

文章编号: 1000-0550(2004)01-0148-06

论同沉积、继承性控煤构造

- - 禹州煤田虎头山断层

李文勇¹ 夏 斌¹ 路文芬²

1(中国科学院广州地球化学研究所 广州 510640)

2(广州海洋地质调查局 广州 510760)

摘 要 聚煤盆地内的同沉积断层,对煤系的厚度、岩相、含煤性等均具有明显的控制作用,而这种断层的聚煤期后继承活动,不仅使之成为地质自然边界,而且直接影响到矿区规划和煤炭生产。近期研究表明,禹州煤田虎头山断层是一个同沉积、继承性大型控煤构造,它在聚煤期就已活动,具聚煤期同沉积构造性质,主要证据有岩性、沉积厚度、聚煤作用、地层断距、断裂带近旁的不协调沉积现象以及趋势面分析结果等;聚煤期后该断层又发生了继承性活动,主要表现在基岩错断、地层缺失、对地貌及新生界沉积的控制和改造、断层旁侧次级构造发育、煤层露头遭受牵引、断裂破碎带特征等。虎头山断层这一重要特征的发现,对指导煤矿建井开采、深入探讨禹州煤田煤厚变化、地质构造乃至华北板块的构造演化,均具有重要的理论意义和实际价值。

关键词 同沉积 断承性 控煤构造 虎头山断层 禹州煤田

第一作者简介 李文勇 男 1966 年出生 高级工程师 博士生 煤田地质学与地震层序学

中图分类号 P618.11 **文献标识码** A

1 引言

禹州煤田位于华北晚古生代聚煤盆地南部,地理位置处于河南省中部,根据最新地层划分方案,其主要含煤地层为二叠系^[1~2]。共含煤 7 段,自下而上依次编号为一、二、三、四、五、六、七煤段,其中一煤段属于下二叠统,对应于岩石地层单位太原组,二~七煤段属于中二叠统,分别对应于岩石地层单位山西组(二煤段)、下石盒子组(三、四、五煤段)和上石盒子组(六、七煤段)^[3~5]。1 个煤段由若干煤层组成,在其煤段编号之后下标阿拉伯数字,表示该煤段中的煤层编号。虎头山断层位于禹州煤田景家洼向斜的北东翼,断层走向弯曲多变,但总体呈北西西 - - 南东东向展布,断层贯穿整个煤田,主断面倾向北北东,呈上陡下缓的犁形(倾角 40°~70°),地层断距 117~427 m。可见,虎头山断层是禹州煤田的一个极其重要的分划性断裂构造。

虎头山断层在地质精查勘探期间已经确定它的存在,为正断层,形成时期一般认为是煤系形成之后印支 - - 燕山运动的产物。但笔者 1999 - 2001 年在对禹州煤田梁北井田进行高分辨三维地震勘探以及详细的构造研究中发现,虎头山断层不仅存在,而且它在聚煤期就已活动,使断层两侧含煤地层在岩性、厚度、含煤性等方面均具有明显的差异,表现了聚煤期同沉积断

层的特征;聚煤期后又发生了断承性活动,从而引起未断地层或模糊错断地层明显断开,并表现出对新生界沉积的显著控制和改造作用。

2 聚煤期同沉积断层的确定证据

2.1 断面两侧地层厚度存在差异与断层迁移

分层段研究表明,研究区太原组沉积时,断层两盘沉积厚度无明显差异;而山西组厚度以及二₁煤与三₁₄煤层间距在断层两侧却存在重大差异。从图 1 可以看出,断层上盘山西组厚度明显大于下盘,在上盘存在与断层走向基本平行的串珠状沉积中心,中心厚度多为 80~90 m,而断层下盘则表现为沉积厚度较小而且变化较小,一般为 60~70 m。图 2 显示出位于断层上盘一侧沿断层走向的两个沉积中心,最大厚度 220 m,断层下盘厚度明显变薄,一般为 160~180 m。图 1 和图 2 说明,虎头山断层两盘存在着较大的沉积差异,其生长指数为 1.48;随着时间的推移,高值带愈来愈靠近断层面,并穿过主断面进入下盘,由此反映了该断层在活动过程中,不断沿倾向朝北北东方向迁移的特点。

