

# 塔里木盆地西部地区主要石油地质特征及油气远景

朱德丰<sup>1</sup> 刘和甫<sup>2</sup> 萧德铭<sup>2</sup> 蔡希源<sup>2</sup> 郭占谦<sup>2</sup>

(1. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院 黑龙江大庆 163712; 2. 中国地质大学能源学院 北京 100083)

**摘 要** 研究区构造上属中央隆起的巴楚断隆东北部和北部拗陷的阿瓦提凹陷南部。文章详细剖析了烃源岩的时代和类型,提出寒武—奥陶系的暗色泥岩、碳酸盐岩和石炭系的暗色泥岩、碳酸盐岩是区内的两套主要烃源岩。在论述了储集条件(7大套好或中等储层)、保存条件(10套类和类盖层)、生储盖组合形成(5套储盖组合)和吐木休克断裂活动(两期重大的冲断活动)的基础上,认为该区的油气藏形成时期主要受控于储盖组合形成期、圈闭形成期和排烃期,因而本区的主要成藏期是二叠纪末和新近纪。据此对研究区的油气远景进行了评价,提出和田河下游断鼻构造带和巴东4井区背冲构造是近期的勘探靶区。

**关键词** 烃源岩 储集层 保存条件 生储盖组合 油气远景 塔里木盆地西部

**中图分类号** TE122

**文献标识码** A

**文章编号** 0563-5020(2008)03-0473-15

研究区位置如图1所示。区内的主要构造单元,吐木休克断裂(朱德丰等,2008)以南属中央隆起的巴楚断隆的东北部,吐木休克断裂以北则属北部拗陷的阿瓦提凹陷的南部及塔中低凸起的西北角。对后者,孙龙德等(2007)已提出是一个典型的复式油气聚集区,李曰俊等(2008)则系统研究了其区域演化和断裂系统特征,故本文只讨论巴楚断隆东北部和阿瓦提凹陷南部的石油地质特征和油气远景。

巴楚断隆是中央隆起的次级构造单元,其古生界和三叠系发育尚好,三叠纪末开始发生大规模隆起,除现巴楚断隆区外塔中低凸起和塔东低凸起也同时发生隆起(何文渊等,2000;张一伟等,2000),故此期隆起的发育不受现今巴楚断隆的边界断裂(吐木休克断裂、色力布亚断裂和玛扎塔格断裂等)控制(肖安成等,2005)。这一隆起事件不仅导致巴楚断隆缺失侏罗—白垩系,古近系发育较差,也使古生界—三叠系遭受不同程度的剥蚀。阿瓦提凹陷作为北部拗陷的次级构造单元,与巴楚断隆的地层记录明显表现出不同。一是该地有侏罗—白垩系发育。阿瓦提凹陷的侏罗系可能与库车拗陷的侏罗系相连,或者说,当时库车拗陷的西界,何光玉等(2006)画在阿克苏以东,实际界线可能要更偏西。白垩纪时北部拗陷、塔北隆起和库车拗陷同属一个沉积盆地(李曰俊等,2008)。二是新近纪有特别巨大的厚度,反映了温宿凸起在古近纪时曾一度对南天山冲断带的向南扩展起了阻挡作用(郑民等,2007);中新世开始南天山的冲断构造活动进一步增强(金文正等,2007;苗继军等,2007),阿瓦提凹陷成为前陆磨拉石盆地。

塔里木盆地大部为沙漠覆盖,巴楚断隆露头相对较好,资料相对丰富(郑显华,1995;

朱德丰,男,1963年1月生,博士,高级工程师,石油地质学专业。e-mail: zhudefeng@petrochina.com.cn

2006-09-18收稿,2007-09-14改回。

李新民等, 2001)。主要基于钻孔资料提出的巴楚断隆和阿瓦提凹陷的地层柱见图 2。

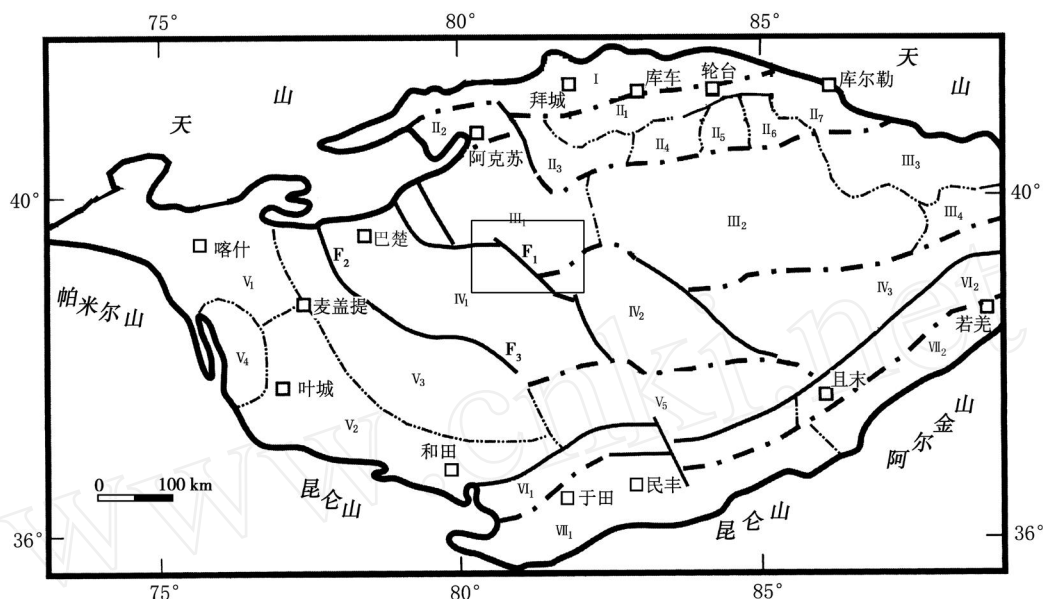


图 1 塔里木盆地主要构造单元 (据孙龙德等, 2005), 示研究区位置 (方框)

库车坳陷; 塔北隆起: 1. 轮台凸起, 2. 温宿凸起, 3. 英买力低凸起, 4. 哈拉哈塘凹陷, 5. 轮南低凸起, 6. 草湖凹陷, 7. 库勒鼻隆; 北部坳陷: 1. 阿瓦提凹陷, 2. 满加尔凹陷, 3. 孔雀河斜坡, 4. 英吉苏凹陷; 中央隆起: 1. 巴楚凸起, 2. 塔中低凸起, 3. 塔东低凸起; 西南坳陷: 1. 喀什凹陷, 2. 叶城凹陷, 3. 麦盖提斜坡, 4. 齐姆根凸起, 5. 塘沽孜巴斯凹陷; 塔南隆起: 1. 民北凸起, 2. 罗布庄凸起; 东南坳陷: 1. 民丰凹陷, 2. 若羌凹陷; F<sub>1</sub>. 吐木休克断裂带; F<sub>2</sub>. 色力布亚断裂带; F<sub>3</sub>. 玛扎塔格断裂带

Fig 1 Main tectonic units of the Tarim Basin, showing locality of the studied area

