

准噶尔盆地中部油气藏调整与再聚集规律

史建南¹, 邹华耀², 李平平², 刘建章³

1. 成都理工大学沉积地质研究院, 四川成都 610059

2. 中国石油大学资源与信息学院, 北京 102249

3. 中国地质大学资源学院石油系, 湖北武汉 430074

摘要: 我国叠合盆地具多期构造叠加、油气多期充注、晚期定位的石油地质特征。为了客观认识准噶尔盆地中部原生油气藏在喜山期构造运动控制下的调整改造样式与再聚集规律, 通过有机包裹体颗粒指数分析、测井/试油成果对比、储层物性相关性研究及数值模拟实验分析, 认识到现今油气藏储层物性与含油性关系复杂, 古今油水界面不一致, 识别出调整保存、调整残留/余、调整散失 3 种油气藏调整类型, 模拟了油气优势调整路径, 总结出准噶尔盆地中部调整型油气藏的再聚集机理与分布规律。

关键词: 调整改造; 再聚集; 油气成藏机理; 准噶尔盆地。

中图分类号: P618.13

文章编号: 1000-2383(2008)05-0800-07

收稿日期: 2008-01-24

The Adjustment and Re-Accumulation Rules of Oil/Gas Reservoirs in the Hinterland of Junggar Basin

SHI Jian-nan¹, ZOU Hua-yao², LI Ping-ping², LIU Jian-zhang³

1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

2. Faculty of Resources and Information, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

3. Department of Petroleum Geology, Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: Superimposed basins in China are characterized by multiple-stage superposition of tectonic, multiple-stage charging and late-stage orientation. The formerly accumulated native reservoirs usually have undergone adjustment to a certain extent due to the neotectonics movements at Xishan epoch in the hinterland of Junggar basin. For being impersonally cognizant of the adjustment models and re-accumulation rules of oil/gas reservoirs, data analyzing, logging/testing outcome contrasting, reservoir physical property relationship studying and numerical experiment simulating are applied. Results show the adjustment of formerly accumulated subtle reservoirs would lead to the occurrence of a series of genetically-related oil layers with complicated oil/water or gas/water contacts and physical property relationship. Three models of adjusted preservation, adjusted residue/remnant and adjusted dissipation subtle oil/gas reservoirs have been identified. The main adjusting track are simulated. The re-accumulation mechanism and distribution rules of adjusted reservoirs in the hinterland of Junggar basin are discussed.

Key words: adjustment and alteration; re-accumulation; mechanism of petroleum accumulation; Junggar basin.

0 引言

随着勘探程度的提高, 隐蔽油气藏勘探向复杂条件拓展, 叠合盆地是地壳多旋回构造运动的产物,

由于多期构造叠加、多期生烃、多期充注和多期成藏, 叠合盆地很多原生油气藏经历了不同程度的调整改造, 晚期(喜山期以来)形成有成因联系的一系列调整改造型隐蔽油气藏, 其形成条件、调整规模和

再聚集机理已成为油气藏勘探和成藏机理研究的难点与前沿(Levorsen, 1966; George *et al.*, 1997; 汤良杰和金之钧, 2000; 周兴熙, 2000; 赵文智等, 2003; 郝芳等, 2005; 金之钧, 2005; 贾承造, 2006; 姜振学等, 2006; 李宏义等, 2006). 准噶尔盆地自古生代以来经历了海西、印支、燕山、喜山运动多期构造旋回的叠合, 沉积了石炭、二叠(主要烃源岩层系)、三叠、侏罗(主要勘探目的层系)、白垩、古近系及新近系地层, 盆地中部受东部隆起、南缘山前断褶带、西部隆起和北部陆梁隆起所限, 处于盆地中央坳陷中部的深洼地区, 油气资源丰富, 是我国能源勘探战略的重要接替区(蔡忠贤等, 2000; 张朝军等, 2006), 由于目标层位埋深大、构造圈闭不发育, 油气藏以隐蔽类型为主且经历不同程度的调整改造, 使得本区油气成藏主控因素与成藏模式认识不清, 故研究其成藏机理及分布规律不仅有望丰富陆相叠合盆地油气成藏机理的石油地质理论, 同时也为指导我国西部油气勘探提供科学依据.

