

# 塔里木盆地古生代中央隆起带古构造地貌及其对沉积相发育分布的制约

林畅松<sup>①\*</sup>, 杨海军<sup>②</sup>, 刘景彦<sup>①</sup>, 蔡振中<sup>②</sup>, 彭莉<sup>①</sup>, 阳孝法<sup>①</sup>, 杨永恒<sup>①</sup>

① 中国地质大学能源学院, 北京 100083;

② 中国石油天然气股份有限公司塔里木油气勘探开发研究院, 库尔勒 841000

\* E-mail: [lincs@cugb.edu.cn](mailto:lincs@cugb.edu.cn)

收稿日期: 2008-07-20; 接受日期: 2008-12-5

国家重点基础研究发展计划项目课题(编号: 2006CB202302)和自然科学基金项目(批准号: 40372056)资助.

**摘要** 通过古隆起地貌恢复、不整合分布样式及沉积相等研究, 揭示了塔里木盆地中央隆起带古生代重要发育期的古构造地貌特征及其对沉积相发育分布的控制作用. 中奥陶世末至晚奥陶世早期的中央隆起带是由和田河古隆起、和田河东古隆起、塔中古隆起及巴楚古斜坡等组成的、具有复杂古构造地貌的大型古隆起-古斜坡带, 总体由西向东倾没; 可划分出高隆带、断隆平台、古隆边缘斜坡或坡折带、陆棚斜坡或低凸起带、陆架坡折带及深海盆地或平原等古地貌单元. 它们对沉积古地理的发育具有重要控制作用, 古隆起边缘斜坡-坡折带往往控制着构成重要储层的台缘礁、滩等高能沉积相带的发育和分布. 晚奥陶世晚期盆地东南缘强烈隆起, 塔中古隆起东段随之隆升并由东向西掀斜, 形成由东向西倾沿的鼻状古隆起带. 早志留世和晚泥盆至早石炭世盆地中北部的古构造地貌由原来的东低西高转为北东高、西南低; 可划分出强烈剥蚀高隆带、古隆边缘斜坡带、坳陷边缘缓斜坡带及坳陷带等古构造地貌单元. 构造隆起末期沿古隆起边缘斜坡至坳陷边缘发育的低位及海侵体系域可形成重要的储集体. 古隆起地貌与盆内多个不整合的分布样式具有密切关系. 从古隆起区向坳陷区可划分出高隆区的不整合复合带、古隆起斜坡边缘的削蚀不整合三角带和超覆不整合三角带、古斜坡与坳陷区过渡的微角度或平行不整合带以及坳陷内的整合带. 削蚀不整合和上超不整合三角带可形成重要的地层圈闭, 是有利的大型岩性地层油气藏的发育带.

**关键词**

古构造地貌  
不整合分布样式  
中央古隆起带  
塔里木盆地

沉积盆地的古地貌或古构造地貌及其对沉积古地理的控制研究, 是当前国内外沉积地质和含油气盆地分析的一个十分活跃的热点领域. 利用高分辨地震资料进行碳酸盐岩台地、沉积砂体等形成期的古地貌恢复和研究, 即“地震古地貌”分析, 已成为近期相关国际学术会议讨论的热点议题和新的分支学科生长点<sup>[1~4]</sup>.

塔里木盆地是位于我国西部含有丰富油气资源

的大型叠合盆地<sup>[5~8]</sup>. 显生宙以来盆地经历过多期重要的构造变革, 形成了极其复杂的盆地结构. 其重要的地域特色之一是发育了多个区域性的构造不整合面和多个盆地规模的古隆起带. 多年的油气勘探实践和研究已表明, 盆内大型的古隆起、古斜坡带的形成演化与盆地复杂的地球动力学背景密切相关, 对盆内的油气聚集起到极其重要的控制作用. 盆内古隆起形成演化的研究近年来已成为研究和勘探部门

广泛关注的课题. 事实上, 古隆起的形成演化一直是国际上颇受重视的研究内容, 许多重要含油气盆地中古隆起的成因及其演化都进行过较为深入的探讨. 关于塔里木盆地古隆起和不整合的一般特征, 也有不少的研究涉及<sup>[9]</sup>. 然而, 针对盆内古隆起的古地貌及其演化等的研究成果则报道甚少.

本文利用网络状的地震剖面、钻井及露头资料, 应用拉平古隆起上覆沉积层的古沉积水平面的方法, 结合不整合接触关系等分析, 力图揭示塔里木盆地中央隆起带及邻区古生代的古构造地貌及其演化, 探讨古隆起地貌及其演化对沉积相发育分布的制约作用, 为大型叠合盆地古隆起-古斜坡带的形成演化和构造古地理研究以及岩性地层油气藏的发育分布预测, 提供分析方法和理论依据.

## 1 地质背景和构造-地层序列

塔里木盆地是在前震旦纪陆壳基底上发展起来的大型叠合盆地, 经历了从震旦至早古生代、晚古生代至三叠纪、侏罗纪至新近纪等多个原盆地演化阶段, 盆地性质及其构造背景发生过多次重要变革. 在震旦纪-古生代的盆地演化阶段, 由于基底分异性强、周边板块构造背景复杂, 盆内构造活动, 发育了塔北、塔西南、塔中、巴楚等多个大型古隆起带; 在中新生代陆内拗陷和前陆盆地演化阶段, 又经历了多次强烈的陆内构造变形和隆升剥蚀作用, 导致了多期不同性质原盆地的叠加和改造, 形成了具有多个重要构造不整合、并被不同走向古隆起、古拗陷带所复杂化的盆地地质结构<sup>[8]</sup>. 盆内古生代的古隆起、古拗陷带的发育分布和变迁, 决定着盆地的古构造和古地理的基本特征和演化.

塔里木盆地古生代的构造格局, 以发育多个大型的北西西向、北东东或北东向的古隆起、古拗陷带为其显著特征<sup>[6]</sup>. 中央隆起带是一个近东西向横跨盆地中部的复合的大型隆起带, 东西长 1000 多公里, 南北宽约 80~150 km, 主体由塔中和巴楚隆起两个在演化历史上有明显差异的断隆、断褶带构成(图 1). 塔中隆起总体北西西走向, 西部宽缓, 东部窄陡; 东西长 300 多公里, 宽 80~100 km, 是形成于古生代的一个古隆起带. 隆起南、北两侧分别以南缘断裂带和一号断裂带为界. 断裂构造主要发育于中、下古生界内,

主要由北西西向的断褶构造带组成, 多为基底卷入式的高角度逆冲断裂, 总体向西呈“帚状”散开, 向东收敛, 在东段叠加了北东向的断褶带. 巴楚凸起带东西向长 500 多公里, 宽 80~150 km, 总体呈北西西向展布, 是一由西北向东南倾伏的大型鼻状隆起. 该隆起带从古生代开始活动, 并主要定型于新近纪. 巴楚隆起带由一系列北西、北西西向的断褶带所组成, 其西侧与北东走向的柯坪断隆带相接; 南、北侧与麦盖提斜坡和阿瓦提凹陷相邻, 分别以色力布亚-玛扎塔格断裂带和吐木休克-阿恰断裂带为界, 南北剖面上表现为向南、北背冲的大型断褶带.

