

# 塔里木盆地塔中北坡走滑断裂特征 与奥陶系油气勘探

邱华标<sup>1</sup>, 印婷<sup>1</sup>, 曹自成<sup>1</sup>, 韩俊<sup>1</sup>, 黄诚<sup>1</sup>, 魏华动<sup>1</sup>, 刘子豪<sup>2</sup>

(1 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院; 2 中国石油东方地球物理勘探有限责任公司)

**摘要** 通过二维、三维地震资料解释与构造解析,明确了塔里木盆地塔中北坡发育多条北东向、北东东向走滑断裂带,在平面和剖面上识别出了6种走滑断裂活动的标志。研究表明,塔中北坡走滑断裂在剖面上呈直立断层、花状构造,北东向走滑断裂下部表现为明显挤压隆升,而上部则表现为继承性张扭负花状构造,具有“下拱上掉”的特征,表明了断裂的多期走滑活动。总体上可划分为中奥陶世末—志留纪压扭走滑断层、晚泥盆世—早石炭世张扭走滑断层和晚二叠世末逆冲断层三期,它们在空间上相互叠置。研究认为走滑断裂的变形强度控制了奥陶系裂缝及缝洞型储层发育范围,走滑断裂的分段性对优质缝洞型储层发育具有较强的控制作用。提出了在变形强度大的裂缝发育区、走滑断裂拉张部位的断洼区,以及受后期张扭走滑断裂叠加改造的断槽部位的串珠状地震反射异常体发育区,是下步寻找天然气规模储量的有利勘探方向。

**关键词** 走滑断裂; 断裂特征; 变形强度; 缝洞型储层; 奥陶系; 塔中北坡; 塔里木盆地  
**中图分类号**: TE121.2 **文献标识码**: A

## 1 引言

塔中北坡地处塔克拉玛干沙漠腹地、巴音郭楞蒙古自治州境内卡塔克隆起北部,呈狭长状沿北西—南东向延伸,长度约300 km,宽度约60~90 km,勘探面积约20 000 km<sup>2</sup>,随着SN4井、SN5井等多口井获得油气突破,展示了良好的油气勘探前景,成为塔里木盆地油气勘探的重要领域。研究区构造位置位于塔里木盆地塔中I号断裂下盘(图1),紧邻满加尔坳陷优质烃源发育区,长期处于满加尔生烃坳陷的油源向卡塔克隆起运移的斜坡区,构造位置十分有利,上覆奥陶统却尔却克组泥岩(俗称“黑被子”)厚度达2 000多米,区域盖层厚度大,分布稳定,保存条件好;塔中北坡发育多条北东向、北东东向小规模走滑断裂,这些断裂延伸长约60~150 km,断裂带宽3~5 km,向下断穿基底,直接连接烃源灶和与断裂相关的岩溶缝洞型储层,同时,伴生断层对油气具有侧向再分配的作用,为油气提供了良好的

运移通道,成藏条件十分优越<sup>[1-7]</sup>。因此,走滑断裂及与其相关的奥陶系碳酸盐岩储层的发育成为了油气富集的关键。

针对塔中北坡优越的成藏条件,目前已经对该区不同领域、不同类型的油气藏进行了勘探,前人对其进行了不同程度的研究<sup>[8-9]</sup>,认为断裂活动使附近碳酸盐岩地层易于破裂,从而形成裂缝型储层;另一方面,走滑断裂为可溶性流体提供了通道,有利于大气淡水岩溶与深部流体溶蚀改造,从而形成缝洞型储层。但随着勘探的深入和实物资料的不断丰富,发现沿走滑断裂走向,储层发育程度的差异性明显,这种差异性与走滑断裂的活动强度和它的分段性密切相关,尤其是对这种小尺度走滑断裂的分段性,以及这种分段性对奥陶系岩溶缝洞型储层发育的影响尚未被重视。本文旨在应用塔中北坡高精度三维地震资料,研究小规模走滑断裂的活动强度与分段性对奥陶系碳酸盐岩储层发育的影响,以明确下一步油气勘探方向,为提高油气勘探成功率提供地质依据。

收稿日期: 2015-10-21; 改回日期: 2017-03-31

本文受国家重大科技专项“塔里木盆地中央隆起区海相碳酸盐岩层系油气成藏主控因素与勘探突破目标评价”(编号: 2011ZX05005-004)资助

邱华标: 1985年生,工程师。2011年于中国地质大学(北京)矿产普查与勘探专业毕业,获硕士学位。现主要从事构造与油气地质研究。通讯地址: 830011 新疆乌鲁木齐市新市区长春南路466号; E-mail: 276224768@qq.com

