

# 准噶尔盆地侏罗系古流体动力 与天然气运移、聚集分析

王震亮<sup>1</sup>, 耿鹏<sup>2</sup>

(1. 西北大学地质学系; 2. 西北大学公共管理学院, 陕西西安 710069)

**摘要:** 以盆地模拟技术为主要手段, 恢复出不同地质历史时期的古流体(水、气)势和古过剩压力, 应用油气运聚系统的概念和研究方法, 对准噶尔盆地侏罗系天然气的运移、聚集特点进行了分析。研究发现, 侏罗系水势和气势在不同时期的平面分布可划分为侏罗纪、早白垩世—渐新世、中上新世与第四纪等4个阶段。根据过剩压力的发育历史, 确定出中、下侏罗统烃源岩有白垩纪—渐新世、中新世至今两个主排烃阶段, 不同地区各自存在主排烃期和有利排烃范围。由于气势分布和演化的阶段性, 导致天然气二次运移的方向在不同时期各具特色。最后, 根据天然气运聚系统的分布, 预测出7个有利于天然气聚集成藏的地区。

**关键词:** 流体动力; 天然气; 运移和聚集; 准噶尔盆地

**中图分类号:** P641.2; TE122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274X(2002)05-0531-06

流体动力学构成了油气运聚成藏的动力学框架和背景<sup>[1]</sup>, 通过开展以流体势和异常高压为主要内容的流体动力研究, 有助于分析油气的运移、聚集和成藏作用。古流体动力场与油气运聚的关系可以概括为3个方面<sup>[2]</sup>: 促使油气自烃源岩排出的主要动力, 压实排烃和微裂缝混相排烃都与水动力关系密切; 水动力条件是控制油气运移方向及有利聚集地区的主要因素之一; 后期水动力条件的改变可导致已形成的油气聚集发生再次运移, 形成次生油气藏或者促使油气藏散失。据研究<sup>[3,4]</sup>, 准噶尔盆地基底由南、北两个地体(玛纳斯、乌伦古), 于中、晚石炭世拼贴而成。二叠纪至今, 经历了早二叠世前陆相——残留海相盆地、中晚二叠世前陆型陆相盆地、三叠纪-早第三纪振荡型陆相盆地、早第三纪至今前陆型陆相盆地4个大的发展阶段。虽经历多期构造运动, 但因刚性基底的存在, 构造变形剧烈区仅限于盆地边缘与南北地体的交接带即陆梁隆起上, 盆地内部则为轻微变形区。盆地的一级构造单元包括: 西北缘隆起、中央拗陷、陆梁隆起、乌伦古拗陷和东部隆起。本文研究范围主要包括前4个构造单元, 目的层是侏罗系。

## 1 理论依据

地下流体势的存在是由流体的力场性质决定的, 利用流体势的分布可以方便地掌握流体在它可能占据的地层空间中的受力状况。在充满流体的地层空间中, 存在一个由处处与等势面正交的力线所组成的力场, 力线的指向正是空间中势减小最快(大)的方向, 即势梯度的负方向<sup>[5,6]</sup>。在二维方向上, 等势面演变为等势线, 势梯度的负方向即由高值等势线组成的高势区指向低值等势线构成的低势区, 因而, 油、气、水等流体在其各自的势场内, 由高势区向相邻的低势区运移。根据流体势的大小和相对分布, 可更直接反映流体“潜在”的流动能力。所谓“潜在”, 是因为流体动力须与其运移通道, 如孔隙、裂缝、断层、不整合面等在地下的分布相结合, 才能使这种可能性变为现实。

鉴于此, 作者提出了油气运聚成藏系统的概念<sup>[7]</sup>。它强调了油气成藏过程中运移动力学的动态演化历史, 但不同时期油气的此种水动力背景是有差别的, 因而油气的运聚规律也存在差别。在这个层

收稿日期: 2001-11-29

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关资助项目(96-110-05-03-03)

作者简介: 王震亮(1966-), 男, 河南内黄人, 西北大学副教授, 博士, 从事油气地质学研究。



### 2.2 中侏罗统气势的分布与演化

图 2 为中侏罗统顶部不同时期的气势分布, 侏罗纪末发育东南部与西北部两个高势区, 其中东南高势区幅度和范围均较大, 二高势区沿沙门子—石西—三个泉—彩南—线有一带状低势区横亘于盆地内; 早白垩世末—始新世末, 气势分布比较相似, 主要高势区仍位于昌吉, 次要高势区位于沙湾, 莫索湾地区夹于二高势区之间, 在高势区周围分布着低势

