

大民屯凹陷源控油气作用及有利勘探区带预测

李建华^{1,2}, 宋兵^{1,2}, 庞雄奇^{1,2}, 张占文³, 耿辉⁴

1. 中国石油大学(北京)盆地与油藏研究中心, 北京 102249
2. 中国石油大学(北京)油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249
3. 中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司, 辽宁盘锦 124010
4. 中国石油天然气集团公司东方地球物理勘探有限公司研究院, 河北涿州 072750

摘要 为评价大民屯凹陷剩余资源潜力, 指出有利勘探区带, 研究了大民屯凹陷的源控油气作用, 即大民屯凹陷有效烃源岩对油气的来源特征、主要成藏期次、油气分布范围和资源潜力的控制作用。结合油气成藏体系和地质门限控烃理论, 评价了大民屯凹陷各个油气成藏体系的排烃量、资源量和剩余资源量。大民屯凹陷划分为上、下两套成藏组合, 10个油气成藏体系, 总的排烃量为 $14.66 \times 10^8 \text{t}$, 资源量为 $6.34 \times 10^8 \text{t}$, 剩余资源量为 $3.098 \times 10^8 \text{t}$, 勘探前景较大; 其中, 最有利的勘探区带有3个, 分别为成藏体系为I_下、III_上和II_上, 剩余油气资源量分别为 1.163×10^8 , 0.567×10^8 和 $0.409 \times 10^8 \text{t}$ 。

关键词 源控油气作用; 成藏体系; 地质门限; 资源评价; 大民屯凹陷

中图分类号 TE112

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.30.001

Hydrocarbon-Controlling Function of Source Rock and Prediction of Favorable Exploration Zone in the Damintun Depression

LI Jianhua^{1,2}, SONG Bing^{1,2}, PANG Xiongqi^{1,2}, ZHANG Zhanwen³, GENG Hui⁴

1. Basin & Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing 102249, China
2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China
3. Liaohe Oilfield Company, PetroChina Company Limited, Panjin 124010, Liaohe Province, China
4. Research Institute, Bureau of Geophysical Prospecting Company Limited, China National Petroleum Corporation, Zhuozhou 072750, Hebei Province, China

Abstract In order to evaluate the residual oil and gas resources and identify the favorable exploration areas, the hydrocarbon-controlling function of hydrocarbon source rocks in Damintun Depression is studied in this paper. The origin, the accumulation period, the distribution extent and resource potential of oil and gas in Damintun Depression are found to be controlled by the effective hydrocarbon source rocks. The volumes of hydrocarbon expulsion, the resources and the residual resources are calculated based on the theories of the hydrocarbon accumulation system and the hydrocarbon-controlling function of the geological threshold. The Damintun Depression is divided into two reservoir-forming combinations of the upper and the lower parts, with a total of ten hydrocarbon accumulation systems. The total volumes of hydrocarbon expulsion are $14.66 \times 10^8 \text{t}$, the volumes of the resources are $6.34 \times 10^8 \text{t}$ and the volumes of the residual resources are $3.098 \times 10^8 \text{t}$. There are three most favorable exploration areas, including the hydrocarbon accumulation system I_{lower}, the hydrocarbon accumulation system III_{upper} and the hydrocarbon accumulation system II_{upper}. Their volumes of residual resources are, respectively, 1.163×10^8 , 0.567×10^8 and $0.409 \times 10^8 \text{t}$.

Keywords hydrocarbon-controlling function of source rock; hydrocarbon accumulation system; geologic threshold; resource evaluation; Damintun Depression

收稿日期: 2011-08-29; 修回日期: 2011-10-10

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2006CB202308)

作者简介: 李建华, 博士研究生, 研究方向为油气成藏机制与资源评价, 电子邮箱: ljh9521018@sina.com; 庞雄奇(通信作者), 教授, 研究方向为油气成藏机制与资源评价, 电子邮箱: pangxq@cup.edu.cn

0 引言

源控油气作用自提出以来得到了广大学者的广泛认同。胡朝元^[1]提出了“源控论”,指出油藏(田)的形成和分布受其供烃的烃源岩密切控制。庞雄奇^[2]针对生烃门限的不足,提出了排烃门限理论,认为排烃门限控制了源岩的排烃时间、排烃深度、排烃量、排烃相态及排油气过程。在此基础上,庞雄奇等^[3-4]提出了地质门限控烃理论,很好地发展了源控油气作用的思想,结合油气成藏体系研究^[5-6]可以综合分析油气运聚成藏过程中的地质因素和地质作用,定量预测油气资源和分布规律。

