

一种新的船用实验室海水电导盐度计*

陈国华 吴葆仁
(山东海洋学院)

电导测盐法已被作为公认的方法,正式取代了克纽森滴定法^[13,15]。

近年来,虽已出现了多种型号的现场盐度计,然而都远不及实验室盐度计精确。在现场盐度计中,由于温度测量部分或温度补偿部分的时间常数很难和电导率测量部分一致,因而在温度分布不均匀的海区,往往在记录中出现一些虚假的跃变,在使用过程中,也不易进行校正。因此,实验室海水电导盐度计,目前仍被认为是精密测定海水盐度的标准仪器。

近代精密的便携式船用实验室盐度计,主要以布朗和哈蒙(Brown and Hamon 1961)^[12]的设计为基础。这些感应型盐度计不用金属电极,其主要优点是:不需要样品恒温槽,成功地应用热敏电阻或铂电阻进行温度补偿,大约具有 $\pm 0.003\text{‰}S$ 到 $\pm 0.002\text{‰}S$ 的重现性^[2,5,9];其主要缺点是:在测定以前要求将标准海水或水样与室温较好地平衡,不允许存在较大的温差。因此,在船上采水后不能接着进行测定,实用中很感不便。另一方面,电导池容积大,耗水量多,观察不到气泡,容易出现较大的偶然误差。

在电极型盐度计方面,精度较高的有美国伍兹霍尔海洋研究所的电导率电桥^[12],华盛顿大学的盐度计,英国国家海洋研究所的变压器比臂电桥盐度计^[1,3,9],以及加拿大的电极型盐度计。新近美国海洋仪器中心的恒温盐度计^[10],其精密度达到了 $\pm 0.001\text{‰}S$,其它的一般也都是 $\pm 0.003\text{‰}S$ 。这类盐度计的主要缺点是:要使用较大而且复杂的恒温控制设备,因而难以在一般调查船上使用。

我们新设计了一种简单轻便而较精密的船用实验室盐度计。这是一种采用可换海水进行温度补偿的电极型盐度计,它能按电导盐度的定义,用改进的交流电桥直接给出水样相对于 $35.000\text{‰}S$ 海水的电导比。电桥的四个桥臂有些类似伍兹霍尔的电导率电桥,然而我们仅仅使用接在电桥两个相邻桥臂上的两个电导池。电导池用硬质玻璃制成U形管状,内装铂黑电极。两支电导池固定在一个小型有机玻璃水浴中,但水浴不用控温。水浴内有一只微型电动搅拌器搅动,使得两支电导池中海水的温度严格一致,但温度值随水浴自然波动。这两支电导池的电导池常数,并不要求相等。仪器在进行测定前,可用一份任意盐度的标准海水进行定位校准。校准或测定样品时,都不要标准海水或水样的温

* 我院工厂王树温、陈荣贵、王黎光、蓝仁照、杨飞宇、姜开桃等同志,以及化学系的王庆璋、谢式南、祝召功、陈忠林(现在国家水产总局南海水产研究所)、林文业(现在广西壮族自治区南宁科技局)、王永辰、李可维、王强等同志协助仪器试制及部分实验工作。国家海洋局北海分局调查队及海洋局二所四室提供样机试用报告。
本文承赫崇本教授、薛廷耀教授、夏宗伦同志提出宝贵意见,特此深表谢意。
本刊编辑部收到稿件日期:1978年4月1日。

度与室温预先平衡，其温差程度只稍影响测定速度，不影响测定精度。仪器能直接读出样品海水相对于盐度为 $35.000\text{‰} S$ 标准海水的电导比 R_t ，直接查新的国际海洋学常用表^[14]，即得样品海水的盐度。在很广的范围内，重现性优于 $\pm 0.001\text{‰} S$ ，灵敏度达到 $\pm 0.0004\text{‰} S$ 。

