

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

塔里木盆地库车前陆褶皱带中段 盐相关构造特征与油气聚集

汤良杰^{1,2)} 贾承造^{1,3)} 金之钧^{1,4)} 皮学军⁵⁾ 陈书平^{1,2)} 谢会文⁵⁾

1)石油大学石油天然气成藏机理教育部重点实验室,北京,102249;

2)石油大学盆地与油藏研究中心,北京,102249;3)中国石油天然气股份有限公司,北京,100011

4)中国石油化工集团公司勘探开发研究院,北京,100083

5)中国石油塔里木油田分公司,新疆库尔勒,841000

内容提要 塔里木盆地北部库车前陆褶皱带古新统一始新统发育盐岩层系,将库车前陆褶皱带构造变形和圈闭样式分为三层,即盐上构造、盐层(盐间)构造和盐下构造。盐上构造包括盐上背斜、盐上逆冲断层及断层相关褶皱、盐上背冲断块构造、强制褶皱、盐上逆冲断层遮挡构造和盐推覆构造等;盐层(盐间)构造主要包括盐枕构造、盐间断褶皱构造、盐焊接构造和外来盐席等;盐下构造主要有背冲断块构造、断层相关褶皱、叠瓦冲断带和双重构造等。库车前陆褶皱带盐构造的形成可能受挤压作用、重力滑动和重力扩展作用多重控制。笔者等讨论了盐相关构造油气成藏条件和模式,认为库车前陆褶皱带盐岩层变形与丰富的圈闭构造形成密切相关,烃源岩主要位于盐下,盐岩层作为优质盖层构成石油和天然气藏最优越的遮挡条件,断裂对盐下、盐间和盐上油气成藏都起重要控制作用,但盐下是最有利的油气聚集场所。

关键词 塔里木盆地 库车前陆褶皱带 盐相关构造 油气聚集

库车坳陷是一个中、新生代发育起来的长条形盆地,平行于天山造山带延伸,东西长约600 km,南北宽20~60 km,面积约 $2.85 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图1)。库车坳陷新生代以挤压作用为特征,总体具有前陆盆地构造属性(刘和甫,1994;贾承造等,2000),发生褶皱和冲断作用,形成前陆褶皱带。库车前陆褶皱带中段发育3套构造—地层层序:盐下层序:由上二叠统、三叠系、侏罗系和下白垩统组成,缺失上白垩统,为一套陆相碎屑岩沉积,其中上三叠统和中、下侏罗统为煤系地层,属于库车前陆褶皱带主力烃源岩系。盐下层序总厚达5000 m以上,角度不整合于下二叠统火山岩或石炭系灰岩之上。盐层层序:是库车前陆褶皱带中段一套非常特殊的层序,以含盐地层为特征,塑性流动明显,构成库车前陆褶皱带构造变形的主滑脱层系,主要岩性为灰白色泥灰岩、盐岩、膏岩、泥岩和砂岩、砂砾岩,平行不整合于下白垩统之上,厚110~3000 m。盐上层序:由渐新统苏维依组、中

新统、上新统和第四系组成,为一套陆相红色粗碎屑岩沉积,局部夹盐(膏)层,总厚达6000 m以上。

库车前陆褶皱带构造变形与盐层层序滑脱层的存在密切相关,受区域挤压作用、重力作用和盐岩层塑性流动和滑脱作用的控制,古新统一始新统库姆格列木组($E_{1-2}km$)盐岩层系发生剧烈变动,除其自身形成复杂多变的盐构造外,还控制了库车前陆褶皱带盐上层序和盐下层序的变形,形成丰富多彩的盐相关构造。库车前陆褶皱带构造变形样式极为复杂,发育多种类型的逆冲断层、反冲断层、三角带、叠瓦冲断带和双重构造等,前人对库车前陆褶皱—冲断带的几何结构、变形样式、变形期次、构造叠置和分带性等作了大量研究工作(Tang,1992;刘和甫等,1994;Jia et al.,1998;张朝军等,1998;卢华复等,1999;贾承造等,2000;吕修祥等,2000;刘志宏等,2000)。但总体来看,库车前陆褶皱带构造分析中比较薄弱的环节是对盐相关构造的研究,特别是

