

图1 类型1剖面图及模式图 (剖面以北京西山 P<sub>2</sub>s35-38层为例)

Fig. 1 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 1

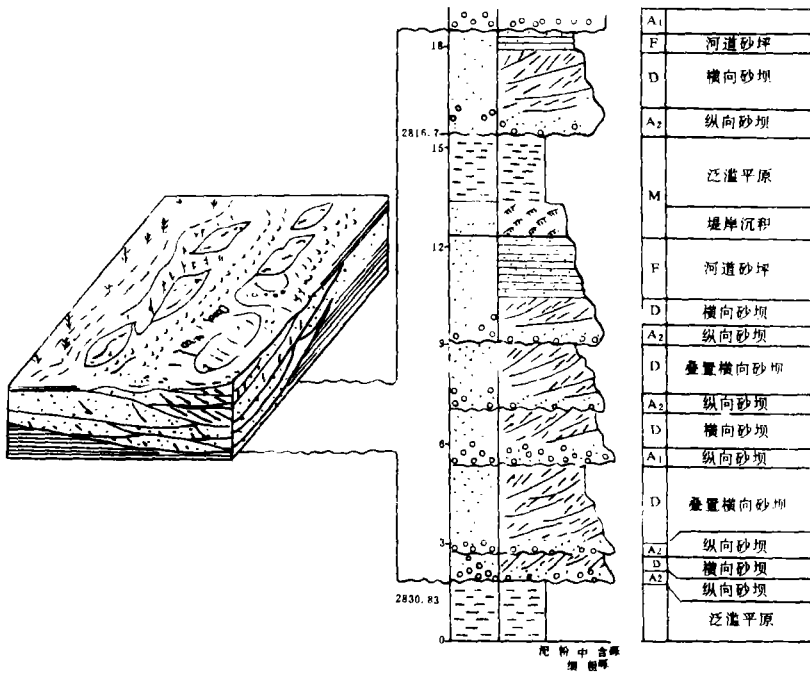


图2 类型2剖面图及模式图 (剖面以任丘油田葛2井 P<sub>2</sub>s为例)

Fig. 2 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 2

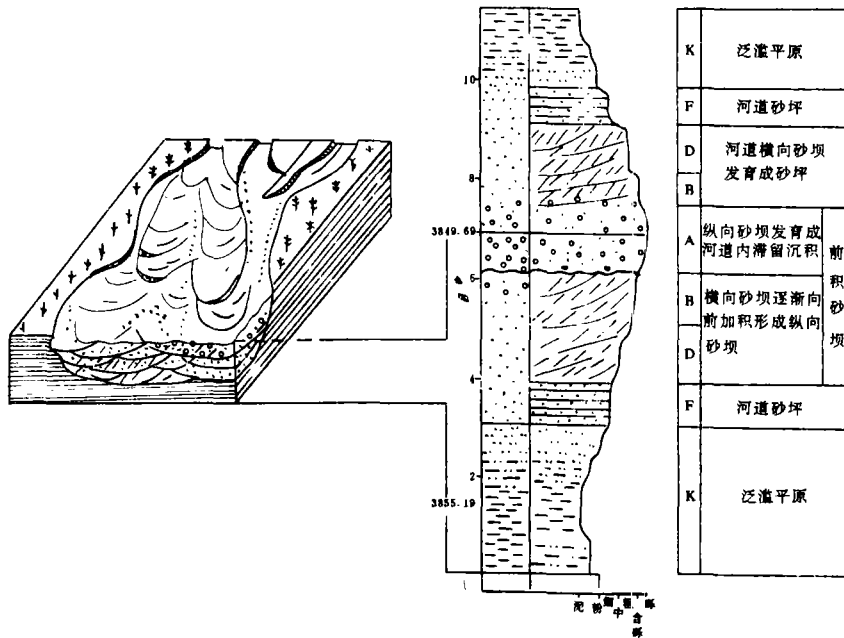


图3 类型3剖面图及模式图 (剖面以任丘油田苏401井 P<sub>2</sub>s 为例)

