

鹤岗盆地晚侏罗世石头河子组 沉积环境及幕式聚煤作用

杨子荣¹

姜剑虹²

1 (辽宁工程技术大学,辽宁阜新 123000)

2 (哈尔滨煤田地质研究所,哈尔滨 150001)

提 要 鹤岗盆地是一中—新生代内陆盆地,主要含煤地层上侏罗统石头河子组是一套非海相含煤地层,充填于盆地底部,自下而上可划分为三个岩性段,五个亚段和 26 个含煤旋回。底部第一亚段沉积期以冲积扇、辫状河环境为主;第二亚段以河流环境为主;第三亚段以河流—三角洲—湖泊环境为主;第四亚段演化为河流环境;第五亚段则以河流、冲积扇环境为主。垂向上五个亚段对应于盆地的填平补齐—扩张—稳定沉降—差异沉降—收缩五个演化阶段。富煤带位于同沉积中心的侧翼,一般含砂率 60%~70% 的区域含煤性最好。含煤旋回受控于盆地周期性地快—慢沉降,聚煤作用发育于每期幕式沉降的缓慢稳定沉降阶段。厚—特厚煤层都与湖泊三角洲冲积平原大面积沼泽化有关。

关键词 石头河子组 沉积环境 聚煤作用 幕式沉降

分类号 512.2,618.11

第一作者简介 杨子荣 男 44岁 副教授 沉积学 含煤岩系沉积环境

1 前 言

鹤岗盆地位于黑龙江东北部鹤岗市和萝北县境内,其西部边界为含煤地层与古老基底接触边界,界东至公义永、悦来镇一线,南起阿陵达河,北至云山林场,南北长 100 km,东西平均宽 28 km。总面积 2 800 km²(图 1)。盆地基底是 Anz 变质岩系及海西期花岗岩。上侏罗统石头河子组(J_3s)是一套非海相含煤地层,充填于鹤岗中—新生代断拗陷盆地的最底部,厚 730~1 310 m(图 5-A)。富煤带位于盆地西部生产矿区及其深部,面积 270 km²,煤层累计厚度可达 143 m(图 5-B)。利用沉积旋回、岩矿特征、地化特征、煤等特征,该组自下而上可分为三个岩性段、五个亚段、26 个小沉积旋回,其充填序列如图 2 所示:

北大岭段(J_3s^1)^①由花岗角砾岩、砾岩、灰白色粗—中粒石英长石砂岩、灰色细粒石英长石砂岩夹黑色粉砂岩、泥岩、凝灰岩及 4 个煤层组成,厚 140~460 m。

中部含煤段(J_3s^2)以灰白色、灰黄色中—粗粒长石砂岩、细粒石英长石砂岩为主,夹灰黑色、灰色粉砂岩、泥岩、凝灰岩及 30 个可采、局部可采煤层,总

厚度 640~790 m。

富力段(J_3s^3)主要同灰白色花岗质砾岩、砂砾岩、中—细粒石英长石砂岩、灰黑色粉砂岩、夹凝灰质粉砂岩及 1~2 个局部可采煤层,厚度 40~146 m。

石头庙子组(J_3st)平行不整合于石头河子组之上,亦属陆相含煤建造,厚 900 m;其上东山组(K_1d)、猴石沟组(K_1h)、安民沟组(K_1an)、松木河组(K_2s)假整合于石头庙子组之上,总厚达 3 100 m;新生界角度不整合于中生界之上,厚度大于 3 200 m(图 1)。

2 沉积环境划分

鹤岗矿区数十年来施工钻孔 2 600 多个,又有多年积累的生产实践资料及外围稀疏的钻孔,在此基础上,进行了矿区沉积环境及外围找煤研究工作。工作过程中全面收集阅读了鹤岗矿区及邻区各类地质报告 48 套^①,完成 1:5 万检查性地质调查线路 4 500 km,地质点 360 个,观察和实测剖面 24 条计 180 km,观察钻孔 36 个,同时进行了岩石薄片鉴定、煤岩光片鉴定、痕量元素分析等分析测试工作,统计各类数据 12 万多个,编制各类图件 132 张;并

