

Architecture and Modeling

# 河流储层构型 和建模技术

张金亮 王金凯 徐文 谢俊◎著



石油工业出版社

中央高校基本科研业务专项资金资助

# 河流储层构型和建模技术

张金亮 王金凯 徐文 谢俊◎著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书应用河流沉积学的新理论和新方法,重点论述了河流沉积相类型、储层构型和建模技术,阐述了河流尺度下的储层定量描述及精细储层表征技术方法。同时结合河流相储层实例研究,完善了不规则井网区的储层建模技术,促进了河流沉积学研究油气田生产的结合。

本书可供从事油气田勘探开发的广大地质工作者及油气资源专业师生参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

河流储层构型和建模技术 / 张金亮等著. — 北京 :  
石油工业出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-5183-1600-7

I. ①河… II. ①张… III. ①河流-储集层-研究  
IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 050980 号

---

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: [www.petropub.com](http://www.petropub.com)

编辑部: (010) 64523712

图书营销中心: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限公司

---

2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 14.5

字数: 380 千字

---

定价: 98.00 元

(如出现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

# 前 言

近 20 年来，笔者团队通过对国内外 40 多条现代河流沉积学考察，有些认识是从模糊到清晰，有些认识是从清晰到模糊。像曲流河、辫状河及顺直河都应该算到单河道范畴里面，因为它们都被细粒河岸沉积物所限定。曲流河和辫状河的最大差别就是辫状河的河道里面多了一些横七竖八的沙坝而已，它们既可以相互转化又可以同期共存。网状河和分支河算是真正的多河道体系，组成网状河的每个单河道既可以是曲流河也可以是顺直河，还可以是辫状河。同样，组成分支河的单河道也可以是多种多样的。分支河的概念提出来以后，普遍受到人们的关注，似乎我们之前使用的末端扇、曲流河扇、辫状河扇等概念都可以装到这个“口袋”里面，不管构造背景和气候条件如何，也就是说干旱背景条件下发育的末端扇和潮湿气候条件下发育的曲流河扇都可以纳入分支河体系，乃至某些三角洲的陆上体系都可以纳入。看来，分支河这个口袋太大了。

本书本来主要论述构型和建模技术，但是大家觉得还是要把河流的沉积相和沉积模式做个介绍，这就有了现在的第一章。实际上目前的河流沉积相和沉积微相的描述还有很大的不确定性，就像书中所谈到的，在河床亚相中，河床滞留沉积微相就存在不确定性，不能构成独立的单元，无法进行微相制图。因此，沉积微相划分就存在不确定性，在油田实际应用中就存在问题。实际上，在曲流河沉积相分析中，河道内除了厚的点坝外，还有连续或不连续的厚度较小的砂体，也就是说河道内除了点坝外还存在一个滩相，可以是沙滩，也可以是泥滩，还可以是砂泥混合滩，有人说不如叫沙坪、泥坪和混合坪。但是，这些概念的应用还要反复斟酌才好，以免望文生义。也就是说，除了边部的点坝沉积，河道沉积里面深泓线充填沉积也是必不可少的一个微相组成部分，而且是重要的部分。这样，曲流河河床亚相至少含有点坝和河心滩微相。以前说曲流河是凹岸侵蚀，凸岸沉积，要说凹岸也有点坝沉积往往不被认可，现在看来，凹岸在合适的条件下同样存在点坝沉积，是一种反向点坝。辫状河也是一样，除了河道内部存在各种沙坝外，沙坝之间同样存在薄层砂体。按照习惯思维，厚者为坝，薄者为滩，河道内的砂体至少可以划分为心坝和心滩两个砂体微相。遗憾的是，心滩是个老概念，一直用来描述辫状河的河道沙坝。有人建议用坪来概括这些薄一点的砂体，但是坪已经有人用在河流的大型底形的复合体描述中，显然用来表示河心沙滩也有概念混淆的倾向。可以看出，在河流沉积相分析中，确实还存在一些问题，甚至是一些最基本的问题。要是真正从构型出发，这些问题也就迎刃而解了。因此，构型分析的方法对我们解决河流相的各种单元描述还是很有帮助的，是一个值得学习和应用的手段。

随着构型分析技术的发展，对储集砂体的表征描述程度越来越精细，但油藏三维地质建模和数值模拟精度却很难提高，这也一直困扰着众多研究者。我们团队通过开展国际前沿技

术调研,结合自身研究实践经验,在储层构型的建模、数模方面开展了大量工作,尝试性地提出了一些观点,特别是在河流相储层砂泥岩建模预测及数值模拟等方面,开创了新的研究思路,形成了一套适合于复杂井网区的河流相储层建模、数模方法,并成功进行了应用。但由于不同沉积相及储集砂体的构型要素及构型样式差别较大,这些技术的应用还存在很大的局限性。因此,要完善油气藏构型建模数值模拟技术体系,还有很长的路要走。

本书由张金亮、王金凯、徐文和谢俊共同完成,参加前期文字和图件整理工作的还有张珂、李娜和王若珊,参加前期研究工作的还有肖峰、刘莉莉、张伟、李小锋、刘龙龙、孙中强和王广群。本书能够出版,要感谢北京师范大学的关心和支持,并提供了“中央高校基本科研业务费专项资金资助”(编号 2015KJJC B11)。感谢那些帮助和支持我们的朋友和同事,特别感谢张昌民教授和赖志云教授多年来在河流沉积学方面的指导,并一起从三八滩到马羊洲,从国内到国外,从东海之滨到雪域高原,探寻并聆听古今河流对我们的启示。感谢很多的学者、朋友和同事对我们工作的无私关照和指导,包括韩国首尔大学的 Yong Il Lee 教授、美国得克萨斯基督教大学的 John Holbrook 教授、英国哈利瓦特大学的 Ken Sorbie 教授、沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学的 Shuyu Sun 教授、美国俄克拉荷马大学 Matt Pranter 和 Zulfiqar Reza 教授以及哈斯额尔敦教授,帮我们提高了很多对河流沉积学和地质建模技术的认识水平,在此表示深深的感谢!