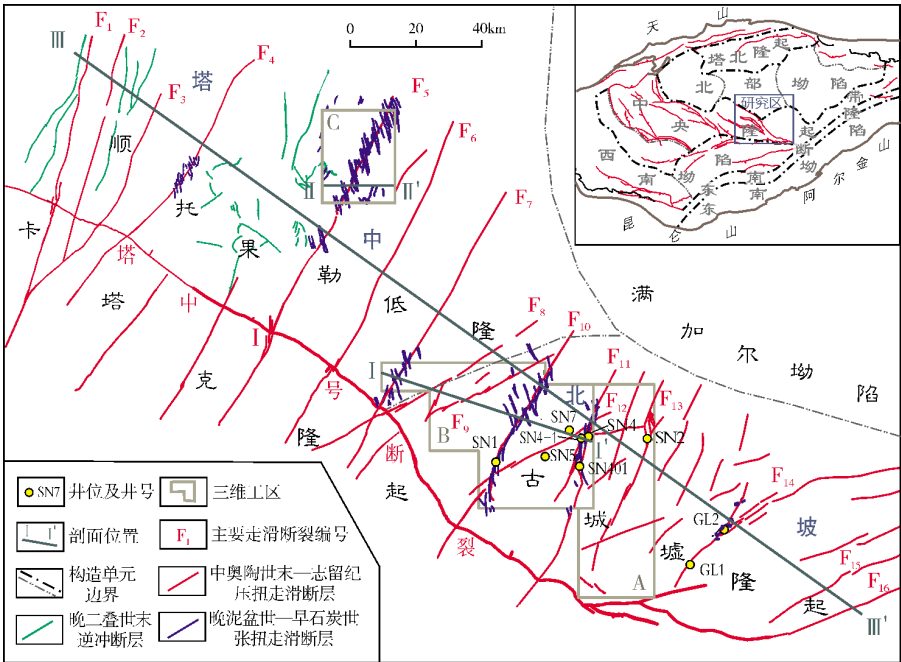
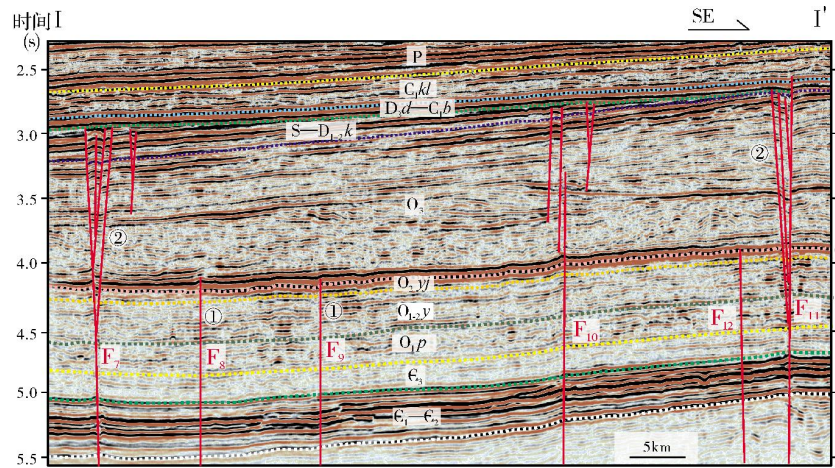


图1 塔里木盆地塔中北坡构造纲要图

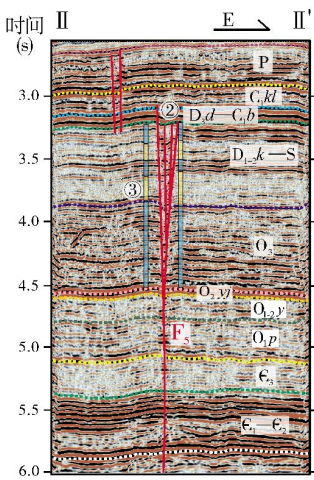
2 走滑断裂识别标志和断裂分布

塔里木盆地作为西部大型叠合型盆地,受南北多期造山运动的影响,经历多期斜向构造挤压或者拉张,塔中地区具备形成走滑断裂的构造环境<sup>[10-12]</sup>。塔中北坡发育多条北东向、北东东向走滑断裂带,它们近于平行排列,线状延伸约60~150 km,将塔中北

坡切割成多个块体,两组方向的断裂在塔中北坡中部交汇过渡(图1)。通过对三维地震资料解释分析,结合前人总结的判别走滑断裂的标志<sup>[13-14]</sup>,塔中北坡小规模走滑断裂具有多种与剖面 and 平面走滑运动相关的典型标志:(1)在剖面上,断面陡直、直插基底的特征极为普遍,几乎所有断裂带均具有这种特征(如图2a的①处);(2)断裂多与其侧部伴生的



(a) B工区北西向三维地震剖面图



(b) C工区北西向三维地震剖面图

图2 塔里木盆地塔中北坡三维地震时间偏移剖面(剖面位置见图1)

① 断面陡直,直插基底特征;② 花状构造;③ 断层两侧地层不协调特征(断层两侧同一波组厚度不一致,蓝色与黄色柱所示)  
O<sub>1p</sub> 蓬莱坝组; O<sub>1-2y</sub> 鹰山组; O<sub>2yj</sub> 一间房组; D<sub>1-2k</sub> 克孜尔塔格组; D<sub>3d</sub> 东河塘组; C<sub>1b</sub> 巴楚组; C<sub>1kl</sub> 卡拉沙依组



次级断裂构成花状构造,在剖面上主要表现为负花状构造(如图2a的②和2b的②处),而且在塔中北坡的发育程度较高;(3)从地震剖面上可以看出断裂两侧的波组特征明显不协调,地层厚度相差极大,具有明显的平移错断(如图2b的③处);(4)在局部地区,如过SN2井的 $F_{13}$ 断裂带,还发育呈典型菱形的拉分地堑,为侧列左旋左阶断裂拉分形成(如图3a的①处);(5)在平面上,断裂普遍表现为线性延伸或带状展布的窄变形带,这种特征与逆冲断裂带宽广变形具有明显差别(如图3a的②处);(6)多数伴生断裂构成了雁列状构造(如图3b的③和图3c的③处)和帚状构造(如图3b的④处)。

塔中北坡走滑断裂在剖面上表现为断面高陡直立断层、花状构造,但其下部表现为明显的挤压隆升,而顶部断裂则表现为继承性张扭负花状构造,地层具有“下拱上掉”的特征,表明了断裂多期走滑;在平面上,走滑断裂与伴生断裂的共轭关系表明其具有左行走滑特征。

### 3 断裂系统

根据断裂断穿层位、上下构造样式与构造变形的差异,纵向上可划分出三大断裂系统,即中奥陶世末—志留纪压扭走滑断裂系统、晚泥盆世—早石炭世张扭走滑断裂系统和晚二叠世末局部逆冲断裂系统(图1,图4)。

