

低位体系域成煤环境与聚煤特征

柳汉丰¹, 陈 颢², 游水凤¹, 陈洪冶¹

(1. 江西应用技术职业学院, 江西 赣州 341000; 2. 江西省地质矿产开发局 赣南地质调查大队, 江西 赣州 341000)

摘 要:低位体系域煤层在层序划分中越来越重要,其成煤模式也成为研究的重点问题。本文总结了低位体系域成煤沉积环境,分析了海相和陆相断陷盆地低位体系域煤层的形成环境及其岩性空间变化特征,指出无论是滨海环境还是陆相环境,其成煤环境一般是位于河流下切谷旁边的浅水洼地或者河流阶地。其中,滨海地区低位体系域成煤一般较少,主要发生在晚古生代,煤层顶板为海相沉积(灰岩或泥岩等);陆相环境低位体系域成煤一般在中生代,常见于辫状河、冲积扇或扇三角洲等,煤层顶底板沉积物颗粒较粗。低位体系域煤层煤质较差,煤层结构复杂,厚度差别较大。滨海地区,煤层硫分较高,灰分较大;而陆相断陷盆地,煤层灰分较高,河流分叉较多,这与湖盆水体动荡性及构造变化有关。

关键词:低位体系域;成煤模式;层序地层学

中图分类号:P539.2

文献标志码:A

文章编号:1672-3767(2012)02-0025-05

Coal-forming Environment and Coal Accumulation Characteristics of Low Stand System Tract

LIU Hanfeng¹, CHEN Jie², YOU Shuifeng¹, CHEN Hongye¹

(1. Jiangxi Vocational College of Applied Technology, Ganzhou, Jiangxi 341000, China;

2. Gannan Geological Survey Team, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Exploitation, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

Abstract: The coal seam in low stand system tracts becomes more and more important in sequence division and its coal-forming pattern has also become the key problem under study. This paper summarized the coal-forming depositional environment in low stand system tract, analyzed the coal-forming environment of low stand system tract in taphrogenic basin with marine facies and continental facies and its variant spatial characteristics of lithology, and pointed out that no matter what is the littoral or continental environment, the coal-forming environment is generally the area of shoaly depression located at the side of the down-cutting valley or terrace area of rivers. The coal seam of low stand system tract formed in littoral area is lesser, which mainly formed in Neopaleozoic Era and the coal roof is marine facies sedimentation (limestone or clay-stone). The coal-forming of low stand system tract with continental facies is mainly found in Mesozoic-Cenozoic Era, commonly found in the areas of braided stream, alluvial fan and fan delta, etc., in which the sizes of sediments in roof and floor are coarser. The coal in low stand system tract is of poorer quality, complex structure, enormous difference in thickness, high sulfur & ash content in littoral area, and high ash & more branches in taphrogenic basin with continental facis, which is related to the swing of water body in limnetic basin and tectonic change.

Key words: low stand system tract; coal-forming pattern; sequence stratigraphy

成煤理论及成煤模式一直是煤地质学研究的热点之一^[1-11]。传统的成煤理论认为,煤层形成于水退期,因此按照层序地层学观点来看,它应该被划分为高水位体系域,即煤层代表着一个沉积旋回的结束。然而也

收稿日期:2011-11-19

基金项目:山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室开放基金项目(DMSM201003)

作者简介:柳汉丰(1980—),男,安徽潜山人,讲师,主要从事层序地层及煤地质学方面的研究。

E-mail:hanfeng200832@126.com

有研究认为,海侵体系域也能成煤^[1],即后来煤地质学家所说的海侵过程成煤。以上两种都是基于均变论的成煤理论,而基于突变论的海侵事件成煤^[12],则认为煤层形成于海侵体系域,但与海侵过程成煤有本质区别。世界上很多大的煤田形成于高位体系域和海侵体系域,关于这两种体系域成煤的研究也很多,但对于低位体系域成煤的研究却相对较少。随着我国煤田地质勘探的进行,一些低位体系域煤层被大量发现^[7-10],但关于低位体系域的成煤特点、成煤环境及成煤机制等方面的研究仍然不够,这关系到含煤地层层序界面识别及煤层划分等基础理论问题,因此有必要进行研究和探讨。

