

文章编号:1001-6112(2000)02-0146-06

# 鄂尔多斯盆地中部东西向天然气聚集区带研究

方国庆<sup>1,2</sup>, 刘德良<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 兰州地质研究所, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学技术大学 地球与空间科学系, 安徽 合肥 230026)

**摘要:**鄂尔多斯盆地已发现的工业气田刘家庄、胜利井、长庆、镇川堡、吴堡等皆分布于中部东西向构造带上, 而盆地其它地区仅个别井有气显示或产少量的工业气流。它们的储层为奥陶系碳酸盐岩或石炭、二叠系煤系地层中的砂岩和薄层灰岩, 气源均与奥陶系或石炭、二叠系烃源岩有关, 都为纯气藏, 显示出良好的一致性。这种工业气田带状分布于盆地中部东西一线不是偶然的, 反映着中部过渡构造带对它们成藏及分布的控制作用。以中部构造带为背景将它们从相同或相似的成因背景上联系起来归入中部东西向天然气聚集区。显然, 该区是天然气勘探的最有利目标。

**关键词:**天然气聚集区带; 沉积岩; 构造地质; 鄂尔多斯盆地

**中图分类号:** TE122.1

**文献标识码:** A

鄂尔多斯盆地是我国石油工业的发祥地。早在1907年, 就在此钻探了中国大陆上第一口油井——延1井, 从此揭开了我国近代石油工业的序幕。随后, 经历七十余年的勘探一直未有大的突破, 仅发现十余处中、小型油气田。直至八十年代后期, 油气勘探才获重大进展, 发现探明储量大于 $2 \times 10^{11} \text{m}^3$ 的长庆大气田。该气田的发现证明, 鄂尔多斯地区是一大型含油气盆地。这一发现, 促使勘探由油向油气兼探转变, 也加快了对盆地天然气生成、富集、成藏、分布规律的研究。与此同时, “下一个大气田在那里?”的问题也成了关注的焦点。但至今天然气富集与分布规律尚不很清楚, 这制约了天然气勘探向深度和广度的发展。近年来, 我们开展了天然气聚集区带的研究, 结果表明在盆地中部发育东西向的天然气聚集区, 该区包括横山堡、天池—李家场、长庆、镇川堡、吴堡以及新预测的鄂前旗等气聚集带。它的形成主要受控于盆地中部东西向构造带。这一认识的提出, 对该盆地天然气富集成藏及分布规律的研究和勘探有着积极意义。

## 1 中部东西向构造带

长期以来, 鄂尔多斯盆地以构造稳定著称于世, 从其较为简单的构造区划可见一斑。八十年代中期

在地震勘探中发现了中央古隆起, 它的确定对长庆气田的勘探起了决定性作用。这一发现也带给我们一个重要启示, 就是盆地内并不象传统认为的那样均一, 次级构造仍然是发育的。张福礼<sup>[1]</sup>等曾依据现今地表构造特征划分出一个定边—吴堡的东西向构造带, 但未受到重视。我们的研究支持这一划分, 不同的是认为这一构造带的范围应更大一些, 其北界至乌审旗, 南界达靖边, 向西延伸与西缘冲断带交叉复合, 向东与晋西挠褶带交叉复合, 大致范围见图1和2。主要依据有以下几个方面。

### 1.1 早古生代发育的东西向展布的浅拗陷

早古生代, 鄂尔多斯盆地属边缘克拉通盆地。鄂尔多斯盆地及周边古构造地貌景观呈现为: 南面发育秦岭—祁连大洋, 西面发育贺兰坳拉槽, 北部有乌兰格隆起, 盆地主体部分被陆表海覆盖, 在贺兰坳拉槽—秦祁大洋的过渡处发育大陆边缘带(图1)。南部偏西发育的中央隆起主要表现为水下隆起, 于早奥陶世露出水面。该克拉通盆地既不是一个中间凹周缘凸的典型克拉通盆地形态, 也不是向南平缓单倾的形态。较为突出的是在盆地中部发育东西向展布的浅拗陷, 分割了北部伊盟隆起和中央古隆起。在该浅拗陷内沉积了较厚的下古生界地层(图1)。浅拗陷与局部凹陷沉积的耦合形成了下古生界重要的烃源中心。在早古生代分期的沉积相图

收稿日期:1999-06-02; 修订日期:2000-03-15.