三₁₄煤与四₇煤层间距等值线图(图 3)和第 015 勘探线沉积剖面图(图 4)一致说明,三₁₄煤与四₇煤层间距在虎头山断层两侧基本一致(80~90 m),但在三₁₄煤形成之前,断层上盘地层厚度明显大于下盘。

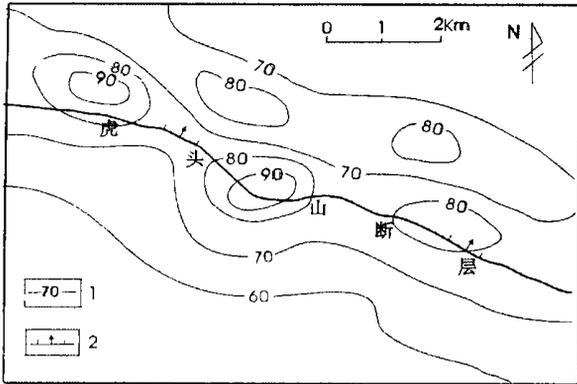


图 1 山西组厚度等值线图

1. 厚度等值线; 2. 目前断层位置

Fig. 1 Isoleth of thickness of Shanxi formation

1. isopleth of thickness; 2. present fault position

~ 90 m 不等(图 5), 而且沿虎头山断层由东向西, 地层断距总体增大。表明该断层在同沉积断裂活动过程中, 随着新的沉积物被错断, 早期沉积物的断距不断累积加大。因此, 越往深部断距越大, 而且自东向西其活动性渐趋强烈。

