

文章编号:0253-9985(2012)04-0571-07

# 中国中西部盆地差异构造演化与碎屑岩层系油气聚集分布

方成名<sup>1,2</sup>, 黄泽光<sup>2</sup>, 段铁军<sup>2</sup>, 胡宗全<sup>3</sup>, 杨帆<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国石化 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214126;

3. 中国石化 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

**摘要:**对中西部地区盆地构造演化和晚期差异构造改造的分析表明,四大盆地构造-成盆具有“同序异时”的演化特征,即均具有从伸展性盆地到压性或压扭性盆地转化的成盆序列;碎屑岩层系的晚期构造改造由山前冲断、差异隆升和掀斜等3种基本型式在横向上并列和纵向上叠加而成。构造-成盆作用与晚期构造改造共同控制了碎屑岩层系的油气富集分布及油气成藏类型与规模:单一的成盆序列和多样式的转化确定了四大盆地间相似的成藏组合类型与差异性分布特征,四大盆地改造的基本型式决定了油气富集的类型,而改造的叠加特征控制了油气富集成藏的期次和规模。基于对四大盆地碎屑岩层系油气富集构造控制因素的相似性和差异性认识,提出了油气富集构造区带类型的划分方案,划分出古隆起、斜坡、山前褶皱冲断及大型断裂4类油气富集区带类型及相应7种成因类型。

**关键词:**碎屑岩;油气成藏;油气富集区带;构造演化;中国中西部

**中图分类号:**TE122.1

**文献标识码:**A

## Differential tectonic evolution and hydrocarbon distribution in clastic strata of petroliferous basins in central-western China

Fang Chengming<sup>1,2</sup>, Huang Zeguang<sup>2</sup>, Duan Tiejun<sup>2</sup>, Hu Zongquan<sup>3</sup>, Yang Fan<sup>2</sup>

(1. School of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China;

2. Wuxi Petroleum Geology Research Institute, SINOPEC PEPRIS, Wuxi, Jiangsu 214126, China;

3. SINOPEC Exploration &amp; Production Research Institute, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The relationship between tectonic evolution and hydrocarbon distribution is complex in major petroliferous basins such as Sichuan, Ordos, Junggar and Tarim in central-western China. Analysis of the tectonic evolution and late differential tectonic modification of these basins shows that the four basins had the similar process and different geologic timing of tectonic evolution and basin formation, i. e. they all have a similar basin-forming process featuring in transformation from extensional to compressional or transpressional basin. The late tectonic modification of the clastic strata is characterized by lateral aligning and vertical superimposition of three basic structural styles including foreland thrust, differential uplifts and titled structure. Tectonic activity, basin formation and late modification jointly control hydrocarbon accumulation types, sizes and distribution. Simple basin-forming process but diversified tectonic transformation determines that the four basins have similar play types but differential distribution patterns. The basic modification style of the four basins determines their hydrocarbon accumulation types, while the superposition features control the timing and sizes of hydrocarbon accumulation. Based on the understanding of the similarities and differences of tectonic controlling factors on hydrocarbon accumulation among these basins, we put forward a play classification scheme. According to this scheme, we identi-

收稿日期:2012-02-12;修订日期:2012-07-11。

第一作者简介:方成名(1980—),男,博士研究生,盆地分析与油气地质综合研究。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05002-006-01)。

fied 4 play types including palaeo-uplift, slope, foreland folded-thrust and large fault.

**Key words:** clastic rock, hydrocarbon accumulation, play, tectonic evolution, central-western China

中西部碎屑岩领域是指四川盆地三叠系须家河组及其以上、鄂尔多斯盆地石炭系及其以上、塔里木盆地志留系及其以上和准噶尔盆地石炭系及其以上层系。据三次资评统计,中国石化在中西部四大盆地碎屑岩领域油气资源总量达到  $135 \times 10^{12}$  t 油当量,平均探明率不足 7%,资源勘探潜力大。然而,四大盆地碎屑岩层系的油气资源类型、规模分布及聚集模式等存在巨大差异。

