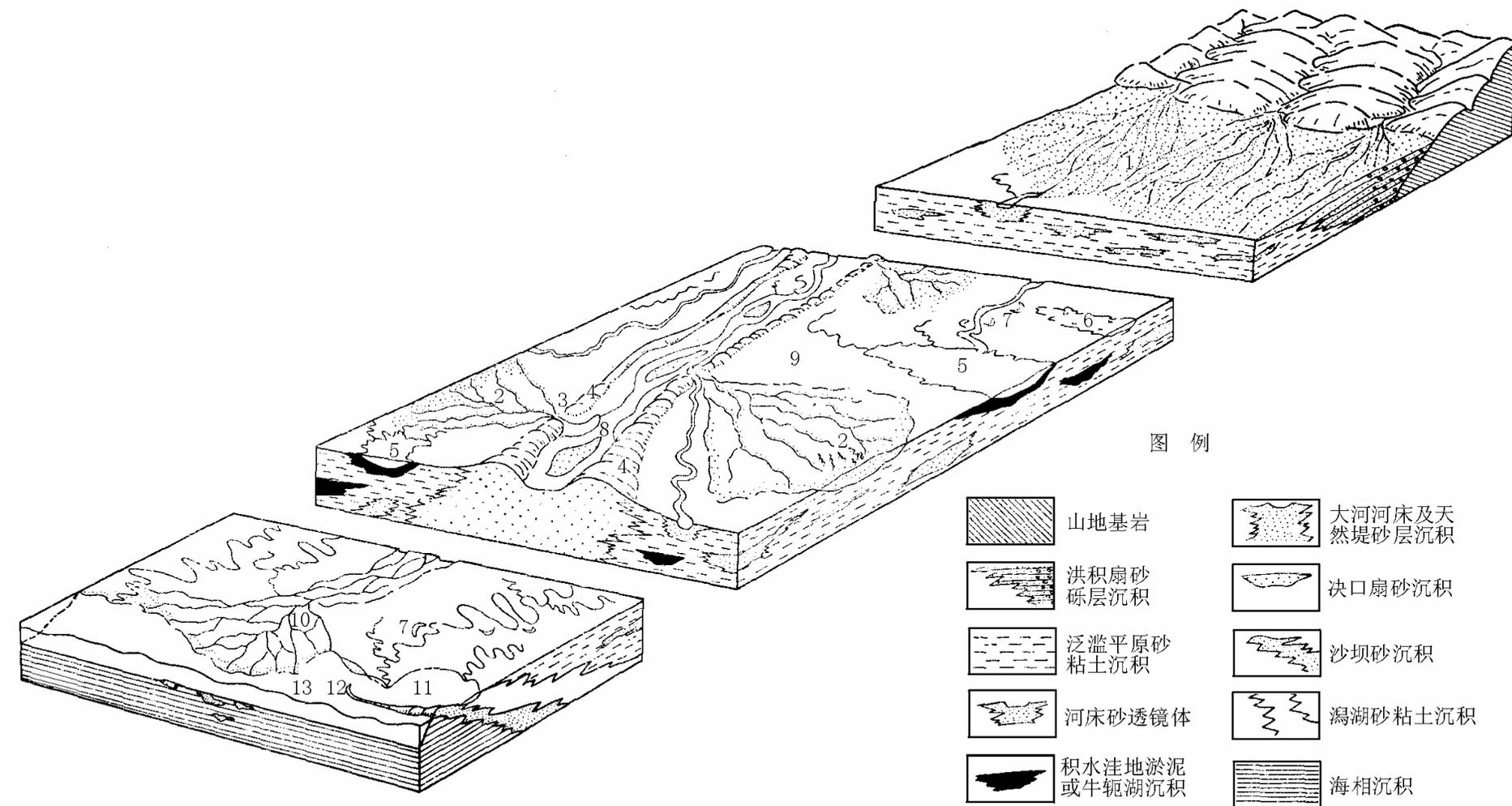


第六节 冲积平原

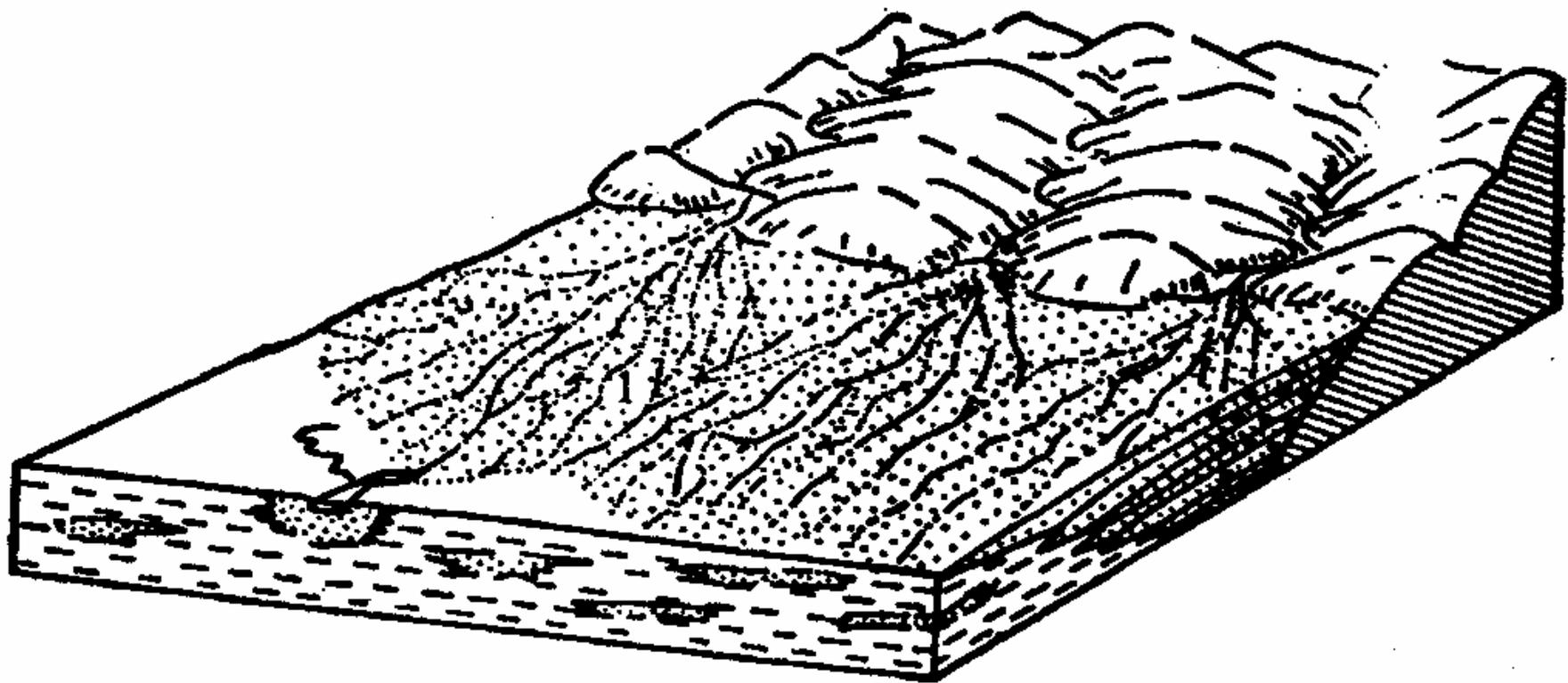
一、冲积平原形成过程与地貌特征

冲积平原是在构造沉降区由河流带来大量冲积物堆积而成的平原。

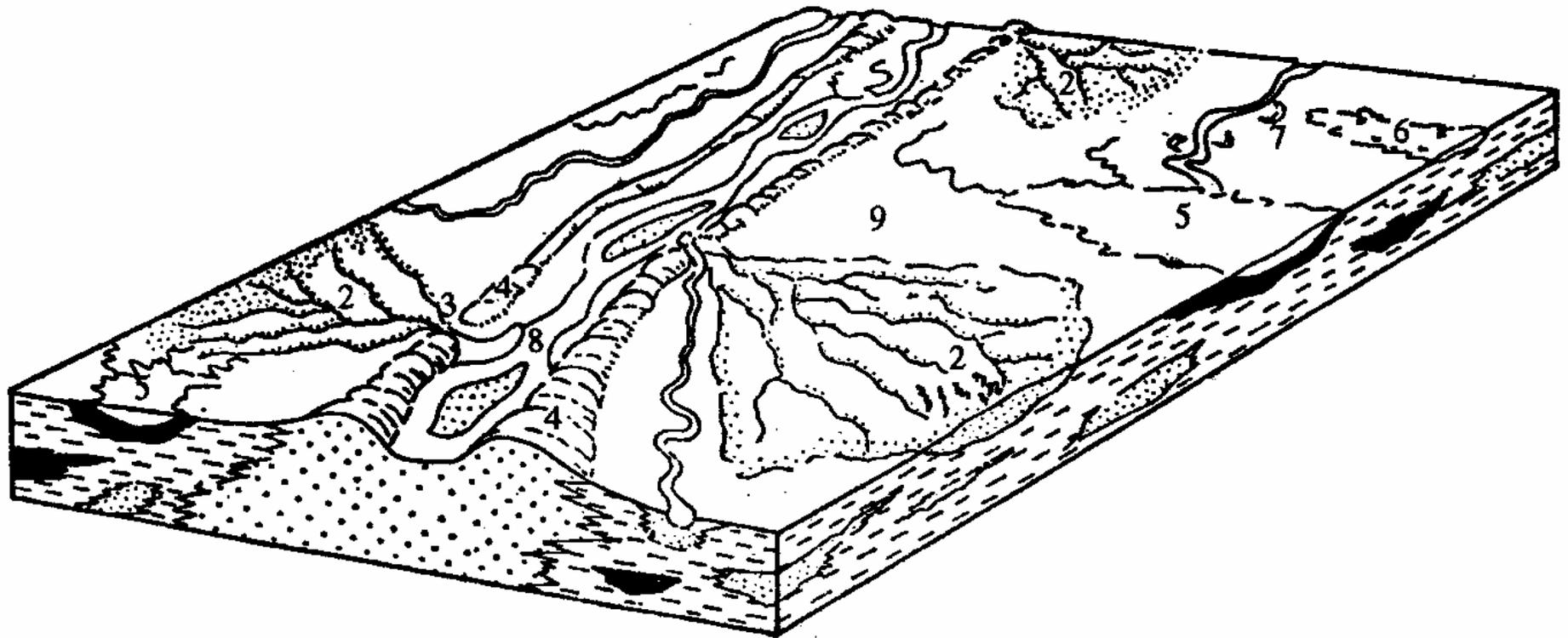
冲积平原根据地貌部位和作用营力可分为山前平原、中部平原和滨海平原三部分（图3-25）。



山前平原位于山前地带，由于河流出山入平原，河流比降急剧减小而发生大量堆积，形成洪（冲）积扇，各条河流的洪（冲）积扇联结而成洪积—冲积倾斜平原，例如黄河出孟津后和其它河流出山后在山麓带共同形成的平原。如果山地与平原之间有大面积丘陵，从山区流出的河流，流经丘陵区时河谷受到约束，不能形成大规模的散流，冲积物不能快速堆积，则洪积—冲积倾斜平原不发育，如大别山的山前地区。



中部平原是冲积平原的主体，组成中部平原的沉积物主要是冲积物，其中常夹有湖积物、风积物甚至海相堆积物。



问题：

休止角：未固结固体物质所能堆积的最大坡度。

构造线：地质构造面（断层、节理）在地面的出露线。

中部平原坡度较缓，河流分汊，水流流速小，带来的物质较细。洪水时期，河水往往溢出河谷，大量悬浮物也随洪水一起溢出，首先在河谷两侧堆积成天然堤（natural levees）（图3-25中的4）。

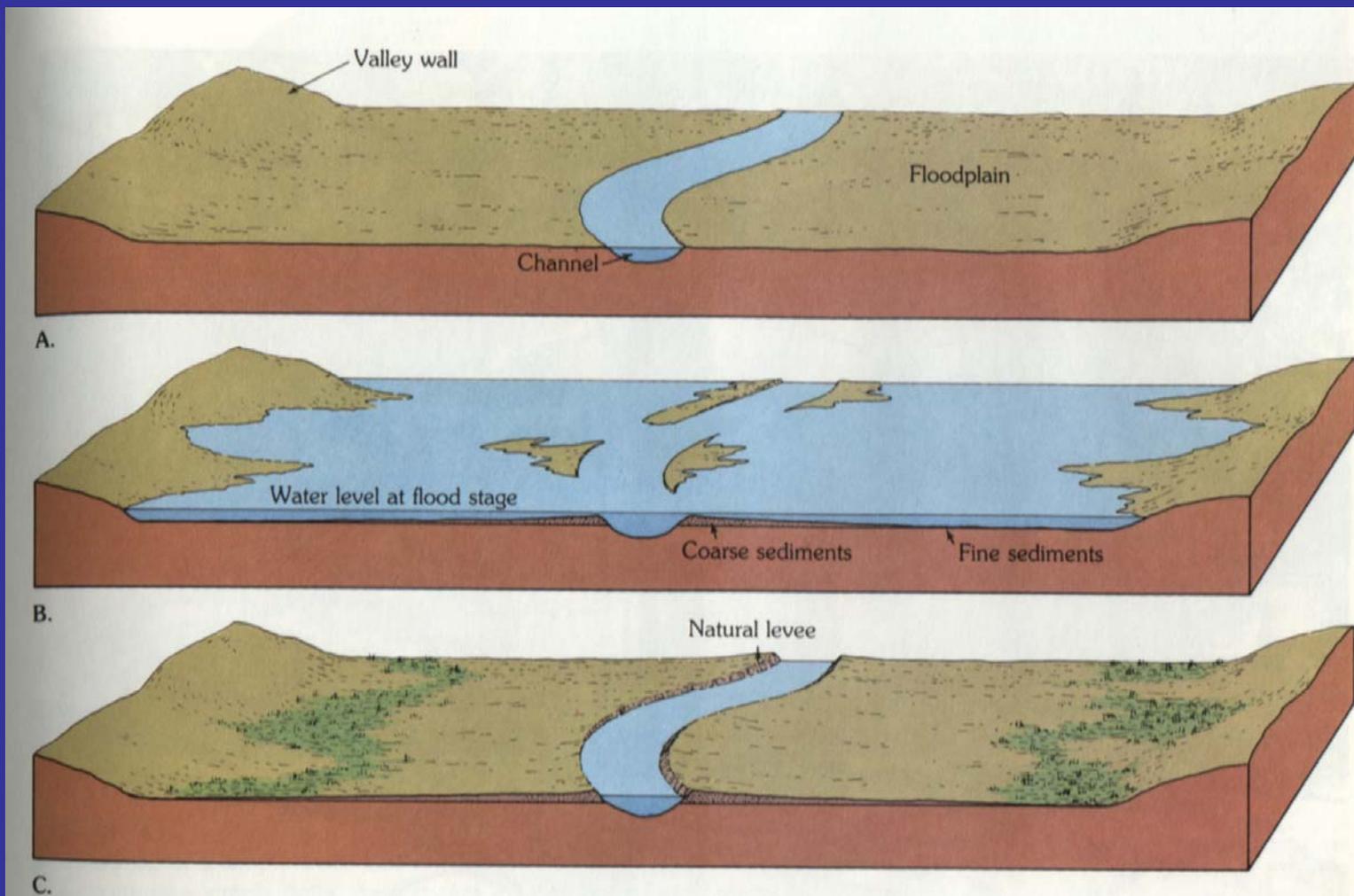


FIGURE 9.15

Formation of natural levees. After repeated flooding, streams may build very gently sloping levees.

