

文章编号: 1001-6112(2006)04-0325-05

渤海湾盆地济阳—临清东部 煤系烃源岩形成环境

王果寿¹, 缪九军¹, 陆建林¹, 肖涣钦², 张欣国¹

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151;
2. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田分公司, 山东 东营 257000)

摘要: 钻井、地震、测井及测试资料综合研究认为: 渤海湾盆地济阳—临清东部地区石炭—二叠系主要发育一套浅海碳酸盐岩台地相灰岩、障壁—潟湖、潮坪、沼泽及三角洲相陆源碎屑岩和煤层。从纵向发育的沉积特征来看, 上石炭统本溪组发育浅海台地相碳酸盐岩和浅海陆棚相(陆表海)砂泥岩, 太原组主要发育障壁—潟湖、潮坪、沼泽相碳酸盐岩、陆源碎屑岩和煤的混合沉积; 二叠系山西组主要发育三角洲相和三角洲平原沼泽相砂泥岩及煤, 下石盒子组和上石盒子组则以发育近海陆相碎屑岩沉积为主, 局部有河流沼泽的泥炭和煤发育。沉积环境总体具有自下而上、由南向北由浅海相、海陆交互相逐步过渡为陆相的基本特点。成煤环境以晚石炭世—早二叠世太原、山西期潮坪、潟湖过渡带之潮坪沼泽环境及三角洲平原沼泽环境为最佳。

关键词: 沉积特征; 成煤环境; 石炭—二叠系; 济阳—临清东部地区; 渤海湾盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

华北地台从晚奥陶世开始, 经过志留纪、泥盆纪、早石炭世的长期隆起、剥蚀, 至中石炭世本溪期才开始遭受海浸接受沉积, 晚石炭世太原组沉积时期海水浸漫范围最广, 后逐渐退出^[1,2]。渤海湾盆地济阳—临清东部地区石炭、二叠系自下而上发育上石炭统本溪组、太原组和二叠系山西组、下石盒子组、上石盒子组及石千峰组。气候由潮湿逐渐转化为半干旱—干旱^[3]。

从总的沉积特征来看, 本溪组发育浅海台地相碳酸盐岩和浅海陆棚相(陆表海)砂泥岩, 太原组主要发育障壁—潟湖、潮坪、沼泽相碳酸盐岩、陆源碎屑岩和煤的混合沉积, 山西组主要发育三角洲相和

三角洲平原沼泽相砂泥岩及煤, 下石盒子组和上石盒子组则以发育近海陆相碎屑岩沉积为主, 局部有河流沼泽的泥炭和煤发育^[4]。沉积环境具有自下而上、由南向北由浅海相、海陆交互相逐步过渡为陆相的基本特点。

1 沉积相类型与特征

钻井、地震及测试资料综合研究表明, 本区石炭—二叠系沉积环境在纵向发育与横向展布上变化较大, 主要沉积了一套浅海相、障壁—潟湖相、潮坪相、沼泽相、三角洲相及河流相碳酸盐岩、陆源碎屑岩和煤层, 其沉积相类型见表 1。

表 1 渤海湾盆地济阳—临清东部沉积相类型

Table 1 Sedimentary facies in the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

相	亚 相	微 相	发育主要层位	
浅海	浅海碳酸盐岩台地	局限台地、开阔台地、台缘滩、礁	台地灰岩、生物屑灰岩	本溪组
	陆表海陆源碎屑岩	浅海盆地、开阔浅海	浅海盆地泥岩、粉砂岩	本溪组
障壁—潟湖	深湖泥岩、浊积砂、障壁砂坝	潟湖泥、砂、障壁滩、坝	本溪组、太原组	
		潮 坪	砂坪、混合坪、泥坪	潮道(潮渠、潮沟)、潮坪沼泽
沼 泽	平原沼泽、潮坪沼泽	泥炭、煤	太原组	
三角 洲	三角洲平原	分流河道、河道间湾、平原沼泽、天然堤	山西组	
	三角洲前缘	河口坝、前缘席状砂		
	前三角洲	前三角洲泥		
河 流	河 道	河床、边滩、天然堤	石盒子组	
	泛滥平原	决口扇、河漫湖、河漫沼泽		