中央隆起带古生界内发育多个角度或微角度不整合面, 其形成均与构造隆起作用有关, 并与海平面的下降相叠加. 以这些不整合为界可把研究区的古生界划分为 8 个构造层序或二级超层序, 分别由下寒武统、中寒武-上寒武统、中奥陶-下奥陶统、上奥陶统、志留系、中泥盆-下泥盆统、上泥盆统-石炭系及二叠系等组成(图 2). 区内的震旦系为滨浅海相碎屑岩、台地相碳酸盐岩和火山碎屑岩沉积组合, 不整合于前震旦系结晶变质基底之上. 寒武系与下伏地层呈微角度不整合接触, 在中央隆起带地震剖面上可观察到明显的上超不整合接触关系. 以白云岩、泥晶灰岩及泥灰岩等碳酸盐台地或局限台地沉积为主, 厚 1600~2000 m. 下寒武统底部含有磷质结核、燧石条带或团块, 广泛超覆于震旦系或前震旦系基底之上; 中寒武统含有较多的石膏和盐岩层, 以蒸发性碳酸盐岩台地相为主, 与下伏地层为微角度不整合接触, 在地震剖面上有清晰的显示. 下奥陶统主要发育局限碳酸盐岩台地的厚层白云岩、白云质灰岩沉积, 在隆起和斜坡区不整合上超于上寒武统之上. 上奥陶统以广泛发育开阔台地, 包括有礁、滩等碳酸盐岩沉积为特征; 北部斜坡带以北地区主要接受盆地相泥岩和浊积碎屑岩沉积. 上奥陶统(构造层序 II)与中奥陶统之间为角度或微角度、平行不整合接触, 西北缘野外露头上这一界面以发育稳定分布的紫红泥晶灰岩、灰质泥岩或褐灰色生屑灰岩为标志(吐木休克组或恰尔巴克组), 其上为晚奥陶世其浪组的斜坡相泥岩、钙质泥岩沉积.

志留系与奥陶系之间为区域上广泛分布的角度或微角度不整合面所分隔. 塔中隆起带大部分断裂

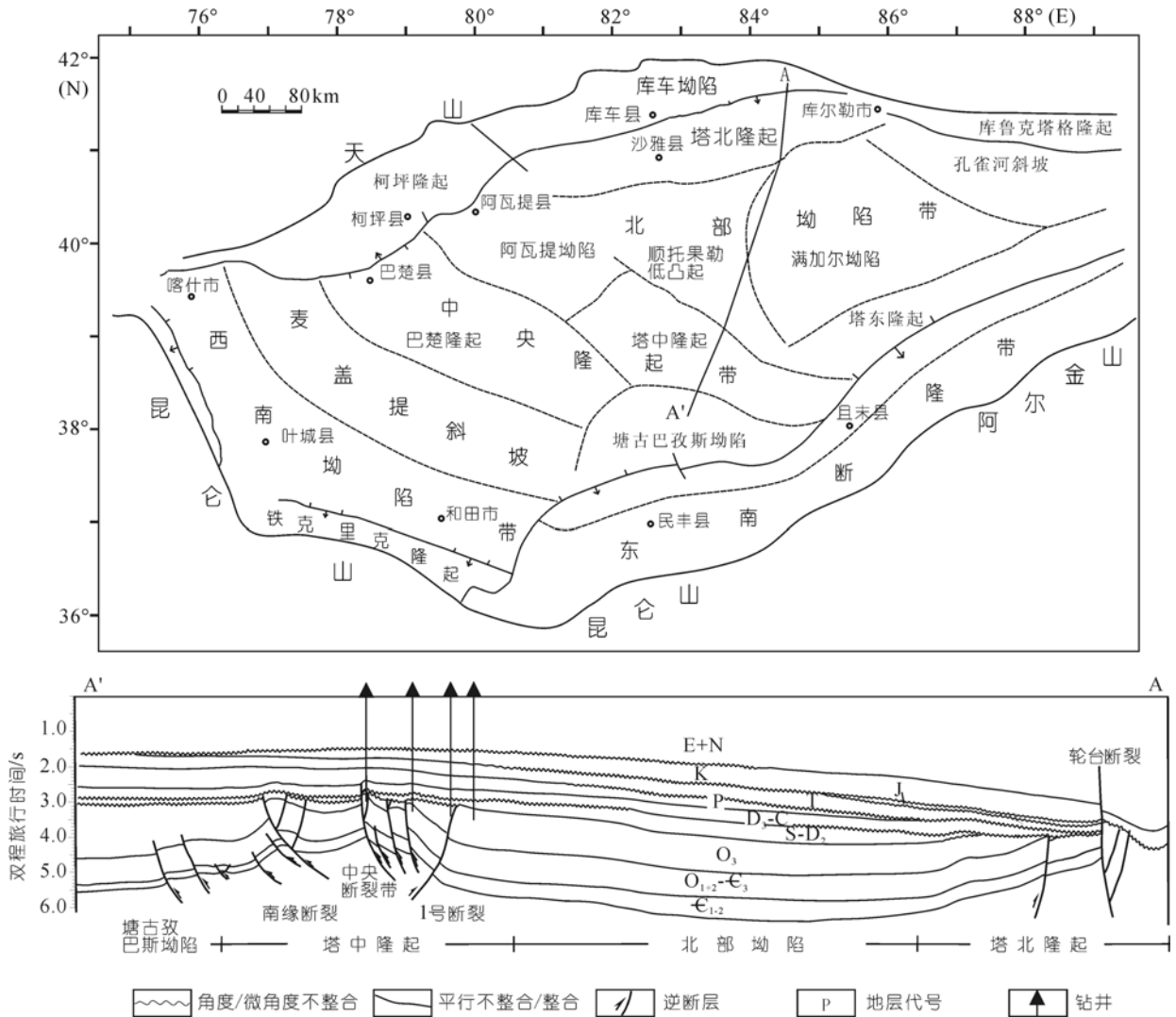


图1 塔里木盆地主要构造单元和中央隆起带的分布

向上终止于这一不整合面。该构造层序主要发生褶皱变形, 局部受到断裂作用, 披覆于下部构造层序的断背斜之上。在高隆部位中、上奥陶统常被剥蚀缺失。志留系-中下泥盆统为滨岸潮坪、滨浅海碎屑岩等沉积组成。上泥盆统底为一区域性的角度不整合面, 上覆于中、下泥盆统剥蚀夷平面上。这一界面延至高隆起带过度为石炭系与下伏地层的角度不整合。在盆地东缘志留系和中泥盆、下泥盆统受到较强烈的变形和剥蚀。石炭-二叠纪盆地中部主要接受了滨浅海、海滩-潮坪碎屑岩及河流三角洲等沉积。石炭系中部夹有生物砂屑灰岩、灰岩等碳酸盐岩及盐岩层。二叠系以河流、滨浅湖碎屑岩沉积为主, 发育中酸性-基性火

