

文章编号: 1001-1986(2010)06-0001-04

铁法盆地含煤沉积旋回的构造控制作用

王宇林, 刘 锦, 魏恒飞, 王铁晖, 王 刚

(辽宁工程技术大学资源与环境工程学院, 辽宁 阜新, 123000)

摘要: 为探索铁法盆地含煤沉积旋回的成因, 在应用沉积相分析方法揭示该盆地含煤沉积旋回特征的基础上, 依据盆缘断裂活动引起可容空间的变化, 进而控制沉积物体积分配、沉积相类型及其空间配置的原理, 对其含煤沉积旋回的构造控制作用进行了深入研究。分析认为, 在盆缘断裂活动导致可容空间减小和沉积充填速率较高的条件下, 形成了盆缘断裂内侧冲积扇相及扇前河流相, 并由后者构成含煤沉积旋回单元的主体; 在盆缘断裂活动使得盆缘地带可容空间与沉积物体积相匹配的条件下, 形成盆缘断裂内侧冲积扇后, 很少有较粗碎屑向更远处进积, 扇前大面积泥炭沼泽化形成了含煤沉积旋回单元的顶部煤层。上述两种情况周期性交替形成了铁法盆地的含煤沉积旋回。

关键词: 含煤沉积旋回; 沉积相; 同沉积断层; 节律性构造活动; 沉积物体积分配; 铁法盆地
中图分类号: P618.1102 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1986.2010.06.001

The tectonic controlling action on coal-bearing sedimentary cycle of Tiefa basin

WANG Yulin, LIU Jin, WEI Hengfei, WANG Tiehui, WANG Gang

(College of Resource and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: In order to study the coal-bearing sedimentary cycle's origin of Tiefa basin, the authors have made further researches on the tectonic controlling action on coal-bearing sedimentary cycle. The above-mentioned researches are based on the reveal of the coal-bearing sedimentary cycle's characteristics by using the sedimentary facies analysis, and also on the theory that the activity of basin edge fault can cause the accommodation spatial change which can control the sediment volume partition, the types and spatial allocation of sedimentary facies. According to the above researches, the author gets the following understanding. The first understanding is that under the condition of the accommodation spatial decreasing and the higher depositional filling rate which is caused by the activity of basin edge fault, the interior of basin edge fault alluvial facies and the anterior fan fluvial facies are formed, meanwhile, the latter composes the main body of coal-bearing sedimentary cycle. The another understanding is that under the condition of the matching basin edge zone's accommodation space and sediment volume which is caused by the activity of basin edge fault, after the interior of basin edge fault alluvial fan is formed, few coarse clastic rocks can be moved further, and the large peat swamp gasification area at the anterior part of alluvial fan forms the upper coal seam of coal-bearing sedimentary cycle. The alternation of two kinds of above-mentioned situations forms the coal-bearing sedimentary cycle of Tiefa basin.

Key words: coal-bearing sedimentary cycle; sedimentary facies; basin margin syn-sedimentary fault; rhythmicity tectonic activity; sediment volume partition; Tiefa basin

自从 1912 年沉积旋回在北美伊利诺斯煤田石炭纪煤系中被揭示以来, 人们对沉积旋回的关注和探索经久不衰^[1-4], 且已经认识到含煤沉积旋回中大面积稳定煤层通常是伴随碎屑沉积体系的废弃而形成的^[5], 而导致这一现象的主要因素至今没有取得共识。铁法盆地西部矿区煤系中沉积旋回现象明显, 钻孔及井巷揭露比较充分, 相关基础地质资料丰富^[6-11], 为含煤沉积旋回的深入探索提供了有利条件。

1 地质概况

铁法盆地为晚中生代陆相箕状裂陷盆地, 位于辽宁省北部, 平面形态近椭圆形, 长轴呈 NNE 向展布, 面积约 750 km²。按勘查、开发程度分为西部矿区(以下称铁法矿区, 图 1)和东部普查区, 其中, 铁法矿区自北向南包括大明二矿、大明一矿、晓明、大隆、晓青、大兴和晓南井田。铁法盆地西缘以江屯同沉积断裂为界; 在盆地北部, 因先存的 NNE 向

