

doi:10.3799/dqkx.2012.074

塔里木盆地中央隆起带断裂活动 及其对海相克拉通解体的作用

任建业^{1,2}, 阳怀忠³, 胡德胜⁴, 张俊霞⁵, 王 珊⁶

- 1. 中国地质大学构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北武汉 430074
- 2. 教育部含油气盆地构造研究中心, 湖北武汉 430074
- 3. 中海油研究总院, 北京 100027
- 4. 中海石油有限公司湛江分公司, 广东湛江 524000
- 5. 中国地质大学经济管理学院, 湖北武汉 430074
- 6. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074

摘要: 在地震剖面地质构造解释的基础上, 深入分析了塔里木盆地断裂系统在中央隆起带的形成演化及塔里木海相克拉通盆地演化过程中的作用。研究表明, 塔里木盆地中央隆起带主要发育中加里东 I 幕(早奥陶世末)、II 幕(晚奥陶世末)和喜马拉雅运动中晚期(中新世末以来)共 3 期大规模断裂系统。这些断裂系统的活动控制了中央隆起带构造演化过程和隆坳格局的变迁, 其中巴楚隆起经历了加里东中晚期隆后斜坡和海西—燕山期前隆, 至喜马拉雅运动中晚期最终定型为挤压断隆。塔中隆起形成于中加里东 I 幕构造运动, 至中加里东 II 幕构造运动定型, 而塔东隆起则形成于中加里东 II 幕构造运动并基本定型; 将塔里木古生代海相克拉通盆地的演化过程划分为海相克拉通盆地的形成、解体和消亡(即陆内前陆和挤压坳陷形成)3 个演化阶段, 认为中加里东两期断裂系统的形成是塔里木海相克拉通解体的重要原因。

关键词: 塔里木盆地; 巴楚隆起; 塔中隆起; 断裂系统; 海相克拉通; 构造; 沉积学。

中图分类号: P542.3 **文章编号:** 1000-2383(2012)04-0645-09 **收稿日期:** 2012-01-18

Fault Activity and Its Controlling to Marine Cratonic Breakup in Tarim Basin

REN Jian-ye^{1,2}, YANG Huai-zhong³, HU De-sheng⁴, ZHANG Jun-xia⁵, WANG Shan⁶

- 1. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources of Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
- 2. Structural Research Center of Oil and Gas Bearing Basin of Ministry of Education, Wuhan 430074, China
- 3. CNOOC Research Institute, Beijing 100027, China
- 4. Zhanjiang Company, CNOOC, Zhanjiang 524000, China
- 5. School of Economics and Management, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
- 6. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: Based on elaborate geological structural interpretation of seismic profiles, this paper analyzes in details the controlling of fault activity to development of central uplift zone and marine cratonic evolution of Tarim basin. The research indicates that there are mainly three episodes of fault systems: the middle Caledonian orogeny I episode, the middle Caledonian orogeny II episode and the mid-late Himalayan (since Late Miocene). These fault systems controlled the tectonic evolution of central uplift zone and migration of uplift-sag, in which Bachu uplift experienced back-bulge ramp in the mid-late of Caledonian period, forebulge in the Hercynian-Yanshanian period and the latest compressional fault uplift in the mid-late of Himalayan period, Tazhong uplift started at the first episode of Caledonian period and formed at the second episode of Caledonian period and Tadong uplift started and formed at the second episode of Caledonian period. The evolution of marine cratonic basin is divided into three periods which are formation, disintegration and extinction. Analysis shows that the fault system of Caledonian I and Caledonian II episodes resulted in breakup of Tarim marine cratonic basin.

Key words: Tarim basin; Bachu uplift; Tazhong uplift; fault system; marine craton; tectonics; sedimentology.

基金项目: 国家重大科技专项(No. 2011ZX05009-001).
作者简介: 任建业(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事沉积盆地分析方面的教学和科研工作. E-mail: jyren@cug.edu.cn

塔里木盆地是我国规模最大的含油气盆地,面积达 56 万 km²,发育历史长,蕴藏着丰富的能源矿产资源. 与我国东部主要含油气盆地相比,塔里木盆地的勘探程度很低,资源潜力大,显示出巨大的勘探远景和发展潜力,是我国最重要的油气战略资源基地之一(贾承造,2004a, 2004b;孙龙德等,2007;康玉柱和王宗秀,2009;许志琴等,2011). 塔里木盆地是典型的叠合盆地,大型断裂系统的多期次活动、叠加改造和转化控制了盆地隆坳格局和盆地结构,并对塔里木盆地的形成演化和油气聚集有重要的控制作用和影响(汤良杰等,2003;何治亮等,2005;何登发等,2006). 本文在新的地震、岩心和测井资料解释基础上,应用盆地动力学、构造解析和构造—地层分析等理论和方法,对塔里木盆地中央隆起带断裂系统进行系统分析,试图揭示大型断裂系统的多期次活动对盆地古隆起的形成演化和海相克拉通解体的控制和影响.

1 基本构造格局

塔里木盆地中央隆起带是近东西向展布的大型复合式隆起带,按照其目前的构造轮廓、地层构造发

育特征,可分为巴楚隆起、塔中隆起、塔东隆起 3 个次级构造单元(图 1). 它西起巴楚隆起,经中部塔中隆起往东转入北东向展布的塔东隆起. 中央隆起向西以柯坪断裂与柯坪隆起相邻,向北以吐木休克、塔中 I 号断裂为界与阿瓦提坳陷—满加尔坳陷相隔,南界以色力布亚—玛扎塔格—玛东—塘北断裂带为界分别与塔西南坳陷、塘古孜巴斯坳陷分隔;塔东隆起北部以满加尔坳陷呈斜坡过渡,东南以车尔臣断裂带与罗布庄—北民丰断隆相隔. 3 大隆起奠定了中央隆起区的基本构造格局(图 1),由于各个隆起的生成、发展、定型的时期和过程存在显著的差异,且各自所处构造位置和后期改造程度明显不同,因此,各个隆起的结构和构造也各具特色.