一、仪器的结构和原理

图 1 为仪器整机照片。体积 $50 \times 44 \times 25$ 厘米，重量为 22 公斤，下部装着有机玻璃水浴，其体积为 $11 \times 16.5 \times 11.5$ 厘米。电导池和搅拌器固定在水浴的盖板上。水浴旁

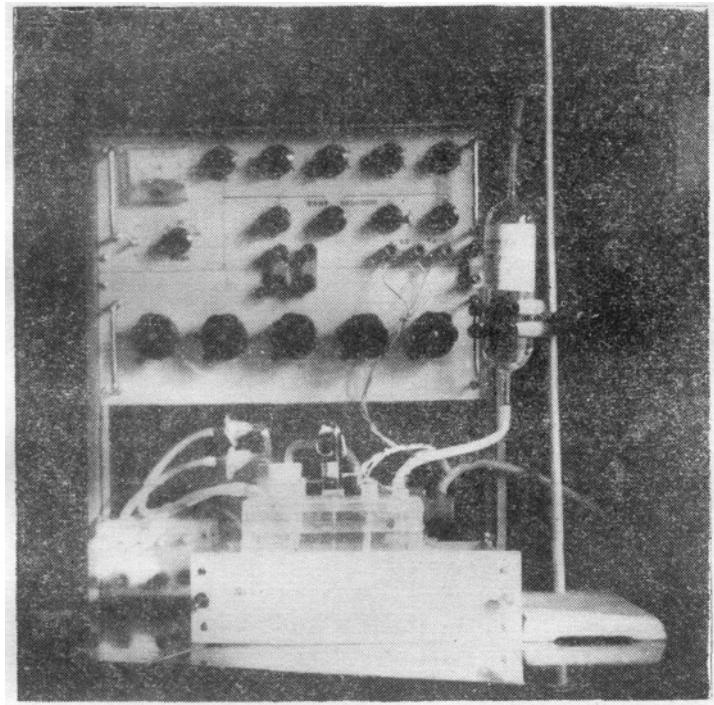


图 1 标准海水定位校准仪

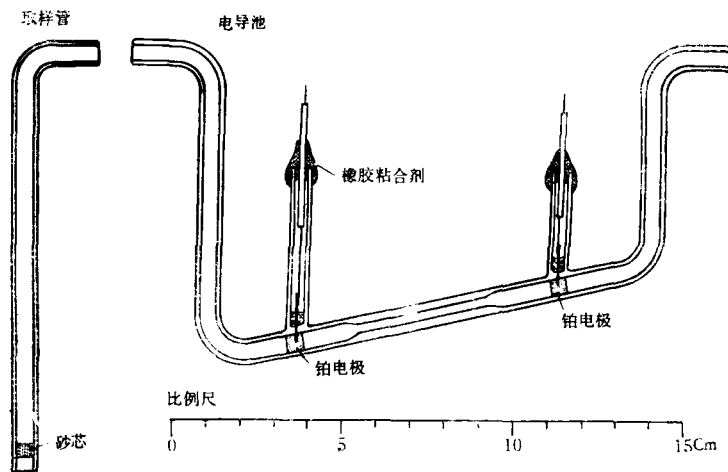


图 2 取样管和电导池结构

边有一微型海水泵,作为抽放海水的动力。抽取有悬浮物水样时,可在电导池进水端联接一只取样管,插在海水样品瓶中,水样即经过取样管中特制的砂芯过滤后进入电导池。取样管和电导池的结构如图 2 所示。在电导池与水泵之间有一缓冲瓶,瓶上有活塞以控制两支电导池中海水的进出。由电导池抽出的海水可以排入下水道或留作别用。在水浴上方的五个大旋钮为电导比 R_x 的读数桥臂,满档时可有六位有效数字。再上一排旋钮为补偿电容及零位调节,最上一排为定位校准用的旋钮以及作为平衡指示器的微安表。整个仪器比较轻便,便于携带,适宜于船上或陆地实验室使用,海上采水后可立即进行测定,亦不需控温,操作使用很简便。