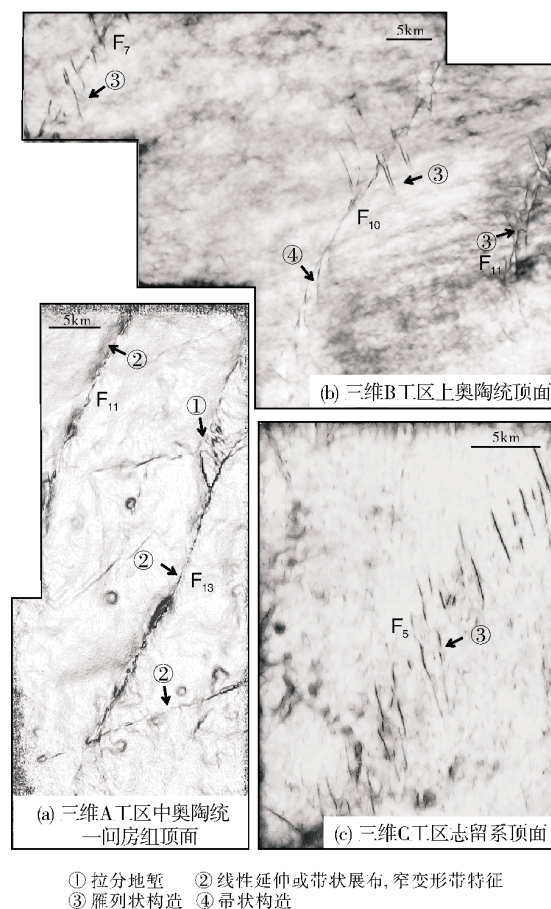


图3 塔里木盆地塔中北坡三维地震工区奥陶系—志留系主要界面曲率属性图(工区位置见图1)

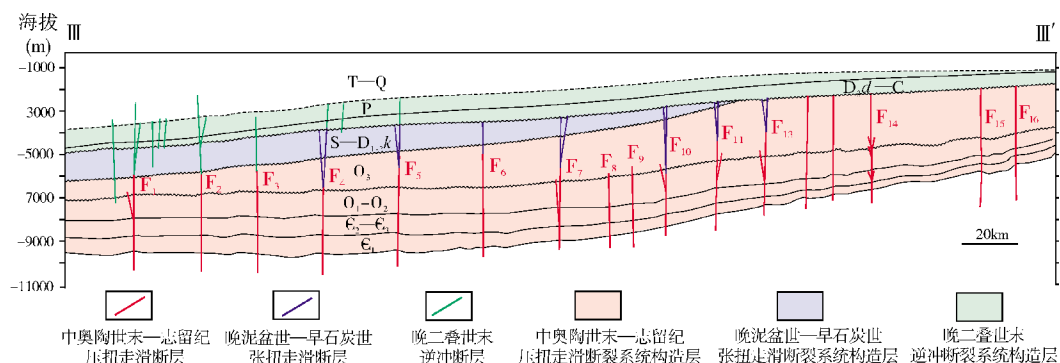


图4 塔里木盆地塔中北坡断裂期次与断裂系统(剖面位置见图1)

$D_{1-2}k$  克孜尔塔格组;  $D_3d$  东河塘组

#### 3.1 中奥陶世末—志留纪压扭走滑断裂系统

中奥陶世末—志留纪,由于塔里木盆地西南缘古昆仑洋向西昆仑地块消减、碰撞,东南侧阿尔金洋盆向北俯冲<sup>[15-17]</sup>,两者共同作用,使得塔中地区具有左

行压扭性质,断裂走向主要为北东向、北东东向。塔中北坡主要发育北东向压扭性走滑断裂;而塔中北坡东南部受车尔臣主断裂带强烈走滑活动的影响<sup>[18]</sup>,主要发育北东东向走滑断裂,北东向、北东东向两组走滑断裂在塔中北坡中部交汇过渡(图1);断裂主要在寒

武系至中—下奥陶统发育,呈直立状,向下断穿寒武系或至寒武系内部,多数向上断至中奥陶统一间房组顶面附近,或消失在上奥陶统却尔却克组塑性泥岩中,部分主位移带断裂向上断至志留系,对下部地层造成了明显挤压变形(图1,图4)。这种上、下构造样式以及构造变形不一致的特点,说明断裂在加里东中—晚期存在一期主要活动。

### 3.2 晚泥盆世—早石炭世张扭走滑断裂系统

晚泥盆世末,由于受到盆地南缘持续挤压的影响<sup>[15-17]</sup>,隆起内部块体再次活动并发生旋转,由此造成了塔中北坡断裂带内局部应力场由压扭向弱张扭转变,早期形成的北东向走滑断裂复活,开始继承性活动,形成了张扭性走滑断裂,并伴生了一系列北北西向雁列式排列的正断层,与北东向断裂呈共轭关系(图2,图4)。剖面上为明显的负花状构造特征,在中—下泥盆统克孜尔塔格组—志留系上部形成分支断裂向上撒开,分支断裂形成下掉的小型地堑,局部向上继承性活动断至早石炭世地层(图2中的 $F_{11}$ 、 $F_5$ 上部)。

### 3.3 晚二叠世末局部逆冲断裂系统

晚二叠世末,受南北缘古特提斯洋、南天山洋关闭影响,塔中地区受到较强的挤压作用,使得局部地区发育逆冲断裂,它们主要发育在塔中北坡西北部地区,但断裂规模小,延伸短,部分断裂是在早期断裂基础上继承性发育,并对早期断裂进行改造(图1,图4)。

## 4 走滑断裂变形强度特征

通过计算断层的上、下两盘的垂直断距是目前研究断裂活动强度的一种常用方法,但走滑断裂活动强度不同于伸展断裂与挤压断裂,垂直断距虽不能直接反映走滑断裂活动强度,却也能反映走滑断裂局部变形强度。鉴于塔中北坡走滑断裂的走滑规模较小,无法完全用垂直断距来表征,故本次研究通过反映断裂变形强度的中—下奥陶统顶面隆升幅度(用 $h_1$ 表示)、中泥盆统顶面垂直断距(用 $h_2$ 表示)来分析走滑断裂沿走向的变形强度差异(图5)。

以三维B工区过SN1井的 $F_{10}$ 和过SN4井的 $F_{11}$ 断裂带为例,通过对断裂带沿走向不同部位中—下奥陶统顶面隆升幅度、中泥盆统顶面垂直断距进行统计,来反映两期主要走滑断裂活动造成的构造变形强度(图6)。统计表明,走滑断裂带沿走向的构造变形强度具