注:本文为国家自然科学基金项目(编号40172076)、国家重点基础研究发展规划973项目(编号G1999043305)和国家“九五”重点科技攻关项目(编号99-111)的成果。

收稿日期:2002-12-09;改回日期:2002-05-12;责任编辑:任希飞。

作者简介:汤良杰,男,1957年生。1982年在长春地质学院获学士学位,1984年和1995年在中国地质大学(北京)分别获工学硕士和理学博士学位。现为石油大学(北京)教授、博士生导师,主要从事构造地质学和石油地质学研究。通讯地址:102249,北京昌平,石油大学盆地与油藏研究中心;电话:010-89733844;Email: tanglj@bjpeu.edu.cn。

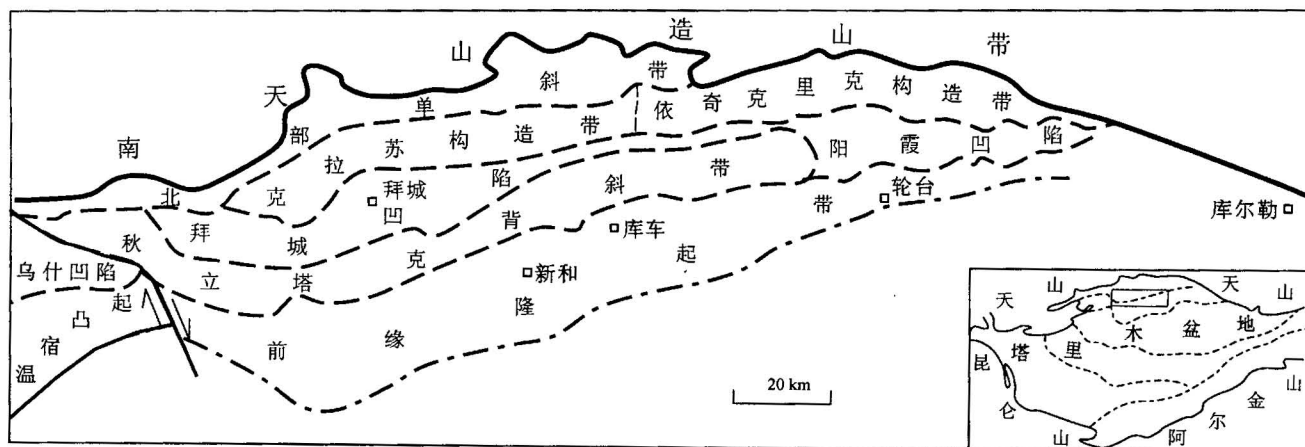


图 1 库车前陆褶皱带构造区划及研究区范围示意图(据塔里木油田分公司, 2000)

Fig. 1 Sketch map showing the study area and tectonic units of Kuqa foreland fold belt

(after Tarim Oilfield Company, 2000)

盐相关构造样式、圈闭类型及其与油气聚集的关系等,有待于深入探讨。本文的目的是依据野外地质调查、地震资料和钻井资料等,对库车前陆褶皱带中段盐相关构造和圈闭样式以及盐相关构造与油气聚集的关系进行初步探讨。

1 盐相关构造样式和圈闭类型

1.1 盐上构造样式和圈闭类型

盐(上)背斜构造:由渐新统苏维依组和新近系组成,一般埋藏较浅,与地表背斜具有一定的吻合性,在克拉苏和秋立塔格构造带都有发育,可以形成良好的背斜圈闭,以大宛齐油田较为典型,背斜圈闭形态较完整(图 2-1)。在坪—坡式冲断层的弯曲转折处,可以形成断弯背斜,逆冲断层往下延入盐岩层序中,在合适的条件下形成背斜构造圈闭(图 2-2)。

盐上背冲断块构造:在盐枕构造的顶部,盐上地层形成的背斜构造被一翼的逆冲断层和另一翼相向倾斜的反冲断层切割,可以形成背冲断块(pop-up structure)圈闭(图 2-3)。