① 黑龙江省煤田地质 190 队、鹤岗矿务局地质队等,“鹤岗煤田地质报告”等,1914—1990

收稿日期:1996-09-24

进行了遥感解译、地震及钻探验证,初步恢复了盆地的沉积和构造演化史,揭示了盆地内煤聚积特征。据研究结果已在永昌区探明地质储量 1.1 亿吨。笔者参加了此研究项目的沉积分析工作,初步认定区内的沉积环境可划分为冲积扇、辫状河、曲流河、湖泊和沼泽等基本类型。

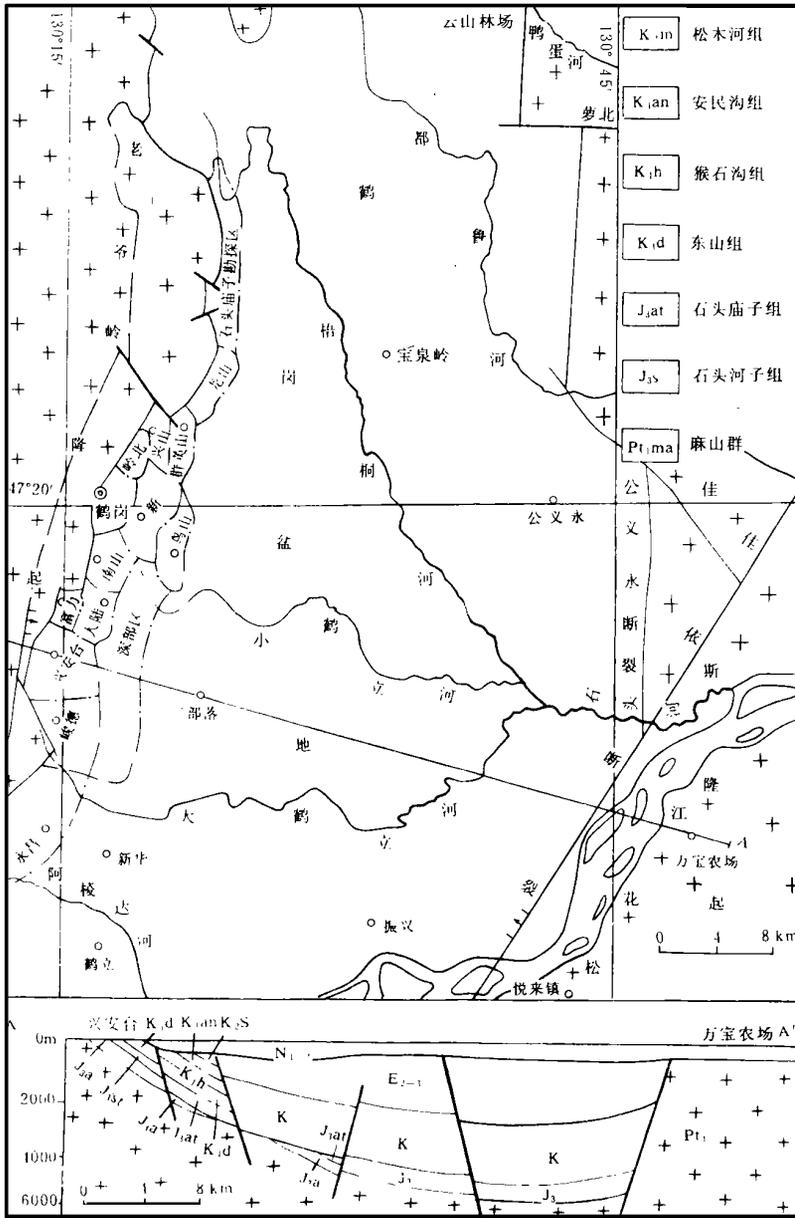
2.1 残积和坡积相

见于盆地西缘附近的钻孔及三道沟等地,为花

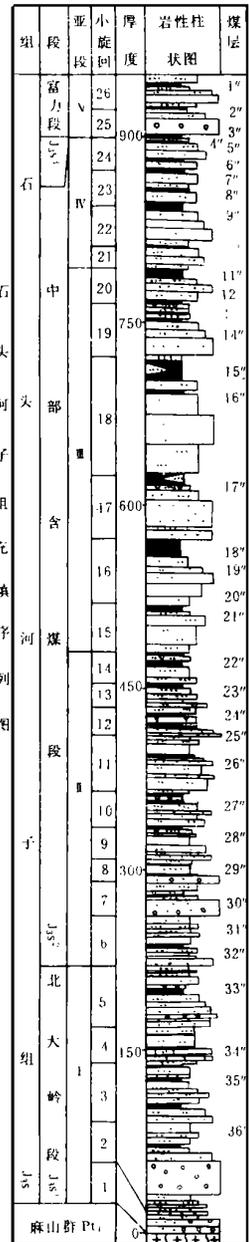
岗质细砾角砾岩,砂砾岩等,多呈黄褐色。砾石成分与母岩一致,棱角状,分选差,粒径 3~6 mm,砂级碎屑粒度 0.5~1 mm,泥质及铁质胶结,厚 0~2 m

2.2 冲积扇相

本区冲积扇发育,垂向上有多个层位,露头上(发电厂)观察,扇根主要由灰黄-绿色砾岩组成,夹薄层含砾砂岩透镜体,砾石呈叠瓦状排列,AB面倾向 SW,层理不发育,砾石含量大于 70%,砾径 0.5



左为图 1



右为图 2

图 1 鹤岗盆地地质略图

图 2 石头河子组充填序列图

Fig. 1 Geological Map of Hegang Basin

