

# 塔里木盆地麦盖提斜坡构造样式分析

史政<sup>1</sup>, 徐征遥<sup>2</sup>

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214126;

2. 中国石化 西北油田分公司 采油一厂, 新疆 轮台 841600)

**摘要:** 麦盖提斜坡是塔里木盆地西南部的一个二级构造单元, 经历多期构造变形作用, 基底构造形迹或基底断裂带、多期构造运动和应力场转换、区域滑脱层等因素控制了构造变形及其迭加。从构造成因角度, 其构造样式可划分为挤压构造、走滑(转换)构造、盐相关构造和岩浆岩构造等 4 大类, 每大类还可进一步细分为多个亚类。多期的构造运动在形成新构造的同时, 改造前期的构造, 形成复杂多样的组合方式, 剖面组合上划分为基底断层—膏盐岩增厚—背冲断层型、先存隆起—披覆背斜型、背冲断块潜山—披覆背斜型、岩浆底辟—披覆背斜型、基底卷入型断裂—反向/同向背冲盖层滑脱叠置型、走滑断裂—浅层盖层滑脱型及叠瓦状构造等 7 种类型。

**关键词:** 构造样式; 麦盖提斜坡; 塔里木盆地

**中图分类号:** TE121.2

**文献标识码:** A

## Structural pattern of the Maigaiti Slope in the Tarim Basin

Shi Zheng<sup>1</sup>, Xun Zhengyao<sup>2</sup>

(1. Wuxi Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214126, China;

2. No.1 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xingjiang 841600, China )

**Abstract:** The Maigaiti Slope is a secondary structural unit in the Tarim Basin, which underwent multiple tectonic movements. The stacking of structural deformation was controlled by basement structures or faults, multiple tectonic movements, stress field transition and regional detachment levels. According to the structural origin, the structural pattern in the study area can be divided into compressional, strike-slip, salt-related and magmatic structure, and each of them can be subdivided into several subtypes. The multiple tectonic movements led to the transformation of pre-existing structures and the formation of new structures. Various tectonic patterns were observed, including basement faults-increasing gypsum salt bed-back thrust, pre-existing uplift-draping anticline, pop-up block hill-draping anticline, magma diapir-draping anticline, basement-involved fault-synthetic/antithetic cap rock detachment, strike-slip fault-shallow detachment, and imbricate structure.

**Keywords:** structural pattern; Maigaiti Slope; Tarim Basin

构造样式分析是含油气盆地构造研究中的基础内容之一。王燮培、刘和甫、吴根耀等<sup>[1-3]</sup>以及哈丁和劳威尔等对构造样式分类的原则、方法和意义等进行了深入的阐述。塔里木盆地经历了多旋回盆地的迭加及多期次构造运动, 多期次的构造变形作用形成了多类型的构造样式<sup>[4-5]</sup>。麦盖提斜坡是塔里木盆地的一个二级构造单元, 众多研究者分析了可能的圈闭条件<sup>[6-13]</sup>, 指出麦盖提斜坡具有有利的油气运聚和保存条件, 但开展构造变形和圈闭类型的研究较少。本文根据最新的勘探资料, 从构造成因的角度对麦盖提斜坡进行构造样式分析,

以为该区地震解释和圈闭类型分析提供依据。

## 1 地质背景

麦盖提斜坡位于塔里木盆地西南部, 是一个整体向西南倾斜的二级构造单元。其西北、东北分别以断裂为界与柯坪断隆和巴楚隆起相邻, 西南与西南坳陷相接, 东南部与塘古孜巴斯凹陷过渡(图 1)。

塔里木盆地是在前南华系基底基础上发展起来的大型叠合盆地, 其发展受古亚洲构造域和特提斯构造域的制约, 经历了 3 大伸展聚敛旋回, 6 个阶段的构造演化, 形成了 Nh-O、S-D<sub>2-1</sub>、D<sub>3</sub>-P<sub>2</sub>、