盆地构造演化对碎屑岩油气差异分布的控制是毋庸置疑的,前人已对中西部地区前陆盆地或前陆冲断带碎屑岩层系油气的成藏特征与分布做了大量工作<sup>[1-4]</sup>。然而,随着勘探的深入,一批与碎屑岩层系有关的大中型油气田相继被发现。它们主要分布在古隆起带、甚至活动断裂带中,如塔中志留系稠油富集带、鄂尔多斯伊盟隆起带上古生界潜在气田群及鄂南中生界次生油藏等。显然,以单一的前陆盆地油气成藏模式并不能很好地解释上述新发现的油气田或富集带,有必要从盆地演化的全过程中分析油气的聚集分布。本文试图从四大盆地整体构造演化、变形的差异性对比入手,重点研究差异特征对四大盆地碎屑岩成藏组合分布、油气藏类型与规模、油气成藏的构造控制作用,提出碎屑岩层系油气聚集的构造区带类型,将有助于提高对中西部地区碎屑岩领域油气富集成藏规律的整体认识。

## 1 构造-成盆演化的差异性

晚古生代以来,中国中西部地区盆地的形成和演化受古国陆与西伯利亚大陆及其中间的哈萨克斯坦-伊犁和蒙古陆块,以及南方羌塘-印支陆块群的拼合过程控制<sup>[5]</sup>。晚古生代,中西部地区受古中亚洋的消亡,以及古特提斯开合过程影响,整体处于“北聚南离”的构造环境,即天山、阴山一线以北由于板块汇聚而处于挤压构造环境,其南缘由于古特提斯自西向东的扩张处于伸展构造环境。中生代,中西部盆地受欧亚陆块与冈瓦纳陆块之间特提斯洋的开合过程以及天山、祁连山、贺兰山等造山带的陆内俯冲挤压联合控制,相继进入陆内挤压环境。

中西部地区此合彼张以及陆块增生等构造活动的不同步性决定了中西部地区的构造-成盆具有“同序异时”演化序列以及多样式的同序转化形式(图1)。“同序”是指四大盆地晚古生代以来都经历了由早期伸展性克拉通内拗陷、台内断陷或拗陷向晚期压性陆内拗陷、前陆盆地的演化历程,但每个盆地发生转化的时间存在“异时”特征。准噶尔盆地西北缘率先于二叠纪完成由断陷盆地向前陆盆地转化<sup>[6]</sup>,而此时的塔里木盆地南缘和四川盆地处于古特提斯扩张构造域,发育弧后盆地、台内断陷盆地<sup>[5,7-8]</sup>。鄂尔多斯盆地处于北部挤压南部拉张的过渡部位,为弱伸展构造环境控制下的陆内拗陷盆地。中、新生代,中西部地区主体处于陆内俯冲造山的控制,发育中生代与新生代两期前陆盆地<sup>[9-10]</sup>。

## 2 “同序异时”构造-成盆演化对碎屑岩成藏组合发育与分布的控制

中西部四大盆地构造-成盆演化具有“同序异时”的特征,但不同类型盆地的发育期、发育时限及转化的形式存在差异。“同序”控制了四大盆地碎屑岩成藏组合类型及其演化历程的相似性,“异时”决定了四大盆地碎屑岩成藏组合和油气所处层系的差异性。“同序”转化的形式控制了盆地间碎屑岩成藏组合发育和分布的差异特征。

晚古生代至中生代早期,中西部地区的构造-成盆作用受控于古中亚洋关闭和古特提斯扩张的大地构造环境,由此形成复杂的盆地演化和沉积充填序列,发育多种碎屑岩油气成藏组合类型。四川盆地为古特提斯构造域控制下的克拉通台内裂陷与台内拗陷并列,不发育碎屑岩层系成藏组合。鄂尔多斯盆地为加里东造山期后华北大型陆内拗陷的一部分,晚石炭世-中二叠世发育一套向南、北两侧隆起带超覆的陆相含煤碎屑岩沉积,以发育大面积的优质煤系气源岩和垂向上多个生储盖成气组合叠置为特征,具备良好的资源基础。准噶尔盆地为两期不同盆地原型的叠加,陆内前陆盆地(中二叠统-中三叠统)叠加在造山期后的塌陷盆地(石炭系-下二叠统)之上,相应地发育

