



第四节 湖泊相 (Lacustrine Facies)

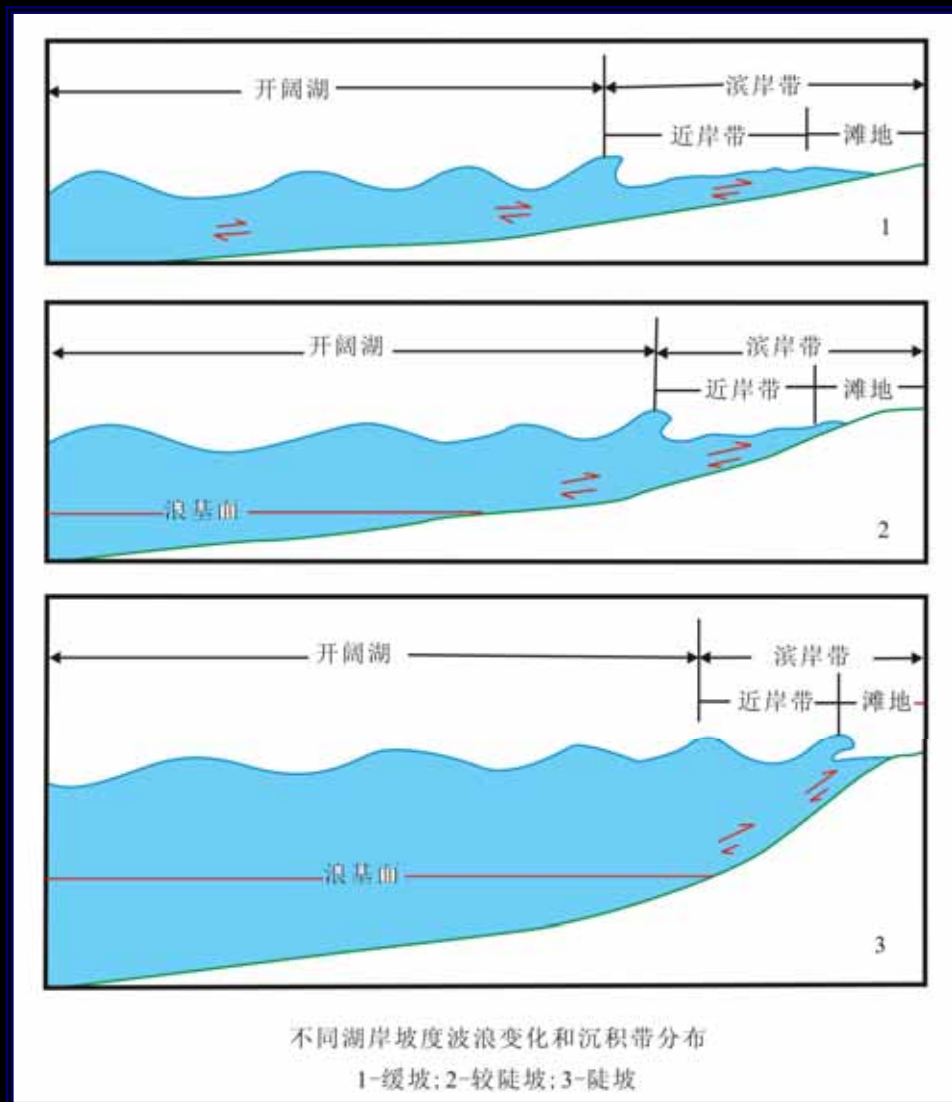
湖泊 (lacus) 是大陆上地形相对低洼和流水汇集的地域。湖泊拦截了由河流搬运的大量沉积物，是**陆上沉积物堆积的重要场所**，同时也是**化学沉淀的主要场所**。



一、湖泊环境的一般特点

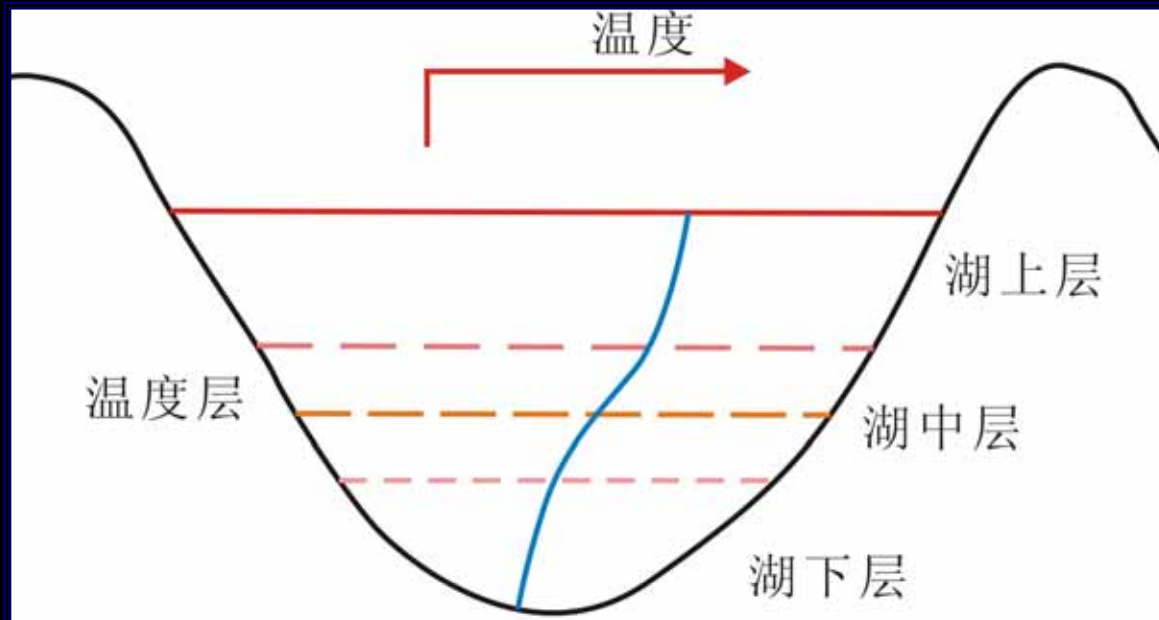
(1) 水动力特征：

- 波浪、岸流作用，与海洋相比，缺乏潮汐作用。

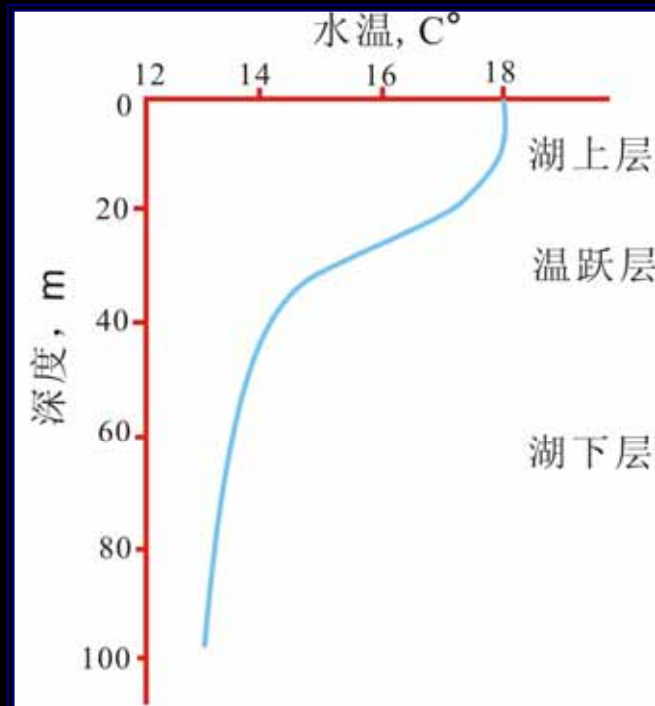


(2) 物理化学条件：

- 湖水的温度分层现象
- 湖水的含盐度变化较大，1~25%
- 湖水中的化学成分变化较大



温度分层湖中典型的温度剖面
(湖泊中不同部位的术语是根据温度变化而定
(据De Deckker和Forster))



云南扶仙湖水的热分层
(1979年4月~1980年3月, 平均值)

(3) 生物学特征：

- 淡水湖泊中常发育良好的淡水生物群。

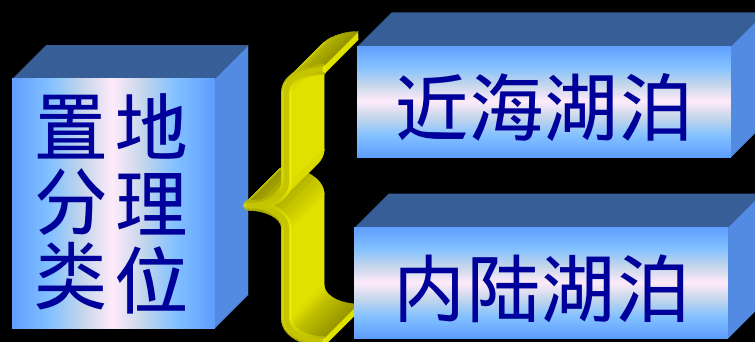
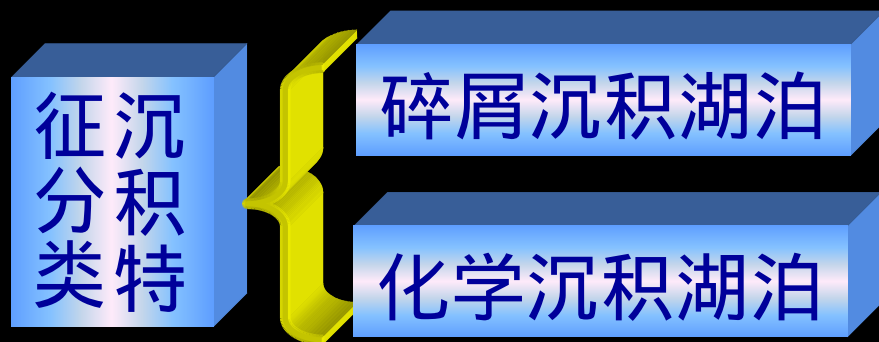


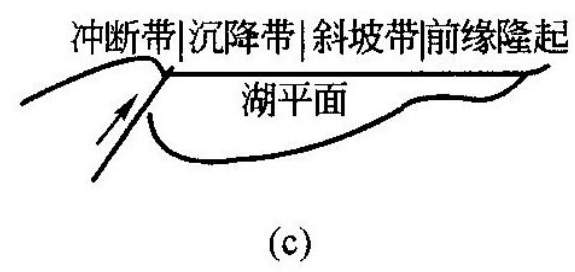
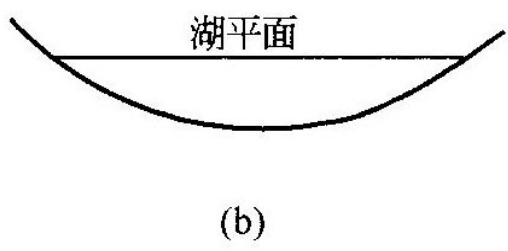
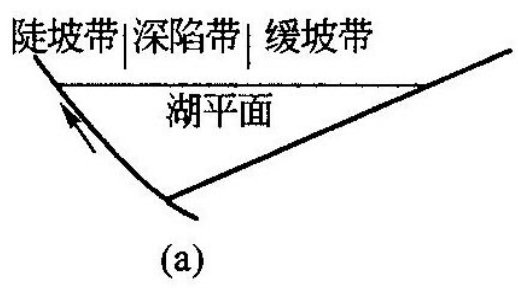
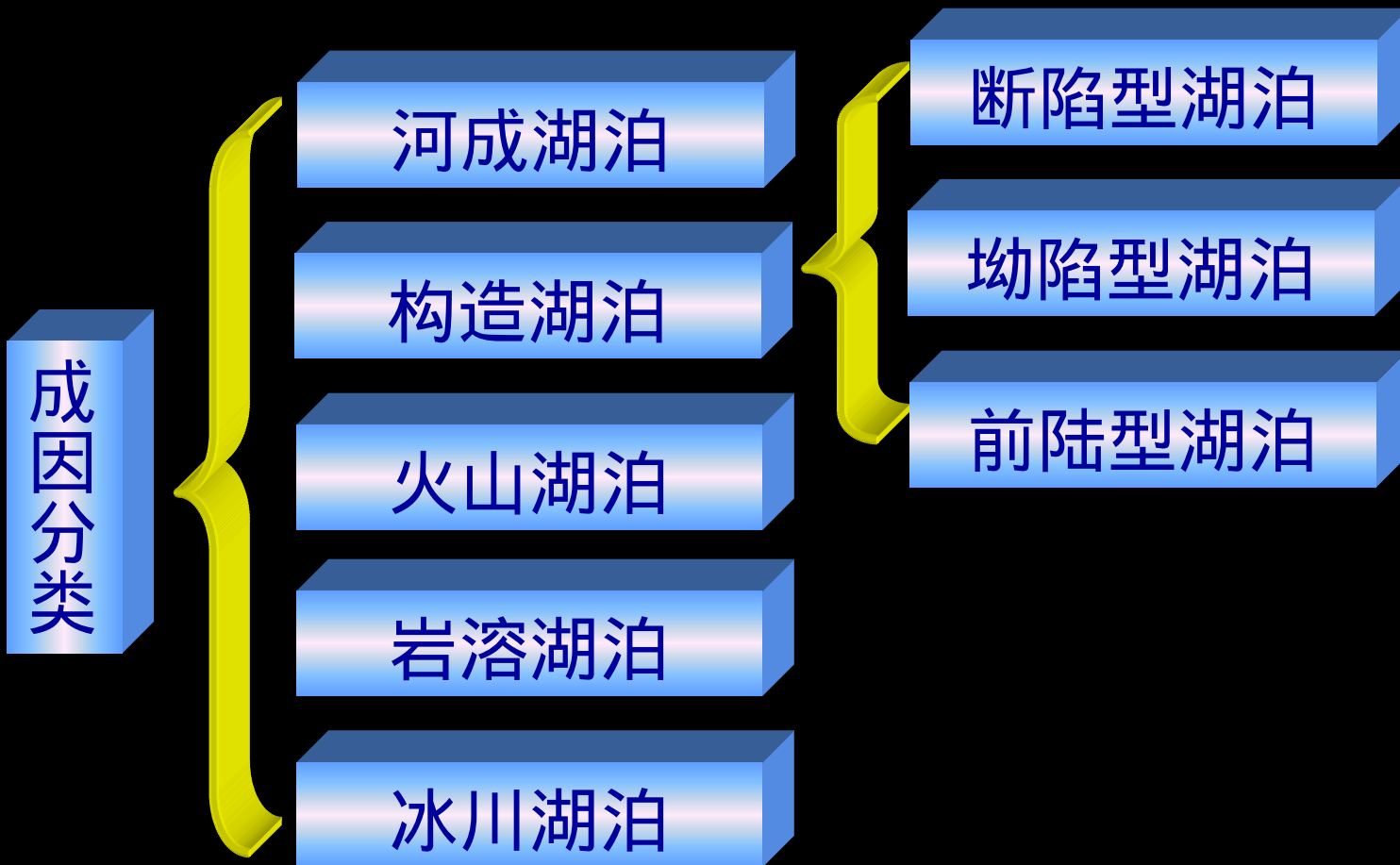


