第十章-1 沉积盆地及古地理分析

第一节　概述
第二节　沉积盆地的古地理分析
　一、陆源区的分析
　二、古海岸位置的确定
　三、水介质的物理—化学条件分析
　四、古气候分析
　五、古流向分析
　六、古构造分析
第三节　盆地地层格架的建立
　一、地层的沉积作用
　二、地层对比与地层格架的建立
第四节　盆地的充填和演化分析
　一、沉积相和沉积体系分析
　二、沉积旋回与地层旋回
　三、盆地的沉降和充填分析
第五节 沉积古地理研究与编图方法
　一、编图工作的设计和准备
　二、野外工作
　三、室内工作
　四、综合图件的编图

塔里木沉积盆地



第一节　概述

沉积盆地：地球表面三度空间内，容纳沉积物堆积的场所。

沉积盆地分析：运用多学科（沉积学、地层学、构造地质学）知识，采用多种方法（钻孔、露头观察、地球物理）对沉积盆地的形成、沉积充填、古地理演化和地球动力学进行综合研究的过程。

古地理学：研究地史中地球表面的自然地理（海陆分布、海平面变化、沉积介质性质、地形地貌、气候条件、生物分布等）特征及其发展历史的学科。

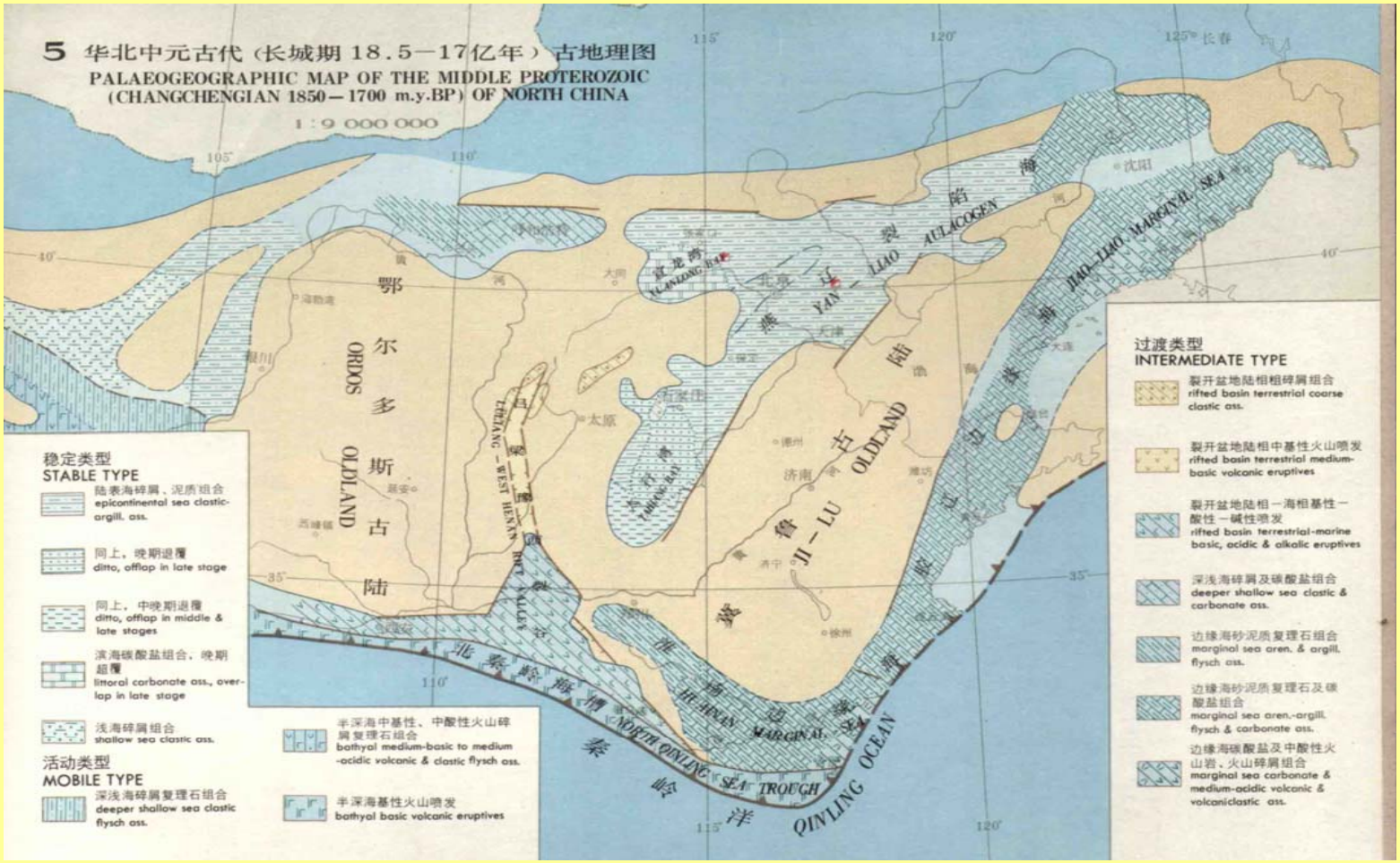
古地理分析：通过沉积学、古生态、古构造、地球化学等方法，再造地质历史时期中的自然地理景观的过程，也就是再造沉积区和侵蚀区的古景观的过程。

古地理研究包括：

（1）沉积古地理：反映海陆分布、各种古环境及沉积产物；

（2）生物古地理：通过生物相、生物分区研究，确定古代环境（海陆，水深）的分布及其对古板块构造的指示意义。

（3）构造古地理：着眼于构造地貌标志，表示各种沉积类型、组合的分布，表示构造—地貌单元，如大陆边缘、岛弧、边缘海、裂陷槽等。



第二节　沉积盆地的古地理分析

古地理分析的内容包括：确定侵蚀区位置、盆地边界、古地貌、母岩性质、介质类型、水动力条件、化学性质、古气候等。

古地理分析不仅可以确定当时的自然地理景观，还可查明沉积矿产生成与分布规律，阐明沉积作用与大地构造之间的关系，进一步了解地壳运动与地质发展史，作出矿产的预测。

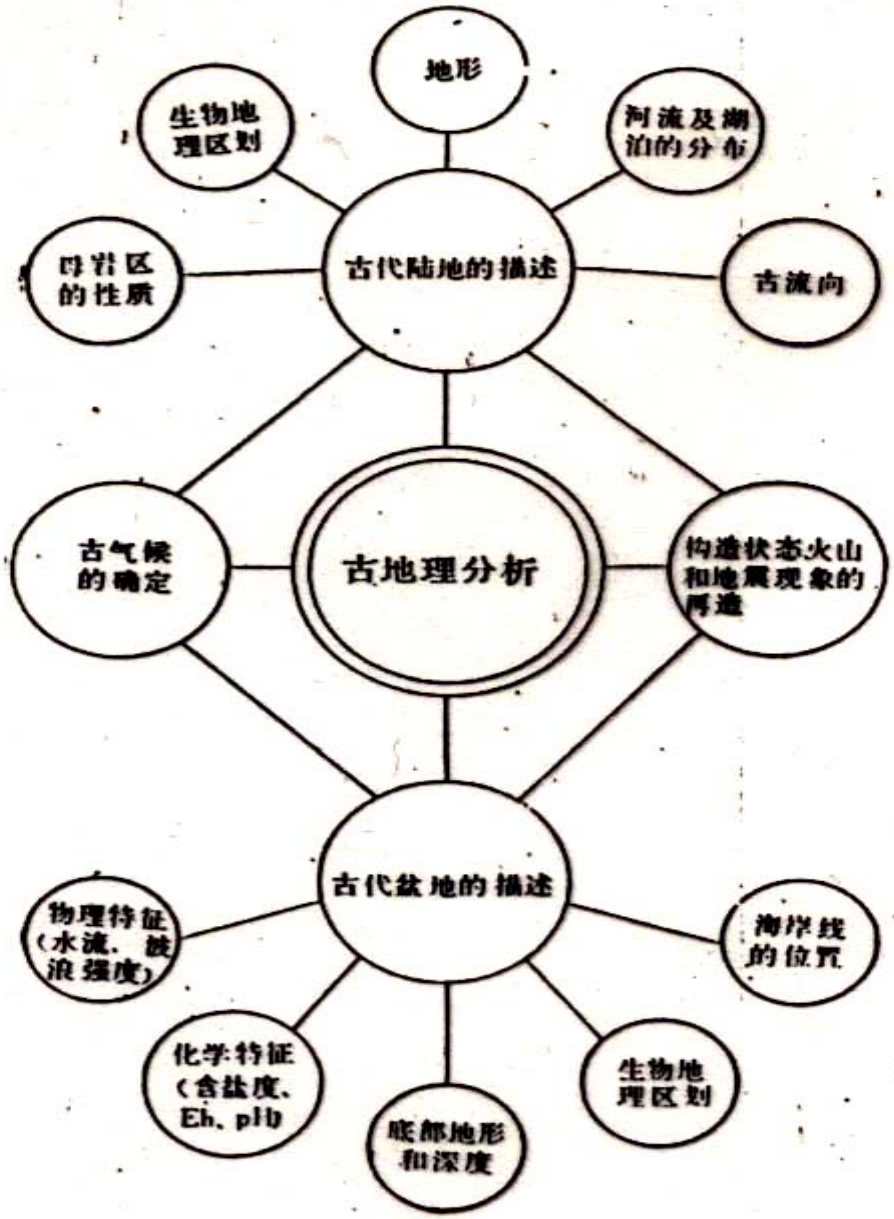


图 8—1　古地理分析内容示意图

剥蚀区

沉积区

一、陆源区的分析
1. 判断古陆或侵蚀区的存在
2. 查明古地形的起伏特征
3. 物源区母岩性质的确定
(1) 砾岩的成分；(2) 砂岩的成分；(3) 碎屑重矿物组合

