

## 华北石炭-二叠纪层序地层格架及其特征

陈世悦 刘焕杰

**摘要** 华北石炭二叠纪沉积建造由两部分组成，下部为碳酸盐岩与硅质碎屑岩构成的含煤建造，上部为硅质碎屑岩红色建造。根据不整合面及其它识别层序界面的标志，该沉积建造可划分为5个沉积层序。DS<sub>1</sub>、DS<sub>2</sub>、DS<sub>3</sub>层序属陆表海型层序，其底界面为 e 型层序界面，层序内仅发育海侵体系域和高位体系域；DS<sub>4</sub>层序为过渡型层序，由低位体系域、海侵体系域和高位体系域构成；DS<sub>5</sub>层序为湖泊型层序，包括低水位体系域、水进体系域和高位体系域。盆地充填超层序(DS<sub>1</sub>—DS<sub>5</sub>)的发育受控于全球二级相对海平面变化，而沉积层序的发育则与区域性造山作用引起的三级海平面变化有关。

**关键词** 沉积建造 陆表海盆地 层序地层 石炭-二叠纪 华北

**第一作者简介** 陈世悦 男 35岁 博士 副教授 沉积学

### Sequence Stratigraphic Framework and Its Characteristics of the Carboniferous-Permian in North China

Chen Shiyue<sup>1</sup> Liu Huanjie<sup>2</sup>

1(Exploration Department, Petroleum University of China, Dongying Shandong 257062)

2(College of Mineral Resources and Environment science, China University  
of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221008)

#### Abstract

The Carboniferous-Permian depositional formation in North China consists of mixed carbonate/siliciclastic coal-bearing formation and red siliciclastic rock formation. The former formed in platform-barrier island complex system and shallow water delta system, and the latter formed in fluvial and lacustrine system.

The outcrop sequence stratigraphic methodology was applied to research the Carboniferous-Permian depositional formation in North China. The results showed that there exists a special type 1 sequence boundary that lacks the incised valley and its fills in epeiric sea basin (the authors called it as type e sequence boundary). The condensed sections are shallow water carbonate rock and siliceous sponge spicule rock or siliceous mudstone that formed at the period of sea-level rise rapidly. There are 4 kinds of parasequence that are bottom type, platform-

barrier island complex type, siliciclastic shoreline type and fluviolacustrine type parasequence.

According to unconformities and other marks, the Carboniferous-Permian depositional formation in North China is subdivided to 5 sequences which belongs to 3 kinds of sequence stratigraphic models. Sequence 1, 2 and 3 are epeiric sea type sequences, their bottom are type 1 sequence boundary. The sequences developed only transgressive and highstand systems tracts, and the condensed sections are shallow water carbonate rocks with the properties of low hydrochloric acid nonsoluble residual, low content of trace-elements and high ratio of  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ . Each systems tract includes several parasequences. Most of them consists of limestone in basal, siliciclastic rock in middle and coalbed in top, which reflected the cycles of relative sea-level rapidly rise up and slowly fall down. Sequence 4 is transition type sequence. Its bottom is type 1 sequence boundary, and the condensed section is shallow-water siliceous sponge spicule rock or siliceous mudstone with the thickness of 20-30cm. This sequence includes lowstand, transgressive and highstand systems tract. Most of the parasequences in the systems tracts ended with coalbed. Sequence 5 is the nonmarine sequence (red siliciclastic rock formation). Its bottom is type 1 sequence boundary, and includes lowstand, water transgressive and highstand systems tracts (as our personal work is limited, the parasequences are not subdivided at present).

The development of Carboniferous-Permian basin-fill super sequences in North China is controlled by second order sea-level change, and the development of depositional sequence mainly controlled by regional orogeny.

Key words depositional formation sequences stratigraphic carboniferous-Permian North China

层序地层学是一门实用的动态科学，其中心思想在于建立沉积盆地的等时地层格架，并将沉积相和沉积体系置于等时地层格架中加以研究。当把层序地层学理论和方法用于华北石炭二叠纪含煤建造研究时，由于煤层及灰岩对地震波的强烈屏蔽作用，以及含煤地层展布平缓、分布范围宽广、在地震剖面上难以识别海岸上超等鉴别沉积层序的标志，使反射地震技术受到极大限制。笔者在执行高等学校博士学科点专项科研基金资助项目“华北石二叠纪海平面变化与层序地层学研究”的过程中，根据实际情况，从大量野外实测地质剖面及钻井地质剖面入手，应用露头层序地层学方法，初步分析了华北石炭二叠纪沉积建造的层序地层特征，建立了层序地层格架及层序地层模式，并认为露头层序地层学方法是深入研究含煤建造、扩大煤炭资源、预测天然气储集性能的一种有效方法。

## 1 层序地层特点

华北石炭二叠纪沉积建造由两部分组成，下部为碳酸盐岩与硅质碎屑岩构成的含煤建造，上部为硅质碎屑岩红色建造。含煤建造形成于受限陆表海环境<sup>〔1〕</sup>，盆地内由于以潮汐作用和地区性风暴作用为主，常形成多种沉积体系在空间上交互发育的古地理格局，其层序地层特点与被动大陆边缘盆地有显著区别<sup>〔2〕</sup>。具体表现为：

(1)陆表海盆地内层序界面的形成与相对海平面下降有关，具有大范围陆表暴露的特点，但界面之上无河流回春作用形成的深切谷及低水位体系域，沉积层序仅由海侵体系域和高位体系域构成，这是一种特殊类型的层序界面，称之为 e 型层序界面(指发育在陆表海盆地内的 型层序界面)。

(2)在陆表海盆地内由于水体极浅，不可能形成深水条件下的标准凝缩层，只能将海平面快速上升期间形成的浅水沉积物作为凝缩层来看待，由此划分海侵体系域和高位体系域。其中包括陆源碎屑物质含量极低的碳酸盐岩型和硅质海绵岩型两类。前者发育于晚石炭世—早二叠世，后者发育于晚二叠世早期(上石盒子组)。

(3)准层序是沉积层序的基本建造块，反映盆地幕式充填的发育过程。根据构成准层序的主导沉积相及其组合特征，将本区准层序划分为底部型、台地—堡岛复合型、碎屑滨岸型和河流—湖泊型等四类(图1)。不同类型的准层序在空间和时间上的分布具有一定的规律性。

