

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

抚顺煤田含煤地层沉积环境的探讨

黄振裕 刘肇垣 戴汉林 许绍春

(辽宁省煤田地质勘探公司)

抚顺煤田位于抚顺—密山断裂带的西南,为一近东西向不对称向斜盆地。向斜西端封闭,两翼向东展开。绝大多数煤层出露在煤田西部南翼,且具露天开采的条件。

抚顺煤田赋存有巨厚的煤层。抚顺群结构简单,岩性岩相稳定,旋迴结构清晰,标志明显,易于识别;有别于古、中生代含煤地层。

本文拟通过抚顺群一些特征的认识,着重对含煤地层抚顺群的沉积相与旋迴结构进行探讨,进而对其沉积环境进行讨论。

本文是在参考前人资料的基础上,结合实际观察,提出我们的初步看法。由于水平有限,难免有缺点和错误,请予指正。

一、含煤地层

抚顺群属古新统一始新统。煤田基岩为前震旦系与下白垩统。上覆第四系。抚顺群与上、下地层不整合接触。现将抚顺群各组^{[1],[2],[3]}由下而上扼要叙述于下(图 1):

1. 老虎台组 (E_{1f1}) 以橄榄玄武岩为主。厚 56.5—451 米。分三层: (1) 橄榄玄武岩层,厚 8—193 米; (2) 橄榄玄武岩夹 B 组煤层,厚 45—125 米; (3) 橄榄玄武岩夹凝灰岩层,厚 3.5—223 米。

2. 栗子沟组 (E_{1f2}) 由一套灰白色、灰绿色凝灰岩,凝灰角砾岩和集块岩,凝灰质砂岩组成,夹 A 组煤。含硅化木及植物碎屑。厚 76—115 米。

3. 古城子组 (E_{1f3}) 为主要含煤层位。煤层夹黑色页岩、炭质页岩、灰黑色粉砂岩与砂岩,琥珀煤,烛煤与菱铁矿结核。厚 0.6—216 米。

4. 计军屯组 (E_{1f4}) 是一套褐色—暗褐色的中—薄层状油页岩。中部夹 0.4—0.6 米的薄煤一层。含丰富的植物化石、孢粉及少量的鱼和昆虫化石等。厚 48—190 米。

5. 西露天组 (E_{1f5}) 绿色钙质泥岩与褐色页岩、浅绿色泥灰岩互层。韵律清晰。含丰富的介形虫、螺和孢粉以及少量的叶肢介与植物化石。厚 102.08—600 米。