山岩。二叠纪后盆地基本上结束了海相沉积。巴楚地区中西部古近系、新近系底均显示为高角度不整合, 下伏地层受到挤压变形和强烈冲刷, 高隆带缺失大部分中生代地层。

## 2 古隆起地貌的恢复方法

近年来, 关于古地貌的恢复研究在国际上受到越来越多的关注。然而, 如何进行古地貌的恢复目前仍然是有待探索的课题。本项研究利用地震、测井及露头资料, 在结合沉积相等分析的基础上, 应用地震数据结合钻井资料约束, 通过拉平古隆起不同时期沉积层或古沉积水平面来恢复古隆起的地貌特征并

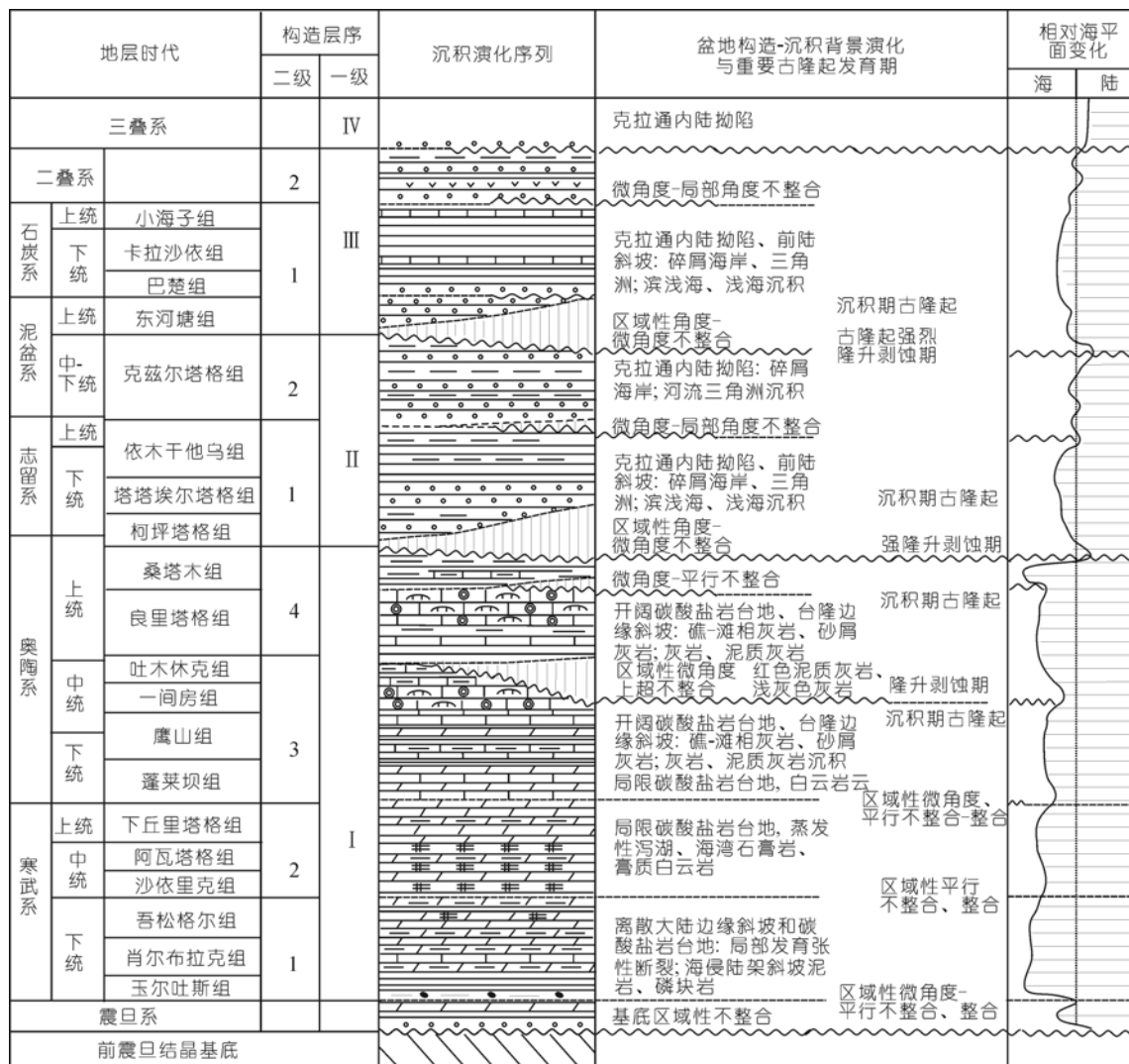


图 2 中央古隆起带古生代构造层序和沉积演化序列

揭示其演化; 同时, 综合分析了不整合的分布和组合样式与古隆起发育演化的关系。

塔里木盆地内一些规模较大的古隆起带, 往往经历过从沉降、充填到隆升、剥蚀的多旋回演化过程。古隆起的形成演化一般可划分出三个阶段: (1) 从开始隆升到露出水面遭受剥蚀之前的初始或水下隆起阶段, 隆起的上覆地层变薄, 发育向上变浅的沉积序列, 为沉积期古隆起; (2) 隆起露出水面后遭受剥蚀的隆升剥蚀阶段, 隆起上地层遭受剥蚀缺失, 形成不整合面, 这一阶段为剥蚀期古隆起; (3) 随后古隆起进入沉降期, 古隆起被地层逐渐超覆, 不整合界面上显示地层上超结构, 发育向上变深的沉积序列, 这一