收稿日期: 2015-09-01; 修订日期: 2016-03-29。

作者简介: 史政(1984—), 女, 硕士, 工程师, 从事油气储层地质研究。E-mail: shizheng.syky@sinopec.com。

基金项目: 国家科技重大专项(2011ZX05002-003)资助。

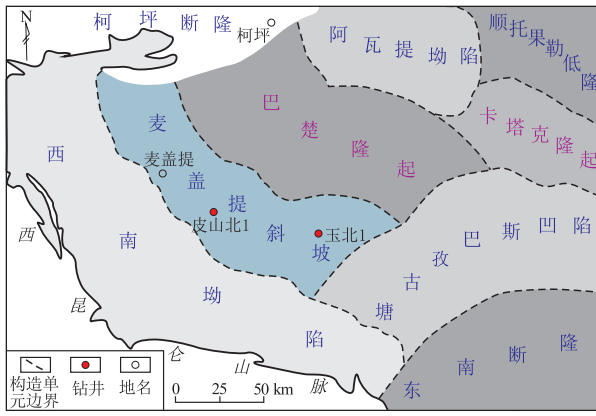


图 1 塔里木盆地麦盖提斜坡构造位置

Fig.1 Structural location of the Maigaiti Slope, Tarim Basin

$P_3$ -T、J-E 和 N 6 个构造变形层<sup>[14-19]</sup>(图 2)。麦盖提地区沉积构造演化受盆地多旋回演化的制约,经历了加里东期—海西期塔西南—和田古隆起北倾斜坡、海西中晚期整体沉降、印支—燕山期整体抬升以及喜马拉雅期随塔西南陆内前陆盆地的发育调整成为向西南倾的构造斜坡的演化过程<sup>[9]</sup>。与多期构造演化相关,麦盖提斜坡地层分布总体表现为下古生界由南向北、由西向东加厚的楔状体,石炭—二叠系调整为由北向南、由东向西沉积加厚的楔状体,新生界则进一步发展为由北向南、由西向东加厚的楔状体,地层序列如图 2。其中中寒武统和古近系底部膏盐岩层是 2 套区域滑脱层。受

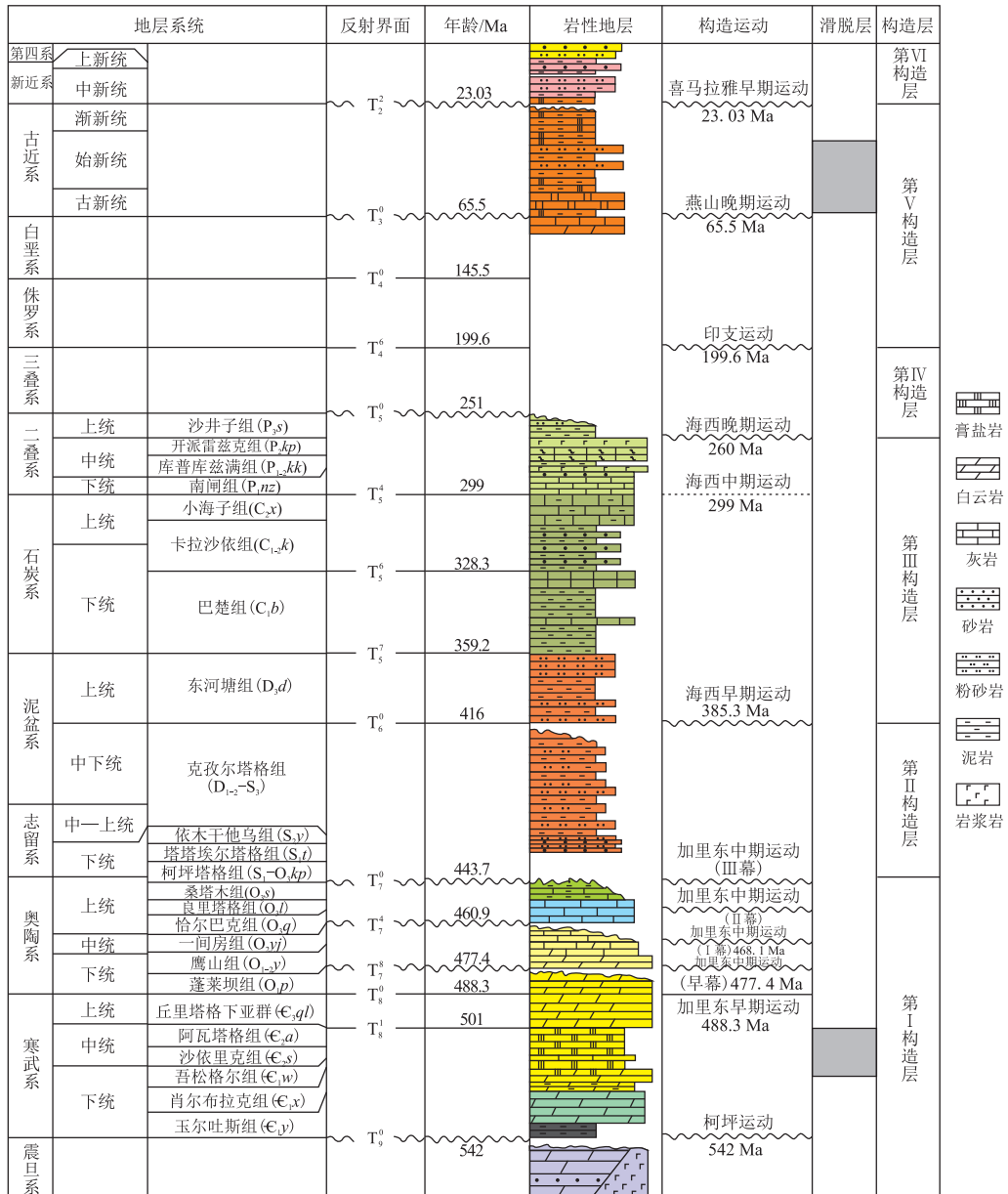


图 2 塔里木盆地麦盖提地区地质结构、地层界面构造运动期次

据文献[20]修改。

Fig.2 Stratigraphic and tectonic successions of the Maigaiti Slope, Tarim Basin

不同期区域应力场、火山活动、区域性塑性地层等因素的影响,不同层系构造变形特征差异较大。

## 2 构造变形样式

### 2.1 构造变形样式

从构造成因角度<sup>[21-24]</sup>,可将麦盖提地区构造样式分为挤压构造、走滑(转换)构造、盐相关构造和岩浆岩构造等4大类,每大类还可进一步细分为多个亚类(表1,图3)。

