

准噶尔盆地腹地石油地质特征与找油领域

李溪滨 买光荣 况 军 贾希玉

(新疆石油管理局, 克拉玛依 83400)

准噶尔盆地腹地为前寒武系结晶基底和泥盆、石炭系浅变质基底, 分6个构造-沉积演化阶段, 具5凸4凹共9个二级构造单元, 下二叠统风城组、上二叠统下乌尔禾组和侏罗纪煤系为3套烃源层, 有三套油气生储盖组合, 莫索湾凸起、白家海凸起、三南凸起和中拐-达巴松凸起是有利的油气聚集区。

关键词 准噶尔盆地 构造-沉积演化阶段 烃源岩 二叠系 侏罗系 油气远景评价

第一作者简介 李溪滨, 男 58岁 教授级高工 石油地质

准噶尔盆地腹地近几年已成为盆地的主要油气勘探区, 面积40000 km²。目前, 已在白家海凸起和莫索湾凸起上钻获油气流, 展示出良好的油气勘探前景。本文旨在探讨油气生成和分布规律, 为进一步的勘探提供依据。

一、构造-沉积特征

(一) 基底属性及时代

关于准噶尔盆地基底的属性和时代已讨论多年。归纳起来有三种论点, 第一种认为基底属前寒武系结晶地块^[1-3]; 第二种认为是海西褶皱基底^[4]; 第三种则认为基底是洋壳或是拉薄了的陆壳^{*}。作者通过对重力、磁力、地震、钻井及区域地质等地球物理和地质信息叠合分析, 认为准噶尔盆地基底由南、北两个属性及时代迥异的地体拼贴而成, 拼贴带位于三个泉隆起轴部, 呈北西向展布。盆地腹地主体位于南部地体之上。

南部地体主要由岩浆岩变质的正变质岩构成, 属前寒武系结晶岩体, 其上叠置了泥盆、石炭纪浅变质岩系; 北部地体主要是下古生界变质的副变质岩, 上叠了泥盆、石炭系浅变质岩层^{**}。

石炭纪末, 准噶尔盆地统一基底形成后, 其上基本上连续沉积了二叠系—第四系的海相至陆相沉积盖层。至于泥盆、石炭系浅变质岩层归属盖层或基底的问题, 笔者认为从含油气盆地概念考虑, 可将其归入基底, 因为无论从勘探深度或含油气性评价, 盆地腹地二叠系已为油气勘探底界极限层位。所以, 准噶尔盆地腹地基底具二重性, 即前寒武系结晶基底和其上叠置的泥盆、石炭系浅变质基底。

收稿日期: 1992-03-09 改回日期: 1992-08-25

* 许靖华, 残余孤后盆地, 识别原则和中国存在的新例证, 石油地质科技动态, 1988。

** 况 军, 地体拼贴与准噶尔盆地形成演化, 1991。

(二) 构造-沉积演化阶段

从基底属性及构造沉积演化史分析,盆地腹地具有中间地块型的复合叠加盆地特征。自晚古生代至第四纪先后经历了:(1)台地型海相盆地,(2)前陆型海相盆地,(3)裂陷型残留海相盆地,(4)坳陷型陆相盆地,(5)振荡型陆相盆地,(6)收缩型陆相盆地等6个构造-沉积演化阶段^[5]。其中,裂陷型残留海相盆地至坳陷型陆相盆地时期为烃源岩发育极盛期,振荡型陆相盆地时期广泛发育储集岩层(表1)。

表1 基底、盖层地震地质关系及演化表

地 层 系 统			波组代号	接 触 关 系	构造-沉 积 演 化 阶 段	层 序
界	系	群 (组)				
新 生 界	第四系	西域组	Et ₁ Kt ₁ Jt ₅ Jt ₄ Jt ₃ Jt ₂ Jt ₁ Tt ₁ Pt ₂ Pt ₁ Ct ₁ Ct ₃	~~~~~不 整 合~~~~~ ——局部不整合—— ~~~~~不 整 合~~~~~	收缩型陆相盆地	沉 <

(三) 构造单元划分及局部构造特征

准噶尔盆地自晚古生代至第四纪经历了海西—喜马拉雅多旋回构造作用,盆地边缘产生了冲断推覆、走滑推举、重力滑脱等多种构造变形,但盆地腹地由于刚性基底的砥柱作用,仅在盆地发展早期的裂陷和坳陷期,形成一些宽阔的隆凹构造及少数基岩生长型、披覆型褶皱和断裂。三叠纪之后,盆地腹地主要表现为整体的隆升-沉降活动及晚期的向南收缩沉降,无论隆凹型还是褶断型构造活动都非常微弱,仅在早燕山构造幕形成了少数宽缓的褶皱和断裂。