Fig. 3 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 3

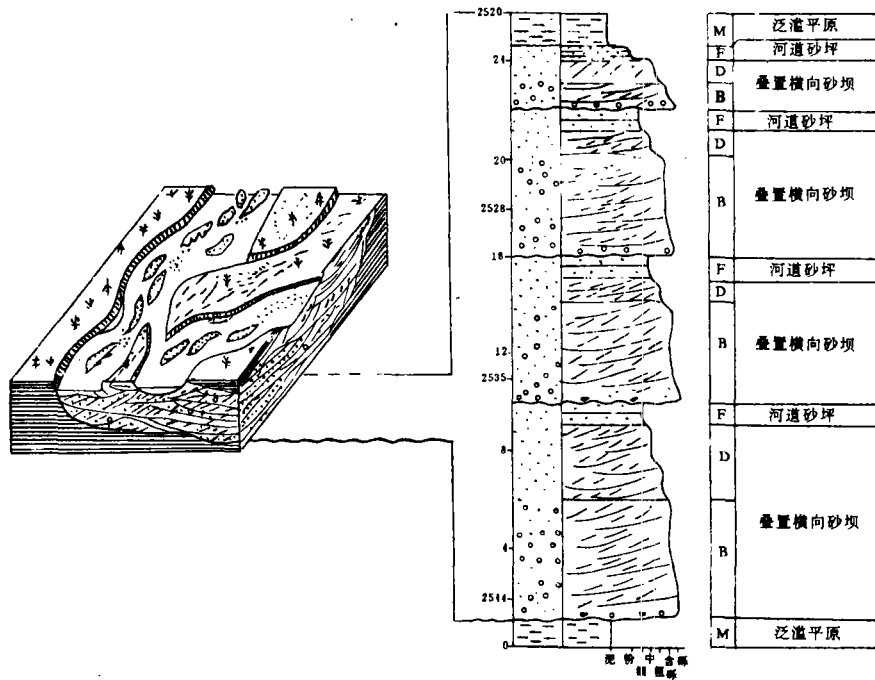
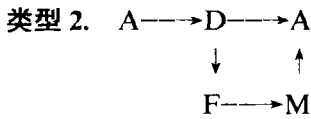


图4 类型4剖面图及模式图 (剖面以大港油田封参1井 P<sub>2</sub>s 为例)

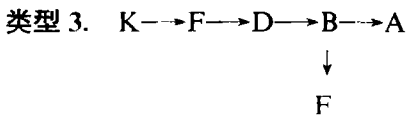
Fig. 4 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 4

其特点是由粗粒岩相和上覆的 M 相组成;剖面上反映出大套的砂质砾岩夹少量的砂岩之特点;以板状交错层理为主,粗粒物约占整个旋回的 90%;层序的下部常具粒序层理。此类型反映近物源、河道坡度较大的特点,代表了冲积扇上的辫状河之近源河段(图 1) 无数低弯度、宽而浅的河道通过同一个河谷,在不同的地方分叉、合并,位置不断变化,形成侵蚀凹岸与砂坝。在泄水期,砂坝可浮出水面,并被小河道所切割。



主要由粗粒岩组成,偶尔也可有细粒物质发育,其特点为沉积主体较薄,冲刷作用极为频繁,沉积构造以板状交错层理和水平层理为主,无槽状交错层理,每一个旋回的厚度一般只有 3—4m 左右,甚至更小(图 2)。为远源的辫状河平原,尤其在干旱地区由暂时性或间歇性径流形成的浅的、交错的、界线不明显的河道,沉积物以席状,透镜状和楔状砂体为主,漫岸的细粒沉积较为罕见。

