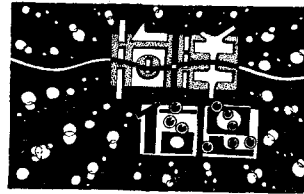


认为, 它只指海滩以上靠陆一侧的狭窄地带, 如基岩海岸的海蚀崖, 沙质海岸的现代沿岸沙堤, 淤泥质海岸的滨岸堤等地貌体。再向陆延伸则不属海岸带, 可称滨岸地区等。

3. 海岸带的下限, 本文指波基面。所谓波基面, 系指海浪对海底作用的临界深度。相当于King所指的“在正常天气条件下, 海岸带的泥沙基本上停止运动的深度”。这个深度有人提出相当于 $1/2$ 波长或 $1/3$ 波长水深处。佐藤氏曾经指出, 海底泥沙的移动取决于海浪的水分子平均轨道速度  $u_m$ 。若波高 1 米, 周期 5 秒, 则其深水波长  $\lambda_0$  为 39 米。此时, 在  $1/2\lambda_0$  水深处的  $u_m$  约为 0.01 米/秒,  $1/3\lambda_0$  水深处,  $u_m$  为 0.08 米/秒。若周期增至 6 秒,  $\lambda_0$  为 56 米,  $1/2\lambda_0$  和  $1/3\lambda_0$  水深处的  $u_m$  相应为 0.02 和 0.06 米/秒。众所周知, 细沙粒级最易起动, 其起动流速约为 0.20 米/秒, 显然, 上述各水深处的  $u_m$  显著小于后者, 颗粒难起动。若按堀川清司的公式计算, 其表层移动临界水深 (相当于波基面水深) 约为 9.8 和 11.2 米。由此可见, 用  $1/2\lambda_0$  或  $1/3\lambda_0$  来作为波基面水深的估计值, 与事实有较大差距。近年来, 很多学者根据研究, 提出了波动条件下泥沙起动临界深度的公式 (KoMar, 1973, 1975; Dingser, 1979; 佐藤清一, 1953; 佐藤昭二, 1966; 堀川清司, 1972 等)。他们认为, 泥沙运动的临界深度是海浪要素 (波高、周期、波长等) 和底质特性 (粒径, 比重等) 的函数。假定底质特性不变, 海浪要素则随季节不同而有显著变化。在极端天气条件下 (例如, 台风, 海啸等) 海浪作用水深可达 100 米以上。显然, 这不应作为海岸带分界的标准。按方差最小原理, 取海浪要素的平均值代表某一海区的海浪状况较为合理。然后, 再据有关公式计算, 即可得出某海区海岸带的下限。利用何种公式, 可以进一步研究。

4. 海滩的下限也取小潮平均低潮线, 以排除异常情况。

5. 上述分带是理论上探讨标准, 实际调查中, 可据其要求规定调查的界限。



## 一个新的海水状态方程

1978 年, 在联合国教育科学及文化组织 (UNESCO) 海洋学表及海洋学标准联合专门小组的第八次会议上, 与会专家和代表提出了一项建议, 要求根据近年来的精确实验结果重新建立一个满足现代海洋科学技术发展要求的海水状态方程 (UNESCO, 1978)。美国学者 E. J. Millero, C.-T. Chen 和 A. Bradshaw, K. Schleicher 等人在原有研究工作的基础上, 经过近一年来的积极研究, 现已建立了一个新的、精确的海水状态方程 (Millero et al, 1979; 1980)。据悉, 这个新的状态方程已由联合国教科文组织海洋学表及海洋学标准联合专门小组第九次会采纳, 并向全世界的各海洋科学技术组织和学者推荐使用。

F. J. Millero 等提出的海水状态方程, 是根据七十年代做的一千九百多个有关纯水和海水比容的高压 (100—1000 巴) 实验数据确定的。他们的研究表明, 海水的状态方程可以足够精确地以下列形式的温度 ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ )—盐度 ( $S$ ,  $\%$ )—压力 ( $P$ , bar.) 二次交叉体积弹性模量 ( $K$ ) 表出, 即:

$$K = v^0 P / (v^0 - v^P) = K^0 + AP + BP^2,$$

其中:

$$K^0 = K_w^0 + aS + bS^{3/2},$$

$$A = A_w + cS + dS^{3/2},$$

$$B = B_w + eS,$$

$$K_w^0 = 19652.21 + 148.4206T$$

$$- 2.327105T^2 + 1.360477$$

$$\times 10^{-2}T^3 - 5.155288$$

$$\times 10^{-5}T^4,$$

$$A_w = 3.239908 + 1.43713 \times 10^{-3} T$$

$$\begin{aligned}
& +1.16092 \times 10^{-4} T^2 \\
& -5.77905 \times 10^{-7} T^3, \\
B_w & = 8.50935 \times 10^{-5} - 6.12293 \\
& \times 10^{-6} T + 5.2787 \times 10^{-8} T^2 \\
a & = 54.6746 - 0.603459 T + 1.09987 \\
& \times 10^{-2} T - 6.1670 \times 10^{-5} T^3, \\
b & = 7.944 \times 10^{-2} + 1.6483 \times 10^{-2} T \\
& - 5.3009 \times 10^{-4} T^2, \\
c & = 2.2838 \times 10^{-3} - 1.0981 \times 10^{-5} T \\
& - 1.6078 \times 10^{-6} T^2, \\
d & = 1.91075 \times 10^{-4}, \\
e & = -9.9348 \times 10^{-7} + 2.0816 \\
& \times 10^{-8} T + 9.1697 \times 10^{-10} T^2,
\end{aligned}$$

而相应的校核值则为

$$\text{对于 } T=0, S=0, P=1000, K=22977.21;$$

$$\text{对于 } T=0, S=35, P=1000, K=24992.00;$$

$$T=25, S=0, P=1000, K=25405.10;$$

$$T=25, S=35, P=1000, K=27108.95.$$

在上列各式中,  $v^0$  和  $v^P$  分别表示在压力为 0 和  $P$  巴时的海水比容;  $K^0 = 1/\beta^0$  表示在一个标准大气压下海水的体积弹性模量, 其值等于在同一压力下海水压缩系数  $\beta_0 = -(1/v^0)(\partial v^P/\partial P)_T$  的倒数;  $A$  和  $B$  是依赖于温度和盐度的两个参数;  $K_w$ ,  $A_w$  和  $B_w$  表示相应于纯水的三个参数, 它们仅与温度有关; 而  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  则相应为海水的 5 个依赖于温度的参数。

这个状态方程, 在联合国教科文组织的大力推荐下, 目前已开始广泛应用, 并被称为“UNESCO 高压海水状态方程”(UNESCO high pressure equation of state for seawater)。

上述状态方程的优点, 不仅在于它较原有各种形式的海水状态方程更准确, 适用于深海高压状态下的海水密度和有关参数的计算, 而且在于方程的结构比较简单, 能清晰地刻划出决定海水体积弹性模量的“纯水项”、“标准大气压项”和“压力项”。这给理论研究、实

验和计算带来很大的方便。

按上述状态方程, 不难给出, 在压力  $P$  下的海水比容 ( $v^P$ ) 表达式:

$$v^P = v^0(1 - P/K),$$

而海水的等压热胀系数  $\alpha^P = (1/v^P)(\partial v^P/\partial T)_P$  和等温压缩系数  $\beta^P = -(1/v^P)(\partial v^P/\partial P)_T$  则相应为

$$\alpha^P = \frac{1}{v^P} \left[ \frac{\partial v^0}{\partial T} (1 - P/K) + \frac{v^0 P}{K^2} \frac{\partial K}{\partial T} \right],$$

$$\beta^P = -\frac{1}{v^P} \left[ \frac{v^0 P}{K^2} \frac{\partial K}{\partial P} \right].$$

对于上述新的海水状态方程 F. J. Melloero 等人已进行了大量的验算。例如对于海水比容  $v^P$  的计算来说, 在所有 1908 个实验数据的  $T-S-P$  范围内, 计算值的标准误差为  $9 \times 10^{-6}$  厘米<sup>3</sup>克<sup>-1</sup>; 而在大洋海水的  $T-S-P$  范围内, 计算值的标准误差为  $5.0 \times 10^{-6}$  厘米<sup>3</sup>克<sup>-1</sup>。

有关“UNESCO”高压海水状态方程的详情, 可见于下列文献。

[1] Melloero F. J., Chen, C.-T. Bradshaw A. and K. Schleicher (1979). Summary of data treatment for the UNESCO high pressure equation of state for seawater. UNESCO Technical Report, In Press.

[2] Melloero F. J., C.-T. Chen, A. Bradshaw and K. Schleicher (1980) A new high pressure equation of state for seawater. Deep-Sea Research vol.27: 255—264.

[3] UNESCO (1978). Eighth report of the joint panel on oceanographic tables and standards. UNESCO Technical Papers in Marine Science (28): 35.

[4] UNESCO (1979). Ninth report of the joint panel on oceanographic tables and standards. UNESCO Technical Papers in Marine Science. Paris, France, In press.

(甘子钧)