作用和差异沉降—构造掀斜作用等, 不同的构造运动形式对隐蔽油气藏的调整作用明显不同(郝芳等, 2005). 准噶尔盆地中部地层构造演化历史复杂, 其中, 发育于燕山期的车排子—莫索湾(车—莫)大型古隆起的形成演化对该区沉积充填、生烃演化、储盖组合、圈闭类型、油气充注方向、油气聚集与调整再分配区域等油气成藏地质要素和地质作用意义重大(宋岩等, 2000; 张义杰和柳广弟, 2002; 况军等, 2005; 吴晓智等, 2006). 车—莫古隆起发育演化可划分为初始形成(早侏罗世)、逐渐隆升(早中侏罗世)、强烈隆升(中晚侏罗世)、剥蚀改造(晚侏罗世)、隐伏埋藏(白垩纪—古近纪)、掀斜调整定位(新近纪)6个构造演化阶段. 前人研究结果表明, 研究区油气主要源于二叠系风城组、乌尔禾组沉积有机质, 油气主充注期为侏罗纪末—白垩纪初(张越迁等, 2000; 邱楠生等, 2001; 邹华耀等, 2005a, 2005b), 那么从新/晚期构造运动控/定藏理论出发(郝芳等, 2006), 早期形成的原生油气藏势必会随着古隆起的隐伏—掀斜而调整、破坏或再聚集成藏, 并且油气藏调整情况会因其所处调整倾向的北翼、核部或南翼的不同而不同(图 1).

1 车—莫古隆起形成演化与油气藏晚期调整定位

油气藏的调整大多与晚期构造运动有关. 在我国, 不同盆地晚期构造运动的表现形式存在巨大差异, 包括伸展/转换—伸展背景下的快速沉降作用、快速沉降—断裂活化作用、挤压背景下的差异隆升

钻井岩心测试分析表明, 准噶尔盆地中部油气藏储层物性与含油性关系复杂(图 2). 例如, 古隆起北翼地区孔渗性较好的储集层含油性并不好, 两者之间相关性较差(图 2a), 而在古隆起南翼二者却有较好的相关性(图 2b). 另外, 镜下薄片观察多见裂缝中或颗粒间存在大量残余沥青(图 3), 这些都是

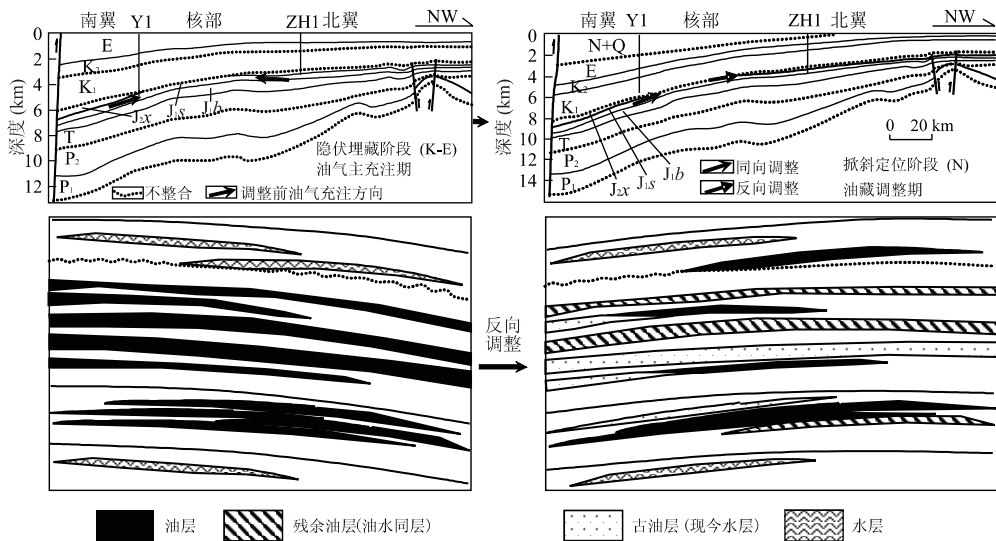


图 1 车—莫古隆起演化与油气藏调整模型(据郝芳等, 2005, 略有修改)

Fig. 1 Evolving of Che-Mo ancient uplift and adjusting models of ancient reservoirs