6. 耿家街组 (E_{1f6}) 是抚顺群最上部层组。以褐色页岩为主,夹薄层灰白色细砂岩、砂岩与薄层灰绿色页岩。厚 111.37—338.05 米。

二、含煤地层岩性特征

1. 岩层的均一性 抚顺群各组岩性较为单一。各岩层在垂直剖面上,自下而上呈渐

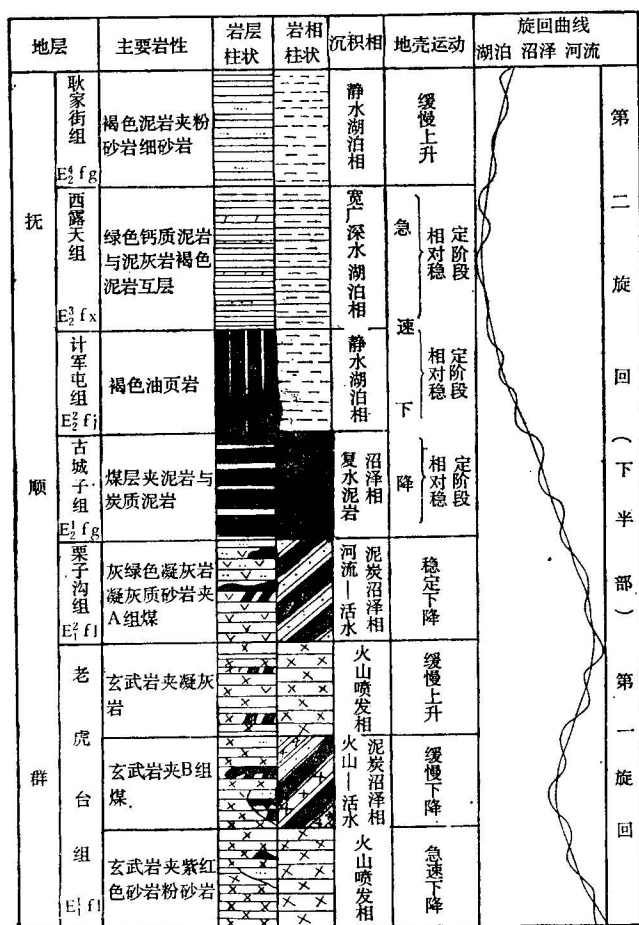


图1 抚顺煤田含煤地层沉积相-旋迴特征

变过渡关系。各岩层无论在垂直剖面上,或水平上的分布,都具有一定的稳定性和均一性。

2. 岩层的标志性 各组岩性都有其特点。例如老虎台组以玄武岩夹B组煤为特点;凝灰岩夹A组煤是栗子沟组的特征;古城子组以其巨厚煤层的出现为主要特色;褐色油页岩则是计军屯组的标志;西露天组出现特有的钙质泥岩;耿家街组以褐色页岩为其特征。

3. 聚煤期的节奏性 抚顺群有4个含煤层位,即有4个聚煤期。第一聚煤期发生在老虎台组玄武岩流喷发间歇期,聚积了B组煤,成煤性中常。第二聚煤期在玄武岩流喷发停止后,在栗子沟组中聚积的A组煤,成煤性较差。第三聚煤期于栗子沟组填平了因玄武岩流造成高低不平的地形后,聚积在古城子组中的巨厚本层煤,成煤性良好。第四聚煤期是在计军屯组的褐色油页岩中聚积的薄煤层(图版II₄),成煤性差。由此得知,抚顺聚煤盆地各聚煤期在地史中的演化过程:由成煤性中常→成煤性较差→成煤性良好→成煤性差所具有的节奏性。

4. 煤层厚度变化的规律性 诚然抚顺煤田本层煤厚度变化大,但无论沿煤层倾向或

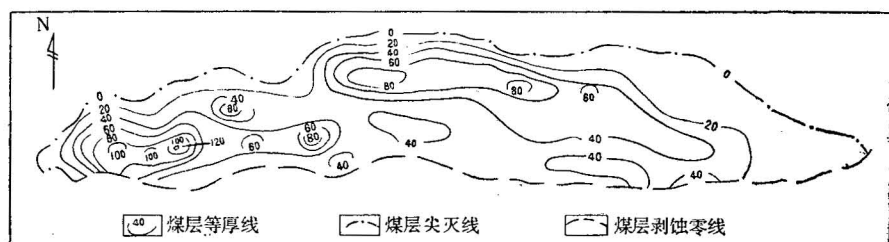


图2 抚顺煤田本层煤厚度变化图

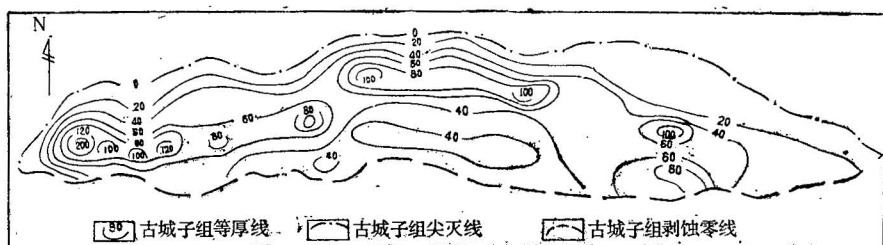


图3 抚顺煤田古城子组厚度变化图

走向,均呈有规律的变化。其变化趋势是:沿煤层倾向由南往北有规律地增厚、变薄、分叉与尖灭;沿煤层走向自西向东渐变薄(图2)。如本层煤在煤田西部的最大厚度为130米,中部75—40米,东部45—15米,至东端则减薄至8米。抚顺群的主要含煤层位古城子组厚度亦具此变化规律(图3)。