阶段也为沉积期古隆起。显然, 揭示古隆起地貌的发育演化必须分不同发育阶段进行古地貌恢复。

### 2.1 古隆起上覆地层的古沉积水平面拉平恢复

从现今的地层记录中, 选择一个上覆古隆起的沉积层面, 以这个界面拉平下伏地层, 可恢复沉积期古隆起的古构造地貌或古形态。当所选择的沉积层形成时的古水深和岩相在横向上没有发生变化时, 可直接拉平这一沉积层, 恢复其下伏古隆起的地貌形态。但沉积相在横向上往往是发生变化的, 必须相应作古水深和差异压实校正<sup>[10]</sup>, 以便较准确地恢复古地貌。在正常的压实情况下, 沉积层的孔隙度与深

度一般呈指数函数关系:

$$\varphi = \varphi_0 e^{-cy} \quad (1)$$

其中,  $\varphi$  是沉积层埋深为  $y$  时的孔隙度,  $\varphi_0$  为沉积层的表面孔隙度,  $c$  为压实系数. 设沉积层现今埋藏顶、底深度分别为  $y_1$  和  $y_2$ , 拉平回剥到地表时沉积层的底面深度为  $S$ , 则有

$$S = y_2 - y_1 - \frac{\varphi_0}{c} (e^{-cy_1} - e^{-cy_2}) + \frac{\varphi_0}{c} (1 - e^{-cs}) \quad (2)$$

若以沉积层中点深度计算其孔隙度, 则  $S$  可近似表达为

$$S = (y_2 - y_1) e^{-c(y_2 - y_1)/2} / (1 - \varphi_0) \quad (3)$$

古水深的分析需要结合生物化石组合、沉积相等综合研究. 在地震剖面上显示的沉积斜坡结构, 如台地边缘斜坡、三角洲前缘斜坡或陆架斜坡的前积结构, 可用以估算沉积期古水深.

图 3 是应用上述方法恢复的塔中古隆起及邻区的古构造地貌剖面. 清晰的地震资料是进行平面古隆起形态恢复的重要依据. 通过测井与地震的结合标定, 确定代表某一沉积层的地震反射界面, 对其进行三维空间上的追踪对比和拉平, 是从三维空间上

再造古地貌的重要资料基础.

## 2.2 不整合分布样式与古隆起地貌关系

在构造活动的大型盆地中, 常常发育多个不整合合并显示出复杂的分布和组合样式<sup>[12]</sup>. 主要不整合面的接触关系在不同的构造带上发生显著的变化, 可从高角度不整合过渡为微角度或平行不整合至整合接触, 这种变化从宏观上反映了从高隆剥蚀区到斜坡及坳陷区的古地貌变化. 在高隆带多期次的强烈剥蚀常导致多个不整合的合并复合. 对塔里木盆内主要不整合的分布进行追踪对比和研究表明, 从古隆起区向坳陷区, 不整合的组合分布可划分出高隆区的不整合复合带、古隆起边缘斜坡的不整合削蚀三角带或超覆不整合三角带、从古斜坡带向坳陷区过渡的微角度或平行不整合带、以及坳陷内的整合带(图 4).

不整合叠合带常代表构造强烈隆升剥蚀的高隆带. 一般表现为一个主要不整合与次级的不整合面的复合带, 其中的主不整合面剥蚀范围和剥蚀量较大, 剥蚀时间较长, 代表重要构造强烈变革期的产物.

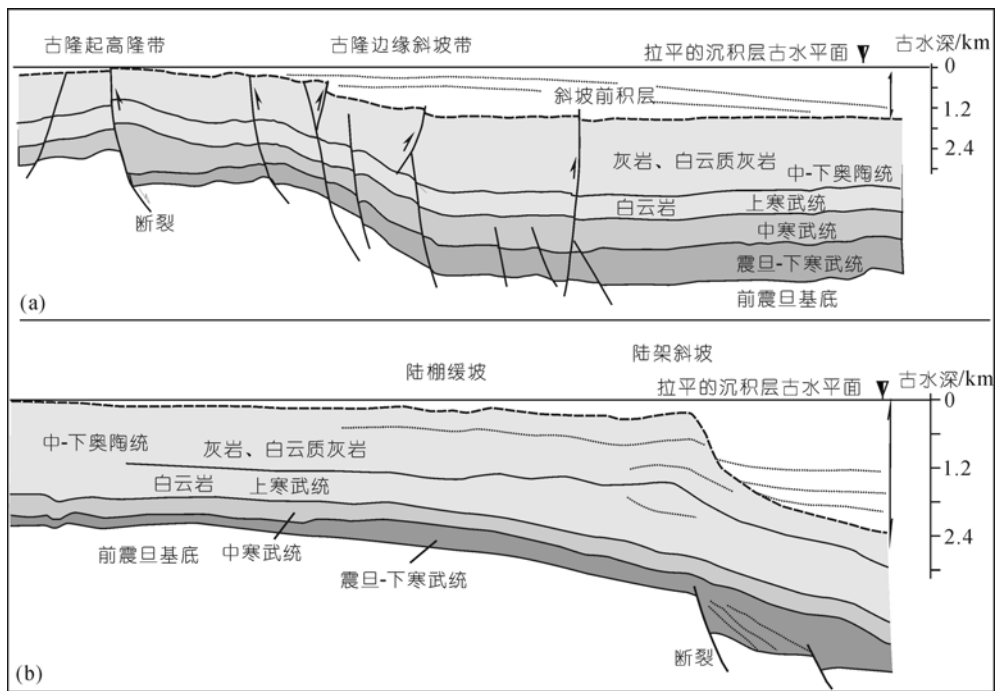


图 3 应用地震资料拉平沉积期古水平面进行古构造地貌恢复

据过塔中古隆起中部(a)、东部(b)北斜坡的地震剖面(位置见图 5A')拉平古隆起被淹没时的沉积层所恢复的中-下奥陶统顶界面的古地貌剖面, 注意界面之上的前积反射结构和层序上超结构关系