Fig. 2 Filling sequence map of the Shitouhezi Formation

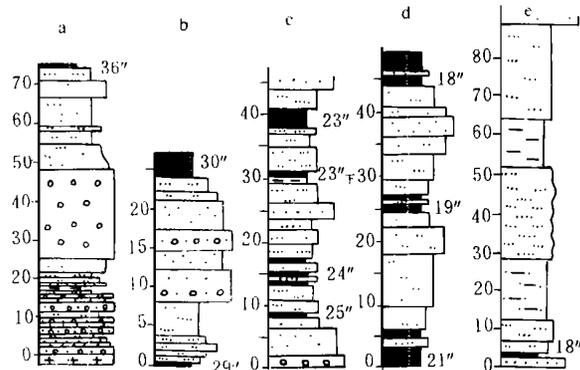
~ 10 cm,一般 1.5~ 4 cm,次棱角次圆状,砂、泥质胶结。峻德 85-13 钻孔所见冲积扇如图 3-a 所示。由砂砾岩、含砾中-粗砂岩组成扇中沉积,具发不好的平行层理和交错层理。砂岩粒度分布很宽(图 4-a),含砾 20% 以上,缺乏悬浮次总体。扇端沉积以砂岩为主,夹细砂岩、粉砂岩和泥岩。不稳定薄煤层及煤线,中、细砂岩中含煤屑及炭膜。

2.3 河流相

河流沉积是本区最主要的沉积类型,也是重要成煤环境之一。

2.3.1 辫状河沉积

本区辫状河沉积发育,尤其第 I、第 II 亚段砂体较厚,横向呈宽带状、席状,主要由河道滞留沉积、砂坝沉积构成,且多以砂砾岩、含砾砂岩及粗砂岩为主(图 3-b),由于距物源区较近,快速剥蚀,快速搬运和沉积,碎屑成份成熟度低,常为长石砂岩和岩屑砂岩。粒度分布如图 4 所示,跳跃次总体含量少,牵引次总体和悬浮次总体占优势,C-M 图显示 PQR 段图形,反映区内辫状河具较大的底部推力和水流扰动能量,具洪水快速堆积特点^[1]。垂向上总体呈下粗上细的正旋回,煤层发育于旋回层的顶部。