图 3 为仪器测量电桥的原理图。 r_N 和 r 分别为两只电导池, r_x 为读数桥臂,有五组十进位的标准电阻。 r_1 为定位校准用桥臂,有一个固定电阻加上五组十进位的标准电阻。

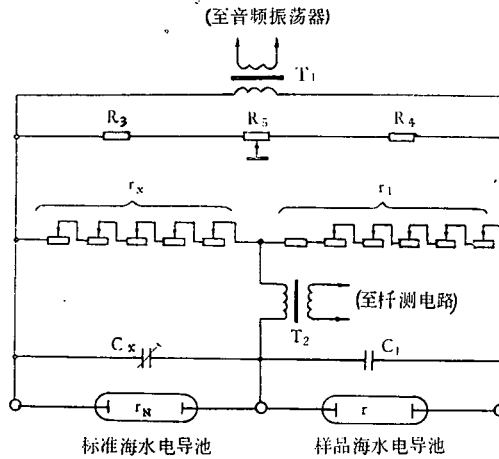


图 3 仪器测量电桥简图

如何在盐度计交流电桥中使用海水进行温度补偿,做到既不用恒温浴控温又能够直读电导盐度定义中的电导比?困难是存在的。因为在一般情况下,用作仪器定位校准用的标准海水,其盐度并不一定正好等于 35‰ S,两只电导池的常数也不一定相等。我们从普遍情况和实际条件出发,根据电导池常数特性和海水电导比温度系数较小的性质结合电导盐度的定义,首次提出了利用双电导池电阻电桥直读海水盐度定义中的电导比的原理:

按图 3 所示,交流电桥在平衡时具有如下关系:

$$\frac{r_x}{r_1} = \frac{r_N}{r} \quad (1)$$

令 r_N 及 r 两电导池皆注入相同盐度的任意一份标准海水,设其相应的电阻为 r'_N 和 r' ,并令 r_x 的读数为 a ,根据 (1) 式得:

$$\frac{a}{r_1} = \frac{r'_N}{r'} \quad (2)$$

电导池中海水电阻 r'_N 和 r' ,皆与海水的电阻率成正比:

$$r'_N = K_N \cdot \rho_{\text{标}}, \quad r' = K_r \cdot \rho_{\text{标}},$$

K_N 及 K_r 分别为电导池 r_N 及 r 的电导池常数, $\rho_{\text{标}}$ 为标准海水的电阻率。其数值与该标准海水的盐度及离子组成有关, 也与温度有关。因两只电导池中盛有同样的标准海水, 又同在一水浴中达到温度一致, 因而 $\rho_{\text{标}}$ 相同, 故:

$$\frac{r'_N}{r} = \frac{K_N \rho_{\text{标}}}{K_r \rho_{\text{标}}} = \frac{K_N}{K_r} \quad (3)$$

(2) 与 (3) 式结合有:

$$\frac{a}{r_1} = \frac{K_N}{K_r} \quad (4)$$

我们所用标准电阻的温度系数很小, 在进行测量的短时间内, 阻值基本恒定; 我们使用的窄管电导池, 其电导池常数在进行测量的短时间内, 随室温的变化也可忽略^[1]。这也就是说 r_1 及 K_N/K_r 基本恒定, 因而 a 值必然也是一个近似恒定的常数。实验结果证明, 甚至几个月时间内 a 值基本恒定。 a 值的稳定性表明了电导池常数的稳定性。这样, (2) 式可认为受温度影响很小, 在一定温度变化范围内, r'_N/r' 比值基本不变。下面的推导中我们将利用这一特性。