基金项目:国家“九五”科技攻关项目(96-110-01-05-03).

作者简介:方国庆(1963—), 男(汉族), 江苏沭阳人, 硕士, 副研究员, 主要从事沉积与构造地质学研究工作.

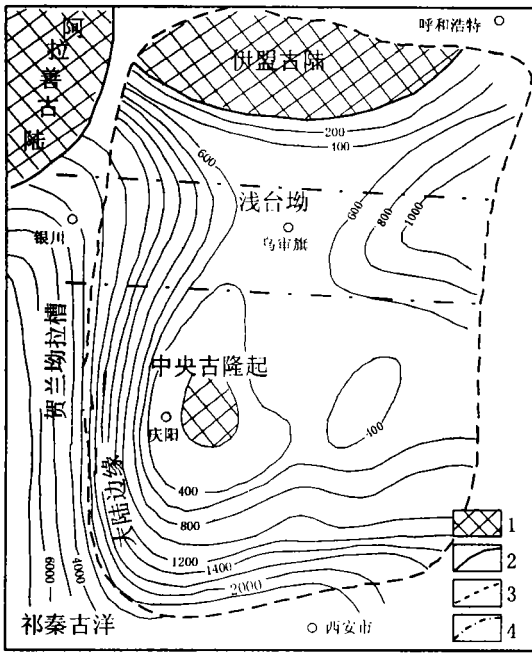


图1 鄂尔多斯盆地地下古生界沉积厚度<sup>[4]</sup>及主要构造分区

1. 古陆地; 2. 沉积厚度; 3. 中部构造带; 4. 盆地边界

Fig. 1 The Lower Paleozoic sedimentary thickness and main tectonic subzones in the Ordos Basin

上可以明显看出,在中部过渡构造带上,发育联结南、北两块体的过渡相带<sup>[1~5]</sup>。

### 1.2 华北海与祁连海的通道

晚古生代中期,经过加里东运动联结起来的阿拉善、鄂尔多斯、华北(陕义)等地块组成的扩大了华北陆块趋于活动。鄂尔多斯地块的大部分地区又开始下沉。地块西侧的祁连海水沿着第3次复活的贺兰裂谷自西向东漫漫,东侧的华北海自东向西漫漫。此期的中央古隆起成为分割两大水域的天然屏障。随着海侵的加剧两大水域逐渐汇合,而最先汇合的部位则是早先风化壳的低部位。两大水域贯通的早期海相灰岩即太原组下部灰岩的分布范围能够说明贯通的路线和部位。在本区,太原组沉积较厚的地带对应早先岩溶洼地,继承了早先岩溶地貌格局,也说明东西构造浅凹带的存在及其对沉积的控制作用。

### 1.3 晚古生代海(湖)与陆地过渡带

与早古生代相比,晚古生代鄂尔多斯属于远离海洋本部的内克拉通盆地。早期华北海和祁连海向鄂尔多斯地区漫漫,中央古隆起成为两大水域的分

水岭;至晚石炭世后期,该盆地基本被填平,中央古隆起停止活动不再控制后期的沉积。中后期,由于兴蒙海槽的关闭和古特提斯洋的扩张,伊盟隆起北部的造山带隆升成为盆地主要物源,盆地南部沦为秦岭海槽的北部边缘。在伸展背景下,早先的隆起逐渐下沉,被浅海覆盖。盆地整体呈现为北高南低的面貌,自北而南呈现出侵蚀高地→洪积扇→冲积平原→三角洲→海(湖)的古地理格局(图2)。从二叠纪早期至晚二叠世早期沿中部构造带发育多期三角洲沉积体系。三角洲沉积本身就为陆相与海(湖)相之间的过渡型沉积体系,其位置发育于海(湖)与陆之间的过渡部位。这表明中部东西向构造带控制了三角洲沉积体系的发育,呈现出海(湖)与陆地过渡构造带与过渡型沉积体系的耦合关系。