收稿日期: 2009-12-29

作者简介: 王宇林(1953—), 男, 辽宁建平人, 教授, 从事沉积盆地分析和能源地质的教学与研究。

拗陷与华北板块北缘东西向隆起带(本区称西关屯—开原背斜)的构造叠加,使盆地基底与松辽南部昌图盆地呈鞍状相连,但铁法地区具有独立的沉降和沉积中心;盆地东缘为沉积—侵蚀边界;目前残留构造盆地的侵蚀南缘由稀疏钻孔控制,大体位于榆树堡一线。

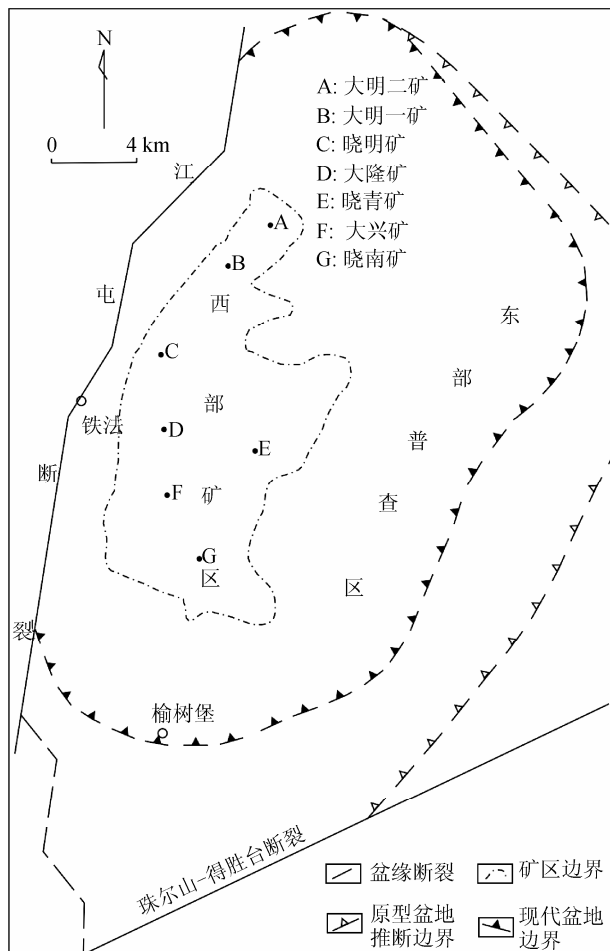


图 1 铁法盆地西部矿区位置图

Fig.1 Location of western mine in Tiefa basin

早白垩世初,在区域伸展构造应力场背景下,本区深部岩浆沿先存江屯断裂喷发形成义县组火山岩后,江屯断裂的张滑活动成为铁法盆地形成和演化的重要控制因素。

铁法盆地的含煤地层为下白垩统阜新组。该组一段为下含煤段,除盆地边缘以砾岩、砂岩为主外,主体为浅灰色或灰白色砂岩、深灰色粉砂岩及泥岩,自上而下含 11 号—20 号煤层,12 号—17 号煤层为发育比较稳定的煤层;二段为中部砂、泥岩段;三段为上含煤段,岩性与下含煤段相似,自上而下含 1 号—10 号煤层,4 号、7 号、8 号、9 号煤层为发育比较稳定的煤层;四段为顶部绿灰色砂岩、砾岩夹粉砂岩、泥岩段。

阜新组在铁法盆地西缘带主要表现为冲积扇相,在盆地南部则以冲积扇相和辫状河相为主,湖泊相发育于盆地的东北部。铁法矿区的阜新组上、下含煤段的主体具有明显的沉积旋回特征。

2 含煤沉积旋回特征

2.1 含煤沉积旋回单元沉积相的构成

在铁法矿区阜新组上、下含煤段中,以上述比较稳定煤层的顶面为界,构成多个含煤沉积旋回单元(图 2)。各含煤沉积旋回单元顶部均为煤层及部分碳质泥岩构成的泥炭沼泽相,其主体主要由网结河相和辫状河相构成(仅大明一、二矿及晓明井田东北部的局部地段有湖泊三角洲相发育^[7])。