#### 2.1.1 挤压构造

挤压构造由不同产状的逆冲断层及褶皱有规律地组合而成。根据前震旦系基底是否卷入构造变形,则又可以分为基底卷入型和盖层滑脱型2类。进一步主要细分为冲断层、滑脱断层、逆冲断裂带、背冲断块、断背斜、断层相关褶皱、冲起构造与逆冲三角带(图3)。冲起构造与背冲断块相似,区别即为基底卷入与否。如果两条逆冲断层背向倾向组合则称为背冲构造,由于背冲逆断层位移使公共上盘断块向上抬升,也称为冲起构造(图4)。

表1 塔里木盆地麦盖提地区主要构造变形样式分类

Table 1 Classification of main structural deformation patterns in the Maigaiti Slope, Tarim Basin

大类	亚类
挤压构造	冲断层,滑脱断层,逆冲断裂带及其相关的断块、背冲断块、断背斜、断鼻、断层相关褶皱、冲起构造与逆冲三角带
走滑构造	花状构造、半花状构造
盐构造	盐隆、盐滚及其与膏盐层相关的滑脱构造
岩浆岩构造	岩浆岩底辟构造、岩浆岩塌陷构造及其相关的局部构造

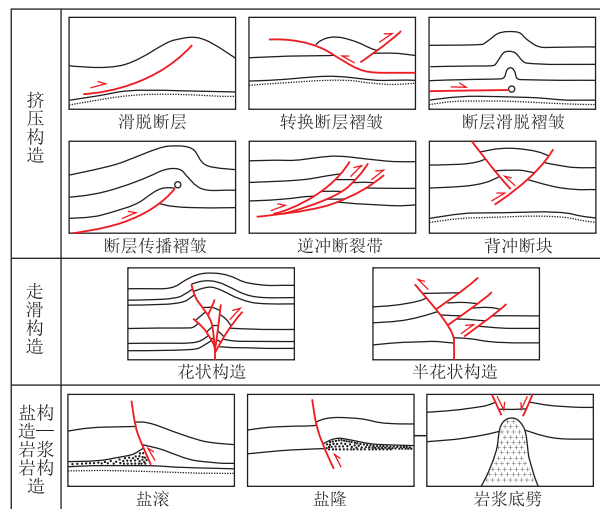


图3 塔里木盆地麦盖提地区主要构造变形样式特征

Fig.3 Characteristics of main structural deformations in the Maigaiti Slope, Tarim Basin

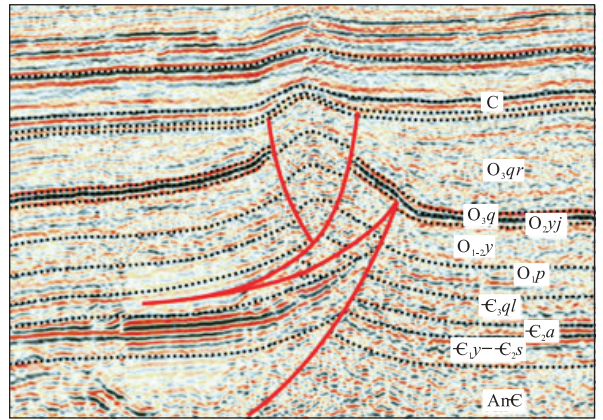


图4 塔里木盆地冲起构造变形样式(玉东4构造)

Fig.4 Pop-up structure (well Yudong4) in the Tarim Basin

相反2条逆冲断层相向倾向,称之为对冲构造,对冲断裂将其各自的上盘逆冲到公共下盘之上,使公共下盘断块向下陷落,在其深层有一条近水平的逆断层将其连接在一起,构成逆冲三角构造,如玉东3构造带。

#### 2.1.2 走滑(转换)构造

走滑构造变形样式是作为转换构造形式而存在,通常也称作“撕裂断层”,即由于转换构造两侧逆冲断层的逆冲断距或是逆冲位移速率不一致,转换构造两侧地层不协调的运动、位移导致<sup>[25]</sup>。这种走滑转换构造在麦盖提斜坡东部—塘古孜巴斯凹陷西段北东走向逆冲断裂带普遍可见。这种“撕裂断层”表现为一条主干断裂和数条分支断裂组成的花状走滑构造样式(图5)。