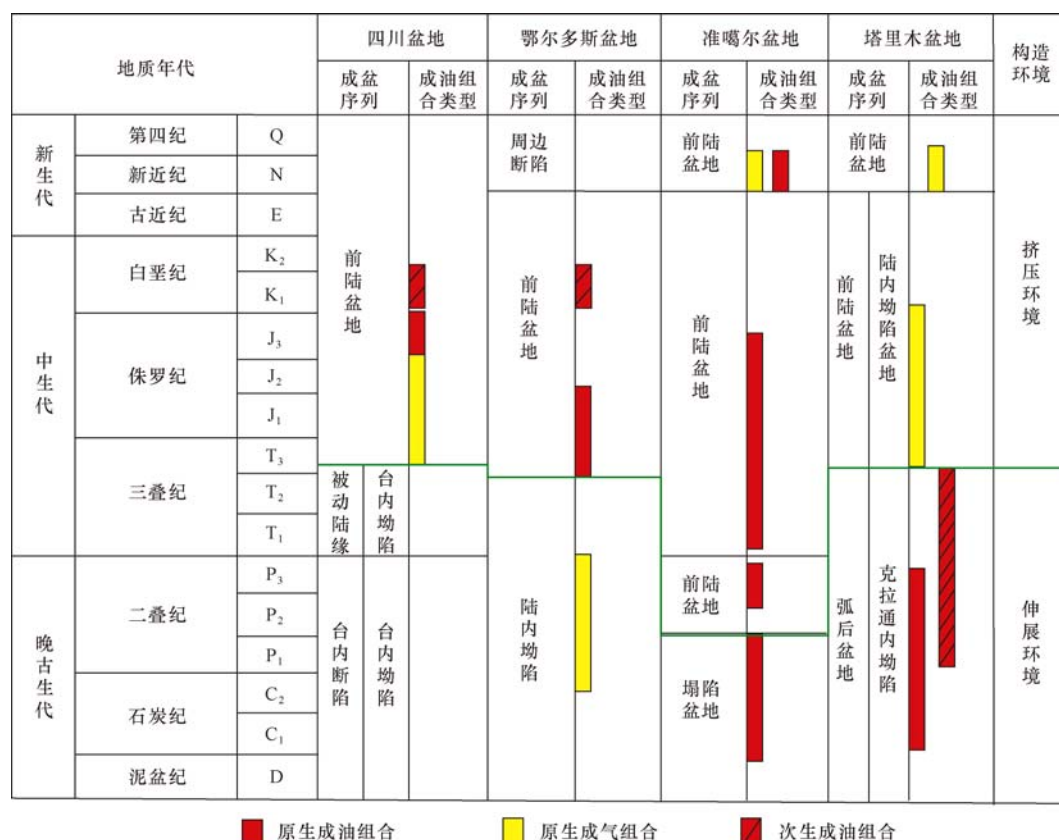


图1 四大盆地演化与碎屑岩系成油气组合发育特征对比

Fig. 1 Comparison chart showing the tectonic evolution and plays in clastic strata in the four petroliferous basins in central-western China

两种成油组合,分别由发育湖相优质油源岩的碎屑岩系和火山岩夹含煤碎屑岩系构成。塔里木盆地受南缘古特提斯开合构造环境影响,为弧后前陆盆地和克拉通内拗陷并列,发育由南、北两侧向中央活动隆起不断超覆的海陆过渡相碳酸盐岩夹碎屑岩沉积,且仅在塔西南弧后地区形成碎屑内部成油气组合,其它地区碎屑岩系源岩不发育,但通过活动断裂沟通海相源岩形成次生型油气组合。

中、新生代,受板块聚敛为主的压扭型盆山体制控制,中西部地区处于挤压和压扭为主的构造应力场,相应发育挤压及压扭型两类前陆盆地。盆地沉积充填纵向上具反旋回特征,细碎屑沉积发育在层序底部,均形成下生上储式的成油气组合类型。平面上以压性为主的四川和鄂尔多斯盆地,沉积层序由山前向前陆依序超覆、相带较宽,成油气组合分布范围广,并通常具有前陆突变式迁移的特征,形成两套成油气组合呈“立交桥式”的纵向叠置。四川盆地分别形成以龙门山前为沉积中心近南北走向的上三叠统须家河组成气组合