1. 判断古陆或侵蚀区的存在

古陆或侵蚀区的概念：侵蚀区相对于沉积区，在一定时期内，以风化侵蚀作用为主的地区。如在一定时期内堆积了沉积物，则可以认为是沉积区。

侵蚀区是向沉积区供给陆源碎屑的剥蚀区。

判断侵蚀区存在的6个标志：

（1）地层的缺与失，某些地层可能是在沉积之后被侵蚀掉的。

（2）地层的尖灭和较新地层的超覆。

（3）地层顶部有古风化壳存在，不整合接触。

地层的缺和失

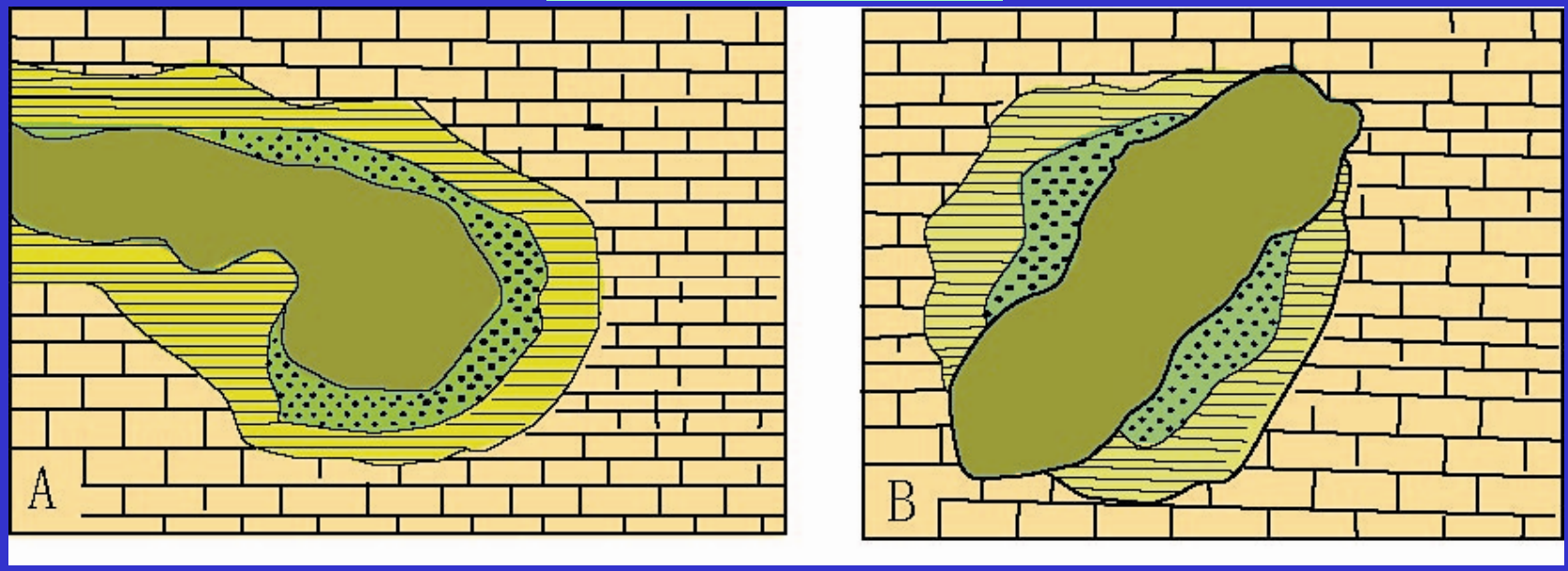


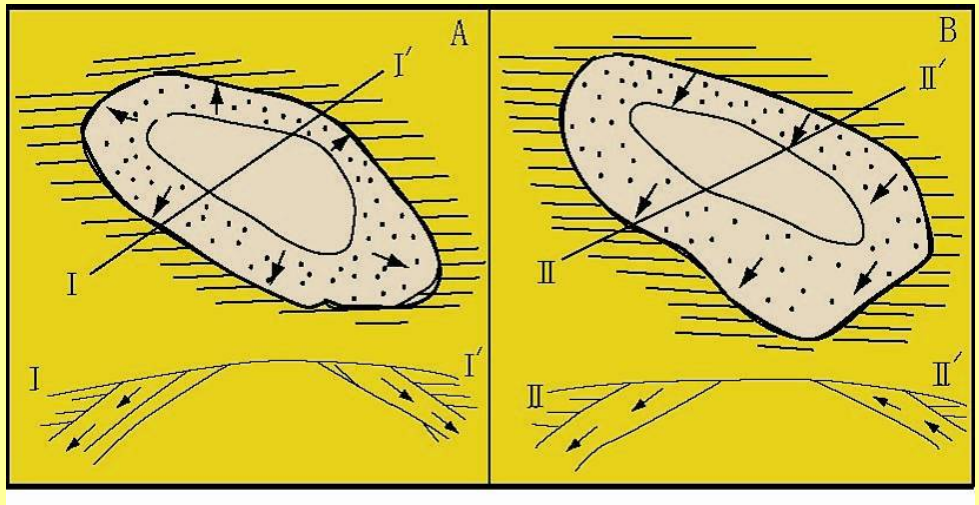
图 9－1　沉积时为古陆侵蚀区（A）和沉积后为侵蚀区（B）

(4) 根据沉积相变化：

从侵蚀区到沉积区的相变化有规律，海侵相序或海退相序。

靠近陆源区陆相沉积多，追索侵蚀区。

(5) 根据古流向分析，区分古剥蚀区和后期隆起剥蚀区，确定古剥蚀区存在的方位。

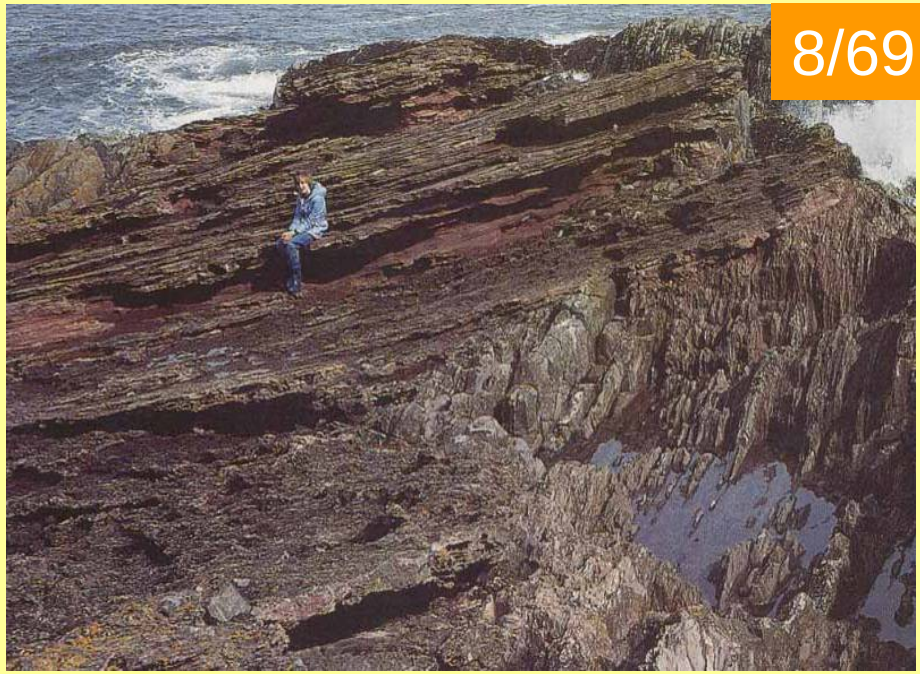


(6) 根据陆源碎屑的含量和粒度变化确定古陆的存在。

愈靠近侵蚀区，源碎屑矿物含量愈高，粒度愈大。

粘土矿物组分的规律变化为近陆地以高岭石为主，远离剥蚀区则蒙脱石和伊利石增多。









2. 查明古地形的起伏特征

古地形的起伏程度与大地构造性质、剥蚀强度、沉积作用强度有关。

在构造稳定区，构造运动缓慢，风化作用强，古陆地形较平坦，其上覆有风化壳；

在构造活动区，升降运动的速度和幅度均很大，具有切割强度大的地形。粗碎屑和砾岩为侵蚀区地形切割的标志。细粒碎屑和古风化壳、碳酸盐反映剥蚀区较平坦。

沉积相类型及其分布反映古地形特征，残积相与坡积相为正地形；湖泊相、沼泽相和河流相是负地形；冲积扇分布在地形起伏显著、坡降急剧减缓的山麓；三角洲相是平坦地形；海相指示海盆。

3. 物源区母岩性质的确定

物源区（古陆）是提供陆源碎屑的源区。

(1) 砾岩的成分

据砾石的粒度、成分及百分含量确定母岩的性质及物源方向。

砾岩分布在盆地边缘，接近于物源区；

砾石成分直接反映物源区的母岩成分；

统计各种砾石成分及比例，可得知母岩的成分特征。

砾岩的成分









一、陆源区的分析
1. 判断古陆或侵蚀区的存在
2. 查明古地形的起伏特征
3. 物源区母岩性质的确定：
(1) 砾岩的成分；(2) 砂岩的成分；(3) 碎屑重矿物组合

(2)砂岩的成分

岩屑成分直接反映母岩性质。

颗粒矿物类型反映母岩性质的良好标志。

主要矿物是石英和长石。

石英中的包裹体、石英消光类型、形状以及多晶现象被用来判别不同源岩的石英：

★中、酸性岩浆岩的石英为镶嵌的多晶石英；

★火山岩的石英是单晶、透明、颜色呈烟灰色、无波状消光、呈短的双锥体、并有裂纹和熔蚀现象。

★变质岩的石英，为缝合接触的多晶石英，具有波状消光，石英中有矽线石、电气石、蓝晶石等矿物包裹体。

一、陆源区的分析

1. 判断古陆或侵蚀区的存在
2. 查明古地形的起伏特征
3. 物源区母岩性质的确定：

(1) 砾岩的成分；(2) 砂岩的成分；(3) 碎屑重矿物组合

(3) 碎屑重矿物组合

表 10－1　常见母岩的轻重矿物组合

母岩	重矿物组合	轻矿物组合
酸性岩浆岩	磷灰岩、黑云母、角闪石、板钛矿、独居石、白云母、金红石、榍石、电气石(粉红色)、锆石(自形)	石英 正长石 微斜长石 酸性斜长石
花岗伟晶岩	锡石、萤石、黄玉、电气石(蓝)、黑钨矿、石榴子石、独居石、白云石、磷钇矿	
基性、超基性侵入岩	橄榄石、普通辉石、紫苏辉石、角闪石、磁铁矿、铬尖晶石、钛铁矿、铬铁矿	基性斜长石 蛇纹石
中基性喷出岩	辉石、角闪石、磁铁矿、锆石、石榴子石、磷灰岩	中基性斜长石 玄武岩屑、安山岩屑
变质岩	红柱石、刚玉、蓝晶石、夕线石、十字石、黄玉、符山石、磷灰石、绿帘石、黝帘石、石榴子石、电气石、云母、蓝闪石	石英、长石具波状消光和锯齿状边缘、各种浅变质岩屑
沉积岩	重晶石、赤铁矿、白钛石、金红石、电气石(磨圆的)、锆石(圆的)、石榴子石(圆的)	极圆的石英及玉髓， 第二轮回的石英

(据刘岫峰，1991)