#### 2.1.3 盐相关构造

盐相关构造样式与膏盐岩的塑性流动变形有

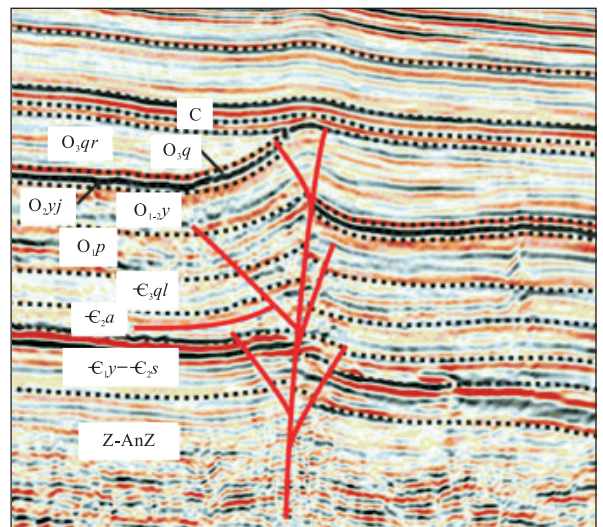


图5 塔里木盆地走滑转换构造变形样式(玉东3)

Fig.5 Strike-slip transferring structural deformation pattern (well Yudong3) in the Tarim Basin



关,是一类与油气关系密切的构造类型<sup>[4,24]</sup>。麦盖提地区主要发育中下寒武统膏盐岩层和古近系膏泥岩层 2 套塑性地层。中下寒武统膏盐岩层系在 seismic 剖面上为强振幅连续反射特征,分布稳定。盐相关构造表现为断裂构造处明显加厚,膏盐岩发生了较明显的塑性流动,在 seismic 剖面上形成了透镜状反射和比较杂乱的丘状反射特征,而构造带两侧则显著减薄。

古近系膏泥岩层系只在局部构造发育,以皮山北 1 井最为明显,其余只发生轻微增厚变形,未出现大规模滑脱变形。

总体而言,麦盖提斜坡膏盐岩变形不强烈,未出现大规模的盐构造变形,大致可分为 2 类:一是呈丘形增厚的盐枕,其上发育盐背斜构造,麦盖提中部中下寒武统发育(图 6a);另一种是盐滚构造,主要由残留盐体组成,在 seismic 剖面上形似三角形,盐滚构造主要发育于中下寒武统膏盐岩层系(图 6b)。盐相关构造分别在盐上和盐下形成相应的断块、背斜或断背斜等构造,可形成相应的油气圈闭。

2.1.4 岩浆岩构造

岩浆岩相关构造变形主要有 2 种典型构造样式,岩浆岩底辟构造和岩浆岩塌陷构造,其中皮山北 1 岩浆底辟构造发育典型。皮山北 1 号构造是与海西期岩浆活动有关的构造,岩浆向上穿透奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系,终止于前中生界顶面不整合( $T_5^0$ ),后期新生界覆盖其上。岩浆岩体上部不同程度地向四周地层侵入,总体表现为上大下小的蘑菇状,形成岩浆岩底辟构造和岩浆岩塌陷构造。

2.2 构造组合形式

从构造成因的角度,将麦盖提地区的构造样式

划分为以上 4 种基本类型,这些构造样式迭加、复合、改造等形成了复杂的构造组合,剖面上组合方式主要发育以下 7 种类型<sup>[4,26-28]</sup>(图 7)。

2.2.1 基底断层—膏盐岩增厚—背冲断层型

该类型是麦盖提东部最常见的组合形式,典型构造样式发育在玛南断裂带。地震解释表明,在中下寒武统膏盐岩发生比较明显的塑性流动和聚集增厚的地区,深层一般都发育一定规模的基底逆断层,这也说明早期的基底先存断裂对膏盐岩的流动过程具有一定的控制作用。中下寒武统膏盐岩的塑性流动和聚集增厚同时又控制了上覆地层的构造变形过程,上覆逆冲断裂在膏盐岩顶部或内部发生滑脱,上盘的反冲断裂造成断块体上隆,形成冲起构造,再被更晚的石炭系地层覆盖形成披覆背斜。地层隆起幅度较大时,遭受剥蚀作用,则会形成潜山+披覆背斜型构造组合样式。

2.2.2 先存隆起—披覆构造型

先存隆起—披覆构造是麦盖提东南部构造组合样式之一。麦盖提东南部为和田古隆起东翼,在奥陶纪发育的古隆起上,志留系、泥盆系、石炭系地层披覆,构成了隆起—披覆背斜构造。

2.2.3 背冲断块潜山—披覆背斜型

麦盖提斜坡发育北东走向断裂带,如玉东断裂带、玛南断裂带、皮山北 2 南断裂带、玉北 8 断裂带等发育背冲断块潜山—披覆潜山构造。下古生界地层受逆冲断裂及其反冲调节断裂控制,形成背冲断块隆起出露,后期石炭系披覆沉积,形成潜山及上覆披覆背斜。此种类型构造组合样式是在早期背冲断块顶部碳酸盐岩抬升形成残留高地,后期地层覆盖其上形成披覆背斜。

