

## 准噶尔盆地腹部中浅层远源、次生油气藏 成藏过程及主控因素

麻伟娇<sup>1,2</sup> 卫延召<sup>2,†</sup> 李霞<sup>3</sup> 陶士振<sup>2</sup> 李勇广<sup>3</sup> 赵铮亚<sup>3</sup>

1. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 3. 中国石油  
新疆油田分公司, 克拉玛依 834000; † 通信作者, E-mail: wyz@petrochina.com.cn

**摘要** 通过分析准噶尔盆地腹部中浅层侏罗-白垩系油气储集层中烃类包裹体的均一温度、地层埋藏史-热演化史、成藏期构造、已知油藏和地球化学运移指标, 探讨油气成藏期次、有效输导体系、运聚过程和圈闭遮挡条件, 进一步揭示腹部地区中浅层远源、次生油气藏的动态成藏过程。结果表明, 侏罗-白垩系存在两期成藏, 分别为白垩纪形成的原生油气藏和古近纪末至今形成的次生油气藏, 两类油气藏在腹部地区均广泛分布。断裂-砂体-区域不整合面对远源、次生油气藏的动态运聚起着立体输导作用。原生油气藏的形成受成藏期古构造的影响, 后期的古构造变形使得原生油气藏发生破坏调整, 油气向北运移, 遇到遮挡形成次生油气藏。油气在运移路径上的遮挡条件决定着油气藏类型, 目前在腹部地区发现的油气藏主要为平缓背斜油气藏、断块油气藏和岩性地层油气藏。

**关键词** 准噶尔盆地腹部; 远源、次生油气藏; 成藏期次; 运聚规律; 主控因素

**中图分类号** P618

## Accumulation Process and Control Factors of Jurassic-Cretaceous Distant-Source and Secondary-Filled Reservoirs in the Hinterland of Junggar Basin

MA Weijiao<sup>1,2</sup>, WEI Yanzhao<sup>2,†</sup>, LI Xia<sup>3</sup>, TAO Shizhen<sup>2</sup>, LI Yongguang<sup>3</sup>, ZHAO Zhengya<sup>3</sup>

1. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083; 3. Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay 834000;  
† Corresponding author, E-mail: wyz@petrochina.com.cn

**Abstract** Homogenization temperature of fluid inclusions, stratigraphic burial-thermal history, paleostructure of accumulation period, known reservoirs and geochemical index are analyzed. Hydrocarbon accumulation periods, hydrocarbon transport system, trap-forming conditions of the Jurassic-Cretaceous in the hinterland of Junggar Basin are discussed. Thus, the dynamic accumulation process of the distant sourced, secondary-accumulated reservoirs is revealed. Results show that there are two periods of oil and gas charging in the Jurassic and Cretaceous reservoirs in the hinterland of Junggar Basin, which are primary reservoirs formed in the early Cretaceous and secondary-filled reservoirs formed in the late Paleogene till now. Both the primary reservoirs and secondary-accumulated reservoirs are widely spread in the hinterland area. Faults-sand bodies-unconformities act as three dimensional transporting systems for hydrocarbon migration and accumulation. The formation of primary reservoirs is controlled by paleostructure of accumulation period. During the later dissolution of paleostructure, primary reservoirs are destroyed and oil and gas migrate towards the north. Reservoirs types are decided by trap conditions on the migration pathways. At present, low-amplitude anticline, fault block and litho-stratigraphic reservoirs are the most discovered.

**Key words** hinterland of Junggar Basin; distant-sourced and secondary accumulated reservoirs; accumulation period; accumulation process; control factors

准噶尔盆地位于新疆维吾尔自治区北部,是我国西部四大含油气盆地之一<sup>[1]</sup>。盆地腹部地区勘探面积大,剩余资源量丰富,目前发现的油气主要集中在中浅层侏罗-白垩系。腹部侏罗-白垩系储层优、建产快,是寻找高效储量的重要区域。该区早期以凸起区平缓构造勘探为主,在“源控论”、“断控论”和“梁控论”等控油理论<sup>[2-4]</sup>的指导下发现一批高效油气藏,勘探成果丰硕。随着勘探的深入,可供钻探的构造圈闭数量及规模急剧减小,勘探目标转向相对隐蔽的岩性地层油气藏,相继发现石南 21 井和石南 31 井两个高效油气藏,但之后十余年再未发现大的油气藏,勘探陷入困境。

不同于我国东部断陷盆地油气的短距离运移聚集和“满凹含油”<sup>[2]</sup>,准噶尔盆地腹部中浅层油气以跨层位垂向运移和远距离侧向运移为特征:纵向上,二叠系的油气运移经过三叠系,在侏罗-白垩系聚集成藏;横向上,油气田分布在生烃凹陷以外的各个凸起上。例如,陆梁油气田的烃源岩和圈闭纵向跨越 3000~4000 m,横向长达 60 km。此外,该区成藏过程复杂,早期原生油气藏多数经历后期改造,次生现象普遍。远源、次生的特点导致腹部地区侏

罗-白垩系油气藏规模小,分布规律较复杂,之前提出的“远源-缓坡-次生”<sup>[5]</sup>、“三位一体断控砂体次生”<sup>[6]</sup>、“源外-不整合-断控-阶状”<sup>[7]</sup>、“缓坡远源相控-断控”<sup>[8]</sup>等油气成藏模式虽然能通过一种或几种要素分析成藏机理,但都是对成藏过程的静态分析,没有从动态运聚这一过程把握油气成藏规律。

本文通过油气成藏期和成藏期古构造,探讨原生油气藏的形成,依据构造演化与现今油气分布,阐述次生油气藏的控制因素,结合断裂-砂体-不整合运移通道和遮挡条件,分析油气运移和聚集过程,跳出静态模式的禁锢,从动态的角度分析油气成藏过程,以期为准噶尔盆地腹部中浅层远源、次生油气藏下一步勘探研究提供建议。

## 1 地质概况

准噶尔盆地是以晚古生代至中-新生代陆相沉积为主的大型叠合含油气盆地,包括乌伦古坳陷、陆梁隆起、西部隆起、东部隆起、中央坳陷和北天山山前冲断带 6 个一级构造单元,习惯上将盆地中部广大地区泛指为腹部地区,主要涉及陆梁隆起、中央坳陷(中部)、乌伦古坳陷等一级构造单元(图