天然堤随每次洪水上涨而不断增高。如果天然堤不被破坏，河床也将继续淤高，最后甚至高于河道之间的冲积平原，形成地上河(suspended river)。在两河之间的低地，就常形成湖泊或沼泽。

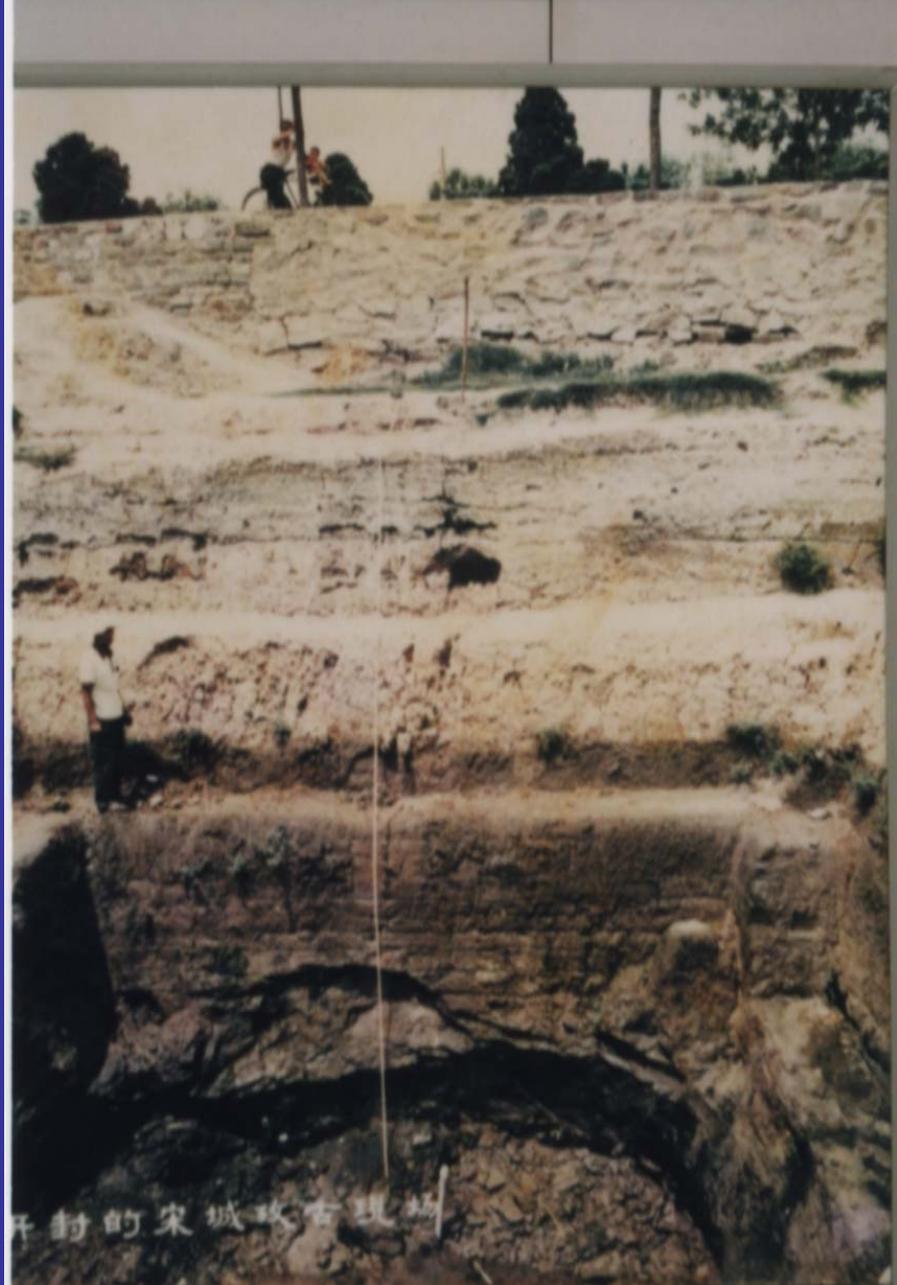


花园口黄河大堤内的农田



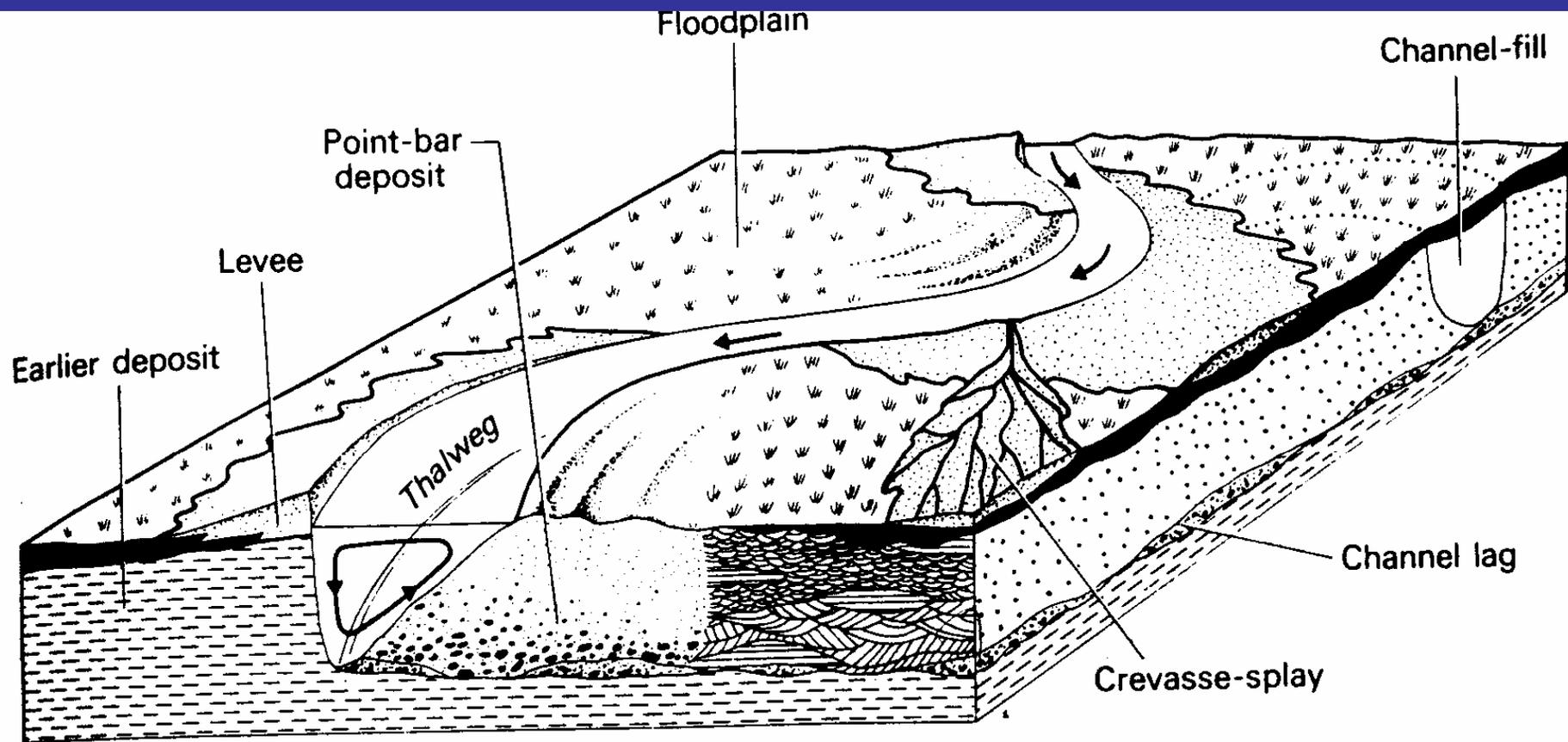
花园口公园





开封大堤

有时，天然堤被洪水冲溃，河流沿决口处改道，形成很大范围的**决口扇(crevasse splay)**。洪水退后，决口扇上的砂粒被风吹扬，形成风成沙丘和沙地，我国豫东地区的大面积沙地和沙丘就是黄河南岸多次决口带来的砂粒再经风的作用形成的。



Decreasing grain size



Cross-bedding

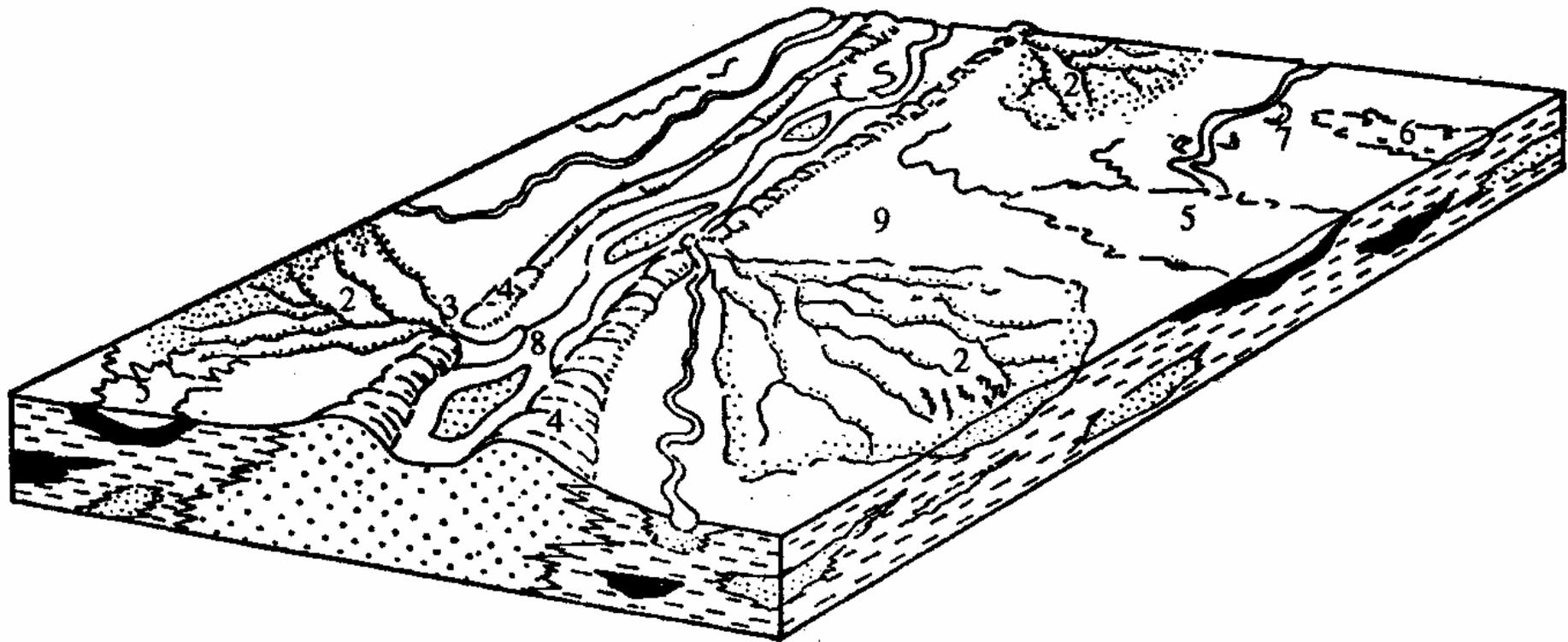


Cross-lamination

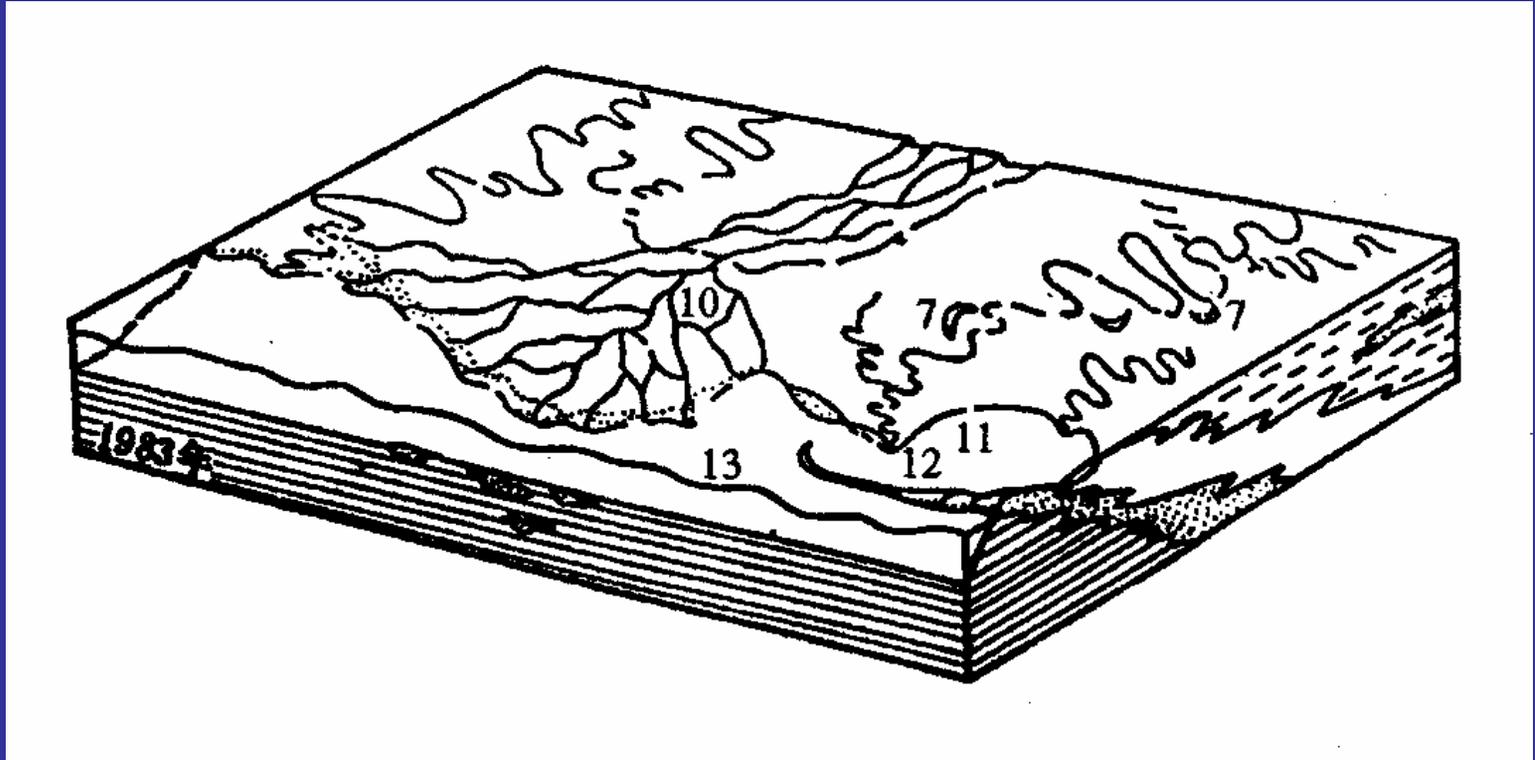


Flat-bedding

冲积平原上的河流经常改道，在平原上留下许多古河道的遗迹，并常保留一些沙堤、沙坝、迂回扇、牛轭湖、决口扇和洼地等地貌和沉积物。由于地壳不断沉降，被埋藏的古河道中储存丰富的地下水，是浅层地下水的主要含水层。因此，研究冲积平原古河道的分布规律对开发地下水资源具有重要意义。



