

# 一种浮力式盐度计\*

包万友 侯宝荣

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

**提要** 于1995年综合应用液体浮力↔密度↔盐度↔溶液性质等原理研制浮力式盐度计。该盐度计具有操作简单、测试快速、不用电源和试剂、使用前无需标准海水标定、测试值不受样品成分变化影响的特点;其测盐精度可达克纽森滴定法,适用于一般工业化生产、水产养殖、港湾河口区调查等。

**关键词** 浮力盐度计 盐度 测量

**学科分类号** P716

盐度是海洋调查、水产养殖、盐化工等重要测定参数。国际上,海水盐度的观测自1902年克纽森(Knudsen)建立氯度滴定法以来,已有近百年历史。这期间,盐度的定义和测定方法产生了很大的变革。1978年,联合国教科文组织,国际海洋学用表和标准联合委员会(JPOTS)确定了新的实用盐标。现行测定盐度仪器有精度很高的电导盐度计( $\pm 0.001$ ),精度较高的经典银量滴定法( $\pm 0.02$ ),精度一般的系列比重计法( $\pm 0.5$ ),精度较粗的折光盐度计( $\pm 1.0$ )。电导盐度计价格较贵,银量滴定法操作繁杂,均不适用于生产现场,而比重计、折光盐度计又显精度不足,其中折光盐度计在盐度为6以下不能检出。为解决生产现场实用测盐问题,应用密度浮力原则,研制了便携式浮力盐度计,其测量精度可达克纽森标准法,较为满意地解决了生产单位及实验现场测盐度问题。

## 1 基本原理和装置

### 1.1 原理

液体浮力↔密度↔盐度↔溶液性质等对于特定体积和重量的浮力计而言,温度和压力一定,液体密度一定,则所示浮力一定,由密度与浮力的关系计算式可计算出密度、盐度值。

### 1.2 装置

浮力式盐度计,其主要部件有浮力计、水温计、盐度尺、温校尺、样品容量器及浮力计保护器(兼用)。

盐度尺共为三支,分别指示盐度区间为0—16,16—32,32—48。刻度最小分值为0.1,可估测0.02。温校尺亦为三支,分别匹配于三支盐度尺,温校尺是以特定温度17.5℃为标准温度进行设计,在非17.5℃情况下,用调整盐度尺基准线对准温校尺上所示样品实际温

\* 山东省科委基金资助项目,17940428号。包万友,男,出生于1949年11月,副研究员, Fax: 0086-0532-2870882

收稿日期:1996-10-03,收修改稿日期:1997-07-26

度值的方法来解决,实际样品温度由水温度计测出。基于此,无论在标准温度 17.5℃,或是在非 17.5℃ 的情况下,盐度计所示盐度值均是已进行过温度效应订正的盐度值,无需测试者重新进行温度效应订正计算。温校尺的校正范围是 0—35℃。

因浮力盐度计是依据液体浮力理论所设计,所以其测试盐度数值不受样品成分变化影响,这较之现行电导法和国际标准克纽森法有着突出的优越性。电导法常因样品成分改变而导致其电导率变化,从而引起偏离绝对盐度  $S_A$  的误差,克纽森法亦可因样品氯度比改变而出现测盐误差。对比实验表明,对于未污染的外海水,电导法、克纽森法和浮力法测试数值一致,这证明浮力式盐度计测定大洋水样品,在  $S_A = a + bS$  的绝对盐度与实用盐度关系计算式中,  $a$  和  $b$  常数没有改变。而对于测定变化成分的河口水、养殖水样品,理论和实验上均可证明,浮力式盐度计所测数值比电导法和克纽森法测定值更接近绝对盐度  $S_A$ 。

## 2 校准

### 2.1 精密度和准确度的影响因素

浮力盐度计的定位校准,是应用液面水平线对应温校尺基准线的新原理,所以浮力盐度计测定样品前不需用标准海水校准,简化了现行测盐法的操作步骤。本测量装置的精密密度决定于浮力计的稳定性,准确度决定于温校尺基准线水平对应样品液面的恒定程度以及水温度计指示样品温度的准确性。

浮力计的稳定性主要与试制材料的膨胀系数有关,膨胀系数越少的材料,所制浮力计稳定性越好,浮力计材料以石英玻璃为好。保证浮力盐度计测量准确度的关键措施是恒定样品液面高度,操作方法一是将浮力计放入测样筒中后,选定液面高度夹住排水管,调整温校尺上端基准线对准水平面弯月下沿(此方法亦可用于扩大盐度尺的原有量程);二是用滴管填加或吸取水样,使样品水平面弯月下沿线时刻与温校尺上端基准线保持对应一致。水温度计应进行实验校正。

### 2.2 工作曲线的测定

在浮力盐度量程范围内,使用了不同盐度的标准海水和副标准海水,测定了盐度计的工作曲线见图 1。由图 1 可知,浮力盐度计在盐度为 0—48 测量范围内,具有优良的响应性,试验效果良好。