强制褶皱:在盐枕构造形成过程中,其上部两条相背倾斜的逆冲断层夹持一个三角构造带,其间的地层受强烈挤压形成强制褶皱,可以形成圈闭构造(图 2-4)。

盐上逆冲断层遮挡圈闭:库车前陆褶皱带中段盐上层序断层比较发育,一般都为逆冲断层,下盘地层在上倾方向被逆冲断层所截,可以形成断层遮挡圈闭(图 2-5)。

盐推覆构造:以古近系盐(膏)层滑脱和逆冲推

覆为特征,在秋立塔格构造带形成延伸超过 200 km、推覆距离达 20 km 以上的盐推覆构造(图 2-6),总体呈近东西向展布,略呈弧形向西南方向凸出,“外来”推覆体表现为大型单斜断片。

1.2 盐间构造样式和圈闭类型

盐枕构造:由于盐岩塑性流动发生大规模盐聚集,在局部增厚形成的长条状隐伏盐背斜,构成了克拉苏和西秋立塔格构造带核部,如大宛齐和秋立塔格盐枕构造(图 2-7)。

盐间灰岩和砂岩断褶构造:由于古近系库姆格列木组并非全部由纯盐岩层组成,其中有碎屑岩夹层和碳酸盐岩薄夹层,在盐岩流动迁移过程中,这些盐间的夹层可以发生断裂和褶皱,在盐枕内部形成形态复杂的断褶构造,可以构成油气圈闭(图 2-8)。

盐焊接构造:盐岩层塑性流动过程中,局部地区发生急剧减薄直至尖灭,使原来被盐岩层分隔开的盐上层和盐下层直接接触,形成一种特殊的“不整合”,称之为盐焊接构造(图 2-9),可以成为沟通盐下油源层和盐上储层的油气运移通道。

外来盐席:指沿逆冲断层带本身呈席状分布的薄板状外来盐体(图 2-10),这些盐体来自深部的古近系盐层,在逆冲断层活动期间,沿断层发生流动和运移,并充填断层造成的空间,秋参 1 井揭示这种外来盐席厚达 200 m 以上。

