

# 鄂尔多斯盆地演化与多种能源矿产分布

邓 军<sup>1,2</sup>, 王庆飞<sup>1,2</sup>, 高帮飞<sup>1,2</sup>, 黄定华<sup>3</sup>, 杨立强<sup>1,2</sup>, 徐 浩<sup>1,2</sup>, 周应华<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083 2. 中国地质大学 岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083 3. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 鄂尔多斯盆地是中国有机—无机多种能源矿产共存的盆地之一。有机矿产包括煤、油气、煤层气等, 分布于盆地内部, 无机矿产以铀矿为主, 处于盆—山转换部位。盆地边缘的造山活动控制了内部基底变形, 基底变形又制约了盖层构造格局的演化, 而后者决定了盆地内有机矿产的源、运、储过程, 如烃源岩展布、煤级分布等。造山活动和盆地演化共同制约着砂岩型铀矿的产出, 油气在水平挤压和上覆地层压实作用下自内而外、自下而上输运, 而于周缘造山带形成的含铀中低温无机成矿热液, 在重力作用下, 沿渗透率较大的透水层自上而下向盆地内部输运, 还原性油气与氧化性含铀热液在盆—山过渡处相遇, 导致无机流体的关键性物理化学参数的转变, 使铀元素沉淀富集。鄂尔多斯盆地多种能源矿产共存系统存在的必要条件是成矿(藏)作用的发生具备各自成矿要素, 且无机成矿和有机成藏两种性质完全不同的地质过程之间存在耦合作用。

**关键词:** 鄂尔多斯盆地; 演化; 基底; 中央古隆起; 铀; 油气; 古地理

中图分类号: P618 TE12 文献标识码: A 文章编号: 1000-8527(2005)04-0538-08

## Evolution of Ordos Basin and Its Distribution of Various Energy Resources

DENG Jun<sup>1,2</sup>, WANG Qing-fei<sup>1,2</sup>, GAO Bang-fei<sup>1,2</sup>, HUANG Ding-hua<sup>3</sup>, YANG Li-qiang<sup>1,2</sup>,  
XU Hao<sup>1,2</sup>, ZHOU Ying-hua<sup>1,2</sup>

(1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Key Laboratory of Lithosphere Tectonics and Lithoprobng Technology of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

3. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China)

**Abstract** Ordos Basin is one typical of the basins bearing organic and inorganic energy resources in China. The organic resources include oil, gas, coal and coal bed methane inside the Ordos Basin, and the inorganic resource is mainly uranium deposits distributed at the transitional zone between basin and mountain. The orogeny around the basin controlled its basement deformation, which constrained the tectonic frame evolution of caprock and thus determined the process of the generation, transport and accumulation of the organic resources, such as the distribution of the source rock and coal rank etc. Moreover, the orogenic movement and the basin evolution restricted the formation of sandstone-type uranium deposits together. Under the horizontal extension and vertical compaction, oil and natural gas transported from the central part of the basin to the margin and from bottom to top. In contrast, uranium-bearing inorganic epithermal fluids formed in orogens, migrated along the opposite direction under the gravity gradient. Consequently, oil and gas mixed with the uranium-bearing inorganic fluids in the basin-mountain transition zone, which induced the mutation of key physical-chemical parameters of the inorganic fluids resulting in the precipitation and enrichment of uranium element. The symbiosis of various energy resources in Ordos Basin lays not only in the adequate conditions for the respective organic and

收稿日期: 2005-07-26; 改回日期: 2005-09-10; 责任编辑: 楼亚儿。

基金项目: 国家重点基础研究规划项目 (2003CB214600); 教育部科学技术研究重点项目 (03178); 教育部跨世纪人才基金项目; 国家自然科学基金项目 (40172036)。

作者简介: 邓 军, 男, 教授, 博士生导师, 1958年出生, 矿床学和构造地质学专业, 主要从事区域构造、成矿流体及成矿动力学的教学和科研工作。

inorganic mineralizing process, but in the coupling function of the two events.

**Key words** Ordos Basin; evolution; basement; central paleo-up lift; uranium; oil and gas; paleogeography

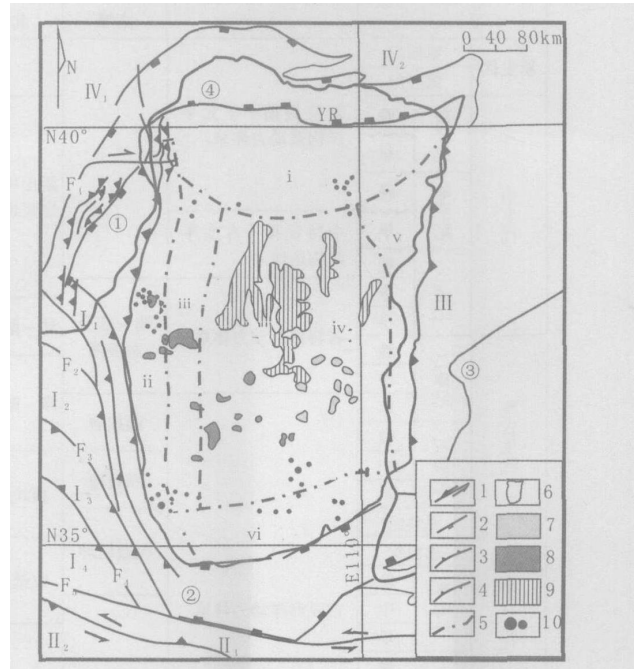
## 1 概述

鄂尔多斯盆地四周均被造山带围限,北面为兴蒙造山带,南面是秦岭造山带,西边界为贺兰山—六盘山,东边界为吕梁山(图1)。根据深部重力资料所显示的深大断裂发育情况划定了盆地边界,北部边界断层为黄河断裂(磴口—托克托断裂带),西部为桌子山—平凉断裂,南部为渭河盆地北界断裂,东部为离石断裂。造山作用对盆地演化有重要的制约作用。