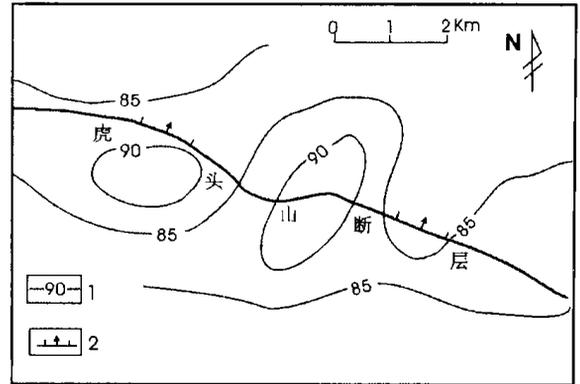


图 3 三₁₄煤与四₇煤层间距等值线图

1. 厚度等值线; 2. 目前断层位置

Fig. 3 Isoleth of interval between coal seams No. 3₁₄ and No. 4₇

1. isopleth of thickness; 2. present fault position

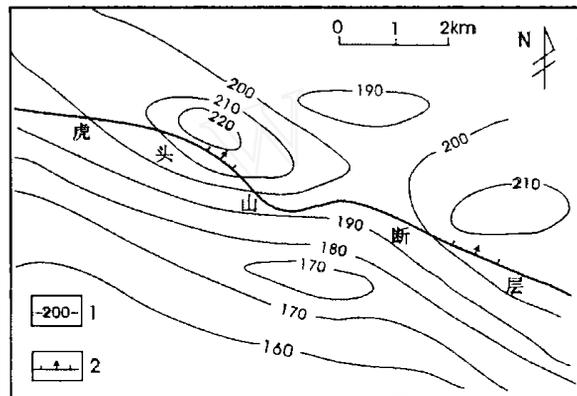


图 2 二₁与三₁₄煤层间距等值线图

1. 厚度等值线; 2. 目前断层位置

Fig. 2 Isoleth of interval between coal seams No. 2₁ and No. 3₁₄

1. isopleth of thickness; 2. present fault position

2.3 断层两侧地层岩性存在差异

断层两侧同一地层单位的岩性差异, 通常反映了沉积时断裂活动的特征以及断层两侧水动力条件的不同^[6]。统计资料表明, 虎头山断层的上盘(北东盘)山西组岩性比下盘(南西盘)普遍复杂而且粒度较粗。上盘山西组主要由中粗粒砂岩(具交错层理)、砂质泥岩和少量泥岩组成, 下盘主要由中细粒砂岩(具水平层理)、砂质泥岩及较多的泥岩组成。就二₁煤层顶板而言, 上盘多为中粒岩屑砂岩, 而下盘则多为砂质泥岩或泥岩或细粒石英砂岩。下石盒子组底部砂锅窑砂岩, 上盘多为中粗粒乃至含砾砂岩, 而下盘则多为中细粒砂岩。由此说明, 虎头山断层上盘沉降速度较快, 水动力作用较强, 故沉积物颗粒较粗; 而下盘沉降速度相对较慢, 水动力作用较弱, 故沉积物颗粒相对较细。

由此可见, 虎头山断层形成于早二叠世之后, 活动于三₁₄煤形成之前, 它对山西组及下石盒子组三₁₄煤形成之前的煤系沉积具有明显的控制作用。

2.2 上、下部地层断距存在差异

二₁煤层和三₁₄煤层的断层断距, 在同一地质剖面中(即同一勘探线上), 前者总是大于后者, 一般在 30

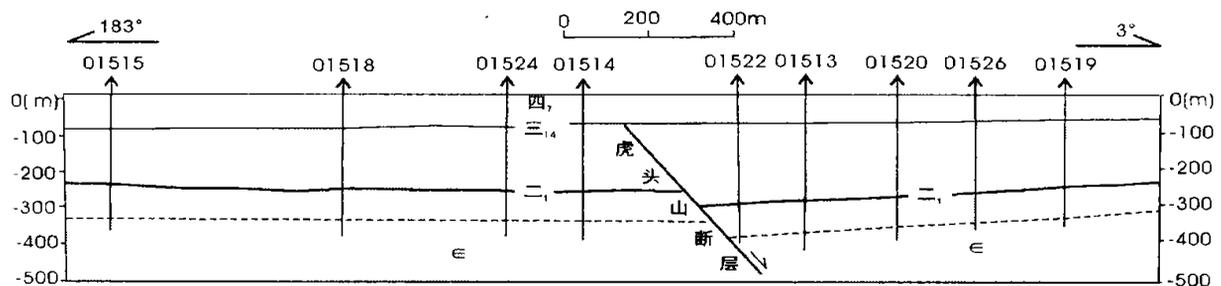


图 4 第 015 勘探线(局部)沉积剖面图

Fig. 4 Cross-section of (local) deposition along No. 015 survey line

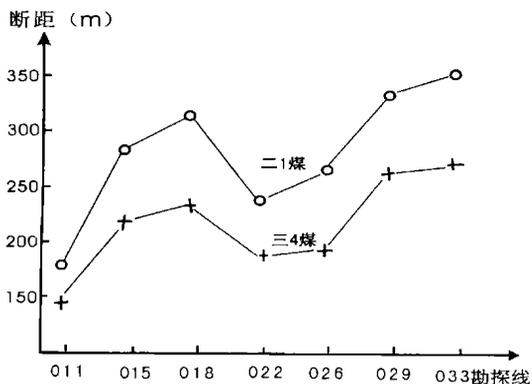


图5 虎头山断层地层断距统计图

Fig. 5 Statistical map of stratigraphic throw on Hutoushan fault

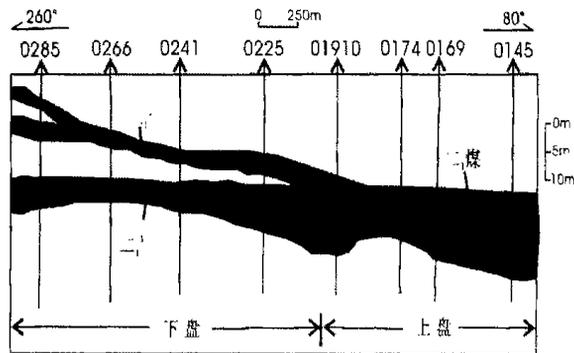


图7 断层上、下盘二1煤层沉积断面图

Fig. 7 Sedimentary section of 2₁ seam on upper and lower plate of fault

2.4 断层两盘聚煤作用存在差异

从二₁煤厚度等值线图(图6)可以看出,煤厚在7m上的厚煤带,集中分布在虎头山断层的上盘,单个呈卵圆形,总体呈串珠状;断层下盘不仅煤厚相对较薄(一般3~5m),而且散乱无定向。另外,断层上盘二₁煤层结构简单,煤层分岔现象较少;而下盘二₁煤层分岔现象严重(图7)。由此说明,虎头山断层上、下盘聚煤作用存在着较大的差异。