张金亮

2017年5月23日

# 目 录

<b>第一章 河流沉积体系</b> .....	(1)
第一节 概述 .....	(1)
第二节 河流分类方案 .....	(4)
第三节 曲流河沉积相 .....	(11)
第四节 辫状河沉积相 .....	(27)
第五节 网状河沉积相 .....	(35)
第六节 末端扇沉积 .....	(39)
第七节 分支河体系 .....	(45)
<b>第二章 河流储层构型</b> .....	(51)
第一节 概述 .....	(51)
第二节 构型基本原理及方法 .....	(54)
第三节 河流储层构型分析 .....	(74)
<b>第三章 河流尺度规模</b> .....	(101)
第一节 概述 .....	(101)
第二节 河流砂体尺度规模分析方法 .....	(102)
第三节 河流砂体尺度规模确定及地质知识库建立 .....	(130)
<b>第四章 河流相储层建模技术及应用</b> .....	(131)
第一节 概述 .....	(131)
第二节 储层建模流程 .....	(134)
第三节 河流相储层建模技术及应用 .....	(153)
<b>第五章 河流相储层数值模拟</b> .....	(194)
第一节 河流相储层数值模拟技术及方法 .....	(194)
第二节 河流相储层数值模拟应用实例 .....	(205)
<b>参考文献</b> .....	(219)

# 第一章 河流沉积体系

## 第一节 概 述

河流是水在重力影响下由高势能区向低势能区流动过程中侵蚀开凿出来的水道，也指在固定的线状河床中经常性存在的水流。河水来源于大气降水、冰雪融化、湖泊沼泽等地表水体及地下水的补给。河流是流水由陆地流向汇水盆地的通道，是侵蚀改造大陆地形并把风化物由陆地搬运到湖泊和海洋中去的主要营力，同时也是大陆区主要的沉积营力。

地形高处的众多小河流逐级汇合形成大河流，大河流称为主流或干流，较小的河流称为支流，一条河流沿途可以接纳很多支流，并形成复杂的干支流网络，这个水流网络体系就是常说的水系。水系的形式反映了水流的顺势而下、水流的侵蚀切割、沟谷发育的时间顺序等，均与该区域的岩石类型、地质构造特征及地貌发育的历史过程等有密切的关系。水系的几何形态多种多样，但以树枝状水系最为常见，且规模巨大。一个发育完善、典型的水系通常可划分出河源、上游、中游、下游和河口区等几个河段。

有的河流外流入海形成外流河，有些河流消失于内陆环境而形成内陆河，有的河流还可因季节不同而河水倒流。每一条河流及每一个水系在陆地上都有一定的补给面积，这部分面积或集水区就是河流及水系的流域。通常把水系中所有河流所能汇聚到的大气降水的区域称汇水盆地或流域，可用水系长度度量河流主流的绝对长度。由两个相邻集水区之间的最高点连接成的不规则曲线，即为两条河流或两个水系的分水岭。对于任何河流或水系来说，分水岭之内的范围，就是它的流域面积。侵蚀能力较强的水系可把另一侧侵蚀能力较弱的水系上游或其支流袭夺过来，这种现象称为河流的袭夺。

被河水开凿和改造的线状谷地称为河谷，河谷的基本形态包括横向和纵向，横截面为一谷地形态，从谷缘向下为谷坡，谷坡上可发育阶地，谷底为河床和河漫滩。河谷形态受河流流经地段岩性、地形坡度、地质构造及地壳运动等因素的影响，往往可以反映河流发展阶段。从空中可以看到河流，有的在高山峡谷中汇集，有的在平原上蜿蜒行进，有的交织蜷曲着，构成一幅幅美丽的画卷，展示着不同的河道形态（图 1-1）。

流水及载荷对河床底部的侵蚀称为河流的下蚀作用，其作用强度因流速、河床的岩性及流水中的含沙量等因素而异。上游河流下蚀河谷的能力较强，形成河谷深度远大于谷底宽度的“V”形河谷。当河流流经岩性软硬不同的河床时，下切作用产生的差异也可造成谷底在纵向上呈阶梯状，从而构成流水明显的叠水现象，高差大的河段称为瀑布，高差较小的河段称为急流（图 1-2）。当然，除了岩性的差异外，这些阶梯状陡坎也可由断层、火山作用或冰川作用等原因形成。在瀑布较发育的河段，陡壁底部可被侵蚀而掏空，陡壁的垮塌可导致瀑布后退，形成尼克点（Knickpoint）。