收稿日期: 2006-04-13; 修订日期: 2006-06-30。

作者简介: 王果寿(1956—), 男(汉族), 重庆万州人, 博士、教授级高级工程师, 主要从事沉积、储层地质学研究。

1.1 浅海相

浅海相在本区可分为浅海碳酸盐岩台地相及陆表海陆源碎屑岩相 2 种沉积类型。

浅海碳酸盐岩台地相:岩性以灰、深灰色中厚层泥晶生物屑灰岩、生物屑泥晶灰岩为主,含大量浅海生物化石,如珊瑚、海百合、腕足类、藻类和苔藓虫等;常与潟湖及潮坪泥炭沼泽相伴生^[5];主要发育于本溪组及太原组下段。

陆表海陆源碎屑岩相:岩性以杂色铁、铝质岩、鲕状铝质岩及泥岩夹砂砾质岩或灰砾质岩为特点,是陆表海盆地充填序列中最下部的充填沉积,也是华北陆壳在晚石炭世早期整体下降接受沉积后的第一套不含煤的沉积组合^[6];其上发育陆表海泥岩、粉砂岩,与浅海碳酸盐岩交互沉积;主要发育于本溪组。

1.2 障壁—潟湖相

障壁岛和潟湖为 2 个不可分割的沉积单元,两者共生组合,形成较好的油气生储盖组合类型,其岩性主要为灰、深灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩与粉、细砂岩不等厚互层,并常与潮坪泥炭沼泽共生(图 1)。泥岩中发育水平层理和水平波状层理,

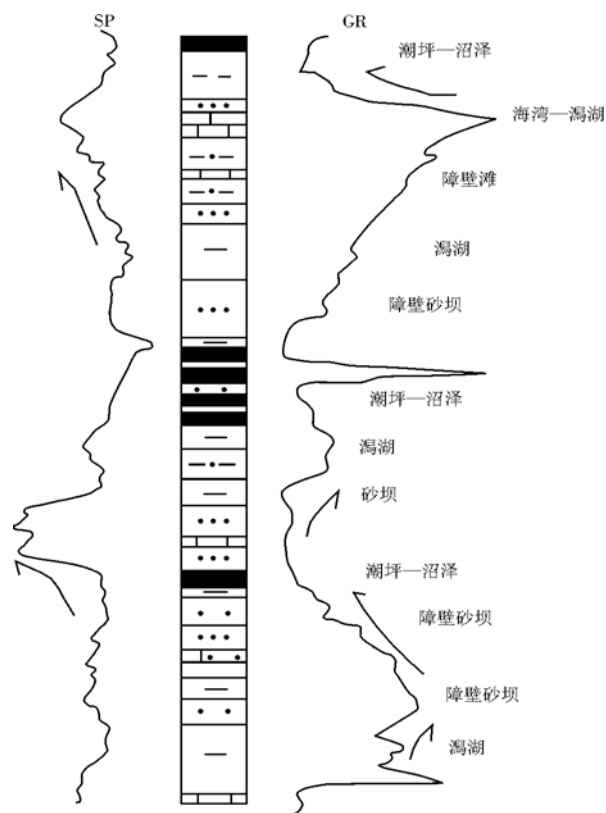


图 1 渤海湾盆地济阳—临清东部白古 1 井太原组障壁—潟湖沉积特征

Fig. 1 Sedimentary facies of barrier and lagoon, Taiyuan Formation, Well Bg1, the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

沿层理面分布有大量的菱铁质结核及黄铁矿晶粒;常见植物碎屑,含半咸水的动物化石,偶见海绵骨针。B 含量为 $(80\sim 140)\times 10^{-6}$, B/Ca 为 2~4, Sr/Ba 为 0.5~1.0, 总体表现为停滞缺氧和半咸水的沉积环境特征^[7]。主要发育于太原组。

1.3 潮坪相

潮坪相可进一步划分为砂坪、泥坪及混合坪,其岩性以泥岩、粉砂岩和细砂岩频繁互层为特征,局部可见潮道充填正向旋回特征(图 2),发育脉状、透镜状和楔状交错层理,具垂直、倾斜生物潜穴和大量的生物扰动构造,富含植物化石;常与潟湖、潮坪沼泽伴生;主要发育于太原组。

