

关于海岸结构的分带及术语

李 凡

(中国科学院海洋研究所)

海岸结构的分带是海洋研究工作的准则和基础之一。近20年来,国内外海岸科学的研究水平虽有显著提高,但至今,海岸结构的分带和术语未能统一。研究工作中不能强求统一,但是,大家都希望在可能的条件下,采用一致的术语,这对工作是有益的。

海岸结构的分带及其术语的采用,应建立在认识海岸过程内在规律的基础之上。目前,由于我们的水平所限,未必能完美地进行这项工作,但是,在以往工作的基础上,吸取国外的先进经验,逐步探讨海岸结构分带的合理原则及适当的名称,在适当时机,共同商定统一的方案,这样做是完全必要的。

一、现有海岸结构分带和术语的异同

目前国外文献中见有多种不同的海岸分带和术语,图1、2、3绘出了美国、英国和苏联等几种常见的结构分带图。

从现有的海岸结构分带及采用的术语中可以看出,往往同一术语指不同的地带,或者相同的地带用不同术语。

1. 同一术语指不同的地带的例子

“beach”(海滩):在King的分带中^[2](1959),“beach”包括了backshore(后滨),forshore(前滨)和offshore(滨外)等三个地带;在美国陆军海岸工程研究中心^[3](1975),Shepard^[4](1977),堀川清司^[1](1973)的分带中,包括了backshore和forshore;而在Леонтьев^[5](1961),Зенкович(1962)等的分带中,仅指潮间带地区,称пляж(海滩)。“beackshore”(后滨):C.E.R.C.和堀川清司是指cliff(海蚀崖)或bluff

(陡崖)与crest of berm(滩肩脊部)之间的地带;King(1959),Davis(1978)则指滩肩以上或激浪冲流上限以上的陆侧部分,其中包括了C.E.R.C.中的backshore和coast(海岸)。

“offshore”(滨外区):C.E.R.C.指碎波带以外的浅海,堀川清司指longshore bar(沿岸沙坝——指水下,笔者注)以外浅海,和前者基本一致。King, Kunen(1950),Shepard的分带中,则泛指低潮线以下的浅海区。

“coast”(海岸):C.E.R.C.指cliff以上的陆地;Леонтьев指潮间带,和берег(海岸)。Moor的《地理小辞典》中解释为:“和海或其他大片水为界的部分陆地,受到波浪的直接影响。巴尔科夫的《自然地理辞典》中解

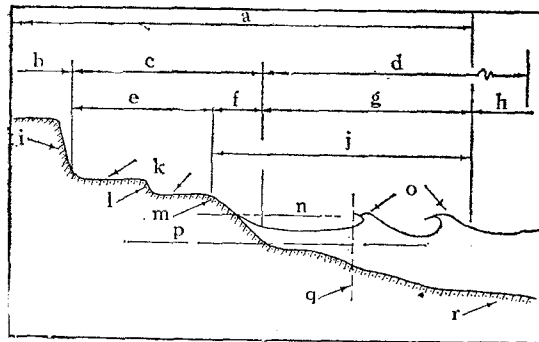


图1 海滩剖面有关术语

a. Coastal area, b. Coast, c. Beach or shore, d. Nearshore zone (defines area of Nearshore Currents), e. Backshore, f. Foreshore, g. Inshore of shoreface (extends through breaker zone), h. Offshore, i. Bluff or escarpment, k. Berms, l. Beach scarp, m. Crest of berm, n. High water level, o. Breakers, p. Ordinary low water level, q. Plunge point, r. Bottom.

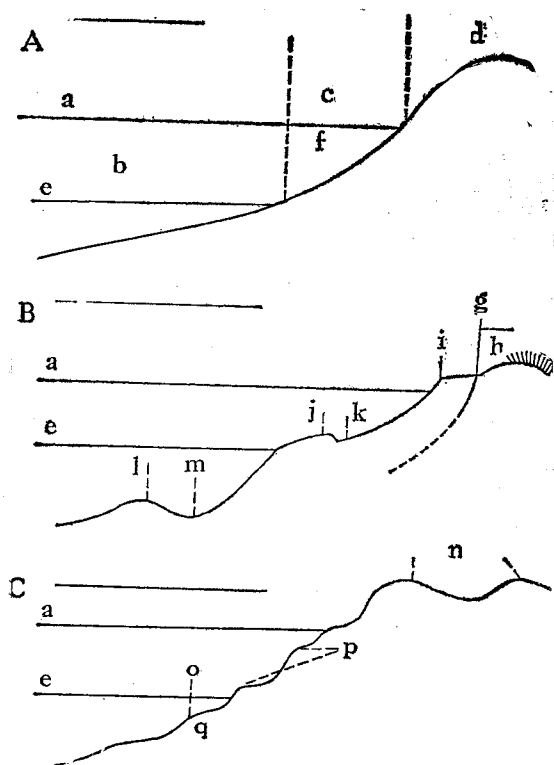


图2 海滩术语

A. 海滩剖面

a. High water, b. Offshore zone extending to limit of substantial movement of material, c. Foreshore zone between tide levels to limit, d. Backshore zone to include cliff or dunes, etc. the lower part covered by exceptional tides, e. Low water, f. of H. W. Swash.