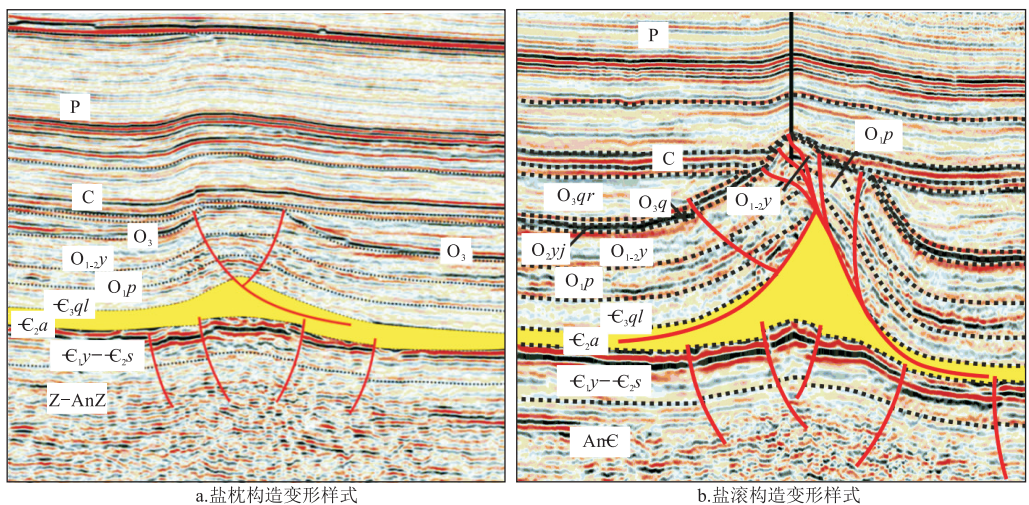


图 6 塔里木盆地盐滚相关构造变形样式

Fig.6 Salt-rolling related structural deformation pattern in the Tarim Basin

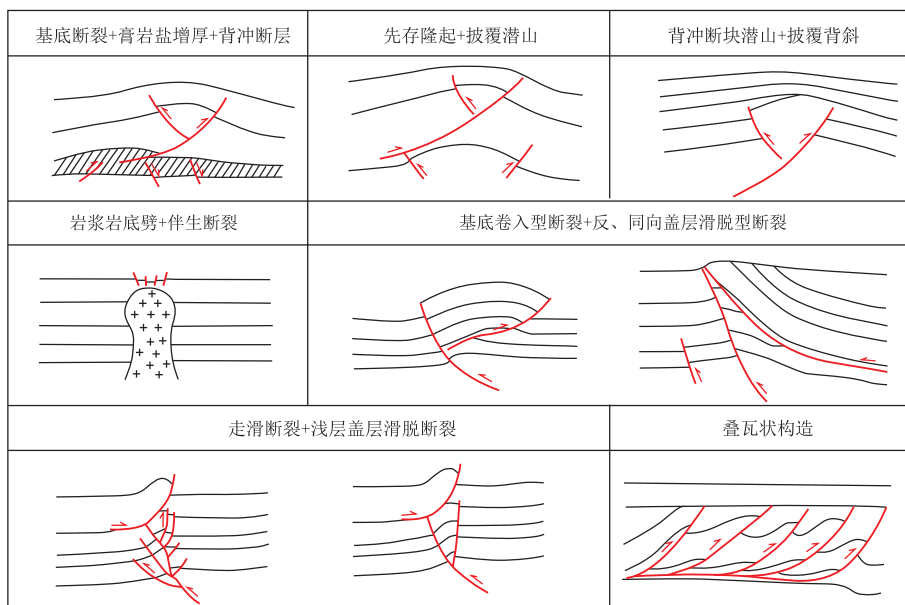


图7 塔里木盆地玉北地区主要构造变形样式组合特征

Fig.7 Assemblage characteristics of structural deformation patterns in the Yubei area of Tarim Basin

2.2.4 岩浆岩底辟—披覆背斜型

岩浆岩沿断裂或裂缝等通道上涌,在浅部地层内冷却形成岩浆底辟,受其上涌产生的应力作用,上覆地层可能发生褶皱,形成岩浆底辟—披覆背斜型构造组合样式。岩浆底辟顶部地层可能发生局部伸展作用,发育规模较小的正断层,构成岩浆底辟+伴生断裂型组合样式,如皮山北1井具有此类构造样式。

2.2.5 基底卷入型断裂—反/同向背冲盖层滑脱叠置/并列型

基底卷入—盖层滑脱型构造按基底卷入构造和盖层滑脱构造发育倾向和位置关系,可分为同向上下叠置型和反向上下叠置型。按照发育程度和位置关系可分为上下叠置型和左右并置型,其区别主要是依据基底卷入构造的发育程度。这种不同的组合关系可能会形成不同样式的圈闭类型。

2.2.6 走滑断裂—浅层盖层滑脱型

走滑断裂主要是以走滑转换的形式存在于震旦系—下寒武统地层,逆冲推覆断裂在中下寒武统膏盐岩中滑脱,推覆距离大,并在上盘形成断层相关褶皱。二者上下叠置形成了走滑断裂—浅层盖层滑脱型构造组合样式。