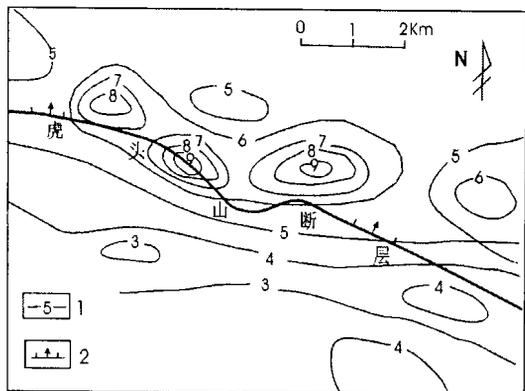


图6 二1煤层厚度等值线图

1. 厚度等值线; 2. 目前断层位置

Fig. 6 Isopleth of No. 2₁ seam thickness

1. isopleth of thickness; 2. present fault position

2.5 断裂带近旁的不协调沉积

研究表明,虎头山断裂带近旁的煤岩层牵引严重,煤、岩层厚度变化和相变较大,是该断层边活动、边沉积,由重力作用及两盘相对拖曳作用致使未固结的沉积物产生塑性流变造成的不协调沉积现象。

2.6 趋势面分析方面的证据

通过对虎头山断层两盘二₁煤和三₁₄煤底板等高线的趋势面分析表明,二者的1~3次趋势面基本一致,

其1、2次的剩余图也基本相似,但二者的3次剩余图(图8、图9)具有差异,即二₁煤层底板3次剩余图的等值线比三₁₄煤层表现得更加密集,且等值线走向与断层走向大体一致,进一步证明了虎头山断层的同沉积活动性质^[7]。

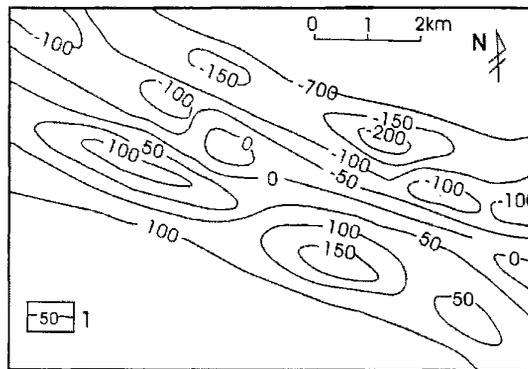


图8 二1煤层底板3次趋势面剩余图

1. 等值线

Fig. 8 Cubic trend surface residue diagram of the floor of No. 2₁ seam

1. isopleth

3 聚煤期后断层的继承性活动特征

聚煤期后,虎头山断层又发生过继承性活动,主要表现在以下几个方面:

(1) 基岩错断地层缺失。钻探结果表明,新生界之下的所有基岩地层明显错断,断层上盘(北东盘)相对下降,下盘(南西盘)相对上升,地层明显缺失,断距117~427m,为一正断层。

