

全国中等水产学校试用教材

海水化学

福建水产学校主编

海水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校试用教材

海水化学

福建水产学校主编

海水养殖专业用

农业出版社

主 编 福建水产学校 李爱英
副主编 四川省水产学校 陈远威
协 编 山东省水产学校 李三庆 黄仿元

全国中等水产学校试用教材

海 水 化 学

福建水产学校主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 12 印张 266 千字
1983 年 5 月第 1 版 1983 年 5 月北京第 1 次印刷
印数 1—3,700 册

统一书号 13144·209 定价 1.00 元

前 言

本教材是根据当前的教学、科研、生产的实际和今后水产科学发展的趋势而组织编写的，供全国中等水产学校海水养殖专业使用。在编写过程中，力求用辩证唯物主义观点阐明海水的化学组成、分布变化和影响因素的一般规律，以及水质分析的一般方法，并注意贯彻理论联系实际，由浅入深，适当地结合渔业专业，反映现代科学技术的新成就。本课程的教学目的，是使学生掌握海水化学的基本理论和基本知识，并初步能独立地对海水进行分析研究和判断，为后继专业课程打下必要的基础。本教材一般需要60学时（其中实验部分约30学时）。

本教材第一章至第七章由山东省水产学校李三庆同志编写；实验部分由福建水产学校李爱英同志编写。参加审定的有：厦门大学李法西教授及张群英、欧阳培、苏循荣；上海化工专科学校沈宝棣；厦门水产学院陈佳荣、董其璩；山东省水产学校黄仿元；四川省水产学校陈远威等同志，在审定中提出了不少宝贵意见。此外，还得到厦门大学海洋系海化组吴瑜端等同志的指导，最后又再一次经厦门水院养殖系陈佳荣同志的审定，特此致谢。

本书由于编写时间短促，编者水平有限，错误缺点在所难免，希望读者批评、指正。

编者

一九八一年九月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 海水的化学组成	4
§ 2—1 概述	4
§ 2—2 海水的化学组成	5
§ 2—3 海水化学组成的特性	8
§ 2—4 影响海水化学组成的因素	10
第三章 海水的氯度与盐度	12
§ 3—1 概述	12
§ 3—2 氯度	13
§ 3—3 盐度	16
§ 3—4 盐度的变化及其分布	19
§ 3—5 海水的物理性质	19
第四章 海水中的溶解气体	24
§ 4—1 概述	24
§ 4—2 溶解氧	27
第五章 海水中的氢离子与碳酸盐体系	32
§ 5—1 概述	32
§ 5—2 海水的 pH 值	33
§ 5—3 二氧化碳和碳酸盐体系	35
第六章 海水中的营养元素	40
§ 6—1 概述	40
§ 6—2 营养元素的存在形式	41
§ 6—3 营养元素的来源与含量	42
§ 6—4 营养元素的分布及其季节变化	43
§ 6—5 限制法则	44
§ 6—6 营养元素的循环	45
第七章 海洋污染概述	48
§ 7—1 海洋污染物质的来源	48
§ 7—2 海洋污染物质的种类	48
§ 7—3 海洋污染的危害	50
§ 7—4 海洋污染的防治	53
§ 7—5 工业废水处理的基本方法	54
海水分析概述	57
实验一 海水比重的测定	65