2.2.7 叠瓦状构造

叠瓦状构造主要发育在麦盖提东部和塘古孜巴斯凹陷西段。平面上发育多排北西、北东走向构造带,向东南逆冲,将上寒武统一—中下奥陶统和上奥陶统切割成一系列的冲断片,呈叠瓦状排列,向

上被下石炭统巴楚组底面削截。断层上盘形成断层传播褶皱<sup>[29]</sup>。

3 构造形成控制因素

3.1 受多期构造运动和应力场转换的控制

结合区域构造背景,麦盖提地区存在7次主要构造运动幕(图2),多次构造运动形成不同构造层次的迭加、改造,导致复杂构造类型出现。基底断裂活动成为加里东中期断裂活动的先存构造形迹和变形基础,是后期断裂发育的触发条件之一。加里东中期(中期早幕  $T_7^8$ 、中期I幕  $T_7^4$ 、中期III幕  $T_7^0$ )由于受阿尔金洋俯冲闭合产生的挤压应力作用,麦盖提东部—塘古孜巴斯一带以NW向挤压应力为主,形成了一系列沿NEE向展布的断裂。这些断裂作为阿尔金造山带锋缘断裂的反冲断裂而存在,大多在中下寒武统膏盐岩层中滑脱,并在海西早期和海西晚期被改造。海西早期构造活动表现为盆地中央隆起带南部整体抬升,麦盖提东部地区志留系—中下泥盆统地层遭受剥蚀,NEE向展布的断裂带被改造。海西晚期—燕山期,在盆地南北造山运动的影响下,NE向挤压逐渐增强,NW向断裂持续活动,并造成了中生界的缺失和上古生界的剥蚀。喜马拉雅期,周缘造山带向盆地内强烈逆冲推覆,由此产生的挤压应力导致部分麦盖提地区断裂复活,影响新生界构造变形。

3.2 受先存基底构造形迹或基底断裂带控制

主要表现在两方面:一是膏盐岩层滑脱构造受

基底断裂控制。由于基底断裂的存在,使其成为应力薄弱带,盖层滑脱断裂容易沿着基底断裂发育的位置继续发育。大量剖面解释分析表明,滑脱层膏盐岩聚集与基底断裂发育关系密切,盐构造发育的位置均有先存基底断裂(图 4-6)。基底断裂活动程度越大,变形越复杂,盐构造发育程度越高。二是滑脱逆冲方向与基底断裂有关,表现为基底断裂和盖层滑脱断裂主逆冲方向的一致性。

### 3.3 断裂分层性受区域滑脱带控制

中寒武统阿瓦塔格组膏盐岩是塑性地层,寒武系断裂向上多终止于阿瓦塔格组膏盐岩层中,部分终止于中下寒武统内,奥陶系断裂向下也多终止于这套膏盐岩层系,表明膏盐岩控制了这 2 套地层内的断裂延伸范围。

### 3.4 受火山活动的控制

早二叠世晚期,古特提斯洋向北俯冲,形成塔里木陆块南缘岩浆弧<sup>[30]</sup>,板块内形成弧后克拉通内裂谷,以裂谷中心的基性岩侵入和喷发为特征,形成寒武系、奥陶系、石炭—二叠系的侵入岩和二叠系上部的火山岩,可以形成岩浆岩底辟构造,以及岩浆岩坍塌,在岩浆岩主体顶部形成小型的断陷,形成塌陷构造。

## 4 结论

塔里木多旋回盆地演化历史制约了麦盖提斜坡多期复杂的构造变形,形成复杂多样的构造变样式;从构造成因角度可划分为挤压构造、走滑(转换)构造、盐相关构造和岩浆岩构造 4 大类。多期构造的迭加、改造形成复杂的构造组合,依据剖面组合形式可进一步划分为基底断层—膏盐岩增厚—背冲断层型、先存隆起—披覆背斜型、背冲断块潜山—披覆背斜型、岩浆底辟—披覆背斜型、基底卷入型断裂—反向/同向背冲盖层滑脱叠置型、走滑断裂—浅层盖层滑脱型、叠瓦状构造等 7 种类型。这些构造变形作用受先存基底构造形迹或基底断裂带、应力场转换以及区域滑脱带等因素控制。

### 参考文献:

[1] 刘和甫,李晓清,刘立群,等.伸展构造与裂谷盆地成藏区带[J].石油与天然气地质,2005,26(5):537-552.  
Liu Hefu, Li Xiaoqing, Liu Liqun, et al. Petroleum plays in rift basins and extensional structures[J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 537-552.  
[2] 王燮培,严俊君.含油气盆地构造样式研究中几个问题的讨论[J].地质科技情报,1996,15(4):51-56.