1 低位体系域成煤沉积环境

低位体系域形成于具有陆架坡折带的盆地中,为一个沉积层序的开始,其沉积水体较浅,河流下切作用明显,处于相对海平面下降或者下降-上升阶段,主要沉积相类型有低水位扇、斜坡扇和低水位楔状体和深切谷,沉积物以粗粒为主。主要有三种典型的沉积类型:冲积沉积、滨岸平原和近滨沉积、深水斜坡以及盆地块体流沉积。低位体系域成煤环境前人已有研究^[2,8],但以往低位体系域成煤的成果对于成煤环境、成煤特征及成煤机制的转换等研究不够深入。因此,本文对低位体系域成煤进行探讨,为层序地层划分提供参考。

1.1 滨海平原和近滨低位体系域成煤环境

滨海地区位于地势低平地区,植物茂盛,地表水不易渗流,地下水埋藏浅,湿度大,易发生泥炭沼泽堆积。滨海地区煤层形成环境与河流下切谷伴生,煤层分布于河道两侧的泥炭沼泽发育地带,但由于受到河道摆动的影响分布局限。如在鄂尔多斯盆地的子洲镇川堡地区存在着大量的低位体系域沉积,姜焯等^[8]研究发现该区靠近桥头砂岩地区的下伏灰岩受到切割,这是由来自桥头砂岩的砂质河流沉积造成的。通过地层对比发现,桥头砂岩海侵体系域中灰岩发生了相变,桥头砂岩垂向与煤层灰岩叠置,侧向与灰岩相接,特别是粗碎屑砂岩存在于灰岩发育地带,与灰岩的界限分明,为低位下切河道充填(图 1),下切河道内发育了部分煤层,但分布较局限,因后来的海侵终止其发育,形成了海相沉积的顶板。

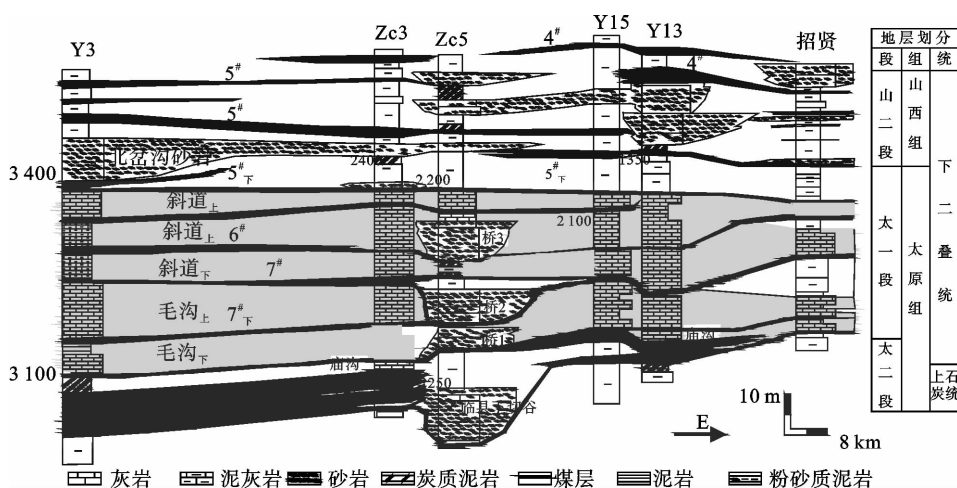


图 1 鄂尔多斯中东部子洲镇川堡地区早二叠统东西对比图^[8]

Fig. 1 The contrast of east and west sides in early Permian of Chuankou area in Zizhou town, in middle-east area of Ordos basin

1.2 陆相湖盆低位体系域成煤环境

陆相断陷盆地,尤其是我国中生代盆地,构造演化旋回阶段性明显,靠近滨湖地区的坡折带,低水位早期即湖平面相对下降时期存在着河流下切河道,大量的陆源碎屑物质被带到新的岸线以下。平坦的