2.1.1 网结河相

网结河相总体特征主要表现在 3 个方面^[8]:**a.** 在沉积断面图上表现为“泥包砂”状(图 2);**b.** 在河道的平面形态上,呈交织网状;**c.** 在垂向上,由河道沉积和湿地沉积构成粒度向上变细的相序特征。其中,河道沉积自底部冲刷面向上,一般由块状层理

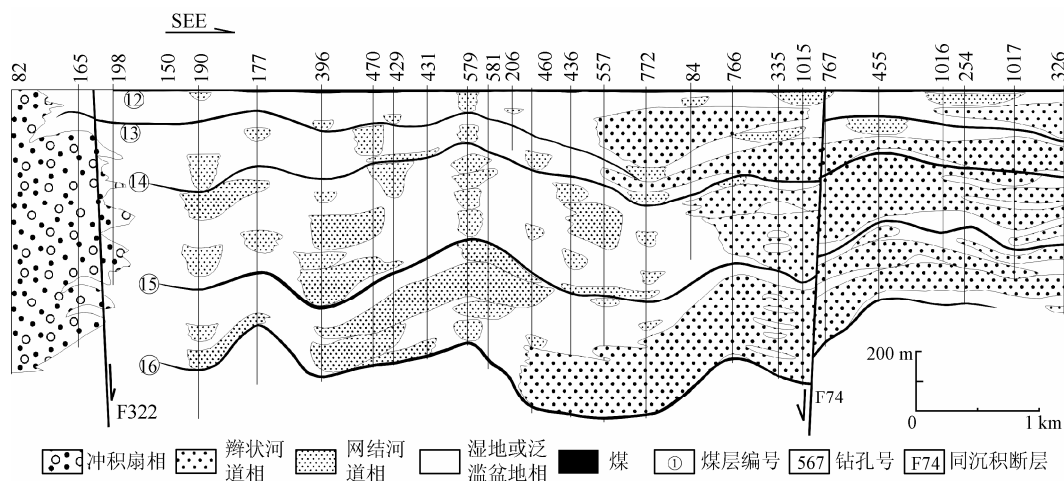


图 2 晓明-大隆-晓青井田下含煤段沉积断面图

Fig. 2 Section of deposits of the lower coal-bearing member of Xiaoming - Dalong - Xiaoqing mine field

的砂质砾岩—大型槽状交错层理夹板状交错层理及平行层理的含砾砂岩、粗粒砂岩、中粒砂岩—小型交错层理的细粒砂岩构成。湿地沉积主要由小型波痕层理或波状层理,并富含植根化石的粉砂岩、泥岩构成,部分地段发育不稳定的碳质泥岩、极薄煤层或煤线。

2.1.2 辫状河相

辫状河相的总体特征亦表现在3个方面:**a.**在沉积断面上,因河道砂砾岩体占优势,泛滥盆地亚相发育差而呈“砂包泥”状(图2);**b.**河道砂体平面形态为宽带状;**c.**在相序上,以河道沉积为主,泛滥盆地沉积不发育。其中,辫状河道沉积由块状层理的砾岩、砂质砾岩和大型槽状交错层理的各粒级砂岩呈大型透镜体叠置构成,其中冲刷面极为发育。辫状河道沉积的结构成熟度和成分成熟度均低,其中砾石的直径多为5~50 mm。泛滥盆地沉积通常由小型波痕层理的粉砂岩、砂质泥岩和极不稳定的碳质泥岩构成。

2.1.3 泥炭沼泽相

泥炭沼泽相是在矿区河流相及矿区东北侧湖泊相基本同步废弃的基础上大面积泥炭沼泽化而形成的,只是在矿区多表现为比较稳定的可采煤层;在湖泊相基础上形成的则多是煤线、碳质泥岩,且不连续而通常无工业意义。

