

内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地 与伸展构造

刘 玉 强

(内蒙古地质矿产局, 呼和浩特)

提 要: 晚侏罗世晚期至早白垩世, 内蒙古东北部出现了一个裂陷作用期, 形成大量地堑、半地堑式断陷盆地, 盆地之边缘为犁式正断层, 部分可能是剥离断层, 它们是伸展作用下的产物。在统一的区域伸展作用下形成的多数盆地具有一定类似的构造、地层及煤层格架, 以及具有可比的沉积组合所构成的盆地充填序列。犁式正断层发育的全过程控制了盆地的形成和演化, 也控制了煤层的展布方向、煤体的横向分带和纵向分区、煤层旋回结构及煤变质程度。

主题词: 伸展构造 犁式正断层 煤盆地 内蒙古

1 引 言

近十多年来, 石油、煤炭资源调查中所获得的资料表明, 内蒙古东北部晚侏罗世晚期至早白垩世出现了一个重要的裂陷作用期。其间, 地壳明显减薄, 地幔上隆, 形成大量地堑、半地堑式断陷盆地, 这些断陷盆地构成了盆岭式构造。盆地边缘是起控制作用的犁式正断层, 可能部分正断层向下变缓并终止于一定深度的界面上——即剥离断层, 这种特征性构造, 是在区域伸展作用下形成的^[1]。这类构造与美国西部盆岭区构造有许多类似之处^[9]。因此, 用伸展构造的理论、方法研究和解释这类盆地形成和演化机制较为适宜。研究表明, 这类正断层在聚煤规律中起到重要的控制作用。此类断陷盆地是在统一的区域构造应力场的作用下, 通过递进变形作用基本上一次性完成的。

2 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地的形成机制

中生代以来, 由于库拉-太平洋板块北北西向斜向俯冲于欧亚板块之下或受到切割近东西向库拉-太平洋洋脊的近南北向转换断层的影响^[2], 包括内蒙古东北部在内的中国东部受到弱引张与强挤压交替, 但以挤压为主的构造应力作用。强大的挤压作用使地壳大面积隆起及大规模的火山喷发和花岗岩侵入^[3]。然而, 从早白垩世中期起, 可能由于特提斯洋的封闭、印度板块与欧亚板块碰撞, 加之亚洲东部仍受近南北向转换断层的影响^[2] (太平洋板块的北西西向俯冲直至 40×10^6 a才发生的), 中国陆块向东滑动, 其深部物质向东蠕动、扩容,