滨海平原的成因属冲积—海积类型，其沉积物颗粒很细。因有周期性的海潮侵入陆地，形成海积层和冲积层的相互叠压现象。在滨海平原常有大面积湖沼和海岸沙堤或贝壳堤、潟湖等地貌。



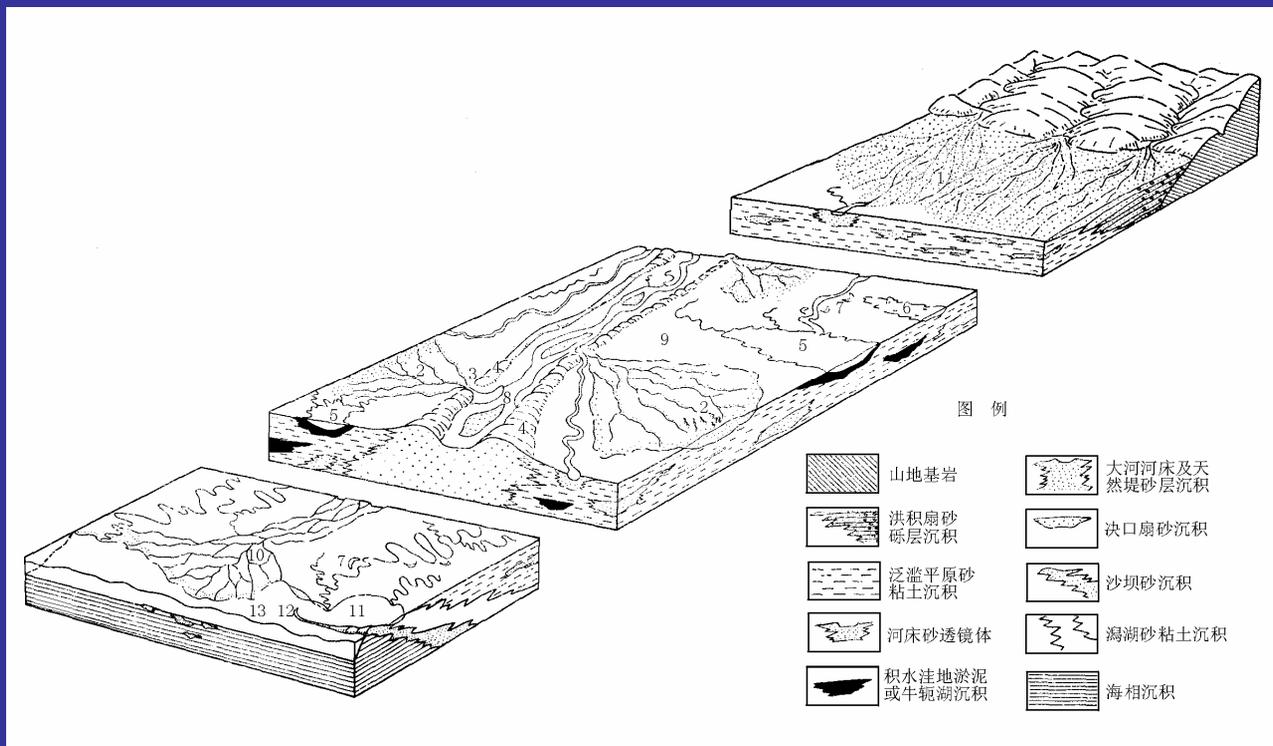
上述堆积平原多在沉降区形成，在相对稳定区，河谷不断摆动展宽，形成侵蚀型的冲积平原。侵蚀型的冲积平原沉积物较薄，主要由河床相和河漫滩相沉积物组成。

二、冲积平原的结构

山前平原主要是较粗颗粒的洪积物和河流冲积物。

中部平原以河流堆积物为主，由于中部平原的河流常有变化，故在结构上较为复杂，当构造下沉而且河流摆动范围不大时，河流沉积的砂层一层层叠加起来，形成厚层河床沉积砂体，横向过渡为河间地沉积。河间洼地常发育湖沼，在剖面中呈透镜体状

（图3-25）。如果河流改道，放弃原来河床，在地势较低的河间地形成新河床，在剖面中就形成一些孤立分散的河床砂透镜体沉积。决口扇在平面上成舌状分布，在剖面中呈透镜体状。中部平原沉积层中常有海相夹层，这是短期海侵作用形成的。滨海平原是由海相和河流相共同组成，不同类型的沉积物呈水平相变。如果陆源物质增多，陆地向海方向增长，河流相沉积在海相之上；如果陆源物质减少，海水伸入陆地，海相沉积又超覆在河流相沉积之上。



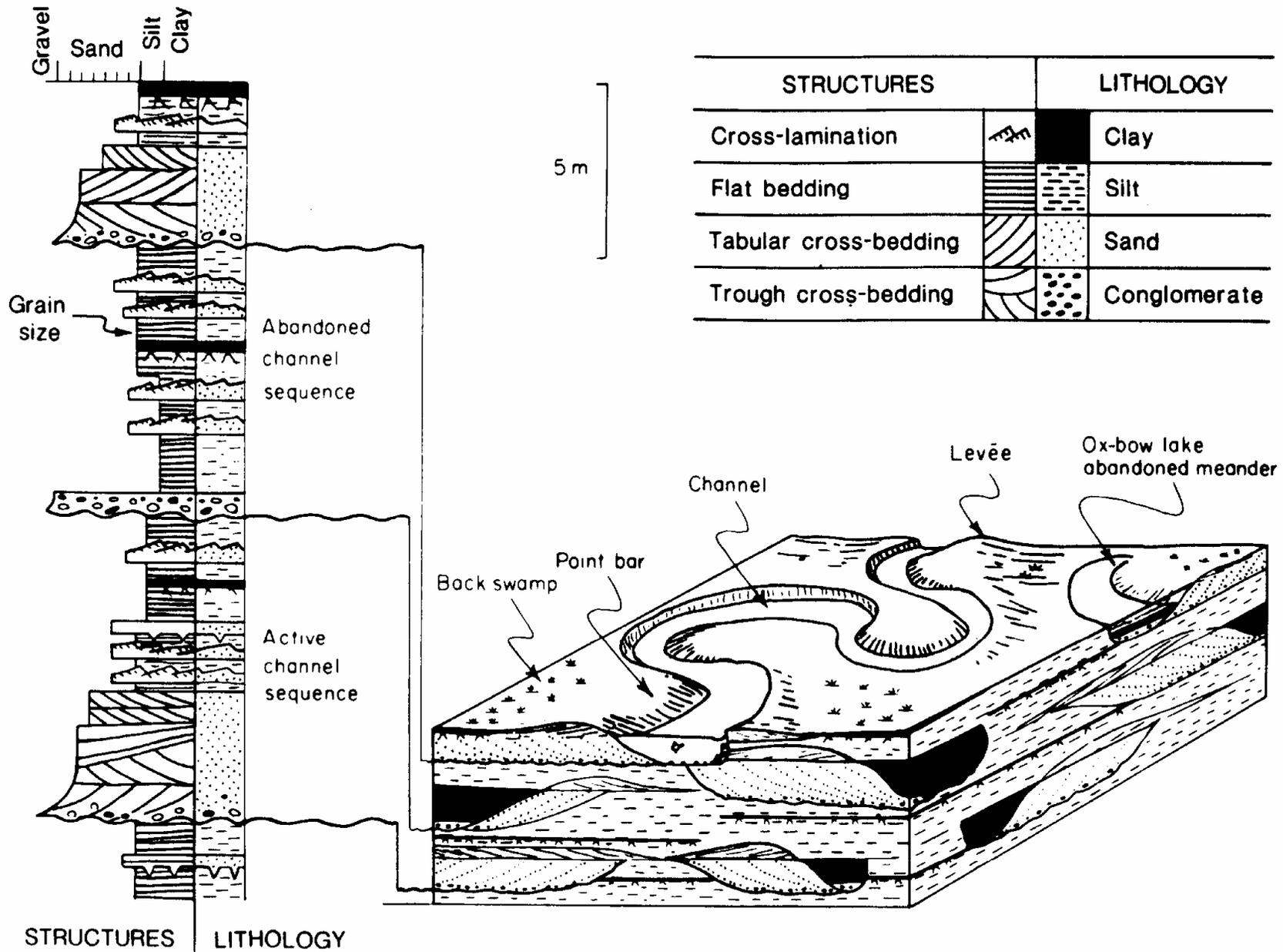


Figure 14.10 Physiography and facies of an alluvial floodplain produced by meandering channels.

Source: Selley, 1976, figure 99, p. 261, after Visher.

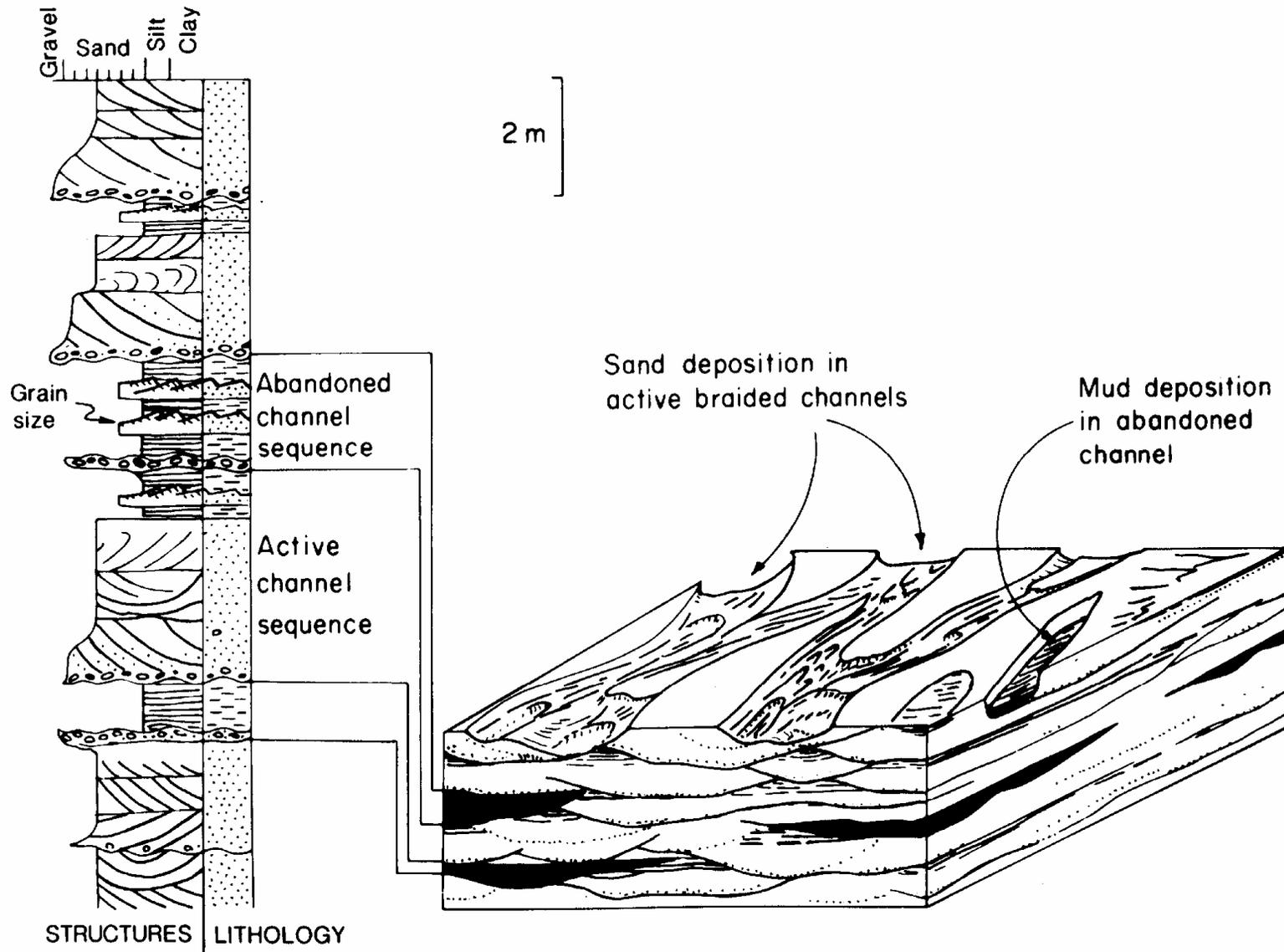


Figure 14.9 Physiography and facies of a braided alluvial channel system, where sedimentation occurs in a rapidly shifting complex of channels; key is given in Figure 14.10.

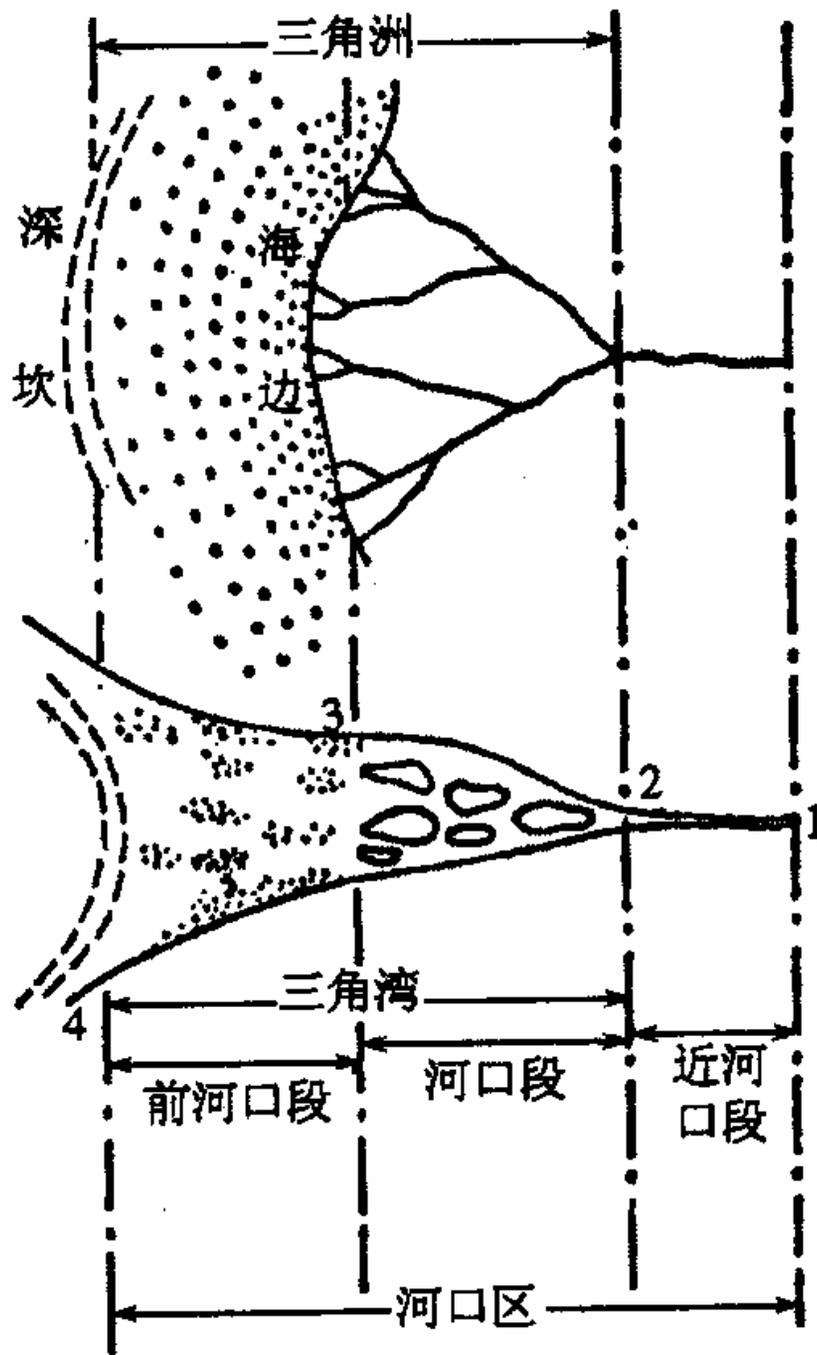
Source: R. C. Selley, *An Introduction to Sedimentology*, 1976, figure 101, p. 265, copyright © Academic Press, London.

