

密度盐标和浮力盐度计

包万友¹, 刘喜民², 王继业³, 陈永利¹, 赵永平¹, 侯保荣¹

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2 山东省 农业技术推广总站, 山东 济南 250100; 3. 山东省 科委海洋处, 山东 青岛 266071)

关键词: 密度盐度; 浮力; 狭义与广义; 准确度

中图分类号: P731.12 文献标识码: A 文章编号: 0253- 4193(2001)04- 0127- 04

1 引言

海水所含盐量标志海水浓度, 通常以盐度表示, 现代“盐度”单位已由专一海洋学领域扩展到盐化工、水产养殖、生态网络调查等学科中, 并已产生了重要影响. 历史上, 盐度的定义和测定方法几经变革^[1,2], 人们一直在深化自己的认识, 探索盐度的实质, 笔者在科研实践中认识到: 现行国际“实用盐标”及先前“氯度盐标”, 应用于保守性质海水样品准确, 而应用于非保守性质样品时不准确, 其表现特征是两盐度测定值均偏离样品绝对盐度 S_a , 且无重复性. 由此, 笔者认定“实用盐标”、“氯度盐标”及“原始盐度”定义均具有狭义性质, 而笔者提出的“密度盐标”则具广义性质. 密度盐标用于保守和非保守性质样品具有同一相对于绝对盐度 S_a 的标准准确度尺度.

2 密度盐标新建议

密度盐标阐明如下: 准确计算和测定在一个标准大气压和水温 15 °C 时实用盐度为 35.000 国际标准海水密度值的浮力(相对于特定体积和重量的浮力计), 并转换成密度盐度值, 用符号 S_ρ 表示, 数值上等同于 35.000.

2.1 关于密度盐度和密度计算式

对于保守性质标准海水, 密度盐度值与实用盐度值相同, 密度盐度与密度的关系仍为 1980 年国际海水状态方程中实用盐度与密度的计算式^[3~5], 原状态方程中实用盐度(S)用密度盐度(S_ρ)替换. 新的密度盐度与密度的状态方程亦适用于非保守性质样品.

2.2 密度盐标特性和优点

(1) 密度盐标计量盐度依据液体浮力原理, 故与溶液质量有关, 与溶液成分无关, 密度盐

收稿日期: 2000- 03- 07; 修订日期: 2000- 06- 12.

基金项目: 山东省科委资助课题项目(17940428).

作者简介: 包万友(1949-), 男, 山东省蓬莱市人, 副研究员, 从事海洋化学研究.

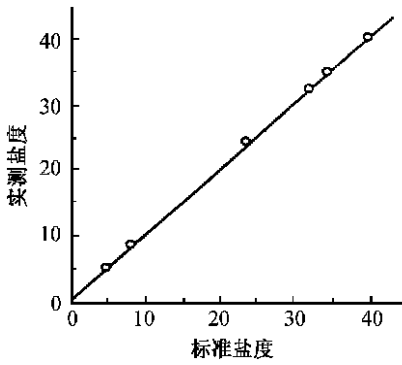


图 1 浮力盐度计工作曲线

标具有广义性质。(2) 所测盐度值具有保守性质, 有高度可靠性与重现性。(3) 测定保守性质大洋水与实用盐度相符, 测定非保守性质样品, 其测定值较实用盐度、氯度盐度更接近绝对盐度 S_a 。(4) 贯通海洋学“盐度”单位与分析化学“浓度”单位转换(对已知溶质要进行溶液膨胀系数和物质偏摩尔体积系数校正)。

2.3 浮力盐度计模型

依据“密度盐标”定义, 应用液体浮力-密度-盐度-溶液性质等原理研制成浮力盐度计^[6], 国家海洋计量站青岛分站测定了盐度计的精密度和准确度, 试验数据见表 1, 表 2, 在 0~48 盐度计量范围内, 浮力盐度计响应性能良好(图 1)。

表 1 浮力盐度计精密度试验数据*

次数	1	2	3	4	5	盐度平均值	标准偏差
盐度	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30		
次数	6	7	8	9	10	24.299	3.16×10^{-3}
盐度	24.30	24.30	24.30	24.29	24.30		

* 副标准海水盐度为 24.29; 水温为 22.6℃

表 2 浮力盐度计准确度试验数据

标准海水盐度	水温/℃	实测盐度	盐度平均值	ΔS
39.993	23.5	40.00	40.00	0.007
34.984	23.4	35.00	35.00	0.016
5.017	23.3	5.02	5.02	0.003

3 盐度测定方法误差分析

3.1 不同盐度定义和测定原理

(1) 原始盐度: 测定方法是取一定量海水, 用盐酸酸化后加氯水, 在水浴上蒸干称重, 测定值可靠。(2) 氯度盐度: 依据 $S(\%) = 1.80655 \text{ Cl}(\%)$ Knudsen 方程, 用 Mohr 银量法滴定氯度计算盐度, 样品中氯含量决定了所测盐度值的高低, 对于保守性质标准海水, 氯度盐度值正确。(3) 实用盐度: 实用盐度采用电导法测定^[7,8], 电导法测定保守性质海水, 准确度高; 测定非保守性质样品不准确。(4) 绝对盐度: JPOTS 认定“实用盐标”, 并确立了绝对盐度(S_a)概念, S_a 使用间接计量法即通过 $S_a = a + bS$ 公式计算, 对于国际标准海水, $a = 0$, $b = 1.00488$, S_a 计算值正确; 对于非保守性质样品, 因实用盐度值有误, 故 S_a 计算值不正确。(5) 密度盐度: 测定方法是浮力原理, 液体浮力只与溶液质量有关, 而与成分无关; 故对保守和非保守性质样品, 密度盐度值均是正确的, 并可利用 $S_a = a + bS_\sigma$ 计算 S_a 。