第二节　沉积盆地的古地理分析

一、陆源区的分析
二、古海岸位置的确定
三、水介质的物理—化学条件分析
四、古气候分析
五、古流向分析
六、古构造分析

二、古海岸位置的确定

由于海岸地区主要遭受潮汐、波浪及河流的作用，海岸线的位置不断的改变，现代是按平均海平面作为海岸线位置。

从地质图上分析海陆交互的地带，图上的地层界线不完全代表古海岸线。

从残留的露头标志确定海岸线，如海滩、潮汐、泻湖等滨岸带的分布，包括介壳滩、砾石滩、海岸萨布哈沉积、藻类叠层石、暴露或浅水沉积构造等。

第二节　沉积盆地的古地理分析

一、陆源区的分析
二、古海岸位置的确定
三、水介质的物理—化学条件分析
四、古气候分析
五、古流向分析
六、古构造分析

1. pH值和Eh值的推断
2. 确定古盐度的标志
   (1) 古生物标志；(2) 沉积标志
3. 古水深分析

三、水介质的物理—化学条件分析

水介质的物理、化学条件包括：水深、温度、盐度、氧化还原电位（Eh）及酸碱度（pH）等。

这些因素直接控制水体溶解的化学沉积分异作用及沉积矿产的形成、生物的繁殖等状况。

1. pH值和Eh值的推断

pH值： 沉积物对氧化还原极为敏感的是变价元素的化合物（如Fe、Mn等）。常用的标志是含铁的自生矿物，由氧化至还原出现为：

褐铁矿→赤铁矿→ 海绿石→鳞绿泥石→ 菱铁矿 → 白铁矿和黄铁矿
（氧化环境） （弱氧化弱还原环境）（还原环境） （强还原环境）

颜色判断：黑色、绿色代表还原环境；紫红色、红色是氧化环境。
注意：红色沉积物在埋藏后，可以还原成为绿灰、灰黑等还原色。

表 5—8 铁的沉积地球化学相

沉积相	铁离子	主要铁矿物	沉 积 岩	有机质	Eh	pH
氧化相	Fe^{3+}	赤铁矿、褐铁矿（磁铁矿）	砂质粉砂质碎屑岩，有少量硅质和钙质结核	无	>0.02	7.2—8.5
过渡相	$Fe^{3+}>Fe^{2+}$ 到 $Fe^{2+}>Fe^{3+}$	海绿石，鳞绿泥石（磁铁矿）	粉砂质，砂质碎屑岩，硅藻土和磷灰岩	少	0.2—0.1	
弱还原相	Fe^{2+}	菱铁矿，鲕绿泥石	泥质沉积	多	0—0.3	7.0—7.8
弱还原相		铁白云石	白云岩和石灰岩	很多	-0.3—0.5	>7.8
		黄铁矿，白铁矿	有机质粘土黑色页岩，有机岩			7.2—9.0

（黎彤，1979）（转引自刘英俊，1984）

ph值：

酸碱度（**pH值**）的标志：**酸性介质pH<7, 中性介质pH=7, 碱性介质pH>7。**

pH值的直接矿物标志有：碳酸盐矿物、含铁矿物和粘土矿物。

含煤沼泽环境形成于强酸性水介质，常与白铁矿相伴生，海相页岩中常伴生黄铁矿，属中性或弱碱性的水介质条件。

表 9—2　判断水介质酸碱度的主要矿物标志

（据刘宝珺等，1985）

矿物类型 \ 酸碱度	酸　性	弱酸性	中　性	弱　碱　性	碱　性	强碱性
碳酸盐矿物			菱铁矿	白云石、铁白云石、菱锰矿	方解石	
铁硫化物	白铁矿		黄　铁　矿			
粘土矿物	高岭石、埃洛石		拜来石 埃洛石	蒙脱石 伊利石	钙镁蒙脱石、 镁蒙脱石	

1. pH值和Eh值的推断
2. 确定古盐度的标志
(1) 古生物标志；(2) 沉积标志
3. 古水深分析

2.确定古盐度的标志

海水正常盐度为3.5%，半封闭盆地盐度变化范围很大，可以淡化也可以咸化。利用自生矿物和古生物推断沉积水介质的含盐度。

(1)古生物标志

生物对不同盐度的适应能力是不同的，分为窄盐性生物及广盐性生物。

窄盐性生物有钙质红藻、钙质绿藻、钙质有孔虫、钙质海绵、珊瑚、苔藓虫、腕足类、棘皮类、掘足类、头足类等；

广盐性生物有蓝藻、硅藻、普通海绵、钙质蠕虫管、双壳类、腹足类、介形虫等。

半咸水生物有双壳类、腹足类、介形虫、锶足类、硅藻、蠕虫管及蓝藻等。

超咸水生物：与半咸水生物群没有多大差别。

淡水生物有蓝藻、硅藻、轮藻、有壳变形虫、普通海绵、蠕虫管等以及双壳类、腹足类、介形虫等。

1. pH值和Eh值的推断
2. 确定古盐度的标志
(1) 古生物标志；(2) 沉积标志
3. 古水深分析

(2) 沉积标志

随着盆地内水介质含盐度的增加，而形成一系列自生化学成因矿物，其沉积顺序为：

方解石→白云石→天青石→石膏→石盐

含天青石、萤石、重晶石的白云岩：反映盆地内水体的盐度较高。正玉髓为超盐度的指示物。 海绿石、胶磷矿物形成于正常含盐度。

沉积岩的某些结构与构造与盐度有关：

在超咸水或清水环境中形成的鲕粒是呈放射状，而不是同心状。

在浅水中，蒸发速率高，盐度增高，当超过沉积物孔隙水中的盐度时，形成收缩裂隙并被沉积物充填。

从超盐度的萨勃哈到正常海洋，随着盐度的降低，而脱水裂隙减少。

藻席指示正常盐度或盐度偏增高（潜穴及食草生物减少时藻类生长繁盛，藻席发育好。

三、水介质的物理—化学条件

1. pH值和Eh值的推断
2. 确定古盐度的标志
   (1) 古生物标志
   (2) 沉积标志
3. 古水深分析 → (1)自生矿物标志 (2)地球化学标志 (3)生物学标志 (4)沉积学标志

3.古水深分析

古水深分析对再造沉积盆地的古环境和盆地构造具有重要的意义，确定绝对水深较困难，经常是确定相对深度。确定古水深的标志包括：自生矿物标志，地球化学标志、生物学标志和沉积学标志等。

(1)自生矿物标志

一些沉积期或同生期形成的自生矿物说明古水深。

海绿石形成于远离大河口的陆棚区，介质条件为弱咸性（**Ph=7—8**）和弱氧化—弱还原（**Eh=0**）的正常海水，水温**10°—15°C**，深度大于**125m**，在寒冷地区，水深**30m**就可形成。