## 2 层序地层格架及其特征

在华北石炭二叠纪沉积建造内，根据区域性平行不整合面及局部角度不整合面、缺失的生物带、沉积体系转换面、陆表海低水位席状砂体及深切谷的发育等鉴别层序界面的准则可识别出6个层序界面，分别位于寒武—奥陶系灰岩顶面、丁家屯灰岩顶面、庙沟灰岩底面、骆驼脖子砂岩底面、平顶山砂岩底面及三叠系刘家沟组底部金斗山砂岩之底面。据此将本区沉积建造划分为5个沉积层序(图2)。应该说明图2是综合复洲湾地区、本溪地区、太原西山地区及豫西地区地层编制的综合地层格架图。

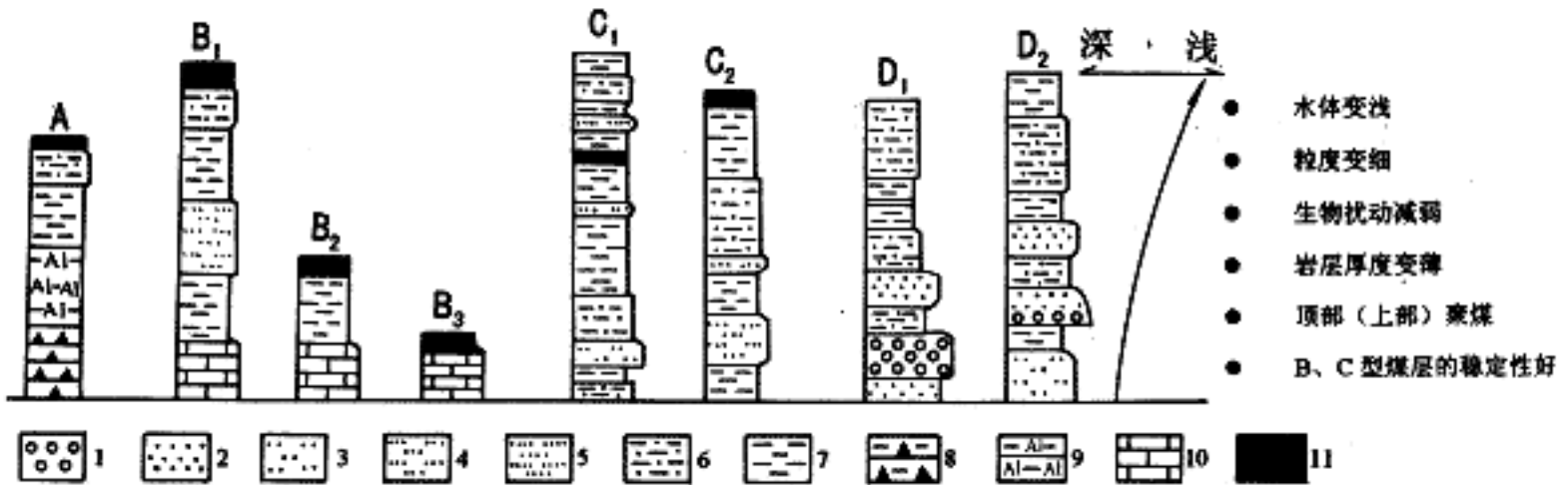


图1 四种准层序类型示意图

A.底部型准层序；B.台地-堡岛复合型准层序( $B_1$ 发育完善， $B_2$ 和B发育不完善)；

C.碎屑滨岸型准层序( $C_1$ 为浅水三角洲体系， $C_2$ 为碎屑滨岸或堡岛体系)；

D.河流-湖泊型准层序( $D_1$ 为河流体系， $D_2$ 为湖泊体系)；

1.砾岩；2.粗砂岩；3.中砂岩；4.细砂岩；5.粉砂岩；6.砂质泥岩；7.泥岩；8.铁质岩；9.铝土矿；10.灰岩；11.煤层

Fig.1 Schematic diagram of the 4 kinds of parasequences

## 2.1 $DS_1$ 层序

$DS_1$ 层序是华北地块东部最早沉积的碳酸盐岩与硅质碎屑岩混合建造。主要分布在郯庐断裂以东的辽东复州湾、本溪和吉南浑江等地，郯庐断裂以西仅在安徽涡阳、萧县、江苏利国、贾旺、山东临沂和河北唐山、宝坻一带出露。地层厚度20~190 m，沉积中心位于复州湾—本溪一线及浑江地区。层序底界面为奥陶系马家沟组灰岩顶面的平行不整合面，属 $e$ 型层序界面，顶界面也是区域性平行不整合面，在徐州贾旺地区位于泉旺头灰岩( $L_2$ )之顶面，复州湾地区位于丁家屯灰岩之顶面，本溪地区置于小市灰岩之上厚层细砂岩顶面，浑江地区置于 $K_4$ 灰岩之上泥岩顶面。根据植物、孢粉、腕足、筴及牙形刺等门类化石的研究结果〔3-7〕， $DS_1$ 层序的形成时代为早石炭世晚期至晚石炭世早期早时。

$DS_1$ 层序包括海侵体系域和高位体系域两部分，由南往北海侵体系域由堡岛体系过渡为三角洲体系和河流体系；高位体系域则由台地体系、堡岛体系和三角洲体系沉积而成。根据沉积旋回性及沉积特征所指示的水深变化可将海侵体系域分为2个准层序，底部的 $PS_1$ 为基底型准层序，其上的 $PS_2$ 为台地—堡岛复合型准层序，且以堡岛体系沉积为主；高位体系域内的3个准层序均为台地—堡岛复合型，尤以南部地区台地体系发育，北部则以堡岛体系沉积为主，至本溪田师付及浑江北部地区灰岩极不发育。

## 2.2 $DS_2$ 层序

$DS_2$ 层序发育在华北中北部地区，其分布范围北抵呼和浩特—张家口—承德—沈阳一线，南达晋西南乡宁—晋城—商丘—永城—徐州—临沂一线，西至乌兰格尔隆起东缘，地层厚度40~120 m。层序底界面在研究区东部为 $DS_1$ 层序的顶界面，而在无 $DS_1$ 层序发育的中西部地区为奥陶系灰岩顶面风化面，这也是一个 $e$ 型层序界面。顶界面以普遍发育的厚煤层顶面为界，即太原西山8#煤层、唐山14#煤层、本溪12#煤层之顶面。该煤层的区域性发育标志着一次规模较大的相对海平面下降。 $DS_2$ 层序的形成时代为晚石炭世早期晚时至晚石炭世晚期。