实验二	海水氯度的测定	67
实验三	海水中溶解氧的测定	76
实验四	海水中硫化氢的测定	82
实验五	海水pH值的测定	89
实验六	海水碱度的测定	98
实验七	海水中亚硝酸盐的测定	104
实验八	海水中硝酸盐的测定	111
实验九	海水中铵盐的测定	117
实验十	海水中活性磷酸盐的测定	131
实验十一	海水中活性硅酸盐的测定	139
实验十二	海水中化学耗氧量的测定	147
实验十三	海水中微量汞的测定	151
实验十四	海水中痕量铜、镉、铅、锌的测定	156
附表一	国际原子量表 (1975)	163
附表二	1.0000 克蒸馏水 (空气中) 在常温下的体积表	164
附表三	氯度 (Cl‰) 和盐度 (S‰) 值对照表 ($S‰ = 1.80655Cl‰$)	164
附表四	量值Cl, S, σ_0 和 $\rho_{17.5}$ 的对应关系	174
附表五	样品比重测定的温度订正	174
附表六	海水比重盐度查对表	177
附表七	氧在不同温度和氯度的海水中的饱和含量表——毫升/升 (在标准大气压下, 与无 CO ₂ 的湿空气处于平衡)	179
附表八	甲酚红、麝香草酚蓝指示剂在应用硼酸盐缓冲溶液时pH的盐度误差校正值 ...	180
附表九	硼酸盐缓冲溶液色阶的pH值校正到 18℃时的校正值 ΔpH	180
附表十	比色时缓冲溶液和水样温度差对pH的校正值 $[d(t_b - t_w')]$	181
附表十一	pH测定时水样温度和现场水温之差对pH的校正值 $[r(t_w' - t_w)]$	181
附表十二	pH— a_{H^+} 换算表	181
附表十三	用磷钼蓝法 (以 SnCl ₂ 为还原剂) 测定磷时盐度校正值	182
附表十四	与生物环境有关的海域水质标准 (日本)	183
附表十五	渔业水域水质标准	183
附表十六	正常海水中有关元素的含量	184
附表十七	地面水中有害物质最高允许浓度	184
附表十八	海水分析实验所需仪器、药品和用具一览表	185

第一章 绪 论

海洋化学是海洋学科的一个分支。它是一门系统研究存在于海洋环境中的物质的性质、来源、形态、分布以及在自然过程中所发生的全部变化的学科。

海洋化学所包含的内容十分广泛。它的内容主要有：一、研究海水中物质的性质、存在形式、分布、来源与循环、它们之间的相互作用以及其转化与迁移的规律；二、研究海洋与大气、沉积物、生物、悬浮颗粒物等各界面上所发生的过程；三、研究在海洋中所发生的化学变化与各种生物生命活动过程的关系。

海水是海洋的主体。因而，海水化学也就成了海洋化学的主要组成部分。它的研究内容是上述海洋化学所包含内容的第一部分。根据本专业开设此课的目的，在于使学生通过学习，掌握海水化学的原理与实验手段，并应用海水化学的基本原理和方法，以解决养殖生产中的问题，更好地使海水化学为养殖生产服务。正是出于这样的目的，本书所编写的内容主要与海水养殖学科密切相关的部分，并非是海水化学的全部。

海水是海洋生物生活的介质。它包括影响海洋生物生命活动的各种环境因子。海水物理、化学性质的变化，影响了海洋生物的栖息、生长、繁殖、洄游等方面的生命活动。而海洋生物的生命活动反过来又影响了海水的化学性质。海洋生物脱离了海洋是无法生存的。因此，不难理解海洋化学与海洋生物学的关系是如何的密切。海洋生物学的发展又是与水产资源的开发利用紧密联系的。假使，对于海区的理化性质一无所知，而要想合理地、科学地进行水产资源的开发利用，那是有一定困难的。这就是说，对于海水理化性质的了解，有助于科学地开发利用水产资源。比如，只有当我们掌握了某海区的海水化学性质及其变化规律之后，才有可能更有效地、全面地分析判断该海区的生产力；同时也才有可能在养殖过程中，运用该海区的有关资料进行科学管理。

海洋化学的发展是比较晚的。系统地探索海洋化学是直到十九世纪二十年代才开始的。当时 Marcet 报告了北冰洋、大西洋、地中海、黑海、波罗的海、中国海和白海等处海水的分析结果。他在观测的基础上，提出了这样的结论：全世界一切海水水样都含有同样种类的成分，并且这些成分之间具有非常接近恒定的比例关系。嗣后大约过了五十年，到 1873—1876 年，英国的“Challenger”号在著名的环球海洋调查中，从世界各大洋中的不同深度采集了 77 个样品，进行了水温、比重、海水的化学组成、海洋生物与海底底质等项目的调查，确定了海水的化学组成，并证实了 Marcet 原来归纳的普遍原则。因此，海洋化学主要是在“Challenger”号调查以后发展起来的。