再令电导池 r 注入待测海水, 设水浴温度为 $t^\circ\text{C}$, 电导池 r 中待测海水具有电阻 r'' , 而电导池 r_N 中的标准海水不换。由于在此温度下 (2) 式同样成立, 即 r_N 中标准海水电阻仍为 r'_N , 当电桥再调到平衡时, 设 r_x 的读数为 b , r_1 固定, 根据 (1)

$$\frac{r'_N}{r''} = \frac{b}{r_1} \quad (5)$$

由于在 t 温度下 (2) 式同样成立, 所以可将 (5) 式代入 (2) 得到:

$$\frac{r'}{r''} = \frac{b}{a} \quad (6)$$

根据电导盐度定义, 待测海水在 t 温度下的电导比为:

$$R_{t\text{特}} = \frac{r_{35\text{‰}}}{r''} \quad (7)$$

标准海水在 t 温度下的电导比:

$$R_{t\text{标}} = \frac{r_{35\text{‰}}}{r'} \quad (8)$$

(7) 式 \div (8) 式得到:

$$\frac{r'}{r''} = \frac{R_{t\text{特}}}{R_{t\text{标}}} \quad (9)$$

将 (6) 代入 (9) 得:

$$\frac{R_{t\text{特}}}{R_{t\text{标}}} = \frac{b}{a}$$

故

$$R_{t\text{特}} = \frac{b}{a} \cdot R_{t\text{标}} \quad (10)$$

前面已经提到 a 是一个与电导池常数有关的常数, 其数值与 r_1 成比例, 通过调整 r_1 数值即可改变 a 值。当我们选定一瓶标准海水作为盐度计测量盐度的标准时, 它对应的电导比是一定的, 即 $R_{i\text{标}}$ 是已知的。根据式 (10) 可见, 只要我们通过调整 r_1 使 a 值正好等于 $R_{i\text{标}}$, 那么当待测海水注入 r 这只电导池时, 在保持桥臂电阻 r_1 数值不变的条件下, 就有

$$R_{i\text{特}} = b \quad (11)$$

这时 r_x 的读数 b 正好等于水浴温度 t 时被测海水的电导比 R_i , 此即本盐度计工作原理。已知 R_i , 用国际海洋学常用表^[14]很快就能查得相对应的盐度值。

按上述原理, 本仪器操作主要分两步: 一是根据标准海水相应的电导比 $R_{i\text{标}}$ 值对仪器进行定位校准, 即调节 r_1 使 a 值等于 $R_{i\text{标}}$ 的过程; 二是测定待测海水电导比 $R_{i\text{特}}$, 即在定位校准后, 固定 r_1 不变, 调节 r_x 的读数使电桥平衡, 平衡时 r_x 的读数 b , 就是 $R_{i\text{特}}$ 。 t 为水浴当时温度, 由于在通常条件下 R_i 的温度系数较小, 温度 t 可取到小数点后一位, 但实际使用时只须取整数温度, 查表即足够精确了。

测量电桥中使用了改进的瓦格纳尔 (Wagner) 接地支路^[6,9], 以提高仪器测定的稳定性与灵敏度。为了使电桥准确地平衡, 桥臂电阻均为无感电阻, 并备有补偿相角的可变电容 C_x 。电桥的音频交流电源通过隔离变压器 T_1 输入, 检测对角线则通过隔离变压器 T_2 输出。图 4 所示为构成盐度计的方块图。向交流电桥供电的音频振荡器, 其失真系数 $\leq 1.5\%$, 并具有近于恒压的输出特性。实验表明, 若音频振荡器的失真系数超过 2% , 便会使电桥在达到平衡时的剩余讯号上升, 使电桥的灵敏度下降。供给电桥的 1000 周/秒音频电压为 2.5 伏。电导池和电桥电路与电源线之间存在的电容耦合及漏电阻都会引入严重的 50 周/秒工频干扰, 此外还会吸收射频干扰讯号。因此, 检测电路必须采用性

