

HUAXUE
HAIYANG
XUE •

〔英〕 J. P. 赖利 主编
G. 斯基罗

化学海洋学

CHEMICAL OCEANOGRAPHY

3

海洋出版社

化学海洋学

[英] J. P. 赖利 主编
G. 斯基罗

第三卷

(第二版)

吴瑜端 杨逸萍 译
刘 光 校

海洋出版社

1984年·北京

Edited by J. P. Riley and G. Skirrow
CHEMICAL OCEANOGRAPHY

Volume 3

2nd Edition

Academic Press

LONDON NEW YORK SAN FRANCISCO 1975

A Subsidiary of Harcourt Brace

Jovanovich, Publishers

化 学 海 洋 学

J. P. 赖 利
(英) G. 斯基罗 主编

第 三 卷

(第二版)

吴瑜端 杨逸萍 译

刘 光 校

★

海洋出版社出版

(北京复兴门外大街)

建 国 门 外 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

★

1984 年 10 月第 1 版 1984 年 10 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32

印张: 19. 1

字数: 500 千字

印数: 1—1,500

统一书号: 13193·0261

定价: 3.60 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》丛书的第三卷(第二版),该卷主要阐述与海水分析化学和海洋环境有关的化学问题。

本书主要包括:还原性环境、海洋污染、海洋环境中的放射性核素和海水分析化学等。书末附有与海洋化学有关的物理和化学常数表。

本书可供从事海洋、化学、环境保护、生物、水产和地质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，从电介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。就是在十年前还处在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作为“垃圾箱”和有毒废物的收容器所造成的对海洋的潜在威胁，已普遍地引起了人们的注意。虽然对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。

地球化学的迅速进展，特别是由“深海钻探计划”所带来的那些进展，使得需要整整一卷的篇幅来讨论与沉积物地球化学有关的各个课题了。

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表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。R. F. C. 曼托拉(Mantoura)和 A. 迪克森(Dickson)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(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,我们也顺致谢意。最后,我们要感谢科学出版社,特别是 E. A. S. 科顿(Cotton)先生,他们有效和真诚的合作,大大地减轻了本书出版的繁重任务。

J. P. 赖 利(Riley)

G. 斯基罗(Skirrow)

于利物浦

1974年11月

本书中所用的符号和单位

下面列出本书中所使用的比较重要的符号。其符号并不甚详尽,同时某些符号在两种或多种学科中有着不同用法,所以在使用时不可避免地会造成某些重复。一般仅在出现混淆时,才改变普遍公认的符号。

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/千克溶液(用于常量组分)、微克或毫微克/千克溶液(用于痕量元素和营养盐)以及微克原子/升溶液(用于营养盐)。在附录的表 4 和表 5 中,还可找到把微克/升溶液换算为微克原子/升溶液的换算因子。

活度 当活度与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 r_i 来表示,其下标 i 的含义同上。随情况的变化,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

Å	= 埃	$= 10^{-10}$ 米
nm	= 毫微米	$= 10^{-9}$ 米
μm	= 微米	$= 10^{-6}$ 米
mm	= 毫米	$= 10^{-3}$ 米
cm	= 厘米	$= 10^{-2}$ 米
m	= 米	
km	= 公里	$= 10^3$ 米
mi	= 海里 (6080 英尺)	$= 1.85$ 公里

重 量

pg	= 微微克	$= 10^{-12}$ 克
ng	= 毫微克	$= 10^{-9}$ 克
μg	= 微克	$= 10^{-6}$ 克
mg	= 毫克	$= 10^{-3}$ 克
g	= 克	
kg	= 公斤	$= 10^3$ 克
t	= 吨	$= 10^6$ 克

体 积

μl	= 微升	$= 10^{-6}$ 升
ml	= 毫升	$= 10^{-3}$ 升
l	= 升	
dm ³	= 升	

浓 度

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

电 学 单 位

V	伏特
A	安培
Ω	欧姆

时 间

s	= 秒
min	= 分
h	= 时
d	= 天
yr	= 年

能 量 和 力

J	= 焦耳	= 0.2309 卡
N	= 牛顿	= 10^5 达因
W	= 瓦特	

放 射 性

pCi	微微居里(10^{-12} 居里)
Ci	居里
MCi	百万居里

通用符号

A	吸收率 = 光密度 ($\log I_0/I$)
A	放射性物质的放射性
AOU	表观耗氧量
c_i	第 i 种物质的体积克分子浓度
Cl	氯度 (克/千克 = ‰)
D_e	涡动扩散系数
D_m	分子扩散系数
dpm	每分钟放射性衰变数
E	电池的电动势
E°	标准电位
F	电荷的法拉第当量
h	相对湿度
I	衰减光强度
I_0	初始光强度
K	平衡常数
P	初级生产量 (毫克 C/米 ² ·单位时间)
P_G	溶液中气体 G 分压
P_G	大气中气体 G 分压
p_0	纯水的饱和蒸汽压
p_s	海水或水溶液的饱和蒸汽压
S	盐度 (克/千克 = ‰)
T	绝对温度
t	摄氏温度
t	沉积年龄
u	水在 x 方向上速度分量
V	体积

u, w 水分别在 y 和 z 方向上的速度分量

希腊字符号

γ_i 第 i 种化学物质存在形式的活度系数
 Δ 某量的改变量(如 ΔG)
 $\Delta^{14}\text{C}$ 参看 18.4.2 节
 $\delta^{13}\text{C}$ 相对于给定的标准 ^{13}C 富集的千分数(参看 18.4.2 节)
 $\delta^{14}\text{C}$ 相对于给定的标准 ^{14}C 富集的千分数(参看 18.4.2 节)
 δN 硝酸盐的缺少量
 ε 克分子吸收率
 η 粘度
 λ 波长
 λ 放射性衰变常数
 ρ 密度
 τ 元素在海水中的停留时间
标准偏差