第七节 河口区地貌

河流入海或入湖的地段是河流和海洋或湖泊相互作用的区域，称为河口区。

如果河流带来的泥沙超过海洋或湖泊的搬运能力，则形成向海（湖）突出的堆积体，平面形态象一个尖顶向陆的三角形，称为三角洲。

如果河流、海洋或湖泊的侵蚀作用大于河口区的堆积作用，就形成一个喇叭形的河口，称为三角湾或三角港。



一、河口区地貌特征和动力作用

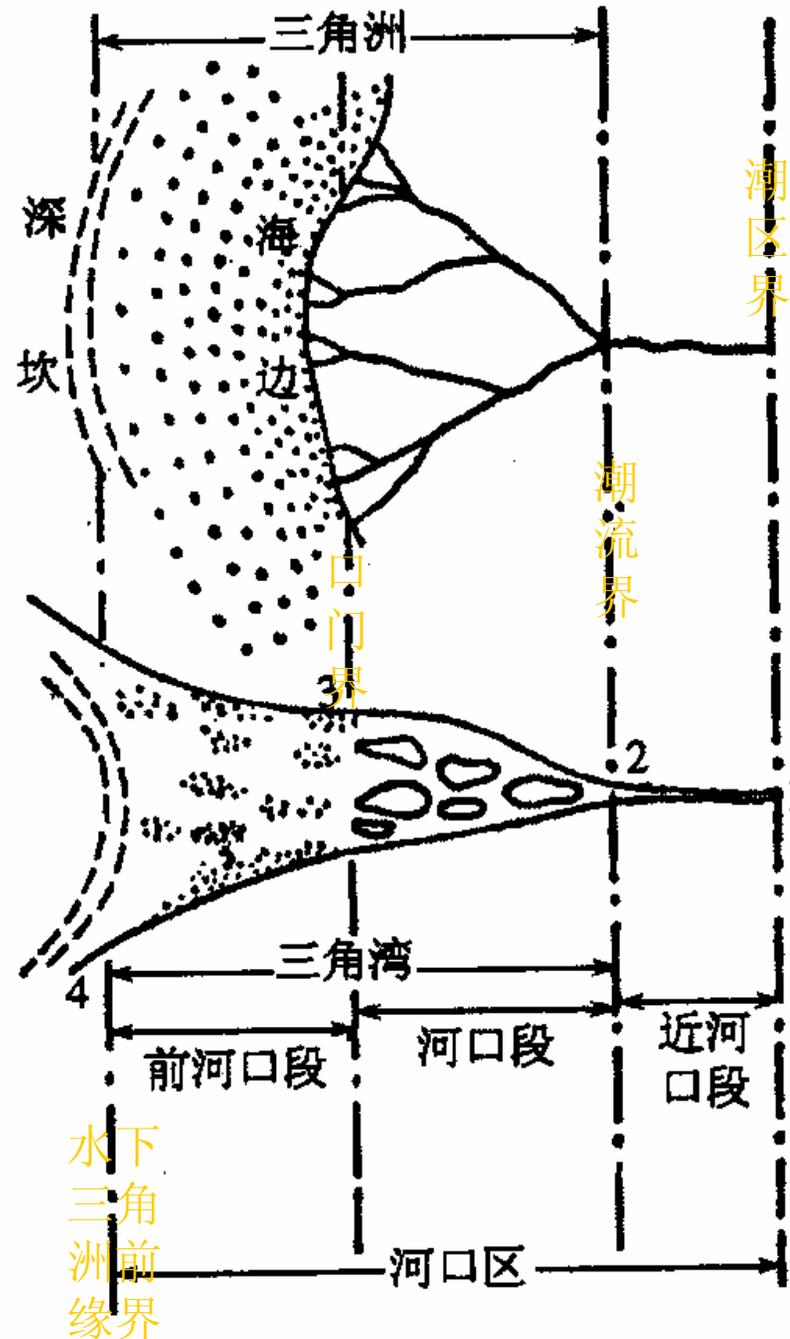
1. 河口区地貌特征

河口区可划分为近河口段、河口段和前河口段（口外海滨段）（图3-26）。

河口区河流与海水的相互作用，并不限于河流入海处，在潮汐河口，受潮汐影响的河段，海水可沿河上溯数十公里甚至上百公里。上溯的潮流停止上涌处称**潮流界**。潮流界以上的河段，河水位受潮流顶托的影响，有定期水位涨落和流速增减变化，在顶托作用消失的位置叫**潮区界**。从潮区界到潮流界的河段，称**近河口段**。在潮流界以下到三角洲海陆交界线（口门界）之间叫**河口段**。这里有河流径流的下泄，还有潮流的上涌，两者在此相互接触，水流变化比较复杂，河床不稳定，形成许多汉河，河面展宽，出现河口沙岛。口门向外至水下三角洲前缘坡折处，叫**前河口段**（口外海滨段）。这里是河流、潮汐、海流和波浪的共同作用区，形成水下三角洲、水下沙堆或沙岛。

图3-26 河口区地貌分段（根据萨莫依洛夫）

1.潮区界; 2.潮流界; 3.口门界; 4.水下三角洲前缘界



河口区的分段界线并不是固定的，它随着水文状况的改变而变化。以长江河口为例，在枯水大潮时期，潮区界可达离口门**616 km**的安徽大通，潮流界在江苏镇江、扬州一带。洪水期，河流作用加强，潮区界下移到距口门**500 km**的芜湖，潮流界下移到江阴以下。

河口区动力作用

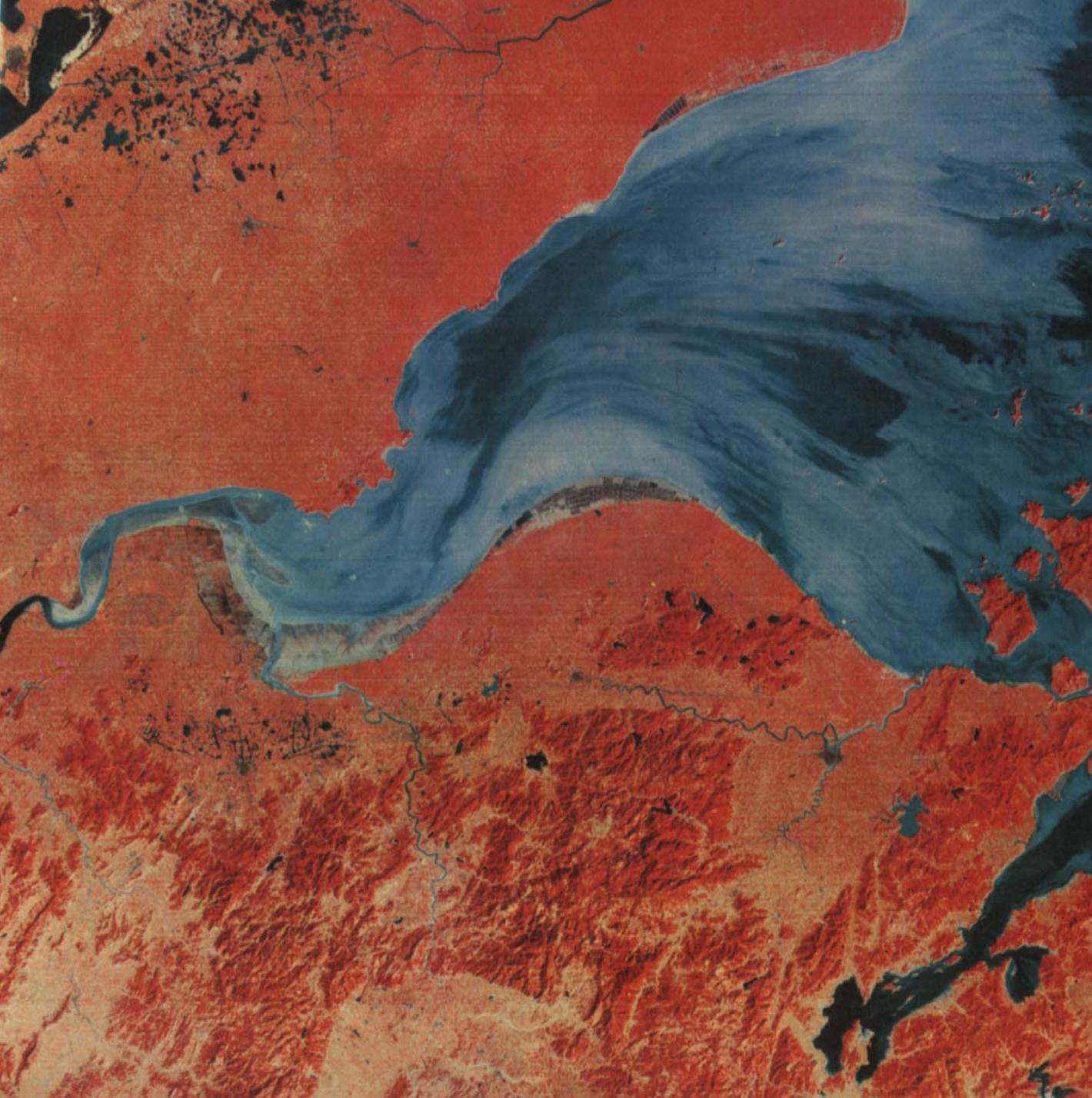
河口区既有河流作用，又有海洋作用，这些作用随时间、空间的不同而有差异。河流是单方向水流，洪、枯季节水量有变化，潮流为往返方向水流，昼夜有流向变化。河口区河水径流和潮流互相接触，彼此交替，形成不同的情况。涨潮时，潮流方向与河流水流方向相反，潮流流速和河流水流流速有一定程度的抵消而减小；落潮时，潮流方向和河流水流方向一致，加速潮流和河流水流的流速，特别是洪水期，这种现象更为显著。因此，河口区的侵蚀作用和堆积作用也比较复杂，有时泥沙被带进河口段淤积，有时河口受到冲刷，大量泥沙又向外搬运。

河口区除上述作用外，由于河口水的含盐度不同，咸淡水混合后也影响到河口动力状况和沉积状况的变化。海水的比重比河水大，涨潮时沿河底侵入，形成楔形，称河口咸水楔，楔顶处常是河口区淤积严重地带。咸水伸入河流的位置随径流量和潮流量的变化而上下移动。在径流量大的河流，淡水可扩展到口外海滨很远的海域，例如亚马孙河流出的淡水舌伸展到河口以外数百公里，长江在洪水期小潮时，淡水向东北扩散，一直影响到朝鲜半岛南边的济州岛，向南进入杭州湾。

波浪作用对河口区的地貌发育也有很大影响，泥沙的侵蚀，搬运和堆积过程取决于波浪作用方向和泥沙量等因素（第九章）。

二、三角湾（三角港）

在潮流作用很强和河流挟沙很少的河口，涨潮时潮流以很快的速度溯河而上，形成强烈侵蚀，退潮时积蓄的河水和潮流一起沿河而下，加强了退潮流的力量，强烈冲刷河道，形成喇叭形的河口湾，称三角湾。



我国钱塘江河口就是典型的喇叭形三角湾。钱塘江包括曹娥江在内，每年输出泥沙只有890万吨，涨潮流很强，最大潮差可达8.93 m，形成很强的侵蚀，在杭州湾北侧的海底有巨大的冲刷坑，最深的地方比一般湾底要深40 m。



除喇叭形三角湾外，还有沙坝阻挡三角湾。在三角湾以外有坝滩分布，起了分隔河流和海洋的作用，这里的潮汐作用减弱，河流泥沙一直搬运到河口以外。如果湾口沙坝封闭了河口湾，就往往形成潟湖。

此外，在构造下沉地区或间冰期海面上涨，海水淹没陆地河流，形成溺谷，河口也能形成三角湾。

三、三角洲

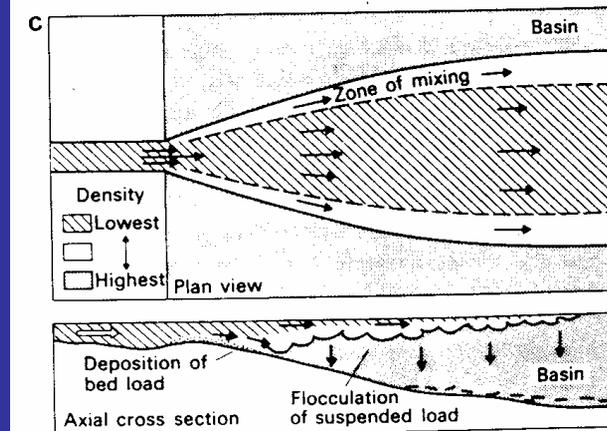
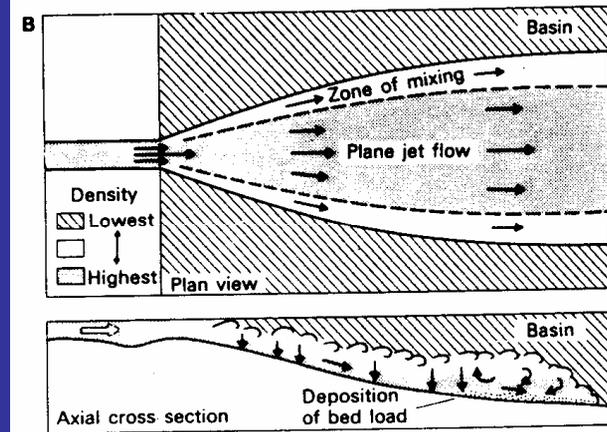
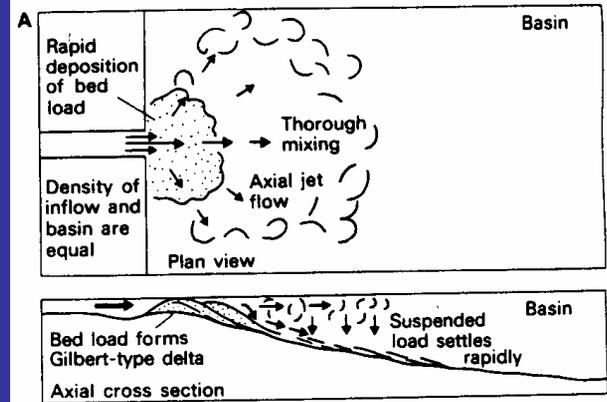
1. 三角洲的形成条件