“Challenger”号的调查，引起了当时许多滨海国家的重视。之后，海洋调查工作即大规模地开展起来。1899 年，举行了第一次国际海洋会议。1902 年，为统一调查方法，成

立了“北欧诸国国际海洋学研究理事会”共同研究改进观测仪器和调查方法，统一测量单位，标定标准海水，确定了氯度和盐度的定义。

自1902年以后，直到氯度新定义提出之前（即1939年以前）。在此期间，英、丹、荷、芬、美、苏等国进行了大规模的调查，广泛地研究了海水的化学性质和分析海水的各种化学方法。自1940年氯度新定义提出以后，随着生产的发展和新的微量化学分析技术的应用以及仪器的自动化，海洋化学的研究，特别在无机元素、放射性元素和有机物质在海洋中的地球化学变化的研究，都有了突飞猛进的发展。最近20年，对海水的组成、各种成分的存在形式和分子结构以及它们之间的相互作用等方面，开始了更为详细的研究。近年来，越来越多的研究工作采用了物理化学理论与计算法，定量地阐述化学过程的机理。同时，随着生产的需要，海洋资源化学的研究，也在蓬勃地发展起来。

解放前，我国的科学研究事业很落后。海洋科学的研究更可以说是空白点。解放后海洋科学发生了巨大的变化。

我国海洋化学的研究是从五十年代末才开始的。1958年，进行了海洋大普查，对渤、黄、东、南四个海区进行了大规模海洋综合观测，第一次填补了我国海洋科学的空白。与此前后，又设立了海洋学院和各种海洋学科的研究所，并相继建造了排水量为2,000吨左右的综合海洋调查船“东方红”号、“实践”号等。1961年，我国颁发了《海洋调查暂行规范》。1975年，对《海洋调查暂行规范》进行修改和补充，又颁发了新的《海洋调查规范》。

近二十年来，我国在海洋化学研究方面已取得了可喜的成就。但我们也应看到我国海洋化学的研究水平与国际先进水平相比，还存在着相当大的差距。另外，在如何使海洋化学结合海洋水产科学，为资源的开发利用服务，为海水养殖提供理论基础和必要的资料，做得还是很不够的。这还有待于今后的努力。

我国正处在加速实现四个现代化的伟大历史时期，工业、农业、国防、科学技术都在要求高速度地发展，海洋水产资源的开发和利用也将提高到一个新的水平。对于新海区的开发利用，新品种的培育，水产资源的繁殖保护，养殖的科学化和工厂化以及工业“三废”的排放等方面，都要求全面地了解有关海水的化学性质与变化的规律，了解工业“三废”对水质污染的影响，掌握水质的分析方法。这些都是“海水化学”这门学科应当承担的任务。

海水化学在本专业中是一门重要的专业基础课。通过本课程的学习，要求学生能达到以下几个目的：

一、要求了解有关海水的组成、化学性质、变化规律以及与生物生命活动过程的关系，为选择养殖品种或海区和改进天然海区中的养殖技术，提供基础知识与理论根据。

二、为今后在人工控制的小型水域进行人工育苗和饵料培养中，改良和控制水质提供基础知识和基本方法。

三、要求掌握分析海水中主要成分的一般原理和方法，今后在生产工作中能担当本项工作。

四、通过各个教学环节，培养学生独立进行科学实验的能力，为今后开展与本学科有关的科学研究，打下必要的基础。

海水化学在海水养殖中的应用，目前正处于发展阶段。在这个领域里有着许多新的课题，有待于今后去探索，去解决。我们应奋发图强、加倍努力，把我国海水化学结合海水养殖的研究推向新的水平，加速我国海洋水产事业的蓬勃发展，在新长征中作出新的贡献！