1.4 沼泽相

岩性主要为深灰、灰黑色泥岩、碳质泥岩和煤。泥岩中发育水平层理或微波状水平层理,含较多的黄铁矿和植物碎屑,常见生物扰动构造^[8]。据其共生组合关系,又可细分为潮坪沼泽和平原沼泽亚相。与潮坪、潟湖及障壁滩、坝共生的为潮坪沼泽;而与分流河道、河口坝支流间湾等共生的是平原沼泽。该相在本区石炭、二叠系都较为发育,前者主要发育于太原组,后者则主要发育于山西组。

1.5 三角洲相

三角洲相由三角洲平原、三角洲前缘及前三角

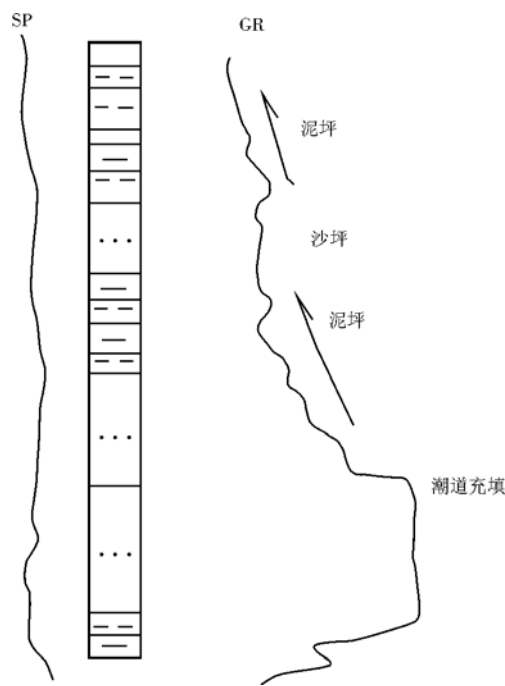


图 2 渤海湾盆地济阳—临清东部大 67 井太原组潮道沉积充填特征

Fig. 2 Sedimentary facies of tidal infilling, Taiyuan Formation, Well D67, the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

洲亚相组成。三角洲平原亚相以分流河道沉积为主,其岩性以浅灰、灰黄色中厚层粗—细砂岩为主;发育槽状、板状、波状交错层理及平行层理;底部常见冲刷充填构造及河床滞留沉积;常与支间湖泊、天然堤等细粒沉积物及平原沼泽泥炭和煤共生(图 3)。三角洲前缘亚相主要发育河口坝及分流间湾,局部发育前缘席状砂亚相,岩性主要为灰色粉、细砂岩,砂岩中发育中小型板状、波状交错层理和脉状透镜状层理,垂向沉积序列具有下细上粗的反旋回特征,常见生物潜穴、植物碎屑及少量动物化石。该相主要发育于山西组上段、下石盒子组及上石盒子组。

1.6 河流相

主要发育于下石盒子组、上石盒子组及石千峰组,主要以近海盆地河流相碎屑岩沉积为主,局部见有河流沼泽相发育的泥炭和薄煤层。

2 主要煤系源岩沉积相发育及展布

华北大型聚煤盆地是一种稳定的内陆表海沉积盆地,其类型为克拉通内坳陷盆地^[9]。本区主要的煤系源岩为上石炭统太原组及下二叠统山西组,

下石盒子组仅在局部地区发育,其沉积相发育与展布特征各不相同。

2.1 太原组

太原组沉积时期,该区沉积环境随着海平面的频繁升降而不断变化。从岩性纵向组合特征分析,太原组沉积早、晚期为海浸阶段,以浅海碳酸盐岩沉积为主;中期海平面下降,以障壁—潟湖、潮坪—沼泽等陆源碎屑滨岸沉积为主^[10]。总体来看,自下而上反映了一个完整的海进—海退—海进的沉积旋回。

从太原组沉积相平面展布特征(图 4)来看,本区主要发育障壁—潟湖相和潮坪—沼泽相沉积。由于海水来自南部,太原组沉积时期地势南低北高,在平原—惠民—利津—东营以南,水体相对较深,以发育障壁—潟湖相为主,该线以北则主要发育潮坪—沼泽相。