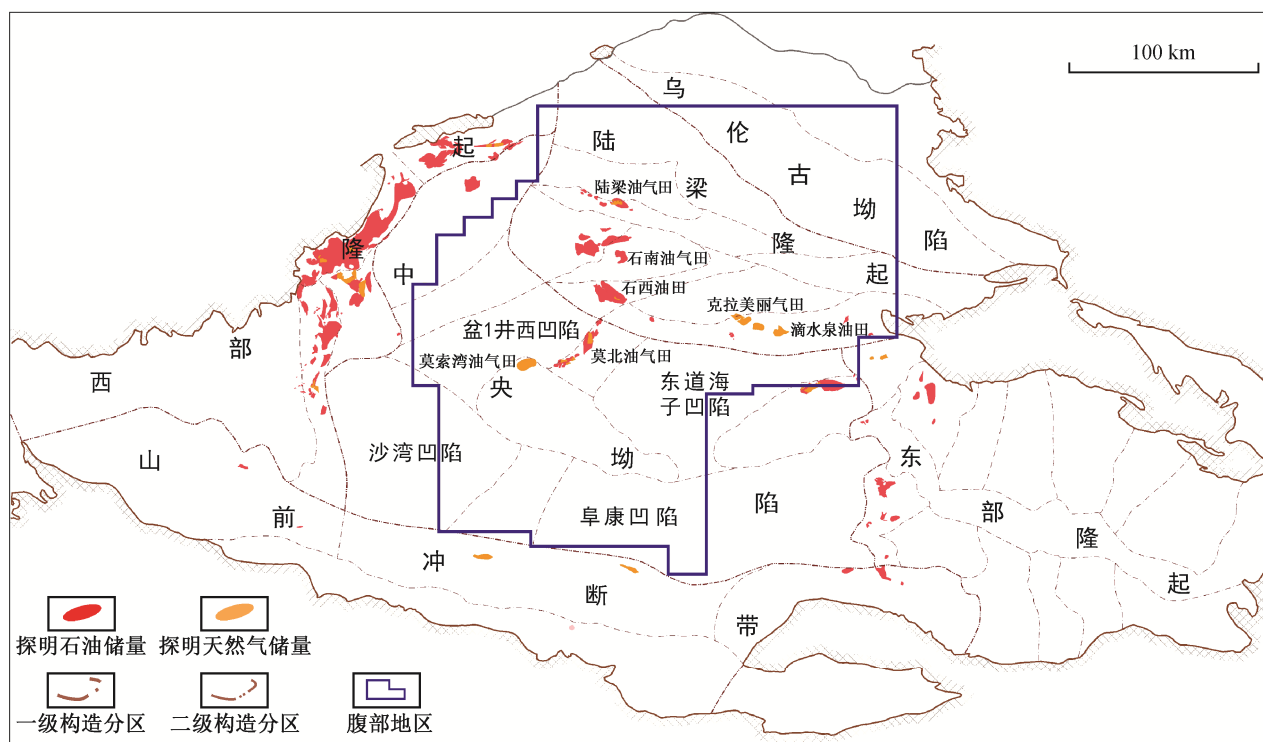


图 1 准噶尔盆地腹部地区区域构造简图  
Fig. 1 Geological structure of the hinterland of Junggar Basin

1), 勘探面积约为  $4 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[9]</sup>。腹部地区的勘探始于 20 世纪 50 年代, 已经发现石西油田、石南油气田、莫北油气田、陆梁油气田、莫索湾油气田和夏盐油气田, 探明的石油储量将近 4 亿吨, 天然气 500 多亿立方米, 产能占新疆 2014 年稀油产量的 40%。

前人对准噶尔盆地腹部地区的油气地质条件做了较深入研究<sup>[10-13]</sup>。腹部地区中浅层侏罗系自下而上依次发育八道湾组、三工河组、西山窑组和头屯河组, 白垩系自下而上依次发育清水河组、呼图壁河组、胜金口组、连木沁组和东沟组(图 2)。生烃凹陷为盆 1 井西凹陷、东道海子凹陷、沙湾凹陷和阜康凹陷, 发育石炭系、下二叠统佳木河组和风

城组、中二叠统下乌尔禾组、上三叠统白碱滩组、中-下侏罗统 5 套烃源岩, 油气源对比显示, 对腹部地区中浅层油气有贡献的主力烃源岩主要是盆 1 井西凹陷的下二叠统风城组和中二叠统下乌尔禾组, 沙湾凹陷侏罗系烃源岩仅对莫索湾地区成藏有贡献。由于莫索湾凸起以南地层埋藏深, 勘探难度大, 目前发现的油气都集中在莫索湾及其以北地区, 优质储层主要位于侏罗系三工河组、西山窑组和头屯河组以及白垩系清水河组和呼图壁河组。油气藏具有“下生上储”和“源储分离”的特点。