河流地质作用过程表现有侵蚀作用、搬运作用和沉积作用，上游流水的动能活力表现为

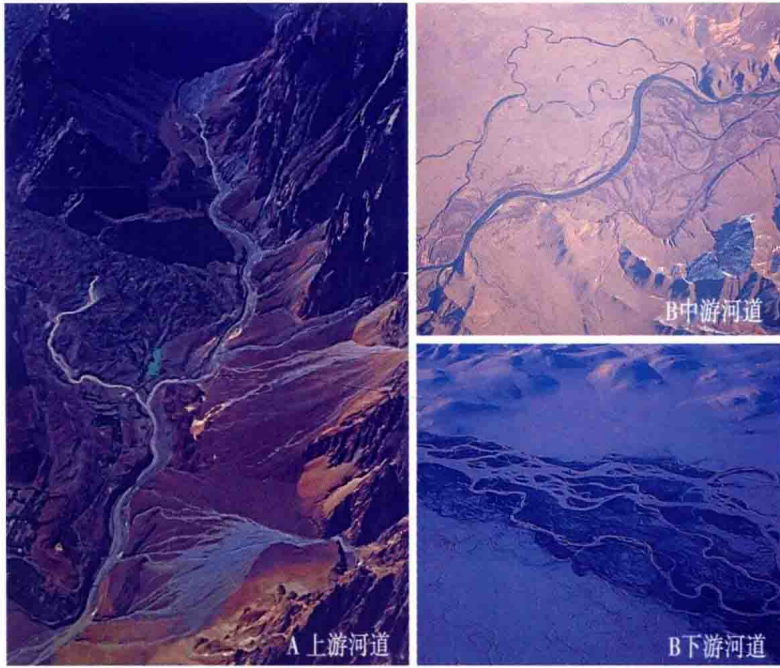


图 1-1 空中看到的河流形态



图 1-2 瀑布和急流

侵蚀作用；中下游流水的活力逐渐与其负荷处于动态平衡状态，甚至处于过负荷状态，在河口区则主要以沉积作用为主。在现代河流体系中，我们看到，除了河谷中出现坡积裙，还可出现小型的冲积扇和三角洲。有的河床发育边滩，有的发育心滩，滩体可以是砾质、砂质还



可以是泥质。河岸可以是泥质漫堤，还可以是草沼，甚至是树沼（图 1-3）。

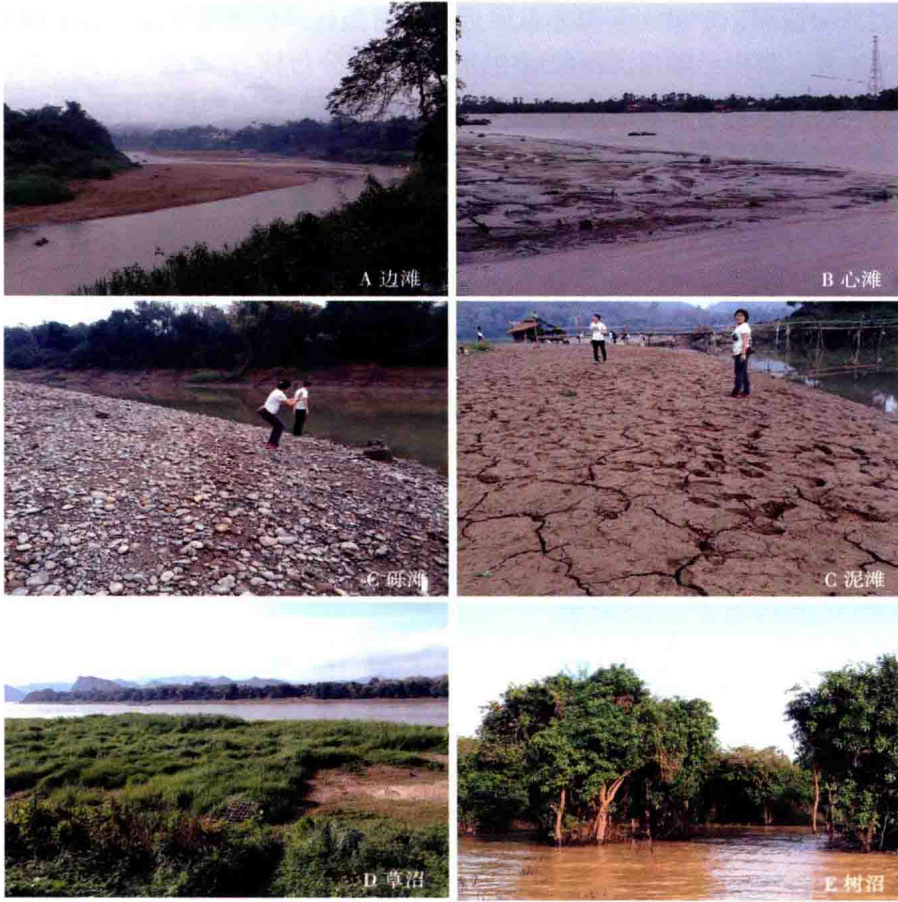


图 1-3 现代河流的地貌单元

显然，河流的动能对地质作用是至关重要的，但这种作用不是无止境的。当流水下蚀作用到达一定的深度，即河水面趋近于其注入水体的水面时，河水不再具有位能，流动趋近停止，活力趋近零，下蚀作用也趋于停止。河流注入的水体水面可认为是下蚀作用的基线，称为河流的侵蚀基准面。一般把海平面看作河流的侵蚀基准面。一些河成湖或河漫湖泊也是注入河流的相对侵蚀基准面。

河流的侵蚀基准面会因地壳运动或其他的原因使其发生变化。如地壳抬升便会加剧河流的下蚀作用和向源侵蚀作用。当地壳下降时，河流的下蚀作用减弱而转变为以沉积作用为主。当河流下蚀作用发育到一定的阶段，河流的活力仅能克服其负载时，河流的侵蚀作用和沉积作用将达到平衡状态，这时河流的纵剖面称为河流的平衡剖面，平衡剖面虽然是个理想的剖面，但对研究河流的沉积动力学过程有着重要意义。

河流是人类文明的发祥地，今天大的江河流域依然是人口密度最大的地区，河流的生态资源、环境资源、交通运输、水力发电、农业水利资源对于人类都具有重要的意义。古代河流沉积富含各种能源矿产，河流相储层更是油气藏的主要储层类型之一。河流沉积由河流的运动形成，在地质记录中很常见；河流沉积历史久远，存在于太古代一直到第四纪的所有地层中，分布于世界不同的地区，在合适的地质地理条件下，河流可形成大规模的沉积物堆