刘玉强, 男, 1957年生, 高级工程师。多年从事煤田地质工作。邮政编码: 010020
1993-8-12收稿, 1994-3-20修改回

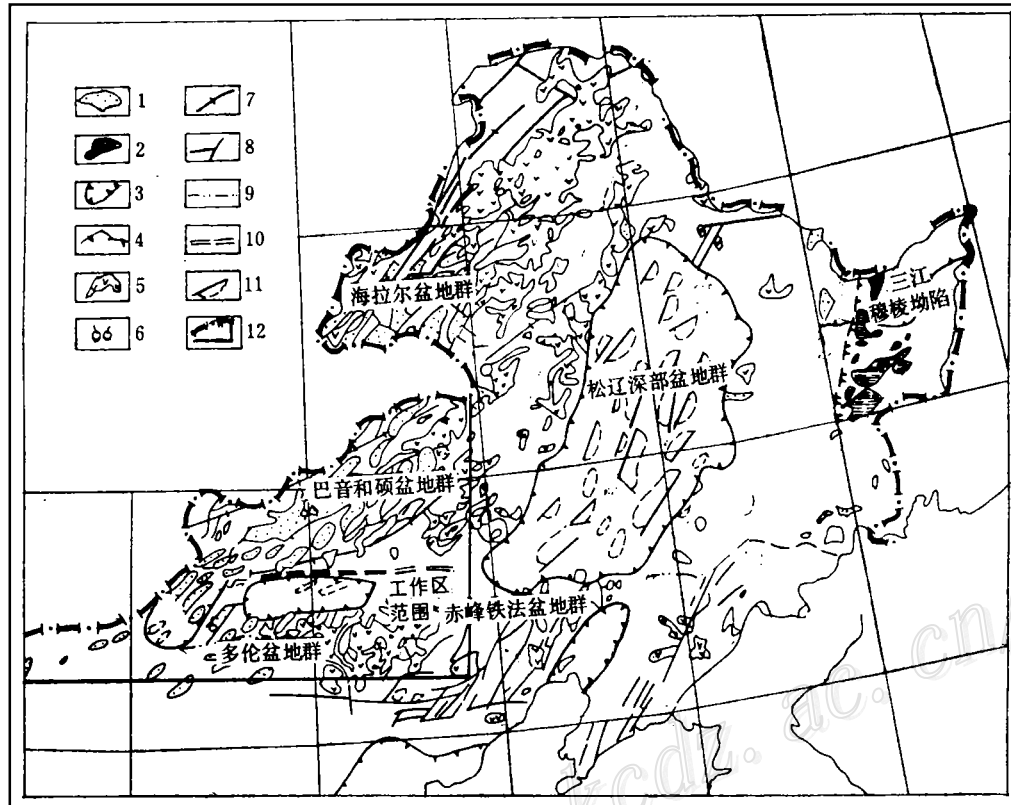


图 1 东北内蒙古晚中生代断陷盆地分布的分带性

(据李思田补充, 1988)

1—早白垩世内陆断陷盆地; 2—晚中生代近海盆地; 3—推断的近海盆地沉积边界; 4—早白垩世聚煤期后大型盆地边界; 5—兴安岭群火山岩系; 6—钻孔见油的盆地; 7—古生代褶皱; 8—断层; 9—华北地台北界; 10—西拉木伦断裂带; 11—被深埋的晚中生代断陷盆地; 12—工作区范围

Fig. 1. Zonation of the distribution of the Late Mesozoic fault basins in Northeast China and Inner Mongolia.

1—Early Cretaceous interior fault basins; 2—Late Mesozoic offshore basins; 3—Inferred sedimentary boundary of the offshore basins; 4—Boundary of the large-size basin formed after the early Cretaceous coal-accumulation period; 5—Volcanic series of Hinganling Group; 6—Basin where the drill hole intercepts oil; 7—Paleozoic fold; 8—Fault; 9—Northern boundary of the North China platform; 10—Xilamulun fault zones; 11—Deeply buried Late Mesozoic fault basins; 12—Limits of the working area.

遂使中国东部应力场发生巨大变化, 变为强引张与弱挤压交替、以引张为主的构造应力作用^[3]。这种北西-南东向拉张应力, 加之在此之前的大规模岩浆活动使地壳预热、变弱, 遂在东北地区形成与美国西部盆岭构造相似的伸展构造, 即一系列北东向和北北东向早白垩世中—晚期(白彦花群)断陷含煤盆地(图1)^[4~6, 10]。北西-南东向拉张应力使早先的北东向和北北东向“纵张断裂”进一步扩展, 且由于深部物质在水平方向的蠕动、扩容, 使断裂具上陡下缓的犁式正断层特点(图2), 并由这些断层组成了许多彼此分割的窄长断陷盆地(图1)。