腹部地区经历多期构造运动, 侏罗纪燕山运动中期以来发育的古隆起为油气聚集提供了良好的构造背景, 白垩纪二叠系烃源岩大量生烃、排烃, 形

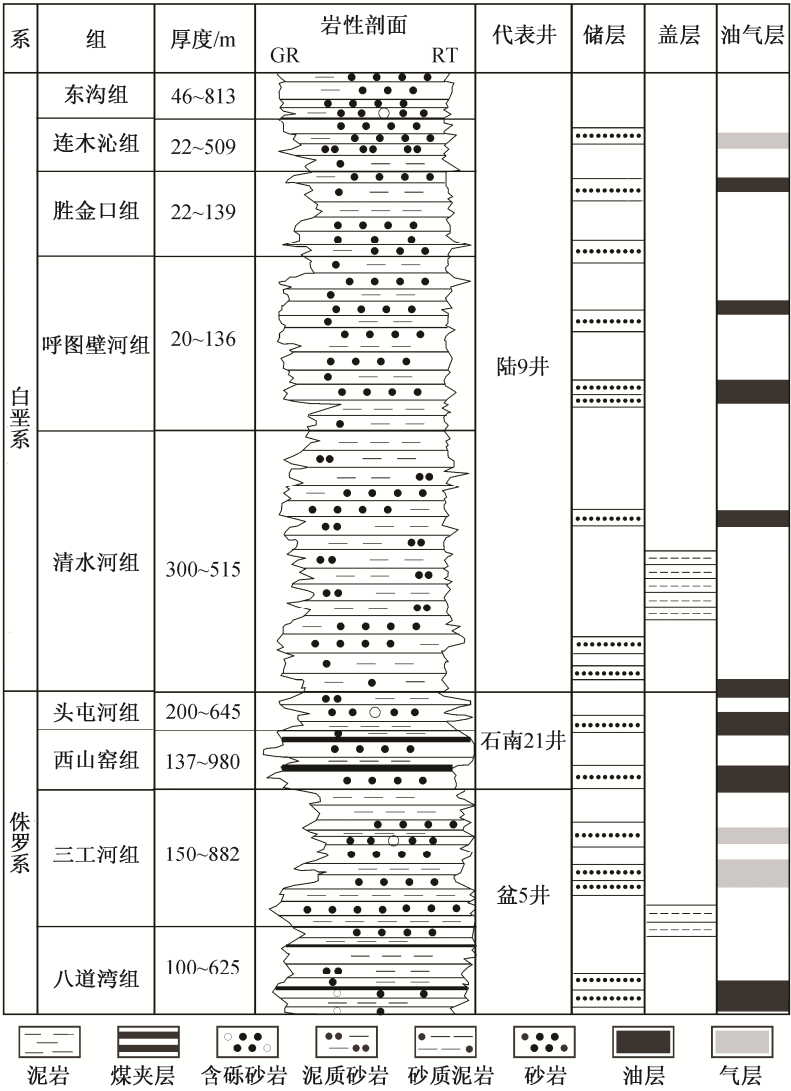


图 2 准噶尔盆地腹部侏罗-白垩系地层柱状图  
Fig. 2 Jurassic-Cretaceous stratigraphic column of the hinterland of Junggar Basin

成原生油气藏;古近纪末受喜马拉雅构造运动的影响,盆地地层整体向南掀斜,隆起消失,导致原生油气藏遭到破坏,被迫调整。因此,腹部地区中浅层油气具有早期成藏、后期改造的特点,研究区普遍存在次生油气藏。

## 2 侏罗-白垩系主要成藏期及油气藏成因类型

受构造演化影响,准噶尔盆地腹部油气藏的形成和演化是一个多源充注、多期调整的复杂过程,原生油气藏在整个腹部地区均有分布,次生油气藏也广泛发育。

### 2.1 烃源岩演化及主要生排烃期

生烃史模拟研究结果表明,风城组和下乌尔禾组均有早-中侏罗世和白垩纪两个生排烃高峰期,到古近纪,两套烃源岩达到过成熟阶段,生油能力减小<sup>[14-15]</sup>。由于侏罗系开始沉积时,储层埋深较浅,加上晚侏罗世地层大范围抬升,地层剥蚀厚度达到上千米,因此早-中侏罗世生成的大部分原油遭受降解而被破坏,对成藏贡献小。白垩纪早中期,成熟的风城组原油可以充注到侏罗系储层中,而此时白垩系储层埋藏尚浅,只有白垩纪中晚期乌尔禾组生成的油气才能在埋深相对较大的清水河组得到较好的保存。侏罗系八道湾组的烃源岩在白垩纪末期进入生油阶段<sup>[16-17]</sup>,由于侏罗系成熟的烃源岩基本上分布在莫索湾凸起以南,对北部地区贡献很小,因此对腹部地区成藏最关键的油源是风城组和下乌尔禾组在白垩纪成熟的原油。

### 2.2 流体包裹体均一温度及油气成藏期

准噶尔盆地腹部地区自侏罗纪以来没有明显的热事件,且自中晚侏罗世非常短暂的隆升剥蚀后,一直处于缓慢沉降的过程中<sup>[17-18]</sup>,因此可利用烃类包裹体的均一温度,结合埋藏史来确定油气充注时间和成藏期次。本文对腹部地区29口井(图3)的包裹体数据进行分析,并根据地质分层、地温梯度和剥蚀厚度等参数,重建盆参2井、盆6井、莫北2井、石西1井和石南8井的埋藏史和热演化史,最后结合包裹体均一温度和单井埋藏史-热演化史,确定油气充注时间和成藏期次(图4)。结果显示,准噶尔盆地腹部侏罗系存在两期成藏:第Ⅰ期均一温度为60~90℃,成藏时间为白垩纪,成藏油气在所有构造单元均有分布;第Ⅱ期均一温度为100~110℃,成藏时间为古近纪末至今,成藏油气

分布在石东、石南和莫北地区。白垩系也存在两期成藏,第Ⅰ期均一温度为50~70℃,成藏时间为白垩纪,成藏油气分布在盆地腹部大部分地区;第Ⅱ期均一温度为70~100℃,成藏时间为古近纪末至今,成藏油气分布在莫北、石南和石东地区(图5)。

### 2.3 油气藏成因类型

根据生排烃史、油气成藏期以及构造演化史等地质因素的耦合关系,可以判断原生油气藏和次生油气藏。白垩纪处于下乌尔禾组和风城组烃源岩大量生油的时期,因此第Ⅰ期成藏对应生油高峰期,属于原生油气藏。到古近纪末(即喜山期),准噶尔盆地发生掀斜,腹部地区变成北高南低的大单斜,此时二叠系的两套烃源岩已过生排烃高峰期,不再向凸起区大量供油。但是,后期的构造掀斜作用使得原生油气藏发生调整,油气向北运移,遇到合适的圈闭后重新聚集成藏,因此古近纪末在准噶尔盆地腹部地区形成大量次生油气藏。从整体上看,侏罗-白垩系中白垩纪成藏的原生油气藏在整个腹部地区均有分布,古近纪至今成藏的调整型次生油气藏也广泛发育,原生油气藏和次生油气藏共同构成现今的油气藏面貌。

## 3 远源、次生油气藏聚集规律

准噶尔盆地腹部地区中浅层油气藏“多源、多期、多类型、次生成藏”的特点<sup>[19-20]</sup>对成藏条件要求非常苛刻,各种成藏要素要在时间和空间上匹配才能使油气在最终的圈闭中聚集成藏。因此,需要从烃源岩出发,逐一梳理优势运移通道、调整路径和聚集单元,才能从动态运聚的角度全面地把握油气成藏过程。

### 3.1 断裂-砂体-不整合对两期成藏的立体输导作用

断裂-砂体-不整合沟通“源(烃源岩)-藏(原生油气藏)”和“藏(原生油气藏)-藏(次生油气藏)”,断层控制油气的垂向运移,横向连通的砂体和不整合面控制油气的侧向运移(图6)。

准噶尔盆地腹部地区主要发育3期断裂(图7)。第一期为海西期逆断裂,断开石炭系和二叠系,平面上断裂走向主要为北东向和北西向,延伸距离较短,剖面上断距较大,产状一般为上陡下缓。这些断裂延伸到盆1井西凹陷,沟通烃源岩和莫索湾凸起、莫北凸起和石西凸起,构成深层通源断裂。第二期为燕山期正断裂,燕山中后期,准噶尔盆地