滨湖地形(尤其是坡折带处),由于较少受到陆源碎屑沉积干扰,低水位晚期,湖平面相对上升,河道两侧生长大量植物,成为泥炭沼泽堆积的良好场所。从已发现的我国陆相断陷盆地低位体系域成煤的实例来看^[11],湖平面变化、构造沉降以及地下水位是影响泥炭沼泽发育的主控因素。由于低位体系域湖退造成滨湖地区发育大量的河流相河漫沼泽或湿地扇间洼地,因水道下切作用明显不易改道,致使河漫沼泽和扇间洼地成为良好的聚煤场所,因此发育了大量的泥炭沼泽。再如,鲁东黄县煤田的主采煤层4煤为低位体系域成煤(图2),煤层底板为冲积扇-扇三角洲粗碎屑沉积,煤层分布较局限,厚度变化大,煤层分布明显受到了古地形的影响。因此,陆相湖盆低位体系域成煤主要发生于距物源较近、地形起伏较大的地区,如扇三角洲,辫状河-湖泊沉积环境等。

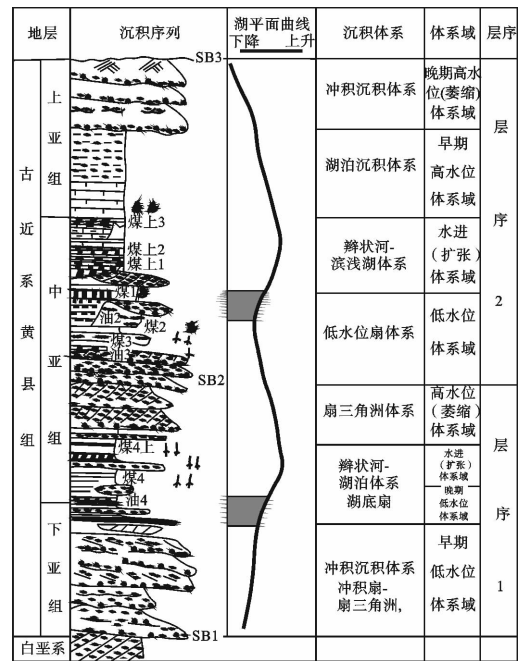


图2 黄县断陷盆地盆缘断裂活动特征及层序划分图^[12]

Fig. 2 The sequence division and fault active characteristics of basin margin of Huangxian faulted basin

2 低位体系域成煤模式及煤层特征

2.1 低位体系域成煤模式

滨海地区泥炭聚积及保存与滨海地区的河流河道或者三角洲分流河道有关。由于低位体系域沉积期盆地基准面下降,滨海地区以陆棚暴露、河流回春作用为主,河流下切作用明显,而随着河道侧向加积,河道两侧成为适宜植物生长的空间,使泥炭沼泽得以发育并保存(图3),形成良好的低位体系域煤层。

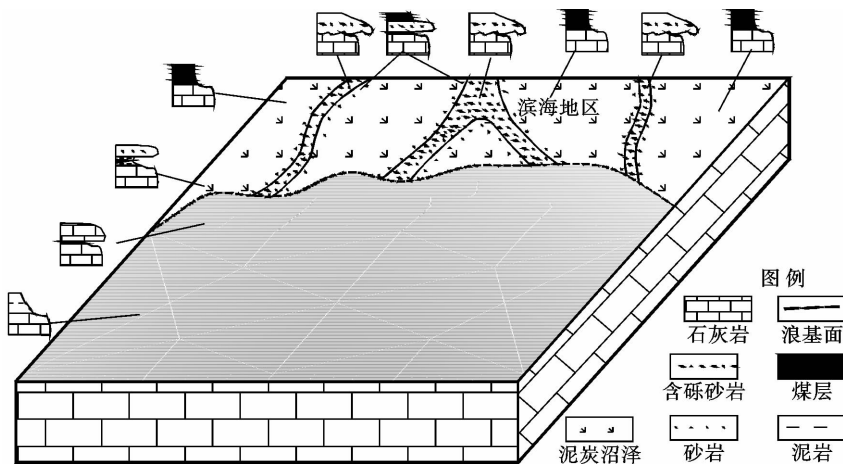


图3 滨海地区的低位体系域成煤的模式图

Fig. 3 The coal-forming pattern of low stand system tract in the area of littoral area

