

## 天然气地质学

# 轮南地区晚海西期构造变形与油气成藏

陈志勇<sup>1,2</sup>, 李启明<sup>2</sup>, 钱玲<sup>3</sup>, 谭林<sup>3</sup>

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640;

2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083;

3. 中国石油塔里木油田分公司研究院, 新疆 库尔勒 841000)

**摘要:** 通过研究塔里木盆地轮南及其周缘地区残余构造特征、断裂展布、剖面性质和该地区晚海西期构造定型的运动学过程和成因机制、构造定型后的油气成藏机制, 认为该地区晚海西期的构造变形是在早古生代变形基础上的叠加, 是加里东期与海西期构造应力联合作用的结果, 而且每期应力都控制着与该应力近于垂直的逆断层和与其平行的走滑断层的发育; 深埋的下古生界的长期生油和持续供油, 为轮南地区多期成藏及成藏油气的叠加、复合改造提供了物质条件, 是该地区油气性质多样的根本原因; 古斜坡长期发育是油气成藏的重要条件; 多层位有效储盖组合与多期成藏是油气成藏的主要机制。

**关键词:** 轮南地区; 晚海西期构造; 油气成藏

**中图分类号:** TE121. 2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-1926(2008)02-0193-05

## 0 引言

轮南地区位于塔里木盆地塔北隆起带, 是我国西部重要的产油气区, 油气储量超过 10 亿 t。塔里木盆地经历了多期的构造变动, 形成了多期叠合盆地<sup>[1]</sup>; 在轮南地区整体缺失志留系、泥盆系、石炭系直接覆盖在奥陶系潜山风化壳上, 表明在海西期轮南地区地形总体隆升, 地层遭受剥蚀淋滤, 造成古油藏暴露破坏, 形成目前发现的干沥青或者沥青质含量很高的稠油。随着塔北隆起在晚海西期最后定型, 作为区域盖层的中生代和新生代地层的稳定沉积, 使本地区圈闭体系最终形成。因此晚海西期是轮南地区具备大规模油气聚集条件的开始。

前人的研究多集中在早海西期地层遭受剥蚀、油藏遭受破坏的过程<sup>[2-3]</sup>, 多关注早海西期成藏的过程和规模, 未明确晚海西期作为该区目前主要油气资源聚集的关键时刻的地位。

因此本文通过讨论晚海西期断裂活动对圈闭封闭体系的改造, 试图凸现晚海西期区域变形对古生界地层展布、断块运动形式的控制及其对油气勘探

的重要意义。

## 1 轮南地区晚海西期构造背景

研究结果表明, 塔北隆起构造经历了前震旦纪基地形成、加里东—早海西期古隆起形成、晚海西—印支期断裂和断隆发育、燕山—喜马拉雅早期稳定沉降及喜马拉雅晚期整体反向快速倾斜沉降 5 个主要阶段<sup>[4-5]</sup>。受其影响, 轮南潜山地层发育不全, 除缺失志留系和泥盆系外, 奥陶系、石炭系也遭受严重剥蚀, 二叠系已剥蚀殆尽, 该区存在石炭系与下伏的奥陶系及三叠系与下伏的石炭系、奥陶系之间 2 个重要的不整合面, 是油气运移和聚集的重要空间。轮南地区为三大生烃凹陷环绕, 即东面的草湖凹陷, 西面的哈拉哈塘凹陷, 南面的满加尔凹陷。加之长期地形隆升, 轮南地区是油气运移长期的指向区, 油气地质条件十分优越。

## 2 轮南地区变形特征

轮南地区主要由基底潜山和若干条贯穿整个区域的大断裂组成, 潜山为一向 SW 倾覆的大型鼻状



2.2 晚海西期构造变形

海西期是应力方向的转换时期,到了晚海西期,先前的NW—SE向转变为NS向,由于构造挤压进一步加剧,所以早期褶皱在逆冲、变形的同时,还进行了分化。加里东期的宽缓褶皱被晚海西期大型逆冲断层分割成南北2个隆起带,形成典型的冲起构造,中部相对成为凹地,接收沉积。在早期褶皱的轴部,是变形最强烈的地区,陆续形成一系列垂直应力