此外沿中部东西向构造带在奥陶系顶部风化壳内发育东西向的岩溶低地<sup>[6]</sup>,发育下古生界过渡型的构造热演化分区<sup>[5]</sup>;盆地南北新构造体系明显不同<sup>[7]</sup>,并且现今盆地南北不同地貌的分界线亦位于该带内。这些都支持中部构造带的存在。

该构造带的显著特点是构造幅度小<sup>[8]</sup>,兼具盆地南北构造单元的特征,具有明显的过渡性。因此,又称之为中部东西向过渡构造带。该构造带活动时限长,最早可推至中元古代,最晚至今仍有活动的迹象,是控制盆地南北差异的关键性构造带。

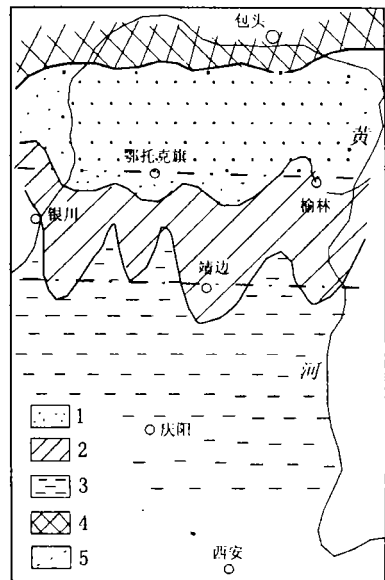


图2 鄂尔多斯盆地早二叠世晚期古地理图

1. 冲积平原; 2. 三角洲; 3. 湖泊; 4. 侵蚀高地; 5. 中部构造带

Fig. 2 Paleogeographic map for the late of the Early Permian in the Ordos Basin

该构造带的成因与盆地南北基底结构不同有关。此外,从区域地质背景上看,特提斯构造体制的远程效应对鄂尔多斯盆地南部影响较强,而古蒙古洋构造作用对盆地北部影响更大,其直接结果导致南北两块体的差异运动,从而形成南北两块体之间的过渡带。而该过渡带可能是古生代秦岭造山带与兴蒙造山带的造山作用对华北陆块影响的交汇转换带。因此,古生代鄂尔多斯盆地的构造与沉积分异主要为南北向,在此基础上,受贺兰坳拉槽的影响又叠加了东西向的构造与沉积分异。

## 2 中部东西向气聚集区带分布及其共性

鄂尔多斯盆地的气聚集区带在“八五”期间已进行过深入的研究<sup>[6]</sup>。气聚集区带分布见图 3。由该图可以看出,除伊盟预测气聚集带外其它气聚集区带皆分布在中部构造带上。故将这些气聚集区带归入更高级别的中部东西向气聚集区(图 3)。与以前明显不同的是,将中部气聚集区降级为中部气聚集带,并增加了吴堡气聚集带。

### 2.1 构造背景的同源性

鄂尔多斯盆地目前已发现的工业气田刘家庄、胜利井、长庆、镇川堡、吴堡等无一例外皆分布于中部构造带上,而盆地其它地区仅有个别井有气显示或少量的工业气流。这种工业气田的带状分布与中部过渡构造带的吻合不是偶然的,反映着中部构造带对它们成藏及分布的控制作用。