陆相湖盆以冲积扇、河流、湖泊三角洲沉积为主,泥炭沼泽的发育和保存与湖平面变化有关。低位体系域期,陆相沉积环境中存在着泥炭沼泽发育空间,如分流间湾或扇中湿洼地等(图4),植物较发育。晚期由于湖平面相对上升,浸渍着陆地的局部空间,也能形成相对较好的植物生长空间。

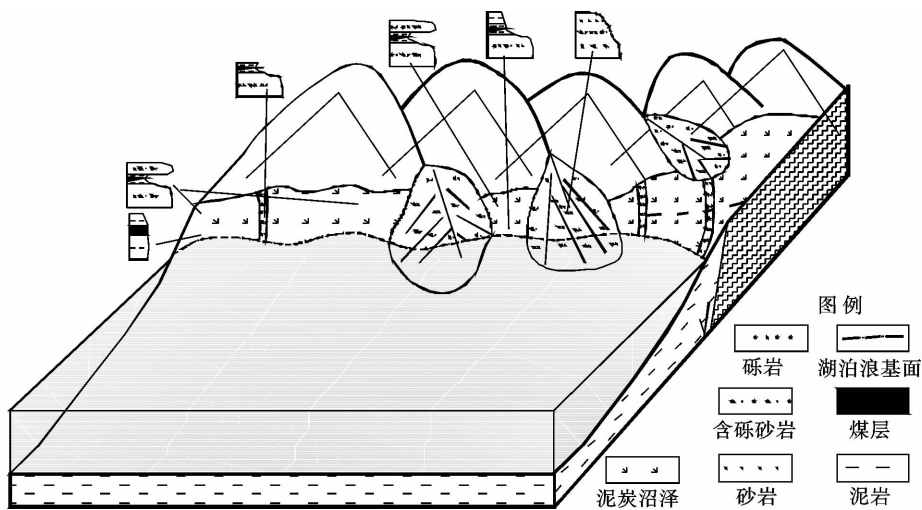


图 4 陆相湖盆地区的低位体系域成煤的模式图

Fig. 4 The coal-forming pattern of low stand system tract in the lake basin area with continental facies

2.2 低位体系域煤层特征

低位体系域成煤受沉积环境及空间转换的影响,一般形成于晚期。进积作用开始后,低位体系域形成了由砾岩、含砾砂岩等颗粒较粗的河床亚相沉积作为煤层的底板,随着进积作用的加强,河道两侧形成了河流谷地。至低位体系域晚期,河道两侧的天然堤、分流间湾等潮湿地区,发生了泥炭沼泽沉积,随后的水进体系域发生退积,使泥炭沼泽得以聚积保存,最终成煤。因此,煤层具有以下几个特征:

1) 分布局限,仅仅分布于河道(辫状河道、曲流河道或分流河道等)的两侧,煤层顺着河流的方向连续性较好,垂直河道方向则相变至河道砂岩。

2) 煤质较差,结构复杂,厚度差别较大,分岔指数较多。一般滨海地区的低位泥炭沼泽由于受到海水和地下潜水影响,煤层含硫较高,灰分较大,同时由于存在着河流下切作用,往往在河流下切谷地区煤层结构趋于简单。断陷盆地低位泥炭沼泽煤层灰分也较高,但分岔较多,厚度变化大,煤质较差,与湖盆水体的动荡及构造运动有关。

3) 顶板由水进体系域沉积组成,滨海地区一般是暗色泥岩、海进体系域所形成的煤层或者灰岩;断陷盆地则为厚层的水进体系域泥岩等。煤层底板随沉积环境不同而存在差异,滨海地区一般是海相沉积物,如灰岩或砂岩等;断陷盆地则为较粗的河床滞留沉积,沉积厚度较大。因此,低位煤层顶底板伴生的大量砂砾岩往往成为其鉴别的一个重要标志,也是与高位体系域煤层(一般与泥岩、页岩伴生)的重要区别之一。