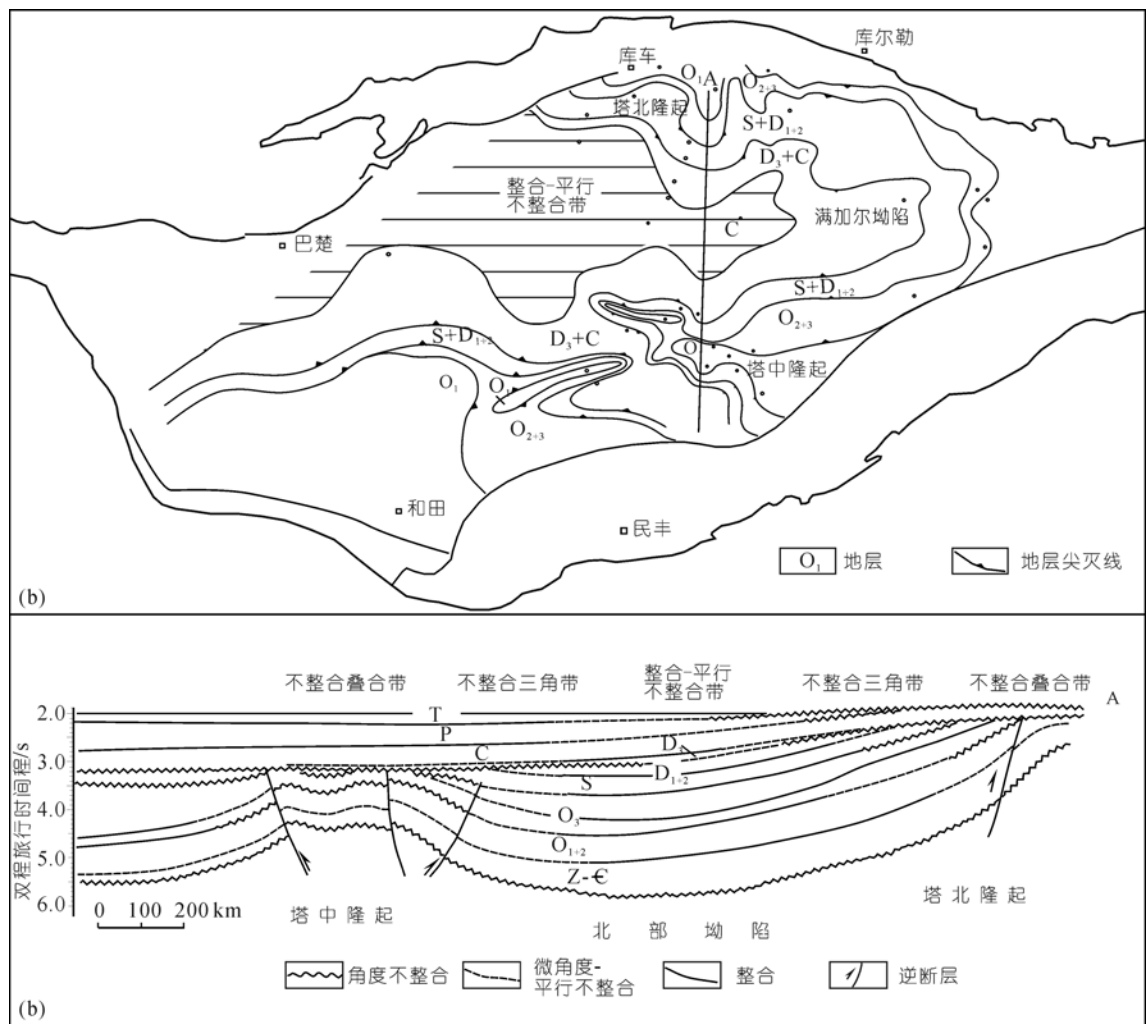


图 4 塔里木盆地上泥盆统底( $T_{g3}$ )不整合面地质图和不整合的分布样式

不同不整合复合带的分布反映了不同期古隆起的分布和变迁. 楔状的不整合三角带广义上包括削蚀不整合三角带和上超不整合三角带. 削蚀不整合三角带是指由主不整合面削蚀下伏的次一级不整合或重要层序界面所造成的不整合三角带; 在坳陷方向以最初的微角度削蚀点与平行不整合带或坳陷整合带相区分. 上超不整合三角带是由次一级的不整合或层序界面上覆于主不整合面之上形成的不整合三角带; 其中的主不整合面位于不整合三角带的下部. 不整合三角带内主不整合面与次不整合面或层序界面的交角大小反映出当时构造隆升或变形的强度, 高角度相交无疑与相对强的构造作用有关. 区内的油气勘探表明, 楔状的不整合三角带是形成大型不整合油气圈闭的有利地带. 圈定这些不整合分布带对

再造古隆起地貌和预测地层圈闭油气藏的分布等具有重要意义.

### 3 古生代重要古隆起发育期古地貌及其对沉积相发育的制约

#### 3.1 中奥陶-晚奥陶世

(1) 古构造地貌单元及其分布. 综合地震剖面、钻井资料及野外剖面对比研究表明, 盆内的中央古隆起带是从中奥陶世中晚期开始发育的, 塔中地区代表这期古隆起的  $T_{g5-2}$  地震不整合反射界面与盆地西缘野外剖面上的吐木休克或坎岭组红层顶的不整合面可对比. 近来研究表明, 塔中、巴楚隆起在震旦至早、中寒武世表现为裂解背景的斜坡带或低凸起带, 发育有同沉积断裂(后期挤压反转)和小型的地堑构造,

属于离散被动大陆边缘环境. 塔中隆起带的部分逆冲断裂是由早期的正断裂经挤压或压扭反转形成的反转构造. 中奥陶世末期塔里木盆地的构造背景发生了从伸展到挤压背景的重要转化. 形成于中奥陶世末、晚奥陶世早期及晚奥陶世晚期的 3 个分布较广的角度不整合面, 在地震剖面上有清晰的显示, 可在较大范围内追踪, 代表了相对强的三次构造挤压隆升期或古隆起发育期, 并显示出逐渐变强的演化趋势.

从所恢复的中、晚奥陶世古构造地貌图(图 5)上可看出, 中、晚奥陶世中央古隆起带事实上是由向北下倾的巴楚古斜坡、向北或北东走向的和田河、和田河东古隆起(巴楚隆起东部)、北西西向展布的塔中古隆起所组成的大型古隆起-古斜坡带, 总体上西南高、东北低, 具有复杂的古地貌特征. 从西南部的高隆起区向东北部的深水盆地区, 可划分出一系列古构造地貌单元, 包括古隆起中部的高隆带、隆起边缘斜坡带、陆棚斜坡和低凸起平台、陆架坡折带以及深海盆

地平原等. 盆地的构造古地理明显受到古构造地貌的控制.

高隆带可进一步划分为断隆高地和高隆平台区, 一般由背冲的断垒或高角度逆冲断块组成. 和田河东古隆起的高隆带是呈北东向延伸的, 而塔中古隆起的高隆带则呈北西西向展布. 塔中古隆起北侧以 1 号断裂带为界, 南侧以南缘断裂或塘北断裂为界, 形成中部宽、向东、西向变窄倾伏的高隆平台区. 中央断垒带、塔中 10 号断裂带、塘北断裂带, 吐木休克及 5 号断裂带均形成宽约 10~20 km 宽的长条形的断隆高地. 它们控制着特定的沉积相组合和分布.