## 1 烃源岩时代和类型

### (1) 寒武系、奥陶系和石炭系烃源岩

1) 寒武系主要为闭塞台地相和开阔台地相沉积, 包括白云岩、白云质泥岩、膏盐层和膏质泥岩, 其中烃源岩厚度 600 ~ 800 m。藻白云岩、叠层石白云岩的有机质丰度高, 14 个样品的有机碳平均值为 1.04%, 最高值达 2.07%, 属好烃源岩。对巴楚断隆和 4 井 5 298.96 ~ 5 357.77 m 井段寒武系烃源岩的分析, 有机碳范围值为 (0.085 ~ 2.68)%, 平均值为 0.464 6%, 生油潜量范围值为 0.08 ~ 0.24 mg/g, 平均值为 0.129 mg/g, 氯仿“A”值为 (0.004 7 ~ 0.008 6)%, 平均值 0.006 2%, 氢、碳原子比一般小于 0.7, 有机质类型为 I<sub>1</sub>型。综合评价研究区及周边寒武系烃源岩为中好生油岩。

2) 下奥陶统为开阔台地相沉积, 中奥陶统以混积外陆棚和混积内陆棚沉积为主, 上奥陶统为开阔台地相和闭塞台地相沉积。其中, 作为烃源岩的暗色碳酸盐岩厚度为 200 ~ 600 m, 暗色泥岩厚度 100 ~ 300 m。

奥陶系泥质烃源岩和碳酸盐岩有机质丰度和类型上有明显区别, 反映不同的生烃能力。碳酸盐岩烃源岩有机碳范围值 0 ~ 6.6%, 平均值 1.063%, 氯仿“A”值为 (0.05 ~

0.215)%, 平均值 0.044 1%, 总烃含量平均值  $450 \times 10^{-6}$ , 生烃潜量 0~18 mg/g, 平均值 0.1 mg/g, 母质类型一般为  $_2$ — $_1$ 型。氢、碳原子比最高可达 1.5。干酪根的碳同位素轻, 范围值 (-28~-25)‰, 为好生油岩。泥质烃源岩有机碳范围值 0~0.8%, 平均值 0.241%, 氯仿“A 范围值 0~0.108%。平均值 0.084 2%, 总烃含量平均值  $359 \times 10^{-6}$ , 生烃潜量范围值 (0.1~1.2)%, 平均值 0.29 mg/g, 母质类型一般为  $_1$ — $_2$ 型。干酪根碳同位素重, 范围值 (-27~-23)‰, 属中等—差生油岩。垂向上看, 奥陶系烃源岩从上向下有机质丰度变大, 且干酪根红外光谱和元素分析表明其有机质性质从上向下变好。平面上看研究区的南部好于北部。

3) 石炭系在研究区及周边绝大部分探井均有钻遇, 岩性以灰色灰岩、砂岩、泥岩和生物碎屑灰岩为主, 为开阔台地相和半闭塞台地相沉积。作为烃源岩的碳酸盐岩厚 50~200 m, 泥质岩厚 100~300 m。

同奥陶系一样, 石炭系碳酸盐岩烃源岩的有机质丰度和有机质类型好于泥质岩。碳酸盐岩烃源岩有机碳范围值 0~2.8%, 且基本呈均势分布, 平均值 0.657%, 氯仿“A 范围值 0~0.115%, 一般小于 0.05%, 平均值 0.030 7%, 总烃平均含量  $396 \times 10^{-6}$ , 生烃潜量 0~3.15 mg/g, 平均值 0.707 mg/g, 综合评价为中等生油岩。母质类型为  $_1$ — $_2$ 型。氢碳原子比 0.55~1.00, 一般在 0.7 以上。干酪根碳同位素为 (-27.9~-21.9)‰。泥质烃源岩有机碳范围值变化较大, 为 0~6.6%, 但绝大部分有机碳小于 1.0%, 平均值 0.386%, 氯仿沥青“A 值为 (0.005~0.18)%, 平均值 0.068 2%, 总烃平均含量  $428 \times 10^{-6}$ , 生烃潜量 0~0.70 mg/g, 一般在 0.3 mg/g 以下, 平均值 0.202 mg/g, 为中等—差生油岩。母质类型  $_1$ — $_2$ 型。氢碳原子比一般在 0.5 至 0.8 之间, 干酪根碳同位素相对较重, 为 (-25.41~-22.98)‰。

纵向上看, 石炭系泥质烃源岩主要集中在卡拉沙依组, 碳酸盐岩则主要在巴楚组; 横向上, 有机质性质从巴楚隆起向阿瓦提凹陷有变好趋势。总体评价研究区石炭系烃源岩是盆地内最有利地区。

综上所述, 研究区的主要烃源岩有两套, 即寒武—奥陶系暗色泥岩、碳酸盐岩和石炭系暗色泥岩、碳酸盐岩。

## (2) 烃源岩成熟度

巴楚断隆的寒武系烃源岩现今  $R_o$  值达 (1.6~2.5)%, 阿瓦提凹陷及阿(瓦提凹陷)东(部)斜坡带达 (3.0~3.6)%, 基本处于过成熟阶段。奥陶系烃源岩在巴楚断隆区  $R_o$  值为 (1.0~1.5)%, 正处于成熟期; 吐木休克断裂带以北地区  $R_o$  值则达 (1.4~2.6)%, 处于过成熟阶段。

石炭系烃源岩在巴楚断隆区  $R_o$  值为 (0.8~1.0)%, 泥岩的  $R_o$  值更低, 处于低成熟—成熟阶段; 吐木休克断裂带以北地区  $R_o$  值达 (1.1~2.0)%, 以成熟—高成熟阶段为主。

根据塔里木盆地钻井、地层埋藏史与地温梯度模拟结果, 对研究区及周边烃源岩的成熟史进行了恢复。烃源岩具有两个快速演化阶段: 石炭纪—三叠纪和新近纪。石炭系烃源岩比下古生界源岩热演化速度快; 下古生界烃源岩在二叠纪以前成熟度差异不大, 二叠纪以后隆起区变化不大, 而凹陷区迅速进入高成熟—过成熟期; 石炭系烃源岩在隆起区一直未成熟, 凹陷区烃源岩则自三叠纪末进入成熟期, 现今已达高成熟期。

