

HUAXUE  
HAIYANG  
XUE •

[英] J. P. 赖利 主编  
R. 切斯特

化学海洋学

CHEMICAL OCEANOGRAPHY

5

海洋出版社

# 化学海洋学

[英] J. P. 赖利 主编  
R. 切斯特

第五卷

(第二版)

刘光 陈水土 王玉文 译

海洋出版社

1984年·北京

Edited by J. P. Riley and R. Chester

**CHEMICAL OCEANOGRAPHY**

Volume 5

2nd Edition

Academic Press

LONDON NEW YORK SAN FRANCISCO 1976

A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers

**化学海洋学**

J. P. 赖利  
〔英〕 R. 切斯特 主编

第五卷

(第二版)

刘光 陈水土 王玉文 译

\*

**海洋出版社出版**

北京复兴门外海贸大楼

**国防科工委印刷厂印刷**

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 14<sup>3</sup>/<sub>4</sub>

字数: 366千字 印数: 1—1100册

统一书号: 13193·0418 定价: 6.00元

## 内 容 简 介

本书是 J. P. 赖利、G. 斯基罗和 R. 切斯特主编的《化学海洋学》丛书的第五卷(第二版)。该卷主要阐述与海洋沉积物有关的化学问题。

本书内容包括:海洋沉积物和沉积过程、地壳的风化、海洋沉积物中的岩成物质、海洋沉积物中的水成物质、锰结核和其他铁-锰氧化物的沉积物、生源深海沉积物等。

本书可供从事海洋、化学、地质、生物、环保和海洋资源开发等方面的科技工作者及大专院校师生参考。

## 第二版前言

自从十年前本书第一版问世以来,化学海洋学的所有分支都得到了迅速的发展。特别值得注意的是,出现了以更为定量的方式来研究这个学科的趋势。这一趋向之所以可能出现,是由于我们在根据离子和分子理论理解海水体系的物理化学方面有了很大的提高。因此,从电解质体系的角度研究海水,研究其中化学物质的存在形式,研究其胶体化学问题等方面,已经被认为是目前研究海洋化学问题所不可缺少的了。就是在十年前还处于萌芽时期的研究领域,例如海水表面化学,也已经发展到了值得专门讨论的地步。自第一版问世以来,人类活动特别是把海洋称为“垃圾箱”和有毒废物的收容器所造成的对海洋的潜在的威胁,已普遍地引起了人们的注意。虽然这一威胁不可避免地会使人们过分紧张,但它确实是令人担心的。显然,人们希望对这一课题展开有益的讨论,而且鉴于许多高品位矿物即将耗尽,海洋作为一个原料的潜在资源的作用也是值得研究的。有关这方面的讨论,我们将在第二卷、第三卷和第四卷中进行。

海洋化学的大多数分支都要用到各种分析方法,近几年来,这些分析方法无论在数量上和应用范围上都有了较快的进展。因此讨论分析方法的有关章节必须大大扩展和重写。分析方法的发展正在不断地深入到极为重要而且迅速发展的有机化学领域中去。

在最近十年中,海洋地球化学的所有方面都取得了许多重大进展。许多课题受到愈来愈大的注意,它们包括在海底扩张活动

中心所发现的含金属沉积物、间隙水地球化学、深海碳酸盐的形成以及大气和海水的颗粒物质的化学和矿物学。深海沉积物研究本身所取得的许多重要进展与深海钻探计划的执行是分不开的。该计划的实施开始于1968年,并首次取得了海洋沉积柱的全长度样品。根据这许多已取得的进展已有必要以三卷的篇幅,即第五卷、第六卷和第七卷,对海洋地球化学中的各种课题进行论述。

本书第一版出版以来,可用的物理常数种类增加了,而且准确度也有所提高,我们选择一些物理常数附在本丛书前四卷每一卷的末尾。

除为了更好地理解化学方面的内容而需要掌握的一些物理概念外,我们打算对物理海洋学进行讨论了。至于对海洋中出现的物理过程的论述,请读者参阅大量的现在仍然适用的有关物理海洋学的优秀课本。基于同样的原因,由于海洋中盐度的分布与物理海洋学家的关系更为密切,而且在物理海洋学的课本中已作详细讨论,本书各卷也一概从略。