### 2.2 产气层位的一致性

该气聚集区上的工业气藏皆位于奥陶系的碳酸盐岩或上古生界石炭至二叠系煤系地层中的砂岩之中(表 1)。

### 2.3 气源岩的相似性

尽管对鄂尔多斯盆地气源的研究尚有争议,但

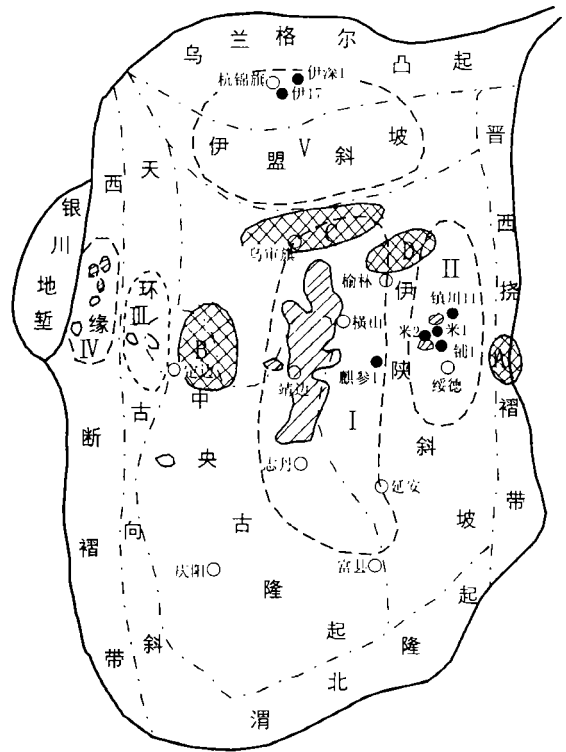


图 3 鄂尔多斯盆地天然气聚集区带分布及有利区块预测(据戴金星<sup>[6]</sup>等资料改编)

- I. 长庆气聚集区; II. 东部气聚集区; III. 天环气聚集带;
- IV. 西缘气聚集带; V. 伊盟预测气聚集带
- A. 吴堡气聚集带; B. 鄂前旗气聚集带; C、D. 预测有利区块
- 1. 气藏(田); 2. 含气构造; 3. 产气井;
- 4. 气聚集区带; 5. 一级构造边界

Fig. 3 Natural gas accumulation zone distribution and favorable district prediction for the Ordos Basin

这些气田的气源均与奥陶系或石炭-二叠系的烃源岩有关<sup>[5,9]</sup>。

### 2.4 纯气藏的单一性

位于中部过渡构造带上的气藏均为纯气藏,显

表 1 气聚集带的产气层位和储层类型

Table 1 Gas-generating horizons and reservoir types of gas accumulation belts

序号	气聚集带	产气层位	储层类型
1	横山堡	石炭系、二叠系	砂岩
2	天池-李家场	石炭系、二叠系、奥陶系	砂岩、碳酸盐岩
3	长庆	石炭系、二叠系、奥陶系	砂岩、碳酸盐岩
4	镇川堡	石炭系、二叠系、奥陶系	砂岩、碳酸盐岩
5	吴堡	石炭系、二叠系	砂岩

示出良好的一致性。

根据以上特征将横山堡、天池—李家场、中部、镇川堡、吴堡等气聚集带归入更高级别的气聚集区,这样就以中部构造带为背景将这些气聚集带依据成因联系起来。

### 3 典型气聚集带分析

就目前的研究程度,对中部气聚集区的论述似乎还不充分和令人信服,已发现气田的形成分布是否一定受到中部构造带的控制?是否形成一个与中部构造带相耦合的气聚集区?这里两个非常“巧合”的现象极为引人注目:为什么南北向延伸数百千米的晋西挠褶带和西缘冲断带仅在与中部构造带相叠合的部位才有气藏?而在这两个构造带的其它部位至今未有工业气藏的发现,甚至见气的单井都很少?究其本质,横山堡与吴堡气聚集带的形成受控于中部东西向构造带,而这两个气聚集带的存在也反证了中部气聚集区存在的可信性。

#### 3.1 吴堡气聚集带

吴堡气聚集带位于晋西挠褶带的中部,典型气藏为吴堡水动力复合气藏<sup>[1,5]</sup>。目前该气藏控制储量较少,仅被当地小规模开采利用。该气聚集带的形成与中部过渡构造带有密切关系。

##### 3.1.1 发育局部的烃源岩中心

海西期,由于受中部构造带的影响,在吴堡一带形成东西向的浅凹带,北部为吕梁古隆起,南部为中条古隆起。华北海水自东向西侵入时,首先在此部位侵入,先行沉积的本溪组地层在区内呈中间厚、南北薄的特点。在绥德—离石一带形成了局部的烃源中心。在本区,太原和山西组合煤11层,累积厚达8~15m,是聚煤中心,成为极好的煤成气源岩<sup>①</sup>。