大民屯凹陷位于辽河断陷的北端,面积约为 800km²,自身形成一个独立的油气生聚单元(图 1)。大民屯凹陷完钻各类探井 386 口,探井密度达到 0.48 口/km²,属于高勘探程度区,是中国东部著名的“小而肥”含油凹陷,也是闻名于世的高蜡原油生产基地。目前,凹陷已在前古近系潜山(包括太古界、中上元古界)、古近系沙河街组(包括沙四段、沙三段和沙一段)获得工业油气流,累计上报探明含油面积 202.47km²,石油地质储量约 3.24×10⁸t^[7]。大民屯凹陷如此丰富的油气资源与其具有优质的烃源岩密不可分。本文分析了大民屯凹陷烃源岩特征及其控油气作用,在此基础上应用油气成藏体系和地质门限控烃理论评价了各个成藏体系的资源量及剩余资源量,指出了大民屯凹陷的有利勘探区带。

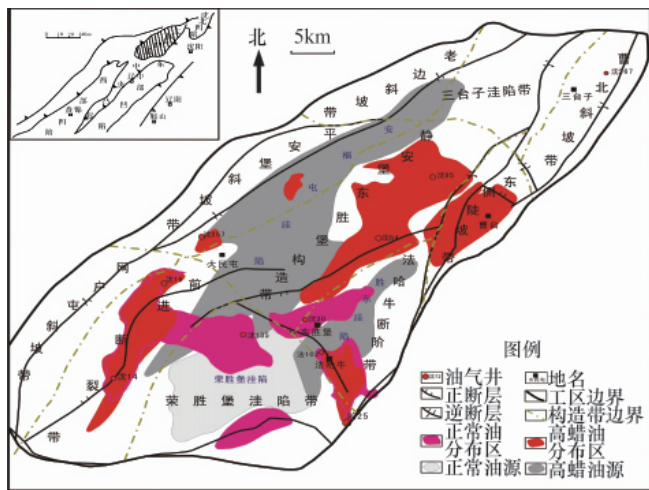


图 1 大民屯凹陷构造区划与油气藏平面分布
Fig. 1 Map of tectonic zonation and reservoir distribution in the Damintu Depression

1 大民屯凹陷源控油气作用

1.1 烃源岩特征

大民屯凹陷主要发育 3 套烃源岩:沙四段下部(E_{s4}^2)、沙四段上部(E_{s4}^1)和沙三四段(E_{s3}^1)烃源岩。安福屯洼陷和胜东洼陷的 E_{s4}^2 烃源岩为一套油页岩和钙质泥岩,所生成的油气以高蜡油为特征。该套烃源岩含砂率极低,仅为 2%—5%;源岩

分布面积达 335km²,平均厚度在 150m 左右,在东西两侧的安福屯洼陷和胜东洼陷最大厚度达 300m,中间潜山古隆起部位厚度较小,一般在 50—150m 之间;有机质类型以 I—II_A 型为主,有机碳含量一般为 5%—9%,在胜东洼陷最高达 11%,在安福屯洼陷高达 13%;镜质体反射率在 0.7% 以上。 E_{s4}^2 暗色泥岩段烃源岩分布范围更加广泛,平均厚度 300m 左右,在荣胜堡洼陷达 600m,在安福屯洼陷达 400m,在构造高部位泥岩厚度介于 50—200m 之间。该套烃源岩泥岩较纯,局部含砂,最大含砂量小于 30%;有机质类型以 II 和 III 型为主,有机碳含量平均为 1.77%,多数在 1.0%—2.0% 之间,荣胜堡洼陷和安福屯洼陷有机质丰度比较高,为 2.0%—2.5%,最高值为 3.47%;镜质体反射率 R_o 达 0.5% 以上,荣胜堡深洼区 R_o 可达 1.3% 以上。 E_{s3}^1 烃源岩为前三角洲泥和半深湖相泥岩,砂体与湖相泥岩互层沉积,砂岩含量约为 20%—40%;在荣胜堡洼陷中心及大民屯地区,暗色泥岩累计最大厚度可超过 600m,洼陷周围高部位的泥岩较薄,厚度一般小于 200m;有机质类型为 II_B 和 III 型,有机碳含量的最大值为 5.91%,多数在 1.0%—2.0% 之间,平均值为 1.45%;福甸洼陷、三台子洼陷地区镜质体反射率 R_o 值多在 0.5% 以上,荣胜堡洼陷 R_o 值多在 0.7% 以上,局部达到 1.0% 以上。 E_{s4}^1 和 E_{s3}^1 烃源岩所生成的油气以正常油为特征。