第二章 海水的化学组成

§ 2—1 概 述

海水乃是存在于自然界的一种天然水。它既不同于实验室里的蒸馏水，也不同于其它的天然水，如陆地上的江河水、湖泊水，而它是一种具有中等浓度的电解质溶液。更确切地说，它是一种多组分的电解质与少量非电解质共处一体的溶液，是一个复杂的、多相的自然体系。

海水带有咸味，是因为海水中含有大量食盐的缘故。在一升海水中，差不多就含有30多克的食盐。海水中除了含有氯化钠以外，还含有多种的其它盐类，如氯化镁、硫酸镁、硫酸钙、硫酸钾、碳酸钙以及溴化镁等。这些盐类都是强电解质，因此，它们在海水中大部分以离子形式而存在。

在海水中的化学元素，一部分为常量元素，其余为微量元素。人们在地壳中所发现的90多种元素，其中已有80余种在海水中找到。在80多种的元素中，绝大部分是微量元素，而组成海水主要成分的大量元素，仅占海水中所含元素的很少一部分。

物质在海水中所存在的形式，也是多种多样的。

按照习惯上可分为两种：一、均相部分溶解物质，包括盐类、有机化合物和溶解气体等；二、非均相部分，如气泡以及无机的和有机的颗粒物。所以，海水是一种复杂的、多组分的、多相的体系。如图1所示。

在溶解的物质中，还可以划分为：电解质与非电解质两类。即溶于水中后，一种能电离成离子和另一种不能形成离子的物质。其中，较重要的是呈溶解状态的物质。这也是我们所讨论的重点。

海洋拥有巨大的体积，共有1,370,000,000立方公里，它覆盖的面积约361,000,000平方公里，即地球表面的71%。正因海洋有着如此庞大的体积，而

海水又经常地、不断地进行混合，这样外界的一些影响是很难使其化学组成发生很大的变化。另外，加上海水与沉积物之间的交换，便有可能形成了海水所特有的组成恒定性。但也并不是说，外界的影响没有作用，它对海水的组成也能产生一定的影响，随着空间、时间的变更，海水的组成也会发生一定的变化。例如，季节的交替、昼夜的更换、空间位置

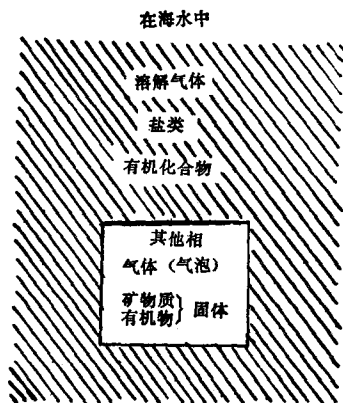


图1 海水中所含物质的类型

的变动,海水组成也会发生改变。因此,海水的主要化学组成也不是一成不变的、永恒的。

§ 2—2 海水的化学组成

海水的化学组成是极其复杂的。然而,为了讨论方便起见,可以按照组成的不同性质、含量的多少和生物活动的关系等方面,大致可划分为大量元素、营养元素、微量元素、溶解气体、有机物质等五类。

一、大量元素 所谓大量元素是指在海水含量最大的几种元素,如氯、钠、镁、硫、钙、钾、溴、碳、硼、锶、氟等 11 种。由这些元素构成了海水中主要盐类,占海水中总含盐量的 99.8—99.9%,成了海水化学组成的主要成分。在这些元素中,除碳、钙外,它们一般不因生物的作用而发生浓度的变化,所以又称为“保守成分”。也有叫做“恒量元素”。在大量元素中,它们的浓度大小有着一定的顺序,且有一定的比例。