古隆起边缘斜坡带是指从高隆带向陆棚浅水台地过渡的斜坡带. 中-晚奥陶世塔中古隆起北侧的 1 号断裂带形成较陡的台缘斜坡带或坡折带. 这一古隆起边缘斜坡带向西沿吐木休克断裂带延伸, 可追踪到现今盆地边缘的露头区. 和田河-塔中古隆起东南侧的台缘斜坡带沿南缘断裂带、巴东断裂、塔中 7 和塔中 8 井断裂带分布, 向西南方向过渡到和

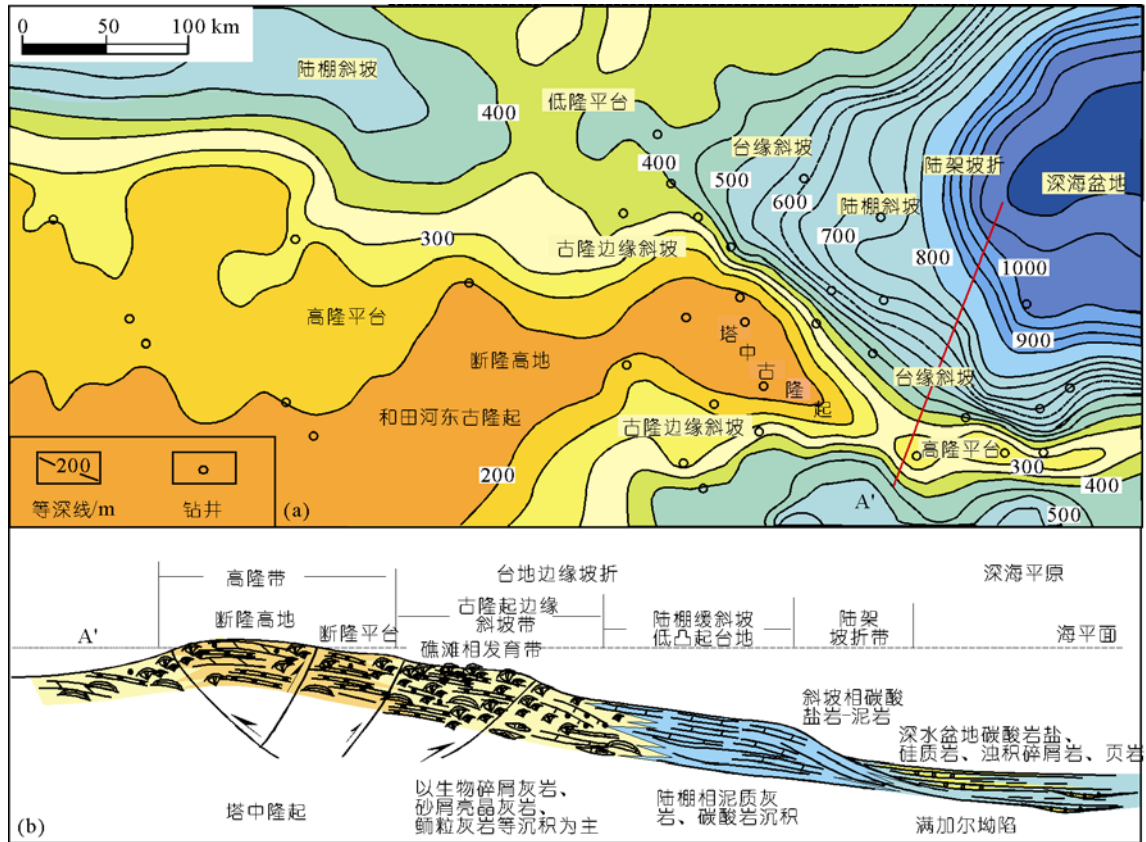


图 5 中央古隆起带及邻区中-晚奥陶世早期古构造地貌(a)及其与沉积相发育分布关系(b)

田河东古隆起的东南台缘斜坡带. 由于构造和海平面变化的共同作用, 台缘斜坡坡折带随时间发生过明显的迁移. 值得指出, 这些古隆起边缘的台缘斜坡带从其成因上应属构造坡折带<sup>[12,13]</sup>, 与伴随古隆起形成的边缘断裂的逆冲作用有关. 如北侧的 1 号断裂带、吐木休克断裂以及塔中南缘断裂带都控制着台缘斜坡坡折带的发育和分布.

陆棚斜坡和低凸起带为滨浅海沉积区, 可发育低幅水下隆起. 塔中古隆起带的北侧从东部的古城虚低凸起向西延伸至顺托果勒低凸起, 在中、晚奥陶世形成了一个陆棚缓斜坡和浅水低隆起平台区. 在中、晚奥陶世主要的隆升期伴随着海平面的大幅下降时, 曾大面积暴露. 塔中古隆起西端北侧的顺托果勒低凸起带呈一鼻状低凸起向北延伸至坳陷区. 古隆起的东南侧也存在一相对较窄的陆棚斜坡带, 其东南方向过渡到塘古巴孜前陆坳陷, 发育浅海至半深海环境.

陆架坡折是陆架向深海平面过渡的突变斜坡带, 也常常受到断裂带的控制. 从古地貌恢复图上可看出, 北部陆棚斜坡与东端满加尔深坳陷带之间存在古斜坡带, 从地震剖面上反映的沉积斜坡结构估算, 地形落差达 1500~2200 m, 构成从陆棚向深水盆地过渡的陆架坡折带. 这一陆架坡折在晚寒武至早奥陶世已开始形成, 并逐渐由西向东迁移. 该陆架坡折向东南延伸至塔中隆起东端的古隆起边缘斜坡带. 因此, 与西北和东南侧的台地边缘斜不同, 塔中古隆起东北侧的台缘斜坡带事实上构成了紧临深水盆地的陆架坡折带. 陆架坡折下的深水盆地以硅质岩、灰质泥岩和巨厚的深海浊积岩为主. 如塔东 1 井和库东北缘库鲁克塔格野外剖面上中晚奥陶统的浊积岩厚数千米.

(2) 古隆起构造地貌对碳酸盐岩沉积相和储层发育的制约. 中晚奥陶世中央古隆起、古斜坡地貌对碳酸盐岩储层发育分布具有明显的控制. 高隆带及古隆边缘斜坡带遭受了中、晚奥陶世多次隆升剥蚀和风化作用, 强烈的断裂破碎带、裂缝密集带或强烈应变集中带是广泛发生岩溶和形成岩溶型储层的有利区带. 一些古隆起的高隆带现今可能已失去高隆带的形态, 而仅表现为不整合叠合带. 另外, 古高隆带的规模较大的断裂带还是流体活动的重要通道, 也

是有利于岩溶和白云岩化的场所. 因此, 高隆带断裂带形成的塌陷带常常是形成有利储层的部位.

