

沼泽环境中的河流类型及其侧向演化模式

王多云

(中国科学院兰州地质研究所)

提要 本文以准噶尔盆地南缘侏罗系煤系地层为例,研究了在大面积地貌准平原化、低坡度沼泽沉积表面河流沉积的类型,提出了沼泽背景下河流的辫状河—低弯度曲流—高弯度曲流河—辫状型曲流河—交织河侧向演化模式。

关键词 准噶尔盆地 沼泽环境 河流类型 沉积模式

作者简介 王多云 男 36岁 副研究员 沉积学与层序地层学

煤系地层旋回韵律及其成因的研究已有很长历史,最早可以追溯到本世纪初的 Udden (1912)和 Weller(1930)对 Illinois 盆地宾夕法尼亚系煤系地层的研究。Heckel(1986)总结出了北美大陆三种主要的含煤沉积旋回韵律类型,即 Illinois 型、Kanass 型和 Appalachian 型,除后者为前陆盆地的典型旋回外,前两者均与海相盆地有关(Klein 1989)。

沼泽成煤环境是陆相盆地,特别是我国西部中生代拗陷性盆地的主要环境之一,一般发育于湖盆演化中期和潮湿气候阶段。河流—沼泽沉积作用是这一时期互为消长的两个地质营力,构成了河道(砂岩)与湖沼(煤岩、泥岩)两种沉积相旋回性叠复的韵律。作者对准噶尔盆地南缘侏罗系头屯河剖面河—沼(湖)旋回地层的研究证明:在大面积沼泽化且低坡度沉积表面条件下,作为旋回韵律主要构成单元的河流沉积有着丰富的内容和明显的侧向演化规律。这可能会对进一步研究陆相盆地中含煤沉积旋回韵律的类型及其成因机制有所帮助。

1 地质背景和沉积条件

准噶尔盆地南缘位于北天山推覆带的下盘,该推覆带可能导致晚二叠世或三叠纪初的原型准噶尔盆地的面积大幅度缩小。不管晚二叠世南缘是碰撞的前陆盆地,还是经历了裂谷阶段(Gracham, 1990),但三叠纪初已进入统一的内陆山前拗陷盆地阶段。侏罗纪时期,沼泽环境广泛分布,构成了中生界的主要煤系地层。

根据南缘及邻区侏罗系的分布及其与现今北天山推覆带的接触关系加之地层剖面上所表现的相序完整程度,南缘侏罗纪时的沉积背景为:①沉积范围远比现今地层分布的面积大;②沼泽化前期存在地貌准平原化的过程,导致天山及南北两侧以及吐—哈盆地形成区域性的沼泽环境;③单调的地层旋回结构表明沉积供给和堆积速率与盆地沉积速率基本相等,即形成平衡补偿;④地形坡度很小,形成了较平稳的水动力能量分异和沉积物大面积均匀散布,极不发育因地形坡降和水流能量突变产生的沉积物堆积枢纽带和⑤稳定的湖泊面积较小,形成煤系地层的“满盆”分布格局。

南缘侏罗系目前共分为六个地层组,即八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s}),西山窑组(J_{1x}),头

屯河组(J_2t)、齐古组(J_3q)和喀拉扎组(J_3k)。煤系地层主要是 J_1b 与 J_2x 。由于盆地沉降速度与湖盆基准面变化的原因,侏罗系表现出3个完整的湖面(湖盆基准面)升降旋回,即大致和 J_1b 与 J_1s 、 J_2x 、 J_2t 与 J_3q 、 J_3k 与 K_1q (白垩系清水河组?)相当(王多云等,1992),但不同类型的河道砂岩与河道间及湖沼环境的泥岩,煤岩交替叠复构成了最基本的旋回韵律。

