

采用法定计量单位后海水特性计算公式

杨 德 全

秦 嗣 仁

(国家海洋资料中心, 天津)

(国家海洋局标准计量中心, 天津)

1983年, 联合国教科文组织推出了以实用盐标(PSS-78)和国际海水状态方程(EOS80)为基础的海水基本特性计算公式^[1]。同时, 国际海洋物理科学协会在1983年的第6号决议中, 采纳了其工作组关于物理海洋学中符号、单位和术语的报告。并建议“从1986年1月1日起推广应用这个报告”^[2]。1984年, 我国国务院发布命令, 在我国推行法定计量单位, 原国家标准局发布了《量和单位》国家标准^[3]。本文仅将采用国际单位制和基本标准后, 某些变化的海水特性计算公式介绍于下。

1. 现场密度

现场密度 (kg/m^3) 可根据实用盐度(S)、温度(t , $^{\circ}\text{C}$)和压力(p , kPa), 由下列方程计算:

$$\rho(S, t, p) = \frac{\rho(S, t, 0)}{1 - 10^{-2} p / K(S, t, p)} \quad (1)$$

式中: $\rho(S, t, 0)$ 为条件密度; $K(S, t, p)$ 为实用盐度(S)、温度(t)和压力(p)下的正割体积模量。

$$K(S, t, p) = K(S, t, 0) + Ap + Bp^2 \quad (2)$$

式中:

$$\begin{aligned} K(S, t, 0) = & K_w + (54,6746 - 0.603459t + 1.09987 \times 10^{-2}t^2 \\ & - 6.1670 \times 10^{-5}t^3)S + (7.944 \times 10^{-2} + 1.6483 \times 10^{-2}t \\ & - 5.3009 \times 10^{-4}t^2)S^{3/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A = & A_w + (2.2838 \times 10^{-5} - 1.0981 \times 10^{-7}t - 1.6078 \times 10^{-8}t^2)S \\ & + 1.91075 \times 10^{-8}S^{3/2} \end{aligned}$$

$$B = B_w + (-9.9348 \times 10^{-11} + 2.0816 \times 10^{-12}t + 9.1697 \times 10^{-14}t^2)S$$

正割体积模量中的纯水项 K_w 、 A_w 、 B_w 由下式得出:

$$\begin{aligned} K_w = & 19652.21 + 148.4206t - 2.327105t^2 + 1.360477 \times 10^{-2}t^3 \\ & - 5.155288 \times 10^{-5}t^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_w = & 3.239908 \times 10^{-2} + 1.43713 \times 10^{-5}t + 1.16092 \times 10^{-6}t^2 \\ & - 5.77905 \times 10^{-9}t^3 \end{aligned}$$

$$B_w = 8.50935 \times 10^{-9} - 6.12293 \times 10^{-10}t + 5.2787 \times 10^{-12}t^2$$

该方程适用范围: 实用盐度 $0 \sim 42$, 温度 $-2 \sim 40^{\circ}\text{C}$, 压力 $0 \sim 10^5 \text{kPa}$ 。

2. 现场比容

$$V(S, t, p) = V(S, t, 0) [1 - 10^{-2} p / K(S, t, p)] \quad (3)$$

式中：\$K(S, t, p)\$ 为正割体积模量；温度单位为℃；压力单位为 kPa。

3. 压力与深度换算

深度 \$Z\$ 的完整公式如下：

$$Z = \frac{C_1 p + C_2 p^2 + C_3 p^3 + C_4 p^4}{g(\varphi) + \frac{1}{2} r' p} + \frac{\Delta D}{9.8} \quad (4)$$

式中：深度 \$Z\$ 单位为 m；压力 \$p\$ 单位为 kPa；重力加速度 \$g\$ 单位为 \$\text{ms}^{-2}\$；动力深度偏差 \$\Delta D\$ 单位为 \$\text{m}^2 \text{s}^{-2}\$；纬度 \$\varphi\$ 单位为 \$(^\circ)\$；\$r' = 2.184 \times 10^{-7}\$，单位为 \$\text{m}/(\text{kPa} \cdot \text{s}^2)\$。

$$\Delta D = \int_0^p \delta dp \quad (5)$$

其中比容偏差 \$\delta = V(S, t, p) - V(35, 0, p)\$。

$$\int_0^p V(35, 0, p) dp \approx C_1 p + C_2 p^2 + C_3 p^3 + C_4 p^4 \quad (6)$$

式中：
 $C_1 = 9.72659 \times 10^{-1}$, $C_2 = -2.2512 \times 10^{-7}$,
 $C_3 = 2.279 \times 10^{-13}$, $C_4 = -1.82 \times 10^{-19}$.
 $g(\varphi) = 9.780318 \times (1.0 + 5.2788 \times 10^{-3} \times \sin^2 \varphi + 2.36 \times 10^{-5} \times \sin^4 \varphi)$