鲕绿泥石形成于较温暖的浅海，水温大于**20°C**，深度小于**60m**。

盐类矿物则多形成于干旱暴露的环境。

(2) 地球化学标志

元素的聚集与分散与水深度和离岸距离有一定关系。

元素在沉积作用中发生化学分异作用和生物化学分异作用。

由滨岸向深海，**Fe、Mn、P、Co、Ni、Ca、Zn、Y、Pb、Ba**增加（**Mn、Ni、Co、Cu**升高趋势更显著）。

海洋中**Mn**的分布受酸碱度和氧化还原电位的控制。一般随**pH**值增大，**Eh**值降低，Mn^{+2}矿物逐渐从海水中沉淀出来。

此外沉积速率也影响着**Mn**的分布，沉积速率低，从海水中沉淀出来的**Mn**被陆源和生物成因的沉积物的稀释程度降低，故沉积物中**Mn**含量增高。

(3)生物学标志

0－50m： 藻类、底栖有孔虫、双壳类、腹足类、造礁珊瑚、灰质海绵、无铰纲腕足动物。

50－100m：底栖、浮游的高级生物繁盛、珊瑚、腕足类、头足类、棘皮类等，且保存较好。因阳光难透入，故藻类少。

100－200m： 生物逐渐减少，有苔藓虫、具铰纲腕足动物、海绵、海胆。

>200m：远洋底栖生物主要是海百合、硅质海绵，少数薄壳腕足类及细枝状的苔藓动物。

遗迹化石对古水深也有较好的指示意义。

(4) 沉积学标志

从浅水到深水，沉积物粒度从粗到细；

深海浊流可出现粗粒沉积。

蒸发岩在干燥气候条件下，局限的滨岸水体及附近的潮坪环境中形成，水深不超过几米；

鲕粒灰岩常形成于搅动的温暖浅水环境，水深不超过**10－15m**；

珊瑚、苔藓虫、层孔虫、海绵等造礁生物在波浪带生长，形成的礁灰岩水深不超过**10－50m**；

深水环境中多软泥沉积及硅质沉积，碳酸盐沉积少，并常出现浊流沉积。

沉积构造是指示水深的良好标志：

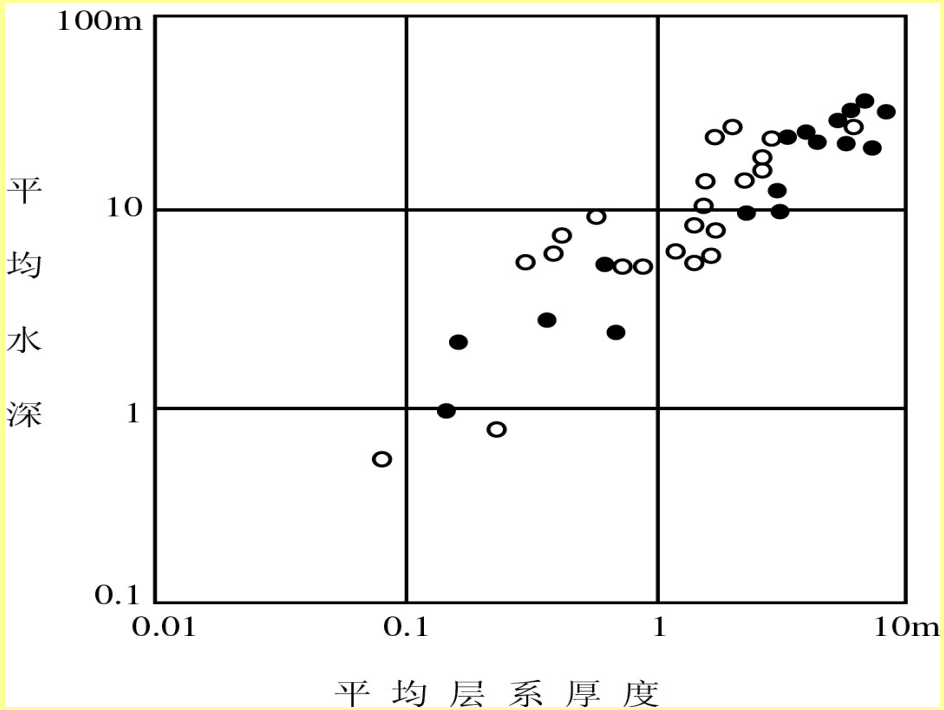
雨痕、干裂及盐晶痕等层面构造及鸟眼构造反映沉积物露出水面的标志。

交错层理、波痕、水平层理等存在与否，结合沉积物的特点，区分出浪基面以上的动水环境或浪基面以下的静水环境。

交错层理的层系厚度是平均水深的一种函数，层系组愈厚，水也愈深。

丘状交错层理出现在陆棚，形成的深度在正常浪基面和风暴浪基面之间，水深为几十米。

水深和层系厚度间的关系
实点为海和河口湾；
空心圈为河流。



第二节　沉积盆地的古地理分析

一、陆源区的分析
二、古海岸位置的确定
三、水介质的物理—化学条件分析
四、古气候分析
五、古流向分析
六、古构造分析

四、古气候分析

气候是气候要素（如降水量、气温、风力和风向等）的综合现象；古气候分析是研究地史时期气候特征及其变化规律。

在古地理研究中，古气候分析占有重要地位。

古气候条件影响到各种地质作用、沉积物、沉积矿产的形成。古气候的再造有助于发现和评价煤、铁、锰、铝土矿、盐类等矿产。确定古气候的标志：**1.** 古植物标志

2. 矿物岩石标志

3. 沉积学标志

确定古气候的标志：
1. 古植物标志；2. 矿物岩石标志；3. 沉积学标志

1.古植物标志

★古生代植物群是耐阴植物群；

★中生代的植物群需要较强阳光；

★新生代植物群需要强阳光；

★潮湿的热带气候使植物繁茂地生长，形成巨大木本植物群；

★过度潮湿地区的植物，一般具有巨大的树干，宽阔的叶片，弱而浅的根部系统，通气组织高度发育以及有强烈蒸发性能，而干旱植物的生长则相反。

确定古气候的标志：
1. 古植物标志；2. 矿物岩石标志；3. 沉积学标志

2.矿物岩石标志

鲕状赤铁矿：多数在温暖、甚至是炎热条件下形成。

煤：含煤岩系是在炎热潮湿或温暖潮湿气候条件下形成的。

碳酸盐：大规模碳酸盐沉积作用主要发生在南北纬20°左右，是温暖热带和亚热带的标志。

磷块岩：也是温暖或炎热气候的标志。

土状堆积：分布于华北的黄土是寒冷（冰期）气候条件下的风成沉积，指示干、冷气候。华南的红土，则反映温暖潮湿的气候。

蒸发岩：是在蒸发作用下形成的，指岩盐、石膏、硬石膏、钾盐等，代表炎热和干燥气候。现代岩盐和石膏主要在10°－45°的纬度之间。

红层：温暖或炎热、干旱或半干旱。

风成沙漠沉积：在现代南北纬30°地带，可以观察到两条沙漠带。

冰碛岩：极地冰川（大陆冰盖）和山岳冰川。

确定古气候的标志：
1. 古植物标志；2. 矿物岩石标志；3. 沉积学标志

3. 沉积学标志

冲积扇： 主要在干旱、半干旱气候区。

河流沉积：干旱区河网稀疏，径流贫乏，多为季节性河流。在潮湿气候区，河网密集，泾流量丰富。

湖泊沉积：寒带湖泊没有化学沉积及生物沉积。温带湖泊有机物质产率低而使湖底保持氧化条件，底栖生物繁盛。热带湖水温度分层，湖底总是缺氧，使有机质在湖底保存。干旱湖泊有大量化学沉淀物，产生如碳酸盐、石膏、石盐等盐类矿物。

沙漠：生物稀少的干燥区。现代沙漠分布在南北纬20o－30o之间的干旱带及大陆块的中央地带。

三角洲：三角洲平原沉积明显受到气候的影响。

碎屑滨海：温带潮上带发育盐沼，以粉砂和粘土呈纹层状互层为特征，常发育泥炭沼泽。干旱、半干旱区则形成干泥坪，沉积石膏、盐岩等蒸发岩。温湿区的泻湖属于淡化泻湖，以陆源碎屑沉积为主，干旱气候区为咸化泻湖，常为砂质，有机质含量低，有干裂。当干燥和蒸发强，可使盐度不断上升，析出石膏、盐类。

浅海陆棚沉积：高纬度区为冰运碎屑物，巨大的漂砾、冰碛砂和泥等堆积成丘状冰碛层。中纬度区以砂、泥为主。低纬度区沉积物中钙质含量高，正常盐度浅海为珊瑚礁，而在低盐度浅海区为牡蛎礁。

