

铁法盆地阜新组网结河沉积^①

王宇林 杨福珍 游大军 李剑红

(辽宁工程技术大学资源勘查系 辽宁阜新 123000)

提 要 铁法盆地为晚中生代半地堑式断陷盆地,阜新组的网结河沉积发育于断裂盆缘内侧冲积扇至湖缘三角洲之间的湖退进积体系域。大量的钻孔和矿井地质资料详尽揭示了网结河道相、河岸相及湿地相的特征,其中,泥石流沉积是网结河道相的一种特殊的成因类型。在有关各成因地层单元中,以网结河沉积体系的繁盛发育为主体,以网结河沉积体系的衰退并伴随大面积泥炭沼泽化而结束。盆缘断裂活动比较活跃,盆地沉降速率大,沉积充填速率高,河道坡降小是网结河发育的重要条件。

关键词 铁法盆地 阜新组 网结河沉积 湿地聚煤

第一作者简介 王宇林 男 45岁 副教授 沉积学

自从 Smith 和 Putnam (1980)描述了现代和古代网结河及其相关沉积物特征以来^[1],国内外陆续发表了一些关于网结河沉积的论著^[2-4],网结河沉积愈来愈引起沉积学工作者的承认和重视。

铁法盆地位于辽宁省北部,为长轴呈 NNE 向展布的西侧发育同沉积盆缘断裂的晚中生代半地堑式断陷盆地,其南北最大长约 36 km,东西最大宽约 24 km,面积达 750 km²。按勘探和开发程度,铁法盆地分为西部矿区和东部普查区。盆地内千余钻孔资料及丰富的矿井地质信息为盆地晚中生代地层沉积学研究提供了充分条件。研究表明,铁法盆地阜新组中的网结河沉积体系是古代网结河沉积少见的典型实例。

1 网结河发育地质背景

铁法地区成盆前地层主要为早元古代变质岩系。晚侏罗世末至早白垩世初,受太平洋壳向欧亚大陆俯冲的影响,地下深部岩浆沿本区 NNE 向江屯断裂喷出,形成了上侏罗统下白垩统义县组中酸性火山岩系。随后,由于江屯断裂的张滑作用,其东侧沉降诞生了铁法断陷盆地,前者构成西缘同沉积断裂。在断陷盆地演化期间,沉积充填了下白垩统沙海组和阜新组。沙海组分上、下两段:下段称煤系底部砂、砾岩段,主要由冲积扇沉积体系、河流沉积体系构成冲积体系域;上段称煤系下部砂、泥岩段,由扇三角洲沉积体系、河流沉积体系、湖缘三角洲沉积体

系和湖泊沉积体系构成湖进退积体系域(第一亚段)、湖泊高水位沉积体系域(第二亚段)。阜新组分四段:一段为煤系下含煤段,除盆地边缘以砾岩、砂岩为主外,大部分地段表现为浅灰或灰白色砂岩、深灰色粉砂岩及泥岩,自上而下含 1[#]~2⁰ 煤层,1²、1³、1⁴、1⁵、1⁶、1⁷ 煤为主要工业煤层;二段为煤系中部砂、泥岩段;三段为煤系上含煤段,岩性特点与一段相似,自上而下含 1[#]~1⁰ 煤层,4、7、8、9 煤为主要工业煤层;四段为煤系顶部灰绿色砂岩、砾岩夹粉砂岩、泥岩段。阜新组沉积体系类型有冲积扇沉积体系、扇三角洲沉积体系、河流沉积体系、湖缘三角洲沉积体系和湖泊沉积体系,它们构成湖退进积体系域,并具有一段沉积早期迅速湖退,一段主体及二、三段沉积期波动湖退,四段沉积期湖泊萎缩消亡的特点。