我们打算将这套丛书编成海洋化学的实用手册,如果读者需要详细的实用资料时,请查阅本书所给的原始文献。应当顺便地提一下,虽然生物学家感兴趣的那些海水化学实用方面的资料已相当合理地包括在斯特里克兰(Strickland)和帕森斯(Parsons)编著的《海水分析手册》一书中,但是一本更为通用的实验室手册,仍然是迫切需要的。

编者非常感谢诸位作者的有益协作;他们的协作大大地促进了本书的准备工作。A. 迪克森(Dickson)和M. 普里斯顿(Preston)两位先生乐意帮助我们完成校阅本书的艰巨任务,我们特此表示感谢;如果没有他们的帮助,书中的许多错误之处就无法发现。各位版权所有者(作者和出版者双方)许可我们使用他们的表、图和照片,对于这番好意,我们也顺致感谢。最后,我们要感谢

科学出版社,特别是 E. A. S. 科顿(Cotton)先生,他们有效和真诚地合作,大大地减轻了本书出版的繁重任务。

J. P. 赖利(Riley)

R. 切斯特(Chester)

于利物浦

1976 年 1 月

## 本书中所用的符号和单位

**浓度** 通常有几个表示浓度的单位制。其中较为重要的有体积克分子浓度标度(每升溶液中溶质的克分子数,即克分子/升,通常以  $c_i$  表示)、重量克分子浓度标度(每千克溶液中溶质的克分子数,即克分子/千克\*,以  $m_i$  表示)和克分子分数浓度标度(通常以  $x_i$  表示),克分子分数浓度标度在物理化学中更具有重要意义。每一个符号的下标  $i$  均表示溶质,当  $i$  代表离子时,除非可能出现混淆,否则不标出电荷。本书中还可以找出表示浓度的一些其他方法,其中有:克或毫克/千克或升溶液(用于常量组分)、微克或毫微克/千克溶液(用于微量元素和营养盐)以及微克原子/升溶液(用于营养盐)。

**活度** 当活度和活度系数与物质的存在形式有关时,不管表示浓度的方法如何,总是分别用  $a_i$  和  $\gamma_i$  来表示,其下标  $i$  的含义同上。随情况的需要,进一步限制符号的意义就要加上标或(和)下标。重要的是要认识到,活度和活度系数的数值与所选择的标准态有关。此外还应注意,由于活度系数是一个相对量,所以它是无量纲的。

本书采用国际单位制(以及有关的符号),除非这一单位制的使用与已建立的海洋学习习惯用法相违背。

### 长 度

$$\text{\AA} = \text{埃} = 10^{-10} \text{米}$$

\* 在一般的实际工作中,将海水看成是微量元素的溶剂。

|               |      |               |
|---------------|------|---------------|
| nm            | = 纳米 | = $10^{-9}$ 米 |
| $\mu\text{m}$ | = 微米 | = $10^{-6}$ 米 |
| mm            | = 毫米 | = $10^{-3}$ 米 |
| cm            | = 厘米 | = $10^{-2}$ 米 |
| m             | = 米  |               |
| km            | = 千米 | = $10^3$ 米    |
| mi            | = 海里 | = 1.85 千米     |

### 重 量

|               |      |                |
|---------------|------|----------------|
| pg            | = 皮克 | = $10^{-12}$ 克 |
| ng            | = 纳克 | = $10^{-9}$ 克  |
| $\mu\text{g}$ | = 微克 | = $10^{-6}$ 克  |
| mg            | = 毫克 | = $10^{-3}$ 克  |
| g             | = 克  |                |
| kg            | = 千克 | = $10^3$ 克     |
| t             | = 吨  | = $10^6$ 克     |

### 体 积

|               |      |               |
|---------------|------|---------------|
| $\mu\text{l}$ | = 微升 | = $10^{-6}$ 升 |
| ml            | = 毫升 | = $10^{-3}$ 升 |
| l             | = 升  |               |
| $\text{dm}^3$ | = 升  |               |