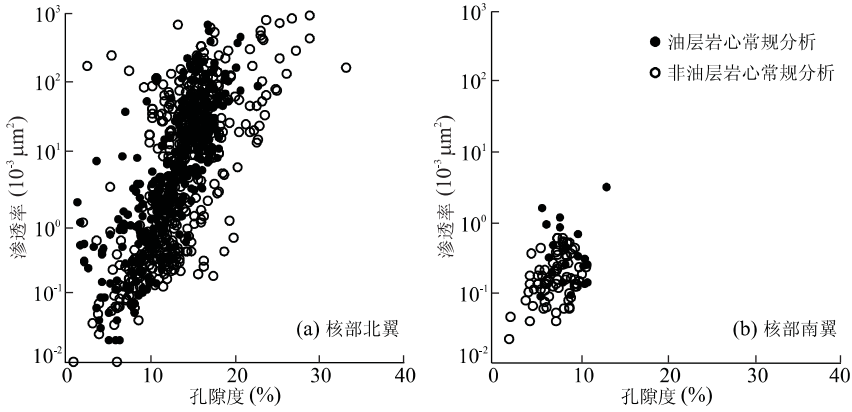


图 2 车—莫古隆起三工河组二段储层物性与含油性关系

Fig. 2 The relationship of petrophysical properties and petroliferous properties in $J_1 s_2^2$ Che-Mo ancient uplift

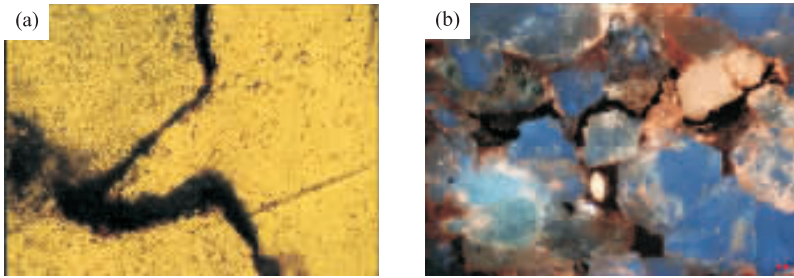


图 3 侏罗系三工河组二段二亚段(a)和一亚段(b)沥青充填的砂岩

Fig. 3 Photographs showing sandstones filled in bitumen in $J_1 s_2^2$ and $J_1 s_2^1$

a. ZH101, 侏罗系三工河组二段二亚段, 4 360.66 m, 浅灰色细砂岩, 裂缝中沥青充填(透射光, $\times 100$); b. ZH2, 侏罗系三工河组二段一亚段, 4 341.30 m, 浅灰色中砂岩, 粒间不发荧光沥青(荧光, $\times 100$)

否预示古油藏曾遭到破坏、经历过调整与改造? 有机包裹体颗粒指数(GOI 值)分析是判断古油水界面的有效方法(Peters and Fowler, 2002), 按 $GOI \geq 5\%$ 确定古油水界面, 统计显示 ZH1、ZH101 等多口探井的古油水界面均深于现今的油水界面(郝芳等, 2005; 史建南等, 2006), 表明现今的水层曾有原油聚集, 即现今的油气藏/无烃圈闭是古油藏经历了一定程度的调整与改造的结果, 并且这种调整改造型次生油气藏在本区较为普遍。前已述及, 形成于中—晚燕山期的车—莫古隆起在喜山期发生南向掀斜作用, 导致其南北两翼已形成的原生型油气藏的储层产状发生明显变化, 具体可划分出同向调整(南翼)、反向调整(北翼)2 种端元类型(图 1)。同向调整指在储层的倾向基本保持不变, 但倾角发生明显变化的构造运动中, 已形成油气的调整过程; 反向调整指在使储层倾向发生相反变化的构造运动中, 已聚集油气的调整过程(郝芳等, 2005)。在叠合盆地发育演化过程中, 不同时期的构造运动可以具有不同

的方向, 晚期构造与早期构造进行叠加、耦合, 储层的产状可能发生复杂的变化, 因此油气藏的调整改造实际上是非常复杂的(郝芳等, 2005), 其调整样式与聚集历史亦呈现出多元化和复杂化。

