

胜利油区石炭二叠系含煤地层层序地层学初探

宋国奇 徐春华 王世虎 陈 丽

(胜利石油管理局地质科学研究所)

[内容提要] 胜利油区石炭二叠系含煤地层包括中石炭统本溪组、上石炭统太原组和下二叠统山西组。可识别出潮坪沉积、障壁岛-潟湖沉积和三角洲沉积三种沉积类型。根据区域地质及古生物资料,确定了三个等时面,划分出2个层序14个准层序,每个层序包括低位体系域、海侵体系域及高位体系域,而以高位体系域最发育。纵观整个含煤地层的沉积演化过程,本溪组沉积期以滨浅海相为主;太原组沉积期为海陆交替相;山西组沉积期以三角洲相为主,总体表现为海退层序。

关键词 胜利油田 煤层 沉积相 层序地层学 石炭纪 二叠纪

1 引言

胜利油区石炭二叠系含煤地层包括中石炭统本溪组、上石炭统太原组和下二叠统山西组,总厚度约300m^[1]。

本溪组底部为一套杂色铁铝质泥、页岩,灰白色铝土岩;中上部为深灰色泥岩、灰岩夹灰色砂质页岩和薄煤层,厚度一般为40~50m,夹灰岩2~3层,自下而上分别称为草埠沟灰岩(草灰)、徐家庄灰岩(徐灰)和南定灰岩(南灰),而以徐家灰岩厚度最大,一般3~10m,全区分布稳定。本组与下伏中奥陶统呈假整合接触。

太原组是区内的主要含煤地层,主要为深灰色、灰黑色泥岩和碳质泥岩与砂岩互层,夹深灰色灰岩及煤层,底部为厚层长石石英砂岩,与本溪组连续沉积。本组地层厚度160~180m,横向分布稳定,并发育灰岩5~7层,单层厚度2~3m,按化石组合及区域分布特征,自下而上划分为5套,分别称为五灰、四灰、三灰、二灰和一灰。本组含煤层8~10层,自下而上划归为6个煤组,分别称为10煤、9煤、8煤、7煤、6煤、5煤。

山西组为一套深灰—灰色泥岩、砂岩,夹碳质泥岩和煤层,厚度60~90m,底部以厚层石英砂岩与下伏太原组接触^[2]。该组含3~4个煤组,自下而上依次为4煤、3煤、2煤、1煤。

本区石炭二叠系中的煤层、暗色泥岩、碳质泥岩和灰岩构成了区内的主要煤成气源岩^②,因此研究含煤地层的沉积特征有助于进一步研究石炭二叠系烃源岩及储、盖层的分布。

对于含煤地层的层序地层学研究,前人虽已作过一些工作^[3,4],但很少涉及本区情况,为此,本文依据胜利油田现有钻探资料,对该区石炭二叠纪层序地层学作一初步探讨。

① 本文1998年2月28日收稿。

② 王世虎、徐春华等,济阳地区古生界区块早期评价,1995。

2 沉积类型及特征

胜利油区目前钻遇石炭二叠系的钻孔已达90多口,为了研究区内含煤地层的沉积类型,本文重点对区内位于聊城市西南约8km处的I₀₃井太原组、山西组进行了解剖,根据其岩性组合、沉积标志、岩矿及粒度分析资料,划分出潮坪沉积、障壁岛-潟湖沉积和三角洲沉积三种类型。下面以I₀₃井为主,参考区内济古1、判参1、高参1和呈东1等井资料,对各沉积类型做一论述。

2.1 潮坪沉积环境

潮坪沉积环境是本区太原组常见的沉积类型,主要由碎屑岩、粘土岩和煤层构成,可识别出的成因相有泥坪、砂坪、砂泥混合坪、潮道、潮坪沼泽和泥炭沼泽等。

太原组底部潮坪沉积的纵向层序可作如下划分:底部为潮下砂坪细砂岩,波状交错层理发育,砂岩主要成分为石英,其次为长石,含少量重矿物,分选及磨圆度较好(图1),累积概率曲线具有潮下砂坪的特征(图2);其上为灰白色粉砂岩与粉砂质泥岩互层,前者羽状交错层理发育,后者复合层理发育,并见有生物扰动构造,代表潮道和潮间砂泥混合坪沉积;中部为灰色泥岩,见鲕状菱铁矿结构,为潮上泥坪沉积;上部含有大量黄铁矿结核和植物根化石的黑色泥岩和煤层,代表潮上沼泽和泥炭沼泽环境。