a. 峻德 85-13 号孔冲积扇沉积层序 b. 峻德 86-6 号孔辫状河沉积层序 c. 峻德 86-6 号孔 25°~23° 曲流河沉积层序 d. 岭北矿湖泊三角洲沉积层序 e. 石头庙子 78-7 号孔湖泊沉积层序

图 3 垂向层序图

Fig. 3 The sedimentary sequence of the fan, river and lake

2.3.2 曲流河沉积

本区曲流河沉积主要发育在 II~IV 亚段,亦是主要成煤环境之一。以峻德 86-6 号孔为例,可识别出河道、边滩、洪泛盆地沉积^[2],河道滞留沉积主要由灰白色细砾岩、含砾粗砂岩组成,具块状层理、大

型槽状交错层理(图 3-c) 粒度分选差中等,含炭化植物茎干,泥质、钙质胶结,底部具冲刷面。边滩沉积以中粗砂岩为主,最大厚度达 7~9 m,由于频繁的侧向迁移及河流密度大,砂体呈席状、板状,延伸可达数千米。天然堤沉积由细粉砂岩构成,发育沙纹层理,上攀波痕层理。常见变形层理及生物扰动构造。本区洪泛平原沉积较薄,为粉砂岩、粉砂质泥岩,具水平层理,沙纹层理及动物潜穴。一般层序的顶部都发育有薄-中厚煤层。

2.4 湖泊相

湖泊沉积主要发育于第 III 亚段,分布于石头庙子、群英山、岭北矿一带。笔者在“黑龙江省鹤岗地区晚侏罗世石头河子组湖泊沉积”一文中对湖泊沉积的鉴别标志、亚环境划分做了较详细的论述^[3]。图 3-d 所示为岭北矿湖泊三角洲层序;图 3-e 为石头庙子 78-7 号钻孔湖泊沉积层序。总体向上变粗层序中,煤层发育于上部三角洲平原河流层序的顶部。

2.5 沼泽及泥炭沼泽相

沼泽和泥炭沼泽是本区分布最广和最主要的沉积环境之一,发育于盆地演化的各阶段,可识别出冲积扇朵叶间沼泽,河流岸后沼泽,滨湖沼泽。湖泊三角洲演化成的三角洲冲积平原泥炭沼泽,其分布范围大,延续时间长,厚及特厚煤层多与之有关,沼泽沉积厚度一般不超过 1 m,为黑色泥岩,含大量黄铁矿结核,构成煤层的直接底板或顶板。煤层底板缺乏根土岩。

3 沉积环境演化及聚煤作用

鹤岗盆地的基底长期遭受风化剥蚀,中侏罗纪末受燕山运动的影响形成盆地,沉降中心位于石头庙子。据马杏垣等,晚侏罗世-早白垩世的裂陷作用是在大面积隆起、大规模中酸性火山喷发和花岗岩侵入的背景下发生的,东北地区广泛分布的 J₃-K₁ 含煤盆地群为地堑-半地堑型伸展构造^[4]。鹤岗盆地位于 II 级构造单元老爷岭地块中的青黑山隆起带内,东部是军川-佳木斯隆起,南部是裕德、鹤立隆起,北部是四方山隆起,西部的青黑山断裂及东部的公义永断裂是控盆同沉积断裂,形成了一个封闭的内陆断陷盆地。盆地中部南北向的宝泉岭凸起又使盆地早期阶段(石头河子组沉积期)分为东西两个次级盆地。盆地周围中酸性火山喷发频繁,石头河子组中的全区分布的 5 个凝灰岩层及砂岩中的凝灰质胶结物便是火山活动的证据。盆地内亦有多条同沉积