巴楚隆起位于塔里木盆地中央隆起带的西部,是塔里木盆地新生代强烈活动的块断式隆起,也是现今塔里木盆地内构造最活跃的地区之一. 隆起总体呈北西向展布,东段呈北西西向,西段逐渐转为北北西向. 西以柯坪—沙井子断裂带与柯坪断隆为界,柯坪断隆由西向东推覆其上(Allen *et al.*, 1999;肖安成等,2005);北以阿恰克逊—吐木休克断裂带与阿瓦提坳陷为界;东以吐木休克断裂带东段—巴东断裂带与塔中隆起相隔;南以北北西向的色力布亚—玛扎塔格断裂带与麦盖提斜坡分隔,跨过麦盖

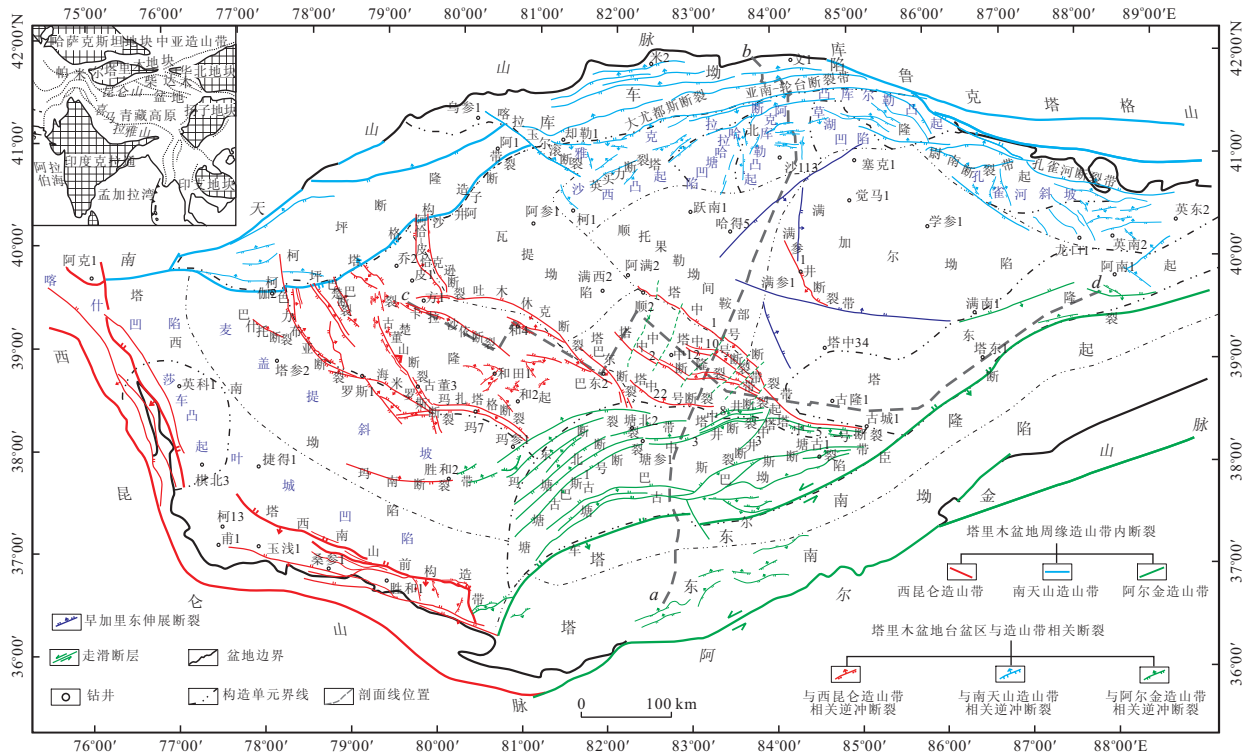


图 1 塔里木盆地构造单元划分和断裂系统分布
Fig. 1 Tectonic units and fault system distribution of Tarim basin

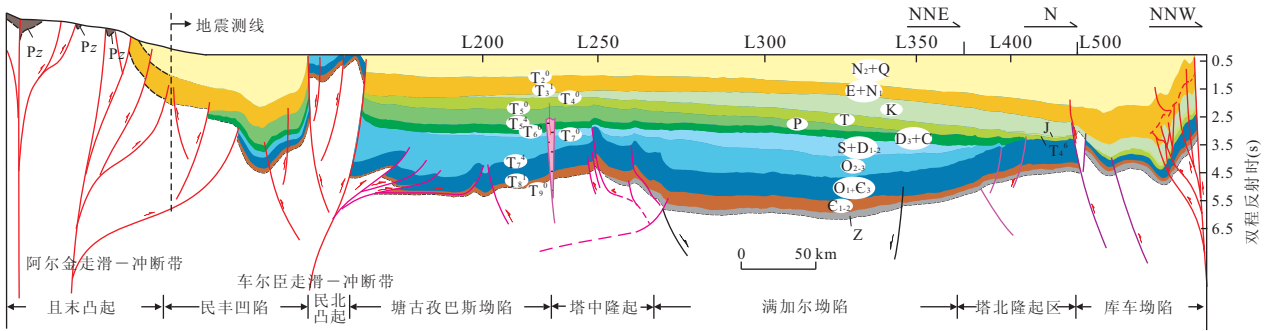


图 2 塔里木盆地穿中央隆起带的区域地质构造剖面(位置见图 1 中 ab)
Fig. 2 Regional geological and structural profile across central uplift of Tarim basin

提斜坡逐渐过渡到塔西南坳陷;东南端经玛东断裂带以一鞍部向塘古巴斯坳陷过渡。巴楚隆起的东、西分段、南北分带格局十分明显,其南北分别受玛扎塔格、海米罗斯、色力布亚断裂带和吐木休克断裂带控制,形成边缘为断裂—背斜带、中部为向斜型的复背斜构造(丁文龙等,2008)。隆起的轴向总体呈东西向延伸。巴楚隆起主要发育古生代与新生代地层,中生代地层缺失。其中东部缺失中奥陶统,表明早期存在东西向的古隆起,与塔中古隆起相连。巴楚隆起西段构造走向为北西延伸,东段近东西延伸。东段自北向南发育吐木休克、卡拉沙依、古董山—玛扎塔格、康塔库木—海米罗斯断裂构造带。东段内部中浅层平缓、构造简单,整体上呈一个西高东低、由西北向东南倾没的鼻状隆起。