5. 煤的生因类型的多样性^[4] 组成本层煤的煤类,可分为腐植煤类与混合生成煤类两大类。腐植煤类分为腐植煤与琥珀煤二种(图版I_{1,2});混合生成煤类又分为腐泥-腐植煤、腐植-腐泥煤与烛煤(图版I_{3,4,5})三种。腐植煤的煤岩组成是以木质镜煤结构的镜质组(约74%)为其特征;琥珀煤以大量琥珀粒(约34%)与镜质组、水藻共生为其标志;腐泥-腐植煤以腐泥-腐植基质(60%)作为物质基础;腐植-腐泥基质(75%)是组成腐植-腐泥煤的物质基础;烛煤是由混合基质体构成的物质基础,并含有较多的小孢子花粉壳(19%)。总之,组成本层煤的煤类具有多样性。

三、沉积相分析

据初步分析,抚顺群是由细碎屑岩组成。在其沉积时,盆地高差小,为一平静的沼泽-湖泊,其周围发育有广阔的泛滥平原^[5]。据岩石成因标志,可分为河流相、沼泽相与湖泊相^{[6],[7]}。

1. 河流相 河流相一般在陆相含煤地层中发育,但在抚顺群中不占重要位置,仅在火山喷发间歇期及其停息初期形成堆积物。它存在于老虎台组与栗子沟组中。河流相显示如下特征:①粒度较粗,由凝灰岩、凝灰质砾岩、砂岩组成,分选较差;②具波状层理、透镜状层理;③颗粒略呈定向排列;④岩石颗粒往上略变细。

2. 沼泽相 根据沼泽水动力条件,结合盆地沉积物特征,可分为闭塞沼泽相、活水泥

炭沼泽相与覆水泥炭沼泽相。

(1) 闭塞沼泽相 存在于老虎台组、栗子沟组与古城子组中。其特点是：① 岩层不具层理，呈团块状；② 颗粒细，一般为粘土岩、泥岩或粉砂岩，多为深灰色；③ 有植物根化石。

(2) 活水泥炭沼泽相 其特点为：① 煤层不稳定，呈透镜状，向两侧急剧变薄、尖灭以至变为炭质泥岩或黑色页岩；② 煤岩成分排列紊乱，丝炭呈破碎状杂乱分布（图版 I₆）；③ 矿物杂质多为石英碎屑与粘土质；主要分布于老虎台组中的 B 组煤与栗子沟组中的 A 组煤中。

(3) 覆水泥炭沼泽相 主要发育于古城子组中，计军屯组中也有出现。其特点是：① 煤层较稳定，煤较纯净，灰分（Ag%）一般低于 15%；② 呈水平层理或微波状层理（图版 II_{1,2}）；③ 煤岩成分多为镜质组物质组成，一般呈条带状或扁豆状平行排列，紧密衔接；④ 煤中含有水藻，丝炭极少或缺失；⑤ 煤层中夹混合生成煤类。

3. 湖泊相 抚顺聚煤盆地形成湖泊，是由覆水泥炭沼泽水位上升，水域扩大转变而成的。至今未发现砾岩或砾质粗砂岩；同时亦未见到岩石具环带状分布。由此看来，抚顺群在湖泊堆积过程中，湖岸是陡的，水面是平静的，且没有底流。据其沉积岩石成因标志，可分为静水湖泊相与宽广深水湖泊相。

(1) 静水湖泊相 其特点是：① 岩石粒度细，一般为油页岩与页岩，少数为粉砂岩与细砂岩，多为褐色；② 具不明显的水平层理，岩石可剥成小薄片；③ 岩石粒度在垂直和水平上分布稳定；④ 含有丰富完整的植物化石以及介形虫、叶肢介化石；⑤ 与覆水泥炭沼泽相呈渐变过渡关系，接触面平整（图版 II₃）。主要发育于计军屯组与耿家街组中。在古城子组与西露天组也有出现。