远洋沉积：现代大洋沉积物分布受纬度控制表现为：极地、亚极地分布冰川沉积和硅藻软泥。在赤道亚热带区沉积硅质放射虫软泥和钙质软泥。

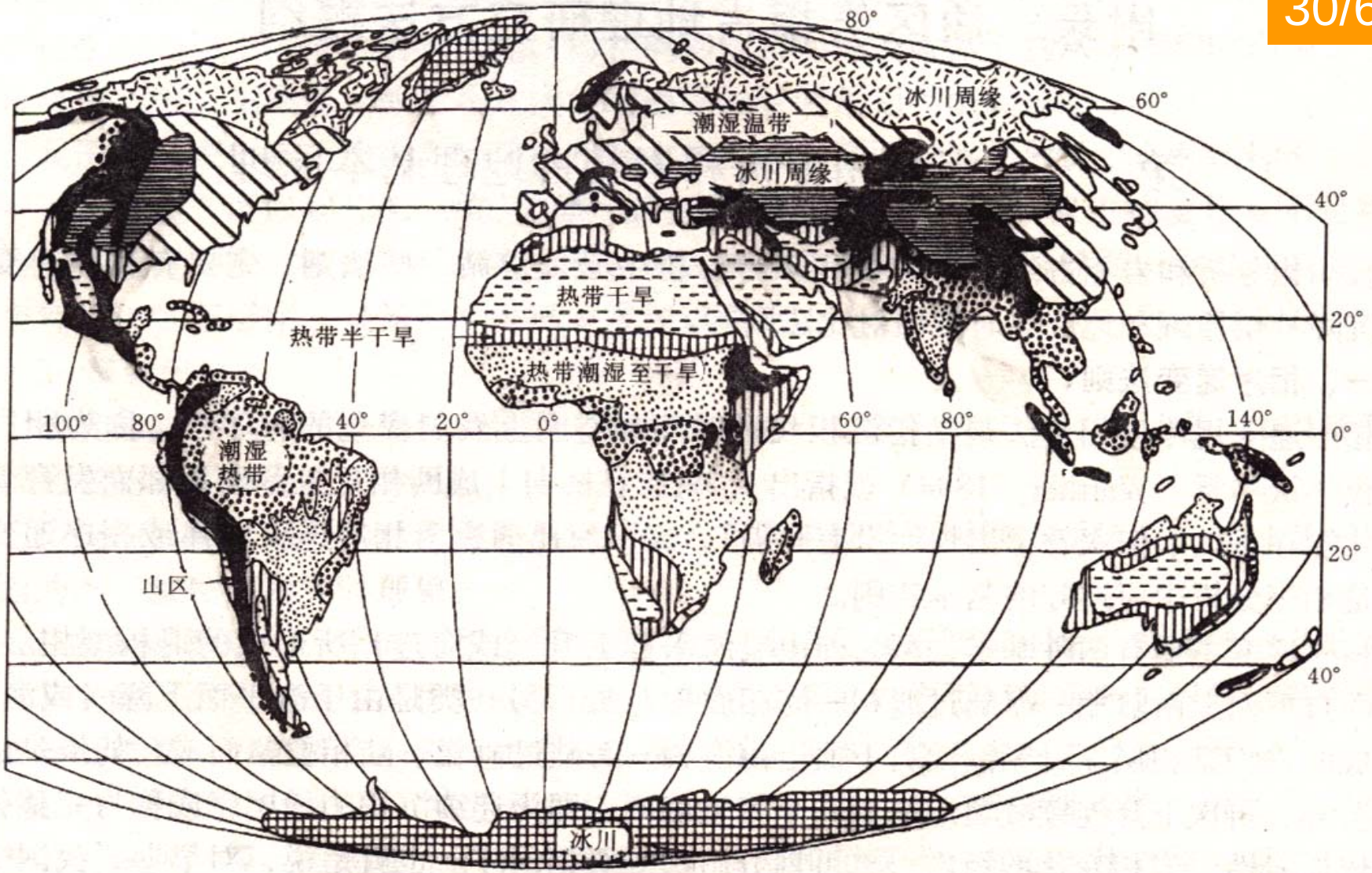


图 30－5　地球气候分带及对应沉积物

（据 Tricart 等，1972）

第二节　沉积盆地的古地理分析

一、陆源区的分析
二、古海岸位置的确定
三、水介质的物理—化学条件分析
四、古气候分析
五、古流向分析
六、古构造分析

五、古流向分析

古流向分析对重塑古地理作用很大，它有助于确定：

沉积物供给方向、古斜坡方向、海岸线走向、沉积盆地边缘走向。

古流向的分析方面：

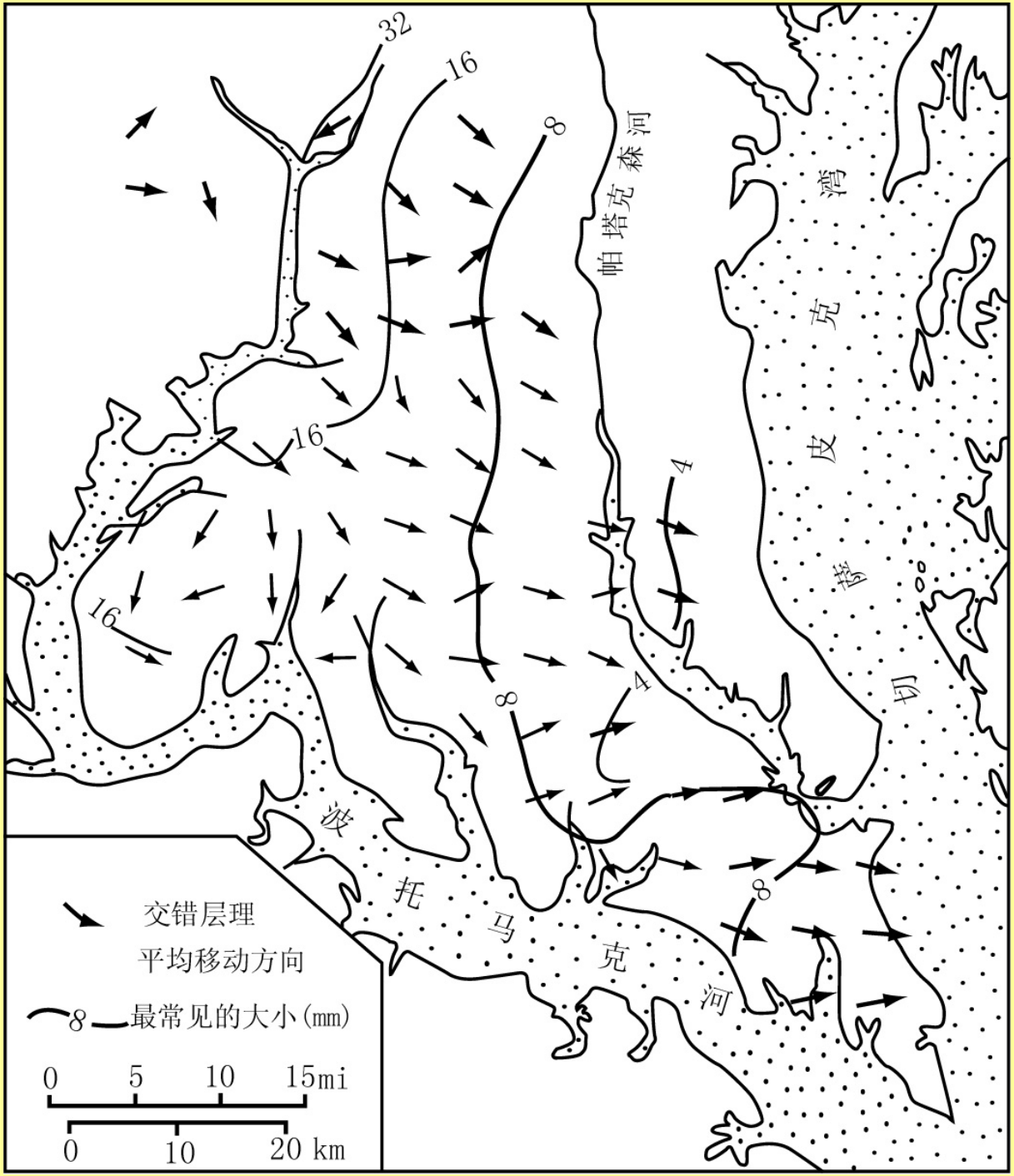
原生水流方向定向特征和成分特征等。

以定量的测量和制图为基础。

原生水流方向的定向性与古流向方向是一致的。

古流向分析是对野外露头的指向构造的测量和绘图。**古流向指向构造**指能指示沉积介质流动方向的沉积构造，包括波痕、交错层理、水道、槽模、流线、砾石组构、植物、骨骼或贝壳的定向排列、同生变形构造等

交错层理前积纹层倾向与古流向



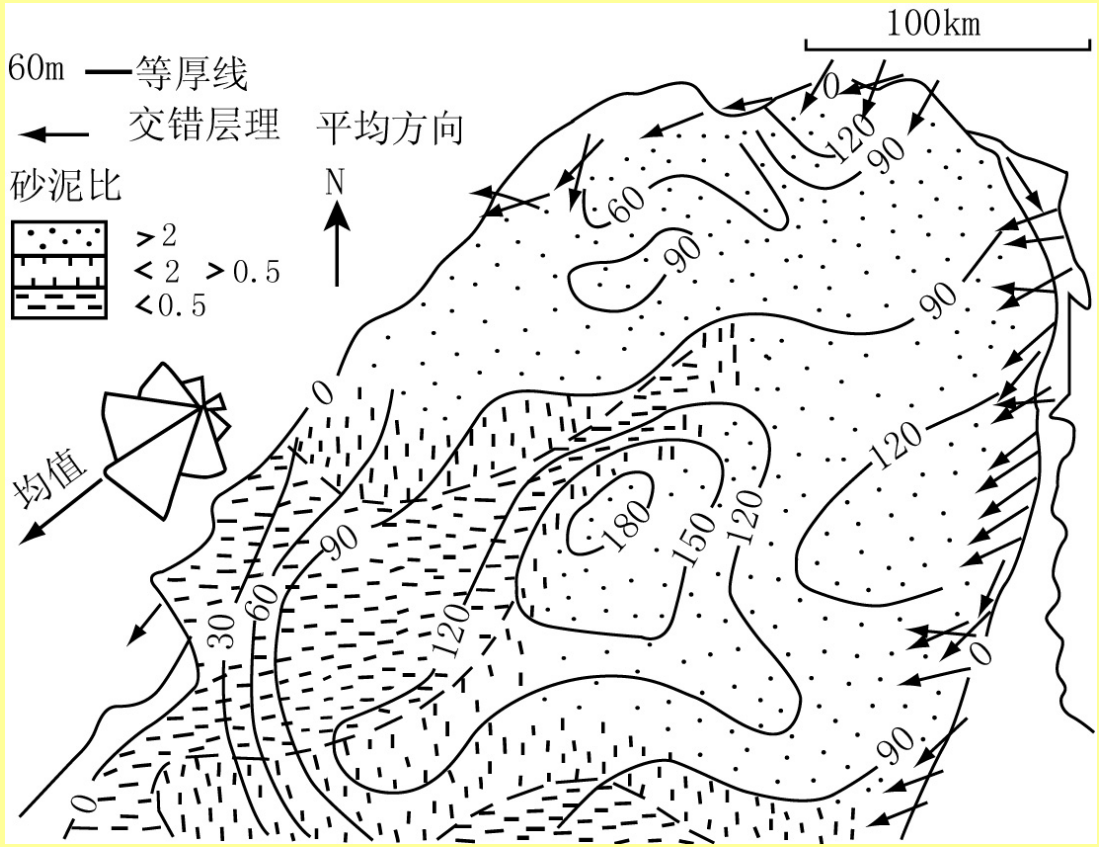


图 9—6 位于密西西比海湾上部的上白垩统麦克纳里地层组的地层等厚图、岩相图及古水流资料

（据 Miall，1984）

（河流水系从东北方向进入盆地，砂泥比>2 代表三角洲平原，向南部进入前三角洲）

古流向常与古沉积斜坡有关，如河流、三角洲、浊流沉积。

风成沙坪、海岸的古流向与古斜坡没有什么关系，而是与介质运动方向有关。

恢复古地理要根据古流向图和多种岩相古地理分析的内容（沉积相组分、碎屑比、砂层等值线、粒径变化和古水流数据）标绘在一张地理图上，即形成一张综合性图件。

第二节　沉积盆地的古地理分析

一、陆源区的分析
二、古海岸位置的确定
三、水介质的物理—化学条件分析
四、古气候分析
五、古流向分析
六、古构造分析

六、古构造分析
1、古隆起区和古凹陷区分析
2、古深断裂分析
3、同生构造分析

1、古隆起区和古凹陷区分析

古隆起区沉积物厚度小，凹陷区厚度大。

要考虑地壳沉降与沉积补偿的关系。非补偿条件下，在拗陷中心可形成深水沉积，这时沉积厚度很薄。因此，巨大的厚度可说明是构造上的拗陷的中心，但不一定是地形上最低洼的部分。

2. 古深断裂分析

沉积标志：同一时期，相邻的2个区，其地层发育、沉积相区等沿着一定的线状条带出现突然变化或不连续；在线状带内发育着串珠状的内陆断陷盆地。

岩浆活动标志：岩浆活动受构造控制，深断裂是岩浆活动的最好通道。

构造标志：在狭长的地带两侧、构造线方向截然改变，不同类型、组合和规模的构造相截接。

3. 同生构造分析，包括：同生断裂和生长隆起。

同生断裂有两类：

1）由基底断裂长期活动引起盖层中同生断裂的发育；

2）在沉积过程中由于重力滑塌、差异压实、塑性岩层流动上拱引起沉积层内发生断裂。

同生断层是断层的两盘基准面相对下沉的一种断层，即两盘的下沉速度不一样，一个快，一个慢。因而下降快的一盘岩层的厚度比下降慢的一盘相同岩层的厚度要大。这是鉴别同生断层的基本标志。断层面通常较陡，随着深度加深而变平。同生断层可引起岩层中的滑塌及碎屑流的沉积。

生长隆起（背斜）是侧翼上的岩层厚度比顶部要大的背斜，它们随着沉积物的堆积、埋藏和压实而生长。背斜的整体都在下沉，但翼部下沉比顶部要快，从而堆积的沉积物厚度大。

第10章-1 沉积盆地及古地理分析(结束)

第一节　概述
第二节　沉积盆地的古地理分析
　　一、陆源区的分析
　　二、古海岸位置的确定
　　三、水介质的物理—化学条件分析
　　四、古气候分析
　　五、古流向分析
　　六、古构造分析
第三节　盆地地层格架的建立
　　一、地层的沉积作用
　　二、地层对比与地层格架的建立
第四节　盆地的充填和演化分析
　　一、沉积相和沉积体系分析
　　二、沉积旋回与地层旋回
　　三、盆地的沉降和充填分析
第五节 沉积古地理研究与编图方法
　　一、编图工作的设计和准备
　　二、野外工作
　　三、室内工作
　　四、综合图件的编图

第十章-2 沉积盆地及古地理分析

第一节　概述
第二节　沉积盆地的古地理分析
　　一、陆源区的分析
　　二、古海岸位置的确定
　　三、水介质的物理—化学条件分析
　　四、古气候分析
　　五、古流向分析
　　六、古构造分析
第三节　盆地地层格架的建立
　　一、地层的沉积作用
　　二、地层对比与地层格架的建立
第四节　盆地的充填和演化分析
　　一、沉积相和沉积体系分析
　　二、沉积旋回与地层旋回
　　三、盆地的沉降和充填分析
第五节 沉积古地理研究与编图方法
　　一、编图工作的设计和准备
　　二、野外工作
　　三、室内工作
　　四、综合图件的编图

第三节　盆地地层格架的建立
一、地层的沉积作用
1. 垂向加积作用
2. 侧向加积作用
3. 海进、海退与地层的形成
二、地层对比与地层格架的建立
1. 区域不整合面的识别与追索
2. 凝缩段的追索与识别
3. 特殊形态岩石单位的填图
4. 遥感图象解译
5. 沉积序列垂向变化研究
6. 地层时代研究
7. 地层格架的建立