(2) 对地貌及新生界沉积的控制和改造。受虎头山断层的控制,新生界沉积大体平行于断层走向呈带状展布,且断层上盘砾石层数明显增多,砾石层出现、

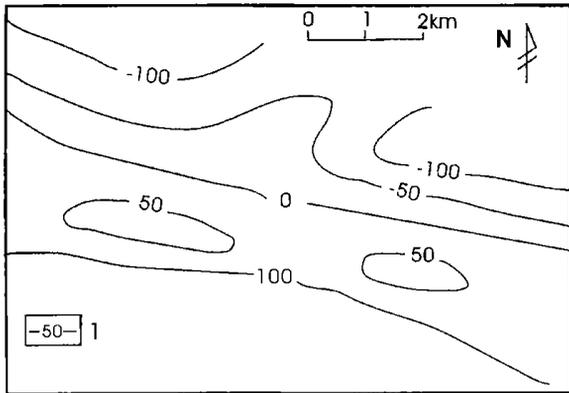


图 9 三₁₄煤层底板 3 次趋势面剩余图

1. 等值线

Fig. 9 Cubic trend surface residue diagram of the floor of No. 314 seam

1. isopleth

消失部位与断层面协调一致,即沿断层倾向砾石层数增多,沉积宽度自上而下沿倾向依次扩展(图 10)。受虎头山断层的改造,位于断层下盘的陈口地势较高,见有河流二级阶地,二级阶地的存在是后期虎头山断层继承性活动引起阶地上升的结果。受虎头山断层的改造,断层下盘平行断层走向出露基岩地层 - - 平顶山砂岩,地貌上表现为低山,自西向东有三峰山、柿园山以及白沙山等,上盘则被大面积新生界所覆盖,地貌上表现为开阔的平原;山前坡地分布中更新世地层(Q₂),坡前平原分布上更新世地层(Q₃),山前河流两岸则分布全新世地层(Q₄),地势越高,出露层位越老,说明中更新世以后,该断层仍在活动,山区(下盘)继续被抬升,平原(上盘)继续下降。

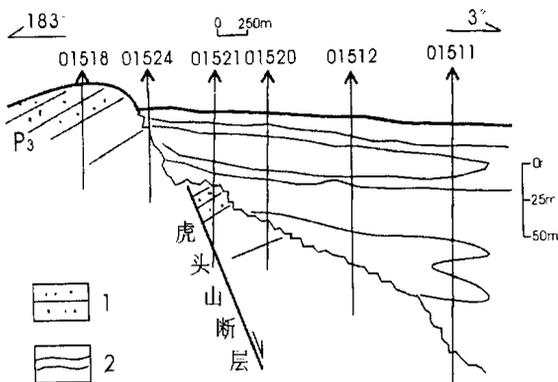


图 10 虎头山断层与新生界沉积关系图

1. 平顶山砂岩; 2. 第四系砾石层

Fig. 10 Relationship between Hutoushan fault and Cenozoic sedimentation

1. Pingdingshan sandstone; 2. quaternary

(3) 断层旁侧次级构造发育,煤层露头遭受牵引。虎头山断层两侧次级构造十分发育,且显示由主断层

向外,次级构造频度急剧下降,这些次级构造包括褶皱、断层和节理。次级褶皱多与主断层走向平行,使基岩地层席卷其中;次级断层常与主断层小角度斜交,倾向多与主断层一致,并错断新生界之下的基岩地层。由此说明,这些次级构造与聚煤期后的主断层再活动有关,是聚煤期后虎头山断层在继承性活动过程中所派生的局部应力场作用下形成的。煤层露头在平面上的展布形态(图 11)表明,虎头山断层两侧煤层受过强烈牵引,对比煤层露头弧形弯曲,可以判断该断层在聚煤期后曾发生过强烈的左行扭动。

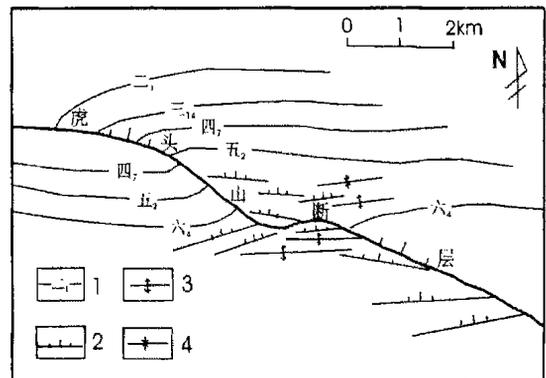


图 11 虎头山断层旁侧分支断层及煤层牵引形态

1. 煤层风氧化带及编号; 2. 正断层; 3. 背斜; 4. 向斜

Fig. 11 Branching fault and seam tractive morphological plane at side of Hutoushan fault