据二叠纪的构造变形和沉积作用,可将盆地腹地划分出5凸4凹共9个二级构造单元,即中拐-达巴松凸起、三南凸起、白家海凸起、莫索湾凸起、炮台凸起、玛湖凹陷、盆1井凹陷、漠区凹陷和昌吉凹陷。其中,背斜和断裂多分布在凸起构造上,凹陷则为烃源岩发育区(图

1)。目前全区发现并落实的圈闭有14个(表2)。

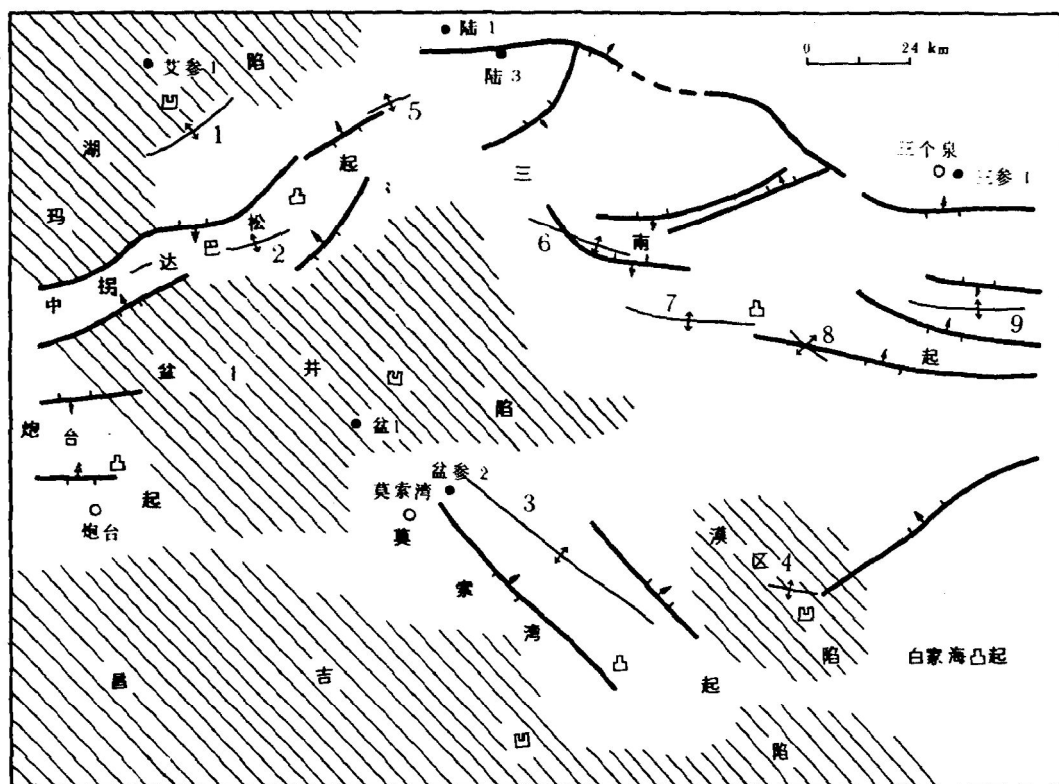


图1 准噶尔盆地腹地构造单元划分图

表2 圈闭特征、性质表

序号	圈闭名称	类型	形成期	构造位置	圈闭层位
1	玛湖背斜	基岩生长型	晚海西	中拐-达巴松凸起	P
2	玛南背斜	基岩生长型	晚海西	中拐-达巴松凸起	P
3	夏盐背斜	基岩生长型	晚海西	中拐-达巴松凸起	P
4	陆3井断块	断褶型	晚海西	中拐-达巴松凸起	P
5	石南3号西背斜	披覆型	晚海西—燕山	三南凸起	P, T, J
6	石南2号背斜	披覆型	晚海西—燕山	三南凸起	P, T, J
7	石南2号鼻状构造	披覆型	晚海西—燕山	三南凸起	P, T, J
8	滴水泉背斜	披覆型	晚海西—燕山	三南凸起	P, T, J
9	石南2号冲积扇	砂体		三南凸起	J
10	石南3号背斜	披覆型	晚海西—燕山	三南凸起	P, T, J
11	盆1井背斜	披覆型	燕山	莫索湾凸起	J
12	莫索湾背斜	基岩生长-披覆型	晚海西—燕山	莫索湾凸起	P, T, J
13	东道海子背斜	基岩生长型	晚海西	漠区凹陷	P
14	白家海鼻状构造	基岩生长型	晚海西—燕山	白家海凸起	P, T, J