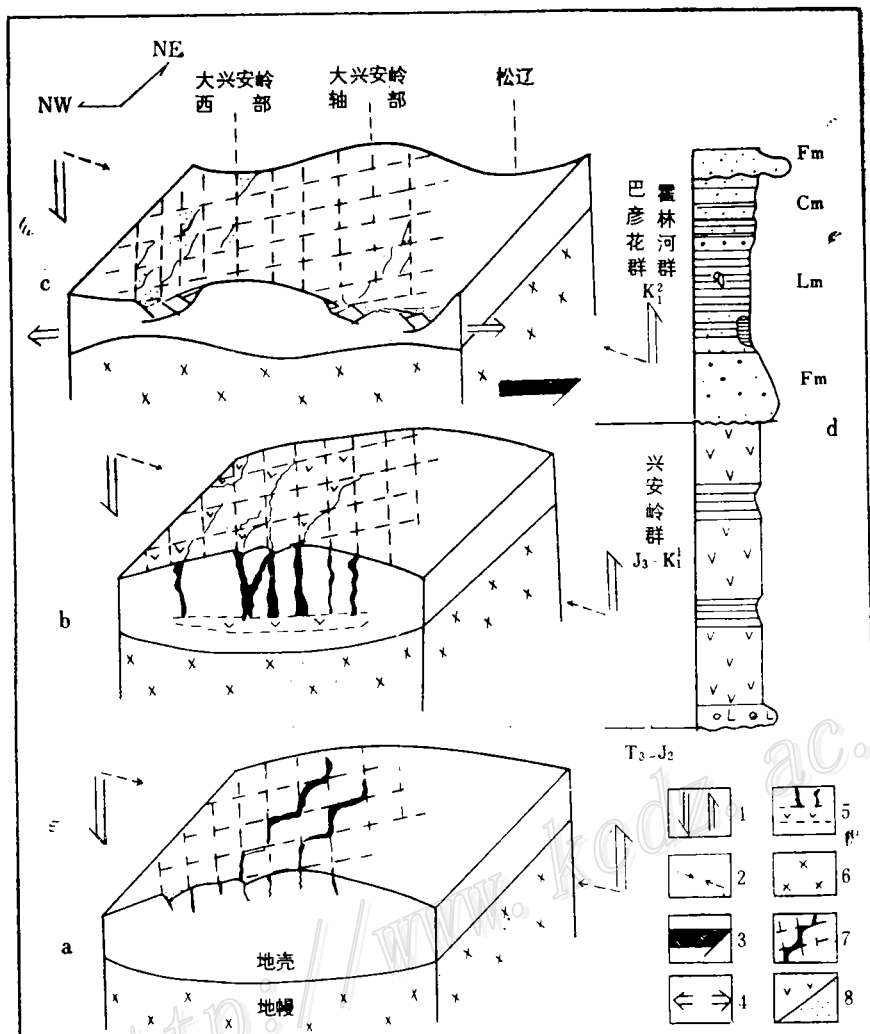


图 2 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地形成过程 (a、b、c) 及充填序列 (d)

1—库拉—太平洋板块中近南北向转换断层引起的左行剪切应力；2—左行剪切应力引起的NW-SE向挤压应力；3—由印度板块与欧亚板块碰撞引起的东亚块体向东滑动；4—区域拉张应力；5—地壳及中下地壳低速层（岩浆房）；6—地幔；7—共轭剪切裂隙及追踪纵张断裂；8—中性—酸性火山岩及断陷盆地沉积

Fig. 2. The formation processes (a, b, c) and the filling sequence (d) of the Late Mesozoic fault coal basin in the eastern Inner Mongolia.

1—Left-handed shear stress caused by north-south transform fault in Kola-Pacific plates; 2—NW-trending compressional stress caused by left-handed shear stress; 3—Eastward sliding of the East Asia massif caused by the collision of Indian plate and Eurasian plate; 4—Regional extension stress; 5—Crust and middle and lower crust low-velocity layer (magma chamber); 6—Mantle; 7—Conjugate shearing fissure and tracing longitudinal tension fault; 8—Intermediate-acid volcanic rock and fault basin sediments.

这些盆地是多种沉积矿产的储聚场所，伸展作用在很大程度上控制了盆地形成和演化，也控制了矿产的产状和构造。现已发现中国东北境内聚煤盆地达 140 多个，储存煤炭资源达上亿吨^[5]（图 1）。另外，此类断层也是重要金属成矿带，在彼邻的国外已发现不少大、中

型金铜矿床。盆地一般长几十至一百余公里, 宽小于30km, 盆内充填了厚3000~4000m的早白垩世中—晚期白彦花群含煤岩系^[5]。含煤岩系有四套沉积组合, 并按一定顺序出现, 构成完整的盆地充填序列, 从下往上依次是, 底部粗碎屑冲洪积物段(Fm), 湖相细碎屑沉积段(Lm), 含煤碎屑岩段(Cm)和顶部粗碎屑冲洪积物段(Fm)。顶、底粗碎屑岩的区别在于, 顶部颜色白灰、含有较多炭屑和镜煤化树干, 砾石磨圆, 分选较好, 而底部颜色为绿灰, 很少含炭屑, 砾石磨圆、分选极差, 大棱角状。顶部的粗碎屑冲洪积物段可达300~400m厚, 越往下炭屑增多, 颜色变灰, 说明下面很快有厚煤层, 此段是找煤的标志层段, 也是地层对比的重要层位, 颜色的变化指示着见煤的希望。在钻探施工中判断顶、底粗碎屑岩段很重要, 这是决定向下找煤的关键问题(图2d)。少数盆地出现两套含煤碎屑岩段。绝大多数犁式正断层发育在盆缘一侧, 倾向盆内, 使盆地成半地堑或断陷盆地, 但也有些犁式正断层发育在盆地两侧或内部, 形成地堑或复式断陷盆地。这些断层控制了盆地的形成、演化和煤聚集规律。断层的延伸方向决定盆地展布方向, 断层的长度决定盆地长度, 断层的运动幅度决定盆地宽窄及深浅, 断层运动的频繁程度决定煤系和煤层的结构。这就要求探矿工作中, 首先要用物探、遥感确定断层所在位置。基底断块不对称的掀斜下滑造成靠断层附近沉