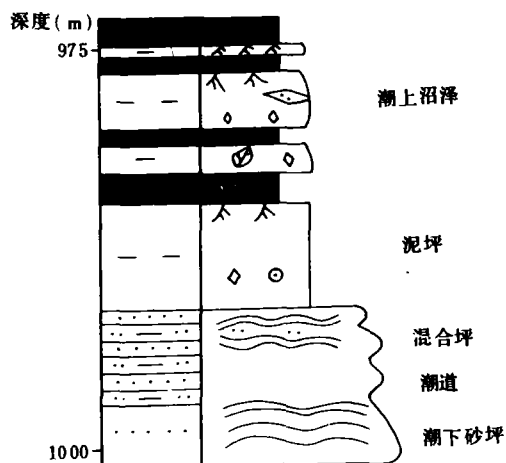


图1 I₀₃井潮坪沉积纵向层序图

Fig. 1 Longitudinal sequence of the tidal-flat deposits in I₀₃ well

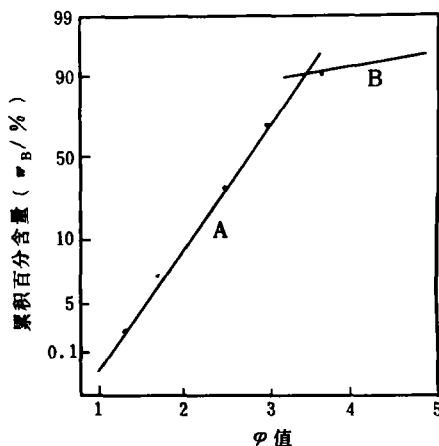


图2 I₀₃井(深1001.25m)潮下砂坪砂岩粒度概率曲线图

Fig. 2 Grain-size probability curves of the subtidal-flat sandstones at the depth of 1001.25 m in I₀₃ well

2.2 障壁岛-潟湖沉积环境

在受限内陆表海条件下,障壁岛和潟湖是两个密不可分的环境单元,往往构成一种复合的沉积类型。可识别的成因相有潟湖沿岸潮坪、潮坪沼泽、泥炭沼泽及障壁砂坝等。

图3是I₀₃井太原组障壁岛-潟湖沉积类型纵向层序:底部为在局限台地基础上发育起来的泥炭沼泽相煤层;向上代表了海水逐渐加深形成的一套潟湖相泥岩;再向上为障壁砂坝,该类砂体以夹于海相地层之间,呈明显的反粒序为特征,随着障壁岛的迁移,形成沿岸潮坪和泥炭沼泽。之后海水大规模侵入,聚煤作用停止,形成局限台地相的碳酸盐岩,重新开始了下一个沉积旋回。与前一旋回所不同的是,该旋回在潟湖沉积之后,发育了潮坪沉积。

2.3 三角洲沉积环境

研究区可识别出的三角洲沉积发育于内陆表海盆地背景下的水退期(山西组),自下而上依次划分出前三角洲、三角洲前缘和三角洲平原一套完整的层序。可识别的成因相有分支河道、支间平原、泥炭沼泽、河口坝、远砂坝和前三角洲泥等。

图4示出了I₀₃三角洲沉积纵向层序:底部为前三角洲相泥岩,其上为三角洲前缘相,包括远砂坝和河口坝亚相。远砂坝由粉砂岩与粉砂质泥岩互层组成,粉砂岩中水平层理发育。河口坝由波状、板状交错层理发育的粉细砂岩组成,从下至上构成了由细变粗的反粒序,砂岩累积概率曲线由跳跃总体A和悬浮总体B两段组成,之间具明显的过渡段(图5),属典型的河口坝沉积砂体;三角洲前缘相之上为三角洲平原相,自下而上可进一步划分为分流间湾、分支河道、支间平原和支间沼泽等亚相。分支河道由灰色细砂岩组成,大型板状交错层理发育,自下而上呈明显的正粒序,砂岩主要成份为石英、长石,概率曲线由悬浮总体和跳跃总体两部分组成(图6)。支间平原由灰、深灰色砂质页岩组成,含保存完整的植物叶片化石和菱铁矿结核,水平层理发育。支间沼泽由暗色泥岩、碳质泥岩组成,含大量的植物叶片化石,并见有植物根生长所形成的根土岩。

