线大都以块状分布出现,最大块状分布区大于 8.3 以上。30m 层和底层分别有大 8.2 和 8.1 的水舌由南向北伸展,东西两侧低。

东海 长江口和杭州湾 pH 值较低,小于 8.0。舟山群岛及其外侧,表层和 10m 层出现高于 8.2 的块状分布区,其余各层分布较均匀。东海南部 (25°N) 附近从表层至 30m 层 pH 值较高,大于 8.3,并自南往北递减;底层,中部分布较均匀。闽江口自西向东出现 pH 值大于 8.2 的舌状分布。26°N, 128°E 附近的黑潮区域等值线密集,随深度增加 pH 值速减,小于 8.0。

3. 秋季 (11 月)

渤海 表层除莱州湾,黄河口和辽河口较高外,其余分布均匀。10m 以深各层分布也较均匀。

黄海 北黄海除表层中部较低外,其余各层分布均匀。自表层至 30m 层大于 8.3 的等值线呈舌状由济州岛伸向黄海中部,出现了中间高,东西两侧低的分布趋势;黄海南部从表层至 20m 层,低 pH 值水舌由长江口向东北伸展。

东海 表层、10m 和底层,长江口和杭州湾 pH 值较低。从表层至底层,南高北低,等值线呈舌状趋势由南往北伸展。台湾海峡呈北低南高趋势。

4. 冬季 (2 月)

渤海 表层黄河口低辽东湾高,其余分布均匀。10m 层至底层,辽东湾、渤海湾和莱州湾 pH 值大于 8.2。中央区域小于 8.2。20m 层辽东湾最高大于 8.3。

黄海 北黄海除表层和底层中部偏低外,其余分布均匀。中部和南部表层高 pH 水舌由南向北伸展,其余分布均匀。底层有大于 8.2 等值线由青岛外侧向东南伸展,两侧较低。

东海 表层除长江口和浙江近岸较低外,其余各层分布较均匀。在 26°—27°N 的东海南部自表层至 30 层中央 pH 值较低,东西两侧分别有大于 8.3 的舌状向中部伸展。30m 层,东海中部有一个 pH 值大于 8.3 的东西向带状区域。底层在 127°E, 26°N 附近的黑潮区域 pH 值等值线密集,并分别由西向东,由北向南递减。

二、断面、垂直分布

渤海 断面Ⅰ春、秋季局部海域有分层现象,其余大致均匀。

黄海 北黄海 (断面Ⅱ、Ⅲ) 春季 20m 以深有分层现象,其余大致呈均匀分布;断面Ⅳ四季都有层化现象,中层有一高 pH 值水舌由东向西扩展,冬季这一水舌占据东部的大片海域;南部 (断面Ⅴ) 夏、秋季东部有层化现象;春、冬季大致均匀分布;3036 站四季都有明显的跃层存在。

东海 断面Ⅵ、Ⅶ春、夏季分层现象明显,断面Ⅷ秋、冬季分布均匀;断面Ⅷ秋、冬季有一高 pH 值水舌由东向西延伸;纵断面Ⅷ春季有分层,夏季北部分层更明显,同时有块状分布存在;秋季局部有高 pH 值块状区,其余较均匀。3065 站垂直分布春、夏、秋季 30m 层跃层明显,冬季垂直分布均匀。台湾海峡断面Ⅸ除春季有分层外,其它垂直分布均匀。

三、季节变化

季节变化范围为 7.9~8.3, 最大平均变化幅度为 0.46; 渤海 pH 值夏季最低 (8.1 左右), 秋季最高 (8.2 左右), 其中黄河口夏季最低 (8.1 左右); 黄海和东海春、冬季高 (8.2~8.3 之间), 夏、秋季低 (8.1~8.2 之间), 长江口附近更低。台湾海峡没有明显的季节变化特征。

总 碱 度

一、平面分布

1. 春季 (5 月)

渤海 大部分海区的总碱度高于 $2.4\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。渤海南部较其它区域高, 中部近海峡区受黄海北部辽东半岛沿岸水的影响, 总碱度较低。

黄海 北部沿岸低碱度舌状等值线经海峡北侧向渤海中部伸展, 表层至 10m 层舌状等值线范围较大, 并随深度的增加稍有增大。山东半岛附近受渤海流出的高碱度水影响较大, 总碱度较周围海域高, 海州湾以南的苏北沿岸总碱度较高, 并以舌状向海区东南方向延伸。舌状等值线范围随深度的增加而缩小, 苏北沿岸表底层形成高碱度区。

东海 调查区的中部出现一条贯穿东西的低碱度水带, 30m 层以下该低碱度水带缩小为环形封闭区。西南沿岸出现低碱度并向外海递增, 30m 层以下碱度值有所增加。台湾海峡总碱度的分布趋势为近岸高、远岸低, 海潭岛附近出现低碱度区, 台湾浅滩海域出现高碱度区, 该区域碱度值具有随深度增加而增加的趋势。