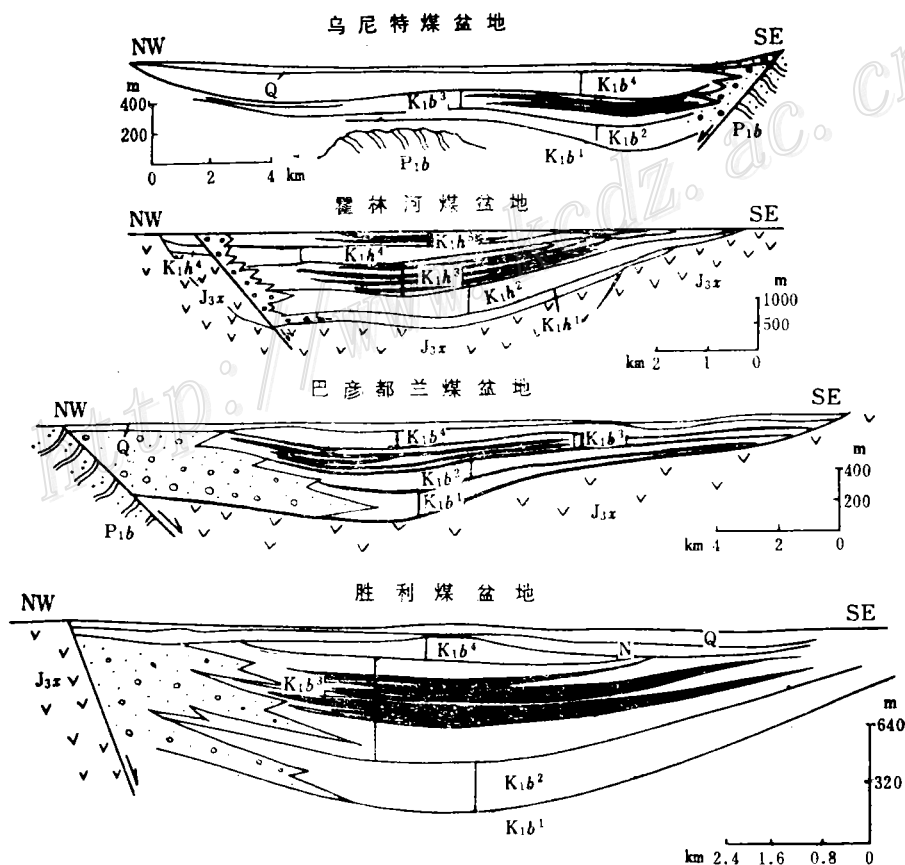


图3 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地构造、地层及煤层格架横向断面图

Fig. 3. Transverse geological sections of the Late Mesozoic fault coal basins, showing their structures, strata and coal seams.

降幅度和速度大, 沉积厚, 而被动边缘沉降幅度和速度小, 沉积薄, 结果形成不对称的箕状坳陷^[6]。由于沉积过程是随着犁式正断层上盘掀斜、拖拉进行的, 而掀斜产生向断层方向的力、拖拉产生向下的力, 所以整个沉积地层呈现宽缓的不对称同沉积向斜构造(图3)(作者在勘探的十几个盆地中没见到逆断层)。下滑的不匀速造成沉积补偿的不均衡, 并使煤系岩层厚度及粒度在垂向上发生变化。在有利的古地理环境和气候条件下, 如断层下滑缓慢, 且沉降略小于造煤物质的堆积速度时, 便形成巨厚的煤层。

3 伸展构造对聚煤规律的控制作用

大量资料表明煤盆地的几何形态、沉积充填、相及古环境、含煤情况等特征及表现的各种规律都与大陆的古伸展构造条件有密切关系。在含煤岩系和盆地的形成、演化过程中, 具有同沉积性质的犁式正断层是一个起主导作用的因素。

3.1 对煤层展布方向的控制

煤体总体展布方向严格受盆缘犁式正断层展布方向的控制, 与断层走向基本一致。富煤中心或厚煤带往往在横向上, 发育在被动边缘的中间斜坡地带; 在纵向上, 发育在波、谷转换处, 富煤中心的连线通常与断层走向一致(图4a、b)。