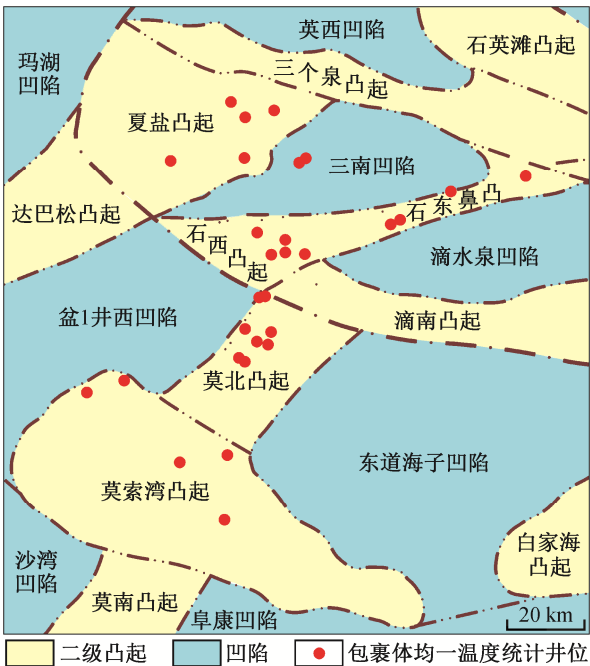


图3 准噶尔盆地腹部地区包裹体均一温度统计井位  
Fig. 3 Statistical wells of homogenization temperatures of fluid inclusions in the hinterland of Junggar Basin

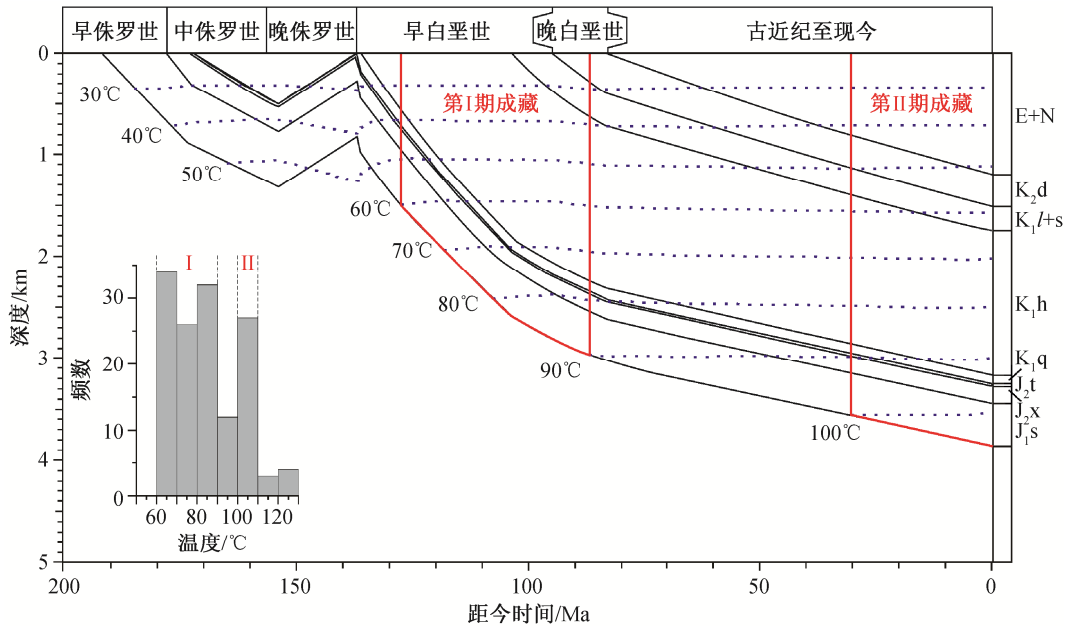
于压扭构造环境,在盆地内部形成一系列古隆起,盆地腹部地区则处于外压内张的环境,在古隆起上形成一系列正断层<sup>[21-23]</sup>,断开三叠系至白垩系,平面上延伸距离相对较短,剖面上断距较小。垂向上,

海西期断裂与燕山期断裂相交,呈“Y”字型组合,构成油气垂向运移的“高速电梯”,对原生油气藏的形成有重要作用。第三期为喜山期断裂,与盆地从南向北的掀斜期相对应,主要断开侏罗系和白垩系。断裂走向为近东西向,主要发育于陆梁西部地区,这期断裂在对早期原生油气藏起破坏调整作用的同时,控制着次生油气藏的形成。

断裂的输导作用毕竟有限,要使油气从烃源岩运移几十到上百公里至凹陷区外面聚集,必须存在侧向上的“网毯式”输导体系,区域不整合面和横向连通砂体无疑是油气发生长距离侧向运移的关键因素。勘探实践证明,燕山I幕构造运动在准噶尔盆地腹部地区形成头屯河组与西山窑组之间的不整合面,燕山II幕运动形成白垩系底界与侏罗系之间的不整合面,燕山III幕运动形成白垩系与古近系之间的不整合面<sup>[24]</sup>。不整合面下的风化淋滤带以及广泛分布的白垩系“底砾岩”充当油气侧向运移的主要通道,不整合面和三工河组二段、白垩系底部砂体还可以连接深层通源断裂和浅层调整断裂,形成交叉纵横的输导线路,使油气顺利地由生烃凹陷运移到各凸起区。

### 3.2 古构造对原生油气藏的汇聚作用

准噶尔盆地腹部地区侏罗-白垩系原生油气藏



J<sub>1s</sub>: 下侏罗统三工河组; J<sub>2x</sub>: 中侏罗统西山窑组; J<sub>2t</sub>: 中侏罗统头屯河组; K<sub>1q</sub>: 下白垩统清水河组; K<sub>1h</sub>: 下白垩统呼图壁河组; K<sub>1l+s</sub>: 下白垩统连木沁组+胜金口组; K<sub>2d</sub>: 上白垩统东沟组; E+N: 古近系+新近系

图4 莫北2井包裹体均一温度直方图与成藏期次

Fig. 4 Homogenization temperature histograms of inclusions and charging time of Well Mobei-2