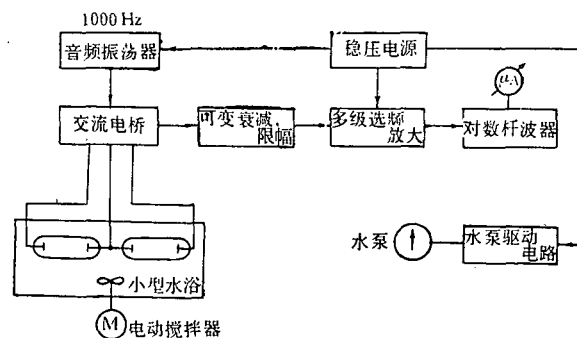


图 4 盐度计的构成

能优良的多级选频放大器, 以抑制上述外来的干扰讯号, 并降低放大器中所用电子元件内部噪音的影响。为了使仪器达到较高的灵敏度, 放大器应具有足够高的增益。为了在远离平衡点和接近平衡点时都能较好地指示电桥的状态, 检测电路采取了具有对数特性的检波器, 并在输入端上加装了多档可变衰减器。在放大器之前装有限幅器, 用以防止在电桥远离平衡状态时放大器发生阻塞。在输入讯号幅度急剧变化的条件下, 对放大器引起的任何暂态过程不超过 0.05 秒。

表 1 本盐度计在不同盐度范围内的精密性及灵敏度¹⁾

序号	各次测得 R_{15} 值					查表得盐度值 S‰					平均值 S‰	标准偏差 S‰	最大偏差 S‰	平均偏差 S‰	灵敏度 S‰	测定者
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
1	0.35438	0.35440	0.35440	0.35440	0.35440	11.129	11.130	11.130	11.130	11.130	11.130	± 0.0005	-0.001	0.0002	3×10^{-4}	张竹琦
2	0.45317	0.45318	0.45318	0.45318	0.45319	14.567	14.567	14.567	14.567	14.568	14.567	± 0.0005	+0.001	0.0002	3×10^{-4}	许陈忠
3	0.60478	0.60479	0.60478	0.60479	0.60479	20.012	20.013	20.012	20.013	20.013	20.013	± 0.0007	-0.001	0.0004	3×10^{-4}	贺志明
4	0.73287	0.73288	0.73288	0.73289	0.73287	24.749	24.749	24.749	24.750	24.749	24.749	± 0.0005	+0.001	0.0002	3×10^{-4}	郭锦宝
5	0.89396	0.89396	0.89396	0.89396	0.89396	30.870	30.870	30.870	30.870	30.870	30.870	0.0000	0.000	0.0000	3×10^{-4}	郭金全
6	0.98645	0.98646	0.98646	0.98646	0.98646	34.468	34.468	34.468	34.468	34.468	34.468	0.0000	0.000	0.0000	3×10^{-4}	高言昌
7	1.18333	1.18333	1.18330	1.18330	1.18332	42.304	42.304	42.302	42.302	42.303	42.303	± 0.0010	± 0.001	0.0008	6×10^{-4}	陈国华

注 1) 本表数据摘自 1977 年 11 月中华人民共和国国家海洋局, HD-2 型船用实验室盐度计鉴定报告。

二、结 果

经过短期训练的操作者,若水样温度基本已与室温平衡,每小时可测 45 个水样;若采水后立即测试,水样与室温相差较大,每小时至少可测 20 至 30 个样品。

电导池本身容积不到 10 毫升,包括洗涤用水,也仅需 60 毫升左右,比通常感应型盐度计用水样量少得多,而且便于在船上操作。本仪器多台样机已在不同吨位调查船及陆地实验室试用近一年时间,在 0℃ 以上室温及六级风和五级海况条件下,仪器均能正常工作。对于比较稳定的环境条件,更易达到较好的精确度。