二、湖泊的分类

湖泊的盐度分类

方案一	淡水湖泊			咸水湖泊
方案二	淡水湖	微咸水湖	咸水湖	盐湖
盐度 (%)	0.1	1.0	3.5	







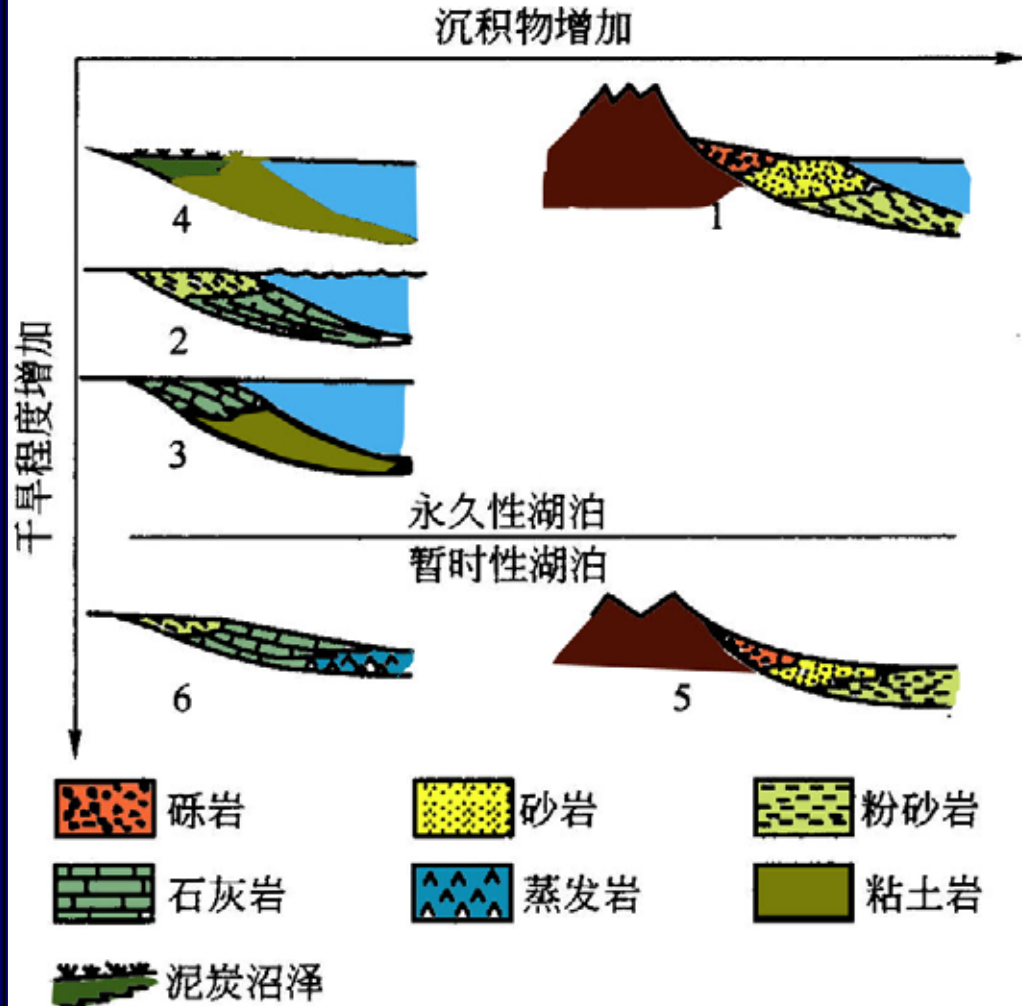


www.xiud.net





根据气候、地理环境、沉积物类型及其供应充分程度分类（Kucal, 1971）：



湖泊按气候及沉积类型分类

（据维谢尔，1965；Kucal, 1971）

- 1—陆源碎屑沉积型湖泊；2—化学沉积型湖泊；
 3—生物沉积型湖泊；4—湖沼沉积型湖泊；
 5—干盐湖沉积型湖泊；6—盐沼沉积型湖泊



按照构造性质、湖水盐度和地理位置分类： (吴崇筠, 1993)

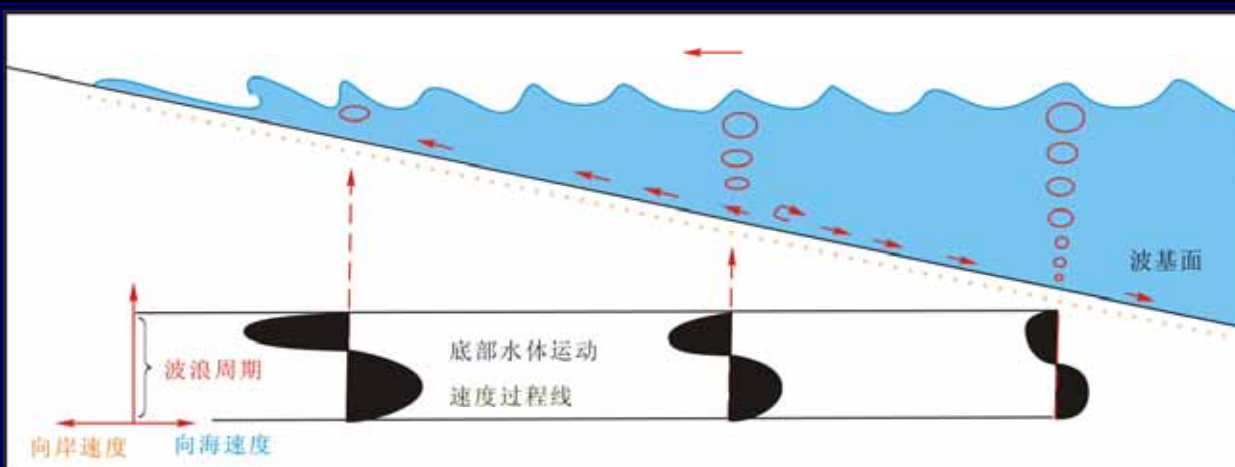
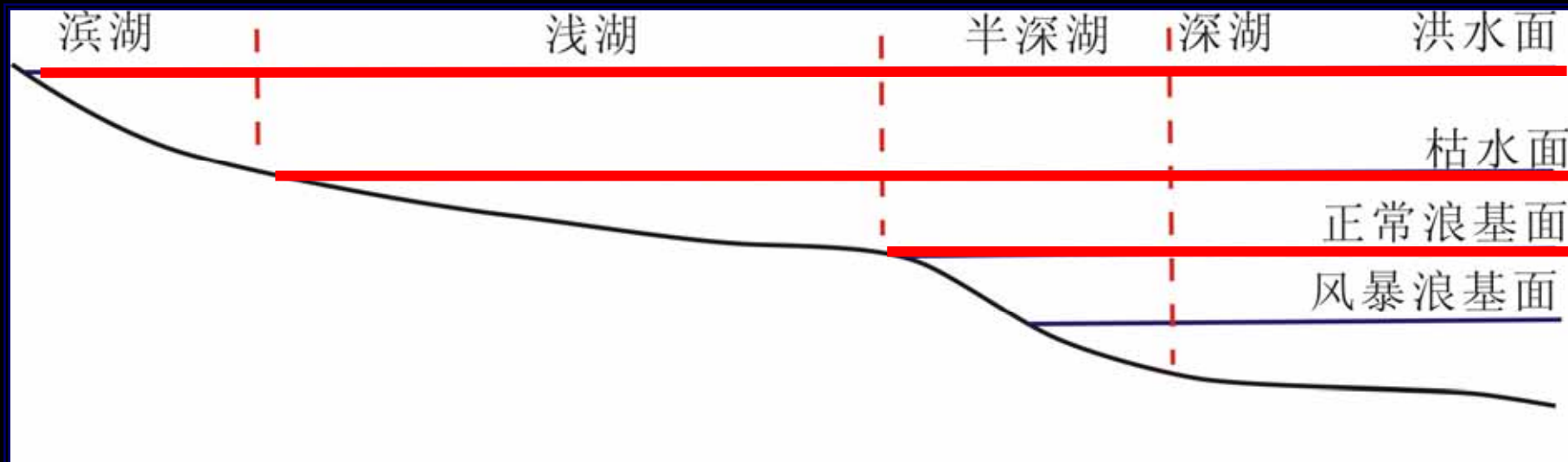
中国中、新生代湖泊类型 (据吴崇筠等, 1993)

构造 地理位置 湖水盐度	断陷湖泊		坳陷湖泊		断陷—坳陷过渡型湖泊	
	近海湖泊	内陆湖泊	近海湖泊	内陆湖泊	近海湖泊	内陆湖泊
淡水湖	近海断陷淡水湖	内陆断陷淡水湖	近海坳陷淡水湖	内陆坳陷淡水湖	近海断—坳过渡型淡水湖	内陆断—坳过渡型淡水湖
盐湖	近海断陷盐湖	内陆断陷盐湖	近海坳陷盐湖	内陆坳陷盐湖	近海断—坳过渡型盐湖	内陆断—坳过渡型盐湖

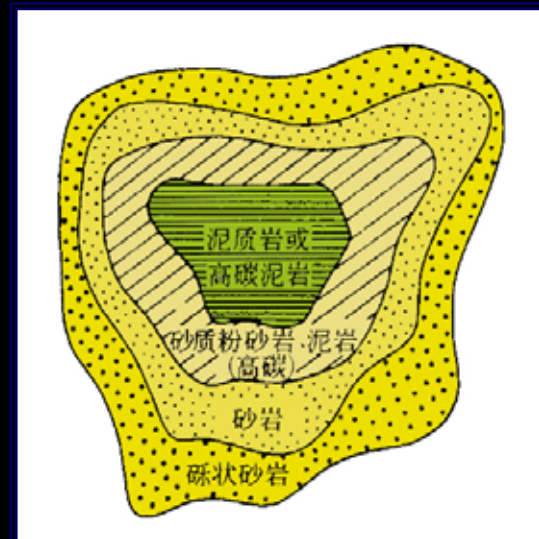
注：气候对湖泊的影响以湖水的盐度表示，分为淡水湖（包括半咸水湖）和盐湖（包括咸水湖）。

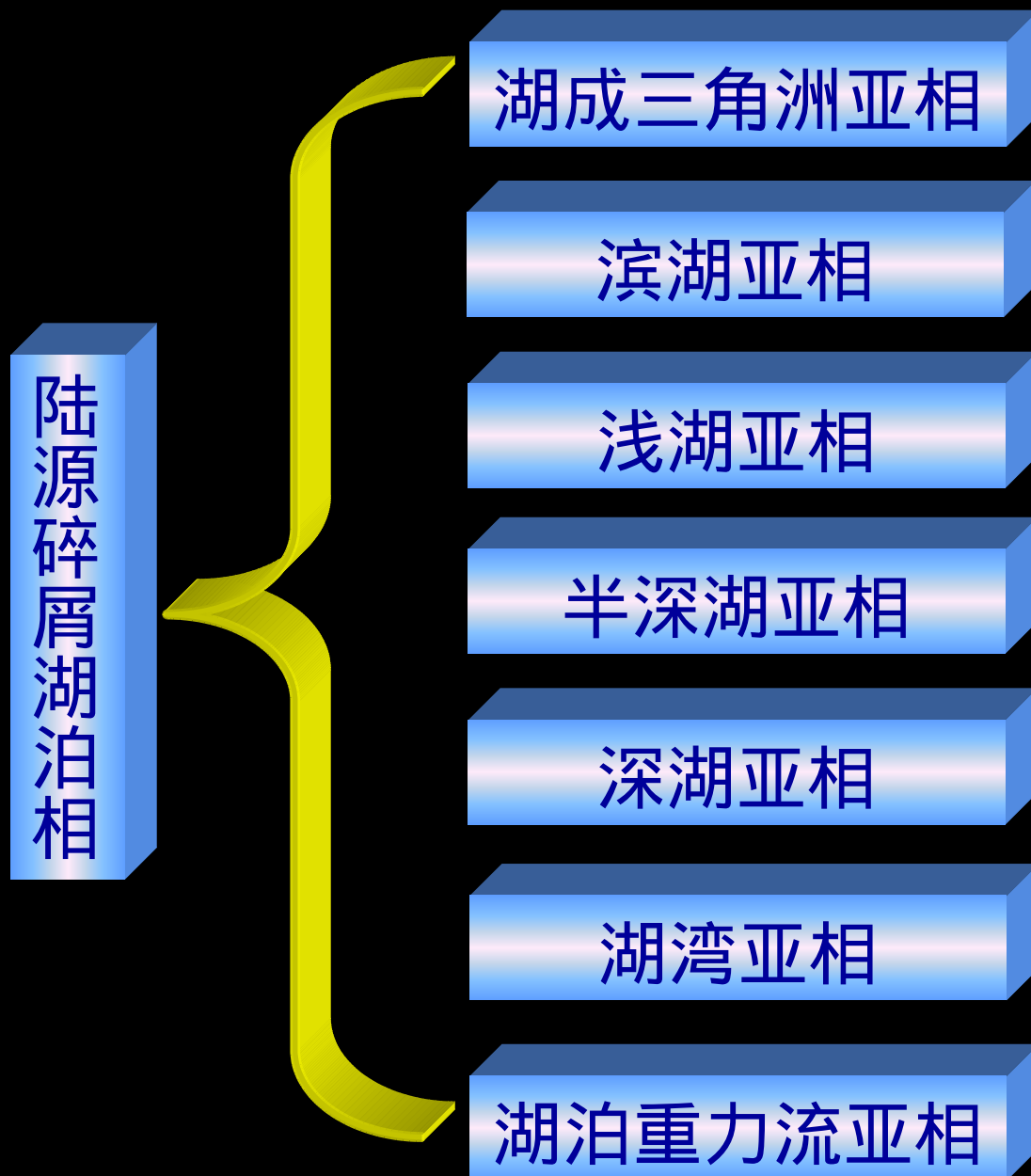


三、陆源碎屑湖泊的沉积模式和亚相类型



波浪底部水体运动、粗细物质分布及其与坡降的关系 (据任明达, 1985)







1. 湖成三角洲亚相

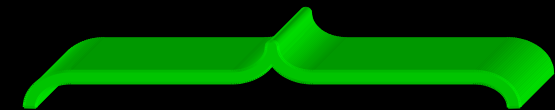
湖成三角洲：在河流入湖的河口处，流速降低，水流携带的沉积物便在河口处堆积下来，形成平面上呈三角形或舌状，剖面上呈透镜状的沉积体。

湖成三角洲形成过程中**河流起主导作用**。

在湖泊沉积体中，湖成三角洲的**砂体最为发育，以砂岩和粉砂岩为主**。与湖泊沉积的其他类型砂体相比，面积和厚度大，向湖盆延伸远，是油气聚集的良好场所。



湖成三角洲



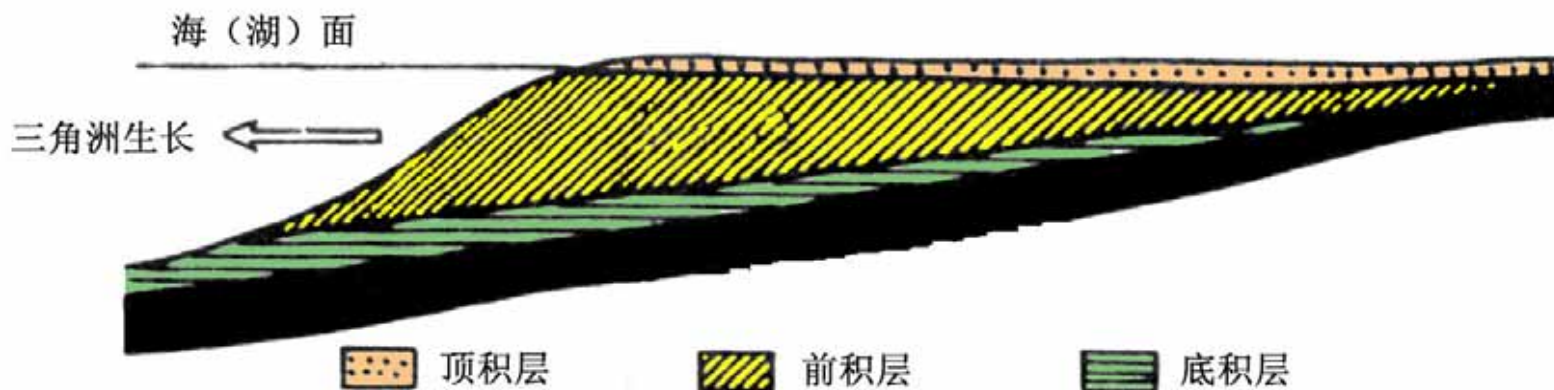
三角洲平原

三角洲前缘

前三角洲

沉积相	岩性剖面	层理类型	泥岩颜色	岩性组合	沉积构造
河流相			红		
沼泽			灰	泥岩夹粉砂岩及泥质粉砂岩，碳质泥岩极发育	微波状层理、波状层理和波状交错层理及透镜状层理
三角洲平原	天然堤 分流河道			泥岩、泥质粉砂岩薄互层	微波状层理、波状层理和波状交错层理及透镜状层理
三角洲前缘	河口坝 远沙坝		绿	中粗砂岩、细砂岩、粉砂岩	板状、槽状交错层理和波状交错层理
三角洲前缘				粉砂岩、细砂岩组成反旋回。顶部：砾状、含砾砂岩	块状层理、波状层理、波状交错层理、板状及槽状交错层理
前三角洲				泥质粉砂岩、粉细砂岩组成反旋回	波状层理、脉状层理、透镜状层理为主，次为水平层理
前三角洲				暗色泥岩	水平层理、块状层理