区; 上新世末, 仅发育一个高势区, 且西移至乌苏—石河子之间, 陆南 1 井以南虽也存在封闭的相对高势区, 但规模很小, 本阶段的低势区位于小拐—艾参 1 井—夏盐 2 井—陆 6 井—彩参 2 井—线; 现今在盆地南缘的沙湾、昌吉发育两个高势区, 盆参 2 井—石河子一带为夹持于两高势区之间的相对低势区, 盆地边缘则为低势区。

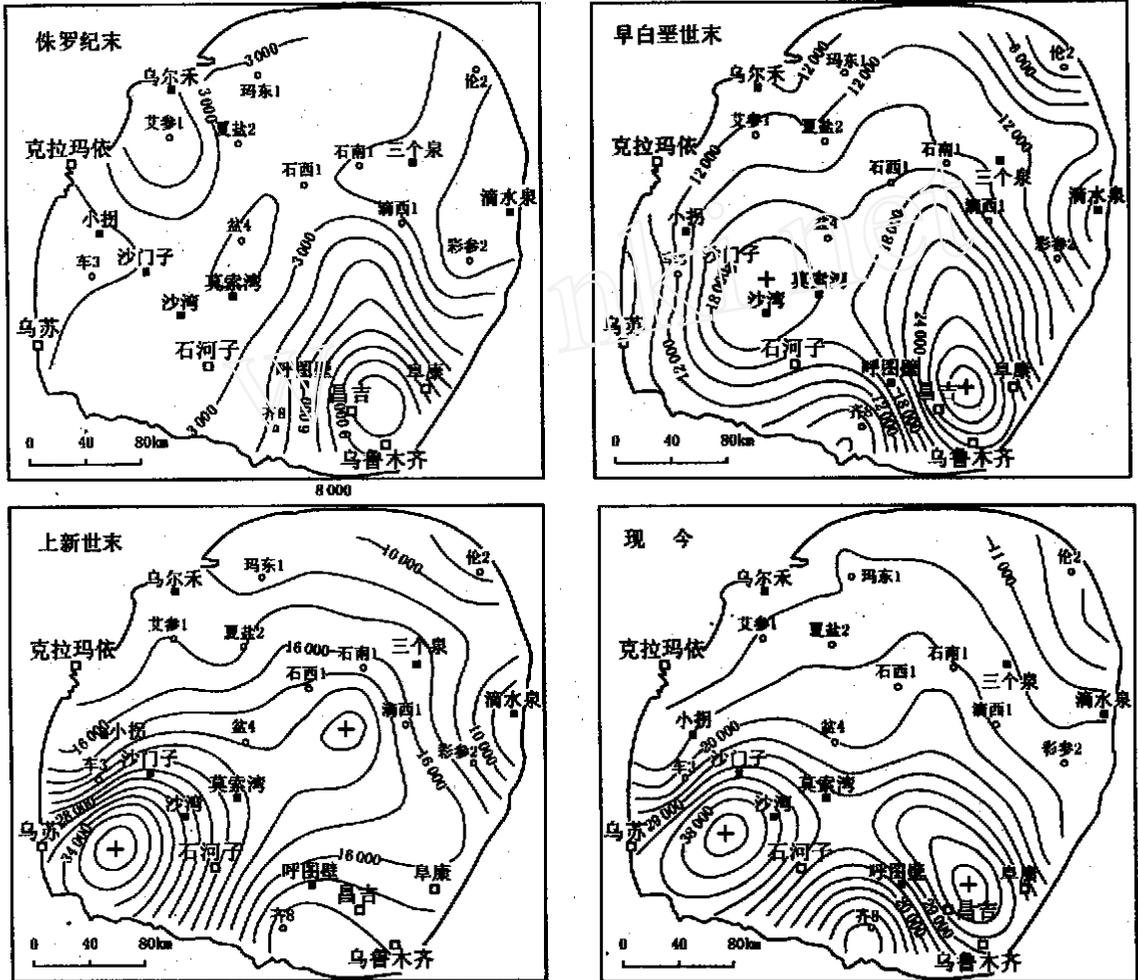


图 2 准噶尔盆地中侏罗统在不同时期的气势分布

Fig 2 Distribution of gas potentials during different geologic stages in Middle Jurassic series, Jungar Basin

研究发现, 八道湾组和三工河组的气势分布与演化特征较为相似, 可以初步划分为晚侏罗世—早白垩世、晚白垩世与第三纪至今 3 个演化阶段, 而中侏罗统气势分布与演化似乎自成体系, 可分为侏罗纪末、早白垩世—渐新世、上新世及现今 4 个演化阶段。

