

文章编号: 0253-9985(2003)04-0346-05

巴楚-麦盖提地区油气成藏的输导系统

余晓宇^{1,2}, 施泽进¹, 刘高波¹

(1. 成都理工大学能源学院, 四川成都 610059; 2. 中国石化石油勘探开发研究院新区勘探研究所, 湖北荆州 434100)

摘要: 巴楚-麦盖提地区油气运移通道以断裂、不整合面、储层孔、洞、缝为主, 且相互联通构成输导网络; 在8期主要不整合中, T_6^0 、 T_5^5 不整合面在全区为开启, T_7^0 、 T_4^4 不整合面在巴楚隆起南界断裂构造带为开启; 由于多期构造活动, 断裂、孔、洞、缝均为有效开启, 为有效油气运移通道。根据油气动态成藏原理分析, 加里东晚期-海西早期, 主通道为下寒武统白云岩孔、洞、缝系统, 且分布于阿瓦提凹陷巴楚隆起东北部地区; 海西晚期-末期, 巴楚隆起东北部边界断裂、 T_6^0 不整合面和下寒武统孔、洞、缝系统为主通道; 喜山期, 主通道为 T_6^0 、 T_5^5 、 T_4^4 不整合面、巴楚隆起南界断裂带, 且主要分布于麦盖提斜坡巴楚隆起南界地区。

关键词: 通道; 运移; 不整合面; 断裂; 系统; 动态成藏

第一作者简介: 余晓宇, 男, 40岁, 高级工程师, 石油物探

中图分类号: TE112.12

文献标识码: A

巴楚-麦盖提地区跨越中央隆起区巴楚隆起和西南坳陷区麦盖提斜坡, 北邻柯坪断隆, 北东接阿瓦提断陷, 东南与塘古巴斯凹陷相连。巴楚隆起夹持在阿恰断裂-吐木休克断裂带和色力布亚断裂-玛扎塔格断裂带之间, 为一大型北冲断隆。在此背景下, 其构造形态可分为东、西两段: 东段呈NW向展布, 西段为NNW向展布, 由西向东依次为色力布亚构造带、西部凹陷、乔硝尔盖断裂和勒牙里塔格中部凸起, 东部斜坡及阿恰构造带; 南北呈两凸夹一凹的格局, 即南段的玛扎塔格构造带、中部宽缓的大型向斜, 北段吐木休克构造带。而麦盖提斜坡则为单一南倾的区域性大斜坡^[1]。

1 通道的类型及有效性

巴楚-麦盖提地区的油气运移通道以断裂系统、不整合面、储层孔、洞、缝系统为主。并且相互联通从而构成复杂的网络系统^[2~4]。

1.1 不整合

不整合面的通道作用在很大程度上取决于其上下岩性、物性及输导能力。若不整合面上下均为储集层, 或其上下一侧为储集岩, 可视为开启(或有效); 若不整合面上下均为非储集层(致密层), 则应视为封闭(或无效)。巴楚-麦盖提地区的不整合面具有上述性质, 不同不整合或同一不整合的不同地段, 对油气疏导能力具有较大的差别。

据地震解释及钻井揭示, 该区发育有8期重要的不整合界面, 即: T_7^0 (S/O), T_6^0 (C/AnC), T_5^5 (C₂/C₁), T_4^4 (P₁k/P₁n), T_3^0 (P₂/P₁, E/AnE), T_2^0 (N₁/E), T_1^0 (N₂/AnN₂, Q/AnQ), 其中 T_7^0 、 T_6^0 、 T_5^5 不整合面普遍存在且分布较广(表1)。

