

石油地质勘探技术培训教材

# 油区

# 岩相古地理

赵 吴  
激 崇  
林 筠

编著

石油工业出版社

北京)

P531  
003

076593

01



石油地质勘探技术培训教材

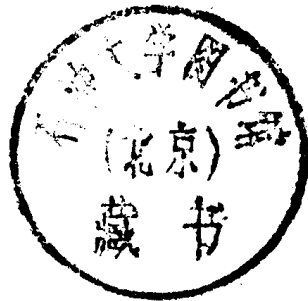
# 油区岩相古地理

赵激林 吴崇筠 编著



200394439

116/06



石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书系统、全面地对各种沉积相进行了论述，并融进了大量实际资料；对油区岩相古地理研究也作了详细的阐述，为相分析、岩相古地理条件分析和岩相古地理图的编制提供了依据。全书分碎屑岩沉积相、碳酸盐岩沉积相、油区岩相古地理研究三篇，共十五章。

可用作该专业的教材，也可供沉积相科研工作者及有关院校师生参考。

本书除第四、五两章由吴崇筠同志编写外，其余各章均系赵澈林同志编写。

石油地质勘探技术培训教材  
**油 区 岩 相 古 地 理**  
赵澈林 吴崇筠 编著

石油工业出版社出版  
(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京昊海印刷厂排版  
河北省固安县印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本16<sup>1</sup>/<sub>2</sub>印张1插页401千字印1,201—3,200

1987年10月北京第1版1989年4月北京第2次印刷

ISBN 7-5021-0238-8/TE·234

定价：3.15元

# 前 言

《石油地质勘探技术培训教材》自1982年内部发行后，受到广大读者的欢迎。当时共印一万套，很快就被读者全部订购。石油勘探司和教材编委会陆续收到数百封来函、来电，给予了较高的评价，并迫切希望得到教材。根据读者要求和工作需要，经领导批准，石油工业部石油勘探司决定，适当调整和加强编委会力量；在现有基础上，吸取各方面的有益意见，改进不足之处，补充新内容，删简修订，由石油工业出版社正式出版。

补充修订的原则是：

- 一、反映在石油地质理论上不断开拓新领域的进展情况；
- 二、反映当代石油地质勘探技术的新理论、新工艺、新方法；
- 三、列举国内外石油地质勘探技术的新成果；
- 四、满足现场工作者解决理论和方法问题的实际需要。

教材正式出版的宗旨是：

- 一、补充、更新现有石油地质技术干部的专业技术知识；
- 二、作为石油地质勘探技术干部进修培训的课本，同时也可作为教学、科研人员的参考丛书；
- 三、推动石油地质勘探事业的发展。

教材内容的选取，既照顾该学科的系统性和完整性，又保证它的先进性和实用性。这些书是编委会成员数十年工作、教学、科研经验的积累，也是当前石油地质勘探技术理论的结晶。希望能在发展我国石油地质勘探事业中起到应有的作用。

教材编委会的成员有：

郝石生(主编)	翁文波	陆邦干	胡朝元	李德生	
陈发景	吴崇筠	王曰才	王鸿勋	张 恺	钱绍新
黄第藩	裘亦楠	应凤祥	刘和甫	陆克政	谭廷栋
尚作源	张一伟	贾振远	樵汉生	彭振南	沈修志
戴金星	戚厚发	陆基孟	赵激林	钟国森	曾文冲
欧阳健	何登春	朱恩灵	徐树宝	尚慧芸	李晋超
郭舜玲	陈丽华	缪 昕	成云芯	袁幼庸	和王雪吾同志

教材编委会的学术顾问是闫敦实、翟光明、李国玉、查全衡同志。

北京石油勘探开发科学研究院、华东石油学院北京研究生部对教材编委会的工作给予了大力支持和帮助，谨致深切谢意。

编委会成员以业余撰写为主，加以时间仓促，水平有限，不足之处恳请读者批评指正。

石油工业部石油勘探司

1985年10月

# 目 录

<b>第一篇 碎屑岩沉积相</b> .....	1
<b>第一章 概述</b> .....	1
<b>第一节 相的概念</b> .....	1
<b>第二节 沉积相的分类</b> .....	2
<b>参考文献</b> .....	5
<b>第二章 山麓—洪积相</b> .....	7
<b>第一节 洪积相总的特征</b> .....	7
<b>第二节 洪、冲积扇的沉积类型及油田实例</b> .....	10
<b>参考文献</b> .....	12
<b>第三章 河流相</b> .....	14
<b>第一节 河流的类型</b> .....	14
<b>第二节 现代河流的沉积环境</b> .....	15
<b>第三节 古代河流沉积的主要标志</b> .....	21
<b>第四节 标准相层序</b> .....	26
<b>第五节 河流相砂体与油气的关系</b> .....	28
<b>参考文献</b> .....	28
<b>第四章 湖泊相</b> .....	30
<b>第一节 湖泊沉积环境的特征</b> .....	30
<b>第二节 湖泊亚相类型和特征</b> .....	33
<b>第三节 湖盆中沉积相的共生组合和沉积旋回</b> .....	36
<b>第四节 古代湖泊岸线的确定</b> .....	39
<b>第五节 湖泊沉积的鉴别</b> .....	40
<b>第六节 湖泊沉积与油气的关系</b> .....	41
<b>参考文献</b> .....	43
<b>第五章 三角洲相</b> .....	44
<b>第一节 研究简况</b> .....	44
<b>第二节 三角洲的形成和主要特征</b> .....	44
<b>第三节 海相三角洲类型</b> .....	47
<b>第四节 湖泊三角洲</b> .....	54
<b>第五节 三角洲叶体的组合和沉积旋回</b> .....	63
<b>第六节 三角洲沉积与油气分布</b> .....	67
<b>参考文献</b> .....	68
<b>第六章 海岸沉积相</b> .....	70