网结河沉积存在于阜新组一至三段,在二、三段波动湖退沉积中尤为发育。从沉积体系演化和聚煤周期性的角度,以各主要工业煤层为顶界,可将波动湖退岩系进一步划分成因地层单元。在每一成因地层单元中,以网结河沉积体系繁盛发育为主体,以网结河沉积体系衰退并伴随大面积泥炭沼泽化而结束。在平面分布上,网结河沉积体系占据了断裂盆缘内冲积扇沉积体系与湖缘三角洲沉积体系之间的大部分地域,即主要分布于铁法盆地西部矿区范围内,并以矿区中南部尤为发育。在各成因地层单元中,网结河沉积体系的分布面积占整个矿区(140 km²)的

① 煤炭科学基金资助项目(90地 10311)成果之一。

50% ~ 75%。

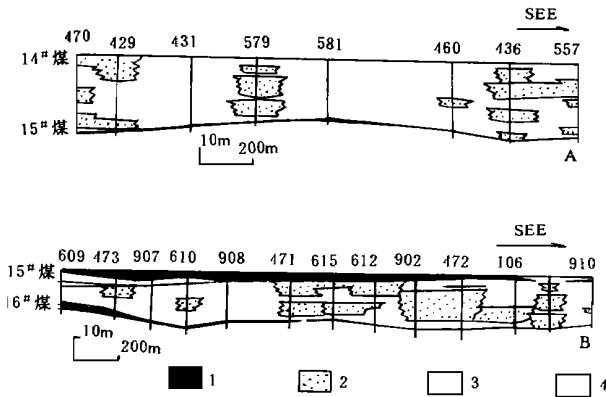


图 1 网结河沉积断面图

- A. 西部矿区中部阜新组第IV成因地层单元沉积断面;
- B. 西部矿区中南部阜新组第III成因地层单元沉积断面
- 1. 煤层; 2. 砂岩及砂质砾岩; 3. 泥岩及粉砂岩; 4. 钻孔编号

Fig. 1 Cross sections of the anastomosed river deposition

2 网结河沉积特征

铁法盆地阜新组网结河沉积的总体宏观特征主要表现在三个方面,即在沉积断面上,湿地细粒沉积

包围河道砂体呈“泥包砂”状(图 1);在垂向相序上,由河道沉积和湿地沉积构成向上粒度变细的旋回单元,反映在视电阻率曲线上,由下部的高幅值渐变或迅速转化为上部的低幅值而呈圣诞树型;在砂体平面形态上,呈典型的交织网结状(图 2, A 主体部分)。

2.1 河道相

根据众多钻孔岩芯资料,由理论模式转移矩阵法得出,网络河道沉积单元自底部冲刷面向上,由浅灰色块状砂质砾岩→浅灰或灰白色大型槽状交错层理夹板状交错层理,平行层理的含砾砂岩、粗粒砂岩、中粒砂岩或不等粒砂岩→灰色小型交错层理的细粒砂岩构成垂向岩性相序。由于与源区距离不同以及河道沉积多阶性的影响,不同地段所见实际河道相的碎屑粒度及各粒级碎屑沉积厚度的比例不尽相同,通常砾级沉积物在上游河道比例大,在下游河道迅速减少乃至缺乏,但就总的情况而言,与典型曲流河道沉积相比,网结河道沉积垂向岩性相序中细粒砂岩的厚度比例明显偏小,多小于 20%,其原因应与较强的古水流能量及加积的沉积方式有关。