3.2 对煤层形成时沉积环境及充填序列的控制

盆缘犁式正断层控制了断陷盆地的形成和演化, 其中古地理环境是受控的主要内容之一, 岩相带沿盆地走向分布(图4c、d)。盆地内近断层接触部位, 古坡度最大。断裂外侧隆起区为盆地充填的主要物源区。在盆缘断裂内侧, 持续维持冲洪积扇环境, 是断陷盆地最主要的沉积环境之一, 发育巨厚的盆地边缘相砾岩堆积。砾岩沿断裂连续分布, 并组合成扇带。扇带一般宽2~3 km。因此, 在找煤时要距断层3 km以外布置工程。沿倾向往盆地中心, 通常依次发育扇的水下部分, 即扇三角洲、浅水湖泊和深水湖泊环境, 无断裂侧往往发育河流和小型三角洲。当断裂下滑速度减缓、地形夷平时, 扇体萎缩, 盆地淤浅, 形成大面积的泥炭沼泽环境(如乌尼特、巴彦都兰、霍林河等煤田)。在少数较深的断陷盆地中, 仅在深湖周边形成泥炭沼泽环境(如东乌旗、沙麦等盆地)。

由于陆壳受力大小是变化的, 所以盆缘断裂亦不是匀速下滑的。在下滑初期, 断裂下滑幅度较大, 盆内、外高差也大, 盆外隆起区剥蚀强烈, 盆内以冲洪积物沉积为主, 砾岩层厚, 扇体延伸远, 形成了底部粗碎屑冲洪积物段。随着下滑的进行, 下滑速度减缓, 盆地不断扩大, 在盆地中间地带因物质供应不足而形成深湖相泥岩沉积, 即湖相细碎屑沉积段。由于原沉积的砾岩被拖至更远的水深地方, 使得深水湖相泥岩直接覆盖其上。当掀斜和沉积达到一定程度时, 断裂下滑缓慢或停滞, 使盆地淤浅, 形成浅湖、小型三角洲砂—粉砂沉积和煤层, 这就形成了含煤碎屑岩段。当断裂再次以较大幅度下滑时, 盆内、外高差重新拉大, 又形成比底部面积更大的巨厚层冲洪积砾岩, 即顶部粗碎屑冲积物段^[7]。

3.3 对煤体形态和厚度分带性控制

煤体形态及其分带性特征受聚煤时的古地理和古构造因素控制。反之, 煤体的形态、层数及分布和富煤带产出位置、分布范围及展布方向等特征又能敏锐地反映出聚煤盆地古地理和古构造条件的变化。