第一节	海岸的定义和分类	70
第二节	无障碍海岸(滨岸)沉积相	70
第三节	有障壁海岸沉积相(泻湖—障壁岛—潮坪相)	31
第四节	泻湖、障壁岛、潮坪和各种海岸砂体与油气的关系	37
	参考文献	38
第七章	浊流相	90
第一节	概述	90
第二节	沉积物重力流	91
第三节	重力流的来源、搬运和沉积	95
第四节	鲍玛层序及浊积岩其他特征	98
第五节	湖底扇相模式及其在油气预测中的应用	104
	参考文献	117
二篇	碳酸盐岩沉积相	119
第八章	碳酸盐岩的主要特征和分类	119
第一节	碳酸盐岩的结构组分	119
第二节	碳酸盐岩的某些构造类型	129
第三节	碳酸盐岩的分类	133
	参考文献	136
第九章	现代碳酸盐沉积环境	138
第一节	滨岸浅水碳酸盐沉积	138
第二节	浅海陆棚碳酸盐沉积	141
第三节	现代生物礁	143
第四节	深海碳酸盐沉积	146
第五节	非海洋碳酸盐沉积	148
第六节	原生白云岩	149
第七节	现代碳酸盐沉积作用的基本特点	150
	参考文献	151
第十章	碳酸盐岩相带模式	152
第一节	按海水运动能量划分碳酸盐沉积相带	152
第二节	按潮汐作用划分碳酸盐沉积相带	155
第三节	按地理分布划分碳酸盐沉积相带	157
第四节	几种碳酸盐沉积相带模式之间的关系	161
	参考文献	162
第十一章	碳酸盐岩相分析实例	163
第一节	四川南部三叠系嘉陵江组相分析	163
第二节	贵州中泥盆统独山组鸡泡段的沉积模式	164
第三节	华北下奥陶统的沉积相分析	165
第四节	华北震旦亚界的相分析	167
第五节	有障壁的陆表海和潮汐作用	169

第六节	济阳拗陷沙一段湖相碳酸盐岩相分析 .....	170
第七节	苏北金湖凹陷阜二段、阜四段碳酸盐岩相模式 .....	172
第八节	湖泊碳酸盐沉积特点 .....	173
<b>参考文献</b>	.....	174
<b>第三篇 油区岩相古地理研究</b>	.....	175
<b>第十二章 相标志</b>	.....	175
第一节	岩性标志 .....	175
第二节	古生物标志 .....	191
第三节	地球化学标志 .....	201
<b>参考文献</b>	.....	203
<b>第十三章 剖面相分析</b>	.....	205
第一节	进展 .....	205
第二节	程序 .....	206
第三节	相分析 .....	208
<b>参考文献</b>	.....	214
<b>第十四章 陆源碎屑沉积盆地的岩相古地理条件分析</b>	.....	215
第一节	沉积物来源的分析 .....	215
第二节	古水动力条件的分析 .....	219
第三节	水体深度及古地形的分析 .....	223
第四节	古气候条件的分析 .....	228
第五节	水介质物化条件的分析 .....	231
第六节	岩相古地理条件的基本控制因素 .....	233
<b>参考文献</b>	.....	234
<b>第十五章 陆源碎屑沉积盆地岩相古地理图的编制</b>	.....	236
第一节	概述 .....	236
第二节	地层等厚图 .....	239
第三节	岩石类型图 .....	242
第四节	其它基础图件 .....	247
第五节	岩相古地理图 .....	250
第六节	砂岩体图 .....	253
第七节	岩相古地理图的分析和使用 .....	254
<b>参考文献</b>	.....	257

# 第一篇 碎屑岩沉积相

## 第一章 概 述

### 第一节 相的概念

#### 一、沉积相的概念

相 (facies) 这一概念最早由丹麦地质学家斯丹诺 (N. Steno, 1669) 首先引入地质文献, 并认为相是一定地质时期内地表某一部分的全貌。1938 年瑞土地质学家格列斯利 (A. Gressly, 1938) 开始把相的概念用于沉积岩, 他认为“相是沉积物变化的总和, 它表现为这种或那种岩性的、地质的或古生物的差异”。自此, 相的概念逐渐被接受和引用。

二十世纪初至近几十年来, 相的概念随着沉积学、古地理学的发展而广为流行, 不少学者对它进行了详尽的论述, 其中有三种主要观点。一是相是地层的观点, 把相简单地看作“地层的横向变化”; 另一观点是把相理解为环境的同义语, 认为相即是环境; 还有一种观点认为“相就是能表明沉积条件的岩性特征和古生物特征的有规律综合”。因此, 相是沉积物 (岩) 形成条件的物质表现。

上述观点表明对相的概念有着不同的理解。油气及其它矿产资源勘探事业的发展, 促进了沉积相的研究, 使人们对这一概念的理解逐步深入。目前较为一致的看法是, 相的概念中应包括沉积环境和沉积特征这两个方面的内容, 而不应当把相简单理解为环境, 更不应把它与地层的概念相混淆。相的较为完整的定义应该是“沉积环境及在该沉积环境中形成的沉积物 (岩) 特征的综合”。

沉积环境或沉积条件应包括: 自然地理条件、气候条件、构造条件和物源条件以及它们所决定的介质的物理条件、地球化学条件、生物条件。沉积物或沉积岩的特征应包括岩性特征、古生物特征和地球化学特征。