塔中隆起位于中央隆起带中段,近北西向展布。北侧由塔中 I 号断裂限定,将其与北部的满加尔坳陷和东部塔东隆起分隔开来;南侧被塘北、塔中 3 井、塔中 8 井、塔中 5 号断裂带等断裂与塘古巴斯坳陷分隔,西侧以巴东断裂与巴楚隆起隔开,西北以 NW 向倾斜的斜坡逐渐过渡到阿瓦提坳陷。主要断裂带向东收敛而变窄变陡、向西撒开变宽,使得塔中隆起整体呈向北西倾没的鼻状隆起(李本亮等,2009;任建业等,2011a),并具有东西分段南北分带的构造格局(图 1,2)。

塔东隆起位于中央隆起带东段,其南以车尔臣断裂带为界与北民丰—罗布庄断隆为邻,北部以平缓斜坡向满加尔坳陷过渡,西以塔中 I 号断裂带与塔中隆起相接,整体呈北东向的狭长凸起。

2 中央隆起带断裂体系的分期配套

通过详细的地震剖面解释,以及各个断层之间、断层与不整合界面及生长地层之间的相互关系等方

向的综合分析,将塔里木盆地中央隆起带主要断裂体系划分为中加里东 I 幕(早奥陶世末)、II 幕(晚奥陶世末)和喜马拉雅运动中晚期(中新世末以来)3 期大规模的断裂系统(任建业等,2011a, 2011b)。

(1)中加里东 I 幕断裂系统:主要分布于塔中隆起区,由塔中 I 号、22 号、2 号、10 号和吐木休克—巴东断裂带深部断裂组成。总体呈北西西向,平面上向东收敛,向西撒开形成“帚状断裂体系”。其中塔中 I 号断裂带为主干断裂,也是塔中隆起的北部边界断裂,在西段与其南侧的塔中 22 号断裂组合而形成“冲起构造”(图 2)。东段断层产状平缓,反冲构造不发育,在其上盘发育断弯褶皱,使得塔中隆起构造样式具有显著的东西分异的特点。动力学成因上,这是一套与西昆仑造山带相关的早期断裂系统(李曰俊等,2008;任建业等,2011b)。

(2)中加里东 II 幕断裂系统:主要分布于塔中隆起南缘、塘古巴斯坳陷及塔东隆起区南部边界部位(图 1,2)。车尔臣深部断裂在该时期形成,以逆冲推覆为主,兼有一定的走滑性质,形成了一套近北东走向的断裂系统。与此同时,塔中隆起上中加里东 I 幕发育的北西向断裂系统发生继承性压扭活动,隆起遭受改造而进一步隆升。在塔中隆起南缘及塘古巴斯坳陷形成了一系列北东—北北东向断裂系,如玛东—塘北断裂、塔中 8 井断裂、中 3 井断裂、塔中 5 号断裂、塘古巴斯 1 号断裂以及塘古巴斯叠瓦状冲断系等,这些断裂组合在一起,构成向北西凸出的弧形断裂构造带,其中塘古巴斯 1 号断裂、中 3 井断裂和塔中 5 号断裂共同构成该冲断系的锋缘断裂。在塔中隆起区中加里东 II 幕断裂系统叠加到早期断裂系统之上,且叠加作用方式在不同构造部位具有明显的不同。西段,在锋缘断裂(塘古巴斯 1 号、中 3 井断裂)之前发育了一套反向逆冲断裂,如塘北断裂带、塔中 8 井断裂等,与锋缘断裂对冲形成“逆

冲三角构造”样式;东段锋缘断裂(塔中 5 号断裂)则沿着早期塔中 I 号断裂带上盘断弯褶皱后翼冲断并叠加其上,形成单向逆冲断裂.塔东地区断裂发育规模较小,主要表现为其南侧的车尔臣断裂带强烈活动(陈汉林等,2009;杨树峰等,2009).动力学成因上,这是一套与阿尔金造山带相关的断裂系统(任建业等,2011a, 2011b).

(3)喜马拉雅运动中晚期断裂系统:主要分布于中央隆起带西段的巴楚隆起区.走向由巴楚隆起东段的近北西西向往西转为北西向,产状一般较陡,具有压扭性质,直接控制着巴楚断块隆起及其内部构造单元的形成.在巴楚隆起南缘,发育一条大规模的沿古近系滑脱的逆冲推覆断裂带——色力布亚—玛扎塔格断裂带,该断裂带往南可追踪至塔西南坳陷南部西昆仑山前主要由双重逆冲构造或叠瓦状逆冲构造组成的褶皱冲断带,往西延伸可能与喀什断层相连,两者共同构成了现今塔西南前陆冲断系的锋缘断裂.

3 断裂系统的演化与中央隆起带隆坳格局变迁

塔里木盆地中央隆起带经历了漫长复杂的地质

发展演化过程,其中断裂活动是控制其隆坳格局形成与演化的重要因素之一.下面以穿越中央隆起带各个单元的区域大剖面(图 3)构造演化历史的分析,结合地层厚度、剥蚀量的推断等,揭示在中央隆起带发育演化过程中断裂所起的控制和影响作用.

剥蚀量的恢复是进行盆地演化分析的基础内容之一,也是进行盆地演化分析的核心问题和难点问题.目前国内外关于剥蚀量恢复的技术和方法有很多,但是对于塔里木这样的大型叠合盆地,特别是遭受了后期强烈的构造改造作用,主要不整合界面埋藏较深,再加上钻井资料的有限性,一般使用的声波时差法、裂变径迹法、镜质体反射率法等多种方法都不具备使用的基本条件.根据塔里木盆地地震剖面上隆、坳之间的地震反射特征明显,大型不整合、与隆起相关的挤压变形构造形迹可以比较清晰地识别,加之研究区的变形构造主要以次生变形构造为主等特点,本文主要采用地质外推法进行剥蚀量的恢复(林畅松等,2008,2011).