方向的EW向断裂,随着应力在早期宽缓褶皱轴部不均衡的释放,在褶皱翼部形成平行应力方向的断裂,在侧翼还有NE—NW向断裂的继承性发育<sup>[9]</sup>。该时期运动对塔北地区影响较大,地壳强烈抬升遭到剥蚀,并伴随强烈的褶皱、断裂和岩浆活动,上二叠统展布范围进一步向西南方向退缩<sup>[10]</sup>;另外,此时的满加尔凹陷广大地区的物源区大部分来自于轮南隆起及其附近的其它隆起带。

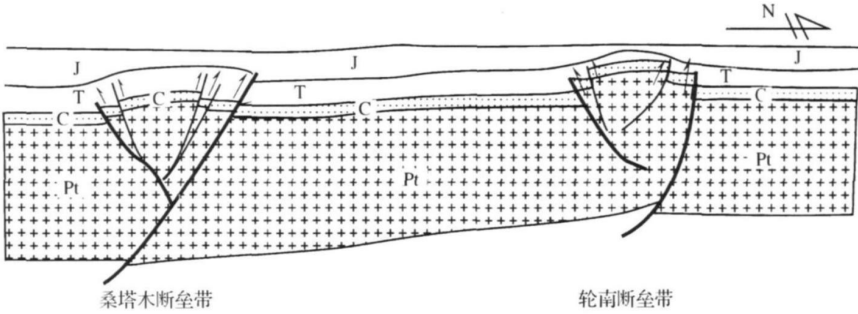


图2 轮南地区及桑塔木地区南北向地震剖面(位置见图1)

在整个塔北,断裂主要分布在奥陶系顶部及石炭系地层,部分断裂延伸到三叠系。由此看来,海西运动几乎波及整个古生代地层,并不是二叠系沉积后没有产生新的断裂,而是这些断裂所在的二叠系被剥蚀殆尽而表现出部分断裂延伸到三叠系的特征;而且断裂的展布方向也受应力集中区的应力方向控制。应力集中,则表现出与该应力方向垂直的

逆断层,同时也出现与该应力方向相同的走滑断层;相反,应力不集中,则不明显(图3)。需要说明的是,轮南断垒带、桑塔木断垒带和阿克库勒断垒带各自本身也并非一个整体隆起带,比如轮南断垒带可以分为西段、中段和东段,桑塔木断垒带也分为相应的3段,由此可以认为,由于阿克库勒断垒带受到加里东期SE向的挤压(图3),后期在海西期又受到近