鄂尔多斯盆地是中国重要的多种能源矿产共存的盆地之一<sup>[1]</sup>,盆内的有机矿产包括煤、油气、煤层气等,无机矿产以铀矿为主。前人对盆地研究取得了许多新的认识和进展,主要集中在以下几个方面:(1)盆地周边造山带演化;(2)盆地油气的源、生、储、运过程<sup>[2-3]</sup>;(3)盆地内部主要无机金属矿产——铀的形成时代及成因;(4)基底组成;(5)盆地古地理演化。然而,前期研究对盆地演化过程中各地质事件的相互联系仍缺乏必要的探索,如:(1)盆地基底演化对盖层古地理格局变动的制约作用;(2)盆地多种有机和无机矿产共存的内在成因;(3)造山作用对盆地变形的影响;(4)盆地古地理格局的演化对多种能源矿产分布的制约作用等尚有待深入。本文在整理分析鄂尔多斯盆地的基底演化、造山过程、盖层古地理、无机和有机矿产成因与分布等几方面成果认识的基础上,探讨了它们之间的内在联系,力图建立鄂尔多斯盆地演化与多种能源矿产分布的框架。

## 2 盆地的形成

鄂尔多斯盆地是发育在华北克拉通之上的多旋回叠合型盆地。根据构造层序、构造变形史、构造事件、区域不整合等将盆地演化分为几个主要演化阶段:中—新元古代克拉通内裂陷槽或坳拉槽形成和发育阶段、震旦纪—早古生代华北陆表海盆形成和发育阶段、晚古生代华北克拉通滨浅海盆地形成和发育阶段、早中生代华北克拉通内陆盆地形成和发育阶段、中生代中晚期鄂尔多斯内陆盆地形成和发育阶段、新生代鄂尔多斯周缘断陷盆地形成和发育阶段。盆地的形成和演化明显受古亚洲洋、特提斯洋及滨太平洋三大构造



I<sub>1</sub>. 贺兰山—六盘山构造带; I<sub>2</sub>. 北祁连造山带; I<sub>3</sub>. 中祁连造山带; I<sub>4</sub>. 南祁连造山带; II<sub>1</sub>. 北秦岭造山带; II<sub>2</sub>. 南秦岭造山带; III. 吕梁山; IV<sub>1</sub>. 狼山; IV<sub>2</sub>. 大青山; F<sub>1</sub>. 得力记剪切带; F<sub>2</sub>. 马鞍山—靖远断裂; F<sub>3</sub>. 北祁连断裂; F<sub>4</sub>. 北祁连—北秦岭缝合带; F<sub>5</sub>. 宝鸡—洛阳—栾川断裂; i. 沂蒙隆起; ii. 西缘逆冲断层构造带; iii. 天环拗陷; iv. 伊陕斜坡; v. 晋西挠褶带; vi. 渭北挠褶带; YR. 黄河; 1. 走滑断裂; 2. 山前正断层; 3. 逆冲断层; 4. 缝合带; 5. 盆地内部构造单元分界线; 6. 鄂尔多斯盆地边界; 7. 侏罗系石油; 8. 延长组石油; 9. 天然气藏; 10. 铀矿; ①. 银川地堑; ②. 渭河地堑; ③. 山西地堑; ④. 河套盆地; 图中鄂尔多斯盆地边界根据重力异常划定

图1 鄂尔多斯盆地大地构造图(据文献[4-7]修编)

Fig 1 Tectonic map of Ordos Basin

域的影响和控制(表1)。其中古亚洲洋控制盆地从中、新元古界—早二叠世的演化,特提斯洋按其演化顺序可分为古特提斯洋、中新特提斯洋,古特提斯动力系统控制盆地从中、晚二叠世—中三叠世的演化,中特提斯洋和古太平洋构造动力体系控制盆地从晚三叠世—中侏罗世的演化,新特提斯—今太平洋构造动力体系控制晚白垩世—新生代的盆地形成及周缘断陷盆地的形成。

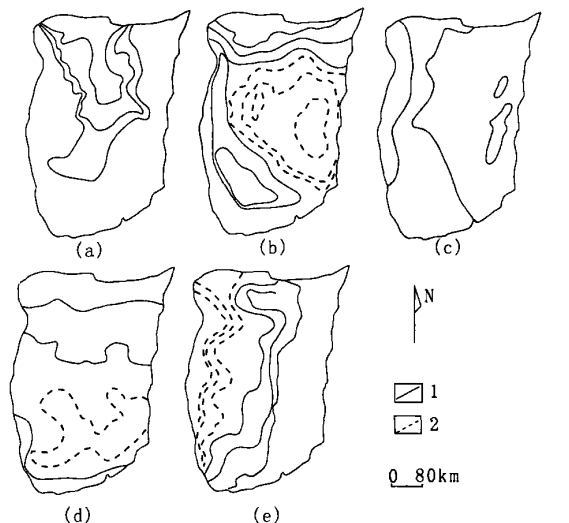
## 3 古构造格局

鄂尔多斯盆地周缘造山带经历了多期演化<sup>[8]</sup>,导致盆地内部古地理格局的数次转型(图2,表

表 1 鄂尔多斯盆地及其周缘造山带演化  
Table 1 Evolution of Ordos Basin and its adjacent orogenic belt

