

# 喜马拉雅运动对库车坳陷油气成藏的影响

曾联波<sup>1,2</sup>, 周天伟<sup>1</sup>, 吕修祥<sup>1,2</sup>

(1. 石油大学资源与信息学院, 北京 102249; 2. 教育部石油天然气成藏机理重点实验室, 北京 102249)

**摘要:** 喜马拉雅运动是指新生代以来的构造运动, 是塔里木盆地库车坳陷构造及其圈闭形成的主要动力, 对库车坳陷油气成藏起重要的作用。喜马拉雅运动强烈的构造挤压作用造成的快速沉降和埋藏促使油气开始生成; 喜马拉雅运动产生的大量裂缝是致密低渗透储集层的主要渗流通道和有效的储集空间, 对改善储集性能有重要的作用; 喜马拉雅运动不仅形成了油气运移的通道和油气聚集的场所, 而且还是油气运移的主要驱动力, 控制了油气藏成排成带的分布规律; 喜马拉雅晚期产生的断层和构造抬升作用, 是该区天然气散失和盐上上次生油气藏形成的主要因素。

**关键词:** 喜马拉雅运动; 油气成藏; 库车坳陷; 塔里木盆地。

**中图分类号:** P618.130.2 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2383(2002)06-0741-04

**作者简介:** 曾联波(1967—), 男, 副教授, 1992年获中国地质大学构造地质学专业硕士学位, 主要从事油气构造地质、地应力与油气勘探开发方面的教学与科研工作。

喜马拉雅运动是指新生代以来的构造运动, 它包括3个主要的构造幕<sup>[1]</sup>, 不仅对西部地区前陆盆地及其构造的形成有十分重要的控制作用, 而且还对西部含油气盆地油气的成藏与分布有重要影响。因此, 研究喜马拉雅运动对西部含油气盆地油气成藏的影响, 对深入了解西部盆地油气藏的成藏模式, 探讨油气分布与形成富集规律, 有效指导油气勘探具有重要的意义。

库车坳陷位于塔里木盆地北部, 天山造山带南侧, 西起温宿, 东至库尔勒, 南在轮台—库车—阿克苏公路一线, 与塔北隆起相邻。库车坳陷经历了多期构造运动, 其中喜马拉雅期运动是该区构造的主要形成期和定格期。已有大量研究成果表明, 库车坳陷的构造及其圈闭绝大多数是在喜马拉雅运动的作用下形成的, 尤其是喜马拉雅中晚期的构造运动对该区构造变形与最终定型起了决定性作用<sup>[2~4]</sup>。喜马拉雅构造期是库车坳陷油气生成、运移聚集和保存的主要时期<sup>[5]</sup>, 对该区油气成藏起主导作用。喜马拉雅运动对库车坳陷油气成藏的影响主要表现在以下5个方面。

## 1 对油气生成的影响

喜马拉雅运动对库车油气生成的影响主要通过控制沉积和埋藏速率来影响烃源岩向烃类转化。在喜马拉雅中晚期强烈的构造挤压作用下, 天山山体快速抬升, 位于天山山前的库车坳陷快速沉降, 使烃源岩被巨厚的上覆岩层快速埋藏, 地温增高, 烃源岩开始演化(图1)。另外, 喜马拉雅中晚期强烈的逆冲推覆作用在断层带附近产生的大量摩擦热以及巨厚膏盐岩对下伏地层地热的保存作用也对烃源岩的成熟度有一定影响。

库车坳陷的烃源岩主要分布在阳霞凹陷、拜城凹陷和乌什凹陷, 烃源岩主要为三叠—侏罗系的湖相泥岩和煤相地层。拜城凹陷烃源岩的演化程度最高, 其次为阳霞凹陷, 而乌什凹陷最低, 目前仍处于生油阶段<sup>①</sup>。拜城凹陷烃源岩在不同地区生烃史有明显不同, 在凹陷的北部及西部地区, 燕山晚期开始生油, 喜马拉雅早期达到生油高峰期, 喜马拉雅中期生油结束, 喜马拉雅晚期生凝析油湿气结束, 并开始生干气; 在凹陷的中心地区, 喜马拉雅早期开始生油, 喜马拉雅中期达到生油高峰期, 喜马拉雅晚期生