习惯上常采用岩相古地理这一名称, 它突出了沉积环境中的古地理条件和沉积物特征中的岩性特征, 把这两个术语联系在一起以代表沉积岩的最重要和最本质的内容。

相命名时本应包括地理和岩性两方面内容, 如湖泊砂泥岩相、浅海碳酸盐岩相……, 但习惯上仍把沉积相简化为地理环境, 如海相、陆相、海陆过渡相、河流相、三角洲相等。

与相的概念同时存在的还有沉积相、岩相等这些流行的术语。我们认为, 在沉积学中, 相就是沉积相, 二者是同义语。岩相是一定沉积环境中形成的岩石或岩石组合, 它们是沉积相的主要组成部分。岩相和沉积相是从属关系而不是同义关系。

#### 二、相变和相模式

沉积相在时间和空间上发展变化的有序性称相序递变。很早沃尔索 (Walther, 1894) 就指出: “只有那些没有间断的、现在能看到的相互邻接的相和相区, 才能重叠在一起”, 换句话说, 只有在横向上成因相近且紧密相邻而发育着的相, 才能在垂向上依次叠覆出现而



没有间隔(图 1-1)。这一规律通称为相序递变规律,是相分析中应遵守的基本准则。

以相序递变规律为基础,以现代沉积环境和沉积物特征的研究为依据,从大量的现代和古代研究的实例中对沉积相的发展和演变加以高度规律性的概括,归纳出带有普遍意义的沉积相的空间组合形式(横向的和纵向的),称为相模式。或者说,相模式是某种沉积环境中各种沉积特征的全面概括。沃克(R.G.Walker,1976)认为,标准相模式应起到以下四方面作用:

- ①对于比较的目的来说,它必须起一个标准的作用;
- ②对于进一步观察来说,它必须起提纲和指南的作用;

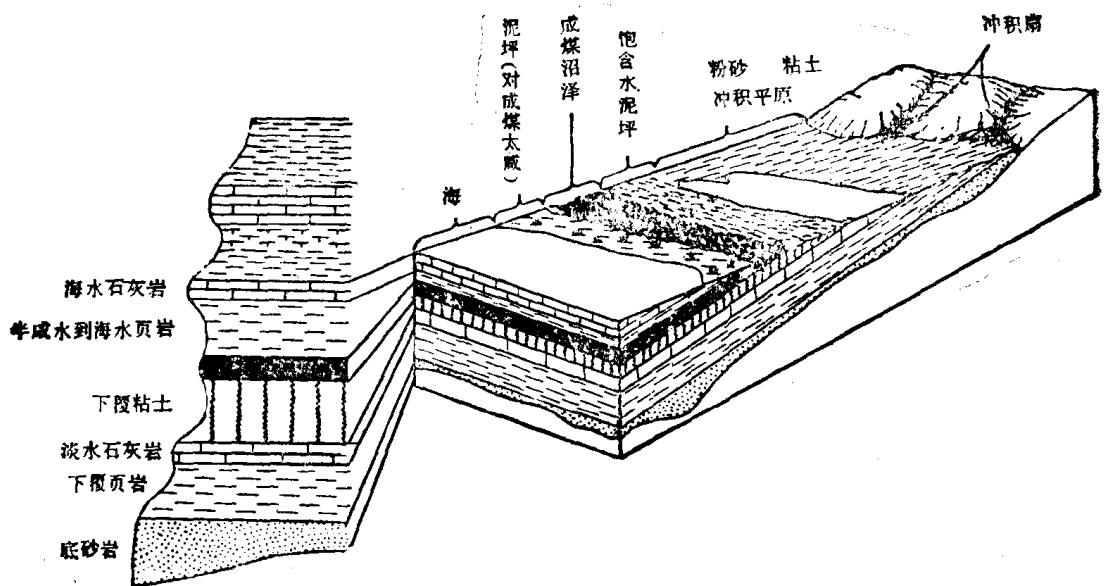


图 1-1 沃尔森相变规律示意图(示海进层序)

- ③对于新的地质区,它必须包“预测”的作用;
- ④对于所代表的环境或系统的水动力学解释来说,它必须包一个基础的作用。

掌握各种沉积环境的各种相标志和相模式,将是我们恢复和重建各种古代沉积环境的钥匙和手段。

## 第二节 沉积相的分类

基于上述概念,沉积相的分类通常以沉积环境中占主导的自然地理条件为主要依据,并结合沉积特征和其它沉积条件作进一步划分。本文采取“相组”和“相”分别作为一级相和二级相,在此基础上可进一步划分出“亚相”和“微相”,即三级相和四级相,反映微相内部的各种变化相当于五级相。与油气勘探和开发的进展程度相适应,常选择不同级次的相类型作为研究重点,如含油盆地的早期勘探多以一级和二级相为研究重点,油田内部勘探则以

三级和四级相为研究重点，而进入开发阶段时期五级相的研究就显得十分突出。

结合油气勘探特点，本文将分别叙述碎屑岩沉积相和碳酸盐岩沉积相。前者以砾、砂、粉砂、粘土等陆源碎屑物质为主，介质以浑水为特征，岩性以碎屑岩为主；后者以化学溶解物质尤其以碳酸盐物质为主，介质以“清水”为特征，岩性以碳酸盐岩为主。