时代		构造体系演化		周缘造山带演化				盆地演化阶段						
				南缘	北缘	西缘	东缘							
新生代	第四纪	新特提斯—今太平洋构造动力体系						盆地周缘断陷盆地形成						
	第三纪													
中生代	白垩纪	晚	中特提斯—古太平洋构造体系	陆—陆全面碰撞	陆—陆碰撞	阴山构造—岩浆带形成	冲断构造带形成	吕梁山隆起形成	鄂尔多斯盆地形成					
		早												
	侏罗纪	晚							古特提斯动力体系	洋—陆碰撞	坳拉槽再次活化	贺兰山坳拉槽	坳拉槽消失	华北内陆盆地
		早												
三叠纪	晚	古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	贺兰山坳拉槽	坳拉槽消失	华北滨浅海盆地							
	中													
晚古生代	二叠纪							晚	面接触	收敛俯冲	收敛俯冲	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀	
								中						
石炭纪	晚	古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀							
	中													
泥盆纪	晚							古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀	
	中													
志留纪	晚	古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀							
	中													
奥陶纪	晚							古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀	
	早													
寒武纪	晚	古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀							
	中													
震旦纪	晚							古亚亚洲洋动力体系	点碰撞	板块扩张	板块扩张	贺兰山坳拉槽	整体剥蚀	
	早													
中—新元古代			秦祁海槽	兴蒙海槽			海槽活动							中国大陆拼合—裂解

1): 早古生代, 鄂尔多斯台地受南、西两侧的秦岭和贺兰两大海槽活动的制约<sup>[9]</sup>, 于西缘和西南缘发育“L”形隆起; 晚石炭世, 鄂尔多斯台地南北缘仍受到南北向挤压作用, 于中西部形成南北向细腰状隆起; 早二叠世晚期, 鄂尔多斯地块南、北侧分别受到扬子板块、西伯利亚板块的强烈挤压, 使块体内部古地理格局呈现南北高、中间低的特征; 晚三叠世—早侏罗世, 盆地西缘三角形的阿拉善地块受南北向挤压向东滑移, 对盆地西缘造成向东的挤压<sup>[4]</sup>, 与此同时, 东边界由于古太平洋俯冲作用而受到向西的挤压, 在东西向挤压压力的作用下, 盆地前期南北分带的古地理格局逐步转变为东西分带的格局; 喜马拉雅期, 由于印度—亚洲板块的碰撞和太平洋板块向欧亚板块俯冲的远程效应, 盆地南北缘均受到左行剪切而发育多个断陷盆地。经多期变动, 现今盆地可分为伊盟隆起、晋西挠褶带、陕北斜坡、渭北隆起、天环坳陷、西缘冲断带 6 个构造单元。



(a)寒武纪; (b)奥陶纪; (c)晚石炭世; (d)早二叠世; (e)侏罗纪; 1和 2分别为隆起区和坳陷区的层厚度等值线  
图 2 鄂尔多斯盆地寒武纪—侏罗纪古地理演化简图

Fig 2 Paleogeographical map of Ordos Basin from Cambrian to Jurassic

## 4 基底变形与古地理格局

盆地基底由一系列北东向展布的岩石条带组成, 中间岩石抗压强度大、两侧小, 具有“软边硬核”的独特物质结构。从寒武纪古地理格局图(图 2)上可以推断基底早期形态较为平缓, 内部隆起和坳陷不发育。基底的现今格局与初始格局完全不同, 呈现出隆坳相间的特点, 可分为伊盟隆起、西部(银川)坳陷、中部隆起、子长坳陷、延安凸起、宜君坳陷、渭北隆起 7 个基本构造单元(图 3)。不仅如此, 现今基底与盖层两者的构造分区也迥然不同。将基底形态与不同地质历史时期的盆地盖层古构造格局对比, 发现基底形态与二叠纪隆坳相间的构造格局整体相似, 其中, 基底形态与二叠纪早期的古构造格局最为相近, 由中部“细腰状”隆起和东西两侧的坳陷构成, 只是现今基底的东部边缘出现隆起, 西缘坳陷更加显著。由此推断基底和盖层演化分为两个主要阶段: 第一阶段(寒武纪—早二叠世)基底与盖

层同态演化, 盖层古地理格局可代表基底的构造格局, 基底以差异升降为主要活动方式, 由于此时盖层厚度较小, 从整体格局到局部形态完全受控于基底演化。第二阶段(早二叠世—白垩纪晚期)盆地内部的主体形态不变, 如中央古隆起基本保持了初始形态, 边缘发生隆升和沉降, 整体呈现东升西降的特点, 该阶段盖层发育已较为完整, 更多体现了相对孤立演化的特征, 而其“跷跷板”式的运动总体上仍受基底边缘升降活动的控制(表 2)。

表 2 鄂尔多斯盆地基底与盖层演化模式  
Table 2 Evolution model of basement and cap rocks

时代	基底演化阶段	盖层变形阶段	基底—盖层关系
中二叠世—晚白垩世	东升西降	整体掀斜	不同态
寒武纪—中二叠世	差异升降	差异升降	同态
中—新元古代	陆核拼接与基底形成		
太古代—晚元古代	孤立陆核形成与活动		