根据沉积旋回性及区域稳定分布的灰岩可将 $DS_2$ 层序分为海侵体系域和高位体系域，标志着最大海侵的灰岩是太原西山地区半沟段第二层灰岩，区域对比为口泉灰岩(大同地区)、张家沟灰岩(保德地区)、唐山灰岩(唐山地区)和小峪灰岩(本溪地区)。海侵体系域发育期(图3A)，沿盆地北部大同—张家口地区发育河流体系沉积，兴隆—京





图2 华北石炭-二叠纪沉积建造层序地层格架

Fig.2 Sequence stratigraphic framework of the Carboniferous and Permian depositional formation in North China

广泛发育堡岛体系沉积，以泻湖相及潮坪相为主，障壁岛相不发育。盆地东部的台地体系范围向西延至宝坻—大城—德州—济宁—线，且研究区北西部准格尔—河曲—保德地区及东部的本溪地区也发育了台地体系沉积。盆地北缘的河流体系、三角洲体系及扇三角洲体系分布范围明显向北收缩，主要发育于兴隆—平泉—南票一线。高位体系域发育晚期海侵范围缩小，台地体系仅分在盆地东部的唐山—天津—肥城—线以东地区。高位体系域由3个准层序构成，PS<sub>8</sub>和PS<sub>9</sub>由台地碳酸盐岩开始，经过堡岛体系沉积而结束，局部地区有聚煤作用发生，形成薄煤层或煤线；PS<sub>10</sub>在大部分地区由障壁岛相或泻湖相沉积开始，晋中至太行山东麓等地由局限台地相开始，经障壁岛相或泻湖相，全区向潮坪相演化，以此为基础开始大规模的聚煤作用。

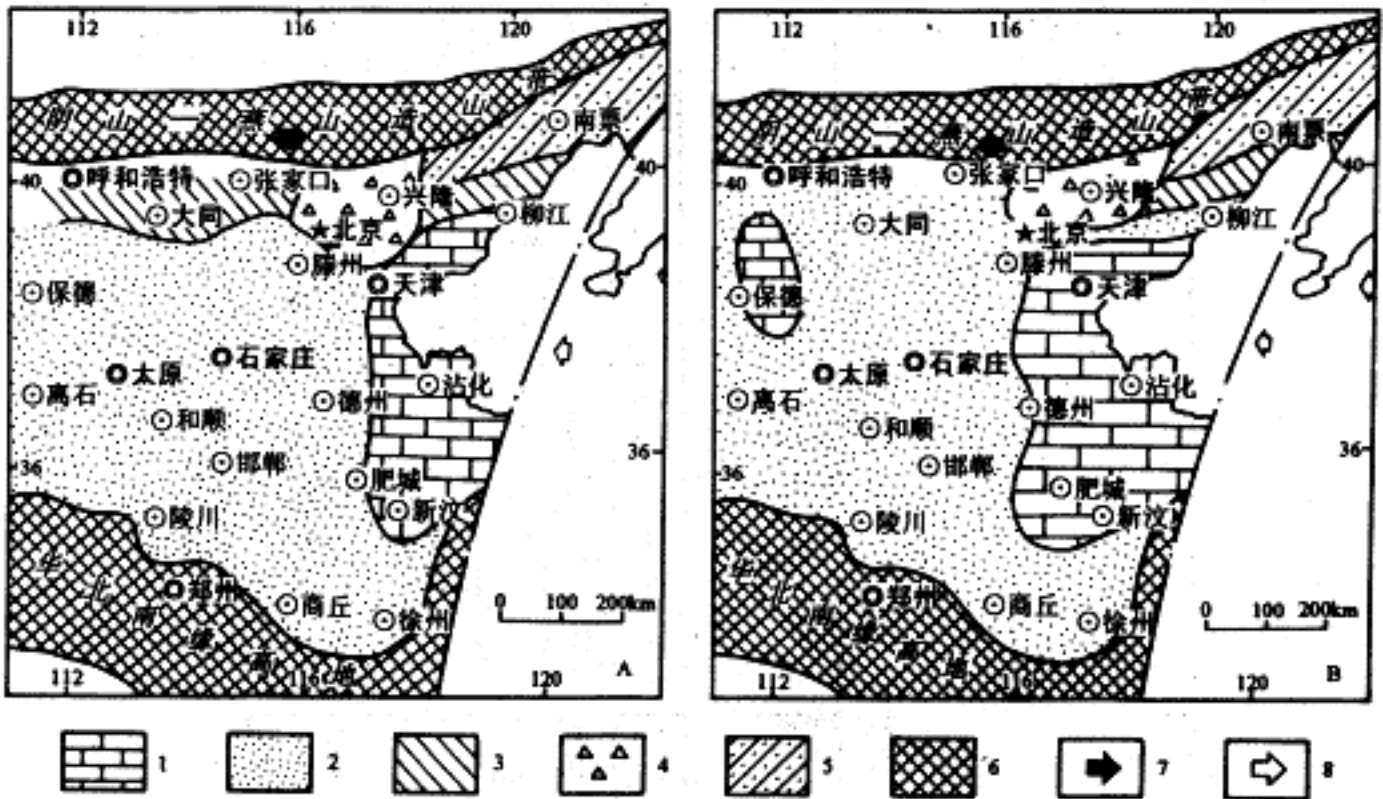


图3 DS<sub>2</sub>层序海侵体系域(A)和高位体系域(B)沉积体系展布图

1.台地体系；2.堡岛体系；3.三角洲体系；4.扇三角洲体系；5.河流体系；6.古陆；7.物源方向；8.海侵方向

Fig.3 Sedimentary system maps of DS<sub>2</sub> sequence TST(A) and HST(B)