氯:在海水中的氯元素主要以 Cl^- 离子形式存在。其含量在 9 个大量元素中居首位。占海水总含盐量的 55.08%。

钠:它主要以 Na^+ 离子形式存在于海水中,含量居海水中阳离子的首位,在九个大量元素中居第二位。

镁:它主要以 Mg^{2+} 离子形式存在。其含量是海水阳离子中的第二位。占海水总含盐量的 3.68%。

硫:海水中的硫,主要以 SO_4^{2-} 离子形式存在。其含量是海水中阴离子的第二位。占海水总含盐量的 7.72%。

钙:海水中的钙,也以 Ca^{2+} 离子的形式出现。其含量远较 Na^+ 、 Mg^{2+} 离子为少,占总含盐量的 1.18%。

钾:以 K^+ 离子形式存在。在海水阳离子中,其含量占第四位。但仍不过 是钠含量的百分之几而已。占海水总含盐量的 1.10%。

碳:讨论碳在海水中的存在形式及其含量是一个比较复杂的问题。这不仅因为它以碳酸与其盐的形式存在,而且还有相当数量的碳,为海洋中有机物形式而存在。而我们所讨论的主要是以 HCO_3^- 离子而言。它的含量还不到总含盐量的 1%,仅占 0.40%。

溴:它主要以 Br^- 离子形式而存在。它的含量比 HCO_3^- 离子含量还少,只占总含盐量的 0.19%。

锶:主要存在形式是 Sr^{2+} 。它的含量在 9 个大量元素中居末位。占海水总含盐量的 0.02%。

由上述 9 种大量元素构成了海水中的 9 种主要离子: Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- (CO_3^{2-})、 Br^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Sr^{2+} 等离子。由这些离子又组成了海水中的主要盐类:氯化钠、氯化镁、硫酸镁、硫酸钙、硫酸钾、碳酸钙以及溴化镁等。在这些盐类中,以氯化钠的含量为最高,占这些盐类总量的 77% 以上,其次是 MgCl_2 , 占 10% 以上,含量最少的要算 MgBr_2 , 仅占 0.2%。各种盐类的含量及百分比如表 1 所示。

表 1 海水中盐类含量及其百分比

盐 类	在 1,000 克海水中	%
NaCl	27.2	77.8
MgCl ₂	3.8	10.9
MgSO ₄	1.7	4.7
CaSO ₄	1.2	3.6
K ₂ SO ₄	0.9	2.5
CaCO ₃	0.1	0.3
MgBr ₂	0.1	0.2
总 计	35.0	100.0

海水中大量元素的含量，可见表 2。

表 2 海水大量元素的含量 (S‰ = 35)

离 子	克/千克	离 子	克/千克
Cl ⁻	19.353	K ⁺	0.387
Na ⁺	10.76	HCO ₃ ⁻	0.142
SO ₄ ²⁻	2.712	Br ⁻	0.067
Mg ²⁺	1.294	Sr ²⁺	0.008
Ca ²⁺	0.413		

二、营养元素 这类元素，如按其含量来说，其量甚微，属于微量元素。但这些元素对于海洋植物的生长有着极为重要的作用。它们的含量不仅较少，而且变化范围也较大，常常趋于缺乏，对海洋植物的生长又往往起着限制作用。故把这类元素称为海洋植物的“营养元素”。有时又将含有这些元素的盐类，如硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐等，又叫做“营养盐”。正因这类物质与生物生长有着密切的关系，所以也可以这样说，在水中有了这些物质的存在，才可能有水生生物的存在。这类物质的作用在于：其一、构成生物的机体，其二、在生物化学过程中具有催化作用。前者属结构元素，后者属催化元素。

在这类元素中，有氮、磷、硅，还有铁、锰、铜等元素。前者谓主要营养元素，后者谓微量营养元素。通常所指的营养元素是氮、磷、硅三元素。

但是划分出这样一类营养元素来，多少也是有点人为的。因为有一系列其它元素，特别是钙、镁、钾等，也参与了生物生命活动过程，而并未列入。

三、微量元素 在海水中，除O、H、Cl、Na、Mg、S、Ca、K、Br、C、Sr、B、Si、F等十四种元素的含量大于1p.p.m外，其余所有元素的含量均小于1p.p.m。因此，可把这些元素看作为微量元素。