2 油气藏调整类型划分与识别

油气藏是否经过调整改造、调整到何种程度、调整的类型可以通过 GOI 值测试分析、测井/试油结果比较、原油物性相关性分析、储层岩心抽提物分析等综合研究加以识别。准噶尔盆地中部调整型油气藏原油按物性测试结果可划分为两类: 一类原油的密度大于 0.87 g/cm^3 , 粘度高于 $15 \text{ MPa} \cdot \text{s}$; 一类原油的密度小于 0.87 g/cm^3 , 粘度低于 $15 \text{ MPa} \cdot \text{s}$ 。其中, 第一类原油可能是油气藏调整残留/余的产物, 轻质组分在调整过程中优先散失, 残留下密度较大、粘度较高的重质组分。以 S4 井为例, 侏罗系三工河组二段一亚段储层(3 411~3 418 m)岩心样品检测

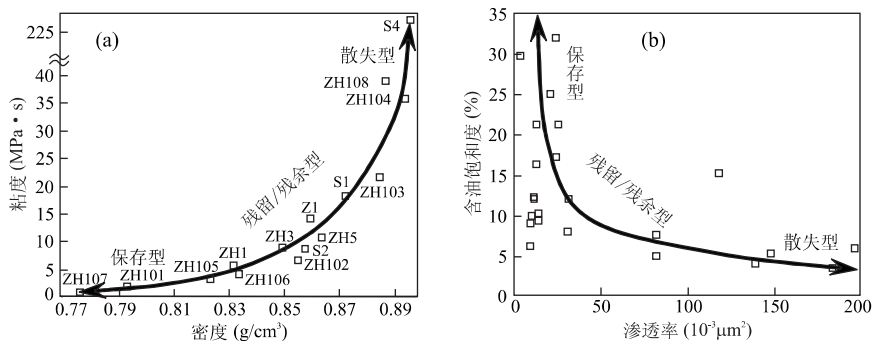


图4 准噶尔盆地中部侏罗系三工河组二段原油物性(a)及储层性质(b)与油气藏调整类型划分

Fig. 4 The relationship of oil physical properties (a), reservoir qualities (b) and adjusted models in $J_{1,2}$ of Hinterland, Junggar basin

的孔隙度高达 20.8%，平均渗透率达 $122 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，测井解释为油层，而试油结论为含油水层，GOI 测试古今油水界面不一致，原油密度为 0.8991 g/cm^3 ，粘度高达 $226.89 \text{ MPa} \cdot \text{s}$ ，这种含油水层中原油密度大、粘度高的特征可初步表明其为调整残留/余型油藏(图 4a)。再有，微观上不同含油级别砂岩氯仿沥青“A”中非烃与沥青质含量的变化，也能简单划分油气藏的调整类型，砂岩的含油饱和度与非烃+沥青质含量成反比，说明含油级别低的砂岩在调整过程中轻质组分损失较大，重质组分残留较多，而保存条件较好、含油饱和度较高的砂岩，调整程度低，轻质组分保存较为完整。另外，含油饱和度与储层渗透性成反比，这一现象与常规条件下油气成藏优先充注物性较好的储层相悖，也是油气藏经过调整的重要标志，即物性较好、充满度较高的古油藏比物性较差、充满度较低的古油藏更容易调整(图 4b)。经过上述综合分析，可将准噶尔盆地中部调整型油气藏划分为调整保存、调整残留/余、调整散失 3 种类型(郝芳等，2005)，具体识别标志如下：

(1)调整保存型识别标志。调整保存型油气藏是指油层比较完整地保留了原样，油气很少散失。古隆起南翼绝大部分油气藏属于此类，而北翼通常发生在那些砂层较薄、横向延伸小、规模不大的透镜状砂体形成的岩性圈闭中，在车—莫古隆起掀斜过程中，由于砂岩圈闭的侧向遮挡条件好，具有较好的保存条件。具体判别如下：①有机包裹体 $GOI > 5\%$ ；②砂层通常较薄，砂体规模较小；③渗透率较低，就储层沉积相与物性关系而言，那些厚度较薄、规模较小的砂体，通常具有相对较差的物性，储层渗透率较低；④含油饱和度较高，试油结果为油层；⑤油质轻、

粘度低，由于原油在调整过程中未遭受损失，原油保存完整，因此油质轻、粘度低。

(2)调整残留/残余型识别标志。调整残留/残余型油气藏，是指油气层部分被保存、部分散失的油气藏，古油气层遮挡条件较好的部分油气被保存下来。

① $GOI > 5\%$ ，通常 $> 15\%$ ，由于这类古油气藏具有更好的物性，古油气藏的充满度与含油饱和度都较高，因此具有较高的 GOI 值；②中—厚层砂岩，物性较好、厚度较大，因此油层侧向遮挡条件较差，油气更容易发生散失；③测井解释为油水同层，试油测试为含油水层，古油层只剩下残余油、饱和度低，测试主要产水；④含油性岩心观察为“油斑”级别；⑤储层抽提物非烃+沥青质含量较高($> 50\%$)。