3 结论

低位体系域成煤一般见于滨海地区或者陆相距物源较近区域,而无论滨海环境还是陆相环境,其成煤环境一般位于河流下切谷旁边的浅水洼地或者河流阶地。相对海(湖)平面或基准面下降,形成了大片的湖滨或滨海平原,引起河流下切,陆源碎屑物被搬运到新的岸线以下的平坦地带。如果碎屑较少,且具有适宜植物生长的环境,气候湿润,泥炭沼泽发育。滨海地区,煤层一般与海相层相对应,煤层与灰岩等发生相变;而陆相环境多见于辫状河、冲积扇或扇三角洲等地,煤层顶底板沉积物颗粒较粗。

低位体系域煤层煤质较差,煤层结构复杂,厚度差别较大,滨海地区的低位泥炭沼泽由于受到海水和地下潜水影响,煤层硫分较高,灰分较大;陆相断陷盆地低位沼泽,煤层灰分较高,分叉较多,与湖盆水体动荡性及构造变化有关。煤层顶板为水进体系域沉积,滨海地区一般是暗色泥岩、海进体系域所形成的煤层或者灰岩;断陷盆地为厚层的水进体系域泥岩等。煤层底板随沉积环境的不同存在差异,滨海地区一般是海相沉积物,如灰岩或砂岩等;断陷盆地为较粗的河床滞留沉积,沉积厚度较大。

参考文献:

- [1] DIESSEL C F. Coal-bearing depositional systems coal facies and depositional environments[J]. Springer-Verlag, 1992: 461-514.
- [2] 袁波, 陈世悦, 夏雨. 煤层在中国陆相盆地地层层序划分中的应用: 以吐哈盆地红台地区中侏罗统为例[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(6): 810-815.
YUAN Bo, CHEN Shiyue, XIA Yu. An example of coal bed as the stratigraphic sequence border in continental basin of China; Taking the middle Jurassic of Hongtai area, Tuha basin for example[J]. Natural Gas Geoscience, 2008, 19(6): 810-815.
- [3] 鲁静, 邵龙义, 冉隆明, 等. 宝鼎盆地晚三叠世煤系层序地层与聚煤规律[J]. 煤田地质与勘探, 2008, 36(6): 1-6.
LU Jing, SHAO Longyi, RAN Longming, et al. A sequence stratigraphic analysis and coal accumulation of late Triassic coal measures in the Baoding basin[J]. Coal Geology & Exploration, 2008, 36(6): 1-6.
- [4] 杨荣丰, 张鹏飞, 刘钦甫. 北京地区侏罗系煤田层序地层与聚煤特征研究[J]. 煤炭科学技术, 2001, 29(6): 41-44.
YANG Rongfeng, ZHANG Pengfei, LIU Qinfu. Study on seam strata and coal features of Jurassic system coal field in Beijing area[J]. Mine Science and Technology, 2001, 29(6): 41-44.
- [5] 翟爱军, 邓宏文, 王洪亮. 鄂尔多斯盆地上古生界煤层在层序中的位置及对比特征[J]. 中国海上油气: 地质, 2000, 14(3): 179-181.
ZHAI Aijun, DENG Hongwen, WANG Hongliang. Sequence stratigraphy and correlation of upper Paleozoic coal-bearing formations in Ordos basin[J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 2000, 14(3): 179-181.
- [6] 高彩霞, 邵龙义, 李长林, 等. 四川盆地东部上三叠统须家河组层序地层及聚煤特征研究[J]. 古地理学报, 2009, 11(6): 689-695.
GAO Caixia, SHAO Longyi, LI Changlin, et al. Sequence stratigraphy and coal accumulation of the upper Triassic Xujiahe formation in eastern Sichuan basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2009, 11(6): 689-695.
- [7] 胡社荣, 张喜臣, 吴因业, 等. 中国西北侏罗系含煤盆地油田形成规律[J]. 新疆石油地质, 2000, 21(5): 361-364.
HU Sherong, ZHANG Xichen, WU Yinye, et al. Oilfield forming law with coal of Jurassic system, northwest China[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2000, 21(5): 361-364.
- [8] 姜焯, 李宝芳, 王绍昌. 鄂尔多斯陆表海层序地层中的低位域沉积: 以太原组上段桥头砂岩为例[J]. 现代地质, 2001, 15(4): 425-430.
JIANG Ye, LI Baofang, WANG Shaochang. Lowstand system tract sandstone in the sequence of epicontinental sea in Ordos: A case of Qiaotou sandstone of upper Taiyuan formation[J]. Geoscience, 2001, 15(4): 425-430.
- [9] 李军鹏. 层序地层研究中的煤层[J]. 内蒙古石油化工, 2008(4): 8-10.
LI Junpeng. Coal measure strata research in the sequence stratigraphy[J]. Inner Mongolian Petrochemical Industry, 2008(4): 8-10.
- [10] 吴因业. 吐哈盆地侏罗系含煤沉积层序特征研究[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(5): 35-29.
WU Yinye. A study on depositional sequence feature of Jurassic coal formation in Tuha basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 1995, 22(5): 35-29.
- [11] 刘豪, 王英民, 王媛. 浅析准噶尔盆地侏罗系煤层在层序地层中的意义[J]. 沉积学报, 2002, 20(2): 197-202.
LIU Hao, WANG Yingmin, WANG Yuan. Analyses of the significance of Jurassic coal layers in sequence stratigraphy of Junggar basin[J]. Acta Sedimentology Sinica, 2002, 20(2): 197-202.
- [12] 李增学, 魏久传, 魏振岱, 等. 含煤盆地层序地层学[M]. 北京: 地质出版社, 2000.