2.2 两种河流相的空间发育特征

随着对地质信息的积累和研究程度的不断深入,目前对铁法盆地网结河相、辫状河相的发育特征较以前^[8]有了更清楚地认识。

在平面上,网结河相主要发育于矿区西部,西侧与矿区外的冲积扇相为邻,水流源于盆地西部,流向多呈NE向,在矿区东部与辫状河相汇合;辫状河相主要发育于矿区东部,其水流源于盆地南部,流向在矿区自南至北一般由NNW向转为NNE向。

需要指出,大比例尺的煤系砂体等厚线图特征及矿井地质资料^[8-9]表明,在有的含煤沉积旋回单元中,顶部煤层的顶、底板(尤其距煤层3 m内)的网结河相较远离煤层的网结河相发育面积明显增大,甚至几乎遍布整个矿区,说明网结河相是在泥炭沼泽相与辫状河相的过渡条件下形成的。

3 含煤沉积旋回成因分析

3.1 构造活动是含煤沉积旋回的主控因素

对控制沉积旋回形成因素的探索、讨论很多,涉及到地球、天文领域的诸多因素,但天文因素是通过改变地球的气候和构造活动而起作用的。归纳起来,导致沉积旋回形成的直接因素不外乎海平面变化、气候变迁、构造活动、沉积物供应速率及其

这几种因素的复合作用^[1-4]。铁法盆地属东北亚晚中生代陆相裂陷盆地,目前未发现盆地充填地层与海平面变化有关;煤系的古生态信息^[6]及邻区同期含煤盆地湿地扇的存在^[12],说明煤系或含煤段沉积期的气候都是温暖潮湿的;此外,铁法盆地和邻区同期的阜新盆地、平庄盆地、元宝山盆地的含煤沉积旋回发育程度及含煤沉积旋回单元特征存在明显差异,说明当时的气候不是含煤沉积旋回的主控因素。这样,控制铁法盆地含煤沉积旋回周期性变化的直接因素显然只有成盆期的构造活动、沉积物供应速率及相关复合因素。其中,沉积物供应速率主要与基准面的变化有关,而后者又受控于构造活动,并通常由于此前盆地内外积累的较大高差,使沉积物供应速率的变化不同程度滞后于构造活动的变化,二者的复合作用则主要是通过沉积物体积分配^[13]体现的(如3.2所述)。

需要指出,从目前铁法盆地南缘发育冲积扇远端相情况推测,铁法原型盆地的南部边界很可能抵达珠尔山—得胜台断裂(图1),这样,除盆地西缘江屯断裂活动是控制铁法盆地煤系发育特征的主要因素外,盆地南缘的同沉积构造活动也会对盆地煤系发育特征具有控制作用。

3.2 盆缘断裂活动对含煤沉积旋回的控制

盆缘断裂活动对含煤沉积旋回形成的控制是通过沉积物体积分配来完成的。沉积物体积分配是由于可容空间的大小随地理位置变化而导致沉积物体积发生的时空变化。因为靠近盆缘断裂的盆缘带相对盆地中心地带的可容空间变化大,使得盆缘断裂内侧盆缘带可容空间的变化对沉积物体积分配的影响尤为明显。

当盆缘断裂活动减弱引起盆地基底沉降速率较小时,沉积充填造成盆缘断裂内侧的盆缘带的可容空间减少,但此前构造活动积累的盆地内、外较大高差仍使得沉积物供应具有较高的速率。在这种背景下,除了在断裂盆缘内侧形成冲积扇外,剩余的沉积物在冲积扇前(现今的铁法矿区)形成了河流沉积,并在更远的矿区东北侧形成湖泊沉积。

当盆缘断裂活动引起盆地基底沉降速率增大时,盆缘断裂内侧的盆缘带可容空间增大且与该地带较大的沉积物充填量相匹配,沉积物优先堆积在盆缘断裂内侧盆缘带形成冲积扇后,没有或只有很少量的较粗碎屑沉积物向更远处搬运和堆积(铁法矿区相对河流发育期而言,出现了碎屑沉积体系衰亡),导致在矿区形成了大面积的扇前泥炭沼泽相,构成了含煤沉积旋回单元的顶部煤层。同时,由于盆地西部扇前沼泽对盆地西侧水源的截留和盆地覆