东营凹陷湖成三角洲沉积层序 (据何立琨, 1980, 略修改)

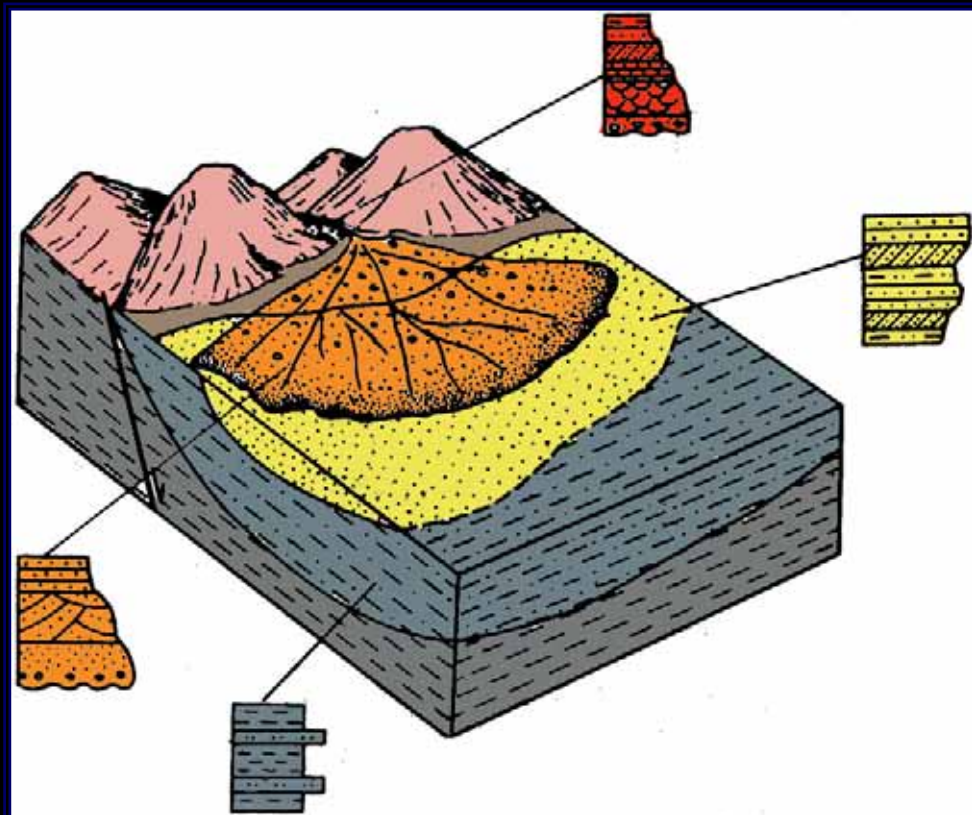




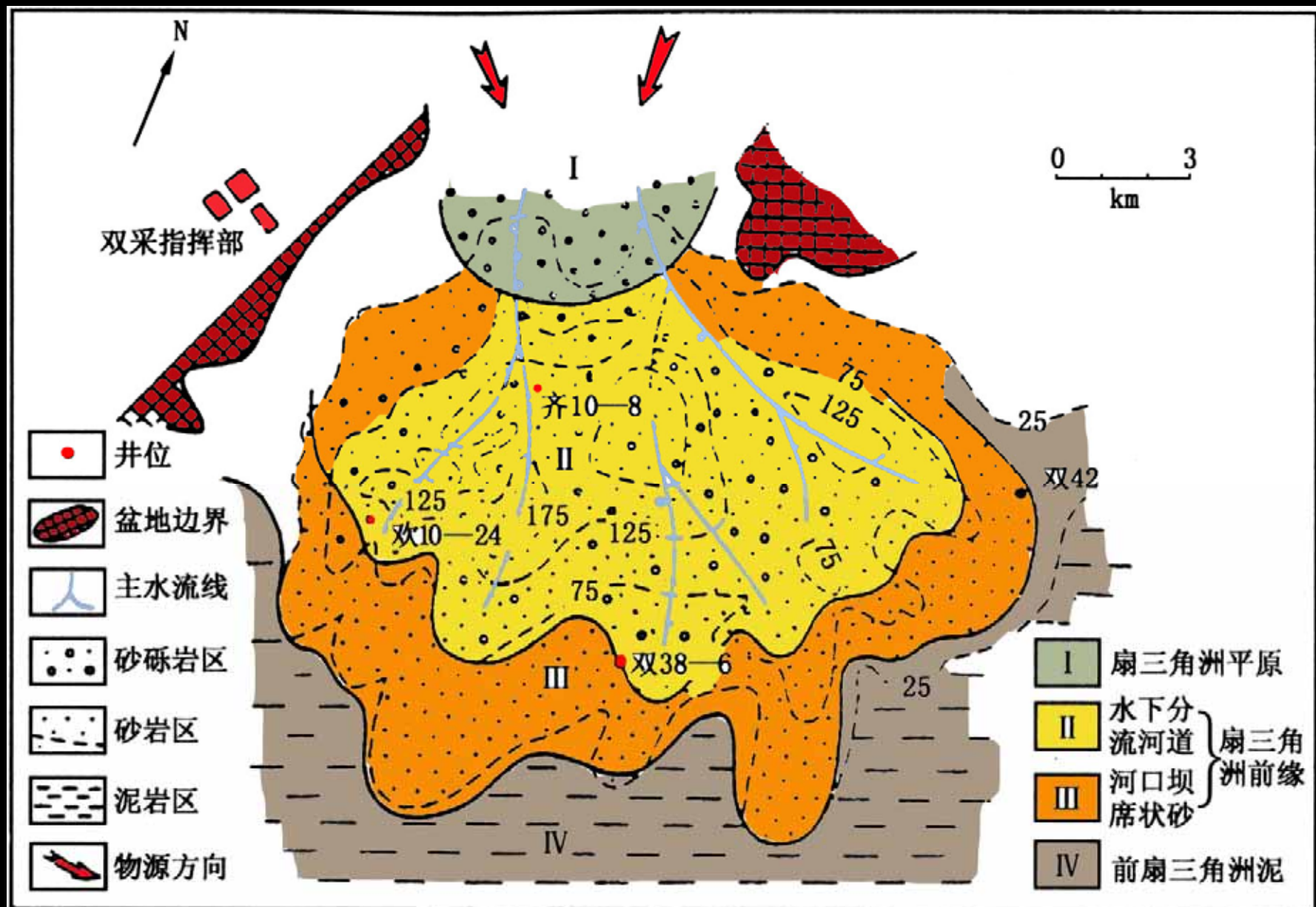
湖成三角洲的另一种特殊类型为**扇三角洲**。

霍尔姆斯（Holmes，1965）和梅戈温（Megowen，1970）认为**扇三角洲**是从**邻近高地**推进到海、湖等稳定水体中的冲积扇。

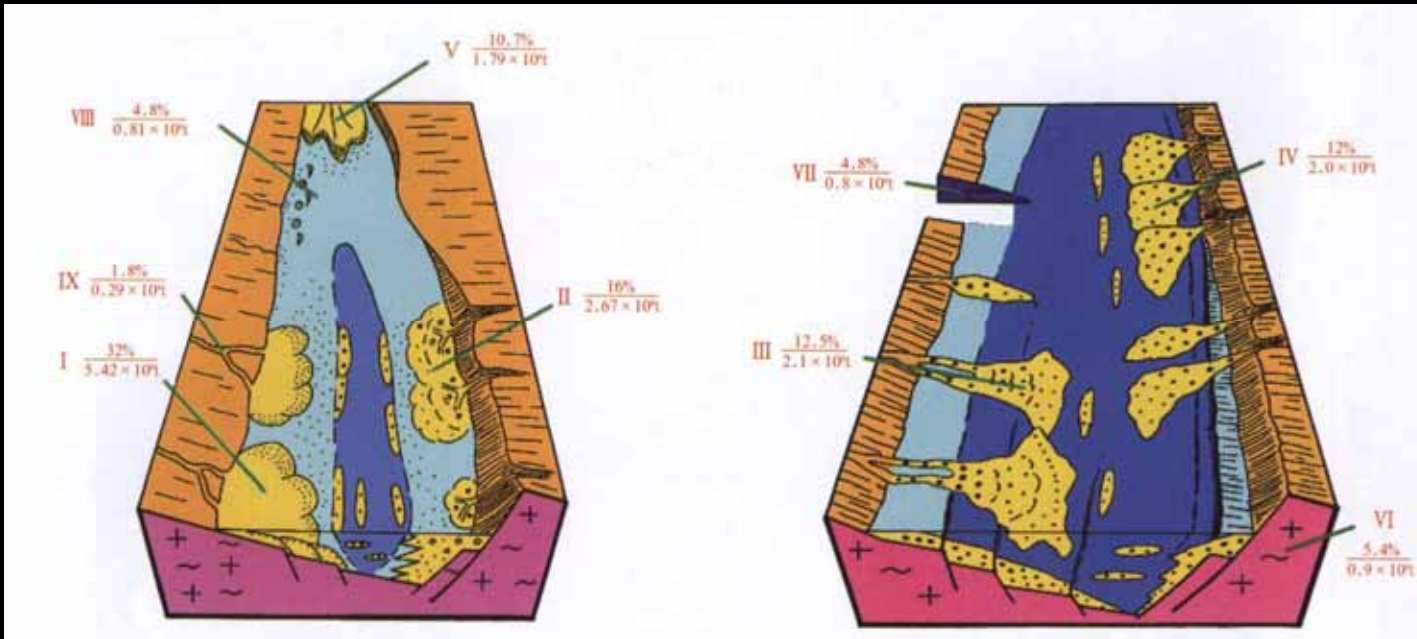
吴崇筠认为**扇三角洲系**指**邻近山地的冲积扇**推进到湖中滨—浅湖地区形成的**扇状砂体**。



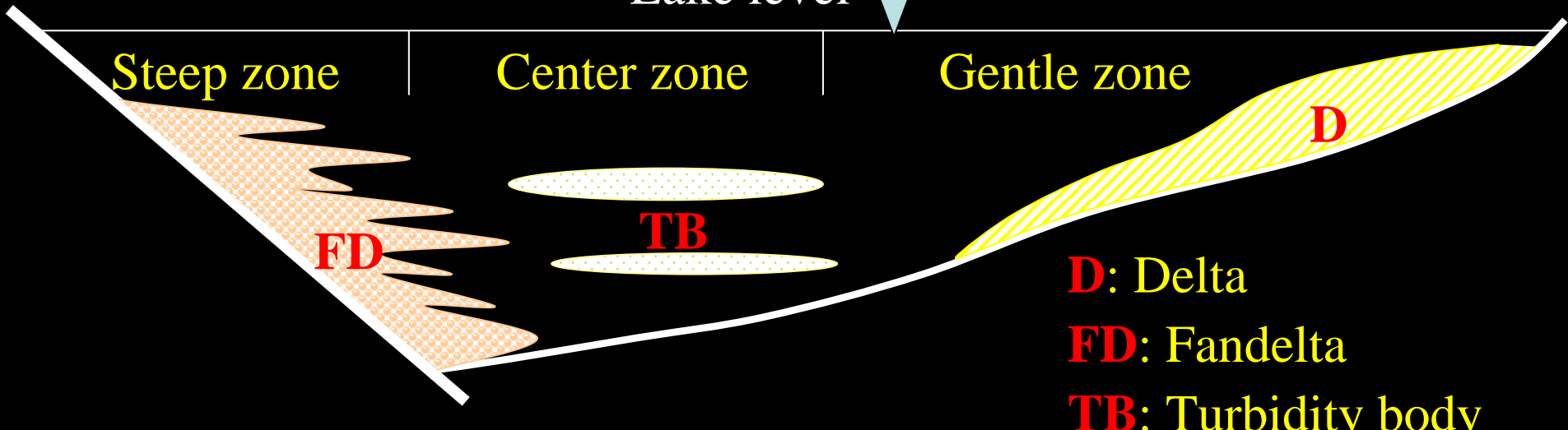
东濮拗陷扇三角洲沉积模式图（据薛叔浩，1985）



辽河西部凹陷西斜坡齐欢双地区古近系扇三角洲三带平面图 (据陈志勇, 1982)



Lake level



D: Delta

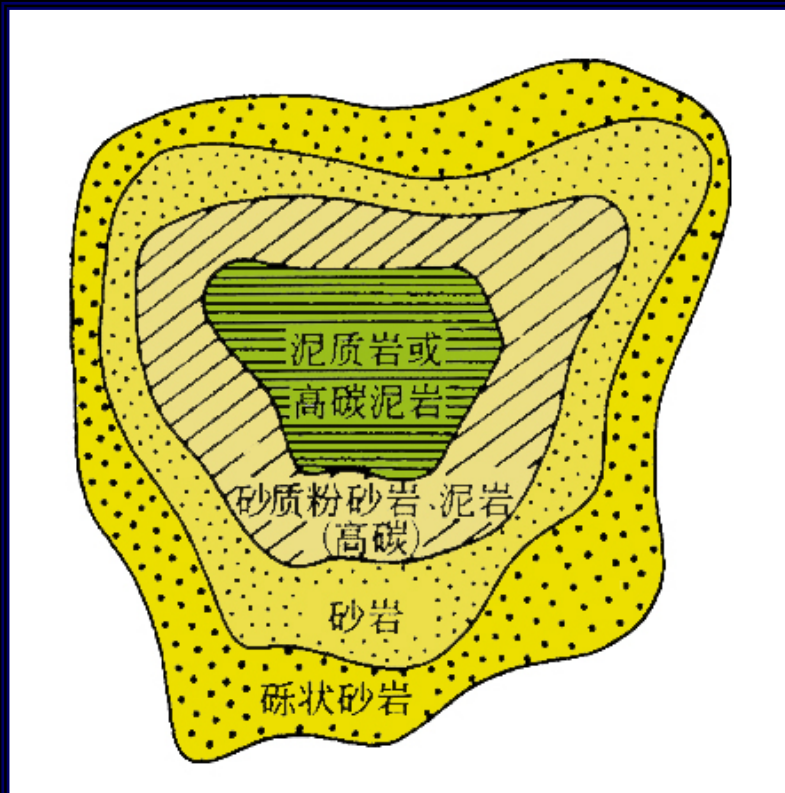
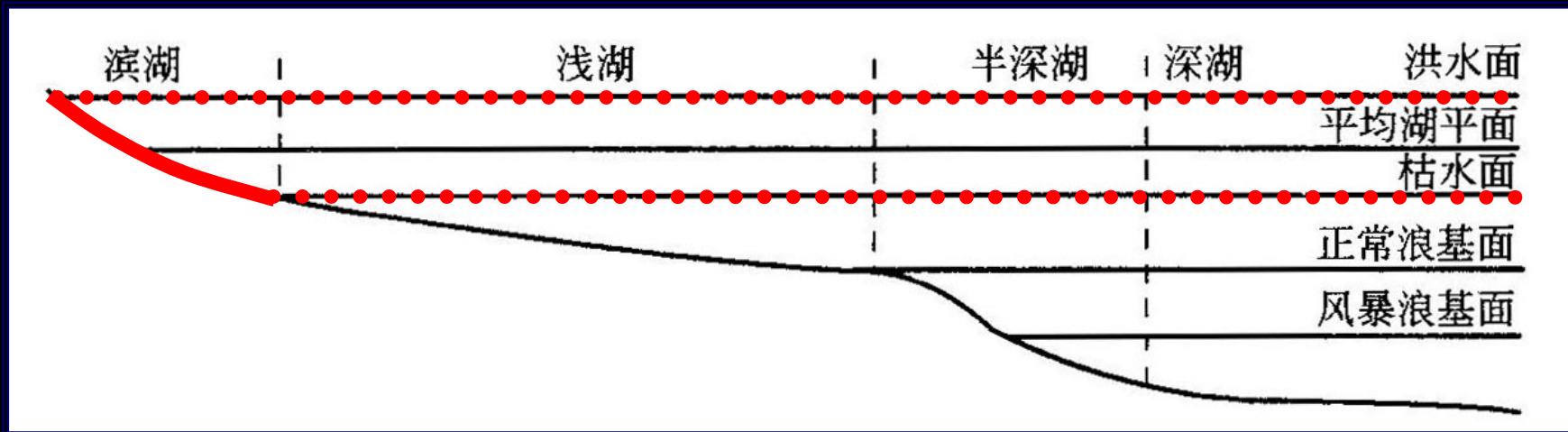
FD: Fandelta