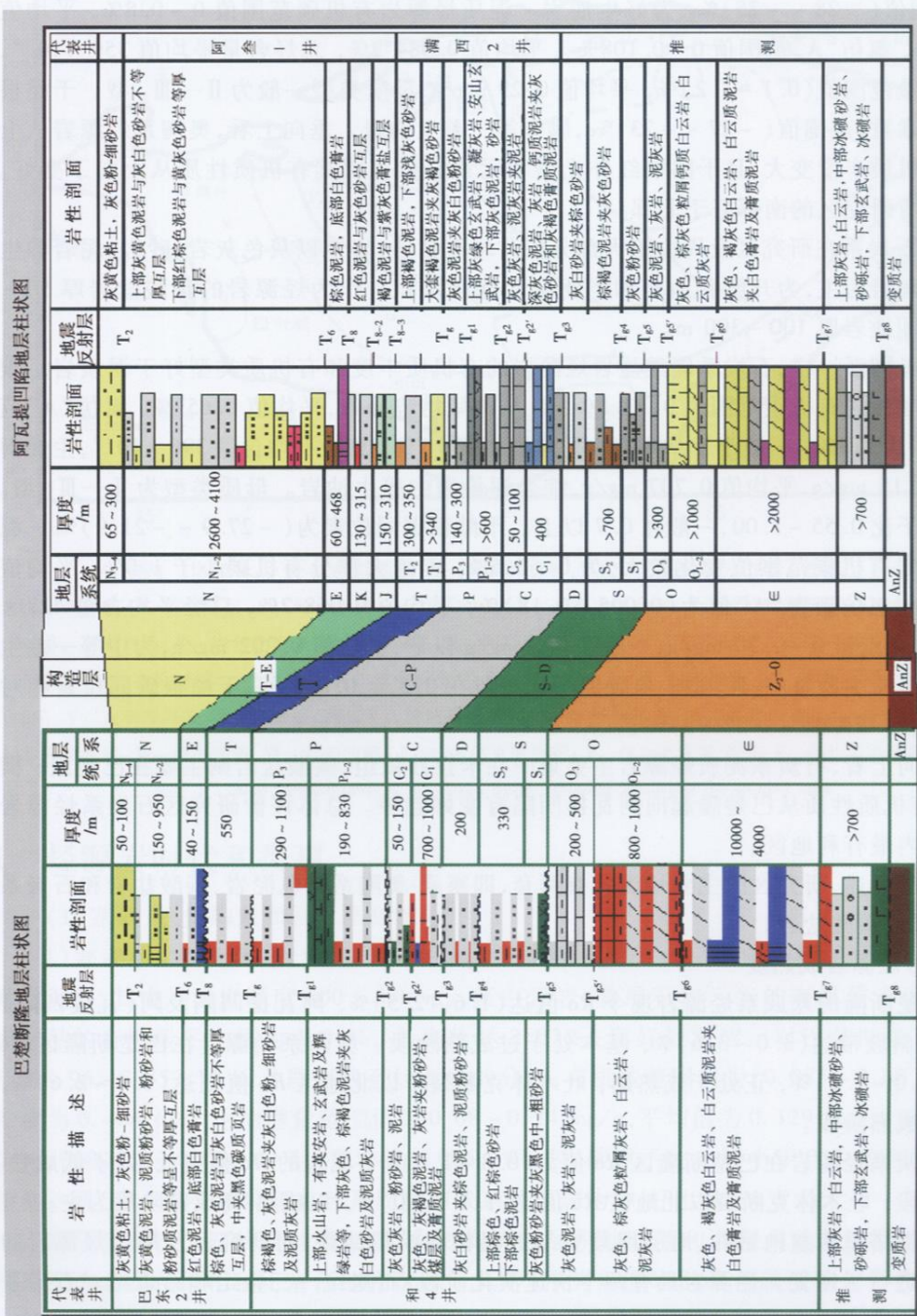


图2 巴楚断隆和阿瓦提凹陷地层柱状图  
Fig. 2 Stratigraphic columns of the Bachu Fault-Uplift and the Awat Sag

研究区烃源岩的成熟史与盆地的区域构造背景以及研究区的构造特征有关。石炭纪—三叠纪的快速演化阶段是由于当时的板内裂谷环境以及早二叠世火山活动造成的大地热流和地温梯度高引起的。新近纪快速演化阶段仅在阿瓦提凹陷内,由阿瓦提凹陷的快速沉降造成。航磁反演地温梯度表明,阿瓦提凹陷的现今地温梯度高于巴楚隆起。

(3)主要生排烃期和生排烃量

盆地模拟研究结果表明:研究区及周边烃源岩主要生油期是志留纪末至侏罗纪末。各系的主要生油期分别为:寒武系烃源岩在志留纪末至二叠纪末,奥陶系烃源岩在泥盆纪末至侏罗纪末,石炭系烃源岩在三叠纪末至新近纪末。研究区及周边地区烃源岩的主要生气时期分别是泥盆纪末至侏罗纪末和新近纪。寒武系烃源岩主要生气期与上述的区域生气期一致。奥陶系烃源岩主要生气期,一是从石炭纪末至侏罗纪末,二是新近纪;石炭系烃源岩主要生气期为侏罗纪末至新近纪末。

从阶段排油量看,该区有两个排油高峰期:一是从泥盆纪末至三叠纪末,二是从白垩纪末至新近纪末。寒武系烃源岩排油高峰期是泥盆纪末至三叠纪末。奥陶系烃源岩有两次排油高峰期:一是石炭纪末至三叠纪末,二是白垩纪末至新近纪末。石炭系烃源岩主要排烃期在新近纪。该区烃源岩的主要排气期,一是石炭纪末至侏罗纪末,二是新近纪。寒武系烃源岩的排气高峰期与上述的区域规律一致;奥陶系烃源岩也有两次排气高峰期:一是从二叠纪末至侏罗纪末,二是新近纪。石炭系烃源岩主要排气期在新近纪。

综合各期排烃量,研究区的两个排烃高峰期,一是石炭纪—三叠纪,二是古近纪后期—新近纪。

盆地模拟研究区烃源岩总生油量为  $114.33 \times 10^8$  t,排油量为  $82.32 \times 10^8$  t,总生气量为  $51.77 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,总排气量  $35.03 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,如表 1 所示。

从各套烃源岩生、排烃强度看,寒武系生、排烃中心在研究区中心部位,奥陶系生、排烃中心在研究区西南的山 1 井附近,石炭系生、排烃中心在阿瓦提凹陷南部。

盆地模拟研究区油的资源量为  $(8.74 \sim 12.39) \times 10^8$  t,主要贡献者是奥陶系,为  $(4.39 \sim 6.27) \times 10^8$  t;寒武系次之,为  $(3.10 \sim 4.43) \times 10^8$  t;石炭系为  $(1.04 \sim 1.41) \times 10^8$  t。研究区内气的资源量为  $(9.0 \sim 11.1) \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,主要贡献者是寒武系,为  $(4.8 \sim 5.9) \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>;奥陶系次之,为  $(3.8 \sim 4.7) \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>;石炭系为  $(0.3 \sim 0.4) \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>。

表 1 塔里木盆地西部古生界各层烃源岩的生油量和生气量  
Table 1 Oil-generation and gas-generation mounts of the Paleozoic source rocks in the western Tarim Basin

|        | 生油量 /<br>10 <sup>8</sup> t | 占百分比 /<br>% | 生气量 /<br>10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> | 占百分比 /<br>% |
|--------|----------------------------|-------------|--|-------------|
| 寒武系烃源岩 | 36.39                      | 31.7        | 24.87                                    | 48.0        |
| 奥陶系烃源岩 | 60.08                      | 52.5        | 19.86                                    | 38.4        |
| 石炭系烃源岩 | 15.08                      | 13.2        | 4.41                                     | 8.5         |

2 储集条件

(1)储层特征

研究区内从震旦系到新近系发育有 3 大类 17 套储层,其中碎屑岩储层 11 套,碳酸盐岩储层 5 套,火山岩储层 1 套,见表 2。根据储层的沉积环境、岩性、厚度、分布范围以及

孔渗条件等评出 7 大套好或中等储层:震旦系—下寒武统 类白云岩,中-下奥陶统 类白云岩和灰岩,下石炭统 类砂岩,上石炭统 类灰岩,二叠系 类火山岩及砂岩,三叠系 类砂岩,侏罗-白垩系 — 类砂岩,简述如下。

### 1)震旦-寒武系白云岩储层

和 4 井钻遇该储层,总厚度达 1,200 m 以上。其中,上震旦统白云岩 200 多米(未钻穿)。寒武系为细晶白云岩,为局限台地浅滩—潟湖相沉积,储集空间以晶间孔和溶蚀孔洞缝为主,充填(胶结)中等。孔隙度(1.7~4.4)%,平均 2.7%±,渗透率(0.05~23.30)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。和 4 井钻井过程中在该套地层中漏失泥浆 556 m<sup>3</sup>。白云岩中的膏盐岩夹层与其组成序列储盖组合。

### 2)中-下奥陶统白云岩、灰岩储层

和 4 井钻遇该储层,在 4,353.9~4,360.4 m 井段取心 6.5 m,为细晶白云岩,属古风化壳或局限台地浅海滩沉积,孔隙度达 12.2%,渗透性较差。该套细晶白云岩储层总厚度近 1,300 m,推测其它层段孔渗条件差,以 类储层为主。