T_7^0 (S/O)面: 为志留-泥盆系与中上奥陶统剥蚀残留区的石灰岩接触, 为主要区域不整合界面, 但输导能力在不同的构造位置却存在差别, 康1井、康2井不整合上覆岩性为下志留统柯坪塔格组砂岩, 下伏为泥晶灰岩, 且孔、洞、缝发育; 和3井上覆柯坪塔格组(S_1k)砂岩, 玛参1井、玛4井上覆地层均为下石炭统巴楚组砂砾岩, T_7^0 不整合均表现为开启的有效通道。而巴5井 T_7^0 不整合上覆柯坪塔格组(S_1k)为泥岩, 下伏下奥陶统岩性为泥晶灰岩, 致密且孔、缝、洞少, 方1井上覆为下志留统柯坪塔格组(S_1k)粉砂质泥岩, 下伏为下奥陶统灰质泥岩; 和4井上覆地层为柯坪塔格组(S_1k)泥岩, 下伏为下奥陶统灰质粉砂泥岩, 均表现为输导能力较差或无效的性质。由此可见, T_7^0 不整合面有效通道分布于巴楚隆起的西南部地区, 即: 玛扎塔格断裂带, 康塔库木断裂带, 而巴楚隆起北部地区的阿恰-吐木休克断裂上盘 T_7^0 不整合面的输导能力较差。

T_6^0 不整合面(C/AnC)在区内多具较强的输导能力, 如曲4井、康2井、和4井 T_6^0 不整合面之上为砂岩, 下多为泥岩或泥质粉砂岩。在玛扎塔

表 1 巴楚隆起- 麦盖提斜坡不整合面通道发育情况表

Table 1 Development of unconformity surface (pathway) in Bachu uplift-Maigaiti slope area

地 层 系 统			代号	界面	接触关系	构造运动期次	通道条件
系	统	组					
第四系		西域组	Q_1x	T_2^0	上超	喜山晚期压扭运动	有效
上第三系	上新统	阿图什组	N_2q	T_2^1	削截上超	喜山晚期挤压运动	有效
	中新统	帕恰布拉克组	N_1p		削截		
		宽居安组	N_1q				
		克孜洛依组	N_1k				
下第三系	始古新统		E	T_3^0			
三叠系	上统	沙井子组	P_2s	T_3^0	上超	海西晚期	巴参 1 井附近为有效
	下统	开派兹雷克组	P_1kk		削截		
		库普库兹满组	P_1kp	T_3^4	上超		
		南闸组	P_1n				
石炭系	上统	小海子组	C_2x	T_3^5	上超	海西中期(巴楚组)	多为有效
	下统	卡拉沙依组	C_1kl		削截		
		巴楚组	C_1b	T_3^0	整合	海西早期	多为有效
泥盆系	上统	克孜尔塔格组	D_3k		削截		
志留系	上统	依木干他乌组	S_3y				
	中统	塔塔艾尔塔格组	$S_{2-3}t$				
	下统	柯坪塔格组	S_1k	T_2^0	上超	加里东中期运动	康 1、玛参 1、山 1 井和 3 井、康 2 井为有效
奥陶系	上统	勒牙依里塔格组	$O_{2-3}l$		削截		库 1 井、和 4 井为无效
	中统	恰尔巴克组	O_2q				
	下统	一间房组	O_1yj				
		鹰山组	O_1y				
		蓬莱坝组	O_1p				
寒武系	上-中统	下丘里塔格群	$\epsilon_{2,3}ql$				
	中统	阿瓦塔格组	ϵ_2a				
	下统	沙依里克组	ϵ_2s				
		吾松格尔组	ϵ_1w				
		肖尔布拉克组	ϵ_1x				
		玉尔吐斯组	ϵ_1y				

格断裂带北侧,下石炭统巴楚组下段砂砾岩覆盖于下奥陶统孔、洞、缝发育的灰岩或灰云岩之上,且 T_2^0 和 T_3^0 在此合二为一,并形成高产油气藏(如鸟山工业气藏)。在巴楚隆起东南部的玛南-鸟山地区,不整合面之上为东河砂岩,之下为致密灰岩或之上为巴楚组(C_1b)泥岩,之下为寒武-奥陶系孔、洞、缝发育的白云岩,为有效的不整合通道。