1.2 源控油气作用

进入了排烃门限^[2]并处于大量排油气阶段的烃源岩称之为有效烃源岩。有效烃源岩的控油气作用表现为:有效烃源岩层为油气藏的形成提供物质基础,其分布范围、生排油气的时及量的大小控制着周边油气藏在时间和空间上的分布以及资源潜力。

1.2.1 有效烃源岩控制着油气的来源

烃源岩是油气藏形成的物质基础,控制着油气的来源特征。大民屯凹陷既有含蜡量小于 20% 的正常油,又有含蜡量高于 20% 的高蜡油^[8]。平面上,大民屯凹陷内的正常油分布局限,主要集中在南部地区,分布在前进断裂带、静安堡—东胜堡构造带南部、法哈牛断阶带和荣胜堡洼陷带,围绕荣胜堡生烃洼陷(正常油源)呈明显的环带状分布。高蜡油分布广泛,主要分布在静安堡—东胜堡构造带、平安堡斜坡带、边台—法哈牛断阶带、前进断裂带,基本围绕安福屯和胜东两个主力生烃洼陷(高蜡油源)分布(图 1,表 1)。纵向上,前古近系潜山和 E_{s4} 段的油气全部为高蜡油,主要来源于 E_{s4}^2 烃源岩; E_{s3} 段发现的油藏中既有高蜡油,也有正常油。总的来看,从下至上,各地层中的高蜡油比例逐渐减少,正常油的比例逐渐增加(表 2)。

1.2.2 有效烃源岩控制着油气的主要成藏期

含油气盆地(或凹陷)通常发育多套烃源岩层,它们一般都经历了不同的热演化阶段,产生多次生排烃从而形成多期油气成藏。就同一套烃源岩而言,由于构造抬升和沉降作用,可能多次进入排烃门限,发生多期生排油气作用,从而也会

表 1 大民屯凹陷各构造带中高蜡油和正常油分布及油气来源
Table 1 Origins of high-wax oil and normal oil in different tectonic zones in the Damintun Depression

构造带	比例/%		主要油气来源
	高蜡油藏	正常油藏	
荣胜堡洼陷带	0	0	荣胜堡洼陷
前进断裂带	36.9	63.1	以荣胜堡洼陷为主, 安福屯洼陷次之
边台—法哈牛断阶带	74.5	25.5	以胜东洼陷为主, 荣胜堡洼陷较少
静安堡—东胜堡构造带	92.8	7.2	以安福屯和胜东洼陷为主, 荣胜堡洼陷较少
平安堡斜坡带	100	0	安福屯洼陷
东侧陡坡带	100	0	以胜东洼陷为主, 安福屯洼陷次之

表 2 大民屯凹陷各地层中的高蜡油和正常油分布及油气来源
Table 2 Origins of high-wax oil and normal oil in different formations in the Damintun Depression

地层	比例/%		主要油气来源
	高蜡油藏	正常油藏	
Es ₃ ¹	10.8	89.2	Es ₃ ¹ 和 Es ₃ ⁴ 烃源岩为主, 少量 Es ₃ ² 烃源岩
Es ₃ ²	24.1	75.9	Es ₃ ¹ 和 Es ₃ ⁴ 烃源岩为主, 部分 Es ₃ ² 烃源岩
Es ₃ ³	64.6	35.4	Es ₃ ² 烃源岩为主, 部分 Es ₃ ¹ 和 Es ₃ ⁴ 烃源岩
Es ₃ ⁴	94.1	5.9	Es ₃ ² 烃源岩为主, 少量 Es ₃ ¹ 和 Es ₃ ⁴ 烃源岩
Es ₄	100	0	Es ₃ ² 烃源岩
前古近系	100	0	Es ₃ ² 烃源岩