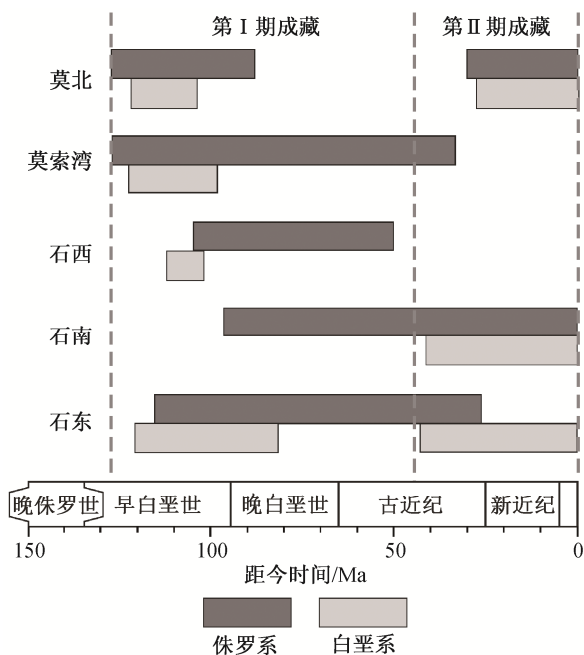


图 5 准噶尔盆地腹部地区侏罗-白垩系成藏期次划分  
Fig. 5 Accumulation periods in the Jurassic-Cretaceous in the hinterland of Junggar Basin

的成藏时间为白垩纪, 因此白垩纪主要目的层的古构造对原生油气的运移和聚集有重要的控制作用。准噶尔盆地早白垩世存在一期广泛的湖侵, 在腹部地区形成稳定分布的暗色泥岩, 纵向上位于白垩系底砾岩之上, 因此可以将该湖侵泥岩顶界面拉平, 用于分析不同目的层的构造形态, 并将其近似地表示为白垩纪成藏期不同目的层的古构造。据此, 本文编制了白垩纪三工河组底界古构造图。从图 8(a) 可以看出, 准噶尔盆地腹部地区白垩纪发育莫索湾、莫北-石西和陆梁三大古背斜, 与现今三工河组底界构造(图 8(b))有明显差异。此外, 三工河组油气分布及油气显示与白垩纪三大古背斜具有明显的相关性, 荧光显示厚度较大的井基本上位于古背斜的高部位, 荧光显示厚度向背斜两翼逐渐变薄, 充分说明成藏期古构造对原生油气具有较强的控制作用。

二叠系成熟原油沿着海西期断裂、燕山期断裂以及横向连通砂体, 长距离纵向和侧向运移到各凸起区, 在背斜构造高部位的圈闭中聚集成原生油气藏。

### 3.3 喜山期构造运动对原生油气的破坏调整作用

古近纪末, 在喜马拉雅构造运动作用下, 准噶

尔盆地发生从南向北的大规模掀斜, 造成早期定型的古背斜变小, 背斜构造高部位向北迁移。原来在古背斜聚集的油气沿着连通砂体、燕山-喜山期断裂、不整合面和白垩系底砾岩不断向北运移, 除少部分残留油气外, 大部分发生调整, 并在古隆起以外的圈闭中重新成藏。

从现今的构造图(图 8(b))可以看出, 早白垩世三工河组的陆梁、莫北-石西、莫索湾三大古背斜已解体, 南翼变成继承性的低凸带, 北翼变成单斜或反向低凸。早期形成的圈闭发生向北的翘倾, 油气溢出点发生变化, 少量残留的油气依旧聚集在继承性的低凸带内, 向北溢出的油气则沿现今的鼻凸带向北调整。

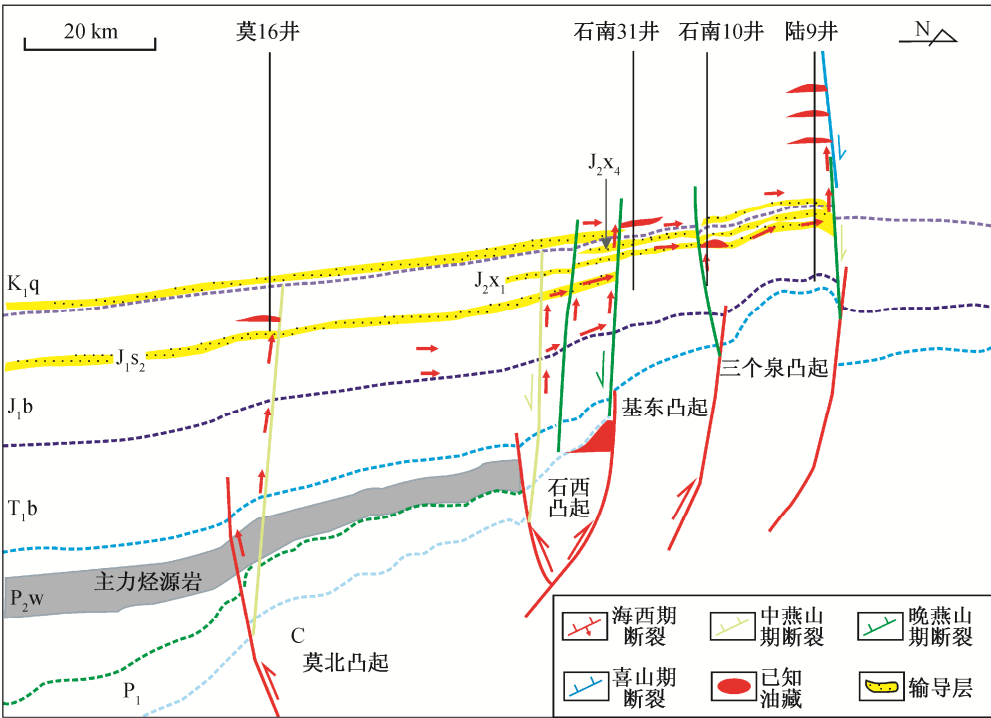
随着原油成熟度增加, 菲类化合物易丢失甲基, 因此可以用各种菲类化合物之间的比值(菲类化合物指数)来表征原油的成熟度。当成熟度指数  $R_o < 1.5\%$  时, 菲类化合物指数与成熟度线性相关<sup>[25-26]</sup>。从图 9 可以看出, 莫北地区和石西地区甲基菲指数以及二甲菲指数均从南向北逐渐降低, 指示两个地区的油气有向北调整的趋势(高成熟度的油气运移距离较远)。莫北地区侏罗系古近纪末成藏的油气没有成熟的烃源岩与之匹配, 推断该地区第二期充注是莫索湾古背斜原生油气藏向北调整再分配的结果。