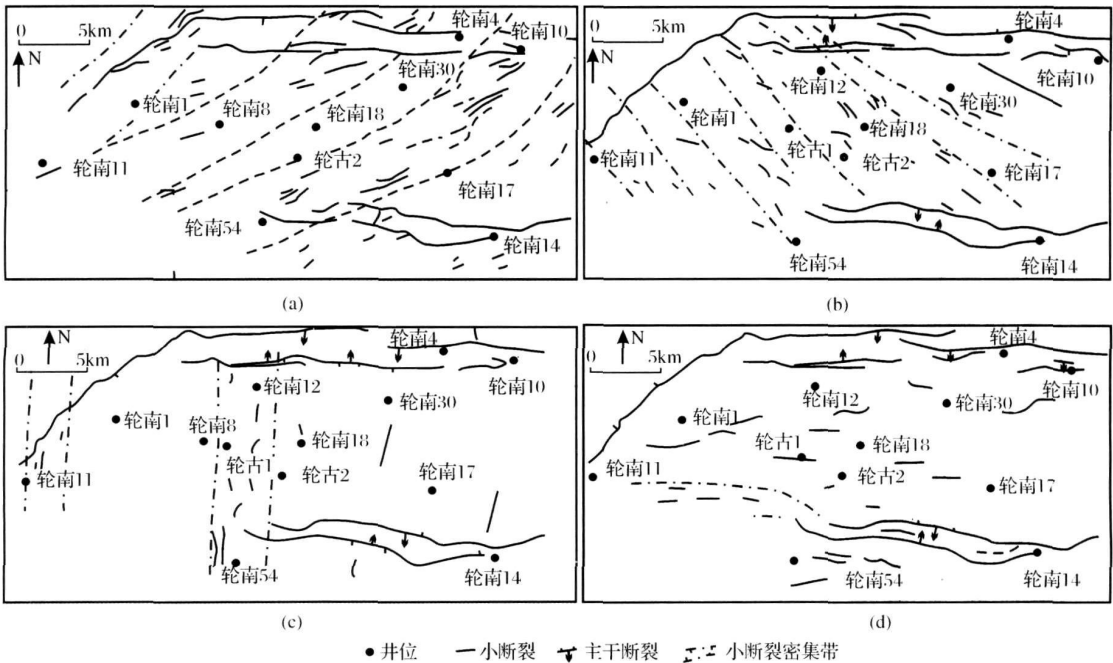


图3 轮南地区奥陶系顶部小断裂分布<sup>[6]</sup>

(a) 北东向断裂带 (b) 北西向断裂带 (c) 南北向断裂带 (d) 东西向断裂带

NS 向的挤压。因此,阿克库勒断垒带在早古生代并非处在现在的位置,而是更靠近桑塔木断垒带。

2.3 古构造格局成因机制

从轮南地区构造变形与断裂展布来看,本区在晚海西期的变形是在早古生代变形基础上的叠加,是加里东期与海西期构造应力的联合作用。主要表现为加里东期和早海西期产生的断裂为 NE 与 NW 方向,而晚海西期产生的断裂为 EW 和 NS 方向;同时早期断裂在喜马拉雅期也有继承性发育的特点。徐杰<sup>[9]</sup> 也认为,轮南地区古生界断裂与断垒变形具有统一的特点。从力学角度来看,加里东运动的应力是 SE 向的,所以在产生 NE 向逆冲断层的同时也产生 SE 向的走滑断层;同样晚海西期应力是近南北方向的,在产生 EW 向逆冲断层的同时,也产生 SN 向的走滑断层。

从轮南地区构造变形来看,轮南及整个塔北地区北高南低、NE 高 SW 低的趋势也是跟区域应力机制密不可分的。加里东期塔里木板块北缘和伊犁一中天山的碰撞使塔北的西北部受到最强烈的挤压,形成西北高,东南低的格局(图 4a),上部地层逆冲褶皱、滑脱增厚,下部则形成凹地(图 4b);晚海西期,塔里木地块受南北应力的挟持,断层自南向北逆冲,形成近东西向的褶皱与断层,并同加里东期断层进行叠加(图 4c)。

3 轮南地区晚海西期构造变形与油气成藏的关系

海西晚期构造活动对油气成藏的意义是:

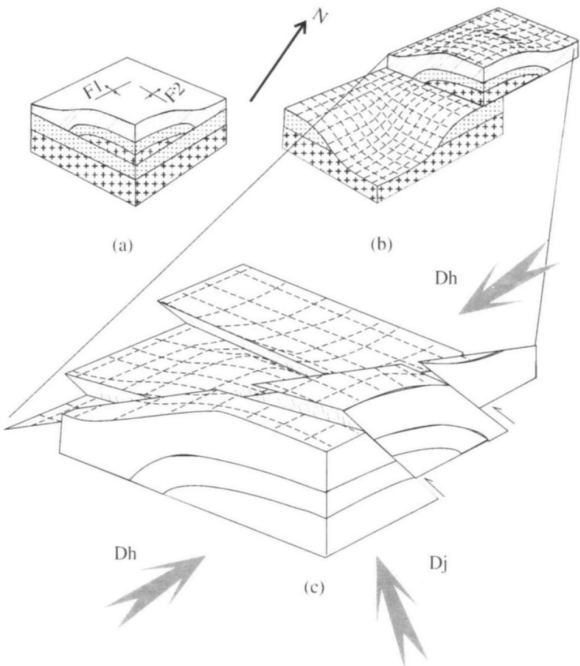


图 4 加里东—海西运动轮南地区构造变形模式  
a、b 据文献 [11]; Dj 加里东期挤压; Dh 海西期挤压

(1) 海西期持续发育的古斜坡使轮南地区成为油气运移的主要目的地。轮南地区自加里东运动以来,一直发育位于塔北古隆起南部的斜坡,并且在南、东、西 3 个方向分别面对满加尔、草湖、哈拉哈塘等不同规模、不同成熟演化的烃源区,始终都是古生界海相油气向塔北古隆起运移的必经之地<sup>[9,12]</sup>。

(2) 海西晚期成藏封闭系统的初步形成是轮南地区油气成藏的基础。轮南低隆起成藏封闭系统经历了建立—破坏—重建的过程,对应的成藏油气则经受了破坏、改造、叠合等后生作用的影响,油气面

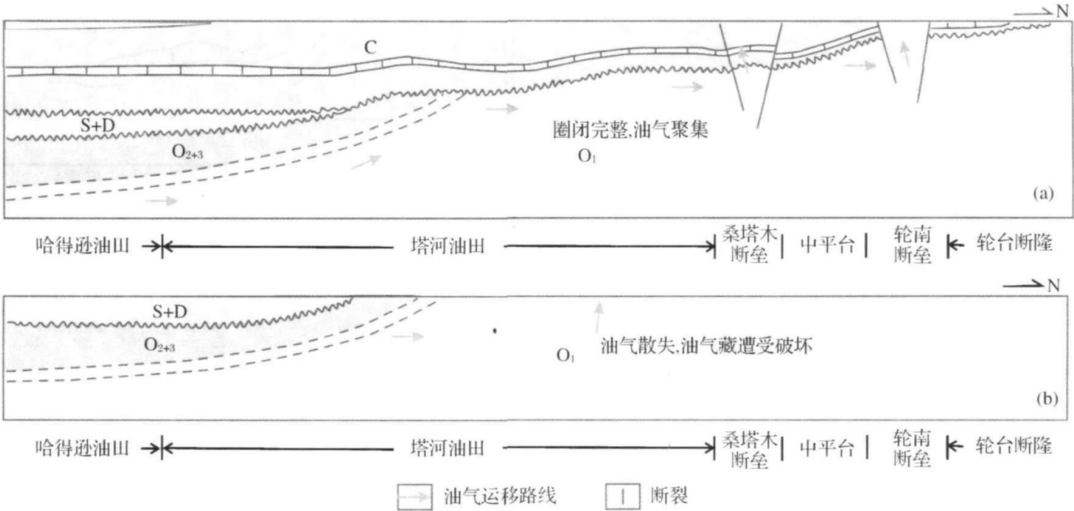


图 5 海西晚期油气运移模式

(a) 海西晚期油气运移成藏模式 (b) 海西早期油气破坏模式

貌复杂多变, 从区域上主要经历了以下变化: 加里东晚期—海西早期先封闭后开放系统的形成与油气的严重破坏(哈 1 井志留系沥青砂岩); 海西晚期半封闭—封闭系统的形成与成藏油气的改造(轮南 1 井重质油藏、塔河—轮古西奥陶系重质油藏)。海西晚期成藏封闭系统的最终成型, 标志着轮南地区具备规模油气聚集的开始(图 5)。