断裂及同沉积隆起和坳陷 盆地内沉积环境的分布及演化受基底地形、古构造及同沉积构造的控制。由于早白垩世末(?)最迟晚白垩世早期,佳依断裂活动加剧,鹤岗盆地东部强烈沉降,西部相对上升,遭受风化剥蚀,使石头河子组缺失了西部边缘相。同时,生产矿区位于盆地西部,中—东部区盖层较深,矿区范围外广大地区目前还缺乏钻孔资料,这就给恢复古地理及环境分析带来一定困难。通过编各种基础图件及综合图件,结合物探等资料,仍可基本上恢复古地理景观及其演化过程

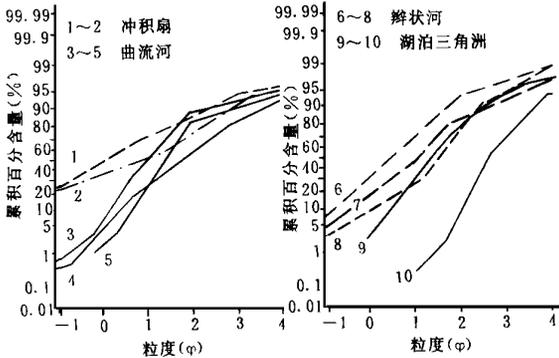


图 4 概率累积曲线

Fig. 4 Probability cumulative curves of sandstone

3.1 北大岭段(第一亚段)——盆地填平补齐充填阶段

本阶段沉积时期的沉降中心在石头庙子二龙山西侧,自南向北出现两个同沉积坳陷。古老地层剥蚀面上覆盖一层残积—坡积物,其上堆积了石头河子组砾岩,沉积作用处于填平补齐阶段,部分地区缺失下部层位。该段整体自下而上为一向上变细沉积旋回,进一步可划分为5个小旋回(图2),垂向上的充填序列显现出冲积扇—辫状河—曲流河沉积;平面上自西向东、自南向北表现为冲积扇—辫状河—曲流河—湖泊(仅北部区)沉积的规律。矿区范围内西部边缘可识别出5个冲积扇,贯流河位于矿区南部自南向北经峻德78-11号孔至大陆78-7号孔、鸟山65-101号孔、80-1号孔及群英山63-139号孔,最后注入北部石头庙子湖区。扇前河流则分别注入贯流河、北部的直接入湖。

本亚段出现两个富煤带,相当于含砂率60%~80%的区域,底板多为细砂岩。南部富煤带位于峻德—兴安坳陷内,与沉积中心吻合;北部富煤带位于北

隆起北部斜坡带;中部大陆—南山隆起为薄—无煤带,其含砂率往往大于80%。倾向上一一般自西向东煤层变薄。33^{*}煤层是第一个全区稳定的可采煤层,形成于曲流河层序的顶部。至此,盆地充填初期起伏不平的古地理面貌已被填平补齐充填作用改造,结束盆地演化第一阶段。

3.2 中部含煤段

3.2.1 第二亚段——扩张阶段

第二亚段地层厚度150~340 m,自下而上可划分出9个小沉积旋回,每个小沉积旋回都是一个向上变细的河流沉积层序。总体上沉积时的面貌与第一亚段相似,不同之点是西缘冲积扇后退,湖盆范围扩大,贯流河整体向东迁移,表明盆地沉积已处于扩张阶段。