三角洲是由于河口区的堆积作用超过侵蚀作用而形成的，它需要以下几个条件：

(1) 河流带来大量泥沙，根据世界上许多三角洲的河流含沙量测定，如河流年输沙量约等于或大于年径流量的 $1/4$ ，就能形成三角洲；

(2) 河口附近的海洋侵蚀搬运能力较小，河流带来的泥沙将沉积下来，有利于三角洲的形成；

(3) 口外海滨区水深较浅，坡度平缓，一方面对波浪起消耗作用，另一方面浅滩出露水面，有利于河流泥沙堆积。



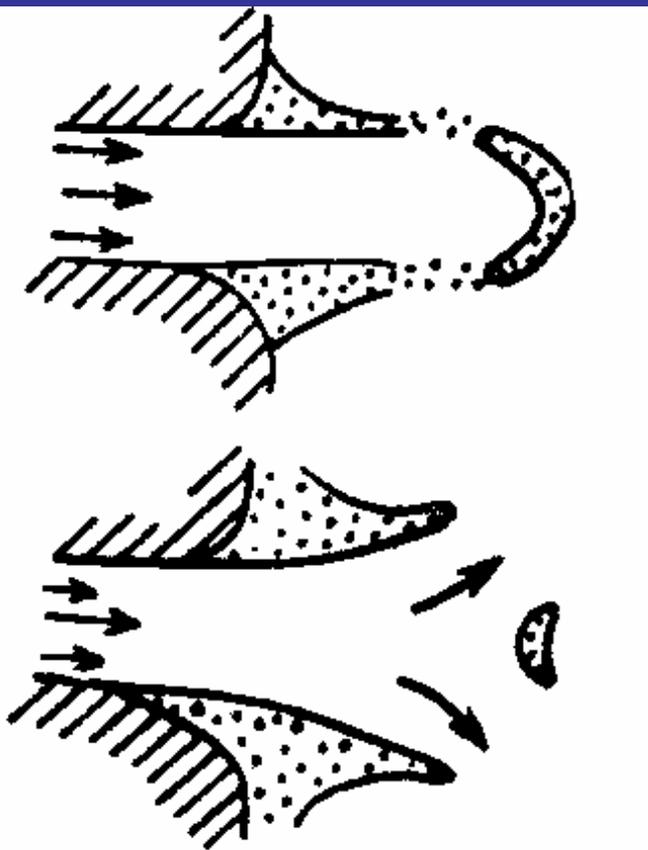
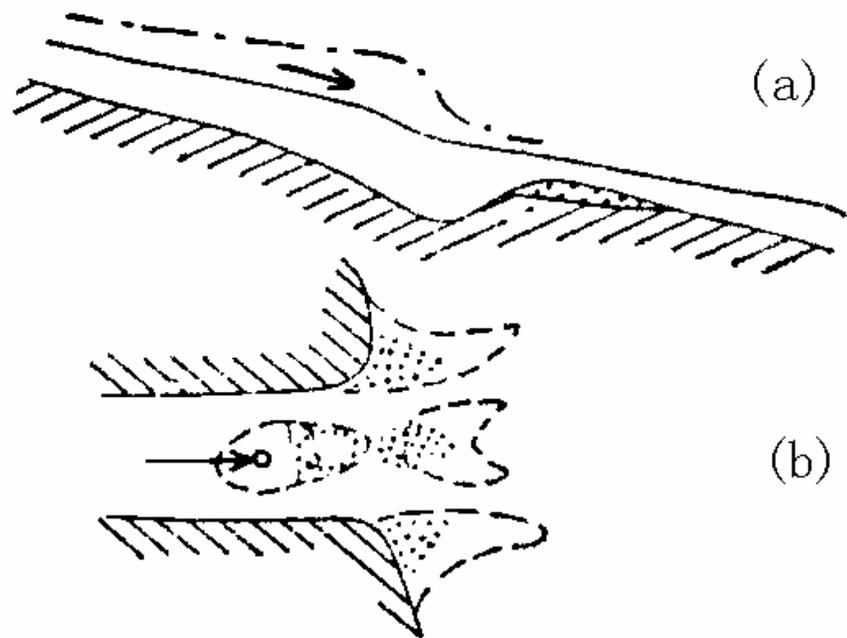
Homopycnal homo-same pycno-dense

Hyperpycnal hyper-more

Hypopycnal hypo-less

2. 三角洲的发育过程

当河流进入广阔的海域时，河水很快分散，形成较大的水面比降，尤其在洪水期这种现象更为明显，因而在河口前方发生强烈冲刷，形成深坑，并把冲刷的物质带到浅海，形成心滩（右）。



如果河流入海处的水下坡度平缓，流速很慢，河流所携带的一部分冲积物便发生沉积，河口两侧形成沙嘴，河口的前方水下斜坡上形成沙坝（左图）。沙坝和心滩发展成堆积岛，使河床分汊，三角洲进一步增长。

在三角洲生长过程中，三角洲外缘不断向海伸展，在三角洲内部则形成许多小海湾和潟湖。潟湖因植物繁殖而成沼泽，或因泥沙填充而成低地，最后与河口沙嘴和堆积岛一起形成三角洲平原。

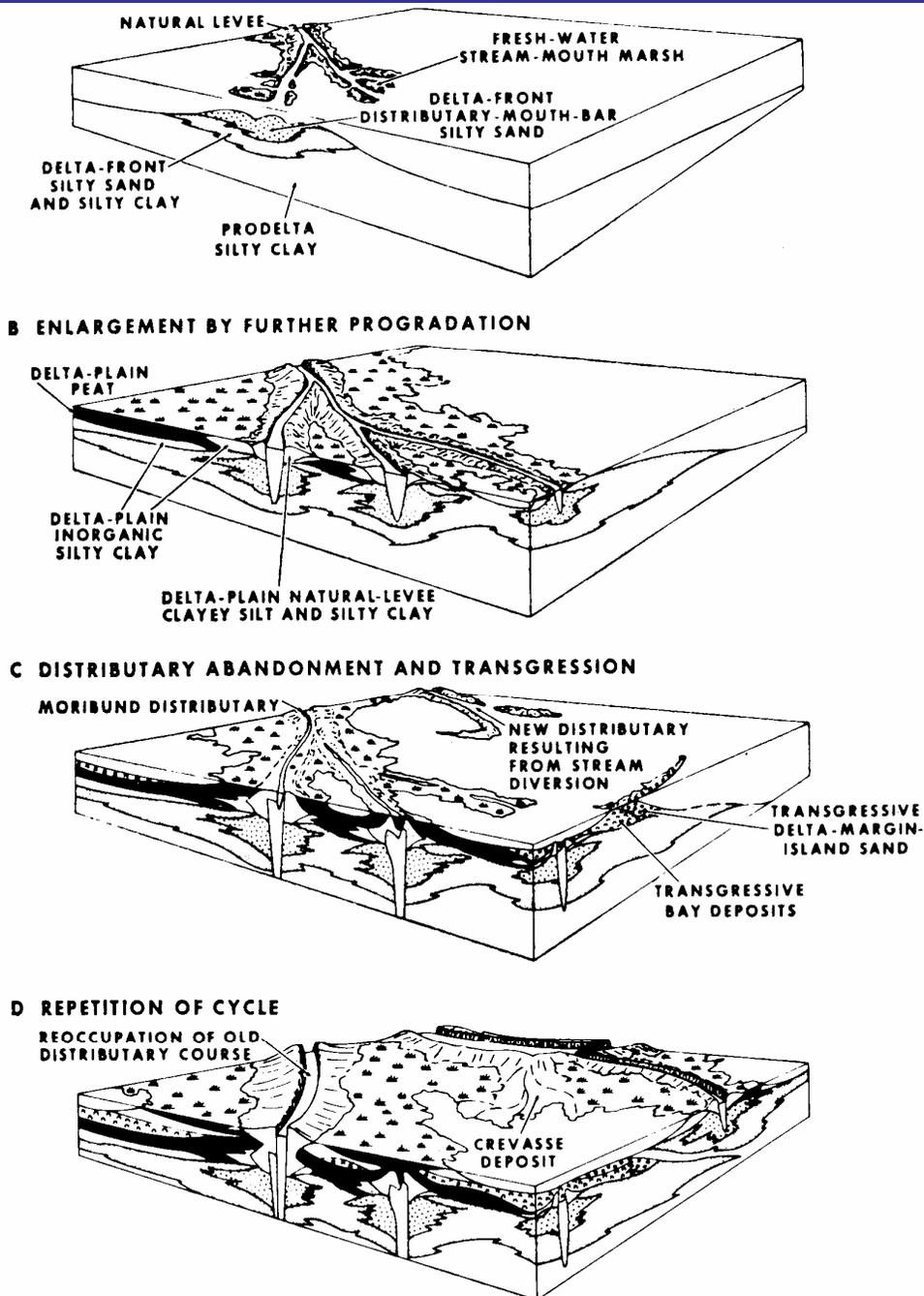
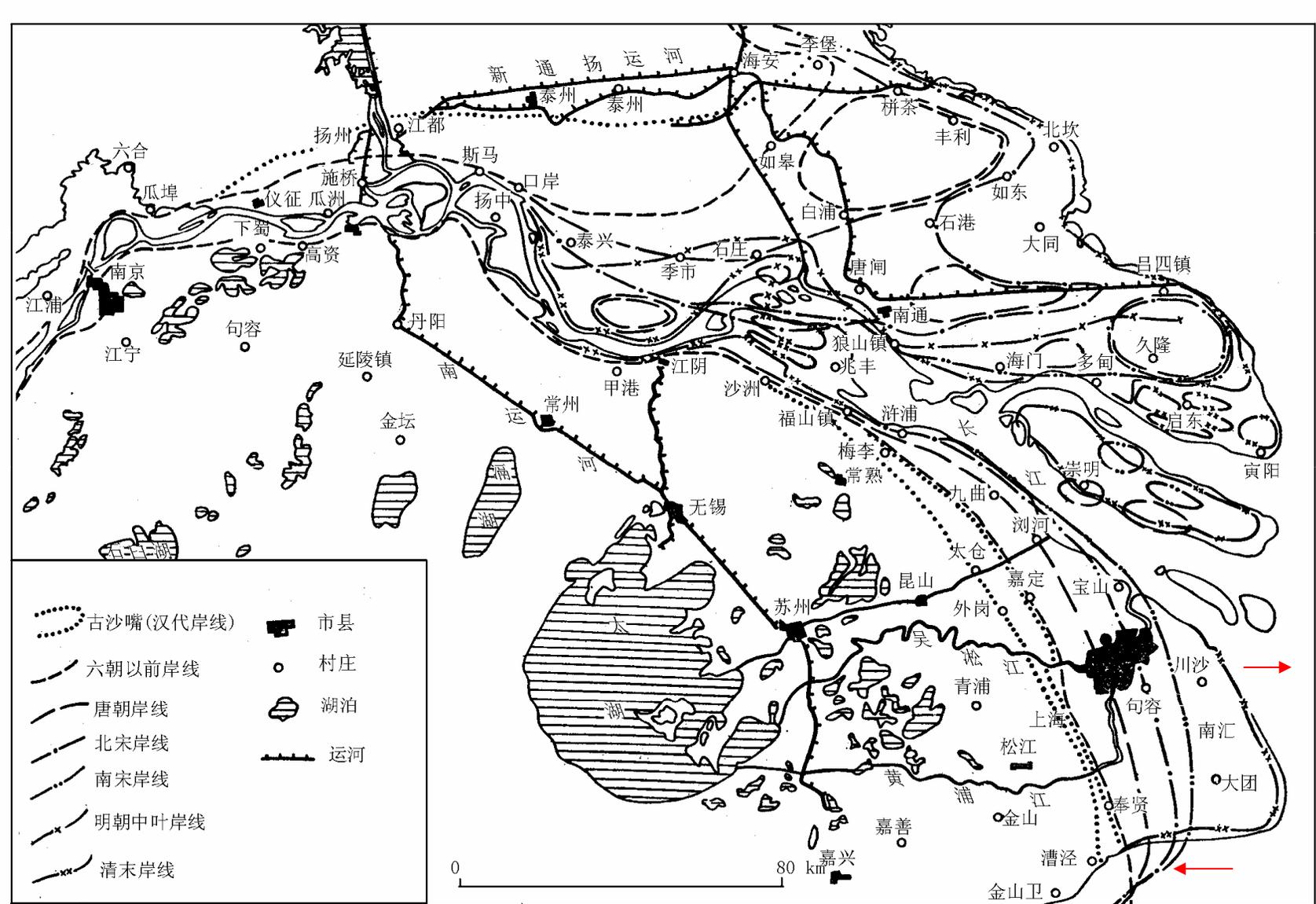
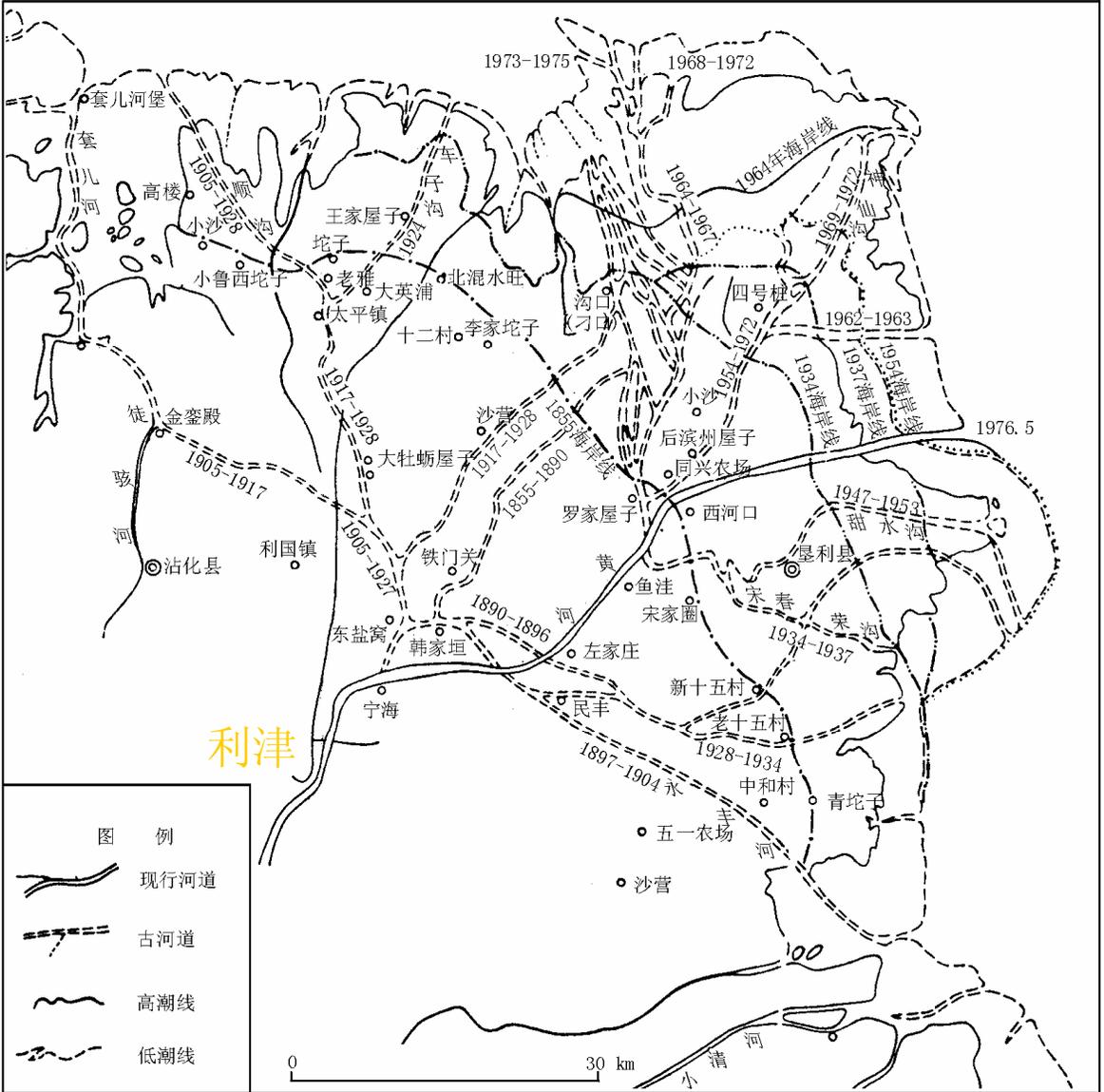


Figure 14.32 Development of delta sequence in the Mississippi delta.
 Source: D. E. Frazier, *Trans. Gulf Coast Assoc. of Geol. Societies*, 1967.