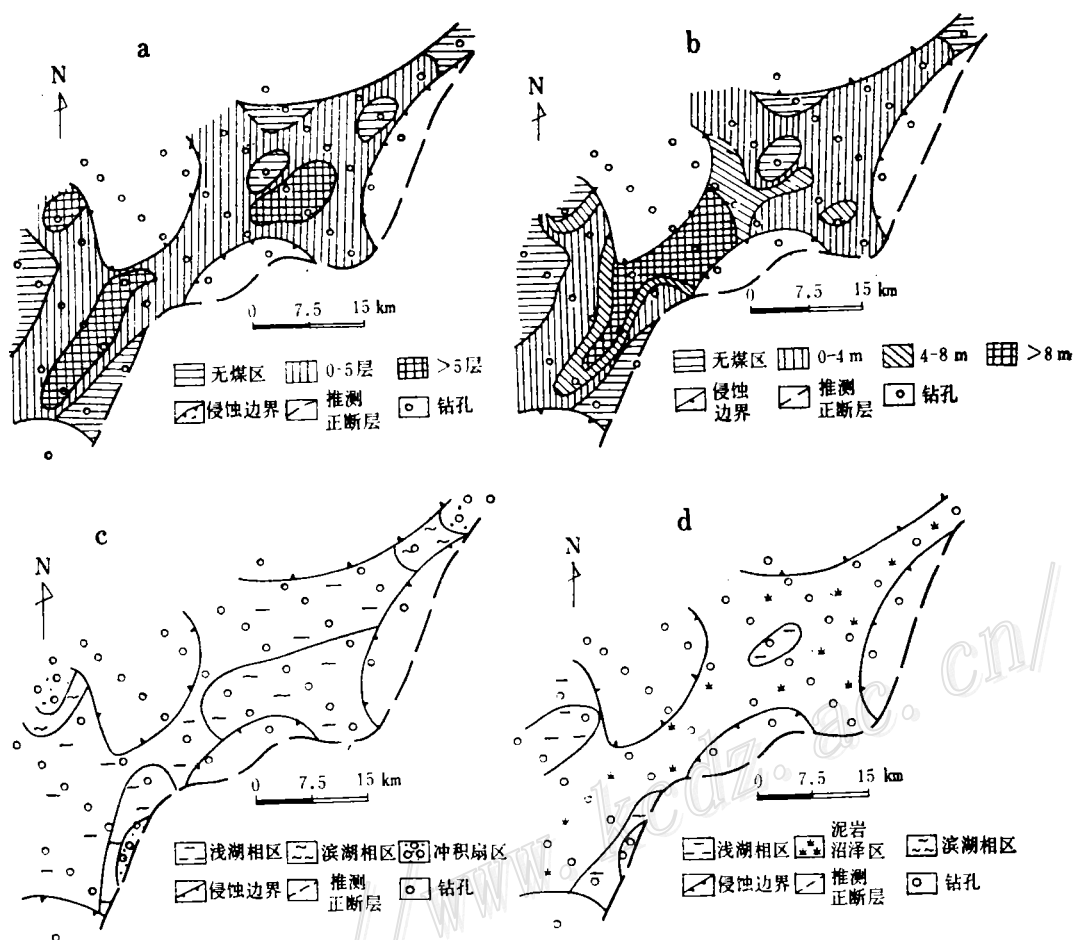


图4 乌尼特煤田巴彦花群第二煤组煤层层数变化(a)、煤层累计厚度(b)、成煤期前古环境(c)和成煤期古环境(d)

Fig.4. Variation in number of coal seams (a), cumulative thickness of coal seams (b), paleoenvironment before the coal age (c) and paleoenvironment of the coal age (d) of the 2nd coal formation in Bayanhua Group of the Wunit coal field.

本区断陷煤盆地的煤体形态明显显示出倾向分带和走向分区的变化特征。这种变化是由于局部沉降速度变化而引起的。煤层厚度是由盆缘犁式正断层所控制的盆地沉降速度与植物遗体堆积速度之间的关系及这种关系持续时间所决定的。这种分带、分区性主要表现在煤层的分叉、层数、厚度及其层间间距等方面的变化。

从盆缘正断层沿倾向向盆内无断裂一侧通常可划分为四个带(图5)。

I、无煤带,位于盆缘正断层内侧边缘地带。煤层尖灭相变为冲洪积扇砾岩,煤层与砾岩互为消长,指状交错。这可能由于断层在此处沉降幅度和沉降速度大,盆外侧剥蚀较强、盆缘堆积较快所致。