本亚段含32^{*}~22^{*}共11个煤层,煤层总厚度34.8 m。30^{*}煤层全区发育,煤层中有一层浅褐色蛭石夹矸(俗称金星矸子);27^{*}全区稳定,底板是灰褐色凝灰岩;22^{*}亦全区稳定,煤层中有一咖啡色凝灰岩、凝灰质粉砂岩,成为全区重要对比标志层之一。22^{*}~27^{*}层段对比可靠,所有钻孔都达到此层位。富力等部分地区缺失23^{*}~26^{*}层段,故22^{*}~27^{*}层段主砂体图具重要环境意义,可反映岩相带的展布方向及古地理景观(图5-G)。富煤带与同沉积隆起与坳陷关系密切。本段共有三个富煤带:峻德区,老兴山—新一区,鸟山6线—群英山6线;北部富煤中心与群英山坳陷一致;而兴山—新一富煤中心侧位于中部隆起的斜支带上。含砂率60%~90%的相区,当与中—粗砂岩重迭时,含煤不好;当与细砂岩重迭时为富煤带,反映岸后洪泛盆地沼泽聚煤的特征。

3.2.2 第三亚段——稳定沉降阶段

第三亚段地层厚度340~415 m,是本区最主要含煤层段,自下而上可再划分出6个小沉积旋回,分别属河流层序或三角洲层序。这一时期的古地理景观与第二亚段沉积期相似,差异是此时湖盆达到最大,湖水加深,湖泊三角洲广泛发育,小旋回层序厚度明显增加,盆地演化进入稳定沉降阶段,成煤环境稳定持久。在总体稳定沉降的背景下,伴随着间歇性快—慢沉降,快速沉降时期堆积砂岩、粉砂岩;缓慢沉降时期则形成厚煤层。湖泊的存在对聚煤是非常重要的,它提供了一个侵蚀基准面控制,使入湖河流以沉积作用为主,侵蚀区向上游迁移。湖泊的存在提高了地下水的潜水位,使沼泽排水条件变差,停滞水

体占优势,有机质不易氧化而易于保存,堆积物由泥炭和富含有机质粘土组成。有机质的快速堆积和沉积界面持续被水覆盖,有利于泥炭形成。随着盆地沉降速度由快到慢的变化,进积作用使分流河道把湖滨带分割成更多的小“湖泊”,湖泊三角洲所处部位的地形及其平缓,进而在广大范围内演化成泥炭沼泽。稳定、缓慢的沉降使这种环境延续相当长时间,沉降速度与泥炭堆积速度达到平衡,从而形成大面积内稳定的特厚煤层。

本亚段含 21^{*} ~ 11^{*} 共 11 个煤层,煤层总厚 50 ~ 71.8 m, 18^{*} (图 5-H) 和 11^{*} 两个全区稳定的厚—特厚煤层, 17 和 15 两个局部发育的厚—特厚煤层都属本段沉积。富力以南,富煤带位于大陆—南山同沉积隆起的南侧斜坡带上,其含砂率为 60% 左右,沉积中心则对应于薄煤层;富力以北,富煤中心亦位于隆起与坳陷的过渡带上,其含砂率一般也都在 60% 左右(图 5-G、D、E)。厚—特厚煤层多发育于厚层三角洲砂体之上。倾向上,煤层由西向东分叉变薄,这是由于靠近盆地中心贯流河道限制了聚煤作用。南北向贯流河东侧可能存在另一个富煤带,虽