收稿日期: 2002-08-12

基金项目: 石油科技中青年创新基金项目; 国家重点基础研究发展规划项目(No. G19990433)。

①王振宇, 王招明. 塔里木盆地北部前陆区石油地质综合研究(内部研究报告), 2000。

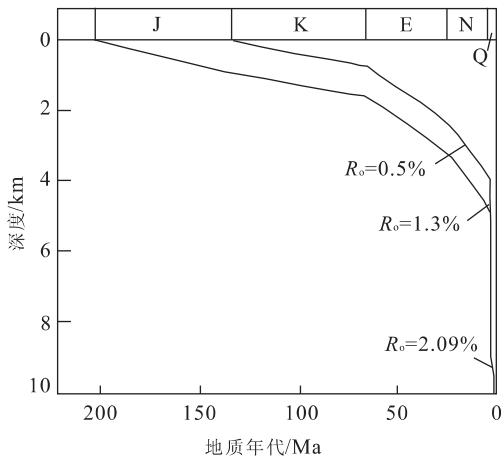


图 1 拜城凹陷侏罗系地层埋藏史和热演化史<sup>[6]</sup>

Fig. 1 Burial and thermal histories of the Jurassic in Baicheng sag<sup>[6]</sup>

油结束;在凹陷的南部,喜马拉雅中期开始生油,喜马拉雅晚期达到生油高峰期,侏罗系烃源岩目前生油尚未结束,喜马拉雅期是该区油气的主要生成时期。

## 2 对储集性能的影响

喜马拉雅运动对储集性能的影响主要是在致密低渗透储集层中产生大量的裂缝,对改善该区的储集性能有重要的作用。根据库车坳陷 19 口取心井 1 103.65 m 岩心、野外露头剖面 and 测井资料的分析统计,该区以中高角度构造裂缝为主,裂缝一般与岩层面近垂直分布,并受岩层的单层厚度和岩性控制。以白云岩中裂缝密度最大,而粗砾岩中裂缝密度较小。在纵向上,三叠系、下侏罗统阿合组、下白垩统巴什基其克组和下第三系库姆格列木群裂缝发育(图 2)。在平面上,库车坳陷  $E_{1+2}$  层位裂缝发育区主要分布在克拉一大北一带, $K_{1+2}$  层裂缝主要在克依

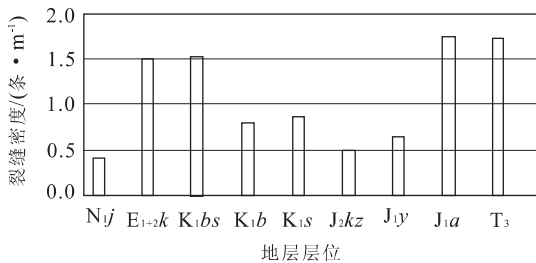


图 2 库车坳陷不同层位岩心裂缝密度统计

Fig. 2 Fracture density counted by cores in different strata in Kuqa depression

构造带细砂岩中发育, $J_{1+2}$  层裂缝在依南构造带也发育; $N_{1j}$  层裂缝的整体发育程度较差,但在依南地区相对发育;根据依南 5 的岩心和野外露头资料,三叠系砂岩中的裂缝也比较发育。

## 3 对圈闭形成的影响

库车坳陷位于南天山山前,其构造圈闭占绝对优势,其中在喜马拉雅期形成的断层相关褶皱是最有利的构造圈闭<sup>[4]</sup>。从构造发育史分析可知,该区构造及其圈闭主要在喜马拉雅早期开始形成,从天山山前到塔北隆起,各构造带的形成发育时间具有由早至晚的发育规律,但它们都在喜马拉雅晚期定型,都属于喜马拉雅运动的产物。

## 4 对油气运聚的影响

喜马拉雅运动对油气运聚的影响主要表现在 2 个方面:一是喜马拉雅运动形成了油气运聚的通道(包括断层、裂缝和不整合面)和油气聚集的圈闭构造;二是喜马拉雅运动所产生的构造应力提供了油气运聚的动力,是油气运聚的主要动力来源之一,喜马拉雅运动是该区油气运聚的重要控制因素。