## 5 多种能源矿产分布

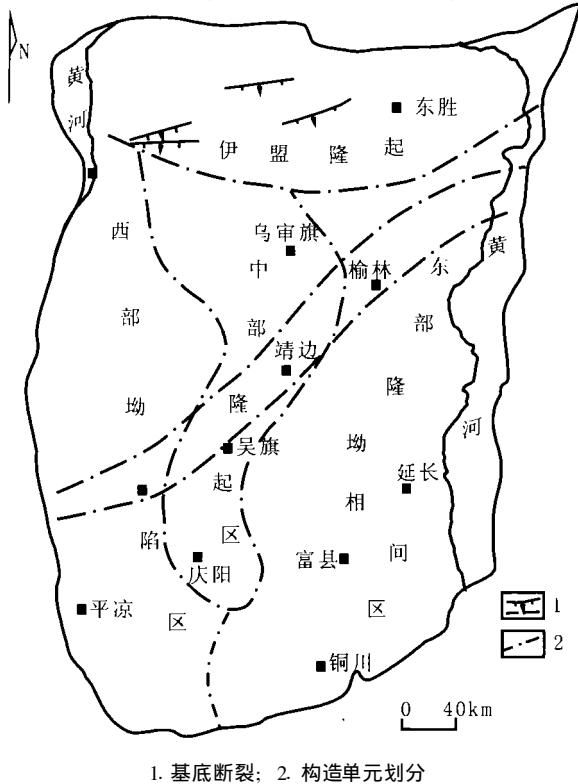
### 5.1 石油

鄂尔多斯盆地主要含油层系为侏罗系和三叠系延长组(表 3), 分别属古地貌河流砂岩油藏和河控湖泊型三角洲油藏。其生油岩系为三叠系延长组, 为一套河湖相沉积, 其中, 长 7 湖盆范围大, 水体深, 发育半深湖—深湖相沉积, 岩性以深灰色和灰黑色泥页岩、油页岩为主, 富含有机质, 为主要生油层。

### 5.2 天然气

鄂尔多斯盆地天然气资源除直罗油田三叠系油顶气藏以外, 绝大部分分布于上古生界、下古生界。

下古生界气藏多分布于奥陶系风化壳附近, 受风化壳古地貌和岩溶储层控制; 其气源岩为奥陶系海相沉积的藻白云岩、暗色石灰岩、黑色泥页岩和煤层。气源岩于早三叠世末期进入成熟阶段, 至早白垩世达到生气高峰, 并在以岩溶空间为主体的储集体中聚集。奥陶系气田的形成同中央古隆起的演化密切相关<sup>[18]</sup>, 虽经历了加里东期中隆东坳、印支期北隆南坳和燕山期东隆西坳的数次变动(图 3), 气田始终位于抬升与沉降的古隆起



1. 基底断裂; 2. 构造单元划分

图 3 鄂尔多斯盆地现今基底构造分区(据文献[20]修编)

Fig. 3 Structural subdivisions of basement of Ordos Basin

- ①王新明, 陈孟晋, 李填顺, 等. 鄂尔多斯盆地中生代盆地演化与预探区带优选. 2003.
- ②国土资源部地质勘察司. 鄂尔多斯盆地轴矿资源及勘探开发潜力研究. 2003.
- ③国土资源部地质勘察司. 鄂尔多斯盆地煤层气资源及勘探开发潜力研究. 2003.
- ④邱领军, 姜英昆, 段晓文, 等. 鄂尔多斯盆地喜山期构造运动与油气成藏研究. 2003.

表 3 鄂尔多斯盆地多种能源演化序列

(据文献①②③④和魏永佩, 2004编制)

Table 3 Evolution sequence of various energy resources of Ordos Basin

时代	时间	轴	煤	石油	天然气	下石	地层	矿产	盆地演化阶段	古地理	气候	沉积相	沉积环境	
Q	2.5								全新世	干旱	风成			
N									第四纪	干旱	风成			
F	65								早更新世	干旱	河湖相			
K		☆	☆	☆	☆	☆	K <sub>1</sub> J	◆	鄂尔多斯盆地形成	干旱	干旱	河湖相	氧化—还原环境	
							K <sub>1</sub> fh	◆				河湖相		
							K <sub>1</sub> l					河湖相		
							K <sub>1</sub> y					河洪积相		
J	110	☆	☆	☆	☆	☆	J <sub>1</sub> l		大鄂尔多斯盆地	干旱	干旱	河相	还原环境	
							J <sub>1</sub> z	◆				湖相		
							J <sub>1</sub> y	◆				湖相为主		
							J <sub>1</sub> j	●				河湖相		
I	208	☆	☆	☆	☆	☆	I <sub>1</sub> j	●	华北内陆盆地	湿润	湿润	河湖相	还原环境	
							I <sub>1</sub> y	●				河湖相		
							I <sub>1</sub> x	●				湖相		
							I <sub>1</sub> z	◆				河湖相		
P	250	☆	☆	☆	☆	☆	P <sub>1</sub> h	◆	华北内陆盆地	干旱	干旱	河相	氧化环境	
							P <sub>1</sub> l					河相		
							P <sub>1</sub> sh					河湖相		
							P <sub>1</sub> s	○				湖相		
C	290	☆	☆	☆	☆	☆	C <sub>1</sub> s	●	华北盆地	湿润	湿润	陆相沼泽	还原环境	
							C <sub>1</sub> r	●				海陆交互相		
							C <sub>1</sub> b	●						
D	362													
S	409													
U	139													
O	510	☆	☆	☆	☆	☆	O <sub>1</sub> f	○	整体构造	湿润	湿润	海相	还原环境	
							O <sub>1</sub> m	○				海相		
E	570													
Z									主体为陆					