TB: Turbidity body

Coarse clastic sediment distribution in fault-depression open lake basin



2. 滨湖亚相



沉积环境特征：

- ① 距岸近，形成粗碎屑沉积：
地形 沙滩、砾滩、泥滩
- ② 水动力复杂，击岸浪和回流
冲刷、淘洗对沉积物改造强烈
- ③ 水位浅，时而露出时而淹没，
氧化作用强烈



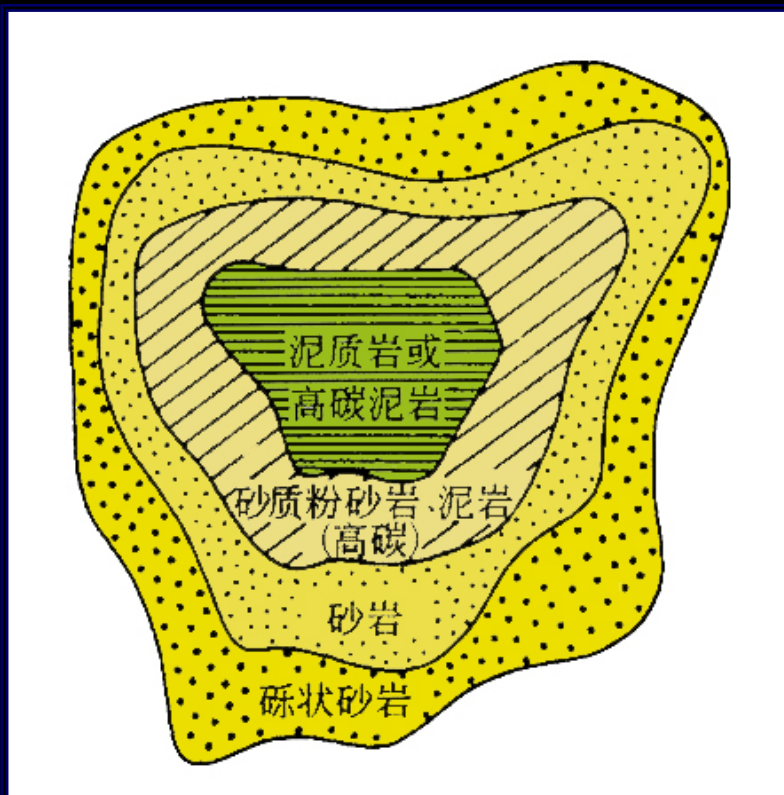
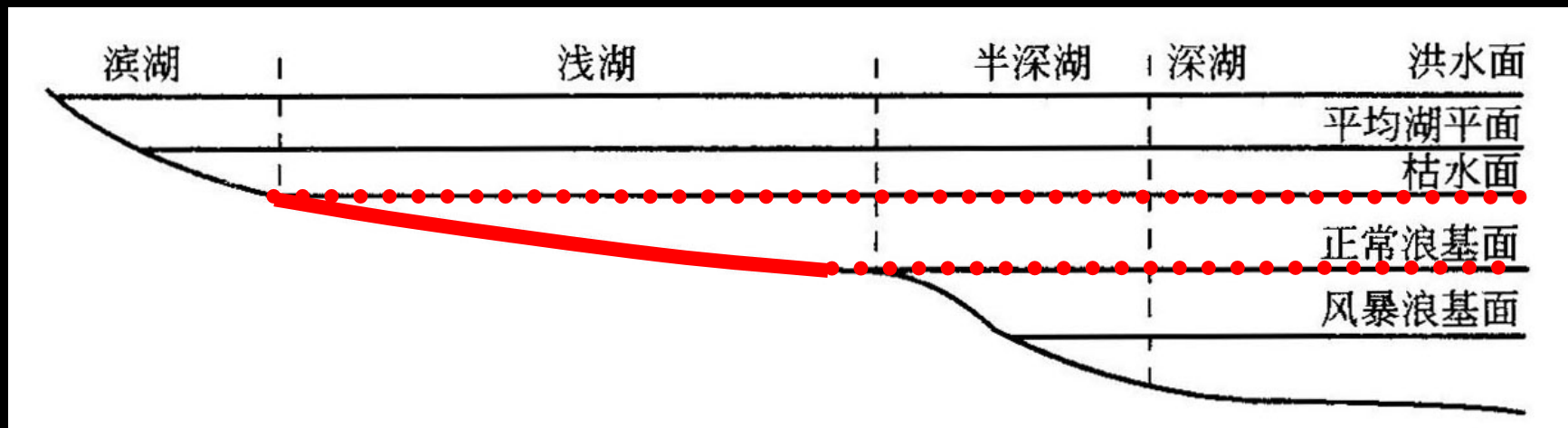
沉积物：砾、砂、泥、泥炭

结构与构造：

- 砾石层呈叠瓦状排列，最大扁平面向湖倾，最长轴多平行于岸线
- 砂质主要为石英、长石及一些重矿物，分选、磨圆较好，交错层理、波痕发育，可见化石碎屑（介壳滩）、潜穴等
- 泥质和泥炭沉积中见水平层理，粉砂层具小波痕层理
- 泥裂、雨痕、动物足迹等暴露构造常见



3. 浅湖亚相



沉积环境特征：

- ① 始终位于水下
- ② 水动力主要是波浪和湖流
- ③ 水体循环良好，氧气充足，透光性好，生物繁盛



沉积物：以粘土岩和粉砂岩为主，可夹少量化学岩薄层或透镜体，物源充分时可出现细砂岩，砂岩胶结物以泥质、钙质为主

结构与构造：

- 分选性和磨圆度较好
- 以水平层理、波状层理为主，水动力较强时可出现小型交错层理，砂泥层交错沉积时可出现透镜状层理，有时可见对称的浪成波痕

生物化石：生物化石丰富，保存完好，以薄壳的腹足、双壳类等底栖生物为主，也见介形虫、鱼类等，少见弱还原条件下自生矿物



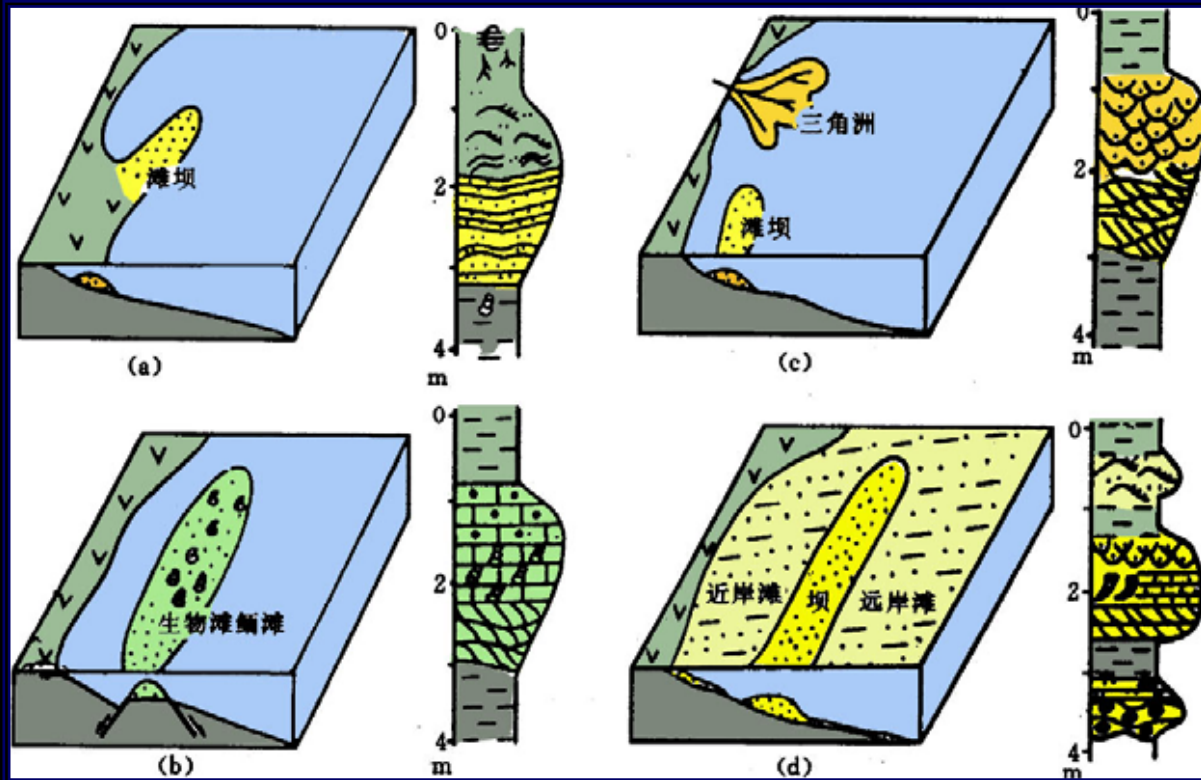
若湖底地形平缓，砂质供应充分，在宽阔的浅湖地带可形成具席状展布的砂质浅滩或局部砂质堆积加厚的砂坝沉积（砂质滩、生物滩、鲕粒滩）