在库车坳陷油气运移过程中,断层起主导作用<sup>[5,6]</sup>,喜马拉雅构造运动形成的断层是该区油气垂向运移的主要通道。受喜马拉雅运动近南北向构造应力场的控制,该区近东西向的逆冲断裂成排成带分布,它们同时控制了该区的构造圈闭沿断裂带也成排成带分布,进而控制了该区油气藏成排成带的分布规律。

根据断裂与油气成藏的关系,将库车坳陷断裂分为充注断层、散逸断层和无效断裂 3 种类型<sup>②</sup>。充注断层切割了烃源岩和储层,而在区域性的盖层下终止,是油气向上运移最良好的通道。如大北断裂就属于此类断层(图 3)。散逸断层既断开了烃源岩,同时也断开了区域性的盖层,使运移来的油气沿断裂散失掉,从而破坏了油气藏。如吐孜玛扎断层就属于此类断层(图 3)。无效断裂在喜马拉雅晚期形成,向下没有切到烃源岩,断层对油气运移基本上没有任何作用。以上第三系膏泥岩为滑脱面的断层都属于

②李洪革. 库车前陆盆地构造特征及其对油气控制作用(内部研究报告), 2001.

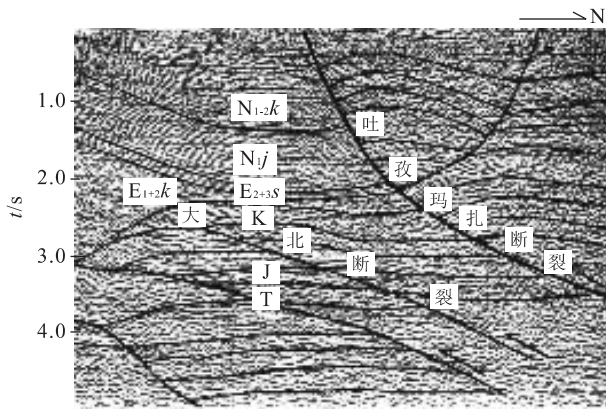


图 3 DQ99-228 测线地震解释剖面

Fig. 3 Seismic interpretation profile of DQ99-228

无效断层,如吐孜玛扎构造发育的断层。

### 5 对油气保存的影响

断层既可以作为油气运移的通道,也可以成为油气散失的通道。喜马拉雅晚期构造运动产生的断层使早期断层重新活动,破坏早期形成的原生油气藏,使油气沿断层再次运移,然后在新的圈闭中聚集和再次成藏,形成次生油气藏,该区分布在上第三系的盐上油气藏主要属于这种类型。后期活动断层还可以造成早期聚集的天然气散失,克拉 3 号构造具有与克拉 2 号构造类似的地质条件,但其含气性明显不如克拉 2 构造(图 4),主要原因可能就是喜马拉雅晚期形成的散逸断层对气藏的破坏作用,使早期形成的气藏被破坏掉。另外,喜马拉雅运动强烈的挤压和抬升作用,使上覆地层被剥蚀,盖层严重破坏,从而使油气严重散失,也是该区油气破坏的一个重要因素。库车坳陷丰富的地面油苗就是该区油气

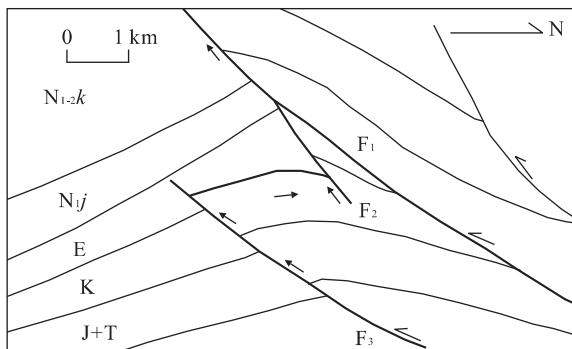


图 4 克拉 3 号构造剖面示意

Fig. 4 Sketch map of Kela 3 structure section

严重散失的结果,反映喜马拉雅晚期运动对油气的明显破坏作用。

### 6 结论

喜马拉雅运动对库车坳陷油气成藏起重要的作用。喜马拉雅期强烈的构造挤压作用造成的快速沉降和埋藏,使烃源岩开始向油气转化;喜马拉雅运动产生的大量裂缝,是致密低渗透储集层的主要渗流通道和有效的储集空间,对改善储集性能有重要的作用;该区以与逆冲断层相关的构造圈闭为主,主要在喜马拉雅早期开始发育,在喜马拉雅晚期定型,喜马拉雅运动形成的断层是该区油气垂向运移的主要通道,控制了油气藏成排成带分布;喜马拉雅运动对油气成藏既有有利的一面,也有不利的一面,喜马拉雅晚期产生的断层和构造抬升作用,是该区天然气散失和盐上次生油气藏形成的主要因素。