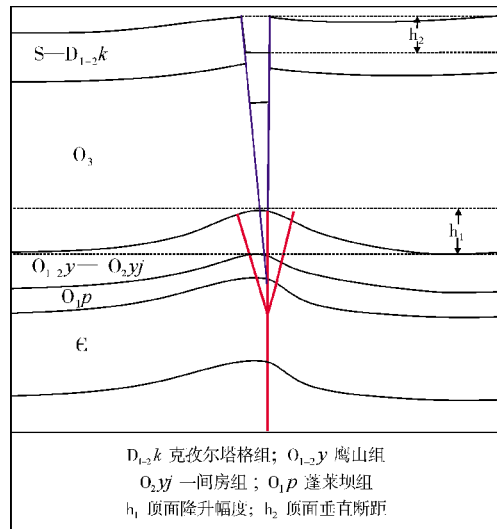


图5 塔里木盆地塔中北坡走滑断裂变形强度表征模式图

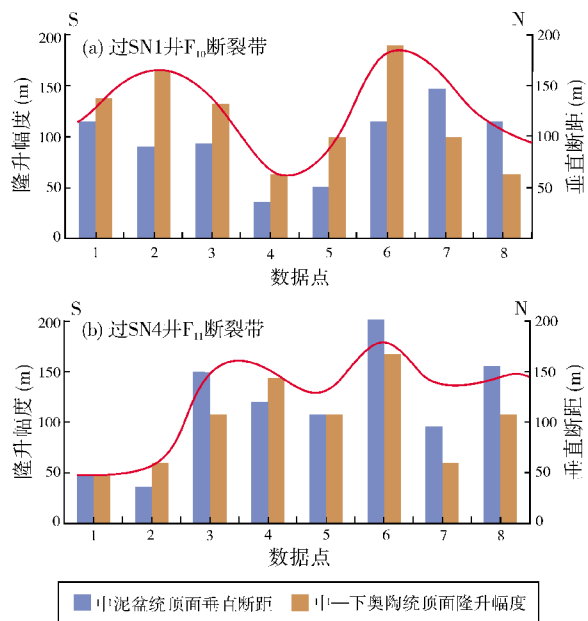


图6 塔里木盆地塔中北坡三维B工区主要断裂带沿断裂SW—NE走向不同界面断裂变形强度分布图  
数据点位置见图9

有明显差异,过SN1井的 $F_{10}$ 断裂带的中—下奥陶统顶面最小隆升幅度为63 m,而最大隆升幅度达到了189 m,中泥盆统顶面最小垂直断距为36 m,最大垂直断距为147 m,整体来说,断裂变形强度具有北段和南段强、中段弱的特征(图6a)。而过SN4井的 $F_{11}$ 断裂带中—下奥陶统顶面最小隆升幅度为48 m,而最大隆升幅度达到了168 m,中泥盆统顶面最小垂直断



距为 36 m, 最大垂直断距为 204 m, 整体而言, 断裂变形强度具有中段和北段强、南段弱的特征(图 6b)。通过以上分析表明, 沿走滑断裂走向, 塔中北坡走滑断裂的变形强度具有明显差异, 不同部位断裂变形强度也会对碳酸盐岩储层发育程度产生较大的影响。

## 5 走滑断裂分段性特征

走滑断裂分段性在自然界十分普遍, 研究手段和资料来源十分丰富, 包括野外、卫星图片、重力、磁力以及地震资料等。鉴于塔中北坡走滑断裂规模小, 本文主要利用三维地震资料数据体对其分段性进行研究, 结合地震属性分析, 发现塔中北坡走滑断裂沿走向分段性较强的原因, 主要是由于沿断裂走向局部应力的差异与多期断裂的叠加所造成的, 而且这种分段性与本地区优质缝洞型储层的发育关系密切。

### 5.1 走滑断裂弯曲部位与断裂分段性

由于断裂沿走向上的变化导致走滑断裂两侧的断块不能始终都与走滑方向保持一致, 走滑断裂沿走向上常呈“S”型或反“S”型曲线展布, 由此造成了沿走滑断裂带走向上不同部位的局部应力场与应变的不同<sup>[19]</sup>。塔中北坡较小规模的北东东向走滑断裂, 在增压弯曲部位造成挤压应力, 走滑断块发生汇聚, 造成两侧地层挤压而隆升形成断鼻; 而在释压拉张部位发生离散, 地层因拉张而下掉形成小的断洼, 断裂表现为正断层特征; 但由于北东东向断裂走滑尺度较小, 这种现象在地震剖面上表现不太明显, 可在三维 B 工区中奥陶统一间房组顶面倾角曲率属性图(图 7)上, 还是能够清晰识别出北东东向走滑断裂带的分段性, 如过 SN5 井的  $F_{12}$  断裂带、在 SN1 井以西的  $F_9$  断裂, 沿走向均表现为明显“断鼻”(图 7 中红色虚线所示)、“断洼”(图 7 中黑色虚线所示)交替变化的特征。

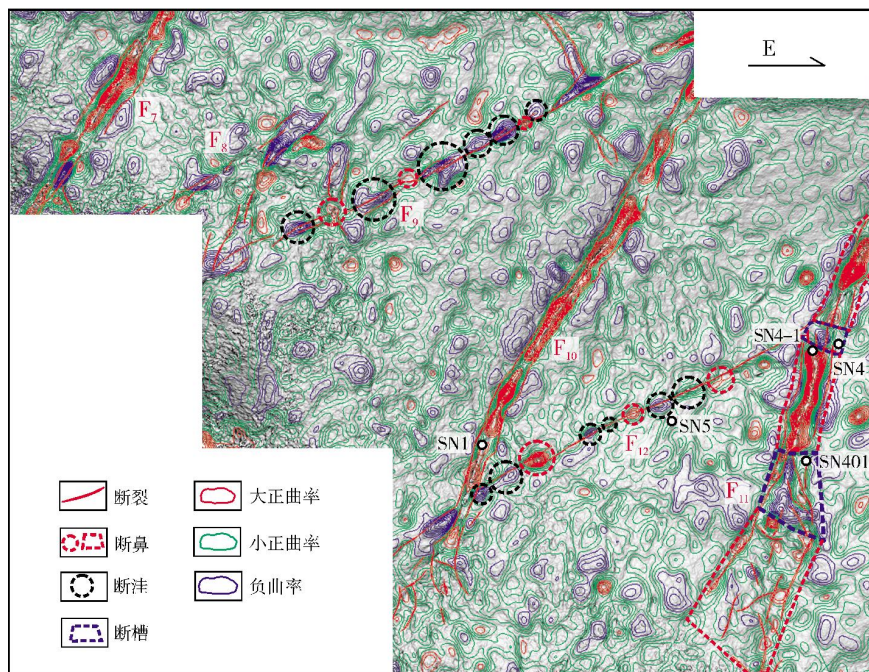


图 7 塔里木盆地塔中北坡三维 B 工区中奥陶统一间房组顶面曲率属性图

### 5.2 不同期次断裂叠加与断裂分段性

中奥陶世末—志留纪, 塔中北坡以压扭应力为主, 多数断层向上断至中奥陶统一间房组顶面附近, 或消失在上奥陶统却尔却克组塑性泥岩中, 局部主干断裂可能断至志留系, 表现为明显压扭走滑断裂