2 河流沉积类型

以沉积物颗粒结构、沉积构造序列、沉积岩性和构造序列的完整性以及剖面结构及其与相邻相序列的关系为准则,南缘侏罗系中的河流沉积可划分为5种类型(图1)。

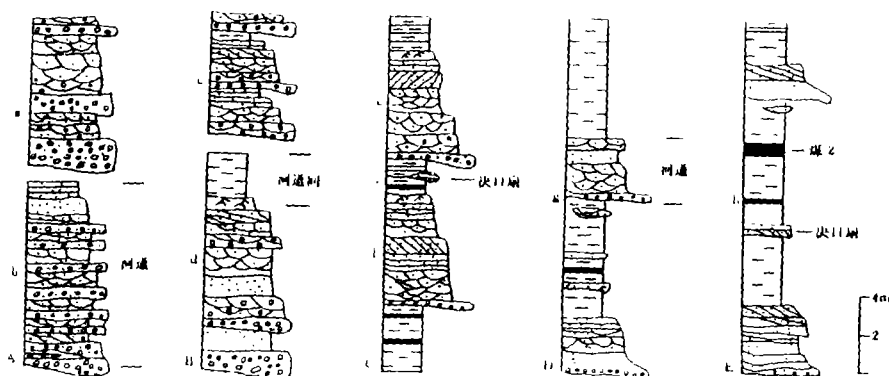


图1 5种河流类型的典型的典型序列段

A—辫状河,B—低弯度曲流河,C—高弯度曲流河,D—辫状型曲流河,E—交织河

Fig. 1 The typic sequences interval of the five kinds of river diposits in Jurassic, south margin of the Jungger Basin

资料均来自南缘头屯河实测剖面;a— J_2t 第4旋回层(局部),b— J_2t 第5旋回层,C— J_2x 第8旋回层(局部),d— J_2x 第6旋回层,e— J_2x 第3旋回层,f— J_2x 第2旋回层,g— J_1s 第10旋回层h— J_1b 。

2.1 辫状河(图1—A)

除 J_3k 外,南缘西段其他地层组未出露冲积扇沉积物,推测早、中侏罗世的物源区距现今北天山的推覆边缘还有相当一段距离。辫状河沉积发育于冲积扇前缘下方。河道滞留砾岩为颗粒支撑,砾石定向排列,砾径3cm以上,透镜状产出,出现于河道底部,其下是起伏不平的侵蚀面,该面将两个河道序列分开。横向坝以单向低角度板状错层和平行层理的砂质砾岩、含砾砂岩为特征均上覆于河道滞留砾岩之上,最大砾径2cm,自下而上砾径变小,砾石往往富集在层系界面处且定向排列。纵向坝沉积则出现大型槽状交错层和高角度($>15^\circ$)板状交错层。辫状河沉积构造主要为以砾石定向排列为层系界面的槽状交错层理、冲刷充填和低角度交错层理。沉积序列表现为河道高流态单一结构,一般为多个河道序列的叠复,几乎不存在河道间细粒沉积物。该种辫状河不同于冲积扇面上发育的辫状河,例 Trollheim, Scott 和 Donjek 型(Mi-all 1977, 1985), 区别之处是砾石含量较低且砾径较小,块状层理不占主导地位,类似于

Heward(1978)描述的辫状河。

横向坝和纵向坝是辫状河流的两种重要地貌单元。在冲积扇扇面辫状河中,横坝和纵坝的区别主要反映在岩相以及与其他沉积物的共生组合上。随着扇面河道化程度的增加,横坝逐渐过渡为纵坝沉积,河道序列中碎屑流和漫洪沉积物夹层逐渐减小,砾石含量,由79%逐渐减少到10%,岩相由块状砾岩水平成层砾岩逐渐向砾石叠瓦状排列的水平成层砾岩或具大型槽状交错层的砾岩,砂质砾岩过渡(Miall 1985)。而盆地南缘发育在沼泽背景下冲积扇前缘下方辫状河中的横、纵向坝以砂质沉积物为主,砾石在序列中含量,仅在5%—15%之间,且纵向坝序列中砾石含量明显低于横向坝。沉积构造除砾石含量外,则横向坝的平行层理,单向低角度板状交错层理演变为纵向坝的槽状交错层或者角度较高的板状交错层,反映了水流强度由上部流态逐渐变化为上部流态。在与其他沉积物的共生组合上,横坝沉积物无一例外地出现在河道滞留砾岩之上,且滞留砾石层厚度经常大于8cm,反映了在辫状河道频繁迁移过程中,在下伏河道序列被侵蚀削顶之后,伴随着河床滞留砾石的堆积和高能水流条件下横向坝的随即产出。由于地形相对较平缓以及横向坝沉积物可能经常与洪水事件相联系,所以,其水流强度,载荷能量,床沙形态以及沉积物粒径等均不同于纯砂质辫状河,导致其前缘的崩落前积现象不明显。与横向坝不同,纵坝底部不存在滞留砾岩,其下部的侵蚀冲刷面与下伏河道序列中具槽状交错层、板状交错层或块状层理的砂岩、砾质砂岩直接接触,河道序列的厚度也大于横坝,但其在序列的完整程度,沉积构造种类及沉积物拉径大小等方面,又不同于典型砂质辫状河中的心滩。