图 3 是在剥蚀量恢复的基础上,从已变形的剖面出发,按地质年龄从新到老将各地层逐层地剥去,恢复各沉积阶段结束时各个地层的古厚度,进而恢复到剖面未变形的原始状态,从而揭示各主要构造单元的演化过程及其相互关系.在图3剖面上中央

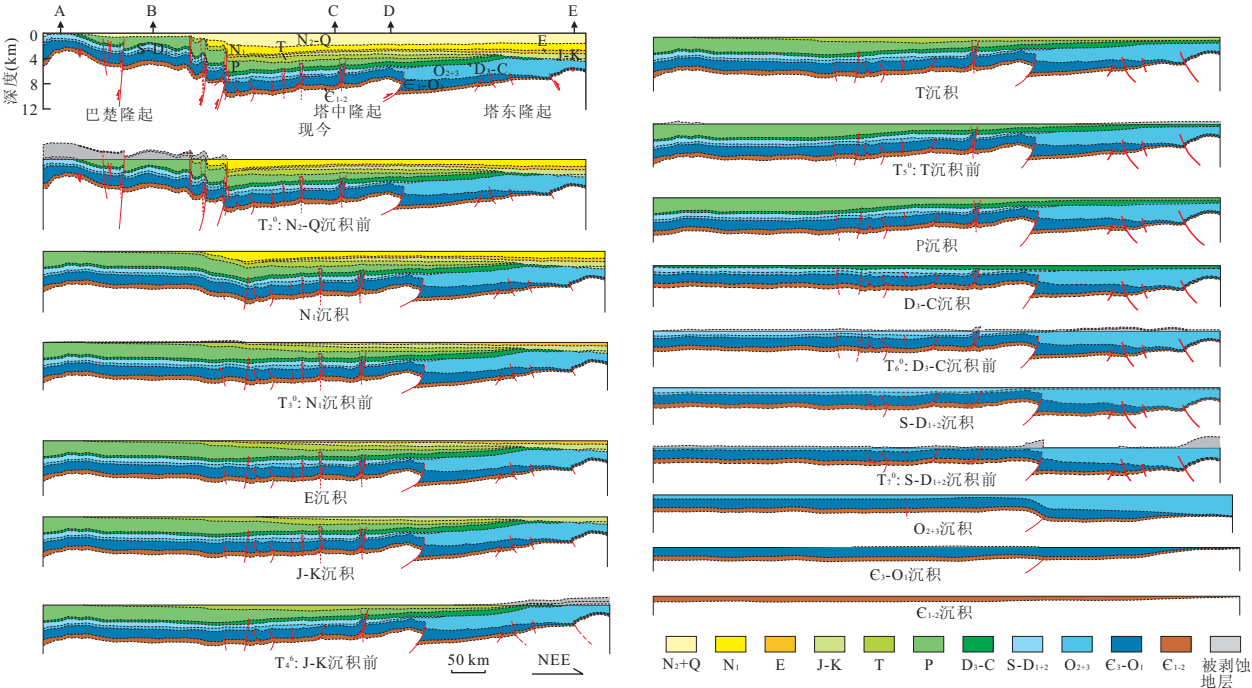


图 3 中央隆起带构造演化剖面

Fig. 3 Structural evolution of central uplift, Tarim basin

剖面位置见图 1 中 cd; A、B、C、D 和 E 为图 4 中定量测定隆升—沉降的关键点

隆起带各个构造单元内选取了一些代表性的关键点进行沉降—隆升的定量对比(图 4)。根据图 3 和图 4 作以下分析。

寒武纪一早奥陶世时期,整个中央隆起带处于统一的海相沉积盆地时期,整体呈东高西低的格局。到早奥陶世末,中央隆起带早期统一的盆地沉降格局开始出现分异:随着塔中 I 号断裂带开始活动,塔中隆起开始形成;西部的巴楚地区位于塔西南古隆起所控制的北倾斜坡带,而塔东地区则进入快速沉降阶段,沉积了巨厚的中晚奥陶世地层。区域上以塔中 I 号所控制的坡折为界,显示出西高东低的构造格局。因此,晚奥陶世末是中央隆起带演化过程中的一个重要阶段,这个时期塔东地区车尔臣早期断裂活动强烈,塔东隆起开始形成并遭受强烈剥蚀;塔中南缘及塘古巴斯断裂带活动强烈,使塔中隆起发生进一步隆升,塔中隆起定型,而巴楚地区仍然处于隆后斜坡位置(林畅松等,2008,2011)。晚奥陶世末的构造运动基本奠定了中央隆起带塔中隆起和塔东隆起的构造格局,之后这 2 个隆起形态基本定型,均不再发生大规模的逆冲断裂活动,也不再发生大规模的沉降作用,处于震荡沉降阶段。中央隆起带整体呈现出东高西低的沉降格局。

志留纪一早中泥盆世阶段,中央隆起带构造活动相对稳定,延续了晚奥陶世末的构造格局,整体处于填平补齐阶段,沉积西厚东薄。中泥盆世末,塔中、塔东隆起进一步抬升,但古隆起的构造形态基本未改变。巴楚仍处于隆后斜坡位置,期间由于塔西南古隆起向北迁移,巴楚也随之有一定幅度的抬升,但整体仍以沉降为主,中央隆起带仍显示出东高西低的沉积格局。

晚泥盆世—二叠纪阶段,中央隆起带基本保持了早期的构造格局,东段塔中、塔东隆起整体构造相对稳定,发生小幅度的震荡沉降过程;西段巴楚地区

则由加里东中晚期的塔西南隆后斜坡演化为前陆隆起,中央隆起带作为一个整体隆升构造单元开始形成,且保持东高西低的构造格局。

三叠纪发生的印支运动是整个中央隆起带的主要隆起过程,整个中央隆起带都发生隆升,塔东隆升幅度最大,巴楚次之,塔中隆升幅度最小。同时,该期构造运动也使得中央隆起带构造沉积格局发生转变,由早期的东高西低转变为西高东低,且沉降中心位于塔中隆起一带。三叠系地层向两端超覆于塔东隆起和巴楚隆起的东段之上。