属于这类元素的种类甚多，就海水中所含八十余种元素来说，绝大部分均属此类。虽然此类元素数目繁多，可其总量甚少，仅占总含盐量的0.1%左右。其中含量在1微克/升

以下的元素，达40种以上。如Be、Bi、Cr、Au、Ag等元素，它们的含量均小于1微克/升。微量元素的种类及其含量列于表3。

表3 微量元素的含量

元 素	含量 (毫克/升)	元 素	含量 (毫克/升)	元 素	含量 (毫克/升)
Li	0.17	Mo	0.01	Er	2.4×10^{-8}
Be	0.0000006	Ag	0.00004	Tm	5.2×10^{-7}
Al	0.01	Cd	0.00011	Yb	2.0×10^{-8}
Sc	0.00004	In	<0.02	Lu	4.8×10^{-7}
Ti	0.001	Sn	0.0008	W	0.0001
V	0.002	Sb	0.0005	Au	0.000004
Cr	0.00005	I	0.06	Hg	0.00003
Co	0.0005	Ce	0.0005	Tl	<0.00001
Ni	0.002	Ba	0.03	Pb	0.00003
Zn	0.01	La	1.2×10^{-8}	Bi	0.00002
Ga	0.00003	Ce	5.2×10^{-8}	Rn	0.6×10^{-18}
Ge	0.00007	Pr	2.6×10^{-8}	Ra	1.0×10^{-18}
As	0.003	Sm	1.7×10^{-8}	Th	0.00005
Se	0.004	Eu	4.6×10^{-7}	Pa	2.0×10^{-9}
Rb	0.12	Gd	2.4×10^{-8}	V	0.003
Y	0.0003	Dy	2.9×10^{-8}		
Nb	0.00001	Ho	8.8×10^{-7}		

四、溶解气体 海水中所溶解的气体来自大气、海底火山活动以及海水本身所发生的化学和其它的过程。后者包括了生物活动，特别是光合作用、呼吸作用、有机物的腐败分解等。

在大气中所含有的气体，在海水中都可以找到。如氧、氮、二氧化碳等气体。在稀有气体中，如氢、氦等也都可以海水中找到。海水中也含有微量的惰性气体。在缺氧的情况下，海水中有时还含有硫化氢甲烷等气体。

可是在这些溶解气体中，对于海水养殖来说，要以氧气、二氧化碳最有价值，它们与海洋生物的关系最为密切。

五、有机物质 海水中除了存在着化学成分比较简单的无机盐类、气体分子以外，还经常存在着化学组成比较复杂的有机物质。海水中的有机物包括：活动和死的生物体、悬浮有机物以及水溶性的有机物。从化学观点来看，它们的组成主要包括：碳水化合物、脂肪、蛋白质以及元素有机化合物等物质。海水中溶解有机物的绝大部分是来自死亡机体的腐败分解、生物活体的排泄以及沉积物中的交换和分解等过程。其中主要是来自于死亡的浮游植物及生物碎屑，其次是来自活细胞的分泌物。海水的溶解有机物质，主要是蛋白质、碳水化合物和它们的分解产物。海水中溶解有机物质的另一来源是由陆地上有机物质的分解过程或由陆地上生物圈的物质所形成的。