B. 沙质海滩剖面

g. Cliff, h. or dunes, i. Berm, j. Ridge, k. Runnel, l. Submarine bar crest, m. Trough.

C. 砾石海滩剖面

n. Beach ridges, o. Break-Point, p. Foreshore step, q. Break-Point step.

释为：“陆地与水之间的界线，几乎始终是这两者相互作用的宽广不一的地带”。实际上也指潮间带。

2. 同一地区不同术语的例子

低潮线以下至海浪对海底地貌作用的深度之间的浅海区：

King, Shepard, Kunen等称offshore; C.E.R.C. 称为nearshore zone; Davis称ne-

arshore; Леонтьев称为прибрежье (近岸带)。

高潮线（准确的说是指大潮激浪冲流的上界）与低潮线之间的陆地区：

King称为foreshore zone (前滨带); C. E. R. C. 堀川清司, Davis等称foreshore; Thorubury (1956) 称shore (滨); Кленова, Леонтьев等称берег (等)。

此外尚有海岸带 (Зенкович 认为包括海滩、海岸和水下岸坡三要素), 海岸区 (C. E. R. C. 认为包括海岸、海滩、近岸带等), 潮间带, 潮上带, 超潮带, 潮坪 (tidle flat) 等各种术语, 不予赘述。为便于对比, 现将几种主要的海岸结构分带及术语列于56页表。

从表中可以看出, 其间除各有差异外, 尚有下列共同点: 1) 多数是依外力过程的特征及相应的地貌标志为分带依据。2) 高潮线, 或大潮激浪冲流 (swash) 的上限和低潮线几乎是共同采用的界限。

二、海岸的分带性及结构分带的意见

众所周知, 海岸是岩石圈, 水圈和大气圈相互作用的地带, 其中, 由于它们各种动力条件的相互联系和转变在空间分布上的特点不同, 从陆向海显示出了分带现象。

高潮线以上的陆地部分, 或者大潮激浪冲

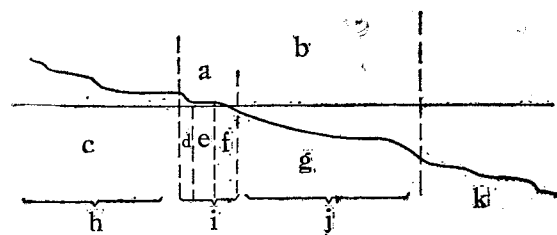


图3 海岸结构略图

a. подзона прибой, в. (Береговая зона) подзона волн, с. поднятые террасы, d. клиф, e. современная надводная терраса, f. пляж, г. подводный береговой склон, h. приморье, i. берег, j. прибрежье (взморье), k. погруженные террасы.

海 岸 结 构 分 带 及 术 语 对 比 表

作者 术语 分带标志	U. S. Army C. E. R. C. (1975)	堀川清司 (1973)	R. A. Davis (1978)	C. A. M. King (1959)	F. P. Shepard (1977) P. H. Kuenen (1950)	M. B. 克 莲诺娃 (1959)	O. K. Леонтьев (1961)
Cliff (海蚀崖)	Coast	海岸	Backshore	Back-shore zone	Coast	沿岸地带	Приморье
Swash, berm (激浪冲流) (滩角)	Backshore	后径滨 前径滨	Backshore	Back-shore zone	Back-shore	沿岸地带	Полные террасы
H. W. L. 高水位	Shore or beach	后滨 前滨 (Shore or beach)	Swash zone Surf zone	Fore-shore zone	Shore (beach) Fore-shore	海岸 (潮汐 海滩)	Современная надводная терраса пляж Подзона прибая
L. W. L. 低水位	Surf zone	外滨 (Shore face or inshore)	Breaker zone	Offshore zone	Offshore	海蚀阶地 堆积阶地	Береговая зона Прибрежье (взморье) Подводный береговой склон Подзона волн
B. W. 碎波线	Nearshore zone	沿岸沙坝	Near-shore	Offshore zone	Offshore	海蚀阶地 堆积阶地	Погруженные террасы
波基面	Offshore	冲滨 (Offshore)					