4. 海水声速

海水中的声速 \$C\$ (Chen 和 Millero, 1977) 可根据实用盐度 (\$S\$)、温度 (\$t\$℃) 和压力 (\$p, \text{kPa}\$) 按下式计算：

$$C(S, t, P) = C_w(t, p) + A(t, p)S + B(t, p)S^{3/2} + D(t, p)S^2 \quad (7)$$

$$\begin{aligned} C_w(t, P) = & C_{00} + C_{01}t + C_{02}t^2 + C_{03}t^3 + C_{04}t^4 + C_{05}t^5 \\ & + (C_{10} + C_{11}t + C_{12}t^2 + C_{13}t^3 + C_{14}t^4)p \\ & + (C_{20} + C_{21}t + C_{22}t^2 + C_{23}t^3 + C_{24}t^4)p^2 \\ & + (C_{30} + C_{31}t + C_{32}t^2)p^3 \end{aligned} \quad (8)$$

式中：
 $C_{00} = 1402.388$, $C_{01} = 5.03711$,
 $C_{02} = -5.80852 \times 10^{-2}$, $C_{03} = 3.3420 \times 10^{-4}$,
 $C_{04} = -1.47800 \times 10^{-6}$, $C_{05} = 3.1464 \times 10^{-9}$,
 $C_{10} = 0.153563 \times 10^{-1}$, $C_{11} = 6.8982 \times 10^{-5}$,
 $C_{12} = -8.1788 \times 10^{-7}$, $C_{13} = 1.3621 \times 10^{-8}$,
 $C_{14} = -6.1185 \times 10^{-11}$, $C_{20} = 3.1260 \times 10^{-7}$,
 $C_{21} = -1.7107 \times 10^{-8}$, $C_{22} = 2.5974 \times 10^{-10}$,
 $C_{23} = -2.5335 \times 10^{-12}$, $C_{24} = 1.0405 \times 10^{-14}$,
 $C_{30} = -9.7729 \times 10^{-12}$, $C_{31} = 3.8504 \times 10^{-13}$,
 $C_{32} = -2.3643 \times 10^{-15}$.
 $A(t, p) = A_{00} + A_{01}t + A_{02}t^2 + A_{03}t^3 + A_{04}t^4$

$$\begin{aligned}
 & + (A_{10} + A_{11}t + A_{12}t^2 + A_{13}t^3 + A_{14}t^4)p \\
 & + (A_{20} + A_{21}t + A_{22}t^2 + A_{23}t^3)p^2 \\
 & + (A_{30} + A_{31}t + A_{32}t^2)p^3
 \end{aligned} \quad (9)$$

式中:

$$\begin{aligned}
 A_{00} &= 1.389, & A_{01} &= -1.262 \times 10^{-2}, \\
 A_{02} &= 7.164 \times 10^{-5}, & A_{03} &= 2.006 \times 10^{-6}, \\
 A_{04} &= -3.21 \times 10^{-8}, & A_{10} &= 9.4742 \times 10^{-7}, \\
 A_{11} &= -1.2580 \times 10^{-7}, & A_{12} &= -6.4885 \times 10^{-10}, \\
 A_{13} &= 1.0507 \times 10^{-10}, & A_{14} &= -2.0122 \times 10^{-12}, \\
 A_{20} &= -3.9064 \times 10^{-11}, & A_{21} &= 9.1041 \times 10^{-13}, \\
 A_{22} &= -1.6002 \times 10^{-14}, & A_{23} &= 7.988 \times 10^{-16}, \\
 A_{30} &= 1.100 \times 10^{-16}, & A_{31} &= 6.649 \times 10^{-18}, \\
 A_{32} &= -3.389 \times 10^{-19}
 \end{aligned}$$

$$B(t, p) = B_{00} + B_{01}t + (B_{10} + B_{11}t)p \quad (10)$$

式中:

$$\begin{aligned}
 B_{00} &= -1.922 \times 10^{-2}, & B_{01} &= -4.42 \times 10^{-5}, \\
 B_{10} &= 7.3637 \times 10^{-7}, & B_{11} &= 1.7945 \times 10^{-9}
 \end{aligned}$$

$$D(t, p) = D_{00} + D_{10}p \quad (11)$$

式中:

$$D_{00} = 1.727 \times 10^{-3}, \quad D_{10} = -7.9836 \times 10^{-8}$$

参 考 文 献

- (1) Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, Unesco technical papers in marine science 44, 1983.
- (2) 海洋学领域的国际单位制 (SI), 关于物理海洋学符号、单位和术语的报告, 吴克勤译, 1987年1月.
- (3) 量和单位, GB3100~3102-86, 国家标准局, 1986.



知网查重限时 **7折** 最高可优惠 **120元**

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