目 录

其它各卷目录	5
本书中所用的符号和单位	8
第十六章 还原性环境	1
16.1. 引言	1
16.2. 大洋中的缺氧状态	1
16.3. 半封闭海盆中缺氧状态的研究	12
16.4. 缺氧海盆中水体更新的时间尺度	23
16.5. 缺氧海洋环境中有机物分解的一些选题	31
参考文献	37
第十七章 海洋污染	40
17.1. 引言	41
17.2. 迁移过程	43
17.3. 放射性物质	50
17.4. 石油	56
17.5. 金属	63
17.6. 合成有机化合物	73
17.7. 海洋中的废物	87
17.8. 人类排放到环境中的污染物的控制	89
参考文献	92
第十八章 海洋环境中的放射性核素	96
18.1. 引言	97
18.2. 有稳定同位素的长寿命核素	98
18.3. 铀系、钍系和钶-铀系	102

18.4. 宇宙射线产生的核素	149
18.5. 人工放射性核素	168
参考文献	191
第十九章 海水分析化学	206
19.1. 引言	208
19.2. 分析误差	210
19.3. 水样的采取	213
19.4. 水样的过滤	225
19.5. 水样的贮存	232
19.6. 盐度和氯度的测定	238
19.7. 用离子交换法测定总阳离子浓度	240
19.8. 常量组分的测定	240
19.9. 溶解气体的测定	269
19.10. 痕量无机组分的测定	287
19.11. 微量营养元素的测定	435
19.12. 放射性核素, 铀-238, 铀-235 和钍及它们的 蜕变产物的测定	460
19.13. 其它放射性核素的测定(铀系和钍系除外)	466
19.14. 有机组分的测定	485
参考文献	509
附录 与海洋化学有关的物理和化学常数表	547
表 1 纯水的某些物理性质	547
表 2 不同盐度下海水中主要离子的浓度	548
表 3 人工海水的制备	549
表 4 营养盐各种表示方法之间的换算因子	550
表 5 氮、磷和硅的重量换算表(微克换算为微克原子)	550
表 6 海水中氧的溶解度(厘米 ³ /分米 ³)	551
表 7 海水中氮的溶解度(厘米 ³ /分米 ³)	553

表 8	海水中氩的溶解度	554
表 9	有关海水中其它气体溶解度的参考文献	554
表 10	人工海水的密度与温度和氯度的关系	555
表 11	人工海水的膨胀系数与温度和氯度的关系	556
表 12	在 1 大气压下海水的等温压缩系数与盐度和 温度的关系	556
表 13	在不同压力和盐度下海水比容变化的观测值	557
表 14	在不同压力下海水的比重和体积减少的百分 数	558
表 15	在不同温度和盐度下, 压力为 1000 分巴时海水 体积减少的百分数	558
表 16	在不同的压力下海水的热膨胀	559
表 17 a	海水中的声速	559
表 17 b	盐度对声速的影响	560
表 18	在不同盐度和温度下海水的恒压比热	560
表 19	海盐的相对偏克当量热容	561
表 20	海水的热传导系数与温度和压力的关系	561
表 21	在大气压力下海水的冰点	562
表 22	在不同温度下海水的沸点上升	562
表 23	25°C 时海水的渗透压和蒸汽压下降	563
表 24	在不同盐度和温度下纯净海水的表面张力	563
表 25	在不同温度和盐度下海水的粘度	564
表 26	在不同温度和压力下标准海水的相对粘度	565
表 27	海水的电导率	566
表 28	压力对海水电导率的影响	567
表 29	海水相对于盐度为 35.00‰ 的海水的电导率 比值	568
表 30	把在 20°C 以外的温度下测得的电导率比值	

	校正到 20°C 的比值时所采用校正值	568
表 31	典型海水的光吸收	569
表 32	海水和纯水消光值的差值	569
图 1	消光值与波长的关系	570
表 33	在不同温度和盐度下(波长为 589.3 毫微米 时)海水折射率的差值	571
表 34	在不同温度和波长下, 盐度为 35.00‰ 的海水 的折射率的差值	572
表 35	海水($S=35.00\%$)的绝对折射率与温度、压力 和波长的关系	573
表 36	1 大气压下海水中的光速 ($\lambda=589.3$ 毫微米).....	574
	参考文献	575
	题目索引	577
	人名对照表	596

其它各卷目录

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 海水中的颗粒有机碳(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数学常数表

题目索引

人名对照表

第五卷

第二十四章 海洋沉积物和沉积过程
(T. A. 戴维斯和 D. S. 戈斯兰)

第二十五章 地壳的风化(G. D. 尼科尔斯)

第二十六章 海洋沉积物中的成岩物质(H. L. 温多姆)

第二十七章 海洋沉积物中的水成物质,不包括锰结核
(H. 埃尔德菲尔德)

第二十八章 锰结核和其它铁-锰氧化物的沉积物
(D. S. 克罗南)

第二十九章 生源深海沉积物:形成、保存和说明
(W. H. 伯杰)

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)