经历三叠纪印支运动的强烈挤压作用之后,侏罗—白垩纪中央隆起带整体转入松弛调整阶段,塔中、塔东隆起区主要表现为小幅沉降,沉降中心往东迁移至塔东隆起区,地层向西超覆于塔中隆起—巴楚隆起东段。巴楚隆起处于隆升状态,普遍缺失地层沉积,三叠纪地层也遭受剥蚀。古近纪构造沉积格局依然不变,塔中、塔东隆起区为沉降区,巴楚为相对隆起区(前隆)。

新近纪开始,中央隆起带进入强烈差异沉降阶段,且表现为西强东弱的特点。西部巴楚隆起快速隆升,特别是中新世末,吐木休克、色力布亚等逆冲断层强烈活动,导致巴楚隆起以挤压块断隆起的方式强烈抬升。由于断裂带活动性的差异,在巴楚隆起内部也表现出隆升强度西强东弱的特点。塔中、塔东隆起区构造相对稳定,以沉降为主,局部发育扭动构造,对构造格局的影响甚微。第四纪基本继承了中新世以来的构造格局与变形特点。

正是因为各隆起在演化过程中的差异性和非同步性,中央隆起发育演化模式具有差异。东段巴楚隆起的形成演化经历了中晚加里东受陆缘隆起控制的北倾斜坡、海西期—燕山期的前隆、至喜山中晚期定型为挤压断隆的演化阶段,目前仍然处于隆起状态,

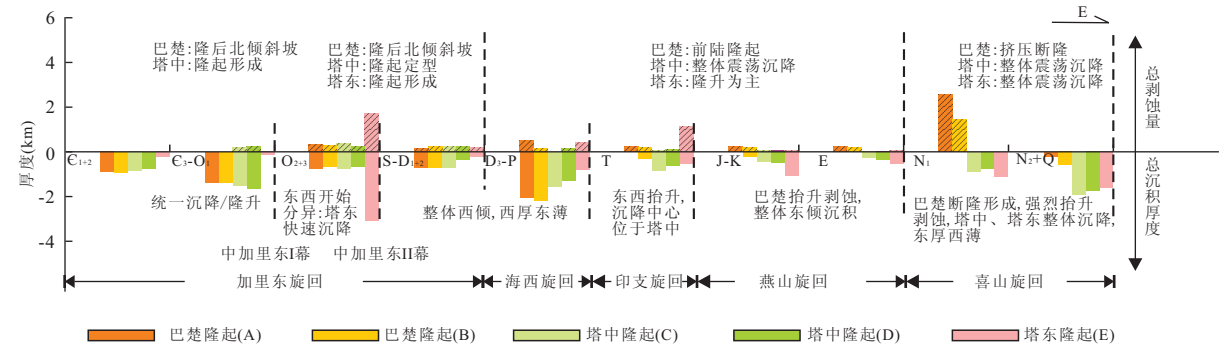


图 4 巴楚隆起—塔中隆起—塔东隆起的沉降—隆升演化过程对比
Fig. 4 Contrast of subsidence-uplift process in Bachu uplift-Tazhong uplift-Tadong uplift

内部断裂仍有活动,是典型的活动式隆起.东段塔中隆起、塔东隆起目前基本不活动.塔中隆起主要形成于奥陶纪中晚期,并于奥陶纪末基本定型;塔东隆起于奥陶纪末开始形成并定型.二者后期虽经历了多期次构造叠加改造,但构造面貌基本没有改变.同时也可以看出,中央隆起带的发育与断裂系统的演化有密切关系.各隆起形成演化的差异主要是断裂构造活动及其差异演化的结果.塔中地区断裂发育时间早,经历了中加里东 I 幕和 II 幕断裂活动,因此隆起形成早,并经历中加里东 II 幕构造作用,最终定型;塔东隆起区断裂大规模活动于加里东 II 幕,后期逆断层构造不发育,因此塔东隆起形成于晚奥陶世末,并基本定型;巴楚地区断裂主要活动于喜马拉雅运动中晚期,因此构造定型最晚.

4 断裂活动与海相克拉通盆地的解体

塔里木盆地中央隆起带 3 套断裂系统及其所控

制的古隆起的形成演化和隆坳格局的变迁过程,其实就是塔里木古生代海相克拉通盆地的形成、解体、消亡和陆内前陆—挤压坳陷的形成过程.以中央隆起带断裂系统的形成演化及隆坳格局的变迁为切入点,综合大量前人的研究成果(Carroll *et al.*, 2001, 2010; Buslov *et al.*, 2004; 贾承造, 2004b; Windley *et al.*, 2007; 许志琴等, 2011)并结合区域动力学背景,将塔里木海相克拉通盆地的演化过程分为盆地形成、解体以及消亡(即进入陆内前陆—挤压坳陷演化阶段)3 个大的演化阶段(图 5).

4.1 海相克拉通盆地的形成 (AnZ-O₁)

海相克拉通盆地的形成主要包括震旦纪前塔里木盆地统一—基底的形成和震旦纪—早奥陶世海相克拉通盆地形成.

(1)统一—基底的形成:南北塔里木板块在新元古代早期(约 900 Ma)发生拼贴造山作用形成塔里木盆地统一—基底(许志琴等, 2011).拼贴造山过程中,塔里木南部地区形成相对较高的塔南基底隆起,呈