特征; 规模较大的北东东向断裂下部均明显表现为挤压向上隆升形成凸起的特征; 而晚泥盆世末, 受到塔里木盆地南缘持续挤压的影响, 隆起内部块体再次活动并发生旋转, 块体的旋转造成了塔中北坡断裂带内局部应力场由压扭向弱张扭转变, 早期形成的北东东向走滑断裂复活, 形成了被动撕裂型张扭性走

滑断层;局部伴生的雁列式断层活动强度较大,向下断穿中奥陶统一间房组( $O_2 yj$ )顶面(图8),出现断层在碳酸盐岩地层中的分段性,如过SN4井 $F_{11}$ 断裂带表现为五段式(图7中蓝色与红色虚线框所示),碳酸盐岩地层向上隆升形成断鼻,如过SN4-1井剖面(图

8a),而过SN4井、SN401井两段剖面,叠加了晚期正断下掉,形成断槽(图7,图8b,8c);另外 $F_7$ 、 $F_{10}$ 等断裂带局部也表现为不同期次断裂叠加,出现分段性(图7),使得断裂整体沿走向向上挤压隆升形成断鼻,局部向下拉张正断形成断槽。

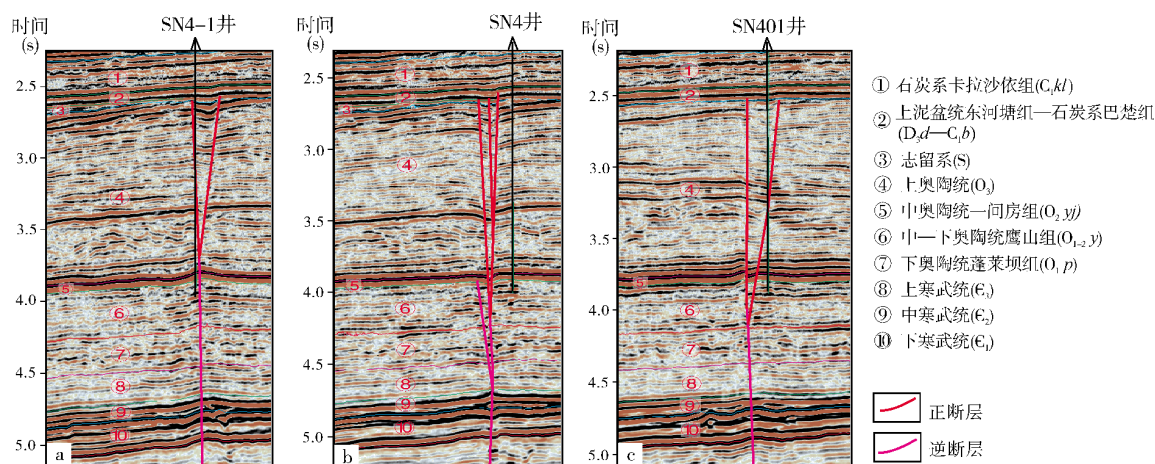


图8 塔里木盆地塔中北坡三维B工区断裂带过主要钻井地震剖面图

## 6 走滑断裂对储层的控制作用及奥陶系油气勘探方向

### 6.1 走滑断裂变形强度控制了缝洞型储层发育范围

前述通过图6的统计分析:过SN1井 $F_{10}$ 断裂带的变形强度,北段和南段强,但中段较弱(图6a);过SN4井 $F_{11}$ 断裂带,南段变形强度较弱,但中段和北段较强(图6b)。而相干属性是通过计算各地震道之间的相干性来突显数据的不相干,以此可反映裂缝的发育程度。如在图9a相干属性图上,过SN1井 $F_{10}$ 断裂带的裂缝发育程度与变形强度也具有明显正相关性(图6a,图9a),南、北段为地震数据强不相干(黑色),裂缝很发育,而中段地震数据相干性好,则说明裂缝不发育,在交汇部位裂缝也很发育(图9a)。过SN4井的 $F_{11}$ 断裂带中段和北段呈现为地震数据强不相干的黑色,代表裂缝发育,尤其在交汇部位更发育;南段则呈现为地震数据相干性好的浅色,代表裂缝不发育的特征(图9b),可以看出,裂缝发育程度与断裂变形强度具有明显正相关性(图6b,图9b)。因此,塔中北坡走滑断裂的变形强度一定程度上控制了裂缝的发育程度,断裂变形强度越大,则裂缝越发育,反之,则越不发育。

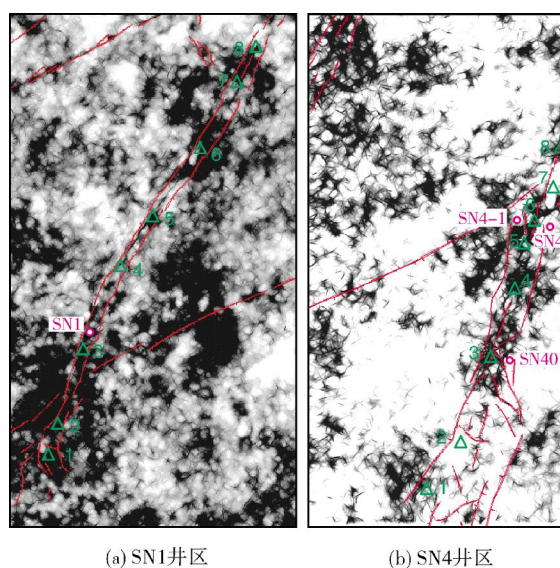


图9 塔里木盆地塔中北坡三维B工区主要断裂带鹰山组顶面相干属性  
绿色三角为图6数据点位置

碳酸盐岩地层破裂本身可形成裂缝型储层,SN1井、SN5井成像测井表明,一间房组—鹰山组上段裂缝走向一般平均为 $56^\circ$ 、 $85^\circ$ ,与北东向断裂关系密切,其间成平行或近似平行关系,可见构造破裂作用对缝洞型储层的形成具有积极作用;同时,断裂及