二、油气生成及运移、聚集

(一) 烃源岩空间分布及热演化史

准噶尔盆地腹地存在三套烃源层。

1. 下二叠统风城组

盆地西北缘下二叠统风城组是已证实的可信烃源岩(表3),与之相对应的盆地东南下二叠统塔什库拉组亦具有生烃能力。风城组为盆地裂陷期残留海相沉积,主要分布在玛湖凹陷、盆1井凹陷、漠区凹陷和昌吉凹陷内。位于中拐地区的拐4井和莫索湾背斜上的盆参2井的侏罗系原油经对比与该层有一定的相关性。

表3 下二叠统风城组空间分布、有机质丰度和类型

凹 陷	面 积 (km ²)	最大厚度 (m)	体 积 (km ³)	有机碳 (%)	氯仿沥青“A” (ppm)	总 烃 (ppm)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	有机质类型
玛湖凹陷	6340	1800	7608	1.26	1493	820	7.3	I
盆1井凹陷	5000	1000	3750					
昌吉凹陷	13900	1000	11000	0.86	721	648	0.32	I
漠区凹陷	1000	700	350					

热演化史研究表明,二叠纪末玛湖凹陷风城组有机质基本上已达到成熟阶段,凹陷中央达到生油高峰期;盆1井凹陷大部分地区达到成熟阶段,凹陷中央达到生油高峰期;漠区凹陷和昌吉凹陷中风城组热演化程度较低,刚进入成熟门限。三叠纪为各凹陷风城组的生烃时期。三叠纪末,玛湖凹陷风城组除边缘处于生油高峰阶段外,多已达到凝析油-湿气阶段;盆1井凹陷风城组处于生油高峰期,中央部位达到凝析油-湿气阶段;漠区、昌吉两凹陷风城组达到生油高峰期。侏罗纪末,各凹陷中的风城组已全部进入凝析油-湿气阶段,玛湖凹陷中部风城组有机质已进入干气阶段。

2. 上二叠统下乌尔禾组

盆地西北缘上二叠统下乌尔禾组、东部平地泉组和南缘的芦苇沟-红雁池组为等时性湖相细粒沉积物,皆为盆地的重要烃源层(表4)。盆地西北缘油区的部分原油和东部油区原油,以及拐4井和盆参2井部分原油,皆与此烃源层有可比性。在构造-沉积演化上,晚二叠世继承了早二叠世的凹隆格局并整体下拗,呈填平补齐式沉积,沉积空间远大于下二叠统,除了在凹陷中有巨厚的沉积外,在凸起带上亦有一定厚度的分布。

表4 上二叠统下乌尔禾组分区有机质丰度和类型

分 区	有机碳 (%)	氯仿沥青“A” (ppm)	总 烃 (ppm)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	有机质类型
西北缘	1.01	283	100	0.277	I
南缘	10.02—1.96	3949—1369	1433—537	42.26—2.6	I
东部	1.85—4.15	1141—2656		8.83—36.97	I

上二叠统烃源岩为盆地坳陷期形成, 其后盆地处于振荡活动期, 故烃源岩有机质热演化速度慢。三叠纪末, 玛湖、盆1井、漠区和昌吉凹陷仅中心部位达到成熟阶段, 其外部广大区域尚为未成熟。侏罗纪为各凹陷上二叠统烃源岩大量生烃期; 末期, 各凹陷均已达到生油高峰阶段, 凹陷中央部位达到凝析油-湿气阶段。白垩纪末, 各凹陷之间凸起上的上二叠统烃源岩亦达到了生油高峰阶段, 凹陷则已进入干气阶段。

3. 侏罗纪煤系

早、中侏罗世, 盆地为河流—湖沼沉积环境, 沉积了一套碳质泥岩、煤、泥岩交互的煤系, 盆地南缘山前众多地面油气苗及齐古油田的原油, 以及盆地腹地莫索湾背斜中的轻质油及天然气和彩南油田中的油气皆源于此层系。侏罗纪煤系广泛披盖于盆地腹地, 厚度稳定在800—1200 m。

区内侏罗煤系热演化程度不高, 盆参2井在4500 m处实测 R_o 值只达到成熟阶段。若以4500 m埋深作为生烃门限, 则煤系生烃区仅局限于腹地区南部, 以昌吉凹陷为最佳。