仪器灵敏度,无论在陆地或船上都无明显差异,测量时一般电导比最后一个读数旋钮只改变一个或两个单位就能检测出来。因此,仪器的灵敏度约为 0.0004‰ S。其测量的精密度,可从同一海水样品瓶中多次取水的测试结果来计算。表 1 列举了对七个不同盐度的海水,多次取水测定的结果。在广泛的盐度范围内(8‰—42‰ S),本仪器皆具有 0.0004‰ S 的灵敏度。结果表明:最大偏差 $\pm 0.001\%$ S,重现性优于 $\pm 0.001\%$ S。

仪器测量海水盐度的准确度:根据多批不同盐度的标准海水互为标准进行比测的鉴定结果,以及后来在实验室继续进行的,用盐度计测定按重量稀释法所得低盐海水样品盐度的准确度试验结果表明,在通常大洋海水盐度范围内,不包括用作标准的标准海水盐度误差,本仪器测定海水盐度具有 $\pm 0.003\%$ S 以内的准确度。

据报道^[5],同一型号的若干台仪器,对相同海水样品测试结果之间的偏差,往往大于该型号仪器所标明的额定精度。我们抽验了本仪器两台样机用相同的标准海水对相同海水样品盐度进行测定,如表 2 的结果表明:两台样机测定值之间的最大偏差仅 $\pm 0.001\%$ S,完全在本仪器额定精度以内。

表 2 本仪器两台样机对相同水样测定的结果

海水样品号	1	2	3	4	5	6
No. 1. 样机测定结果 ‰S	31.952	32.195	34.435	31.121	30.868	25.882
No. 2. 样机测定结果 ‰S	31.951	32.195	34.435	31.121	30.867	25.883
两台样机测定值偏差 ‰S	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001

三、讨 论

近代一些感应型电导盐度计,采用了热敏电阻进行温度补偿,但由于海水的电导温度系数受温度及盐度的相互影响,虽然能选择一个与 35‰ S 海水电导相同大小的负温度系数的热敏电阻网络,但总是近似的。由于这种热敏电阻温度补偿的近似性和电导池部件的热容量偏大,在仪器使用说明中常常规定水样温度和标准海水温度要大致接近,才能保证仪器额定精度,这对于实际使用很感不便。而本仪器克服了这一缺点,它可以直接采用 35‰ S 的海水进行温度补偿,并直接作为参考电阻,这就消除了热敏电阻“模拟”的误差,因而从原理上说比较可靠。本仪器的两支电导池同在一个水浴中,电导池热容量又很小,因而在搅拌器的帮助下,能很快实现水样和参考海水的温度平衡,使在采水后可立即进行测定,故更适宜在船上操作,也加快了总的测量速度。

对于电极型盐度计,人们常常关心海水中的污物沾污电极和电极极化效应两个问题。我们设计了一种带有特制砂芯的玻璃取样管,海水样品经过它进入电导池,这样就减少了海水中的悬浮物等污物沾污电极的机会,因而有效地延长了电极使用寿命。从仪器投入使用以来,尚未发生过因电极受沾污而重新处理的问题。实际上,本仪器的定位校准方法和使用方法,能够保证即使电导池常数经长期使用后有所变化,也不会给测量带来附加误差。有关铂电极极化问题,已有较充分的研究^[6,7,8],根据这些研究,只要使用铂黑电极及音频交流电源,对电导池结构及电桥线路处置适当,对于像海水这样的“浓溶液”的电导测定,其极化效应是不致影响到目前的测定精度的。我们考虑了这些研究经验后所设计的本仪器,在测定海水电导时仪器读数稳定,重现性很好,结果精确,实践证明其极化效应影响是可以不用考虑的。

一些交流电阻电桥装置,为了提高测量精度^[6,9],常将标准电阻器浸在恒温油浴中,这对电阻绝对值的测定是有益的。而当我们根据电导盐度定义,按本仪器原理测定海水相对电导时,定位电阻与读数电阻处在相邻桥臂上,同时又在同一室温下,因此阻值随室温的微小变化其影响能互相抵消,故无须恒温就能做到精密的测量。