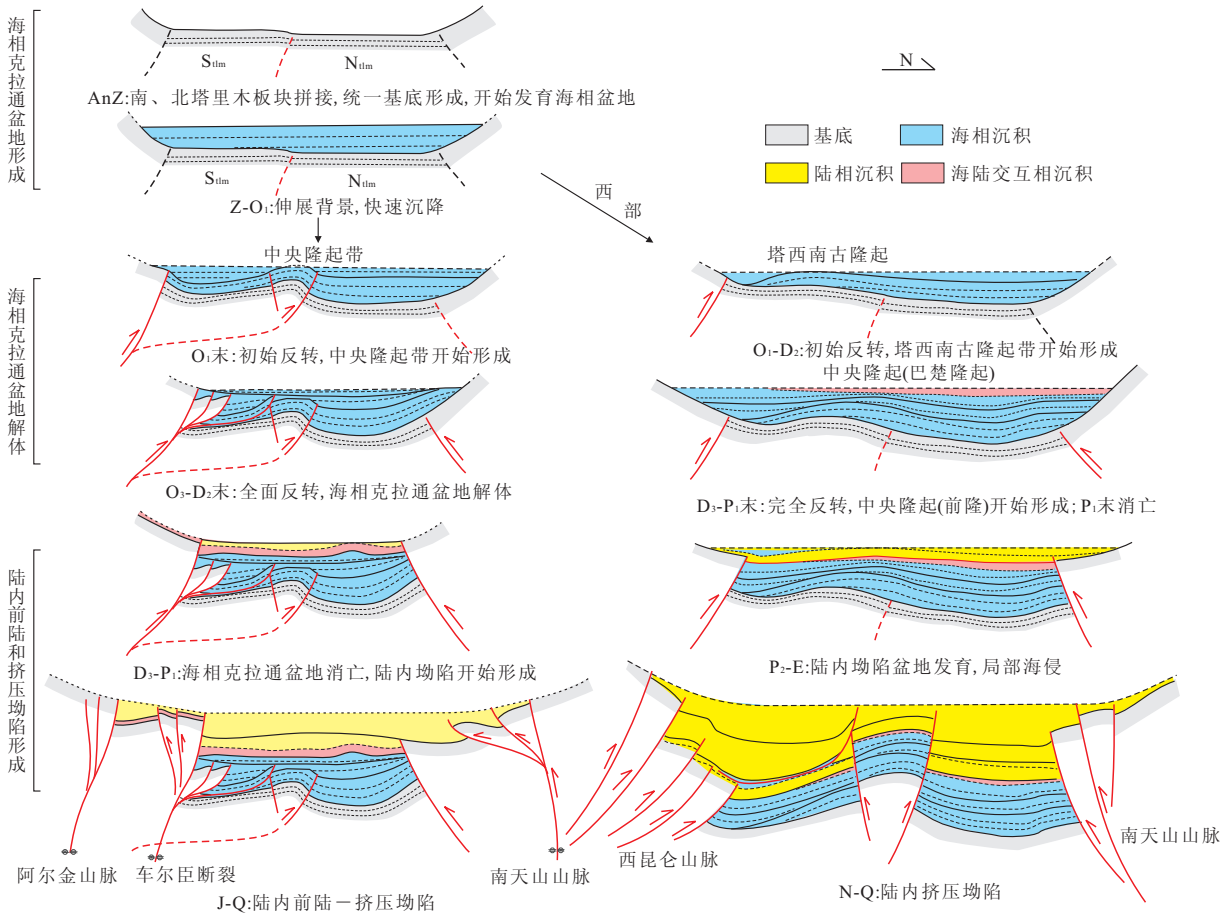


图 5 塔里木古生代海相克拉通盆地演化过程示意

Fig. 5 The evolution model of Paleozoic marine craton in Tarim basin

a. 盆地东部; b. 盆地西部; S_{tim}. 南塔里木板块; N_{tim}. 北塔里木板块. 左边一栏代表盆地东部, 右边一栏代表盆地西部

东西走向。之后随着超大陆裂解,造山带在新元古代晚期发生坍塌,塔里木周缘被洋盆围绕,由此揭开了塔里木板块的海相沉积演化史,塔里木海相克拉通盆地开始形成。

(2)海相克拉通盆地形成:塔里木克拉通处于岩石圈伸展和热沉降背景,周边形成裂陷槽盆地和大洋盆地;而在克拉通主体部位,分别在东、西发育克拉通边缘坳陷盆地和克拉通内坳陷盆地,发育欠补偿盆地相、碳酸盐岩台地相、台地斜坡和台地边缘等海相沉积。该阶段是塔里木海相克拉通盆地主要发育阶段。

4.2 海相克拉通盆地解体

早奥陶世末以后,随着周缘的大洋盆地、裂陷槽盆地开始闭合,塔里木古克拉通处于挤压聚敛构造体制之下,发育克拉通边缘隆起和克拉通内隆起,早期统一伸展背景之下发育的克拉通海相盆地开始反转、解体。根据盆地反转的程度和构造变形样式,将塔里木海相克拉通盆地解体分为初始解体和全面解体2个阶段。并且由于所处的构造位置不同,无论在持续时间上,还是构造作用形式上,都体现出了东西差异的特点(图5)。

(1)初始解体阶段:盆地的反转均始于早奥陶世末—中奥陶世初,在克拉通中部,以中加里东I幕断裂系统的活动和塔中隆起的形成为标志,在南北两侧分别形成塘古巴斯边缘坳陷盆地和满加尔克拉通内挤压坳陷盆地;西部断裂活动不发育,以早奥陶世末塔西南边缘隆起开始形成为标志,并一直持续到中泥盆世。塔西南古隆起和塔中隆起相连,将早期海相克拉通盆地分割为阿瓦提坳陷、满加尔坳陷和塘古巴斯坳陷3个性质不同的盆地。早期塔东地区欠补偿盆地相被超补偿复理石相所替代,而西部克拉通内坳陷碳酸盐岩台地相盆地也演化为混积陆棚相和局限台地相(林畅松等,2008,2011)。

(2)全面解体阶段:塔里木古克拉通盆地主体全面解体始于晚奥陶世末,一直持续到中泥盆世末,以中加里东II幕断裂系统强烈活动为标志,塔中隆起进一步隆升;塘古巴斯坳陷遭受强烈逆冲改造,成为隆起区;塔东隆起形成;整个南缘为克拉通边缘隆起;塔北隆起也已形成。盆地范围进一步缩减,夹在南北隆起区之间的为满加尔克拉通内挤压坳陷盆地,发育局限台地相沉积和泻湖相沉积。奥陶纪的碳酸盐台地相与深水槽盆相的沉积分异不复存在,早志留世塔里木出现了一个统一的克拉通内挠曲坳陷。

由于整个东部开始抬升、盆地向西缩减,使得该阶段在盆地西部不显著。主要构造表现为塔西南古隆起持续发育,至中泥盆世末,巴楚前隆开始形成,其南部塔西南古隆起消亡并发生沉降,形成边缘坳陷盆地;北部发育阿瓦提陆内坳陷盆地,早期南隆北坳的构造格局演化为被巴楚隆起所分割形成南北2个沉降中心,并一直持续到早二叠世末。