目前各家对碎屑岩沉积相的划分虽不尽相同，但相差不大，今略举一级和二级相的划分如下：

(1) 陆相组 残积相和坡积相，山麓—洪积相，河流相，湖泊相，风成相，冰川相，沼泽相。

(2) 海相组 滨岸相，浅海陆棚相，半深海相，深海相。

(3) 海陆过渡相组 三角洲相，泻湖相，障壁岛相，潮坪相，河口湾相。

碎屑岩沉积相的一般模式见图 1-2。勒布朗 (R.J. LeBlanc, 1972) 作了更详细的划分 (图 1-3, 图 1-4 和图 1-5)。

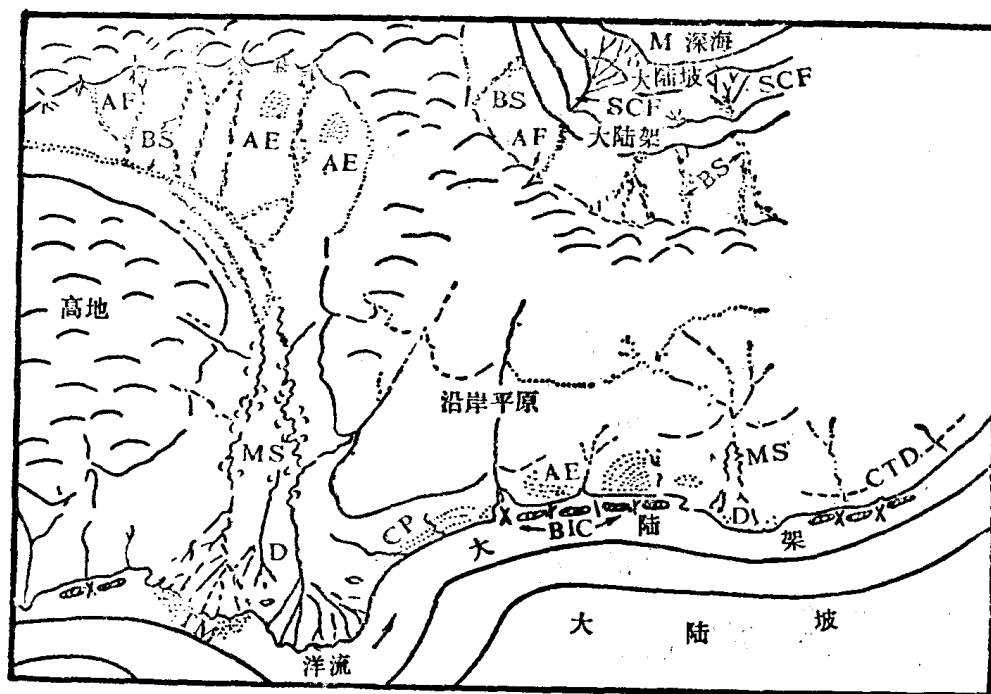


图 1-2 碎屑岩沉积相的一般模式 (据 R.J. 勒布朗, 1972)

AF—冲积扇；BS—辫状河；MS—曲流河；AE—风成沙丘；D—三角洲；CTD—沿岸—三角洲间；CP—千尼尔平原；BIC—堡岛综合体；TM—海漫；SCF—深海谷及深海扇；M—海相

沉积相的类型繁多，由于篇幅所限，本篇仅择与油气关系密切的几种主要碎屑岩相类型进行介绍。

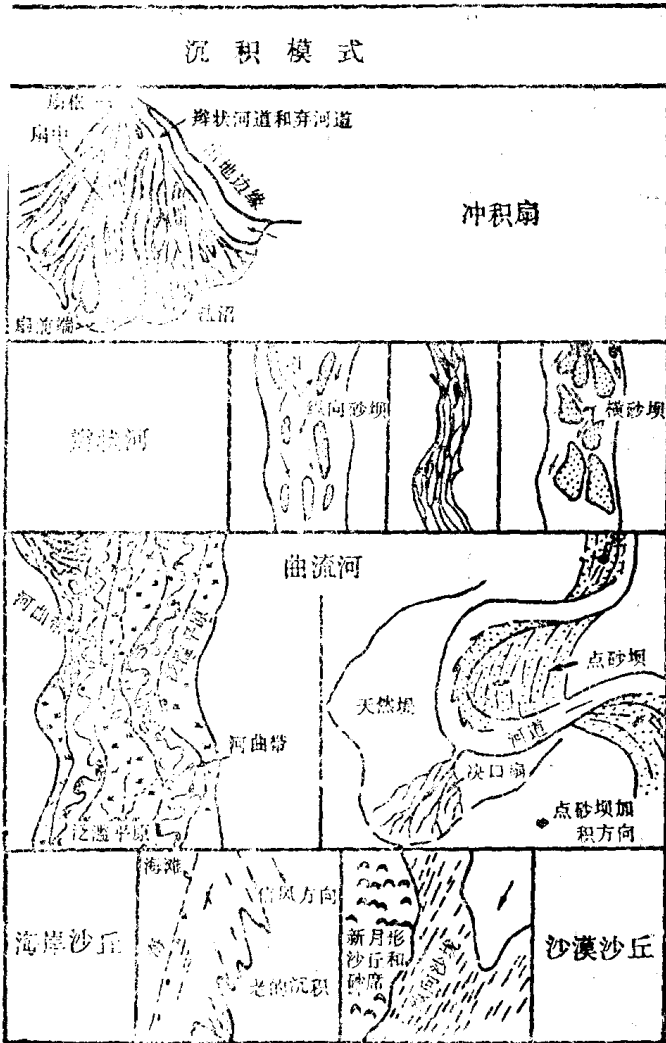


图 1-3 冲积和风电环境的碎屑沉积模式  
(据 R.J.勒布朗, 1972)