### 3)石炭系砂岩储层

纵向上包括东河砂岩、甘木里克组砂砾岩段和卡拉沙依组砂泥岩段。研究区及周边多数探井钻遇该储层,分 3 个相区评价如下。

东南相区卡拉沙依组以粉砂岩和细砂岩为主,钻井揭示厚度 73 m,岩心孔隙度(3.11~8.7)%,平均 13.4%。渗透率(0.39~174)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均 55.48×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。巴楚断隆的巴东 2 井该组砂岩泥质平均含量 12%。综合评价属中等—差储层。东南相区砂砾岩亚段和东河砂岩厚度不大,但单层厚度较大。巴东 2 井孔隙度(1.2~10.1)%,平均 5.9%,渗透率(0.056~2.8)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均 0.79×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。阿瓦提凹陷的满西 2 井孔隙度(11.97~14.60)%,平均 13.71%,渗透率(34.6~72.1)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均 58.1×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。综合评价也属中等—差储层。

表 2 研究区储层评价成果表

Table 2 Evaluation of the reservoirs in the studied area

| 地 层     | 岩 性    | 厚 度 /m  | 评价类别   |
|---------|--------|---------|--------|
| 白垩系     | 细砂岩    | 150~310 |        |
| 侏罗系     | 泥质砂岩   |         |        |
| 上三叠统    | 细砂岩    | 50~360  |        |
| 下三叠统上部  | 细砂岩    | 110~270 |        |
| 下三叠统下部  | 细砂岩    | 30~160  |        |
| 二叠系上部   | 粉砂岩    |         |        |
| 二叠系中-下部 | 火山岩    | 200~480 | —      |
| 二叠系下部   | 粉砂岩    |         | —      |
| 石炭系     | 小海子组   | 灰岩      | 60~130 |
|         | 巴楚组    | 灰岩      | 40~100 |
|         | 东河砂岩   | 细砂岩     | 30~100 |
| 泥盆系     | 粉 细砂岩  | 100~500 |        |
| 志留系     | 粉 细砂岩  | 400~450 |        |
| 上奥陶统    | 粉 细砂岩  | 40~130  |        |
| 中-下奥陶统  | 灰岩、白云岩 | 1500    | —      |
| 寒武系     | 白云岩    | 430     |        |
| 震旦系     | 白云岩    | >200    |        |

西部相区砂岩较厚,和 1 井石炭系砂岩累计厚度 192.9 m,单层一般厚 2~8 m。孔隙度(1.26~14.35)%,平均为 7.36%,渗透率(0.01~155)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均 2.20×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。综合评价属中等—差储层。

北部相区砂岩发育,胜利 1 井石炭系累计砂岩厚度 236.1 m,单层最大厚度达 33.5m。但物性较差,孔隙度(2.95~8.61)%,平均 5.30%,渗透率<(0.1~0.27)×

$10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 平均  $0.18 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。综合评价为差储层。

#### 4) 石炭系灰岩储层

主要包括巴楚组的生物碎屑灰岩段、双峰灰岩段和小海子组灰岩。满西 2 井钻遇巴楚组灰岩厚 29 m, 属台地边缘浅滩沉积, 储集空间为溶孔—粒间溶孔, 胶结作用强, 孔隙度 (0.36 ~ 2.03) %, 平均 1.27 %, 渗透率 (0.01 ~ 0.03)  $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。该井钻遇小海子组灰岩厚 56.5 m, 储集条件与巴楚组相近, 综合评价均为中等储层。

巴东 2 井钻遇该层, 由于巴楚断隆区成岩作用强, 孔渗条件差, 被评为差储层。

#### 5) 二叠系火山岩及砂岩储层

下中二叠统火山岩在研究区内稳定分布, 厚度 200 ~ 485 m。基性喷发岩气孔和杏仁构造发育, 孔隙度较高, 但气孔连通差, 需经历化学风化作用或构造裂隙发育才能成为好的储集层。酸性火山碎屑岩发育气孔、溶孔和粒间孔隙等, 储集条件较好。总体看火山岩储集性能不稳定, 据邻区钻井取心分析认为属好—差储层。

二叠系阿恰群上碎屑岩段的砂岩含量低, 单层砂层厚度薄, 泥质含量较高, 但孔渗较好, 如巴东 2 井, 该层砂岩平均孔隙度 16.3 %, 平均渗透率  $50.47 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。综合评价为一类储层。

二叠系阿恰群下碎屑岩段储层为泥岩中夹细砂岩, 个别单层厚度较大。北侧胜利 1 井岩心孔隙度 (7.38 ~ 12.5) %, 平均 10.2 %, 渗透率 (0.34 ~ 1.03)  $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ; 中部满西 2 井平均孔隙度 14.3 %, 平均渗透率  $8.81 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ; 南部巴东 2 井平均孔隙度 16.7 %, 平均渗透率  $157.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储层条件由北向南变好, 综合评价为二类储层。

#### 6) 三叠系砂岩储层

三叠系砂岩具有单层厚度大、砂岩层数多的特点, 钻井揭示最大单层厚 56.6 m, 累计砂岩厚度 246.2 m (阿参 1 井) 至 298.5 m (满西 2 井)。主要孔隙类型为原生粒间孔隙, 其次为长石屑粒内溶孔及粒间溶孔。胜利 1 井平均孔隙度 17.9 %, 平均渗透率  $138.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ; 巴东 2 井平均岩心孔隙度 27.5 %, 平均渗透率  $1238.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。综合评价三叠系砂岩为三类储层。

#### 7) 侏罗—白垩系砂岩

侏罗—白垩系仅分布在阿瓦提凹陷及阿东斜坡, 以滨浅湖和河流相沉积为主。阿参 1 井钻遇白垩系砂岩 14 层共厚 20.5 m, 满西 2 井钻遇白垩系砂岩 26 层共厚 180 m, 最大单层厚度达 65 m。白垩系砂岩孔隙度和渗透率较高, 综合评价为三类储层。阿参 1 井、满西 2 井钻遇侏罗系砂岩厚度分别为 63.7 m 和 52.5 m, 单层厚度 1.5 ~ 21 m, 该层综合评价为三类储层。

#### (2) 储层横向分布

根据上述评价结果, 结合沉积相带展布及储层埋深等条件, 做出了研究区寒武—奥陶系碳酸盐岩储层、石炭系中—下部砂岩储层、石炭系中—上部碳酸盐岩储层、三叠系砂岩储层和侏罗—白垩系砂岩储层的平面分类预测图 (图略), 分好、中和差 3 个类别。

##### 1) 寒武—奥陶系碳酸盐岩储层

类区分布在巴东断裂带西部和巴东斜坡区, 纵向上为三类细晶白云岩储层及类古风化壳储层, 储层类型多, 厚度大; 类为白云岩或粒屑碳酸盐岩储层, 储层厚度较大,



分布在吐木休克断裂带东部; Ⅱ类区分布在吐木休克断裂带以北、储层埋深大于 7,000 m 的地区。

### 2) 石炭系砂岩储层

Ⅱ类区分布在研究区东部, 浪成三角洲及前滨相沉积区, 单层砂岩厚度较大, 发育有卡拉沙依组、砂砾岩亚段和东河塘组三套砂岩, 以 Ⅱ类储层为主。Ⅲ类区分布在研究区西南及中部, 该地以浅海陆棚相沉积为主, 砂岩沉积厚度较大, 单层厚度小, 物性较差, 由 Ⅰ类储层构成; Ⅳ类区分布在研究区西部深凹陷中, 物性差, 由 Ⅲ类储层构成。