(2) 宽广深水湖泊相 其特征：① 颗粒很细微，为粘土质与钙质的混合物——钙质泥岩与泥灰岩，呈绿色或浅绿色；② 具水平层理；③ 岩层稳定，如泥灰岩薄层，虽然其厚度仅 20—40 厘米，但延伸数百米至千余米，其厚度仍无多大变化（图版 II₆）；④ 有时直接超覆沉积在古老变质岩上；⑤ 为静水湖泊相的连续堆积物。发育在西露天组中。

四、旋迴结构

旋迴结构是含煤地层最常见的特征之一。它反映含煤地层形成过程一系列控制因素的交替变化，最重要的是在地壳运动控制下形成的^{[8], [9]}。如果对含煤地层抚顺群的岩相组合进行仔细分析，可以发现它具有典型的旋迴多阶段性（图 1）。根据抚顺群剖面的岩相组合，可归纳成一个半的大旋迴结构。从老虎台组玄武岩夹 B 组煤的形成看，它经历了：火山喷发相→火山→活水泥炭沼泽相→火山喷发相模式的演变过程，构成了抚顺群第一个完整的旋迴结构。第二个旋迴是在玄武岩流喷发后，由河流-活水泥炭沼泽相堆积了以大量火山灰为主的、夹有 A 组煤的栗子沟组开始，过渡至覆水泥炭沼泽相，聚积了以本层煤为主的古城子组。经过由静水湖泊相堆积的计军屯组褐色油页岩层，转为宽广深水湖泊相（图 4），沉积了西露天组的绿色钙质泥岩-泥灰岩层（图版 II₅）；又转为静水湖泊相，沉积了以褐色页岩为主的耿家街组（上为第四系）。从而得知抚顺群的形成是

经历了: 火山喷发相 $\xrightarrow{\text{缓慢下降}}$ 火山-活水泥炭沼泽相 $\xrightarrow{\text{缓慢上升}}$ 火山喷发相 $\xrightarrow{\text{稳定下降}}$ 河流-活水泥炭沼泽相 $\xrightarrow{\text{急速下降}}$ 覆水泥炭沼泽相 $\xrightarrow{\text{急速下降}}$ 静水湖泊相 $\xrightarrow{\text{急速下降}}$ 宽广深水湖泊相 $\xrightarrow{\text{缓慢上升}}$ 静水湖泊相模式的转变过程。

据岩相组合分析, 第二旋迴并非完整的旋迴结构, 被保留下的仅是其旋迴的下半部。但其厚度比完整的第一个旋迴的厚度大的多; 同时我们还能观察到岩石的粒度往上逐渐变细, 仅至顶部才略变粗。这表明在沉积第二旋迴的下半部时, 聚煤盆地是处在总的下降过程中。但第二旋迴的上半部, 根据我们进一步研究地壳运动对沉积岩相的控制作用时认为: 含煤地层垂直剖面的顶部, 若仅保存作为陆相聚煤盆地下降运动的最后阶段——深水湖泊相及其最终的产物——耿家街组的褐色页岩, 其上应有盆地回升发展过程, 即湖泊收缩后出现的沼泽相与河流相及其相应的堆积物。但在抚顺聚煤盆地的抚顺群上部见不到这些堆积物。据此, 只能说明这些堆积物——第二旋迴的上半部已被后期剥蚀作用剥蚀掉。从第四系直接覆盖在西露天组与耿家街组上得到证实。

从抚顺群各组岩石粒度、颜色及物质组成等变化, 还可以发现抚顺群剖面中还存在着次一级的韵律结构。如古城子组中本层煤组成, 是以腐植煤为主, 夹琥珀煤及各种混合生成煤类与夹石等(图 5)。计军屯组中油页岩的含油率, 在垂直剖面上具曲线状变化(图 6), 西露天组主要为绿色钙质泥岩夹泥灰岩与褐色页岩互层, 韵律清晰。这些次一级韵律结构是存在于大的旋迴结构之中。这种小型变化类型的厚度不一, 从几厘米到十几米。它们呈现出次一级的岩、煤相的沉积韵律结构。

