

塔里木盆地西部南北向构造的发现及其意义

刘志宏¹, 王孔伟^{1,2}, 王文革², 林东成², 张立国²

(1. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061 2. 大庆油田勘探开发研究院, 黑龙江 大庆 163712)

摘要 塔里木盆地是介于青藏高原和天山造山带之间的一个刚性块体,前人在盆地内部相继发现了平行于周边造山带的构造和近东西向构造,并且对这些构造的特征、形成和演化进行了深入研究,但在塔里木盆地始终没有发现南北向构造。本次在塔里木盆地西部发现的南北向构造为断层转折褶皱和断层传播褶皱,主要形成于晚二叠世,反映了塔里木盆地在晚二叠世曾经受到来自西部的挤压作用。在印度板块与欧亚板块碰撞的远距离效应影响下,吐木休克断裂带附近的南北向构造自古近纪以来又重新活动。

关键词 南北向构造 生长地层 晚二叠世 塔里木盆地西部

中图分类号 P542 **文献标识码** A **文章编号** 1671-2552(2003)05-0319-06

1 区域地质概况

塔里木盆地是介于青藏高原和天山造山带之间的一个刚性块体^[1],也是中国最大的内陆山间盆地,由于其蕴藏着丰富的油气资源,长期以来倍受地质工作者关注^[2]。研究区位于塔里木盆地的西部,跨越巴楚断隆和阿瓦提凹陷两个构造单元,由于全部被沙漠覆盖,几乎无人涉足。自20世纪90年代以来,石油勘探工作者在研究区进行了大规模的地震勘探和钻探工作,但科学研究程度很低。巴楚断隆和阿瓦提凹陷形成于新生代^[3],在古近纪之前这两个构造单元的沉积特征和构造特征没有差异^①。古生界发育较全,以台地相碳酸盐岩和边缘相碎屑岩为主;中生界为一套湖相碎屑岩,厚度比较稳定,在阿瓦提凹陷中保存完整,而在巴楚断隆上大部分被剥蚀,仅在其东部残留部分三叠系;新生界主要为河湖相碎屑岩建造,在巴楚断隆和阿瓦提凹陷都有分布,但厚度相差悬殊,凹陷与断隆新生界厚度差最大可达3 000~4 000 m,其中第三系沉积厚度最大,并以新近系沉积为主,而且在断隆上或凹陷中新生

界厚度的变化与现今构造格局有较好的相关性,呈现低部位厚、高部位薄的分布特点。研究区主要有三套烃源岩,即寒武系、奥陶系和石炭系碳酸盐岩和暗色泥岩。盆地模拟研究表明,寒武系烃源岩主要生烃期是志留纪末—二叠纪末,奥陶系烃源岩主要生烃期是泥盆纪末—侏罗纪末,石炭系烃源岩主要生烃期是三叠纪末—第三纪末。研究区经历了多次构造作用的改造,形成一系列褶皱和断裂构造,不仅构成了本区的构造框架,而且控制了沉积作用和油气圈闭的形成。

2 南北向构造的发现及其特征

塔里木盆地周边造山带的构造活动强烈,第三系—第四系沉积物在盆地中十分发育。盆地的绝大部分地区为荒漠化或沙漠覆盖区,构造研究程度一直较低。自1981年塔里木盆地大规模油气勘探以来,投入了大量地质和地球物理工作,取得了丰硕的勘探成果和认识上的深化,在盆地内部相继发现了平行于周边造山带的构造和近东西向构造,并且对这些构造的特征、形成和演化进行了深入研究,但始终

收稿日期 2002-10-16 修订日期 2003-01-24

科研项目 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院项目“塔里木盆地大庆区块断层封闭性研究”资助。

作者简介 刘志宏(1962-),男,博士,教授,构造地质学专业。E-mail liu-zhihong@sohu.com

① 刘志宏,王孔伟,迟元林,等. 塔里木盆地阿瓦提—巴楚地区褶皱构造特征. 地质科学,2003,待发表。

(表1)。背斜AN1、AN2中Tg3(本文中的地震地层代号的含义参见图2的说明)之上没有较大的断裂存在,形成这两个背斜的缓倾台阶状逆断层位于Tg3之下。背斜AN1、AN2的南端被断层BF1-4切割成为断鼻构造(图1)。