### 浓 度

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| ppm                | = 百万分之一(微克/克或毫克/升)    |
| ppb                | = 十亿分之一(纳克/克或微克/升)    |
| $\mu\text{g-at/l}$ | = 微克原子/升 = 微克/(原子量·升) |

## 时 间

|     |      |
|-----|------|
| s   | = 秒  |
| ms  | = 毫秒 |
| min | = 分  |
| h   | = 小时 |
| d   | = 天  |

## 能 量 和 力

|   |      |             |
|---|------|-------------|
| J | = 焦耳 | = 0.2390 卡  |
| N | = 牛顿 | = $10^5$ 达因 |
| W | = 瓦特 |             |

## 通 用 符 号

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| $a_x$ | 溶液中组分 $x$ 的活度            |
| $K$   | 平衡常数                     |
| $M_x$ | 组分 $x$ 的体积克分子浓度          |
| $m_x$ | 组分 $x$ 的重量克分子浓度          |
| $P_G$ | 溶液中气体 $G$ 的分压            |
| $T$   | 温度(K)                    |
| $t$   | 温度( $^{\circ}\text{C}$ ) |

# 目 录

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 其它各卷目录.....                            | 6   |
| 本书中所用的符号和单位.....                       | 9   |
| <b>第二十四章 海洋沉积物和沉积过程</b> .....          | 1   |
| 24.1. 引言 .....                         | 1   |
| 24.2. 海洋沉积体系中的各种要素 .....               | 9   |
| 24.3. 沉积物的区域分布模式 .....                 | 29  |
| 24.4. 海洋沉积作用的模型 .....                  | 70  |
| 参考文献.....                              | 80  |
| <b>第二十五章 地壳的风化</b> .....               | 89  |
| 25.1. 引言 .....                         | 89  |
| 25.2. 物理风化 .....                       | 91  |
| 25.3. 化学风化 .....                       | 93  |
| 25.4. 控制风化作用的环境因素 .....                | 108 |
| 25.5. 小结 .....                         | 109 |
| 参考文献.....                              | 110 |
| <b>第二十六章 海洋沉积物中的岩成物质</b> .....         | 112 |
| 26.1. 引言 .....                         | 112 |
| 26.2. 粘土矿物 .....                       | 115 |
| 26.3. 石英 .....                         | 134 |
| 26.4. 长石 .....                         | 139 |
| 26.5. 其它矿物 .....                       | 143 |
| 参考文献.....                              | 144 |
| <b>第二十七章 海洋沉积物中的水成物质(不包括锰结核)</b> ..... | 147 |

•••01••

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 27.1. 引言.....                       | 148        |
| 27.2. 海洋沉积物中水成物质的分类.....            | 148        |
| 27.3. 海洋中岩成物质的海解作用.....             | 152        |
| 27.4. 自生作用和海底火山活动.....              | 180        |
| 27.5. 海洋沉积物中表生物质的沉淀.....            | 212        |
| 参考文献 .....                          | 222        |
| <b>第二十八章 锰结核和其它铁-锰氧化物的沉积物.....</b>  | <b>232</b> |
| 28.1. 引言.....                       | 232        |
| 28.2. 分布.....                       | 233        |
| 28.3. 锰结核的形态及内部结构.....              | 242        |
| 28.4. 矿物学.....                      | 247        |
| 28.5. 地球化学.....                     | 254        |
| 28.6. 铁-锰氧化物沉积的成因 .....             | 275        |
| 参考文献 .....                          | 280        |
| <b>第二十九章 生源深海沉积物:形成、保存和说明 .....</b> | <b>284</b> |
| 29.1. 引言.....                       | 285        |
| 29.2. 分类学、生活史、介壳的形成.....            | 291        |
| 29.3. 生产力和介壳的产量.....                | 309        |
| 29.4. 溶解作用和介壳的保存.....               | 332        |
| 29.5. 记录资料的说明.....                  | 359        |
| 参考文献 .....                          | 409        |
| <b>题目索引 .....</b>                   | <b>427</b> |
| <b>人名对照表 .....</b>                  | <b>444</b> |