☆ 油气生成时期 △ 生烃高峰时期 ∩ 二次运移时期 ◆ 煤 ● 石油 ○ 天然气

枢纽带附近。

上古生界气藏分布于本溪组、太原组、山西组、上石盒子组、下石盒子组的岩性及鼻隆圈闭中,气源岩为石炭纪—二叠纪的障壁—泻湖、潮坪、三角洲平原沼泽沉积的煤系地层<sup>[19-20]</sup>,其主要为本溪组上部和太原组的煤、暗色泥岩和碳酸盐岩。万丛礼<sup>[21]</sup>等提出上古生界天然气藏沿深大断裂分布,具有生烃期与构造活动时间相吻合的特点,并且部分井的天然气具有CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He含量高、甲烷同系物的碳同位素反转、CO<sub>2</sub>的碳同位素和N(<sup>3</sup>He)/N(<sup>4</sup>He)高异常等特征,从而认为上古生界天然气是油型气、煤成气和深源无机气三源混合而成<sup>[22]</sup>。鄂尔多斯盆地上古生界烃源岩从早—中侏罗世开始排出天然气,至晚侏罗世—早白垩世达到生烃高峰。

### 5.3 煤

鄂尔多斯盆地主要有石炭纪—二叠纪煤和侏

罗纪煤,分布于本溪组、太原组、山西组和直罗组。它们经受了不同的煤变质作用,导致煤级和煤生烃作用的差异。石炭纪—二叠纪煤埋藏深,煤变质作用较强。由于煤层沉积表现为北部和东部沉降小,南部和西部沉降大,导致从北至南煤级逐渐增高,从东向西煤级也呈增高趋势。在盆地西缘,构造活动较复杂,部分地区在变质作用基础上叠加了岩浆热变质作用,煤级分布较复杂。

### 5.4 无机矿产分布

鄂尔多斯盆地含铀地层包括石干峰组、刘家沟组、和尚沟组、直罗组、华池组、环河组、罗汉洞组和泾川组等。铀矿分为同生型和后生型两类,以后者为主。同生型铀矿是指铀元素被有机质吸附而在特定层位富集,铀源为变质岩和岩浆岩。后生型铀矿以砂岩型为主,其为含铀的中生代中低温热液活动所致<sup>[23]</sup>。

鄂尔多斯盆地油气分布整体具有“上油下气、南油北气”的特点,铀矿则分布在盆—山转换部位。

## 6 盆—山演化与多种能源矿产分布

鄂尔多斯盆地古地理格局控制了烃源岩的分布。早古生代在盆地西南角形成了“L”形隆起,相应的下古生界烃源岩则分布于盆地东侧的凹陷中。晚古生代形成了中央古隆起,烃源岩也以中央古隆起两侧凹陷的厚度最大。中生代盆地南北相对隆起,在中部发育了烃源岩(图4)。

盆地在二叠纪末至三叠纪早期开始持续沉降,而在第三纪初开始大规模抬升。盆地中生代的快速沉降导致上古生界和下古生界烃源岩的有机质成熟—过成熟,使生烃作用达到了高峰(图5)。同时,古地理格局的演化还控制了有机质成熟度的空间分布。如图6所示,上古生界煤镜质体反射率的空间分布整体特征为:西南部为镜质体反射率极大值集中区,由西南向东北方向反射率不断降低,反映煤变质作用受盆地整体掀斜的控制,在南北向掀斜和东西向掀斜过程中,西南部始终为凹陷区,而东北部则为隆起区,由此导致了R<sub>o</sub>自南西向东北有逐步降低的趋势。

古生界的生烃强度受烃源岩分布和有机质成熟度的双重制约。图7表明上古生界、下古生界的生烃中心与烃源岩厚度中心的分布范围整体一致,但具体地点又不完全相同,显示生烃作用整体受烃源岩分布的控制,局部受有机质成熟度的影响。不仅如此,油气的二次运移仍然受古地

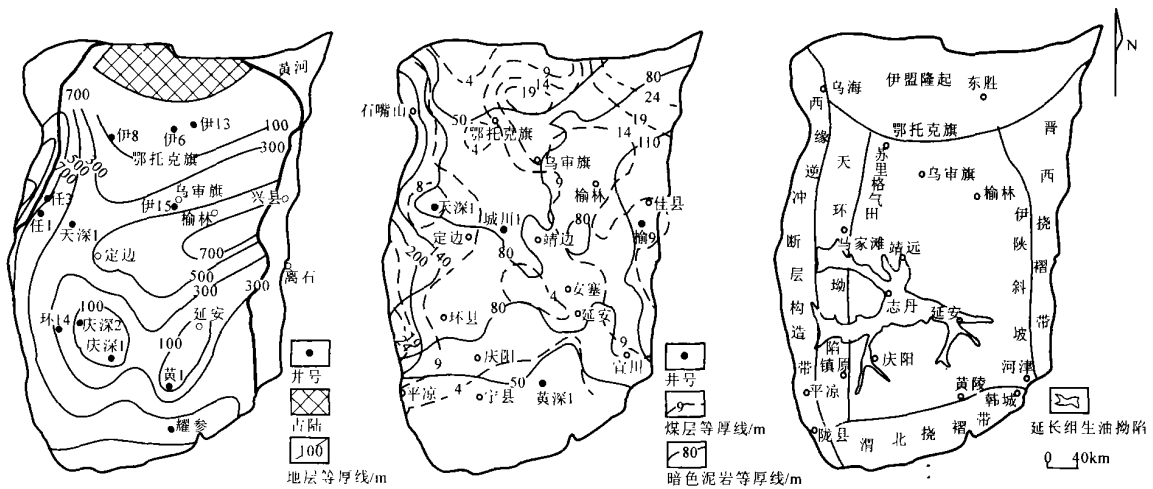


图 4 鄂尔多斯盆地烃源岩的分布 (据文献 [24-25] 7] 修编)