三角洲岸线向海伸展的速度，各个时期不同，甚至在同一时期，某些地段淤积，而另一些地段侵蚀。长江三角洲从全新世以来平均每年向海推进约40 m，在距今6000年前至公元3世纪这段时间内三角洲岸线基本未变，以后逐渐外伸（图3-29），靠杭州湾一段岸线由于受潮流和波浪的侵蚀而不断后退，原先陆地上的玉盘山，今天却在大海之中。



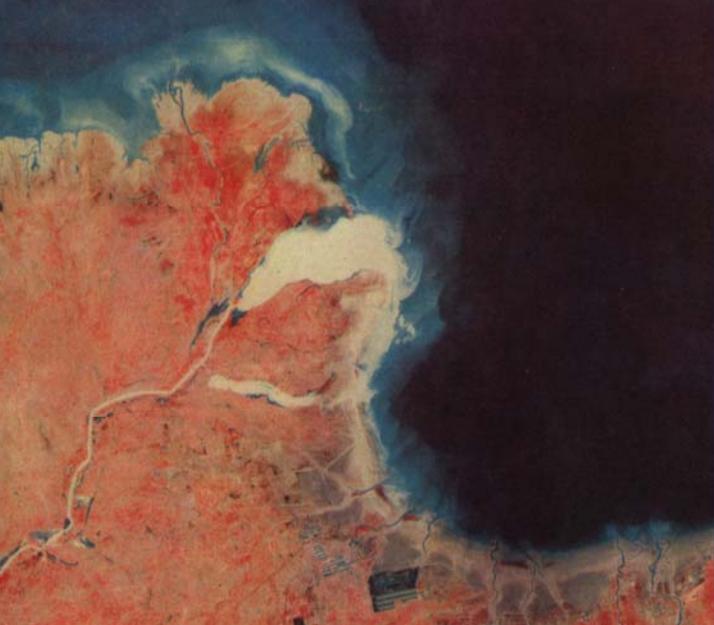
另一种情况河流带来的泥沙量多，潮流和海浪作用很弱，三角洲增长速度快，我国的黄河即属于这种情况。



黄河是一条多沙河，中上游每年输出泥沙达16亿吨，经河口入海的约有12亿吨。这里的潮汐作用很弱，河口潮差通常只有0.8~1.0 m，潮区界距河口不过20~30 km，潮流界在口门附近，入海的泥沙约有40%在口门附近淤积，河口沙嘴每年以2~3 km的速度向海伸展。从1855年黄河改道由利津入海以来，三角洲已向海增长了约50 km（图3-30）。

图3-30 黄河三角洲古岸线和古河道变迁图（转引自《中国自然地理、地貌》，中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，科学出版社）

A 扇状三角洲



1976.8

1976年5月27日人工改道清水沟入海。



1998.8.25

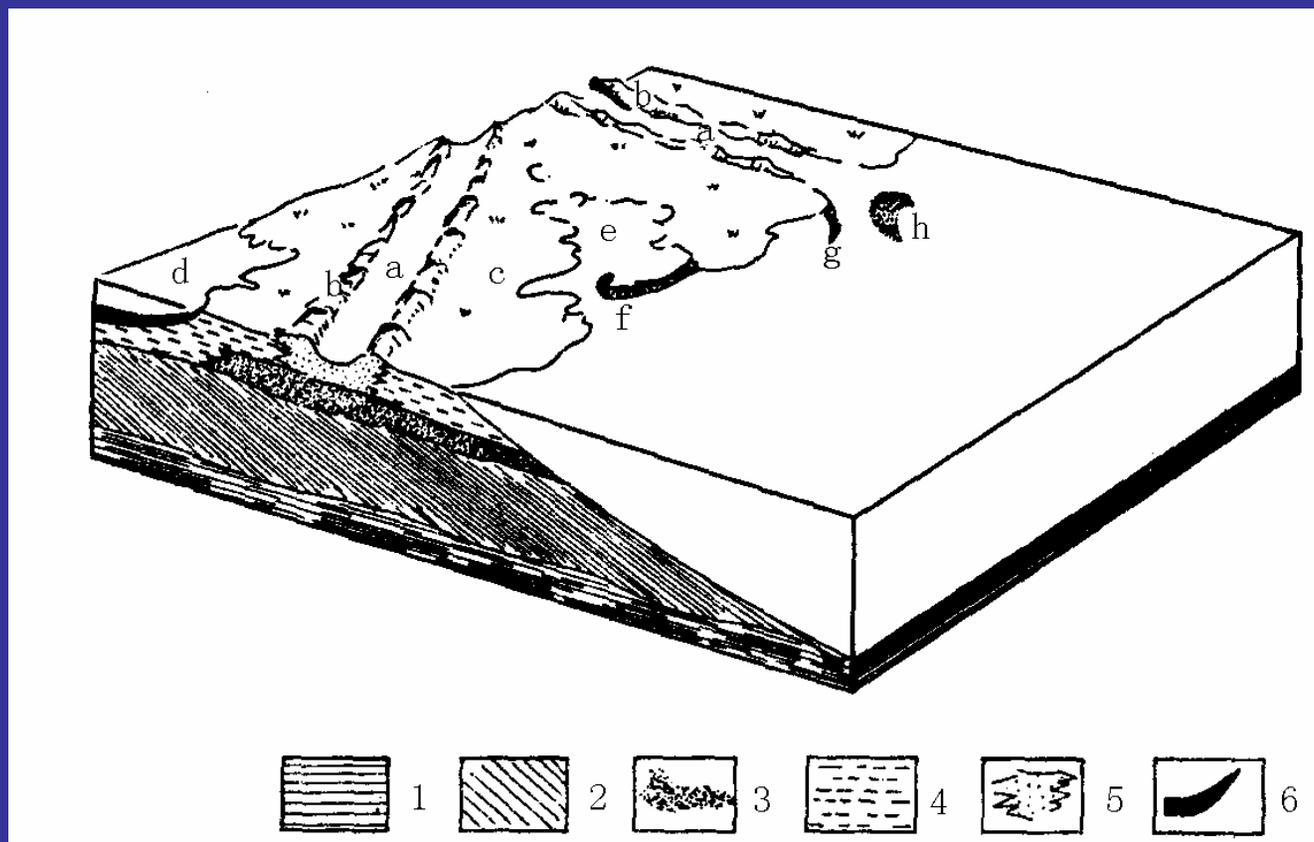
1999.12.26



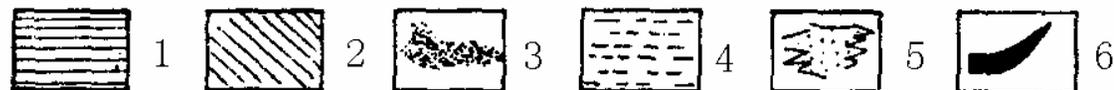
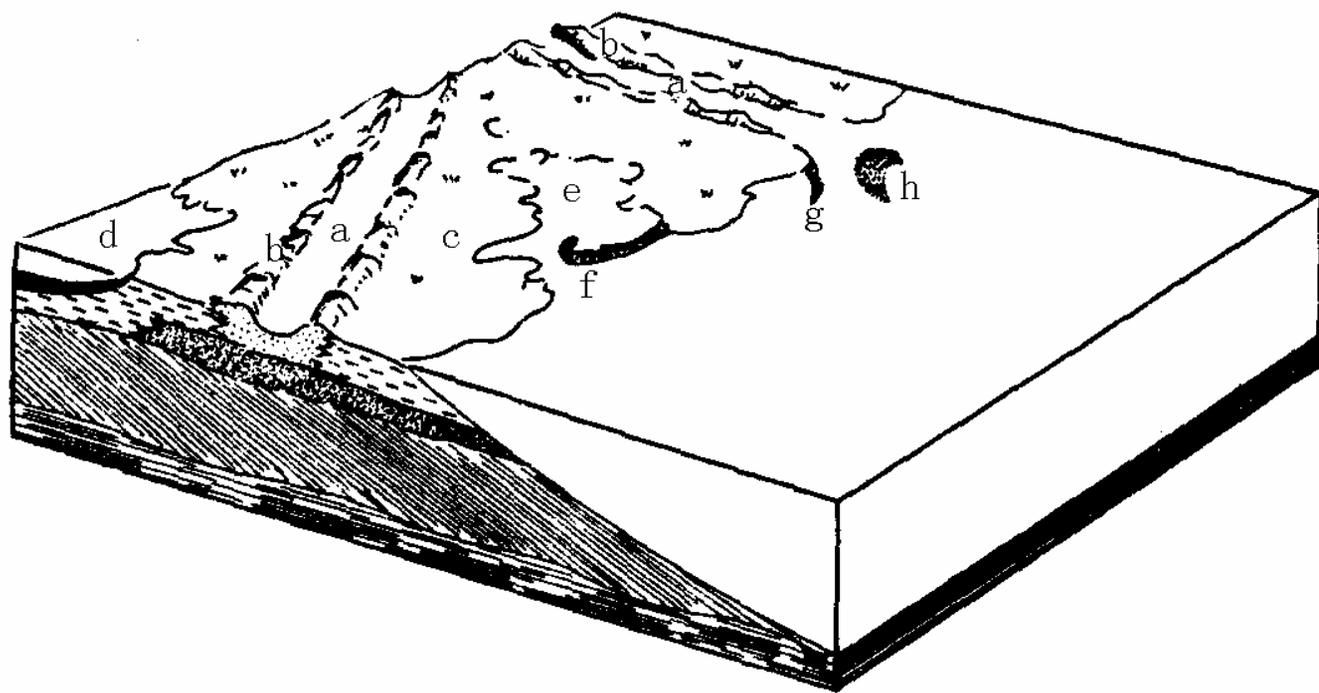
3. 三角洲的结构

如前所述，三角洲是河流入海形成的泥沙堆积体，它是在河流和海洋共同作用下形成和发展的，它的结构比较复杂。根据三角洲的地貌特征可划分为三角洲平原（水上三角洲平原和水上三角洲平原）、三角洲前坡和三角洲外缘海底三个单元。三角洲的结构按地貌特征也可相应地划分出三个沉积单元，即顶组沉积（topset beds）、前组沉积(foreset beds)和底组沉积(bottomset beds)（图3-31）。

- 1.三角洲底组海洋沉积，
 - 2.三角洲前组沉积，
 - 3.水下三角洲顶组沉积，
 - 4.水上三角洲沼泽沉积，
 - 5.水上三角洲河床沉积，
 - 6.水上三角洲湖泊沉积
- a.河床； b.天然堤； c.河间地沼泽； d.小湖泊； e.海湾； f.沙嘴； g.河口水下沙嘴； h.河口水下沙

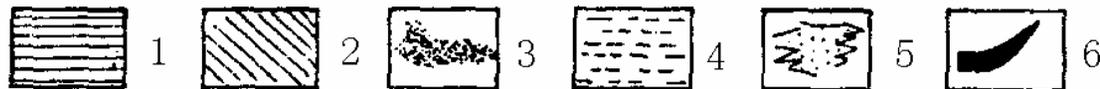
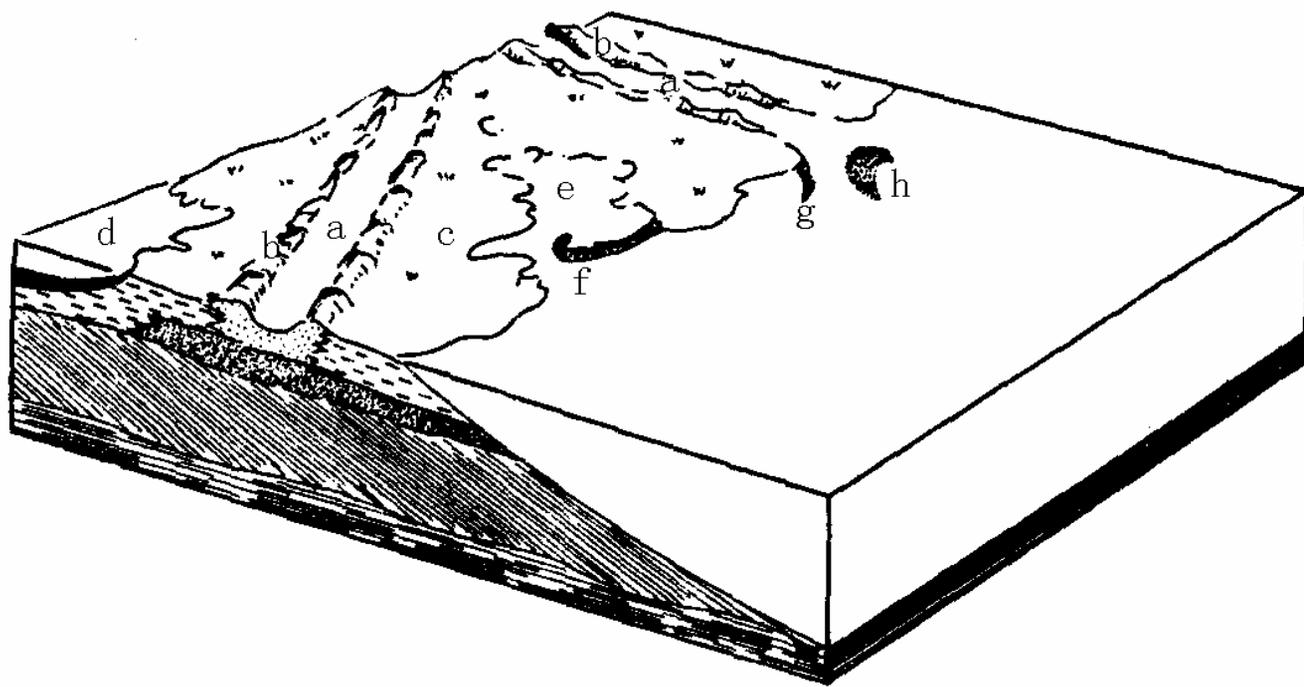


顶组沉积层是由水上三角洲平原沉积和水下三角洲平原沉积共同组成的。水上三角洲平原发育汉河道及其间的湖泊与沼泽，因而有汉河道沉积、湖沼沉积和洪水期的泛滥沉积等。水下三角洲平原是三角洲的前锋部分，三角洲向海增长过程中，有一部分汉河道延伸到水下，还发育一些沙嘴和沙坝，汉河道之间有海湾。因而水下三角洲沉积除汉河道及沙坝、沙嘴沉积外，还有薄层泥质沉积。汉河道和沙嘴沙坝沉积物在剖面中常呈透镜体。