4.3 海相克拉通盆地消亡—陆内前陆和挤压坳陷形成

在经历全面解体阶段之后,虽然经历了石炭纪—早二叠世多次海侵,但整体上塔里木盆地东部发育半环形古隆起,海水逐渐向西退却,开始发育海陆交互相沉积;西部继承了中泥盆世末的构造格局,南缘靠近西昆仑造山带的附近可能发育塔西南克拉通边缘坳陷,北部发育阿瓦提克拉通内盆地,中间被巴楚隆起所分割。以克拉通内盆地潮坪相、泻湖相及台地相沉积和克拉通边缘坳陷盆地台地斜坡—盆地相沉积为主,晚石炭—早二叠世在北部和巴楚隆起区开始发育海陆交互相。早二叠世末,海水自东向西全面退出塔里木盆地,海相沉积作用结束,塔里木古生代海相克拉通盆地消亡,进入了陆内前陆和挤压坳陷盆地演化阶段。

进入陆内前陆和挤压坳陷盆地演化阶段之后,塔里木盆地东西构造格局的演化分异更加显著。东部延续早期构造格局,构造相对稳定,以震荡沉降为主,虽沉降中心发生多期摆动,但基本不改变早期构造面貌。西段自三叠纪印支运动以来,一直处于构造强烈活动状态,特别是喜山中晚期以来,逆冲断裂活动强烈,巴楚断块快速隆升,两侧的塔西南坳陷和阿瓦提坳陷快速沉降,隆坳构造格局更加显著。这可能与其所处构造位置和周边断裂活动有关(图1)。该时期盆地东北缘的辛格尔和兴地断裂右旋走滑,东北缘的阿合奇—黑鹰山断裂和东南缘的阿尔金断裂左旋走滑,车尔臣断裂西段及车尔臣南断裂西段重新强烈活动,使盆地呈现菱形轮廓。断裂带强烈的走滑运动可能吸收了周缘造山作用的挤压应力,使得盆地东部构造相对稳定,发生沉降;而在西部,缺少这种大规模的走滑断裂,以逆冲—走滑为主,构造应力可延伸至盆内巴楚隆起区,并发生强烈的压扭断裂活动。

综合塔里木海相克拉通盆地的演化历史可以看出,中央隆起带断裂系统,特别是中加里东运动时期发育的两套断裂系统,对海相克拉通盆地的解体具有十分重要的控制作用。根据断裂活动在塔里木海相克拉通盆地的演化历史可以看出,中央隆起带断裂系统,特别是中加里东运动时期发育的两套断裂系统,对海相克拉通盆地的解体具有十分重要的控制作用。根据断裂活动在塔里木海相克拉通盆地的演化历史可以看出,中央隆起带断裂系统,特别是中加里东运动时期发育的两套断裂系统,对海相克拉通盆地的解体具有十分重要的控制作用。

通盆地解体消亡中的作用,可以将塔里木海相克拉通盆地解体消亡归纳为 2 种不同的演化模式(图 5)。在盆地中东部,中加里东 I 幕断裂系统的发育揭开了海相克拉通盆地解体的进程,它直接控制了塔中隆起的形成,并将早期具有统一沉降背景的克拉通边缘拗陷盆地和克拉通内拗陷盆地分割为 3 个性质不同的拗陷盆地;中加里东 II 幕断裂系统的发育除了导致东部大规模隆起之外,还使得北部满加尔地区海相盆地急剧萎缩,之后虽然经历过海水入侵,但整体上东部处于隆起部位,海相盆地向西退缩,进入消亡演化过程。西部解体过程主要表现为先后发育了基本不受断裂控制的塔西南古隆起和巴楚前陆隆起,但整体处于东部抬升导致的拗陷背景之下,发育海相沉积,对海相盆地解体的作用不显著。因此中加里东两期断裂系统的形成是塔里木海相克拉通解体的重要原因。

References

- Allen, M. B., Vincent, S. J., Wheeler, P. J., 1999. Late Cenozoic tectonics of the Kepingtage thrust zone: interactions of the Tien Shan and Tarim basin, Northwest China. *Tectonics*, 18(4): 639—654. doi: 10.1029/1999TC900019
- Buslov, M. M., Fujiwara, Y., Iwata, K., et al., 2004. Late Paleozoic-Early Mesozoic geodynamics of Central Asia. *Gondwana Research*, 7(3): 791—808. doi: 10.1016/S1342-937X(05)71064-9
- Carroll, A. R., Graham, S. A., Chang, E. Z., et al., 2001. Sinian through Permian tectonostratigraphic evolution of the northwestern Tarim basin, China. *Geological Society of America Memoir*, 194: 47—69. doi: 10.1130/0-8137-1194-0.47
- Carroll, A. R., Graham, S. A., Smith, M. E., 2010. Walled sedimentary basins of China. *Basin Research*, 22(1): 17—32. doi: 10.1111/j.1365-2117.2009.00458.x
- Chen, H. L., Luo, J. C., Guo, Q. Y., et al., 2009. Deformation history and tectonic evolution of southeastern Tarim basin in Mesozoic and Cenozoic. *Geotectonica et Metallogenia*, 33(1): 38—45 (in Chinese with English abstract).
- Ding, W. L., Lin, C. S., Qi, L. X., et al., 2008. Structural framework and evolution of Bachu uplift in Tarim basin. *Earth Science Frontiers*, 15(2): 242—252 (in Chinese with English abstract).
- He, D. F., Zhou, X. Y., Zhang, C. J., et al., 2006. Characteristics of geologic framework of multicycle superimposed basin in Tarim basin. *China Petroleum Exploration*, 11(1): 31—41 (in Chinese with English abstract).
- He, Z. L., Xu, H. J., Duan, T. J., 2005. A preliminary analysis on compound structural styles in the Tarim polycyclic basin. *Chinese Journal of Geology*, 40(2): 153—166 (in Chinese with English abstract).
- Jia, C. Z., 2004a. Tectonic feature and hydrocarbon of Tarim Mesozoic-Cenozoic basin. Petroleum Industry Press, Beijing (in Chinese).
- Jia, C. Z., 2004b. Plate tectonic and continental dynamics of the Tarim basin. Petroleum Industry Press, Beijing (in Chinese).
- Kang, Y. Z., Wang, Z. X., 2009. Research on oil-controlling of tectonic systems in Tarim basin. China Land Press, Beijing (in Chinese).
- Li, B. L., Guan, S. W., Li, C. X., et al., 2009. Paleo-tectonic evolution and deformation features of the lower uplift in the central Tarim basin. *Geological Review*, 55(4): 521—530 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y. J., Wu, G. Y., Meng, Q. L., et al., 2008. Fault systems in central area of the Tarim basin: geometry, kinematics and dynamic settings. *Chinese Journal of Geology*, 43(1): 82—118 (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. S., Li, S. T., Liu, J. Y., et al., 2011. Tectonic framework and paleogeographic evolution of the Tarim basin during the Paleozoic major evolutionary stages. *Acta Petrologica Sinica*, 27(1): 210—218 (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. S., Yang, H. J., Liu, J. Y., et al., 2008. Paleohigh geomorphology and paleogeographic framework and their controls on the formation and distribution of stratigraphic traps in the Tarim basin. *Oil & Gas Geology*, 29(2): 189—197 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J. Y., Hu, D. S., Yang, H. Z., et al., 2011a. Fault system and its control of carbonate platform in Tazhong uplift area, Tarim basin. *Geology in China*, 38(4): 935—944 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J. Y., Zhang, J. X., Yang, H. Z., et al., 2011b. Analysis of fault systems in the central uplift, Tarim basin. *Acta Petrologica Sinica*, 27(1): 219—230 (in Chinese with English abstract).
- Sun, L. D., Li, Y. J., Jiang, T. W., et al., 2007. The central Tarim lower uplift: a composite hydrocarbon accumulation play in the Tarim basin, NW China. *Chinese Journal of Geology*, 42(3): 602—620 (in Chinese with English abstract).
- Tang, L. J., Jia, C. Z., Jin, Z. J., et al., 2003. The main tec-