Fig. 4 Distribution of hydrocarbon source rocks of Ordos Basin

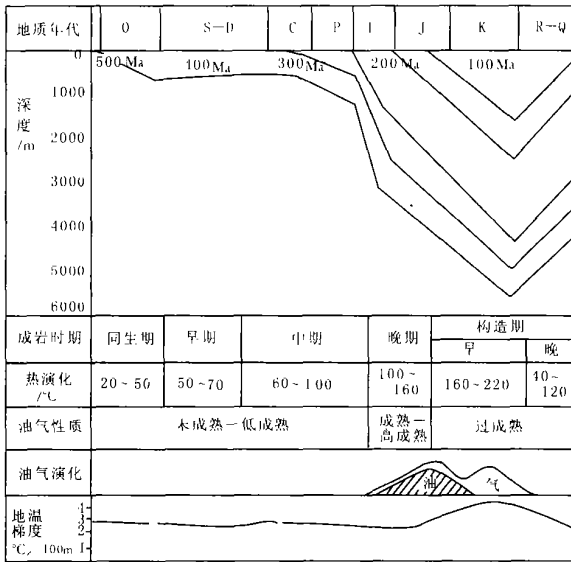
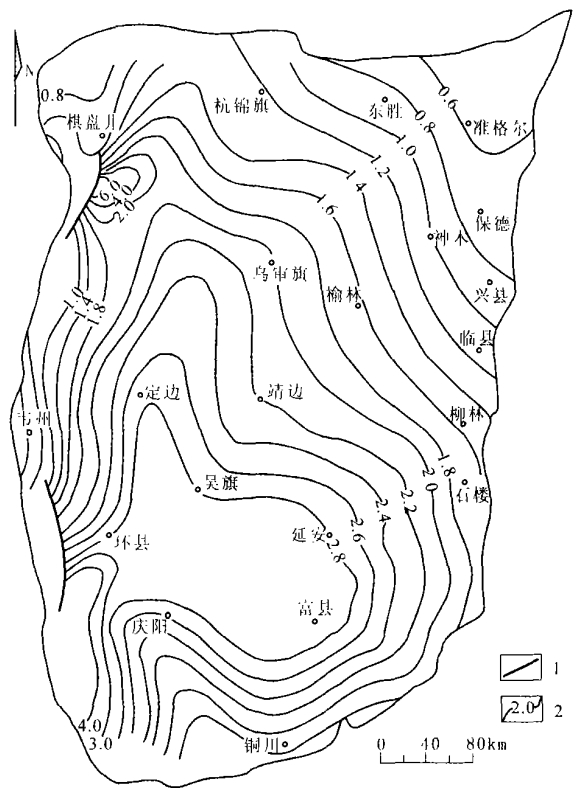


图 5 鄂尔多斯盆地构造沉降与油气生成

(据文献 [26] 修编)

Fig. 5 Subsidence of Ordos Basin and its constraint on the oil and gas generation



1. 断层; 2. 镜质体反射率等值线 (单位: %)

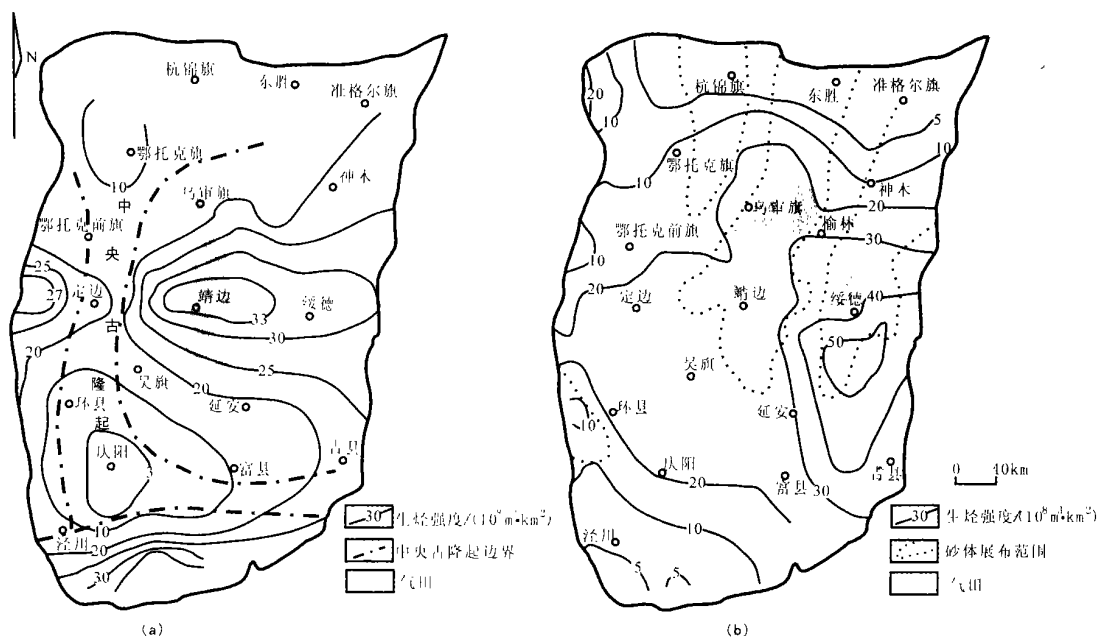
图 6 鄂尔多斯盆地上古生界煤镜质体反射率 (引自文献 [20])