由薄片鉴定得出,河道砂岩中的碎屑含量为 85% ~ 90%,以次棱角状为主,填隙物主要为高岭

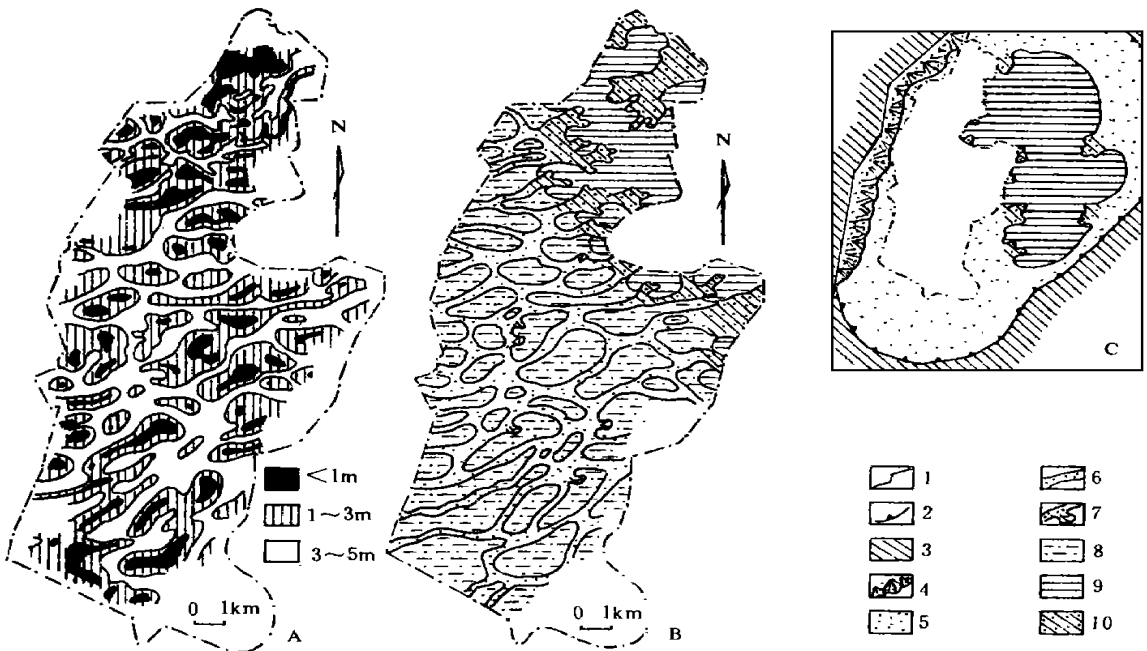


图 2 16# 煤底板砂、砾岩等厚图及其沉积环境图(据 1169 个钻孔资料编制 1: 10000 图缩成)

- A. 西部矿区 16# 煤底板砂、砾岩等厚图; B. 西部矿区 16# 煤聚积前沉积环境图; C. 西部矿区外围 16# 煤聚积前沉积环境略图;
- 1. 盆缘断裂; 2. 侵蚀盆缘; 3. 剥蚀区; 4. 冲积扇; 5. 冲泛平原; 6. 网结河道及天然堤; 7. 决口扇; 8. 湿地; 9. 湖泊; 10. 湖缘三角洲

Fig. 2 The isopach map of the sandstone and conglomerate in the footwall of the

16th coal seam and depositional environments

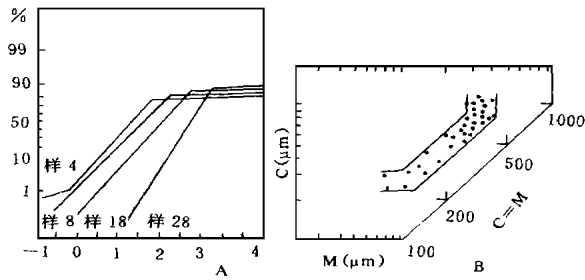


图 3 网结河道砂岩的概率累积
曲线样式 (A) 和 CM 图 (B)

Fig. 3 Probability cumulative curves (A) and
C-M pattern (B) of anastomosed channel sandstones

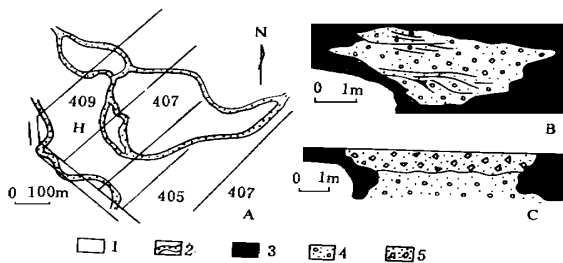


图 4 西部矿区西南部大兴井田南五采区 4
煤层中的网结河道沉积

A. 网结河道沉积平面分布; B. Y 点河道沉积断面; C. H 点河道
沉积断面; 1. 采煤工作面编号; 2. 网结河道沉积; 3. 煤; 4. 河道
正常沉积; 5. 河道泥石流沉积

Fig. 4 Anastomosed channel deposition in the coal seam
No. 4 in the producing area S. 5 of Daxing well field