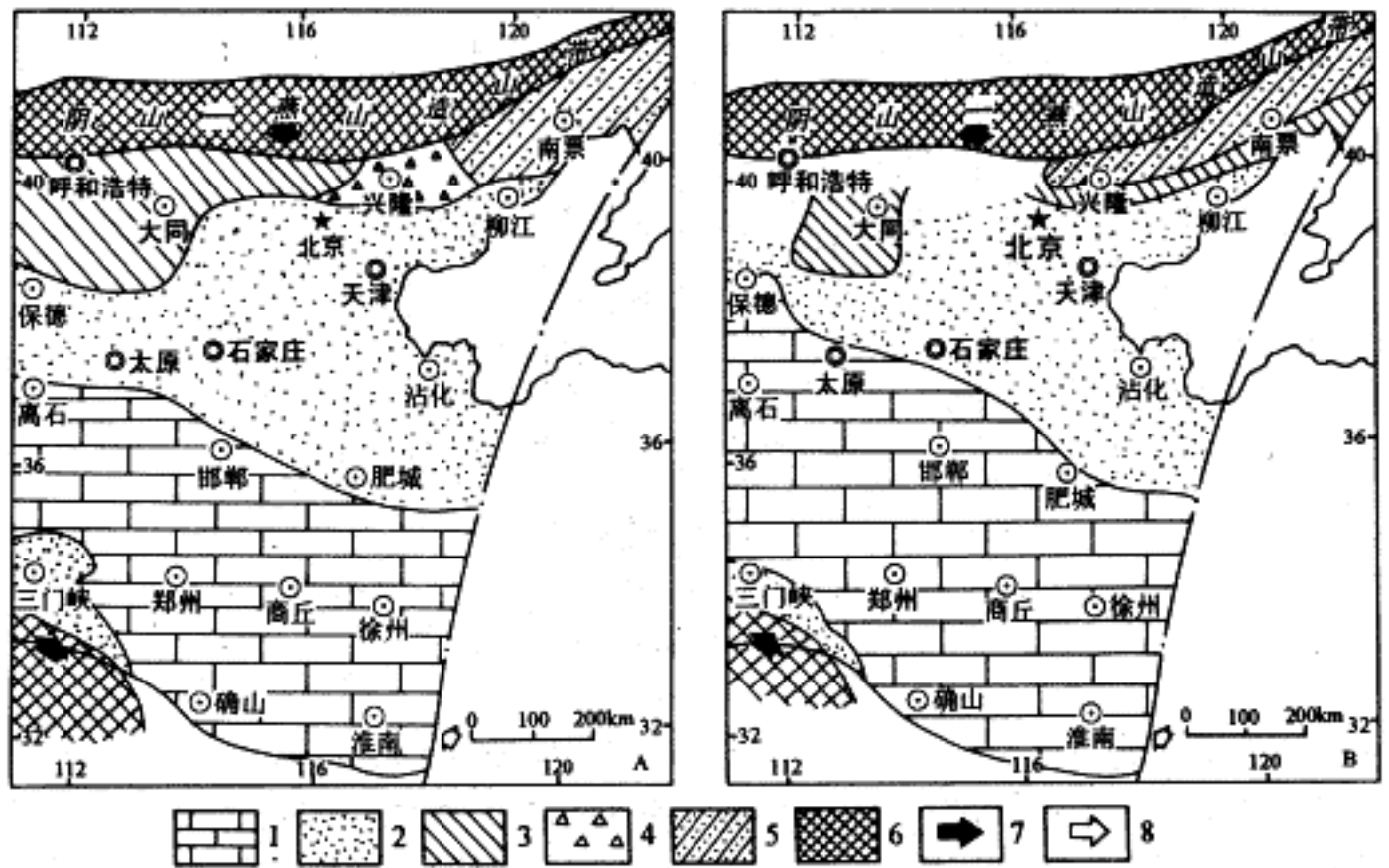


图4 DS<sub>3</sub>层序海侵体系域(A)和高位体系域(B)沉积体系展布图

1.台地体系；2.堡岛体系；3.三角洲体系；4.扇三角洲体系；5.河流体系；6.古陆；7.物源方向；8.海侵方向

Fig.4 Sedimentary system maps of the DS<sub>3</sub> sequence TST(A) and HST(B)

### 2.3 DS<sub>3</sub>层序

DS<sub>3</sub>层序在全区广泛发育，地层厚度一般为40~160 m。层序的底界面在盆地中北部地区为DS<sub>2</sub>层序之顶面，在南华北地区为奥陶系或寒武系灰岩顶面风化面，这也是一个<sub>e</sub>型层序界面。层序顶界面也以全区普遍发育的厚—巨厚煤层顶面为界，即大同的2#煤层，太原西山2#煤层，豫西的二<sub>1</sub>煤层和淮南的3#煤层等。该煤层的区域性分布同样标志着较大规模的相对海平面下降。DS<sub>3</sub>层序的形成时代为早二叠世。