裂缝系统成为有效通道,这有利于流体对储层溶蚀改造<sup>[20-22]</sup>,塔中北坡SN1井中—下奥陶统顶部,裂缝充填方解石晶体的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 同位素值较围岩背景值明显偏负<sup>[23]</sup>,表明塔中北坡中—下奥陶统顶部经历了大气淡水岩溶改造过程,这个过程主要受次级海平面升降的短暂暴露所控制;SN7井首次在塔中北

坡钻遇裂缝-孔洞型储层,溶蚀孔洞层厚度约1 m(图10a),孔洞分布不均一,孔洞发育层为灰白色亮晶藻砂—砾屑灰岩中发育组构选择性的粒内溶孔、铸模孔(图10b);因此,裂缝对岩溶储层发育具有重要意义,塔中北坡走滑断裂的变形强度一定程度上控制了缝洞型储层发育的范围。

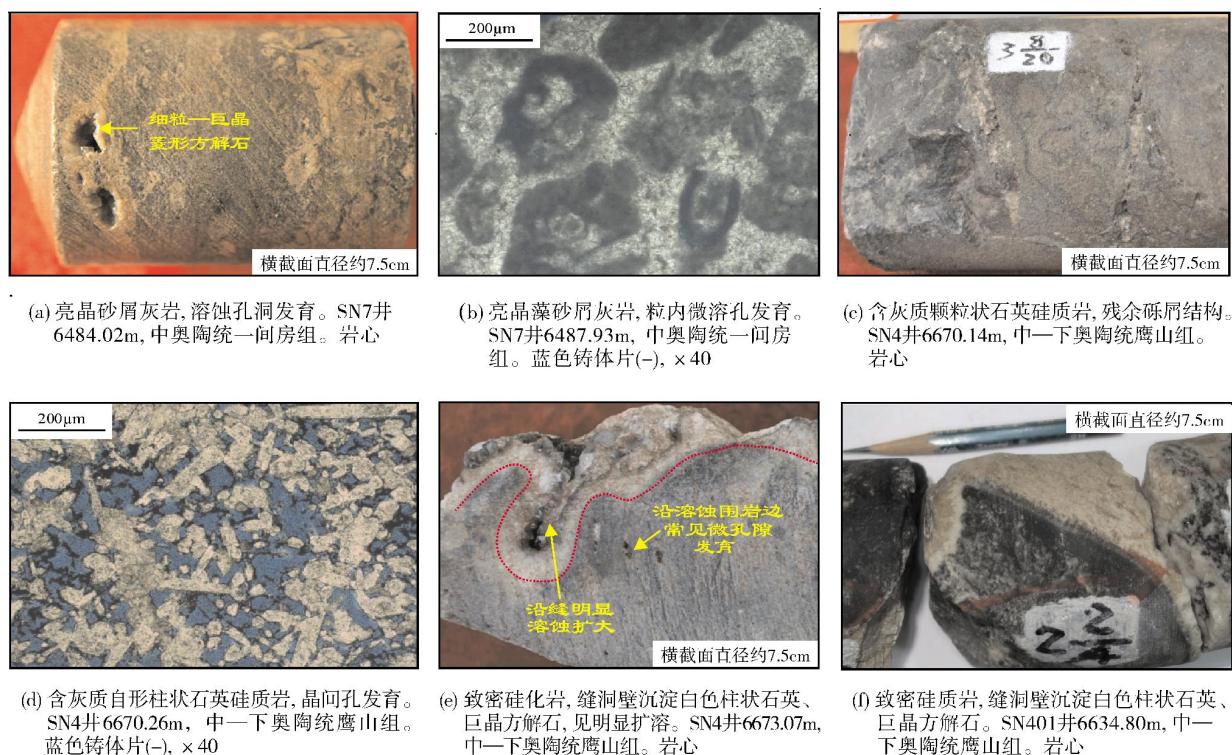


图10 塔里木盆地塔中北坡奥陶系碳酸盐岩储层发育特征

## 6.2 走滑断裂分段性控制了优质缝洞型储层发育

SN5井位于塔中北坡北东东向 $F_{12}$ 走滑断裂带释压拉张部位的断洼区附近(图7),该井在鹰山组钻遇良好油气显示,点火火焰高达15 m,获得高产天然气流;位于 $F_{11}$ 断裂带的拉张正断断槽部位的SN4井、SN401井在鹰山组内幕钻遇灰色或深灰色的硅质岩,它是由泥晶砂屑灰岩被深部富硅流体完全交代所形成的颗粒状或自形柱状石英硅质岩,孔隙发育(图10c,10d);而未被完全交代的,则沿断裂或裂缝溶蚀,形成缝洞型储层,局部发育石英晶间孔隙(图10e,10f),其中SN4井沿裂缝壁常见到粗大的自形石英晶体及由石英晶体组成的石英晶簇,石英晶体大小约1~10 mm,说明位于走滑断裂向下拉张正断的断槽部位,受热液改造前断裂开启程度较高,这有利

于流体对储层溶蚀改造而形成缝洞,在地震剖面上表现为明显“串珠状反射”,如图8中SN4井、SN401井的井底所示。相反,SN4-1井位于断裂向上挤压隆升的断鼻部位,未被后期断裂叠加改造,因此断裂封闭,就不利于流体对储层的改造。

通过上述实钻表明,走滑断裂分段性对塔中北坡优质缝洞型储层发育具有较强的控制作用,走滑断裂释压拉张部位、被后期张扭走滑断裂叠加改造的拉张断槽部位(图11的a部位),断裂开启,有利于流体对储层的改造。一方面,走滑断裂释压拉张部位的断洼区,构造部位低,在海平面升降短暂暴露时期,为主要大气淡水汇水区(图11的a部位),断裂开启,通道畅通,相比断裂开启程度低的增压挤压部位分流区(图11的b部位),更有利于大气淡水改造,形成缝洞型储层<sup>[24-25]</sup>;另一方面,塔中北坡走滑断裂穿基底,走滑断裂释压拉张部位、被后期张扭走滑断