2.2 低弯度曲流河(图1—B)

低弯度曲流河发育较稳定,纵坝、边滩不稳定,侧向加积作用不明显。块状含砾砂岩最大粒径1.2cm,定向排列不明显;槽状交错层含砾砂岩最大砾径<1cm,细层最厚度1.5cm,偶尔出现植物碎片;具大型交错层理的砂岩自下而上由粗砂岩变为中砂岩,交错层理棱长2m以上,两棱交角近30°;块状砂岩的分选及磨圆度较差。由上述四种岩性沉积构造组合表明其水流能量低于辫状河;缺乏侧向加积的交错层,粒度相对较粗,表明河道弯曲度较低而导致不发育稳定的点砂坝沉积。薄层河道间沉积开始出现于序列上部,高流态沉积厚度大于顶部垂向加积层,表现为“粗厚细薄”的不对称二元结构。

2.3 高弯度曲流河(图1—C)

高弯度曲流河属典型曲流河沉积类型,沉积序列具完整的二元结构,点砂坝上发育侧向加积的交错层。在洪水期,具交错层理的砾质砂岩可出现在后流槽部位。典型的曲流河沉积的各种特征已被很多学者研究(Miall 1985, Johnson 1984等),而该区煤系地层中曲流河则与砂质混合载荷的曲流河(Stewart 1981, Miall 1985)非常相近。

2.4 辫状型曲流河(图1—D)

柯保嘉等(1991)在山西二迭系中初步描述过该类河流。在本区三工河组中上部,西山窑组中部及头屯河组的局部,也发育辫状型曲流河沉积序列。河道沉积由不同规模的交错层砂岩和少量的板状交错层砂岩组成,其内部不具次一级的冲刷面,厚度不大于5m,缺乏天然堤沉积物和侧向加积特征,而河道间沉积则大于10m,厚度超过河道厚度的2倍以上,夹煤层或煤线。这种河流由于不存在天然堤沉积,具有辫状河流特点,但河道间沉积超常发育说明也非典型辫状河。根据与河道底冲刷面接触的层状灰状灰绿色泥岩、炭质泥岩及薄煤层等细粒沉积物推测,该种河流是中地形坡度平缓的沼泽表面或高弯度曲流河下游发育的辫状型曲流河。曲流河

道被河道间砂质滩坝分隔成多个次级河道,而河道内部呈现辫状形态,河道沉积主要由内部滩坝的活动迁移形成。

2.5 交织河(图1-E)

交织河指河道分枝成若干条次级河道,流经一段数倍于河道宽度的距离后又重新汇合的河流(Collisin 1096)。当河流在滨湖的沼泽平原或沼泽凹地中发育时,由于地势十分平坦,河流能量很弱,加之植物繁盛,形成堤岸回定、碎屑物基本以垂向加积方式沉积的交织河序列。该类序列的河道由多套向上变细的砂体组成,向上过渡为厚层的沼泽平原沉积物,在洪水期,河道序列内也可出现含细砾砂岩。序列上部沼泽平原沉积中含有煤层并且其厚度远大于下部的河道序列厚度,二者之比在3:1以上。交织河与辫状型曲流河的显著区别在于:后者序列中分选好的块状砂岩多于前者,缺乏高角度的槽状交错层,仅存在角度很低($<3^\circ$)的单倾向细砂岩,表明河道的垂向加积占优势地位,序列细(上部)粗(下部)之比大于前者,而且在粒度上相对小于前者,悬浮载荷可能是搬运的主要方式。

本区交织河的平面分布型式暂时难以确定。但在与相邻沉积相序列的接触关系上,这种河道砂岩经常孤零零地夹于厚层泥岩和炭质泥岩中,侧向延伸距离300m左右,并向两侧尖灭变为灰绿色泥岩或炭质泥页岩,而河道砂岩上部的泥岩、炭质泥岩或煤层,在相当距离的范围内连续成层展布,由于推断这种河道砂岩在煤系地层中呈透镜状产出,并与Cairncross 1988)描述的南非Witbank煤田二迭系地层中的“石筒”状古河道很相似。