### 3) 石炭系碳酸盐岩储层

Ⅱ类区分布在研究区东南部, 包括巴东断裂带东部和阿东斜坡南部。纵向上以小海子组 Ⅱ类粒屑灰岩储层和生物碎屑灰岩段 Ⅰ类储层为主, 厚度较大, 为局限台地灰泥坪相沉积; 其它均为 Ⅲ类区, 无碳酸盐岩储层分布则为差储层区, 为局限台地砂泥坪沉积或开阔台地相沉积。

### 4) 三叠系砂岩储层

研究区西南部分缺失, Ⅱ类区分在研究区西北—东南一带, 以辫状河三角洲平原相和扇三角洲相沉积为主, 砂岩厚度大, 单层厚, 孔渗条件好, 属 Ⅱ类储集层。Ⅲ类区在研究区东北部和南部边缘, 为滨浅湖相沉积, 砂岩厚度相对较薄, 单层厚度也薄, 粒度相对较细, 由 Ⅰ类储集层构成。

### 5) 侏罗—白垩系砂岩储层

该套地层分布在研究区东北部, 大部分为 Ⅱ类区, 为滨浅湖和河流相沉积, 单层砂岩厚度较大, 累计厚度受残余地层厚度的影响, 储层物性条件较好, 为 Ⅰ类储层; Ⅲ类区仅分布在研究区北部阿参 1 井一带, 为半深湖—浅湖沉积, 砂岩相对不发育。

## 3 盖层及保存条件

### (1) 盖层分类及评价

该区地层纵向上存在 16 套盖层。根据其岩性、物性、厚度、分布范围及稳定性等特征将其划分成 Ⅰ类(好)、Ⅱ类(中等)和 Ⅲ类(差), 其中 Ⅰ类和 Ⅱ类盖层有 10 套, 评价结果见表 3。

震旦系上部至寒武系底部的膏岩、泥岩与碳酸盐岩互层, 厚 780 m, 是震旦系白云岩储层的良好盖层; 其本身又是很好的储层和生烃层, 评为 Ⅰ类。

奥陶系上部泥岩, 是 Ⅱ类盖层, 也可作烃源岩, 厚 90 ~ 155 m。

石炭系有 5 套泥岩盖层, 其中以下石炭统巴楚组中部下泥岩段盖层厚度较大, 达 50 ~ 325 m, 接近 Ⅱ类盖层。下石炭统甘木里克组底部泥岩亚段 Ⅱ类盖层厚 10 ~ 225 m, 稳定性较差; 下石炭统甘木里克组砂砾岩亚段以泥岩、泥灰岩为主, 厚 100 ~ 200 m, 其泥岩和泥灰岩可作为 Ⅱ类盖层。下石炭统卡拉沙依组上泥岩段厚 15 ~ 235 m, 其泥岩可作为 Ⅱ类盖层。上石炭统卡拉沙依组砂泥岩段泥岩厚 35 ~ 290 m, 其泥岩也是 Ⅱ类盖层。

下二叠统下部泥岩厚 25 ~ 335 m, 对上石炭统小海子组顶部灰岩进行较有效封盖, 可作为 Ⅱ类盖层。上二叠统泥岩夹砂岩, 厚 190 ~ 775 m, 是下—中二叠统上部火山岩的有效封盖层, 可作为 Ⅱ类盖层。



下三叠统下部泥岩夹砂岩厚 125 ~ 215 m,是下三叠统含砾砂岩和粉砂岩储层的 类盖层。

侏罗系泥岩夹砂岩厚 270 ~ 395 m,可作为 类盖层,盖于中-上三叠统细粉砂岩之上。

古近系泥岩、膏岩厚 50 ~ 350 m,是下白垩统粉砂岩的封盖层,可列为 类盖层。

表 3 研究区主要盖层评价表

Table 3 Evaluation of main capping beds in the studied area

| 地层               | 其下的储层             | 盖层岩性    | 盖层分布 | 评价类别 |
|------------------|-------------------|---------|------|------|
| 古近系              | 白垩系、侏罗系和三叠系砂岩     | 膏泥岩     | 区域   | 好    |
| 侏罗系              | 三叠-侏罗系砂岩          | 砂、泥岩互层  | 局部   | 中    |
| 下三叠统             | 三叠系砂岩             | 砂泥岩     | 局部   | 中—差  |
| 上二叠统             | 火山岩               | 泥岩      | 区域   | 好    |
| 下二叠统             | 石炭系上部砂岩、灰岩        | 砂泥岩     | 区域   | 中—好  |
| 上石炭统             | 泥岩灰岩              | 砂泥岩、泥灰岩 | 区域   | 中    |
| 上石炭统下部<br>下石炭统上部 | 生物碎屑灰岩<br>石炭系下部砂岩 | 砂泥岩     | 区域   | 好    |
| 下石炭统             | 东河砂岩              | 砂泥岩     | 局部   | 中—差  |
| 上奥陶统             | 寒武-奥陶系碳酸盐岩        | 泥岩      | 区域   | 好    |
| 下寒武统             | 震旦系白云岩            | 膏盐岩     | 区域   | 好    |

(2)断层作用探讨

断裂的封闭对油气圈闭和成藏起着十分重要的控制作用,这一点再次被塔里木盆地的油气勘探证实,如邻区的阿克库勒凸起(李坤等,2007)和轮南低凸起(杨海军等,2007b)。研究区内有吐木休克断裂通过,它在地史期间反复活动(朱德丰等,2008),区域上的冲断活动有两期。一是二叠纪(海西运动),使二叠系与三叠系之间为角度不整合接触。该构造运动期与前述的排烃期(寒武系烃源岩在泥盆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)和储盖组合(下古生界的储盖组合和上古生界的储盖组合在二叠纪末均已形成)相匹配,故这是研究区的第一次重大成藏期。白垩纪末,吐木休克断裂的再次活动导致巴楚断隆较大范围的隆起剥蚀,局部地区可能有冲断(这也可从其南的玛扎塔格断裂带的冲断活动得到佐证,杨海军等,2007a)。新近纪是吐木休克断裂的强烈冲断期,控制了巨厚的新近系沉积发育。此时,石炭系烃源岩进入排烃高峰期,寒武-奥陶系烃源岩则是第二次排烃(以气为主)的高峰期,三叠系—新近系的储盖组合已经形成。在新近纪这一研究区最大的构造活动期,在5套储盖组合上形成大量的构造圈闭,油气源与圈闭、储盖条件在空间上和时间上相匹配,因而,喜马拉雅期是研究区第二次也是最重要的一次成藏期。同时,喜马拉雅期也是古油藏主要的破坏时期,应在研究二次生烃排烃的基础上,认真分析油气二次运移和在新的构造体制下晚期次生成藏的特点(吴根耀等,2002,2003,2004)。

4 生储盖组合及成藏史

(1)5套储盖组合

研究区内纵向分布的 5 套 类盖层与 7 套 类以上储层,空间上相互组合构成了 5 套储盖组合,分述如下。

1)震旦系—寒武系下部储盖组合 以上震旦统细晶白云岩和风化壳为储层,以寒武系下部膏岩和盐岩为盖层。在吐木休克断裂隆起带和南部斜坡区为一套优质储盖组合,断裂带以北埋深达 12,000 m,目前很难钻探。