积，沉积地层厚度可达数千米以上，并富含石油、天然气、煤、金、铀等重要的矿产资源。河流沉积学的概念最早可追溯到英国地质学家查理士·莱伊尔（G. Lyell）那里，他在1830年所著的《地质学原理》中就对新奥尔良附近的密西西比河的曲流河段进行过研究。

在我国中生界、新生界陆相沉积盆地中，河流沉积分布较为广泛，例如：鄂尔多斯盆地的侏罗系、松辽盆地白垩系、渤海湾盆地的新近系、准噶尔盆地的侏罗系及塔里木盆地的新近系等。据不完全统计，河流沉积储层中的石油储量占到了我国油田动用储量的一半左右。因此，研究河流沉积环境和沉积相对油气勘探开发具有重要意义。

## 第二节 河流分类方案

河流在地表流动时由于受到气候（主要是降雨量）、地质构造、地貌形态（地形起伏）、基岩性质和植被发育等因素的影响，常具有不同的类型。不同的河流在河道的几何形态（宽深比、弯曲度）、沉积负载、稳定性、发育阶段等方面均存在差异，这些因素通常作为河流类型划分的依据。不同类型河流的沉积环境和沉积相各不相同，因此，河流的分类是建立沉积相模式的前提和基础。

### 一、按照河流的发育阶段划分

河流水系就是由主流和所有支流共同组成的水网，山区河流和平原河流表现出不同的地形地貌和河床纵剖面梯度，一条河流随着时空变化，河流梯度会从陡峭逐渐变为平缓。一个水系通常由河源、上游、中游、下游和河口区几部分组成。有人将中游和下游合并为中下游，还有人将河口区归为下游。按河流侵蚀旋回发育阶段的不同，还可将河流划分为幼年期、壮年期、老年期（Davis, 1899）。山区河流多为幼年期，平原河流多属壮年或老年期；同一水系，上游可属幼年期，中游属壮年期，下游则属老年期。不同的河流发育阶段，河流作用和河流特征具有明显的差异（图1-4）。

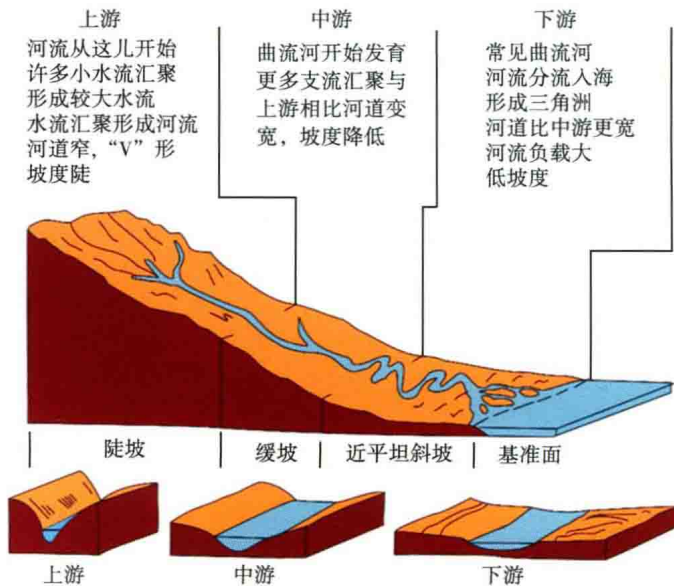


图1-4 河流发育阶段及其剖面特征（据 Jain, 2014）

上游多为山区河流，属于支流汇聚区，由众多的支流组成，河流的河床坡度大，地形陡峭，水流湍急，其地质作用过程以侵蚀作用为主，河谷呈“V”字形，如长江三峡。由于坡度大，河流具有较大的动能，细粒物质被冲走，只有粗粒物质成为滞留沉积，砾石成分复杂，呈叠瓦状排列，一般厚度不大，常呈透镜体分布于河道之中。

中下游属于河流干流区，地形上从丘陵地带到平原地带。中游河段多为丘陵地区，基本上属于干流运输区，河流的河床坡度相对减小、流速相对减慢、流量明显增大，其地质作用过程以搬运作用为主。随着河床纵剖面坡度由陡变缓，沉积作用逐渐明显。河流的侧向侵蚀和加积作用较为显著，河谷形成不对称宽“V”字形，并随着河道不断展宽，河谷断面形态渐变为“U”字形。下游河段多为平原区，主河道流量大但流速缓慢，侧向侵蚀和加积作用明显，河谷横剖面为宽阔的冲积平原，河流多呈蛇曲状，以侧向侵蚀和堆积作用为主。下游及河口区的河床坡度更小，水流逐渐分散，流速减慢，位于河流末端的河口区，是河流注入稳定或不稳定水体的地区，到河口后水流的能量逐渐衰减为零，其地质作用过程以沉积为主。注入到海洋和湖泊的河口区大多发育三角洲，当潮汐能量远远大于河流水动力时，河口区可以形成河口湾。注入不稳定水体或干旱气候沙漠中的内陆河流，因水流逐渐消失，形成一种特殊的河流末端体系。

## 二、按照河道的平面形态划分

依据河道的平面形态对河流的分类是近年来的总趋势，国内外现已涌现出了许多按河道的平面形态进行河流分类的方案，但每种方案都存在其不足之处。现在被地质学界普遍接受的是 Rust (1978) 根据河道弯曲度和辫状指数两个平面形态参数进行的分类。河道弯曲度是指河道长度与河谷长度之比，又称为弯度指数，其临界值为 1.5，小于 1.5 者为低弯度河流，大于 1.5 者为高弯度河流。河道辫状指数是指在每个平均蛇曲波长中河道沙坝的数目。其临界值为 1，小于 1 者为单河道，大于 1 者为多河道 (图 1-5)。