3 河流侧向演化模式

前已述及,由于北天山向北推覆的原因,使J_{1b}-J_{1x}地层部分消失,因此,不可能顺层研究河流的侧向演化。然而,正是这种边界推覆作用,造成了南缘侏罗系向上变粗的“屋檐”式楔状结构,因此垂向上的河流类型组合正是侧向上演化特征的体现。作者研究认为,河流在从蚀源区到汇水区的过程中,随着水流能量逐步减弱和地形坡降逐步减小,河流沉积作用侧向演化具有辫状河—低弯度曲流河—高弯度曲流河—辫状型曲流河—交织河的演化特征(图2)。

沉积盆地中含煤沉积旋回的成因被认为是区域盆地沉降、全球古气候、古地貌和板块大地构造演化等因素综合作用的结果。只是不同旋回类型所受控的主导因素不同罢了。准噶尔盆地南缘侏罗纪含煤沉积旋回的形成,除气候因素外,在构造上主要受控于边缘逆掩推覆载荷周期性不平衡所产生的地壳弯曲变形与沉降速率的变化,其沉积旋回特征与北美非海相的Appalachian型含煤旋回极为相似,即每一沉积旋回总是以盆地沉降加快,水进沉积相的出现开始到沉降速率变慢,构造上升所导致的水退沉积相的堆积结束(Klein 1989)。沼泽成煤环境主要出现于水进期的初期(八道湾期)和水退期的初期(西山窑期)。而河流沉积过程及其侧向演化规律则主要受控于盆地内部古地貌、古地形坡度,水动力条件以及植被发育状况所影响的河道堤岸的固定程度等因素。因此,由于河道类型不同所产生的次一级沉积旋回韵律(1—100米)是盆地自旋回机制的产物,它是组成整个侏罗系含煤沉积旋回的最小地层单元。

在南缘西段,侏罗系出露区没有发现典型的三角洲沉积。根据八道湾和西山窑组的剖面结构,侏罗纪这两个成煤期的稳定湖盆在昌吉—安集海以北地区,河流在经过交织河类型后,以漫散的方式消失的沼泽凹地中,由于沼泽地貌对河流能量的削减作用,阻碍了河流的推进,导致在沼泽凹地中形成席状毯砂,个别情况下发育小规模的分流河道和滩坝,沉积物中发育小型

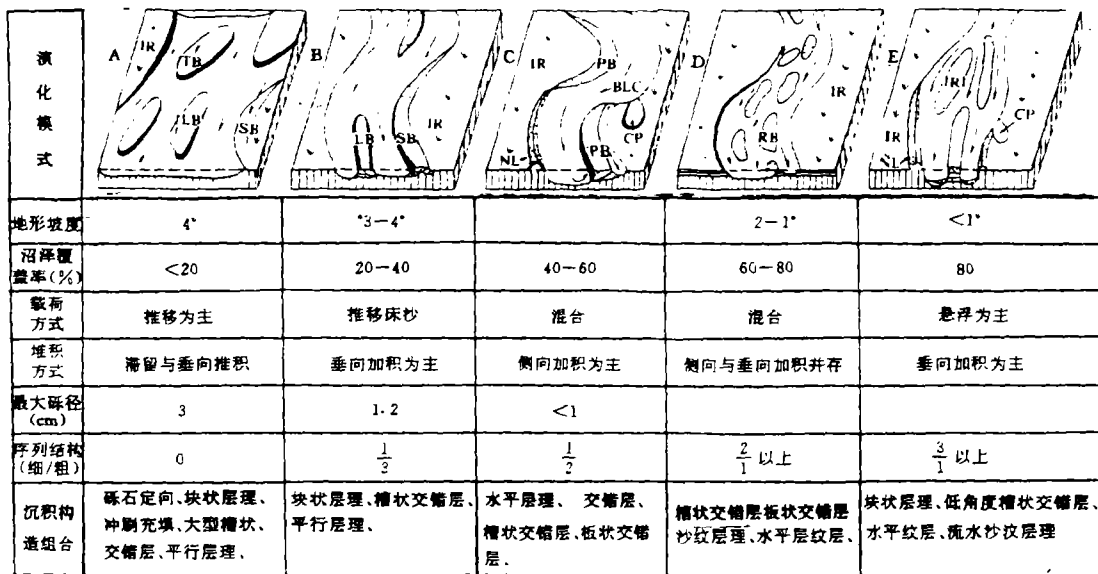


图 2 南缘西段侏罗纪河流侧向演化模式及其特征

A—辫状河,B—低弯曲度曲流河,C—高弯曲度曲流河,D—辫状型曲流河,E—交织河
 TB—横向坝, LB—纵向坝, SB—边坝, PB—点坝, IR—河道间, RB—河道间坝, CP—决口扇,
 NL—天然堤, BLC—后流槽, IRI—河间岛