2)上寒武统—奥陶系储盖组合 以上寒武统和中、下奥陶统的细晶白云岩和灰岩为储层,上奥陶统泥岩和泥灰岩为盖层。有利地区在吐木休克断裂隆起带和南部斜坡区。

以上两套储盖组合的盖层,同时也是研究区内最重要的烃源层,是吐木休克断裂以南最有利的两套自生自储型储盖组合。

3)石炭系中、下部储盖组合 以石炭系东河塘砂岩和砂砾岩亚段为主要储层,包括部分地区达到 类的生物碎屑灰岩。以巴楚组下泥岩段为主要盖层。这套储盖组合储层性能较差,以中—差储层为主;横向上研究区东南部好于阿瓦提凹陷。

4)石炭系上部—二叠系储盖组合 该组合主要储层有:巴楚组的双峰灰岩段,卡拉沙依组砂泥岩段,小海子组灰岩,二叠系火山岩以及二叠系阿恰群上部和下部的碎屑岩段。以二叠系两套碎屑岩为主要盖层,该层除吐木休克断裂隆起带西部及南喀英买力低凸起被剥蚀外稳定分布,是一套良好的区域盖层。该组合有利分布区是除巴楚断隆东段和阿瓦提凹陷以外的地区。

以上两套组合烃源较丰富,为油气自生加他生型储盖组合,是研究区内两套有利的储盖组合。

#### 5)三叠系—古近系储盖组合

储层为三叠系砂岩、侏罗系砂岩和白垩系砾岩,储层为 一 类,古近系膏泥岩为良好的区域性盖层,侏罗系泥岩为 类局部盖层。由于剥蚀作用,该组合在研究区北部好于南部。与上述 4 套储盖组合不同的是:研究区内中、新生界储盖组合为典型的油气他生型储盖组合。

根据油源条件可归并为 3 套生储盖组合,即:震旦系—奥陶系,石炭系—二叠系和三叠系—古近系,由下向上依次为自生自储型生储盖组合,自生加他生型生储盖组合,他生型储盖组合。

上述从下至上 3 套生储盖组合油源类型的差别,对应着研究区油气生成后由下向上赋存空间的迁移。此外,上述各套储盖组合内部都存在着多个次组别、多序列储盖组合,形成了研究区的多目的层系,增大了勘探难度。

#### (2)成藏史分析

油气藏形成时期主要受以下 3 个因素控制:一是储盖组合形成时期,二是圈闭形成期,三是排烃期。储盖组合的上覆盖层沉积末期是储盖组合形成期;构造圈闭的形成期受构造运动时期的控制。根据构造发育史研究,研究区构造形成期主要有两期,一是二叠纪末,二是新近纪;烃源研究则表明有两次排烃高峰期:一次为石炭—三叠纪,一次在古近纪后期—新近纪。与储、盖组合相结合,三者共同作用决定了研究区具有二叠纪末和新近纪两个主要的成藏期。

寒武系烃源岩在泥盆纪末进入排烃高峰期,奥陶系烃源岩在二叠末进入排烃高峰

期,两者共同构成了本区第一个排烃高峰;此时下古生界储盖组合已经形成,上古生界储盖组合同期形成,与二叠纪末期构造运动相匹配,形成了研究区的第一次成藏期——二叠纪末成藏期。石炭系烃源岩在三叠纪末进入成熟期,到古近纪进入排烃高峰。由于阿瓦提凹陷古近纪快速大幅度沉降沉积,寒武系和奥陶系两套烃源岩在新近纪产生第二次排烃(以气为主)高峰期,共同构成了本区内第二次排烃高峰;此时三叠系—古近系储盖组合已形成,并进入研究区最大的一次构造活动期,在三大套储盖组合上形成大量的构造圈闭,油气源与圈闭及储盖条件在空间上和时间上相匹配,形成研究区第二次也是最重要的一次成藏期——新近纪成藏期。已有研究表明:对中国西部的挤压盆地而言,不管其前新近纪的盆地发育特征如何,新近纪(喜马拉雅运动期)都是最主要的成藏期(赵孟军等,2007)。

第一次成藏期油气源丰富,储盖有利,关键是要受构造发育控制,故有利成藏区在南喀英买力低凸起和吐木休克断裂带以南的古隆起;和田河下游断鼻构造带仅在北部有微弱的断裂活动,且构造规模、幅度均小,仅为较有利成藏区。第二次成藏期是研究区现今可能存在油气藏的主要形成期。油气富集区在和田河下游断鼻构造带和吐木休克断裂隆起带两个构造发育区,前者烃源较好,后者主要烃源为寒武—奥陶系烃源岩,在阿瓦提凹陷油气沿断层进入上升盘。

## 5 有利区带预测

由上述分析可知:研究区成藏的必要条件是具有5套较好的区域性盖层、3种类型的储集层及寒武—奥陶系和石炭系两套烃源岩;不利因素是构造活动期次多,尤其是新生代构造活动强烈,老油藏多遭破坏,大量新生代构造形成晚,最重要的寒武—奥陶系烃源岩已达过成熟期;目前油气勘探所能选择的构造均为新生代形成,包括背斜构造、断背斜、断块、断鼻及可能的岩性和构造—岩性圈闭。因此,区带评价主要集中到烃源、断裂的作用及构造发育程度这3个因素上。

从研究区的具体情况看,吐木休克断裂带以北的阿瓦提凹陷石炭系烃源条件可靠,以往研究也较多,如田作基等(1999)。从乌鲁桥油苗的分析得知,其油源来自石炭—二叠系,但油源并不丰富,阿参1井和胜利1井说明了这一点。阿参1井钻至二叠系未见油气显示;经研究,胜利1井曾经是亿吨级的古油藏,已遭破坏;但是如果新生代时期油源丰富完全具备再次形成油气藏的条件。

吐木休克断裂隆起带油源取决于3个因素:寒武—奥陶系烃源岩新生代能否再次大量排烃、阿瓦提凹陷油源新生代能否越过吐木休克断裂带以及是否存在古油藏。此3个因素均具有不确定性,且该隆起带上的石炭—二叠系尚未进入生油门限。总的看,该构造带的烃源条件不如断裂带以北地区。巴东2井、和1井及和4井的构造均是伴随吐木休克断裂带新近纪强烈逆冲活动形成的,但油气显示仅见于下古生界。例外情况是巴东4井区的背冲断裂影响范围,向北逆冲的主断裂在寒武系底部顺层滑脱,基本未进入上部盖层,因此阿瓦提凹陷油源没有断层遮挡,有可能从北向南运移进入该构造。

从本区的实际地质特点出发,将研究区划分为4类油气聚集区。

### (1) 类有利区

### 1)和田河下游断鼻构造带

其有利条件如下。a 该构造沿两条近南北向的逆断层成带分布,构造可靠, $T_g$ 至 $T_g$ 界面都发育。 $T_g$ 多为断鼻或断背斜; $T_g$ 为背斜、断背斜和鼻状构造; $T_g$ 为背斜和鼻状构造,这是一个受两条逆断层控制的断层褶皱型构造带。b 该构造带油源是本区内最丰富的,本身为阿瓦提凹陷的一部分,西北部为深凹陷,东部为阿瓦提东南斜坡区和阿瓦提东北斜坡区。c 该构造带北端地表见油苗。d 该构造带除形成圈闭的构造外,还有鼻状构造和中 新生界超覆及岩性圈闭。e 该构造带主要目的层是石炭系及其以上地层。不利因素是:该构造带构造幅度和面积小,难以形成较大规模的油气藏。