这一纵向层序从前三角洲开始,到三角洲平原结束,说明了本区山西组中的三角洲形成于水退期。

3 等时面的确定

按照层序地层学的观点,根据测井资料和古生物资料,结合区域性海平面升降,本区晚古生代含煤地层中,存在如下标志着沉积间断的界面,作为层序界面(图7)。

3.1 上、下古生界之间的平行不整合界面

这一界面在整个华北地区都存在。早古生代,区内接受了一套以海相碳酸盐岩为主的沉积,其生物化石主要有牙形石、介形类、腕足类、棘皮类及三叶虫等。加里东运动导致华北地

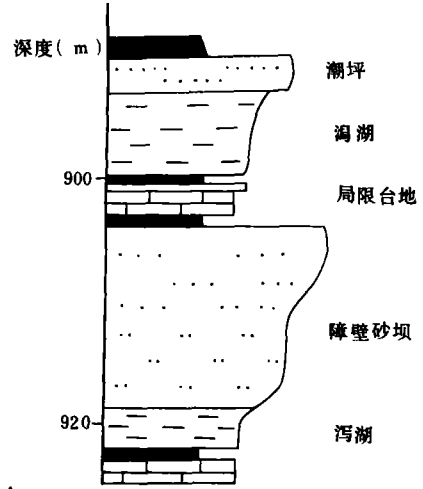


图3 I₀₃井障壁岛-潟湖沉积纵向层序图
Fig. 3 Longitudinal sequence of the barrier island-lagoon deposits in I₀₃well

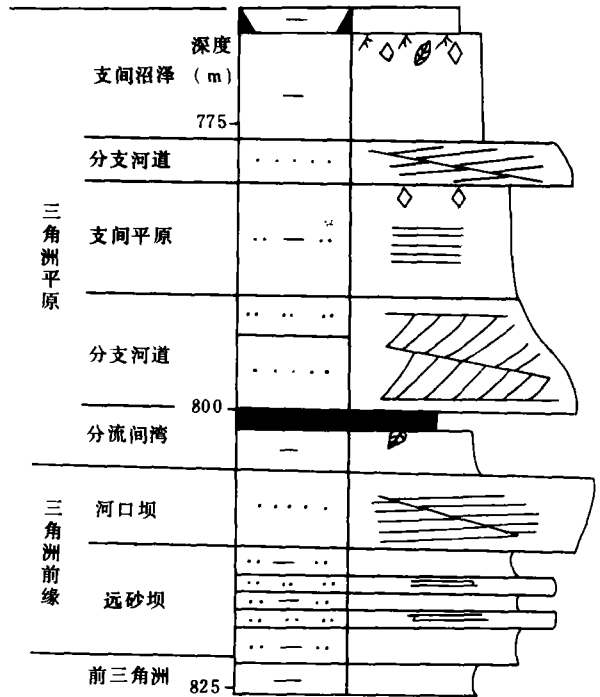


图4 I₀₃井三角洲沉积纵向层序图
Fig. 4 Longitudinal sequence of the deltaic deposits in I₀₃well

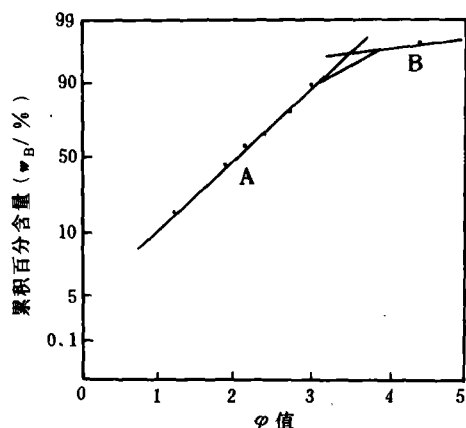


图5 I₀₃井(深792.8m)河口坝砂岩粒度概率曲线图

Fig. 5 Grain-size probability curve of the channel-mouth bar sandstones at the depth of 792.8 m in I₀₃ well

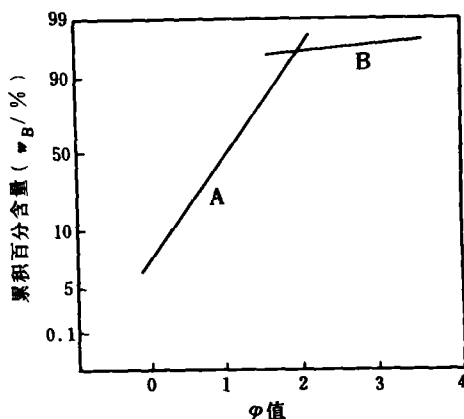


图6 I₀₃井(深786.2m)分支河道砂岩粒度概率曲线图

Fig. 6 Grain-size probability curve of the distributary channel sandstones at the depth of 786.2 m in I₀₃ well

台整体上升,遭受剥蚀,缺失了近110Ma的地层,形成了区域性不整合。不整合面之上为中石炭统本溪组的铁铝岩和铝土岩,由此开始了晚古生代含煤沉积的演化历史。因此该界面可作为层序界面。