Fig. 6  $R_0$  isogram of Upper Paleozoic coal seams of Ordos Basin

理格局演化的影响。资料显示, 盆地内部的油气在三叠纪—侏罗纪有向北运输的趋势, 而在白垩纪和新生代存在向东运移的迹象。

盆地演化和造山作用分别影响了无机流体和有机流体的活动, 进而控制了无机矿产的分布。造山带含有中低温热液, 在重力作用下沿透水层向盆地内部运输, 而盆地内部地层孔隙中的油气在水平挤压及上覆地层压力作用下则向盆地边缘运移, 盖层岩系中发育的大量节理和断裂系是油气由下而上、由内而外运输的通道。油气渗出和氧化性含铀水渗

入的交汇部位 (盆—山过渡带) 是铀成矿的有利场所 (图 8)。还原性有机溶体使氧化性无机流体的物理化学参数发生突变, 使铀元素沉淀富集, 同时还还原性油气对铀矿后期保存也有重要作用 [28-29]



(a) 上古生界生烃强度图; (b) 下古生界生烃强度图

图 7 鄂尔多斯盆地上古生界、下古生界生烃强度图 (据文献 [27] 修编)

Fig. 7 Isogram for hydrocarbon generation intensity of Paleozoic in Ordos Basin

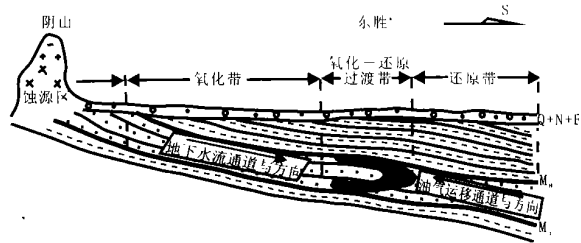


图 8 鄂尔多斯盆地中生代砂岩型铀矿成矿示意图

Fig. 8 Sketch map of Mesozoic sandstone type uranium mineralization of Ordos Basin

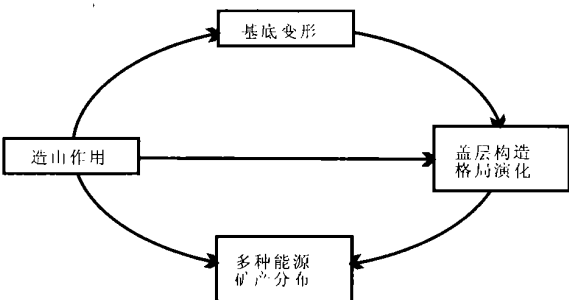


图 9 鄂尔多斯盆地多种地质事件关系图

Fig. 9 Relationship of the main geological events of Ordos Basin

### 7 讨论与结论

造山作用通过控制基底的变形而影响盖层古

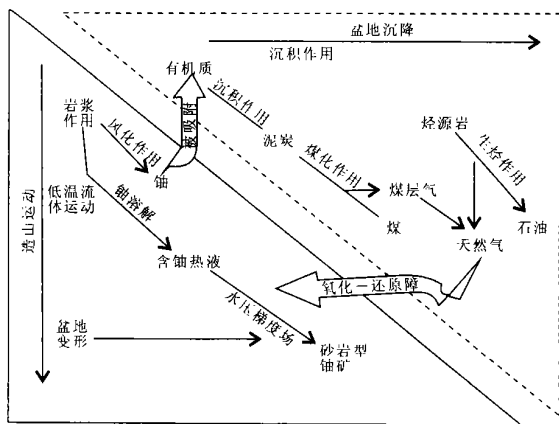


图 10 盆-山耦合作用与多种能源矿产形成示意图 (箭头线粗细示彼此关系的密切程度)

Fig. 10 Sketch map of the formation of various energy resources and the coupling of basin evolution and orogeny

构造格局的变化。盖层古地理的演化不但制约着烃源岩的分布, 也控制着生烃及煤变质作用。造山作用与盆地演化共同控制着无机矿产的分布 (图 9)。鄂尔多斯盆地多种能源矿产共存系统的解析可以看出, 共存系统存在的必要条件是成矿(藏)作用的发生具备各自的成矿要素, 且无机成矿和有机成藏两种性质完全不同的地质过程之间存在耦合作用。主要成矿过程可概括为两种 [30-32]: 一是地球化学作用过程, 氧化状态的含

铀无机流体与还原状态的碳氢化合物通过化学反应形成氧化—还原障并在氧化—还原界面处形成铀矿; 二是有机流体的物理输运过程, 有机流体向盆地减压部位运移聚集, 形成油气藏或煤层气藏<sup>[33-38]</sup>。在造山—成盆构造演化背景下, 共存系统中有机和无机矿产的形成过程相互联系, 就位空间彼此相邻 (图 10)。