Brian & Turner 认为:“这种水平纹理和孤立的板状交错层理发育的层序,其河流的水动力能量相对较强,是低弯度河中的暂时性砂坝”。同时还认为频繁的冲刷(侵蚀)是暂时性河流的典型特征,代表了水位的波动和变化的条件。

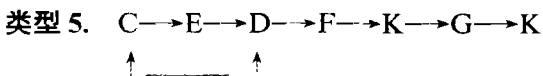


为向上变粗的反粒序,沉积构造主要是板状交错层理和平行层理,一般无槽状交错层理。整个向上变粗的序列一般 5—10m 左右,该序列反映出河道不太清楚,地形坡度较为平缓,以漫流为主,水浅流急,粒级纹理发育,炭屑富集在纹理面上(沙波无法存在),呈现出河漫逐渐过渡为河道的沉积过程,为携带大量砂质底负载的宽而浅的低弯度河流(图 3)。河道内由大面积横向砂坝所充填,砂坝是逐渐向前加积,故可称为前积砂坝,层序的上部常常出现一个与此正好相反的序列,两者可以直接过渡,也可夹少量细砂岩和泥岩。

K.D.Cromley 认为这种向上变粗的层序有两种:(1)单层内粒度向上变粗;(2)整个层序从底到顶粒度向上变粗;前者是稳定水流期间水动力分选过程而造成,后者则是水位下降期水流对沉积物的沉卸过程而形成,这里属后一种类型。



与类型 1 相比最大的差异就是板状交错层理砂岩相较为发育,而细砂岩相(粉砂岩及泥岩)一般较为少见,结构成熟度相对较高。A.D.Miall (1985) 认为“泛滥平原能不能形成这种体系的一个有意义的部分,完全依赖于河谷的宽度和河道的稳定性”。代表了地形高差明显的、低弯度的砾石层河流(如主干河),河谷包括三或四个不同的地形高度,其较高地带往往由植物所覆盖;最低处为活动河道,较高处仅在高水位时才有沉积(图 4)。



槽状交错层与板状交错层理同样发育,细粒岩相相对于砂质岩相不太发育;并向上变细的结构不太明显,自下而上槽状交错层理的规模逐渐减小,顶部常存在堤岸和泛滥沉积,反映河道的充填作用较强,其砂质沉积要比类型 4 更为发育;E, D, F 相的发育程度完全取

决于砂坪, 砂坝及河道沉积交叉影响的程度. 体现了河道, 沙坝和沙坝顶部之间的沉积差别较大的低弯度河流的特点, 是砂质辫状河典型层序 (图 5).

大多数人将在横向砂坝之上发育的往往具平行层理的细砂岩称作砂坪. 河道横向砂坝的部位、方位以及脊线的高点位置控制着新砂坪的雏形. 加拿大南萨斯喀切温砂质辫状河便是此种类型的典型实例.

**类型 6.**  $B \rightarrow D \leftarrow E \rightarrow G \leftarrow K$   
 $\uparrow \quad \quad \quad \uparrow$

具有明显向上变细的结构特点, 粗粒沉积和细粒悬浮沉积同样发育, 底部常常具有河道滞留沉积, 侧向加积作用明显, 侧向加积之几何形态和岩相组合变化可以很大, 一般认为这取决于河道的几何形态和沉积负载. 此层序为典型的粗粒 (含砾砂岩) 曲流河. 主要部分是一个曲流点砂坝; 砂坝的加积面由众多的沙波和沙丘所横切 (图 6). 在剖面上与前几类的最大区别是没有粒度突变.

**类型 7.**  $E \rightarrow D \rightarrow F \quad L, K, H \leftarrow G$

与类型 6 的最大差异就是缺乏砾岩, 向上变细的特征也不及前者明显; 点砂坝、砂坝顶部的规模较小. 反映了河流的弯曲度也较小, 为砂质曲流河沉积. 层序上部的泥岩是 L, 还是 K 或 H 完全取决于所处的层位和气候的变化. 在南部则常为三角洲分流河道沉积. 由于分流河道变化较大, 很难归纳出一个典型的序列和模式, 层序上两者极为相似, 区别依据其上下的岩性组合, 故两者归为一类 (图 7).