1.3 盐下构造样式和圈闭类型

盐下背冲断块和断褶构造:在克拉苏构造带东段,古近系库姆格列木组盐岩层之下的中生代地

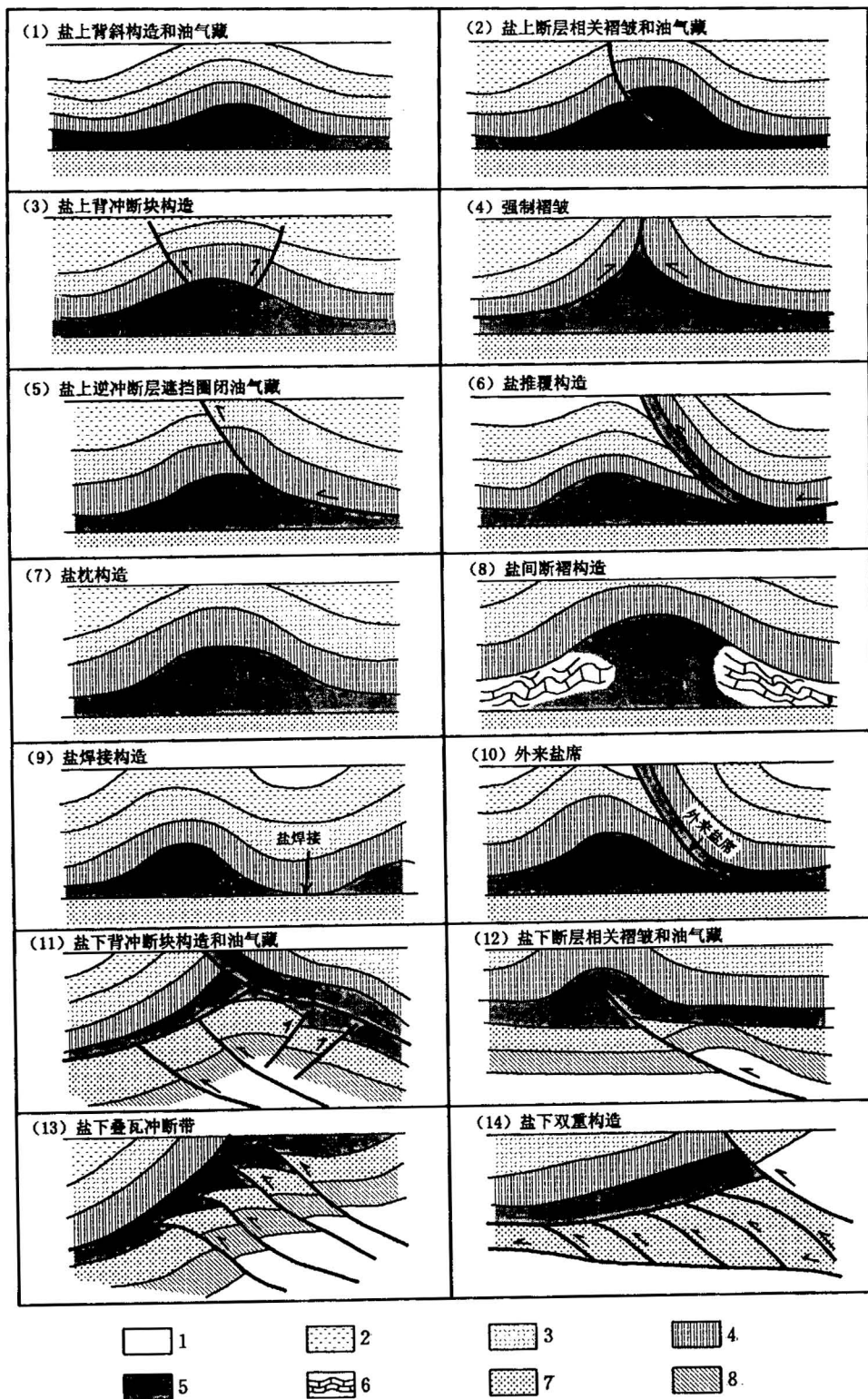


图 2 库车前陆褶皱带盐相关构造样式示意剖面图(据塔里木油田分公司,2000)

Fig. 2 Sketch cross-section of salt-related structure styles of Kuqa foreland fold belt, northern Tarim basin (after Tarim Oilfield Company, 2000)

1—第四系;2—上新统一第四系库车组;3—中新统;4—渐新统;5—古新统一始新统盐层;

6—盐间碳酸盐岩;7—中生界上部;8—中生界下部

1—Quaternary;2—Pliocene—Quaternary Kuqa Formation;3—Miocene;4—Oligocene;5—Paleocene—Eocene salt-bed;

6—carbonate rock within salt rocks;7—upper part of Mesozoic;8—lower part of Mesozoic

层受挤压作用形成背冲断块或断褶构造,由两组“Y”形背冲断层及夹持其间的断块构造或背斜构造组成(图 2-11)。这是一种非常有利的油气圈闭构造类型,由于其上被古近系盐岩层覆盖,构成优越的圈闭和储盖组合条件,有利于油气聚集。

盐下断层相关褶皱:以克拉 3 号构造为例,属于受喀桑托开南翼逆冲断层控制的断层相关褶皱构造,轴向近 EW 向,从剖面形态上,克拉 3 号构造受喀桑托开南翼逆冲断层控制,盐上层、盐层和盐下层都发生变形形成断弯背斜(图 2-12)。

盐下叠瓦冲断带:在克拉苏构造带中段,古近系盐岩层序之下的中生界碎屑岩地层发育叠瓦冲断带(图 2-13),叠瓦状冲断层及其间的断片层层叠加,形成盐下“堆垛构造”,使得中新世地层抬升较高,这种叠瓦冲断带常有基底卷入。