这种旋迴韵律结构在抚顺群剖面的每一次出现, 都含有不同的内容。如在形成宽广深水湖泊相西露天组的钙质泥岩的前后, 虽均为静水湖泊相堆积的褐色页岩, 但在其前期

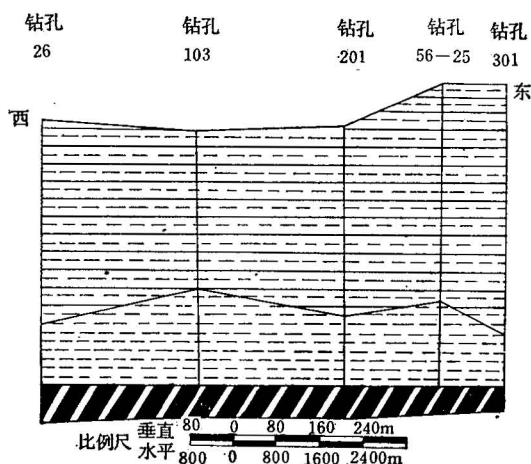


图 4 沉积相剖面对比图

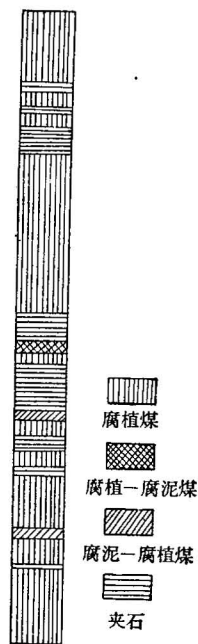


图 5 三层煤相柱状图

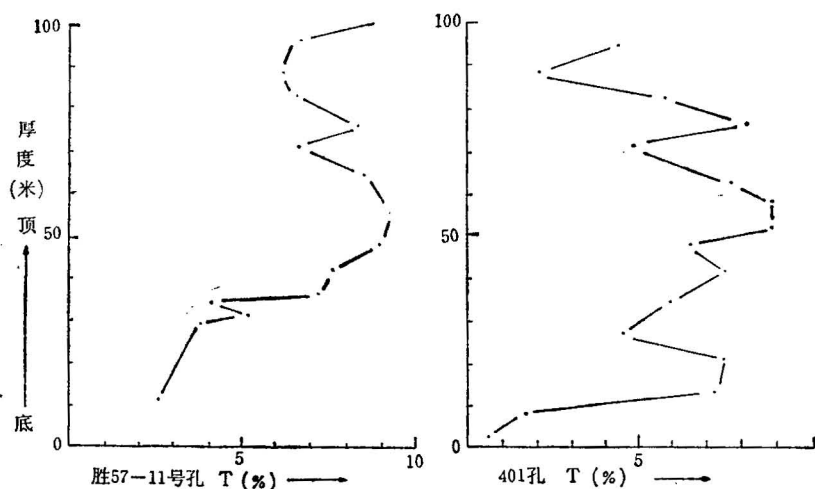


图 6 抚顺煤田油页岩含油率变化曲线图

静水湖泊相所具有的特殊环境,堆积了计军屯组的油页岩层,不同于后期静水湖泊相堆积的耿家街组不含油的褐色页岩的沉积环境。又如覆水泥炭沼泽相聚积的本层煤,主要由腐植煤组成。但随着时间的推移,环境的变易,原始植物的不同,形成了不同性质的煤岩成分,其结果,腐植煤的组成成分也有所不同。

五、沉积环境

含煤地层抚顺群的岩性岩相组合与旋迴韵律结构特征,均具有各自特定的沉积环境。

在抚顺群堆积初期,盆地虽出现有利于聚煤的环境,即有与河流相通的沼泽,气候温和湿润;有落叶林、阔叶林为主的植被^[2]。但由于火山活动频繁,破坏了第一聚煤期——B组煤的连续堆积。从老虎台组B组煤中及其顶、底板均为玄武岩得到证明。当玄武岩流喷发后,有大量火山灰经河流搬运,堆积了沉凝灰岩;并于低洼处形成了与河流沟通的沼泽。上述植被随着适宜的气候迅速生长,造成了第二聚煤期,聚积了夹于栗子沟组中不稳定的A组煤。