和以米苍-大巴山前为沉积中心近东西走向的侏罗系成油气组合。鄂尔多斯盆地则由晚三叠世西南缘前陆向侏罗纪-白垩纪西缘前陆迁移,延长组成油组合与延安组成油组合的优势发育区相应地发生迁移。塔里木与准噶尔两个以压扭性为主的盆地沉积中心具有斜向迁移的特征,沉积相带相对较窄,主要分布于山前带,分布范围相对较小。

### 3 差异式构造变形与改造对油气藏类型与规模的控制

#### 3.1 四大盆地构造变形与改造型式

差异式构造变形是中西部叠合盆地的普遍地质特征。中西部四大盆地晚古生代以来经历了印支、燕山、喜马拉雅期多幕次构造作用的叠加与改造,每一期的构造改造由差异隆升、山前冲断与掀斜等3种基本型式组成。差异隆升主要表现为盆地腹部的隆拗格局,伴生同期活动断裂;山前冲断

型即造山期作用于盆地边缘的挤压冲断,变形具有平面分带、纵向分层的特征;掀斜型是指地质块体“翘翘板”式的整体性改造,表现为一端隆升、另一端沉降。

四大盆地碎屑岩层系现今的构造变形即是3种基本改造型式的横向并列与纵向叠加。

### 3.2 差异变形对成藏期次与油气藏类型、规模的控制

构造运动的多期性控制了中西部地区碎屑岩层系多期成烃、成藏和晚期为主的特点<sup>[11]</sup>,构造改造的型式和强度控制了油气藏类型与油气田的规模。

盆覆区早期构造相对稳定,晚期易遭受不同方式的改造,具备晚期调整或次生成藏的特征。鄂尔多斯盆地覆部地区上古生界于燕山早期形成大面积岩性气藏,燕山晚期西倾改造,早期气藏发生向东调整或次生成藏。燕山晚期断裂与裂缝控制了鄂尔多斯盆地西南部中生界延长组的油气高产富集和白垩系的次生成藏<sup>[11-12]</sup>。准噶尔盆地中部地区车莫古隆起区于燕山期形成大面积岩性、构造-岩性油气藏,喜马拉雅期的整体南倾改造使早期聚集的油藏发生同向或反向调整<sup>[13]</sup>(图2)。塔中地区上古生界石炭系-二叠系成油气组合,在印支期以来的差异隆升及其伴生断裂改造下,形成次生型构造、构造-地层型油气藏,规模较小,并具备下部碳酸盐岩与上部碎屑岩立体式多期成藏的特征。川中长期稳定的隆起带上分布着多个规模不大的岩性油藏。

盆缘区构造活动性相对较强,并有多期叠加冲断和早期冲断、晚期差异隆升改造两种型式,形成上、下两套构造层。前者具有与冲断构造期次相匹配的多期成藏,以构造油气藏为主,规模较大。库车前陆褶皱带东秋里构造带,具备燕山期和喜马拉雅期叠加冲断构造带,两套构造层系均有油气分布,油气藏类型以构造油气藏为主(图3),油气藏往往成排成带展布。晚期掀斜改造型冲断带上、下两套构造层具有不同的成藏特征,下部构造层具备早期成藏、晚期调整,上部构造层以晚期成藏为特征。准西北缘于海西晚期形成山前冲断带<sup>[14]</sup>,中、新生代以来的差异隆升,形成该区沿超覆面和同沉积断裂带形成带状分布的地层型和构造型油气藏,规模一般较大,如沿红车断裂和中、新生界超覆面形成两类不同的富油带。