(1)背斜AN1:其南部被吐木休克断裂带切割(图1),呈强不对称状分布,西翼的倾角较陡,翼长也较小,东翼倾角相对较缓,翼长较大,平顶相对较宽,具有断层传播褶皱的特点。其下伏台阶状逆断层AN1F位于Tg5'之下、Tg7之上的寒武系—下奥陶统的地层中,没有切穿Tg5'及其以上的地层,所以背斜AN1Tg5'以上的地层形态完整(图2)。Tg1之前的地层为前生长地层,这些地层的厚度在剖面上是稳定的。在背斜平顶上部的Tg1—Tg之间的地层厚度略小于翼部,由此可以确定上述地层为生长地层,背斜AN1及其下伏的台阶状逆断层AN1F形成于晚二叠世^[13-15]。Tg—T6之间的地层在背斜的顶部及两翼厚度稳定,说明该背斜在三叠纪—古近纪停止活动。T6之上的地层为生长地层,说明背斜AN1自新近纪以来一直处于活动状态,但从背斜附近地层沉积厚度分析,新生代库车期(5.3~2.6 Ma B.P.)之后其活动强度有所减弱(图2)。

(2)背斜AN2:该背斜的南部被吐木休克断裂带切割(图1),呈略不对称状分布,平顶较宽,具有典型断层转折褶皱的特点。其下伏台阶状逆断层AN2F2位于Tg7—Tg5'之间,下盘断坡倾向西,倾角15°左右,断距9.2 km。形成上部背斜的台阶状逆断层AN2F1位于Tg3—Tg5'之间,倾向西,倾角6°左

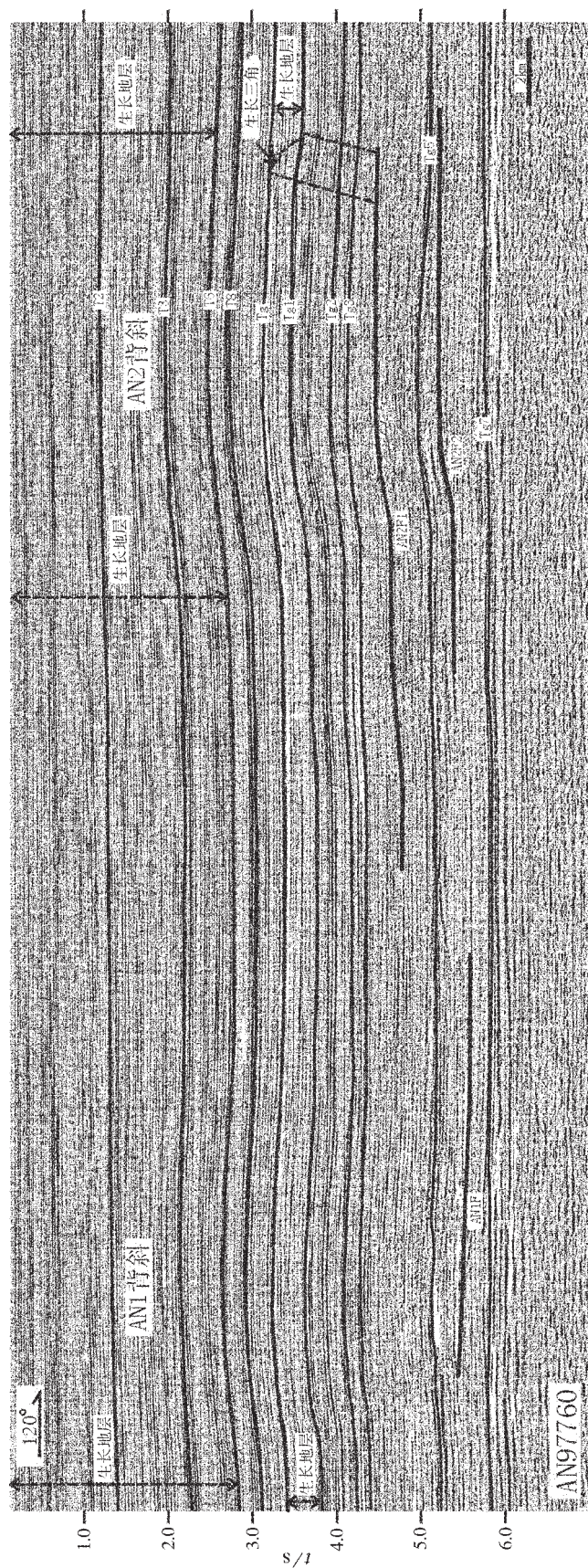


图2 地震剖面解释图(地震剖面来自大庆油田勘探开发研究院)