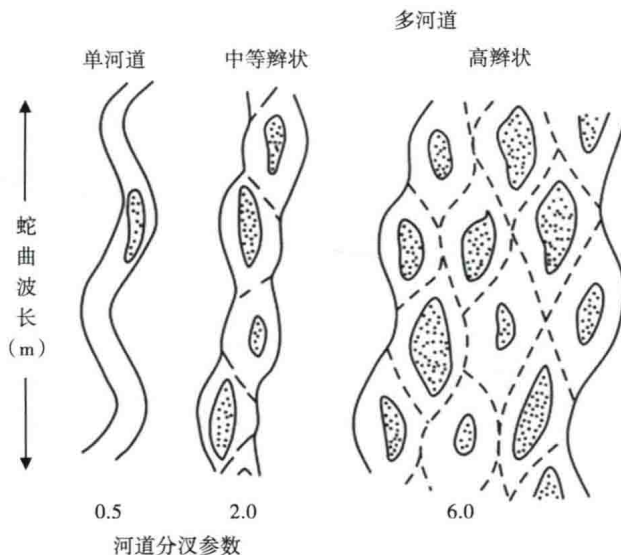


图 1-5 单河道和多河道河流示意图 (据 Rust, 1978)

根据以上两个参数，Rust (1978) 将河流划分为直流河、曲流河、辫状河和网状河几种类型。不同类型的河流具有不同的径流状态、不同的沉积物搬运方式和不同的沉积特点

(图 1-6)。Rust (1978) 的河流分类方案对国内影响较大, 多数教科书都以此为基础对不同  
类型河流的沉积环境和沉积相进行讲述。

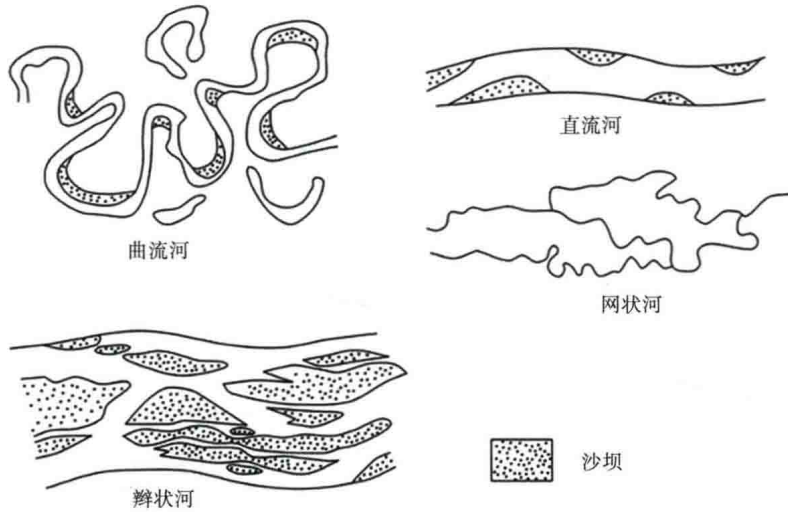


图 1-6 主要的河道类型 (据 Rust, 1978)

钱宁 (1985, 1987) 的河流分类在我国水利学界和地貌学界受到广泛重视。他在吸收了国外分类的精华后, 将河流分为激荡河流、分汊河流、弯曲河流和顺直河流四类 (表 1-1)。

表 1-1 钱宁 (1985, 1987) 的河流分类

河型	形态特征	运动特征	稳定性	边界特征
游荡	散乱多汊	游荡	极不稳定	河岸物质组成比较粗, 缺乏抗冲性
分汊	分汊	各支汊相互消长发展	可以从稳定到介于游荡与弯曲之间	两岸物质具有一定的抗冲性, 长江型的稳定江心洲河道上、下游多存在控制节点
弯曲	弯曲	深切河曲: 下切 自由弯曲: 蜿蜒 限制性弯曲: 平移	比较稳定	两岸具有一定的抗冲性
顺直	顺直	犬牙交错的边滩 不断向下游移动	稳定	两岸物质组成很细, 或受基岩及树木钳制

### 三、根据河流负载类型划分

Schumm (1977) 根据河流负载的类型及沉积物搬运方式将河流区分为底负载河道、混合负载河道和悬移负载河道 (图 1-7)。

辫状河主要是底负载河道 (bed-load channels), 曲流河为混合负载河道 (mixed-load channels) 和悬移负载河道 (suspended-load channels), 而网状河则多为悬移负载河道。由

于古河道的弯曲度难以直接辨别，而河流的负载类型与河流沉积的层序结构又密切相关，因此，研究河流的负载类型有助于地质学家认识古河流的沉积结构，恢复古河流的沉积环境，并应用于矿产资源的开采方面。

河道类型	河道充填物成分	河道几何形态			内部构造		侧向
		横剖面	平面形态	砂岩等岩性图	沉积结构	垂向层序	
底负载型河道	以砂为主	 宽/深比大，底部冲刷面起伏小到中等	 顺直到微弯曲	 宽的连接带	 河床加积控制沉积物充填	 不规则，向上变细，发育差	 多侧河道充填物在体积上通常超过漫滩沉积
混合负载型河道	砂、粉砂和泥混合物	 宽/深比中等；底部冲刷面起伏大	 弯曲	 复杂的、典型的“串珠状”的带	 充填沉积物中既有河岸沉积，又有河床沉积	 各种向上变细的剖面，发育好	 多层河道充填物一般少于周围的漫滩沉积
悬浮负载型河道	以粉砂和泥为主	 宽/深比小到很小，冲刷面起伏大，有陡岸。某些河段有多条深泓线	 高弯曲到网状	 鞋带状或扁豆状	 河岸加积（对称的或不对称的）控制沉积充填	 细粒物质为主的层序，因而垂向变化可能不清楚	 多层河道充填物被大量的浸滩泥和黏土所包围