## 4 远源、次生油气藏主控因素

喜山期构造运动使早期聚集的原生油气藏遭到破坏调整, 油气沿北西向或北东向构造脊向高部位运移, 当在构造脊上倾方向遇到遮挡时, 则再次成藏。根据调整路径上的遮挡条件, 可分为以下 3 种情况。

1) 平缓背斜遮挡型。在调整掀斜期, 成藏期的古背斜隆起幅度急剧变小, 构造高部位向北迁移, 在早期背斜的北翼(即现今构造的平缓地带)容易形成平缓构造, 将向北运移的油气捕获, 例如莫索湾盆 5 井气田即为平缓构造气藏(图 10(a))。

2) 地层尖灭带遮挡型。继承性古凸起控制沉积体系和地层剥蚀, 在古凸起周缘往往发育地层削蚀带或岩性尖灭带。地层发生掀斜时, 凸起的北翼易形成岩性、地层圈闭, 这些圈闭捕获向北运移的油气, 形成岩性地层油气藏, 例如莫北 17 井区岩性油藏(图 10(b))。



C: 石炭系; P<sub>1</sub>: 下二叠统; P<sub>2w</sub>: 上二叠统乌尔禾组; T<sub>1b</sub>: 下三叠统百口泉组; J<sub>1b</sub>: 下侏罗统八道湾组; J<sub>1s2</sub>: 下侏罗统5三工河组二段; J<sub>2x1</sub>: 中侏罗统西山窑组一段; J<sub>2x4</sub>: 中侏罗统西山窑组四段; K<sub>1q</sub>: 下白垩统清水河组

图 6 准噶尔盆地腹部地区立体输导体系示意图

Fig. 6 Three-dimensional petroleum migration system pathways in the hinterland of Junggar Basin

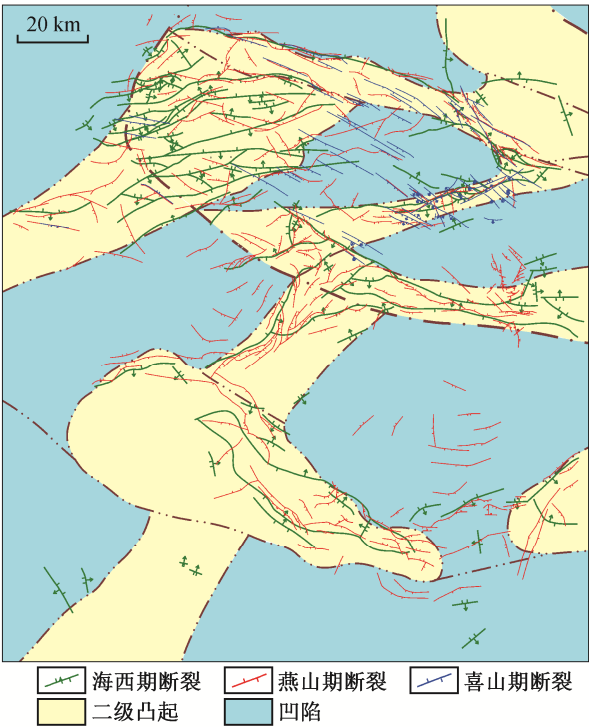


图 7 准噶尔盆地腹部地区 3 期断裂系统

Fig. 7 Three stages of faults in the hinterland of Junggar Basin

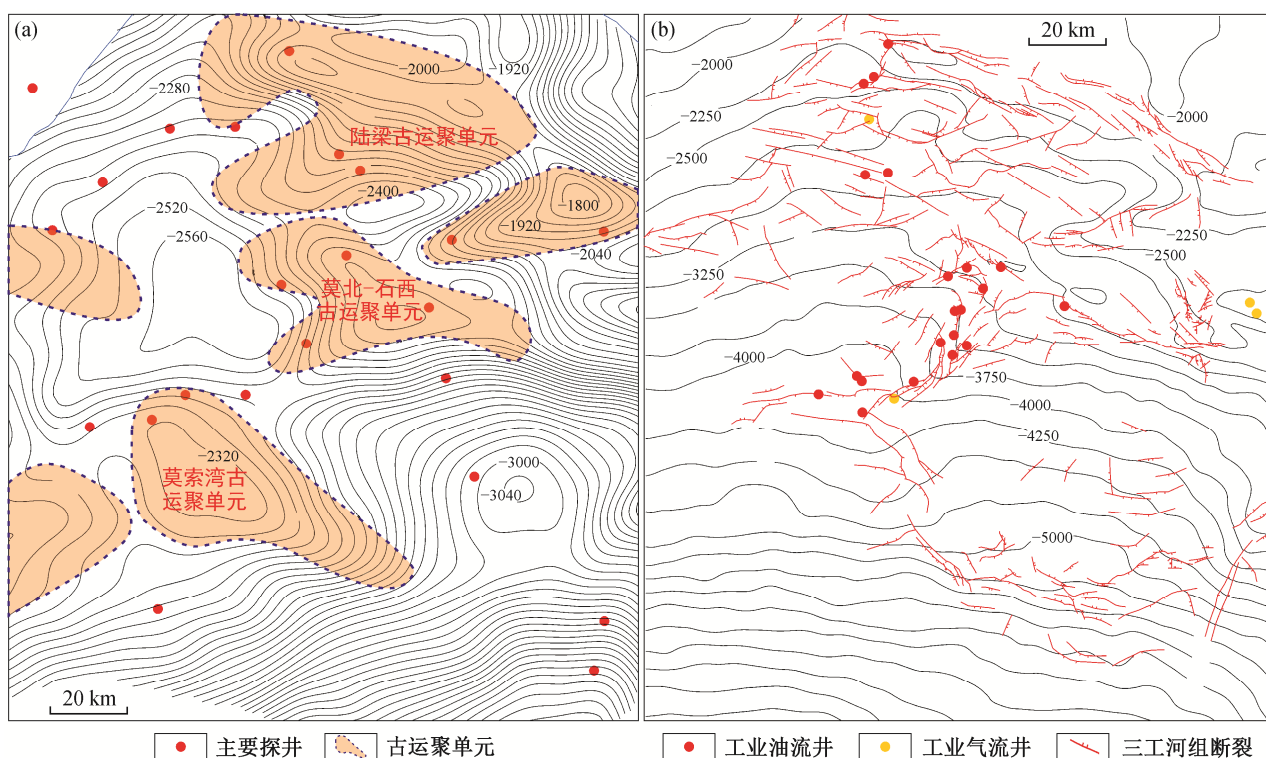
3) 断层遮挡型。油气沿着低凸带向北调整的过程中遇到喜山期断裂, 若断层上下盘恰好出现砂泥岩对接的情况, 油气便停止运移, 并沿着一系列断裂聚集形成规模较小的断块油气藏, 例如夏盐的阶梯状断块油气藏(图 10(c))。