3.2 太原组内部的区域性海退界面

该界面存在于8煤和二灰之间,表现为8煤直接覆盖于二灰之上,或与二灰之间间隔薄层的泥岩或粉砂岩(图7)。这是由于灰岩沉积之后,煤层沉积之前,地层出露地表,遭受剥蚀,一些地区剥蚀量大,灰岩出露,而另一些地区剥蚀量小,保存了一定厚度的前期沉积物,之后发生区域性沉降,沉降速度适于地表的沼泽化,形成了区域上分布稳定的煤层,因此煤层底面具有等时性。从区域资料来看,鲁西隆起区北部的长清、且镇,南部的巨野、嘉祥、滕州等煤田也存在这一界面,因而可作为层序界面。

3.3 下二叠统内部的界面

该界面是指下石盒子组底部砂岩与山西组顶面煤层或泥岩之间的界面。下石盒子组底部砂岩属于河流沉积,多为边滩或河道滞留沉积,对下伏地层具一定的冲刷作用。该砂岩在鲁西隆起北部的赵官煤田、研究区的沾化凹陷等地为含砾中粗砂岩,属低水位体系域的沉积砂体。

本界面上、下植物群的面貌明显不同,早二叠世山西组沉积期的植物为中国瓣轮叶-尖头带羊齿组合;而下石盒子组沉积时期则是三角织羊齿-椭圆斜羽叶组合^[6],说明气候向半干旱转化,聚煤作用明显减弱,因此也可作为等时界面。

4 层序地层特征

根据前述三个层序界面,将本区晚古生代含煤地层划分为两个层序(图7: S_{q1}、S_{q2}),每个层序均由低位体系域(LST)、海侵体系域(TST)和高位体系域(HST)构成。