**类型 8.**  $M \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow M \rightarrow K \rightarrow I$   
 $\uparrow \quad \quad \quad \downarrow$

其特点是以泥岩为主夹有厚层状含砾或粗砂岩及砂岩, 剖面上构成“泥包砂”的层序特点. 砂岩和泥岩、泥质粉砂岩的厚度之比往往小于或等于  $1/3$ , 在层序上一般无砂泥互层过渡带, 说明无侧向迁移现象; 沉积物是在河道内加积的, 属于充填式河道沉积. 层序的上部常发育有 I 相和 K 相, 代表河漫沼泽和河漫湖泊较为发育. 多阶段性和粒度分选相对较好均反映了网状河或交织河的沉积特点, 它是由几条弯度多变的, 相互连通的河道组成的低能复合体 (图 8).

**类型 9.**  $H \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow H$

最大特点是反粒序, 与类型 3 的主要区别在于粒度相对要细得多, 沉积构造也要小, 而该类型的底部有深灰色泥岩, 泥质较纯, 有时可见海相化石, 类型 3 则无此泥岩. 从下向上依次可划分 3 层, 底积层, 前积层和顶积层, 其对应的环境为前三三角洲泥岩、远砂坝沉积及河口坝沉积. 为一完整的水下三角洲平原沉积.

在区内, 这种层序沉积之后, 河口地区因此而变浅, 通常其上可以出现以下几种情况:

① 水体变浅, 沼泽湿地开始发育, 可形成煤层或炭质泥岩. ② 河口坝沉积后紧接着发生海侵, 形成海相沉积, 常为海湾泥岩; ③ 分流河道继续向前推进, 形成类型 7 的剖面序列特征, 覆盖并且切割下伏三角洲前缘沉积, 而往往使此种层序保存不全.

**类型 10.**  $J \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow J$

以具 J 相为特点, 岩性上主要由砂泥岩薄互层组成. 它们常形成较好的潮汐层理. 层序上部可发育潮道或分流河道及砂坪沉积. 其特征是砂泥层基本上等厚或砂层略多于泥岩层, 而泥岩中常常可见虫孔及生物扰动, 反映出潮坪沉积的特点.

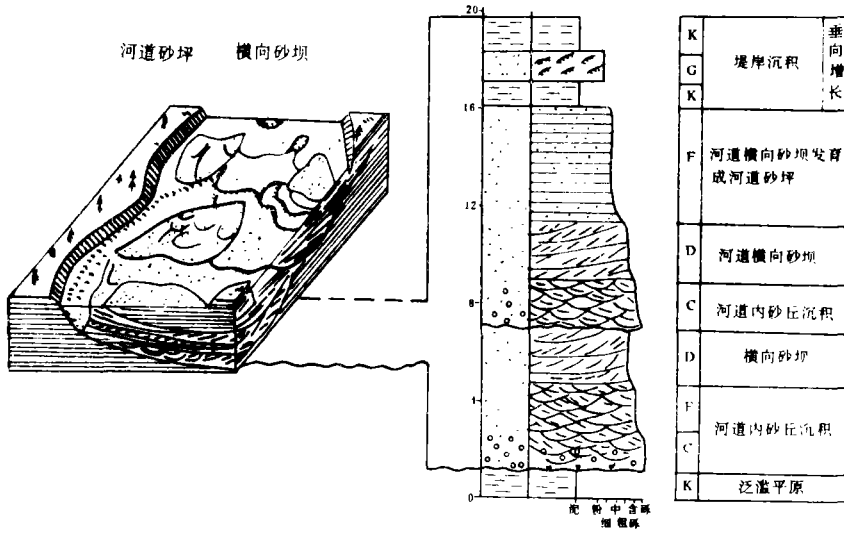


图 5 类型 5 剖面图及模式图 (剖面以山东淄博  $P_{1x}$  64-68 层为例)  
 Fig. 5 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 5