## 5 结论及认识

1) 与东部断陷盆地不同, 准噶尔盆地腹部地区侏罗-白垩系油气藏烃源岩与圈闭的距离较远, 大部分为远源运聚成藏, 且成藏过程复杂, 次生现象普遍。

2) 准噶尔盆地腹部地区侏罗-白垩系存在两期成藏。第 I 期为白垩纪成藏, 与下二叠统烃源岩生烃、排烃期相匹配, 为原生油气藏; 第 II 期为古近纪末至今成藏, 对应喜马拉雅运动的构造掀斜, 属于次生油气藏。原生油气藏和次生油气藏在腹部地区广泛分布, 共同构成现今的油气藏面貌。

3) 白垩纪形成的陆梁、莫北-石西和莫索湾三大古背斜控制着原生油气藏的聚集, 喜山期构造运动使背斜解体, 油气调整过程中平缓背斜、岩性和



(a) 白垩纪古构造等值线, 间距 40 m; (b) 现今构造等值线, 间距 250 m

图 8 三工河组底界构造等值线

Fig. 8 Bottom boundary structure contour of the Sangonghe Formation

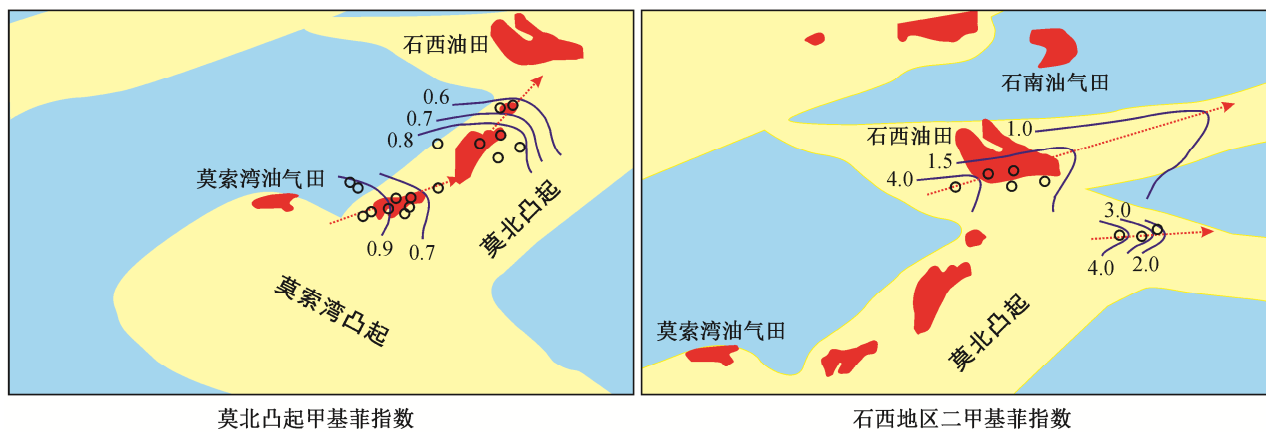


图 9 准噶尔盆地腹部菲类化合物指数与油气运移方向示意图

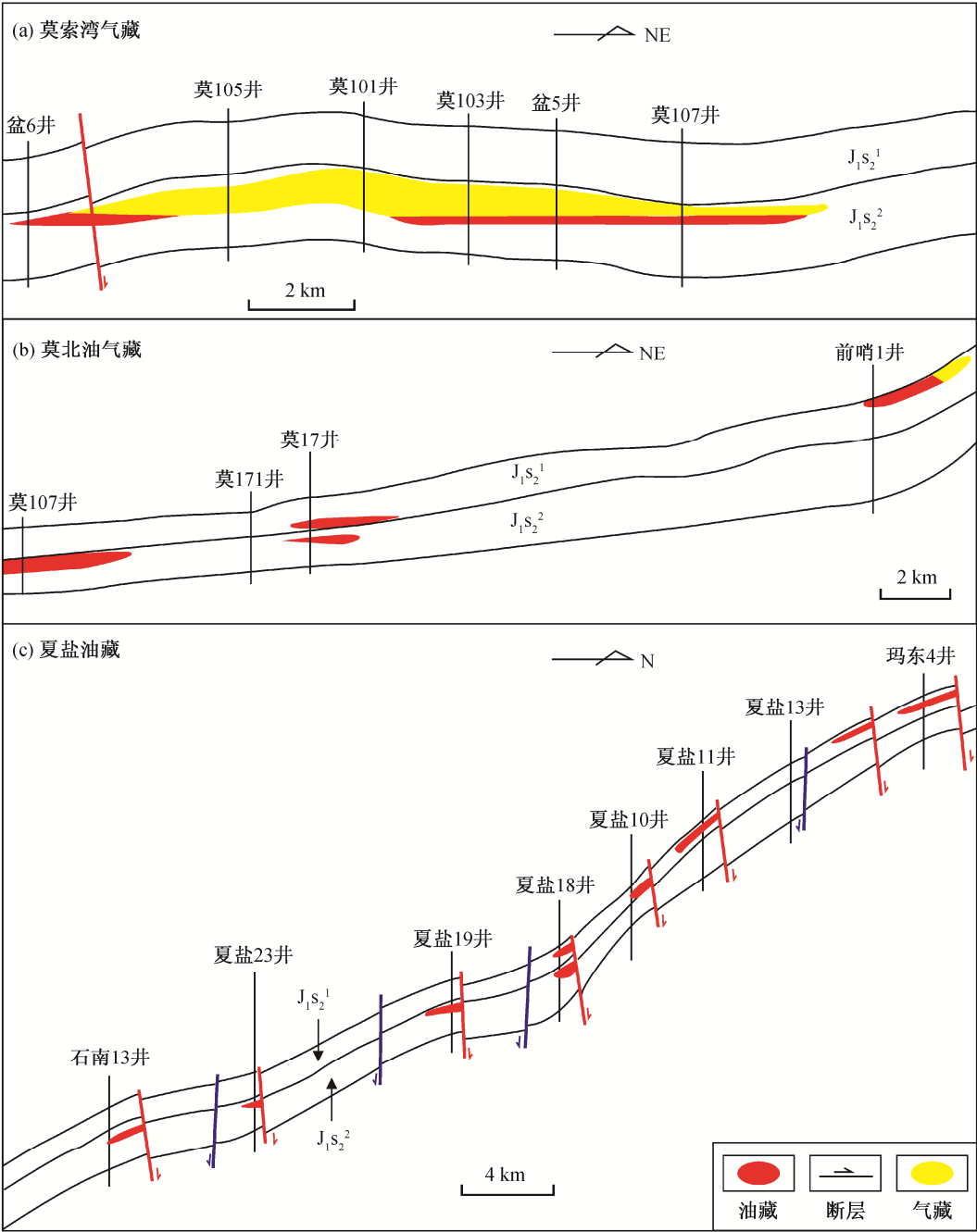
Fig. 9 Phenanthrenes and hydrocarbon migration direction in the hinterland of Junggar Basin