水面积的增大,使位于铁法矿区东北侧的湖泊变浅,并部分泥炭沼泽化。铁法矿区富煤带、聚煤中心靠近江屯断裂一侧,且它们的长轴方向与江屯断裂大体平行(图 3),说明江屯断裂对聚煤起了主导作用。

上述两种情况的交替出现,便形成了阜新组上、下含煤段的含煤沉积旋回。

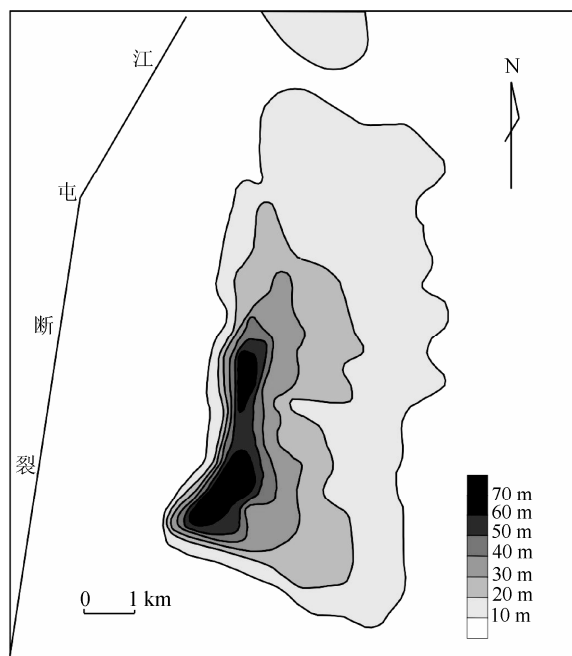


图 3 铁法矿区中南部 4-16 煤层等厚图

Fig. 3 Isopach map of 4-16th coal seams in south central Tiera mine

在盆地基底沉降速率很大的背景下,使沉积物充填增量明显小于可容空间增量,由于欠补偿沉积,只在盆缘断裂内侧盆缘带形成了退积型冲积扇或扇三角洲,并在扇前形成饥饿湖泊。这种情况出现于铁法盆地阜新组的非含煤段中,在此不作深入论述。

3.3 不同类型河流相发育的构造条件

通常认为,河床坡降、盆地沉降速率与沉积速率的比率、负载形式等是决定河流类型的重要因素。其中,坡降较小、沉降速率与沉积速率相近是有利于网结河发育的构造—地貌条件,而坡降较大是有助于辫状河发育的构造—地貌条件。

当盆地西缘的江屯断裂的张滑速率减弱,沉积充填造成近盆缘处可容空间减少,而此前构造活动积累的较大盆地内、外高差仍使得沉积物供应具有较高的速率,在江屯断裂内侧形成冲积扇后,仍有剩余碎屑物质继续向盆地内搬运,沉积充填量与可容空间的适当匹配关系,形成了冲积扇前缘与湖泊之间的坡降不大的地貌条件,使得矿区西部发育了网结河相。另外,考虑到网结河相的古流特征,也说明网结河相的发育主要受控于盆地西缘的江屯断裂。

在矿区东部发育自南向北流向的辫状河相,指

示了盆地南缘的粗碎屑供应量充足。由于沉积充填增量明显大于盆缘可容空间增量,在盆缘形成边缘相后仍有大量的粗碎屑向盆内供应,并形成盆地内、外以及盆缘与湖泊之间坡降较大的构造—地貌条件,导致了辫状河相发育,即辫状河相主要受控于盆地南缘的构造条件。

如前所述,矿区东部一些煤层顶、底板的网结河相的发育面积较含煤沉积单元中非煤沉积主体的网结河相发育面积明显增大,即矿区东部某些地带的网结河相出现在辫状河相与泥炭沼泽相之间,这种相序关系说明网结河相发育的构造—地貌等条件介于泥炭沼泽相与辫状河相发育构造条件的中间状态。而且,从泥炭沼泽相到网结河相,再到辫状河相,盆地西缘江屯断裂的控制作用逐渐减小,盆地南缘构造活动的控制作用逐渐增强。