### 2)巴东 4井区背冲构造

其有利条件是:a 该构造是受西边 BD96224线的近南北向走滑变换断层和南侧反冲断层控制的断展褶皱, $T_g$ 至 $T_g$ 界面均有构造发育,从下到上为断背斜—背斜构造;b 油源主要来自寒武 奥陶系烃源岩的二次排烃和北部的阿瓦提凹陷;c 该构造主要目的层是古生界、寒武 奥陶系灰岩、石炭 二叠系碎屑岩及下二叠统上部的火山岩。不利因素是油源具有不确定性。

### (2) 类有利区

该区指吐木休克断裂隆起带西部,其有利条件如下。a 该带发育的构造占研究区内构造的 50%以上,构造面积和幅度最大的构造均在此带内,14号构造 $T_g$ 界面的面积达 $810\text{ km}^2$ , $T_g$ 面积为 $554\text{ km}^2$ ,幅度分别为 $200\text{ m}$ 和 $150\text{ m}$ ,该构造向西延伸可出研究区,面积、幅度还可能扩大。圈闭线分别为 $750\text{ m}$ 和 $2\ 100\text{ m}$ ,并且该构造尚未钻探。各类构造均与断裂活动有关。b 本带内有探井 3口,巴东 2井、和 1井及和 4井,巴东 2井奥陶系和志留系见到油显示,和 4井在二叠系火山岩中也见油气显示。c 本带上震旦统细晶白云岩和风化壳为储层,以寒武系下部膏岩、盐岩为盖层。在断裂带以南为一套优质储盖组合;具有形成和保存古油藏的可能。d 本带油源主要是寒武 奥陶系灰岩。e 本带目的层以下古生界为主。

不利因素是:a 油源具有不确定性;b 吐木休克断裂带新近纪活动过于强烈,既严重破坏古油藏又不利于新油藏的形成和保存。

### (3) 类区

1)南喀英买力低凸起 该构造带以发育背斜型构造为主。如前所述,研究区以北(研究区外)钻探的胜利 1井综合评价认为曾形成大型油气藏,但已遭破坏。

2)巴楚东凹陷带 该构造主要分布在北部,且与吐木休克断裂带有关,构造面积和幅度均较小。已在该带上钻探和 2井,未见油气显示。

3)阿瓦提东南斜坡区、阿瓦提东北斜坡区、满加尔凹陷和塔中低凸起 这一区内构造/断裂不发育,构造少,构造的面积和幅度小,仅发育一些鼻状构造。已钻探的满西 2井和阿参 1井未见油气显示。

### (4) 类区

指阿瓦提凹陷 该凹陷构造/断裂不发育,新生界厚度大,达数千米,且其生油岩尚未进入生油门限;尚未钻探,综合评价为不利地区。

上述分类评价的 、 类为有利勘探地区,位于和田河下游断鼻构造带上正在钻进

的丰南 1 井已于下二叠统火山岩中见到较好的显示,表明具有良好的勘探前景。类区为较不利地区,目前不适合钻探。

## 参 考 文 献

- 何光玉,赵庆,李树新,雷刚林,齐英敏,谢会文. 2006. 塔里木库车盆地中生代原型分析. 地质科学, **41**(1): 44—53.
- He Guangyu, Zhao Qing, Li Shuxin, Lei Ganglin, Qi Yingmin and Xie Huiwen. 2006. Analysis on Mesozoic prototypes of the Kuqa Basin in Tarim, northwestern China. *Chinese Jour. Geol.*, **41**(1): 44—53.
- 何文渊,李江海,钱祥麟,张臣. 2000. 塔里木盆地巴楚断隆中新生代的构造演化. 北京大学学报(自然科学版), **36**(4): 539—546.
- He Wenyuan, Li Jianghai, Qian Xianglin and Zhang Chen. 2000. The Meso-Cenozoic evolution of Bachu fault-up lift in Tarim Basin. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, **36**(4): 539—546.
- 金文正,汤良杰,王清华,万桂梅,杨文静,余一欣,彭更新. 2007. 新疆库车盆地东秋里塔格构造带新生代的构造演化. 地质科学, **42**(3): 444—454.
- Jin Wenzheng, Tang Liangjie, Wang Qinghua, Wan Guimei, Yang Wenjing, Yu Yixin and Peng Gengxin. 2007. Cenozoic tectonic evolution of the eastern Qiulitag structural belt, Kuqa foreland basin in Xinjiang. *Chinese Jour. Geol.*, **42**(3): 444—454.
- 李坤,赵锡奎,张小兵,叶斌. 2007. 塔里木盆地阿克库勒凸起油气输导体系类型与演化. 地质科学, **42**(4): 766—778.
- Li Kun, Zhao Xikui, Zhang Xiaobing and Ye Bin. 2007. Hydrocarbon migration pathway system types and evolution in the Akekule Rise, Tarim Basin. *Chinese Jour. Geol.*, **42**(4): 766—778.
- 李新民,丁勇,张旭,郭书元,马建新. 2001. 巴楚—麦盖提地区不整合面特征与油气分布关系. 新疆石油地质, **22**(6): 475—477.
- Li Xinmin, Ding Yong, Zhang Xu, Guo Shuyuan and Ma Jianxin. 2001. The relationship between the oil-gas distribution and unconformity character in Bachu-Magati area. *Xinjiang Petroleum Geology*, **22**(6): 475—477.
- 李曰俊,吴根耀,孟庆龙,杨海军,韩剑发,李新生,董立胜. 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.
- Li Yuejun, Wu Genyao, Meng Qinglong, Yang Haijun, Han Jianfa, Li Xinsheng and Dong Lisheng. 2008. Fault systems in central area of the Tarim Basin: geometry, kinematics and dynamic settings. *Chinese Jour. Geol.*, **43**(1): 82—118.
- 苗继军,贾承造,侯向辉,王招明,邹才能,汤良杰,宋玉斌. 2007. 塔里木盆地西部喀什地区新生代褶皱冲断带构造解析. 地质科学, **42**(4): 740—752.
- Miao Jijun, Jia Chengzao, Hou Xianghui, Wang Zhaoming, Zou Caineng, Tang Liangjie and Song Yubin. 2007. Structural analysis on Cenozoic fold-and-thrust belts in Kashi area, western Tarim Basin. *Chinese Jour. Geol.*, **42**(4): 740—752.
- 孙龙德,周新源,王国林. 2005. 塔里木盆地石油地质研究新进展和油气勘探主攻方向. 地质科学, **40**(2): 167—178.
- Sun Longde, Zhou Xinyuan and Wang Guolin. 2005. Contributions of petroleum geology and main directions of oil-gas exploration in the Tarim Basin. *Chinese Jour. Geol.*, **40**(2): 167—178.
- 孙龙德,李曰俊,江同文,杨海军. 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.
- Sun Longde, Li Yuejun, Jiang Tongwen and Yang Haijun. 2007. The Central Tarim Lower Uplift: a composite hydrocarbon accumulation play in the Tarim Basin, NW China. *Chinese Jour. Geol.*, **42**(3): 602—620.
- 田作基,宋建国,罗志立,罗蛰谭,彭大钧,于汇津. 1999. 塔里木阿瓦提前陆盆地构造特征及油气远景. 新疆石油地质, **20**(3): 193—198.
- Tian Zuoji, Song Jianguo, Luo Zhili, Luo Zhetan, Peng Dajun and Yu Huijin. 1999. Structural characteristics and hydrocar-