### 3 天然气运移特征

根据上述流体动力的分布和演化结果, 可以分析天然气的运移、聚集特征。

#### 3.1 排烃期与有利排烃区的确定

由于古压力的孕育历史与油气自源岩的排出具有十分密切的关系, 异常高的流体压力无论对于油气以游离相态通过源岩时克服其面临的毛管阻力, 还是通过当压力大于岩石的抗张强度时形成微裂缝使油气以混相排出, 都十分有利。

1) 本地区二叠系烃源岩(下二叠统风城组和中二叠统乌尔禾组)自二叠纪以来的流体压力发育历史划分为 4 个水动力旋回<sup>[9]</sup>: 二叠纪—三叠纪、侏罗纪、白垩纪—渐新世、中新世至今。考虑到异常高压

是促使油气自烃源岩排出的最重要动力,因而可认为,二叠系烃源岩大致发育 4 个排烃阶段,即三叠纪、侏罗纪、白垩纪—渐新世与中新世至今。对于中、下侏罗统烃源岩而言,因其在侏罗纪末尚未成熟,故其排烃阶段只有白垩纪—渐新世与中新世至今两个。每一排烃阶段的后期(即异常高压从高峰到降为最低)是烃类的主要排出时期。

2) 从不同地区水动力旋回中过剩压力孕育幅度的相对大小关系,还可确定出烃源岩主要的排烃阶段。由于盆地西北缘的大部分地区在白垩纪时的过剩压力峰值一般达到最高,而腹部和南缘西部地区最高过剩压力峰值出现的时间分别为中新世与现今,故盆地西北缘烃源岩主排烃阶段为白垩纪—渐新世,而腹部和南缘主排烃阶段则相对较新,分别为中新世与现今。当然,这里的所谓“主排烃阶段”只是相对概念,并不意味着其他时期不排烃,而是从排烃动力角度来看,在这一主排烃阶段内动力条件较为充裕,容易排出大量油气。

3) 从过剩压力的平面分布及演化,可对烃源岩的有利排烃地区进行推测。如八道湾组在侏罗纪—早白垩世的高压区位于盆地东南部昌吉一带,该地区应是有利排烃地区。以此类推,晚白垩世—始新世的有利排烃地区位于盆地中部,呈南北向展布的狭长地带;上新世时的有利排烃地区是盆地西南部,即乌苏—石河子地区;目前的有利排烃地区则几乎横跨整个昌吉凹陷。

### 3.2 天然气的运移方向

水势表示了水动力的分布状况,气势则表示天然气在地下地层中所处的动力状况,因而对于天然气的运移、聚集而言,水势反映了水动力背景,气势则具体影响了天然气的运移方向和聚集地区。由于气势分布和演化的阶段性,导致天然气在不同演化阶段的二次运移方向各具特色。

3.2.1 八道湾组 图 3 概括了八道湾组在不同时期的天然气运移方向和运聚系统分布界线。由图 3 可见:中侏罗世末,天然气由昌吉和沙门子两个高势区向相邻的低势区运移,运移方向分别指向车排子(车 3 井)、艾里克湖(艾参 1 井)、莫索湾北、石西、石南、三个泉、阜康东北及齐古—呼图壁地区;早白垩世末,天然气由昌吉高势区分别向车排子—小拐、克 75 井、石南 4 井以南、三个泉—彩参 2 井、阜康东北以及石河子—呼图壁方向运移;晚白垩世末天然气由盆参 2 井处的高势区向车 3 井、艾参 1 井及其南北地区、石西、三个泉、滴西、阜康等地区运移;始新世末,天

然气分别由昌吉和沙湾两个高势区分别向车 3 井、拐 6 井—艾参 1 井、石南 4 井—石西 1 井、盆参 2 井地区、三个泉地区、阜康东北地区、石河子—齐古地区运移;现今八道湾组内天然气运移方向,由昌吉和沙湾两个高势区指向西北缘、莫北、夏盐 2 井、石南、滴西、阜康东北及石河子—齐古地区。

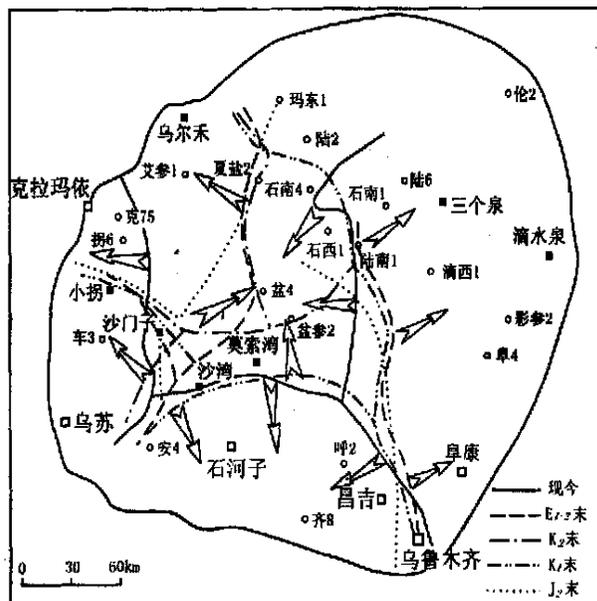


图 3 准噶尔盆地八道湾组不同时期天然气运移方向与运聚系统界线分布图

Fig 3 Distribution of gas migration direction and boundaries of accumulation system during different stages in Badaowan Formation of Lower Jurassic series, Jungar Basin