① 位于湖岸线拐弯处的滩坝

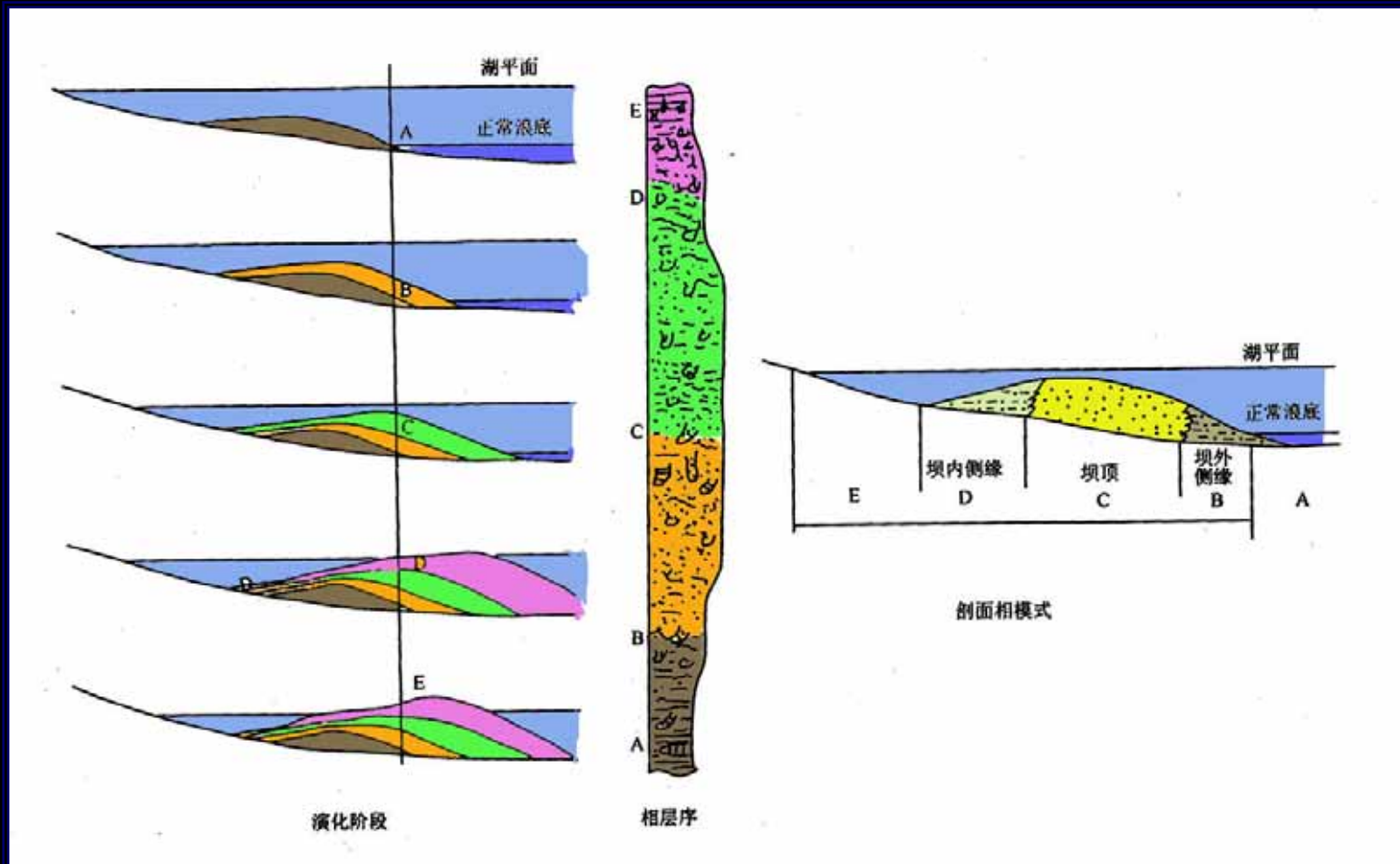
② 水下古隆起处滩坝

③ 三角洲侧缘的滩坝

④ 开阔浅湖地区的滩坝





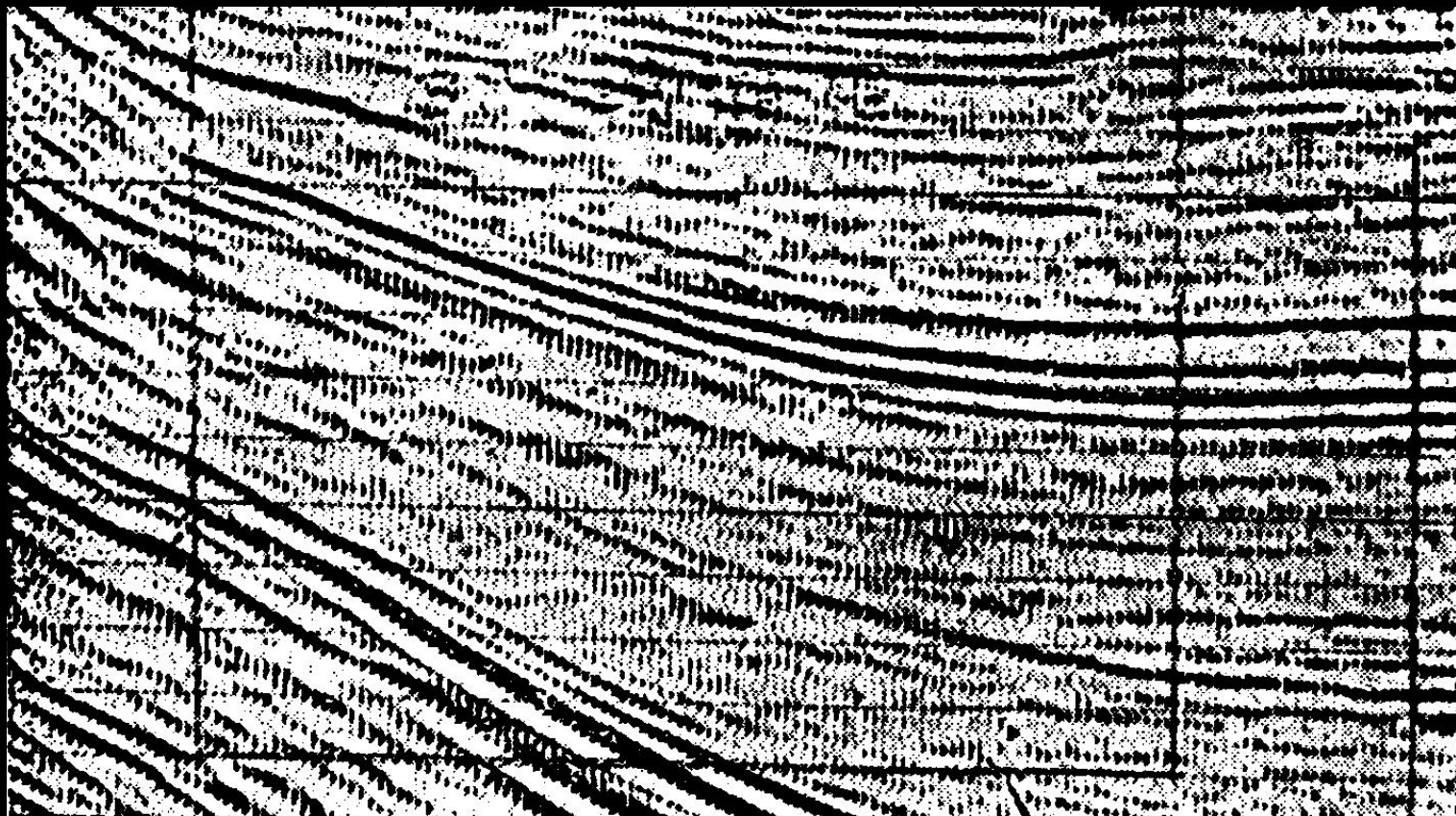
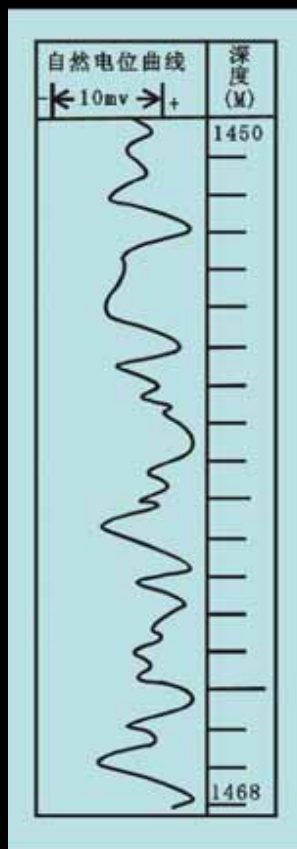


近岸处的波浪强度大，将粗碎屑向湖心搬运；一旦远离湖岸，波浪强度减弱，无法搬运粗碎屑，使其沉积下来形成沙坝。



滨湖和浅湖往往难以分开而合称**滨浅湖亚相**

- 砂泥频繁互层，砂泥分异较好，成层性明显
- 岩性和厚度的侧向变化快，连续性差





4. 半深湖亚相

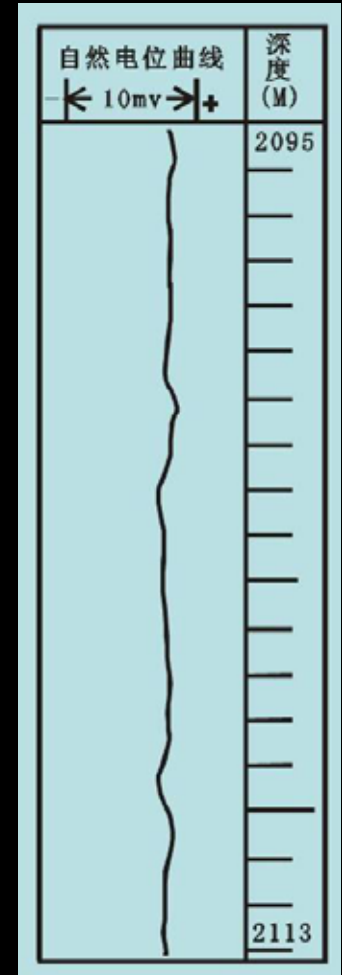
沉积环境：位于**波基面以下**水体较深部位，地处乏氧的**弱还原—还原环境**，主要受**湖流**作用影响，波浪作用难以影响沉积物表面。

岩性：以**粘土岩为主**，常具有粉砂岩、化学岩的薄夹层或透镜体。

构造：**水平层理为主**，间有细波状层理

生物：化石较丰富，**浮游生物为主**，保存较好，底栖生物不发育。

自生矿物：可见**菱铁矿**和**黄铁矿**等





5. 深湖亚相

沉积环境：位于湖盆中**水体最深部位**，水体安静，地处乏氧的**还原环境**，底栖生物不能生存。

岩性：岩性粒度细、颜色深、有机质含量高。以纯泥岩、页岩为主，亦有灰岩、泥灰岩、油页岩

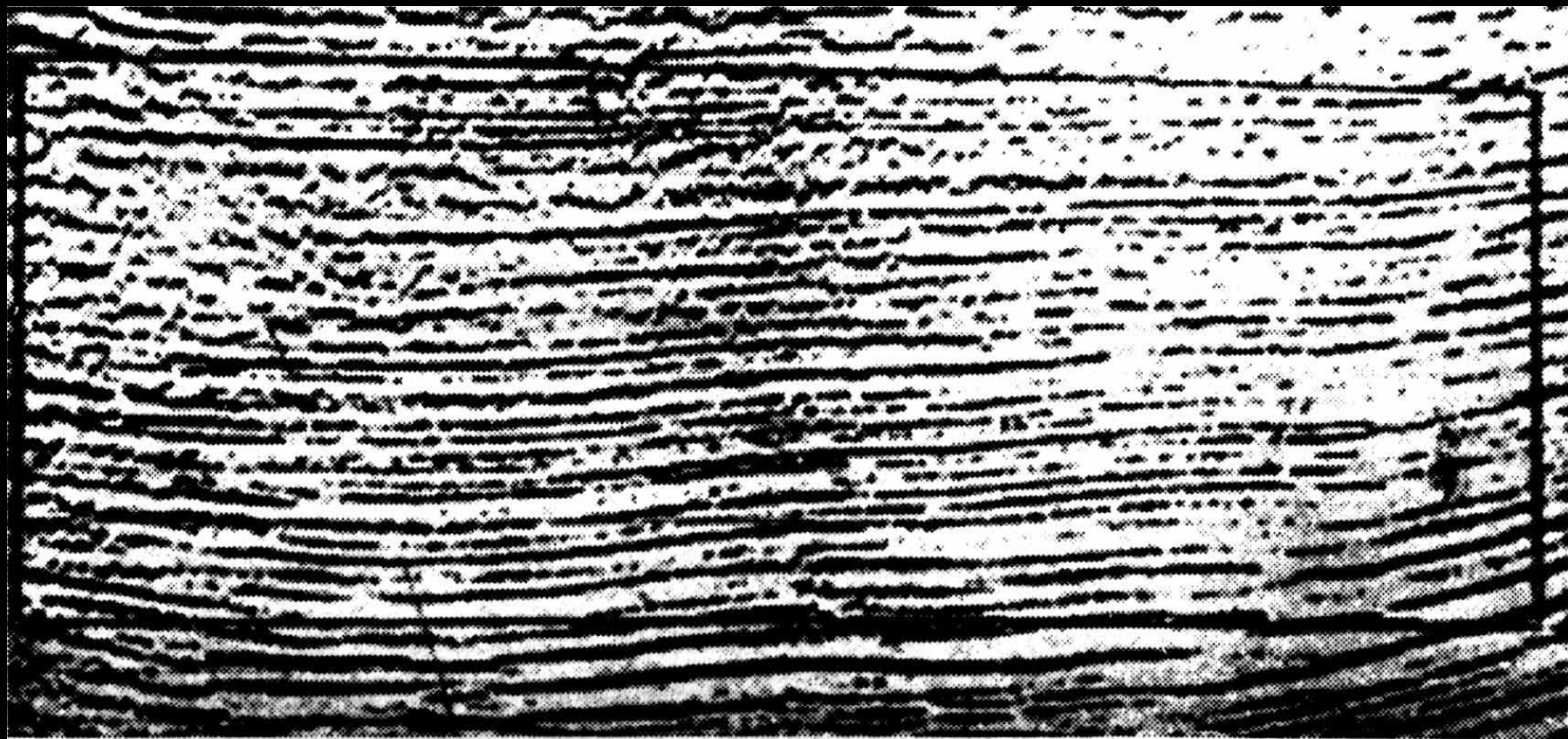
构造：主要为**水平层理**和**细水平纹层**。

生物：无底栖生物，常见介形石等浮游生物化石，保存完好。

自生矿物：**黄铁矿**是常见的自生矿物，多呈分散状分布于粘土岩中。

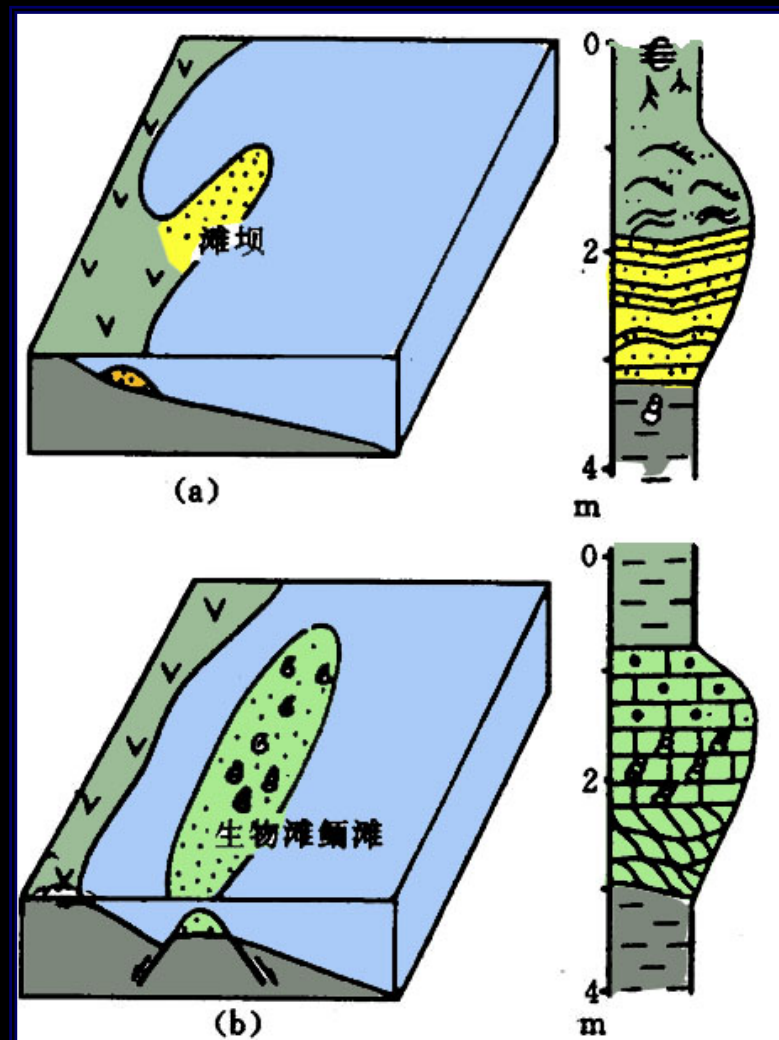


分布：岩性横向分布稳定，垂向上常具连续的完整韵律，沉积厚度大。



6. 湖湾亚相

在滨、浅湖地区，由于砂嘴、砂坝、水下隆起的障壁遮挡作用，使近岸水体受到限制而形成半封闭的湖湾。





沉积环境：湖湾内水体**浅而安静**

岩性：主要为**暗色粉砂质泥页岩**，中夹薄层白云岩或油页岩。温湿气候下可形成沼泽，发育**炭质页岩和薄煤层**。

构造：泥质湖湾中**水平层理、季节性韵律层理、块状层理**发育，可见**泥裂、雨痕、生物潜穴**等；有间歇性物源注入时，可形成一些正韵律砂体，发育粒序层理、平行层理、浪成小型沙纹层理等