## 3 精密度和准确度实验

浮力式盐度计的精密度和准确度试验,均由国家海洋计量站青岛分站所做,实验用样品是专用计量标准海水。

### 3.1 精密度实验

仪器温度校准后,对一种副标准海水测量 10 次,按电极式盐度计检定规程 18.6 款规定,计算标准偏差、试验数据列于表 1。

### 3.2 准确度实验

仪器温度校准后,分别测量高、中、低三种不同盐度的标准海水,试验数据列于表 2。

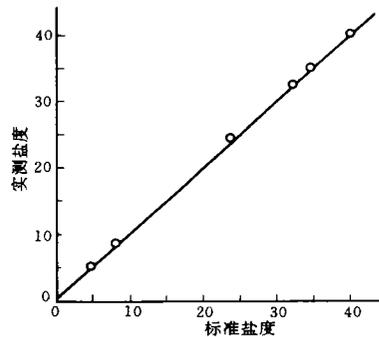


图1 浮力盐度计工作曲线

Fig.1 Working curve of the buoyancy salinometer

表1 浮力盐度计精密度试验数据<sup>1)</sup>

Tab.1 Results of precision tests for the buoyancy salinometer

| 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    |       |      |
| 盐度 | 24.30 | 24.30 | 24.30 | 24.30 | 24.30 |       |      |

1) 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

Tab.2 Results of accuracy tests for the buoyancy salinometer

| 标准海水盐度 | 水温(℃) | 实 测 盐 度 |       |       | 盐度平均值 | $\Delta S$ |
|--------|-------|---------|-------|-------|-------|------------|
| 39.993 | 23.5  | 40.00   | 40.00 | 40.00 | 40.00 | 0.007      |
| 34.984 | 23.4  | 35.00   | 35.00 | 35.00 | 35.00 | 0.016      |
| 5.017  | 23.3  | 5.02    | 5.02  | 5.02  | 5.02  | 0.003      |

#### 4 结 语

由表1和表2数据可看出,浮力式盐度计精密度和准确度良好。新式浮力盐度计是应用新的分析理论设计的,经过对样机的计算标定和实用验证,证明了其设计理论的正确性,应用这一理论可以研制出更高精度的盐度计。

#### 参 考 文 献

- 陈国华 王立红 张力军等, 1993. 一种改进的膜盐度计. 海洋科学, 5: 54—58
- 陈国华 季 荣 胡博路, 1992. 一种高精密的溶液密度测量装置——磁力浮沉子密度计. 海洋技术, 11(1): 1—6
- 张 桦 沈幼元, 1991. 新型SYC1-2型感应直读式盐度计简介. 海洋技术, 10(2): 72—78
- Poisson A, Lebel J, Brunt C, 1980. Influence of local variations in the ionic ratios on the density of seawater in the St. Lawrence area. Deep-Sea Res, 27: 763—781
- Milieto F J, Emmet R T, 1976. The effect of dissolved air and natural isotopic distributions on the density of water. J Mar Res, 34: 15—24

## A BUOYANCY SALINOMETER

BAO Wan-you, HOU Bao-rong

(*Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

**Abstract** A new buoyancy salinometer suitable for field and laboratory uses has been designed and made in 1995. This instrument is characterised by low cost, simple construction and high reliability. Its main advantages include simple operation and fast determination; no power source, chemical agent and standard correction before determination are needed. Its accuracy of measurement is immune to the interference by suspended material and seawater constituent variations. This method is accurate to 0.02, the same as that of the Kundsens method. The present experiment shows that the salinity derived using the salinometer is correct with the seawater temperature ranging from 0 to 35°C. The buoyancy salinometer can be applied to the monitoring of surface seawater salinity in nearshore, estuarine and mariculture areas.

### 1 Principle and apparatus

The principle of buoyancy salinometer is based upon the interrelationships between buoyancy, density and salinity. For a buoyancy meter with given volume and weight, the buoyancy is related to the density of seawater which is influenced by the seawater temperature and salinity. If the temperature is known, the salinity can be determined.

The buoyancy salinometer consists of a buoyancy meter, a centigrade thermometer, a slide salinity ruler, a ruler for correcting the temperature effect, a sampling volummer and a safeguarding device for the buoyancy meter.

Three salinity rulers can be used for the salinity ranges of 0—16, 16—32 and 32—48, respectively. These are matched by three rulers for uses with temperature of 0—35°C.

### 2 Calibration

The water level line is applied to Calibrate the basic position for the temperature ruler.

### 3 The working curve

The working curve of the buoyancy salinometer (Fig.1) shows that the buoyancy salinometer has a satisfactory responsibility for a salinity range of 0—48.

### 4 Precision and accuracy

The precision and accuracy were determined by Beihai Brach of the State Standard Measure Center. The data shown in Tables 1 and 2 are satisfactory for salinity measurements using the buoyancy salinometer.

**Key words** Buoyancy salinometer Salinity Measurement

**Subject classification number** P716