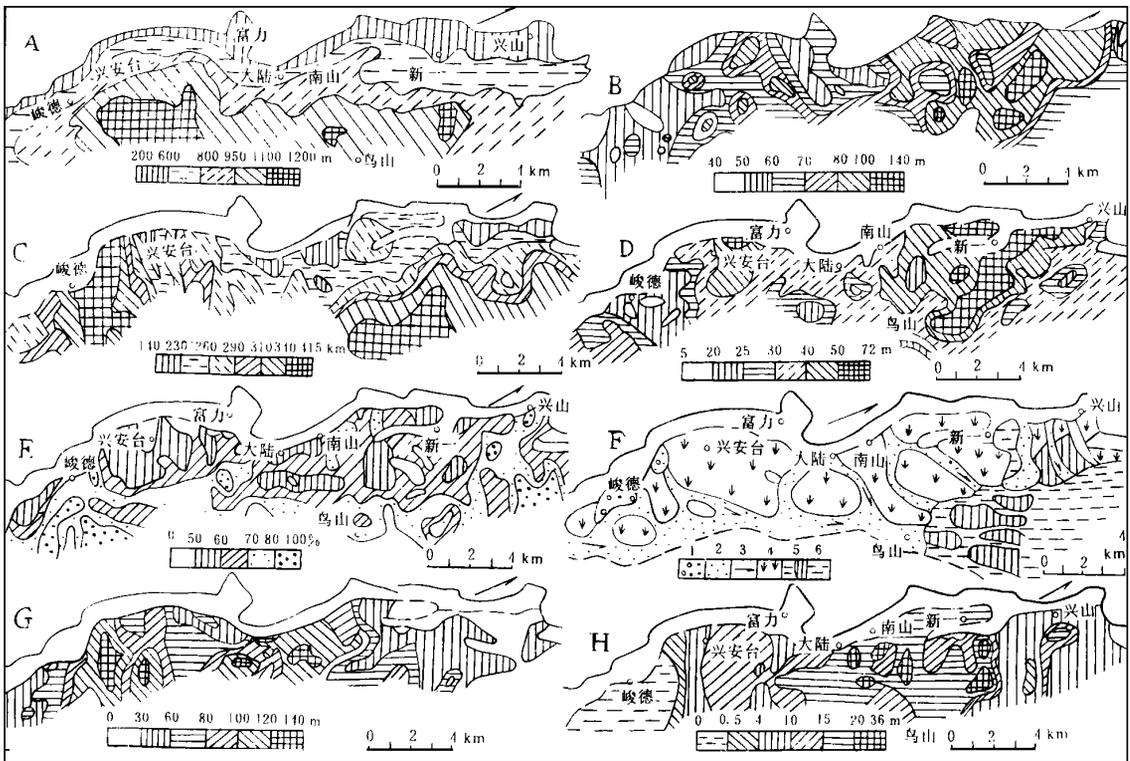
由于埋藏深度大目前无法开采,仍具有潜在的经济价值

3.2.3 第四亚段——差异沉降阶段

第四亚段沉积期盆地略有缩小,湖泊亦变小,湖水变浅,古地理面貌亦无本质变化。其沉积特点是出现了强烈的差异沉降。矿区内同沉积构造呈三隆两坳,沉降中心位于乌山,由南至北为峻德隆起、兴安坳陷、南山隆起、乌山坳陷和兴山隆起,地层等厚线条带急剧变化。该亚段沉积厚度 200~ 308 m,垂向上可划分为 4 个小沉积旋回,以河流层序为主,靠近湖区出现三角洲沉积。本亚段含 10^{*} ~ 3^{*} 共 8 个可采及局部可采煤层,煤层总厚达 34.8 m。由于差异升降明显,沉积环境演化快,仅形成薄—中厚煤层,且大部分煤层不连续。富煤带展布在南山 12 线与群英山 4 线之间,煤厚 15~ 34 m。位于新一—乌山坳陷的斜坡带上,含砂率 60% ~ 80% 地带含煤最好。煤层最厚和层数最多的地段位于砂体最厚部位的两侧。

3.3 富力段(第五亚段)——盆地收缩阶段

富力段沉积期盆地已演化到收缩阶段,湖区萎



a. 石头河子组地层等厚线图 b. 石头河子组煤层等厚线图 c. III亚段地厚度图 d. III亚段煤层厚度图 e. III亚段含砂率图 f. III亚段古环境图 g. II亚段 22 ~ 27 层段主砂体图 h. III亚段 18 煤层厚度等值线图

图 5 石头河子组沉积、聚煤特征演化图

Fig. 5 Evolutionary map of the edposition and coal accumulation feature of the Shitouhezi Formation