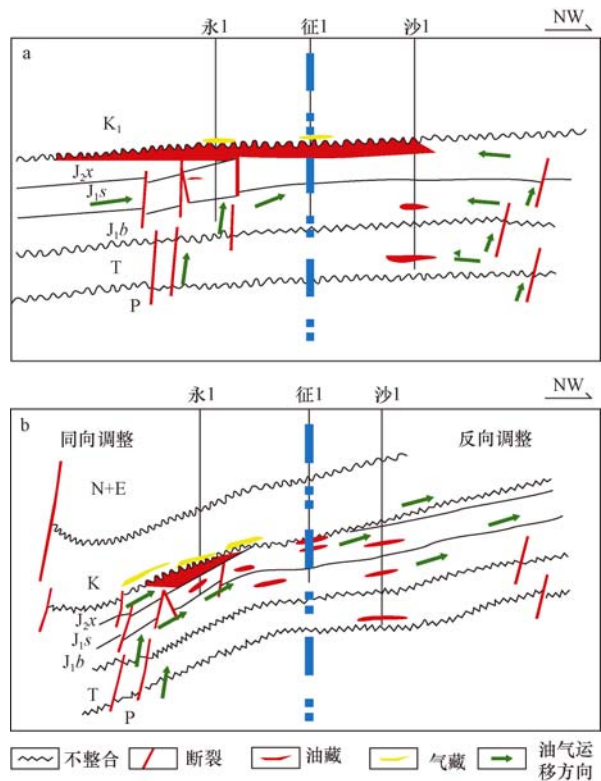


图2 车莫古隆起不同阶段油气运聚模式

Fig. 2 Hydrocarbon migration and accumulation patterns at different stages in Chemo paleo-uplift  
a. 隆起带发育期; b. 掀斜改造期

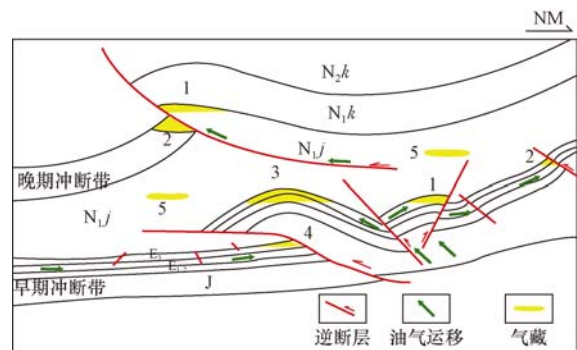


图3 库车东秋里格叠加冲断构造带与油气藏分布  
(据金文正,2007,有修改)

Fig. 3 Distribution of hydrocarbon accumulation in Dongqiulige thrust zone in Kuqa Depression (modified from Jin Zhengwen, 2007)

1. 断背斜圈闭; 2. 断层遮挡圈闭; 3. 背斜圈闭; 4. 岩性-断层圈闭; 5. 砂岩透镜体圈闭

## 4 中西部碎屑岩层系油气富集区带构造分类

晚古生代以来的四大盆地构造演化特征控制

了中西部地区碎屑岩层系油气富集构造区带类型的相似性与分布的差异性。根据油气聚集与分布的构造控制因素、构造类型与形态,将中西部地区碎屑岩领域油气富集与分布按构造区带类型划分为古隆起带、斜坡带、山前褶皱冲断带及大型断裂带4类及相应的7种成因类型。富集区带类型的划分注重油气藏分布所处现今构造的属性,而成因类型主要依据油气富集的构造主控因素与形成的油气藏类型及其分布特征(表1)。

4.1 古隆起带

古隆起带是沉积盆地中的大型正向构造单元,对于沉积盆地的构造演化、沉积体系及流体活动都有较大的制约作用,隆起对油气富集的控制作用与之长期处于油气运移的有利指向区是紧密相关的。

根据古隆起形成以后遭受的构造改造型式,可进一步划分为稳定古隆起、活动古隆起和构造隆起带等3种成因类型。

稳定的古隆起是指长期稳定或晚期仅遭掀斜改造的正向构造带,通过控制碎屑岩层系沉积相带展布,形成以岩性、地层型油气藏为主的大面积成藏特征。

活动古隆起是指碎屑岩沉积期,伴随差异升降改造,断裂与不整合面构成的有效输导体系是此类油气聚集成藏的关键,多层系次生富集与油气田规模相对偏小是其主要成藏特征。

构造隆起带是指坳陷带中相对构造高地,为构造挤压形成,通常呈成排成带展布,以发育构造、构造-岩性原生油气藏为主,油气田规模与坳陷带的供烃能力密切相关,晚期小型断裂与裂缝可导致上覆层系次生成藏,但规模小。