### 参考文献:

- [1] 范立民. 鄂尔多斯盆地北部探明一大型膨润土矿 [J]. 现代地质, 1995, 9 (4): 408.
- [2] 刘大锰, 杨起, 汤达祯. 鄂尔多斯盆地煤成烃潜力与成气热模拟实验 [J]. 现代地质, 1997, 11 (3): 322-328.
- [3] 孙粉锦, 许化政, 陈孟晋. 鄂尔多斯深盆气 [J]. 现代地质, 2001, 15 (3): 309-314.
- [4] Liu Shaofeng. The coupling mechanism of basin and orogen in the western Ordos Basin and adjacent regions of China [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 1998, 16 (4): 369-383.
- [5] Darby J Bradley D. Mesozoic contractional deformation in the middle of the Asian tectonic collage: the intraplate Western Ordos fold thrust belt, China [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2002, 205 (1-2): 13-24.
- [6] 黄志龙, 高岗, 庞雄奇, 等. 鄂尔多斯盆地北部盒 8 段古含气范围的地球化学特征 [J]. 现代地质, 2004, 18 (4): 572-577.
- [7] 魏永佩, 王毅. 鄂尔多斯盆地多种能源矿产富集规律的比较 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25 (4): 385-392.
- [8] 郭忠铭, 张军, 于忠平. 鄂尔多斯地块油区构造演化特征 [J]. 石油勘探与开发, 1994, 21 (2): 22-29.
- [9] 王玉新. 鄂尔多斯地块早古生代构造格局及演化 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1994, 19 (6): 778-786.
- [10] 张抗. 鄂尔多斯断块构造和资源 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1989. 1-394.
- [11] 郭进京, 张国伟, 陆松年, 等. 中国新元古代大陆拼合与 Rodinia 超大陆 [J]. 高校地质学报, 1995, 5 (2): 148-156.
- [12] 张国伟, 孟庆任, 于在平, 等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学过程 [J]. 中国科学 D 辑, 1996, 26 (3): 193-200.
- [13] 李江涛. 鄂尔多斯盆地北部加里东后期构造演化及其与古生界天然气的关系 [J]. 现代地质, 1997, 11 (4): 488-495.
- [14] 李双林, 欧阳自远. 兴蒙造山带及邻区的构造格局与构造演化 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1998, 18 (3): 45-54.
- [15] 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学 [M]. 北京: 地质出版社, 2001. 855.
- [16] 高计元, 王一先, 袁愉卓, 等. 内蒙古中西部多岛海构造演化 [J]. 大地构造与成矿学, 2001, 25 (4): 397-404.
- [17] 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002. 210.
- [18] 文志刚, 张爱云. 鄂尔多斯盆地奥陶系碳酸盐岩沥青 A 和沥青 C 的生物标志物特征 [J]. 现代地质, 1997, 11 (2): 197-202.
- [19] 李祯, 温显端, 周慧堂, 等. 鄂尔多斯盆地东缘中生代延长组浊流沉积的发现与意义 [J]. 现代地质, 1995, 9 (1): 99-107.
- [20] 王双明. 鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1996. 437.
- [21] 万丛礼, 付金华, 杨华, 等. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气成因新探索 [J]. 天然气工业, 2004, 24 (8): 1-4.
- [22] 樊太亮, 郭齐军, 吴贤顺. 鄂尔多斯盆地北部上古生界层序地层特征与储层发育规律 [J]. 现代地质, 1999, 13 (1): 32-36.
- [23] 肖新建, 李子颖, 方锡珩, 等. 东胜砂岩型铀矿床低温热液流体的证据及意义 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2004, 23 (4): 301-304.
- [24] 朱创业, 张寿庭. 鄂尔多斯盆地马家沟组碳酸盐岩有机质特征及烃源岩研究 [J]. 成都理工学院学报, 1999, 26 (3): 217-220.
- [25] 刘新社, 席胜利, 付金华. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气生成 [J]. 天然气工业, 2000, 20 (6): 19-23.
- [26] 刘德良, 谈迎, 孙先如, 等. 鄂尔多斯古生界流体包裹体特征及其与油气演化关系 [J]. 沉积学报, 2002, 20 (4): 695-704.
- [27] 杨华, 张军, 王飞雁, 等. 鄂尔多斯盆地古生界含气系统特征 [J]. 天然气工业, 2000, 20 (6): 7-14.
- [28] Charles S S. The roles of organic matter in the formation of uranium deposits in sedimentary rocks [J]. Ore Geology Reviews, 1996, 11 (1-3): 53-69.
- [29] 孙晔, 李子颖, 肖新建, 等. 油气圈闭与鄂尔多斯盆地北部铀成矿关系探讨 [J]. 铀矿地质, 2004, 20 (6): 337-343.
- [30] 翟裕生, 邓军, 李小波. 区域成矿学 [M]. 北京: 地质出版社, 1999. 287.
- [31] 翟裕生, 邓军, 汤中立, 等. 古陆边缘成矿系统 [M]. 北京: 地质出版社, 2002. 416.
- [32] Deng Jun, Wang Qingfei, Wei Yanguang, et al. Metallogenic effect of transition of tectonic dynamic system [J]. Journal of China University of Geosciences, 2004, 15 (1): 23-28.
- [33] 邓军, 王庆飞, 黄定华, 等. 成矿流体运输物理机制研究的关键难题与方法体系 [J]. 地球科学进展, 2004, 19 (3): 393-398.
- [34] 邓军, 孙忠实, 王建平, 等. 动力系统转换与金成矿作用 [J]. 矿床地质, 2001, 20 (1): 71-77.
- [35] 刘和甫, 李小军, 刘立群. 地球动力学与盆地层序及油气系统分析 [J]. 现代地质, 2003, 17 (1): 80-86.
- [36] 邓军, 陈学明, 饶群群, 等. 南岭地区两种类型盆地的压实流体系统及其矿化作用 [J]. 现代地质, 2004, 18 (1): 1-7.
- [37] 邓军, 徐守礼, 吕古贤, 等. 胶东西北部断裂构造与成矿作用 [J]. 现代地质, 1996, 10 (4): 502-511.
- [38] 陈学明, 邓军, 白金刚, 等. 云南白牛厂矿区古生代沉积盆地的成矿流体系统 [J]. 现代地质, 2000, 14(2): 173-178.