II、较强烈分叉尖灭带,位于无煤带内侧。煤层向扇方向强烈分叉、尖灭,煤层层数增多,单层逐渐变薄。

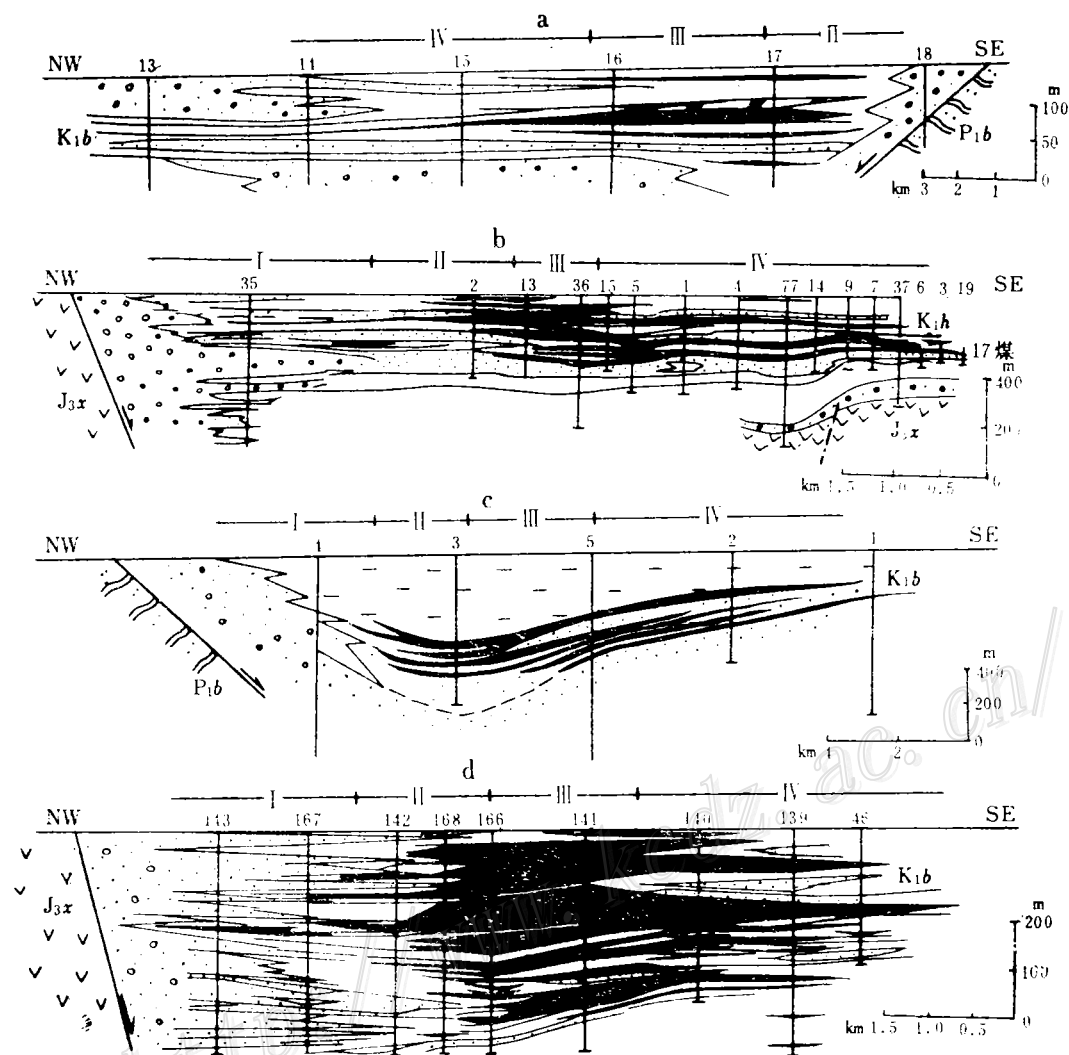


图 5 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地煤层分带剖面图

a—乌尼特煤盆地Ⅶ线；b—霍林河煤盆地Ⅹ线；c—巴彦都兰煤盆地Ⅲ线；d—胜利煤盆地Ⅺ线

Fig. 5. Geological sections showing zonation of the Late Mesozoic fault coal basins in eastern Inner Mongolia.

a—Ⅶ line of the Wunit coal basins; b—Ⅹ line of the Huolinhe coal basins; c—Ⅲ line of the Bayandun coal basins; d—Ⅺ line of the Shengli coal basin.

Ⅲ、密集煤层合并带，多数情况位于盆地中央的斜坡地带。煤层密集或合并，单层厚度最大，层间间距最小。向断裂方向逐渐过渡为较强烈分叉带，背离断裂方向过渡为缓慢分叉带。这可能是盆缘犁式正断层在掀斜过程中，斜坡中间地带的沉降幅度、速度及覆水深度与植物遗体堆积速度吻合之故。

Ⅳ、缓慢分叉带，位于无断裂处。煤层由合并带向无断裂边缘发生缓慢简单二分叉，并逐渐尖灭。这是由于该带可能处于远离断层的盆边，断层运动影响较小，使地层在厚度、粒度变化上不很急剧，从而造成煤层分叉、尖灭较为缓慢。

煤体形态在走向上也显示出不均匀的变化，但这种变化远小于倾向上的变化，且与倾向

上的变化有所不同。煤层合并带沿走向反映出明显分区变化特点,多数煤盆地都可划出:

(1) 煤层合并区,此区煤层层数少,单层厚度大,一般处于走向隆起或斜坡部位,是勘探开采的最佳部位,也是煤系、煤层对比的初始位置。

(2) 煤层分叉区,即由合并带沿走向向坳陷方向分叉,层数增多,单层厚度减薄,但往往是煤层累积厚度最大位置或富煤中心。

(3) 煤层尖灭区,在煤盆地走向的两端,由于物质供应充足,覆水浅,形成冲洪积沉积,不利于成煤,使煤层在此区尖灭。

煤层在走向上的这种变化仍然是古构造在走向上不均衡运动的结果。这种运动不仅反映在煤层上,而且在地层的厚度变化上更有明显显示。如在乌尼特煤盆地纵向沉积断面上,煤盆中心偏南处斜坡部位(即 ZK 6 号钻孔位置)是煤层合并区(仅 2 层煤),其单层煤层厚达 16m;向两侧煤层分叉、变薄形成煤层分叉区,且向北分叉急剧,属坳陷中心,煤层层数增至 30 层,累计厚度达 25m 多,向南分叉缓慢。至盆地两端,煤层逐渐尖灭在扇砾岩中。又如胜利煤盆地的纵向沉积断面上,亦显示出类似的变化规律。这样就要求在找煤过程中,首先沿倾向找到煤层合并带,再沿走向找到隆起区,一般此处为巨厚煤层位置。