火山喷发停止后,当火山灰填平了高低不平的地形后,盆地出现了新的地貌景观,形成了沼泽-湖泊;其周围是开阔的泛滥平原;气候由温湿转为湿热,夏季多雨,冬季降雨量较少;且出现了抚顺植物群代表亚热带常绿阔叶、落叶阔叶混交林与水生植物得以迅速生长^[3]。其它动物在此适宜的环境亦得到繁殖^[2]。丰富的植物质在相当长的时间内源源补偿盆地急速下降,终于聚积了古城子组中的巨厚本层煤。

必须指出,从组成本层煤的主要煤类——腐植煤的煤岩特征,具有木质镜煤结构的镜质组的煤岩类型,且其含量有自西往东增多的趋势(西部含量59%、中部77%,至东部增至83%)。据此可以看出,本层煤的形成,是由于植物质的聚积相当迅速^[10],且有从西往东渐加快的趋势。

当植物质来不及补偿盆地的急速下降,盆地积水加深,覆水泥炭沼泽转变为静水湖

泊,此时的湿度增大,气温增高,生物发育,沉积了厚达 190 米厚的油页岩层。看来在其初期,虽有利于生物生长的气候,但水位升高,致使抚顺植物群死亡,低等植物(主要是藻类)及其它水生生物未能大量繁殖,而堆积了计军屯组下部含油率较低的油页岩。于中、后期,湖泊中发育大量生物,并得到迅速繁殖。这些生物残骸与微细淤泥混杂一起,终于堆积了油页岩层中、上部的富煤层。盆地的连续迅速下降,水位不断上升,湖盆面积扩大、水体加深,其结果形成了宽广深水湖泊,堆积了以钙质泥岩为主的西露天组。随后盆地发生了新的转变,即由急速下降转为缓慢上升,湖盆水域略收缩,水体略变浅,宽广深水湖泊又转为静水湖泊,但其沉积环境与前期的静水湖泊有所不同,而堆积了一套不含油、以褐色页岩为主的耿家街组。

应当指出,从上述各组的韵律结构,可了解到在盆地急速下降过程中,伴随着频繁的、时间短促的、次一级的脉动振荡运动,但不致于使植物质的迅速聚积被冲刷再沉积,仅影响覆水泥炭沼泽水位的经常变易,有时过渡到与湖泊有关的覆水泥炭沼泽,有时为湖泊或沼泽;同时亦影响不同植物种类(低等与高等植物)的繁殖,最终形成了以腐植煤为主、并夹有琥珀煤与各种混合生成煤及夹石组成的本层煤。同时,次一级的脉动振荡运动,亦影响了湖泊环境的变化,导致有机物质与无机碎屑不同比例关系的混杂堆积,而形成了油页岩层垂直剖面上含油率的变化,以及绿色钙质泥岩与泥灰岩、褐色页岩的交替互层。

六、几点结论

1. 抚顺聚煤盆地含煤地层抚顺群堆积初期,盆地的不稳定表现为玄武岩流间歇喷发为特点。中、后期,盆地表现为连续下降,即盆地以边断边降边沉积为特征。堆积了栗子沟组后,地表高差小,沉积区形成了一个平静的沼泽-湖泊,其周围发育有广阔的泛滥平原。

2. 火山喷发的间歇期及其停息初期,盆地中不可能有稳定的煤层聚积,只有在火山活动后,经过火山灰填平了因火山岩造成的高低不平的地形,以及在盆地相对下降阶段,再有适宜的气候和植被的形成相配合,才有可能聚积具有工业价值的煤层。