(3) 海西晚期断裂发育为油气藏向上伏有利圈闭调整提供了通道。目前轮南地区在三叠系、侏罗系都发现有油气藏, 油源对比表明其来自于下古生界烃源岩, 显然晚海西期形成的断裂是其油源断裂(图 5)。

## 4 结论

(1) 轮南地区晚海西期的构造变形是在早古生代变形基础上的叠加, 是加里东期和海西期构造应力联合作用的结果。

(2) 深埋的下古生界的长期生油和持续供油, 为轮南地区多期成藏及成藏油气的叠加、复合改造提供了物质条件。

(3) 多层位有效储盖组合与多期成藏是油气成藏的主要机制。

### 参考文献:

[1] Kang Yuzhu, Kang Zhizhong. Tectonic evolution and oil and

gas of Tarim basin[J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1996, 13(3/4/5): 317-325.

- [2] 韩剑发, 梅廉夫, 杨海军, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩礁滩复合体油气来源与运聚成藏研究[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(3): 426-434.
- [3] 周兴熙. 库车油气系统油气藏相态分布及其控制因素[J]. 天然气地球科学, 2004, 15(3): 205-213.
- [4] 魏国齐, 贾承造, 姚慧君. 塔北地区海西晚期逆冲—走滑构造与含油气关系[J]. 新疆石油地质, 1995, 16(2): 96-102.
- [5] 顾家裕, 周兴熙. 塔里木盆地轮南潜山岩溶及油气分布规律[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 32-41.
- [6] 徐杰, 李涛, 陈国光, 等. 塔里木盆地轮南潜山构造特征[J]. 石油学报, 2002, 23(5): 14-18.
- [7] 赵靖舟, 田军. 满西地区构造演化史[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 108-113.
- [8] 汤良杰. 略论塔里木盆地的主要构造运动[J]. 石油实验地质, 1997, 19(2): 108-114.
- [9] 孙文钊, 王传雷, 杨希滨. 轮南奥陶系碳酸盐岩储集体控油机理探讨[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(1): 84-88.
- [10] 刘玉魁, 邬光辉, 闵磊, 等. 塔里木盆地英吉苏凹陷构造特征[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(3): 310-313.
- [11] Schirmer T W. Structural analysis using thrust-fault hanging-wall sequence diagrams: ogden duplex, Wasatch range, Utah[J]. AAPG Bulletin, 1988, 72(5): 573-585.
- [12] 张博, 赵力彬, 唐雁刚, 等. 库车坳陷变质核杂岩与油气相态分布格局成因初探[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(2): 200-203.

## Relationship of Neo-Hercynian Structure Deformation and Hydrocarbon Play, Lunnan

CHEN Zhi-yong<sup>1,2</sup>, LI Qi-ming<sup>2</sup>, QIAN Ling<sup>3</sup>, TAN Lin<sup>3</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, China;

2. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Beijing 100083, China;

3. PetroChina Tarim Oilfield Company, Korla 841000, China)

**Abstract:** Through research on characteristics of remaining structure, fault distribution and its profile's property in Lunnan and its peripheral area in north Tarim basin, this article analyzes the kinematical process and origin mechanism of the structural finalization of this area in later Hercynian period, and discusses the pool-forming mechanism of oil and gas after the structural finalization. The deformation of this area in the later Hercynian period is a stack on the basis of deformation in early Eopaleozoic, and it is also the result of integrated action of tectonic stresses in the Cambrian and Hercynian periods. Every period's stress controls the development of faults vertical to the stress and strike-slip faults parallel to it. The long-period oil generation and continuous oil supply by the deeply buried lower Paleozoic provides material conditions for the multistage pooling, the stack of pooling oil and gas and the multi-reconstruction. This also leads to rich and colorful oil and gas in the area. Palaeo-slope of long period is an important condition of pool formation, and the efficient association between reservoirs and traps of multi-strata and the multi-stage pooling are the most important mechanism.

**Key words:** Lunnan area; Neo-Hercynian structure; Hydrocarbon play.