裂叠加改造的拉张正断断槽部位(图11的a部位),断裂开启程度大,相比增压挤压部位(图11的b部位),更有利于深部热液沿走滑断裂上行,进而对碳酸盐岩进行溶蚀改造,形成热液缝洞型储层。

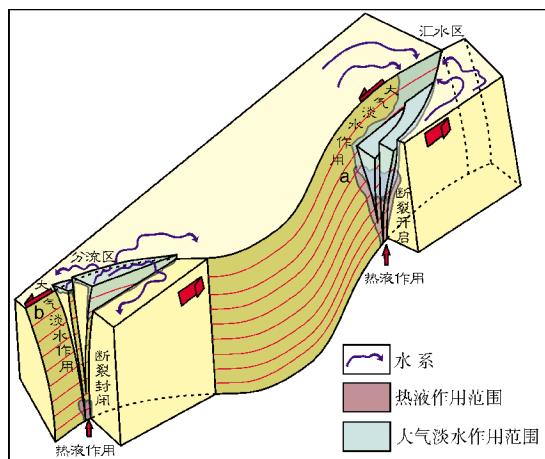


图 11 塔里木盆地塔中北坡走滑断裂分段性控储模式图

### 6.3 奥陶系油气勘探方向

近年来,塔中北坡多口新钻井都不同程度地在奥陶系获得工业气流,尤其是针对“断槽”、“断注”区

附近根据地地震剖面“串珠状反射”特征而部署的SN4、SN401、SN5等多口井,如图8中SN4井、SN401井井底所示,均获得高产天然气,展示了塔中北坡良好的油气勘探前景。然而,塔中北坡碳酸盐岩裂缝型岩溶缝洞型储层具有较强的非均质性,单个动力系统天然气储量较低,制约了天然气规模产能,因此,寻找规模储层是下步天然气勘探的关键。前述已表明走滑断裂及与其相关的奥陶系碳酸盐岩岩溶作用是规模储层发育的关键,通过对走滑断裂及其控储作用的系统分析,走滑断裂的变形强度控制了塔中北坡奥陶系缝洞型储层的发育范围,走滑断裂的分段性对优质缝洞型储层发育具有较强的控制作用,因此,走滑断裂变形强度大的裂缝发育区、走滑断裂拉张部位的断洼区,以及受后期张扭走滑断裂叠加改造的断槽部位的串珠状地震反射体发育区,是下步天然气勘探的有利方向,也是寻找天然气规模储量与产量的现实领域。由此,根据断裂带变形强度和分段性对优质储层发育控制的影响,对塔中北坡中石化矿权区进行综合评价,认为沿北东向、北东东向走滑断裂带分布的区域(图12中的粉色区块)为有利勘探区带,总的面积可达3 600 km<sup>2</sup>,具备较大的勘探潜力。

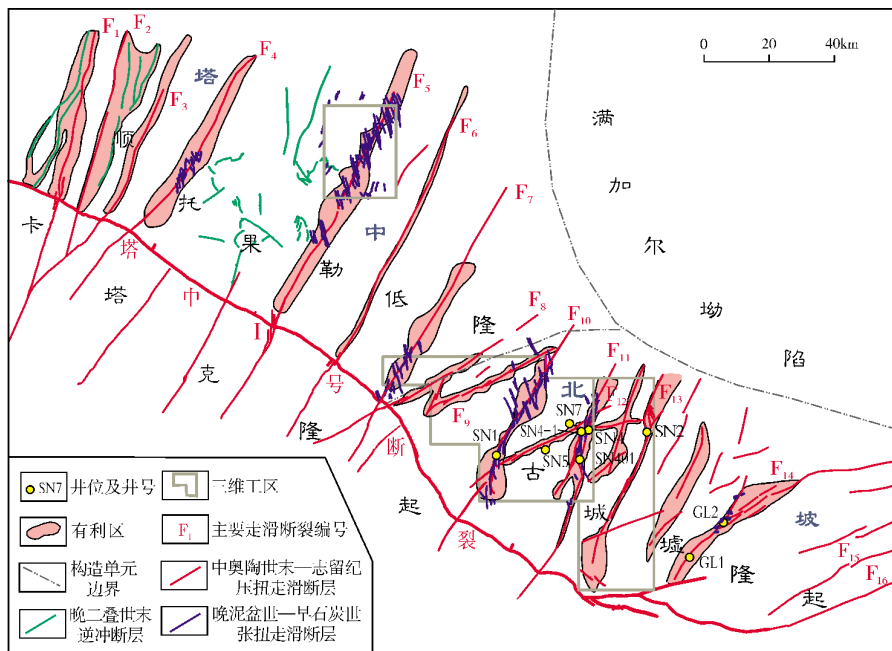


图 12 塔里木盆地塔中北坡有利区带综合评价图

## 7 结 论

(1)塔中北坡发育多条北东向、北东东向走滑断

裂带,在剖面和平面上,有 6 种走滑断裂活动的标志;断裂在剖面上呈直立断层、花状构造,北东向走滑断裂下部表现为明显挤压隆升,而上部表现为继承性张扭



负花状构造,具有“下拱上掉”的特征。根据断裂构造变形差异,可划分为中奥陶世末—志留纪压扭走滑断层、晚泥盆世—早石炭世张扭走滑断层和晚二叠世末逆冲断层等三期断裂,三期断裂系统在空间上相互叠置。

(2)通过中—下奥陶统顶面隆升幅度、中泥盆统顶面垂直断距沿走滑断裂走向的变形强度差异分析,认为裂缝发育程度与断裂变形强度具有明显正相关性,一定程度上控制了裂缝及缝洞型储层发育范围。走滑断裂带不同弯曲部位的局部应力差异,以及不同期次断裂叠加造成的走滑断裂分段性,对优质缝洞型储层发育具有较强的控制作用。