石、伊利石、粉屑石英和云母组成的杂基,含少量分布不均匀的次生方解石胶结物。碎屑成分与盆地西侧出露的变质岩组分一致,长石(高岭土化强烈)含量达 40%~60%,石英含量占 25%~30%,其余为石英岩屑、片麻岩屑、片岩屑及混合岩屑等。低的成分成熟度和结构成熟度表明了河道砂岩的近源、快速搬运、快速堆积的成因过程。

薄片粒度分析表明,河道砂岩的粒度分布在概率累积曲线上,多呈跳跃总体(76%~8%)和悬浮总体组成的二段式,部分样品呈滚动总体发育差(<5%,多<2%)的三段式(图 3, A),其中,跳跃总体和悬浮总体间的过渡带较发育,细截点(FT)为 0.07~0.30 mm;在 CM 图上,河道砂岩呈牵引流型 QR 段为主体的 PQRS 段图形(图 3, B),最大扰动指数

(Cs)达 875 μm

需要指出,在铁法盆地矿区西南部大兴井田 4 煤层中的网结河道沉积有一种砂质角砾岩—角砾岩,其主要面貌为:砾石总量达 40%~70%,砂泥支撑,混合岩屑等硬质砾石直径多小于 5 mm,含量在砾石总量中小于 1/4,呈棱角状或次棱角状;大部分砾石为准同生粉砂岩屑、泥岩屑、细粒砂岩屑及煤屑,大小混杂,最大直径达 45 cm,多呈次棱角状,部分为次圆状、棱角状、扁饼状、条带状及塑性变形的不规则状。岩石总体呈块状构造,局部见砾石大致定向排列现象。其砂泥基质的粒度概率累积曲线呈多线段复合成凹凸相接的总体倾斜程度较缓样式。这种砂质角砾岩—角砾岩与下伏河道正常沉积呈冲蚀突变或迅速过渡关系,在与之相邻的侧向煤层中,可见一些由含砾不等粒杂砂岩构成的上端尖小、下部钝大的滴状崩溅物。综合研究表明,这种砂质角砾岩—角砾岩系近盆缘地段挟砂洪水冲蚀河道底床、河岸沉积物以及由此诱发河岸垮塌所形成的泥石流事件的沉积产物^[5,6]。

在垂直古流向的沉积断面上,网结河道相呈上平下凸透镜状或箱状,同层位多河道砂体被湿地沉积分隔。河道砂体厚度多为 7~18 m,宽厚比小(<20),在网结河衰退期,河道越发深窄,宽厚比常小于 4(图 4);非同期的河道砂体在垂向上既有叠置关系,也有错移关系,但以前者为主。从图 2 可以看出,铁法盆地阜新组网结河道弯度较小,总体古流方向为 NE 向,但图 4 表明,网结河衰退期的河道弯度有所增大。

2.2 河岸相

河岸相包括天然堤沉积和决口扇沉积,它们在网结河繁盛期十分发育,在网结河衰退期发育较差,甚至缺乏(图 4)。

天然堤沉积:主要由具小型交错层理的细粒砂岩与具爬升层理的粉砂岩呈薄层状互层构成,常夹泥岩条带,并含疏密不等的植根化石。

决口扇沉积:由具槽状交错层理、平行层理的含砾砂岩、中粒砂岩和小型交错层理或爬升层理的细粒砂岩及部分粉砂岩构成,其沉积单元厚度一般为几十厘米至 1.5 m。决口扇沉积在垂向上有粒度向上变细、向上变粗和细—粗—细型三种样式,样式类型与其所在决口扇的部位及其是否受后期决口再冲蚀有关,近天然堤的决口扇以粒度向上变细型为主,部分为向上变粗型,而决口扇远端则以细—粗—细

型常见。决口扇的平面形态呈扇形或长舌形,分布面积多为 $0.1 \sim 0.5 \text{ km}^2$ 。由于多次决口事件沉积夹于湿地沼泽沉积中,使其在钻孔视电阻率曲线的低平背景上,出现一系列小的尖峰