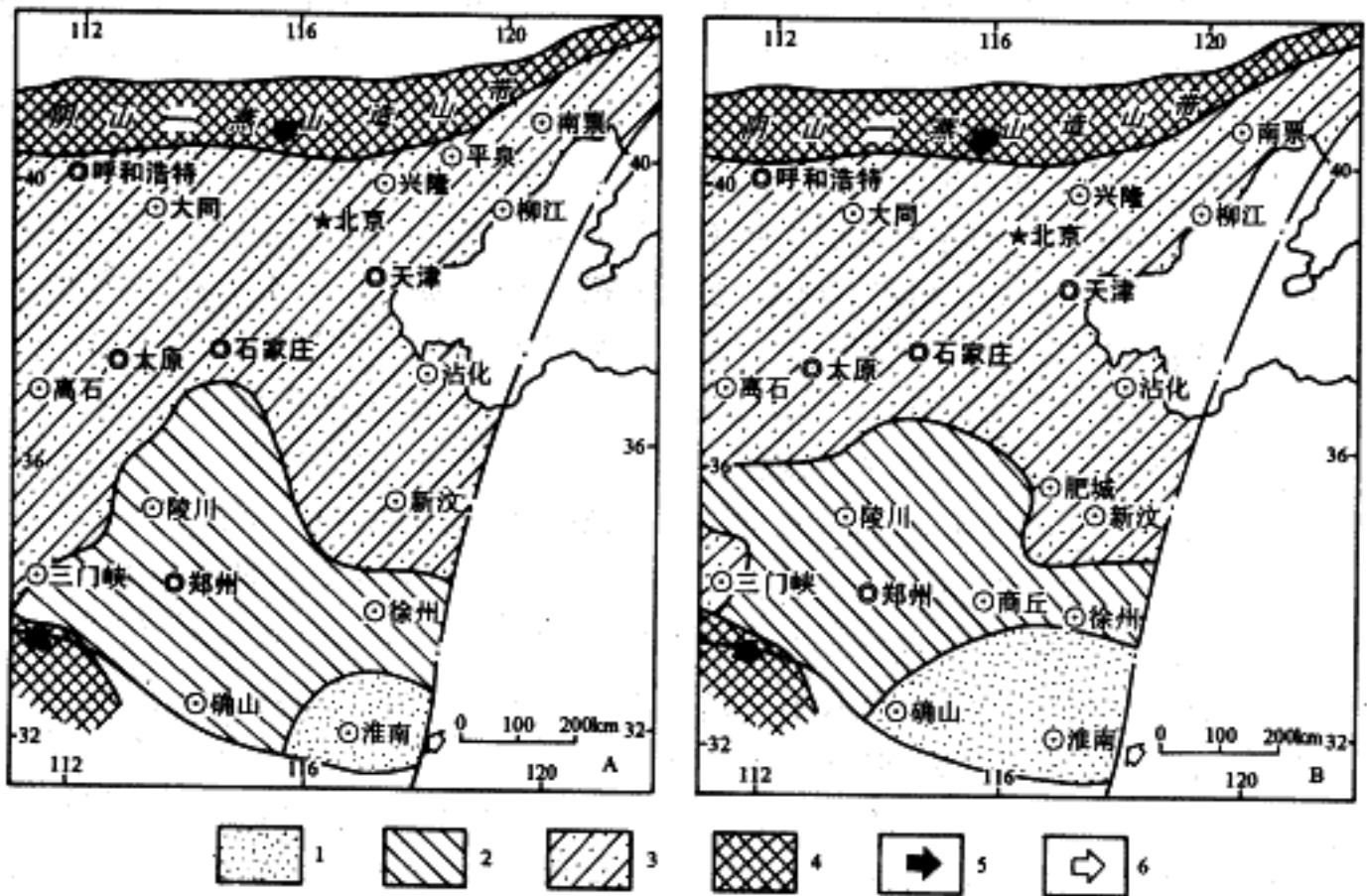


图5 DS<sub>4</sub>层序低位低体系域(A)和海侵体系域(B)沉积体系展布图

1.堡岛体系；2.三角洲体系；3.河流体系；4.古陆；5.物源方向；6.海侵方向

Fig.5 Sedimentary system maps of the DS<sub>4</sub> sequence LST(A) and TST(B)

DS<sub>3</sub>层序也由海侵体系域和高位体系域构成，代表最大海侵的是太原西山地区的斜道灰岩。海侵体系域中各沉积体系大致具有东西延伸、南北分带的规律(图4A)。在盆地东北部的南票—朝阳一线发育河流体系，兴隆—平泉一线发育扇三角洲体系，轩岗—朔州—大同一线发育三角洲体系。该线以南至离石—邢台—新汶一线及南部运城—三门峡—渑池一线为堡岛体系沉积，离石—邢台—新汶一线以南地区发育碳酸盐台地体系。海侵体系域由6个准层序构成(PS<sub>11</sub>—PS<sub>16</sub>)，由于各次海侵所波及的范围不同，不同地区的准层序数目有所差异，从南向北准层序数逐渐减少。具体表现为：南华北地区海侵—海退旋回序列完整，发育6个准层序，除底部PS<sub>11</sub>为基底型外，其余均为台地—堡岛复合型准层序，且以堡岛体系沉积不发育或缺失为特征；盆地中部一般发育2~4个台地—堡岛复合层准层序，且以堡岛体系极其发育为特征；盆地北部，即太原—阳泉—淄博一线以北地区仅发育一个准层序，为碎屑滨岸型。

与海侵体系域相比，高位体系域海侵范围进一步扩大，盆地广泛发育台地体系及堡岛体系沉积(图4B)，台地体系向北延伸至保德—忻州—阳泉—元氏一线，该线以北主要发育堡岛体系，三角洲体系仅发育在北部的大同—应县—朔州一线及兴隆—南票一线以南，平泉至朝阳一线为河流体系沉积。至高位体系域晚期海域显著向南收缩，



台地体系仅发育在漯河—太康—淮北一线以南地区。高位体系域包括3个准层序(PS<sub>17</sub>—PS<sub>19</sub>)为台地-堡岛复合型准层序,是DS<sub>3</sub>层序内最大一次海侵形成的沉积体,PS<sub>18</sub>和PS<sub>19</sub>在南华北地区为台地堡岛复合型准层序,在华北中北部地区为碎屑滨岸型准层序。PS<sub>19</sub>准层序上部发育区域性聚煤作用,聚煤作用首先从盆地北部开始,逐步向南发育,最终在豫西、确山及淮南等地也形成较厚的煤层,从此结束了DS<sub>3</sub>层序的沉积演化历史。

## 2.4 DS<sub>4</sub>层序

DS<sub>4</sub>层序沉积时,盆地继承了DS<sub>3</sub>层序形成时的古地理格局,但海域已收缩至华北地块的南东隅。DS<sub>4</sub>层序在本区广泛分布,地层厚度200~900 m。大致以三门峡—郑州—徐州一线分为南北两区,南部为陆源碎屑含煤建造,北部为非含煤建造。层序的底界面为太原西山地区的骆驼脖子砂岩底面和豫西地区的大占砂岩底面,这是一个型层序界面,顶界面为石千峰组底部平顶山砂岩之底面。DS<sub>4</sub>层序形成于二叠世早期至晚二叠世早期。

DS<sub>4</sub>层序沉积时,本区已演化为以河流体系和浅水三角洲体系为主的古地理格局,除上石盒子组中部发育几层硅质岩外,区域内缺乏海侵的直接证据,总体表现出海退的演化过程。依据层序中部含海绿石的田家沟砂岩和上部所夹的硅质海绵岩,将DS<sub>4</sub>层序分为陆表海低位体系域、海侵体系域和高位体系域3部分,代表区域海泛的是硅质岩。