形成多期油气成藏。因此,有效源岩层的排烃史控制着油气的主要成藏期。大民屯凹陷新生界构造演化简单,未发生大幅度构造抬升和沉降作用,3套有效源岩层在纵向上连续分布,热演化程度相似。应用排烃门限理论计算了大民屯凹陷各套烃源岩层在不同地质时期的排烃量(图2),结果表明大民屯凹陷只发生了一期排烃,即从沙三末期就开始发生排烃作用,之后排烃量逐渐增加,到东营期达到排烃高峰,至今仍有排烃作用。因此,大民屯凹陷只发生了一期成藏作用,体现了晚期成藏的特征。该结论与姜建群等的研究成果基本一致,其通过伊利石 K-Ar 同位素测年法和流体包裹均一温度法分析得出的大民屯凹陷油气主要充注期为沙一末期—东营早期^[9]。

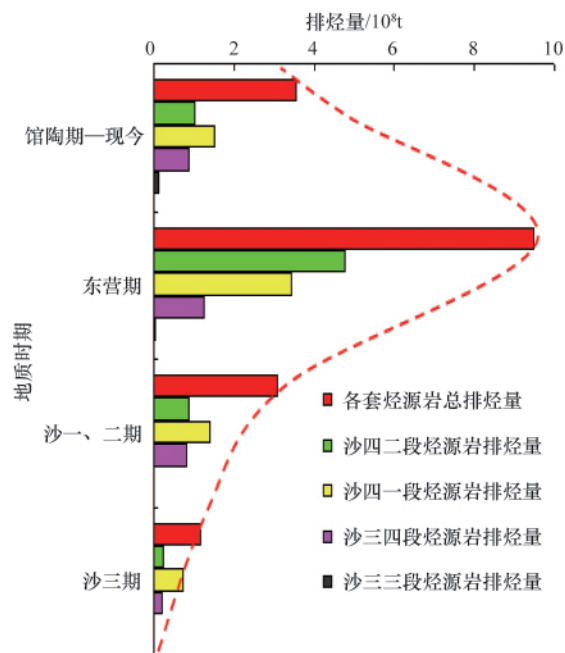


图 2 大民屯凹陷有效烃源岩排烃史

Fig. 2 Hydrocarbon-expulsion history of the effective source rocks in the Damintun Depression

1.2.3 有效烃源岩控制着油气藏的分布范围

“源控论”指出油藏(田)的形成和分布密切受其供烃的烃源岩控制^[1]。中国已发现的 73 个大中型油气田都分布在有效烃源灶内或周边 100km 的范围,其中油藏的分布离烃源灶中心不超过 50km;烃源灶内生排油气强度越大,能够形成的油气藏规模越大,1km²生气量小于 10×10⁸m³或生油量小于 45×10⁴t 的烃源灶内不能形成具有工业价值的油气藏^[5,10]。大民屯凹陷油气运移距离比较短,不超过 25km,主要集中在 10km 范围内(图 3)。古近系沙四段和前古近系的油气来源于 Es₃²烃源岩,属于高蜡油系统(图 4(a)),主要围绕安福屯洼陷和胜东洼陷烃源岩分布。古近系沙三段油气主要来自 Es₃¹和

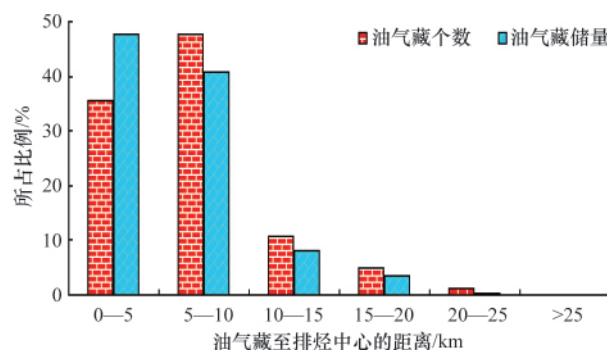
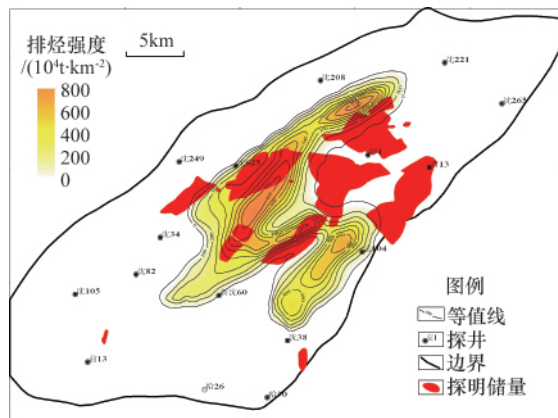