Wang Xiepei, Yan Junjun. Discussion of some problems in analysis of structural styles of petroliferous basins[J]. Geological Science and Technology Information, 1996, 15(4): 51-56.  
[3] 吴根耀,马力,里群,等.继承性构造与新生构造并存的时空发育特征:“盆”“山”耦合理论指导油气勘探的一个切入点[J].石油实验地质,2010,32(1):1-8.  
Wu Genyao, Ma Li, Li Qun, et al. Time-spatial developing features of co-existed inherited and Neogenic structures: A tangent in point of basin-orogeny coupling theory guiding petroleum exploration[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2010, 32(1): 1-8.  
[4] 何治亮,徐宏节,段铁军.塔里木多旋回盆地复合构造样式初步分析[J].地质科学,2005,40(2):153-166.  
He Zhiliang, Xu Hongjie, Duan Tiejun, et al. A preliminary analysis on compound structural styles in the Tarim Polycyclic Basin[J]. Chinese Journal of Geology, 2005, 40(2): 153-166.  
[5] 罗小龙,汤良杰,谢大庆,等.塔里木盆地雅克拉断凸构造样式与油气成藏[J].油气地质与采收率,2012,19(3):38-41.  
Luo Xiaolong, Tang Liangjie, Xie Daqing, et al. Structural styles and hydrocarbon accumulation in Yakela fault-convex, Tarim basin[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2012, 19(3): 38-41.  
[6] 刘高波,施泽进,余晓宇.巴楚—麦盖提的区域构造演化与油气分布规律[J].成都理工大学学报(自然科学版),2004,31(2):157-161.  
Liu Gaobo, Shi Zejin, She Xiaoyu. Regional tectonic evolution and distribution of Bachu-Markit[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2004, 31(2): 157-161.  
[7] 陈强路,周凌方,张根法,等.塔里木盆地巴楚—麦盖提地区油气勘探领域评价[J].石油实验地质,2009,31(4):343-349.  
Chen Qianglu, Zhou Lingfang, Zhang Genfa, et al. Evaluation of oil and gas exploration domains in Bachu-Maigaiti area of Tarim Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2009, 31(4): 343-349.  
[8] 吕海涛,张仲培,邵志兵,等.塔里木盆地巴楚—麦盖提地区早古生代古隆起的演化及其勘探意义[J].石油与天然气地质,2010,31(1):76-83.  
Lü Haitao, Zhang Zhongpei, Shao Zhibing, et al. Structural evolution and exploration significance of the Early Paleozoic palaeo-uplifts in Bachu-Maigaiti area, the Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(1): 76-83.  
[9] 张仲培,刘士林,杨子玉,等.塔里木盆地麦盖提斜坡构造演化及油气地质意义[J].石油与天然气地质,2011,32(6):909-919.  
Zhang Zhongpei, Liu Shilin, Yang Ziyu, et al. Tectonic evolution and its petroleum geological significances of the Maigaiti Slope, Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(6): 909-919.  
[10] 云金表,周波,王书荣.塔里木盆地玉北 1 井背斜带变形特征与形成机制[J].石油与天然气地质,2013,34(2):215-219.  
Yun Jinbiao, Zhou Bo, Wang Shurong. Deformation characteristics and forming mechanism of the well Yubei 1 anticline belt in the Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2013, 34(2): 215-219.  
[11] 杜永明,余腾孝,郝建龙,等.塔里木盆地玉北地区断裂特征及控制作用[J].断块油气田,2013,20(2):170-174.  
Du Yongming, Yu Tengxiao, Hao Jianlong, et al. Fracture characteristics and control action on hydrocarbon accumulation in Yu-