$T_3^5(C_2/C_1)$ 不整合面之下为卡拉沙依组(C_1k)膏泥岩层,之上为小海子组白云岩、颗粒白云岩,颗粒灰岩和灰质石英砂岩,在全区应为有效的通道,该不整合面应为石炭系源岩生烃的重要通道

之一^[5]。

$T_3^4(E-P_1kl/P_1n)$ 不整合下伏地层岩性为下二叠统南闸组(P_1n)泥岩夹粉砂岩,当上覆有下第三系膏泥岩或中新统泥岩时,通道视为无效,当覆盖着上二叠统或上新统砂岩时,通道应视为有效(如巴参 1 井)。

1.2 断裂系统

区内重要的断裂系统有柯坪、色力布亚、玛扎塔克、阿恰-吐木休克断裂等边界断裂带,并在隆起内分布有卡拉沙依、康塔库木等 20 多条断裂及次级断裂,断裂性质多表现为逆冲和走滑,并具继

承性特征。玛扎塔克等南部断裂活动期可追索至加里东中期,断裂主要形成期为海西晚期^[6]。由于经历多期构造活动,断裂可作为烃类垂向运移的主要通道。已知油气藏如巴什托亚松迪、鸟山和玛扎塔格油气藏和田河油气田,断裂对其起到明显的控制作用。

1.3 孔隙和裂缝系统

巴楚-麦盖提地区石炭-二叠系、寒武-奥陶系碳酸盐岩中溶蚀孔、洞、缝极为发育,可作为油气运移的基本构件,也是一不容忽视的油气疏导系统。一方面油气可经此类通道系统向临近有效不整合面和断裂通道运移,一方面,在其相对独立孔、洞、缝系统汇集,形成原生油气藏(下寒武统白云岩的孔、洞、缝系统可能形成原生油气藏)。

2 通道网络在成藏过程的主次关系

巴楚-麦盖提地区主要发育有寒武-奥陶系、石炭-二叠系两套烃源岩,以中、下寒武统、中上奥陶统碳酸盐岩、石炭系烃源岩为优。中下寒武统源岩全区分布,厚约 380~740 m,达标(有机碳大于 0.2%)源岩厚约 288~324 m,由北东向西南逐渐减薄,中、上奥陶统源岩仅分布于巴楚隆起的东部,厚约 0~100 m;石炭-二叠系烃源岩厚约 50~300 m,由北东向西南方向变厚。