图 1-7 底负载、混合负载和悬浮负载河道的沉积特征 (据 Galloway, 1977)

#### 四、河流的构型样式分类

Miall (1985) 根据多年的研究，提出了“构型（或建筑结构）要素分析法（Architectural element analysis）”，内容包括界面分级（Bounding surface hierarchy）、岩相类型（Lithofacies）及构型要素（Architectural elements）。他强调岩相组合和砂体几何形态的研究，并提出了八种基本构型要素，最终按照构型要素组合将河流划分为十二种模式，他称之为构型样式，实际上包括了各种河流及与河流相关的冲积扇等沉积相模式（图 1-8）。

#### 五、与冲积扇有关的河流分类

Stanistreet 和 McCarthy (1993) 将冲积扇按照其成因划分成 3 种主要类型：（1）泥石流扇，主要由泥石流作用形成的冲积扇，即通常所说的干扇；（2）辫状河扇，主要由辫状河作用形成的冲积扇，也即湿扇；（3）低弯度曲流河扇，主要由曲流河作用形成的冲积扇（图 1-9）。这样许多经典研究的冲积扇乃至河流复合体都可以归到这三种类型之中，加利福尼亚死亡谷冲积扇（Death Valley fans）是大坡度泥石流扇的一个例子，而大型的印度柯西扇（Kosi fan）以及阿拉斯加的雅那扇（Yana fan）则是辫状河扇的例子，低弯度曲流河扇可能很少见，不过博茨瓦纳的奥卡万戈扇（Okavango fan）就是一个很好的说明，西班牙西

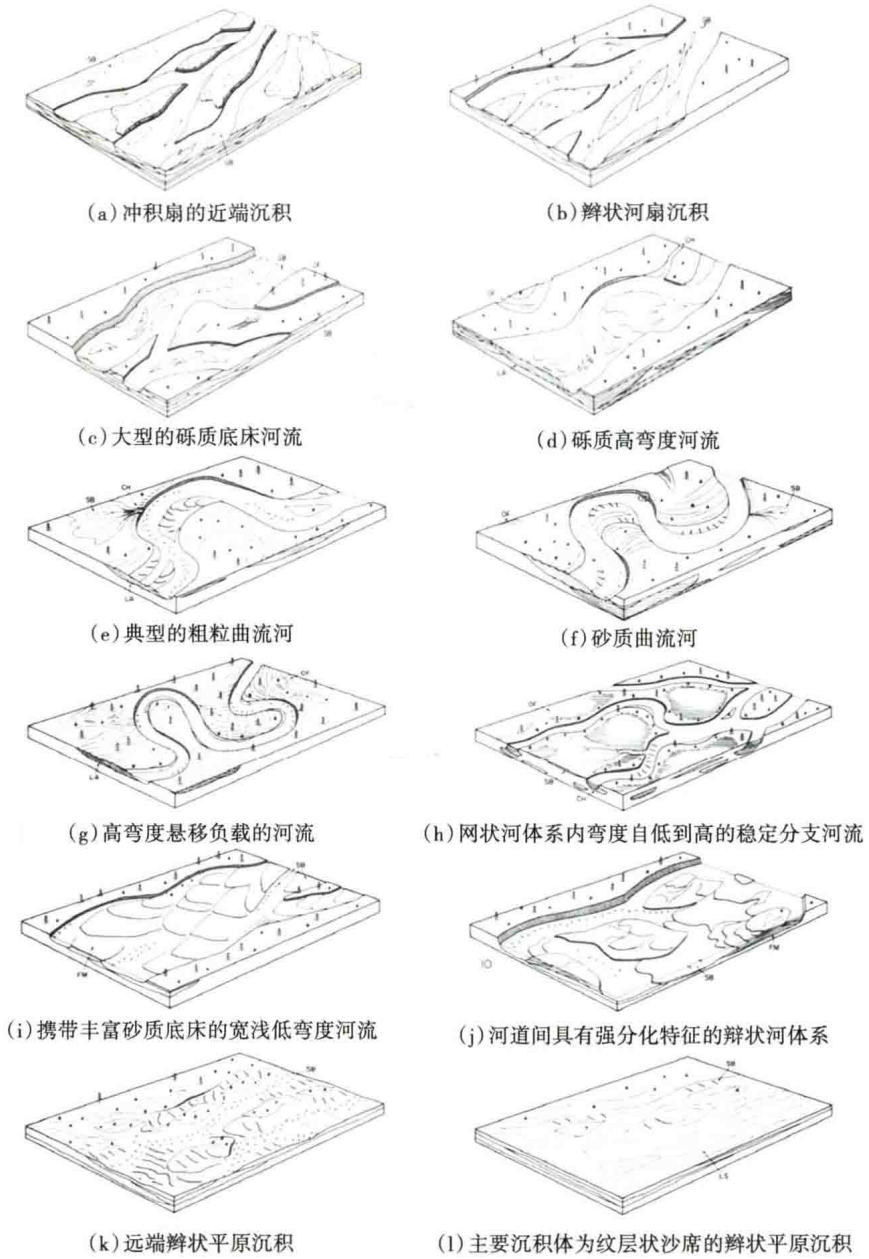


图 1-8 Miall (1985) 的 12 种构型样式

南部威尔瓦岛也发育了低弯度曲流河扇 (图 1-10)。

对于这三种类型的冲积扇,其坡度是它们的主要特征之一(图 1-11)。泥石流扇具有较大的沉积坡度,低弯度曲流河扇坡度最小,而辫状河扇坡度介于两者之间。

## 六、本书作者建议的分类

笔者根据多年的油区沉积相研究,采用“单河道”和“复合河道”或“多河道”两种河道类型进行河流类型划分,前者包括顺直河、曲流河和辫状河,后者包括网状河和分支河(图 1-12)。复合河道可以由任意单河道复合而成,例如网状河,可以由辫状河、曲流河和