3.4 对煤系与煤层旋回结构的控制

煤层的旋回性主要表现为显微组分含量不同的煤岩类型在同一煤层中的垂向交替变化。煤系的旋回性则主要表现为岩性、岩相在垂向上多次有规律地交替重复。形成旋回结构的成因比较复杂,同期构造运动、气候变化、水动力条件变化等都是人们早已公认的影响因素。其中,盆缘犁式正断层的活动频繁程度、运动的幅度及停滞的时间的变化引起了盆地内外高差的变化,从而引起沉积物粗细、组分及厚度的变化。这种同期构造运动造成的旋回结构,尤为人们所认识^[8]。

3.5 对煤变质程度的控制

内蒙古东北部早白垩世含煤盆地中煤层的煤质,几乎都是未变质的褐煤,很少是低变质的长焰煤。形成褐煤的原因可能是:①伸展构造发育晚,形成的煤层时代年青;②犁式正断层下滑距离短,形成的盆地浅,使煤层上覆地层沉积薄,压力低,在犁式正断层下滑距离长,形成深的盆地中,或隐伏岩体距盆底近时,深处煤层仍然有煤质达到了长焰煤,如额合宝力格煤田的煤质达到 41 号长焰煤。

参 考 文 献

- 1 马杏垣,刘和甫,王维襄,汪一鹏.中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造.地质学报,1983,(1): 22~31
- 2 朱夏,陈焕疆,孙肇才,张渝昌.中国中、新生代构造与含油气盆地.地质学报,1983,(3): 235~242
- 3 任纪舜.论华力西旋回后全球构造阶段之划分.地质学报,1987,(1): 21~31
- 4 王鸿祯等.中国及邻区构造古地理和生物古地理.武汉:中国地质大学出版社,1990.109~125
- 5 李思田等.断陷盆地分析与煤聚积规律.北京:地质出版社,1988.112~152
- 6 黄家福.盆地分析中的编图方法.武汉:中国地质大学出版社,1991.19~85
- 7 刘玉强.乌尼特煤田巴彦花群含煤地层的聚煤特征.煤田地质与勘探,1987,(6): 1~5
- 8 黄克兴等.构造控煤概论.北京:煤炭工业出版社,1991.
- 9 Lister G S, Davis G A. The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U. S. A. . J. Struct. Geol., 1989, 11(1/2)
- 10 Lister G S, Etheridge M A, Symonds P A. Detachment models for the formation of passive continental margins. Tectonics, 1991, 10(5): 1038~1064

THE LATE MESOZOIC FAULT COAL BASINS AND THE STRETCHING STRUCTURE IN EASTERN INNER MONGOLIA

Liu Yuqiang

(*Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources, Hohhot 010020*)

Key words: stretching structure, plough-shaped normal fault, coal basin, Inner Mongolia

Abstract

Petroleum deep drilling, coal investigation and deep geophysical study performed in the past ten years or more show that from Late Jurassic to Early Cretaceous in Inner Mongolia, there occurred an important rift faulting period during which the crust obviously became thinner, and the mantle uplifted, forming a great number of graben or semi-graben style fault basins, with plough-shaped normal faults (which might be partly exfoliation faults) rimming them. Such a tectonic pattern is quite similar to the tectonics in the basin-mountain area of West America, both being products of stretching. The plough-shaped normal faults played a leading role in controlling the geometric forms, sedimentary environments, coal seams and coal quality. Most basins formed under the unified regional stretching have somewhat similar tectonic, stratigraphic and coal seam framework as well as basin deposition sequences composed of comparable sedimentary associations. Stretching led to the formation of plough-shaped normal faults, while the whole process of fault development controlled the formation and evolution of the basins and the accumulation of coal. The extension directions of the faults decide the distribution of the basins, the lengths of the faults decide the lengths of the basins, the amplitude of the fault movement decides the width and depth of the basins, and the frequency of the fault movement decides the structure of coal-measures and coal seams. Under the conditions of slow downglide motion and favorable paleogeographic and climate conditions, the velocity of subsidence was a bit lower than that of the accumulation of coal-forming materials, resulting in the formation of great thickness of coal seams. The plough-shaped normal faults of synsedimentary character played an important role in controlling the spreading direction of coal seams, the sedimentary environment during the formation of coal seams, the transverse zoning and the longitudinal division of coal bodies, the cyclic structure of coal seams and the degree of coal metamorphism.