1. coal weathered and oxidized zone;

2. normal fault; 3. anticline; 4. syncline

(4) 断裂破碎带特征。钻探表明,虎头山断层是一个断裂带,带宽 30~180 m,可见角砾岩、碎裂岩,局部有碎粒岩、磨砾岩、断层泥以及松散状岩石碎屑混合物,并可见切割构造岩砾石的平直光滑断面。由此说明,该断层在聚煤期后曾发生过多次强度不等的构造活动,既有张性,又有扭性。

4 结论与形成机理分析

综上所述,虎头山断层是一个同沉积、继承性活动断层,它在聚煤期开始活动,并控制了断层两盘的煤系沉积和聚煤作用。它主要活动于二₁煤与三₁₄煤之间的沉积期,在中二叠世早期煤系沉积时活动尤为强烈。三₁₄煤形成之后,断层活动基本停止。但在二叠纪聚煤期后的印支、燕山、喜山期,该断层又发生了多次再活动,它主要继承了先期的特点,并伴有扭动,在其旁侧派生了许多次级褶皱和断层。虎头山断层的形成演化与华北、华南板块之间的相互作用及由此产生的古地理环境变化等密切相关。

Teyzaghi 曾指出^[8],现代三角洲沉积中发现有大量的平行海岸的同沉积正继层踪迹,这些断裂在成因上属于与三角洲斜坡平行的滑动面上的水下重力滑动。通过对包括禹州煤田在内的华北晚古生代聚煤盆地南部古地理与古构造分析可知^[9~11],二叠纪早~中期,由于华南(秦岭海)板块向华北板块的俯冲作用,使秦岭海逐渐缩小,华北板块南部挤压沉降演化为陆表海盆地;当时的禹州煤田位于华北板块南缘,属于秦岭残留海的滨海三角洲斜坡地带,含煤建造的形成受海水进退和风暴潮动力作用的控制;随着沉积物的不断堆积,由于风暴潮上升流的动力触发作用,当上覆沉积物重量超过下伏沉积物粒间摩擦阻力时,沿着某个应力临界面发生滑移^[12]。在上盘滑体中,随着沉积物的不断堆积,又会产生新的滑脱面,这就是虎头山断层沿断层倾向逐渐迁移的原因所在。二叠纪后期,随着秦岭残留海的逐渐消退,海水进退和风暴潮等强动力作用等也逐渐衰退,同沉积断层活动也逐渐消失。

同沉积断层形成之后,由于断层两盘沉积物在结构、岩性等方面的差异,作为力学不连续界面,极易引起应力集中而继续活动。因此,虎头山断层在聚煤期后的构造运动,首先是由于华北板块与华南板块的碰撞,在景家洼向斜的形成过程中发生了再活动;之后,喜山运动又引起区域性地壳升降运动,并导致虎头山断层的再次活动。据此推断,虎头山断层的聚煤期后继承性构造运动,在印支、燕山、喜山期均有表现。

虎头山断层具有聚煤期同沉积性质和聚煤期后继承性活动的发现,不仅为华北板块南缘晚古生代构造演化研究提供了新的资料,而且为禹州煤田煤层小构造的形成以及煤厚变化研究等,也提供了新的构造背景和研究思路。处于活动期的中国大陆,注意位于华北板块南缘的虎头山断层的再活动等等,均具有重要的理论和实际意义。

参考文献(References)