表1 中西部地区碎屑岩层系主要油气聚集构造区带类型与分布  
Table 1 Types and distribution of the major plays in the clastic strata in western-central China

| 油气富集构造区带类型 | 油气富集区带成因类型 | 富集特征、主控因素与油气藏类型                                   | 典型油气富集带                           |
|------------|------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 古隆起带       | 稳定古隆起带     | 大面积、多层系富集<br>构造-岩相控藏<br>岩性、地层型油气藏为主               | 鄂北伊盟古隆起<br>川中古隆起<br>车-莫古隆起        |
|            | 活动古隆起带     | 海相、陆相多层立体式富集<br>断裂、裂缝控藏<br>构造、地层-岩性型油气藏为主         | 沙雅隆起<br>巴楚-塔中隆起<br>陆梁隆起<br>鄂南庆阳隆起 |
|            | 构造隆起带      | 带状富集<br>适时构造圈闭控藏<br>构造型油气藏为主                      | 川西孝泉-丰谷<br>川东北通南巴                 |
| 斜坡带        | 前陆斜坡       | 分带式富集<br>圈闭有效性控藏<br>斜坡上部地层型、中下部低幅构造型油气藏为主         | 淮南<br>麦盖堤<br>库车南缘                 |
|            | 围限斜坡       | 环带状或对称式富集<br>构造-岩相或不整合面控藏<br>以不整合面、地层型油气藏为主       | 塔中-巴楚<br>环川中古隆起                   |
| 大型断裂带      |            | 带状富集<br>“通源”断裂的适时反转控藏<br>以断块、断鼻、断背等构造型油气藏为主       | 色列布亚<br>雅南<br>红车                  |
| 山前褶皱冲断带    | 叠加型        | 纵向双层式带状富集<br>断层与相关背斜圈闭控藏<br>以构造油气藏为主              | 天山南<br>塔西南<br>淮南                  |
|            | 早期型        | 纵向双层、上层为主的带状富集<br>下层断层、上层不整合控藏<br>下层构造、上层地层型油气藏为主 | 准西北缘<br>川西<br>川东北                 |

## 4.2 斜坡带

斜坡带位于隆起向坳陷的过渡部位,面向生烃坳陷且本身具有一定的生烃潜力,因而具有良好的油源条件,是油气向隆起运移的必经之路,而且由于地层从斜坡部位开始向隆起顶部逐步发生尖灭、剥蚀,斜坡带部位也能发育地层尖灭圈闭,斜坡区一般还具有三角洲等有利的储集相带。

根据斜坡形成机制及分布,可将斜坡带分为前陆斜坡带和围绕古隆起分布的围限斜坡。

前陆斜坡带是区域挤压背景下形成的构造斜坡,具有上部剥蚀、下部埋藏与单向倾斜的特征。斜坡不同部位发育的油气藏类型存在差异:斜坡上部因地层尖灭、构造作用弱易形成地层-岩性油气藏,如车排子地区排2井沙湾组油藏;斜坡中下部受前陆冲断褶皱作用影响易形成背斜岩性、断层等复合油气藏,如麦盖提斜坡带西段上倾方向的上古生界低幅构造与岩性油气聚集带<sup>[15]</sup>。

围限斜坡受古地貌控制,多为沉积斜坡,具有构造活动弱的特征。油气藏多分布于斜坡带上部的岩性尖灭带,以地层-岩性油气藏为主。如塔河地区沙雅隆起带S112-2井志留系上倾岩性尖灭油藏<sup>[16]</sup>。

## 4.3 山前褶皱冲断带

山前褶皱冲断带是碎屑岩系油气成藏富集的主要构造区带类型,其发育模式与变形特征控制了油气的成藏模式和分布<sup>[1-4,17]</sup>。中西部地区山前褶皱冲断带的变形可划分为叠加型、早期型和晚期型3种,四大盆地以叠加型和早期型为主。