4 结 论

a. 铁法矿区阜新组上、下含煤段呈明显的含煤沉积旋回特征。含煤沉积旋回单元顶部为煤层及部分碳质泥岩构成的泥炭沼泽相,其主体主要由网结河相和辫状河相构成。

b. 在含煤沉积旋回单元的非煤沉积中,网结河相主要发育于靠近盆缘冲积扇的矿区西部,辫状河相则发育于矿区东部。

c. 盆缘构造活动引起可容空间的变化,并最终通过控制沉积物体积分配而导致了含煤沉积旋回的形成。当盆缘断裂活动导致盆地基底沉降速率较小时,在盆缘断裂内侧盆缘带可容空间减小和沉积充填速率较高的条件下,在盆缘断裂内侧形成冲积扇相及扇前河流相,构成了含煤沉积旋回单元的主体;当盆缘断裂活动引起盆地基底沉降速率变大时,在盆缘断裂内侧盆缘带的较大可容空间和与之匹配的沉积充填速率条件下,在盆缘断裂内侧形成冲积扇后,很少有较粗碎屑物向更远处进积,扇前大面积泥炭沼泽化形成了含煤沉积旋回单元的顶部煤层;二者交替形成了含煤沉积旋回。

d. 含煤沉积旋回单元中的泥炭沼泽相和网结河相主要受控于盆地西缘江屯断裂的活动,辫状河相主要受控于盆地南缘的同沉积构造活动。

参考文献

- [1] RAHMANI R A, FLORES R M. 北美洲煤和含煤地层沉积学历史回顾[C]/R. A. 拉赫马尼, R. M. 弗洛里斯. 煤和含煤地层沉积学. 北京:地质出版社, 1988: 1-6.

(下转第 11 页)

- [8] 余和中, 韩守华, 谢锦龙, 等. 华北板块南缘原型沉积盆地类型与构造演化[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(2): 244–252.
- [9] 河南省地质矿产厅. 河南省岩石地层[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1997: 1–299.
- [10] 胡斌, 齐永安, 张国成, 等. 中国中-新生代陆相沉积中的遗迹群落[J]. 沉积学报, 2002, 20(4): 574–581.
- [11] KEIGHLEY D G, PICKERILL R K. The ichnotaxa *Palaeophycus* and *Planolites*: historical perspectives and recommendations[J]. Ichnos, 1995(3): 301–309.
- [12] BROMLEY R G. Trace fossils-biology, taphonomy and applications[C]. London: Chapman & Hall, 1996.
- [13] KEIGHLEY D G, PICKERILL R K. The ichnogenus *Beaconites* and its distinction from *Ancorichnus* and *Taenidium*[J]. Palaeontology, 1994, 37: 305–337.
- [14] VIALOV O S. Problematica of the Beacon Sandstone at Beacon Heights West, Antarctica[J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 1962(5): 718–752.
- [15] RETALLACK G J. Compaction of Devonian lycopsid stems from the Beacon Heights Orthoquartzite, southern Victoria Land[J]. United States Antarctic Journal, 1997, 30(5): 42–44.
- [16] PEMBERTON S G, FREY R W. Trace fossil nomenclature and the *Planolites*–*Palaeophycus* dilemma[J]. Journal of Paleontology, 1982, 56: 843–871.
- [17] BUATOIS L A, MANGANO M G. Trace fossils from a Carboniferous turbiditic lake: implications for the recognition of additional nonmarine ichnofacies[J]. Ichnos, 1993(2): 237–258.
- [18] BUATOIS L A, MANGANO M G. Trace fossils from Carboniferous floodplain deposits in western Argentina: implication for ichnofacies models of continental environments[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2002, 183: 71–86.
- [19] 张国成, 曾玉凤, BUATOIS L A, 等. 济源盆地谭庄组(T2-3)上段湖相沉积及遗迹化石特征[J]. 沉积学报, 2005, 23(1): 100–107.
- [20] 张喜林, 朱筱敏, 郭长敏, 等. 苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组滨浅湖沉积中的遗迹化石[J]. 沉积学报, 2006, 24(1): 81–89.
- [21] RINDSBERG A K. Ichnology of the Upper Mississippian Hartselle Sandstone of Alabama, with notes on other Carboniferous formations[J]. Geological Survey of Alabama, Bulletin, 1994, 158: 1–107.
- [22] FILLIOND, PICKERILL P K. Ichnology of the Lower Ordovician Bell Island and Wabana Groups of eastern Newfoundland[J]. Palaeontographica Canadiana, 1990(7): 1–119.
- [23] BUATOIS L A, JALFING, ACENOLAZA F G. Permian non-marine invertebrate trace fossils from southern Patagonia[J]. Argentina: Ichnologic Signatures of Substrate Consolidation and Colonization Sequences. J. Paleon., 1997, 71(2): 324–336.
- [24] ELLIOTT R E. An interpretation of the trace fossil *Cochlichnus kochi* (Ludwig) from the East Pennine Coalfield of Britain[J]. Proceedings of the Yorkshire Geological Society, 1985, 45: 183–187.
- [25] POLLARD J E, HARDY P G. Trace fossils from the Westphalian D of Writhlington Geological Nature Reserve, nr. Radstock, Avon[R]. Proceedings Geological Association, 1991, 102: 169–178.
- [26] METZ R. Ichnologic study of the Lockatong Formation Late Triassic, Newark Basin, southeastern Pennsylvania[J]. Ichnos, 1995(4): 43–51.
- [27] EAGAR R M, BAINES J G. Trace fossil assemblages and their occurrence in Silesian (Mid-Carboniferous) deltaic sediments of the central Pennine Basin[C]. England, 1985: 99–149.
- [28] 李日辉, 张光威. 山东莱阳盆地早白垩世莱阳群的遗迹化石[J]. 古生物学报, 2001, 40(2): 252–261.
- [29] CHAMBERLAIN C K. Recent lebensspuren in nonmarine aquatic environments[R]//FREY R W(ed). The Study of Trace fossils. New York: Springer-Verlag, 1975: 431–458.