流上限以上的陆地部分，暴露于大气中。在这里，由于成因和岩性的差异，产生了不同的地貌形态，如海蚀崖、阶地、风成沙丘、沿岸沙坝、滩肩以及湿地等。其中除后者经受生物和水的作用以外，它们的共同点是，都经受风化，浸蚀作用，其外动力因素都是风和雨。高潮线与低潮线之间的陆地则不同。虽然其不同地貌部位上，所受的动力作用特点及相应的泥沙运动，地貌特征各有不同，但是，它们共处于海水有规律的间歇性淹没环境下，作用于床面的主要外动力因素是激岸浪流，其次是风，雨等。低潮线以下至海浪作用基面之间的海底，按海浪作用的特点可分两部分，其一是低潮线至碎波线之间，也可称碎波带，这里由于海浪破碎而引起水体的强烈涡动，加上潮流等水流的作用，对海底泥沙运动和海底剖面塑造有强烈影响；其二，碎波线以外至波基面之间，因海浪作用引起的海水涡动尺度较小，泥沙活动及海底地形的塑造不十分明显，这里，潮流影响较前者稍强。这两者虽有程度上的区别，但是，其共同点则是，同处于海水淹没的环境下，其外动力因素主要是海浪和潮流，以及某些沿岸流、裂流(rip current)等。最后是波基面以外水深较大的海区，其特点是海浪对其床面不起作用，作用于床面的外动力因素主要是潮流、余流及其他地质因素，如浊流等。

综上所述，从陆到海按其所处的环境及所受的外动力条件特征等特点，可以明显地分出四个不同的地带。从上述四个地带的特点看，海岸的研究应当包括上述之一、二、三带，它们相互联接构成了统一的整体。而波基面以下，与海岸现代过程的研究关系不大，因而不包括在海岸带之内。对海岸的分带和采用术语时，应当考虑它们所处的环境、所受的外动力条件及我国的习惯并参考国外的意见。

鉴于上述，笔者提出海岸结构分带及相应的术语：

1. “海岸”系指大潮激浪冲流上限以上的陆地部分。基岩海岸系指海蚀崖以上，沙质或砾石质海岸，指沿岸沙坝坝脊以外的陆地。据

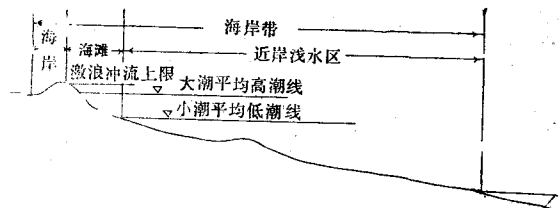


图4 海岸结构的分带及术语

中华大辞典解释，岸：水崖洒而高者。高位也。故采用海岸。符合我国习惯，并与国外多数分带中同意术语如 coast，岸等所指的地貌部位一致。

2. “海滩”指大潮激浪冲流上限与平均小潮低潮线之间的陆地。“滩：水盈涸无常也。水濡而干也”。故用“海滩”一词符合我国的习惯，事实上，群众也多将此地称滩，如沙滩、砾石滩、泥滩、滩涂（指泥滩）等。海滩和国外多数同意术语，如beach, пляж等所指的地貌部位一致。

3. “近岸浅海区”。指平均小潮低潮线至波基面之间的地带。“浅”字含意有二，一是水深较浅，二是在这个地带内，海浪变形，具有浅水表面波的性质，开始了对海底床面的作用。它相当于有关文献所指的 nearshore zone, offshore, подводный береговой склон 地带。以前国内多用水下岸坡一词，但是调查表明，这个地带内，海底的坡度除了靠近海滩一段距离以外，绝大部分都很平缓，而且波基面处地形上并无明显变化。失去了形态标志的意义。

上述三带合称“海岸带”。

三、几个问题

1. 以上三带是粗分，各带中还可依据某些原则划分次一级单元。

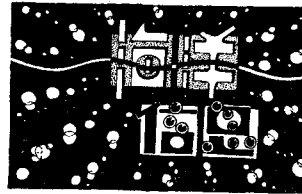
2. 海岸带的上限，有人认为应包括古海岸线。众所周知，玉冰期以来，世界海面有较大的波动，如我国东海，若按此标准，东部应在目前-110米等深线附近，向西，在苏北平原可伸入内陆1—2百公里。取这样的界限显然是不可能的。“古”的上限不易确定。笔者

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 λ_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, λ_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:

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

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

$$B = B_W + eS,$$

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

$$- 2.327105T^2 + 1.360477$$

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

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

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