沉积作用分为物理的、化学的、生物的，按形成方式，可分为垂向加积作用和侧向加积作用两种。

1. 垂向加积作用

沉积物在介质中自上而下的堆积过程，它是以沉积物“雨”降落方式堆积沉积物的，沉积层是垂向上加积的。

大洋环境、大型湖盆、封闭海盆、泻湖和爆发型火山沉积、 浊积岩、风暴岩、洪泛岩、宇宙尘堆积、风成黄土等是垂向加积的。

垂向加积作用形成的地层具有以下特征：

(1) 未发生倒转的地层，总是上新下老。

(2) 连续延伸的相同属性的岩层界面必然是等时面。

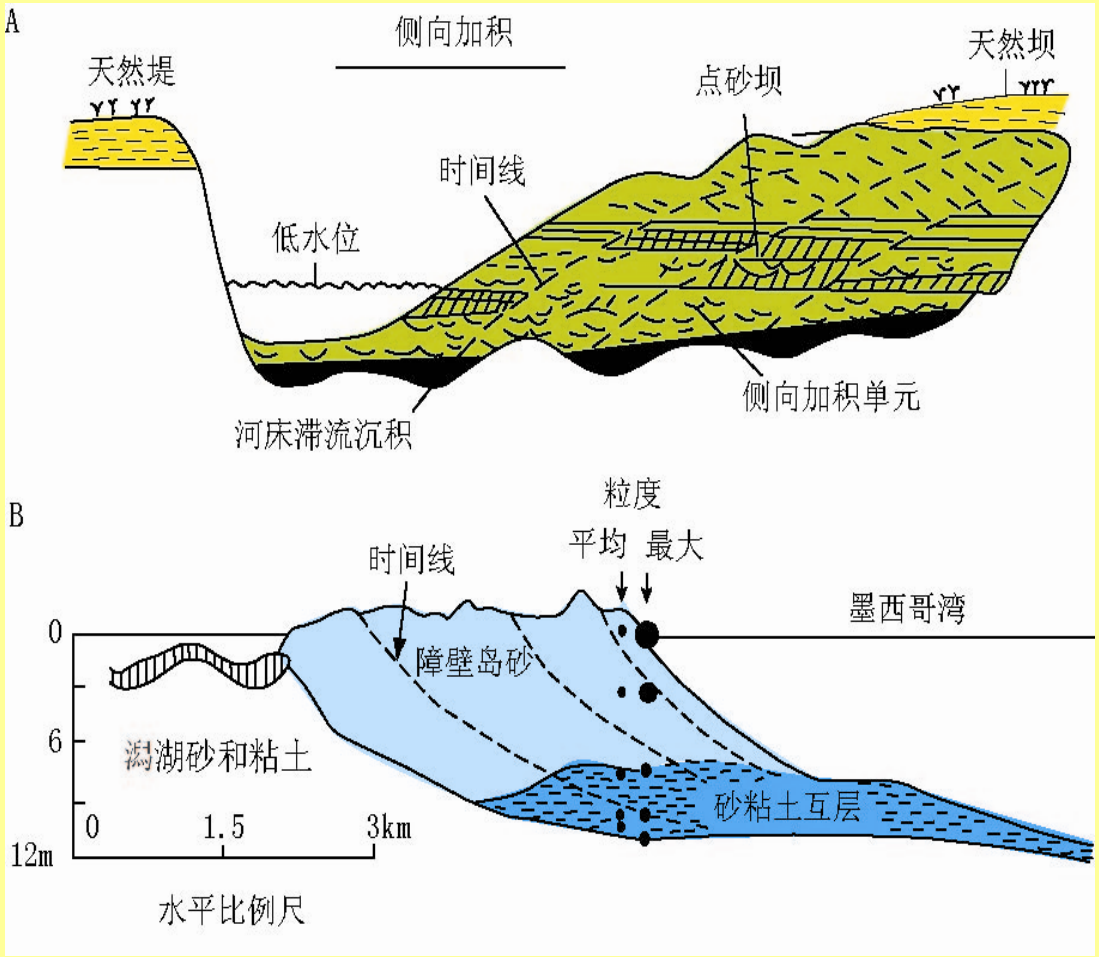
(3) 地层的相变不服从瓦尔特相律。

一、地层的沉积作用

1. 垂向加积作用；2. 侧向加积作用；3. 海进、海退与地层的形成

2. 侧向加积作用

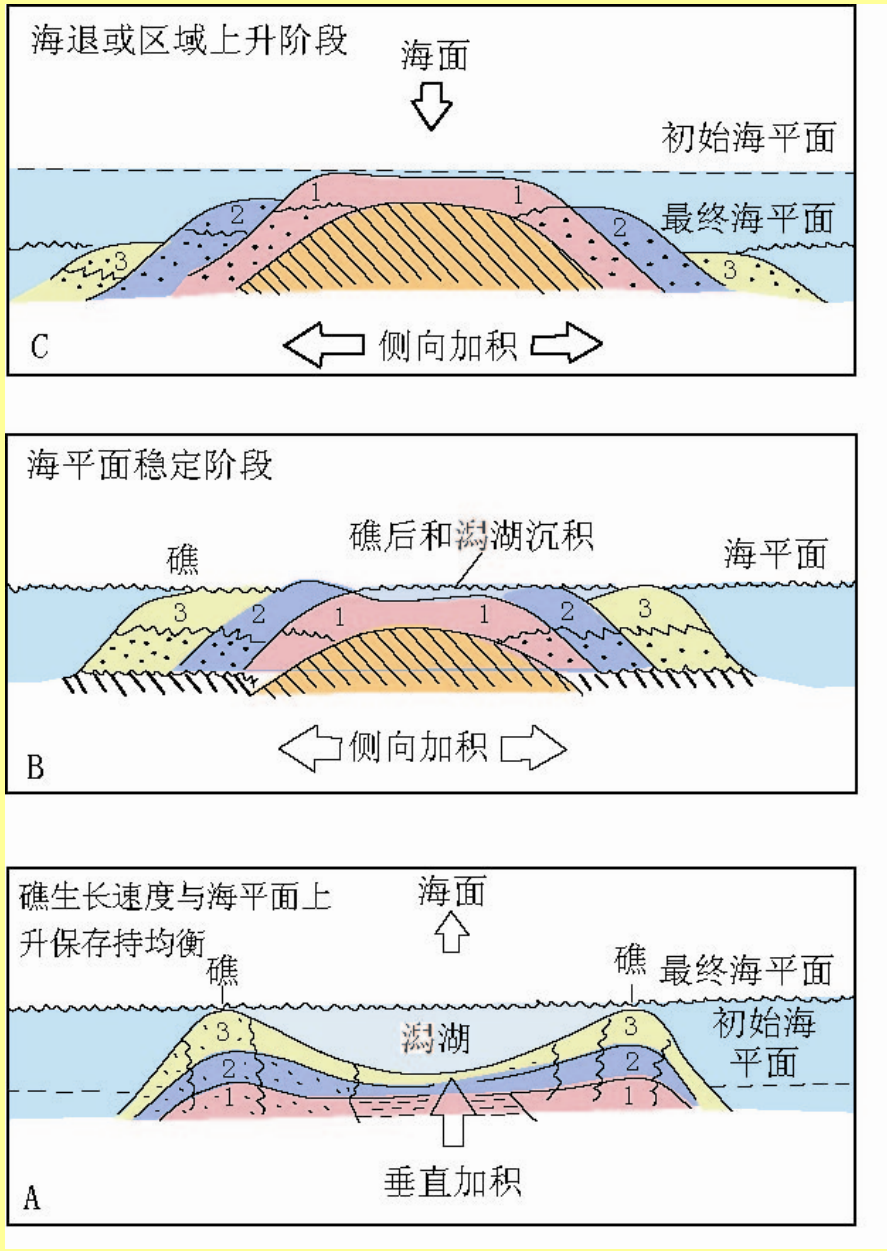
沉积物沿搬运方向的堆积，它所形成的原始沉积层是斜的，即等时面是倾斜的，如曲流河道迁移过程中边滩向凸岸方向加积、三角洲前缘向海方向的加积、沙坝向海推进。



滨岸沉积在海平面上升时形成的向岸方向的侧向加积；

生物建隆在它的筑积速度和海平面上升幅度均衡时为垂向加积；

而当海平面上升幅度小于筑积速度时就会出现侧向加积。



侧向加积作用形成的地层具有如下特征：

(1) 未经构造变动和未发生例转的地层序列，其沉积层是原始倾斜的，即其等时面是原始倾斜的，因此这种斜列的沉积层不符合地层叠覆律。

(2) 在大范围内连续延伸的相同属性岩层或岩性界面，其穿时性是绝对的，等时性是相对的。

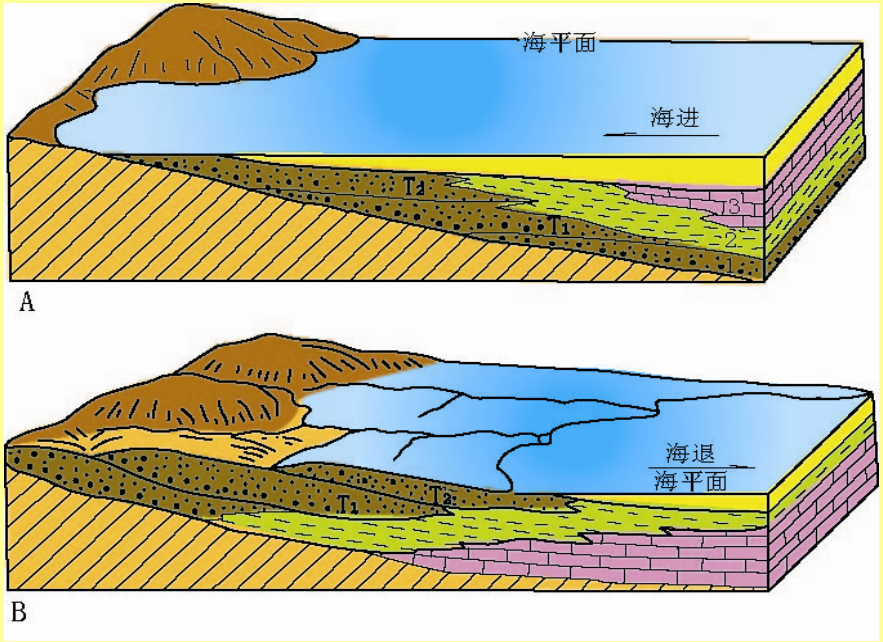
(3) 地层的相变符合瓦尔特相律。

一、地层的沉积作用

1. 垂向加积作用；2. 侧向加积作用；3. 海进、海退与地层的形成

3.海进、海退与地层的形成

海进、海退是地层形成的主要动力过程。不同地史时期，不同环境形成了不同的地层记录，其重要特征是：若地层层序连续，相序必然连续，相的时空结构服从瓦尔特相律，如果相同属性的岩相界面在斜交和垂直海岸线方向上必定是穿时的，如美国西南部寒武系和华北南部河南、河北一带早古生代的三山子组白云岩均是著名的穿时岩石地层单位。