(二) 油气运移分析

盆地腹地下二叠统烃源岩大量生烃期为三叠纪, 故根据三叠纪时下二叠统几何形态图, 可对其油气运移进行定性的判别、分析^[6] (图2), 确定出7个生烃区块油气汇聚的指向地, 它们是: (1) 玛湖凹陷南侧油气向中拐—达巴松凸起上运移汇聚; (2) 盆1井凹陷西北部油气向中拐—达巴松凸起上运移汇聚; (3) 盆1井凹陷东北部油气向三南凸起上运移汇聚; (4) 盆1井凹陷东南部的油气向莫索湾凸起上运移汇聚; (5) 昌吉凹陷的油气向莫索湾凸起上运移汇聚; (6) 漠区凹陷西部油气向莫索湾凸起上运移汇聚; (7) 漠区凹陷东部的油气向白家海凸

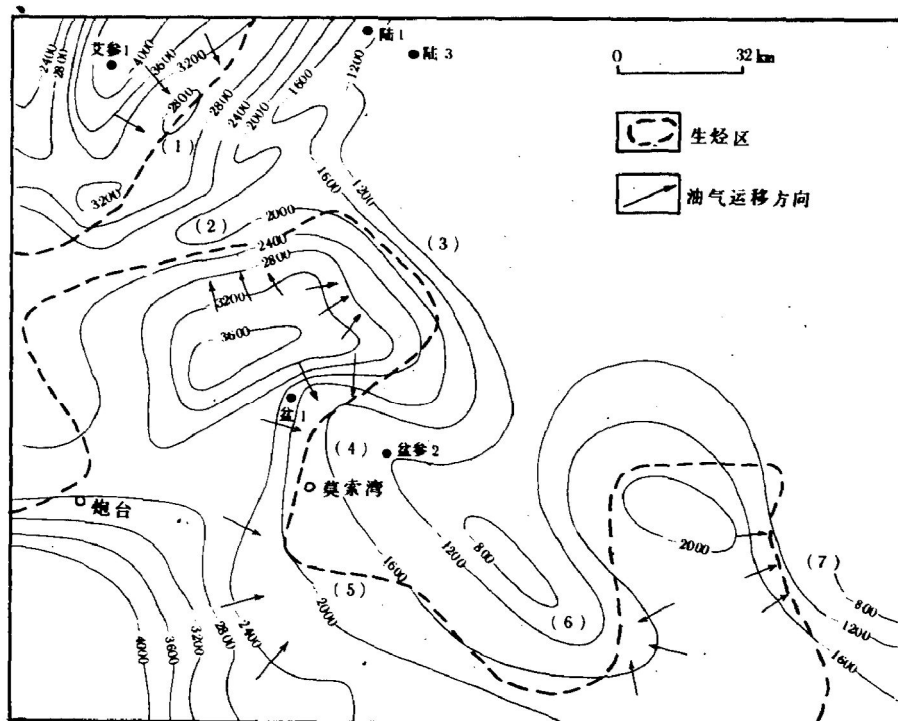


图2 准噶尔盆地腹地下二叠统油气运移指向图

起上运移汇聚。

上二叠统烃源岩的大量生烃期为侏罗纪, 据当时上二叠统的几何形态, 确定出该统油气运移的6个汇聚区(图3): (1) 玛湖凹陷东侧油气向中拐-达巴松凸起上运移汇聚; (2) 盆1井凹陷北部的油气向中拐-达巴松凸起上运移汇聚; (3) 盆1井凹陷东北部的油气向三南凸起上运移汇聚; (4) 盆1井凹陷西部油气向炮台凸起上运移汇聚; (6) 漠区凹陷东部油气向白家海凸起上运移汇聚。