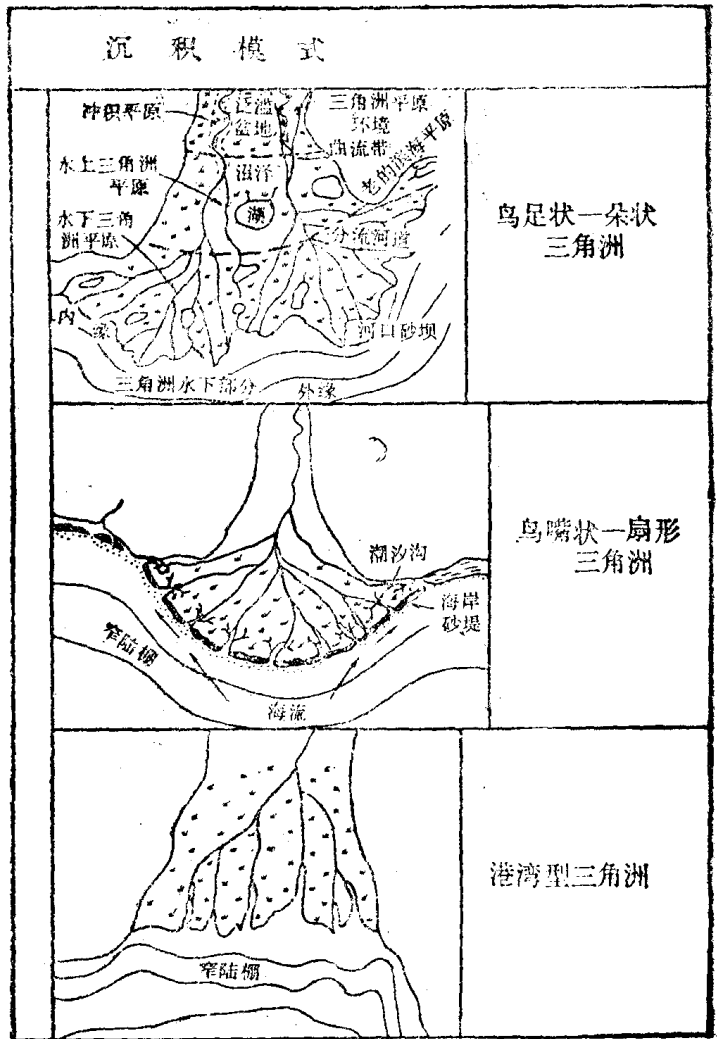


图 1-4 三角洲环境的碎屑沉积模式  
(据 R.J.勒布朗, 1972)

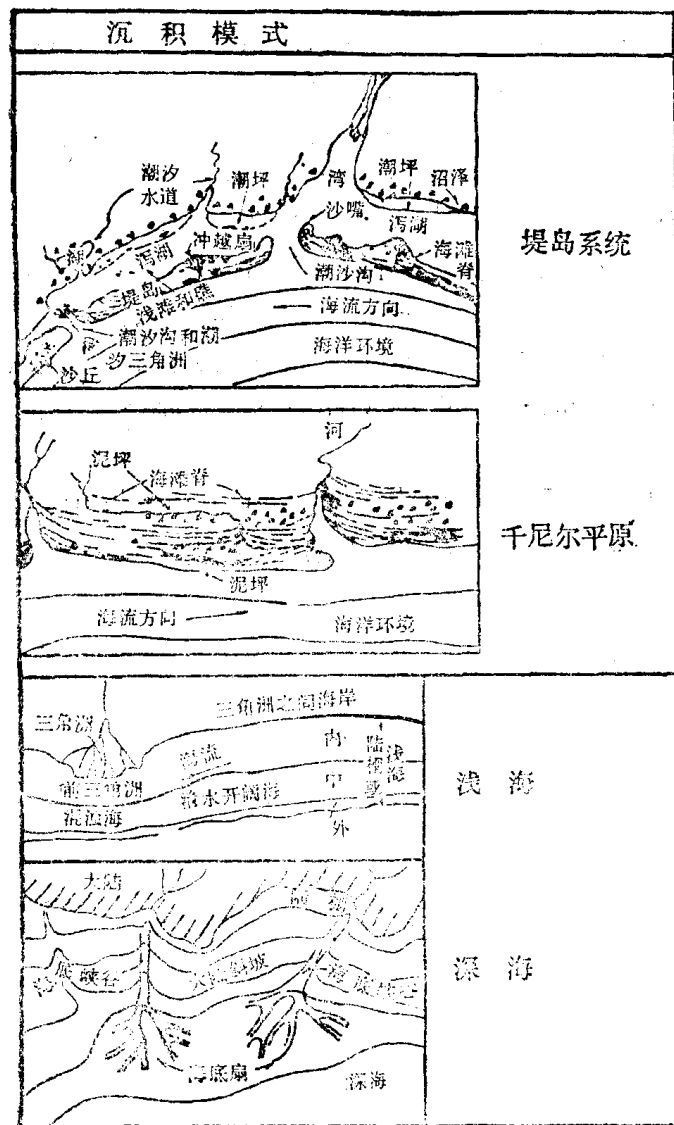


图 1-5 海岸三角洲之间和海洋环境的碎屑沉积模式  
(据 R.J.勒布朗, 1972)

### 参 考 文 献

- (1) 北京石油学院矿物岩石教研室：沉积岩石学，第十五至十八章，中国工业出版社，1961。
- (2) 华东石油学院岩矿教研室：沉积岩石学（下册）第十九章，石油工业出版社，1982。
- (3) B. II.马尔克维奇 (1957)，王述训、刘燕君译：相的概念，地质出版社，1957。
- (4) R.G.Walker (1976)，项仁杰译：沉积相模式讲座（一），国外地质科技，1979年第1期。
- (5) R.C.莫尔，E.D.马基 (1952)，张文佑译：地质历史中的沉积相，地质出版社，1956。

- [6] H. Blatt, G. Middleton, R. Murray (1980); **Origin of Sedimentary Rocks**, Second Edition, p. 617—629, Prentice—Hall, Inc.
- [7] R. C. Selley (1982) ; **An Introduction to Sedimentology**, Second Edition, p. 255—262, Academic Press Inc.
- [8] R. J. Weimer (1978) ; **Deltaic and Shallow Marine Sandstones Sedimentation, Tectonics and Petroleum Occurrences**, p. 3—4, AAPG Continuing Education Course Notes Series, No. 2.
- [9] R. J. Leblanc 1972; **Geometry of Sandstone Bodies: in Underground Waste Management and Environment Implications**, AAPG Memoir 18, p. 133—190.
- [10] P. E. Potter (1967); **Sand Bodies and Sedimentary Environments A Review**, AAPG, Vol. 51, No. 3, p. 337—365.