- tonic characteristics of superimposed basins, Northwest China, *Earth Science Frontiers*, 10(Special): 118—124 (in Chinese with English abstract).
- Windley, B. F., Alexeiev, D., Xiao, W. J., et al., 2007. Tectonic models for accretion of the Central Asian orogenic belt, *Journal of Geological Society*, 164(1): 31—47. doi: 10.1144/0016-76492006-022
- Xiao, A. C., Yang, S. F., Li, Y. J., et al., 2005. Main period for creation of fracture system in the Bachu uplift, Tarim basin, *Chinese Journal of Geology*, 40(2): 291—302 (in Chinese with English abstract).
- Xu, Z. Q., Li, S. T., Zhang, J. X., et al., 2011. Paleo-Asian and Tethyan tectonic systems with docking the Tarim block, *Acta Petrologica Sinica*, 27(1): 1—22 (in Chinese with English abstract).
- Yang, S. F., Chen, L. F., Xiao, Z. Y., et al., 2009. The Cenozoic fault systems of southeastern Tarim basin, *Geotectonica et Metallogenia*, 33(1): 33—37 (in Chinese with English abstract).
- ### 附中文参考文献
- 陈汉林, 罗俊成, 郭群英, 等, 2009. 塔里木盆地东南缘中生代变形史与构造演化. 大地构造与成矿学, 33(1): 38—45.
- 丁文龙, 林畅松, 漆立新, 等, 2008. 塔里木盆地巴楚隆起构造格架及形成演化. 地学前缘, 15(2): 242—252.
- 何登发, 周新源, 张朝军, 等, 2006. 塔里木多旋回叠合盆地地质结构特征. 中国石油勘探, 11(1): 31—41.
- 何治亮, 徐宏节, 段铁军, 2005. 塔里木多旋回盆地复合构造样式初步分析. 地质科学, 40(2): 153—166.
- 贾承造, 2004a. 塔里木盆地中生代构造特征与油气. 北京: 石油工业出版社.
- 贾承造, 2004b. 塔里木盆地板块构造与大陆动力学. 北京: 石油工业出版社.
- 康玉柱, 王宗秀, 2009. 塔里木盆地构造体系控油作用研究. 北京: 中国大地出版社.
- 李本亮, 管树巍, 李传新, 等, 2009. 塔里木盆地塔中低凸起古构造演化与变形特征. 地质评论, 55(4): 521—530.
- 李曰俊, 吴根耀, 孟庆龙, 等, 2008. 塔里木盆地中央地区的断裂系统: 几何学、运动学和动力学背景. 地质科学, 43(1): 82—118.
- 林畅松, 李思田, 刘景彦, 等, 2011. 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. 岩石学报, 27(1): 210—218.
- 林畅松, 杨海军, 刘景彦, 等, 2008. 塔里木早古生代原盆地古隆起地貌和古地理格局与地层圈闭发育分布. 石油与天然气地质, 29(2): 189—197.
- 任建业, 胡德胜, 阳怀忠, 等, 2011a. 塔中隆起带断裂系统及其对碳酸盐岩台地的控制. 中国地质, 38(4): 935—944.
- 任建业, 张俊霞, 阳怀忠, 等, 2011b. 塔里木盆地中央隆起带断裂系统分析. 岩石学报, 27(1): 219—230.
- 孙龙德, 李曰俊, 江同文, 等, 2007. 塔里木盆地塔中低凸起: 一个典型的复式油气聚集区. 地质科学, 42(3): 602—620.
- 汤良杰, 贾承造, 金之钧, 等, 2003. 中国西北叠合盆地的主要构造特征. 地学前缘, 10(特刊): 118—124.
- 肖安成, 杨树峰, 李曰俊, 等, 2005. 塔里木盆地巴楚隆起断裂系统主要形成时代的新认识. 地质科学, 40(2): 291—302.
- 许志琴, 李思田, 张建新, 等, 2011. 塔里木地块与古亚洲/特提斯构造体系的对接. 岩石学报, 27(1): 1—22.
- 杨树峰, 陈立峰, 肖中尧, 等, 2009. 塔里木盆地东南缘新生代断裂系统. 大地构造与成矿学, 33(1): 33—37.