3. 抚顺群经历了一个环境转变到另一环境的堆积过程。在每一堆积环境,都保持着相对的稳定,从而都形成了具有特定环境的各自的岩石特征。

4. 抚顺群垂直剖面上出现的旋迴韵律结构,均具有不同内容。如在不同的时间虽出现了同一沉积相,由于古地理和沉积环境随时间的推移而有所差异,其沉积物亦各具特征。

5. 在旋迴结构中存在次一级的沉积韵律结构,但并非在所有的旋迴结构中都能清楚的表现出来,有时需经显微镜下研究才能发现;有时需经化验分析才能反映出其韵律结构。

6. 用显微镜研究植物原始木质结构的保存程度,是作为推断聚煤盆地中植物质聚积速度快慢的有效方法。植物原始木质结构的保存程度,确是一个重要的成因标志,它能反映植物质在盆地中的相对聚积速度。

参 考 文 献

- [1] 洪友崇、阳自强、王士涛等, 1974, 辽宁抚顺煤田地层及其生物群的初步研究(附: 昆虫、叶肢介化石属种描述)。地质学报, 第 2 期。
- [2] 洪友崇、孙湘君等, 1980, 辽宁抚顺煤田及其古生物研究。科学出版社。
- [3] 韩德馨、杨起, 1980, 中国煤田地质学。下册, 349—399 页。煤炭工业出版社。
- [4] 黄振裕, 1961, 关于一个煤田煤的岩相及其地质因素的探讨。地质学报, 41 卷, 1 期。
- [5] 中国科学院北京植物研究所、南京地质古生物研究所《中国新生代植物》编写组, 1978, 中国植物化石, 第三册, 中国新生代植物。163—170 页。科学出版社。
- [6] 刘宝珺, 1980, 沉积岩石学。354—381 页。地质出版社。
- [7] 何起祥, 1978, 沉积岩与沉积矿床。331—341 页。地质出版社。
- [8] Ю. А. 热姆丘日尼柯夫, 1956, 论含煤岩系——建造。《地质译丛》, 第 10 期。
- [9] Л. В. 鲁欣, 1955, 沉积岩石学原理, 上册(杨仕儒等译)。310—315 页。地质出版社。
- [10] А. И. 金士蒲格等, 1955, 煤的成因类型与煤岩学研究(谢家荣、朱夏等译)。38—53 页。科学出版社。

ON THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF THE COAL-BEARING FORMATION IN FUSHUN COAL BASIN

Huang Zhenyu Liu Zhaoyuan

Dai Hanlin Xu Shaochun

(Coal Geology & Exploration Company of Liaoning Province)