中央古隆起带的边缘斜坡或坡折带是从古隆起的浅水区向深水环境过渡的地貌突变带. 上边缘斜坡或上坡折带是海平面处于高位时的高能沉积相, 如礁、滩相等的有利发育区; 而下斜坡带及坡脚带则发育有边缘滑塌角砾岩或小型的滑塌扇. 盆内和中奥陶统一间房组和上奥陶统良里塔格组中的高能沉积相, 包括生物碎屑灰岩、砂屑亮晶灰岩、鲕粒灰岩等, 多发育于主要不整合面或暴露层序界面下伏的高位域或上覆的早期水进体系域内, 平面上主要沿古隆起边缘的台缘斜坡坡折带分布. 在海平面下降时, 古隆起边缘斜坡遭受暴露易于发生同生期溶蚀作用. 区内油气勘探已表明, 古隆起北侧 1 号断裂台缘斜坡带是极其有利的油气聚集带<sup>[14]</sup>, 礁、滩相与岩溶、裂隙带叠加形成的“渗透连通体”, 可能构成了该区已发现的岩性地层油气藏的主要储集体. 中央古隆起带的西北缘、东南缘均具有与东北侧 1 号断裂台缘斜坡带相似的古地貌特征, 应有利于浅水鲕粒滩、砂屑滩及小型礁体的发育, 具有形成以高能滩坝、礁相为主要储层的岩性地层圈闭的有利条件.

### 3.2 早志留世和晚泥盆-早石炭世构造古地貌

(1) 隆坳格局与构造古地貌特征. 晚奥陶世末和中泥盆世末的强烈构造变革, 形成了两个盆地规模的角度不整合面( $T_{g5}$  和  $T_{g3}$  不整合反射界面), 使盆地的古构造格局发生了重大变化: 盆地东北部的满加尔坳陷逐渐抬升变浅, 而西南部则明显沉降, 古构造地貌由东低西高转为北东高、西南低. 塔中古隆起东段随盆地东南缘的强烈隆升从早期的由西向东转为由东向西倾没. 到中泥盆世晚期, 塔东、塔中、塔西南隆起连成盆地东南缘的巨型隆起带. 从东南缘隆起带向北部的坳陷带, 可划分出强烈剥蚀高隆带、古隆边缘斜坡带、坳陷边缘缓斜坡带及坳陷带等古构造地貌单元(图 6). 不整合接触显示出从高角度不整合、角度-微角度不整合、平行不整合至整合接触的总变化. 从北缘的塔北古隆起向南也显示相似的古地貌分布. 这些古地貌带控制着志留纪和晚泥盆-早石炭世碎屑沉积相带的分布.

(2) 构造隆升期末的构造古地貌与低位-水进体



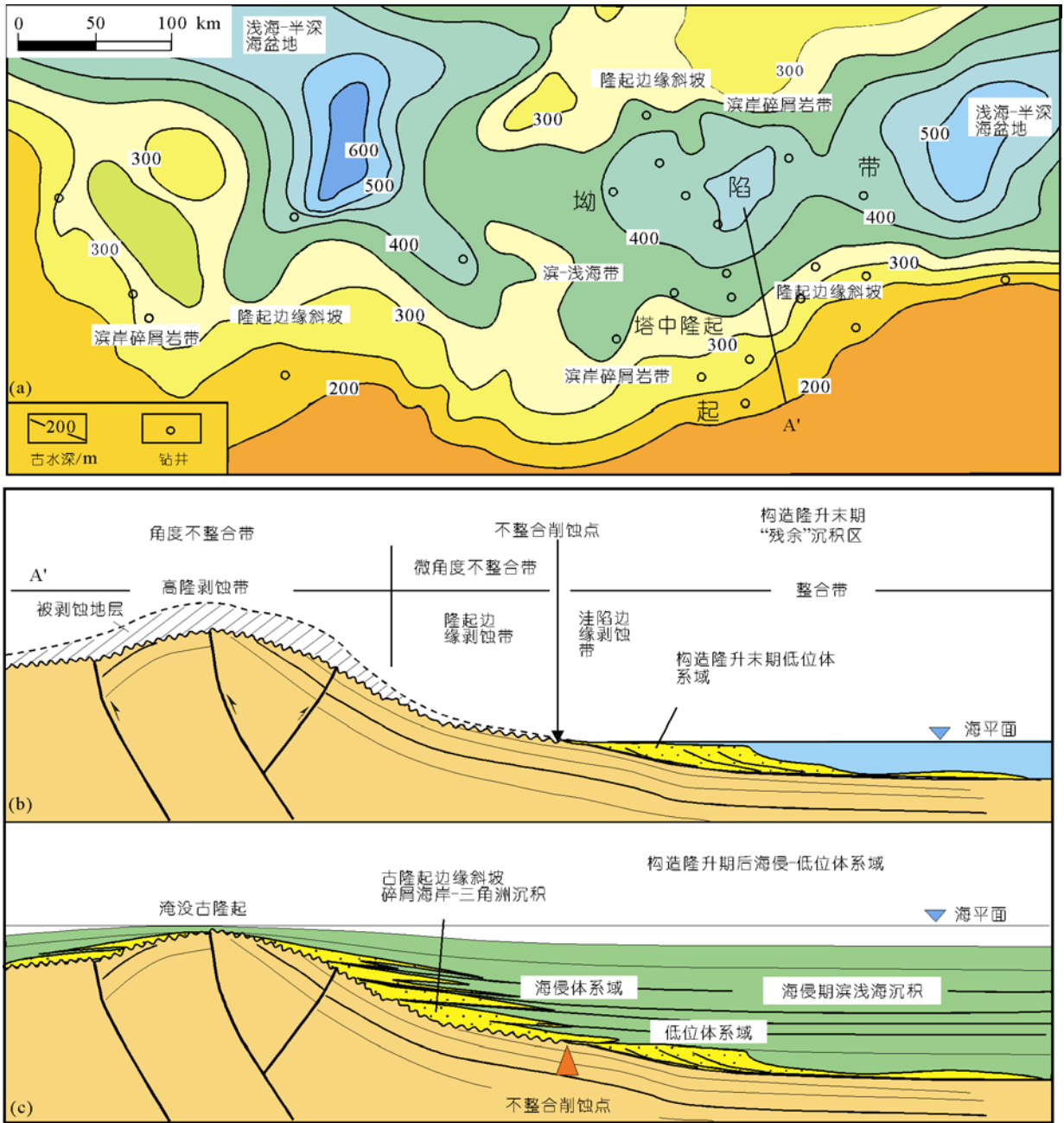


图 6 中央古隆起带及邻区志留纪早期古构造地貌(a)和构造隆升期末及其后低位和水进体系域的发育分布(b), (c)