##### 3.1.2 三角洲砂体发育

本区虽然不在佳县三角洲体系的主体带上,但仍然发育该三角洲前缘的砂体。产气层位的山西组即下石盒子组底部的三角洲前缘砂体,岩性以细、中粒长石石英砂岩为主,物性条件较好。而该三角洲沉积体系受控于中部过渡构造带,为中部三角洲发育带的一个组成部分。

##### 3.1.3 储气构造发育

吴堡地区为一两翼近于对称的东西向大型鼻状隆起。该构造东翘西倾,北侧被断层切割<sup>[1]</sup>。这样,一个发育于西倾单斜背景上的鼻状隆起就成为气体运移聚集的有利部位。在构造高部位钻井出气证明了这一点。

#### 3.1.4 东西向构造发育

晋西挠褶带北起偏关,南至乡宁,南北向延展四百余千米。主干构造以南北或近南北向为主。但是,极为引人注目的是中部柳林一带发育东西走向的构造而与该挠褶带其它地段有明显的不同。这些东西向构造有宽缓背斜、断面南倾的正断层和一系列宽缓的短轴褶曲,包括前述的吴堡大型东西向鼻状隆起。这些东西向的构造发育在中部构造带内,成为该构造带的重要组成部分。该区东西向构造以及吴堡气聚集带位于中部构造带上,这决不是一种简单的巧合,反映着它们内在的必然联系。

#### 3.2 横山堡气聚集带

横山堡气聚集带位于鄂尔多斯盆地西缘冲断带中部的横山堡段。已发现刘家庄、胜利井、摆晏井、免东等工业气田。产气层位为山西组—石盒子组,储层为三角洲沉积体系中的河流相砂岩。产气构造为背斜、半背斜,属典型的构造气藏。个别气藏岩相变化对气藏分布有控制作用,成为构造-岩性复合气藏。

横山堡气聚集带的产出位置十分耐人寻味。论生油条件这里距生烃中心较远,古生界的生烃中心在乌达、韦洲等地;论构造条件这里并不是构造高部位。那么,为什么唯独在此产出工业气藏?!究其本质与中部构造带的控制有关。

##### 3.2.1 有利的生储盖组合

晚石炭世至早二叠世,在横山堡一带由于受中部构造带的控制形成局部凹陷,从而发育局部的烃源中心。该烃源岩为太原组和山西组煤系地层,厚度在140~300m之间,平均为223m。暗色泥岩厚度一般为100~170m,煤层厚度为10~25m。暗色泥岩有机碳平均含量为1.8%,氯仿沥青“A”含量为0.09%,总烃含量为 $430 \times 10^{-6}$ ,属较好的烃源岩。有机质的热演化已达成熟阶段,据本区12口井的32个分析数据,气煤反射率为0.54%~0.968%,其中30个为0.6%~0.9%<sup>②</sup>。

① 汪泽成. 鄂尔多斯盆地晋西地区上古生界岩相古地理研究及油气地质综合评价. 1996.

② 戴金星,等. 我国天然气聚集区带的划分、特征及大中型气田预测. 1995.

中部过渡构造带控制形成的过渡型三角洲沉积体系形成极好的储盖组合。横山堡气聚集带位于该三角洲沉积体系的主体带上,成藏的储盖组合有利。

### 3.2.2 东西与南北向构造的叠合改造

长达600余千米的西缘冲断带可分为北、中、南3段,中段横山堡段与南、北两段有显著的差别(图4)。

构造地貌显示,北段以桌子山为主体构成盆地西北缘的边界带;南段由沙井子、青龙山、罗山等冲断带组成,断续出露地表形成一系列山岭;与南、北两段强烈反差的是中段全部隐伏于地下。