图 3 油气藏所占比例与油气藏至排烃中心距离的关系

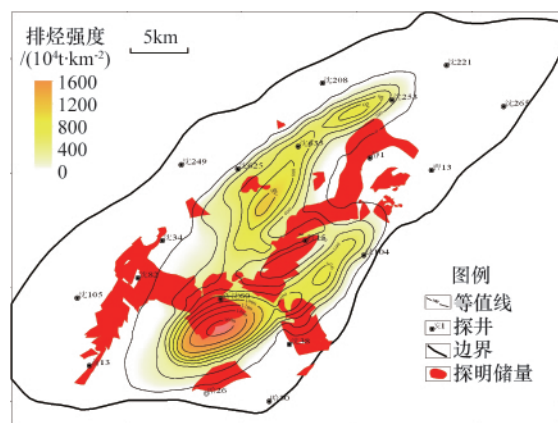
Fig. 3 Relationship between the percentage of reservoirs and the distance from reservoirs to hydrocarbon-expulsion center

E_{s3} 烃源岩 (部分来源于 E_{s2} 烃源岩), 属于正常油系统, 主要分布于荣胜堡洼陷周边 (图 4(b))。



(a) 高蜡油系统

(a) High-wax petroleum system



(b) 正常油系统

(b) Normal petroleum system

图 4 大民屯凹陷排烃强度与油气藏分布关系图

Fig. 4 Map of hydrocarbon-expulsion intensity and reservoir distribution in the Damintun Depression

1.2.4 有效烃源岩控制着油气的资源潜力

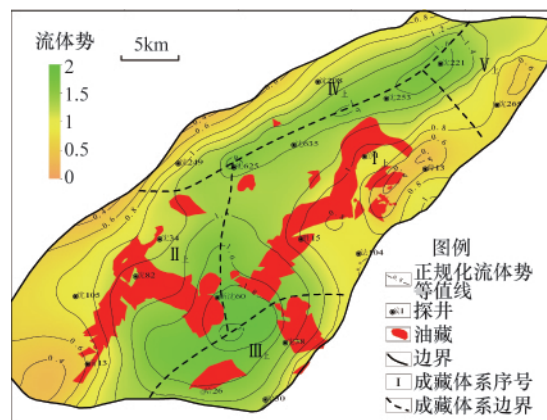
有效源岩层是油气生成、运移、聚集成藏的必要条件, 是油气藏形成的物质来源, 其生排烃量控制着盆地 (或凹陷的) 油气资源潜力。应用排烃门限理论计算大民屯凹陷的 E_{s2} 、 E_{s4} 、 E_{s3} 3 套烃源岩的排烃量分别为 6.88×10^8 、 4.65×10^8 和 2.97×10^8 t, 总的排烃量为 14.66×10^8 t。该结果预示着大民屯凹陷具有良好的勘探前景。

2 源控作用下的有利勘探区带预测

2.1 大民屯凹陷油气成藏体系

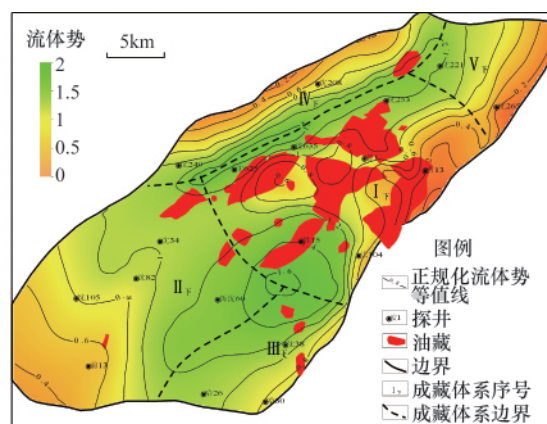
对于含油气盆地 (或凹陷) 的资源评价, 首要问题是评价单元的合理划分和选择合适的评价方法。采用油气成藏体系^[9]作为评价单元, 对大民屯凹陷的油气资源进行了评价。油气成藏体系是指地表以下油气成藏的自然体系, 包括了形成油气藏的一切必要元素 (要素)——烃源体、输导体和圈闭以