- bei area of Tarim Basin[J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2013, 20(2):170-174.
- [12] 吴礼明,丁文龙,赵松,等.塔里木盆地巴楚—麦盖提地区古构造研究[J]. *断块油气田*, 2012, 19(1):6-11.  
Wu Liming, Ding Wenlong, Zhao Song, et al. Palaeotectonic analysis in Bachu-Markit Area, Tarim Basin[J]. *Fault-Block Oil and Gas Field*, 2012, 19(1):6-11.
- [13] 曹自成,杜永明,岳勇.巴楚隆起色力布亚断裂活动及其控油作用[J]. *断块油气田*, 2009, 16(3):5-7.  
Cao Zicheng, Du Yongming, Yue Yong. Selibuya fault activity and its control on oil and gas in Bachu Uplift[J]. *Fault-Block Oil and Gas Field*, 2009, 16(3):5-7.
- [14] 何登发,贾承造,李德生,等.塔里木多旋回叠合盆地的形成与演化[J]. *石油与天然气地质*, 2005, 26(1):64-77.  
He Dengfa, Jia Chengzao, Li Desheng, et al. Formation and evolution of polycyclic superimposed Tarim Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2005, 26(1):64-77.
- [15] 张光亚,赵文智,王红军,等.塔里木盆地多旋回构造演化与复合含油气系统[J]. *石油与天然气地质*, 2007, 28(5):653-663.  
Zhang Guangya, Zhao Wenzhi, Wang Hongjun, et al. Multicycle tectonic evolution and composite petroleum systems in the Tarim Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2007, 28(5):653-663.
- [16] 何登发,周新源,张朝军,等.塔里木多旋回叠合盆地地质结构特征[J]. *中国石油勘探*, 2006, 11(1):31-41.  
He Dengfa, Zhou Xinyuan, Zhang Chaojun, et al. Characteristics of geologic framework of multicycle superimposed basin in Tarim Basin[J]. *China Petroleum Exploration*, 2006, 11(1):31-41.
- [17] 林杨松,李思田,刘景彦,等.塔里木盆地古生代重要演化阶段的古构造格局与古地理演化[J]. *岩石学报*, 2011, 27(1):210-218.  
Lin Changsong, Li Sitian, Liu Jingyan, et al. Tectonic framework and paleogeographic evolution of the Tarim basin during the Paleozoic major evolutionary stages[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2011, 27(1):210-218.
- [18] 黄玉平,姜正龙,李景瑞,等.塔里木盆地新构造运动时期构造应力方向[J]. *油气地质与采收率*, 2013, 20(3):5-9.  
Huang Yuping, Jiang Zhenglong, Li Jingrui, et al. Analysis of tectonic stress direction of Tarim basin during neotectonic period[J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2013, 20(3):5-9.
- [19] 杨勇,汤良杰,蒋华山,等.塔里木盆地巴楚隆起断裂分期差异活动特征及其变形机理[J]. *石油实验地质*, 2014, 36(3):275-284.  
Yang Yong, Tang Liangjie, Jiang Huashan, et al. Characteristics and deformation mechanism of staging differential fault activities in Bachu Uplift, Tarim Basin[J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2014, 36(3):275-284.
- [20] 黄太柱.塔里木盆地玉北地区断裂系统解析[J]. *石油与天然气地质*, 2014, 35(1):98-106.  
Huang Taizhu. Analysis on the fault system of Yubei region, Tarim Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2014, 35(1):98-106.
- [21] 汤良杰.塔里木盆地构造演化与构造样式[J]. *地球科学*, 1994, 19(6):742-754.  
Tang Liangjie. Evolution and tectonic patterns of Tarim Basin[J]. *Earth Science*, 1994, 19(6):742-754.
- [22] 胡明,沈昭国.四川盆地东北部构造式样分析及天然气勘探方向[J]. *天然气地球科学*, 2005, 16(6):706-709.  
Hu Ming, Shen Zhaoguo. Analysis for structural styles in the northeastern area of Sichuan Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2005, 16(6):706-709.
- [23] 何登发,柳少波,李洪辉,等.塔里木盆地大油田的勘探方向:以麦盖提斜坡构造为例[J]. *勘探家*, 1999, 4(2):57-64.  
He Dengfa, Liu Shaobo, Li Honghui, et al. Exploration direction of huge oil and gas fields in Tarim Basin[J]. *Petroleum Explorationist*, 1999, 4(2):57-64.
- [24] 能源,漆家福,谢会文,等.塔里木盆地库车坳陷北部边缘构造特征[J]. *地质通报*, 2012, 31(9):1510-1519.  
Neng Yuan, Qi Jiafu, Xie Huiwen, et al. Structural characteristics of northern margin of Kuqa Depression, Tarim Basin[J]. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(9):1510-1519.
- [25] 斯尚华,陈红汉,谭先锋,等.塔里木盆地麦盖提斜坡玉北地区奥陶系油气输导体系与成藏期[J]. *地球科学*, 2013, 38(6):1271-1280.  
Si Shanghua, Chen Honghan, Tan Xianfeng, et al. Hydrocarbon accumulation period and its carrier systems in Ordovician reservoir of Yubei area, Markit Slope, Tarim Basin[J]. *Earth Science*, 2013, 38(6):1271-1280.
- [26] 杨春林,张振生,管守锐.塔里木盆地内构造样式类型[J]. *断块油气田*, 2000, 7(5):11-15.  
Yang Chunlin, Zhang Zhensheng, Guan Shourui. Structural style types in Tarim Basin[J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2000, 7(5):11-15.
- [27] 郑显华.塔里木盆地西部巴楚—麦盖提地区石油地质特征及勘探建议[J]. *石油实验地质*, 1995, 17(2):114-120.  
Zheng Xianhua. Petroleum geological characteristics of and exploration proposals to Bachu-Maigaiti area of the West Tarim Basin[J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 1995, 17(2):114-120.
- [28] 汤良杰,余一欣,陈书平,等.含油气盆地盐构造研究进展[J]. *地质学前沿*, 2005, 12(4):375-383.  
Tang Liangjie, Yu Yixin, Chen Shuping, et al. Major developments of research on salt tectonics in oil-gas-bearing basins[J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(4):375-383.
- [29] 阳怀忠.塔里木盆地中央隆起带隆坳格局变迁及其构造控制机制分析[D].武汉:中国地质大学,2010.  
Yang Huaizhong. Research on uplift-depression framework evolution and its tectonic control mechanism in the central uplift belt, Tarim Basin[D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2010.
- [30] 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.  
Jia Chengzao. Structural characteristics and oil/gas accumulative regularity in Tarim Basin[J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1999, 20(3):177-183.