盐下双重构造:在克拉苏构造带西段,以古近系盐岩层滑脱带构成顶板冲断层,以三叠—侏罗系煤系地层滑脱带构成底板冲断层,它们与夹持其间、密集分布的叠瓦状冲断层及断片一起,构成双重构造(图 2-14),同时调节盐岩层和盐上层发生的缩短。

1.4 盐相关构造样式和圈闭的演化阶段

库车前陆褶皱带盐相关构造的形成可能主要与天山造山带隆升、重力滑动、重力扩展和挤压推覆作用有关。库车前陆褶皱带构造变形始于中新世,并有由北向南逐渐变新的特征(卢华复等,1999;刘志宏等,2000)。平衡剖面分析结果表明,盐相关构造的变形可以分为两个阶段(汤良杰等,2003):① 早期重力作用阶段(65~1.64 Ma),表现为盐岩层及大部分盐上层稳定沉积及随后的重力滑动和重力扩展作用,属于构造变动的初期阶段,盐相关构造尚未成形或仅具雏形,这一阶段发生的缩短量仅占总缩短量的 20%,总体变形较弱。② 晚期挤压塑性流动和逆冲推覆阶段(1.64~0 Ma),为库车前陆褶皱带构造变动最强烈的时期,具有典型的晚期变形特点,控制着库车前陆褶皱带的晚期成藏,这一阶段的缩短量占总缩短量的 80%,表明各种盐相关构造主要形成于这一时期。

2 盐相关构造与油气聚集

库车前陆褶皱带富含油气,具有独特的石油地质条件,盐岩层序的沉积及盐相关构造的形成对于油气聚集起着重要控制作用,该区有利于油气聚集的主要因素如下:

(1) 烃源岩位于盐下,晚期生烃,有利于油气保

存。库车前陆褶皱带烃源岩为上三叠统一中、下侏罗统煤系地层和湖相泥岩,从层位上看,盐岩层位于烃源岩之上,在整个库车前陆褶皱带中段分布稳定,厚度大,有利于油气的保存。从烃源岩演化程度看,具有晚期生烃的特点,受逆冲作用和抬升作用的影响,部分烃源岩经历最高古地温的时间很晚(王飞宇等,1999),烃源岩演化与盐相关构造形成期相匹配。从平面上看,烃源岩主要分布在库车坳陷北部,决定了油气运移方向除沿断层向上作近距离垂向运移外,还从山前沿盐下层系向前陆方向运移,最远可能运移至塔北隆起北部。

(2) 有良好的储集条件和储盖组合。库车前陆褶皱带盐上、盐间和盐下层序都有储集层发育,但紧临盐岩层的盐下白垩系巴什基奇克组是最主要的优质储集层,厚度大,分布广。沉积体系为扇三角洲、辫状三角洲—滨浅湖相,砂体相互叠置,厚度大,具有很好的垂向和侧向连通性,以中孔中渗和低孔中低渗为主(顾家裕等,2001)。尽管库车前陆褶皱带存在盐上、盐间和盐下多套储盖组合,并在其中发现了油气藏,但以盐下储盖组合最为重要,即以古近系膏盐岩、膏泥岩作为盖层,以白垩系巴什基奇克组砂岩作为储层构造的储盖组合。

(3) 盐岩盖层的发育是形成大型油气藏的关键因素之一。古近系巨厚盐岩和膏泥岩是最主要的区域性油气封盖层,具有厚度大、分布广泛、岩性致密、突破压力高和地层压力高的特点(周兴熙,2000),是形成大型油气田的关键条件之一。盐岩层具有优越的封盖能力,还在于该区发育纯盐层,厚度可达 250 m 以上,克拉 2 气田就是以这套盐岩和膏泥岩作为盖层的。对于盐间构造圈闭来说,盐岩层仍然起着封盖作用;但对于盐上构造圈闭,盐岩层则阻挡盐下烃源岩生成的油气通过盐岩层往盐上运移聚集。盐岩层的存在有助于产生异常高压,对于形成异常高压气藏起着重要控制作用。