- bon potential in Awat foreland basin, Tarim Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, **20**(3): 193—198.
- 吴根耀,马 力. 2002 “盆”“山”耦合和脱耦:含油气盆地研究的新思路. 见:中国石油学会石油地质专业委员会编,油气盆地研究新进展第一辑. 北京:石油工业出版社. 20—36.
- Wu Genyao and Ma Li. 2002. Orogeny and coupled/decoupled basin developing: A new thinking for study on petroliferous basin in: Petroleum Geology Committee of Petroleum Society of China ed. Contributions of Petroliferous Basin Study. Vol 1. Beijing: Petroleum Industry Press. 20—26.
- 吴根耀,马 力. 2003 “盆”“山”耦合和脱耦在含油气盆地分析中的应用. 石油实验地质, **25**(6): 648—660.
- Wu Genyao and Ma Li. 2003. Orogeny and coupled basin developing: application in petroliferous basin analyses. *Petroleum Geology & Experiment*, **25**(6): 648—660.
- 吴根耀,马 力. 2004 “盆”“山”耦合和脱耦:进展,现状和努力方向. 大地构造与成矿学, **28**(2): 81—97.
- Wu Genyao and Ma Li. 2004. Orogeny and coupled/decoupled basin development: A review. *Geotectonica et Metallogenia*, **28**(2): 81—97.
- 肖安成,杨树锋,李曰俊,王清华,陈汉林,程晓敢. 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.
- Xiao Ancheng, Yang Shufeng, Li Yuejun, Wang Qinghua, Chen Hanlin and Cheng Xiaogan. 2005. Main period for creation of fracture system in the Bachu Uplift, Tarim Basin. *Chinese Jour Geol*, **40**(2): 291—302.
- 杨海军,李曰俊,冯晓军,郑 民,张春莲,赵 岩. 2007a 塔里木盆地玛扎塔格构造带断裂构造分析. 地质科学, **42**(3): 506—517.
- Yang Haijun, Li Yuejun, Feng Xiaojun, Zheng Min, Zhang Chunlian and Zhao Yan. 2007a. Analysis on thrustings of the Mazhatage structural belt in the Tarim Basin. *Chinese Jour Geol*, **42**(3): 506—517.
- 杨海军,郝 芳,韩剑发,蔡忠贤,顾乔元. 2007b 塔里木盆地轮南低凸起断裂系统与复式油气聚集. 地质科学, **42**(4): 795—811.
- Yang Haijun, Hao Fang, Han Jianfa, Cai Zhongxian and Gu Qiaoyuan. 2007b. Fault systems and multiple oil-gas accumulation play of the Lunan Lower Uplift, Tarim Basin. *Chinese Jour Geol*, **42**(4): 795—811.
- 张一伟,金之钧,刘国臣,李京昌. 2000. 塔里木盆地环满加尔地区主要不整合形成过程及剥蚀量研究. 地质前缘, **7**(4): 449—457.
- Zhang Yiwei, Jin Zhijun, Liu Guochen and Li Jingchang. 2000. Study on the formation of unconformities and the amount of eroded sedimentation in Tarim Basin. *Earth Science Frontiers*, **7**(4): 449—457.
- 赵孟军,宋 岩,秦胜飞,柳少波,洪 峰,傅国友,达 江. 2007. 中国中西部4种新生代挤压盆地成藏地质条件及成藏期次. 地质科学, **42**(2): 234—252.
- Zhao Mengjun, Song Yan, Qin Shengfei, Liu Shaobo, Hong Feng, Fu Guoyou and Da Jiang. 2007. Geological conditions and oil-gas filling periods of 4 type Cenozoic compressional basins in central-western China. *Chinese Jour Geol*, **42**(2): 234—252.
- 郑 民,雷刚林,黄少英,吴 超,罗慎超,李曰俊. 2007. 南天山西段南缘断裂构造特征及对乌什凹陷发育的控制作用. 地质科学, **42**(4): 639—655.
- Zheng Min, Lei Ganglin, Huang Shaoying, Wu Chao, Luo Shenchao and Li Yuejun. 2007. Features of fault structure in southern margin of west segment of the South Tianshan, and its control to evolution of the Wushi Sag. *Chinese Jour Geol*, **42**(4): 639—655.
- 郑显华. 1995. 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. 石油实验地质, **17**(2): 114—120.
- Zheng Xianhua. 1995. The reconnaissance advisement and the character of petroleum geology of west Tarim Basin, Bachu-Margati area. *Experiment Petroleum Geology*, **17**(2): 114—120.
- 朱德丰,刘和甫,吴根耀. 2008. 塔里木盆地西部吐木休克断裂带的主要特征和构造演化. 地质科学, **43**(2): 209—227.
- Zhu Defeng, Liu Hefu and Wu Genyao. 2008. Main characteristics and structural evolution of the Tumuxuk fault zone in the western Tarim Basin. *Chinese Jour Geol*, **43**(2): 209—227.

## Main petroleum geological characteristics and oil-gas potentials in the western Tarim Basin

Zhu Defeng<sup>1</sup> Liu Hefu<sup>2</sup> Xiao Deming<sup>2</sup> Cai Xiyuan<sup>2</sup> Guo Zhanqian<sup>2</sup>

(1. Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Company Ltd., Daqing, Heilongjiang 163712;

2. School of Energy Sources, China University of Geosciences, Beijing 100083)

### Abstract

There were two main structural units in the studied area: northern part of the Bachu Fault-Uplift (sub-order unit of the Central Rise) and southern part of the Awat Sag (sub-order unit of the North Depression), separated each other by the Tumxuk fracture. The ages and types of the source rocks were analysed detailly, which showed the dark argillites and carbonate rocks in ages of Cambrian-Ordovician and Carboniferous being two main source layers. The conditions of reservoiring and preservation were discussed, which revealed there occurring seven reservoir beds with good or medium quality, and ten - or -type covers. There existed five source-reservoir-cap rock associations, namely, the Sinian-lower Cambrian, upper Cambrian-Ordovician, middle-lower Carboniferous, upper Carboniferous-Permian and Triassic-Neogene. The accumulation ages might be mainly controlled by ages of reservoir-cap formation, trap creation and hydrocarbon-discharge. The Tumxuk fault was an important boundary fracture during geohistory, with two extensively thrustings in the latest Permian and in Neogene respectively. Correspondingly, the most important and beneficial accumulation periods were the latest Permian and Neogene, and for the latter, the secondary generation accumulation in later stage should be emphasized. Based on what mentioned above, the oil-gas potentials of the studied area were estimated, and the structures in the lower reach of the Hetian River and Well Badong No. 4 region might be exploration targets in near future.

**Key Words** Source rocks, Reservoirs, Preservation conditions, Source-reservoir-cap rock associations, Oil-gas potentials, The western Tarim Basin

## “地质科学”44卷第1期要目预览

|   |      |
|---|------|
| 塔里木盆地二叠纪火成岩的同位素年代学 .....                | 张洪安等 |
| 青藏高原东北缘若尔盖盆地晚新近纪地层的多重划分与对比 .....        | 盛海洋  |
| 东海陆架盆地西湖凹陷新生代反转构造样式及其形成机制初探 .....       | 刘卫红等 |
| 松辽盆地北部白垩纪末反转变形的三维构造物理模拟 .....           | 陈均亮等 |
| 西藏羌塘盆地北部托纳木地区上侏罗统雪山组沉积相研究 .....         | 金 玮等 |
| 鲁西隆起北侧博兴洼陷新生界碎屑重矿物记录及其对构造古地理环境的指示 ..... | 许承武等 |
| 断裂输导在我国高效和中效聚集的大、中型气田形成中的作用 .....       | 付 广等 |

(下转第 517 页)