(3)调整散失型识别标志。调整散失型是指古油气层中油气基本遭受散失，残留部分极少的古油气层。通常这类砂体最厚、物性最好，古油气充满度与含油饱和度最高，由于砂体厚、规模较大，砂层的侧向遮挡条件差，因此，古油气层遭受调整的程度最高，油气基本已散失。①包裹体 $GOI > 5\%$ ，且通常 $> 15\%$ ；②砂层通常较厚，物性较好；③测井解释含油水层，试油为水层，由于古油气层遭受散失的程度高，残余油饱和度极低，因此测试结果基本不含油气；④储层抽提物非烃+沥青质含量高($> 50\%$)，油气在调整过程中遭受散失的程度最大，残余油中的轻质组分基本散失。

3 油气藏调整路径与再聚集规律

根据上述调整型油气藏类型及其识别标志分析，对准噶尔盆地中部所有钻遇三工河组(古)油气

藏进行判别统计,结果表明古油藏基本都遭到了不同程度的调整改造,且调整残留/余型和调整散失型占绝对优势,只有少部分油气藏为调整保存型,主要集中在南翼同向调整型油气藏之中.准噶尔盆地中部地区晚期的构造运动致使油气发生再次运移,调整后的油气藏呈分散、小规模分布,且以地层/岩性圈闭为主.油藏保存主要受砂体连通性、储层物性的差异影响(Larter and Aplin, 1995),连通性好、物性好的砂体(调整前为主要储层)在调整改造过程中容易破坏、散失;连通性、物性相对较差的砂体(调整前为次要储层)在调整过程中相对不易被破坏,而得以保存.调整型隐蔽油气藏的储层物性—含油气性关系非常复杂,这是由油气聚集期的差异充注和油气藏调整期的差异残留或差异再运移共同造成的(郝芳等, 2005).同向与反向调整过程中油的散失方向和再分布规律有一定差别,北翼不同源油气早期充注、晚期反向调整,导致古油气藏多数散失,调整再聚集到相应的构造高部位;而南翼原生油气藏发生同向调整,结果使得圈闭的闭合度增大,更加有利于晚期油气的再聚集.进一步而言,在储层产状不断变化、油气藏发生调整的过程中,油气藏的调整可导致多种成因的油气层共生,而认识油气藏调整的优势路径及再聚集区域是勘探工作的当务之急.

本次研究从单井识别、连井对比分析出发,结合油气性质分析、油源断裂分布及输导层顶面空间几何形态等因素,运用三维射线追踪软件(Pathways 4.0)(Hindle, 1997; Bekele *et al.*, 1999, 2000; 郝芳等, 2000)对准噶尔盆地中部侏罗系三工河组反

向调整油气藏的调整路径进行了模拟研究,预测了侏罗系三工河组油气藏的优势调整方向和有利的再聚集区域(图 5).其中,油气调整路径呈现出近端发散远端汇聚样式,研究区北西、北东方向的构造高部位(构造脊)是油气调整的优势方向,而处在运移通道上的沙窝地、庄东北地区的构造低幅隆起则是油气再聚集的有利场所(莫北油田、石南油田即处于调整的优势区域).进来莫索湾地区发现的 MB10 和 P5 油区也是位于调整路径上的构造低幅隆起部位, MB10 井构造预测储量可达 5 000 万吨(吴晓智等, 2006).然而对隐蔽油气藏而言,单砂体非均质分割、储层物性差异、不整合遮挡等控制因素使得油气藏调整样式和调整程度变得更为复杂,故油气藏调整再分布规律受控于以下因素:(1)砂体尖灭构成的侧向遮挡是油气藏保存与残留的关键,三工河组进积/退积型砂体的上倾尖灭是油气藏得以保存的最重要因素,以 P6、ZH3 井为代表,特别是莫西庄地区,各钻井的砂体和油藏难以进行对比,这与该区砂体不连通、单砂体独立成藏的特点有关;(2)低幅隆起的局部构造高点是油气保存与再聚集的有利区域,即断层和构造高点是油气藏在调整过程中保存的重要因素, ZH106 井的侏罗系三工河组二段油藏得以保存的原因是其发育在断鼻构造、并被风化粘土层封盖,调整过程对该类型油气藏基本没有影响.而 S2、SX5 井侏罗系三工河组二段揭示的油气藏则是车—莫古隆起核部古油气藏调整、油气沿构造脊长距离再汇聚而成.