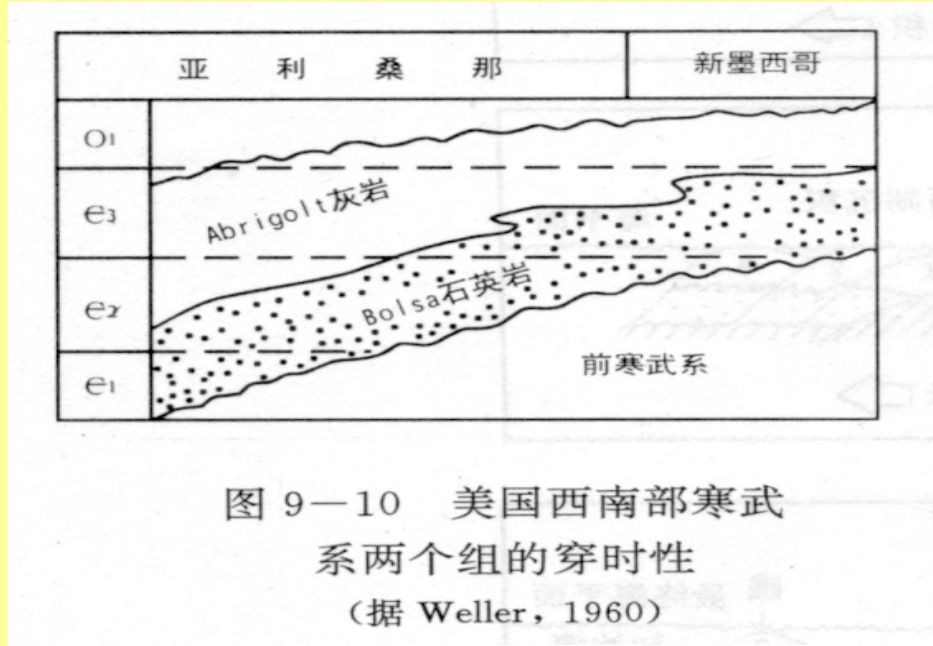


图 9—10 美国西南部寒武系两个组的穿时性
（据 Weller，1960）

第三节　盆地地层格架的建立

一、地层的沉积作用

二、地层对比与地层格架的建立

一、地层的沉积作用

1. 垂向加积作用
2. 侧向加积作用
3. 海进、海退与地层的形成

二、地层对比与地层格架的建立

1. 区域不整合面的识别与追索
2. 凝缩段的追索与识别
3. 特殊形态岩石单位的填图
4. 遥感图象解译
5. 沉积序列垂向变化研究
6. 地层时代研究
7. 地层格架的建立

第三节　盆地地层格架的建立

一、地层的沉积作用

1. 垂向加积作用
2. 侧向加积作用
3. 海进、海退与地层的形成

二、地层对比与地层格架的建立

1. 区域不整合面的识别与追索
2. 凝缩段的追索与识别
3. 特殊形态岩石单位的填图
4. 遥感图象解译
5. 沉积序列垂向变化研究
6. 地层时代研究
7. 地层格架的建立

地层对比是确定不同地点的不同剖面的地层特征和地层位置相当。按地层的不同的属性建立了不同的地层单位，故有不同地层单位的对比，如生物、岩性、年代、磁性、地震反射特征等。

地层格架是指区域性岩石地层的时空有序排列形式，它可以用一定的几何图形表示。分为空间格架和时间格架。

空间格架（岩石地层格架）反映岩石地层序列的结构和空间排列特征、是沉积盆地分析和沉积地层及沉积层控矿产分布规律预测的基础；

年代地层格架是解释性的格架。

建立区域地层格架，必须了解地层序列内基本不整合界限单位的发育特征，包括其划分、时空分布情况、垂向叠覆及其内部岩石地层的结构、形态、相互关系、侧向堆积规律等。

建立区域地层格架的要点：

1. 区域不整合面的识别与追索
   （1）不整合面上、下岩层的几何关系
   （2）古风化壳标志
   （3）岩性、岩相标志
   （4）不整合的剥蚀标志
   （5）地层缺失和古生物带的缺失
2. 凝缩段的追索与识别
3. 特殊形态岩石单位的填图
4. 遥感图象解译
5. 沉积序列垂向变化研究
6. 地层时代研究
7. 地层格架的建立

二、地层对比与地层格架的建立

1. 区域不整合面的识别与追索
2. 凝缩段的追索与识别
3. 特殊形态岩石单位的填图
4. 遥感图象解译
5. 沉积序列垂向变化研究
6. 地层时代研究
7. 地层格架的建立

岩石地层格架和年代地层格架

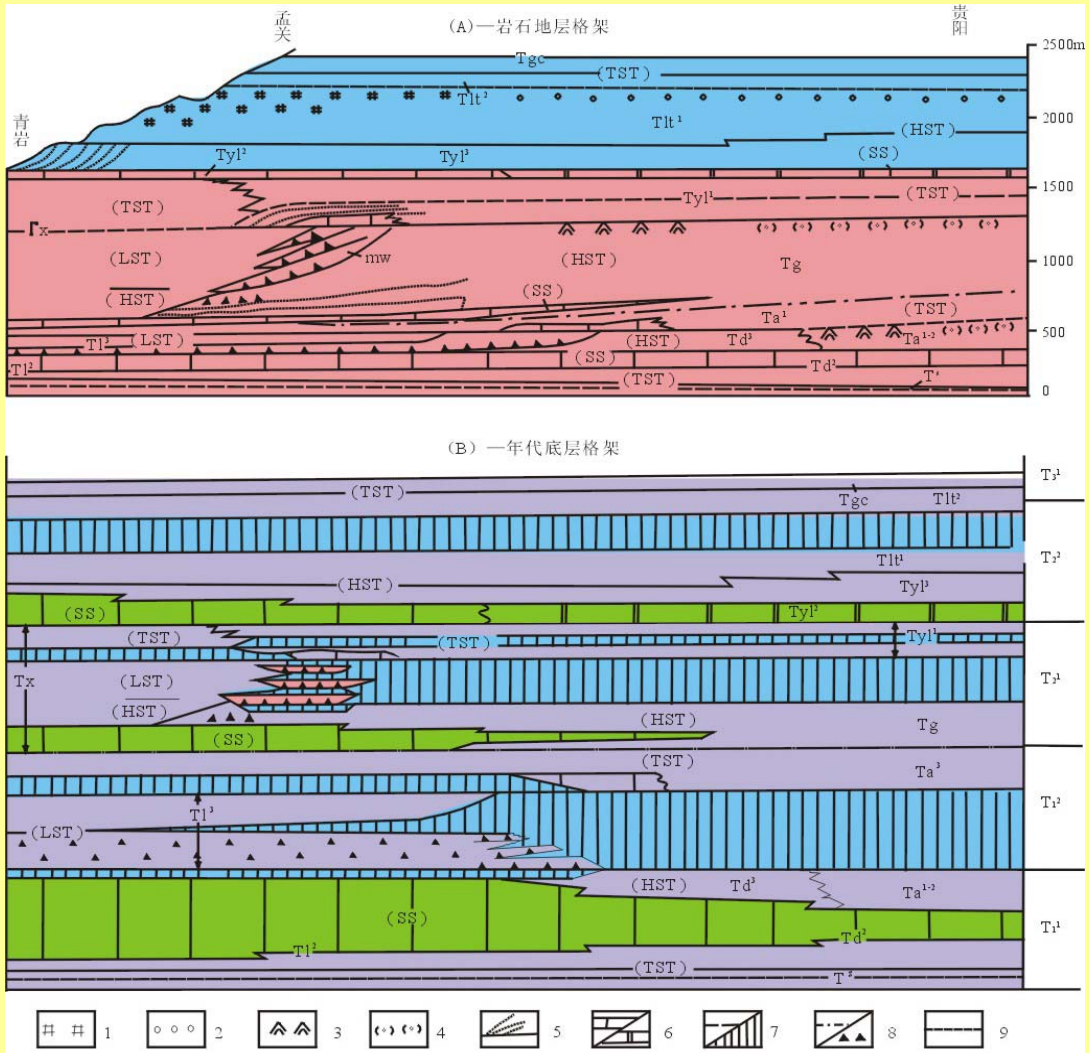


图10-10 贵阳地区三叠纪地层格架

地层模型是地层实体的形态、组成、结构、时空存在状况的简化表达和综合解释，是表现地层序列中各岩石地层单位形态、相互关系、时空分布规律和组成与结构变化的解释模型。研究和建立模型是进行沉积盆地地层分析的基本方法。

第四节　盆地的充填和演化分析

一、沉积相和沉积体系分析

二、沉积旋回与地层旋回

三、盆地的沉降和充填分析

沉积充填是盆地的实体，盆地沉积充填分析是盆地分析的重要内容之一。

划分等时地层单元及其内部三维建模是基本的任务。

20世纪70年代提出的地震地层学和层序地层学为盆地的充填研究提供了新的思路与方法。

层序地层学建立的各级层序都是三维地质体，较低级别的单元是构成较高级别单元，三级层序构成二级层序、三级层序又可分出更低级别，即沉积体系域，沉积体系域又是由沉积体系和沉积相组成的。

一、沉积相和沉积体系分析

沉积相和沉积体系分析是盆地分析中的基础工作。

沉积相能反映形成环境的岩性特征和生物特征。

沉积体系是与沉积作用和沉积环境有成因联系的三维岩相组合。沉积体系分析的基础是瓦尔特相律和相模式。

沉积相和沉积体系受大地构造背景的控制。盆地的几何形态、沉降历史、气候、物源区、全球海平面变化等都可以影响盆地的充填。

沉积体系划分为：

（1）冲积扇体系；（2）河流体系；（3）三角洲体系；（4）碎屑海滨带体系；（5）陆源陆架体系；（6）陆源陆坡体系和盆地体系；（7）湖泊体系；（8）风成体系。

表 10－3　沉积学分析的规模

1. 规模		相分析	沉积体系分析
2. 一般内容		露头或局部规模的相组合与环境解释、盆地分析（自旋回性）、旋回机制、相模式	盆地范围的古地理及地层构型，同期大地构造、海平面变化、气候变化的影响
3. 分析方法选例	沉积构造与古水流	坝与底形几何形态及相关排列，局部水力学、河流、波浪与潮汐影响的辨别	盆地分析形式及构造单元的关系
	垂直剖面研究	沉积环境标志，自旋回形成机制	其他旋回形成机制
	岩石学	自矿物可具环境鉴别意义	盆地分布形式、母岩的板块构造背景
	古生态学	局部环境解释	区域古水深、大致的盐度温度变化
4. 环境选例	河流	砂坝类型、河流形态、局部河流形式	河流形式的区域性及地层中变化，将分布形式与同期构造单元相联系
	风成环境	沙丘类型与形态，沙丘间环境	沙漠古地理，与干盐湖和河流体系相联系
	陆隆	海底扇水道形态及相，水道迁移叶状体进积	海底峡谷—海底扇—盆地平原的关系，海底扇组合的古地理
	碳酸盐岩台地	局部环境，潮汐暴露，礁生态学	区分陆架边缘的向风面与背风面，礁的分布
	蒸发岩盆	识别深水或浅水成因	大型旋回及水位升降的关系