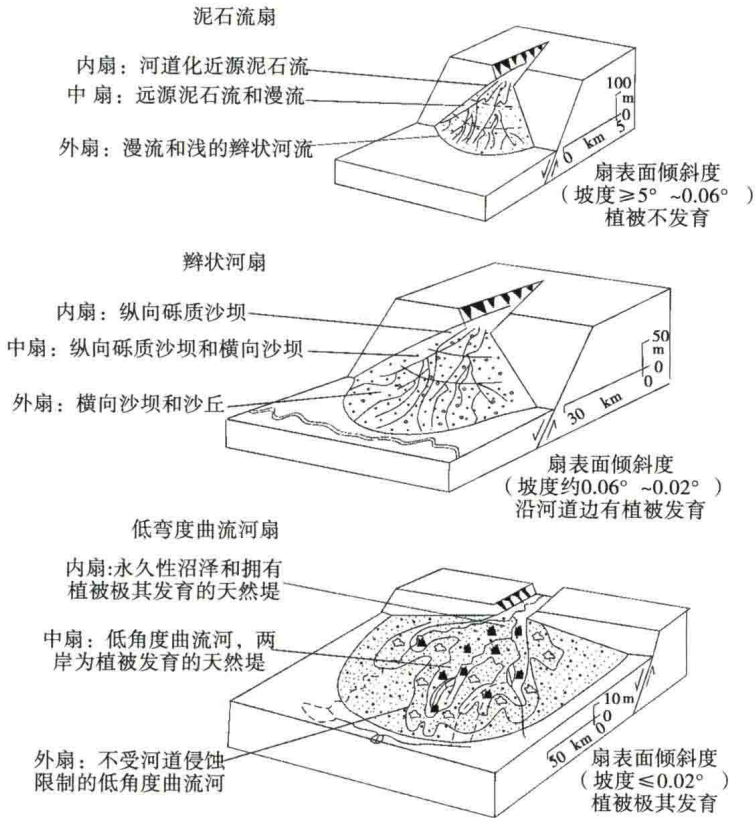


图 1-9 冲积扇的三种主要类型 (据 Stanistreet 和 McCarthy, 1993)

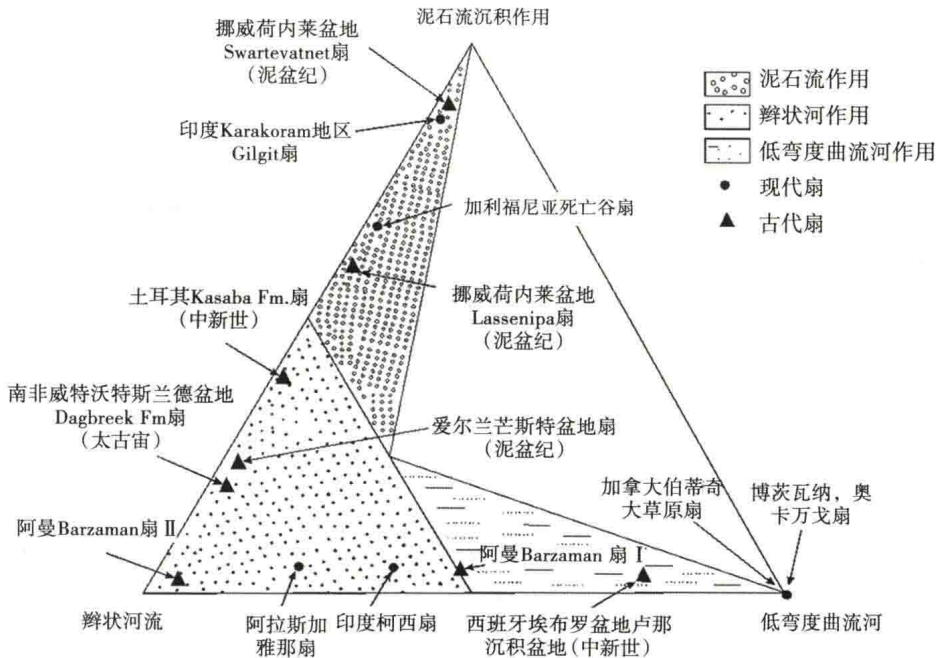


图 1-10 现代扇和古代扇在划分三种类型冲积扇三角图上的位置 (据 Stanistreet 和 McCarthy, 1993)

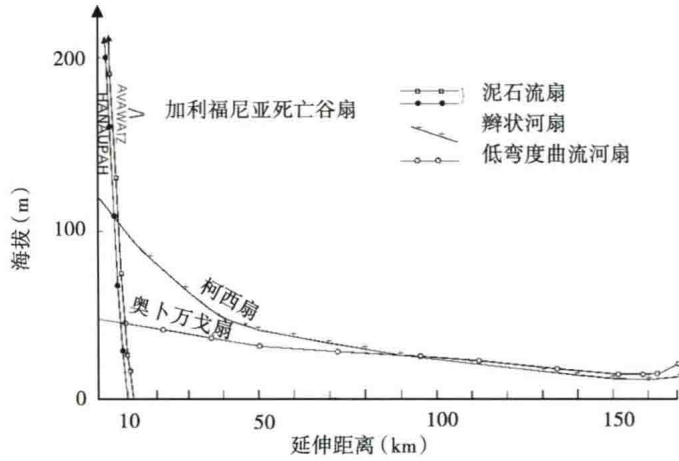


图 1-11 三种冲积扇体系坡度对比 (据 Stanistreet 和 McCarthy, 1992)