前组沉积层主要是入海河流的悬浮物质被带到水下三角洲的前坡沉积，沉积物含水量较多，常呈塑性状态，故能在其自身重力影响下发生顺坡滑动，沉积层中常形成各种弯曲和揉皱。

底组沉积层主要是海洋沉积，沉积物粒度很细，具水平层理，含有大量有孔虫等海洋生物化石。



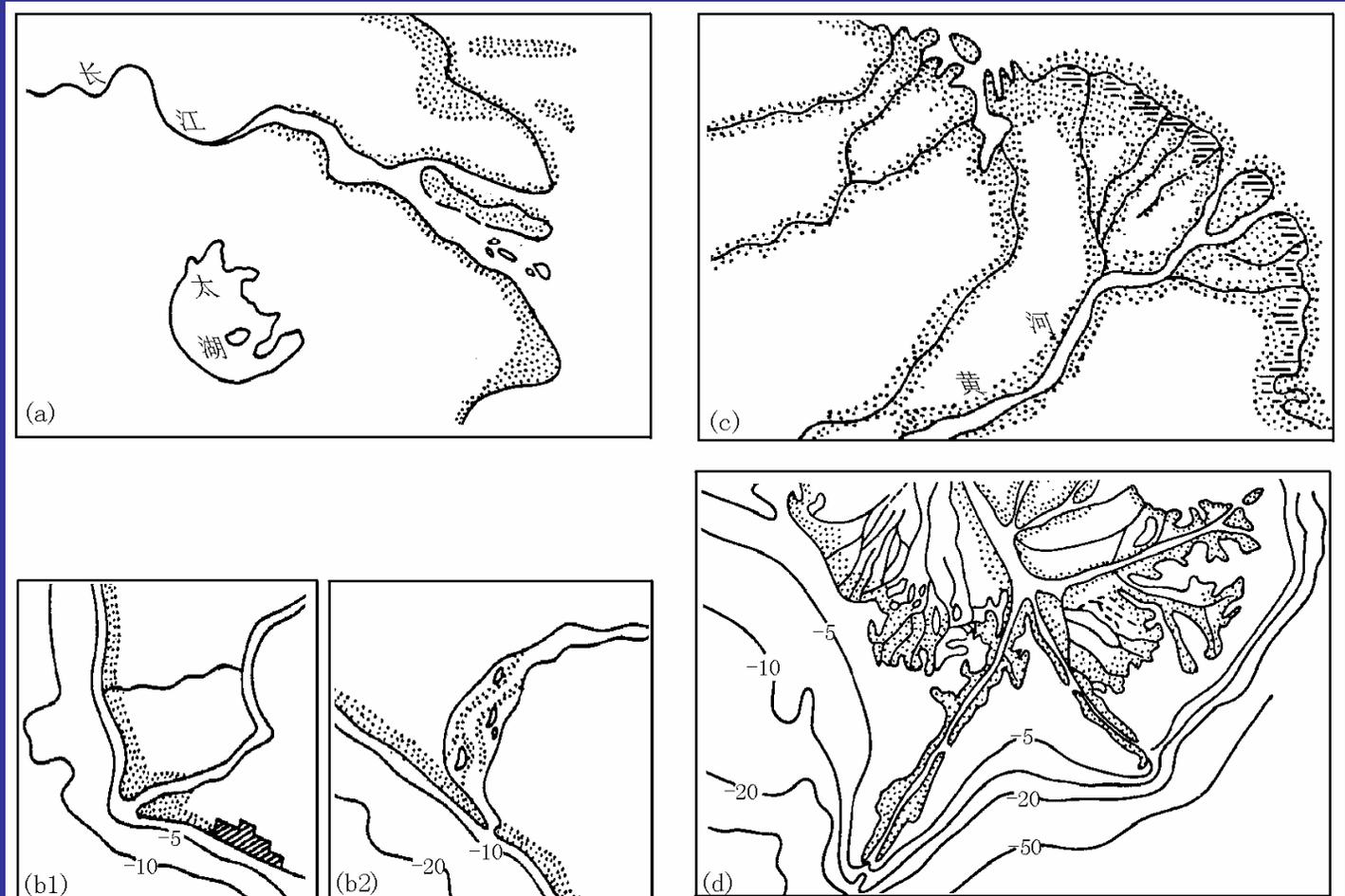
以上不同沉积层之间界线是不规则的，这是三角洲在形成过程中河流与海洋相互作用的结果，有时河流作用占优势陆源物质可以伸入海中较远的地方，有时海洋作用占优势，海洋沉积物又可超覆于河流沉积之上。

在三角洲形成过程中，由于沉积了许多有机质物质，经过长期的地质作用能形成石油和天然气，所以三角洲往往成为石油和天然气的产地，例如意大利的波河三角洲和美国的密西西比河三角洲都产石油，里海西岸巴库油田中的阿普歇伦油层是上新世的古伏尔加河三角洲的沉积，我国也发现了相当规模的三角洲相油气田。

4. 三角洲的类型

根据三角洲的形态特征和形成过程，可分为以下几种类型（图3-32）。

(1) 扇形三角洲(lobate(fan) delta) 在入海河流含沙量高，河道分汊并经常改道，口外海水较浅等条件下，多形成扇形三角洲。大量泥沙通过各条汊河带到河口堆积，由于汊河很多并常改道，使整个三角洲岸线大致均匀地向海增长。这类三角洲比较多见，如我国黄河三角洲（图3-32.C），俄罗斯的伏尔加河三角洲和埃及尼罗河三角洲等。



Energy of wave attack, amount and size of sediment load, vegetation effects)

(2) 鸟爪形三角洲 (elongate or bird's foot delta) 在潮流作用、沿岸的海流和波浪作用都很微弱的河口区，河流挟沙量较高并分成几股汊河入海，各汊河口泥沙迅速堆积构成向海伸出较长的沙嘴，平面形态很像鸟足，故而得名。这种类型的三角洲以美国的密西西比河三角洲最为著名（图3-32.D）。

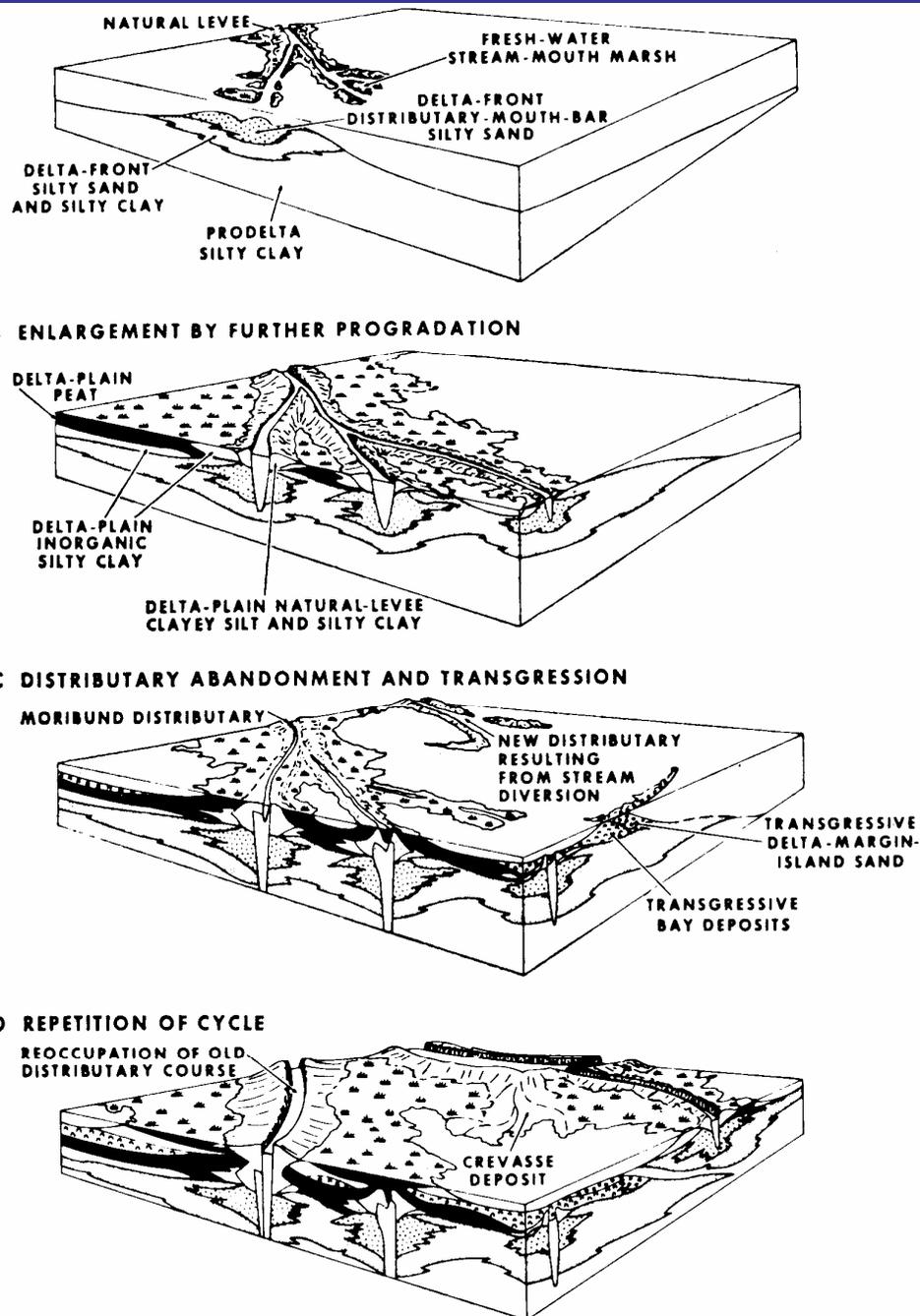
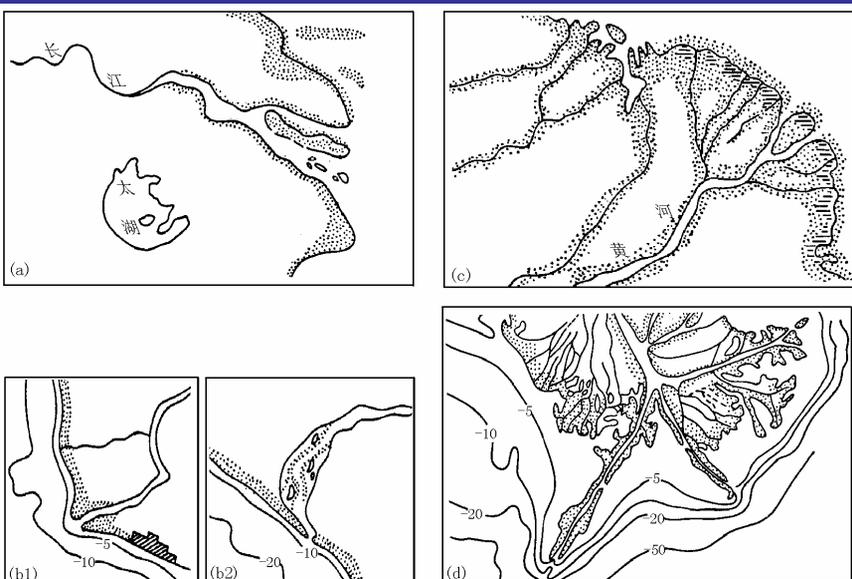
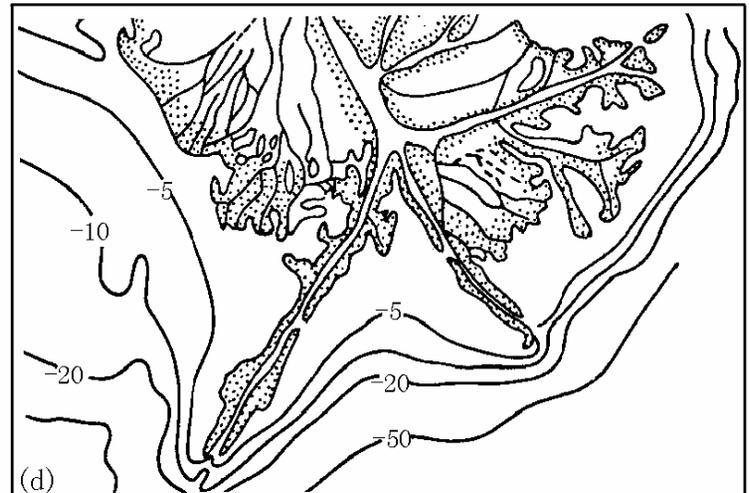
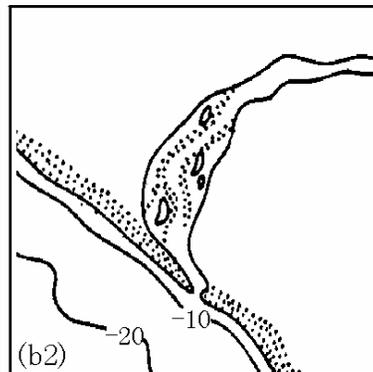
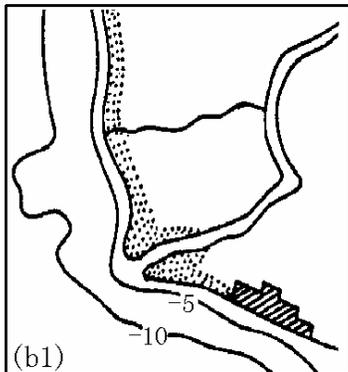
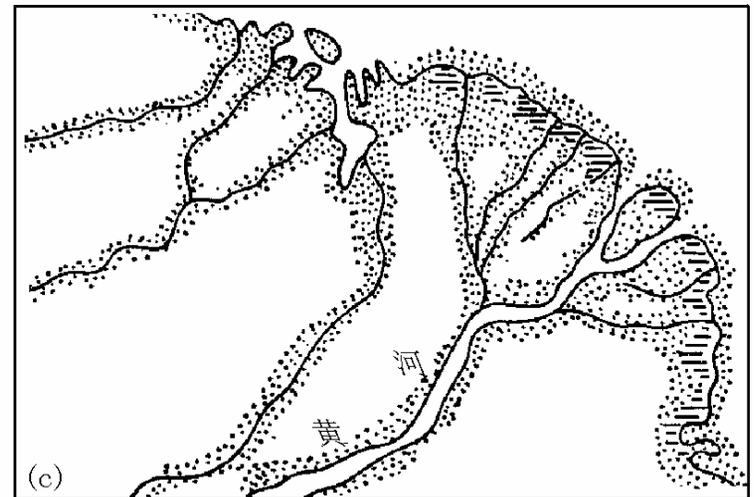
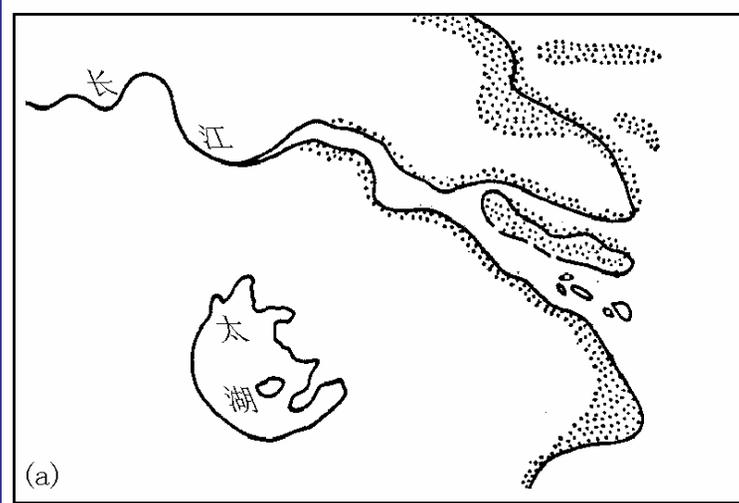