油田资源环境系统协调发展模型研究

高平发, 张在旭

(中国石油大学 研究生院, 山东 青岛 266555)

摘要: 油田资源生态系统可以划分为石油生产、经济、科技和环境子系统协调发展的多层体系。通过建立油田资源环境系统因果关系图及油田资源环境系统动力学模型, 对油田资源生态系发展进行仿真, 定性、定量研究了油田生态系统运行、管理和规划机制。通过油田实际生产数据对计算模型的正确性和准确性进行检验, 并对未来油田资源开发和经济发展的多种方案进行仿真计算, 优化出最合理的方案, 得出了有益于油田资源生态系统协调发展的结论。

关键词: 资源生态系统; 油田; 仿真分析; 系统动力学模型

中图分类号: F205; X74

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2012)02-0030-06

Coordinated Development Model for Environmental System of Oilfield Resources

GAO Pingfa, ZHANG Zaixu

(Graduate School, China University of Petroleum, Qingdao, Shandong 266555, China)

Abstract: Oilfield resource ecosystems can be divided into such multi-hierarchic system with coordinated development as oil production, economy, science and technology, and environmental subsystems, etc. The causality diagram and the environmental system dynamics model of oilfield resources ecosystem were established in the paper to simulate the development of oilfield resources ecosystem and qualitatively and quantitatively study the operation, management and planning mechanisms of the oilfield ecosystem. The actual production data of oilfield were used to check the validity and accuracy of the proposed model. The simulation analysis was carried out for various plans of exploitation and economic development of oilfield resources in future, obtaining the most rational plan with optimization method and the conclusion beneficial to the coordinated development of oilfield resources ecosystem.

Key words: resources ecosystem; oilfield; simulation analysis; system dynamics model

油田资源环境系统的评价和预测是规划油田发展和制定油田开发决策的基础, 准确评价和预测油田资源环境系统发展具有重要意义。我国油田资源环境具有动态的高阶次非线性以及不确定影响因素多等特性, 系统内部各个子系统及因素之间的关系难以准确描述^[1-2]。同时, 由于时滞效应使得环境系统发生改变而油田系统在短时间内难以反映出来。这种原因和结果在时空上的分离往往导致油田的社会经济问题无法用一般数学方法解决^[3-4]。

本研究基于反馈控制理论的系统动力学方法, 通过建立油田资源环境系统因果关系图及基于油田资源环境系统 SD(system dynamics, 系统动力学)模型的流程图, 定性、定量研究油田生态系统运行、管理和规划机制。研究结果能够为我国油田系统的社会经济与资源环境的协调发展提供参考。

1 建模原则

为了发挥 SD 模型在油田资源生态系统可持续发展中的作用, 充分开展宏观决策研究, 在模型建立过程

收稿日期: 2012-02-29

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2009HQ009)

作者简介: 高平发(1974—), 男, 福建南平人, 副研究员, 博士研究生, 主要从事石油资源战略管理方面的研究工作。

E-mail: gaopf@upc.edu.cn