## 第二章 山麓—洪积相

### 第一节 洪积相总的特征

在干旱和半干旱气候地区出现季节性暴雨时,山地河流携带大量碎屑物质进入平原,在出口处,由于坡度突然变缓、流速变小、水流分散,再加蒸发和向下渗透,搬运物质的能力大为减弱,而使碎屑物质快速堆积下来,形成一个近半圆锥形的沉积体,称为洪积锥或扇(图 2-1)。若泛指山地河流出口处的堆积,而限于干旱气候,则称为冲积扇(锥)(图2-2)。洪、冲积锥(或扇)有下列类似的特征:

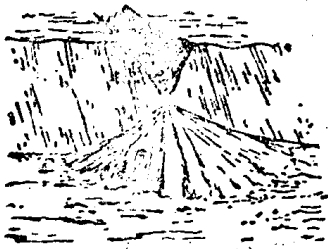


图 2-1 洪(冲)积锥分布的地理位置和形状立体示意图

#### 1. 岩性特征

主要由砾石、砂和泥质组成,混杂堆积,粒级范围广,分选差,成分复杂,与源区母岩成分一致。粒度粗,成熟度低,圆度不好,成分杂,分选差是洪积扇的重要特征。冲积扇的分选和圆度相对较好。

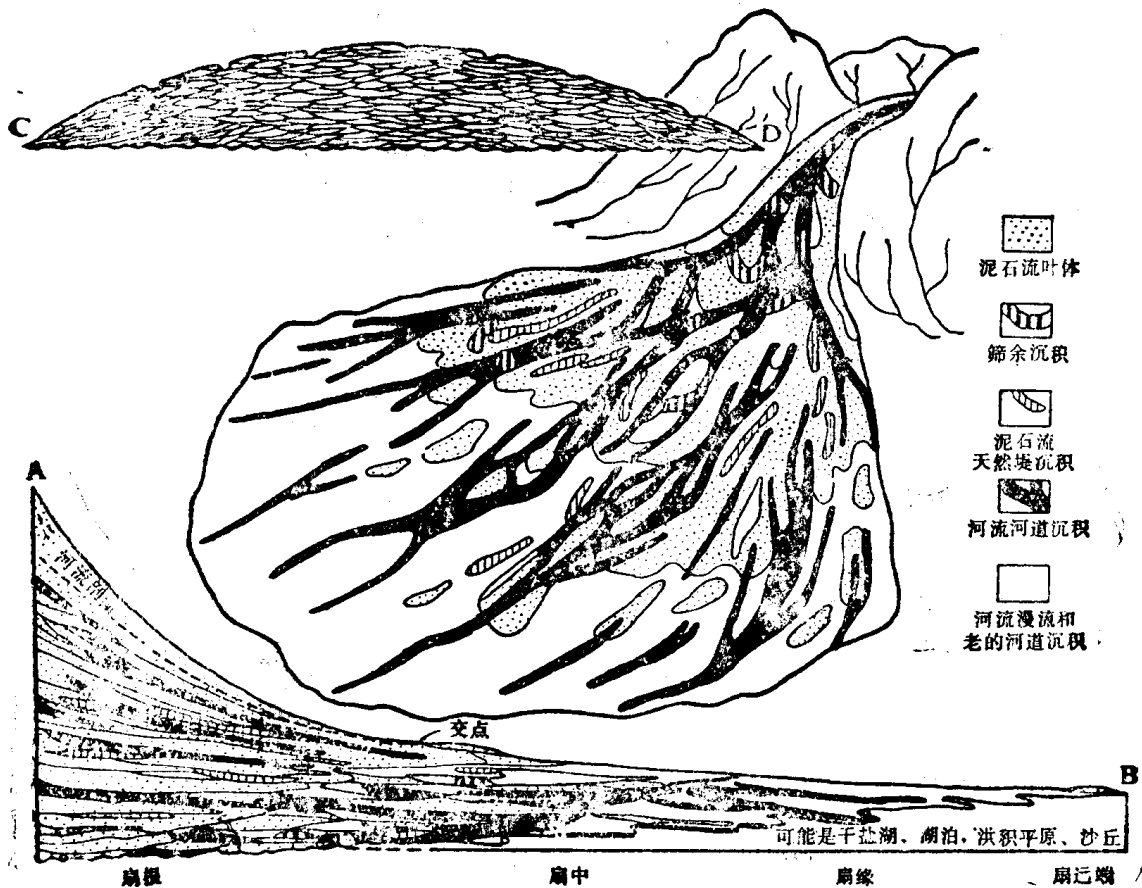


图 2-2 冲积扇的相带分布和剖面形态(据 Spearing, 1974)

AB—纵剖面; CD—横剖面

## 2. 沉积构造

扇根部层理不明显，多呈块状或透镜状。扇中部辫状河流发育处，河床砂砾岩沉积中可见洪水层理（不明显的平行层理）和大型单向斜层理。斜层较平直，细层倾角大，倾向平原。扇前缘或倾翼边缘，沉积物变细，可见水平层理或波状层理。砾石可呈叠瓦状排列，还可见冲刷-充填构造、泥球、泥裂、雨痕和流水波痕等。泥岩多呈红色，也有呈灰绿色的。

## 3. 化石

很少化石，在扇前缘含碳质碎屑和零星植物化石。

## 4. 岩体形态和分布

呈扇形或锥形，纵剖面呈底不规则顶凹的楔形，横剖面呈顶凸的透镜体，如图 2-2 所示。大者面积可达数十至数百平方公里，顶部高出周围平地可达数百米，体积数十立方公里。经常出现在断陷盆地陡岸一侧，在下降盘成群出现，侧向彼此相联接呈裙状沿断层分布。不同时期形成的扇的位置总有些侧向或前后迁移，彼此发生重叠。