断块构造显示,在南北向断裂体系的基础上中段有较南、北段更为发育的东西向断裂构造,将南北向断裂切割成多个小断块。而且中段南、北尚发育两条横穿西缘冲断带的大断裂(图4),其中以刘家庄—青铜峡大断裂最为明显。该断裂为横山堡段的南部边界,向西经过贺兰山南端与龙首山—查汗布勒格大断裂相接。后者是控制巴彦浩特盆地形成的一条重要深大断裂。刘家庄—青铜峡断裂在晚古生代就已存在。它对该断裂两侧地层发育有明显的控制作用。如贺兰山区有厚达千余米的中、上石炭统,缺失白垩系及第三系。而在马家滩以及大、小罗山一带中、上石炭统仅七百余米厚,白垩系及第三系厚度却很大<sup>[10]</sup>。该断裂造成了中段横山堡段有与南段不同的边界条件,使其在西缘冲断带形成时有可能形成与南段不同的构造样式。该断裂是中部构造带西区的一个重要组成部分。横山堡段北部以正义关断裂为界。该断裂位于石咀山北,贺兰山北段,在地貌上有明显的反映。

反向冲断显示,南、北两段冲断方向由西向东,但中段则是自东向西与整个西缘冲断带极不协调(图4)。如果着眼于广义的西缘断褶带,那么包括贺兰山和银川地堑的西缘断褶带中段与南、北两段的差别就更为明显。

在统一的力学机制下形成的西缘冲断带怎么会形成中段与南、北两段的明显不同?特别是横山堡段为什么出现自东向西的与整个西缘带自西向东极为不协调的逆冲方向?这些问题一直未有很好的解释<sup>[11,12]</sup>。基于中部过渡构造带的发现,我们推论,造成这些地质现象的原因是西缘冲断带与中部过渡构造带的相互叠加与复合<sup>[8]</sup>。而这一因素是造成本段形成气聚集带的重要控制因素。横山堡段东倾的冲断层与南、北两段西倾的冲断层就是以青铜峡

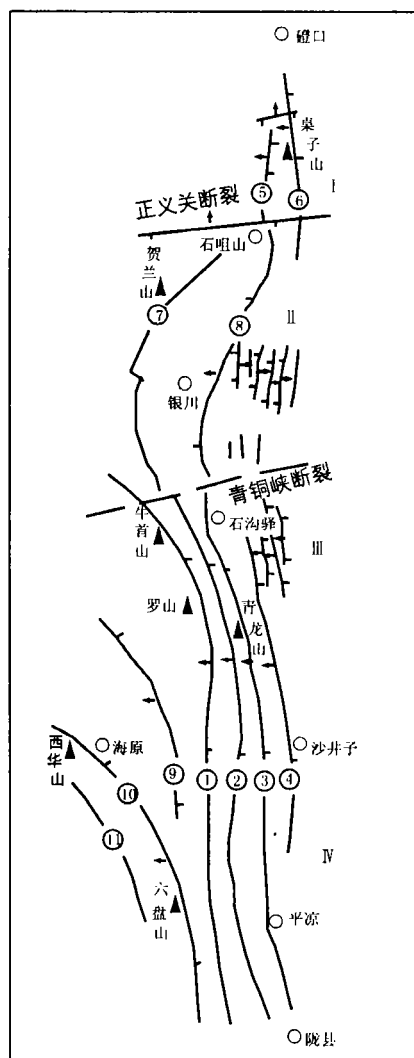


图4 鄂尔多斯盆地西缘冲断带构造简图<sup>[4]</sup>

- I. 桌子山段; II. 横山堡段; III. 马家滩段; IV. 沙井子段
- 1. 牛首山—固原断裂; 2. 下马关—华亭断裂;
- 3. 青龙山—平凉断裂; 4. 惠安堡—沙井子断裂;
- 5. 岗德尔山东麓断裂; 6. 桌子山东麓断裂;
- 7. 贺兰山东麓断裂; 8. 黄河断裂; 9. 清水河断裂;
- 10. 海原—六盘山断裂; 11. 西吉断裂

Fig. 4 Sketch map showing thrust zone structure in the western margin of the Ordos Basin