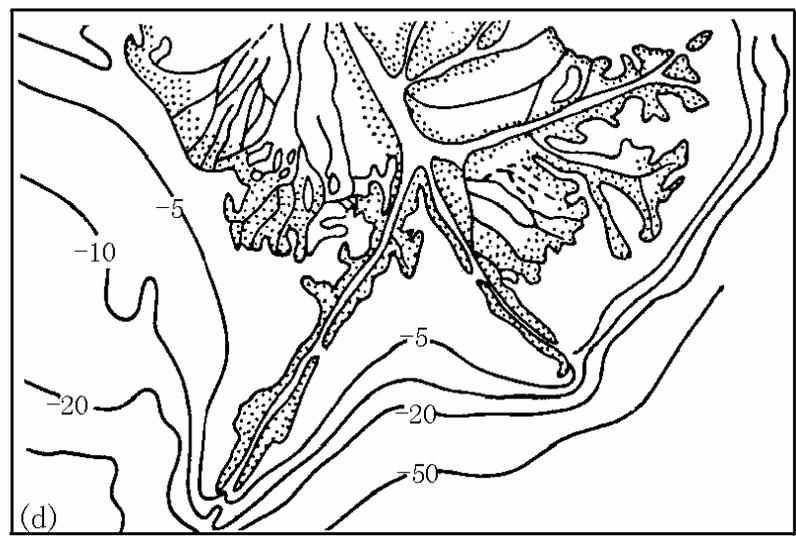
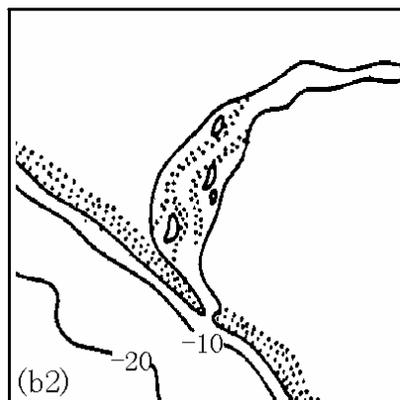
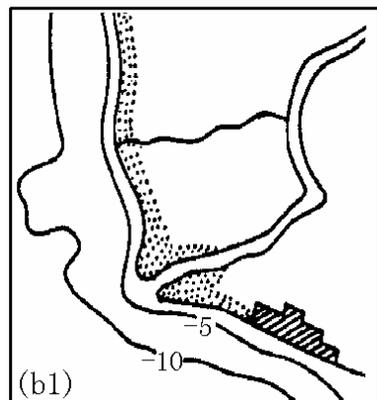
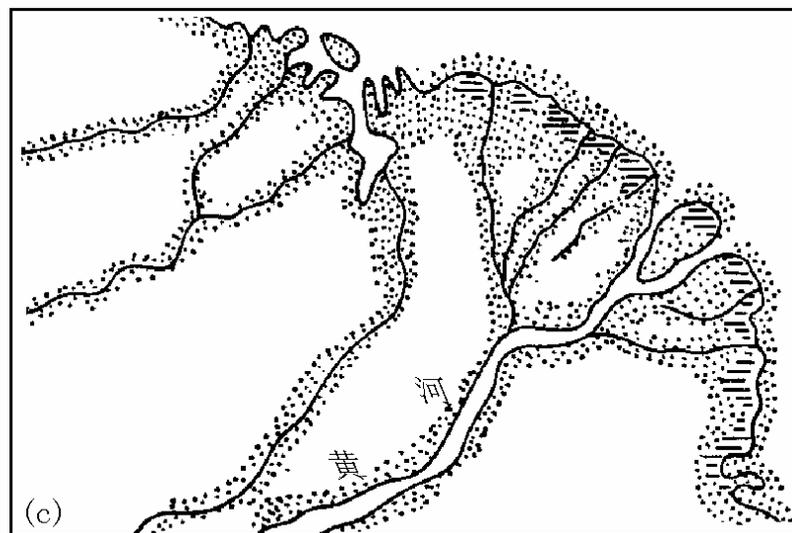
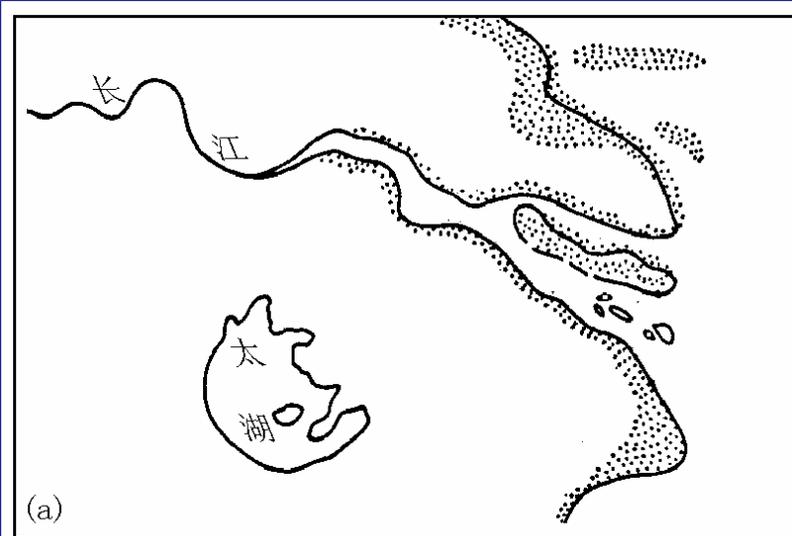
Figure 14.32 Development of delta sequence in the Mississippi delta.
Source: D. E. Frazier, *Trans. Gulf Coast Assoc. of Geol. Societies*, 1967.



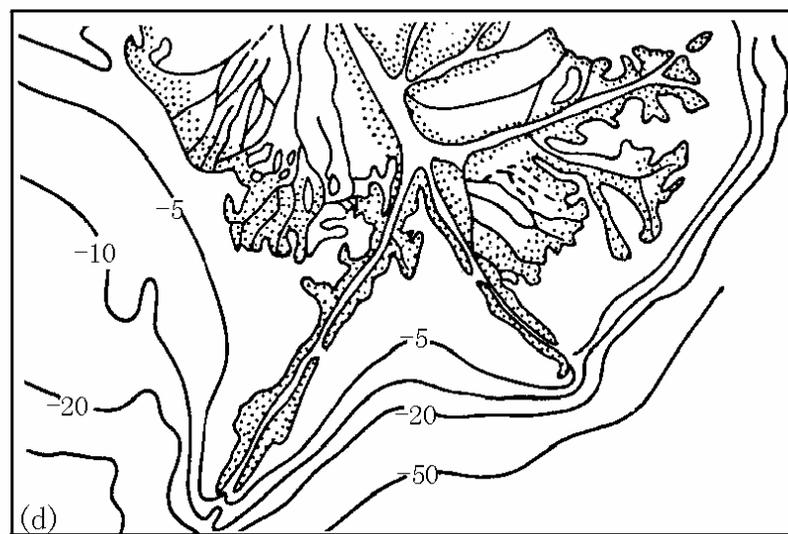
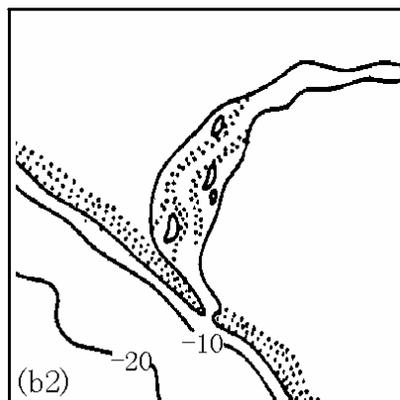
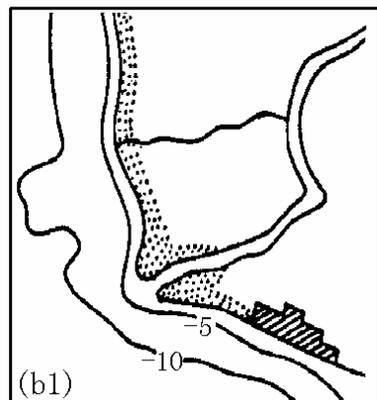
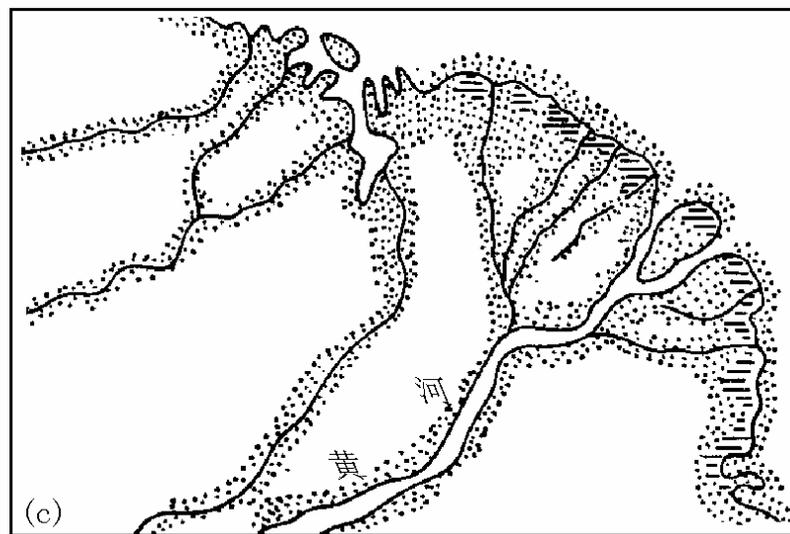
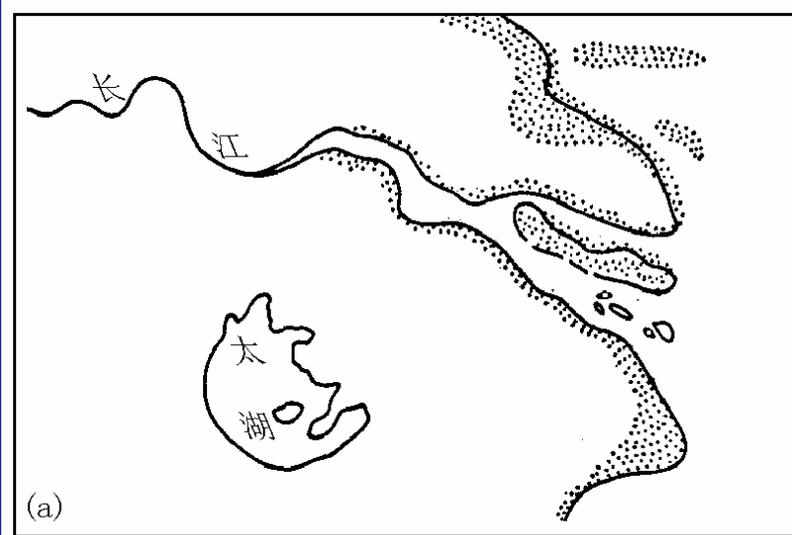
(3) 尖头形三角洲 河流流入海洋或湖泊时，只有一条主河道，没有汊流或者虽有汊流但规模不大，因而在主河道河口两侧堆积成沙嘴，向海中突出形成尖头形三角洲。意大利的台伯河三角洲（图3-32.B1）和西班牙的埃布罗河三角洲都是这种类型。如果波浪作用方向与海岸斜交而河流泥沙较少，或者岸边海水较深则形成掩闭的三角洲，如非洲南部的奥兰治河三角洲（图3-32.B2）。



(4) 岛屿形三角洲 河流含沙量不多而有潮汐作用的河口区，泥沙堆积成许多向海伸延的垄状沙滩和沙坝，沙坝之间为冲蚀的潮汐水道。星罗棋布的沙洲和沙岛以及纵横交错的汉河构成三角洲的主体，故称岛屿形三角洲。恒河三角洲是典型的岛屿形三角洲。



5) 除了以上几种典型的三角洲外，还有介于两种三角洲类型之间的过渡类型三角洲。例如我国长江三角洲就属于这种类型，从大的轮廓看，长江三角洲河口北部有启东沙嘴，南部有南汇沙嘴并向海突出，形似一尖头形三角洲，但在河口区有许多沙岛和浅滩，河道分汊，又象岛屿形三角洲（图3-32（a））。



A

Beach-barrier shoreline

HIGH-DESTRUCTIVE-
WAVE-INFLUENCED

São Francisco River of Brazil

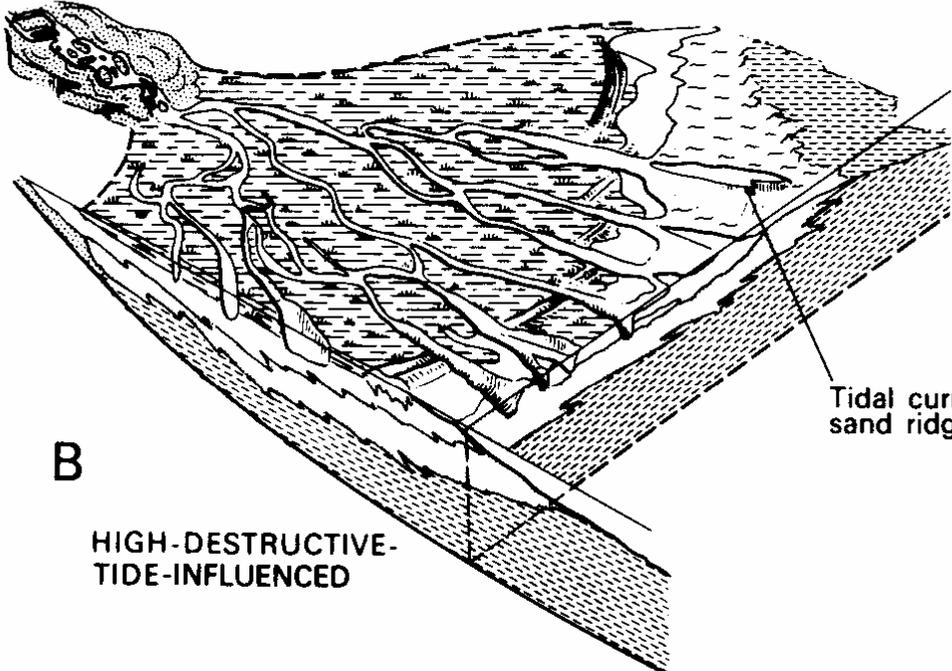


C

HIGH-
CONSTRUCTIVE-
LOBATE

Distributary
mouth bars

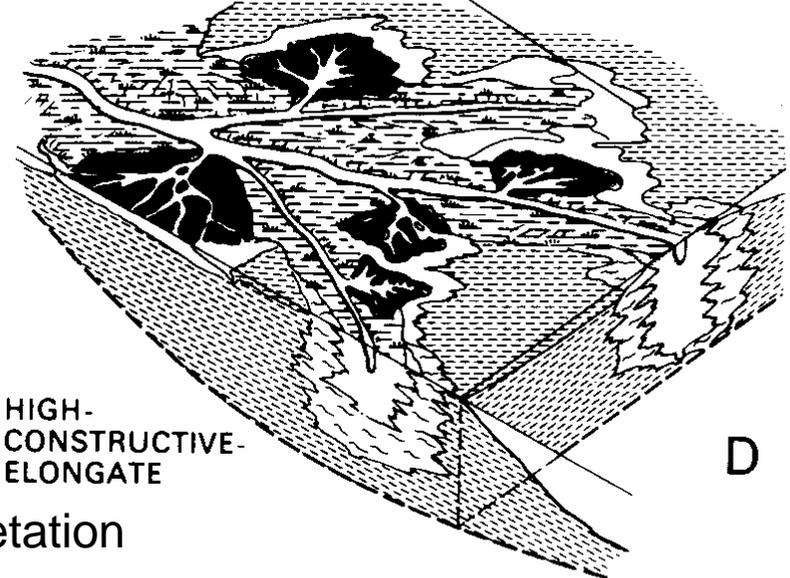
Nile, Rhone,
yellow rivers



Tidal current
sand ridges

B

HIGH-DESTRUCTIVE-
TIDE-INFLUENCED



D

HIGH-
CONSTRUCTIVE-
ELONGATE

Ganges, Niger and Mekong rivers-mangrove vegetation

Figure 14.26 Two types of high-destructive A. and B. and high-constructive C. and D. deltas.

Source: Elliott, 1978, figure 6.3, p. 101, after Fisher *et al.*, 1969.