锥体或扇体的大小和断层升降幅度、气候、母岩成分、地形高差等因素有关。泥质母岩区形成的锥体或扇体的体积较大。气候干旱时锥体或扇体坡度变陡，潮湿气候时坡度变缓，锥或扇坡度一般  $3\sim 6^\circ$ ，不超过  $10^\circ$  地形高差大时锥体或扇体范围大，厚度也大。断层下降盘

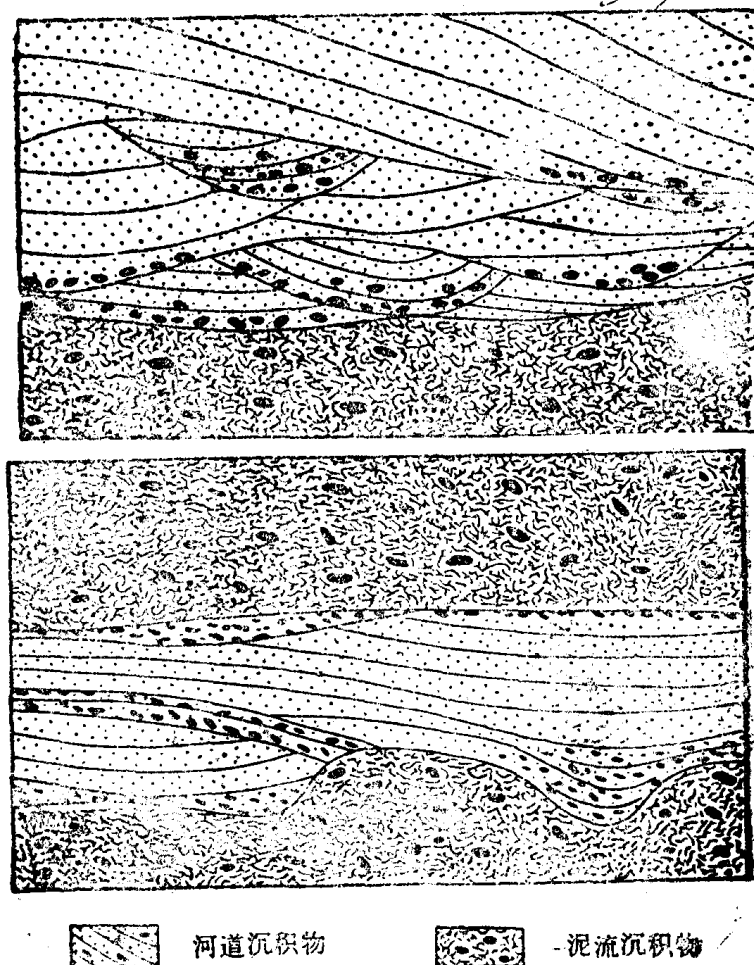


图 2-3 冲积扇沉积的层理构造  
(据 Blossenbach, 1954 修改)

持续下沉，并与补偿相适应，则锥体或扇体大，且易保存完整。

### 5. 垂向层序变化

洪(冲)积锥(扇)的整个剖面都由分选差的砾、砂、粉砂的层或透镜层组成。每个单层在垂向上由底向顶部都有粒度变细的趋势，或是泥石流和河流沉积两者交互出现，各具不同层理构造特点(图 2-3)。若后期形成的扇体向山外移动，则粒度向上变粗，若是向山内移动(山被侵蚀后退)，则粒度向上变细(图 2-4)。在自然电位曲线上整个剖面分层不明显，呈块状或锯齿状组合特征，幅度中到低幅，在齿形叠置时反映为漏斗型、箱形、钟形的轮廓特征，齿中线相互平行。

### 6. 储油物性

锥或扇体中部辫状河道砂砾岩体的物性较好，若邻近有油源条件，油气多聚集在这里。筛余亚相沉积的物性也较好，但较少出现。

冲积锥或扇砂砾岩体与周围其他沉积物比较，后来压缩的程度较小，故在地层中常呈突出的透镜体。若是体积很大，上覆岩层弯曲，在构造图上有时会被误认为是鼻状构造。这种情况在我国东部中-新生代含油盆地中常见。