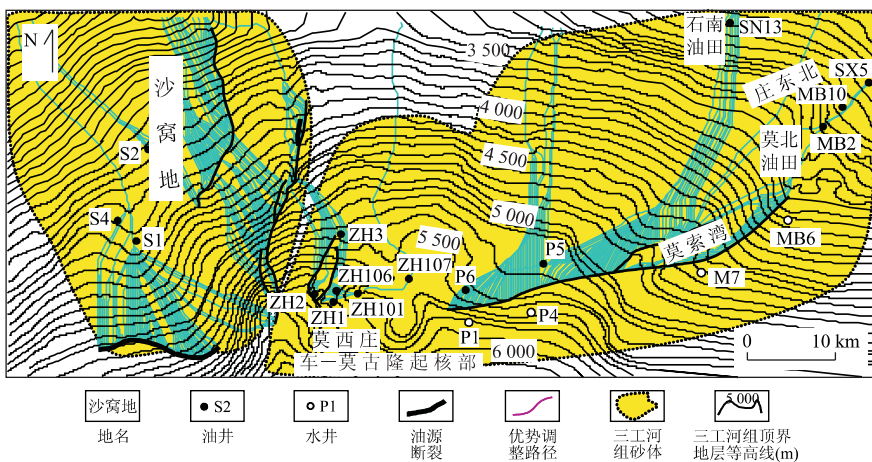


图 5 车—莫古隆起北翼侏罗系三工河组油气调整路径与再聚集方向

4 结论

(1)调整改造型次生油气藏在研究区普遍存在,且具有复杂的聚集历史。(2)调整后的油气藏多呈现分散、小规模分布,其类型由以构造圈闭为主变成以地层/岩性圈闭为主,物性较好的储层部分含油饱和度明显降低,而物性较差的储层含油饱和度的变化较小,呈现出差异残留或差异再运移特征,可识别出调整保存、调整残留/残余、调整散失3种类型。(3)研究区北东、北西方向的构造高部位及处于调整路径上的砂体上倾尖灭带应是油气调整再聚集的有利区域。

致谢:本项研究主要是在中国石油大学(北京)攻读博士期间与项目组成员共同完成,在此感谢中国石化西部新区勘探指挥部、中国石油大学(北京)、中国地质大学(武汉)多名教授提供的帮助与指导!