缩。矿区内以冲积扇、辫状河环境为主,冲积扇主要发育在岩段中、下部,向上过渡为河流沉积,垂向上总体向上变细,进一步可划分出两个小旋回。该段顶部被石头庙子组砾岩不同程度地冲刷,横向上、纵向上变化都很大。本段仅含煤2层,且仅1号层局部可采,富煤带位于富力7~8线间,正好是富力—兴安拗陷北部斜坡带,含砂率70%~80%的相区,底板多为细砂岩,属岸后沼泽成煤。

4 结 论

石头河子组是一套陆相含煤岩系,充填于鹤岗中—新生代盆地的最低部

(1)盆地长轴近南北向,物源区主要是西部前震旦系古老变质岩区,盆地以侧向补给为主

(2)冲积扇位于盆地活动边缘,扇面及扇前辫状河、曲流河注入盆地中心南北向的贯流河,贯流河注入北部石头庙子湖区,因而构成了冲积扇—河流—湖泊沉积体系(图5-F)。这种古地理景观非常相似现在的石头河等河流注入松花江(图1)。

(3)由于构造控制,盆地沉积中心不断向东迁移,并经历了间歇性的快—慢沉降,即幕式学降。厚煤层形成于稳定、缓慢沉降时期。

(4)垂向上五个亚段分别对应于填平补齐—盆

地扩张—稳定沉降—差异升降—盆地收缩五个阶段的沉积。

(5)聚煤与岩石相带、砂体形态、含砂率、岩石类型关系密切。富煤带主要展布在同沉积隆起与拗陷的斜坡带上,即沉积中心的侧翼,一般含砂率60%~70%左右含煤性最好。冲积平原上大面积沼泽化是主要聚煤方式,滨湖沼泽、冲积扇扇叶体间只形成不稳定的薄煤层,厚—特厚煤层都与三角洲平原上的大面积沼泽化有关。煤层在数百平方公里范围内稳定,具极大的工业价值。矿区东部、深部区仍具广阔的找煤前景。

参 考 文 献

- [1] Andrew D Miall Analysis of Fluvial Depositional systems, 1981, 23~ 32.
- [2] Allen J R L. Fining upward cycles in alluvial succession, Liverpool Manchester Geol. Jour, 4, 1965, 229~ 246.
- [3] Yang Zirong et al. The Lake Sedimentation of the Shitouhezi Formation, Late Jurassic, Hegang district, Heilongjiang Province, 1988, 8. IAS, International Symposium of Sedimentology Related to Mineral Deposits, 327.
- [4] 马杏垣,刘和甫,王维襄等. 中国东部中、新生代裂隙作用和伸展构造. 地质学报, 1983, 1: 11~ 21.

Depositional Environments of the Shitouhezi Formation and Its Characteristics of the Episodic Coal Accumulation, Upper Jurassic Hegang Basin, Heilongjiang Province

Yang Zirong¹ and Jiang Jianhong²

1(Liaoning University of Engineering and Technology, Fuxin 123000) 2(Haerbin Institute of Coal Geology, Haerbin 150001)

Abstract

The Shitouhezi Formation is a set of non-marine coal-bearing strata, filled in the lower part of the Mesozoic—Cenozoic interior basin of Hegang. The strata can be divided into three lithological members including five submembers and 26 small cycles from bottom to the upper part. The first submember was mainly marked by the alluvial fan and braided stream environments; the second submember the fluvial; the third submember the fluvial—delta—lacustrine; the 4th the fluvial again; and the 5th the fluvial and alluvial fan. Vertically, the five submembers respond to the five developing phases which filled the lower areas for horizontal ground of the basin—expanding—subsiding stably—subsiding differently—contracting of the basin. Richer coal-bearing areas are located to the flank of syndepositional anticline bulge. Coal accumulation was controlled mainly by the periodic fast and slow subsiding of the basin. Coal accumulation occurred at each slower and more stable subsiding phase of the episodic subsidence. The exceptionally thick coal beds are related to the largest swamped deltaic plain.

Key Words Shitouhezi formation depositional environments coal accumulation episodic subsidence