2.3 湿地相

沼泽和泥炭沼泽沉积:前者主要由常受不同程度生物扰动破坏的小型波痕层理或波状层理及块状层理并富含植根化石的粉砂岩、泥岩构成;后者则表现为炭质泥岩、煤线或煤层。

洪泛湖泊沉积:由块状层理及水平层理的粉砂岩、泥岩构成,并以常含腹足类等淡水动物化石与沼泽沉积相区别。

3 网结河与聚煤作用

关于网结河对于聚煤作用的关系,目前存在着网结河湿地是聚煤的理想场所和持否定态度的两种观点。铁法盆地阜新组沉积期的网结河聚煤将这两种观点有机地联系起来。

如前所述,铁法盆地网结河沉积主要发育于阜新组一、三段波动湖退岩系中,以主要工业煤层为顶界,该岩系可进一步划分成成因地层单元。在网结河发育的地段内,每一成因地层单元都是以网结河沉积体系繁盛发育为主体,以网结河沉积体系迅速衰退并伴随大面积聚煤作用而结束。在网结河繁盛发育期,湿地以普通沼泽为主,泥炭沼泽发育较差,一般只形成展布不稳定的极薄—薄煤层,这主要与频繁发生溢岸沉积作用的破坏有关;在网结河衰退期,网结河道大面积消亡,残存地段的网结河道也明显变窄,天然堤和决口扇均不发育,为残存网结河道以外地域大面积泥炭沼泽化提供了有利条件,常形成中厚—厚煤层。尽管网结河衰退期的原网结河道消亡地段的泥炭沼泽可以看作在网结河沉积基础上,冲积扇前湿地的侧向扩展,但网结河残存地段的河道两侧的泥炭沼泽化无疑应属网结河湿地聚煤。

还需指出,在铁法盆地阜新组沉积期,网结河周期性衰退及其伴随的大面积聚煤与湖泊周期性淤浅泥炭沼泽化等全盆地聚煤作用具同步性,说明网结河的衰退及其聚煤作用与整个盆地构造活动的周期性是密切相关的。

4 网结河发育条件探讨

4.1 盆地演化阶段的控制

网结河沉积体系发育于湖退进积体系域,表明

沉降速率小于沉积充填速率的盆地演化阶段有利于网结河发育。

4.2 地质构造条件

网结河沉积体系地处铁法半地堑式断陷盆地的强烈沉降带(图 5),该地带距盆地西缘断裂较近,与之平行的次一级同沉积断裂也较发育,兼受断裂上盘张滑产生拖曳褶曲的影响,使这一地带成为盆地沉降幅度最大的地带;另外,大面积聚煤作用发生在网结河衰退期,一般认为这是在盆缘断裂活动相对微弱,并且盆地沉降速率与盆地沉积充填速率近于平衡的情况下发生的,这从反面说明网结河繁盛期盆缘断裂活动是比较活跃的。

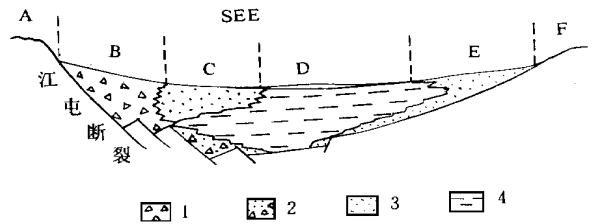


图 5 铁法盆地横向剖面构造单元分带示意图

- A. 西缘物源区; B. 西缘强烈断陷带; C. 西部强烈沉降带
D. 中部较缓慢沉降带; E. 东部缓慢沉降带; F. 东缘物源区
1. 冲积扇体系; 2. 扇三角洲体系
3. 河流体系; 4. 湖泊及湖缘三角洲体系

Fig. 5 A schematic of the structure unit belts of the horizontal section in Tiefa basin