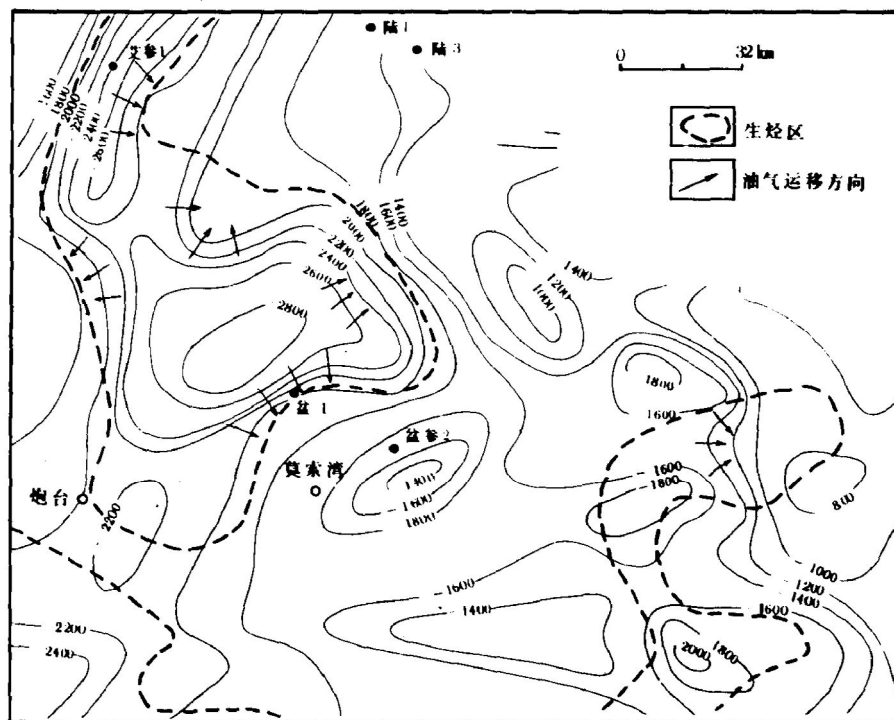


图3 准噶尔盆地腹地上二叠统油气运移指向图

根据侏罗纪煤系的沉积和埋藏受热史, 确定煤系生烃区处于盆地南半部, 主体位于昌吉凹陷内, 向北可部分叠置在莫索湾凸起和漠区凹陷之上。从侏罗纪煤系几何形态图, 亦见莫索湾凸起伸入到煤系生烃区内, 分别形成了两个油气汇聚流运移区(图4)。目前, 已在白家海凸起顶部发现了油气源于煤系的彩南油田, 在莫索湾凸起上的盆参2井亦见到丰富而活跃的煤成油气的显示。

(三) 油气有利聚集区分析

据盆地腹地的凹陷构造格局、烃源岩分布、油气运移、油气生成期与构造形成期的配位关系分析, 有4个油气聚集有利地区。

1. 莫索湾凸起

为一大型生长型凸起构造, 二叠纪早期即已形成, 生长活动一直持续到侏罗纪中晚期。为盆1井、漠区和昌吉三凹陷环绕并且是它们的油气汇聚流运移指向区。其上发育的莫索湾背斜上二叠统圈闭而积超过1000 km², 是准噶尔盆地迄今发现的最大背斜构造。目前施工的盆参2井已在侏罗系中见到多层油气显示。

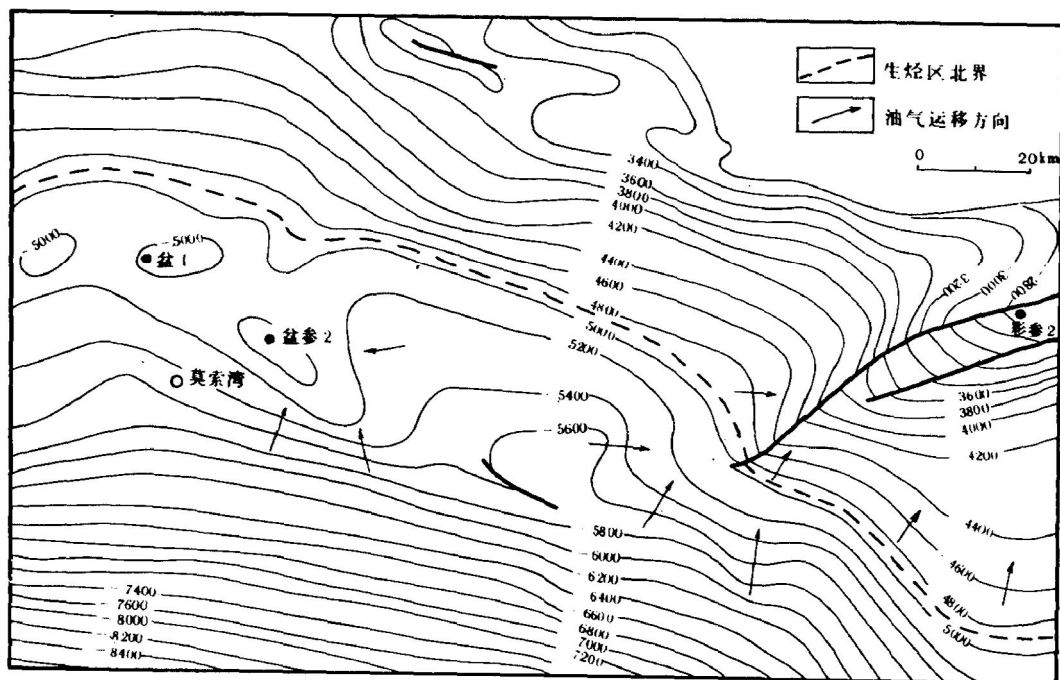


图4 准噶尔盆地腹地侏罗纪煤系油气运移指向图

2. 白家海凸起

是早二叠世形成的大型凸起，隆升幅度较大，不仅接受二叠系油气，且是侏罗系油气的有利运移指向区，已发现彩南油田，油源对比表明油源层为侏罗纪煤系。

3. 三南凸起

二叠纪初开始隆升，侏罗纪中晚期停止活动。构造活动时间长，隆起幅度大，构造变形较为强烈，发育了一系列背斜和断裂。该凸起主要接纳盆1井凹陷的油气，故对其评价是西段优于东段。值得一提的是该凸起上发育若干自下而上断至中上侏罗统的断裂，这对深层油气向上运移极为有利。目前，已在其石南3号西背斜上钻探井1口。