顺直河等交织在一起组成，组成网状河的单河道可以是底负载河道、混合负载河道和悬移负载河道。任一单河道都由漫岸细粒沉积物所限定。

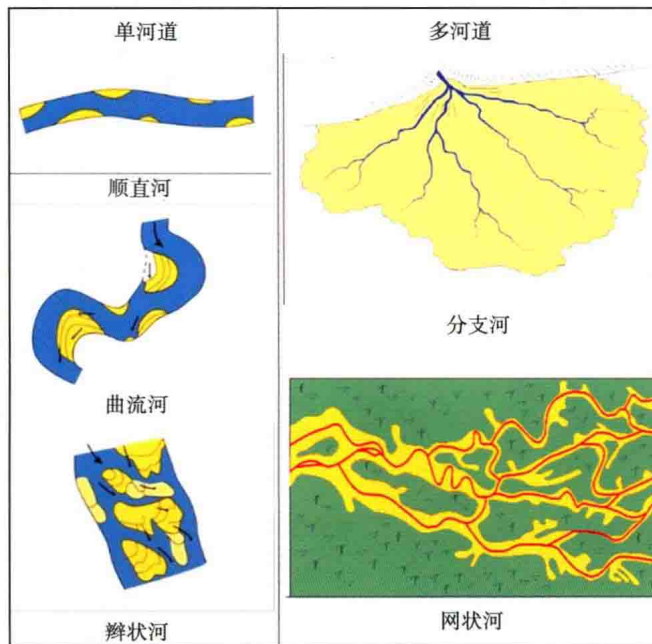


图 1-12 单河道和多河道系统划分

一般情况下，辫状河多出现在河流发育的幼年期和上游河段；曲流河和网状河多发育在壮年期、老年期和中下游河段。Schumm 和 Khan (1972) 指出，河谷坡降的不断增加，导致河道从直流河逐渐变为曲流河，然后变为网状河 (图 1-13)。张昌民 (1988) 提出长江上荆江河段为网状河体系，并研究了上荆江网状河的沉积学特点。总的来说，决定河流类型的因素是复杂的，任何一条河流的河道类型在时空分布上都可能出现相互过渡和转化。分支河体系，作为复合河道的一种新的类型，将在后面进行简要介绍。



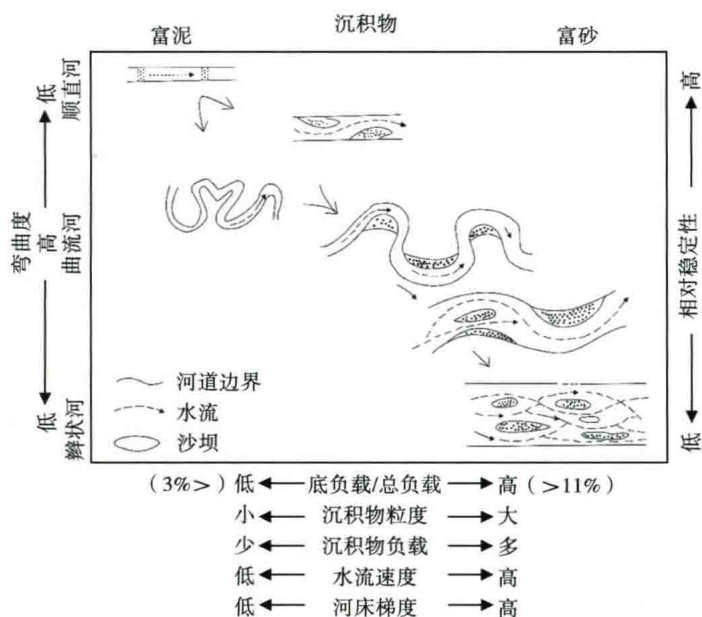


图 1-13 河道平面形态变化及其影响因素 (据 Schumm, 1981; 引自 Galloway, 1983)

### 第三节 曲流河沉积相

#### 一、沉积环境和沉积作用

曲流河又称蛇曲河，平面上呈条带状分布，多出现在流域较大的河流中下游的平原地带（尤其是近海或近湖平原），其上游多为辫状河流，下游向三角洲过渡。现代世界上一些著名大河的中下游如密西西比河和长江的某些河段，都具有曲流河的特征。

曲流河一般为单河道，河道坡降缓，较稳定；弯曲强烈，弯度指数一般大于 1.5；宽深比低，一般小于 40。曲流河流量稳定，搬运方式以悬移负载和混合负载为主，因此沉积物较细，一般为泥砂沉积。

曲流河不论是现代还是古代都是最常见和最重要的河流类型。20 世纪 20 年代，许多地质学家通过研究古代、解剖现代、古今结合、以古论今的方法对曲流河进行了系统的研究。沉积学者经过半个多世纪的研究，开创性地建立了曲流河沉积环境和沉积相的相互关系模式图（图 1-14）。

曲流河的沉积作用与侵蚀作用是同时进行的，河道中的水动力结构是螺旋型前进的不对称横向环流体系（图 1-15a）。其表流由凸岸流向凹岸，是强烈下降的辐聚水流，侵蚀力强，对凹岸起着强烈冲刷侵蚀作用，随着凹岸的侧向侵蚀力加剧，最终在凹岸形成深潭；而底流由凹岸流向凸岸是上升的辐散水流，它携带由表流对凹岸侵蚀形成的沉积物及其他底负载流向凸岸并迅速沉积。沉积物持续的侧向加积最终在凸岸形成点沙坝（图 1-15b）。点沙坝是河床侧向迁移和沉积物侧向加积的结果，是曲流河沉积中主要的沉积单元和储层。

当曲流河极度弯曲时，常发生河道截弯取直作用而形成新河道，旧河道则被废弃形成以泥质充填为主的牛轭湖，这在曲流河中很常见。由于曲流河两侧的牛轭湖黏土层的存在，曲流河在侧向很少迁移。