海水中溶解有机物的浓度，通常服从这样的规律：在浅水区特别是沿岸水中，浓度大，变化显著；在深层水中浓度小而均匀。有机物的浓度常受到季节变化的影响。

有机物质对于海水的物理性质、水色和透明度都有着明显的影响。对于海水中的化学组成,如气体、难溶的化合物和某些金属的盐类的溶解度与存在形式也都有影响。

§ 2—3 海水化学组成的特性

一、海水组成恒定性 正如前面所讲过的,海洋具有如此巨大的体积,整个海洋中所含各种成分的数量是惊人的。显然,外界的因子一时很难使其成分发生根本性的改变。并且,即使有许多足以使海水成分趋于改变的过程,也往往具有一定的可逆性。例如,在某一季节或某一海区,由于某些生物摄取了海水中的碳酸钙,这样将使海水中的碳酸钙含量减少。然而,当这些生物死亡以后,组成它们机体的碳酸钙,又仍有可能回到海水中去。又如,水的蒸发,会使海水的浓度增大,可是与此相反的过程,大气降水又可使海水浓度降低。当然这些过程也可能产生一些区域性的差异,但这种差异是微小的。而且海洋环流以及长年不息的混合,可使整个海洋中的水混合得比较均匀,区域性的差异可趋于消失,使各个海区的成分比较一致。另外,与海底沉积物进行交换,也是使海水组成保持相对稳定的一个重要因素。如果没有这一稳定因素的话,海水的组成就不可能长期维持在目前的均匀状态。由于上述这些综合因子影响的结果,海水在天然水中具有它所特有的性质,这就是海水化学组成的恒定性。

根据世界各海区海水分析结果表明:尽管各海区海水的总含盐量或盐度是可变的,但其主要组分的比值基本上保持恒定。这一性质称谓海水组成的恒定性。

在这里需要说明的,海水组成恒定性是对于海水主要成分的比值而言,也就是说所指的是主要成分的相对含量,而不是指的所有成分的绝对含量。所指主要成分包括: Cl^- 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 HCO_3^- 、 Br^- 等离子。对于能被生物所利用的那些微量元素来说,则上述恒定性这一概念,一般就不再适用了。因为这类元素含量变化甚大,在海面附近尤甚。

海水组成恒定性,对于多数海洋来说是正确的,但也有某些外界因素影响了某些海区的这种恒定性。例如,在河水影响较大的河口海区,其组成之间也存在着一定的比例关系,但这种比例关系就有所不同了。

海水组成恒定性,对于我们来说是很重要的。如我们可以根据这一性质,就能够按照海水中某一已知成分的含量,去计算其它成分的含量或其总含盐量。

表4列举了世界各大洋和不同海区的常量组分浓度与氯度比值,试进行比较。

为了便于了解海水组成的恒定性,这里以常量组分的浓度(克/千克)与海水氯度比值来表示。假如在任何海区某一成分与氯度的比值非常一致,这说明了该成分的恒定性就非常好。从表2—1中可以看出,世界各大洋和不同海区的大量元素的含量与氯度比值是比较一致的,这就充分说明了海水组成恒定性的普遍规律。

二、海水中主要离子浓度的顺序 海水化学组成的另一特性,是表现在主要离子浓度大小的顺序上,这也是有别于其它天然水的。

表4 各大洋和不同海域的常量组分与氯度比值

大洋或海域	Na/Cl‰	Mg/Cl‰	K/Cl‰
北大西洋	—	—	0.02026
大西洋	0.5544—0.5567	0.0667	0.01953—0.0263
北太平洋	0.5553	0.06632—0.06695	0.02096
西太平洋	0.5497—0.5561	0.06627—0.0676	0.02125
印度洋	—	—	—
地中海	0.5310—0.5528	0.06785	0.02008
波罗的海	0.5536	0.06693	—
黑海	0.55184	—	0.0210
爱尔兰海	0.5573	—	—
西伯利亚海	0.5484	—	0.0211
南极洋	—	—	—
东京湾	—	0.0676	—
巴伦茨海	—	0.06742	—
北冰洋	—	—	—
红海	—	—	—
日本海	—	—	—
白令海	—	—	—
亚得里亚海	—	—	—