References

- Bekele, E. B., Person, M. A., Marsily, G. D., 1999. Petroleum migration pathways and charge concentration: A three-dimensional model discussion. *AAPG Bulletin*, 83(6):1015—1019.
- Bekele, E. B., Person, M. A., Rostron, B. J., et al., 2002. Modeling secondary oil migration with core-scale data: Viking Formation, Alberta basin. *AAPG Bulletin*, 86(1):55—74.
- Cai, Z. X., Chen, F. J., Jia, Z. Y., 2000. Types and tectonic evolution of Junggar basin. *Earth Science Frontiers*, 7(4):431—440 (in Chinese with English abstract).
- George, S. C., Greenwood, P. F., Logan, G. A., et al., 1997. Comparison of palaeo oil charges with currently reservoir hydrocarbons using molecular and isotopic analyses of oil-bearing fluid inclusions; Jabiru oil field, Timor Sea. *APPEA Journal*, 37:490—503.
- Gong, Z. S., Wang, G. C., 2001. Neotectonism and late hydrocarbon accumulation in Bohai Sea. *Acta Petrolei Sinica*, 22(2):1—7 (in Chinese with English abstract).
- Hao, F., Zou, H. Y., Fang, Y., 2005. The difficulties and frontiers of subtle oil/gas reservoir research. *Earth Science Frontiers*, 12(4):481—488 (in Chinese with English abstract).
- Hao, F., Zou, H. Y., Gong, Z. S., et al., 2006. The material and energy effects of neotectonics/late-stage tectonics and petroleum accumulation. *Acta Geological Sinica*, 80(3):424—431 (in Chinese with English abstract).
- Hao, F., Zou, H. Y., Jiang, J. Q., 2000. Dynamics of petroleum accumulation and its advances. *Earth Science Frontiers*, 7(3):11—21 (in Chinese with English abstract).
- Hindle, A. D., 1997. Petroleum migration pathways and charge concentration: A three-dimensional model. *AAPG Bulletin*, 81(9):1451—1481.
- Jia, C. Z., 2006. Formation-evolution of superimposed basins and exploration potential of middle-below petroleum combinations in China. *China Petroleum Exploration*, 11(1):1—4 (in Chinese).
- Jiang, Z. X., Wang, X. D., Pang, X. Q., et al., 2006. Paleohydrocarbon water contact restoration of typical Silurian oil and gas reservoirs in the northern Tarim basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(2):201—208 (in Chinese with English abstract).
- Jin, Z. J., 2005. New advancement in research of China's typical superimposed basins and reservoiring (Part I): Classification and research methods of superimposed basins. *Oil & Gas Geology*, 26(5):553—562 (in Chinese with English abstract).
- Kuang, J., He, D. F., Zhang, N. F., et al., 2005. Oil and gas migration and accumulation pattern of Mosuowan uplift in Junggar basin. *China Petroleum Exploration*, 10(1):40—45 (in Chinese with English abstract).
- Larter, S. R., Aplin, A. C., 1995. Reservoir geochemistry: Methods, applications and opportunities. In: Cubitt, J. M., England, W. A., eds., *The geochemistry of reservoirs, Geological Society Special Publication*, 86:5—32.
- Levorsen, A. I., 1966. The obscure and subtle trap. *AAPG Bulletin*, 50(10):2058—2067.
- Li, H. Y., Jiang, Z. X., Pang, X. Q., et al., 2006. Dominant migration pathway and its control on oil-gas migration in the northern edge of Qaidam basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(2):214—220 (in Chinese with English abstract).
- Peters, K. E., Fowler, M. G., 2002. Applications of petroleum geochemistry to exploration and reservoir management. *Organic Geochemistry*, 33(1):5—36.
- Qiu, N. S., Wang, X. L., Yang, H. B., et al., 2001. The characteristics of temperature distribution in the Junggar basin. *Scientia Geologica Sinica*, 36(3):350—358 (in Chinese with English abstract).
- Shi, J. N., Hao, F., Zou, H. Y., et al., 2006. Model experiment study of formation and distribution of adjusted subtle oil-gas reservoirs—Taking the Hinterland in Junggar basin as an example. *Petroleum Geology & Experiment*, 28(6):590—594 (in Chinese with English abstract).
- Song, Y., Wang, X. S., Fang, D. Q., 2000. The formation and