(4) 盐相关构造形成大量油气圈闭。受盐岩层流动变形控制,在盐上、盐间和盐下形成大量构造圈闭(图 2、3)。克拉苏构造带现今盐体较厚,构造抬升较高,盐上发育滑脱褶皱、断层相关褶皱、断背斜和断块构造圈闭;盐下形成一系列近东西走向的叠瓦逆冲构造、双重构造及突隆构造等圈闭类型(如克拉 2 构造);盐间则形成背斜型和裂缝型圈闭(如克拉 3 气田)。秋立塔克构造带盐上以典型的三角带构造和盐核背斜为主,圈闭类型以断块、断层封闭和背斜为主;盐下构造较平缓,发育低幅度背斜、断背斜及

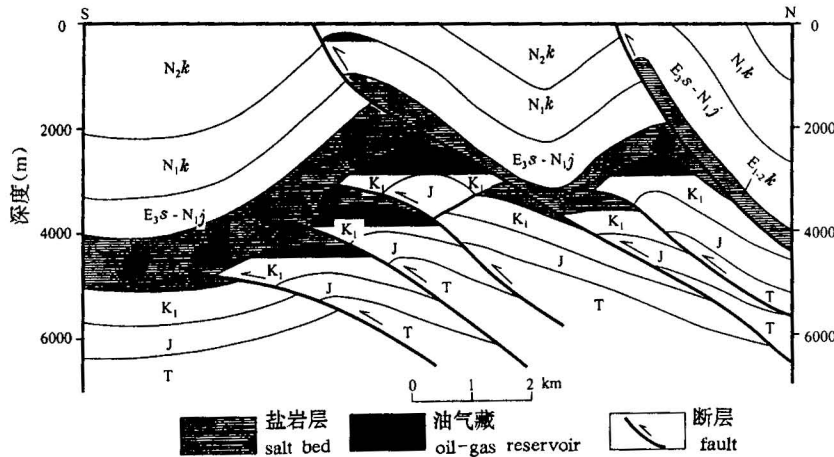


图3 库车前陆褶皱带盐相关构造油气成藏示意剖面图(据吕修祥等,2000修改)

Fig. 3 Sketch cross-section showing oil-gas accumulation of salt-related structures of Kuqa foreland belt (Modified from Lü et al., 2000)

背冲断块构造圈闭。

(5) 断裂对盐下、盐间和盐上油气成藏都起重要作用。盐下层序逆冲断层发育,是连接上三叠统一中、下侏罗统烃源岩和下白垩统储层的主要通道。对于盐间、盐上层圈闭来说,发育切穿盐岩盖层的断层,是形成盐间和盐上油气藏的必要条件,盐下的上三叠统一中、下侏罗统烃源岩生成的油气,必须通过切穿盐岩盖层的断层,向上输送到盐间或盐上构造圈闭中形成油气藏(图3)。

(6) 库车前陆褶皱带中段盐相关构造油气成藏模式可分为三类:①盐上型油气藏成藏模式,以大宛齐油藏为代表,以盐上层序碎屑岩原生孔隙为主,盐下烃源岩生成的油气沿断层注入盐上构造圈闭形成油气藏。②盐间型油气藏成藏模式,以克拉3气藏为代表,储集空间主要为盐间层序碎屑岩和碳酸盐岩次生溶孔和裂缝,油气通过断层注入盐间构造圈闭形成油气藏。③盐下型油气藏成藏模式,以克拉2气田为代表,由于有盐岩盖层的封闭作用,油气可以通过断层近距离垂向运移聚集在近源盐下构造圈闭中形成油气藏,也可以沿盐下输导层长距离运移形成远源盐下油气藏。显而易见,盐下型油气藏是库车前陆褶皱带的勘探重点。

3 结论

(1) 古新统一始新统盐岩层系将库车前陆褶皱带中段构造变形分为三层,即盐上构造、盐层(盐间)构造和盐下构造,这些盐相关构造形成大量有效的油气圈闭类型,盐相关构造圈闭的分布与盐体的分