Fig. 2 Geological interpretation of seismic profiles

Tg7—中奥陶统底界;Tg5'—中奥陶统底界;Tg3—石炭系底界;Tg2—二叠系底界;Tg1—上二叠统底界;Tg—三叠系底界;T8—古近系底界;

T6—新近系底界;T3—新近系库车组底界;T2—第四系底界。图中的时间为双程时间

右,断距5~7 km。背斜AN2是下部两条台阶状逆断层AN2F1、AN2F2共同作用的结果(表1,图2)。背斜AN2中Tg₁之前的地层为生长期地层,Tg₁—Tg₈至现在的沉积地层为生长地层,Tg₁—Tg₈为非生长地层^[13-15]。在背斜AN2前翼和后翼的Tg₁—Tg₈的沉积地层中可以识别出典型的生长三角^[13]。可以确定背斜AN2自晚二叠世早期开始形成,末期停止生长,新近纪又开始活动,至今仍处于隆升状态,但库车期之后隆升速度明显减小。

用同样的方法也可确定背斜AN3—AN14形成于晚二叠世(表1)。

3 南北向构造的意义

3.1 油气勘探意义

南北向构造主要由一系列近南北向分布的断层转折褶皱和断层传播褶皱构成的,其中的大多数背斜规模较小,埋藏较深,研究意义不大,只有背斜AN1、AN2规模较大。背斜AN1为断层传播褶皱,受缓倾台阶状逆断层AN1F控制,发育于Tg₇—Tg_{5'}之间的寒武系一下奥陶统中。背斜AN2为断层转折褶皱,受缓倾台阶状逆断层AN2F1和AN2F2的共同控制。断层AN1F、AN2F分别发育于Tg_{5'}—Tg₃之间和Tg₇—Tg_{5'}之间的中奥陶统一泥盆系和寒武系一下奥陶统中。背斜AN1、AN2的形态完整,都形成于晚二叠世和新近纪—第四纪。根据断层的发育史和被断层切割的烃源岩的生排烃史,确定断层转折褶皱下伏台阶状逆断层AN1F、AN2F1、AN2F2的发育史与生排烃期匹配关系良好,在背斜AN1、AN2形成过

程中及形成之后产生的油气就会沿断层向构造高位运移成藏。

据成熟演化史分析,寒武系烃源岩在泥盆纪末—二叠纪末进入排烃高峰期,奥陶系烃源岩在二叠纪末进入排烃高峰期,二者共同构成了研究区的第一次排烃高峰期,此时古生界的储盖组合已经形成,与本区规模最大的南北向背斜AN1、AN2的形成时间(晚二叠世)相匹配,构成了背斜AN1、AN2的第一次成藏期。石炭系烃源岩在三叠纪末进入成熟期,到第三纪进入排烃高峰期,寒武系—奥陶系烃源岩在新近纪进入第二次排烃(以气为主)高峰期。背斜AN1、AN2在第三纪又开始隆升,油气源、储盖条件与构造圈闭的形成在时间上、空间上相匹配,构成了背斜AN1、AN2的第二次成藏期。所以,背斜AN1、AN2是研究区油气勘探的最佳区带之一。由于形成南北向背斜构造的台阶状逆断层倾角低缓,切割深度很小,不会将寒武系、奥陶系烃源岩所产生的油气运移到石炭系储层中,也不会将石炭系烃源岩产生的油气运移到更浅的部位,所以南北向构造的油气勘探目标应是石炭系自生自储型油气藏。

3.2 大地构造意义

塔里木板块北部的南天山洋在志留纪末开始向中天山方向俯冲,这一过程一直持续到泥盆纪,并在中天山形成同构造岩浆弧。晚泥盆世塔里木板块东端与中天山碰撞,继而发生塔里木向北的A型俯冲作用^[16,17]。石炭纪到早二叠世,塔里木板块北面的残余洋盆自东向西呈剪刀式闭合,于早二叠世俯冲到