系域的发育分布。从古隆起演化与海平面升降过程考虑,区内可识别出两种重要的沉积体系域,它们的发育和分布受到古隆起、古斜坡带地貌的明显控制(图 6(b)和(c)):一是构造最大隆升期发育的低位体系域,构造最大隆升期高隆及斜坡带遭受剥蚀,残余水盆地的边部发育低水位的碎屑沉积体系;二是构造隆升期后随海侵形成的海进体系域,随着隆升期

后构造沉降和海侵,古斜坡带发育海侵期的海岸碎屑沉积体系。随着海侵的扩大,古隆起的大部分或全部被淹没,上覆海相泥岩或泥灰岩沉积。

最初削蚀点以下的洼陷边缘斜坡带是构造隆起期的低位域发育区。通过网络状地震剖面追踪最初削蚀点可圈定隆升末期残余盆地和边缘低位体系域的分布。构造强烈隆升期大面积的剥蚀区供给大量

的粗碎屑有利于低位域三角洲或低位扇的广泛发育。志留纪早期塔中古隆起北部、塔北古隆起南斜坡均存在相对缓的古斜坡带, 广泛发育构造隆升末期和海侵早期的低位域三角洲和河口湾或潮道等沉积体系; 在塔中北斜坡带和塔北古隆起南斜坡带的地震剖面都可观察到志留系底部低位域三角洲体系的前积反射结构。晚泥盆世和早石炭世构造隆升末期的低位域和海侵体系域广泛发育海滩砂坝和三角洲沉积, 特别是结构和成分成熟度高的海滩砂岩分布广泛。这种上超在不整合上的碎屑沉积体系构成了盆内重要的储集体, 并与上覆的海相泥岩或泥灰岩沉积形成良好的储盖组合。盆地北部塔北隆起南斜坡带大型的哈得逊油气田就是与这种砂体和圈闭有关的油气藏类型。

#### 4 结论

(1) 应用拉平古隆起被淹没后的沉积层(古水平面)的地震古地貌恢复技术和不整合分布样式的分析方法, 可恢复古隆起、古斜坡带的古构造地貌, 并揭示其对沉积相发育分布的制约作用, 为古隆起、古斜坡带的岩性地层油气藏的分布预测提供重要基础。

(2) 塔里木盆地中央古隆起带是在中奥陶世末开始发育的, 在古生代发生过 4 次重要的隆升作用。中-晚奥陶世中央古隆起带是由北倾的巴楚古斜坡、和田河东古隆起和塔中古隆起组成的复合古隆起-古斜坡带, 总体西高东低并具有复杂的古构造地貌。奥陶纪末的构造变革导致盆地东南缘强烈隆升, 塔中古隆起随之从早期的由西向东倾没转为由东向西倾

没。

(3) 盆内不整合的分布样式与古构造地貌的变化密切相关。从古生代的隆起带向凹陷区可划分出高隆区复合不整合带、古斜坡不整合三角带、坳陷边缘至坳陷区的平行不整合和整合带。不整合三角带包括削蚀不整合带和上超不整合带。这些不整合带的形成分布对盆内岩性地层圈闭、岩溶储层发育和分布具有重要控制作用。

(4) 从中晚奥陶世古隆起带向凹陷区可划分出高隆带、古隆起边缘斜坡带或坡折带、陆棚斜坡和凸起平台、陆架坡折带及深海盆地平原等古构造地貌单元, 它们控制着沉积古地理的分布格局和有利储集相带及岩性地层圈闭的发育分布。高隆及其边缘斜坡带, 特别是沿重要不整合复合带是有利风化岩溶、构造裂缝气储层的发育区; 而沿古隆起台地边缘斜坡带是生物礁或滩坝相的有利发育区带, 也是同生岩溶作用多发生带, 可形成良好的礁滩或滩坝相储层。通过古隆起-古斜坡带地貌的恢复可为良好储集相带和地层圈闭的分布预测提供重要基础。

(5) 志留纪早期和晚泥盆世早期的古构造地貌从东南向西北方向可划分出强烈剥蚀高隆带、古隆起边缘斜坡带、坳陷边缘缓斜坡带及坳陷带等古构造地貌单元。从不整合最初削蚀点以下的残余水盆地边缘至古隆起的边缘斜坡带是构造强烈隆升期低位域和早期海侵体系域的发育分布区。这些碎屑沉积体系与古隆起被淹没上覆的海相细粒沉积可形成良好的储盖组合, 具有形成大型岩性地层油气藏的有利条件。

致谢 感谢审谢专家提出的宝贵意见。

#### 参考文献

- Zeng H L, Ambrose W A, Villalta E. Seismic sedimentology and regional depositional systems in the Mioceno Norte Area, Lake Maracaibo, Venezuela. *Leading Edge*, 2001, 20: 1260—1269 [DOI](#)
- Posamentier H, Kolla V. Seismic geomorphology and stratigraphy of depositional elements in deep-water settings. *J Sediment Res*, 2003, 73: 367—388 [DOI](#)
- Sawyer D E, Flemings P B, Shipp R C, et al. Seismic geomorphology, lithology, and evolution of the late Pleistocene Mars-Ursa turbidite region, Mississippi Canyon area, northern Gulf of Mexico. *AAPG Bull*, 2007, 91(2): 215—234 [DOI](#)
- Carter D C. 3-D seismic geomorphology: insights into fluvial reservoir deposition and performance, Widuri field, Java Sea. *AAPG*

- Bull, 2003, 87: 909—934[DOI]
- 5 Li D S, Liang D G, Jia C Z, et al. Hydrocarbon accumulation in the Tarim Basin, China. AAPG Bull, 1996, 80(10): 1587—1603
  - 6 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气. 北京: 石油工业出版社, 1997
  - 7 康玉柱, 康志宏. 塔里木盆地构造演化与油气. 地球学报, 1994, 3(4): 180—191
  - 8 金之钧, 王清晨. 中国典型叠合盆地与油气成藏研究新进展——以塔里木盆地为例. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2004, 34(增刊 I): 1—12
  - 9 何登发, 谢晓安. 中国克拉通盆地中央古隆起与油气勘探. 勘探家, 1997, 2(2): 11—19
  - 10 Lin C S, Zhang Y M, Li S T, et al. Quantitative modeling of multiphase lithospheric stretching and deep thermal history of some tertiary rift basins in Eastern China. Acta Geol Sin, 2002, 76(3): 324—330
  - 11 林畅松. 沉积盆地的构造地层分析——以中国构造活动盆地研究为例. 现代地质, 2006, 20(2): 185—194
  - 12 林畅松, 潘元林, 肖建新, 等. “构造坡折带”——断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念. 地球科学, 2000, 25(3): 260—265