（据 A. D. Miall，1984）

二、沉积旋回与地层旋回

沉积盆地的充填常表现出旋回性，沉积旋回是指沉积作用按相同的次序不断重复而形成沉积单元的规律组合。

沉积旋回性是地层的重要特征，旋回和序列是地层学中两个重要概念。旋回沉积作用是在一定的环境中由于环境单元的迁移导致沉积单元成规律组合的沉积作用。

控制旋回沉积作用的既有盆内的环境因素，也有盆外的背景因素。

在稳定的条件下，环境的变迁可导致旋回沉积，如潮坪的堆积依次出现潮下、潮间、潮上的沉积序列。

沉积背景因素如物源供给、盆地基底的构造活动性及古气候，它们通过海平面的相对变化控制和影响沉积物的性质、厚度、体态及旋回性。

沉积背景的突然变化常使沉积物性质发生突变、沉积组合规律发生紊乱。

根据沉积作用的主导因素机理，可分为：

1. 自旋回沉积作用；2. 异旋回沉积作用

自旋回沉积作用：由沉积体自身作用的旋回沉积作用，如生物筑积作用（如骨架礁、生物丘等）。筑积体从发生—发展—停止生长形成了以生物筑积体自身作用为主导的旋回沉积序列。

异旋回沉积作用：由突发事件将沉积物从异地搬至沉积场所形成的沉积作用，通常形成确定的旋回沉积序列，如浊流作用形成的鲍马序列、风暴流形成的风暴岩序列、地震作用形成的震积岩序列等。异旋回序列是特殊构造或气候条件下的产物。

根据沉积背景及环境变化情况可分为：

1. 内旋回沉积作用； 2. 外旋回沉积作用

内旋回沉积作用：在稳定条件下，因盆内环境变化导致沉积单元的迁移从而形成旋回沉积序列的作用。常见的如曲流河的侧向迁移作用、三角洲的向前推进作用，潮沟的迁移及砂坝的推进作用等。

外旋回沉积作用：由沉积背景为主导因素控制的旋回沉积作用，而沉积背景则通过海平面的变化影响沉积物。

三、盆地的沉降和充填分析

构造沉降的指地壳由于自身因素而产生的主动沉降过程。这些构造因素包括岩石圈板块间的相互作用、热作用和相转换等。

非构造因素是指沉积负荷、古水深及海平面升降等原因。

盆地沉降过程包含这两部分。构造作用引起沉降形成盆地后，沉积负荷、全球海平面升降还可以进一步促使盆地下沉。

第五节　沉积古地理研究与编图方法

一、编图工作的设计和准备
二、野外工作
三、室内工作
四、综合图件的编图

一、编图工作的设计和准备

沉积古地理研究与编图不仅要吸收前人的工作成果，还要开展必要的野外工作。在工作方法上强调宏观与微观结合、野外与室内结合；在工作步骤上，一般包括设计准备、野外工作、室内分析鉴定和编图工作。这些不同的工作阶段之间，常常是有机联系、相互穿插的。在设计准备阶段，要做好以下几方面的工作：

1. 全面收集资料；
2. 统一地层划分对比方案，确定编图单元；

1、 全面收集资料

古地理研究需要收集各方面资料并对其进行综合分析，主要包括以下三方面资料：

(1) 地表地质资料， 收集前人的地质图、剖面图及构造、地层、沉积等方面的成果，注意收集盆缘资料和区域资料。野外工作应注意搜集构造、地层、沉积方面的资料，并对关键层位进行区域追索。

(2) 地下地质与地球物理资料， 包括地震、钻井岩心、测井资料及地震相、测井相资料。

(3) 室内分析资料， 如地化分析资料、岩石空隙度、镜煤反射率（**R0**）。

2. 统一地层划分对比方案，确定编图单元

编图单位的选择

A． 编图单位内不能有不整合存在。

B． 既要选择大的层段作为编图单位，又要选择相当于中旋回或者主要层段作为编图单位。

C． 要有足够的数据点。

D． 选择编图单位时应考虑到有一个或者上、下两个标准层作为编图单位的界限。

二、野外工作

是沉积古地理研究的基础。主要通过测制沉积相剖面，系统研究岩石成分、结构、构造、古生物组合和生态特点、遗迹化石、古流向等各种能够判别沉积环境的成因标志，进而划分岩石的成因单元。采集必要的样品供室内分析研究，为正确的划分沉积相类型，建立区域沉积相模式和综合编图工作奠定基础。

（一）沉积相剖面的测制

1. 野外踏勘

2. 剖面的类型、布署原则和精度要求

3. 剖面测制程序和样品采集

（二）沉积相野外研究

野外定相问题十分重要，室内工作只是野外工作的补充、修正和深化。

沉积相类型的确定。

野外准确定相要求熟练掌握不同沉积相类型的主要特征，不同环境的沉积模式，善于发现和识别各种相标志；要求在野外根据不同的剖面特点，抓住要点，仔细观察，根据所有的标志和剖面结构及相序变化特点，综合分析，然后作出判断。

第五节 沉积古地理研究与编图方法
一、编图工作的设计和准备
二、野外工作
三、室内工作
四、综合图件的编图

三、室内工作

包括样品的分析和整理、图件以及报告的编写。内容包括岩石薄片的鉴定及其结果的分析和统计、碎屑岩粒度分析、岩石薄片中生物碎屑、种属和生态特征的鉴定和统计分析、部分沉积成岩矿物的定性定量研究、各项测试数据（包括光谱、化学分析、同位素分析）的综合整理与解释等。

(一)沉积岩薄片鉴定

1. 砂岩薄片鉴定。
2. 碳酸盐岩薄片鉴定 。
3. 泥质岩的研究。

（二）基础图件的编制：

1. 实际材料图
2. 沉积相柱状剖面图
3. 地层厚度等值线图
4. 岩性图
5. 复合组分图

1. 实际材料图

常用简化后的地质图为底图。图面主要内容包括：

(1)研究层位的露头分布情况。

(2)注明编图使用的露头剖面和钻井剖面的位置。

(3)所有剖面点统一编号，以便查阅。

2. 沉积相柱状剖面图：是根据野外和室内的成果，综合分析后编制而成。既是描述性的，也是解释性的。包括地层单位系统、实际材料（层号、厚度、样品等）、相标志（岩性、成分、颜色、层理、结构构造、生物类型、生态特征、成岩后生变化等）和沉积相类型四个方面。

3. 地层厚度等值线图

通过对研究地层厚度变化的研究，可了解其延展情况和几何形态，并作为划分沉积相的参考。作图方法是在地理底图上，首先按实际材料投点编号，标明厚度，然后用内插法勾绘厚度等值线或采用趋势分析。编图应注意（实习）：

(1) 剖面点的均匀性和厚度的可靠性。

(2) 联图时应结合岩性变化特点，对厚度变化进行分析，初步掌握其定向趋势，然后再行联图。

(3) 特别注意地层尖灭点性质的分析，它直接影响到古地理面貌的解释。

(4) 注意同沉积构造的研究，特别是同沉积断裂活动的影响。

4. 岩性图

表示岩性组合特点及其空间变化，是划分沉积相的重要依据。分为：单组分图和复组分图。

单组分图的编制通常可采用以下三种等值线图：

(1) 厚度法：以某种组分岩石在剖面中的实际总厚度编制厚度等值线图。

(2) 岩石百分率法：用某种组分在剖面中所占的厚度百分比编制等值线图，以表示它们在区域上的变化。

(3) 岩石比率法：用某几类主要岩石在剖面中的相对比率编制等值线图，以表示它们在空间上的变化关系和特点。

5. 复合组分图

(1)沉积类型图
(2)岩组三角图
(3)岩比三角图和百分率三角图

第五节 沉积古地理研究与编图方法
一、编图工作的设计和准备
二、野外工作
三、室内工作
四、综合图件的编图

1. 沉积古地理图

是对一个地区一定层位岩性、古生物和各种物理和化学标志综合研究成果。图面上所表示的主要内容有：

沉积古地理图图面上所表示的主要内容有：

(1) 海陆分布及其特点；
(2) 古水流方向、海侵方向及陆屑供给方向；
(3) 岩石组合、古生物组合；
(4) 有特殊意义的地质体（生物礁、矿层等）；
(5) 不同级别的沉积相界线；
(6) 厚度变化；
(7) 不同古地理单元及沉积相区的名称；
(8) 图切相剖面图。

2. 沉积相横剖面图

既是基础图件也是综合图件。它主要表示研究区沉积相的横向和纵向变化。

基本材料是若干研究较详的相柱状剖面图、路线横剖面图以及对编图范围内沉积环境变迁的综合认识，因此它是平面岩相古地理图的重要补充。在有地震及测井资料时，经过解释后，可能编制出很好的横剖面图。

实际工作中可以根据需要，编制出不同方向上沉积相横剖面图，也可以编制其它形式的横剖面图，例如篱笆栅栏图，带状或栅栏状剖面图等。

它们都能在同一张图上反映不同方向上和时间上的沉积环境变迁，有助于直观地表现沉积环境的纵横变化。

3. 古构造图

用以表示沉积盆地的构造背景、性质、盆地边界、内部构造，包括隆起区和坳陷区的展布、古断裂系统等。它适用于中、小比例尺的编图。

岩相古地理研究中必须重视盆地构造背景分析（前期构造分析），及同沉积期构造活动研究。

盆地构造背景的前期构造分析，应着重查明与下伏地层的接触关系，以便了解它们之间的继承与发展关系。

同沉积构造研究主要包括盆地内的隆起和坳陷以及同期断裂的研究。

第十章-2 沉积盆地及古地理分析(本章结束)

第一节　概述
第二节　沉积盆地的古地理分析
第三节　盆地地层格架的建立
第四节　盆地的充填和演化分析
第五节 沉积古地理研究与编图方法

本章小结

1. 重要概念：沉积古地理、生物古地理、构造古地理、沉积盆地分析、古地理分析、古流向分析、沉积体系。
2. 沉积盆分析的主要内容有那些？
3. 古地理分析的主要内容有那些？
4. 如何判断古陆与后期地层被剥蚀。
5. 确定水介质古盐度的主要标志有哪些？
6. 古构造分析的主要内容有哪些？
7. 简述根据比例尺划分的沉积古地理图的主要类别有哪些？不同比例尺沉积古地理图的内容有什么区别。
8. 古流向分析的意义？简述古流向分析的研究步骤。