大洋或海域	Ca/Cl‰	Sr/Cl‰	SO ₄ /Cl‰	Br/Cl‰
北大西洋	—	—	—	0.00337—0.00341
大西洋	0.02122—0.02126	0.000420	0.1393	0.00325—0.0038
北太平洋	0.02154	—	0.1396—0.1397	0.00348
西太平洋	0.02058—0.02128	0.000413—0.000420	0.1399	0.0033
印度洋	0.02099	0.000445	0.1399	0.0038
地中海	—	—	0.1396	0.0034—0.0038
波罗的海	0.02156	—	0.1414	0.00316—0.00344
黑海	—	—	—	—
爱尔兰海	—	—	0.1397	0.0033
西伯利亚海	—	—	—	—
南极洋	0.02120	0.000467	—	0.00347
东京湾	0.02130	—	0.1394	—
巴伦茨海	0.02085	—	—	—
北冰洋	—	0.000424	—	—
红海	—	—	0.1395	0.0043
日本海	—	—	—	0.00327—0.00347
白令海	—	—	—	0.00341
亚得里亚海	—	—	—	0.00341

海水主要离子浓度大小顺序是：

阴离子： $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$

阳离子： $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$

这种浓度顺序与河水的情况是不相同的。

一般河水主要离子浓度顺序是：

阴离子: $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$

阳离子: $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$

基于海水与河水的主要离子浓度顺序的不同, 它们所含的盐类百分组成也是截然不同的, 二者盐类百分比的大小顺序恰好相反。见表 5。

表 5 海水与河水中主要盐类的百分组成

成 分	水	
	海 水	河 水
氯化物	88.6	5.2
硫酸盐	10.8	9.9
碳酸盐及其它	0.6	84.9

§ 2—4 影响海水化学组成的因素

影响海水化学组成的因素是多方的。但其中主要的因素, 可归纳为: 物理、化学、生物等三方面。

一、物理作用方面

(一) 由于海水的蒸发或部分地冻结成冰时, 海水中所含溶解物质的浓度将会随之增加;

(二) 基于大气降水、水蒸气的凝结以及冰的融化, 海水中的溶解物质的浓度也会随之降低;

(三) 因海水的温度与压力的变化, 也能引起某些物质溶解度的改变;

(四) 各种不同成分的水体相混合。(有时混合过程也不完全是单纯的物理过程)。

二、化学作用方面 在海水中所进行的化学作用是多种的, 有化学、物理化学等方面的作用。其中主要有以下几种:

(一) 某些固体物质的溶解或由海水中析出沉淀物;

(二) 气体的溶解或由海水中逸出;

(三) 各种化学平衡的移动, 在化学平衡系统中, 离子与离子之间, 离子与分子之间所建立的平衡, 都是有一定条件的, 当条件改变时, 平衡即被破坏而发生移动, 这也就影响了海水中某些物质浓度的改变;

(四) 氧化还原作用;

(五) 悬浮颗粒的吸附与脱附。

三、生物作用方面

(一) 光合作用与呼吸作用;

(二) 代谢产物的排泄;

(三) 有机物质的矿化作用。

在自然条件下，一般单一因素的影响是比较少的，往往是综合的、复杂的，由数种相互关联的因子同时作用着。例如，当水溶解了盐类时，水中含盐量便增加，这样也就降低了气体的溶解度，而就有使气体从水中逸出的可能；又如，当植物进行光合作用时，因为 CO_2 含量的减少，促使二氧化碳—碳酸盐平衡体系发生改变，而有可能使 CaCO_3 形成沉淀而析出；再如，当 H^+ 离子浓度改变时，也会引起许多化学平衡的移动，这样不仅可使有些物质的含量发生改变，而且还能影响某些物质的存在形式。诸如此类相互关联的作用是不胜枚举的。所以，如果只孤单地注意了某一因素的影响，而忽视了与其相关的它种作用，或者把某种作用看成是唯一的、孤立的、静止的、互不联系的，都是片面的。这也就有可能导致不该有的错误的分析判断，使生产上造成不应有的损失。这是今后应该值得注意的。