通过对烃源岩埋藏史、生烃史分析,有效烃源岩生烃时期分布区域范围有所不同,从而导致油气组运移通道也产生变化,存在着通道的主次差别(图 1)^[7~8]。

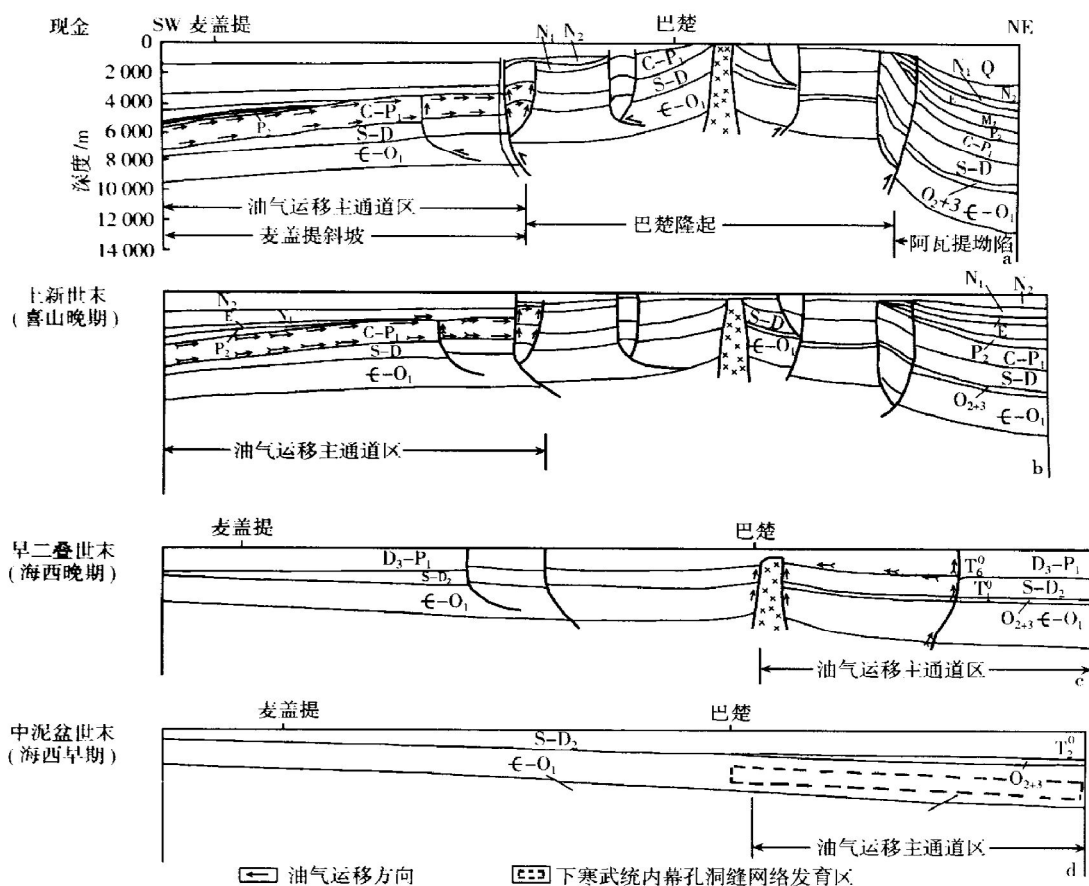


图 1 巴楚-麦盖提地区油气成藏史及主运移通道示意剖面

Fig. 1 Schematic section showing reservoiring history and major migration pathways of oil and gas in Bachu-Maigaiti area

2.1 加里东晚期-海西早期(图 1d)

中、下寒武统烃源岩处于生油高峰-高成熟阶段,上寒武统烃源岩进入生油门限-低成熟阶段。地壳运动主要是差异升降运动,构造格局仍为北倾斜坡,生油势北东强西南弱,油气主运移指

向为西南古斜坡。由于储层的非均质性以及缺少断裂的输导,加之中寒武统膏岩优质区域盖层的封盖。下寒武统白云岩孔、洞、缝网络是油气的主要通道和聚集系统。由于下奥陶统生油有限, T_2^0 在北部表现为封闭。整个区域上, T_2^0 仅为油气的

次要通道,并且运移距离有限。

2.2 海西晚期-末期(图1c)

中下寒武统烃源岩在本区处于高成熟-过成熟阶段,上寒武统、下奥陶统烃源岩进入生油高峰。受塔西南被动边缘控制,巴楚-麦盖提一带坳陷主体转变为宽缓的水下低隆起,但古隆起斜坡仍为北倾,因此油气运移指向仍是由北东向西南,此时 T_0 不整合面通道业已形成,巴楚隆起的南北边界发育了断裂带及伴生断裂。

由于中下寒武统、上寒武统、下奥陶统有效烃源岩仍分布于巴楚地区东北部阿瓦提地区,油气运移主要通道以 T_0 不整合面为主,巴楚隆起北部边界断裂(阿恰、吐木休克断裂带)应为油气聚集(或逸散)场所,该断裂带及 T_0 不整合应为该时期的主运移通道。