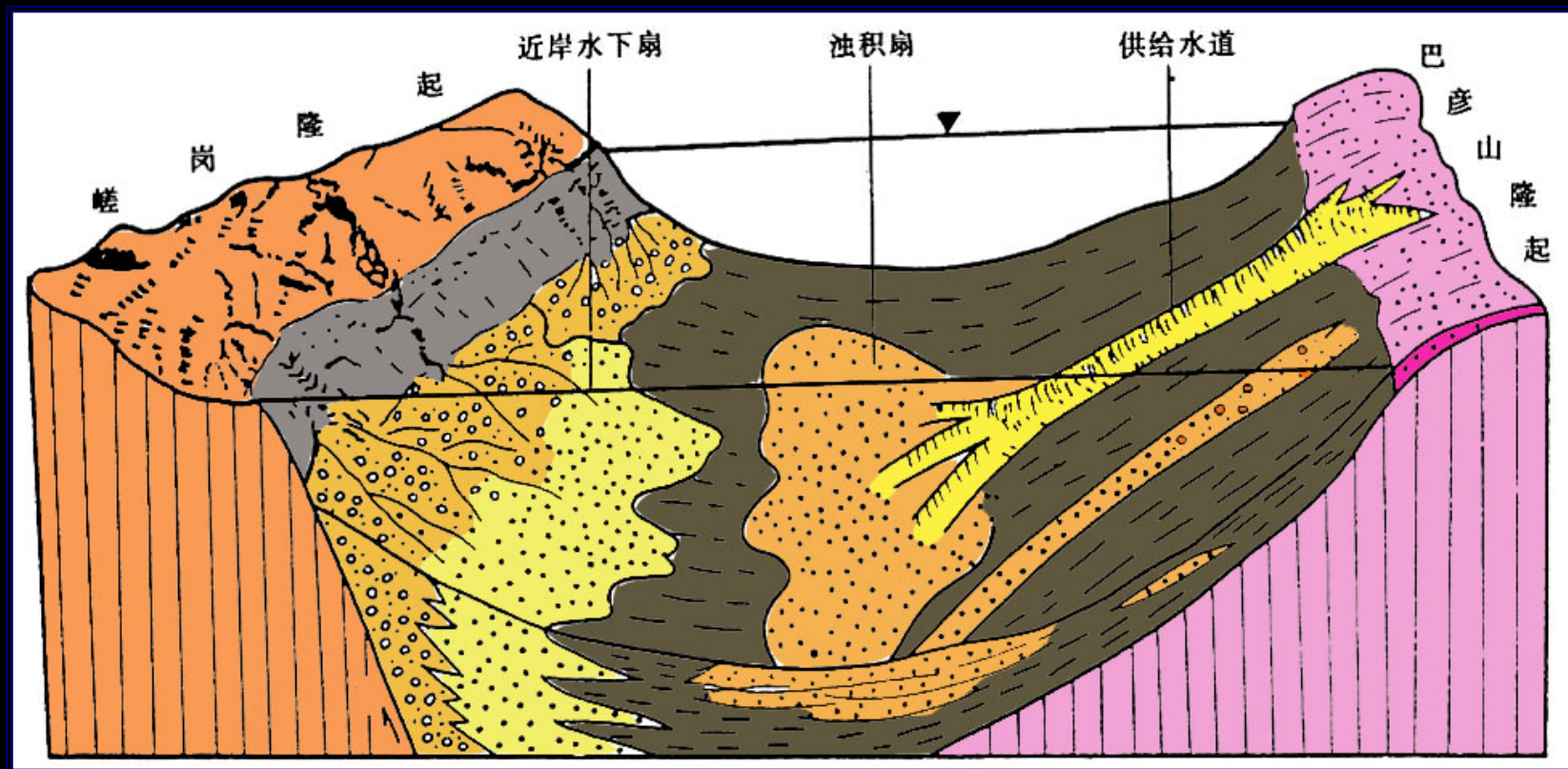
生物：可见少量特殊的**浅水生物**（田螺、土星介、轮藻等）

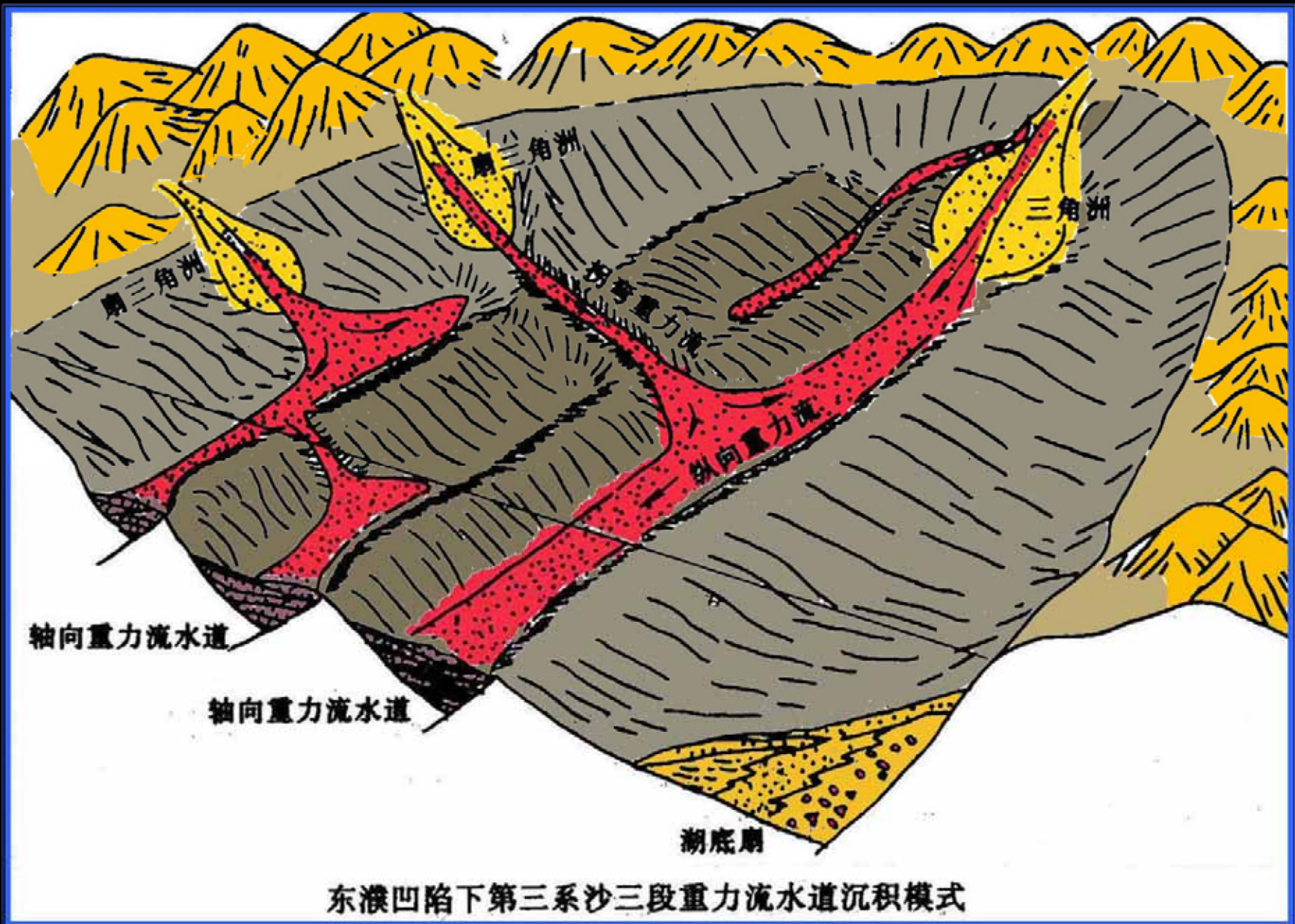


7. 湖泊重力流亚相

洪水型重力流 滑动滑塌型重力流

湖泊重力流沉积的形态呈扇状，形成所谓“湖底扇”或“深水浊积扇”，也可呈层状展布或沿深水
区沟谷，断凹形成重力流水道的长形堆积体。



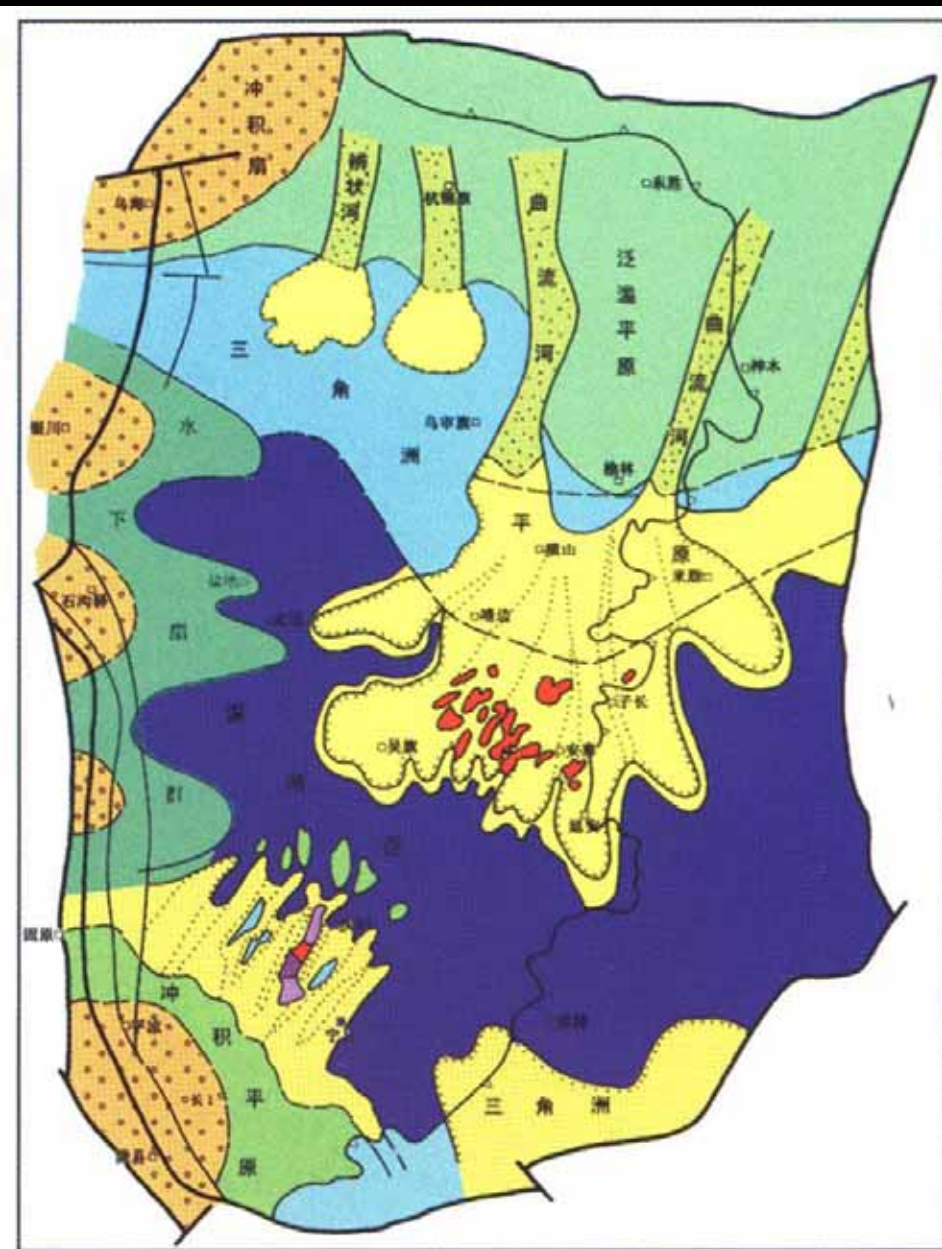


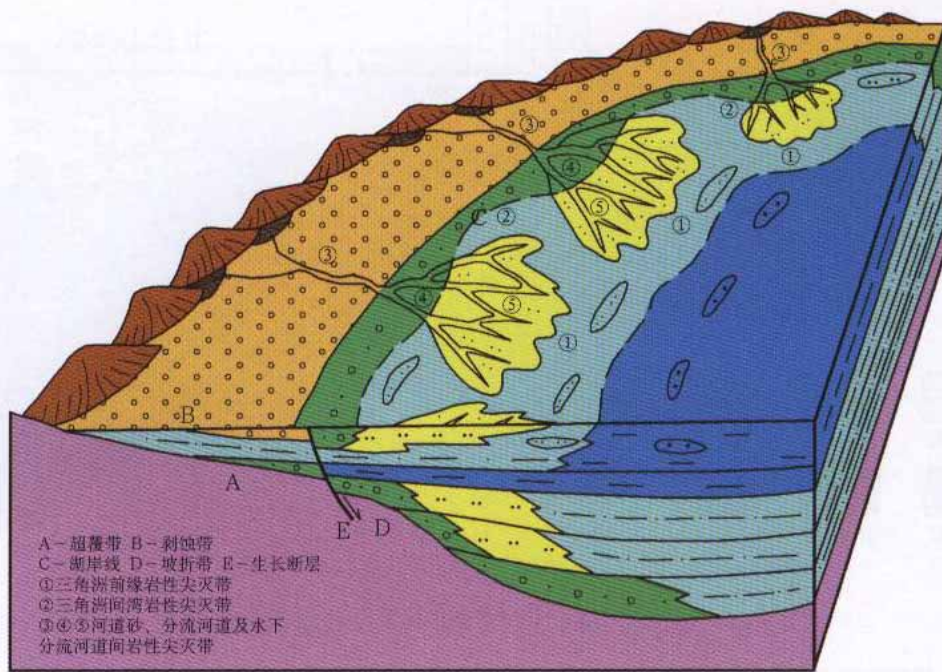
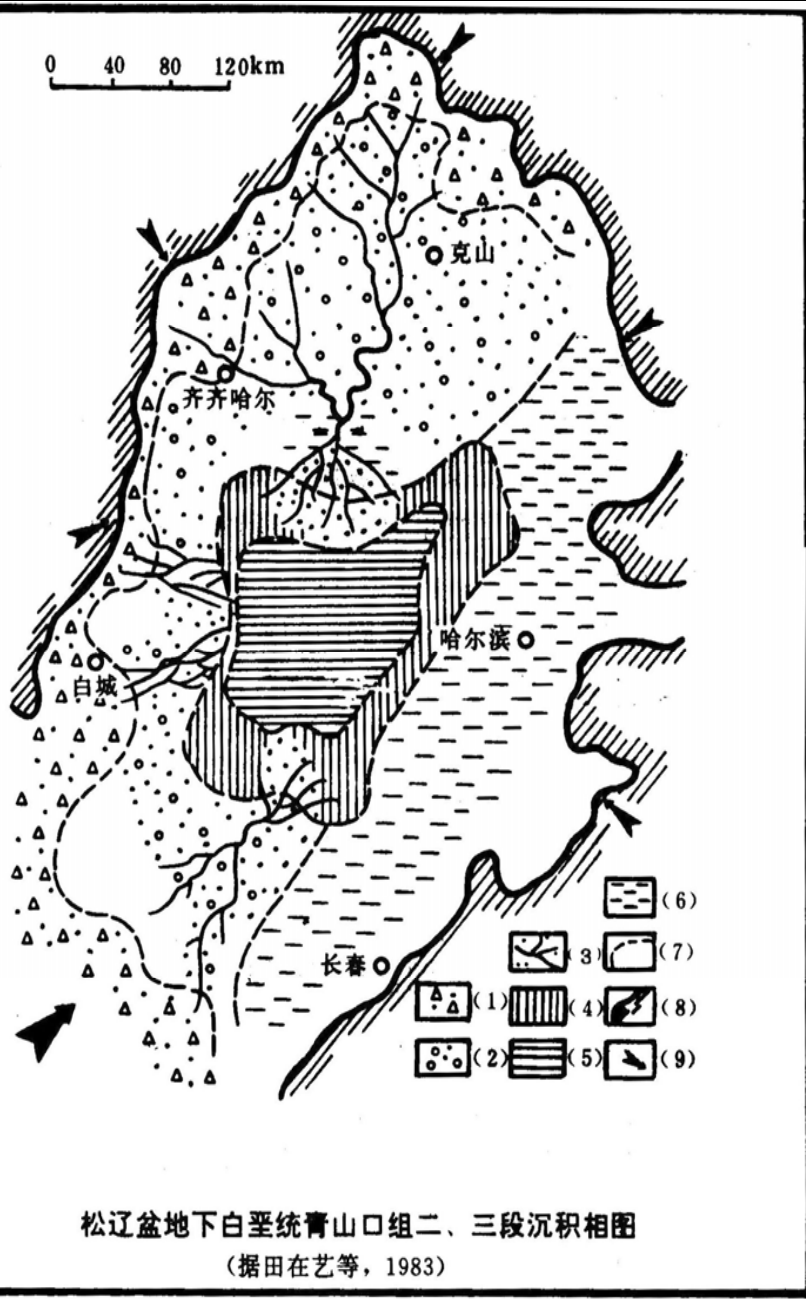