及这些元素之间有效的配置结果。油气成藏体系必须具备这样的结果, 即能够产生任何单一元素所不具备的功能——形成油气藏^[9]。油气成藏体系与含油气系统^[11]的根本区别是: 含油气系统强调烃源岩的形成、分布与演化, 以烃源岩形成、分布与演化规律为主线进行系统分析, 而油气成藏体系的着眼点在于以聚集单元为中心, 这样就与勘探目标紧密地结合在一起。笔者在前人研究的基础上, 根据生储盖条件将大民屯凹陷划分为上、下两套油气成藏组合, 并应用流体势场理论^[12-13], 将上、下两套成藏组合的运载层顶面 (盖层底面) 的流体势场分成几个油气运移方向和聚集区, 每一个运移方向所包含的生油岩及其上方的圈闭组合就构成了一个油气成藏体系。大民屯凹陷的两套成藏组合可以划分为 10 个油气成藏体系 (图 5, 表 3)。由于大民屯凹陷上、下两套成藏组合的区域盖层都是裂隙-深陷期沉积的, 而且自沉积后没有经历大的构造运动, 因此上、下两套成藏组合的流体势场具有明显的继承性, 其分布趋势基本相似。



(a) 上部组合

(a) Upper reservoir-formation combination



(b) 下部组合

(b) Lower reservoir-formation combination

图 5 大民屯凹陷油气成藏体系划分与油气藏分布
Fig. 5 Map of hydrocarbon accumulation systems and reservoirs distribution in the Damintun Depression

表3 大民屯凹陷油气成藏体系主要特征

Table 3 Characteristics of different hydrocarbon accumulation systems in the Damintun Depression

成藏组合	油气成藏体系 代号	油气成藏体系名称	面积/ km ²	油气来源	主要 油田	含油 层系	运移 通道	运移方式	油藏 类型
上部 成藏 组合	I _上	静安堡一边台构造带上	282	荣胜堡、安福屯、 东胜堡 (Es ₄ 、Es ₃ ⁴)	静安堡 边台	Es ₃	砂体、断层	垂向、侧向	构造、岩性-构造、 构造-岩性、岩性
	II _上	前进构造带上	287	荣胜堡、安福屯 (Es ₄ 、Es ₃ ⁴)	大民屯	Es ₃	砂体、断层	垂向、侧向	构造、岩性-构造、 构造-岩性、岩性
	III _上	法哈牛断阶带上	93	荣胜堡、东胜堡 (Es ₄ 、Es ₃ ⁴)	法哈牛	Es ₃	砂体、断层	垂向、侧向	构造、岩性-构造、 构造-岩性
	IV _上	西部斜坡带上	123	安福屯 (Es ₄ 、Es ₃ ⁴)	—	Es ₃	砂体、断层	侧向	岩性-构造
	V _上	曹北斜坡带上	75	无油气来源	—	—	—	—	—
下部 成藏 组合	I _下	静安堡一边台构造带下	280	安福屯、东胜堡 (Es ₄ ²)	静安堡 边台	Es ₄ 潜山	不整合、断 层、砂体	侧向	地层、岩性
	II _下	前进构造带下	298	安福屯、东胜堡 (Es ₄ ²)	大民屯	Es ₄ 潜山	不整合、断 层、砂体	侧向	地层、构造
	III _下	法哈牛断阶带下	96	东胜堡 (Es ₄ ²)	法哈牛	Es ₄ 潜山	不整合、断 层	侧向	地层
	IV _下	西部斜坡带下	113	安福屯 (Es ₄ ²)	—	Es ₄ 潜山	不整合、断 层	侧向	地层、构造
	V _下	曹北斜坡带下	73	无油气来源	—	—	—	—	—

2.2 大民屯凹陷有利勘探区带预测

油气资源定量评价是油气勘探决策的基础,其评价结果的可靠程度影响着油气的投资方向和勘探进程。在油气成藏体系划分的基础上,应用地质门限控烃理论^[3-4,14]分别计算了各个成藏体系的生烃量、源岩残留烃量、运载层滞留烃量、盖前排失烃量、构造破坏烃量和无价值聚集烃量,从而预测了大民屯凹陷的远景资源量,结合各个成藏体系的探明储量,