## 其它备卷目录

### 第一卷

- 第一章 大洋水和河水的混合过程(K. F. 鲍登)
- 第二章 海水——作为一种电解质溶液(M. 惠特菲尔德)
- 第三章 化学物质的存在形式(W. 施图姆和 P. A. 布劳纳)
- 第四章 海洋环境中的吸附作用(G. A. 帕克斯)
- 第五章 沉积循环和海水的演变(F. T. 麦肯齐)
- 第六章 盐度和海水中的常量元素(T. R. S. 威尔森)
- 第七章 海水中的微量元素(P. G. 布鲁尔)
- 第八章 溶解气体(二氧化碳除外)(D. R. 凯斯特)
- 附录 与海洋化学有关的物理和化学常数表
- 题目索引
- 人名对照表

### 第二卷

- 第九章 溶解气体——二氧化碳(G. 斯基罗)
- 第十章 海洋表面微层的化学(P. S. 利斯)
- 第十一章 微量营养元素(C. P. 斯潘塞)
- 第十二章 海水中溶解有机物质的生物学问题和化学问题  
(P. J. le B. 威廉斯)
- 第十三章 海洋中的颗粒有机碳(T. R. 帕森斯)
- 第十四章 初级生产力(G. E. 福格)
- 第十五章 内陆海盆与峡湾的水化学(K. 格拉斯霍夫)
- 附录 与海洋化学有关的物理和化学常数表
- 题目索引

## 人名对照表

### 第三卷

- 第十六章 还原性环境(W. G. 德塞)  
第十七章 海洋污染(E. D. 戈德堡)  
第十八章 海洋环境中的放射性核素(J. D. 伯顿)  
第十九章 海水分析化学(J. P. 赖利及 D. E. 罗伯逊、J. W. R. 达顿、N. T. 米切尔和 P. J. le B. 威廉斯)

附录 与海洋化学有关的物理和化学常数表

题目索引

人名对照表

### 第四卷

- 第二十章 海水电分析化学(M. 惠特菲尔德)  
第二十一章 从海水提取无机物质(W. F. 麦基尔亨尼)  
第二十二章 工业海藻(E. 布思)  
第二十三章 海洋药物: 化学和药理学问题(H. W. 小杨肯和清水让)

附录 与海洋化学有关的物理和化学常数表

题目索引

人名对照表

### 第六卷

- 第三十章 沉积物的化学成岩作用(N. B. 普赖斯)  
第三十一章 控制海洋沉积物中有机物分布和早期成岩作用的各种因素(E. T. 狄更斯和 K. 摩普尔)  
第三十二章 海洋沉积物的间隙水(F. T. 曼海姆)  
第三十三章 近岸沉积物的矿物学和地球化学(S. E. 卡尔弗特)  
第三十四章 深海沉积物的地球化学(R. 切斯特和 S. R. 阿斯頓)

## 题目索引

## 人名对照表

### 七卷

- 第三十五章 海底扩张和洋盆的演化(E. J. W. 琼斯)
- 第三十六章 海底取样方法(T. C. 小穆尔和 G. R. 希思)
- 第三十七章 海水中的悬浮物(W. M. 萨克特)
- 第三十八章 海洋大气悬浮物化学(W. W. 小伯格和 J. W. 温切斯特)
- 第三十九章 海洋沉积物的有机化学(B. R. T. 西蒙尼特)
- 第四十章 用天然放射性核素进行海洋年代学的测定(K. K. 图尔基恩和 J. K. 科克伦)
- 第四十一章 河口化学(S. R. 阿斯顿)
- 第四十二章 沿岸泻湖(L. D 米)

## 题目索引

## 人名对照表

## 第二十四章 海洋沉积物和沉积过程

T.A. 戴维斯(Davies)