4.3 地貌和沉积速率

铁法盆地阜新组网结河的发育地带靠近盆地西缘物源区,显然具有良好的沉积物补给条件;同时,该地带位于盆地强烈沉降带,较大幅度的盆地沉降大大减低了因扇源或途经扇体的外源沉积物快速卸载而造成的扇远端至湖缘间的地貌高差,这与 Smith D. G. (1983)研究加拿大西部现代网结河沉积所作的结论一致^[2],即网结河发育应具有较低河道坡度和较高的加积速率。

5 结论

(1) 铁法盆地阜新组网结河沉积体系的河道相、河岸相和湿地相发育特征典型,分布面积大,演化时间长,是古代网结河沉积的少见实例。

(2) 网结河发育于断陷盆地演化中的湖退进积阶段,盆缘同沉积断裂活动比较活跃,盆地沉降速率较大,沉积物源充足,加积充填速率高,流域地貌坡降小是网结河发育的重要条件。

(3) 网结河位于冲积扇前,其沉积物具有近源快速搬运、快速沉积的成因过程。

(4) 网结河在近扇或近盆缘地段具有较强的水动力,砾质砂岩或含砾砂岩在河道沉积中占有相当比例,甚至可以形成洪水期河道泥石流。但由于网结河道坡降小,随着远离盆缘或扇远端,河水能量迅速减弱,砾级沉积物明显减少或缺乏。尽管如此,在网结河道沉积的垂向岩性相序中,细粒砂岩的厚度比例较曲流河道沉积仍显著偏低,其原因与古河流较强的能量和近源沉积物的快速垂向加积有关。因此,就铁法盆地阜新组古代网结河道的水动力特点而言,显然不能将网结河描述为“低能河道和湿地的组合”^[2]。

(5) 在网结河繁盛发育期,湿地的聚煤作用较差,一般只形成不稳定的极薄—薄煤层;在网结河衰退期,湿地常大面积泥炭沼泽化而形成工业煤层。

参 考 文 献

- 1 Smith D G, Putnam P E. Anastomosed river deposits modern and ancient examples in Alberta. *Can. J. Earth Sci.* 1980, 17: 1396 ~ 1405
- 2 Smith D G. Anastomosed fluvial deposits modern examples from Western Canada. In: Collinson J D, Lewin J, eds. *Modern and ancient fluvial systems*. *Int. Ass. Sed. Spec. Publ.* 1983, 6: 155~168
- 3 李思田. 断陷盆地分析与煤聚积规律. 北京: 地质出版社, 1988. 101~ 107
- 4 王宇林, 杨福珍等. 铁法盆地西部矿区 16# 煤聚积环境背景及聚煤特征. *辽宁地质*, 1996, (2): 141~ 148
- 5 杨福珍, 王宇林. 赤峰-铁法晚中生代断陷盆地群的泥石流相. *阜新矿业学院学报*, 1996, 15(1): 55~ 60
- 6 张学义, 王宇林等. 铁法煤田大兴矿煤层中的沟谷型泥石流. *中国煤田地质*, 1994, 6(3): 28~ 33

Anastomosed River Deposits of Fuxin Formation in Tiefa Basin

Wang Yulin Yang Fuzhen You Dajun Li Jianhong

(Liaoning Technical University, Fuxin Liaoning 123000)

Abstract

Anastomosed river deposits of Fuxin Formation in Tiefa basin, one of the Late Mesozoic semi-graben basin, are developed in the progradational system accompanied by the process of the lake regression between alluvial fans inside the fault of the basin edge and lake deltas. A great quantity of geological data of drillings and pits reveal the characteristics of facies of the channel, the stream bank and the wetland in the anastomosed river deposits and debris flow deposit is a particular genetic type among channel facies. The prosperous development of the sedimentary system of the anastomosed river is the main part in the genetic stratigraphic units, and the genetic stratigraphic units are ended by the decline of the sedimentary system of the anastomosed river accompanied by a great area of peaty swamp. Important conditions of the developing of the anastomosed river are frequent activity of the fault in the basin edge, large rate of the subsidence and deposit filling in the basin and small slope of channels.

Key Words Tiefa basin Fuxin Formation anastomosed river deposits coal-accumulation in wetland