3.2 3 种测盐方法实测数据比较

应用 Mohr 银量法、电导法和浮力法测定保守和非保守性质海水样品, 实测数据列于表 3,

表 3 3 种测盐方法数据比较

样号	样品性质	标准盐度	测定值			备注
			电导法	氯度法	浮力法	
1	副标准海水	8.300	8.30	8.30	8.30	
2	副标准海水	27.429	27.43	27.43	27.43	
3	副标准海水	32.221	32.22	32.30	32.22	
4	海水加 NaCl	40.70	41.86	41.80	40.70	差异
5	海水加 NaCl	50.39		55.90		误差

实验数据表明, 测定保守性质标准海水, 3 种方法数据一致; 测定非保守性质海水样品, 则 3 种方法所测结果出现明显差异。

3.3 理论误差

(1) 准确称取优级纯 NaCl, Na₂SO₄ 各 15.000 0 g, 分别用蒸馏水配制成含有 15.000 0 绝对盐度的样品。(2) 应用电导法测定样品实用盐度, Mohr 银量法测定氯度盐度, 因两样品中所含 Cl⁻, SO₄²⁻ 及 Na⁺ 的数量不同, 理论上两样品实用盐度、氯度盐度值均不同。(3) 应用浮力盐度计测定两样品密度盐度, 数据一致等于 15。

对于电导法而言, 溶液电导率随其样品成分变化而变化, 对于氯度法而言, 由 Knudsen 方程知, 氯离子含量决定了测定盐度值的高低; 上述两种方法的分析原理, 决定了其测定值必然出现偏离绝对盐度误差, 浮力法测盐不受样品成分变化影响, 只与溶液质量(密度)有关, 故测盐数据正确。

3.4 盐度定义性质判定

现行国际绝对盐度(S_a), 为单位海水中的溶质质量与海水质量之比, 按定义是 1 kg 海水中含溶解物质的克数, 溶液亦同。 S_a 准确表述了“盐度”的客观实质, 并从本质上修订了原始盐度概念, S_a 定义已经孕育了盐度定义发展的广义性。以盐度 S_a 定义为标准, 分析各盐度定义原理、测定方法及适用范围, 可以判定其盐度定义的所属性质; 据此分析, 原始盐度、氯度盐度、实用盐度属狭义盐度, 而绝对盐度、密度盐度则为广义盐度。狭义盐度仅适用于保守性质海水样品, 而广义盐度不仅适用于保守性质样品, 亦适用于非保守性质样品。

3.5 浮力盐度计发展及应用

据浮力理论研制的浮力盐度计模型, 经计量达到设计标准, 这证明浮力测盐理论及仪器技术设计的正确性, 在已有设计理论和实验技术基础上, 能够研制出一种达到电导盐度计精度的新型数显式浮力盐度计, 高灵敏度浮力盐度计开发及密度盐标的应用, 将使保守和非保守区间样品盐度测量建立在同一个标准准确度尺度上, 并可通过 $S_a = a + bS_o$ 公式计算出样品绝对盐度, 实现“盐度”单位与化学“浓度”单位关系转换, 促进与之相关的生产应用学科的发展, 产生经济效益与社会效益。

4 结论

原始盐度、氯度盐度、实用盐度为狭义盐度, 仅限定应用于保守性质海水样品; 绝对盐度、密度盐度则属广义盐度, 可广泛应用于保守和非保守性质样品, 现行国际“实用盐标”应用于社

会生产中样品测定, 必然出现很大偏离绝对盐度误差, 使所测数据失去参考应用价值.

参考文献:

- [1] 张仕勤. 海水盐度的定义及测定方法的发展概况[J]. 南海海洋, 1986, 1: 52~ 54.
- [2] LEWIS E L. The practical salinity scale 1978 and its antecedents[J]. J Ocean Eng, 1980, 5(1): 3~ 8.
- [3] POISSON A, LEBEL J, BRUNT C. Influence of local variations in the ionic ratios on the density of seawater in the St. Lawrence area[J]. Deep-Sea Res. 1980, 27: 763~ 781.
- [4] MILLET O F J, EMMET R T. The effect of dissolved air and natural isotopic distributions on the density of seawater[J]. J Mar Res, 1976, 34: 15~ 24.
- [5] BREWER P G, BRADSHAW A. The effect of non-ideal composition of seawater on salinity and density[J]. J Mar Res, 1975, 33: 157~ 175.
- [6] 包万友, 侯保荣. 一种浮力式盐度计[J]. 海洋与湖沼, 1998, (3): 318~ 321.
- [7] COX R A, CULKIN F, RILEY J P. The electrical conductivity/chlorinity relationship in natural seawater[J]. Deep-Sea Res, 1967, 14: 203~ 220.
- [8] COX R A, MCCARTNEY M J, CULKIN F. The specific gravity/salinity/temperature relationship in natural seawater[J]. Deep-Sea Res, 1970, 17: 679~ 689.
- [9] DAUPHINCE M, KLEIN H P, PHILLIPS M J. The effect of concentration and temperature on the conductivity ratio of potassium chloride solutions to standard seawater of salinity 35‰ (Cl. 19.3740‰)[J]. UNESCO Tech. Pap Mar Sci, 1981, (37): 21.

The density salinity scale and buoyancy salinometer

BAO Wan-you¹, LÜ Xi-min², WANG Ji-ye³, CHEN Yong-li¹, ZHAO Yong-ping¹, HOU Bao-rong¹

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Shandong Agr otechnical Station, Jinan 250100, China; 3. Ocean Department of Science and Technology Commission of Shandong Province, Qingdao 266071, China)

Key words: density salinity; buoyancy; narrow and broad senses