按本仪器方法原理,对于世界大洋海水盐度范围和温度范围内的海水盐度测定的准确度只能作如下的估算:

本文暂不讨论海水组成的变化对电导盐度定义的影响和作为电导盐度标准的标准海水本身的盐度误差,因为已知海水盐度 S 被定义为 R_{15} 的函数,而 R_{15} 是由 R_t 和 t 确定的^[14,15],因此可写成:

$$S = f(R_t, t) \quad (12)$$

取全微分:

$$dS = \frac{\partial S}{\partial R_t} dR_t + \frac{\partial S}{\partial t} dt \quad (13)$$

考虑到国际海洋学常用表^[14]所给为 S 和 R_{15} 的函数,为便于解算,引用 R_{15} 为中间变量;再考虑到因温度变化而引起的 R_t 之变化,可写成下式:

$$dS = \frac{\partial S}{\partial R_{15}} \cdot \frac{\partial R_{15}}{\partial R_t} \cdot \frac{\partial R_t}{\partial t} dt + \frac{\partial S}{\partial R_{15}} \cdot \frac{\partial R_{15}}{\partial t} dt \quad (14)$$

$$\because R_{15} = R_t + \Delta_{15}$$

$$\therefore \frac{\partial R_{15}}{\partial R_t} = 1 + \frac{\partial \Delta_{15}}{\partial R_t} \text{ 和 } \frac{\partial R_t}{\partial t} = - \frac{\partial \Delta_{15}}{\partial t}$$

代入(14)式即得:

$$dS = - \frac{\partial S}{\partial R_{15}} \cdot \frac{\partial \Delta_{15}}{\partial t} \left(1 + \frac{\partial \Delta_{15}}{\partial R_t} \right) dt \quad (15)$$

用增量代替微分:

$$\Delta S = - \frac{\Delta S}{\Delta R_{15}} \cdot \frac{\Delta(\Delta_{15})}{\Delta t} \left[1 + \frac{\Delta(\Delta_{15})}{\Delta R_t} \right] \cdot \Delta t \quad (16)$$

(16)式即本仪器方法原理最大绝对偏差,即准确度。式中 $\frac{\Delta(\Delta_{15})}{\Delta R_t}$ 由国际海洋学常用表

的 I_b 表得到,其最大值为 11×10^{-3} ; 由表 I_a 可得, $\frac{\Delta S}{\Delta R_{15}} \doteq \frac{0.001\% S}{3 \times 10^{-5}}$; 由 I_b 表可得

$$\frac{\Delta(\Delta_{15})}{\Delta t} \doteq 16 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C};$$

Δt 即定位与测量过程中水浴温度的改变,在 $\Delta t = 0.2^{\circ}\text{C}$ 的条件下代入(16)式得

$$\Delta S = \frac{0.001\% S}{3 \times 10^{-5}} \times \frac{16 \times 10^{-5}}{1^{\circ}\text{C}} \times 0.2^{\circ}\text{C} \doteq 0.001\% S$$

对于中国副标准海水而言,盐度值在 $32-35\% S$ 之间,相应的 $\frac{\Delta(\Delta_{15})}{\Delta t}$ 最大值约为 $6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$,代入(16)式得:

$$\Delta S = \frac{0.001\% S}{3 \times 10^{-5}} \times \frac{6 \times 10^{-5}}{1^{\circ}\text{C}} \times 0.2^{\circ}\text{C} = 0.0004\% S$$