Fig. 2 Diagram showing the river lateral evolution model and the sedimentary character

槽状层理,板状层理,流水砂纹层理等构造。但这种分流河口滩坝,难以与湖成三角洲的对应沉积微相比较。

本研究得到新疆石油管理局有关单位的大力支持,方国庆、何海清、薛莲花、王琪等同志参加了野外工作,在此深表谢意。

收稿日期:1992年3月4日

参 考 文 献

柯保嘉等,1991,沉积学报,9卷1期。
 Cairncross, B., et al, 1988, *Sedimentary Geology*, V. 57, p. 107-118
 Collinson, J. D., 1986, *Alluvial Sediments*, In: Reading (ed), *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publication, p. 20-62
 Graham, S. A., et al, 1990, *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, V. 74, p. 493-512
 Haq, B. U., et al, 1987, *Sciences*, V. 235, p. 1156-1166.
 Heckel, P. H., 1986, *Geology*, V. 14, p. 330-334
 Heward, A. P., 1978, *Sedimentology*, V. 25, p. 451-448
 Johnson, S. Y., 1984, *Sedimentary Geology*, v. 38, p. 361-391
 Klein, G. de V., et al, 1989, *Geology*, V. 17, p. 152-155
 Miall, A. D., 1977, *Earth-Science Reviews* V. 13, p. 1-62
 Miall, A. D., 1985, *Earth-Science Reviews*, V. 22, p. 261-308

Miall, A. D., 1980, *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, V. 28, p. 59—80

Stewart, D. J., 1981, *Sedimentology*, V. 28, p. 1—20

Types and Lateral Evolution Models of Swamp Rivers

Wang Duo'yun

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Taking the Jurassic coal seams of the southern margin of Junggar Basin as an example, the present paper studied the fluvial sedimentary types that developed in the ground surface of meta-plainized and low-steep swamp, identified five kinds of river courses and established their lateral evolution models, they are: braided, low meandering, high meandering, braided meandering and anastomosing river.

The author concluded that the Jurassic coal-forming period have the feature of balanced supplement, that is, the basin's subsiding rate is equal to the sedimentary filling rate. Sediments that loaded by the rivers steadily differentiated according to the energy law and wide spreaded evenly. No sedimentary axis could be formed under such environment, but there are various kind of rivers developing characterized by significant lateral evolution.

Braided meandering river and anastomosing river that identified by the author are different from each other in the aspects of rock assemblage, the ratio of thickness of the course to its overlying fine sediments, composition of micro-facies and so on, it can be deduced that the former carried multiple loads and has the feature of lateral accretion, while the later was developed in the low land of the swamp plain and its course is narrow, its sediments are fine and dominated by suspended loads, its sedimentation is mainly vertical accretion. These two kinds of river are the typical stream forms that developing on the background of swamp.

The sedimentary cycle of Jurassic coal-bearing strata in the southern margin of Junggar basin is similar with that of non-marine Appalachian-type in North America, both of the cycles were started by water encroachment that resulted from the acceleration of crust's subsidence and ended with the water dereliction that caused by the retarding of crust subsiding and the starting of uplifting.

In the period of Badaowan to Toutunhe, a perfect encroachment-dereliction cycle was formed, and swamp coal were mainly formed at the beginning of encroachment (i. e., Badaowan period) and the end of dereliction (Xishanyao period). The most widely encroachment and dereliction were occurred in San'gonghe and Toutunhe period respectively. This regularly sedimentary cycle are dominantly controlled by the activity of the overthrust nappe which situated in the southern margin of the basin, whilst the sedimentary process and lateral evolution of swamp rivers may be mainly depended on the variation of palaeomorphologic features, topographic slope, water dynamics and the condition of plant cover. The sedimentary sub-rhythms (with the thickness of 1—100m) that caused by the differences of course types were considered to be the basic units of the cycles of coal-bearing strata, moreover, the basic units were controlled by tectonics and climate.