叠合型指喜马拉雅期形成的山前冲断带叠加于晚古生代-印支期冲断带之上,由深部和浅部两个层次的构造组成。纵向上发育多套烃源层系、多套成藏组合,并具有多期成藏、以晚期为主的特征<sup>[4]</sup>。两套构造层系均有油气分布,油气藏类型以背斜油气藏为主。

早期型指早期发生山前冲断、晚期遭受改造,油气的形成和分布取决于晚期构造改造的型式和强度。

## 4.4 大型断裂带

大型断裂带指盆地内部构造较稳定地区发育

的一些大型断裂,并对油气的富集与成藏具有明显控制作用。这些断裂带多为盆地内部二级构造单元的分界断裂,并在多期构造活动中始终处于构造高部位,是两侧油气运移的有利指向区。断裂带附近易形成断背斜、断块、断鼻等多种类型的构造圈闭。断裂的“通源”与适时的反转是此类油气聚集带形成的关键。准噶尔西缘红车断裂“正-逆-正”的多次反转共同控制了油气垂向输导与保存的有效匹配<sup>[14]</sup>。

## 5 结论

1) 中西部四大盆地“同序异时”的演化特征对碎屑岩层系成藏组合发育具有明显的控制作用,“同序”决定了四大盆地碎屑岩成藏组合的相似性,“异时”决定了四大盆地成藏组合所处层系的差异性。

2) 中西部碎屑岩层系差异构造变形是差异隆升、山前褶皱冲断及掀斜3种基本改造型式的横向组合和纵向叠加。改造型式的横向差异决定了碎屑岩层系油气富集的类型与规模,而不同方式的纵向叠加控制了油气富集成藏的期次和规模。

3) 四大盆地碎屑岩层系油气的富集、成藏类型及分布与构造-成盆作用、差异构造改造密切相关,根据油气分布的构造形态与富集的构造主控因素,可划分出古隆起带、斜坡带、山前褶皱冲断带与大型断裂带等4类油气聚集构造区带及相应地7种成因类型。

致谢:本文引用了部分中国石化科技部与西北局、华北局、西南局、勘探南方分公司等地区局的科技项目研究成果,在此不一一赘述,谨在此向有关人员和单位表示感谢!

## 参 考 文 献

- [1] 贾承造. 中国中西部前陆冲断带构造特征与天然气富集规律[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(4): 9-15.  
Jia Chengzao. Foreland thrust fold belt features and gas accumulation in Midwest China[J]. Petroleum Exploration and Development[J]. 2005, 32(4): 9-15.
- [2] 赵孟军, 宋岩, 秦胜飞, 等. 中国中西部4种组合类型前陆盆地油气成藏研究: II 油气成藏过程分析[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(3): 321-327.  
Zhao Mengjun, Song Yan, Qin Shengfei, et al. Hydrocarbon ac-