表 1 塔里木盆地吐木休克断裂带及邻区褶皱、断层要素统计

Table 1 Statistics of the fold and fault elements of the Tumxuk fault belt and its adjacent areas, Tarim basin											
褶皱 编号	总体 轴向	延伸长 度(km)	褶皱活 动时期	参与褶皱 的层位	断裂 编号	延伸长 度(km)	断层断 坡倾向	断坡 倾角	最大断 距(km)	断层活 动时期	被断层断 开的层位
AN1	N8°E	60	P ₂ ,N—Q	∈—N	AN1F	60	E	> 6°	< 3	P ₂ ,N—Q	∈ ₂ —O ₁
AN2	N2°E	59	P ₂ ,N—Q	∈—N	AN2F1	30	W	> 10°	< 4.5	P ₂ ,N—Q	O ₂ —D
					AN2F2	45	W	> 15°	< 6	P ₂ ,N—Q	∈ ₂ —O ₁
AN3	N6°E	17.4	P ₂	O ₂ —P	AN3F	17.4	W	> 10°	< 3	P ₂	O ₂ —D
AN4	N10°E	11.6	P ₂	C—P	AN4F	11.6	E	> 5°	< 1	P ₂	P ₁
AN5	N16°E	12	P ₂	C—P	AN5F	12	W	> 7°	< 2	P ₂	C
AN6	N3°E	3.8	P ₂	∈ ₂ —P	AN6F	3.8	W	> 12°	< 6	P ₂	∈ ₂ —O ₁
AN7	N6°W	5.4	P ₂	O ₂ —P	AN7F	5.4	W	> 5°	< 1	P ₂	S—D
AN8	N7°W	5.6	P ₂	C—P	AN8F	5.6	E	> 8°	< 2	P ₂	C—P ₁
AN9	N9°W	4.4	P ₂	C—P	AN9F	4.4	E	> 5°	< 2	P ₂	C—P ₁
AN10	N8°W	13.2	P ₂	C ₂ —P	AN10F	13.2	E	> 12°	< 5.5	P ₂	C ₂ —C ₃
AN11	N4°W	7.0	P ₂	C—P	AN11F	7.0	W	> 5°	< 2	P ₂	C—P ₁
AN12	N9°W	6.2	P ₂	C—P	AN12F	6.2	W	> 5°	< 2	P ₂	C—P ₁
AN13	N16°W	6.2	P ₂	O ₂ —P	AN13F	6.2	W	> 5°	< 1	P ₂	S—D
AN14	N16°E	15	P ₂ ,N—Q	P—N	AN14F	8.8	W	> 5°	< 5	P ₂ ,N—Q	C

塔里木板块之下,形成塔里木板块北缘的中天山岩浆弧,这时塔里木板块已经完成了与伊犁地体的联合^[17]。晚二叠世塔里木板块与伊犁地体的碰撞仍在持续,造成塔里木板块向伊犁地体发生A型俯冲作用,于是在南天山的南缘产生了库车周缘前陆盆地^[18]。晚二叠世为前陆盆地形成的早期阶段,伴随南天山碰撞造山带自北向南的逆冲作用,近东西向的前陆逆冲带和前陆盆地开始形成,并接受南天山碰撞造山带供给的粗粒碎屑物堆积——磨拉石建造。

塔里木板块南部古特提斯洋南侧的冈瓦纳大陆北缘分裂出若干不同规模的陆块,同时古特提斯洋盆向欧亚大陆俯冲,欧亚大陆南缘成为活动大陆边缘。在西昆仑山内部,沿着盖孜北—赛力亚克达坂—木孜塔格北—纳赤台一线发育了大量晚古生代至早中生代的火山岩和中酸性侵入岩类,而且这些岩石明显受到塔什库尔干—康西瓦—木孜塔格北—玛沁缝合带的控制,并发育在该缝合带的北侧。它们构成了一条晚古生代至早中生代岛弧岩浆岩带,是古特提斯洋向塔里木板块俯冲的直接结果^[19]。

应力分析表明,来自塔里木盆地北部和南部的板块俯冲作用都不可能在研究区形成西部规模大、东部规模小的近南北向断层传播褶皱和断层转折褶皱,这说明塔里木盆地在晚二叠世除了受到来自北部的近南北向挤压应力和南部的南南西向挤压应力之外,还应该受到来自西部的近东西向挤压应力作用,但是到目前为止还无法解释是何种板块作用机制导致上述应力作用方式,需要今后进一步深入研究。

由于印度板块与欧亚板块碰撞的远距离效应^[20],到第三纪,应力已传递到塔里木盆地腹地。塔里木盆地西部受到强烈的南西向挤压作用,在研究区形成了一系列新的隆起幅度很高的北西向断层转折褶皱、断层传播褶皱和汇聚型右行走滑断层——吐木休克断裂带。吐木休克断裂带的右行走滑作用所派生的近东西向挤压应力场,在新近纪使部分吐木休克断裂带附近的晚二叠世形成的南北向断层转折褶皱和断层传播褶皱重新活动而隆升,构造规模进一步增大。

参考文献:

- [1] 高锐,肖序常,高弘,等. 西昆仑—塔里木—天山岩石圈深地震探测综述[J]. 地质通报, 2002, 21(1): 11~18.
- [2] 贾承造,魏国齐,姚慧君,等. 盆地构造演化与区域构造地质[M]. 北京:石油工业出版社, 1995. 1~174.
- [3] 刘志宏,林东成,王文革,等. 塔里木盆地吐木休克断裂带的研究[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(3): 219~223.
- [4] 康玉柱,康志宏. 塔里木盆地构造演化与油气[J]. 地球学报, 1994, (3~4): 180~191.
- [5] 何登发. 塔里木盆地新生代构造演化与油气聚集[J]. 石油勘探与开发, 1994, 21(3): 19~24.
- [6] 严伦,等. 构造与油气圈闭[M]. 北京:石油工业出版社, 1995. 58~153.
- [7] 刘学锋,肖安成,陈毓遂,等. 塔里木盆地西南缘构造变形特征[J]. 江汉石油学院学报, 1996, 18(2): 19~24.
- [8] 贾承造. 塔里木盆地构造特征与油气聚集规律[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(3): 177~183.
- [9] 付建奎,张光亚,马郡,等. 塔里木盆地巴楚地区构造样式与演化[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(5): 10~11.
- [10] 刘志宏,卢华复,李西建,等. 库车再生前陆盆地的构造演化[J]. 地质科学, 2000, 31(4): 482~492.
- [11] Suppe J. Geometry and kinematics of fault-band folding[J]. American Journal of Science, 1983, 283: 684~721.
- [12] Mitra S. Fault-propagation folds: Geometry, kinematic evolution, and hydrocarbon traps[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74: 921~945.
- [13] Suppe J, Chou G T, Hook S C. Rates of folding and faulting determined from growth strata[A]. In: McClay K R ed. Thrust Tectonics[C]. London: Chapman & Hall, 1991. 105~121.
- [14] Show J H, Suppe J. Active faulting and growth folding in the eastern Santa Barbara Channel, California[J]. Geological Society of American Bulletin, 1994, 106: 607~626.
- [15] Suppe J, Verges J. Bed-by-bed fold growth by kink-band migration: Sant Llorenç de Morunys, eastern pyrenees[J]. Journal of Structural Geology, 1997, 19(3~4): 443~461.
- [16] 马瑞士,舒良树,孙家齐. 东天山构造演化与成矿[M]. 北京:地质出版社, 1997. 1~20.
- [17] 卢华夏,贾东,蔡东升,等. 塔里木和西天山古生代板块构造演化[A]. 见:童晓光,梁狄刚,贾承造主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展[C]. 北京:科学出版社, 1996. 235~245.
- [18] Lu H, Howell D G, Jia D, et al. Rejuvenation of the Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, Northern China[J]. International Geology Review, 1994, 36: 1151~1158.
- [19] 贾承造,杨树锋,陈汉林,等. 特提斯北缘盆地群构造地质与天然气[M]. 北京:石油工业出版社, 2001. 1~174.
- [20] 郭令智,施央申,卢华复,等. 印藏碰撞的两种远距离效应[A]. 见:李清波,戴金星,刘如琦,等主编. 现代地质学研究文集(上)[C]. 南京:南京大学出版社, 1992. 1~7.

Discovery of meridional structures in the western Tarim basin and their implications

LIU Zhihong¹, WANG Kongwei^{1,2}, WANG Wenge²,

LIN Dongcheng², ZHANG Ligu²

(1. Collage of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China ;

2. Research Institute of Exploration and Development, Daqing Oilfield Inc., Daqing 163712, Heilongjiang, China)

Abstract : The Tarim basin is a rigid block which is situated between the Qinghai-Tibet Plateau and Tianshan orogenic belt. Previous workers found nearly E-W structures and structures parallel to the peripheral orogenic belt in the interior of the basin and intensively studied the characteristics, formation and evolution of these structures. However, they did not find meridional structures. In this study the authors have found meridional structures in the western Tarim basin. They are meridional hinge folds and a fault propagation fold, which mainly formed during the Late Permian. The meridional structures reflect that the Tarim basin had undergone compression from the west in the Late Permian. Under the long-distance effect of collision of the Indian and Eurasian plates, the meridional structures near the Tumxuk fault belt have been activated again since the Palaeogene period. The discovery of the meridional structures is of great significance for hydrocarbon exploration.

Key words : meridional structure ; growth strata ; Late Permian ; western Tarim basin