3.2.2 三工河组 晚侏罗世末,天然气向盆地西北缘、盆参 2 井—石西 1 井—石南 1 井—彩参 2 井一线、阜康东北等地区运移;早白垩世末则由昌吉高势区向西北、东北、东部及西南方向运移;晚白垩世末,天然气由沙门子—盆参 2 井高势区向车—拐地区、克 75 井—艾参 1 井所在地区、盆 4 井—石西 1 井—石南 1 井一带、滴西—彩南地区、阜康地区及石河子—齐 8 井地区方向运移;始新世末,天然气则由昌吉、沙湾高势区向车—拐、沙门子东北、莫北、石西、滴西、阜康东北及石河子—呼图壁方向运移;现今,天然气运移方向由沙湾以西与昌吉两个高势区指向车—拐、沙门子东北、莫北、石西、滴西、阜康东北、石河子—呼图壁地区。

3.2.3 中侏罗统 侏罗纪末,天然气主要由昌吉与艾参 1 井处的两个高势区向其间所夹持的低势区运移,这一低势区包括小拐、沙门子、莫索湾、石西、三个泉及彩参 2 井所在地区;早白垩世末,天然气主要向盆地西北缘、陆梁地区、阜康东北、石河子—呼图壁



研究中得到中国石油勘探开发研究院宋岩教授的指导和新疆石油管理局勘探开发研究院的协助, 特此一并致谢。

## 参考文献:

- [1] 郝 芳, 邹华耀, 姜建群. 油气成藏动力学及其研究进展[J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 11-22
- [2] 王震亮, 罗晓容, 陈荷立. 沉积盆地地下古水动力场恢复[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1997, 27(2): 155-159
- [3] 杨文孝, 况 军, 徐长胜. 准噶尔盆地大油气田形成条件和预测[J]. 新疆石油地质, 1995, 16(3): 200-211
- [4] 宋 岩. 准噶尔盆地天然气聚集区带地质特征[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995. 1-21.
- [5] Hubbert M. K. Entrapment of petroleum under hydrodynamic conditions [J]. AAPG Bull, 1953, 37(8): 1 954-2 026
- [6] 陶一川. 油气运移聚集的流体动力学问题[J]. 石油与天然气地质, 1983, 4(3): 254-267
- [7] 王震亮, 陈荷立. 有效运聚通道的提出与确定初探[J]. 石油实验地质, 1999, 21(1): 71-75
- [8] 王震亮. 准噶尔盆地水动力模拟参数研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2001, 31(2): 153-156
- [9] 王震亮. 改造型盆地流体动力学的发育特点[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 24-27
- [10] 王震亮, 陈荷立, 宋 岩. 准噶尔盆地侏罗系天然气藏特征[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 133-136

(编 辑 张银玲)

## Ancient dynamics of fluid and gas migration and accumulation in Jurassic Systems, Jungar Basin

WANG Zhen-liang<sup>1</sup>, GEN G Peng<sup>2</sup>

(1. Department of Geology, 2. Institute of Public Management, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Fluid dynamics is the dynamic frame and background of hydrocarbon migration and accumulation, and is fundamental factor influencing migration and accumulation of hydrocarbon. By means of basin modeling technique, the ancient fluid (including water and gas) potentials and ancient overpressures during different geologic periods are restored, and the characteristics of gas migration and accumulation are analyzed according to the concept and studying thought of migration and accumulation system. It is discovered that water potentials and gas potentials during different geologic periods in Jurassic system could be divided into four evolution stages of J, K<sub>1</sub>-E<sub>3</sub>, N<sub>1</sub>-<sub>2</sub> and Q. In the light of development of excess pressure, it is defined that there are two main expulsion stages of K-E<sub>3</sub> and N<sub>1</sub>-Q, and different expulsion phase and beneficial expulsion areas. Because of staging quality of distribution and evolution of gas potentials, direction of secondary migration of gas is of distinctive feature respectively in different geologic periods. According to the distribution of gas migration and accumulation systems, seven favorable areas for gas exploration are forecast.

**Key words:** fluid dynamics; natural gas; migration and accumulation; Jungar Basin