美国斯克里普斯海洋研究所

D. S. 戈斯兰(Gorsline)

美国南加利福尼亚大学

### 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 24.1. 引言 .....           | 1  |
| 24.1.1. 历史背景 .....       | 1  |
| 24.1.2. 沉积物分类的准则 .....   | 4  |
| 24.1.3. 讨论大纲和一般方法 .....  | 7  |
| 24.2. 海洋沉积体系中的各种要素 ..... | 9  |
| 24.2.1. 一般性说明 .....      | 9  |
| 24.2.2. 各种要素 .....       | 10 |
| 24.3. 沉积物的区域分布模式 .....   | 29 |
| 24.3.1. 北大西洋 .....       | 29 |
| 24.3.2. 中太平洋 .....       | 44 |
| 24.3.3. 印度洋 .....        | 52 |
| 24.4. 海洋沉积作用的模型 .....    | 70 |
| 24.4.1. 静态模型 .....       | 70 |
| 24.4.2. 动态模型 .....       | 76 |
| 参考文献 .....               | 80 |

### 24.1. 引 言

#### 24.1.1. 历史背景

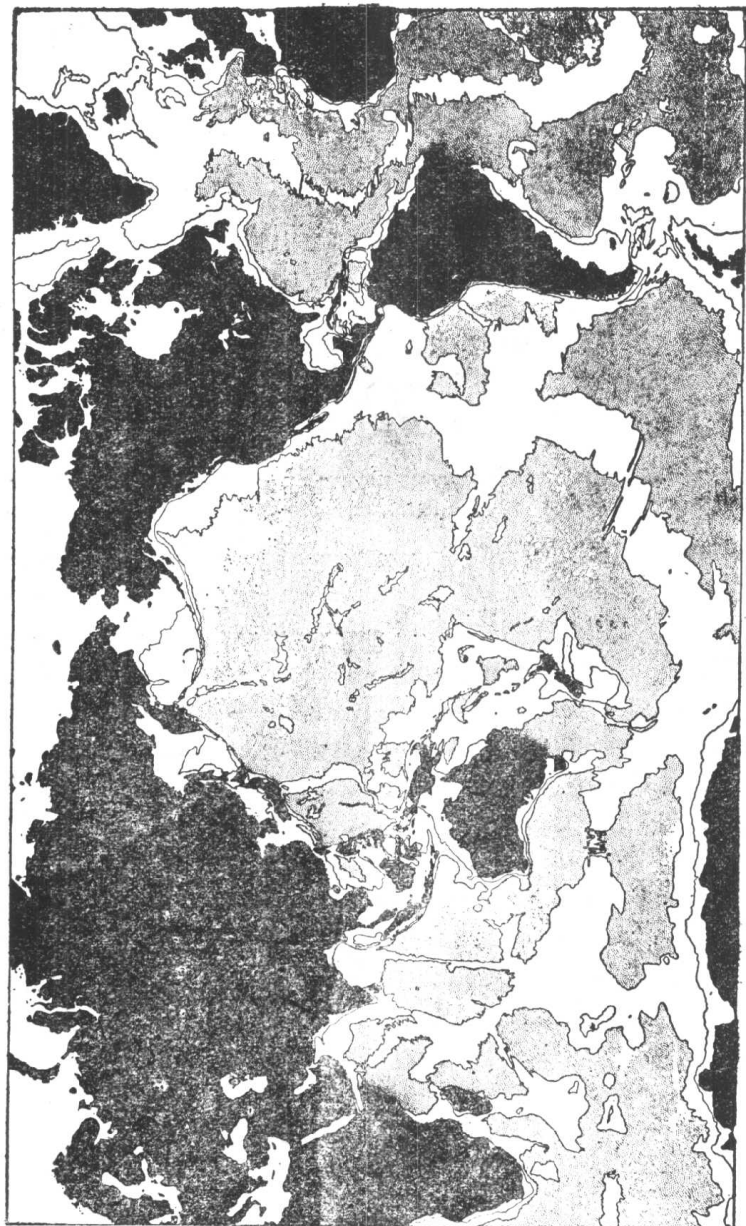


图 24.1 世界大洋海盆的主要等深特性, 用 1000 米和 4000 米的等深线来表示。阴影区是水深大于 4000 米的海域(根据 Chase 的资料绘出的, 1975)