2.3 印支期-燕山期

海西末期运动后,巴楚-麦盖提地区全面隆升,并遭受长期剥蚀,烃源岩演化基本停止,已成熟的有限烃类通过不整合及东北部海西晚期形成的断裂带通道运移。

2.4 喜玛拉雅期(图1a, b)

据有关资料本区东段寒武纪、石炭纪至现今,地温梯度由 $33\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 、 $26\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 降至 $22\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$,喜山期寒武-奥陶系烃源岩再次规模生烃可能性较小,而麦盖提斜坡新生界厚度均在 $2000\sim 3500\text{ m}$,大大超过中生界被剥蚀厚度。石炭-二叠系烃源岩在同岗-方1井-和4井一带处于未成熟区,在巴什托-亚松迪、康2井-玛扎塔格一带处于低熟区,而麦盖提斜坡为生油高峰区。加之构造格局发生改变,麦盖提斜坡由北倾变为南倾,有效源岩转为南部麦盖提斜坡区石炭-二叠系源岩区。因此南部的不整合面与断裂带在油气运移中起到主导作用。

鉴于石炭系为喜山期主力供烃烃源岩,在麦盖提斜坡区,由于缺少断裂通道,油气运移主通道应与石炭系源岩近临(或接触的)的 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 等不整合面。巴楚隆起南部 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 不整合面为侧向运移的主要通道。南部的边界断裂,如海米罗斯断裂、巴斯托断裂、玛扎塔格断裂,一方面构成近源沟通通道;另一方面,沿麦盖提斜坡区的 T_0 、 T_2 、 T_3 不整合运移的油气在断裂处汇集,构成以垂向运移为优势的断裂通道,并在南部断裂

带中的圈闭中聚集保存下来(如乌山、巴斯托、玛扎塔格油气藏)。喜山期油气运移主要通道为以麦盖提斜坡 T_0 、 T_2 不整合面、巴楚隆起南部边界断裂,即亚松迪、巴斯托、玛扎塔格断裂为主构成的通道网络^[9,10]。

3 结论

(1) 在该区主要8期的不整合面中, T_0 (C/AnC)、 T_2 (C₂/C₁)不整合面通道全区为开启, T_0 (S/O)不整合面在玛扎塔格断裂带、康塔库木断裂带通道为开启, T_4 (E-P₁k₁/P₁n)不整合面在麦盖提斜坡东北部巴楚隆起南界为开启。

(2) 加里东晚期-海西早期,主通道为下寒武统白云岩孔、洞、缝系统,且分布于阿瓦提凹陷巴楚隆起东北部地区;海西晚期-末期,巴楚隆起东北部边界断裂 T_0 不整合面和下寒武统孔、洞、缝系统为主通道;喜山期,主通道为 T_0 、 T_2 、 T_3 不整合面、巴楚隆起南界断裂带,且分布于麦盖提斜坡巴楚隆起南界地区。

(3) 主运移通道对油气分布具有明显控制作用,石炭-二叠系油气分布于巴楚隆起南界断裂构造带,而下寒武油气应分布于该区东北部。

参 考 文 献

- 1 何文渊,何际平.巴楚地区与塔北地区中新生代油气构造成藏史对比研究[J].石油实验地质,2000,22(3):220~224
- 2 陈世加,马力宇,付晓文,等.塔里木盆地海相腐泥型天然气的成因判识[J].石油与天然气地质,2001,22(2):100~101
- 3 康玉柱.塔里木盆地大气田形成的地质条件[J].石油与天然气地质,2001,22(1):21~25
- 4 张奎华,徐希坤.巴楚隆起南缘油气成藏组合分析[J].复式油气田,1999,(3):28~32
- 5 蒋裕强,王兴志,周新源,等.和田河气田石炭系沉积相特征与演化[J].石油与天然气地质,2001,22(4):342~346
- 6 贾承造.塔里木盆地构造特征与油气聚集规律[J].新疆石油地质,1999,20(3):177~183
- 7 张守安,吴亚军,余晓宇,等.塔里木盆地不整合油气藏的成藏条件及分布规律[J].新疆石油地质,1999,20(1):14~17
- 8 徐旭辉.塔里木古生代原型盆地分析的油气勘探意义[J].石油与天然气地质,2002,23(3):224~228
- 9 李玉冠,邓兴梁.巴什托普石炭系油气成藏规律[J].新疆石油地质,1998,19(3):207~209
- 10 刘长伟,王飞宇,李术元.塔西南坳陷北坡至巴楚凸起的生烃史[J].新疆石油地质,2002,23(2):121~123