- cumulation of four assemblage foreland basins in central-western China; Part II. Filling stages [J]. National Gas Geosciences, 2007, 18(3): 321–327.
- [3] 曾宪斌, 张静华, 金惠, 等. 我国中西部前陆盆地天然气分布规律与有利勘探区带优选[J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(1): 12–14.
- Zeng Xianbin Zhang jinhua, Jinhui, et al. The distribution rule of natural gas and the screening of profitable exploration areas in foreland basins of Central and West China [J]. Petroleum Exploration and Development [J]. 2001, 28(1): 12–14.
- [4] 汤济广, 李祺. 中国中西部前陆冲断带构造变形与油气成藏模式[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(3): 1–5.
- Tang Jiguang, Li Qi. Tectonic deformation and hydrogen accumulation model of foreland thrust belts in central and west China [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2008, 15(3): 1–5.
- [5] 徐旭辉, 高长林, 江兴歌, 等. 中国含油气盆地动态分析概论[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 40–67.
- Xu Xuhui, Gao Changlin, Jiang Xingge, et al. An introduction to dynamic analysis for Chinese petroleum basins [M]. Beijing: Petroleum introduction press, 2009: 40–67.
- [6] 雷振宇, 鲁兵, 蔚远江, 等. 准噶尔盆地西北缘构造演化与扇体形成和分布[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 86–91.
- Lei Zhenyu, Lu Bing, Wei Yuanjiang, et al. Tectonic evolution and development and distribution offans on northwestern edge of Junggar Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 86–91.
- [7] 何登发, 贾承造, 李德生, 等. 塔里木多旋回叠合盆地的形成与演化[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 64–77.
- He Dengfa, Jia Chengzao, Li Desheng, et al. Formation and evolution of polycyclic superimposed Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 64–77.
- [8] 何发岐, 朱彤. 陆相页岩气突破和建产的有利目标——以四川盆地侏罗统为例[J]. 石油实验地质, 2012, 34(3): 246–251.
- He Faqi, Zhu Tong. Favorable targets of breakthrough and built-up of shale basin continental facies in Lower Jurassic, Sichuan Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(3): 246–251.
- [9] 贾承造, 魏国齐, 李本亮, 等. 中国中西部两期前陆盆地的形成及其控气作用[J]. 石油学报, 2003, 24(2): 13–17.
- Jia Chengzao, Wei Guoqi, Li Benliang, et al. Tectonic evolution of two-epoch foreland basins and its control for natural gas accumulation in China's mid-western areas [J]. Acta Petroli Sinica, 2003, 24(2): 13–17.
- [10] 刘树根, 罗志立, 赵锡奎, 等. 试论中国西部陆内俯冲前陆盆地的基本特征[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 37–56.
- Liu Shugen, Luo Zhili, Zhao Xikui, et al. Discussion on essential characteristics of intracontinental-subduction type foreland basins in western China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1): 37–56.
- [11] 郑和荣, 尹伟, 胡宗全, 等. 中国中西部碎屑岩领域油气富集主控因素与勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(6): 753–762.
- Zheng Herong, Yin Wei, Hu Zongquan, et al. Main controlling factors for hydrocarbon accumulation and potential exploration targets in clastic sequences in western-central China [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(6): 753–762.
- [12] 尹伟, 郑和荣, 胡宗全, 等. 鄂南镇泾地区延长组油气富集主控因素及勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(2): 159–165.
- Yin Wei, Zheng Herong, Hu Zongquan, et al. Main factors controlling hydrocarbon accumulation and favorable exploration targets for the Yanchang Formation in Zhengjing area, south Ordos Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(2): 159–165.
- [13] 毕研斌, 高山林, 朱允辉, 等. 准噶尔盆地莫西庄油田成藏模式[J]. 石油与天然气地质, 2011, 31(3): 318–326.
- Bi Yanbin, Gao Shanlin, Zhu Yunhui, et al. Hydrocarbon accumulation patterns of Moxizhuang oilfield, the Junggar Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 31(3): 318–326.
- [14] 孟家峰, 郭召杰, 方世虎. 准噶尔盆地西北缘冲断构造新解[J]. 地学前缘, 2009, 16(3): 171–180.
- Meng Jiafeng, Guo Zhaojie, Fang Shihui. A new insight into the thrust structures at the northwestern margin of Junggar Basin [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(3): 171–180.
- [15] 张仲培, 刘士林, 杨子玉, 等. 塔里木盆地麦盖提斜坡构造演化及油气地质意义[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(6): 909–919.
- Zhang Zhongpei, Liu Shilin, Yang Ziyu, et al. Tectonic evolution and its petroleum geological significances of the Maigaiti Slope, Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(6): 909–919.
- [16] 郭靖, 蒲仁海, 杨林, 等. 塔里木盆地塔河地区志留系上倾尖灭圈闭油气成藏[J]. 石油实验地质, 2011, 33(2): 120–123.
- Guo Jing, Pu Renhai, Yang Lin, et al. Hydrocarbon accumulation in Silurian updip pinch out traps, Tahe region, Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(2): 120–123.
- [17] 赵桂萍. 天山南、北冲断—褶皱带油气成藏条件对比与评价[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(6): 903–908.
- Zhao Guiping. Comparison and evaluation of hydrocarbon accumulation conditions between the southern and northern Tien Shan thrust-fold belts [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(6): 903–908.

(编辑 张亚雄)