最终预测了剩余资源量(表4),指出了有利勘探区带。大民屯凹陷总的资源量为 6.34×10^8 t,剩余资源量为 3.098×10^8 t,勘探前景较大。在上部成藏组合中,成藏体系I_上和II_上的剩余资源量最大,分别达到 0.409×10^8 t和 0.567×10^8 t,勘探潜力最大;其次为成藏体系III_上,其剩余资源量为 0.297×10^8 t。下部成藏组合中的成藏体系I_下剩余资源量最大,达到 1.163×10^8 t;成藏体系II_下和III_下剩余资源量次之,分别 0.247×10^8 t和

表4 大民屯凹陷各成藏体系损耗烃量及资源量

Table 4 Amounts of hydrocarbon-waste and resource in hydrocarbon accumulation systems in the Damintun Depression

成藏组合	成藏体系 序号	排烃量 /10 ⁸ t	运载层滞留 烃量/10 ⁸ t	构造变动破 坏烃量/10 ⁸ t	无价值聚集 烃量/10 ⁸ t	资源量 /10 ⁸ t	探明储量 /10 ⁸ t	剩余资源量 /10 ⁸ t
上部 成藏 组合	I _上	4.59	2.009	0.387	0.734	1.461	1.052	0.409
	II _上	3.43	1.532	0.323	0.369	1.206	0.639	0.567
	III _上	1.55	0.873	0.204	0.028	0.448	0.152	0.297
	IV _上	0.25	0.118	0.039	0.023	0.067	0.006	0.061
	V _上	—	—	—	—	—	—	—
	小计	9.82	4.532	0.953	1.155	3.183	1.849	1.334
下部 成藏 组合	I _下	3.66	0.353	0	0.889	2.423	1.261	1.163
	II _下	0.58	0.137	0	0.110	0.338	0.091	0.247
	III _下	0.28	0.020	0	0.016	0.242	0.008	0.234
	IV _下	0.32	0.070	0	0.091	0.154	0.033	0.121
	V _下	—	—	—	—	—	—	—
	小计	4.84	0.579	0	1.106	3.157	1.393	1.764
总计		14.66	5.111	0.953	2.260	6.340	3.242	3.098

0.234×10⁸t。因此,根据剩余资源量分布情况,大民屯凹陷最有利的勘探区带有3个,分别为成藏体系 I_下、II_上和 I_上;较有利的勘探区带也有3个,分别为成藏体系 III_上、II_下和 III_下;而成藏体系 IV_上和 IV_下的勘探潜力比较差;成藏体系 V_上和 V_下由于源岩条件比较差,勘探潜力最差。

3 结论

(1) 源控油气作用表现为烃源岩控制着油气的来源特征、主要成藏期次、油气分布范围和资源潜力。大民屯凹陷的油气分布受有效烃源岩分布的控制,其有效烃源岩总的排烃量为 14.66×10⁸t,预示着大民屯凹陷具有良好的资源前景。

(2) 油气成藏体系强调以聚集单元为中心,是盆地内相对独立的油气生、运、聚单元,具有普遍的适用性,是最适合进行盆地模拟评价的地质单元。在源控油气作用的基础上,结合油气成藏体系划分,评价了大民屯凹陷各个成藏体系的资源量。大民屯凹陷划分为上、下两套成藏组合,10个油气成藏体系,总的资源量为 6.34×10⁸t,剩余资源量为 3.098×10⁸t,勘探前景较大;其中,最有利的勘探区带有3个,分别为成藏体系为 I_下、III_上和 II_上,剩余油气资源量分别为 1.163×10⁸t、0.567×10⁸t 和 0.409×10⁸t。

参考文献 (References)

- [1] 胡朝元. 生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区域勘探的有效理论[J]. 石油学报, 1982, 2(2): 9–13.
Hu Chaoyuan. *Acta Petrolei Sinica*, 1982, 2(2): 9–13.
- [2] 庞雄奇. 排烃门限控油气理论与应用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1995.
Pang Xiongqi. Principle of controlling oil and gas with hydrocarbon expulsion threshold and its application [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1995.
- [3] 庞雄奇, 姜振学, 李建青, 等. 油气成藏过程中的地质门限及其控制油气作用[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2000, 24(4): 53–57.
Pang Xiongqi, Jiang Zhenxue, Li Jianqing, et al. *Journal of China University of Petroleum: Edition of Natural Science*, 2000, 24(4): 53–57.
- [4] 庞雄奇, 李丕龙, 金之钧, 等. 油气成藏门限研究及其在济阳拗陷中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 204–209.
Pang Xiongqi, Li Pilong, Jin Zhijun, et al. *Oil and Gas Geology*, 2003,