四、陆源碎屑湖泊沉积相组合

1. 沉积相的平面组合

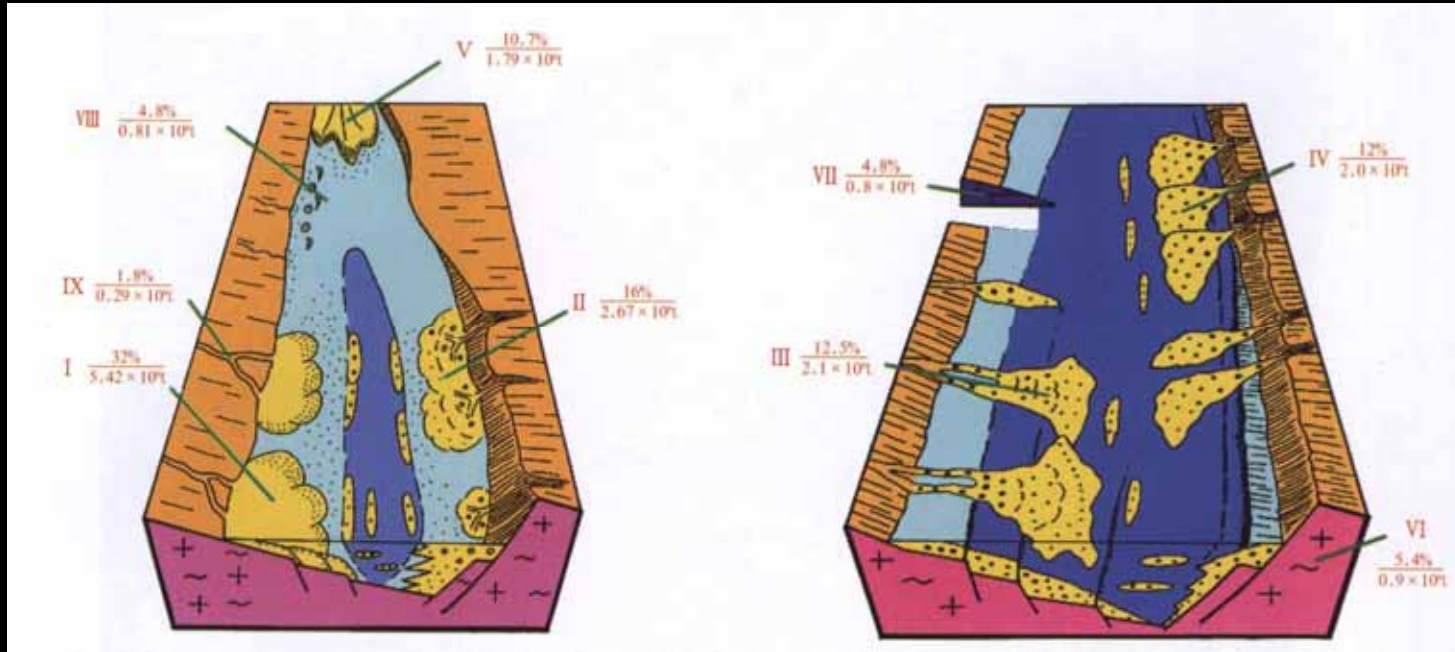
湖泊是流水汇集的地带，故在平面上它总是与河流相沉积共生，并为河流相沉积所包围。



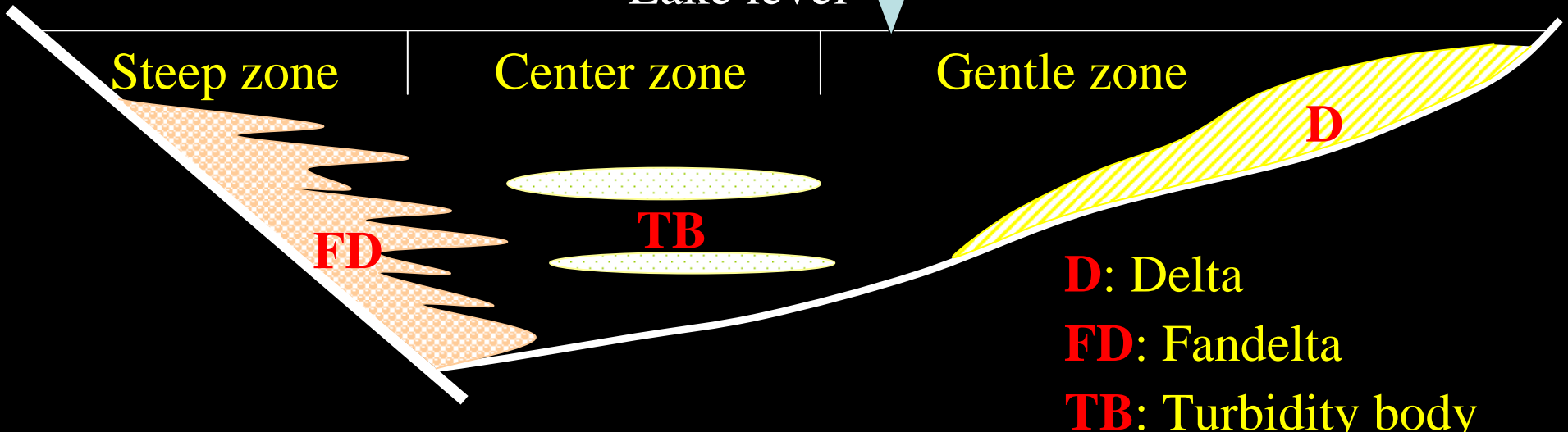


松辽盆地西部斜坡区沉积模式图

从盆地边缘至湖盆中央，沉积相序大致依次为冲积扇、河流—湖成三角洲、滨浅湖、半深湖、深湖和重力流。



Lake level



Coarse clastic sediment distribution in fault-depression open lake basin

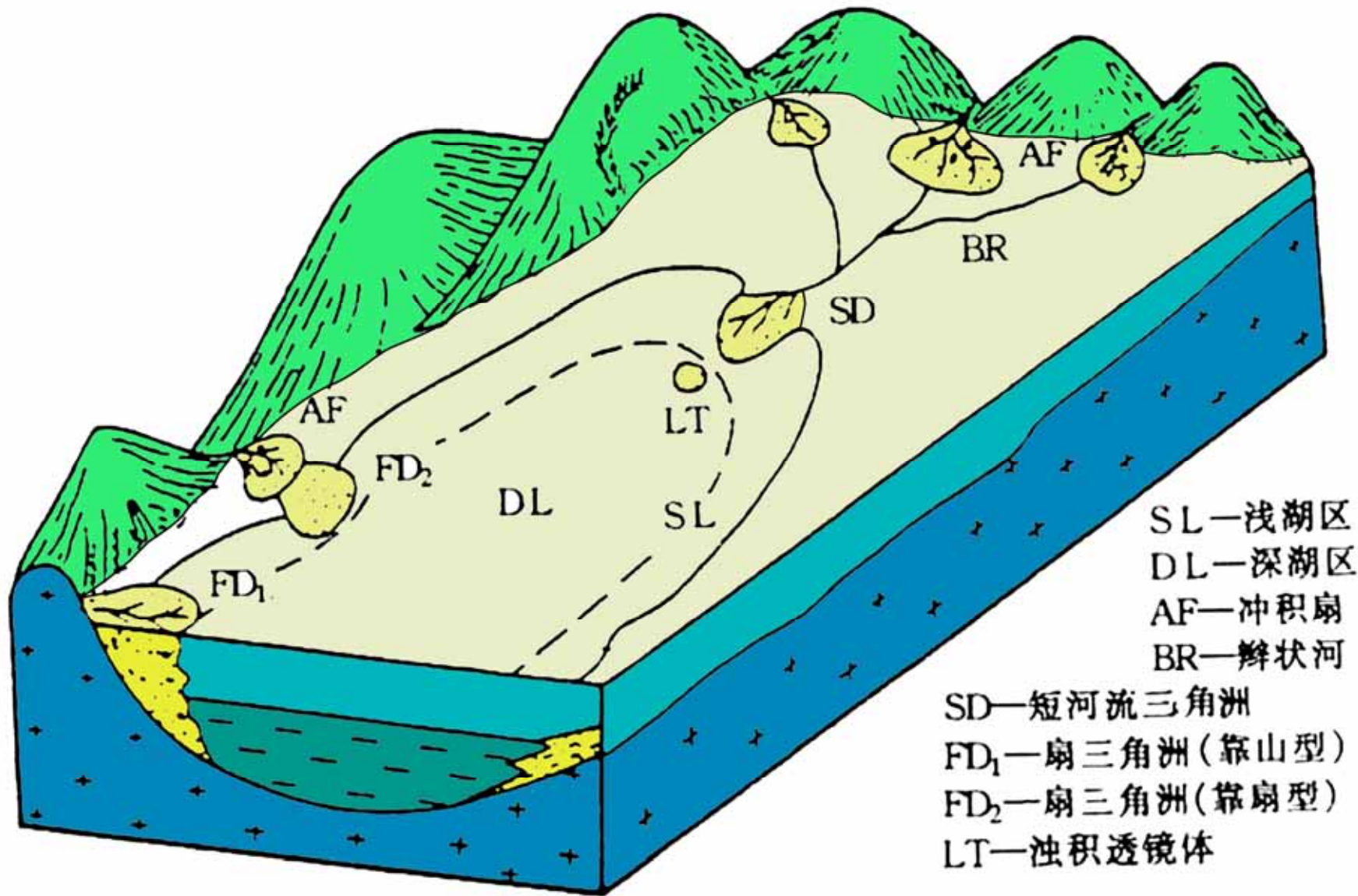


2. 沉积相的垂向组合

湖泊沉积的垂向组合受地壳升降运动控制。

湖泊发展的总趋势，在多数情况下都是以退缩、充填而告终。

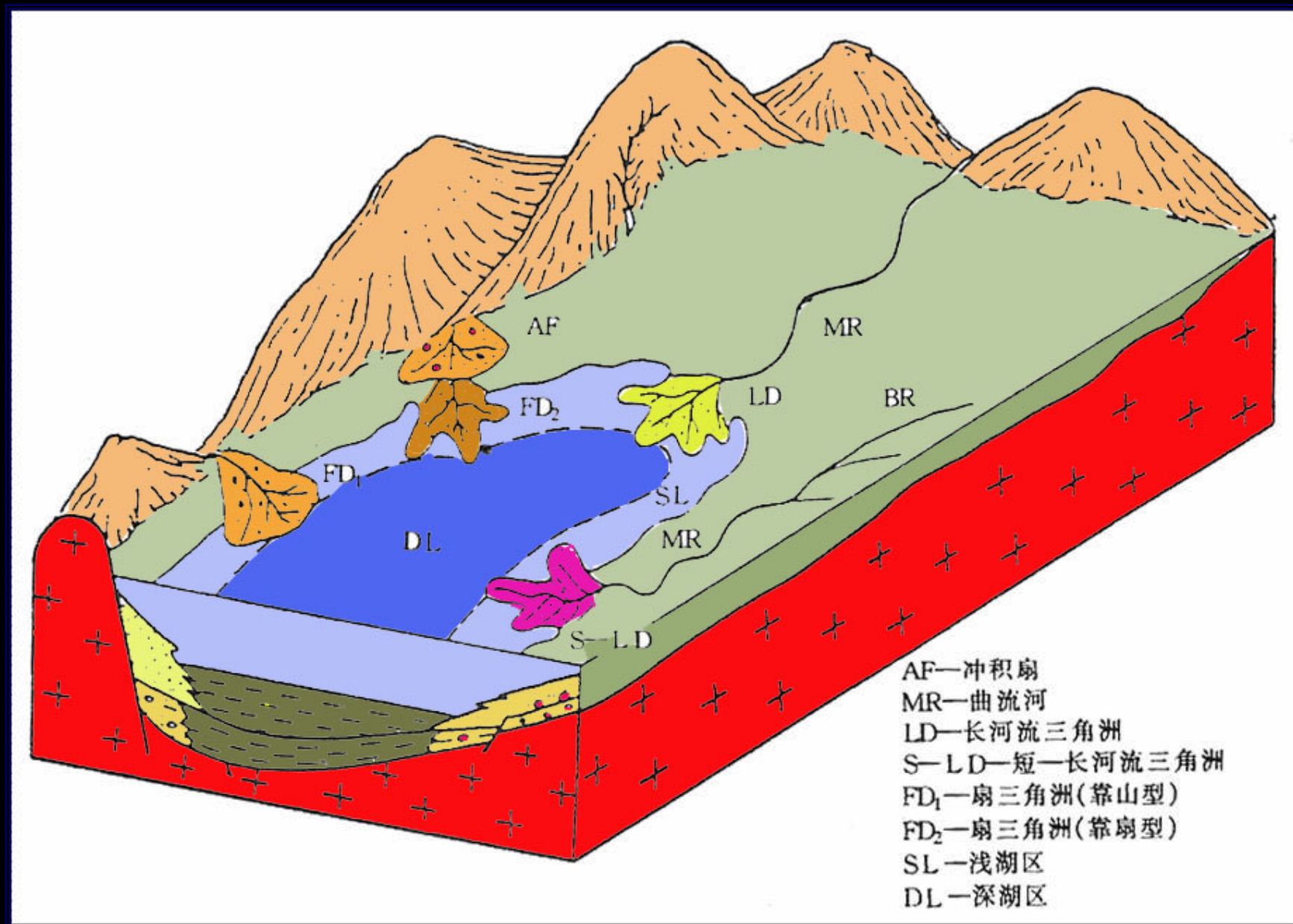
因此，湖泊相的垂向组合，往往是以较深湖或深湖亚相开始，向上递变为滨湖和河流相沉积，构成下细上粗的反旋回垂向层序。



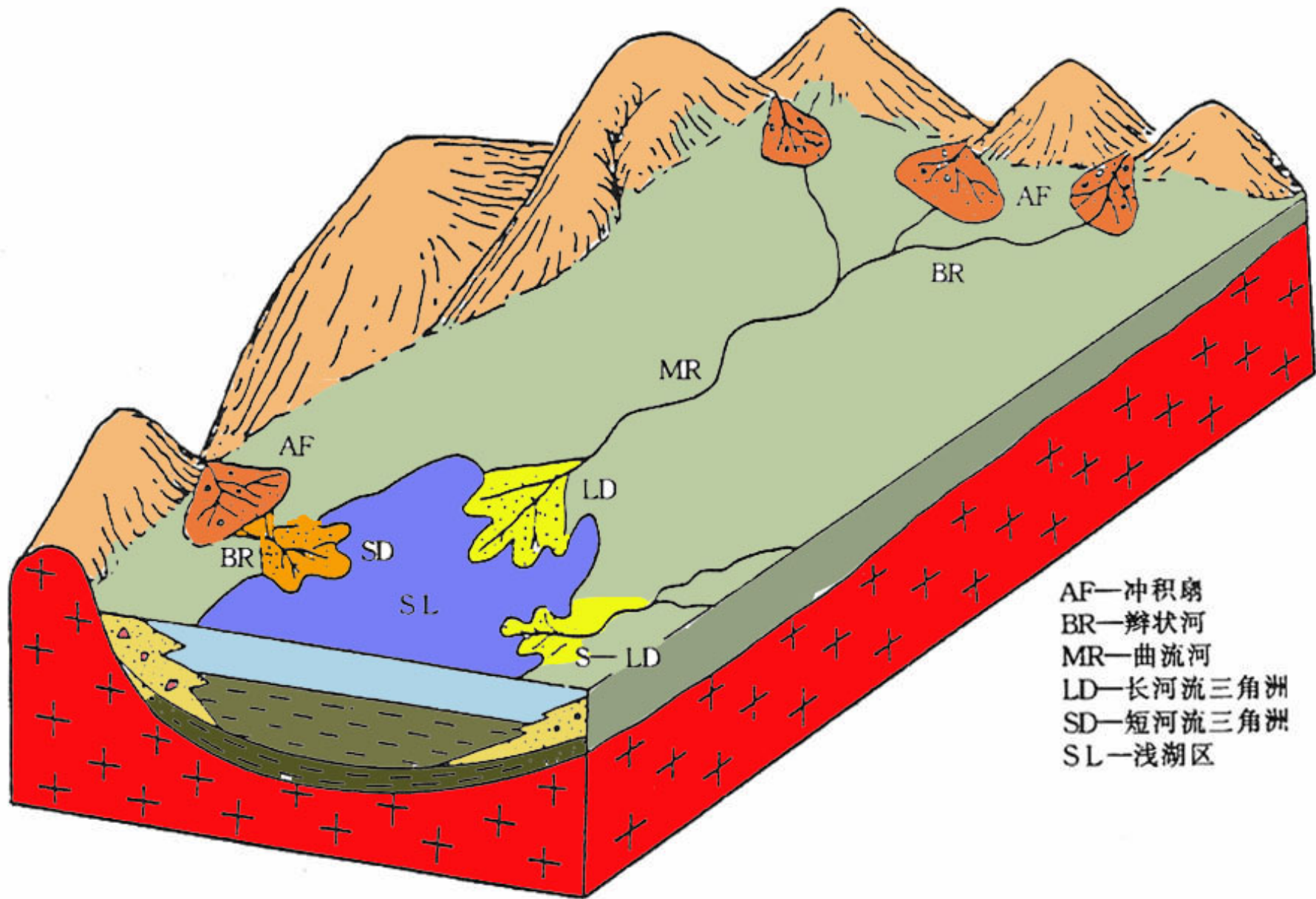
SL—浅湖区
DL—深湖区
AF—冲积扇
BR—辫状河

SD—短河流三角洲
FD₁—扇三角洲(靠山型)
FD₂—扇三角洲(靠扇型)
LT—浊积透镜体

坳陷湖盆深陷扩张期砂体展布示意图 (据吴崇筠, 1994)