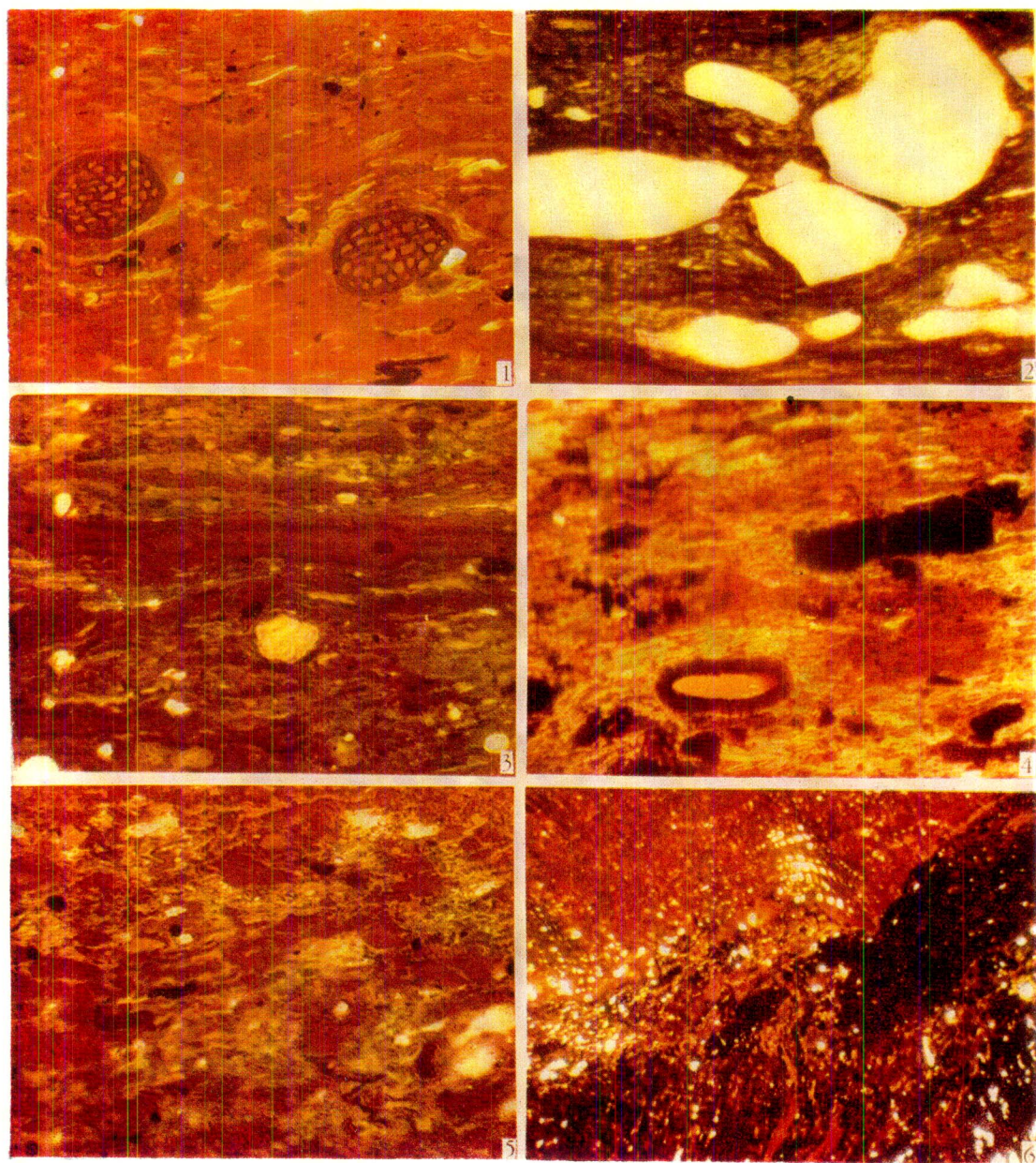
Abstract

At the beginning of deposition of the coal-bearing Fushun group, the basin became the site of intermittent eruption of basalt flow while the coal-forming material accumulated in the intermittently quiet intervals. The basin kept on sinking during the middle and late stages of deposition, with the sediments changing from fluvial, through swampy to lacustrine facies, accompanied by the upward decrease in grain size. The time interval for the development of the fluvial facies was comparatively short so that the deposits are relatively thin, and that of the lacustrine lasted longer so that the deposits attain a considerable thickness.

Sedimentationally the Fushun group now consists of one and a half cycle which include second order cyclothems.

The deposition of the main coal-bearing horizon in the basin, i.e. the Guchengzhi formation occurred after the volcanic eruption, on the uneven surface caused by crowding of the lava flows which was later covered by ashes. The basin then sank and became a water-covered peat bog, surrounded by broad flood plains.

In the meantime the whole area, being under a moist subtropical climate, was under the heavy cover of a luxuriant mixed forest of evergreen and deciduous broadleaf woods, known as the Fushun flora. At last the predominant coal bed, the coal proper of gigantic thickness was accumulated as the rate of deposition of plant debris kept pace with the rate of sinking of the basin for a considerable time.



1. 本层煤中的腐植煤显微结构($\times 200$); 2. 本层煤中的琥珀煤显微结构($\times 200$);
3. 本层煤中的腐泥腐植煤显微结构($\times 200$); 4. 本层煤中的腐植-腐泥煤显微结构($\times 200$);
5. 本层煤中的燧煤显微结构($\times 200$); 6. B 组煤中的煤岩成分排列紊乱($\times 200$)。



1. 本层煤中的微波层理；
2. 本层煤中的微波层与水平层理；
3. 古城子组与计军屯组呈平整接触关系；
4. 计军屯组中油页岩层夹薄煤层；
5. 计军屯组与西露天组的接触关系；
6. 西露天组中绿色钙质泥岩夹泥灰岩。