布密切相关,盐相关构造对油气聚集起着重要控制作用。

(2) 库车前陆褶皱带盐构造的形成可能受挤压作用、重力滑动和重力扩展作用多重控制,盐相关构造的变形可分为两个阶段,即早期重力作用阶段(65~1.64 Ma),晚期挤压塑性流动和逆冲推覆阶段(1.64~0 Ma),盐相关构造具有典型的晚期变形特点,控制着库车前陆褶皱带的晚期成藏。

(3) 库车前陆褶皱带中段丰富的圈闭构造与盐岩层变形密切相关,烃源岩主要位于盐下,盐岩层作为优质盖层构成石油和天然气最优越的遮挡条件,使得盐下成为有利的油气聚集场所。由于发育部分切穿盐岩盖层的断层,使得盐下油气有可能沿断层运移至盐上或盐间聚集形成油气藏。

致谢: 本文撰写过程中得到了马宗晋院士、张一伟教授、贝丰教授、李思田教授、王铁冠教授和王清晨研究员的热情指导和帮助,一并致以深切谢意。

参 考 文 献

- 顾家裕, 方辉, 贾进华. 2001. 塔里木盆地库车坳陷白垩系辫状三角洲砂体成岩作用和储层特征. 沉积学报, 19(4): 517~523.
- 贾承造, 何登发, 雷振宇, 周路, 贾进斗, 王桂宏. 2000. 前陆冲断带油气勘探. 北京: 石油工业出版社, 1~351.
- 刘和甫, 梁慧社, 蔡立国, 夏义平, 刘立群. 1994. 天山两侧前陆盆地冲断系构造样式与前陆盆地演化. 地球科学, 19(6): 727~741.
- 刘志宏, 卢华复, 李西建, 贾承造, 雷刚林, 陈楚铭, 王国强, 范湘涛. 2000. 库车再生前陆盆地的构造演化. 地质科学, 35(4): 482~492.
- 卢华复, 贾东, 陈楚铭, 刘志宏, 王国强, 贾承造. 1999. 库车新生代构造性质和变形时间. 地学前缘, 6(4): 215~221.
- 吕修祥, 金之钧, 周新源, 皮学军. 2000. 塔里木盆地库车坳陷与膏盐岩相关的油气聚集. 石油勘探与开发, 27(4): 20~21.
- 汤良杰, 贾承造, 皮学军, 陈书平, 王子煜, 谢会文. 2003. 库车前陆褶皱带盐相关构造样式. 中国科学(D辑), 33(1): 38~46.
- 王飞宇, 张水昌, 张宝民, 赵孟军. 1999. 塔里木盆地库车坳陷中生界烃源岩有机质成熟度. 新疆石油地质, 20(3): 221~224.
- 张朝军, 田在艺. 1998. 塔里木盆地库车坳陷第三系盐构造与油气. 石油学报, 19(1): 6~10.
- 周兴熙. 2000. 库车坳陷第三系盐膏质盖层特征及其对油气成藏的控制作用. 古地理学报, 2(4): 51~57.

References

- Gu Jiayu, Fang Hui, Jia Jinhua. 2001. Diagenesis and reservoir characteristics of Cretaceous braided delta sandbody in Kuqa