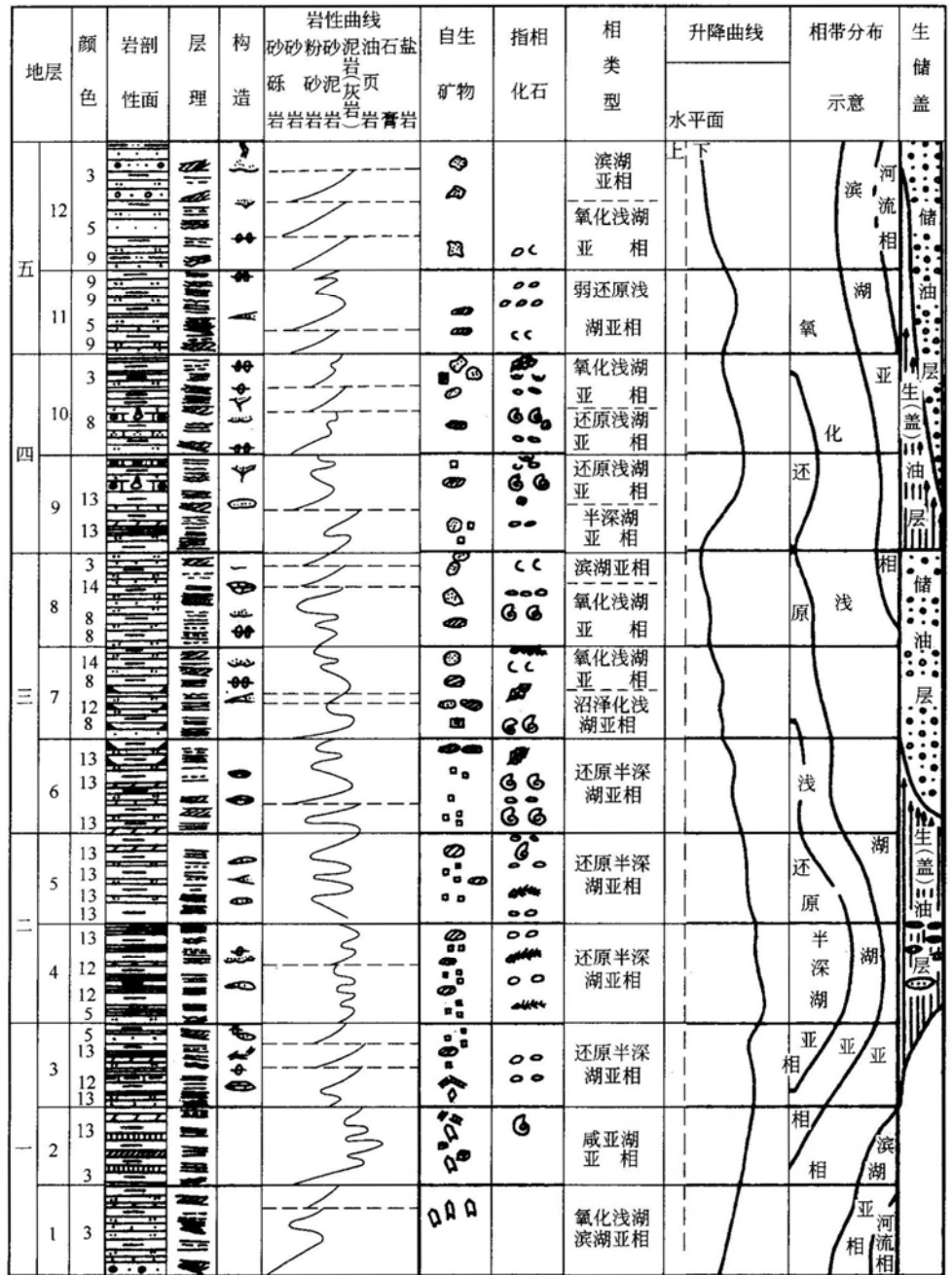


断陷型湖泊收缩期沉积相示意图 (据吴崇筠等, 1993)



- AF—冲积扇
- BR—辫状河
- MR—曲流河
- LD—长河流三角洲
- SD—短河流三角洲
- SL—浅湖区

坳陷湖盆抬升收缩期砂体展布示意图（据吴崇筠，1994）





五、陆源碎屑湖泊相的鉴别标志

1. 岩石类型

以粘土岩、砂岩和粉砂岩为主，砾岩少见，也可出现化学岩和生物化学岩，但分布较为局限。

2. 沉积构造

层理发育，以水平层理最为发育。

可有较发育的波痕，泥裂、雨痕、搅混构造亦常见到。



3. 生物化石

常见的生物种类有介形虫、双壳类、腹足类、藻类等。陆生植物的根、干、叶、孢子花粉等大量出现。

4. 垂向层序

多见深湖至滨湖的**下细上粗反旋回层序**。

5. 分布范围及沉积厚度

分布范围比河流相大，比海相小，相带、岩性和厚度大致呈**环带状分布**。岩性和厚度横向变化比河流相稳定，比海相差。



六、陆源碎屑湖泊相与油气的关系

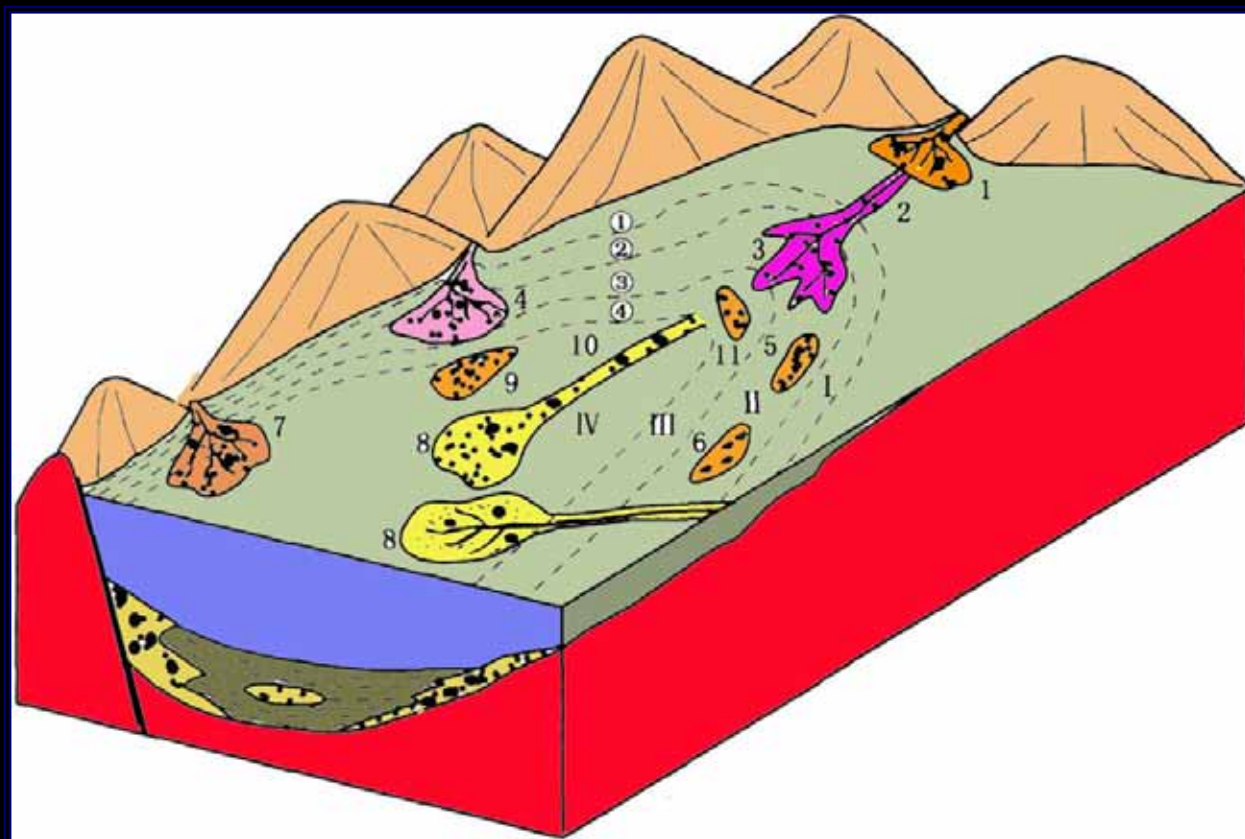
碎屑湖泊相常具有**油气生成和储集的良好条件**

目前我国发现的绝大多数油气田，如大庆、胜利、辽河、大港、中原、南阳、江苏、江汉等油田都分布在碎屑湖泊相沉积中。

深湖和半深湖亚相水体深，地处还原或弱还原环境，适于有机质的保存和向石油的转化，是良好的生油环境，在这种环境中形成的**暗色粘土岩可成为良好的生油岩。**



碎屑湖泊沉积中发育各种类型的砂体，如三角洲砂体、深水浊积扇砂体、滨浅湖滩坝砂体等，具分布广、厚度大、近油源、粒度适中、生储盖组合配套等特点，是油气储集的良好场所。





湖泊砂体类型

	浊积砂体	三角洲砂体	扇三角洲砂体	水下冲积扇砂体	滩坝砂体
沉积环境	深湖 - 半深湖	湖盆缓坡，河流入湖处。岸上 - 滨浅湖 - (半深湖)	湖盆陡坡，冲积扇进入湖处，岸上 - 滨浅湖 - (半深湖)	凸起边缘滨浅湖	滨浅湖地区
泥岩特征	暗色深湖相质纯泥岩	红黄 - 浅灰、灰绿 - 灰色不纯泥岩	红黄 - 浅灰、灰绿 - 灰色，不纯泥岩	灰绿、浅灰色不纯泥岩为主	浅灰、灰绿色不纯泥岩
沉积作用	浊流（和其它水下沉积物重力流）	河流 - 河湖交互 - 湖泊沉积作用	河流 - 河湖 - 湖泊沉积作用	河流 - 湖泊沉积作用	湖浪、岸流作用
岩石类型层理构造	暗色深湖泥岩夹正递变砂层（砂砾层）。粗砂砾浊积岩 - 细粒浊积岩。正递变层理为主，也有反递变层理，平行层理，小型交错层理，偶见大型交错层理。有底痕、泄水构造。单砂层为正粒序。	砂泥岩。三层（带）结构：三角洲平原：水上分流河道沉积和漫滩沼泽沉积。三角洲前缘：a - 水下分流河道 - 正韵律厚砂层；b - 河口沙坝 - 反韵律厚砂层；c - 席状砂和泥岩互层。前三三角洲泥：半深湖砂泥薄互层	砂砾岩夹泥岩三层（带）结构：三角洲平原：水上辫状河沉积或冲积扇沉积。三角洲前缘：水下河道（辫状河）叠合砂岩发育，河口沙坝较差。前三三角洲泥：	砂砾岩夹泥岩，无三层结构主要为水下河道沉积的叠合砂岩。扇根：巨厚砂砾岩扇中：辫状水道叠合砂岩扇端：灰色泥岩夹薄砂层	砂岩和粉砂岩与泥岩频繁互层。滩：层薄、频繁互层，面积大，席状。坝：层厚、互层少，狭长条带与岸线平行，之间有湖湾相隔
砂体形态	扇形、透镜、条带、席状（平面）	透镜体（纵剖面）	楔状体、透镜状（纵剖面）	楔状或透镜状（纵剖面）	席状、条带状、透镜状（平面）

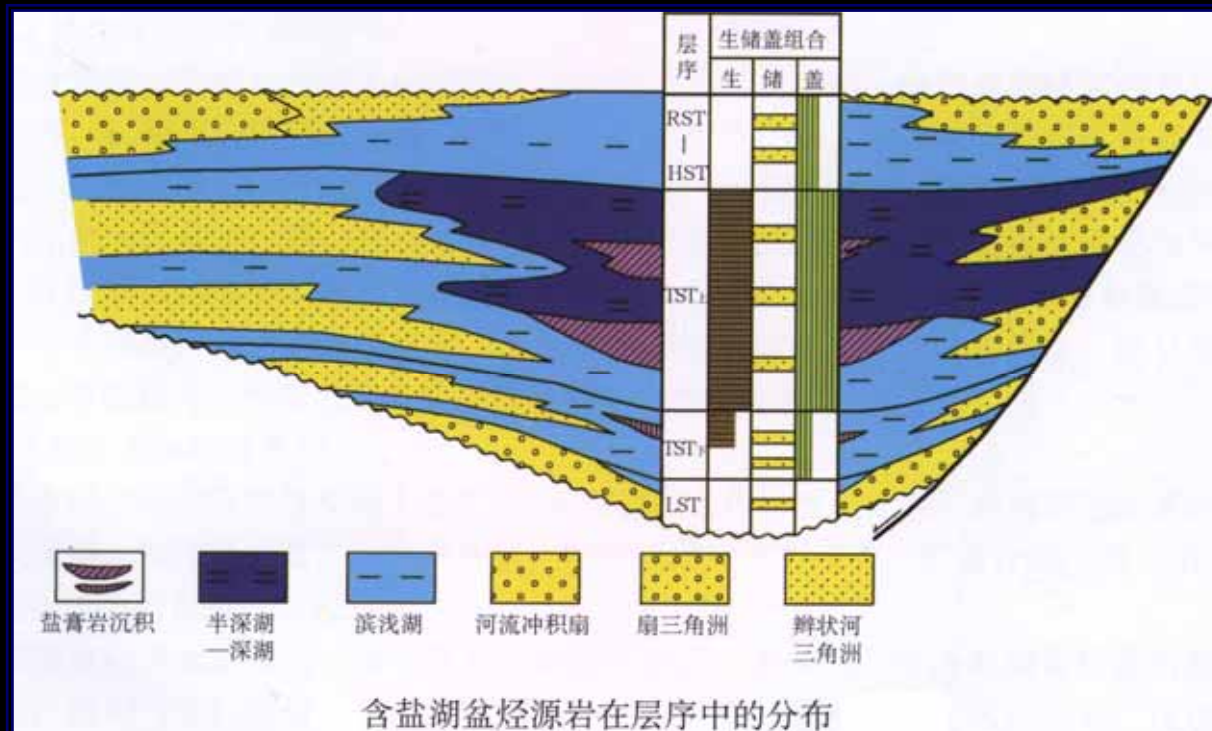
湖泊砂体类型



	浊积砂体	三角洲砂体	扇三角洲砂体	水下冲积扇砂体	滩坝砂体
分布位置和类型	近岸浊积扇砂体，远岸浊积扇砂体，断槽浊积砂体，近岸浅水砂体前方的扇或透镜体砂体，水下局部隆起的浊积砂体，湖中央的席状或水道状浊积砂体	长河流三角洲，短河流三角洲，水退型三角洲，水进型三角洲，伸长状三角洲，平直型三角洲近深湖区的三角洲，远深湖区的三角洲	湖盆短轴陡岸靠山型扇三角洲 扇型扇三角洲	凸起边缘坡度中等的滨浅湖地带	湖盆边缘或水下局部隆起边缘缓坡滨浅水带，远离大河入口。水退型：向上变粗层序（反旋回）；水进型：向上变细层序（正旋回）
主要发育阶段	湖盆最大深陷期	湖盆深陷后的抬升期	湖盆深陷后抬升期	湖盆水进阶段	湖盆扩张微陷期，湖面积大，水浅，底平缓
相邻砂体	近岸浅水砂体、断崖湖岸	向岸：河流泛滥平原 向湖：浊积透镜体 向侧：滩坝	向岸：老山、冲积扇 向湖：浊积砂体	向岸：凸起老山 向湖：浊积岩体 向侧：湖滩	向侧：三角洲等近岸砂体 向湖：浊流（较少见） 向岸：沼泽、河流
与相似砂体的区别	近岸浊积扇与扇三角洲易混淆，区别是： （1）近岸浊积扇是深水沉积，扇三角洲是浅水沉积； （2）近岸浊积扇无三角洲的三层结构，无呈反韵律的厚层河口沙坝砂； （3）浊积岩砂层呈正粒序，夹暗色泥岩	与扇三角洲的区别是： （1）三角洲分布于湖盆缓坡，背靠河流泛滥平原； （2）扇三角洲分布于湖盆短轴陡坡，背靠冲积扇或物源老山，沉积物比（1）粗	与水下冲积扇的区别是： 有三角洲平原相的水上沉积部分和水下三角洲前缘带的多种特征砂体	见左，无水上沉积部分，砂层均呈向上变细层序，背靠老山	与三角洲前缘的砂泥互层易混淆，区别是远离大河入口，无三角洲平原相配套



在湖泊的演过程中，湖泊下陷扩张期，湖盆大幅度持续稳定下沉，有利于深湖、半深湖亚相的发育；湖盆的抬升和收缩，有利于三角洲、滨浅湖滩坝等储油砂体的形成。湖泊发育的多旋回性，导致垂向剖面上可出现多个生储盖组合。





本节要点：

- 湖泊的水动力特征
- 湖泊的亚相划（重点）
- 湖泊各亚相的沉积特征（重点）
- 陆源碎屑湖泊与油气的关系
- 湖泊相的鉴别标志