2.2 山西组

早二叠世山西期为沉积环境变迁的重要转折时期。受海平面升降、物源、气候等因素影响,早期以发育潮坪和潮坪沼泽沉积为主,中晚期主要发育三角洲及三角洲平原沼泽泥炭和煤层沉积。

山西组自下而上由 3 个较完整的沉积旋回构成。早期以发育潮坪、堡岛及海湾—潟湖为主,兼有潮坪沼泽相发育。之后有一次短暂的海侵,然后抬升隆起,整个沉积区的古地理面貌改观,沉积环境由早期的海湾—潟湖、潮坪沉积转变为以三角洲沉积为主的海陆过渡环境,同时发育三角洲平原沼泽泥炭及煤。

从山西组沉积相平面分布特征(图 5)来看,研究区内主要发育三角洲相。在高唐—禹城—高参 1 井—王古 2 井一线以北的广大范围内发育三角洲平原亚相,以南则主要发育三角洲前缘亚相。

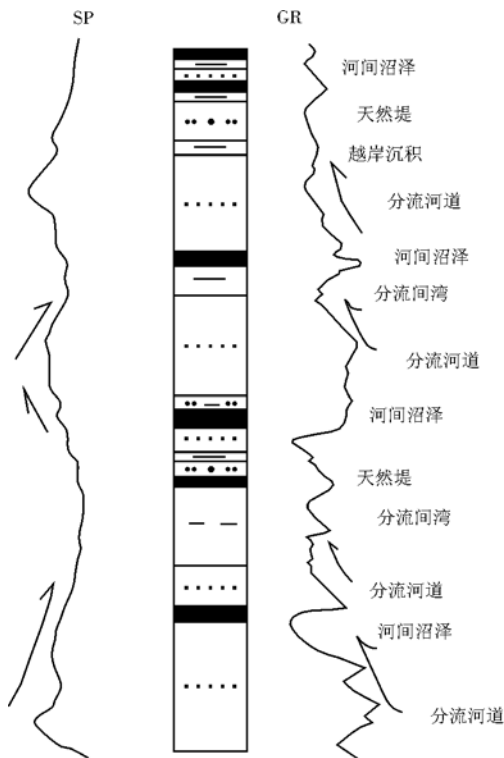


图 3 渤海湾盆地济阳—临清东部判参 1 井山西组三角洲沉积特征

Fig. 3 Sedimentary facies of delta, Shanxi Formation, Well Ps1, the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

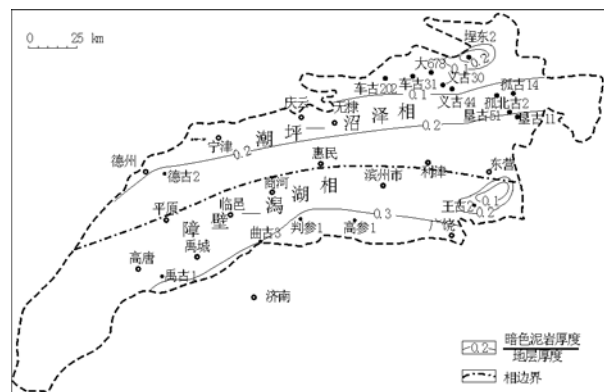


图 4 渤海湾盆地济阳—临清东部太原组沉积相 Fig. 4 Sedimentary facies of Taiyuan Formation, the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

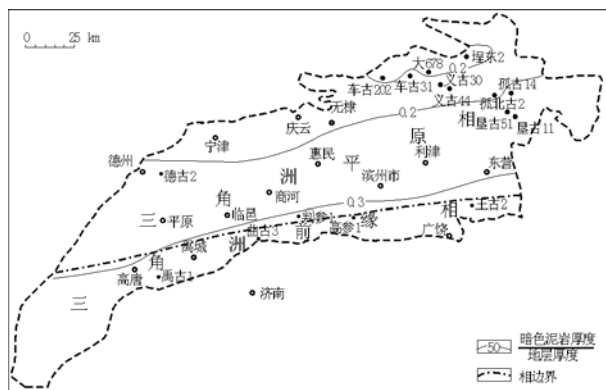


图 5 渤海湾盆地济阳—临清东部山西组沉积相
Fig. 5 Sedimentary facies of Shanxi Formation, the east of Jiyang and Linqing, the Bohaiwan Basin