断块 3 种遮挡条件控制次生油气藏的形成。断裂-砂体-不整合面在油气的动态运聚过程中起着立体输导作用。

4) 远源和次生油气藏的勘探需要从动态运聚过程把握油气运聚规律, 精细地刻画成藏期和调整

期的古构造, 加强断层-不整合面-砂体输导体系的研究。此外, 平缓背斜油气藏、岩性油气藏和断块油气藏非常隐蔽, 现今的大面元三维地震资料及技术显然不能满足勘探需求, 因此要加强高精度三维地震资料的采集, 并提高相应的处理、解释技术。





$J_1s_2^1$ : 下侏罗统三工河组二段第一砂层组;  $J_1s_2^2$ : 下侏罗统三工河组二段第二砂层组

图 10 准噶尔盆地腹部地区油藏剖面

Fig. 10 Reservoir profile in the hinterland of Junggar Basin

参考文献

[1] 丁文龙, 金之钧, 张义杰, 等. 新疆准噶尔盆地断裂控油气作用机理研究. 地学前缘, 2002, 9(3): 102

[2] 何登发, 李德生, 童晓光. 中国多旋回叠合盆地立体勘探论. 石油学报, 2010, 31(5): 695-709

[3] 张义杰, 向书政, 王绪龙, 等. 准噶尔盆地含油气系统特点与油气成藏组合模式. 中国石油勘探, 2002, 7(4): 25-35

[4] 张越迁, 张年富, 姚新玉. 准噶尔盆地腹部油气勘探回顾与展望. 新疆石油地质, 2000, 21(2): 105-109

[5] 何登发, 陈新发, 张义杰, 等. 准噶尔盆地油气富

- 集规律. 石油学报, 2004, 3(3): 1-10
- [6] 胡素云, 蔚远江, 董大忠, 等. 准噶尔盆地腹部断裂活动对油气聚集的控制作用. 石油学报, 2006, 27(1): 1-7
- [7] 何琰, 牟中海, 唐勇. 准噶尔盆地陆西地区油气成藏条件与模式研究. 西南石油大学学报, 2007, 29(4): 34-38
- [8] 唐勇, 孔玉华, 盛建红, 等. 准噶尔盆地腹部缓坡型岩性地层油气藏成藏控制因素分析. 沉积学报, 2009, 27(3): 567-572
- [9] Wei Y, Yang F, Lu S, et al. Pre-Cretaceous Palaeogeomorphologic feature and its significance to oil and gas in hinterland area of Junggar basin. Energy Exploration & Exploitation, 2014, 32(1): 227-242
- [10] 陶国亮, 胡文瑄, 曹剑, 等. 准噶尔盆地腹部侏罗系原油勘探前景探讨. 地质论评, 2008, 54(4): 477-484
- [11] 周文泉, 罗新利, 刘宏伟. 盆 1 井西凹陷东环带油气成藏分析. 新疆石油天然气, 2005, 1(3): 16-20
- [12] 张年富. 准噶尔盆地腹部莫索湾地区油气成藏条件与成藏模式. 石油勘探与开发, 2000, 27(3): 17-20
- [13] 郭继刚, 王绪龙, 庞雄奇, 等. 准噶尔盆地南缘中下侏罗统烃源岩评价及排烃特征. 中国矿业大学学报, 2013, 42(4): 595-605
- [14] 王绪龙, 杨海波, 康素芳, 等. 准噶尔盆地陆梁隆起陆 9 井油源与成藏分析. 新疆石油地质, 2001, 22(3): 213-216
- [15] 况军, 何登发, 张年富, 等. 准噶尔盆地莫索湾凸起油气成藏模式. 中国石油勘探, 2005, 10(1): 40-45
- [16] 李学义, 邵雨, 李天明. 准噶尔盆地南缘三个油气成藏组合研究. 石油勘探与开发, 2003, 30(6): 32-34
- [17] 周勇水, 邱楠生, 宋鑫颖, 等. 准噶尔盆地腹部超压地层烃源岩热演化史研究. 地质科学, 2014, 49(3): 812-822
- [18] 邱楠生, 杨海波, 王绪龙. 准噶尔盆地构造-热演化特征. 地质科学, 2002, 37(4): 423-429
- [19] 张越迁, 张年富. 准噶尔大型叠合盆地油气富集规律. 石油地质, 2006, 11(1): 59-64
- [20] 康德江, 姜丽娜, 张金友. 中国西部叠合盆地油气多期成藏模式及勘探有效性. 沉积学报, 2012, 30(1): 166-178
- [21] 何登发, 翟光明, 况军, 等. 准噶尔盆地古隆起的分布与基本特征. 地质科学, 2005, 40(2): 248-261
- [22] 李振宏, 汤良杰, 丁文龙, 等. 准噶尔盆地腹部地区断裂特征分析. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 40-43
- [23] 张义杰. 准噶尔盆地断裂控油特征与油气成藏规律. 北京: 石油工业出版社, 2010: 29-42
- [24] 纪友亮, 周勇, 况军, 等. 准噶尔盆地车-莫古隆起形成演化及对沉积相的控制作用. 中国科学: 地球科学, 2010, 40(10): 1342-1355
- [25] Radke M, Welte D H, Willsch H. Maturity parameters based on aromatic hydrocarbons: influence of the organic matter type. Organic Geochemistry, 1986, 10(86): 51-63
- [26] 尚慧芸, 程中第. 陆相原油芳烃色谱地球化学特征初探. 石油勘探与开发, 1984(2): 1-9