该层序的低位体系域是在陆表海海退过程中沉积的一套陆源碎屑岩(图5A),形成于河流和三角洲体系不断进积的过程,于其底部多形成了厚层状粗粒碎屑岩,它们侧向连续性好,类似于缓坡边缘盆地中发育的低水位楔状砂体,故将其称为陆表海低位体系域。它包括了4个准层序(PS<sub>20</sub>-PS<sub>23</sub>),在三门峡—和顺—元氏—腾县一线以南为碎屑滨岸型准层序,以北为河流—湖泊型准层序。在海侵体系域内(图5B),堡岛体系也只发育于两淮地区,浅水三角洲体系分布于三门峡—乡宁—和顺—邢台—腾县—临沂一线以南,比低位体系域的范围略有扩大,上述一线以北为河流体系沉积区。海侵体系域仅包括一个准层序(PS<sub>24</sub>),在三门峡—乡宁—和顺—邢台—腾县一线以南为碎屑滨岸型,以北为河流—湖泊型准层序。高位体系域由硅质岩代表的海泛期沉积开始至海水完全退出本区,盆地内沉积体系的空间展布又基本恢复到低位体系域时期的情况,即在三门峡—长治—鹤壁—腾县一线以北为河流体系沉积,以南为浅水三角洲体系沉积。高位体系域由2个准层序构成(PS<sub>25</sub>和PS<sub>26</sub>),在上述一线以南地区为碎屑滨岸型,以北为河流—湖泊型。

## 2.5 DS<sub>5</sub>层序

DS<sub>5</sub>层序是在晚二叠世晚期大陆环境下形成的一套红色碎屑岩建造,即石千峰组。其底界面为平顶山砂岩之底面,顶界面为金斗山砂岩之底面(刘家沟组底部,豫西地区)。DS<sub>5</sub>层序的沉积范围大致与DS<sub>4</sub>层序一致,但地块南缘秦岭—大别造山带普遍开始隆升,使盆地演化为陆缘近海湖泊环境。这一时期的沉积中心仍然位于郑州—徐州—

线及两淮地区，地层厚度300~350 m，由该区向北、向西地层厚度依次减小，特别在盆地边缘地区厚度锐减。

DS<sub>5</sub>层序具有三层结构，下部低水位体系域以进积为主，形成了一套粗碎屑沉积(平顶山砂岩)；中部水进体系域以退积为主，沉积物以泥岩为主，并夹有薄层淡水灰岩或钙质同生砾岩，反映出湖盆水进的过程；高位体系域以加积为主，堆积了细碎屑沉积物，随着沉积物的堆积，湖盆逐步淤浅、萎缩。

由于对DS<sub>5</sub>层序的研究程度低，有关问题未能深入探讨，有待以后进一步研究。

### 3 控制层序发育的地质因素

Exxon公司的学者们在创立和发展层序地层学的过程中，始终认为全球海平面变化是控制大陆边缘沉积层序的主导因素，全球海平面变化控制了可预测的层序序列及内部体系域结构。但A.D.Miall等对这一看法提出异议，认为板内应力变化在扩张大陆边缘也可形成三级沉积层序〔8〕。P.R.Vail等专门讨论了控制层序发育的因素〔9〕，认为沉积层序是构造运动、全球海平面升降、沉积作用及气候变化等地质因素相互作用的结果，不同的因素施加于不同级别层序以特殊的影响。

根据P.R.Vail对显生宙时期一级和二级全球性海平面相对变化周期的研究〔9〕，石炭二叠纪时期全球海平面处于低水位状态，但在晚石炭世至早二叠世仍有较大规模的海平面上升。这一海平面变化与华北石炭二叠纪陆表海盆地的发育过程基本对应，是控制盆地充填超层序(DS<sub>1</sub>—DS<sub>5</sub>层序)发育的主导因素。然而，控制各个沉积层序发育的相对海平面变化主要起因于区域性构造作用，即华北地块南北两侧古大陆边缘的造山作用。石炭二叠纪时期，华北地块处于古亚洲洋构造域与古特提斯构造域的交汇部位，在南北两侧板块俯冲碰撞的夹击作用下处于相对抬升的构造背景，同时由于此时正对应于古特提斯的最大张期，复合叠加了古特提斯构造域的扩张作用。正是在这种复杂、特殊的板缘构造演化背景下，才造成了板内数次相对海平面变化，发育了DS<sub>1</sub>至DS<sub>5</sub>层序。DS<sub>1</sub>层序主要发育在本区东部，可能与古提特斯洋北侧分支勉略小洋盆及其东延部分的打开有关；DS<sub>2</sub>层序主要发育在华北中北部地区，可能与华北板块北侧古亚洲洋俯冲完毕，西伯利亚板块与华北板块开始强烈碰撞造山有关；DS<sub>3</sub>层序在华北全区发育，主要与华北和秦岭—大别微板块的碰撞有关；DS<sub>4</sub>层序是在南北板块强烈汇聚作用下，使海水逐步退出华北过程中形成的海退层序；DS<sub>5</sub>层序是在华北地块南北两侧强烈碰撞造山、有较大幅度抬升后形成的陆相层序，标志着华北板块与北侧西伯利亚板块及南侧秦岭—大别微板块已经结合为一体，形成了中国北方大陆。

### 4 结论

(1)根据平行不整合等识别层序界面的标志，将华北石炭二叠纪沉积建造划分为5个沉积层序，DS<sub>1</sub>、DS<sub>2</sub>和DS<sub>3</sub>为陆表海型层序，其底界面为 e 型层序界面，层序由海侵体系域和高位体系域构成，和DS<sub>5</sub>分别为过渡型和湖泊型层序，底界面为 型层序界

面分别由低水位体系域、海侵(水进)体系域和高位体系域构成,  $DS_4$ 层序的低水位体系域以发育陆表海低水位席状砂体为特征。上述层序的凝缩层分别为浅水型碳酸盐岩或硅质海绵岩, 各体系域内有不同数量的准层序, 且在盆地的不同地区类型亦不相同。

(2) $DS_1$ — $DS_5$ 层序构成了华北石炭二叠纪盆地充填超层序, 其发育受控于全球海平面变化; 各个沉积层序的发育主要受控于区域性构造作用, 即华北地块南北两则古大陆边缘的造山作用。由于此时华北处于南北两侧板块的夹击作用与古特提斯洋扩张作用复合的特殊构造背景下, 因而在板内发育了数个性质不同的沉积层序。