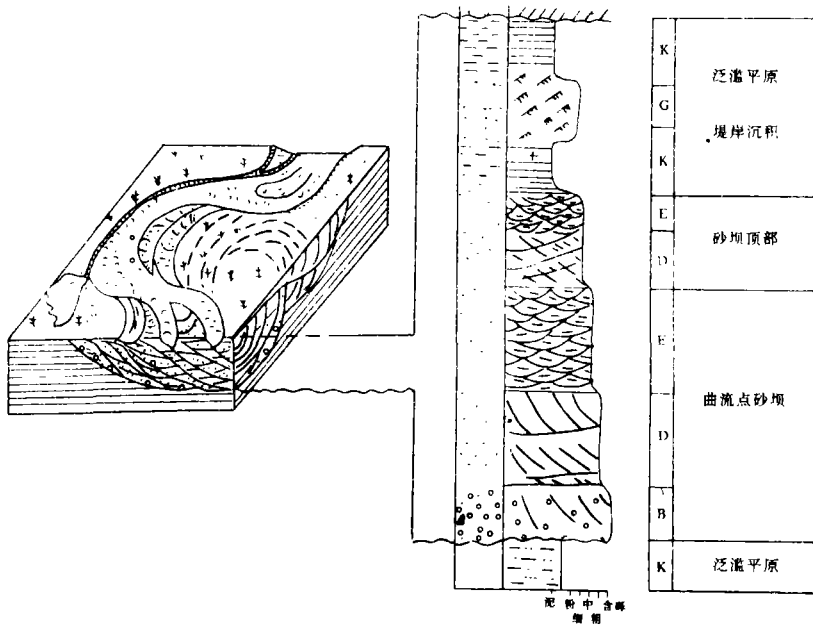


图 6 类型 6 剖面图及模式图 (剖面以山东淄博  $P_{1x}$  61-63 层为例)  
 Fig. 6 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 6

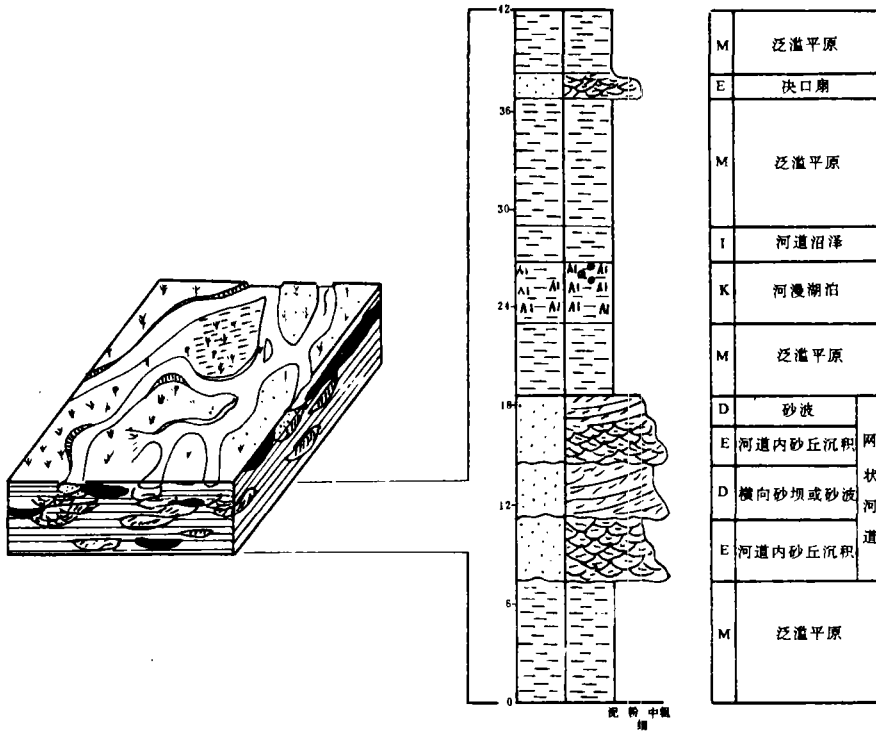


图 7 类型 7 剖面图及模式图 (剖面以安徽涡阳 G511 孔为例)