- 1 李宝芳,温显端,李贵东.华北石炭、二叠系高分辨层序地层分析.地学前缘,1999,增刊(1):81~94[Li B,Wen X,Li G. High resolution sequence stratigraphy analysis on the Permian-Carboniferous in north China platform. Earth Science Frontiers,1999,S1:81~94]
- 2 Jin Yugan ,Brian F G,Galina V K, et al . An operational scheme of Permian chronostratigraphy. In:Jin Yugan,Utting J,Bruce R, eds. Paleoworld, No. 4, Permian Stratigraphy, Environments and Resources, Volume I, Palaeontology and Stratigraphy. Nanjing :Nanjing University Press,1994. 1~13.
- 3 杨起,雷世泰.河南禹县晚古生代煤系沉积环境与聚煤特征.北京:地质出版社,1987. 6~10[Yang Q ,Lei S. The late palaeozoic sedimentary environment and coal-accumulating characteristics in Yuxian , Henan province. Beijing : Geological Publishing House ,1987. 6~10]
- 4 郭熙年,唐仲林,李万程,等.河南省晚古生代聚煤规律.武汉:中国地质大学出版社,1991. 69~125[Guo X ,Tang Z,Li W, et al . The late palaeozoic coal-accumulating laws in Henan province. Wuhan :China University of Geosciences Press,1991. 69~125]
- 5 河南省地质矿产局.河南省区域地质志.北京:地质出版社,1989. 180~215 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Henan Province. Regional geology of Henan province. Beijing : Geological Publishing House ,1989. 180~215]
- 6 李思田.断陷盆地分析与煤聚积规律.北京:地质出版社,1988. 92~131[Li S. Fault basins analysis and coal accumulation. Beijing : Geological Publishing House ,1988. 92~131]
- 7 於崇文.数学地质的方法与应用.北京:冶金工业出版社,1980,80~149[Yu C. Methods and application of mathematical geology. Beijing : Metallurgical Industry Press ,1980,80~149]
- 8 Teyzaghi. Observation and study on present delta sedimentation. Oxford :Oxford University Press ,1956. 63~72.
- 9 陈钟惠,武法东,张守良.华北晚古生代含煤岩系的沉积环境和聚煤规律.武汉:中国地质大学出版社,1998. 70~108[Chen Z, Wu F, Zhang S. The late palaeozoic sedimentary environment and coal-accumulating law in north China area. Wuhan : China University of Geosciences Press ,1998. 70~108]
- 10 陈世悦.华北地块南部晚古生代至三叠纪沉积构造演化.中国矿业大学学报,2000,5:62~66[Chen S. Sedimentary tectonic evolution from late Palaeozoic to Triassic in south of north China block. Journal of China University of Mining & Technology ,2000,5:62~66]
- 11 胡益成,廖玉枝.华北盆地南部早二叠世聚煤作用的成因机制.地学前缘,1999,增刊(1):111~115[Hu Y,Liao Y. Genetic mechanism of early Permian coal accumulation in the southern north China basin. Earth Science Frontiers,1999,S1:111~115]
- 12 严钦尚,许世远.长江三角洲现代沉积研究.上海:华东师范大学出版社,1987. 58~91[Yan Q ,Xu S. Study on recent sedimentation of the Yangtze delta. Shanghai : East China Normal University Press , 1987. 58~91]

Discussion on Syndepositional & Inherited Coal-controlling Structure - - Hutoushan Fault in Yuzhou Coalfield

LI Wen-yong¹ XIA Bin¹ LU Wen-fen²

1(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

2(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760)

Abstract The syndepositional fault in coal-accumulating basin had a clear controlling role in the thickness, lithofacies and coal-bearing nature of coal-bearing series, and not only became a geological natural boundary but also had a direct effect on design of mining area and coal production because of its inheritable mobility after coal-forming period. More recently, it is discovered that Hutoushan fault in Yuzhou coalfield is a large syndepositional inherited coal-controlling structure. It was active during coal-forming period. Based on the lithology, sedimentary thickness, coal accumulation, stratigraphic throw, disharmonic sedimentation at side of fault zone and result of trend surface analysis, it was proven to be a syndepositional fault in coal-forming period. And after coal-forming period posthumous movement took place again, with the evidences of bedrock dislocation and stratigraphic lacuna, control and reformation of landform and Cenozoic sedimentation, development of second-order structures and traction of coal outcropping and features of fracture crushed zone, and so on. This discovery is very important and valuable both in theory and in practice, which gives guide-lines for construction of mine production, studying coalbed thickness, tectonics of Yuzhou coalfield and tectonic evolution of the north China plate.

Key words syndeposition, inherited, coal-controlling structure, Hutoushan fault, Yuzhou coalfield