- 24(3): 204–209.
- [5] 金之钧, 张一伟, 王捷, 等. 油气成藏机理和分布规律[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003: 22–48.
Jin Zhijun, Zhang Yiwei, Wang Jie, et al. Hydrocarbon accumulation mechanisms and oil/gas distribution [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003: 22–48.
- [6] 庞雄奇, 金之钧, 姜振学, 等. 油气成藏定量模式 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
Pang Xiongqi, Jin Zhijun, Jiang Zhenxue, et al. Quantitative modeling of hydrocarbon accumulation[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003.
- [7] 陈振岩, 陈永成, 郭彦民, 等. 大民屯凹陷精细勘探实践与认识[M]. 北京: 石油工业出版社, 2007.
Chen Zhenyan, Chen Yongcheng, Guo Yanmin, et al. Elaborate exploratory practice and cognition to damintun depression [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2007.
- [8] 谢文彦, 姜建群, 张占文, 等. 大民屯凹陷油气系统研究 [J]. 石油勘探与开发, 2004, 3(2): 38–42.
Xie Wenyan, Jiang Jianqun, Zhang Zhanwen, et al. *Petroleum Exploration and Development*, 2004, 3(2): 38–42.
- [9] 姜建群, 宋力波, 董慧娟. 大民屯凹陷油气充注史研究[J]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2008, 23(2): 24–28.
Jiang Jianqun, Song Libo, Dong Huijuan. *Journal of Xi'an Shiyou University: Natural Science Edition*, 2008, 23(2): 24–28.
- [10] 戴金星, 宋岩, 张厚福. 中国大中型气田形成的主要控制因素 [J]. 中国科学: D 辑, 1996, 26(6): 481–487.
Dai Jinxing, Song Yan, Zhang Houfu. *Science in China: series D*, 1996, 26(6): 481–487.
- [11] Magoon L B, Dow W G. The petroleum system: From source to trap[M]. Tulsa: The American Association Petroleum Geologists, 1994.
- [12] 姜振学, 赵文智, 李伟. 应用高势面划分含油气系统及其应用 [J]. 勘探家, 1997(1): 312–415.
Jiang Zhenxue, Zhao Wenzhi, Li Wei. *Explorationist*, 1997(1): 312–415.
- [13] 王明, 姜福杰, 庞雄奇, 等. 正规化流体势基本原理及应用[J]. 新疆地质, 2010, 28(3): 339–342.
Wang Ming, Jiang Fujie, Pang Xiongqi, et al. *Xinjiang Geology*, 2010, 28(3): 339–342.
- [14] 庞雄奇, 罗晓容, 姜振学, 等. 中国典型叠合盆地油气聚散机理与定量模拟[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
Pang Xiongqi, Luo Xiaorong, Jiang Zhenxue, et al. Hydrocarbon accumulation and dissipation mechanisms and its quantitative modeling in China's superimposed basins [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2007.

(责任编辑 刘志远)

· 科学共同体介绍 ·

中国海洋学会

中国海洋学会 (Chinese Society of Oceanography) 由汪德昭、任美铨、刘恩兰、罗钰如等于 20 世纪 70 年代中期发起, 1979 年 7 月 29 日正式成立。罗钰如当选为第一任理事长。其后严宏谟、杨文鹤、王曙光历任理事长。

中国海洋学会是全国海洋科技工作者和涉海单位自愿组织的学术性、公益性法人

社会团体, 是发展我国海洋科学技术事业的重要社会力量。中国海洋学会挂靠国家海洋局, 登记管理机关是民政部, 业务主管单位是中国科学技术协会。

中国海洋学会现有会员约 8000 人, 团体会员 180 余个。下属分支机构有 12 个分会、9 个专业委员会和 19 个全国海洋科普教育基地。中国海洋学会是国际太平洋海洋

科技协会 (PACON) 的中国分会。

中国海洋学会主办《海洋学报》、《海洋工程》、《海洋科学进展》、《海洋世界》等学术期刊。

2010 年 12 月 16 日, 中国海洋学会召开第七次全国会员代表大会, 选举王曙光任理事长, 雷波任常务副理事长兼秘书长。

(责任编辑 秦政)