PATHWAY SYSTEM OF OIL AND GAS MIGRATION IN BACHU-MAIGAITI AREA

She Xiaoyu^{1,2} Shi Zejin¹ Liu Gaobo²

(1. *Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan*; 2. *Jingzhou Branch of New Area Exploration, Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Jingzhou, Hubei*)

Abstract: The pathways of oil and gas migration in Bachu–Maigaiti areas might consist mainly of faults, unconformity surfaces, as well as vugs, fissures and pores in reservoirs, which might have been connected with each other and constitute the delivery network of oil and gas. Among the 8 major unconformities, the T_6^0 and T_5^5 unconformity surfaces have been open in the whole area, the T_7^0 and T_5^4 unconformity surfaces have been open in the southern structural belt of Bachu uplift. Multiple tectonic movements have resulted in the opening of faults, pores, vugs and fissures, and became effective migration pathways of oil & gas. According to the dynamic theory of hydrocarbon migration and accumulation in late Caledonian–early Hercynian, the major pathway would be the pore–vug–fissure system in lower Cambrian dolomite that occurred in Awati sag and northeastern area of Bachu uplift; in late to last stage of Hercynian, the major pathway would include the boundary faults in the northeastern of Bachu uplift, T_6^0 unconformity surface and pore–vug–fissure system in lower Cambrian; in Himalayan period, the major pathway would be the T_6^0 , T_5^5 and T_5^4 unconformity surfaces and the fault belt on the southern boundary of Bachu uplift that occurred mainly in the area including the Maigaiti slope and southern boundary of Bachu uplift.

Key words: pathway; migration; unconformity surface; fault; system; dynamic reservoiring

(Continued from Page 334)

DISTRIBUTION PATTERNS OF NORMAL ALKANE AND THEIR SIGNIFICANCE IN CONTINENTAL FAULT–BLOCK OILFIELD

Liu Zhongyun^{1,2} Lin Yuxiang^{1,2} Zeng Qinghui³ Chen Qingchun³

(1. *Guangzhou Geochemistry Institute of China Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong*;

2. *Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying, Shandong*;

3. *Linpan Oil Development Factory of Shengli Oilfield Company, Linzi, Shandong*)

Abstract: Gas chromatograph of saturated hydrocarbon is generally used in the study of single pay contribution in commingled producing wells both at home and abroad, because it is believed that the composition and distribution of normal alkane in the oil reservoirs are basically similar, and are very difficult to be used to solve the above problem; while the application of isoalkane, proves to be very effective. Through the research work made in Linan area, Shengli oilfield, it is found that the isoalkanes are very similar, since the reservoiring time is not long and the oil source is unitary, but the normal alkanes with moderate to high carbon numbers have apparent differences and can be used in establishing single pay's standard pattern of gas chromatogram, and in calculating the single pay's oil contribution in commingled producing well. There are several reasons that cause the different patterns of normal alkanes with moderate to high carbon numbers, for example, the large changes of continental sandstones and their different mineral compositions would have different absorbability and possible chemical reactions between oil and mineral. This phenomenon has important application value in calculation of oil contribution of single sandstone layer in commingled producing well in non-marine fault-block oilfield.

Key words: Linnan oilfield; fault-block oil reservoirs; normal alkane; distribution pattern; contribution of single sand layer in commingled producing well