2. 夏季 (8 月)

渤海 总碱度夏季与春季分布相似, 中部海区低碱度区的范围随深度增加而缩小, 至底层完成消失。渤海湾的高碱度水向海区中部延伸, 与中部低碱度水相混合, 形成有规律的梯度分布。

黄海 辽东半岛沿岸碱度增加, 舌状等值线前峰指向山东半岛东端, 范围随深度增加而缩小, 海州湾以南的苏北沿岸表层以深出现小范围的高碱度区。

东海 长江口及其以南近岸海域的低碱度水向东扩展, 范围随深度增加而缩小。东海东部的低碱度水受到来自中部及东北部海区高碱度水的挤压作用, 形成细长的水舌向西北方向延伸, 该水舌随深度的增加逐渐缩小。东海调查区中部区域出现封闭的高碱度区, 范围随深度的增加而扩大。西南部出现明显水舌向东北方向延伸。台湾海峡总碱度等值线近似与海岸线垂直。

3. 秋季 (11 月)

渤海 总碱度秋季分布大致与夏季相似, 黄河口附近及渤海湾出现高碱度区, 且向东北方向延伸, 高值区的范围随深度的增加而缩小。中部海区及辽东湾受到黄海北部辽东半岛附近沿岸流的影响, 碱度值较低, 该低

碱度区与渤海南部高碱度水相混合, 形成较规律的梯度分布。

黄海 调查区总碱度的分布较均匀, 稍有南高北低的趋势。海州湾以南的苏北沿岸出现高碱度区, 范围随深度的增加而扩大。黄海东南部有一低碱度水舌向西伸展, 范围随深度的增加而扩大, 并与东海低碱度水相汇合。

东海 调查区的低碱度水受到中部、东北部及东南方向高碱度水的挤压作用形成不规则的带状分布, 底层该低碱度区变成东西走向的低碱度水带。长江口附近出现低碱度舌状等值线向东北方向延伸, 显示了长江冲淡水的扩散方向, 范围随深度的增加而扩大, 逐渐与海区中部的低碱度水融合在一起。台湾海峡总碱度的分布特征为台湾浅滩以北区域总碱度为近岸低, 远岸高, 台湾浅滩以南总碱度分布较均匀。

4. 冬季 (2 月)

渤海 总碱度冬季的分布大致与秋季相同。渤海高碱度区出现在黄河口附近。

黄海 西部近岸由于受到渤海流出水南下混合作用的影响, 总碱度较周围海域高。海州湾以南的苏北沿岸出现高碱度舌状等值线向东伸展, 高值区范围随深度的增加而扩大, 在山东半岛以东, 朝鲜汉江口以西的调查区域内有低碱度舌状等值线向西延伸。在黄海南部, 表层低碱度水向北延伸。

东海 调查区内总碱度分布趋势均匀, 其值为 $2.1\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 左右, 台湾海峡总碱度等值线与海岸线大致平行, 分布特征为近岸低, 远岸高。

二、断面、垂直分布

渤海断面分布较均匀, 仅冬季在断面南端出现较明显的分层现象, 并且断面南端有较高的碱度值。在 10m 层附近出现碱度跃层, 强度较强。

春、夏两季, 黄海各断面近岸海区有程度不等的分层现象, 断面 V 冬季也出现分层现象。夏季垂直变化跃层明显, 跃层出现在 10~20m 之间。

东海断面分布仅在 VI 号断面秋季出现较明显的分层现象, 在 VIII 号南北断面中部稍有分层现象, 由一条等值线将上下分成两部分, 呈现不同水团的分界面。

台湾海峡断面分布无明显的分层现象, 春、夏季垂直分布出现较大的突跃现象, 跃层出现在 10 至 20m 之间。

三、季节变化

渤海总碱度的季节变化出现秋、冬两季高, 春、夏两季低的变化趋势, 变化幅度在 $0.5\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 左右。山东半岛北部近岸总碱度自表层至 10m 层呈冬、春、夏季低的变化趋势。其它区域各季节趋于一致。

东海调查区北部总碱度季节变化较明显, 出现春、秋高, 冬、夏低的变化趋势。其它区域仅在个别季节和个别深度处出现稍高和稍低现象。

台湾海峡总碱度季节变化不明显, 个别区域在表层至 10m 层有春、秋低, 冬、夏高的变化趋势。

渤海 黄海 东海

海洋图集

化 学

海洋图集编委会 编

MARINE ATLAS

OF

BOHAI SEA

YELLOW SEA

EAST CHINA SEA

CHEMISTRY

EDITORIAL BOARD FOR MARINE ATLAS

海洋出版社

CHINA OCEAN PRESS

1991·北京 BEIJING