- development of petroleum systems in Junggar basin. *Acta Petrolei Sinica*, 21(4): 20–25 (in Chinese with English abstract).
- Tang, L. J., Jin, Z. J., 2000. Hydrocarbon migration and accumulation models of superimposed basins. *Journal of China University of Petroleum (Natural Science Edition)*, 24(4): 67–70 (in Chinese with English abstract).
- Wu, X. Z., Zhang, N. F., Shi, X., et al., 2006. Characteristics and accumulation mode of Chepaizi-Mosuowan paleo-uplift in Junggar basin. *China Petroleum Exploration*, 11(1): 65–68 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C. J., He, D. F., Wu, X. Z., et al., 2006. Formation and evolution of multicycle superimposed basins in Junggar basin. *China Petroleum Exploration*, 11(1): 47–58 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. J., Liu, G. D., 2002. Characteristics and evolution of composite petroleum systems and the exploration strategy in Junggar basin, northwest China. *Petroleum Exploration and Development*, 29(1): 36–39 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. Q., Zhang, N. F., Yao, X. Y., 2000. Review and prospect for petroleum exploration in Hinterland of Junggar basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 21(2): 105–109 (in Chinese with English abstract).
- Zhao, W. Z., Zhang, G. Y., Wang, H. J., et al., 2003. Basic features of petroleum geology in the superimposed petroliferous basins of China and their research methodologies. *Petroleum Exploration and Development*, 30(2): 1–8 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, X. X., 2000. The petroleum reservoir-forming characteristics of the composite superimposed basin—An example from Tarim basin. *Earth Science Frontiers*, 7(3): 39–47 (in Chinese with English abstract).
- Zou, H. Y., Hao, F., Zhang, B. Q., et al., 2005a. Fluid-conduit framework and its control on petroleum accumulation in the Junggar basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 30(3): 609–616 (in Chinese with English abstract).
- Zou, H. Y., Hao, F., Zhang, B. Q., et al., 2005b. History of hydrocarbon-filling and remigrating in Hinterland of the Junggar basin. *Scientia Geologica Sinica*, 40(4): 499–509 (in Chinese with English abstract).
- 石油学报, 22(2): 1–7.
- 郝芳, 邹华耀, 姜建群, 2000. 油气成藏动力学及其研究进展. *地质前缘*, 7(3): 11–21.
- 郝芳, 邹华耀, 方勇, 2005. 隐蔽油气藏研究的难点和前沿. *地质前缘*, 12(4): 481–488.
- 郝芳, 邹华耀, 龚再升, 等, 2006. 新(晚期)构造运动的物质、能量效应与油气成藏. *地质学报*, 80(3): 424–431.
- 贾承造, 2006. 中国叠合盆地形成演化与中下组合含油气勘探潜力. *中国石油勘探*, 11(1): 1–4.
- 姜振学, 王显东, 庞雄奇, 等, 2006. 塔北地区志留系典型油气藏古油水界面恢复. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(2): 201–208.
- 金之钧, 2005. 中国典型叠合盆地及其油气成藏研究新进展(之一)——叠合盆地划分与研究方法. *石油与天然气地质*, 26(5): 553–562.
- 况军, 何登发, 张年富, 等, 2005. 准噶尔盆地莫索湾凸起油气成藏模式. *中国石油勘探*, 10(1): 40–45.
- 李宏义, 姜振学, 庞雄奇, 等, 2006. 柴北缘油气运移优势通道特征及其控油气作用. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(2): 214–220.
- 邱楠生, 王绪龙, 杨海波, 等, 2001. 准噶尔盆地地温分布特征. *地质科学*, 36(3): 350–358.
- 史建南, 郝芳, 邹华耀, 等, 2006. 调整改造型隐蔽油气藏形成与分布模拟实验研究——以准噶尔盆地腹部为例. *石油实验地质*, 28(6): 590–594.
- 宋岩, 王喜双, 房德权, 2000. 准噶尔盆地含油气系统的形成与演化. *石油学报*, 21(4): 20–25.
- 汤良杰, 金之钧, 2000. 多期叠合盆地油气运聚模式. *石油大学学报(自然科学版)*, 24(4): 67–70.
- 吴晓智, 张年富, 石昕, 等, 2006. 准噶尔盆地车莫古隆起构造特征与成藏模式. *中国石油勘探*, 11(1): 65–68.
- 张朝军, 何登发, 吴晓智, 等, 2006. 准噶尔多旋回叠合盆地的形成与演化. *中国石油勘探*, 11(1): 47–58.
- 张义杰, 柳广弟, 2002. 准噶尔盆地复合油气系统特征演化与油气勘探方向. *石油勘探与开发*, 29(1): 36–39.
- 张越迁, 张年富, 姚新玉, 2000. 准噶尔盆地中部油气勘探回顾与展望. *新疆石油地质*, 21(2): 105–109.
- 赵文智, 张光亚, 王红军, 等, 2003. 中国叠合含油气盆地石油地质基本特征与研究方法. *石油勘探与开发*, 30(2): 1–8.
- 周兴熙, 2000. 复合叠合盆地油气成藏特征——以塔里木盆地为例. *地质前缘*, 7(3): 39–47.
- 邹华耀, 郝芳, 张柏桥, 等, 2005a. 准噶尔盆地流体输导格架及其对油气成藏与分布的控制. *地球科学——中国地质大学学报*, 30(3): 609–616.
- 邹华耀, 郝芳, 张柏桥, 等, 2005b. 准噶尔盆地中部油气充注与再运移研究. *地质科学*, 40(4): 499–509.

附中文参考文献

- 蔡忠贤, 陈发景, 贾振远, 2000. 准噶尔盆地的类型和构造演化. *地质前缘*, 7(4): 431–440.
- 龚再升, 王国纯, 2001. 渤海新构造运动控制晚期油气成藏.