4. 中拐-达巴松凸起

是玛湖凹陷和盆1井凹陷之间的低凸起带。二叠纪初形成，二叠纪末基本定型，但在中拐地区有燕山运动痕迹。是玛湖凹陷和盆1井凹陷油气有利聚集区。其西端中拐地区的拐4井已在侏罗系和三叠系中见到良好油气显示，并在侏罗系上部层位试出工业性油气流。

三、成藏特征

(一) 生、储、盖组合特征

盆地腹地可确定出三大套生、储、盖组合：其一，风城组为生油层，夏子街组为储层，下乌尔禾组为盖层；其二，下乌尔禾组生油，上乌尔禾组和中下三叠统为储层，上三叠统为盖层；其三，为侏罗系的自生、自储、自盖组合。盆参2井已在莫索湾背斜侏罗系发现超压层，对油、气有着极好的封闭作用（表5）。

表5 生、储、盖组合表

地层单位	生、储、盖层
侏罗系	自生自储自盖型
上三叠统	盖层
中、下三叠统	储层
上乌尔禾组	储层
下乌尔禾组	生烃层、盖层
夏子街组	储层
风城组	生烃层

(二) 莫索湾背斜成藏条件

盆参2井在莫索湾背斜的头屯河组 (J_{2t}) 和西山窑组 (J_{2x}) 中试出小产量油流, 另在三工河组 (J_{1s}) 和八道湾组 (J_{1b}) 中钻遇多层高压油气层。有机地化资料表明莫索湾背斜头屯河组和西山窑组的原油源于二叠系, 并受到生物降解作用。三工河和八道湾组中的天然气和凝析油则源于侏罗纪煤系, 属煤成油气。

1. 头屯河组和西山窑组油藏为残余次生油藏

中侏罗世 (西山窑期) 末的早燕山构造运动, 使莫索湾背斜侏罗系褶皱变形, 并在背斜翼部产生下切至二叠系的正断层, 使深层三叠-二叠系中已聚集的油气 (源自二叠系烃源岩) 沿断层向上运移至浅层侏罗系中聚集乃至逸散于地表, 这就是造成头屯河-西山窑组中的原油遭受生物降解的主要原因, 并形成残余次生型油藏。

2. 三工河组和八道湾组油气藏属自生自储型油气藏

早燕山运动之后, 正断层封闭阻绝了深层二叠系油气与上部的联系。白垩-第三系沉积后, 三工河组顶部的超压层又隔绝了该组与上覆层系的联系。随着侏罗纪煤系的成熟排烃及向莫索湾背斜运移汇聚, 在三工河组和八道湾组中聚集形成自生自储型油气藏。正是由于三工河

组顶部超压层这一优良的油气盖层, 使得三工河组和八道湾组中聚集了大量的超压凝析油和天然气。

3. 深层三叠-二叠系有良好的油气勘探前景

莫索湾背斜深层三叠-二叠系圈闭是二叠系油气的有利聚集场所, 因为该背斜与周缘二叠系沉积凹陷的油气生成、运移在时间和空间上呈良好的配置组合; 且背斜中头屯河组和西山窑组的残余次生油气藏也显示深层有二叠系油气聚集 (图5)。

(三) 区域成藏模式

通过对莫索湾背斜的成藏条件分析, 结合盆地腹地地区构造、沉积和油气生成、运移、聚集条件, 综合该区油气成藏模式如下:

1. 晚海西-印支期形成的圈闭主要接纳二叠系油气, 属自生成藏和它生成藏类型

盆地腹地深层二叠-三叠系圈闭构造皆为海西-印支期形成, 就时间而言, 圈闭形成期早于油气生成-运移期或与之同

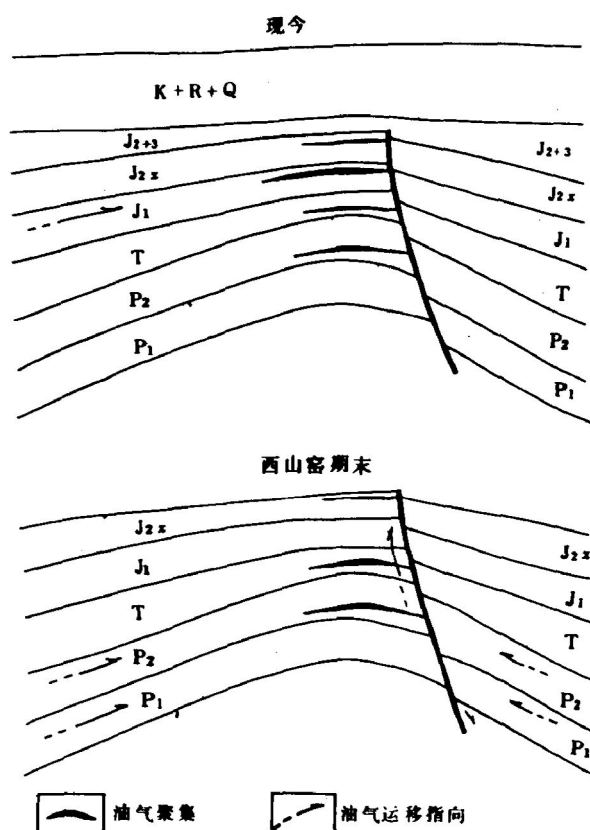


图5 莫索湾背斜油气成藏模式

步;从空间配位看,这些圈闭多位于油气运聚的有利地区。其中,二叠系油气藏,属自生成藏类型;三叠系油气藏,属它生成藏类型。

2. 早燕山运动形成的圈闭既可是接纳侏罗系煤成油气,又可接纳深层二叠系油气,具有自生成藏、它生成藏和多期混源成藏三种类型

中侏罗世(西山窑期)末,来自盆地东部的挤压应力和北西向扭应力使盆地腹地侏罗系褶皱变形,产生了北东向横贯全区的低隆起带;同时产生了北东向和北西向西正断层。莫索湾、三南及白家海三凸起的侏罗系背斜圈闭及正断层和中拐地区的侏罗系圈闭皆为此期形成。

侏罗系圈闭有三种成藏模式:一是接纳自身的煤系油气形成自生自储型油气藏,属自生成藏类型,彩南油田属此;二是接纳深层二叠系油气形成的浅层次生油气藏,属它生成藏类型,拐4井油藏属之;三是在早期接纳深层二叠系油气,晚期又接纳了侏罗系煤系油气,属混源成藏类型,莫索湾背斜侏罗系油气藏属此。三南凸起距侏罗系生烃区远,推测以二叠系油源为主,可望在侏罗系中形成源自二叠系油气的次生油气藏(图6)。