高等学校博士点专项科研基金资助项目, 项目编号: 9129009

作者单位: 陈世悦 石油大学勘探系 山东东营 257062

刘焕杰 中国矿业大学资源与环境工程学院 江苏徐州 221008

## 参考文献

- 1 何起祥, 业治铮.受限陆表海的海侵模式.沉积学报, 1991, 9(1): 1~10
- 2 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) 11~20
- 3 米家榕, 金建华, 孙克勤.辽东地区早石炭世地层的发现.“七五”地质科学重要成果学术交流会议论文选集.北京:科学技术出版社, 1992.9~13
- 4 高联达, 范国清.辽东地区早石炭世晚期孢子花粉的发现及其地层意义.中国区域地质, 1995, 14(3): 268~271
- 5 刘发.辽宁本溪地区本溪组下部腕足类化石的发现及其意义.长春地质学院学报, 1987, 17(2): 121~129
- 6 芮琳.江苏贾旺煤田泉旺头灰岩的蜓类.古生物学报, 1983, 22(2): 170~178
- 7 汪增阴, 尚冠雄, 张洪江等.辽东复州湾中石炭世地层—兼论华北地台中石炭统的划分.现代地质, 1989, 3(2): 165~174
- 8 Mial A D.Stratigraphic sequences and their Chronostratigraphic correlation.Journal of Sedimentary Petrology,1991,61(4):497~505
- 9 Vail P R. Seismic stratigraphy and global changes of sea level,Part 4.Global cycles of relative changes of sea level.In: Payton C E, ed.Seismic stratigraphy-Applications to hydrocarbon exploration.AAPG memoir 1977,26:83~97

收稿日期: 1997-09-15 收修改稿日期: 1998-05-11

作者: 陈世悦 刘焕杰, [Chen Shiyue](#), [Liu Huanjie](#)  
[陈世悦, Chen Shiyue \(石油大学勘探系, 山东东营, 257062\)](#), [刘焕杰, Liu Huanjie \(中国矿业大学资源与环境工程学院, 江苏徐州, 221008\)](#)

刊名: [沉积学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名: [ACTA SEDIMENTOLOGICA SINICA](#)

年, 卷(期): 1999, 17(1)

被引用次数: 32次

## 参考文献 (9条)

1. [何起祥; 业治铮](#) [受限陆表海的海侵模式](#) 1991(01)
2. [陈世悦; 刘焕杰](#) [华北石炭二叠纪层序地层学研究的特点](#) 1994
3. [米家榕; 金建华; 孙克勤](#) [辽东地区早石炭世地层的发现](#) 1992
4. [高联达; 范国清](#) [辽东地区早石炭世晚期孢子花粉的发现及其地层意义](#) 1995(03)
5. [刘发](#) [辽宁本溪地区本溪组下部腕足类化石的发现及其意义](#) 1987(02)
6. [芮琳](#) [江苏贾旺煤田泉旺头灰岩的蜓类](#) 1983(02)
7. [汪增阴; 尚冠雄; 张洪江](#) [辽东复州湾中石炭世地层-兼论华北地台中石炭统的划分](#) 1989(02)
8. [Mial A D](#) [Stratigraphic sequences and their Chronostratigraphic correlation](#) 1991(04)
9. [Vail P R](#) [Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 4. Global cycles of relative changes of sea level](#) 1977

## 本文读者也读过 (10条)

1. [阎存凤](#) [西北地区石炭-二叠纪古地理\[会议论文\]-2006](#)
2. [向芳; 陈洪德; 田景春; 陈安清; XIANG Fang; CHEN Hong-de; TIAN Jing-chun; CHEN An-qing](#) [鄂尔多斯盆地二叠纪气候特征及其对东北部砂体的影响\[期刊论文\]-沉积与特提斯地质2009, 29\(4\)](#)
3. [宋洪柱; 袁同星; Song Hongzhu; Yuan Tongxing](#) [河北南部地区石炭-二叠纪层序地层与聚煤特征\[期刊论文\]-中国煤炭地质2009, 21\(8\)](#)
4. [汪正江; 陈洪德; 张锦泉; 侯中健](#) [鄂尔多斯盆地二叠纪煤成气成藏特征\[期刊论文\]-矿物岩石2002, 22\(3\)](#)
5. [鄢继华; 陈世悦; 程立华](#) [扇三角洲亚相定量划分的思考\[期刊论文\]-沉积学报2004, 22\(3\)](#)
6. [陈莉; 傅雪海; 彭伦; 顾宏星; Chen Li; Fu Xuehai; Peng Lun; Gu Hongxing](#) [太行山东麓石炭~二叠纪沉积环境与煤层气开发的关系\[期刊论文\]-中国煤层气2009, 6\(5\)](#)
7. [杜蕊](#) [飞雁滩油田馆上段精细沉积学研究与应用\[学位论文\]2007](#)
8. [袁文芳](#) [济阳坳陷古近纪咸化成因及古地理重建\[学位论文\]2006](#)
9. [袁文芳; 陈世悦; 曾昌民; YUAN Wen-fang; CHEN Shi-yue; ZENG Chang-min](#) [渤海湾盆地古近纪海侵问题研究进展及展望\[期刊论文\]-沉积学报2005, 23\(4\)](#)
10. [刘磊](#) [湘桂地区构造运动对油气藏破坏作用研究\[学位论文\]2010](#)

## 引证文献 (34条)

1. [李增学; 吕大炜; 周静; 刘海燕; 王平丽; 魏久传; 余继峰](#) [含煤系统理论及其模式\[期刊论文\]-地球学报 2011\(6\)](#)
2. [刘锐娥; 李文厚; 陈孟晋; 张春林; 孙粉锦; 王雅丽; 肖红平; 蔺洁](#) [鄂尔多斯东部二叠统山西组2段储层评价及勘探前景\[期刊论文\]-古地理学报 2006\(4\)](#)
3. [程日辉; 王璞珺; 刘万洙; 唐华凤; 白云凤; 孔庆莹; 宋维海](#) [下扬子区三叠纪层序地层样式对扬子板块与华北板块碰撞的响应\[期刊论文\]-大地构造与成矿学 2004\(2\)](#)
4. [李锦轶](#) [中朝地块与扬子地块碰撞的时限与方式——长江中下游地区震旦纪-侏罗纪沉积环境的演变\[期刊论文\]-地质学报 2001\(1\)](#)
5. [Lu Jing; Shao Longyi; Yang Minfang; Wang Hao; Qing Kangyang](#) [Sequence paleogeography and coal accumulation in epicontinental basin\[期刊论文\]-矿业科学技术学报\(英文版\) 2013\(6\)](#)
6. [鲁静; 邵龙义; 李文灿; 黄尊灵; 邵凯; 汪浩; 李猛; 王伟超](#) [层序格架内障壁海岸沉积体系古地理背景下聚煤作用\[期刊论文\]-煤炭学报 2012\(1\)](#)