- depression, Tarim basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 19(4): 517~523(in Chinese with English abstract).
- Jia Chengzao, He Dengfa, Lei Zhenyu, Zhou Lu, Jia Jindou, Wang Guihong. 2000. Hydrocarbon exploration of foreland thrust belts. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~351 (in Chinese with English abstract).
- Jia Dong, Lu Huaifu, Cai Dongsheng, Wu Shimi, Shi Yangshen, Chen Chuming. 1998. Structural features of northern Tarim basin; implications for regional tectonics and petroleum traps. *AAPG Bulletin*, 82(1): 147~159.
- Liu Hefu, Liang Huishe, Cai Liguang, Xia Yiping, Liu Liqun. 1994. Evolution and structural styles of Tianshan and adjacent basins, northwestern China. *Earth Science*, 19(6): 727~741 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhihong, Lu Huaifu, Li Xijian, Jia Chengzao, Lei Ganglin, Chen Chuming, Wang Guoqiang, Fan Xiangtao. 2000. Tectonic evolution of Kuqa rejuvenated foreland basin. *Scientia Geologica Sinica*, 35(4): 482~492(in Chinese with English abstract).
- Lu Huaifu, Jia Dong, Chen Chuming, Liu Zhihong, Wang Guoqiang, Jia Chengzao. 1999. Nature and timing of the Kuqa Cenozoic structures. *Earth Science Frontiers*, 6(4): 215~221 (in Chinese with English abstract).
- Lü Xiuxiang, Jin Zhijun, Zhou Xinyuan, Pi Xuejun. 2000. Oil and gas accumulation related to evaporite rocks in Kuqa depression of Tarim basin. *Petroleum Exploration and Development*, 27(4): 20~21 (in Chinese with English abstract).
- Tang Liangjie, 1992. Multi-level detachments and petroleum potential of the Tarim basin. *Acta Geologica Sinica*, 5(4): 327~338.
- Tang Liangjie, Jia Chengzao, Pi Xuejun, Chen Shuping, Wang Ziyu, Xie Huiwen. 2003. Salt-related structural styles of Kuqa foreland fold belt, northern Tarim basin. *Science in China (Series D)*, 33(1): 38~46 (in Chinese).
- Wang Feiyu, Zhang Shuichang, Zhang Baomin, Zhao Mengjun. 1999. Organic maturity of Mesozoic source rocks in Kuqa depression, Tarim basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 20(3): 221~224 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Chaojun, Tian, Zaiyi. 1998. The Tertiary salt structures and petroleum in Kuqa depression, Tarim basin. *Acta Petrologica Sinica*, 19(1): 6~10 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Xingxi. 2000. The features of Tertiary halite—gypsum caprocks and their control on forming of oil and gas pools in Kuqa depression. *Journal of Palaeogeography*, 2(4): 51~57 (in Chinese with English abstract).

Salt-related Structural Characteristics and Hydrocarbon Accumulation in the Middle Segment of the Kuqa Foreland Fold Belt in the Northern Tarim Basin, NW China

TANG Liangjie^{1,2)}, JIA Chengzao^{1,3)}, JIN Zhijun^{1,4)}, PI Xuejun⁵⁾, CHEN Shuping^{1,2)}, XIE Huiwen⁵⁾

1) *Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation, Ministry of Education, Beijing, 102249*

2) *Basin & Reservoir Research Center, University of Petroleum, Beijing, 102249*

3) *PetroChina Company Limited, Beijing, 100011*

4) *Institute of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Beijing, 100083*

5) *Tarim Oilfield Company, PetroChina Company Ltd., Kule, Xinjiang, 841000*

Abstract

Thick salt beds of the Lower Tertiary are developed in the middle segment of the Kuqa foreland fold belt in the northern Tarim basin. The Meso—Cenozoic structures of the Kuqa foreland fold belts can be divided into three large horizons based on the salt beds, i. e., suprasalt structures, salt bed structures and subsalt structures. The suprasalt structures include salt anticlines, thrusts and fault-related folds, suprasalt pop-up, forced folds, thrust screened structures and salt nappes. The salt bed structures are mainly salt pillows, interbedded thrust-folds, salt welds and allochthonous salt sheets. The subsalt structures mainly include pop-up structures, fault-related folds, imbricated thrusts and duplex structures. The Formation of the salt tectonics in the Kuqa foreland fold belt may be controlled by compression, gravitational gliding and gravitational spreading. The hydrocarbon accumulation conditions and models of the salt-related structures are discussed in the paper. Structural traps have a bearing upon salt beds in the middle segment of the Kuqa foreland fold belt. The source rocks are mainly located below the salt beds that can act as excellent caprocks and seal of the oil—gas pools. Thrust faults cutting through salt beds play an important role in controlling suprasalt, salt beds and subsalt petroleum accumulation. The subsalt horizons are the favorable place to find out oil—gas pools.

Key words: Tarim basin; Kuqa foreland fold belt; salt-related structures; hydrocarbon accumulation