Fig. 7 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 7

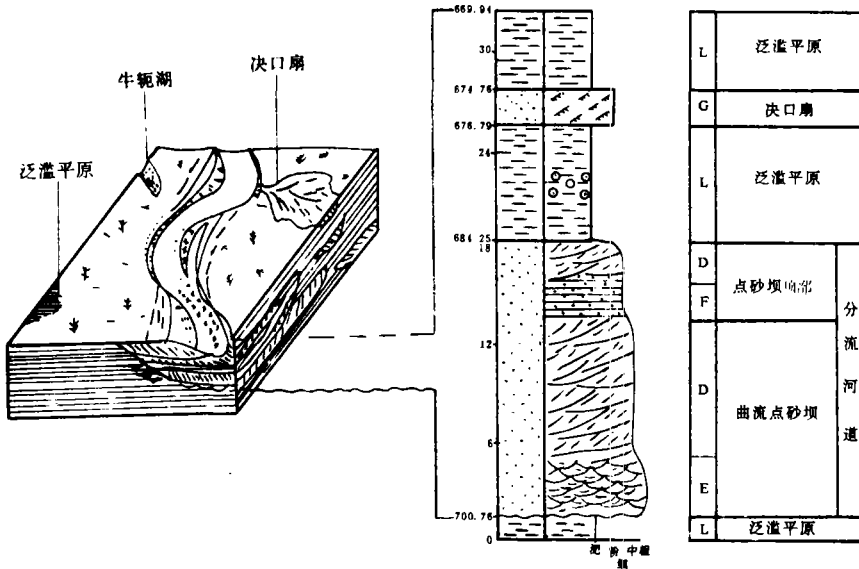


图 8 类型 8 剖面图及模式图 (剖面以山东淄博 P<sub>2</sub>s 82-92 层为例)

Fig. 8 The Sedimentary sequence and model of lithofacies association type 8

总之,华北地区二叠系的三个组(山西组、上、下石盒子组)的沉积特点主要是由以上十种剖面层序按不同的组合方式而构成。换句话说,这十种沉积类型是组成本文所讨论的层位的基本层序单元。

### 三、层序类型的时空分布规律及沉积体系

从平面上看,这十种类型在区内有其特有而明显的分布规律。前六种类型主要分布于北部和东北部;5—8则主要位于中部和西部地区,最后的四种类型而以南华北为主要分布域。

纵向上,十种类型在上石盒子组均有产出,但9、10两种类型较少,而下石盒子组除1—4类以外均有出露。山西组中出露的类型较少,主要为7、9、10三种。换句话说,在北部可以有5、6、8三种,它们在各个时期的发育状况与其沉积环境密切相关,更确切的说是各个时期沉积环境的现实记录。

岩相组合类型在平面上自北往南由类型1逐渐向类型10演化,其变化顺序则因沉积过程或地貌可以有所变化。北缘阴山古陆为陆源碎屑的主要供给区,其前缘以冲积扇裙为主,向南依次为辫状河,低弯度河,少量的高弯度河及三角洲分流平原,最后过渡为潮坪—海湾沉积。在其整个发展过程中还可以出现一些交织河,其部位视植物的发育和沉积砂体所能被侵蚀的程度而定。这一变化规律充分体现了冲积平原沉积体系—三角洲分流平原体系及潮坪、海湾沉积体系的渐变发展过程。海域撤退,冲积环境扩大,致使北部以陆相河流为主,南部则以三角洲分流平原占据主导地位;这便是华北地区二叠系环境变迁的主要特征或面貌。