7. [YANG Minghui](#), [LIU Chiyang](#), [LAN Chaoli](#), [LIU Le](#), [LI Xin](#), [ZHANG Kunshan](#) Late Carboniferous-Early Permian Sequence Stratigraphy and Depositional Evolution in the Northeast Ordos Basin, North China[期刊论文]-[地质学报 \(英文版\)](#)
8. [李增学](#), [王明镇](#), [余继峰](#), [韩美莲](#), [李江涛](#), [吕大炜](#) 鄂尔多斯盆地晚古生代含煤地层层序地层与海侵成煤特点[期刊论文]-[沉积学报](#) 2006(6)
9. [CHENG Rihui](#), [WANG Pujun](#), [LIU Wanzhu](#), [TANG Huafeng](#), [BAI Yunfeng](#), [KONG Qingying](#), [SONG Weihai](#) RESPONSE OF TRIASSIC SEQUENCE STRATIGRAPHY OF LOWER YANGTZE TO THE COLLISION BETWEEN THE YANGTZE PLATE AND THE NORTH CHINA PLATE[期刊论文]-[大地构造与成矿学 \(英文版\)](#) 2005(2)
10. [吝文](#) 鄂尔多斯盆地二叠系山西组-石盒子组沉积特征研究[学位论文]硕士 2005
11. [李增学](#), [韩美莲](#), [魏久传](#), [余继峰](#), [李江涛](#), [吕大炜](#) 鄂尔多斯盆地上古生界高分辨率层序划分与煤聚积规律分析[期刊论文]-[中国石油大学学报 \(自然科学版\)](#) 2008(1)
12. [李睿](#), [韩金旺](#) 白庙矿二1煤层充水因素分析及矿井水害防治[期刊论文]-[煤炭技术](#) 2006(4)
13. [曾庆猛](#) 鄂尔多斯盆地上古生界层序地层研究[学位论文]硕士 2005
14. [陈世悦](#) 华北石炭二叠纪海平面变化对聚煤作用的控制[期刊论文]-[煤田地质与勘探](#) 2000(5)
15. [鲁静](#), [邵龙义](#), [孙斌](#), [杨敏芳](#), [董大啸](#), [田文广](#), [李明培](#) 鄂尔多斯盆地东缘石炭-二叠纪煤系层序-古地理与聚煤作用[期刊论文]-[煤炭学报](#) 2012(5)
16. [胡斌](#), [尚永国](#), [牛永斌](#), [宋慧波](#), [刘顺喜](#), [张璐](#) 河南省晚古生代煤系层序地层格架与沉积演化[期刊论文]-[煤田地质与勘探](#) 2012(2)
17. [张满郎](#), [李熙喆](#), [谷江锐](#), [谢武仁](#) 鄂尔多斯盆地上古生界层序地层划分及演化[期刊论文]-[沉积学报](#) 2009(2)
18. [刘续](#), [赵凯](#), [朱鹏](#), [蔡图](#), [戎虎仁](#), [孙娇鹏](#) 安徽白土剖面含煤岩系岩石学研究[期刊论文]-[硅谷](#) 2009(9)
19. [杨明慧](#), [刘池洋](#), [兰朝利](#), [刘乐](#), [王金秀](#) 鄂尔多斯盆地东北缘晚古生代陆表海含煤岩系层序地层研究[期刊论文]-[沉积学报](#) 2008(6)
20. [郑荣才](#), [文华国](#), [梁西文](#) 鄂尔多斯盆地上古生界高分辨率层序地层分析[期刊论文]-[矿物岩石](#) 2002(4)
21. [杜振川](#), [金瞰昆](#), [闫纯有](#), [刘洛夫](#), [蔡勋育](#) 百色盆地早第三纪高分辨率层序地层特征及聚煤作用[期刊论文]-[煤炭学报](#) 2001(5)
22. [戎虎仁](#), [孙娇鹏](#), [蔡图](#), [朱鹏](#), [赵凯](#), [刘续](#) 安徽白土剖面含煤岩系晚古生代岩相古地理研究[期刊论文]-[硅谷](#) 2009(9)
23. [尚洪田](#), [黄晓彬](#), [邢政](#) 河北省晚古生代煤系层序地层与聚煤特征研究[期刊论文]-[中国煤田地质](#) 2007(3)
24. [王岚](#) 鄂尔多斯西缘地区二叠系太原组、山西组沉积体系研究[学位论文]硕士 2005
25. [袁志祥](#) 论塔巴庙上古生界隐蔽气藏[学位论文]博士 2005
26. [田景春](#), [陈洪德](#), [覃建雄](#), [侯中健](#), [侯明才](#), [彭军](#) 层序-岩相古地理图及其编制[期刊论文]-[地球科学与环境学报](#) 2004(1)
27. [刘锐娥](#), [李文厚](#), [陈孟晋](#), [张春林](#), [孙粉锦](#), [王雅丽](#), [肖红平](#), [蒯洁](#) 鄂尔多斯东部下二叠统山西组2段储层评价及勘探前景[期刊论文]-[古地理学报](#) 2006(4)
28. [程日辉](#), [王璞珺](#), [刘万洙](#), [唐华风](#), [白云风](#), [孔庆莹](#), [宋维海](#) 下扬子区三叠纪层序地层样式对扬子板块与华北板块碰撞的响应[期刊论文]-[大地构造与成矿学](#) 2004(2)
29. [王春生](#) 沁水盆地煤系层序地层及煤储层非均质性控制因素[学位论文]硕士 2005
30. [李锦轶](#) 中朝地块与扬子地块碰撞的时限与方式——长江中下游地区震旦纪-侏罗纪沉积环境的演变[期刊论文]-[地质学报](#) 2001(1)
31. [庞军刚](#) 子洲清涧地区上古生界沉积体系特征研究[学位论文]硕士 2006
32. [李增学](#), [吕大炜](#), [周静](#), [刘海燕](#), [王平丽](#), [魏久传](#), [余继峰](#) 含煤系统理论及其模式[期刊论文]-[地球学报](#) 2011(6)
33. [曾庆猛](#) 鄂尔多斯盆地上古生界层序地层研究[学位论文]硕士 2005
34. [袁政文](#) 下扬子北缘前陆盆地形成演化与油气赋存条件[学位论文]博士 2004

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_cjxb199901010.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_cjxb199901010.aspx)