—刘家庄以及正义关两条近东西向的断裂实现“转换”的。

## 4 结语

尽管鄂尔多斯盆地中部东西向气聚集区的确定是初步的,有关中部东西向构造带的特征、性质、成

因及其对气藏形成和分布的控制作用的论述仍不充分,诸多方面尚需深入研究,但是这种工业气田带状分布于盆地中部东西一线不是偶然的,中部构造带对它们成藏以及分布的控制作用是不容置疑的,期望对它的研究能引起重视。而这一研究对阐明盆地内天然气的生烃部位、储集空间、封堵圈闭、保存状态的背景演变和现在定位的规律有积极意义,对于天然气勘探亦会有重要价值。

#### 参考文献:

- [1] 张福礼. 鄂尔多斯盆地天然气地质[M]. 北京:地质出版社, 1994.47-59.
- [2] 冯增昭,陈继新,张吉森. 鄂尔多斯地区早古生代岩相古地理[M]. 北京:地质出版社,1991.42-79.
- [3] 冯增昭,鲍志东,张永生,谭健. 鄂尔多斯奥陶纪地层岩石岩相古地理[M]. 北京:地质出版社,1998.80-132.
- [4] 长庆石油地质志编写组. 中国石油地质志卷十二(长庆油田)[M]. 北京:石油工业出版社,1992.23-39.
- [5] 扬俊杰,裴锡古. 中国天然气地质学卷四(鄂尔多斯盆地)[M]. 北京:石油工业出版社,1996.18-42.
- [6] 戴金星,王庭斌,宋岩,等. 中国大中型气田形成条件——分布规律[M]. 北京:地质出版社,1997.81-99.
- [7] 朱照宇,丁仲礼. 中国黄土高原第四纪古气候与新构造演化[M]. 北京:地质出版社,1994.247-258.
- [8] 刘德良,沈修志,陈江峰,叶尚夫. 地球与类地行星构造地质学[M]. 合肥:中国科学技术出版社,1997.
- [9] 黄第藩,扬俊杰. 鄂尔多斯盆地中部气田气源判识和天然气成因类型[J]. 天然气工业,1996.16(6):1-5.
- [10] 彭作林,周振杰. 鄂尔多斯盆地西缘冲断带研究[A]. 鄂尔多斯西缘地区石油地质论文集[C]. 内蒙古人民出版社,1983.6-19.
- [11] 赵重远. 鄂尔多斯地块西缘构造单元划分及构造展布格局和形成机制[A]. 鄂尔多斯盆地西缘掩冲带构造与油气[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1990.40-53.
- [12] 刘和甫,陆伟文,王玉新. 鄂尔多斯地块西缘冲断褶皱带形成与演变[A]. 鄂尔多斯盆地西缘掩冲带构造与油气[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1990.54-76.

## STUDY OF THE WEST-EAST TREND NATURAL GAS ACCUMULATION ZONE IN THE MIDDLE OF THE ORDOS BASIN, CHINA

FANG Guo-qing<sup>1,2</sup>, LIU De-liang<sup>2</sup>

(1. Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;

2. Department of Earth & Space Sciences, China Science and Technology University, Hefei 230026, China)

**Abstract:** The discovered industrial gas fields, like Liujiashuang, Shenglijing, Changqing, Zhenchuanbu and Wubu in the Ordos Basin are all located in the west-east trend tectonic belt of the Middle. There are gas showings or a small amount of gas flows in only rare wells in the other regions of the basin. Their reservoirs are the Ordovician carbonate rock or sandstone and thin-bedded limestone in the Carboniferous and the Permian coal measures strata. The gas sources are pure gas pools and are all related to the Ordovician or the Carboniferous and the Permian hydrocarbon source rocks. They show good identity. Industrial gas fields zonally distributed in west-east trend in the middle of the basin is not accidental. It reflects the controlling action of the middle tectonic belt to the pool-formation and distribution of these fields. Taking the middle tectonic belt as setting and linking their same or similar genetic background together, these fields can be included into the west-east trend natural gas accumulation zone of the Middle. Obviously, this zone is the most favorable target for natural gas exploration.

**Key words:** natural gas accumulation zones; sedimentary rocks; tectonic geology; the Ordos Basin