2.3 下石盒子组

下石盒子组沉积早期基本上继承了山西组沉积晚期的古地貌轮廓特征,主要发育三角洲沉积环境。

沉积相纵向组合特征分析表明,本组以三角洲平原分流河道沉积为主,间有支间湖泊及平原沼泽相发育,自下而上构成了 4 个下粗上细的完整沉积旋回。在下石盒子组沉积中、后期,研究区内发生过多 次短暂的小规模海侵,在华北地区表现为其下部泥岩段中含有大量海豆芽(Lingula)和海绵骨针,中、上部含有硅藻等海相化石。

3 煤系烃源岩成煤环境

研究区石炭—二叠系沉积相表明,太原组和山西组是该区的主要煤成气烃源岩发育层段,本溪组及下石盒子组仅有局部地区发育薄层煤系烃源岩。其成煤环境如下:

晚石炭世太原期主要有 2 种煤成气源岩沉积环境。太原组沉积初期,是在陆表海海水逐渐退出的基础上形成的潟湖、潮坪及潮坪沼泽环境^[11];而中、晚期则主要为三角洲平原分流河道间发育的平

原沼泽环境。

二叠纪山西期的煤成气源岩沉积环境与三角洲体系的发育、演化密切相关。在三角洲平原上,分流河道之支间湖泊、沼泽较为发育,形成了一些不稳定的薄煤层,仅局部地区发育较厚。

下石盒子组及上石盒子组含煤性在本区含煤建造中最差;以河流相沉积环境为主,河流横向迁移频繁,沉积环境不稳定;加上气候变得干燥,不利于植物生长,煤层极不发育,仅局部发育薄煤层及碳质泥岩薄层。

煤成气源岩沉积环境以晚石炭世—早二叠世太原、山西期潮坪、潟湖过渡带之潮坪沼泽环境及三角洲平原沼泽环境为最佳。

参考文献:

- 1 刘宝瑞,曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法[M]. 北京:地质出版社,1985. 442
- 2 吴崇筠,薛叔浩,裘亦楠等. 中国含油气盆地沉积学[M]. 北京:石油工业出版社,1992
- 3 隋凤贵. 应用“聚油单元”研究济阳坳陷的石油资源潜力[J]. 石油实验地质,2003,25(6):783~787
- 4 杨 起. 煤地质学进展[M]. 北京:科学出版社,1987
- 5 李兴国. 陆相储层沉积微相与微型构造[M]. 北京:石油工业出版社,2000
- 6 白群丽. 济阳坳陷石炭—二叠系煤成气成藏模式分析[J]. 油气地质与采收率,2003,10(5):28~30
- 7 宋国奇,徐春华,王世虎等. 胜利油区古生界地质特征及油气潜力[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2000
- 8 周建林. 济阳坳陷上古生界煤成气成藏规律认识[J]. 地球科学与环境学报,2004,26(2):47~50
- 9 郭绪杰,焦贵浩. 华北古生界石油地质[M]. 北京:地质出版社,2002
- 10 王兴世,高伟中,刘和平. 对临清坳陷古生界含油气远景的评价[J]. 古潜山,1997,(2):12~17
- 11 于林平,曹忠祥,李增学. 济阳坳陷石炭—二叠系烃源岩有机地球化学特征[J]. 地质地球化学,2003,31(4):68~73

GENERATION ENVIRONMENT OF COAL MEASURE SOURCE ROCK IN THE EAST OF JIYANG AND LINQING, THE BOHAIWAN BASIN

Wang Guoshou¹, Miu Jiujun¹, Lu Jianlin¹, Xiao Huanqin², Zhang Xinguo¹

(1. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China;
2. Shengli Oil Field Branch Company, SINOPEC, Dongying, Shandong 257000, China)

Abstract: Drilling, seismic, logging and testing data have indicated that, Carboniferous and Permian in