## 结 语

1. 华北地区二叠系以北缘古陆为主要物源供给区,同时南缘隆起向沉积区提供了部分物源。随着冲积体系的不断发育和扩大,北部的成煤环境则逐渐减少或消失。古气候由温暖潮湿逐渐向干旱演变。尽管总的为一海退的过程,但短期内仍有海侵的存在,其特点是在海退背景上形成的陆源碎屑岩夹煤层的沉积。

2. 河流研究中的形态分类或许已不能很好的反映其发展的全过程。笔者认为详细研究河流环境的岩相组合类型及剖面结构特点是一更好反映河流因地貌和水动力条件多种因素变化所形成的不同河段之沉积环境的可行办法。

3. 通过笔者的研究得出,岩相组合类型1—6是华北二叠系寻找油气的有利储集层发育的主要层序,故二叠系北部比南部更为有利于储层的发育。

收稿日期:1990年4月12日

## 参 考 文 献

- (1) 刘宝君, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- (2) 丁兴河, 1988, 山东淄博地区石炭—二叠系沉积相及数学地质分析, 岩相古地理文集, 第5期。
- (3) Cant D.L., Walker R.G., 1978, Fluvial processes and facies sequences in the sandy braided South Saskatchewan River, *Sedimentology*, V.25, p.625-648.



- (4) Mail A.D., 1985, Architecture—element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits; in Recognition of Fluvial Depositional System and Their Resource Potential. Lecture Notes for short Course No.19 Sponsored by the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. p.35--81.
- (5) Picard M.D., High L.R., jr., 1973, Sedimentary structure of ephemeral streams, Dev. in Sed., No.17, Elsevier, Amsterdam, p.233.

## Lithofacies Association Types or Sequences and Depositional System of Permian Sandstones in North China

**Yu Xinghe      Wang Defa      Zheng Junmao**

(China University of Geosciences, Beijing)

### Abstract

North China represents a vast area bounded on the north by Yinshan Oldland, on the south by Qingling-Dabie Mountain, on the east by Tanlu fault and on the west by Luliang Mountain. This paper deals with 33 outcrop sections and drill sections in North China in detail. Depending on lithology, grain size, sedimentary structures, colors and thickness of sandbeds, the Permian (Shanxi Formation, Upper and Lower Shihezi Formations) clastic rocks were defined as 13 microfacies-lithofacies. Their mutual assemblages in vertical make up different types of lithofacies associations or sequences, each corresponding to a certain sedimentary process and environment. Therefore, ten types of lithofacies associations, with eight being fluvial environments were recognized and modelled.

The Permian and Carboniferous in study area are the continuous deposit. Paleogeographically, the Permian, though still bearing some Carboniferous features, assumed a quite different look, with southward retreating sea and more continental facies. The main depositional systems active in Permian are as follows: 1) alluvial plain system, 2) deltaic distributary plain system, and 3) tidal flat-sea inlet system.

The provenance are dominated by Yinshan Oldland and Qingling-Dabie Mountain also has a little supply of clastics. Consequently, the Permian in North China is a regression cycle with fluvial deposits predominating. The grain sizes become finer and finer from north with the increasing coal beds. The Permian paleoclimate from early to late shows a gradual change from warm moisture to aridness.

The coal-bearing gas of commercial values and some oil have been found in Permian of North China. The first to sixth types of lithofacies associations are the favourable formations for development of reservoir rocks. In view of this, the northern parts are more favourable zones for oil and gas exploration than the southern parts in North China.

The paper uses lithofacies and its associations in Permian of North China to deal with the feature, style and distribution in space and time of the various types of fluvial deposits. The classification of fluvial shapes does not probably reflect the whole process of fluvial deposits. The study in lithofacies associations types and the sequences textures is a better method to reflect fluvial environments for its geomorphic feature and hydrodynamic conditions changes which formed a series of different fluvial environments.