(上接第4页)

- [2] 刘立, 薛林福. 旋回地层学的基本原理与研究方法[J]. 世界地质, 1994, 13(3): 86–91.
- [3] 孟祥化. 沉积节律性及其动力学研究[J]. 地学前缘, 1997, 4(3): 147–154.
- [4] 程日辉, 易还用, 刘招君. 含煤旋回层形成的控制因素[J]. 世界地质, 1994, 13(3): 92–97.
- [5] 李思田, 程守田, 杨士恭, 等. 鄂尔多斯盆地东北部层序地层及沉积体系分析[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [6] 陈芬, 孟祥营, 任守勤, 等. 辽宁阜新和铁法盆地早白垩世植物群及含煤地层[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [7] 王宇林, 邵显琨, 范国强, 等. 箕状湖盆萎缩阶段两种湖泊三角洲的沉积特征及成因探讨[J]. 沉积学报, 2002, 20(2): 238–242.
- [8] 王宇林, 杨福珍, 游大军, 等. 铁法盆地阜新组网结河沉积[J]. 沉积学报, 1998, 16(2): 87–91.
- [9] 王宇林, 张亚明, 于常武, 等. 铁法矿区煤层冲刷带研究[J]. 煤田地质与勘探, 2002, 30(5): 8–11.
- [10] 闫剑飞, 吴志国, 王宇林. 辽宁铁法盆地含煤岩系层序地层分析[J]. 四川地质学报, 2007, 27(3): 157–161.
- [11] 吴志国, 王宇林. 铁法盆地同沉积构造与聚煤[J]. 黑龙江科技学院学报, 2007, 17(3): 185–189.
- [12] 李思田. 含能源盆地沉积体系[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1996.
- [13] 邓宏文, 王红亮, 朱永军, 等. 高分辨率层序地层学—原理及应用[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [14] 崔盛芹, 吴珍汉. 略论构造运动节律与构造运动序列[J]. 地学前缘, 1997, 4(4): 223–232.