(3)提出了在走滑断裂变形强度大的裂缝发育区、走滑断裂拉张部位的断洼区,以及受后期张扭走滑断裂叠加改造的拉张断槽部位的串珠状反射体发育区,有利于大气淡水和深部热液对碳酸盐岩储层进行改造而形成优质储层,是下步天然气勘探的有利方向,也是寻找天然气规模储量与产量的现实领域。

#### 参考文献

- [1] 张承泽,于红枫,张海祖,等.塔中地区走滑断裂特征、成因及地质意义[J].西南石油大学学报:自然科学版,2008,30(5): 22-26.
- [2] 张艳萍,杨海军,吕修祥,等.塔中北斜坡中部走滑断裂对油气成藏的控制[J].新疆石油地质,2011,32(4): 342-344.
- [3] 郭光辉,成丽芳,刘玉魁,等.塔里木盆地寒武—奥陶系走滑断裂系统特征及其控油作用[J].新疆石油地质,2011,32(3):239-243.
- [4] 汤良杰.塔里木盆地走滑断裂带与油气聚集关系的探讨[J].地球科学 中国地质大学学报,1992,17(4): 403-410.
- [5] 李明杰,胡少华,王庆果,等.塔中地区走滑断裂体系的发现及其地质意义[J].石油地球物理勘探,2006,41(1): 116-121.
- [6] 李萌,汤良杰,李宗杰,等.走滑断裂特征对油气勘探方向的选择——以塔中北坡顺1井区为例[J].石油实验地质,2016,38(1): 113-121.
- [7] 马庆佑,沙旭光,李玉兰,等.塔中顺托果勒区块走滑断裂特征及控油作用[J].石油实验地质,2012,34(2): 120-124.
- [8] 黄太柱.塔里木盆地塔中北坡构造解析与油气勘探方向[J].石油实验地质,2014,36(3): 257-267.
- [9] 杨圣彬,刘军,李慧莉,等.塔中北围斜区北东向走滑断裂特征及其控油作用[J].石油与天然气地质,2013,34(6): 797-802.
- [10] 任建业,张俊霞,阳怀忠,等.塔里木盆地中央隆起带断裂系统分析[J].岩石学报,2011,27(1): 219-230.
- [11] 任建业,阳怀忠,胡德胜,等.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[J].地球科学 中国地质大学学报,2012,37(4): 645-653.
- [12] 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.
- [13] 夏义平,刘万辉,徐礼贵,等.走滑断层的识别标志及其石油地质意义[J].中国石油勘探,2007,12(1): 17-23,48.
- [14] 严俊君,王燮培.关于扭动构造的鉴别问题[J].石油与天然气地质,1996,17(1): 8-14.
- [15] 吴世敏,马瑞士,卢华复,等.西昆仑早古生代构造演化及其对塔西南盆地的影响[J].南京大学学报:自然科学版,1996,32(4): 650-657.
- [16] 覃小锋,李江,陆济璞,等.阿尔金碰撞造山带西段的构造特征[J].地质通报,2006,25(1/2): 104-112.
- [17] 柳坤峰,王永和,姜高磊,等.西昆仑元古代—中生代沉积盆地演化[J].地球科学 中国地质大学学报,2014,39(8): 987-999.
- [18] 王步清,王清华,韩利军,等.塔里木盆地东南部车尔臣断裂的分段特征及动力学机制[J].石油与天然气地质,2007,28(6): 755-761.
- [19] 范军侠,李宏伟,朱筱敏,等.辽东湾北部地区走滑构造特征与油气富集规律[J].古地学期,2006,18(3): 415-418.
- [20] 漆立新,云露.塔河油田奥陶系碳酸盐岩岩溶发育特征与主控因素[J].石油与天然气地质,2010,31(1): 1-12.
- [21] 徐微,陈冬梅,赵文光,等.塔河油田奥陶系碳酸盐岩岩溶发育规律[J].海相油气地质,2011,16(2): 34-41.
- [22] 毛鑫,钟建华,李阳,等.沉积环境对塔河油田六区奥陶系碳酸盐岩储集空间的影响[J].海相油气地质,2013,18(4): 15-22.
- [23] 韩俊,曹自成,邱华标,等.塔中北斜坡奥陶系走滑断裂带与岩溶储集体发育模式[J].新疆石油地质,2016,37(2): 145-151.
- [24] 彭守涛,何治亮,丁勇,等.塔河油田托甫台地区奥陶系一间房组碳酸盐岩储层特征及主控因素[J].石油实验地质,2010,32(2): 108-114.
- [25] 阎相宾,韩振华,李永宏.塔河油田奥陶系碳酸盐岩储层特征几点新认识[J].海相油气地质,2001,6(4): 8-14.

编辑:黄革萍

## Strike-slip Fault and Ordovician Petroleum Exploration in Northern Slope of Tazhong Uplift, Tarim Basin

Qiu Huabiao, Yin Ting, Cao Zicheng, Han Jun, Huang Cheng, Wei Huadong, Liu Zihao

**Abstract:** Based on the structural interpretation and the analysis of 2D/3D seismic data, it is identified that NE-trending/NEE-trending strike-slip fault zones are distributed in northern slope of Tazhong Uplift, and six identification marks of strike-slip fault in seismic slices and sections are summarized. Three types of strike-slip fault system which superimposed in space are developed, including compresso-shear faults(end of Middle Ordovician to Silurian), tenso-shear faults(Late Devonian to Early Carboniferous) and thrust faults(Late Permian). It is concluded that the development of fractured reservoir and fractured-vuggy reservoir was controlled by the intensity of fault deformation, and the development of high-quality fractured-vuggy reservoir was dominated by the segmentation of strike-slip faults. It is suggested that the fracture zones with strong deformation, the pull-apart structure, and the trough fault zone where superimposed reformation by later faults and with beading seismic anomalies are favorable targets for exploring large-scale natural gas reservoir of Ordovician.

**Key words:** Strike-slip fault; Fault characteristics; Deformation intensity; Fractured-vuggy reservoir; Ordovician; Tazhong Uplift; Tarim Basin

Qiu Huabiao, MSc, Petroleum Geology Engineer. Add: Research Institute of Exploration and Development, SINOPEC Northwest Company, 466 Changchun Rd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China