### 参考文献:

[1] 地质辞典编委会. 地质辞典(一):普通地质——构造地质分册(下册)[M]. 北京:地质出版社,1983. 395.  
 Editorial Committee of Geological Dictionary. Geological dictionary (I): general geology—structural geology fascicule (the second volume) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983. 395.

[2] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京:石油工业出版社,1997.  
 JIA C Z. Structural characteristics and petroleum of Tarim basin, China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997.

[3] 刘志宏,卢华复,贾承造,等. 库车再生前陆逆冲带造山运动时间、断层滑移速率的厘定及其意义[J]. 石油勘探与开发,2000, 27(1): 12—15.  
 LIU Z H, LU H F, JIA C Z, et al. Orogeny timing and fault-slip rate and their significance to the rejuvenated foreland thrust belt of Kuche [J]. Petroleum Exploration and Development, 2000, 27(1): 12—15.

[4] 刘志宏,卢华复,贾承造,等. 库车再生前陆盆地的构造与油气[J]. 石油与天然气地质,2001, 22(4): 297—302.  
 LIU Z H, LU H F, JIA C Z, et al. Structures and hydrocarbon accumulation in Kuche rejuvenated foreland basin [J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 297—302.

[5] 秦胜飞,贾承造,陶士振. 塔里木盆地库车坳陷油气成藏

的若干特征[J]. 中国地质, 2002, 29(1): 103—108.

QIN S F, JIA C Z, TAO S Z. Some characteristics of oil and gas accumulation in the Kuche depression, Tarim basin [J]. Chinese Geology, 2002, 29(1): 103—108.

[6] 赵林, 秦胜飞. 库车坳陷天然气成藏条件分析[J]. 石油

实验地质, 1999, 21(4): 307—310.

ZHAO L, QIN S F. Analysis on the pool-forming conditions of natural gas accumulations in the Kuche depression [J]. Experimental Petroleum Geology, 1999, 21(4): 307—310.

## Influence of Himalayan Orogeny on Oil & Gas Forming in Kuqa Depression, Tarim Basin

ZENG Lian-bo<sup>1,2</sup>, ZHOU Tian-wei<sup>1</sup>, LÜ Xiu-xiang<sup>1,2</sup>

(1. Resources and Information Institute, University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation, Ministry of Education, Beijing 102249, China)

**Abstract:** Himalayan orogeny refers to the tectonic movement from Cenozoic, and it is the main power responsible for the formation of depressions and traps. Therefore, it plays an important role in oil and gas forming in Kuqa depression, Tarim basin. Rapid sedimentation and embedding by violent tectonic extrusion of Himalayan orogeny caused oil and gas to form. A lot of fractures formed by the orogeny are the main seepage and the valid storage space to improve the capability of low-permeability reservoir. Fault related with fold formed in the early Himalayan orogeny and ended in its late stage is the most favorable structural trap. Himalayan orogeny not only formed migration passage and accumulation location of oil and gas in Kuqa depression, but also was the main power for oil and gas migration. Meanwhile, it controlled oil and gas pool to be distributed in rows and zones. Faults and tectonic uplift in the late stage of Himalayan orogeny are the main factors on gas dissipating and the secondary oil and gas pool forming above salt layer in Eocene.

**Key words:** Himalayan orogeny; oil and gas forming; Kuqa depression; Tarim basin.

\*\*\*\*\*

(上接 735 页)

including how faults influence the reflections of deeper layers and layers beside faults and the characteristics of wave scattering of fault points. In our opinions, what we know about wave characteristics of faults is incomplete and so our experiment shows that the wave characteristics are complex and there maybe traps for seismic interpretation. Our analysis ascertained the existence of interpretation traps, their types and their causes, which will surely help enhance seismic interpretations.

**Key words:** physical modeling; seismic response; reflection; grey system.