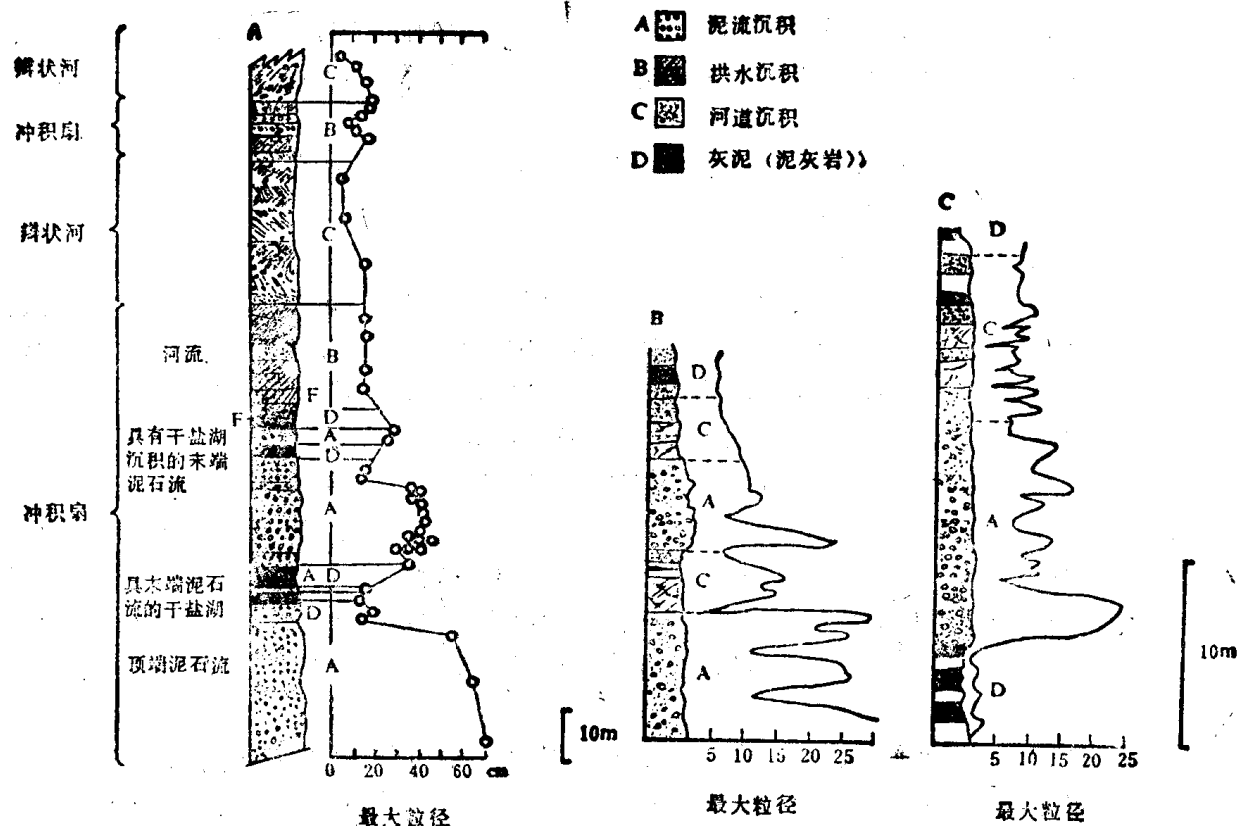


图 2-4 半干旱气候条件下的冲积扇层序

A—苏格兰老红砂岩(据Bluck, 1967); B和C—赫布里底群岛新红砂岩(据Steel, 1974)



## 第二节 洪(冲)积扇的沉积类型及油田实例

组成洪(冲)积扇的沉积物或亚相,按形成机理和相应的岩性,可分成四种类型(图 2-2),

### 一、泥石流沉积

泥石流是一种高密度流,当水流携带的砾、砂、泥沉积物达到足够数量时,就形成了密度大、粘度高、呈可塑性状态的流体,称为泥石流。当泥石流中呈拖曳状态搬运的大量碎屑物质在山前堆积后,就形成了泥石流沉积。它经常出现在冲积扇的根部。

泥石流含固体物质很多,可达 40~60%,甚至 80%,其中泥质很多,水在其中已不是搬运介质,而是组分。而另一种含固体物质较少,泥质含量较低,颗粒与颗粒之间互相碰撞呈支撑搬运的,可称之为颗粒流或碎石流。这是两种不同性质的密度流沉积。

泥石流沉积主要形成于山势陡峻地段,多为泥质岩母岩区,粗碎屑分布不均,分选和圆度最差,成分杂,呈杂基支撑结构,层理不明显,多呈块状。碎石流的物源多来源于坚硬母岩,如花岗岩。

泥石流沉积无论古代和现代都分布较广。

### 二、辫状河道沉积

当洪积扇(或锥)堆积到一定程度,坡度稍微减缓,下次洪水来时便在扇表面下切冲刷出许多放射形水道,形成河道沉积,它以砾砂为主,具大型斜层理及明显的切割-充填构造,主要分布在扇的根部和中部,以中部发育最好,特征详见辫状河流沉积。

### 三、漫流沉积

为漫出辫状河道之外的细粒悬浮沉积物,多分布于扇的中部和前端的边缘。由于沉积较缓慢,以垂向加积为主,而常显水平层理。

### 四、筛余沉积(sieve deposits)

含泥质较少的稀性泥石流或颗粒流形成的洪(冲)积锥(扇)表面,渗透性较好,好象筛子,当下次洪水来时,往往流得不很远,其中水和细粒泥砂物质便渗漏到锥(或扇)的表面下部去了,所残留下来的砾石层,称为筛余沉积。它和周围沉积物在粒度上有较大的差别,大部分分布在扇的根部,是冲积扇中的一种很特殊沉积,出现较少。

上述四种沉积物中,以泥石流和漫流沉积所占的数量最大,筛余沉积最少(图 2-2、图 2-3)。这些沉积物的分布从扇根至扇缘呈有规律的变化:扇根坡度最陡,又近物源,以泥石流和筛余沉积为特征;扇中坡度较小,以河道充填沉积为特色;扇前缘坡度平缓,以漫流沉积为特色。整个锥或扇的沉积物的粒度和层理构造也作相应的变化,从扇根至扇缘,粒度由粗变细,砾石含量减少,泥质含量增加,层的厚度减薄,层理由不显到出现斜层理及水平层理。

冲积扇在横向上,向源区方向与残积、坡积相邻接;向沉积区常与冲积平原组合或风成-干盐湖相相接(图 2-5)。与河流或湖泊或沼泽沉积呈超覆或舌状交错接触。有时也可以与滨海平原沉积共生。这种相变取决于洪积扇所处地理位置、构造条件和区域气候条件。

洪积相沉积虽然比较复杂,但其主要沉积有两类,一是具密度流性质的泥石流,其次是短促河流(辫状河)的牵引型水流。在粒度分布的 C-M 图上,泥石流表现为与 C=M 线平行的图形,与浊流图形相似,但 C 与 M 的比值,在泥石流中为 40~80,浊流为