4.1 S_{q1} 层序

底界面为中奥陶统与中石炭统之间的平行不整合面,顶界面在8煤底,最大海泛期为徐家庄灰岩沉积期。

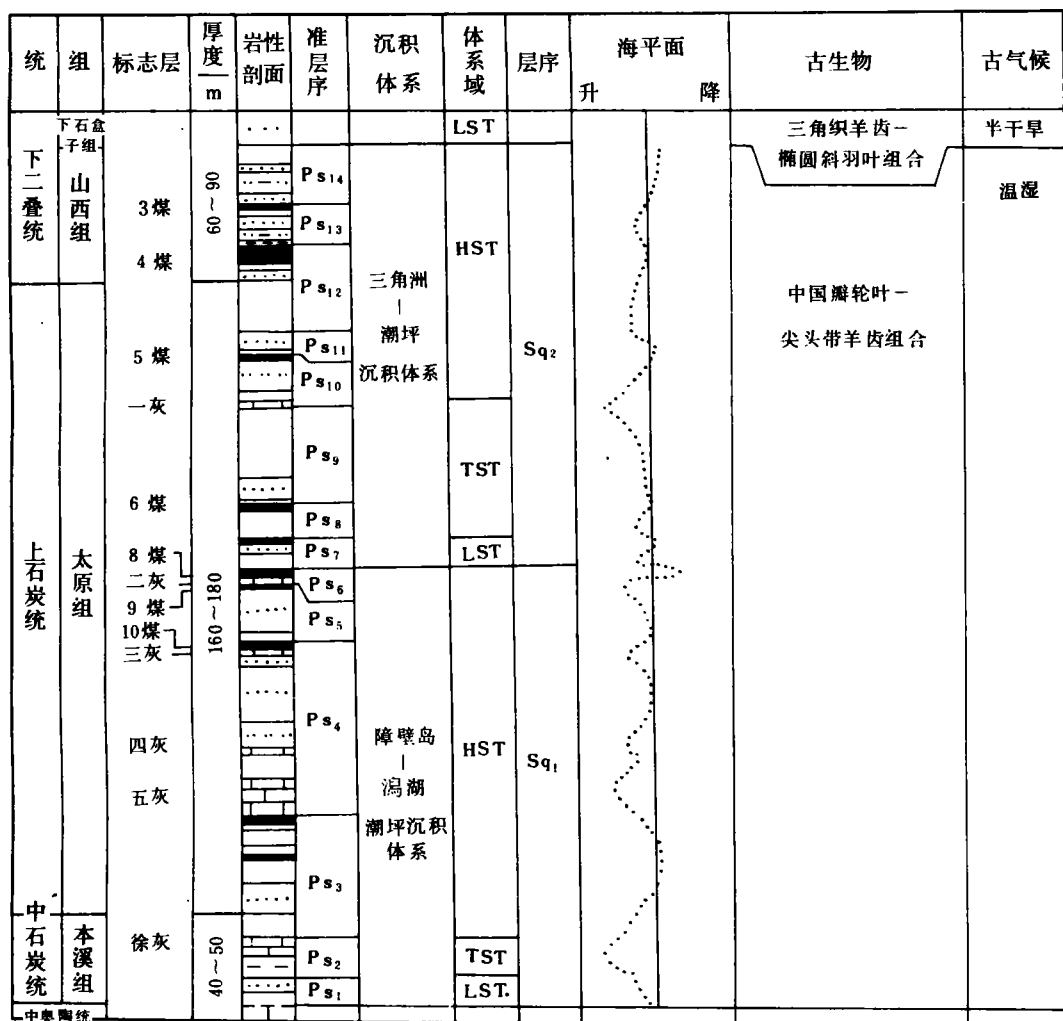


图7 胜利油区石炭二叠系含煤地层层序及体系域划分图

Fig. 7 Classification of the Carboniferous-Permian coal-bearing sequences and systems tracts in the Shengli petroleum province

低位体系域仅在惠民凹陷的判参1井区出现,主要由潮道构成。海侵体系域由陆表海条件下沉积的灰岩(徐家庄灰岩)构成。高位体系域由4个准层序(P_{s3} - P_{s6})构成,每个准层序顶面均有煤层出现,反映出水体由深变浅的过程。各体系域单元在区域上具有较好的可比性。该层序发育的成因相有潟湖、潮坪、泥炭沼泽和障壁岛等。

4.2 Sq_2 层序

底界面为8煤,顶界面为下石盒子组的砂岩底面,最大海泛面为一灰。

低位体系域主要由潮坪沉积构成;海侵体系域由障壁岛-潟湖沉积构成,仅包括2个准层序(P_{s8} - P_{s9});高位体系域由5个准层序(P_{s10} - P_{s14})构成,包括潮坪和三角洲沉积。该层序可识别的成因相有潟湖、障壁岛、潮坪、分支河道、支间沼泽、支间平原和泥炭沼泽等。

5 结论

中石炭世本溪期以台地相的碳酸盐岩和潟湖相的泥岩沉积为主,说明该时期的水体较

深。进入晚石炭世太原期,水体渐浅,形成了一套障壁岛-潟湖相和潮坪相沉积。至8煤沉积前,发生一次大规模海退,形成一个区域性暴露面,并有煤层富集。之后海平面上升,聚煤作用停止,接受潟湖-潮坪沉积,晚期海平面再度下降,接受一套三角洲沉积。

纵观本区晚古生代含煤地层的沉积演化,由本溪期的海相到太原期的海陆交替,再到山西期的过渡相,反映了水体由深变浅的过程。

本文在编写过程中,得到石油大学(华东)勘探系姜再兴教授的指导和帮助,在此表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

- 1 王秉海、钱凯主编. 胜利油区地质研究与勘探实践. 东营:石油大学出版社,1991
- 2 牛保祥. 山东石炭、二叠系的界线. 山东地质,1988,4(1)
- 3 陈世悦,刘焕杰. 华北石炭二叠纪层序地层学研究的特点. 岩相古地理,1994,14(5)
- 4 刘焕杰等. 华北石炭纪含煤建造的陆表海堡岛体系特点及事件沉积. 沉积学报,1987,5(3)
- 5 孙克勤. 山东淄博地区晚石炭世一早二叠世植物群特征. 山东地质,1992,8(2)

Sequence stratigraphy of the Carboniferous-Permian coal-bearing strata in the Shengli petroleum province, Shanxi

Song Guoqi Xu Chunhua Wang Shihu Chen Li

Research Institute of Geological Sciences, Shengli Petroleum Administration Bureau

ABSTRACT

The Carboniferous-Permian coal-bearing strata in the Shengli petroleum province, Shanxi consist of the Middle Carboniferous Benxi Formation, Upper Carboniferous Taiyuan Formation and Lower Permian Shanxi Formation. Three depositional types may be recognized, including tidal-flat, barrier island-lagoon and deltaic deposits. In the light of regional geological and palaeontological data, three isochronous surfaces are determined, and two sequences and fourteen parasequences are delimited in this paper. More precisely, each sequence is made up of lowstand, transgressive and highstand systems tracts, the latter one of which is best developed. The examination of sedimentary evolution of these coal-bearing strata have revealed that the Benxi Formation was accumulated in the littoral-shallow marine facies, Taiyuan Formation in the alternating terrestrial-marine facies, and Shanxi Formation in the delta facies.

Key words: Shengli petroleum province, sedimentary facies, sequence stratigraphy, Carboniferous, Permian