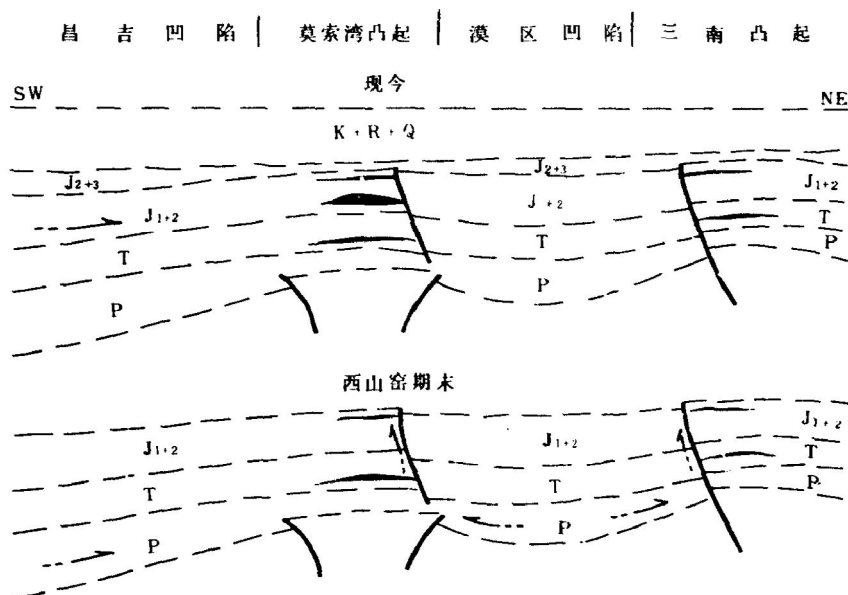


图6 准噶尔盆地腹地油气成藏模式示意图

(四) 油气藏类型预测

准噶尔盆地腹地存在多种类型的圈闭,有背斜、鼻状背斜、断块、不整合、超覆尖灭、岩性体等。结合构造-沉积特征及油气生、运、聚条件分析,预测区内存在多种类型的油气藏。

1. 二叠系以背斜油气藏为主,其次可能发育断块、断鼻、超覆尖灭和不整合型油气藏

盆地腹地三叠系发育大型、宽阔的背斜圈闭,广泛分布在中拐-达巴松凸起、莫索湾凸起和三南凸起上,是接纳二叠系油气的优良圈闭。此外,下二叠统在白家海凸起上被剥蚀,上二叠统则超覆沉积其上,可形成不整合及超覆尖灭油气藏。在三南凸起上,二叠系被断层切割,并被剥蚀尖灭,故可形成断块、断鼻和不整合型油气藏。莫索湾凸起下二叠统呈削截特征,且为断层断开,故可能形成断层遮挡和不整合型油气藏。

2. 三叠系主要发育背斜型油气藏,断鼻、断块型次之

三叠系广泛披盖于盆地腹地,构造变形较二叠系微弱,圈闭幅度和范围都小于二叠系圈闭。在三南凸起上,三叠系变形较为复杂、剧烈,并发育断裂。因此,三叠系油气藏应以背斜型为主,断鼻和断块型为辅。

3. 侏罗系有复杂的油气藏类型组合,可能存在背斜、断鼻、不整合、岩性体及复合型油气藏

表6 油气藏类型及分布区预测表

层系	油气藏类型	主要分布区
侏罗系	背斜型	三南凸起、莫索湾凸起
	断鼻型	三南凸起
	不整合型	莫索湾凸起
	岩性型	三南凸起
	复合型	白家海凸起
三叠系	背斜型	三南凸起、莫索湾凸起
	断鼻型	三南凸起
	断块型	三南凸起
二叠系	背斜型	三南、中拐-达巴松和莫索湾凸起
	断块型	三南凸起
	断鼻型	三南凸起
	超覆尖灭型	三南凸起、白家海凸起
	不整合型	三南、莫索湾、白家海凸起

就勘探深度而言,盆地腹地侏罗系为现实的油气勘探层。受早燕山构造运动的影响,侏罗系有较弱的构造变形和断裂活动,形成了为数不多的、在幅度和范围上都很小的背斜圈闭和不整合圈闭。目前,已发现莫索湾背斜型油气藏和拐4井不整合型油气藏。此外,侏罗系发育有湖泊、河流、三角洲、扇沉积体系,不仅可形成单独的砂体圈闭,而且在隆起背景上可形成复合型油气藏,彩南油田可能即属此类(表6)。

参 考 文 献

- 1 吴庆福等. 准噶尔盆地地质结构及找油新启示. 新疆石油地质, 1982, 3 (3): 1—20.
- 2 张耀荣. 准噶尔盆地重磁场特征与基底结构. 新疆石油地质, 1982, 3 (5): 1—5.
- 3 吴庆福. 准噶尔盆地构造演化与找油领域. 新疆地质, 1986, 4 (3): 1—19.
- 4 王尚文等. 中国石油地质学. 北京: 石油工业出版社, 1983, 300—306.
- 5 况 军等. 准噶尔盆地腹部构造演化及油气前景分析. 新疆石油地质, 1991, 12 (1): 15—12.
- 6 况 军. 试探油气运移中的聚散及计算模式. 石油勘探与开发, 1990, 17 (6): 35—40.

PETROLEUM GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND OIL PROSPECTS IN CENTRAL JUNGGAR BASIN

Li Xibing Mai Guangrong Kuang Jun Jia Xiyu

(Xinjiang Petroleum Administration, Karamay)

Abstract

The basement of the hinterland of Junggar Basin consists of two layers, the Precambrian crystalline and the Devonian-Carboniferous slightly metamorphic basement. From Permian to Quaternary, the hinterland experienced six structural-sedimentary stages: 1. platform marine basin; 2. foreland marine basin; 3. taphrogenic remnant marine basin; 4. depressed continental basin; 5. oscillation continental basin and 6. constriction continental basin. Nine secondary structural units can be divided and Zhongguai-Dabasong, Sannan, Baijiahai, Muosuowan uplifts are favourable for hydrocarbon accumulation.

The Permian Fengcheng (P_{1f}), lower Wuerhe (P_{2w}) Formations and the Jurassic coal measures (J_{1+2}) are source beds in the area. Triassic-Permian traps formed in late Hercynian—Indo-China epoch received mainly oil and gas from Permian source rocks and belong to allogenic type; Jurassic traps formed in early Yenshan epoch received oil and gas from Permian and Jurassic source rocks, and belong to autogenetic and combined types.