上述分析与实验测定结果的偏差是吻合的。

四、结 语

我们利用海水电导比的温度系数及电导池常数的温度系数都比较小的特性,结合电导盐度定义,提出了一种利用双电导池交流电阻电桥直读相对于盐度为 $35\% S$ 的标准海水的海水电导比的测量原理。根据此原理新设计了一种船用实验室海水电导盐度计,其优点是:不需控温设备,采用可更换的海水进行温度补偿并作参考电阻;测定海水样品盐度时,亦不须预先使水样或标准海水与室温平衡,取到水样后可立即进行测定;并具有消耗水样体积小,气泡容易观察和排除以及操作简便,结果稳定可靠,体积轻巧,携带方便等优点。该仪器灵敏度可达 $0.0004\% S$,重现性为 $\pm 0.001\% S$,准确度为 $\pm 0.003\% S$,经在我国各海区使用证明性能良好,符合设计要求,现已投入工厂生产。

参 考 文 献

- [1] Park, K. and W. V. Burt, 1965. Electrolytic conductance of sea water and salinometer (I) *J. Oceanogr. Soc. Japan* 2(2):69—80.
- [2] Brown, N. L. and B. V. Hamon, 1961. An inductive salinometer. *Deep sea Res.* 8(1):65—75.
- [3] Cox, R. A. et al., 1963. Progress in oceanography. Pergamon Press, Oxford, England, 1:243.
- [4] Cox, R. A., Culkin, F. and J. P. Riley, 1967. The electrical conductivity/chlorinity relationship in natural sea water. *Deep sea Res.* 14:203—220.
- [5] Grasshoff, K., 1976. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim New York, p. 49—57.
- [6] Jones, G. and R. C. Josephs, 1928. The measurement of the conductance of electrolytes; (1) An experimental and theoretical study of principles of design of the wheatstone bridge for use with alternating currents and an improved form of direct reading alternating current bridge. *J. Am. Chem. Soc.* 50:1049.
- [7] Jones, G. and S. M. Christian, 1935. The measurement of the conductance of electrolytes. (VI.) Galvanic polarization by alternating current. *J. Am. Chem. Soc.* 57:272.
- [8] Jones, G. and D. M. Bollinger. 1935. The measurement of the conductance of electrolytes (VII) On platinization. *J. Am. Chem. Soc.* 57:280.
- [9] Riley, J. P. and G. Skirrow, 1965. Chemical oceanography. Academic Press. London and New York. 1:81—91.
- [10] Riley, J. P. and G. Skirrow, 1975. Chemical oceanography. Academic press, London, 1:372—

- 373.
- [11] Robinson, R. R. and R. H. Stokes, 1959. Electrolyte solutions. Butterworths scientific publications, London, p. 97—99.
- [12] Schleicher, K. E. and A. Bradshaw, 1956. A conductivity bridge for measurement of the salinity of sea water. *Journal Du conseil* 22(1):9—20.
- [13] UNESCO, 1965. Second report of the joint panel on oceanographic tables and standards. *Marine science* 4:29.
- [14] National institute of oceanography of Great Britain and UNESCO, 1966. International oceanographic tables. London.
- [15] Wooster, W. S., Lee, A. J. and G. Dietrich, 1969. Redefinition of salinity. *Limnol. Oceanogr.* 14:437.

A NEW PORTABLE ELECTRODE TYPE SALINOMETER

Chen Guohua and Wu Baoren

(Shandong College of Oceanology)

ABSTRACT

This paper describes the principle of constructing a new portable salinometer of electrode type suitable for laboratory or on board use. Replaceable seawater is adopted for compensation of temperature. Basing on the definition of conductivity salinity, the conductivity ratio_(RT) of sample is first read out directly through an improved alternating current bridge, which is relatively 35.000‰ S. Before determination of salinity, the sample and standard seawater are not required to be equilibrated to room temperature. Therefore, it is readily available to operate on board and produces excellent result. In the meantime, the precision in measurement has remarkably increased. The range of salinity determination is 3—42‰ S. While within the range of 8—42‰ S, the sensitivity reaches about 0.0004‰ S. Its reproducibility is ±0.001‰ S. Over ordinary oceanic salinity, the error in standard sea water salinity is excluded, the accuracy is about ±0.003‰ S.